

Qt 中文文档翻译

作者: [QtDocumentCN](#)

2022 年 1 月 8 日

目录

第一章 API Design Principles	1
1.1 优秀接口的六大特点	1
1.1.1 最小化	1
1.1.2 完备性	1
1.1.3 清晰简洁的语义	2
1.1.4 复合直觉	2
1.1.5 易于记忆	2
1.1.6 可读性导向	2
1.1.7 静态多态	2
1.2 基于属性的 API	3
1.3 C++ 特性	4
1.3.1 值与对象	4
1.3.2 指针与引用	4
1.3.3 传递常引用与传递值	5
1.4 虚函数	5
1.5 虚对象与可复制性	6
1.6 不变性	6
第二章 QAbstractAnimation	11
2.1 公共成员类型	11
2.2 属性	11
2.3 公共成员函数	12
2.4 公共槽	12
第三章 QAbstractAudioDeviceInfo	13
3.1 公共功能	13
3.2 类型	13
3.3 成员函数文档	13
第四章 QAbstractAudioInput	15
4.1 公有函数	15
4.2 信号	16
4.3 详细描述	16
4.4 成员函数文档	16
第五章 QAbstractAudioOutput	19
5.1 公有函数	19
5.2 信号	20

5.3 详细描述	20
5.4 成员函数	20
第六章 QAbstractAxis	23
6.1 公共类型	23
6.2 属性	23
6.3 公共函数	24
6.4 信号	26
6.5 详细说明	26
第七章 QAbstractBarSeries	39
7.1 简述	39
7.1.1 公共类型	39
7.1.2 属性	39
7.1.3 信号	40
7.1.4 详细说明	41
7.1.5 成员类型	41
第八章 QAbstractItemModel	43
8.1 公有成员类型	43
8.2 公共成员函数	43
8.3 公共槽函数	46
8.4 信号	46
8.5 受保护的函数	47
8.6 受保护的槽函数	48
8.7 详细描述	48
8.8 成员类型文档	50
8.9 成员函数文档	51
第九章 QAbstractSocket	75
9.1 公共成员类型	75
9.2 公共成员函数	75
9.3 重载公共成员函数	77
9.4 信号	77
9.5 保护成员函数	78
9.6 详细介绍	78
9.7 成员函数文档	84
第十章 最佳实践指南	95
第十一章 ContainerClasses	97
11.1 引言	97
11.2 容器类	97
11.3 迭代器类	99
11.3.1 Java 风格迭代器	100
11.4 STL 风格迭代器	103
11.5 算法复杂度	107
11.6 增长策略	108
第十二章 QCoreApplication	111

12.1 属性	111
12.2 公共成员函数	111
12.2.1 详细说明	111
12.2.2 事件循环及事件处理	112
12.2.3 程序和库路径	112
12.2.4 国际化和翻译	112
12.2.5 访问命令行参数	112
12.2.6 区域设置	112
12.3 属性文档	113
12.4 宏文档	124
第十三章 QDate	127
13.1 公共成员类型	127
13.2 公共成员函数	127
13.3 静态公共成员	129
13.4 相关非成员函数	129
13.5 详细描述	129
13.6 特别注意	129
13.7 成员类型文档	130
第十四章 QFile	141
14.1 公共成员类型	141
14.2 公共成员函数	141
14.3 重写公共函数	142
14.4 静态公共成员	142
14.5 详细描述	143
14.6 成员类型文档	145
14.7 成员函数文档	145
第十五章 QFileInfo	153
15.1 公共成员函数	153
15.2 静态公共成员函数	155
15.3 相关非成员	155
15.4 详细描述	155
15.5 成员函数文档	157
第十六章 QGenericArgument	159
16.1 公共成员函数	159
16.2 详细描述	159
16.3 成员函数描述	159
第十七章 QGenericReturnArgument	161
17.1 公共成员函数	161
17.2 详细描述	161
17.3 成员函数描述	161
第十八章 const_iterator	163
18.1 公共成员函数	163
18.2 详细描述	163
18.3 成员函数文档	164

第十九章 QHash	167
19.1 公共成员类型	167
19.2 公共成员函数	167
19.3 相关非成员函数	169
19.4 详细描述	170
19.5 成员类型文档	173
19.6 成员函数文档	174
19.7 相关非成员函数	182
第二十章 key_iterator	189
20.1 公共成员函数	189
20.2 详细描述	189
20.3 成员函数文档	190
第二十一章 qhash-iterator	193
21.1 公共成员函数	193
21.2 详细描述	193
21.3 成员函数文档	195
第二十二章 QHashIterator	197
22.1 公共成员函数	197
22.2 详细描述	197
22.3 成员函数文档	198
第二十三章 QPaintEngine	201
23.1 公共成员类型	201
23.2 属性	201
23.3 公共成员函数	201
23.4 静态公共成员	202
23.5 详细描述	202
23.6 成员类型介绍	203
23.7 属性文档	204
23.8 成员函数文档	205
第二十四章 QPluginLoader	209
24.1 属性	209
24.2 公共成员函数	209
24.3 静态公共成员函数	210
24.4 相关的非成员函数	210
24.5 详细介绍	210
24.6 属性文档	210
24.7 成员函数文档	211
24.8 相关的非成员函数	213
第二十五章 QJsonParseError	215
25.1 公共类型	215
25.2 公共成员函数	215
25.3 公共变量	215
25.4 详细说明	215
25.5 成员类型文档	216

25.6 公有成员函数文档	216
25.7 成员变量文档	216
第二十六章 QKeyValueIterator	217
26.1 公共成员函数	217
26.2 相关非成员函数	217
26.3 详细描述	218
26.4 成员函数文档	218
26.5 相关非成员函数	219
第二十七章 QLibrary	221
27.1 公共成员类型	221
27.2 属性	221
27.3 公共成员函数	221
27.4 静态公共成员	222
27.5 详细描述	222
27.6 成员类型介绍	223
27.7 属性文档	224
27.8 成员函数文档	225
第二十八章 QList	229
28.1 公共成员类型	229
28.2 公共成员方法	229
28.3 静态公共成员	232
28.4 详细描述	232
28.5 成员类型文档	234
28.6 成员函数文档	236
第二十九章 QList_Const_Iterator	245
29.1 公共成员类型	245
29.2 公共成员函数	245
29.3 详细描述	246
29.4 成员类型文档	246
29.5 成员函数文档	247
第三十章 模型/视图编程	251
30.1 模型/视图编程简介	251
30.2 模型/视图体系架构	251
30.3 模型	252
30.4 视图	252
30.5 委托	253
30.6 排序	253
30.7 便捷类	253
30.8 使用模型和视图	253
30.8.1 Qt 中包含的两个模型	253
30.8.2 通过现有模型使用视图	254
30.9 模型类	255
30.9.1 基本概念	255
30.10 模型索引	255

30.11 行和列	256
30.12 项的父项	256
30.13 项角色	257
30.14 摘要	258
30.15 使用模型索引	258
30.15.1 拓展阅读	259
30.16 视图类	259
30.16.1 概念	259
第三十一章 模型视图教程	261
31.1 介绍	262
31.1.1 标准部件	262
31.1.2 使用模型/视图解决	262
31.1.3 模型/视图部件概览	263
31.1.4 在表单和模型之间使用适配器	264
31.2 一个简单的模型/视图应用程序	264
31.2.1 只读的表	265
31.2.2 使用角色扩展只读表格示例	266
31.2.3 表内的时钟	268
31.2.4 设置行和列的标题	269
31.2.5 最小编辑示例	270
31.3 中间主题	271
31.3.1 树视图	271
31.3.2 处理选择	273
31.3.3 预定义模型	275
31.3.4 委托	275
31.3.5 使用 ModelTest 调试	276
31.4 附录	276
31.4.1 书籍	276
31.4.2 Qt 文档	278
第三十二章 Qt 中的多线程技术	279
32.1 QThread: 低级 API 与可选的事件循环	279
32.2 QThreadPool 与 QRunnable: 线程重用	279
32.3 Qt Concurrent: 使用高级 API	279
32.4 WorkerScript: QML 中的多线程	280
32.5 选择合适的方法	280
32.6 解决方案对比	280
32.7 示例用例	280
第三十三章 QMainWindow	283
33.1 公共成员类型	283
33.2 属性	283
33.3 公共成员函数	283
33.4 公共槽	286
33.5 信号	286
33.6 保护成员函数	286
33.7 详细描述	286
33.7.1 Qt 主窗口框架	286

33.7.2 创建主窗口组件	287
33.7.3 创建停靠部件	288
33.7.4 状态栏	288
33.7.5 存储状态	288
33.8 成员变量文档	288
33.9 属性文档	289
33.10 成员函数文档	292
第三十四章 QMap	301
34.1 公共成员类型	301
34.2 公共成员函数	301
34.3 相关非成员函数	303
34.4 详细描述	303
34.5 成员类型文档	306
34.6 成员函数文档	307
34.7 相关非成员函数	318
第三十五章 QMapIterator	319
35.1 公共成员函数	319
35.2 详细描述	319
35.3 成员函数文档	320
第三十六章 QMapClassInfo	325
36.1 公共成员函数	325
36.2 详细描述	325
36.3 成员函数文档	325
第三十七章 QMapMethod	327
37.1 公共类型	327
37.2 公共成员函数	327
37.3 静态公共成员	330
37.4 相关非成员函数	330
37.5 宏定义	330
37.6 详细描述	330
37.7 成员类型文档	330
37.8 成员函数文档	331
37.9 相关非成员函数	336
37.10 宏定义文档	336
第三十八章 QMapObject 结构体	337
38.1 公共成员类型	337
38.2 公共成员函数	337
38.3 静态公共成员	338
38.4 宏定义	340
38.5 详细描述	340
38.6 成员函数文档	340
38.7 宏定义文档	348
第三十九章 Connection	349
39.1 公共成员函数	349

39.2 详细描述	349
39.3 成员函数文档	349
第四十章 QMetaProperty	351
40.1 公共成员函数	351
40.2 详细描述	352
40.2.1 属性元数据	352
40.2.2 拷贝与赋值	352
40.3 成员函数文档	352
第四十一章 QMetaType	357
41.1 公共成员类型	357
41.2 公共成员函数	357
41.3 静态公共成员	358
41.4 相关非成员函数	359
41.5 宏定义	359
41.6 详细描述	359
41.7 成员类型文档	360
41.8 成员函数文档	362
41.9 相关非成员函数	369
41.10 宏定义文档	371
41.11 已废弃成员	374
41.11.1 静态公共成员	374
41.11.2 成员函数文档	374
第四十二章 QMultiHash	377
42.1 公共成员函数	377
42.2 相关非成员函数	378
42.3 详细描述	378
42.4 成员函数文档	379
42.5 相关非成员函数	381
第四十三章 QMultiMap	383
43.1 公共成员函数	383
43.2 详细描述	384
43.3 成员函数文档	385
第四十四章 QMutableHashIterator	389
44.1 公共成员函数	389
44.2 详细描述	389
44.3 成员函数文档	391
第四十五章 QMutableMapIterator	393
45.1 公共成员函数	393
45.2 详细描述	394
45.3 成员函数文档	395
第四十六章 QMutex	399
46.1 公共成员类型	399
46.2 公共成员函数	399

46.3 详细描述	400
46.4 成员类型文档	401
46.5 成员函数文档	401
第四十七章 QMutexLocker	405
47.1 公共成员函数	405
47.2 详细描述	405
47.3 成员函数文档	407
第四十八章 元对象系统	409
第四十九章 为何 Qt 使用 Moc 实现信号槽?	411
49.1 语法很重要	411
49.2 代码生成是好东西	411
49.3 用户界面是动态的	412
49.4 调用性能并不代表一切	412
49.5 不受限制	413
第五十章 QReadLocker	415
50.1 公共成员函数	415
50.2 详细描述	415
50.3 成员函数文档	416
第五十一章 QReadWriteLock	417
51.1 公共成员类型	417
51.2 公共成员函数	417
51.3 详细描述	417
51.4 成员类型文档	418
51.5 成员函数文档	418
第五十二章 QRcursiveMutex	421
52.1 公共成员函数	421
52.2 详细描述	421
52.3 成员函数文档	421
第五十三章 ResourceCompilerRcc	423
第五十四章 Qt 资源系统	425
54.1 资源汇总文件	425
54.2 外部二进制资源	426
54.3 内建资源	426
54.4 压缩	427
54.5 在应用程序中使用资源	428
54.6 使用库中的资源	428
第五十五章 QSql	431
55.1 类型	431
55.2 类型文档	431
第五十六章 QSqlDatabase	433
56.1 公共类型	433

56.2 静态公共成员	434
56.3 受保护的成员函数	434
56.4 详细的介绍	434
56.5 成员函数文档	435
第五十七章 QTcpServer	447
57.1 公共成员函数	447
57.2 信号	448
57.3 保护成员函数	448
57.4 详细介绍	448
57.5 成员函数文档	448
第五十八章 QTcpSocket	453
58.1 公共成员函数	453
58.2 详细描述	453
58.3 成员函数文档	453
第五十九章 QTimer	455
59.1 属性	455
59.2 公共成员函数	455
59.3 公有槽函数	456
59.4 信号	456
59.5 静态公有成员函数	456
59.6 重新实现保护成员函数	457
59.7 详细描述	457
59.8 精度和时间分辨率	457
59.9 精度和定时器分辨率	458
59.10 属性文档	458
59.11 成员函数文档	459
第六十章 QWaitCondition	467
60.1 公共成员函数	467
60.2 详细描述	467
60.3 成员函数文档	469
第六十一章 QWebEngineHistory	471
61.1 公有成员函数	471
61.2 相关非成员函数	471
61.3 详细描述	472
61.4 成员函数文档	472
第六十二章 QWebEngineHistoryItem	475
62.1 公有成员函数	475
62.2 详细描述	475
62.3 成员函数文档	475
第六十三章 QWebEngineView	477
63.1 特性	477
63.2 公共成员函数	477
63.3 公有槽函数	478

63.4 信号	479
63.5 静态公有成员函数	479
63.6 保护成员函数	479
63.7 详细描述	479
63.8 特性文档编制	480
63.9 访问函数	480
第六十四章 QWriteLocker	481
64.1 公共成员函数	481
64.2 详细描述	481
64.3 成员函数文档	482
第六十五章 QX11Info	483
65.1 简述	483
65.2 详细说明	483
65.3 成员函数	484

第一章 API Design Principles

API 设计规范

译者注:

本文不来自于 Qt 文档, 而是来自于 Qt Wiki: [API_Design_Principles](#)

API(Application Programming Interface), 应用开发接口, 本文中也将 P 解释为 Programmer (开发者)。

Qt 最出名的特点之一是一致性强、易于学习、功能强大的 API。本文尝试对我们在设计 Qt 风格的 API 中积累的诀窍进行总结。其中许多准则都是通用的, 其它的则是习惯性用法, 我们主要为了保持接口一致性而继续遵循。

尽管这些准则主要面向公共接口, 但也鼓励您在设计内部接口时使用相同的技术, 这对与您合作开发的同僚会更加友好。

您可能也会有兴趣查阅 Jasmin Blanchette 的 [Little Manual of API Design \(PDF\)](#), 或它的前身, 由 Matthias Ettrich 编写的 [Designing Qt-Style C++ APIs](#)。

1.1 优秀接口的六大特点

API 是面向开发者的, 而 GUI 则是面向终端用户。API 中的 P 代表开发者 (Programmer), 而非程序 (Program), 目的是指出 API 由开发者, 即人类 (而非计算机) 所使用这一特点。

Matthias 在 Qt 季刊第 13 期, 关于 API 设计的文章中, 声称他坚信 API 应该是最小化但完备的, 具备清晰而简洁的语义, 符合直觉, 被开发者, 易于记忆, 能够引导开发者编写高可读性的代码。

1.1.1 最小化

最小化的 API 指包含尽可能少的公共成员和最少的类。这可使 API 更易于理解、记忆、调试和修改。

1.1.2 完备性

完备的 API 意味着具备所有应有的功能。这可能会与最小化产生冲突。此外, 若一个成员函数位于错误的类中, 则大多数潜在的用户将无法找到它。

1.1.3 清晰简洁的语义

与其它设计协作时，应该让您的设计做到最小例外。通用化会让事情更简单。特例可能存在，但不应成为关注的焦点。在处理特定问题时，不应让解决方案过度泛化。（例如，Qt 3 中的 `QMineSourceFactory` 本该被称作 `QImageLoader`，并且具备另一套 API。）

1.1.4 复合直觉

如同计算机上其它内容，API 应复合直觉。不同的开发经验和背景会导致对复合直觉与否有不同的感知。复合直觉的 API 应能让中等经验的开发者无需阅读文档并直接使用，并让不知道这个 API 的开发者可以理解使用它编写的代码。

1.1.5 易于记忆

为了让 API 易于记忆，请选择一组保持一致并足够精确的命名约定。使用可理解的模式和概念，并且避免缩写。

1.1.6 可读性导向

编写代码只需要一次，但阅读（以及调试和修改）则会非常频繁。高可读性的代码通常需要花更多时间编写，但可以在产品的生命周期中节约更多的时间。

最后需要谨记，不同类型的用户会使用 API 的不同部分。在单纯地创建一个 Qt 类实例能非常直观的同时，希望用户在尝试继承它之前先阅读文档则是很合理的。

1.1.7 静态多态

相似的代码类应具有相似的 API。可以使用继承来实现——当运行时多态支持时，这是很合理的。但多态同时也可以体现在设计截断。例如，若将代码中的 `QProgressBar` 换为 `QSlider`，或将 `QString` 换为 `QByteArray`，他们间相似的 API 会另替换操作变得非常容易。这便是为何我们称之为“静态多态”。

静态多态同样可让记忆 API 和开发模式变得更加简单。结果是，对于一组有关联的类，相似的 API 通常比为每个类独立设计的完美 API 更加好用。

在 Qt 中，当不具备有足够说服力的原因时，我们更倾向于使用静态多态，而非继承。这减少了 Qt 的公共类数量，并让新用户更容易在文档中找到需要的内容。

好的

`QDialogBox` 和 `QMessageBox` 具有相似的 API，以用于处理按钮 (`addButton()`), `setStandardButtons()`，但无需继承自某些“`QAbstractButtonBox`”类。

坏的

`QAbstractSocket` 被 `QTcpSocket` 和 `QUdpSocket` 所继承，但这两个类的交互方式差异很大。看起来并没有人使用过（或能够使用）`QAbstractSocket` 指针来进行通用且有效的操作。

存疑

`QBoxLayout` 是 `QHBoxLayout` 和 `QVBoxLayout` 的基类。优点：可以在工具栏中使用 `QBoxLayout`，调用 `setOrientation()` 来令其水平/垂直排布。缺点：引入额外的类，用户可能会写出形如 `((QBoxLayout *)hbox)->setOrientation(Qt::Vertical)` 的代码，而这是不合理的。

1.2 基于属性的 API

比较新的 Qt 类倾向于使用基于属性的 API，例如：

```
QTimer timer;
timer.setInterval(1000);
timer.setSingleShot(true);
timer.start();
```

此处的属性，指的是作为对象状态一部分的任何概念性的特征——无论是否是实际的 `Q_PROPERTY`。只要可行，用户都应该允许以任何顺序设置属性，也就是说，这些属性应该是正交的。例如，上文的代码也可以写为：

```
QTimer timer;
timer.setSingleShot(true);
timer.setInterval(1000);
timer.start();
```

为了方便，我们也可以这样写：

```
timer.start(1000);
```

类似的，对于 `QRegExp`，我们可以：

```
QRegExp regExp;
regExp.setCaseSensitive(Qt::CaseInsensitive);
regExp.setPattern(".");
regExp.setPatternSyntax(Qt::WildcardSyntax);
```

为了实现此类 API，内部的对象需要被惰性构造。例如在 `QRegExp` 的案例中，不应该在还不知道表达式使用何种语法之前，就在 `setPattern()` 中过早地编译。表达式。

属性通常是级联的，此时我们应该谨慎地处理。仔细考虑下当前样式提供的“默认图标大小”与 `QToolButton` 的 `iconSize` 属性：

```
toolButton->iconSize(); // 返回当前样式表的默认大小
toolButton->setStyle(otherStyle);
toolButton->iconSize(); // 返回 otherStyle 的默认大小
toolButton->setIconSize(QSize(52, 52));
toolButton->iconSize(); // 返回 (52, 52)
toolButton->setStyle(yetAnotherStyle);
toolButton->iconSize(); // 返回 (52, 52)
```

注意：一旦 `iconSize` 被设置，它会被一直留存，此时修改当前样式不会影响它。这是好的。有时，提供重置属性的渠道会很方便，这有两种实现方式：

- 传递一个特定值（如 `QSize()`、`-1` 或 `Qt::Alignment(0)`）来指代“重置”；
- 提供显示的 `resetFoo()` 或 `unsetFoo()` 函数。

对于 `iconSize`，将 `QSize()`（即 `QSize(-1, -1)`）设为“重置”便足够了。

某些场景中，取值方法会返回值会与设置的内容不同。例如，若调用 `widget->setEnabled(true)`，可能通过 `widget->isEnabled()` 获得的依然是 `false`，因为父控件被禁用了。这没问题，因为通常这正是我们要检查的状态（父控件被禁用时，子控件也应该变灰，表现为也被禁用，但同时它在内部，应该知道自己实际是“可用”的，并等待父控件可用后恢复状态），但必须在文档中正确地进行描述。

QProperty

译者注：该类型为 Qt 6.0 引入，需要参见 Qt 6 类文档。

本文原文中的内容与现有的 Qt 6.0 预览版存在出入，因此暂不翻译本节，待官方进一步维护更新原文。

1.3 C++ 特性

1.3.1 值与对象

译者注：此条原文无内容，待官方更新

1.3.2 指针与引用

作为输出参数，指针与引用哪个更好？

```
void getHsv(int *h, int *s, int *v) const void getHsv(int &h, int &s, int &v) const
```

绝大多数 C++ 数据都推荐尽可能使用引用，因为引用在感知上比指针“更安全更漂亮”。事实上，我们在 Qt 软件中更倾向于使用指针，因为这会令代码更加已读。如对比：

```
color.getHsv(&h, &s, &v);  
color.getHsv(h, s, v);
```

第一行代码能很清晰地表示，`h`、`s`、`v` 对象有很大概率会被该函数调用所修改。

即便如此，由于编译器并不喜欢输出参数，在新 API 中应该避免此用法，而是返回一个小结构体：

```
struct Hsv { int hue, saturation, value }; Hsv getHsv() const;
```

译者注：对于可能失败的带返回值的函数，Qt 倾向于返回数值，使用 `bool* ok = 0` 参数来存储调用结果，以便在不关心时忽略之。同样在 Qt 6 以后，该方式不再被建议使用，而是改用 `std::optional<T>` 返回类型。

1.3.3 传递常引用与传递值

若类型大于 16 字节，传递常引用。

若类型具有非平凡的拷贝构造函数或非平凡的析构函数，传递常引用用来避免执行这些方法。

所有其它类型都应使用值传递。

范例：

```
void setAge(int age);
void setCategory(QChar cat);
void setName(QLatin1String name);
void setAlarm(const QSharedPointer<Alarm> &alarm); // 常引用远快于拷贝构造和析构
// QDate, QTime, QPoint, QPointF, QSize, QSizeF, QRect 都是其它应该值传递的好例子
```

1.4 虚函数

当 C++ 中的一个成员函数被声明为虚函数，这主要用于通过在子类中重写来自定义该函数的行为。将函数设为虚函数的目的是让对该函数的现有调用会被替代为访问自定义的代码分支。若在该类之外没人调用此函数，则在将其声明为虚函数之前需要小心斟酌：

```
// Qt 3 中的 QTextEdit：成员函数不需要作为虚函数的成员函数
virtual void resetFormat();
virtual void setUndoDepth( int d );
virtual void setFormat( QTextFormat &f, int flags );
virtual void ensureCursorVisible();
virtual void placeCursor( const QPoint &pos, QTextCursorc = 0 );
virtual void moveCursor( CursorAction action, bool select );
virtual void doKeyboardAction( KeyboardAction action );
virtual void removeSelectedText( int selNum = 0 );
virtual void removeSelection( int selNum = 0 );
virtual void setCurrentFont( const QFont &f );
virtual void setOverwriteMode( bool b ) { overWrite = b; }
```

当 QTextEdit 从 Qt 3 迁移至 Qt 4 时，几乎所有虚函数都被移除。有趣的是（但并未预料到），并没有大量的抱怨。为什么？因为 Qt 3 并未使用 QTextEdit 的多态性，Qt 3 并不会调用这些函数——只有使用者会。简单来说，否则并没有任何理由去继承 QTextEdit 并重写这些方法——除非您自己会通过多态去调用它们。若您需要在您的应用程序，也就是 Qt 之外使用多态机制，您应该自行添加。

避免使用虚函数

在 Qt 中，我们因为多种原因而尝试最小化虚函数的数量。每个虚函数调用都会让缺陷修复变得更难，因为会在调用图中插入一个不受控制的节点（使得调用结果无法预测）。人们会在虚函数中做非常疯狂的举措，例如：

- 发送事件
- 发送信号
- 重入事件循环（例如，打开一个模态文件对话框）
- 删除对象（例如，某些导致 delete this 的操作）

此外还有一些避免过度使用虚函数的原因：

- 无法在不破坏二进制兼容性的前提下增加、移动或删除虚函数
- 无法简便地重写虚函数
- 编译器通常几乎不会内联虚函数调用
- 调用虚函数需要查询虚表，导致其比常规函数调用慢 2-3 倍
- 虚函数另类对象更难进行值拷贝（可能做到，但会表现得很混乱且不被推荐）

过去的经验告诉我们，没有虚函数地类会产生更少的错误，通常也导致更少的维护。

一个通用的经验法则是，除非从工具集或该类的主要使用者角度需要调用它，否则一个函数不应该是虚函数。

1.5 虚对象与可复制性

多态对象和值类型的类并不是好朋友。

包含虚函数的类会有虚析构函数来避免基类析构时未清理子类数据导致的内存泄漏。

若需要以值语义拷贝、复制和对比一个类，则可能需要拷贝构造函数、赋值运算符重载和等于运算符重载：

```
class CopyClass {
public:
    CopyClass();
    CopyClass(const CopyClass &other);
    ~CopyClass();
    CopyClass &operator=(const CopyClass &other);
    bool operator==(const CopyClass &other) const;
    bool operator!=(const CopyClass &other) const;
    virtual void setValue(int v);
};
```

若创建该类的子类，则代码中会开始发生意料外的行为。通常来说，若没有虚函数和虚构造函数，则人们无法创建依赖于多态特性的子类。因此一旦虚函数或虚析构函数被添加，这会马上成为建立子类的理由，事情从此变得复杂。乍一看来，很容易觉得可以简单定义一下虚运算符重载。但顺着这条路深入下去，会导致混乱和毁灭（例如无可读性的代码）。请研究下这段代码：

```
class OtherClass {
public:
    const CopyClass &instance() const; // 此处会返回什么？我应该将返回值赋值给谁？
};
```

（此小节正在施工中）

1.6 不变性

C++ 提供了 `const` 关键字来标识不会改变或不会产生副作用的事物。它可被用于数值、指针和倍只想的内容，也可被作为成员函数的特殊属性来标识它不会修改对象的状态。

注意: `const` 自身并不提供太大的价值——许多语言甚至并未提供 `const` 关键字, 但这并不会自动导致它们存在缺陷。事实上, 若移除所有函数重载, 并通过搜索替换移除 C++ 代码中的所有 `const` 标识, 代码很可能依然能够编译并正确执行。使用实用主义导向来使用 `const` 是很重要的。

让我们看看 Qt 中使用 `const` 的 API 设计:

输入参数: `const` 指针

使用指针输入参数的 `const` 成员函数几乎总是使用 `const` 指针。

若一个成员函数确实被声明为 `const`, 这意味着它不具有副作用, 也不会修改对象对外可见的状态。那么, 为什么要需要非 `const` 的输入参数? 需要牢记, `const` 成员函数经常会被其它 `const` 成员函数, 在这些调用场合中, 非 `const` 的指针并不容易得到 (除非使用 `const_cast`, 而我们应该尽可能避免使用它)。

修改之前:

```
bool QWidget::isVisibleTo(const QWidget *ancestor) const;
bool QWidget::isEnabledTo(const QWidget *ancestor) const;
QPoint QWidget::mapFrom(const QWidget *ancestor, const QPoint &pos) const;
```

注意: 我们在 `QGraphicsItem` 中修复了这些成员函数, 但 `QWidget` 的修复需要等待 Qt 5:

```
bool isVisibleTo(const QGraphicsItem *parent) const;
QPointF mapFromItem(const QGraphicsItem *item, const QPointF &point) const;
```

返回值: `const` 值

函数的返回值, 要么是引用类型, 要么是右值。

非类类型的右值是不受 `cv` 限定符影响的。因此, 即使在语法上允许为其添加 `const` 修饰, 这并不会产生效果, 因为由于其访问权不允许对其做出修改。大多数现代编译器在编译此类代码时会打印警告信息。

当为类类型的右值添加 `const` 时, 对该类的非 `const` 的成员函数的访问会被禁止, 对其成员变量的直接操作也会被禁止。

不添加 `const` 允许此类操作, 但很少有此类需求, 因为这些修改会伴随右值对象生命周期的结束而消失, 这会在当前语句的分号结束后发生。

例如:

```
struct Foo {
    void setValue(int v) { value = v; } int value;
};

Foo foo() { return Foo(); }
const Foo cfoo() { return Foo(); }
int main() {
    // 下述代码可以编译, foo() 返回非 const 右值, 无法
    // 成为赋值目标 (这通常需要左值), 但对成员变量的访问
    // 是左值:
    foo().value = 1; // 可以编译, 但该临时值在这个完整的表达式结束后会被抛弃

    // 下述代码可以编译, foo() 返回非 const 右值, 无法
```

```
// 成为赋值目标，但可以调用（甚至于非 const 的）成员函数：
foo().setValue(1); // 可以编译，但该临时值在这个完整的表达式结束后会被抛弃

// 下述代码无法编译，cfoo() 返回 const 右值，因此其
// 成员变量是 const 授权，无法被赋值：
cfoo().value = 1; // 无法编译

// 下述代码无法编译，cfoo() 返回 const 右值，无法调用
// 其非 const 的成员函数：
cfoo().setValue(1); // 无法编译
}
```

返回值：指针与 const 指针

const 成员函数应该返回指针还是 const 指针这个问题，令许多人发现 C++ 的“const 正确性”被瓦解了。该问题源于某些 const 成员函数，并不修改它们的内部状态，而是返回成员变量的非 const 指针。单纯返回一个指针并不会影响对象对外可见的状态，也不会修改它正在维护的状态。但这会令程序员获得间接地修改对象数据的权限。

下述范例展示了通过 const 成员函数返回的非 const 指针来规避不可变性的诸多方法之一：

```
QVariant CustomWidget::inputMethodQuery(Qt::InputMethodQuery query) const {
    moveBy(10, 10); // 无法编译！
    window()->childAt(mapTo(window(), rect().center()))->moveBy(10, 10); // 可以编译！
}
```

返回 const 指针的函数，至少在一定程度上，避免了此类（可能并不希望/非预期的）副作用。但哪些函数会考虑返回 const 指针，或一组 const 指针？若我们使用 const 正确的方案，即令任何 const 成员函数返回成员变量（或一组成员变量的指针）时都是用 const 指针形式。很不幸的是，实际中这会造就无法使用的 API：

```
QGraphicsScene scene;
// ... 初始化场景
foreach (const QGraphicsItem *item, scene.items()) {
    item->setPos(qrand() % 500, qrand() % 500); // 无法编译！ item 是 const 指针
}
```

QGraphicsScene::items() 是 const 成员函数，这可能会让人觉得应该返回 const 指针。

在 Qt 中，我们近乎只使用非 const 的模式。我们选择了实用主义之路：返回 const 指针更容易导致 const_cast 的过度使用，这比滥用返回的非 const 指针引发的问题更加频繁。

返回类型：值或 const 引用？

如果我们在返回对象时还保留了它的副本，返回 const 引用是最快的方法；然而，这在我们之后打算重构这个类时成为了限制（使用 d 指针惯用法，我们可以在任何时候修改 Qt 类的内存结构；但我们无法在不破坏二进制兼容性的前提下，将函数签名从 const QFoo& 改为 QFoo）。出于此原因，我们通常返回 QFoo 而非 const QFoo&，除了性能极端敏感，而重构并不是问题的少数场合（例如 QList::at()）。

const 与对象的状态

const 正确性是 C 中的一场“圣战”（译者注：原文为 vi-emacs discussion），因为该原则在一些领域（如基于指针的函数）中是失效了。

但 `const` 成员函数的常规含义是值不会修改一个类对外可见的状态，状态在此处值“我自己的和我负责的”。这并不意味着 `const` 成员函数会改变它们自己的私有成员变量，但也不代表不能这么做。但通常来说，`const` 成员函数不会产生可见的副作用。例如：

```
QSize size = widget->sizeHint(); // const
widget->move(10, 10); // 非 const
```

代理对象负责处理对另一个对象的绘制工作，它的状态包含了它负责的内容，也就是包含它的绘制目标的状态。请求代理进行绘制是具有副作用的：这会改变正在被绘制的设备的外观（也意味着状态）。正因如此，令 `paint()` 成为 `const` 并不合理。任何视图控件或 `QIcon` 的 `paint()` 作为 `const` 都很不合理。没人会在 `const` 成员函数中去调用 `QIcon::paint()`，除非他们明确地像规避当前函数的 `const` 性质。而在这种场景中，显示的 `const_cast` 会是更好的选择：

```
// QAbstractItemDelegate::paint 是 const
void QAbstractItemDelegate::paint(QPainter *painter,
const QStyleOptionViewItem &option,
const QModelIndex &index) const

// QGraphicsItem::paint 不是 const
void QGraphicsItem::paint(QPainter &painter,
const QStyleOptionGraphicsItem &option,
QWidget &widget = 0)
```

`const` 关键字不会为你做任何事，考虑将其移除，而非为一个成员函数提供 `const`/非 `const` 的重载版本。

第二章 QAbstractAnimation

QAbstractAnimation 是所有的动画相关的基类。

QAbstractAnimation 定义了所有动画类相关的基础功能，通过继承该类，您可以实现动画的其它功能，或者添加自定义的特效。

属性	方法
头文件	<code>#include <QAbstractAnimation></code>
qmake	<code>QT+=core</code>
自从	Qt 4.6
继承	QObject
派生	QAnimationGroup, QPauseAnimation, QVariantAnimation

2.1 公共成员类型

类型	方法
enum	DeletionPolicy { KeepWhenStopped, DeleteWhenStopped }
enum	Direction { Forward, Backward }
enum	State { Stopped, Paused, Running }

2.2 属性

属性	类型	属性	类型
currentLoop	const int	duration	const int
currentTime	int	loopCount	int
direction	Direction	state	const State

2.3 公共成员函数

返回类型	函数名
	QAbstractAnimation(QObject *parent = Q_NULLPTR)
virtual	~QAbstractAnimation()
int	currentLoop() const
int	currentLoopTime() const
int	currentTime() const
Direction	direction() const
virtual int	duration() const = 0
QAnimationGroup *	group() const
int	loopCount() const
void	setDirection(Direction direction)
void	setLoopCount(int loopCount)
State	state() const
int	totalDuration() const

2.4 公共槽

返回类型	函数名
void	pause()
void	resume()
void	setCurrentTime(int msec)
void	setPaused(bool paused)
void	start(QAbstractAnimation::DeletionPolicy policy = KeepWhenStopped)
void	stop()

第三章 QAbstractAudioDeviceInfo

QAbstractAudioDeviceInfo 是音频后端的基类。

属性	方法
头文件	#include <QAbstractAudioDeviceInfo>
qmake	QT += multimedia
继承	QObject

3.1 公共功能

类型	方法
virtual QString	deviceName() const = 0
virtual bool	isFormatSupported(const QAudioFormat &format) const = 0
virtual QAudioFormat	preferredFormat() const = 0
virtual QListQAudioFormat::Endian	supportedByteOrders() = 0
virtual QList	supportedChannelCounts() = 0
virtual QStringList	supportedCodecs() = 0
virtual QList	supportedSampleRates() = 0
virtual QList	supportedSampleSizes() = 0
virtual QListQAudioFormat::SampleType	supportedSampleTypes() = 0

3.2 类型

详细说明

QAbstractAudioDeviceInfo 是音频后端的基类。

该类实现了 QAudioDeviceInfo 的音频功能，即 QAudioDeviceInfo 类中会保留一个 QAbstractAudioDeviceInfo，并对其进行调用。关于 QAbstractAudioDeviceInfo 的实现和其它功能，您可以参考 QAudioDeviceInfo 的类与函数文档

3.3 成员函数文档

QString QAbstractAudioDeviceInfo::deviceName() const [纯虚函数]

返回音频设备名称

bool QAbstractAudioDeviceInfo::isFormatSupported(const QAudioFormat &format) const [纯虚函数]

传入参数 `QAudioFormat`（音频流）类，如果 `QAbstractAudioDeviceInfo` 支持的话，返回 `true`（真是不好翻译）

`QAudioFormat QAbstractAudioDeviceInfo::preferredFormat() const` [纯虚函数]

返回 `QAbstractAudioDeviceInfo` 更加倾向于使用的音频流。

`QList<QAudioFormat::Endian> QAbstractAudioDeviceInfo::supportedByteOrders()`

[纯虚函数] 返回当前支持可用的字节顺序（`QAudioFormat::Endian`）列表

`QList QAbstractAudioDeviceInfo::supportedChannelCounts()` [纯虚函数]

返回当前可用的通道（应该是这样翻译）列表

`QStringList QAbstractAudioDeviceInfo::supportedCodecs()` [纯虚函数]

返回当前可用编解码器的列表

`QList QAbstractAudioDeviceInfo::supportedSampleRates()` [纯虚函数]

返回当前可用的采样率列表。（突然发现 Google 翻译真心吊啊）

`QList QAbstractAudioDeviceInfo::supportedSampleSizes()` [纯虚函数]

返回当前可用的样本大小列表。

`QList<QAudioFormat::SampleType> QAbstractAudioDeviceInfo::supportedSampleTypes()`
[纯虚函数]

返回当前可用样本类型的列表。

第四章 QAbstractAudioInput

QAbstractAudioInput 类为 QAudioInput 类提供了访问音频设备的方法。(通过插件的形式)

属性	方法
头文件	#include <QAbstractAudioInput>
qmake	QT += multimedia
继承	QObject

简述

4.1 公有函数

类型	方法
virtual int	bufferSize() const = 0
virtual int	bytesReady() const = 0
virtual qint64	elapsedUSecs() const = 0
virtual QAudio::Error	error() const = 0
virtual QAudioFormat	format() const = 0
virtual int	notifyInterval() const = 0
virtual int	periodSize() const = 0
virtual qint64	processedUSecs() const = 0
virtual void	reset() = 0
virtual void	resume() = 0
virtual void	setBufferSize(int value) = 0
virtual void	setFormat(const QAudioFormat &fmt) = 0
virtual void	setNotifyInterval(int ms) = 0
virtual void	setVolume(qreal) = 0
virtual void	start(QIODevice *device) = 0
virtual QIODevice*	start() = 0
virtual QAudio::State	state() const = 0
virtual void	stop() = 0
virtual void	suspend() = 0
virtual qreal	volume() const = 0

4.2 信号

类型	方法
void	errorChanged(QAudio::Error error)
void	notify()
void	stateChanged(QAudio::State state)

4.3 详细描述

QAbstractAudioInput 类为 QAudioInput 类提供了访问音频设备的方法。（通过插件的形式）QAudioDeviceInput 类中保留了一个 QAbstractAudioInput 的实例，并且调用的函数与 QAbstractAudioInput 的一致。

译者注：也就是说 QAudioDeviceInput 调用的函数实际上是 QAbstractAudioInput 的函数，就封装了一层相同函数名吧。可以自己看看源码。）

这意味着 QAbstractAudioInput 是实现音频功能的。有关功能的描述,可以参考 QAudioInput 类。

另请参阅: QAudioInput 函数

4.4 成员函数文档

int QAbstractAudioInput::bufferSize() const [纯虚函数]

以毫秒为单位返回音频缓冲区的大小

int QAbstractAudioInput::bytesReady() const [纯虚函数]

以字节 (bytes) 为单位返回可读取的音频数据量

qint64 QAbstractAudioInput::elapsedUSecs() const [纯虚函数]

返回调用 start() 函数以来的毫秒数, 包括空闲时间与挂起状态的时间

QAudio::Error QAbstractAudioInput::error() const [纯虚函数]

返回错误的状态

void QAbstractAudioInput::errorChanged(QAudio::Error error) [信号 signal]

当错误状态改变时, 该信号被发射

QAudioFormat QAbstractAudioInput::format() const [纯虚函数]

返回正在使用的 QAudioFormat(这个类是储存音频流相关的参数信息的)。

另请参阅: setFormat()。

void QAbstractAudioInput::notify() [信号 signal]

当音频数据的 `x ms` 通过函数 `setNotifyInterval()` 调用之后, 这个信号会被发射。

`int QAbstractAudioInput::notifyInterval() const` [纯虚函数]

以毫秒为单位返回通知间隔

`int QAbstractAudioInput::periodSize() const` [纯虚函数]

以字节为单位返回其周期

`qint64 QAbstractAudioInput::processedUSecs() const` [纯虚函数]

返回自 `start()` 函数被调用之后处理的音频数据量 (以毫秒为单位)

`void QAbstractAudioInput::reset()` [纯虚函数]

将所有音频数据放入缓冲区, 并将缓冲区重置为零

`void QAbstractAudioInput::resume()` [纯虚函数]

在音频数据暂停后继续处理

`void QAbstractAudioInput::setBufferSize(int value)` [纯虚函数]

将音频缓冲区大小设置为 `value` 大小 (以毫秒为单位)

另请参阅: `bufferSize()`。

`void QAbstractAudioInput::setFormat(const QAudioFormat &fmt)` [纯虚函数]

设置音频格式, 设置格式的时候只能在 `QAudio` 的状态为 `StoppedState` 时 (`QAudio::StoppedState`)

`void QAbstractAudioInput::setNotifyInterval(int ms)` [纯虚函数]

设置发送 `notify()` 信号的时间间隔。这个 `ms` 时间间隔与操作系统平台相关, 并不是实际的 `ms` 数。

`void QAbstractAudioInput::setVolume(qreal)` [纯虚函数]

另请参阅: `volume()` 函数 (设置这里应该是设置音量的值, `Volume` 在英文中有音量的意思, 官方文档这里根本就没有任何说明, 说去参考 `valume()` 函数, 可是 `valume()` 说又去参考 `Set-Valume()` 函数, 这是互相甩锅的节奏么??? 坑爹啊!!!)

`void QAbstractAudioInput::start(QIODevice *device)` [纯虚函数]

使用输入参数 `QIODevice *device` 来传输数据

`QIODevice *QAbstractAudioInput::start()` [纯虚函数]

返回一个指向正在用于正在处理数据 `QIODevice` 的指针。这个指针可以用来直接读取音频数据。

`QAudio::State QAbstractAudioInput::state() const` [纯虚函数]

返回处理音频的状态

`void QAbstractAudioInput::stateChanged(QAudio::State state)` [信号 `signal`]

当设备状态改变时, 会发出这个信号

`void QAbstractAudioInput::stop()` [纯虚函数]

停止音频输入（因为这是个 `QAbstractAudioInput` 类啊，输入类啊，暂时这么解释比较合理。）

```
void QAbstractAudioInput::suspend() [纯虚函数]
```

停止处理音频数据，保存缓冲的音频数据

```
qreal QAbstractAudioInput::volume() const [纯虚函数]
```

另请参阅：`setVolume()`（内心 os：参考我解释 `setVolume()` 函数的说明，这里应该是返回其音量）

第五章 QAbstractAudioOutput

QAbstractAudioOutput 类是音频后端的基类

属性	方法
头文件	#include <QAbstractAudioOutput>
qmake	QT += multimedia
继承	QObject

5.1 公有函数

类型	方法
virtual int	bufferSize() const = 0
virtual int	bufferSize() const = 0
virtual int	bytesFree() const = 0
virtual QString	category() const
virtual qint64	elapsedUSecs() const = 0
virtual QAudio::Error	error() const = 0
virtual QAudioFormat	format() const = 0
virtual int	notifyInterval() const = 0
virtual int	periodSize() const = 0
virtual qint64	processedUSecs() const = 0
virtual void	reset() = 0
virtual void	resume() = 0
virtual void	setBufferSize(int value) = 0
virtual void	setCategory(const QString &)
virtual void	setFormat(const QAudioFormat &fmt) = 0
virtual void	setNotifyInterval(int ms) = 0
virtual void	setVolume(qreal volume)
virtual void	start(QIODevice *device) = 0
virtual QIODevice *	start() = 0
virtual QAudio::State	state() const = 0
virtual void	stop() = 0
virtual void	suspend() = 0
virtual qreal	volume() const

5.2 信号

类型	函数名
void	errorChanged(QAudio::Error error)
void	notify()
void	stateChanged(QAudio::State state)

5.3 详细描述

QAbstractAudioOutput 类是音频后端的基类。QAbstractAudioOutput 类是 QAudioOutput 类的实现类。QAudioOutput 的实现实际上是调用的 QAbstractAudioOutput 类，有关实现相关的功能，请参考 QAudioOutput() 类中的函数说明。

5.4 成员函数

`int QAbstractAudioOutput::bufferSize() const` [纯虚函数]

以字节为单位，返回音频缓冲区的大小。

另请参阅：setBufferSize()。

`int QAbstractAudioOutput::bytesFree() const` [纯虚函数]

返回音频缓冲区的可用空间（以字节为单位）

`QString QAbstractAudioOutput::category() const` [虚函数 virtual]

音频缓冲区的类别（官方文档没有，这是我个人经验，当然可能有误，望指正）

另请参阅：setCategory()。

`qint64 QAbstractAudioOutput::elapsedUSecs() const` [纯虚函数 pure virtual]

返回调用 start() 函数之后的毫秒数，包括处于空闲状态的时间和挂起状态的时间。

`QAudio::Error QAbstractAudioOutput::error() const` [纯虚函数 pure virtual]

返回错误状态。

`void QAbstractAudioOutput::errorChanged(QAudio::Error error)` [信号 signal]

当错误状态改变时，该信号被发射。

`QAudioFormat QAbstractAudioOutput::format() const` [纯虚函数 pure virtual]

返回正在使用的 QAudioFormat() 类

另请参阅：setFormat()。

`void QAbstractAudioOutput::notify()` [信号 signal]

当函数 `setNotifyInterval(x)` 函数已经调用，即音频数据的时间间隔已经被设置时。该信号被发射。（就是调用 `setNotifyInterval(x)` 后，这个信号会被发射。官方文档讲的好详细啊 =。=）

```
int QAbstractAudioOutput::notifyInterval() const [纯虚函数 pure virtual]
```

以毫秒为单位，返回时间间隔

另请参阅: `setNotifyInterval()`。

```
int QAbstractAudioOutput::periodSize() const [纯虚函数 pure virtual]
```

以字节为单位返回周期大小。

```
qint64 QAbstractAudioOutput::processedUSecs() const [纯虚函数 pure virtual]
```

返回自调用 `start()` 函数后处理的音频数据量（单位为毫秒）

```
void QAbstractAudioOutput::reset() [纯虚函数 pure virtual]
```

将所有音频数据放入缓冲区，并将缓冲区重置为零。

```
void QAbstractAudioOutput::resume() [纯虚函数 pure virtual]
```

继续处理暂停后的音频数据（也就是暂停后继续的意思呗）

```
void QAbstractAudioOutput::setBufferSize(int value) [纯虚函数 pure virtual]
```

重新设置音频缓冲区的大小（以字节为单位即输入参数 `value`）

另请参阅: `bufferSize()`。

```
void QAbstractAudioOutput::setCategory(const QString &) [虚函数 virtual]
```

另请参阅: `category()`。

```
void QAbstractAudioOutput::setFormat(const QAudioFormat &fmt) [纯虚函数 pure virtual]
```

`QAbstractAudioOutput` 设置 `QAudioFormat` 类,只有当 `QAudio` 状态为 `QAudio::StoppedState` 时，音频格式才会被设置成功。

另请参阅: `format()`。

```
void QAbstractAudioOutput::setNotifyInterval(int ms) [纯虚函数 pure virtual]
```

设置发送 `notify()` 信号的时间间隔。这个 `ms` 并不是实时处理的音频数据中的 `ms` 数。这个时间间隔是平台相关的。

另请参阅: `notifyInterval()`。

```
void QAbstractAudioOutput::setVolume(qreal volume) [虚函数 virtual]
```

设置音量。音量的范围为 `[0.0 - 1.0]`。

另请参阅: `volume()`。

```
void QAbstractAudioOutput::start(QIODevice *device) [纯虚函数 pure virtual]
```

调用 `start()` 函数时, 输入参数 `QIODevice*` 类型的变量 `device`, 用于音频后端处理数据传输。

```
QIODevice *QAbstractAudioOutput::start() [纯虚函数 pure virtual]
```

返回一个指向正在处理数据传输的 `QIODevice` 类型的指针, 这个指针是可以被写入的, 用于处理音频数据。(参考上边的函数是咋写入的)

```
QAudio::State QAbstractAudioOutput::state() const [纯虚函数 pure virtual]
```

返回音频处理的状态。

```
void QAbstractAudioOutput::stateChanged(QAudio::State state) [信号 signal]
```

当音频状态变化的时候, 该信号被发射

```
void QAbstractAudioOutput::stop() [纯虚函数 pure virtual]
```

停止音频输出

```
void QAbstractAudioOutput::suspend() [纯虚函数 pure virtual]
```

停止处理音频数据, 保存处理的音频数据。(就是暂停的意思啊 =。=)

```
qreal QAbstractAudioOutput::volume() const [虚函数 virtual]
```

返回音量。

音量范围为 `[0.0 - 1.0]`

另请参阅: `setVolume()`。

第六章 QAbstractAxis

QAbstractAxis 类是用于专门处理坐标轴的类

属性	方法
头文件	<code>#include <QAbstractAxis></code>
实例化	<code>AbstractAxis</code>
继承	<code>QObject</code>
派生	<code>QBarCategoryAxis</code> , <code>QDateTimeAxis</code> , <code>QLogValueAxis</code> , and <code>QValueAxis</code>

.....

6.1 公共类型

类型	方法
enum	<code>AxisType { AxisTypeNoAxis, AxisTypeValue, AxisTypeBarCategory, AxisTypeCategory, AxisTypeDateTime, AxisTypeLogValue }</code>
flags	<code>AxisTypes</code>

6.2 属性

函数名	类型
<code>alignment :</code>	<code>const Qt::Alignment</code>
<code>color :</code>	<code>QColor</code>
<code>gridLineColor :</code>	<code>QColor</code>
<code>gridLinePen :</code>	<code>QPen</code>
<code>gridVisible :</code>	<code>bool</code>
<code>labelsAngle :</code>	<code>int</code>
<code>labelsBrush :</code>	<code>QBrush</code>
<code>labelsColor :</code>	<code>QColor</code>
<code>labelsFont :</code>	<code>QFont</code>
<code>labelsVisible :</code>	<code>bool</code>
<code>linePen :</code>	<code>QPen</code>
<code>lineVisible :</code>	<code>bool</code>
<code>minorGridLineColor :</code>	<code>QColor</code>

minorGridLinePen :	QPen
minorGridVisible :	bool
orientation :	const Qt::Orientation
reverse :	bool
shadesBorderColor :	QColor
shadesBrush :	QBrush
shadesColor :	QColor
shadesPen :	QPen
shadesVisible :	bool
titleBrush :	QBrush
titleFont :	QFont
titleText :	QString
titleVisible :	bool
visible :	bool

6.3 公共函数

类型	函数名
	~QAbstractAxis()
Qt::Alignment	alignment() const
QColor	gridLineColor()
QPen	gridLinePen() const
void	hide()
bool	isGridLineVisible() const
bool	isLineVisible() const
bool	isMinorGridLineVisible() const
bool	isReverse() const
bool	isTitleVisible() const
bool	isVisible() const
int	labelsAngle() const
QBrush	labelsBrush() const
QColor	labelsColor() const
QFont	labelsFont() const
bool	labelsVisible() const
QPen	linePen() const
QColor	linePenColor() const
QColor	minorGridLineColor()
QPen	minorGridLinePen() const
Qt::Orientation	orientation() const
void	setGridLineColor(const QColor &color)
void	setGridLinePen(const QPen &pen)
void	setGridLineVisible(bool visible = true)
void	setLabelsAngle(int angle)
void	setLabelsBrush(const QBrush &brush)

void	setLabelsColor(QColor color)
void	setLabelsFont(const QFont &font)
void	setLabelsVisible(bool visible = true)
void	setLinePen(const QPen &pen)
void	setLinePenColor(QColor color)
void	setLineVisible(bool visible = true)
void	setMax(const QVariant &max)
void	setMin(const QVariant &min)
void	setMinorGridLineColor(const QColor &color)
void	setMinorGridLinePen(const QPen &pen)
void	setMinorGridLineVisible(bool visible = true)
void	setRange(const QVariant &min, const QVariant &max)
void	setReverse(bool reverse = true)
void	setShadesBorderColor(QColor color)
void	setShadesBrush(const QBrush &brush)
void	setShadesColor(QColor color)
void	setShadesPen(const QPen &pen)
void	setShadesVisible(bool visible = true)
void	setTitleBrush(const QBrush &brush)
void	setTitleFont(const QFont &font)
void	setTitleText(const QString &title)
void	setTitleVisible(bool visible = true)
void	setVisible(bool visible = true)
QColor	shadesBorderColor() const
QBrush	shadesBrush() const
QColor	shadesColor() const
QPen	shadesPen() const
bool	shadesVisible() const
void	show()
QBrush	titleBrush() const
QFont	titleFont() const
QString	titleText() const
virtual AxisType	type() const = 0

6.4 信号

类型	函数名
void	colorChanged(QColor color)
void	gridLineColorChanged(const QColor &color)
void	gridLinePenChanged(const QPen &pen)
void	gridVisibleChanged(bool visible)
void	labelsAngleChanged(int angle)
void	labelsBrushChanged(const QBrush &brush)
void	labelsColorChanged(QColor color)
void	labelsFontChanged(const QFont &font)
void	labelsVisibleChanged(bool visible)
void	linePenChanged(const QPen &pen)
void	lineVisibleChanged(bool visible)
void	minorGridLineColorChanged(const QColor &color)
void	minorGridLinePenChanged(const QPen &pen)
void	minorGridVisibleChanged(bool visible)
void	reverseChanged(bool reverse)
void	shadesBorderColorChanged(QColor color)
void	shadesBrushChanged(const QBrush &brush)
void	shadesColorChanged(QColor color)
void	shadesPenChanged(const QPen &pen)
void	shadesVisibleChanged(bool visible)
void	titleBrushChanged(const QBrush &brush)
void	titleFontChanged(const QFont &font)
void	titleTextChanged(const QString &text)
void	titleVisibleChanged(bool visible)
void	visibleChanged(bool visible)

6.5 详细说明

`QAbstractAxis` 是专门用于处理坐标轴的基类。

每一个连续的序列可以绑定到一个或者多个水平轴和垂直轴，但是不同域的混合轴的类型是不支持的。比如在同一个方向指定 `QValueAxis` 和 `QLogValueAxis`。

每个轴的元素（比如轴线，标题，标签，网格线，阴影，可见性）都是可以控制的。

成员变量 `enum QAbstractAxis::AxisType flags QAbstractAxis::AxisTypes`

这个枚举类型指定了轴对象的类型

变量	值
QAbstractAxis::AxisTypeNoAxis	0x0
QAbstractAxis::AxisTypeValue	0x1
QAbstractAxis::AxisTypeBarCategory	0x2
QAbstractAxis::AxisTypeCategory	0x4
QAbstractAxis::AxisTypeDateTime	0x8
QAbstractAxis::AxisTypeLogValue	0x10

`AxisTypes` 是 `QFlags<AxisType>` 的 typedef。它是 `AxisType` 类型的组合。（也就是个宏呗）

`alignment` : `const Qt::Alignment` 该属性是轴的对齐属性其值可以为 `Qt::AlignLeft`, `Qt::AlignRight`, `Qt::AlignBottom`, or `Qt::AlignTop`. 相关函数

类型	函数名
<code>Qt::Alignment</code>	<code>alignment() const</code>

.....

`color` : `QColor` 该属性是指坐标轴与刻度的颜色

相关函数

类型	函数名
<code>QColor</code>	<code>linePenColor() const</code>
<code>void</code>	<code>setLinePenColor(QColor color)</code>

通知信号

类型	函数名
<code>void</code>	<code>colorChanged(QColor color)</code>

.....

`gridLinePen` : `QPen` 该属性是指绘制网格线的笔

相关函数

类型	函数名
<code>QPen</code>	<code>gridLinePen() const</code>
<code>void</code>	<code>setGridLinePen(const QPen &pen)</code>

通知信号

类型	函数名
<code>void</code>	<code>gridLinePenChanged(const QPen &pen)</code>

.....

`labelsAngle` : `int` 该属性以度数保存轴坐标的角度

相关函数

类型	函数名
<code>int</code>	<code>labelsAngle() const</code>
<code>void</code>	<code>setLabelsAngle(int angle)</code>

通知信号

类型	函数名
void	labelsAngleChanged(int angle)

.....

labelsBrush : QBrush 该属性表示用于绘制标签的画笔只有画刷的颜色是相关的（这句话其实我不太理解 Only the color of the brush is relevant.）

相关函数

类型	函数名
QBrush	labelsBrush() const
void	setLabelsBrush(const QBrush &brush)

通知信号

类型	函数名
void	labelsBrushChanged(const QBrush &brush)

.....

labelsColor : QColor 该属性表示轴标签的颜色

相关函数

类型	函数名
QColor	labelsColor() const
void	setLabelsColor(QColor color)

通知信号

类型	函数名
void	labelsColorChanged(QColor color)

.....

labelsFont : QFont 该属性表示轴标签的字体信息

相关函数

类型	函数名
QFont	labelsFont() const
void	setLabelsFont(const QFont &font)

通知信号

类型	函数名
void	labelsFontChanged(const QFont &font)

.....

labelsVisible : bool 该属性表示轴标签是否可见

相关函数

类型	函数名
bool	labelsVisible() const
void	setLabelsVisible(bool visible = true)

通知信号

类型	函数名
void	labelsVisibleChanged(bool visible)

.....

linePen : QPen 该属性表示绘制轴线的笔相关

相关函数

类型	函数名
QPen	linePen() const
void	setLinePen(const QPen &pen)

通知信号

类型	函数名
void	linePenChanged(const QPen &pen)

.....

lineVisible : bool 该属性表示轴线是否可见

相关函数

类型	函数名
bool	isLineVisible() const
void	setLineVisible(bool visible = true)

通知信号

类型	函数名
void	lineVisibleChanged(bool visible)

.....

minorGridLineColor : QColor 该属性表示副格线的颜色仅适用于支持副网格线的轴

相关函数

类型	函数名
QColor	minorGridLineColor()
void	setMinorGridLineColor(const QColor &color)

通知信号

类型	函数名
void	minorGridLineColorChanged(const QColor &color)

.....

minorGridVisible : bool 该属性表示副格线是否可见仅适用于支持副网格线的轴

相关函数

类型	函数名
bool	isMinorGridLineVisible() const
void	setMinorGridLineVisible(bool visible = true)

通知信号

类型	函数名
void	minorGridVisibleChanged(bool visible)

orientation : const Qt::Orientation 该属性表示坐标轴的方向。当坐标轴被添加到图表时, 该属性为 Qt::Horizontal 或者 Qt::Vertical

相关函数

类型	函数名
Qt::Orientation	orientation() const

reverse : bool 该属性表示是否使用反转轴。该值默认为 false。反转轴由直线, 样条, 散列图系列以及笛卡尔图表组成的区域支持。如果一个方向相反, 或者行为为定义, 则所有相同方向的所有轴必须保持一致。

相关函数

类型	函数名
bool	isReverse() const
void	setReverse(bool reverse = true)

通知信号

类型	函数名
void	reverseChanged(bool reverse)

shadesBorderColor : QColor 该属性表示坐标轴阴影的边框 (笔) 颜色

相关函数

类型	函数名
QColor	shadesBorderColor() const
void	setShadesBorderColor(QColor color)

通知信号

类型	函数名
void	shadesBorderColorChanged(QColor color)

shadesBrush : QBrush 该属性表示用于绘制轴阴影的画笔 (网格线之间的区域)

相关函数

类型	函数名
QPen	shadesPen() const
void	setShadesPen(const QPen &pen)

通知信号

类型	函数名
void	shadesPenChanged(const QPen &pen)

shadesVisible : bool 该属性表示轴阴影是否可见

相关函数

类型	函数名
bool	shadesVisible() const
void	setShadesVisible(bool visible = true)

通知信号

类型	函数名
void	shadesVisibleChanged(bool visible)

.....

titleBrush : QBrush 该属性表示用于绘制坐标轴标题文本的画笔。只影响画刷的颜色。

相关函数

类型	函数名
QBrush	titleBrush() const
void	setTitleBrush(const QBrush &brush)

通知信号

类型	函数名
void	titleBrushChanged(const QBrush &brush)

.....

titleFont : QFont 该属性表示坐标轴标题的字体。

相关函数

类型	函数名
QFont	titleFont() const
void	setTitleFont(const QFont &font)

通知信号

类型	函数名
void	titleFontChanged(const QFont &font)

.....

titleText : QString 该属性表示坐标轴的标题默认为空，坐标轴的标题支持 HTML 的格式。

相关函数

类型	函数名
QString	titleText() const
void	setTitleText(const QString &title)

通知信号

类型	函数名
void	titleTextChanged(const QString &text)

.....

titleVisible : bool 该属性表示坐标轴的可见性。默认值为 true。

相关函数

类型	函数名
bool	isTitleVisible() const
void	setTitleVisible(bool visible = true)

通知信号

类型	函数名
void	titleVisibleChanged(bool visible)

.....

visible : bool 该属性表示坐标轴的可见性。

相关函数

类型	函数名
bool	isVisible() const
void	setVisible(bool visible = true)

通知信号

类型	函数名
bool	isVisible() const
void	visibleChanged(bool visible)

.....

成员函数

QAbstractAxis::~~QAbstractAxis()

析构函数，销毁轴对象，当一个坐标轴添加到图表时，该图表获得该坐标轴的所有权。

void QAbstractAxis::colorChanged(QColor color) [信号]

当坐标轴的颜色变化时，该信号被发射。

注意：属性 **color** 的通知信号。

void QAbstractAxis::gridLineColorChanged(const QColor &color) [信号]

当绘制网格线的笔的颜色改变时，该信号被发射。

注意：属性 **gridLineColor** 的通知信号。

QPen QAbstractAxis::gridLinePen() const

返回用于绘制网格的笔。

注意：属性 **gridLinePen** 的 Getter 函数。

另请参阅：setGridLinePen()。

void QAbstractAxis::gridLinePenChanged (const QPen &pen) [信号]

当用于绘制网格线的笔变化时，会发出此信号。

注意：属性 **gridLinePen** 的通知信号。

void QAbstractAxis::gridVisibleChanged(bool visible) [信号]

当坐标轴的网格线的可见性变化时，发出该信号。

注意：属性 `gridVisible` 的通知信号。

```
void QAbstractAxis::hide()
```

使坐标轴，阴影，标签，网格线不可见。

```
void QAbstractAxis::labelsAngleChanged(int angle) [信号]
```

当坐标轴标签的角度变化时，发出该信号。

注意：属性标签角度的通知信号

```
QBrush QAbstractAxis::labelsBrush() const
```

返回用于绘制标签的画笔。

注意：属性 `labelsBrush` 的 Getter 函数。

另请参阅： `setLabelsBrush()`。

```
void QAbstractAxis::labelsBrushChanged(const QBrush &brush) [信号]
```

当用于绘制坐标轴标签的画笔改变时，会发出此信号。属性 `Brush` 的通知信号。

```
void QAbstractAxis::labelsColorChanged(QColor color) [信号 signal]
```

当坐标轴标签的颜色改变时，会发出此信号。属性 `labelsColor` 的通知信号。

```
QFont QAbstractAxis::labelsFont() const
```

返回用于绘制标签的字体。

注意：属性 `labelsFont` 的 Getter 函数。

另请参阅： `setLabelsFont()`。

```
void QAbstractAxis::labelsFontChanged(const QFont &font) [信号]
```

当坐标轴的字体改变时，会发出此信号。属性 `labelsFont` 的通知信号。

```
void QAbstractAxis::labelsVisibleChanged(bool visible) [信号]
```

当坐标轴标签的可见性变化时，会发出此信号。属性 `labelsVisible` 的通知信号。

```
QPen QAbstractAxis::linePen() const
```

返回用于绘制轴线与刻度线的笔。

注意：属性 `linePen` 的 Getter 函数。

另请参阅： `setLinePen()`。

```
void QAbstractAxis::linePenChanged(const QPen &pen) [信号]
```

当绘制坐标轴的笔变化时，会发出此信号。

注意：属性 `linePen` 的通知信号。

```
void QAbstractAxis::lineVisibleChanged(bool visible) [信号]
```

当坐标轴线的可见性变化时，会发出此信号。

注意：属性 `lineVisible` 的通知信号。

`void QAbstractAxis::minorGridLineColorChanged(const QColor &color)` [信号]

当绘制副格线的笔的颜色变化时，该信号被发射。

注意：属性 `minorGridLineColor` 的通知信号。

`void QAbstractAxis::minorGridLinePenChanged(const QPen &pen)` [信号]

当绘制副格线的笔变化时，该信号被发射。

注意：属性 `minorGridLinePen` 的通知信号。

`void QAbstractAxis::minorGridVisibleChanged(bool visible)` [信号]

当绘制副格线的可见性变化时，该信号被发射。

注意：属性 `minorGridVisible` 的通知信号。

`Qt::Orientation QAbstractAxis::orientation() const`

返回坐标轴的方向（垂直或者水平）

注意：坐标轴方向的 `Getter` 函数。

`void QAbstractAxis::setGridLinePen(const QPen &pen)`

设置绘制网格线的笔。

注意：`gridLinePen` 的 `Setter` 函数。

另请参阅：`gridLinePen()`。

`void QAbstractAxis::setLabelsBrush(const QBrush &brush)`

设置用于绘制标签的画笔。

注意：属性 `LabelsBrush` 的 `Setter` 函数。

另请参阅：`labelsBrush()`。

`void QAbstractAxis::setLabelsFont(const QFont &font)`

设置用于绘制标签的字体相关

注意：属性 `labelsFont` 的 `Setter` 函数。

另请参阅：`labelsFont()`。

`void QAbstractAxis::setLinePen(const QPen &pen)`

设置用于绘制坐标轴线和刻度线的笔。

注意：属性 `linePen` 的 `Setter` 函数。

另请参阅：`linePen()`。

`void QAbstractAxis::setLineVisible(bool visible = true)`

设置坐标轴线与刻度线是否可见。

注意：属性 `lineVisible` 的 Setter 函数

另请参阅： `isLineVisible()`。

```
void QAbstractAxis::setMax(const QVariant &max)
```

设置坐标轴上显示的最大值。根据当前坐标轴的类型，最大值参数会被转换为适当的值。如果转化失败，该函数设置无效。

```
void QAbstractAxis::setMin(const QVariant &min)
```

设置坐标轴上显示的最小值。根据当前坐标轴的类型，最小值参数会被转换为适当的值。如果转化失败，该函数设置无效。

```
void QAbstractAxis::setRange(const QVariant &min, const QVariant &max)
```

设置坐标轴的范围。根据当前坐标轴的类型，最大值最小值会被转换为适当的值。如果转化失败，该函数设置无效。

```
void QAbstractAxis::setShadesBrush(const QBrush &brush)
```

设置用于绘制阴影的画笔。

注意：属性 `shadesBrush` 的 Setter 函数。

另请参阅： `shadesBrush()`。

```
void QAbstractAxis::setShadesPen(const QPen &pen)
```

设置用于绘制阴影的笔。

注意：属性 `shadesPen` 的 Setter 函数。

另请参阅： `shadesPen()`。

```
void QAbstractAxis::setTitleBrush(const QBrush &brush)
```

设置用于绘制标题的画笔。

注意：属性 `titleBrush` 的 Setter 函数。

另请参阅： `titleBrush()`。

```
void QAbstractAxis::setTitleFont(const QFont &font)
```

设置用于绘制标题的笔。

注意：属性 `titleFont` 的 Setter 函数。

另请参阅： `titleFont()`。

```
void QAbstractAxis::setVisible(bool visible = true)
```

设置坐标轴，阴影，标签，网格线是否可见。

注意：属性 `visible` 的 Setter 函数。

另请参阅： `isVisible()`。

`void QAbstractAxis::shadesBorderColorChanged(QColor color)` [信号]

当绘制坐标轴边框的颜色变化时，会发出此信号。

注意：属性 `shadesBorderColor` 的通知信号。

`QBrush QAbstractAxis::shadesBrush() const`

返回用于绘制阴影的画笔。

注意：属性 `shadesBrush()` 的 Getter 函数。

另请参阅： `setShadesBrush()`

`void QAbstractAxis::shadesBrushChanged(const QBrush &brush)` [信号]

当绘制坐标轴阴影的画刷变化时，会发出此信号。

注意：属性 `shadesBrush()` 的通知信号。

`void QAbstractAxis::shadesColorChanged(QColor color)` [信号]

当绘制坐标轴阴影颜色发生变化时，会发出此信号。

注意：属性 `shadesColor()` 的通知信号。

`QPen QAbstractAxis::shadesPen() const`

返回用于绘制阴影的笔。

注意：属性 `shadesPen()` 的 Getter 函数。

另请参阅： `setShadesPen()`。

`void QAbstractAxis::shadesPenChanged(const QPen &pen)` [信号]

当绘制坐标轴阴影的笔发生变化时，会发出此信号。

注意：属性 `shadesPen()` 的通知信号。

`void QAbstractAxis::shadesVisibleChanged(bool visible)` [信号]

当坐标轴的阴影可见性变化时，会发出此信号。

注意：属性 `shadesVisible()` 的通知信号。

`void QAbstractAxis::show()`

使坐标轴，阴影，标签，网格线可见。

`QBrush QAbstractAxis::titleBrush() const`

返回用于绘制标题的画刷

注意：属性 `titleBrush` 的 Getter 函数。

另请参阅： `setTitleBrush()`。

`void QAbstractAxis::titleBrushChanged(const QBrush &brush)` [信号]

当绘制坐标轴标题的画刷变化时，该信号被发射

注意: `titleBrush` 的通知信号。

```
QFont QAbstractAxis::titleFont() const
```

返回绘制标题的笔相关属性。

注意: `titleFont` 的 Getter 函数。

另请参阅: `setTitleFont()`。

```
void QAbstractAxis::titleFontChanged(const QFont &font) [信号]
```

当坐标轴标题的字体属性更改时, 会发出此信号。

注意: `titleFont` 的通知信号。

```
void QAbstractAxis::titleTextChanged(const QString &text) [信号]
```

当坐标轴标题的文本内容改变时, 会发出此信号。

注意: `titleText` 的通知信号。

```
void QAbstractAxis::titleVisibleChanged(bool visible) [信号]
```

当坐标轴的标题文本的可见性变化时, 会发出此信号。

注意: `titleVisible` 的通知信号。

```
AxisType QAbstractAxis::type() const
```

返回坐标轴的类型

```
void QAbstractAxis::visibleChanged(bool visible)
```

当坐标轴的可见性变化时, 会发出此信号。

注意: 坐标轴的 `visible` 的通知信号。

第七章 QAbstractBarSeries

QAbstractBarSeries 是所有柱状图/条形图系列的基类

属性	方法
头文件	#include<QAbstractBarSeries>
实例化	AbstractBarSeries
继承	QAbstractSeries
派生	QBarSeries, QHorizontalBarSeries, QHorizontalPercentBarSeries, QHorizontalStackedBarSeries, QPercentBarSeries, and QStackedBarSeries

7.1 简述

7.1.1 公共类型

类型	方法
enum	LabelsPosition { LabelsCenter, LabelsInsideEnd, LabelsInsideBase, LabelsOutsideEnd }

7.1.2 属性

函数名	类型
barWidth :	qreal
count :	const int
labelsAngle :	qreal
5 个属性继承自 QAbstractSeries	
1 个属性继承自 QObject	

Public Functions

函数名	类型
virtual	~QAbstractBarSeries()
bool	append(QBarSet *set)
bool	append(QList<QBarSet *> sets)
QList<QBarSet *>	barSets() const
qreal	barWidth() const
void	clear()
int	count() const
bool	insert(int index, QBarSet *set)
bool	isLabelsVisible() const
qreal	labelsAngle() const
QString	labelsFormat() const
QAbstractBarSeries::LabelsPosition	labelsPosition() const
bool	remove(QBarSet *set)
void	setBarWidth(qreal width)
void	setLabelsAngle(qreal angle)
void	setLabelsFormat(const QString &format)
void	setLabelsPosition(QAbstractBarSeries::LabelsPosition position)
void	setLabelsVisible(bool visible = true)
bool	take(QBarSet *set)
15 个公共函数继承自 QAbstractSeries	
32 个公共函数继承自 QObject	

7.1.3 信号

函数名	类型
void	barsetsAdded(QList<QBarSet *> sets)
void	barsetsRemoved(QList<QBarSet *> sets)
void	clicked(int index, QBarSet *barset)
void	countChanged()
void	doubleClicked(int index, QBarSet *barset)
void	hovered(bool status, int index, QBarSet *barset)
void	labelsAngleChanged(qreal angle)
void	labelsFormatChanged(const QString &format)
void	labelsPositionChanged(QAbstractBarSeries::LabelsPosition position)
void	labelsVisibleChanged()
void	pressed(int index, QBarSet *barset)
void	released(int index, QBarSet *barset)

额外继承的 1 个公共槽继承自 QObject 11 个静态成员函数继承自 QObject 9 个保护函数继承自 QObject

7.1.4 详细说明

`QAbstractBarSeries` 类是所有条形柱的抽象类。

在条形图中，条形柱被定义为包含一种数据的集合。条形柱的位置由其类别与数值来决定。条形柱组合则是属于同一类别的条形柱。条形柱的显示则是由创建图表的时候决定的。

如果使用 `QValueAxis` 来代替 `QBarCategoryAxis` 当做图表的主轴。那么条形柱别按照索引值来分类。

可以参考 Qt Example (example 这里我还没有来得及翻译)

.....

7.1.5 成员类型

`enum QAbstractBarSeries::LabelsPosition**`

这个枚举值表示的是条形柱标签的位置：

枚举值	数值	描述
<code>QAbstractBarSeries::LabelsCenter</code>	0	中部
<code>QAbstractBarSeries::LabelsInsideEnd</code>	1	顶部
<code>QAbstractBarSeries::LabelsInsideBase</code>	2	底部
<code>QAbstractBarSeries::LabelsOutsideEnd</code>	3	外部

第八章 QAbstractItemModel

QAbstractItemModel 类为项模型类提供了抽象接口。[更多...](#)

属性	方法
头文件	<code>#include <QAbstractItemModel></code>
qmake	<code>QT+=core</code>
自从	Qt 4.6
继承	QObject
派生	QAbstractListModel、QAbstractProxyModel、QAbstractTableModel、QConcatenateTablesProxyModel、QDirModel、QFileSystemModel 和 QStandardItemModel

8.1 公有成员类型

类型	类型名称
enum class	CheckIndexOption{ NoOption, IndexIsValid, DoNotUseParent, ParentIsInvalid}
flags	CheckIndexOptions
enum	LayoutChangeHint { NoLayoutChangeHint, VerticalSortHint, HorizontalSortHint }

8.2 公共成员函数

类型	函数名称
	QAbstractItemModel(QObject *parent = nullptr)
virtual	~QAbstractItemModel()
virtual QModelIndex	buddy(const QModelIndex &index) const
virtual bool	canDropMimeData(const QMimeData *data, Qt::DropAction action, int row, int column, const QModelIndex &parent) const

virtual bool	canFetchMore(const QModelIndex &parent) const
bool	checkIndex(const QModelIndex &index, QAbstractItemModel::CheckIndexOptions options = CheckIndexOption::NoOption) const
virtual int	columnCount(const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const = 0
virtual QVariant	data(const QModelIndex &index, int role = Qt::DisplayRole) const = 0
virtual bool	dropMimeData(const QMimeData *data, Qt::DropAction action, int row, int column, const QModelIndex &parent)
virtual void	fetchMore(const QModelIndex &parent)
virtual Qt::ItemFlags	flags(const QModelIndex &index) const
virtual bool	hasChildren(const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const
bool	hasIndex(int row, int column, const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const
virtual QVariant	headerData(int section, Qt::Orientation orientation, int role = Qt::DisplayRole) const
virtual QModelIndex	index(int row, int column, const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const = 0
bool	insertColumn(int column, const QModelIndex &parent = QModelIndex())
virtual bool	insertColumns(int column, int count, const QModelIndex &parent = QModelIndex())
bool	insertRow(int row, const QModelIndex &parent = QModelIndex())
virtual bool	insertRows(int row, int count, const QModelIndex &parent = QModelIndex())
virtual QMap<int, QVariant>	itemData(const QModelIndex &index) const
virtual QModelIndexList	match(const QModelIndex &start, int role, const QVariant &value, int hits = 1, Qt::MatchFlags flags = Qt::MatchFlags (Qt::MatchStartsWith
virtual QMimeData *	mimeData(const QModelIndexList &indexes) const
virtual QStringList	mimeTypes() const
bool	moveColumn(const QModelIndex &sourceParent, int sourceColumn, const QModelIndex &destinationParent, int destinationChild)

virtual bool	moveColumns(const QModelIndex &sourceParent, int sourceColumn, int count, const QModelIndex &destinationParent, int destinationChild)
bool	moveRow(const QModelIndex &sourceParent, int sourceRow, const QModelIndex &destinationParent, int destinationChild)
virtual bool	moveRows(const QModelIndex &sourceParent, int sourceRow, int destinationChild)
bool	moveRow(const QModelIndex &sourceParent, int sourceRow, const QModelIndex &destinationParent, int destinationChild)
virtual bool	moveRows(const QModelIndex &sourceParent, int sourceRow, int count, const QModelIndex &destinationParent, int destinationChild)
virtual QModelIndex	parent(const QModelIndex &index) const = 0
bool	removeColumn(int column, const QModelIndex &parent = QModelIndex())
virtual bool	removeColumns(int column, int count, const QModelIndex &parent = QModelIndex())
bool	removeRow(int row, const QModelIndex &parent = QModelIndex())
virtual bool	removeRows(int row, int count, const QModelIndex &parent = QModelIndex())
virtual QHash<int, QByteArray>	roleNames() const
virtual int	rowCount(const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const = 0
virtual bool	setData(const QModelIndex &index, const QVariant &value, int role = Qt::EditRole)
virtual bool	setHeaderData(int section, Qt::Orientation orientation, const QVariant &value, int role = Qt::EditRole)
virtual bool	setItemData(const QModelIndex &index, const QMap<int, QVariant> &roles)
virtual QModelIndex	sibling(int row, int column, const QModelIndex &index) const
virtual void	sort(int column, Qt::SortOrder order = Qt::AscendingOrder)
virtual QSize	span QModelIndex &index) const
virtual Qt::DropActions	supportedDragActions() const

virtual Qt::DropActions	supportedDropActions() const
----------------------------	------------------------------

8.3 公共槽函数

类型	函数名称
virtual void	revert()
virtual bool	submit()

8.4 信号

类型	函数名称
void	columnsAboutToBeInserted(QModelIndex &parent, int first, int last)
void	columnsAboutToBeMoved(const QModelIndex &sourceParent, int sourceStart, int sourceEnd, const QModelIndex &destinationParent, int destinationColumn)
void	columnsAboutToBeRemoved(const QModelIndex &parent, int first, int last)
void	columnsInserted(QModelIndex &parent, int first, int last)
void	columnsMoved(const QModelIndex &parent, int start, int end, const QModelIndex &destination, int column)
void	columnsRemoved(const QModelIndex &parent, int first, int last)
void	dataChanged(const QModelIndex &topLeft, const QModelIndex &bottomRight, const QVector &roles = QVector())
void	headerDataChanged(Qt::Orientation orientation, int first, int last)
void	layoutAboutToBeChanged(const QList &parents = QList(), QAbstractItemModel::LayoutChangeHint hint = QAbstractItemModel::NoLayoutChangeHint)
void	layoutChanged(const QList &parents = QList(), QAbstractItemModel::LayoutChangeHint hint = QAbstractItemModel::NoLayoutChangeHint)
void	modelAboutToBeReset()
void	modelReset()
void	rowsAboutToBeInserted(const QModelIndex &parent, int start, int end)

void	rowsAboutToBeMoved(const QModelIndex &sourceParent, int sourceStart, int sourceEnd, const QModelIndex &destinationParent, int destinationRow)
void	rowsAboutToBeRemoved(const QModelIndex &parent, int first, int last)
void	rowsInserted(const QModelIndex &parent, int first, int last)
void	rowsMoved(const QModelIndex &parent, int start, int end, const QModelIndex &destination, int row)
void	rowsRemoved(const QModelIndex &parent, int first, int last)

8.5 受保护的函数

类型	函数名称
void	beginInsertColumns(const QModelIndex &parent, int first, int last)
void	beginInsertRows(const QModelIndex &parent, int first, int last)
bool	beginMoveColumns(const QModelIndex &sourceParent, int sourceFirst, int sourceLast, const QModelIndex &destinationParent, int destinationChild)
bool	beginMoveRows(const QModelIndex &sourceParent, int sourceFirst, int sourceLast, const QModelIndex &destinationParent, int destinationChild)
void	beginRemoveColumns(const QModelIndex &parent, int first, int last)
void	beginRemoveRows(const QModelIndex &parent, int first, int last)
void	beginResetModel()
void	changePersistentIndex(const QModelIndex &from, const QModelIndex &to)
void	changePersistentIndexList(const QModelIndexList &from, const QModelIndexList &to)
QModelIndex	createIndex(int row, int column, void *ptr = nullptr) const
QModelIndex	createIndex(int row, int column, quintptr id) const
void	endInsertColumns()
void	endInsertRows()
void	endMoveColumns()
void	endMoveRows()

void	endRemoveColumns()
void	endRemoveRows()
void	endResetModel()
QModelIndexList	persistentIndexList() const

8.6 受保护的槽函数

类型	函数名称
void	resetInternalData()

8.7 详细描述

`QAbstractItemModel` 类定义了项模型与模型/视图体系结构中的其他组件进行交互操作时必须使用的标准接口。应该子类化该类创建新的模型，而不是直接实例化使用。

`QAbstractItemModel` 类是模型/视图类中的一个，也是 Qt 模型/视图框架的一部分。它可以用作 QML 中的项视图元素或 Qt Widgets 模块中的项视图类的底层数据模型。

如果需要一个模型来使用项视图，比如 QML 的 List View 元素或者 C++ widgets 的 `QListView` 或者 `QTableView`，应该考虑子类化 `QAbstractListModel` 或者 `QAbstractTableModel` 而不是使用该类。

底层数据模型作为表的层次结构暴露给视图和委托。如果不使用层次结构，那么模型就是一个简单的具有行和列的表。每个项都有一个由 `QModelIndex` 指定的惟一索引。

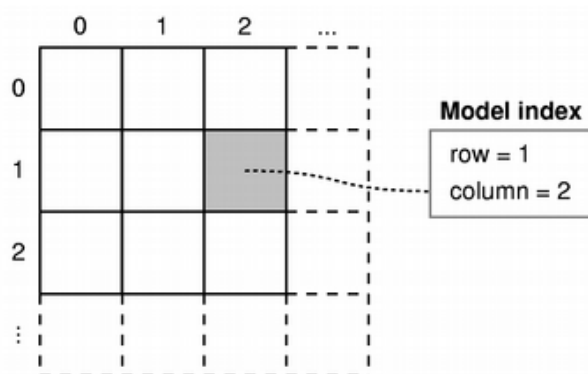


图 8.1: model index

每个数据项都可以通过包含一个关联的模型索引的模型进行访问。该索引可以通过 `index()` 函数获得。每个索引可能有一个 `sibling()` 索引；子项有一个 `parent()` 索引。

每个项目都有许多与之关联的数据元素，可以通过为模型的 `data()` 函数指定一个角色（请参阅 `Qt::ItemDataRole`）来检索它们。可以使用 `itemData()` 函数同时获取所有可用角色的数据。

使用特定的 `Qt::ItemDataRole` 设置每个角色的数据。可以使用 `setData()` 单独设置各个角色的数据，也可以使用 `setItemData` 设置所有角色的数据。

可以使用 `flags()` 查询项（请参阅 `Qt::ItemFlag`），以查看是否可以通过其他方式选择，拖动或操纵它们。

如果项具有子对象，则 `hasChildren` 为相应的索引返回 `true`。

该模型在层次结构的每个级别都有一个 `rowCount()` 和 `columnCount`。可以使用 `insertRows()`，`insertColumns()`，`removeRows()` 和 `removeColumns()` 插入和删除行和列。

模型发出信号以指示变化。例如，只要模型可用的数据项发生更改，就会发出 `dataChanged()`。对模型提供的标题的更改将发射 `headerDataChanged()` 信号。如果底层数据的结构发生了变化，则模型可以发出 `layoutChanged()` 来向任何附加的视图指示它们应该重新显示所显示的任何项，并需要考虑到新的结构。

可以使用 `match()` 函数在模型中搜索可用的项以查找特定数据。

要对模型进行排序，可以使用 `sort()`。

.....

子类化

注意：在模型子类化参考中有一些关于模型子类化的通用指南。

子类化 `QAbstractItemModel` 时，至少必须实现 `index()`，`parent()`，`rowCount()`，`columnCount()` 和 `data()`。这些函数在所有的只读模型中使用，同样也构成了可编辑模型的基础。

还可以为模型重新实现 `hasChildren()` 来提供特殊的行为，而不是重新实现成本很高的 `rowCount()`。这使得模型可以限制视图请求的数据量，并且可以作为实现模型数据的惰性填充的一种方式。

要在模型中启用编辑，还必须实现 `setData` 和重新实现 `flags()` 以确保返回 `ItemIsEditable`。还可以重新实现 `headerData()` 和 `setHeaderData` 来控制呈现模型标题的方式。

当分别重新实现 `setData()` 和 `setHeaderData()` 函数时，必须显式发射 `dataChanged()` 和 `headerDataChanged()` 信号。

定制模型需要创建模型索引以供其他组件使用。为此，请使用适当的行号和列号以及相应的标识符调用 `createIndex()`，并将其作为指针或整数值。这些值的组合对于每个项都必须是唯一的。定制模型通常在其他重新实现的函数中使用这些唯一标识符，以检索项数据并访问有关该项目的父项和子项的信息。有关唯一标识符的更多信息，请参见简单树模型示例。

不必支持 `Qt::ItemDataRole` 中定义的角色。根据模型中包含的数据类型，可能只有实现 `data()` 函数以返回一些更常见角色的有效信息才有用。大多数模型至少为 `Qt::DisplayRole` 提供项数据的文本表示，行为良好的模型也应为 `Qt::ToolTipRole` 和 `Qt::WhatsThisRole` 提供有效信息。支持这些角色可使模型与标准 Qt 视图一起使用。但是，对于某些处理高度专业化数据的模型，仅为用户定义的角色提供数据可能是合适的。

提供可调整数据结构大小的接口的模型可以提供 `insertRows()`，`removeRows()`，`insertColumns()` 和 `removeColumns()` 的实现。在实现这些函数时，重要的是要在模型尺寸大小发生之前和之后将有关模型尺寸的更改通知所有连接的视图：

- `insertRows()` 的实现必须在将新行插入数据结构之前调用 `beginInsertRows()`，然后立即调用 `endInsertRows()`。

- `insertColumns()` 的实现必须在将新列插入数据结构 之前调用 `beginInsertColumns()`, 然后立即调用 `endInsertColumns()`。
- `removeRows()` 的实现必须在从数据结构中删除行 之前调用 `beginRemoveRows()`, 然后立即调用 `endRemoveRows()`。
- `removeColumns()` 的实现必须在列从数据结构中删除之前调用 `beginRemoveColumns()`, 然后立即调用 `endRemoveColumns()`。

这些函数发出的私有信号使附加组件有机会在任何数据变得不可用之前采取行动。使用这些 `begin` 和 `end` 函数封装插入和删除操作还使模型能够正确地管理持久模型索引。如果希望正确处理选择, 则必须确保调用了这些函数。如果插入或删除带有子项的项, 则不需要为子项调用这些函数。换句话说, 父项将管理其子项。

要创建增量填充的模型, 可以重新实现 `fetchMore()` 和 `canFetchMore()`。如果 `fetchMore()` 的重新实现向模型中添加了行, 则必须调用 `beginInsertRows()` 和 `endInsertRows()`。

参见模型类、模型子类化参考、`QModelIndex`、`QAbstractItemView`、在项视图中使用拖放、简单 DOM 模型示例、简单树模型示例、可编辑树模型示例和 `Fetch More` 示例。

.....

8.8 成员类型文档

```
CheckIndexOption CheckIndexOptions enum class QAbstractItemModel::CheckIndexOption
flags QAbstractItemModel::CheckIndexOptions
```

这个枚举可以用来控制 `QAbstractItemModel::checkIndex()` 执行的检查。

常量	值	描述
<code>QAbstractItemModel::CheckIndexOption::NoOptions</code>	0x0000	没有指定检查选项。
<code>QAbstractItemModel::CheckIndexOption::IndexIsValid</code>	0x0001	传递给 <code>QAbstractItemModel::checkIndex()</code> 的模型索引被检查为有效的模型索引。
<code>QAbstractItemModel::CheckIndexOption::DoNotUseParent</code>	0x0002	不执行任何涉及到传递给 <code>QAbstractItemModel::checkIndex()</code> 的父索引的使用的检查。

该枚举是在 Qt 5.11 中引入或修改的。

`CheckIndexOptions` 类型是一个 `QFlags<CheckIndexOption>` 的类型定义。它存储一个或组合的 `CheckIndexOption` 值。

.....

```
enum QAbstractItemModel::LayoutChangeHint
```

这个枚举描述了模型改变布局的方式。

常量	值	描述
<code>QAbstractItemModel::NoLayoutChangeHint</code>	0	没有任何提示。
<code>QAbstractItemModel::VerticalSortHint</code>	1	正在对行进行排序。
<code>QAbstractItemModel::HorizontalSortHint</code>	2	正在对列进行排序。

注意: `VerticalSortHint` 和 `HorizontalSortHint` 表示项在同一父级中移动, 而不是移动到模型中的不同父级, 也没有过滤掉或过滤进来。

.....

8.9 成员函数文档

`QAbstractItemModel::QAbstractItemModel(QObject *parent = nullptr)`

构造指定父类对象 `parent` 的抽象项模型。

[signal] `void QAbstractItemModel::columnsAboutToBeInserted(const QModelIndex &parent, int first, int last)`

在将列插入模型之前就发射此信号。新项将位于给定父项 `parent` 下的首 `first` 尾 `last` 之间。

注意: 连接到这个信号的组件使用它来适应模型尺寸的变化。它只能由 `QAbstractItemModel` 的实现发射, 不能在子类代码中显式发射。

注意: 这是一个私有信号。它可以用于信号连接, 但不能由用户发射。

另请参阅: `insertColumns()` 和 `beginInsertColumns()`。

[signal] `void QAbstractItemModel::columnsAboutToBeMoved(const QModelIndex &sourceParent, int sourceStart, int sourceEnd, const QModelIndex &destinationParent, int destinationColumn)`

模型中的列被移动之前发射该信号。将要移动的项是在给定 `sourceParent` 下在 `sourceStart` 和 `sourceEnd` 之间 (包括首尾) 的项。它们将从 `destinationColumn` 列开始移动到 `destinationParent`。

注意: 连接到该信号的组件使用它来适应模型尺寸的变化。它只能由 `QAbstractItemModel` 实现发射, 不能在子类代码中显式发射。

注意: 这是一个私有信号。仅用于信号连接, 而不能由用户发射。

该函数在 Qt4.6 中被引入。

另请参阅: `beginMoveRows()`。

[signal] `void QAbstractItemModel::columnsAboutToBeRemoved(const QModelIndex &parent, int first, int last)`

模型中的列被移除之前发射该信号。将要移除的项是在给定 `parent` 下在 `first` 和 `last` 之间 (包括首尾) 的项。

注意: 连接到该信号的组件使用它来适应模型尺寸的变化。它只能由 `QAbstractItemModel` 实现发射, 不能在子类代码中显式发射。

注意：这是一个私有信号。仅用于信号连接，而不能由用户发射。

另请参阅：removeColumns() 和 beginRemoveColumns()。

```
[signal] void QAbstractItemModel::columnsInserted(const QModelIndex &parent, int first, int last)
```

将列插入到模型之后发射该信号。新的项是在给定 parent 下在 first 和 last 之间（包括首尾）的项。

注意：连接到该信号的组件使用它来适应模型尺寸的变化。它只能由 QAbstractItemModel 实现发射，不能在子类代码中显式发射。

注意：这是一个私有信号。仅用于信号连接，而不能由用户发射。

另请参阅：insertColumns() 和 beginInsertColumns()。

```
[signal] void QAbstractItemModel::columnsMoved(const QModelIndex &parent, int start, int end, const QModelIndex &destination, int column)
```

模型中的列被移动之后发射该信号。新的项是在给定 parent 下在 start 和 end 之间（包括首尾）的项。它们将从 column 列开始移动到 destination。

注意：连接到该信号的组件使用它来适应模型尺寸的变化。它只能由 QAbstractItemModel 实现发射，不能在子类代码中显式发射。

注意：这是一个私有信号。仅用于信号连接，而不能由用户发射。

该函数在 Qt4.6 中被引入。

另请参阅：beginMoveRows()。

```
[signal] void QAbstractItemModel::columnsRemoved(const QModelIndex &parent, int first, int last)
```

模型中的列被移除之后发射该信号。移除的项是在给定 parent 下在 first 和 last 之间（包括首尾）的项。

注意：连接到该信号的组件使用它来适应模型尺寸的变化。它只能由 QAbstractItemModel 实现发射，不能在子类代码中显式发射。

注意：这是一个私有信号。仅用于信号连接，而不能由用户发射。

另请参阅：removeColumns() 和 beginRemoveColumns()。

```
[signal] void QAbstractItemModel::dataChanged(const QModelIndex &topLeft, const QModelIndex &bottomRight, const QVector<int> &roles = QVector())
```

现有的项的数据发生改变时发射该信号。

如果项是同一父项，则受影响的项是在 topLeft 和 bottomRight（包含）之间的项目。如果项没有相同的父项，则行为是不确定的。

当重新实现 setData() 函数时，必须显示地发射该信号。

可选的 roles 参数可用于指定实际修改了哪些数据角色。Roles 参数中的向量为空，表示应将所有角色视为已修改。角色参数中元素的顺序没有任何关联。

另请参阅: `headerDataChanged()`、`setData()` 和 `layoutChanged()`。

```
[signal] void QAbstractItemModel::headerDataChanged(const Qt::Orientation
&orientation, int first, int last)
```

当标题改变时发射该信号。`orientation` 表示是横向标题还是竖向标题发生了改变。标题中从 `first` 到 `last` 的部分需要更新。

当重新实现 `setData()` 函数时, 必须显示地发射该信号。

如果要更改列数或行数, 则不需要发出此信号, 而可以使用 `begin/end` 函数 (有关详细信息, 请参见 `QAbstractItemModel` 类描述中的子类化部分)。

另请参阅: `headerData()`、`setHeaderData()` 和 `dataChanged()`。

```
[signal] void QAbstractItemModel::layoutAboutToBeChanged(const QList<QPersistentMod
&parents = QList(), QAbstractItemModel::LayoutChangeHint hint = QAbstrac-
tItemModel::NoLayoutChangeHint)
```

这个信号会在模型的布局改变之前发出。连接到这个信号的组件使用它来适应模型布局的变化。

在发出 `layoutAboutToBeChanged()` 之后, 子类应该更新所有的持久化模型索引。

可选的 `parents` 参数用于提供更具体的通知关于模型布局的哪些部分正在被改变。空列表表示对整个模型的布局进行了更改。`parents` 列表中元素的顺序不重要。可选的 `hint` 参数用于提示模型重新布局时都发生了什么。

该函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `layoutChanged()` 和 `changePersistentIndex()`。

```
[signal] void QAbstractItemModel::layoutChanged(const QList<QPersistentModelIndex>
&parents = QList(), QAbstractItemModel::LayoutChangeHint hint = QAbstrac-
tItemModel::NoLayoutChangeHint)
```

每当模型公开的项的布局发生变化时, 就会发出这个信号, 例如, 对模型进行排序时。当视图接收到该信号时, 应更新项的布局来反映此更改。

当对 `QAbstractItemModel` 或 `QAbstractProxyModel` 进行子类化时, 请确保在更改项顺序或更改要公开给视图的数据的结构之前发出 `layoutAboutToBeChanged()` 信号, 并在更改布局后发出 `layoutChanged()` 信号。

可选的 `parents` 参数用于给出有关模型布局的哪些部分正在更改的具体的通知。空列表表示更改了整个模型的布局。`parents` 列表中元素的顺序并不重要。可选的 `hint` 参数用于提示模型重新布局时发生的情况。

子类应在发出 `layoutChanged()` 信号之前更新所有持久模型索引。换句话说, 当结构改变时:

- 发出 `layoutAboutToBeChanged`
- 记住将会改变的 `QModelIndex`
- 更新内部数据
- 调用 `changePersistentIndex()`
- 发出 `layoutChanged`

该函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `layoutAboutToBeChanged()`、`dataChanged()`、`headerDataChanged()`、`modelReset()` 和 `changePersistentIndex()`。

```
[signal] void QAbstractItemModel::modelAboutToBeReset()
```

当调用 `beginResetModel()` 时, 在模型的内部状态 (例如持久模型索引) 失效之前发出这个信号。

注意: 这是一个私有信号。仅用于信号连接, 而不能由用户发射。

该函数在 Qt 4.2 中被引入。

另请参阅: `beginResetModel()` 和 `modelReset()`。

```
[signal] void QAbstractItemModel::modelReset()
```

当调用 `endResetModel()` 时, 在模型的内部状态 (例如持久模型索引) 失效之后发出这个信号。

注意: 如果模型被重置, 则应该认为之前从模型中检索的所有信息都是无效的。这包括但不限于 `rowCount()`、`columnCount()`、`flags()`、通过 `data()` 检索的数据和 `roleNames()`。

注意: 这是一个私有信号。仅用于信号连接, 而不能由用户发射。

该函数在 Qt 4.1 中被引入。

另请参阅: `endResetModel()` 和 `modelAboutToBeReset()`。

```
[protected slot] void QAbstractItemModel::resetInternalData()
```

该槽函数在模型的内部数据被清除并被重置之后被调用。

该槽函数为具体代理模型的子类提供了便利, 例如维护了额外的数据的

`QSortFilterProxyModel` 的子类。

```
class CustomDataProxy : public QSortFilterProxyModel
{
    Q_OBJECT
public:
    CustomDataProxy(QObject *parent)
        : QSortFilterProxyModel(parent)
    {
    }

    ...

    QVariant data(const QModelIndex &index, int role) override
    {
        if (role != Qt::BackgroundRole)
            return QSortFilterProxyModel::data(index, role);

        if (m_customData.contains(index.row()))
            return m_customData.value(index.row());
        return QSortFilterProxyModel::data(index, role);
    }
private slots:
    void resetInternalData()
    {
```

```
        m_customData.clear();
    }
private:
    QHash<int, QVariant> m_customData;
};
```

注意：由于错误，该槽函数没有出现在 Qt 5.0 中。

该函数在 Qt 4.8 中被引入。

另请参阅：modelAboutToBeReset() 和 modelReset()。

[virtual slot] void QAbstractItemModel::revert()

让模型知道它应该丢弃缓存的信息。这个函数通常用于行编辑。

该函数在 Qt 4.2 中被引入。

另请参阅：submit()。

[signal] void QAbstractItemModel::rowsAboutToBeInserted(const QModelIndex &parent, int start, int end)

在将行插入模型之前就发出该信号。新项将位于给定 parent 项目下的包含 start 和 end 之间。

注意：连接到该信号的组件使用它来适应模型尺寸的变化。它只能由 QAbstractItemModel 实现发出，而不能在子类代码中显式发出。

注意：这是一个私有信号。仅用于信号连接，而不能由用户发射。

另请参阅：insertRows() 和 beginInsertRows()。

[signal] void QAbstractItemModel::rowsAboutToBeMoved(const QModelIndex &sourceParent, int sourceStart, int sourceEnd, const QModelIndex &destinationParent, int destinationRow)

模型中的行被移动之前发射该信号。将要移动的项是在给定 sourceParent 下在 sourceStart 和 sourceEnd 之间（包括首尾）的项。它们将从 destinationRow 列开始移动到 destinationParent。

注意：连接到该信号的组件使用它来适应模型尺寸的变化。它只能由 QAbstractItemModel 实现发射，不能在子类代码中显式发射。

注意：这是一个私有信号。仅用于信号连接，而不能由用户发射。

该函数在 Qt4.6 中被引入。

另请参阅：beginMoveRows()。

[signal] void QAbstractItemModel::rowsAboutToBeRemoved(const QModelIndex &parent, int first, int last)

模型中的行被移除之前发射该信号。将要移除的项是在给定 parent 下在 first 和 last 之间（包括首尾）的项。

注意：连接到该信号的组件使用它来适应模型尺寸的变化。它只能由 `QAbstractItemModel` 实现发射，不能在子类代码中显式发射。

注意：这是一个私有信号。仅用于信号连接，而不能由用户发射。

另请参阅：`removeRows()` 和 `beginRemoveRows()`。

```
[signal] void QAbstractItemModel::rowsInserted(const QModelIndex &parent, int first, int last)
```

将行插入到模型之后发射该信号。新的项是在给定 `parent` 下在 `first` 和 `last` 之间（包括首尾）的项。

注意：连接到该信号的组件使用它来适应模型尺寸的变化。它只能由 `QAbstractItemModel` 实现发射，不能在子类代码中显式发射。

注意：这是一个私有信号。仅用于信号连接，而不能由用户发射。

另请参阅：`insertRows()` 和 `beginInsertRows()`。

```
[signal] void QAbstractItemModel::rowsMoved(const QModelIndex &parent, int start, int end, const QModelIndex &destination, int column)
```

模型中的行被移动之后发射该信号。新的项是在给定 `parent` 下在 `start` 和 `end` 之间（包括首尾）的项。它们将从 `column` 列开始移动到 `destination`。

注意：连接到该信号的组件使用它来适应模型尺寸的变化。它只能由 `QAbstractItemModel` 实现发射，不能在子类代码中显式发射。

注意：这是一个私有信号。仅用于信号连接，而不能由用户发射。

该函数在 Qt4.6 中被引入。

另请参阅：`beginMoveRows()`。

```
[signal] void QAbstractItemModel::rowsRemoved(const QModelIndex &parent, int first, int last)
```

模型中的行被移除之后发射该信号。移除的项是在给定 `parent` 下在 `first` 和 `last` 之间（包括首尾）的项。

注意：连接到该信号的组件使用它来适应模型尺寸的变化。它只能由 `QAbstractItemModel` 实现发射，不能在子类代码中显式发射。

注意：这是一个私有信号。仅用于信号连接，而不能由用户发射。

另请参阅：`removeRows()` 和 `beginRemoveRows()`。

```
[virtual slot] void QAbstractItemModel::submit()
```

让模型知道它应该将缓存的信息提交到永久存储。这个函数通常用于行编辑。

如果没有错误，返回 `true`；否则返回 `false`。

另请参阅：`revert()`。

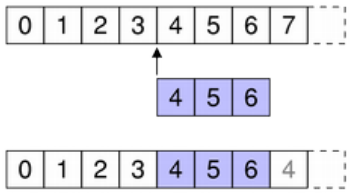
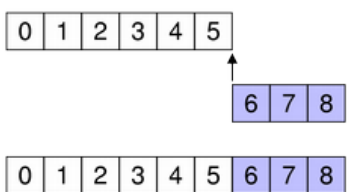
```
[virtual] void QAbstractItemModel::~~QAbstractItemModel()
```

销毁抽象项模型。

```
[protected] void QAbstractItemModel::beginInsertColumns(const QModelIndex &parent, int first, int last)
```

开始一个列插入操作。

在子类中重新实现 `insertColumns()` 时，必须在将数据插入模型的底层数据存储之前调用此函数。`parent` 索引对应于插入新列的父索引；`first` 和 `last` 是新列插入后的列号。

	指定要插入到模型项中的列的范围的第一个和最后一个列号。例如，如图所示，我们在列 4 之前插入三列，所以 <code>first</code> 是 4， <code>last</code> 是 6： <code>beginInsertColumns(parent, 4, 6)</code> ；这将插入三个新列作为列 4、5 和 6。
	要追加列，请将它们插入到最后一列之后。例如，如图所示我们、将三列附加到一个包含六列的集合（以列 5 结尾），因此 <code>first</code> 是 6 and <code>last</code> 是 8： <code>beginInsertColumns(parent, 6, 8)</code> ；这将追加两个新列作为列 6、7 和 8。

注意：此函数发出 `columnAboutToBeInserted()` 信号，在插入数据之前，已连接的视图（或代理）必须处理该信号。否则，视图可能会以无效状态结束。

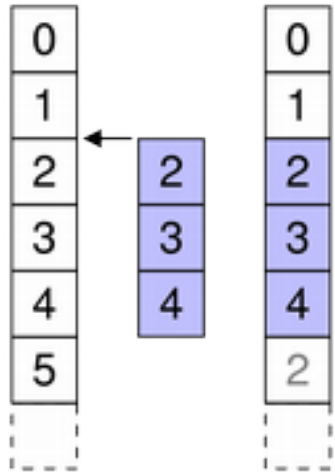
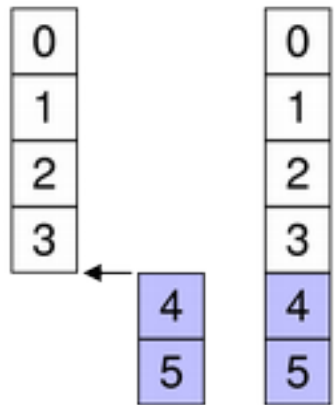
另请参阅：`endInsertColumns()`。

.....

```
[protected] void QAbstractItemModel::beginInsertRows(const QModelIndex &parent, int first, int last)
```

开始一个行插入操作。

在子类中重新实现 `insertRows()` 时，必须在将数据插入模型的底层数据存储之前调用此函数。`parent` 索引对应于插入新列的父索引；`first` 和 `last` 是新行插入后的行号。

	<p>为要插入模型中项的行范围指定第一行和最后一行。例如, 如图所示, 我们在第 2 行之前插入三行, 因此 <code>first</code> 是 2, <code>last</code> 是 4:</p> <p><code>beginInsertRows(parent, 2, 4);</code> 这将插入三行新行, 即第 2、3 和 4 行。</p>
	<p>要追加行, 请将它们插入到最后一行之后。例如, 如图所示, 我们将两行附加到一个包含 4 个现有行的集合 (以第 3 行结束), 因此 <code>first</code> 是 4, <code>last</code> 是 5: <code>beginInsertRows(parent, 4, 5);</code> 这将追加两个新行作为第 4 行和第 5 行。</p>

注意: 此函数发出 `rowsAboutToBeInserted()` 信号, 在插入数据之前, 已连接的视图 (或代理) 必须处理该信号。否则, 视图可能会以无效状态结束。

另请参阅: `endInsertRows()`。

.....

```
[protected] void QAbstractItemModel::beginMoveColumns(const QModelIndex
&sourceParent, int sourceFirst, int sourceLast, const QModelIndex &des-
tinationParent, int destinationChild)
```

开始一个列移动操作。

当重新实现子类时, 此方法简化了模型中实体的移动。此方法负责在模型中移动持久索引, 否则您将需要自己执行此操作。使用 `beginMoveColumns` 和 `endMoveColumns()` 是直接发送与 `changePersistentIndex()` 一起的 `layoutAboutToBeChanged()` 和 `layoutChanged()` 的另一种选择。

`sourceParent` 索引对应于从其移出列的父级; `sourceFirst` 和 `sourceLast` 是要移动的列的第一列和最后一列。`destinationParent` 索引对应于将这些列移入的父级。`destinationChild` 是要将列移动到的列。也就是说, `sourceParent` 中 `sourceFirst` 列的索引将成为 `destinationParent` 中的 `destinationChild` 列, 然后是所有其他列, 直到 `sourceLast`。

但是, 当在同一父目录下移动列时 (`sourceParent` 和 `destinationParent` 是相等的), 这些列将被放置在 `destinationChild` 索引之前。也就是说, 如果您希望移动列 0 和 1, 使它们变成列 1 和列 2, `destinationChild` 应该是 3。在本例中, 源列 `i` (位于 `sourceFirst` 和 `sourceLast` 之间) 的新索引等于 $(\text{destinationChild} - \text{sourceLast} + 1 + i)$ 。

注意, 如果 `sourceParent` 和 `destinationParent` 是相同的, 您必须确保 `destinationChild` 不在 `sourceFirst` 和 `sourceLast + 1` 的范围内。还必须确保不会尝试将列移动到它自己的子列或祖先列中。如果任一条件为真, 此方法将返回 `false`, 在这种情况下, 应中止移动操作。

该函数在 Qt4.6 中被引入。

另请参阅: `endMoveColumns()`。

.....

```
[protected] void QAbstractItemModel::beginMoveRows(const QModelIndex &sourceParent, int sourceFirst, int sourceLast, const QModelIndex &destinationParent, int destinationChild)
```

开始一个行移动操作。

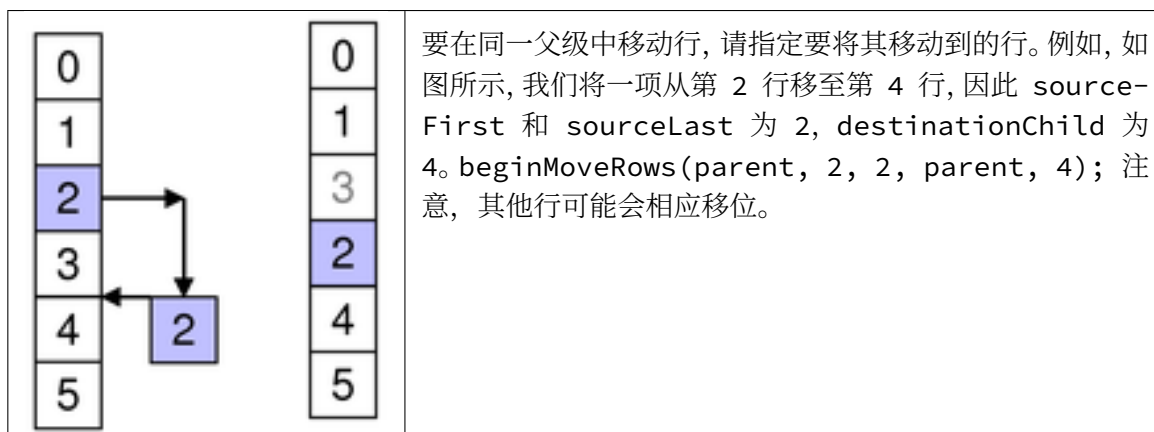
当重新实现子类时, 此方法简化了模型中实体的移动。此方法负责在模型中移动持久索引, 否则您将需要自己执行此操作。使用 `beginMoveRows` 和 `endMoveRows` 是直接发送与 `changePersistentIndex()` 一起的 `layoutAboutToBeChanged()` 和 `layoutChanged()` 的另一种选择。

`sourceParent` 索引对应于从其移出行的父级; `sourceFirst` 和 `sourceLast` 是要移动的行的第一行和最后一行。`destinationParent` 索引对应于将这些行移入的父级。`destinationChild` 是要将行移动到的行。也就是说, `sourceParent` 中的 `sourceFirst` 行的索引将成为 `destinationParent` 中的 `destinationChild` 行, 然后是所有其他行, 直到 `sourceLast`。

但是, 当在同一父目录下移动列时 (`sourceParent` 和 `destinationParent` 是相等的), 这些行将被放置在 `destinationChild` 索引之前。也就是说, 如果您希望移动列 0 和 1, 使它们变成行 1 和行 2, `destinationChild` 应该是 3。在本例中, 源行 `i` (位于 `sourceFirst` 和 `sourceLast` 之间) 的新索引等于 (`destinationChild-sourceLast-1+i`)。

注意: 如果 `sourceParent` 和 `destinationParent` 是相同的, 您必须确保 `destinationChild` 不在 `sourceFirst` 和 `sourceLast + 1` 的范围内。还必须确保不会尝试将行移动到它自己的子列或祖先行中。如果任一条件为真, 此方法将返回 `false`, 在这种情况下, 应中止移动操作。

	<p>指定源父行中您希望在模型中移动的行跨度的第一行和最后一行编号。还要在目标父级中指定要将范围内的行移动到的行。例如，如图所示，我们将源中的第 2 行到第 3 行移动了三行，因此 <code>sourceFirst</code> 为 2，<code>sourceLast</code> 为 4。我们将这些项移动到目标的第 2 行上方，因此 <code>destinationChild</code> 为 2。<code>beginMoveRows(sourceParent, 2, 4, destinationParent, 2)</code>；这会将源中的三行第 2、3 和 4 行移动到目标中的 2、3 和 4 行。其他受影响的同级项也因此被移位。</p>
	<p>若要将行追加到另一个父元素，请将它们移到最后一行的后面。例如，如图所示，我们将三行移动到一个包含 6 个现有行的集合中（以第 5 行结束），因此 <code>destinationChild</code> 为 6：<code>beginMoveRows(sourceParent, 2, 4, destinationParent, 6)</code>；这会将目标行移到目标父级的末尾，分别为 6、7 和 8。</p>
	<p>要在同一父级中移动行，请指定要将其移动到的行。例如，如图所示，我们将一项从第 2 行移至第 0 行，因此 <code>sourceFirst</code> 和 <code>sourceLast</code> 为 2，<code>destinationChild</code> 为 0。<code>beginMoveRows(parent, 2, 2, parent, 0)</code>；注意，其他行可能会相应移位。另请注意，在同一父级中移动项时，请勿尝试无效移动或无操作移动。在上面的示例中，项 2 位于移动之前的第 2 行，因此无法将其移动到第 2 行（已经存在）或第 3 行（空操作，因为第 3 行意味着已经在第 3 行之上）</p>



该函数在 Qt4.6 中被引入。

另请参阅：`endMoveRows()`。

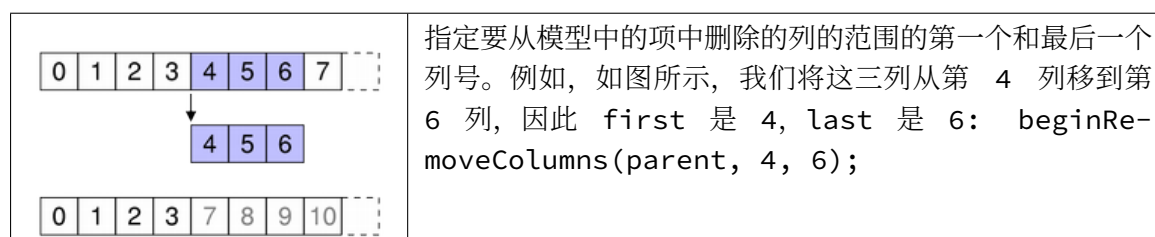
```
[protected] void QAbstractItemModel::beginRemoveColumns(const QModelIndex &parent, int first, int last)
```

开始一个列移除操作。

在子类中重新实现 `removeColumns()` 时，必须在从模型的底层数据存储中删除数据之前调用此函数。`parent` 索引对应于删除新列的父索引；`first` 和 `last` 是要删除的第一个和最后一个列的列号。

注意：此函数发出 `columnAboutToBeRemoved()` 信号，在删除数据之前，已连接的视图（或代理）必须处理该信号。否则，视图可能会以无效状态结束。

另请参阅：`endRemoveColumns()`。

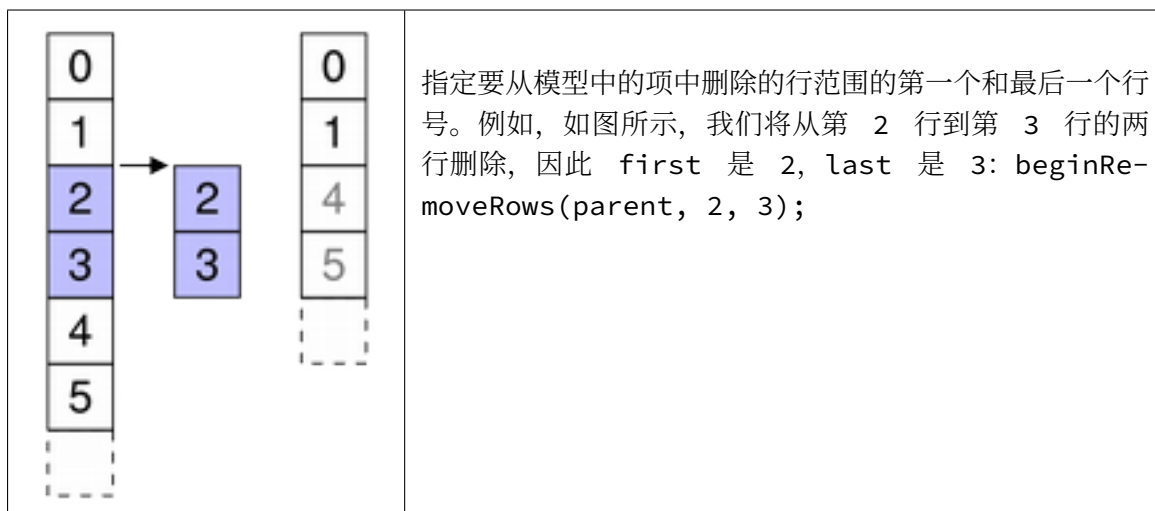


```
[protected] void QAbstractItemModel::beginRemoveRows(const QModelIndex &parent, int first, int last)
```

开始一个行移除操作。

在子类中重新实现 `removeRows()` 时，必须在从模型的基础数据存储中删除数据之前调用此函数。

`parent` 引对应于从中删除新行的父索引；`first` 和 `last` 是要删除的行的行号。



注意：此函数发出 `rowsAboutToBeRemoved()` 信号，连接的视图（或代理）必须在删除数据之前处理该信号。否则，视图可能会以无效状态结束。

另请参阅：`endRemoveRows()`。

```
[protected] void QAbstractItemModel::beginResetModel()
```

开始模型重置操作。

重置操作会在任何附加的视图将模型重置为当前状态。

注意：附加到这个模型的任何视图都将被重置。

当一个模型被重置时，这意味着以前从该模型报告的任何数据现在都是无效的，必须再次进行查询。这也意味着当前项和任何选定项都将无效。当模型从根本上更改其数据时，有时只需调用此函数比在底层数据源或其结构发生更改时发出 `dataChanged()` 通知其他组件更容易。

在重新设置模型或代理模型中的任何内部数据结构之前，必须调用此函数。

这个函数发出信号 `modelAboutToBeReset()`。

该函数在 Qt4.6 中被引入。

另请参阅：`modelAboutToBeReset()`、`modelReset()` 和 `endResetModel()`。

```
[virtual] void QAbstractItemModel::buddy(const QModelIndex &index) const
```

返回由 `index` 表示的项的伙伴的模型索引。当用户想要编辑项目时，视图将调用此函数以检查是否应改为编辑模型中的另一个项。然后，视图将使用伙伴项返回的模型索引构造一个委托。

此功能的默认实现将每个项都作为自己的伙伴。

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::canDropMimeData(const QMimeData *data,  
Qt::DropAction action, int row, int column, const QModelIndex &parent)  
const
```

如果模型接受放置 `data`，则返回 `true`。这个默认实现只检查 `mimeTypeNames()` 列表中数据是否至少有一种格式，以及操作是否在模型的 `supportedDropActions()` 中。

如果您想要测试是否可以在 `row`、`column`、`parent` 节点上放置 `data`，请在自定义模型中重新实现此函数。如果您不需要该测试，那么就没有必要重新实现此函数。

另请参阅: `dropMimeData()` 和在项视图中使用拖放。

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::canFetchMore(const QModelIndex &parent) const
```

如果在 `parent` 索引下有更多可用的数据返回 `true`; 否则返回 `false`;

默认的实现总是返回 `false`。

如果 `canFetchMore()` 返回 `true`, 则应该调用 `fetchMore()` 函数。比如 `QAbstractItemView` 就是这样做的。

注意: 该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅: `Q_INVOKABLE`

另请参阅: `fetchMore()`。

```
[protected] void QAbstractItemModel::changePersistentIndex(const QModelIndex &from, const QModelIndex &to)
```

将等于给定的 `from` 的 `QPersistentModelIndex()` 模型索引更改为 `to` 模型索引。

如果没有找到与给定的模型索引 `from` 相等的持久模型索引, 则什么也不会改变。

如果 `canFetchMore()` 返回 `true`, 则应该调用 `fetchMore()` 函数。比如 `QAbstractItemView` 就是这样做的。

另请参阅: `persistentIndexList()` 和 `changePersistentIndexList()`。

```
[protected] void QAbstractItemModel::changePersistentIndexList(const QModelIndexList &from, const QModelIndexList &to)
```

将等于给定的 `from` 的 `QPersistentModelIndex()`es 模型索引列表更改为 `to` 模型索引列表。

如果没有找到与给定的模型索引 `from` 相等的持久模型索引, 则什么也不会改变。

该函数在 Qt4.1 中被引入。

另请参阅: `persistentIndexList()` 和 `changePersistentIndex()`。

```
bool QAbstractItemModel::checkIndex(const QModelIndex &index, QAbstractItemModel::CheckIndexOptions options = CheckIndexOption::NoOption) const
```

此函数检查索引是否为此模型的合法模型索引。合法模型索引要么是无效的模型索引, 要么是具有以下所有条件的有效模型索引:

- `index` 的模型就是 `this`;
- `index` 的行数大于等于零;
- `index` 的行数小于父索引的行数;
- `index` 的列数大于等于零;
- `index` 的列数小于父索引的列数。

`options` 参数可能会改变其中一些检查。如果 `options` 包含 `IndexIsValid`, 那么 `index` 必须是一个有效的索引; 这在重新实现 `data()` 或 `setData()` 等需要有效索引的函数时非常有用。

如果 `options` 包含 `DoNotUseParent`, 那么将调用 `parent()` 的检查将被省略; 允许在重新实现的 `parent()` 函数中调用此函数 (否则, 将导致无穷递归和崩溃)。

如果 `options` 不包含 `DoNotUseParent`, 但包含 `IndexIsValid`, 那么将执行额外的检查: 检查父索引是否有效。这在实现平面模型 (如列表或表) 时非常有用, 在这种情况下, 模型索引不应该具有有效的父索引。

该函数如果检查成功返回 `true`, 否则返回 `false`。允许在 `Q_ASSERT` 和类似的其他调试机制中使用该函数。如果某些检查失败, 则将在 `qt.core.qabstractitemmodel.checkindex` 日志记录类别中显示一条警告消息, 其中包含一些可能对调试失败有用的信息。

注意: 这个函数是一个调试助手, 用于实现您自己的项模型。在开发复杂模型时, 以及在构建复杂的模型层次结构时 (例如使用代理模型), 调用这个函数来捕获传递给某个 `QAbstractItemModel()` API 的非法模型索引 (如上定义) 相关的 bug 是很有用的。

警告: 请注意, 将非法索引传递给项模型是未定义的行为, 因此应用程序必须避免这样做, 并且不能依赖于项模型可以用来优雅地处理非法索引的任何“防御性”编程。

该函数在 Qt5.11 中被引入。

另请参阅: `QModelIndex`。

```
[pure virtual] int QAbstractItemModel::columnCount(const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const
```

返回给定 `parent` 索引的子项的列的数量。

在大多数子类中, 列的数量独立于 `parent`。

例如:

```
int DomModel::columnCount(const QModelIndex &parent) const
{
    Q_UNUSED(parent);
    return 3;
}
```

注意: 在实现基于表的模型时, 当父模型有效时, `columnCount()` 应该返回 0。

注意: 该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅: `Q_INVOKABLE`。

该函数在 Qt4.1 中被引入。

另请参阅: `rowCount()`。

```
[protected] QModelIndex QAbstractItemModel::createIndex(int row, int column, void *ptr = nullptr) const
```

使用内部指针 `ptr` 为给定的 `row` 和 `column` 创建模型索引。

当使用 `QSortFilterProxyModel` 时, 它的索引有自己的内部指针。不建议在模型外部访问这个内部指针。使用 `data()` 函数代替。

这个函数提供了一个一致的接口, 模型子类必须使用这个接口来创建模型索引。

参见 `QModelIndex::internalId()`。

```
[pure virtual] QVariant QAbstractItemModel::data(const QModelIndex &index, int role = Qt::DisplayRole) const
```

返回指定角色 `role` 和索引 `index` 的项数据。

注意：如果没有要返回的值，则返回无效的 `QVariant`，而不是返回 `0`。

注意：该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。请参阅 `Q_INVOKABLE`。

参见 `Qt::ItemDataRole`、`setData()` 和 `headerData()`。

`dropMimeData`

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::dropMimeData(const QMimeData *data, Qt::DropAction action, int row, int column, const QModelIndex &parent) const
```

处理以给定操作 `action` 结束的拖放操作提供的数据 `data`。

如果数据和操作被模型处理了则返回 `true`，否则返回 `false`。

指定的行 `row`、列 `column` 和父索引 `parent` 指示模型中操作结束的项的位置。在正确的位置完成动作是模型的责任。

例如，`QTreeView` 中的一个项上的拖放操作可以导致新项作为行 `row`、列 `column` 和父索引 `parent` 指定的项的子项插入，或者作为项的兄弟项插入。

当行 `row` 和列 `column` 为 `-1` 时，这意味着放置的数据应该被认为是直接在 `parent` 上放置的。通常这意味着将数据附加为父项 `parent` 的子项。如果行 `row` 和列 `column` 大于或等于零，则表示放置发生在指定父索引 `parent` 的 `row` 和列 `column` 的前面。

调用 `mimeTypes()` 成员来获取可接受的 MIME 类型列表。这个默认实现假定 `mimeTypes()` 是默认实现，它返回一个默认 MIME 类型。如果您在自定义模型中重新实现 `mimeTypes()` 以返回多个 MIME 类型，那么您必须重新实现此函数以使用它们。

注意：该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。请参阅 `Q_INVOKABLE`。

参见 `supportedDropActions`、`canDropMimeData()` 和在项视图中使用拖放。

```
[protected] void QAbstractItemModel::endInsertColumns()
```

结束列插入操作。

在子类中重新实现 `insertColumns()` 时，必须在将数据插入模型的底层数据存储之后调用此函数。

另请参阅：`beginInsertColumns()`。

```
[protected] void QAbstractItemModel::endInsertRows()
```

结束行插入操作。

在子类中重新实现 `insertRows()` 时，必须在将数据插入模型的底层数据存储之后调用此函数。

另请参阅：`beginInsertRows()`。

```
[protected] void QAbstractItemModel::endMoveColumns()
```

结束列移动操作。

在实现子类时，必须在模型的底层数据存储中移动数据之后调用此函数。

该函数在 Qt4.6 中被引入。

另请参阅: `beginMoveColumns()`。

```
[protected] void QAbstractItemModel::endMoveRows()
```

结束行移动操作。

在实现子类时，必须在模型的底层数据存储中移动数据之后调用此函数。

该函数在 Qt4.6 中被引入。

另请参阅: `beginMoveRows()`。

```
[protected] void QAbstractItemModel::endRemoveColumns()
```

结束列删除操作。

在子类中重新实现 `removeColumns()` 时，必须在从模型的底层数据存储中删除数据之后调用此函数。

另请参阅: `beginRemoveColumns()`。

```
[protected] void QAbstractItemModel::endRemoveRows()
```

结束行删除操作。

在子类中重新实现 `removeRows()` 时，必须在从模型的底层数据存储中删除数据之后调用此函数。

另请参阅: `beginRemoveRows()`。

```
[protected] void QAbstractItemModel::endResetModel()
```

完成模型重置操作。

在重置模型或代理模型中的任何内部数据结构后，必须调用此函数。

该函数发出 `modelReset()` 信号。

该函数在 Qt4.6 中被引入。

另请参阅: `beginResetModel()`。

```
[virtual] void QAbstractItemModel::fetchMore(const QModelIndex &parent)
```

获取指定的 `parent` 父索引的项的任何可用的数据。

如果递增地填充模型，则需要重新实现该函数。

该函数的默认实现没有做任何事情。

注意：该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅: `Q_INVOKABLE`。

另请参阅: `canFetchMore()`。

```
[virtual] Qt::ItemFlags QAbstractItemModel::flags(const QModelIndex &index) const
```


返回给定索引的项标志。

基类的实现返回启用项 (`ItemIsEnabled`) 和允许选择项 (`ItemIsSelectable`) 的标志的组合。

注意：该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅： `Q_INVOKABLE`。

另请参阅： `Qt::ItemFlags`。

```
[virtual] Qt::ItemFlags QAbstractItemModel::hasChildren(const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const
```

如果父索引 `parent` 有任何子项则返回 `true`，否则返回 `false`。

在父索引上使用 `rowCount()` 来查找子项的数量。

注意：如果一个索引设置了 `Qt::ItemNeverHasChildren` 标志，那么用该索引调用该方法是未定义的行为。

注意：该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅： `Q_INVOKABLE`。

另请参阅： `parent()` 和 `index()`。

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::hasIndex(int row, int column, const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const
```

如果模型返回一个指定父索引 `parent`、行 `row` 和列 `column` 的有效 `QModelIndex`，则返回 `true`，否则返回 `false`。

注意：该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅： `Q_INVOKABLE`。

```
[virtual] QVariant QAbstractItemModel::headerData(int section, Qt::Orientation orientation, int role = Qt::DisplayRole) const
```

返回标题中具有给定 `orientation` 和 `section` 的数据。

对于水平标题，节号对应于列号。类似地，对于垂直标题，节号对应于行号。

注意：该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅： `Q_INVOKABLE`。

另请参阅： `Qt::ItemDataRole`、`setHeaderData()` 和 `QHeaderView`。

```
[pure virtual] QModelIndex QAbstractItemModel::index(int row, int column, const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const
```

返回模型中指定 `row`、`column` 和 `parent` 索引的项的索引。

在子类中重新实现此函数时，调用 `createIndex()` 来生成模型索引，其他组件可以使用这些索引来引用模型中的项。

注意：该函数可以通过元对象系统和 QML 调用

另请参阅: Q_INVOKABLE。

另请参阅: createIndex()。

```
bool QAbstractItemModel::insertColumn(int column, const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const
```

在指定 `parent` 索引的子项的指定 `column` 之前插入一列。

如果插入了该列, 则返回 `true`; 否则, 返回 `false`。

注意: 该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅: Q_INVOKABLE。

另请参阅: insertColumns()、insertRow() 和 removeColumn()。

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::insertColumns(int column, int count, const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const
```

在支持此功能的模型上, 在模型中的给定 `column` 之前插入 `count` 列新列。每个新列中的项将是由父模型索引 `parent` 表示的项的子项目。

如果 `column` 为 0, 则这些列将添加到任何现有列的前面。

如果 `column` 为 `columnCount()`, 则将这些列追加到任何现有列之后。

如果 `parent` 没有子项, 插入带有 `count` 列的单行。

如果列成功插入, 则返回 `true`, 否则返回 `false`。

基类的实现没有做任何事情, 并且返回 `false`。

如果您实现了自己的模型, 希望支持插入, 则可以重新实现此函数。或者, 您可以提供自己的 API 来更改数据。

注意: 该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅: Q_INVOKABLE。

另请参阅: insertRows()、removeColumns()、beginInsertColumns() 和 endInsertColumns()。

```
bool QAbstractItemModel::insertRow(int row, const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const
```

在指定 `parent` 索引的子项的指定 `row` 之前插入一列。

注意: 该函数调用了虚函数 `insertRows()`。

如果插入了该行, 则返回 `true`; 否则, 返回 `false`。

另请参阅: insertRows()、insertColumn() 和 removeRow()。

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::insertRows(int row, int count, const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const
```

注意: 基类的实现没有做任何事情, 并且返回 `false`。

在支持此功能的模型上，将 `count` 行插入模型中给定的行之之前。新行中的项将是由父模型索引 `parent` 表示的项的子项。

如果 `row` 为 `0`，则这些行将添加到任何现有列的前面。

如果 `row` 为 `rowCount()`，则将这些列追加到任何现有行之后。

如果 `parent` 没有子项，插入带有 `count` 行的单列。

如果列成功插入，则返回 `true`，否则返回 `false`。

如果您实现了自己的模型，希望支持插入，则可以重新实现此函数。或者，您可以提供自己的 API 来更改数据。在任何一种情况下，您都需要调用 `beginInsertRows()` 和 `endInsertRows()` 来通知其他组件模型已经更改

另请参阅：`insertColumns()`、`removeRows()`、`beginInsertRows()` 和 `endInsertRows()`。

```
[virtual] QMap<int, QVariant> QAbstractItemModel::itemData(const QModelIndex &index) const
```

为给定索引 `index` 处的项返回具有模型中所有预定义角色值的 `map`。

如果希望扩展此函数的默认行为以在 `map` 中包含自定义角色，请重新实现此函数。

另请参阅：`setItemData()`、`Qt::ItemDataRole` 和 `data()`。

```
[virtual] QModelIndexList QAbstractItemModel::match(const QModelIndex &start,
int role, const QVariant &value, int hits = 1, Qt::MatchFlags flags =
Qt::MatchFlags(Qt::MatchStartsWith|Qt::MatchWrap)) const
```

返回一系列项的索引，这些索引在 `start` 索引的列中并且该索引下的数据在给定角色下存储的数据与指定值匹配。执行搜索的方式由给定的 `flags` 定义。返回的列表可能是空的。还要注意，如果使用了代理模型，列表中结果的顺序可能与模型中的顺序不一致。不能依赖结果的顺序。

搜索从 `start` 索引开始，直到匹配数据项的数量等于 `hits`，搜索到达最后一行，或者再次搜索到达 `start`—这取决于是否在 `flags` 中指定了 `MatchWrap`。如果希望搜索所有匹配项，请使用 `hits = -1`。

默认情况下，此函数将对所有项执行基于字符串的包装比较，搜索以 `value` 指定的搜索项开头的项。

注意：这个函数的默认实现只搜索列。重新实现此函数以包含不同的搜索行为。

注意：该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅：`Q_INVOKABLE`。

```
[virtual] QMimeData QAbstractItemModel::mimeData(const QModelIndexList &indexes) const
```

返回一个对象，该对象包含与指定索引 `indexes` 列表对应的序列化数据项。用于描述编码数据的格式是从 `mimeTypeNames()` 函数获得的。这个默认实现使用 `mimeTypeNames()` 的默认实现返回的默认 `MIME` 类型。如果您在自定义模型中重新实现 `mimeTypeNames()` 以返回更多 `MIME` 类型，那么重新实现此函数以使用它们。

如果 `indexes` 为空，或者没有受支持的 `MIME` 类型，则返回 `0`，而不是序列化的空列表。

另请参阅: `mimeType()` 和 `dropMimeData()`。

```
[virtual] QStringList QAbstractItemModel::mimeType() const
```

返回允许的 MIME 类型的列表。默认情况下, 内置模型和视图使用内部 MIME 类型: `application / x-qabstractitemmodeldata`。

在自定义模型中实现拖放支持时, 如果您将以默认内部 MIME 类型以外的格式返回数据, 请重新实现此函数以返回您的 MIME 类型列表。

如果在自定义模型中重新实现这个函数, 还必须重新实现调用它的成员函数: `mimeType()` 和 `dropMimeData()`。

另请参阅: `mimeType()` 和 `dropMimeData()`。

```
bool QAbstractItemModel::moveColumn(const QModelIndex &sourceParent, int  
sourceColumn, const QModelIndex &destinationParent, int destinationChild)
```

在支持此功能的模型上, 将 `sourceColumn` 从 `sourceParent` 移到 `destinationParent` 下的 `destinationChild`。

如果列被成功移动, 则返回 `true`; 否则返回 `false`。

另请参阅: `moveColumns()` 和 `moveRow()`。

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::moveColumns(const QModelIndex &sourceParent, int sourceColumn, int count, const QModelIndex &destinationParent, int destinationChild)
```

在支持此功能的模型上, 将 `count` 列从父索引 `sourceParent` 下的给定 `sourceColumn` 移到父索引 `destinationParent` 下的 `destinationChild` 列。

如果列被成功移动, 则返回 `true`; 否则返回 `false`。

基类的实现没有做任何事情, 并且返回 `false`。

如果实现自己的模型, 则如果要支持移动, 则可以重新实现此功能。另外, 您可以提供自己的 API 来更改数据。

另请参阅: `beginMoveColumns()` 和 `endMoveColumns()`。

```
bool QAbstractItemModel::moveRow(const QModelIndex &sourceParent, int sourceRow  
const QModelIndex &destinationParent, int destinationChild)
```

在支持此功能的模型上, 将 `sourceColumn` 从 `sourceParent` 移到 `destinationParent` 下的 `destinationChild`。

如果行被成功移动, 则返回 `true`; 否则返回 `false`。

另请参阅: `moveRows()` 和 `moveColumn()`。

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::moveRows(const QModelIndex &sourceParent, int sourceRow, int count, const QModelIndex &destinationParent, int destinationChild)
```

在支持此功能的模型上, 将 `count` 行从父索引 `sourceParent` 下的给定 `sourceColumn` 移到父索引 `destinationParent` 下的 `destinationChild` 行。

如果行被成功移动，则返回 `true`；否则返回 `false`。

基类的实现没有做任何事情，并且返回 `false`。

如果实现自己的模型，则如果要支持移动，则可以重新实现此功能。另外，您可以提供自己的 API 来更改数据。

另请参阅：`beginMoveRows()` 和 `endMoveRows()`。

```
[pure virtual] bool QAbstractItemModel::parent(const QModelIndex &index) const
```

返回具有给定索引 `index` 的模型项的父项。如果该项没有父项，则返回无效的 `QModelIndex`。

在公开树数据结构的模型中使用的常见约定是，只有第一列中的项才有子级。对于这种情况，当在子类中重新实现此函数时，返回的 `QModelIndex` 的列将为 0。

在子类中重新实现这个函数时，要小心避免调用 `QModelIndex` 成员函数，比如 `QModelIndex::parent()`，因为模型的索引将简单地调用实现，从而导致无限递归。

注意：该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅：`Q_INVOKABLE`。

另请参阅：`createIndex()`。

```
[protected] QModelIndexList QAbstractItemModel::persistentIndexList() const
```

返回作为模型中的持久索引存储的索引列表。

该函数在 Qt4.2 中被引入。

```
bool QAbstractItemModel::removeColumn(int column, const QModelIndex &parent = QModelIndex())
```

从指定的父项 `parent` 的子项中删除给定的列 `column`。

如果删除了该列，则返回 `true`；否则返回 `false`。

另外参阅：`removeColumns()`、`removeRow()` 和 `insertColumn()`。

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::removeColumns(int column, int count, const QModelIndex &parent = QModelIndex())
```

在支持此功能的模型上，从模型中删除以父项 `parent` 下给定列 `column` 开头的 `count` 列。

如果列被成功删除，返回 `true`；否则返回 `false`。

基类的实现没有做任何事情并返回了 `false`。

如果实现自己的模型，要支持删除，则可以重新实现此函数。另外，您可以提供自己的 API 来更改数据。

另外参阅：`removeColumn()`、`removeRows()`、`insertColumns()`、`beginRemoveColumns()` 和 `endRemoveColumns()`。

```
bool QAbstractItemModel::removeRow(int row, const QModelIndex &parent = QModelIndex())
```

从指定的父项 `parent` 的子项中删除给定的行 `row`。

如果删除了该行，则返回 `true`；否则返回 `false`。

这是一个调用 `removeRows()` 的便利函数。QAbstractItemModel 的 `removeRows()` 的实现不做任何事情。

另外参阅：`removeRows()`、`removeColumn()` 和 `insertRow()`。

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::removeRows(int row, int count, const
QModelIndex &parent = QModelIndex())
```

在支持此功能的模型上，从模型中删除以父项 `parent` 下给定列 `row` 开头的 `count` 行。

如果行被成功删除，返回 `true`；否则返回 `false`。

基类的实现没有做任何事情并返回了 `false`。

如果实现自己的模型，要支持删除，则可以重新实现此函数。另外，您可以提供自己的 API 来更改数据。

另外参阅：`removeRow()`、`removeColumns()`、`insertColumns()`、`beginRemoveRows()` 和 `endRemoveRows()`。

```
[virtual] QHash<int, QByteArray> QAbstractItemModel::roleNames() const
```

返回模型的角色名称。

Qt 设置的默认角色名是：

Qt Role	QML Role Name
Qt::DisplayRole	display
Qt::DecorationRole	decoration
Qt::EditRole	edit
Qt::ToolTipRole	toolTip
Qt::StatusTipRole	statusTip
Qt::WhatsThisRole	whatsThis

另请参阅：`removeRow()`、`removeColumns()`、`insertColumns()`、`beginRemoveRows()` 和 `endRemoveRows()`。

该函数在 Qt4.6 中被引入。

另请参阅：`setRoleNames()`。

```
[pure virtual] int QAbstractItemModel::rowCount(const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const
```

返回给定父节点 `parent` 下的行数。当父节点有效时，这意味着 `rowCount` 返回父节点的子节点数。

注意：在实现基于表的模型时，当父节点有效时，`rowCount()` 应该返回 0。

另请参阅：`setSupportedDragActions()`、`Qt::DropActions` 和在项视图图中使用拖放。

注意：该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅: Q_INVOKABLE。

另请参阅: columnCount()。

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::setData(const QModelIndex &index, const
QVariant &value, int role = Qt::EditRole)
```

将索引 `index` 处的项的角色数据设置为 `value`。

成功返回 `true`; 否则返回 `false`。

如果数据被成功设置, 应该发出 `dataChanged()` 信号。

基类的实现返回 `false`。对于可编辑的模型来说, 该函数和 `data()` 必须被实现。

注意: 该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅: Q_INVOKABLE。

另请参阅: Qt::ItemDataRole、`data()` 和 `itemData()`。

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::setHeaderData(int section, Qt::Orientation
orientation, const QVariant &value, int role = Qt::EditRole)
```

设置指定 `section`、`orientation` 和 `role` 标题的数据为 `value`。

标题数据更新完成, 返回 `true`; 否则返回 `false`。

在重新实现此函数时, 必须显式发出 `headerDataChanged()` 信号。

注意: 该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅: Q_INVOKABLE。

另请参阅: Qt::ItemDataRole 和 `headerData()`。

```
[virtual] bool QAbstractItemModel::setItemData(const QModelIndex &index,
const QMap<int, QVariant> &roles)
```

对于每个 `Qt::ItemDataRole`, 将索引 `index` 处的项目的角色数据设置为角色中的关联值。

设置成功, 返回 `true`; 否则返回 `false`。

不在角色中的角色将不会被修改。

另请参阅: `setData()`、`data()` 和 `itemData()`。

```
[virtual] QModelIndex QAbstractItemModel::sibling(int row, int column,
const QModelIndex &) const
```

返回索引 `index` 项的行和列上的同级索引, 如果该位置上没有同级索引, 则返回无效的 `QModelIndex`。

`sibling()` 只是一个便捷函数, 它找到项的父项, 并使用它来检索指定行和列中子项的索引。

可以选择性地重写此方法以进行特定于实现的优化。

注意: 该函数可以通过元对象系统和 QML 调用。

另请参阅: Q_INVOKABLE。

另请参阅: `index()`、`QModelIndex::row()` 和 `QModelIndex::column()`。

```
[virtual] void QAbstractItemModel::sort(int column, Qt::SortOrder order  
= Qt::AscendingOrder)
```

按给定顺序 `order` 按列 `column` 对模型进行排序。

基类实现不执行任何操作。

```
[virtual] QSize QAbstractItemModel::span(const QModelIndex &index) const
```

返回由索引 `index` 表示的项的行和列跨度。

注意: 目前没有使用 `span`。

```
[virtual] Qt::DropActions QAbstractItemModel::supportedDragActions() const
```

返回此模型中数据支持的操作。

默认实现返回 `supportedDropActions()`。如果希望支持其他操作, 请重新实现此函数。

当发生拖动时, `QAbstractItemView::startDrag()` 使用 `supportedDragActions()` 作为默认值。

注意: 目前没有使用 `span`。

另请参阅: `setSupportedDragActions()`、`Qt::DropActions` 和在项视图中使用拖放。

```
[virtual] Qt::DropActions QAbstractItemModel::supportedDropActions() const
```

返回此模型支持的放置动作。

默认实现返回 `Qt::CopyAction`。如果希望支持其他操作, 请重新实现此函数。您还必须重新实现 `dropMimeData()` 函数来处理额外的操作。

该函数在 Qt4.2 中被引入。

另请参阅: `dropMimeData()`、`Qt::DropActions` 和在项视图中使用拖放。

第九章 QAbstractSocket

QAbstractSocket 类是 Qt 中 Socket 通信类的基类，被 QTcpSocket 和 QUdpSocket 等类继承。QAbstractSocket 类为所有的 socket 通信类提供了最基本的功能。

属性	方法
头文件	#include<QAbstractSocket>
qmake	QT+=network
父类	QIODevice
子类	QTcpSocket、QUdpSocket

9.1 公共成员类型

类型	方法
enum	BindFlag ShareAddress, DontShareAddress, ReuseAddressHint, DefaultForPlatform
flags	BindMode
enum	NetworkLayerProtocol IPv4Protocol, IPv6Protocol, AnyIPProtocol, UnknownNetworkLayerProtocol
enum	PauseMode PauseNever, PauseOnSslErrors
flags	PauseModes
enum	SocketError ConnectionRefusedError, RemoteHostClosedError, HostNotFoundError, SocketAccessError, SocketResourceError, ..., UnknownSocketError
enum	SocketOption LowDelayOption, KeepAliveOption, MulticastTtlOption, MulticastLoopbackOption, TypeOfServiceOption, ..., PathMtuSocketOption
enum	SocketState UnconnectedState, HostLookupState, ConnectingState, ConnectedState, BoundState, ..., ListeningState
enum	SocketType TcpSocket, UdpSocket, SctpSocket, UnknownSocketType

9.2 公共成员函数

类型	函数名
----	-----

	QAbstractSocket(QAbstractSocket::SocketType socketType, QObject *parent)
virtual	~QAbstractSocket()
void	abort()
bool	bind(const QHostAddress &address, quint16 port = 0, QAbstractSocket::BindMode mode = DefaultForPlatform)
bool	bind(quint16 port = 0, QAbstractSocket::BindMode mode = DefaultForPlatform)
virtual void	connectToHost(const QString &hostName, quint16 port, QIODevice::OpenMode openMode = ReadWrite, QAbstractSocket::NetworkLayerProtocol protocol = AnyIPProtocol)
virtual void	connectToHost(const QHostAddress &address, quint16 port, QIODevice::OpenMode openMode = ReadWrite)
virtual void	disconnectFromHost()
QAbstractSocket::SocketError	error() const
bool	flush()
bool	isValid() const
QHostAddress	localAddress() const
quint16	localPort() const
QAbstractSocket::PauseMode	pauseMode() const
QHostAddress	peerAddress() const
QString	peerName() const
quint16	peerPort() const
QString	protocolTag() const
QNetworkProxy	proxy() const
qint64	readBufferSize() const
virtual void	resume()
void	setPauseMode(QAbstractSocket::PauseModes pauseMode)
void	setProtocolTag(const QString &tag)
void	setProxy(const QNetworkProxy &networkProxy)
virtual void	setReadBufferSize(qint64 size)
virtual bool	setSocketDescriptor(qintptr socketDescriptor, QAbstractSocket::SocketState socketState = ConnectedState, QIODevice::OpenMode openMode = ReadWrite)
virtual void	setSocketOption(QAbstractSocket::SocketOption option, const QVariant &value)

virtual qintptr	socketDescriptor() const
virtual QVariant	socketOption(QAbstractSocket::SocketOption option)
QAbstractSocket::SocketType	socketType() const
QAbstractSocket::SocketState	state() const
virtual bool	waitForConnected(int msec = 30000)
virtual bool	waitForDisconnected(int msec = 30000)

9.3 重载公共成员函数

类型	函数名
virtual bool	atEnd() const override
virtual qint64	bytesAvailable() const override
virtual qint64	bytesToWrite() const override
virtual bool	canReadLine() const override
virtual void	close() override
virtual bool	isSequential() const override
virtual bool	waitForBytesWritten(int msec = 30000) override
virtual bool	waitForReadyRead(int msec = 30000) override

9.4 信号

类型	函数名
void	connected()
void	disconnected()
void	errorOccurred(QAbstractSocket::SocketError socketError)
void	hostFound()
void	proxyAuthenticationRequired(const QNetworkProxy &proxy, QAuthenticator *authenticator)
void	stateChanged(QAbstractSocket::SocketState socketState)

9.5 保护成员函数

类型	函数名
void	setLocalAddress(const QHostAddress &address)
void	setLocalPort(quint16 port)
void	setPeerAddress(const QHostAddress &address)
void	setPeerName(const QString &name)
void	setPeerPort(quint16 port)
void	setSocketError(QAbstractSocket::SocketError socketError)
void	setSocketState(QAbstractSocket::SocketState state)

重载保护成员函数

类型	函数名
virtual qint64	readData(char *data, qint64 maxSize) override
virtual qint64	readLineData(char *data, qint64 maxlen) override
virtual qint64	writeData(const char *data, qint64 size) override

9.6 详细介绍

QAbstractSocket 类是 QTcpSocket 类和 QUdpSocket 类的基类，包含了这两个类所有的常规功能。您可以通过以下两种方法使用一个套接字（Socket）：

- 实例化一个 QTcpSocket 或者 QUdpSocket 对象
- 声明一个自定义套接字描述符，实例化 QAbstractSocket，然后调用 setSocketDescriptor() 函数包装该自定义套接字描述符。

TCP（传输控制协议）是一种可靠的，面向流，面向连接的传输协议。UDP（用户数据报协议）是一种不可靠的，面向数据报的无连接协议。实际上，这意味着 TCP 更适合于连续数据传输，而当可靠性不重要时，可以使用更轻量的 UDP。

QAbstractSocket 的 API 统一了这两种协议之间的大部分差异。例如，尽管 UDP 是无连接的，但 connectToHost() 为 UDP 套接字建立了虚拟连接，使您可以忽略底层协议，以几乎相同的方式使用 QAbstractSocket 类。在 QAbstractSocket 类的内部实现中，QAbstractSocket 记录了传递给 connectToHost() 的地址和端口，并且能在调用 read() 和 write() 之类的成员函数时使用这些值。

任何情况下，QAbstractSocket 类都有一个状态（state，该值可以由 state() 成员函数的返回值获得）。初始状态为未连接（QAbstractSocket::UnconnectedState）状态。调用 connectToHost() 成员函数连接主机后，套接字会首先进入寻找主机（QAbstractSocket::HostLookupState）状态。如果找到了主机，则 QAbstractSocket 会进入连接中（QAbstractSocket::ConnectingState）状态，并发送 hostFound() 信号。建立连接后，它将进入已连接（QAbstractSocket::ConnectedState）状态并发送 connected() 信号。如果在以上列出任何阶段发生了错误，则会发出 errorOccurred() 信号。每当状态发生更改时，

`QAbstractSocket` 都会发出 `stateChanged()` 信号。为方便起见, 当套接字已准备好进行读取和写入数据操作时, `isValid()` 成员函数的返回值为 `true`。但是要注意一下, 在进行读写操作之前, 套接字的状态必须为已连接 (`QAbstractSocket :: ConnectedState`) 状态。

您可以通过调用 `read()` 或 `write()` 来进行数据读写操作, 同时为了方便进行特殊的数据读入操作, 您还可以使用 `QAbstractSocket` 的父类 `QIODevice` 提供的成员函数 `readLine()` 和 `readAll()`。当我们需要以字节为单位进行数据读写操作时, 可以使用 `QAbstractSocket` 的父类 `QIODevice` 提供的成员函数 `getChar()`, `putChar()` 和 `ungetChar()`。待数据写入套接字后, `QAbstractSocket` 会发出继承自父类 `QIODevice` 的信号 `bytesWritten()`。请特别注意一下, Qt 并不限制写缓冲区的大小。您可以通过监听 `bytesWritten()` 信号来监视其大小。

每当有新的数据块到达时, `QAbstractSocket` 都会发出继承自父类 `QIODevice` 的信号 `readyRead()`。您可以通过 `bytesAvailable()` 成员函数的返回值来获得当前读取缓冲区中可读取的字节数。通常来讲, 您可以将 `readyRead()` 信号与一个槽函数相连接, 然后在该槽函数中读取所有可用的数据。如果您不一次性读取所有数据, 则其余数据以后仍可以读取, 并且任何新的传入数据都将追加到 `QAbstractSocket` 的内部读取缓冲区中。您可以通过调用 `setReadBufferSize()` 成员函数来限制读取缓冲区的大小。

您可以通过调用 `disconnectFromHost()` 成员函数关闭套接字。调用 `disconnectFromHost()` 成员函数后, `QAbstractSocket` 会进入关闭中 (`QAbstractSocket :: ClosingState`) 状态。待所有未处理数据写入套接字后, `QAbstractSocket` 将关闭套接字, 进入未连接 (`QAbstractSocket :: UnconnectedState`) 状态, 并发送 `disconnected()` 信号。如果要立即中止连接, 并丢弃所有未处理数据, 请调用 `abort()` 成员函数。如果远程主机关闭了该连接, `QAbstractSocket` 将发出 `errorOccurred(QAbstractSocket :: RemoteHostClosedError)` 错误信号, 在此期间套接字状态仍为已连接 (`QAbstractSocket :: ConnectedState`) 状态, 此后将发送 `disconnected()` 信号。

您可以通过调用 `peerPort()` 和 `peerAddress()` 成员函数来获取已连接的对等方的端口和地址。`peerName()` 成员函数则会返回传递给 `connectToHost()` 的对等方的主机名。另外, `localPort()` 和 `localAddress()` 成员函数可返回本地套接字的端口和地址。

`QAbstractSocket` 提供了一组函数, 这些函数可以挂起调用线程, 直到发出某些信号为止。这些函数可用于实现阻塞套接字:

- `waitForConnected()` 阻塞套接字直到一个新的连接建立
- `waitForReadyRead()` 阻塞套接字直到有新的数据可以读取
- `waitForBytesWritten()` 阻塞套接字直到一个有效的荷载数据写入到了套接字
- `waitForDisconnected()` 阻塞套接字直到连接已经关闭

Qt 官方提供了如下示例:

```
int numRead = 0, numReadTotal = 0;
char buffer[50];

forever {
    numRead = socket.read(buffer, 50);

    // do whatever with array

    numReadTotal += numRead;
    if (numRead == 0 && !socket.waitForReadyRead())
        break;
```

}

`waitForReadyRead()` 成员函数返回值为 `false`，则说明连接已关闭或发生了错误。

使用阻塞套接字进行编程与使用非阻塞套接字进行编程完全不同。阻塞套接字不需要有一个事件循环，这通常可以简化代码。但是，在 GUI 应用程序中，阻塞套接字只能在非 GUI 线程中使用，以避免冻结用户界面。有关这两种方法的概述，请参见 `fortuneclien` 和 `blockingfortuneclient` 示例。

注意：Qt 官方并不推荐将阻塞函数与信号一起使用。

`QAbstractSocket` 可以与 `QTextStream` 和 `QDataStream` 的流运算符 (`operator«()` 和 `operator»()`) 一起使用。但是，有一个问题需要注意：在尝试使用 `operator»()` 读取数据之前，必须确保有足够的可用数据。

另请参阅：`QNetworkAccessManager` 类和 `QTcpServer`。

.....

成员类型文档

`enum QAbstractSocket::BindFlag | flags QAbstractSocket::BindMode` 该枚举描述了一些不同的标志，这些标志可以传递为 `bind()` 成员函数的参数，指定了不同的主机绑定模式。

常量	值	描述
<code>QAbstractSocket::ShareAddress</code>	<code>0x00000000</code>	允许其他服务绑定到相同的地址和端口。在多个进程通过侦听相同的地址和端口来分担单个服务的负载的情况下（例如，具有多个预分支侦听器的 Web 服务器可以大大缩短响应时间），该模式十分有效。但是，由于该模式下允许任何服务对主机进行重新绑定，因此此选项存在着安全隐患。请注意，您还可以允许您的服务重新绑定现有的共享地址通过将此选项与 <code>QAbstractSocket::ReuseAddressHint</code> 结合使用。在 Unix 上，这等效于 <code>SO_REUSEADDR</code> 套接字选项。在 Windows 上，这是默认行为，因此将忽略此选项。
<code>QAbstractSocket::DontShareAddress</code>	<code>0x00000001</code>	绑定主机时独占地址和端口，不允许其他服务重新绑定。将此选项作为 <code>QAbstractSocket::bind()</code> 参数，可以确保在绑定主机成功后，您当前的服务是唯一侦听指定地址和端口的服务。即使其他服务通过指定 <code>QAbstractSocket::ReuseAddressHint</code> 模式来绑定服务，这个操作也是不允许的。该模式相比 <code>QAbstractSocket::ShareAddress</code> 提供了更高的安全性，但是在某些操作系统上，它要求您以管理员权限运行该服务。在 Unix 和 macOS 上，独占地址和端口是绑定主机的默认行为，因此该选项将被忽略。在 Windows 上，此选项使用 <code>SO_EXCLUSIVEADDRUSE</code> 套接字选项。
<code>QAbstractSocket::ReuseAddressHint</code>	<code>0x00000002</code>	示意 <code>QAbstractSocket</code> 即使地址和端口已被另一个套接字绑定，它也应尝试重新绑定服务。在 Windows 和 Unix 上，这等效于 <code>SO_REUSEADDR</code> 套接字选项。
<code>QAbstractSocket::DefaultForPlatform</code>	<code>0x00000003</code>	使用当前平台的默认模式。在 Unix 和 macOS 上，这等效于 (<code>QAbstractSocket::DontShareAddress + QAbstractSocket::ReuseAddressHint</code>)，在 Windows 上，它等效于 <code>QAbstractSocket::ShareAddress</code> 。

该枚举最初在 Qt5.0 版本引入。

`BindMode` 类型是 `typedef QFlags <BindFlag>` 生成的用户自定义类型。它存储着 `BindFlag` 值的 OR 组合。

```
enum QAbstractSocket::NetworkLayerProtocol
```

该枚举描述了 Qt 中可以使用的网络层协议

常量	值	描述
<code>QAbstractSocket::IPv4Protocol</code>	0	IPv4
<code>QAbstractSocket::IPv6Protocol</code>	1	IPv6
<code>QAbstractSocket::AnyIPProtocol</code>	2	IPv4 或 IPv6
<code>QAbstractSocket::UnknownNetworkLayerProtocol</code>	-1	除 IPv4 和 IPv6 之外的协议

另请参阅: `QHostAddress::protocol()`。

```
enum QAbstractSocket::PauseMode | flags QAbstractSocket::PauseModes
```

该枚举描述了套接字在什么情况下该停止传输中的数据。

当前 Qt 支持的唯一通知是 `QSslSocket::sslErrors()`。

常量	值	描述
<code>QAbstractSocket::PauseNever</code>	0x0	“永远”不暂停套接字上的数据传输。该模式是默认设置，符合 Qt 4 的标准。
<code>QAbstractSocket::PauseOnSslErrors</code>	0x1	收到 SSL 错误（即 <code>QSslSocket::sslErrors()</code> ）的通知后，暂停套接字上的数据传输。

该枚举最初在 Qt5.0 版本引入。

`PauseModes` 类型是 `typedef QFlags<PauseMode>` 生成的用户自定义类型。它储存着 `PauseMode` 值的 OR 组合。

```
enum QAbstractSocket::SocketError
```

该枚举描述了常见的套接字错误。

常量	值	描述
<code>QAbstractSocket::ConnectionRefusedError</code>	0	连接被对方拒绝（或连接超时）。
<code>QAbstractSocket::RemoteHostClosedError</code>	1	远程主机关闭了连接。请注意，在发送远程主机连接关闭的通知后，客户端套接字（即此套接字）将被关闭。
<code>QAbstractSocket::HostNotFoundError</code>	2	未能找到主机地址。
<code>QAbstractSocket::SocketAccessError</code>	3	程序没有权限来进行特定的套接字操作
<code>QAbstractSocket::SocketResourceError</code>	4	本地系统资源不足（例如本地系统使用了过多的套接字）。
<code>QAbstractSocket::SocketTimeoutError</code>	5	套接字操作超时。
<code>QAbstractSocket::DatagramTooLargeError</code>	6	数据报大于操作系统的限制（该限制可以低至 8192 字节）。

QAbstractSocket::NetworkError	7	网络发生错误（例如网线断开）。
QAbstractSocket::AddressInUseError	8	QAbstractSocket::bind() 指定的主机地址已被另一个套接字使用独占模式绑定。
QAbstractSocket::SocketAddressNotAvailableError	9	QAbstractSocket::bind() 指定的主机地址不属于主机。
QAbstractSocket::UnsupportedSocketOperationError	10	本地操作系统不支持请求的套接字操作（例如，缺少 IPv6 支持）。
QAbstractSocket::ProxyAuthenticationRequiredError	12	套接字正在使用代理，并且代理需要身份验证。
QAbstractSocket::SslHandshakeFailedError	13	SSL / TLS 握手失败，因此连接已关闭（仅在 QSslSocket 中使用）。
QAbstractSocket::UnfinishedSocketOperationError	15	仅由 QAbstractSocketEngine 使用，上一次尝试的操作尚未完成（仍在后台进行）。
QAbstractSocket::ProxyConnectionRefusedError	16	代理服务器拒绝了连接。
QAbstractSocket::ProxyConnectionClosedError	15	与代理服务器的连接意外关闭（在建立与对方的最终连接之前）。
QAbstractSocket::ProxyConnectionTimeoutError	16	与代理服务器的连接超时或代理服务器在身份验证阶段停止响应。
QAbstractSocket::ProxyNotFoundError	17	找不到使用 setProxy()（或应用程序代理）设置的代理地址。
QAbstractSocket::ProxyProtocolError	18	与代理服务器通信失败，因为无法理解来自代理服务器的响应，这通常是代理服务协议错误的锅。
QAbstractSocket::OperationError	19	套接字所处的状态不允许该操作
QAbstractSocket::SslInternalError	20	使用的 SSL 库出现内部错误。这可能是由于 SSL 库安装错误或配置错误造成的。
QAbstractSocket::SslInvalidUserDataError	21	提供了无效的数据（证书，密钥，密码等），其使用导致 SSL 库出现错误。
QAbstractSocket::TemporaryError	22	发生临时错误（例如，操作将阻塞套接字，而套接字未阻塞）。
QAbstractSocket::UnknownSocketError	-1	神了，出现了一个未知错误。

另请参阅：QAbstractSocket::error() 和 QAbstractSocket::errorOccurred()。

.....

```
enum QAbstractSocket::SocketOption
```

该枚举表示可以在套接字上设置的选项。如果需要设置这些选项，您可以在套接字接收到 `connected()` 信号之后，或者在 `QTcpServer` 接收到新的套接字之后，对它们进行设置。

常量	值	描述
<code>QAbstractSocket::LowDelayOption</code>	0	尝试优化套接字以降低延迟。对于 <code>QTcpSocket</code> 和 <code>QUdpSocket</code> 有效。
<code>QAbstractSocket::KeepAliveOption</code>	1	将此设置为 1 以启用 <code>SO_KEEPALIVE</code> 。
<code>QAbstractSocket::MulticastTtlOption</code>	2	将此设置为整数值以设置 <code>IP_MULTICAST_TTL</code> 。
<code>QAbstractSocket::MulticastLoopbackOption</code>	3	将此设置为 1 以启用 <code>IP_MULTICAST_LOOP</code> 。
<code>QAbstractSocket::TypeOfServiceOption</code>	4	Windows 不支持此选项。这映射到 <code>IP_TOS</code> 。
<code>QAbstractSocket::SendBufferSizeOption</code>	5	在操作系统级别设置套接字发送缓冲区的大小。
<code>QAbstractSocket::ReceiveBufferSizeOption</code>	6	在操作系统级别设置套接字接收缓冲区的大小。
<code>QAbstractSocket::PathMtuSocketOption</code>	7	检索 IP 堆栈当前已知的路径最大传输单元。

`TypeOfServiceOption` 可能的可取值（优先级）：

值	描述
224	Network control（网络控制）
192	Internetwork control（互联网络控制）
160	CRITIC/ECP（至关重要）
128	Flash override（火速覆盖）
96	Flash（火速）
64	Immediate（立即）
32	Priority（主要）
0	Routine（常规）

该枚举最初在 Qt4.6 版本引入。

另请参阅：`QAbstractSocket::setSocketOption()` 和 `QAbstractSocket::socketOption()`。

.....

`enum QAbstractSocket::SocketState` 该枚举描述了套接字不同的状态。

常量	值	描述
<code>QAbstractSocket::UnconnectedState</code>	0	套接字未连接。
<code>QAbstractSocket::HostLookupState</code>	1	套接字正在查询主机。
<code>QAbstractSocket::ConnectingState</code>	2	套接字开始建立连接。
<code>QAbstractSocket::ConnectedState</code>	3	新的连接已建立。
<code>QAbstractSocket::BoundState</code>	4	套接字已绑定到一个地址和端口。
<code>QAbstractSocket::ClosingState</code>	6	套接字即将关闭（数据可能仍在等待写入）。
<code>QAbstractSocket::ListeningState</code>	5	套接字仅限内部使用。

另请参阅：`QAbstractSocket::state()`。

.....

`enum QAbstractSocket::SocketType`

该枚举描述了传输层的协议。

常量	值	描述
QAbstractSocket::TcpSocket	0	TCP
QAbstractSocket::UdpSocket	1	UDP
QAbstractSocket::SctpSocket	2	SCTP
QAbstractSocket::UnknownSocketType	-1	除 TCP, UDP 和 SCTP 外的协议

另请参阅: `QAbstractSocket::socketType()` 。

.....

9.7 成员函数文档

`QAbstractSocket::QAbstractSocket(QAbstractSocket::SocketType socketType, QObject *parent)`

创建一个新抽象套接字 `socketType` 。函数中父对象的参数传递给 `QObject` 的构造函数。

这就是它的构造函数嘛, 没啥好说的。另外由于 `QAbstractSocket` 类继承自 `QObject` 类, 应注意在 `QAbstractSocket` 类构造函数中调用一下父类 `QObject` 类的构造函数。

另请参阅: `socketType()` 、`QTcpSocket` 和 `QUdpSocket` 。

[SIGNAL] `void QAbstractSocket::connected()`

`connectToHost()` 调用并成功建立一个连接后, `QAbstractSocket` 类将发送 `connected()` 信号。

注意: 在某些操作系统上, `connected()` 信号可能直接从 `connectToHost()` 调用发出, 以连接到本地主机。

另请参阅: `connectToHost()` 和 `disconnected()`。

.....

[SIGNAL] `void QAbstractSocket::disconnected()`

套接字断开后会发送该信号。

警告: 如果您想在与这个信号相连接的槽函数中删除信号的发送者 (`sender()`), 请使用 `deleteLater()` 函数。

另请参阅: `connectToHost()` 、`disconnectFromHost()` 和 `abort()`。

.....

[SIGNAL] `void QAbstractSocket::errorOccurred(QAbstractSocket::SocketError socketError)`

当套接字遇到错误时会发送该信号。 `socketError` 参数描述了该错误类型。

发出此信号后, 套接字可能并未准备好进行重新连接。在这种情况下, 我们应尝试从事件循环中进行重新连接。例如我们可以调用一个 `QTimer::singleShot()`, 并将 0 作为时间间隔。

请注意, `QAbstractSocket :: SocketError` 并不是 Qt 预注册好的元类型。因此如果您要在队列连接 (queued connections) 模式的信号与槽的连接中传递该类型的参数, 您必须使用 `Q_DECLARE_METATYPE()` 和 `qRegisterMetaType()` 注册它为元类型。

该函数在 Qt5.15 版本引入。

另请参阅: `error()`、`errorString()` 和 `Creating Custom Qt Types`。

[SIGNAL] `void QAbstractSocket::hostFound()`

在 `QAbstractSocket` 调用 `connectToHost()` 函数并成功找到主机后, 它将发送该消息。

注意: 从 Qt 4.6.3 开始, 由于可能已缓存 DNS 结果, 因此 `QAbstractSocket` 可能直接在调用 `connectToHost()` 时发送 `hostFound()` 信号。

另请参阅: `connectd()`。

[SIGNAL] `void QAbstractSocket::proxyAuthenticationRequired(const QNetworkProxy &proxy, QAuthenticator *authenticator)`

套接字连接的代理服务期需要身份验证时会发送该消息。您可以用所需的详细信息填充 `authenticator` 对象, 以便代理服务期进行身份验证并继续连接。

注意: 如果信号返回时未使用新信息填充 `authenticator`, 则连接将失败, 因此您不能使用队列连接模式 (`QueuedConnection`) 连接到该信号。

该函数首次在 Qt4.3 版本引入。

另请参阅: `QAuthenticator` 和 `QNetworkProxy`。

[SIGNAL] `void QAbstractSocket::stateChanged(QAbstractSocket::SocketState socketState)`

`QAbstractSocket` 状态发生改变后会发送该信号。`socketState` 参数记录了新的状态。

注意: `QAbstractSocket::SocketState` 并不是 Qt 预注册好的元类型。因此如果您要在队列连接 (queued connections) 模式的信号与槽的连接中传递该类型的参数, 您必须使用 `Q_DECLARE_METATYPE()` 和 `qRegisterMetaType()` 注册它为元类型。

另请参阅: `state()` 和 `Create Custom Qt Types`。

[virtual] `QAbstractSocket::~~QAbstractSocket()`

析构函数, 销毁套接字。

`void QAbstractSocket::abort()`

中止当前连接并重置套接字。与 `disconnectFromHost()` 不同, 此函数会立即关闭套接字, 并丢弃写缓冲区中的所有未处理数据。

另请参阅: `disconnectFromHost()` 和 `close()`。

[override virtual] `bool QAbstractSocket::atEnd() const`

该函数重写了父类 `QIODevice` 的类成员函数 `QIODevice::atEnd() const`。

如果当前没有更多数据可读取, 则返回 `true`, 否则返回 `false`。

在循环中从套接字读取数据时, 最常使用此功能。例如:

```
// This slot is connected to QAbstractSocket::readyRead()
void SocketClass::readyReadSlot()
{
    while (!socket.atEnd()) {
        QByteArray data = socket.read(100);
        ....
    }
}
```

另请参阅: `bytesAvailable()` 和 `readyRead()` 。

.....

```
bool QAbstractSocket::bind(const QHostAddress &address, quint16 port =
0, QAbstractSocket::BindMode mode = DefaultForPlatform)
```

使用 `mode` 指定的 `QAbstractSocket::BindMode` 模式绑定到 `address` 和 `port` 指定的地址和端口上。

对于 UDP 套接字来说, 在使用 `bind()` 绑定主机后, 只要 UDP 数据报到了达指定的地址和端口, 就会发出 `QUdpSocket::readyRead()` 的信号。因此, 此功能对于编写 UDP 服务器很有用。

对于 TCP 套接字来说, 此功能可用于指定将哪个接口用于传出连接, 这在多个网络接口的情况下很有用。

默认情况下, `QAbstractSocket` 会使用 `DefaultForPlatform BindMode` 模式绑定套接字。如果未指定端口 `port`, 则 `QAbstractSocket` 会选择一个随机端口。

成功后, 函数返回 `true`, 套接字进入已绑定 (`BoundState`) 状态; 否则返回 `false` 。

该函数最初在 Qt5.0 版本引入。

```
bool QAbstractSocket::bind(quint16 port = 0, QAbstractSocket::BindMode
mode = DefaultForPlatform)
```

重载 `bind()` 函数。

该函数会使用 `mode` 指定的 `QAbstractSocket::BindMode` 模式绑定到主机上的任何地址 (`QHostAddress:Any`) 和 `port` 指定的端口上。

默认情况下, `QAbstractSocket` 会使用 `DefaultForPlatform BindMode` 模式绑定套接字。如果未指定端口 `port`, 则 `QAbstractSocket` 会选择一个随机端口。

该函数最初在 Qt5.0 版本引入。

```
[override virtual] qint64 QAbstractSocket::bytesAvailable() const
```

该函数重写了父类 `QIODevice` 的类成员函数 `QIODevice::bytesAvailable() const` 。

返回等待读取的传入字节数。

另请参阅: `bytesToWrite()` 和 `read()` 。

```
[override virtual] qint64 QAbstractSocket::bytesToWrite() const
```

该函数重写了父类 `QIODevice` 的类成员函数 `QIODevice::bytesToWrite() const` 。

返回等待写入的字节数。当控制权返回事件循环或调用 `flush()` 时，这些字节将会被写入。

另请参阅: `bytesAvailable()` 和 `flush()` 。

```
[override virtual] bool QAbstractSocket::canReadLine() const
```

该函数重写了父类 `QIODevice` 的类成员函数 `QIODevice::canReadLine() const` 。

如果能从该套接字中读取一行数据时返回 `true`，否则返回 `false` 。

另请参阅: `readLine()` 。

```
[override virtual] void QAbstractSocket::close()
```

该函数重写了父类 `QIODevice` 的类成员函数 `QIODevice::close()` 。

关闭套接字的 I/O 设备并调用 `disconnectFromHost()` 来关闭套接字的连接。

您可以阅读 `QIODevice::close()` 的介绍来查阅关闭 I/O 设备时发生的操作。

另请参阅: `abort()` 。

```
[virtual] void QAbstractSocket::connectToHost(const QString &hostName,  
quint16 port, QIODevice::OpenMode openMode = ReadWrite, QAbstractSocket::NetworkLayer  
protocol = AnyIPProtocol)
```

尝试连接到远程主机 `hostname` 的给定端口 `port`。`protocol` 参数可用于指定要使用的网络协议（例如 IPv4 或 IPv6）。

使用 `openMode` 给定的模式打开套接字并进入寻找主机 (`HostLookupState`) 状态, 然后 `QAbstractSocket` 开始执行主机名查找操作。成功查找到主机名后, `QAbstractSocket` 会发出 `hostFound()` 信号, 并进入连接中 (`ConnectingState`) 状态。接着 `QAbstractSocket` 会尝试连接到上一部查找主机后返回的一个或多个地址。最终建立连接后, `QAbstractSocket` 会进入已连接 (`ConnectedState`) 并发送 `connectd()` 信号。

在以上的任意一阶段中遇到错误, 套接字都会发送 `errorOccurred()` 信号。

`hostName` 参数可以是一个字符串形式的 IP 地址（例如“49.195.83.32”），也可以是一个主机名（例如“example.com”）。`QAbstractSocket` 仅在需要时才会进行查找。`port` 端口参数按本机字节顺序。

另请参阅: `state()`、`peerName()`、`peerAddress()`、`peerPort()` 和 `waitForConnected()`。

```
[virtual] void QAbstractSocket::connectToHost(const QHostAddress &address,  
quint16 port, QIODevice::OpenMode openMode = ReadWrite)
```

重载 `connectToHost()` 函数。

尝试连接到远程主机 `hostname` 的给定端口 `port` 。

```
[virtual] void QAbstractSocket::disconnectFromHost()
```

尝试关闭套接字。如果还有未处理的数据等待写入, `QAbstractSocket` 会进入正在关闭 (`ClosingState`) 状态并等待所有数据被写入后再关闭套接字。最终 `QAbstractSocket` 会进入未连接 (`UnconnectedState`) 状态并发送 `disconnected()` 信号。

另请参阅: `connectToHost()`。

```
QAbstractSocket::SocketError QAbstractSocket::error() const
```

返回最后一个错误的类型。

另请参阅: `state()` 和 `errorString()`。

```
bool QAbstractSocket::flush()
```

该函数尽可能多的在不阻塞套接字的前提下将数据从内部写入缓冲区写入基础网络套接字。如果写入了任何数据, 则此函数返回 `true` , 否则返回 `false` 。

可成功写入的字节数取决于操作系统。请仅在需要 `QAbstractSocket` 立即开始发送缓冲的数据的情况下调用此函数。在大多数情况下, 您不需要调用此函数, 因为一旦控制权返回事件循环, `QAbstractSocket` 将自动开始发送数据。在没有事件循环的情况下, 请改为调用 `waitForBytesWritten()` 。

另请参阅: `write()` 和 `waitForBytesWritten()`。

```
[override virtual] bool QAbstractSocket::isSequential() const
```

该函数重写了父类 `QIODevice` 的类成员函数 `QIODevice::isSequential()` 。

```
bool QAbstractSocket::isValid() const
```

如果套接字有效并且可以使用, 则返回 `true` , 否则返回 `false` 。

注意: 在进行读写操作之前, 套接字必须处于已连接 (`ConnectedState`) 状态。

另请参阅: `state()`。

```
QHostAddress QAbstractSocket::localAddress() const
```

如果本地套接字则可用返回主机地址, 否则返回 `QHostAddress::Null` 。

返回的主机地址通常是主机的 IP 地址。但是当套接字连接到本地主机时, 返回的主机地址为 `QHostAddress::LocalAddress`。

另请参阅: `localPort()`、`peerAddress()` 和 `setLocalAddress()`。

```
quint16 QAbstractSocket::localPort() const
```

如果本地套接字可用则按照本地字节顺序返回主机端口, 否则返回 `0`。

另请参阅: `localAddress()`、`peerPort()` 和 `setLocalPort()`。

```
QAbstractSocket::PauseModes QAbstractSocket::pauseMode() const
```

返回该套接字的数据传输暂停模式。

该函数最初在 Qt5.0 版本引入。

另请参阅: `setPauseMode()` 和 `resume()`。

```
QHostAddress QAbstractSocket::peerAddress() const
```

如果套接字处于已连接 (`ConnectedState`) 状态则返回对等端的地址, 否则返回 `QHostAddress::Null` 。

另请参阅: `peerName()`、`peerPort()`、`localAddress()` 和 `setPeerAddress()`。

`QString QAbstractSocket::peerName() const`

返回在 `connectToHost()` 函数中指定的主机名。如果 `connectToHost()` 函数未被调用过则返回一个空的 `QString`。

另请参阅: `peerAddress()`, `peerPort()` 和 `setPeerName()`。

`quint16 QAbstractSocket::peerPort() const`

如果套接字处于已连接 (`ConnectedState`) 状态则返回对等端的端口, 否则返回 `0`。

另请参阅: `peerAddress()`, `localPort()` 和 `setPeerPort()`。

`QString QAbstractSocket::protocolTag() const`

返回此套接字的协议标签。如果设置了协议标签, 则在 `QAbstractSocket` 内部创建协议标签时将其传递给 `QNetworkProxyQuery`, 以指示要使用的协议标签。

该函数最初在 Qt5.13 版本引入。

另请参阅: `setProtocolTag()` 和 `QNetworkProxyQuery`。

`QNetworkProxy QAbstractSocket::proxy() const`

返回该套接字的网络代理。默认情况下套接字会使用 `QNetworkProxy::DefaultProxy`, 套接字会查询应用程序的默认网络代理设置。

该函数最早在 Qt4.1 版本引入。

另请参阅: `setProxy()`、`QNetworkProxy` 和 `QNetworkProxyFactory`。

`qint64 QAbstractSocket::readBufferSize() const`

返回内部读取缓冲区的大小。这限制了客户端在调用 `read()` 或 `readAll()` 之前可以接收的数据量。

读取缓冲区大小为 `0` (默认值) 意味着缓冲区没有大小限制, 从而确保没有数据丢失。

另请参阅: `setReadBufferSize()` 和 `read()`。

`[override virtual protected] qint64 QAbstractSocket::readData(char *data, qint64 maxSize)`

该函数重写了父类 `QIODevice` 的类成员函数 `QIODevice::readData()`。

`[override virtual protected] qint64 QAbstractSocket::readLineData(char *data, qint64 maxlen)`

该函数重写了父类 `QIODevice` 的类成员函数 `QIODevice::readLineData()`。

`[virtual] void QAbstractSocket::resume()`

继续套接字数据传输。仅当将套接字设置为收到暂停的消息后暂停数据传输, 并接收到暂停的消息后暂停了数据传输, 才能使用此方法。当前支持的唯一通知是 `QSslSocket::sslErrors()`。如果套接字未暂停, 则调用此方法将导致未定义的行为 (`undefined behavior`)。

该函数最初在 Qt5.0 版本引入。

另请参阅: `pauseMode()` 和 `setPauseMode()`。


```
[protected] void QAbstractSocket::setLocalAddress(const QHostAddress &address)
```

将套接字连接中本地的地址设置为 `address` 。

套接字连接建立后,您可以在 `QAbstractSocket` 的子类中调用此函数以更改 `localAddress()` 函数的返回值。代理连接通常将此功能用于虚拟连接设置。

注意: 此函数在连接之前不会绑定套接字的本地地址 (例如 `QAbstractSocket :: bind()`)。

该函数最初在 Qt4.1 版本引入。

另请参阅: `localAddress()`, `setLocalPort()` 和 `setPeerAddress()`。

```
[protected] void QAbstractSocket::setLocalPort(quint16 port)
```

将套接字连接中本地的端口设置为 `port` 。

套接字连接建立后, 您可以在 `QAbstractSocket` 的子类中调用此函数以更改 `localPort()` 函数的返回值。代理连接通常将此功能用于虚拟连接设置。

注意: 此函数在连接之前不会绑定套接字的本地端口 (例如 `QAbstractSocket :: bind()`)。

该函数最初在 Qt4.1 版本引入。

另请参阅: `localPort()`, `localAddress()`, `setLocalPort()` 和 `setPeerAddress()`。

```
void QAbstractSocket::setPauseMode(QAbstractSocket::PauseModes pauseMode)
```

设置套接字是否在收到通知后暂停数据传输。`pauseMode` 参数指定套接字暂停的条件。目前唯一支持的暂停套接字数据传输的信号是 `QSSLSocket::sslErrors()` 。如果将套接字暂停模式设置为 `PauseOnSslErrors` , 在接收到 `QSSLSocket::sslErrors()` 信号后套接字上的数据传输将被暂停, 并且需要通过调用 `resume()` 再次显式启用。默认情况下 `QAbstractSocket` 暂停模式为 `PauseNever` 。若要修改暂停模式, 您必须在连接服务器前调用此函数, 否则对此函数的调用将被视为未定义行为。

该函数最初在 Qt5.0 版本引入。

另请参阅: `pauseMode()` 和 `resume()` 。

```
[protected] void QAbstractSocket::setPeerAddress(const QHostAddress &address)
```

设将套接字连接中远程的地址设置为 `address` 。

您可以在 `QAbstractSocket` 的一个子类中去改变 `peerAddress()` 函数的返回值。代理连接通常将此功能用于虚拟连接设置。

该函数最早在 Qt4.1 版本引入。

另请参阅: `peerAddress()`, `setPeerPort()` 和 `setLocalAddress()`。

```
[protected] void QAbstractSocket::setPeerName(const QString &name)
```

设将套接字连接中远程的主机名设置为 `name` 。

套接字连接建立后, 您可以在 `QAbstractSocket` 的子类中调用此函数以更改 `peerName()` 函数的返回值。代理连接通常将此功能用于虚拟连接设置。

该函数最早在 Qt4.1 版本引入。

另请参阅: `peerName()` 。

```
[protected] void QAbstractSocket::setPeerPort(quint16 port)
```

设将套接字连接中远程的端口设置为 `port` 。

套接字连接建立后, 您可以在 `QAbstractSocket` 的子类中调用此函数以更改 `peerPort()` 函数的返回值。代理连接通常将此功能用于虚拟连接设置。

该函数最早在 Qt4.1 版本引入。

另请参阅: `peerPort()` 。

```
void QAbstractSocket::setProtocolTag(const QString &tag)
```

将此套接字的协议标签设置为 `tag` 。

该函数最早在 Qt5.13 版本引入。

另请参阅: `protocolTag()` 。

```
void QAbstractSocket::setProxy(const QNetworkProxy &networkProxy )
```

将此套接字的显式网络代理设置为 `networkProxy` 。

您可以通过指定 `networkProxy` 为 `QNetworkProxy::NoProxy` 以禁止套接字使用代理网络:

```
socket->setProxy(QNetworkProxy::NoProxy);
```

套接字默认使用的代理为 `QNetworkProxy::DefaultProxy` 即套接字会使用应用程序的代理设置, 将代理设置为 `QNetworkProxy::setApplicationProxy` 也可以达到同样的效果。如果您使用 `QNetworkProxyFactory::setApplicationProxyFactory` 设置了 `QNetworkProxy` 插件工厂, 它将使用 `QNetworkProxyQuery::TcpSocket` 类型查询该插件工厂。

该函数最早在 Qt4.1 版本引入。

另请参阅: `proxy()`、`QNetworkProxy` 和 `QNetworkProxyFactory::queryProxy()` 。

```
[virtual] void QAbstractSocket::setReadBufferSize(qint64 size)
```

设置 `QAbstractSocket` 内部读入缓冲区的大小 (字节为单位)。

如果将该缓冲区的大小设置为一个确定的值, `QAbstractSocket` 内部读入缓冲区内的大小超过该值后, 便不会再缓冲数据。与此相反, 缓冲区大小为 0 意味着读缓冲区不受限制, 所有传入数据都将被缓冲, 同时这也是默认值。

该功能在特定的情况下 (例如, 在实时流应用程序中) 读取数据, 或者要保护套接字避免接收过多的数据 (可能最终导致应用程序用尽内存) 很有用。

只有 `QTcpSocket` 使用 `QAbstractSocket` 的内部缓冲区。`QUdpSocket` 根本不使用任何缓冲, 而是依赖于操作系统提供的隐式缓冲。因此, 在 `QUdpSocket` 上调用此函数无效。

另请参阅: `readBufferSize()` 和 `read()` 。

```
[virtual] bool QAbstractSocket::setSocketDescriptor(qintptr socketDescriptor,  
QAbstractSocket::SocketState socketState = ConnectedState, QIODevice::OpenMode openMode = ReadWrite)
```


使用本机套接字描述符 `socketDescriptor` 初始化 `QAbstractSocket`。如果 `socketDescriptor` 为有效的套接字描述符，则返回 `true`，否则返回 `false`。套接字以 `openMode` 指定的模式打开，并进入由 `socketState` 指定的套接字状态。读取和写入缓冲区将会丢弃所有未决数据并清空。

注意：无法使用相同的本机套接字描述符初始化两个抽象套接字。

另请参阅：`socketDescriptor()`。

```
[protected] void QAbstractSocket::setSocketError(QAbstractSocket::SocketError
socketError)
```

将套接字最后一个出现的错误的类型设置为 `socketError`。

另请参阅：`setSocketState()` 和 `setErrorString()`。

```
[virtual] void QAbstractSocket::setSocketOption(QAbstractSocket::SocketOption
option, const QVariant &value)
```

将 `option` 指定的套接字选项设置为 `value` 指定的值。

注意：当应用程序在 Windows 下运行时，`QAbstractSocket::KeepAliveOption` 选项的值必须在套接字连接之前指定。

该函数最初在 Qt4.6 版本引入。

另请参阅：`socketOption()`。

```
[protected] void QAbstractSocket::setSocketState(QAbstractSocket::SocketState
state) 将套接字的状态设置为 state。
```

另请参阅：`state()`。

```
[virtual] qintptr QAbstractSocket::socketDescriptor() const
```

当 `QAbstractSocket` 类对象的本地套接字描述符可用时，则返回该描述符，否则返回 -1。

如果套接字使用了网络代理，则返回的描述符可能无法与本机套接字一起使用。

当 `QAbstractSocket` 类处于未连接 (`UnconnectedState`) 状态时，该描述符是不可用的。

另请参阅：`setSocketDescriptor()`。

```
[virtual] QVariant QAbstractSocket::socketOption(QAbstractSocket::SocketOption
option)
```

返回 `option` 指定的套接字选项的值。

该函数最早在 Qt4.6 版本引入。

另请参阅：`setSocketDescriptor()`。

```
QAbstractSocket::SocketType QAbstractSocket::socketType() const
```

返回套接字类型 (TCP, UDP, 或者其他)。

另请参阅：`QTcpSocket` 和 `QUdpSocket`。

```
QAbstractSocket::SocketState QAbstractSocket::state() const
```

返回套接字的当前状态。

另请参阅: `error()` 。

```
[override virtual] bool QAbstractSocket::waitForBytesWritten(int msec = 30000)
```

该函数重写了父类 `QIODevice` 的类成员函数 `QIODevice::waitForBytesWritten(int msec)` 。

该函数将阻塞套接字通信直到至少一个字节被写入到套接字并发送 `bytesWritten()` 信号为止。函数将会在 `msec` 指定的时间后超时，默认的超时时间设置为 30000 毫秒。

`bytesWritten()` 信号发出后该函数返回值为 `true`，偶则返回 `false`（如果有一个错误发生或者该操作超时）。

注意：在 Windows 上，此功能可能会随机性地失败。如果您的软件将在 Windows 上运行，请考虑使用事件循环和 `bytesWritten()` 信号。

另请参阅: `waitForReadyRead()`。

```
[virtual] bool QAbstractSocket::waitForConnected(int msec = 30000)
```

在 `msec` 指定的时间内等待套接字连接到主机。如果连接成功建立，则返回 `true`，否则返回 `false`。如果该函数返回 `false`，您可以调用 `error()` 函数来确定连接中出现的错误的类型。

这里 Qt 官方给了一个 1 秒内等待套接字建立到主机的连接的示例：

```
socket->connectToHost("imap", 143);  
if (socket->waitForConnected(1000))  
    qDebug("Connected!");
```

如果将 `msec` 设置为 -1，这个函数将不会超时。

注意：由于套接字完成主机的查询需要一定时间，这个函数超时的时间可能会比 `msec` 设定的时间要轻微的长一些。

注意：多次调用这个函数并不会累积超时时间。如果函数超时，套接字的连接进程就会被中断。

注意：在 Windows 上，此功能可能会随机性地失败。如果您的软件将在 Windows 上运行，请考虑使用事件循环和 `connected()` 信号。

另请参阅: `connectToHost()` 和 `connected()`。

.....

```
[virtual] bool QAbstractSocket::waitForDisconnected(int msec = 30000)
```

在 `msec` 指定的时间内等待套接字从主机断开连接。如果连接成功断开，则返回 `true`，否则返回 `false`（操作超时，出现错误，或者已经断开连接）。如果该函数返回 `false`，您可以调用 `error()` 函数来确定断开连接时出现的错误的类型。

这里 Qt 官方给了一个 1 秒内等待套接字从主机断开连接的示例：

```
socket->disconnectFromHost();  
if (socket->state() == QAbstractSocket::UnconnectedState  
    || socket->waitForDisconnected(1000)) {  
    qDebug("Disconnected!");  
}
```

```
}
```

如果 `msecs` 设为-1, 该函数将不会超时。

注意: 在 Windows 上, 此功能可能会随机性地失败。如果您的软件将在 Windows 上运行, 请考虑使用事件循环和 `disconnected()` 信号。

另请参阅: `disconnectFromHost()` 和 `close()` 。

```
.....  
[override virtual] bool QAbstractSocket::waitForReadyRead(int msecs =  
30000)
```

该函数重写了父类 `QIODevice` 的类成员函数 `QIODevice::waitForReadyRead(int msecs)` 。

该函数将阻塞套接字通信直到有新的字节可以读取并发送 `readyRead()` 信号为止。函数将会在 `msecs` 指定的时间后超时, 默认的超时时间设置为 30000 毫秒。

`readyRead()` 信号发出后该函数返回值为 `true`, 偶则返回 `false` (如果有一个错误发生或者该操作超时)。

注意: 在 Windows 上, 此功能可能会随机性地失败。如果您的软件将在 Windows 上运行, 请考虑使用事件循环和 `readyRead()` 信号。

另请参阅: `waitForBytesWritten()`。

```
.....  
[override virtual protected] qint64 QAbstractSocket::writeData(const char  
*data, qint64 size)
```

该函数重写了父类 `QIODevice` 的类成员函数 `QIODevice::writeData(const char data, qint64 size)`。

第十章 最佳实践指南

这些文档为使用 Qt 解决特定的技术问题提供指南和最佳实践，可用以指导开发者，如何尽可能使用 Qt 技术创建具有卓越的可用性和软件设计的应用程序。

页面	描述
可访问性	如何让残障人士能够访问您的应用程序。
Qt Quick 应用程序的可访问性	如何让残障人士能够访问您的应用程序。
QML 和 Qt Quick 最佳实践	列举了使用 QML 和 Qt Quick 时的最佳实践。
有关 GUI 设计的书籍	有关 GUI 设计的一些推荐书籍。
从 Unix 信号处理程序调用 Qt 函数	这做不到。但不用灰心，我们依然有办法变通……
坐标系统	关于绘制系统使用到的坐标系统的一些信息。
创建自定义 Qt 类型	如何使用 Qt 创建和注册新类型。（译者注：即被元对象系统支持的动态类型）
创建共享库	如何创建共享库。
为 Qt Designer 创建和使用组件	如何创建和使用自定义 Widget 插件。
桌面集成	与用户桌面环境进行集成。
异常安全	Qt 中的异常安全指南。
如何创建 Qt 插件	如何创建用于扩展 Qt 应用和功能的插件的指南。
实现原子操作	关于如何在新的 CPU 架构上实现原子操作。
QtTest 教程	使用 Qt Test 进行测试的简短介绍。
还原窗口几何形状	如何保存/还原窗口的几何形状。
富文本处理	关于 Qt 的富文本处理、编辑和显示的概述。
可伸缩性	如何在不同的屏幕设置和界面约定的设备中开发可以良好适配的应用程序。
会话管理	如何使用 Qt 管理会话。
设置应用程序图标	如何设置应用程序的图标。
标准加速键	推荐的加速键（译者注：即快捷键）。
定时器	如何在应用程序中使用 Qt 定时器。
使用 Qt D-Bus 适配器	如何在 Qt 中创建和使用 DBus 适配器。

第十一章 ContainerClasses

容器

.....

11.1 引言

Qt：提供了一系列基于模板的通用容器类，可以用于存储指定类型的元素。例如，如果你需要一个可动态调整大小的 `QString` 数组，那么你可以使用 `QVector<QString>`。

这些类的设计目标是比 STL 容器更轻量，更安全，更易用。如果你不熟悉 STL，或想更有“Qt 范”，使用这些类代替 STL 会是更好的选择。

这些类都是隐式共享和可重入的，并且针对几个方面做了优化，一是速度，二是较低的内存占用，三是尽可能少的内联代码，减少生成程序的体积。另外，在所有线程都以只读的方式访问容器时，这些类是线程安全的。

要遍历容器中的元素，你可以使用两种风格迭代器：Java 风格迭代器和 STL 风格迭代器。Java 风格迭代器有更好的易用性和更高级的函数，而 STL 风格迭代器则在效率上会略有优势，并且可以用于 Qt 和 STL 提供的泛型算法中。

Qt 还提供了 `foreach` 关键字，可以方便地遍历容器。

注意：从 Qt 5.14 开始，绝大部分容器类已经支持范围构造函数，但需要注意的是 `QMultiMap` 是一个例外。我们推荐使用该特性代替各种 `from/to` 方法。

例如：

译者注：这里的 `from/to` 方法指的是 Qt 容器类提供的以 `from/to` 开头的转换方法，如 `QVector::toList`

```
QVector<int> vector{1, 2, 3, 4, 4, 5};
QSet<int> set(vector.begin(), vector.end());
/*
   将会生成一个 QSet，包含元素 1, 2, 4, 5。
*/
```

11.2 容器类

.....

Qt 提供了以下几种顺序容器: `QList`, `QLinkedList`, `QVector`, `QStack` 和 `QQueue`。对于大多数的应用, `QList` 是最适用的。虽然其基于数组实现, 但支持在头部和尾部快速插入。如果确实需要一个基于链表的列表, 你可以使用 `QLinkedList`; 如果要求元素以连续内存的形式保存, 那么可以使用 `QVector`。`QStack` 和 `QQueue` 提供了 LIFO 和 FIFO 语义的支持。

Qt 也提供了一系列关联容器: `QMap`, `QMultiMap`, `QHash`, `QMultiHash` 和 `QSet`。”Multi”容器可以方便地支持键值一对多的情形。“Hash”容器提供了快速查找的能力, 这是通过使用哈希函数代替对有序集合进行二分查找实现的。

较为特殊的是 `QCache` 和 `QContiguousCache`, 这两个类提供了在有限的缓存中快速查找元素的能力。

类	综述
<code>QList</code>	这是目前使用最普遍的容器类, 其保存了一个元素类型为 <code>T</code> 的列表, 支持快速查找。
<code>QVarLengthArray<T, Prealloc></code>	这个类提供了一个底层的变长数组, 在速度极其重要的情况下可以用来替代 <code>QList</code> 。
<code>QStack</code>	这个类继承于 <code>QVector</code> , 用于为”后进, 先出”(LIFO) 提供便捷的接口。
<code>QQueue</code>	这个类继承于 <code>QVector</code> , 用于为”先进, 先出”(FIFO) 提供便捷的接口。
<code>QSet</code>	这个类提供了一个单值数学集合, 支持快速查找。
<code>QMap<Key, T></code>	这个类提供了一个将类型为 <code>Key</code> 的键映射到类型为 <code>T</code> 的值的字典 (关联数组)。
<code>QMultiMap<Key, T></code>	这个类继承于 <code>QMap</code> , 其为诸如键值一对多的多值映射提供了一个友好的接口。
<code>QHash<Key, T></code>	这个类几乎与 <code>QMap</code> 有完全一致的 API, 但查找效率会有明显的提高。
<code>QMultiHash</code>	这个类继承于 <code>QMap</code> , 其为多值映射提供了一个友好的接口。

容器可以嵌套。例如在键为 `QString`, 值为 `QList` 时, 完全可以使用 `QMap<QString, QList>`。

容器类的定义位于和容器同名的独立头文件中 (例如, `<QLinkedList>`)。为了方便, 在 `<QtContainerFwd>` 中对所有容器类进行了前置声明。

保存在各个容器中的值类型可以是任意可复制数据类型。为了满足这一要求, 该类型必须提供一个复制构造函数和一个赋值运算符。某些操作可能还要求类型支持默认构造函数。对于大多数你想要在容器中保存的类型都满足这些要求, 包括基本类型, 如 `int`, `double`, 指针类型, 以及 Qt 数据类型, 如 `QString`, `QDate` 和 `QTime`, 但并不包括 `QObject` 及其子类 (`QWidget`, `QDialog`, `QTimer` 等)。如果你尝试实例化一个 `QList<QWidget>`, 编译器将会抱怨道 `QWidget` 的复制构造函数和赋值运算符被禁用了。如果需要在容器中保存这些类型的元素, 可以保存其指针, 如 `QList<QWidget*>`。

下面是一个满足可赋值数据类型要求的自定义数据类型的例子:

```
class Employee
{
public:
    Employee() {}
    Employee(const Employee &other);

    Employee &operator=(const Employee &other);

private:
    QString myName;
    QDate myDateOfBirth;
};
```

如果我们没有提供一个复制构造函数或一个赋值运算符，C++ 将会提供一个表现为逐个复制成员的默认实现。在上面的例子中，默认行为就足够了。同样的，如果没有提供默认构造函数，C++ 会提供一个默认构造函数，对成员进行默认构造。尽管没有提供任何构造函数或赋值运算符，下面的数据类型可以被保存于容器中。

```
struct Movie
{
    int id;
    QString title;
    QDate releaseDate;
};
```

一些容器对它们所能保存的数据类型有额外的要求。举个例子，`QMap<Key, T>` 的键类型 `Key` 必须提供 `operator<()` 方法。这些特殊要求在类的详细描述中有说明。在某些情况下，特定函数会有特定的要求，这在函数的描述中有说明。如果条件不满足，编译器将总是会报错。

Qt 容器提供了 `operator<<()` 和 `operator>>()`，因此这些类可以很方便地通过 `QDataStream` 进行读写。这意味着存储在容器中的元素类型也必须支持 `operator<<()` 和 `operator>>()`。支持这一点是很简单的；以下是我们使上面的 `Movie` 结构体支持这一点所做的改动：

```
QDataStream &operator<<(QDataStream &out, const Movie &movie)
{
    out << (quint32)movie.id << movie.title
        << movie.releaseDate;
    return out;
}

QDataStream &operator>>(QDataStream &in, Movie &movie)
{
    quint32 id;
    QDate date;

    in >> id >> movie.title >> date;
    movie.id = (int)id;
    movie.releaseDate = date;
    return in;
}
```

某些容器类的文档中会提到默认值；举个例子，`QVector` 会自动使用默认值初始化其元素；`QMap::value()` 在指定键不存在时会返回一个默认值。对于大部分的值类型，这就是简单地代表通过默认构造函数创建的值（例如对于 `QString` 即空字符串）。但是对于基本类型，如 `int` 和 `double` 和指针类型，C++ 语言并没有规定任何的初始化方式，因此在这些情况下，Qt 容器将会自动将其初始化为 0。

.....

11.3 迭代器类

迭代器提供了一个统一的方式去访问容器中的元素。Qt 容器类提供了两种风格迭代器：Java 风格迭代器和 STL 风格迭代器。两种迭代器均会在容器中的数据被修改或因调用非 `const` 成员函数导致数据从隐式共享中分离后失效。

11.3.1 Java 风格迭代器

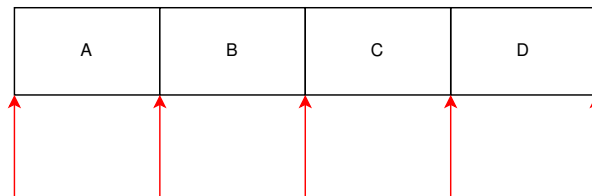
Java 风格迭代器在 Qt4 中引入，作为标准使用在 Qt 应用中。和 STL 风格迭代器相比，其易用性更高，代价是性能略低。该风格迭代器 API 以 Java 迭代器类为原型设计。

对于每一个容器类，同时提供了两种数据类型的 Java 风格迭代器：一种支持只读访问，另一种支持读写访问。

容器	只读迭代器	读写迭代器
QList, QQueue	QListIterator	QMutableListIterator
QLinkedList	QLinkedListIterator	QMutableLinkedListIterator
QVector, QStack	QVectorIterator	QMutableVectorIterator
QSet	QSetIterator	QMutableSetIterator
QMap<Key, T>, QMultiMap<Key, T>	QMapIterator<Key, T>	QMutableMapIterator<Key, T>
QHash<Key, T>, QMultiHash<Key, T>	QHashIterator<Key, T>	QMutableHashIterator<Key, T>

在接下来的讨论中，我们将重点关注 QList 和 QMap。QLinkedList、QVector 和 QSet 的迭代器类型和 QList 有完全一样的接口，类似的，QHash 和 QMap 的迭代器类型的接口也是相同的。

和 STL 风格迭代器（下一节介绍）不同，Java 风格迭代器指向的是元素间隙而不是元素本身。因此，Java 风格迭代器可以指向容器最前（在第一个元素之前），也可以指向容器最后（在最后一个元素之后），还可以指向两个元素之间。下图用红色箭头展示了一个四个元素的列表容器合法的迭代器位置。



这是一个通过循环迭代有序遍历 QList<QString> 中的所有元素并打印到终端的常用写法：

```
QList<QString> list;
list << "A" << "B" << "C" << "D";

QListIterator<QString> i(list);
while (i.hasNext())
    qDebug() << i.next();
```

它的工作原理如下：需要被迭代的 QList 对象作为参数传递给 QListIterator 的构造函数。此时迭代器位于列表中第一个元素的前面（位于元素“A”之前）。接着我们调用 hasNext() 检查迭代器之后是否有元素，如果有，我们调用 next() 跳过这个元素。next() 方法会返回其跳过的元素。对于 QList<QString> 类型，元素的类型为 QString。

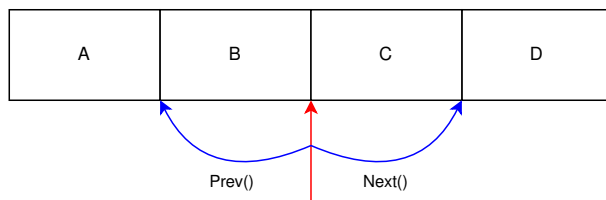
下列代码展示了如何反向迭代一个 QList：

```
QListIterator<QString> i(list);
i.toBack();
```

```
while (i.hasPrevious())
    qDebug() << i.previous();
```

这段代码的逻辑和前向迭代是对称的除了在我们调用了 `toBack()` 将迭代器移动到列表中最后一个元素之后。

下图说明了在迭代器上调用 `next()` 和 `previous()` 产生的效果：



下表总结了 `QListIterator` 的 API：

函数	行为
<code>toFront()</code>	移动迭代器到列表最前（第一个元素之前）
<code>toBack()</code>	移动迭代器到列表最后（最后一个元素之后）
<code>hasNext()</code>	如果迭代器不在列表最后则返回 <code>true</code>
<code>next()</code>	返回下一个元素并将迭代器前移一位
<code>peekNext()</code>	不移动迭代器，仅返回迭代器下一个元素
<code>hasPrevious()</code>	如果迭代器不在列表最前则返回 <code>true</code>
<code>previous()</code>	返回前一个元素并将迭代器后移一位
<code>peekPrevious()</code>	不移动迭代器，仅返回迭代器前一个元素

`QListIterator` 没有提供任何在迭代列表时插入或删除元素的方法。要实现这一点，你必须使用 `QMutableListIterator`。这是一个使用 `QMutableListIterator` 从 `QList` 中移除所有奇数的例子：

```
QMutableListIterator<int> i(list);
while (i.hasNext()) {
    if (i.next() % 2 != 0)
        i.remove();
}
```

`next()` 方法会在每次循环时调用，用于跳过下一个元素。`remove()` 方法用于移除上一个我们跳过的元素。对 `remove()` 方法的调用不会导致迭代器的失效，因此继续使用迭代器是安全的。这种方式在反向迭代时也是没问题的。

```
QMutableListIterator<int> i(list);
i.toBack();
while (i.hasPrevious()) {
    if (i.previous() % 2 != 0)
        i.remove();
}
```

如果仅仅想修改已存在元素的值，我们可以使用 `setValue()`。下列代码中，我们将所有大于 128 的值替换成 128：

```
QMutableListIterator<int> i(list);
```

```
while (i.hasNext()) {
    if (i.next() > 128)
        i.setValue(128);
}
```

和 `remove()` 一样, `setValue()` 对我们跳过的最后一个元素进行操作。如果我们向前迭代, 这个元素就是迭代器之前的元素; 如果我们向后迭代, 这个元素就是迭代器之后的元素。

`next()` 方法返回的是列表中元素的非常量引用, 对于简单的操作, 我们并不需要调用 `setValue()`。

```
QMutableListIterator<int> i(list);
while (i.hasNext())
    i.next() *= 2;
```

正如上面提到的, `QLinkedList`, `QVector` 和 `QSet` 的迭代器的 API 和 `QList` 的完全一致。接下来我们来看看在某些方面不太一样的 `QMapIterator`, 因为其用于迭代 (键, 值) 对。

和 `QListIterator` 一样, `QMapIterator` 提供了 `toFront()`, `toBack()`, `hasNext()`, `next()`, `peekNext()`, `hasPrevious()`, `previous()` 和 `peekPrevious()` 方法。我们可以对 `next()`, `peekNext()`, `previous()` 或 `peekPrevious()` 返回的对象调用 `key()` 和 `value()` 方法来获得键和值。

下列代码用于移除所有首都名以 "city" 结尾的 (首都名, 国家名) 键值对。

```
QMap<QString, QString> map;
map.insert("Paris", "France");
map.insert("Guatemala_City", "Guatemala");
map.insert("Mexico_City", "Mexico");
map.insert("Moscow", "Russia");
...

QMutableMapIterator<QString, QString> i(map);
while (i.hasNext()) {
    if (i.next().key().endsWith("City"))
        i.remove();
}
```

`QMapIterator` 也提供了 `key()` 和 `value()` 方法用于操作迭代器及迭代器上一个跳过的元素的键和值。举个例子, 下列代码用于将 `QMap` 的内容拷贝到 `QHash` 中。

```
QMap<int, QWidget *> map;
QHash<int, QWidget *> hash;

QMapIterator<int, QWidget *> i(map);
while (i.hasNext()) {
    i.next();
    hash.insert(i.key(), i.value());
}
```

如果想要迭代遍历所有值相同的元素, 我们可以使用 `findNext()` 和 `findPrevious()`。这里的例子用于移除带有指定值的元素。

```
QMutableMapIterator<int, QWidget *> i(map);
while (i.findNext(widget))
    i.remove();
```

11.4 STL 风格迭代器

STL 风格迭代器在 Qt 2.0 中被引入，可用于 Qt 和 STL 的泛型算法，且为速度做了优化。

对于每一个容器类，同时提供了两种类型的 STL 风格迭代器：一种支持只读访问，另一种支持读写访问。

容器	只读迭代器	只写迭代器
QList, QQueue	QList::const_iterator	QList::iterator
QLinkedList	QLinkedList::const_iterator	QLinkedList::iterator
QVector, QStack	QVector::const_iterator	QVector::iterator
QSet	QSet::const_iterator	QSet::iterator
QMap<Key, T>, QMultiMap<Key, T>	QMap<Key, T>::const_iterator	QMap<Key, T>::iterator
QHash<Key, T>, QMultiHash<Key, T>	QHash<Key, T>::const_iterator	QHash<Key, T>::iterator

STL 风格迭代器的 API 以数组指针为原型设计。例如，++ 运算符将迭代器向前移动至下一个元素，* 运算符返回迭代器指向的元素。实际上，对于 QVector 和 QStack 这类元素存储在连续内存的容器来说，iterator 类型仅仅是 T* 的别名，const_iterator 是 const T* 的一个别名。

在接下来的讨论中，我们将重点关注 QList 和 QMap。QLinkedList, QVector 和 QSet 的迭代器类型和 QList 有完全一样的接口，类似的，QHash 和 QMap 的迭代器类型的接口也是相同的。

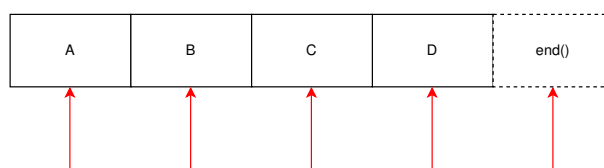
这是一个通过循环迭代有序遍历 QList<QString> 中的所有元素并将它们转成小写的常见写法：

```
QList<QString> list;
list << "A" << "B" << "C" << "D";

QList<QString>::iterator i;
for (i = list.begin(); i != list.end(); ++i)
    *i = (*i).toLower();
```

和 Java 风格迭代器不同，STL 风格迭代器直接指向元素本身。容器的 begin() 方法会返回一个指向容器第一个元素的迭代器，end() 方法返回的迭代器指向一个虚拟的元素，该元素位于容器最后一个元素的下一个位置。end() 标记了一个非法的位置，永远不要对其解引用。其通常被用作循环的结束条件。对于空列表，begin() 和 end() 是相等的，因此我们永远不会执行循环。

下图用红色箭头展示了一个四个元素的列表容器中合法的迭代器位置。



使用 STL 风格迭代器反向遍历可以通过反向迭代器实现

```

QList<QString> list;
list << "A" << "B" << "C" << "D";

QList<QString>::reverse_iterator i;
for (i = list.rbegin(); i != list.rend(); ++i)
    *i = i->toLower();
}

```

上面的代码片段中，我们通过一元运算符 `*` 来获取保存在指定迭代器位置的元素（此处类型为 `QString`），并对其调用了 `QString::toLower()` 方法。大部分 C++ 编译器也同时支持 `i->toLower()` 这种写法，但也有一些不支持。

对于只读访问，你可以使用 `const_iterator`，`constBegin()` 和 `constEnd()`。例如：

```

QList<QString>::const_iterator i;
for (i = list.constBegin(); i != list.constEnd(); ++i)
    qDebug() << *i;

```

下表整理了 STL 风格迭代器的 API：

表达式	行为
<code>*i</code>	返回当前元素
<code>++i</code>	向前移动迭代器至下一元素
<code>i += n</code>	向前移动迭代器 <code>n</code> 次
<code>-i</code>	向后移动迭代器至前一个元素
<code>i -= n</code>	向后移动迭代器 <code>n</code> 次
<code>i - j</code>	返回迭代器 <code>i</code> 和 <code>j</code> 间隔的元素个数

`++` 和 `-` 运算符既可以作为前缀（`++i`，`-i`），也可以作为后缀（`i++`，`i--`）运算符。前缀版本先修改迭代器，然后返回修改后的迭代器的引用。后缀版本在修改迭代器之前先将其复制一份，然后返回副本。在返回值被忽略的表达式中，我们建议使用前缀版本，因为这样会略快一点。

对于非常量迭代器类型，一元运算符 `*` 的返回值可以作为赋值运算符的左侧。

对于 `QMap` 和 `QHash`，`*` 运算符返回一个元素的值，如果你想获取键，可以调用迭代器的 `key()` 方法。相对应的，迭代器类型也提供了 `value()` 用于获取值。下面是一个将 `QMap` 中所有元素打印到终端的例子：

```

QMap<int, int> map;
...
QMap<int, int>::const_iterator i;
for (i = map.constBegin(); i != map.constEnd(); ++i)
    qDebug() << i.key() << ':' << i.value();

```

正是因为隐式共享，调用一个返回容器的函数的开销不会很大。Qt API 中包含几十个返回值为 `QList` 或 `QStringList` 的函数（例如 `QSplitter::sizes()`）。如果需要通过 STL 迭代器遍历这些返回值，你应当总是将返回的容器复制一份然后迭代其副本。例如：

```

// 正确
const QList<int> sizes = splitter->sizes();
QList<int>::const_iterator i;

```

```
for (i = sizes.begin(); i != sizes.end(); ++i)
    ...

// 错误
QList<int>::const_iterator i;
for (i = splitter->sizes().begin();
     i != splitter->sizes().end(); ++i)
    ...
```

如果函数返回的是一个容器的常量或非常量引用，那么是不存在这个问题的。

隐式共享迭代器问题

隐式共享给 STL 风格迭代器带来了另一个后果是：当一个容器的迭代器在使用时你应当避免复制该容器。迭代器指向了一个内部结构，当你复制容器时你需要特别小心的处理迭代器。比如：

```
QVector<int> a, b;
a.resize(100000); // 创建一个填充0的大数组。

QVector<int>::iterator i = a.begin();
// 迭代器i的错误用法：
b = a;
/*
    现在我们应当小心地使用迭代器`i`，因为 i 指向的是共享的数据。
    如果我们执行 *i = 4 那么我们可能改变共享的实例（两个数组共享）
    这个行为和 STL 容器是不同的。在 Qt 中不要这样做。
*/

a[0] = 5;
/*
    容器 a 现在已经和共享数据脱离，
    即使 i 之前是容器 a 的迭代器，但现在它是作为 b 的迭代器而存在。
    此时 (*i) == 0
*/

b.clear(); // 此时 i 彻底失效

int j = *i; // 未定义行为！
/*
    b 中的数据（即i 指向的）已经被释放，
    在 STL 容器中这是有明确定义的 ((*i) == 5) ，
    但对于 QVector 来说这样做很有可能导致崩溃。
*/
```

译注：STL 容器 `std::vector` 在调用 `clear()` 方法后内存不会被释放，因此迭代器并不会立即失效

上面的例子仅仅说明了 `QVector` 的问题，但实际上所有支持隐式共享的容器都存在该问题。

.....

foreach 关键字

如果仅仅是需要有序迭代容器中的每个元素，你可以使用 Qt 提供的关键字 `foreach`。这个关键字对 C++ 语言的一个特定于 Qt 的补充，其通过预处理器实现。

使用的语法是:foreach(变量,容器) 语句。下面是一个使用 foreach 迭代 QListedList<QString> 的例子:

```
QListedList<QString> list;
...
QString str;
foreach (str, list)
    qDebug() << str;
```

和使用迭代器实现相同功能的代码相比, 使用 foreach 的代码明显简洁很多。

```
QListedList<QString> list;
...
QListedListIterator<QString> i(list);
while (i.hasNext())
    qDebug() << i.next();
```

除了数据类型包含逗号(例如 QPair<int, int>)以外, 用于迭代的变量可以在 foreach 语句中被定义:

```
QListedList<QString> list;
...
foreach (const QString &str, list)
    qDebug() << str;
和其他 C++ 循环结构类似, 你可以使用大括号将循环体包围, 也可以使用 break 跳出循环。

QListedList<QString> list;
...
foreach (const QString &str, list) {
    if (str.isEmpty())
        break;
    qDebug() << str;
}
```

对于 QMap 和 QHash, foreach 会自动访问(键, 值)对中的值, 因此你不需要再调用容器的 values() 方法(这样可能会产生不必要的复制, 见后续说明)。如果你想要同时迭代键和值, 可以使用迭代器(会更快), 或者也可以先获取所有的键, 再通过它们获取对应的值:

```
QMap<QString, int> map;
...
foreach (const QString &str, map.keys())
    qDebug() << str << ':' << map.value(str);
```

对于一个多值映射:

```
QMultiMap<QString, int> map;
...
foreach (const QString &str, map.uniqueKeys()) {
    foreach (int i, map.values(str))
        qDebug() << str << ':' << i;
}
```

当进入一个 `foreach` 循环, Qt 会自动产生一个容器的副本。如果在迭代过程中修改了容器, 并不会影响到这次循环。(如果没有修改容器, 副本依然会占用空间, 但由于隐式共享的缘故, 复制一个容器是非常快的)。

因为 `foreach` 会产生容器的副本, 使用是个变量的非常量引用也是无法修改原容器的, 它仅仅会影响副本, 这可能不是你想要的。

一个对 Qt 的 `foreach` 循环的替代方案是 C++ 11 或更新标准中引入的基于范围的 `for` 循环。然而, 基于范围的 `for` 循环可能强行导致 Qt 容器脱离, 但 `foreach` 不会。由于使用 `foreach` 总是会复制一份容器, 对 STL 容器来说这通常会导致一定的开销。如果不知道用哪个, 建议对 Qt 容器选择 `foreach`, 而对 STL 容器选择基于范围的 `for` 循环。

除了 `foreach`, Qt 还提供了一个 `forever` 伪关键字用于执行无限循环。

```
forever {  
    ...  
}
```

如果你担心命名空间污染, 你可以在 `.pro` 文件中添加以下代码以禁用这些宏:

```
CONFIG += no_keywords
```

.....

其他类似容器类

Qt 包含了在某些方面和容器相似的其他模板类。这些类没有提供迭代器, 也无法在 `foreach` 关键字中使用。

- `QCache<Key, T>` 提供了一个缓存, 用于保存与键类型 `Key` 相关联的类型 `T` 的对象。
- `QContiguousCache` 提供了一个高效的方式用于缓存那些通常以连续的方式访问的数据。
- `QPair<T1, T2>` 保存了一对元素。

其他基于 Qt 的模板容器实现的非模板类型有 `QBitArray`, `QByteArray`, `QString` 和 `QStringList`。

.....

11.5 算法复杂度

算法复杂度关注的是当容器中元素数量增加时, 每个函数有多快(或者说多慢)。例如, 无论 `QLinkedList` 中的元素数量有多少, 在其中间插入一个元素是一个极快的操作, 然而在一个具有非常多的元素的 `QVector` 中间插入一个元素可能会非常慢, 因为半数的元素需要在内存中移动一个位置。

为了描述算法复杂度, 我们使用以下基于“大 O”符号的术语:

- 常量时间: $O(1)$ 。函数有常量时间复杂度表示无论容器中有多少元素, 执行该函数的时间都是相等的。一个例子是 `QLinkedList::insert()`;
- 对数时间: $O(\log n)$ 。函数有对数时间复杂度表示该函数的运行时间和容器中元素个数的对数成正比。一个例子是二分查找算法。
- 线性时间: $O(n)$ 。函数有线性时间复杂度表示该函数的运行时间和容器中元素的个数成正比。一个例子是 `QVector::insert()`。

- 线性对数时间： $O(n \log n)$ 。线性对数时间复杂度的函数要比线性复杂度的函数慢，且随着数量的增加差距会越来越大，但依然比平方时间的函数快。
- 平方时间： $O(n^2)$ 。函数有平方时间复杂度表示该函数的运行时间和容器中元素的个数的平方成正比。

下表总结了 Qt 线性容器类的算法复杂度。

	线性查找	插入	头部追加	尾部追加
QLinkedList	$O(n)$	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$
QList	$O(1)$	$O(n)$	Amort. $O(1)$	Amort. $O(1)$
QVector	$O(1)$	Amort. $O(n)$	$O(n)$	Amort. $O(1)$

表中的“Amort.”表示“均摊行为”。例如，“Amort. $O(1)$ ”表示如果仅调用一次该方法，你可能耗费 $O(n)$ 的时间，但如果多次调用（假设调用 n 次），平均下来复杂度将会是 $O(1)$ 。

下表总结了 Qt 关联容器的算法复杂度。

	查找键		插入	
	平均	最坏情况	平均	最坏情况
QMap<Key, T>	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$
QMultiMap<Key, T>	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$
QHash<Key, T>	Amort. $O(1)$	$O(n)$	Amort. $O(1)$	$O(n)$
QSet	Amort. $O(1)$	$O(n)$	Amort. $O(1)$	$O(n)$

对于 QVector, QHash 和 QSet, 在尾部追加元素的时间复杂度均摊下来是 $O(\log n)$ 。但如果在插入元素之前以计划插入的元素个数 n 为参数调用 QVector::reserve(), QHash::reserve() 或 QSet::reserve(), 复杂度将会降低至 $O(1)$ 。下一节将会针对该问题做更深入的讨论。

.....

11.6 增长策略

QVector, QString 和 QByteArray 使用连续内存保存元素；QList 维护了一个保存所有元素的指针（除非 T 本身是一个指针类型或一个指针大小的基本类型，这种情况下数组中保存的是元素本身的值）的数组，用于提供基于索引的快速访问；QHash<Key, T> 内部有一个和大小元素个数成正比的哈希表。为了避免每次在尾部添加元素时重新分配内存，这些类通常会分配比实际需要要多的内存。

考虑下列代码，它用另一个 QString 构建出一个新的 QString：

```
QString onlyLetters(const QString &in)
{
    QString out;
    for (int j = 0; j < in.size(); ++j) {
        if (in[j].isLetter())
            out += in[j];
    }
    return out;
}
```

我们通过每次追加一个字符的方式动态的构建了一个字符串。假设我们追加 15000 个字符到这个 `QString` 字符串，接下来会在已分配内存耗尽时触发 `QString` 进行 18 次内存重新分配，分别在已分配量为：4, 8, 12, 16, 20, 52, 116, 244, 500, 1012, 2036, 4048, 6132, 8180, 10228, 12276, 14324, 16372 时。最后，这个 `QString` 占用了 16372 个 Unicode 字符的空间，其中 15000 个被实际使用了。

上面的数字可能有些奇怪，这里是分配的指导原则。

- `QString` 每次分配 4 个字符指导达到 20 个字符。
- 从 20 到 4084 个字符，每次将当前的大小翻倍。更准确的说，是翻倍后再减去 12。（一些内存分配器在分配刚好两倍的内存时性能较差，因为它们需要使用每块内存块中的一些字节用于登记。
- 从 4084 开始，每次分配将会在原来的基础上增加 2048 个字符大小（4096 字节）。这么做的意义是现代操作系统在重新分配内存时并不会复制全部的数据，而仅仅是简单地将物理内存页重新排序，只有第一页和最后一页的数据需要复制。

`QByteArray` 和 `QList` 使用和 `QString` 差不多的增长算法。

当数据类型支持通过 `memcpy()` 在内存中进行移动时（包括基本 C++ 类型，指针类型和 Qt 的隐式共享类），`QVector` 也使用相同的算法。但在数据类型只支持通过复制构造函数和析构函数进行移动时则使用不同的算法。在这种情况下，重新分配的开销会大的多，因此 `QVector` 将总是会在空间耗尽时直接申请两倍的内存，以减少重新分配的次数。

`QHash<Key, T>` 则是完全不同。`QHash` 内部的哈希表每次增长两倍，每次增长时，保存的元素将会重新分配到一个通过 `qHash(key) % QHash::capacity()`（簇序号）计算出来的新的簇中。此说明同样适用于 `QSet` 和 `QCache<Key, T>`。

对于大部分的应用，Qt 提供的增长策略完全可以满足需要。如果你需要进行自定义调整，`QVector`，`QHash<Key, T>`，`QSet`，`QString` 和 `QByteArray` 提供了一个提供了三个方法用于检查和指定保存元素使用的内存量。

- `capacity()` 用于返回已分配内存的元素个数（对于 `QHash` 和 `QSet`，返回的是哈希表的簇的个数）。
- `reserve(size)` 用于显式的预分配 `size` 个元素大小的内存。
- `squeeze()` 用于释放所有没有用来保存元素的内存。

如果预先知道容器要保存元素的大概数量，可以提前调用 `reserve()` 方法分配内存，最后在填充完容器后，再调用 `squeeze()` 来释放多余的预分配内存。

第十二章 QCoreApplication

QCoreApplication 类

QCoreApplication 类为没有 UI 的 Qt 程序提供了一个事件循环。

属性	方法
头文件	#include <QCoreApplication>
qmake	QT+=core
自从	Qt 4.6
继承	QObject
派生	QGuiApplication

12.1 属性

属性	类型	属性	类型
applicationName	QString	organizationName	QString
applicationVersion	QString	quitLockEnabled	QString
organizationDomain	QString		

.....

12.2 公共成员函数

12.2.1 详细说明

此类为那些没有 GUI 的应用程序提供消息循环。对于使用 Qt 但无 GUI 的程序，它们必须有且仅有一个 QCoreApplication 对象。对于 GUI 应用程序，请参见 QGuiApplication。对于使用了 Qt Widgets 的模块，请参见 QApplication。

QCoreApplication 包含主事件循环，这些来自于操作系统（如定时器、网络事件等）及其它来源的事件将由它来处理 and 派发。它同时也处理应用程序的初始化和析构，以及全系统和全程序的设置。

12.2.2 事件循环及事件处理

消息循环从调用 `exec()` 开始。长时间运行的一些操作也可以通过调用 `processEvents()` 让程序保持响应。

一般地, 我们建议您尽可能早地在您的 `main()` 函数中创建 `QCoreApplication`、`QGuiApplication` 或 `QApplication`。当消息循环退出时, 例如当 `quit()` 被调用时, `exec()` 才会返回。

我们也提供了一些便捷的静态函数。`QCoreApplication` 对象能够通过 `instance()` 来获取。您可以通过 `sendEvent()` 来发送事件, 以及通过 `postEvent()` 来投送事件。待处理的事件能够通过 `removePostedEvents()` 来移除, 亦可通过 `sendPostedEvents()` 来派发。

此类提供了一个槽函数 `quit()` 及一个信号 `aboutToQuit()`。

12.2.3 程序和库路径

一个应用程序有一个 `applicationDirPath()` 和一个 `applicationFilePath()`。库路径 (参见 `QLibrary`) 能通过 `libraryPaths()` 被获取, 且能通过 `setLibraryPaths()`、`addLibraryPath()` 和 `removeLibraryPath()` 来对它进行操作。

12.2.4 国际化和翻译

翻译文件能分别通过 `installTranslator()` 和 `removeTranslator()` 被加载和移除。您可以通过 `translate()` 来翻译应用中的字符串。`QObject::tr()` 和 `QObject::trUtf8()` 这两个函数根据 `translate()` 来进行了实现。

12.2.5 访问命令行参数

您应该通过 `arguments()` 来获取传递给 `QCoreApplication` 构造函数的命令行参数。

注意: `QCoreApplication` 将移除 `-qmljsdebugger=...` 选项。它会解析 `qmljsdebugger` 参数, 然后删除此选项及其参数。

对于一些更加高级的命令行参数的处理, 请创建一个 `QCommandLineParser`。

12.2.6 区域设置

运行在 Unix/Linux 的 Qt 程序, 将会默认使用系统的区域设置。这可能会导致在使用 POSIX 函数时发生冲突, 例如, 数据类型转换时由转换浮点数转换为字符串, 由于不同区域符号的差异可能会导致一些冲突。为了解决这个问题, 在初始化 `QGuiApplication`、`QApplication` 或 `QCoreApplication` 之后, 需要马上调用 POSIX 函数 `setlocale(LC_NUMERIC, "C")`, 以重新将数字的格式设置为 "C"-locale。

另请参阅: `QGuiApplication`, `QAbstractEventDispatcher`, `QEventLoop`, `Semaphores Example`, 以及 `Wait Conditions Example`。

.....

12.3 属性文档

applicationName : QString

此属性保存应用程序的名字。

当使用空的构造函数初始化 `QSettings` 类的实例时，此属性被使用。这样一来，每次创建 `QSettings` 对象时，都不必重复此信息。

如果未设置，则应用程序名称默认为可执行文件名称（自 5.0 开始）。

访问函数：

QString	applicationName()
void	setApplicationName(const QString &application)

通知信号：

void	applicationNameChanged()
------	--------------------------

另请参阅 `organizationName`, `organizationDomain`, `applicationVersion`, 以及 `applicationFilePath()`。

applicationVersion: QString

此属性保存应用程序的版本。

如果没有设置此属性，那么此属性将会被默认设置为平台相关的值，该值由主应用程序的可执行文件或程序包确定（自 Qt 5.9 起）：

平台	源
Windows（经典桌面）	VERSIONINFO 资源中的 PRODUCTVERSION 参数
Windows 通用应用平台（UWP）	应用程序包中清单文件的版本属性
macOS, iOS, tvOS, watchOS	信息属性列表中的 CFBundleVersion 属性
Android	AndroidManifest.xml 清单中的 android:versionName 属性

在其他平台上，此属性默认值为空字符串。

此属性自 Qt 4.4 引入。

访问函数：

QString	applicationVersion()
void	setApplicationVersion(const QString &version)

通知信号：

void	applicationVersionChanged()
------	-----------------------------

另请参阅: `applicationName`, `organizationName`, 以及 `organizationDomain`。

organizationDomain: QString

此属性保存编写此应用程序的组织的 Internet 域。

当使用空的构造函数初始化 `QSettings` 类的实例时, 此属性被使用。这样一来, 每次创建 `QSettings` 对象时, 都不必重复此信息。

在 Mac 上, 如果 `organizationDomain()` 不是一个空值, 那么 `QSettings` 将会使用它; 否则它将会使用 `organizationName()`。在其他平台上, `QSettings` 将 `organizationName()` 作为组织名来使用。

访问函数:

<code>QString</code>	<code>organizationName()</code>
<code>void</code>	<code>setOrganizationName(const QString &orgName)</code>

通知信号:

<code>void</code>	<code>organizationNameChanged()</code>
-------------------	--

另请参阅: `applicationDomain` 和 `applicationName`。

`quitLockEnabled`: `bool`

此属性保存使用 `QEventLoopLocker` 是否能退出的特性。

默认值是 `true`。

访问函数:

<code>bool</code>	<code>isQuitLockEnabled()</code>
<code>hline void</code>	<code>setQuitLockEnabled(bool enabled)</code>

另请参阅: `QEventLoopLocker`。

.....

成员函数文档

`QCoreApplication::QCoreApplication(int &argc, char **argv)`

构造一个 Qt 内核程序。所谓内核程序, 就是没有图形用户界面的程序。这样的程序使用控制台, 或者是作为服务进程运行着。

`argc` 和 `argv` 参数将会被应用程序处理, 将其转换为一种更加便捷的形式, 并可以通过 `arguments()` 来获取。

警告: `argc` 和 `argv` 这两个值所指向的内存, 必须在整个 `QCoreApplication` 生命周期内有效。另外, `argc` 必须要大于 0, 且 `argv` 必须至少包含一个合法的字符串。

`void QCoreApplication::aboutToQuit() [signal]`

当程序即将退出主消息循环时, 如当消息循环嵌套层数降为 0 时, 此事件被发射。它可能发生在应用程序中调用 `quit()` 之后, 亦发生在关闭整个桌面会话时。

注意: 这是一个私有信号。它能够被连接, 但是用户无法发射它。

另请参阅: `quit()`。

`void QCoreApplication::quit() [static slot]`

告知程序以返回值 0 来退出。等效于调用 `QCoreApplication::exit(0)`。

一般我们将 `quit()` 槽连接到 `QGuiApplication::lastWindowClosed()` 信号, 您同样可以将此槽连接到 `QAction`、`QMenu` 或 `QMenuBar` 的 `QAbstractButton::clicked()` 信号上。

将信号以 `QueuedConnection` 参数连接此槽是一个不错的实践。如果连接了此槽的一个信号（未在队列中的）在控制流程进入主消息循环前（如在 `int main` 中调用 `exec()` 之前）被发射, 那么这个槽不会有任何效果, 应用程序也不会退出。使用队列连接方式能保证控制路程进入主消息循环后, 此槽才会被触发。

例如:

```
QPushButton *quitButton = new QPushButton("Quit");
connect(quitButton, &QPushButton::clicked, &app, &QCoreApplication::quit, Qt::QueuedConnection);
```

另请参阅: `exit()`, `aboutToQuit()`, and `QGuiApplication::lastWindowClosed()`。

`QCoreApplication::~QCoreApplication()` [virtual]

销毁 `QCoreApplication` 对象。

`void QCoreApplication::addLibraryPath(const QString &path)` [static]

将 `path` 添加到库路径开头, 保证它先会被库搜索到。如果 `path` 为空或者已经存在于路径列表, 那么路径列表保持不变。

默认的路径列表只包含一个条目, 即插件安装路径。默认的插件安装文件夹是 `INSTALL/plugins`, 其中 `INSTALL` 是 `Qt` 安装文件夹。

当 `QCoreApplication` 被销毁后, 这些库路径将会被重设为默认值。

另请参阅: `removeLibraryPath()`, `libraryPaths()`, and `setLibraryPaths()`。

`QString QCoreApplication::applicationDirPath()` [static] 返回包含此可执行文件的文件夹路径。

例如, 您已经在 `C:/Qt` 安装了 `Qt`, 然后运行 `regex` 示例, 那么这个函数会返回 `"C:/Qt:/examples/tools/regex/regex"`。

在 `macOS` 和 `iOS` 上, 它会指向实际包含可执行文件的目录, 该目录可能在一个应用程序包内 (如果是应用程序包形式存在)。

警告: 在 `Linux` 上, 这个函数会尝试从 `/proc` 获取文件路径。如果失败了, 那么它假设 `argv[0]` 包含了可执行文件的绝对路径。此函数同样也假设了应用程序不会改变当前路径。

另请参阅: `applicationFilePath()`。

`QString QCoreApplication::applicationFilePath()` [static]

返回包含此可执行文件的文件路径。

例如, 您已经在 `/usr/local/qt` 目录安装了 `Qt`, 然后运行 `regex` 示例, 那么这个函数会返回 `"/usr/local/qt/examples/tools/regex/regex"`。

警告: 在 `Linux` 上, 这个函数会尝试从 `/proc` 获取文件路径。如果失败了, 那么它假设 `argv[0]` 包含了可执行文件的绝对路径。此函数同样也假设了应用程序不会改变当前路径。

另请参阅: `applicationDirPath()`。

`qint64 QCoreApplication::applicationPid()` [static]

返回当前应用程序的进程 ID。

此函数自 Qt 4.4 引入。

`QStringList QCoreApplication::arguments() [static]`

返回命令行参数列表。

一般情况下, `arguments().at(0)` 表示可执行文件名, `arguments().at(1)` 是第一个参数, `arguments().last()` 是最后一个参数。请见下面关于 Windows 的注释。

调用这个函数需要花费很多时间——您应该在解析命令行时, 将结果缓存起来。

警告: 在 Unix 下, 这个参数列表由 `main()` 函数中的 `argc` 和 `argv` 参数生成。`argv` 中的字符串数据将会通过 `QString::fromLocal8Bit()` 来解析, 因此, 在 Latin1 的区域环境下, 是不可能来传递日语的命令行的, 其他情况以此类推。大部分现代 Unix 系统没有此限制, 因为它们是基于 Unicode 的。

在 Windows 下, 这个参数列表, 只有在构造函数中传入了修改的 `argc` 和 `argv` 时, 才会从这个 `argc` 和 `argv` 中解析。这种情况下, 就会出现编码问题。

如果不是上述情况, 那么 `arguments()` 将会从 `GetCommandLine()` 中构造。此时 `arguments().at(0)` 在 Windows 下未必是可执行文件名, 而是取决于程序是如何被启动的。

此函数自 Qt 4.1 引入。

另请参阅: `applicationFilePath()` 和 `QCommandLineParser`。

`bool QCoreApplication::closingDown() [static]`

如果 `application` 对象正在被销毁中, 则返回 `true`, 否则返回 `false`。

另请参阅: `startingUp()`。

`bool QCoreApplication::event(QEvent *e) [override virtual protected]`

重写了: `QObject::event(QEvent* e)`。

`QAbstractEventDispatcher *QCoreApplication::eventDispatcher() [static]`

返回指向主线程事件派发器的指针。如果线程中没有事件派发器, 则返回 `nullptr`。

另请参阅: `setEventDispatcher()`。

`int QCoreApplication::exec() [static]`

进入主消息循环, 直到 `exit()` 被调用。其返回值是为 `exit()` 传入的那个参数 (如果是调用 `quit()`, 等效于调用 `exit(0)`)。

通过此函数来开始事件循环是很有必要的。主线程事件循环将从窗口系统接收事件, 并派发给应用程序下的窗体。

为了能让您的程序在空闲时来处理事件 (在没有待处理的事件时, 通过调用一个特殊的函数), 可以使用一个超时为 0 的 `QTimer`。可以使用 `processEvents()` 来跟进一步处理空闲事件。

我们建议您连接 `aboutToQuit()` 信号来做一些清理工作, 而不是将它们放在 `main` 函数中。因为在某些平台下, `exec()` 可能不会返回。例如, 在 Windows 下, 当用户注销时, 系统将在 Qt

关闭所有顶层窗口后才终止进程。因此，不能保证程序有时间退出其消息循环来执行 `main` 函数中 `exec()` 之后的代码。

另请参阅: `quit()`, `exit()`, `processEvent()` 和 `QApplication::exec()`。

```
void QCoreApplication::exit(int returnCode = 0) [static]
```

告诉程序需要退出了，并带上一个返回值。

在此函数被调用后，程序将离开主消息循环，并且从 `exec()` 中返回。其返回值就是 `returnCode`。如果消息循环没有运行，那么此方法什么都不做。

一般我们约定 0 表示成功，非 0 表示产生了一个错误。

将信号以 `QueuedConnection` 参数连接此槽是一个不错的实践。如果连接了此槽的一个信号（未在队列中的）在控制流程进入主消息循环前（如在 `int main` 中调用 `exec()` 之前）被发射，那么这个槽不会有任何效果，应用程序也不会退出。使用队列连接方式能保证控制路程进入主消息循环后，此槽才会被触发。

另请参阅: `quit()` 和 `exec()`。

```
void QCoreApplication::installNativeEventFilter(QAbstractNativeEventFilter  
*filterObj)
```

在主线程为应用程序所能接收到的原生事件安装一个事件过滤器。

事件过滤器 `filterObj` 通过 `nativeEventFilter()` 来接收事件。它可以接收到主线程所有的原生事件。

如果某个原生事件需要被过滤或被屏蔽,那么 `QAbstractNativeEventFilter::nativeEventFilter` 需要返回 `true`。如果它需要使用 Qt 默认处理流程，则返回 `false`：那么接下来这个原生事件则会被翻译为一个 `QEvent`，并且由 Qt 的标准事件过滤器来处理。

如果有多个事件过滤器被安装了，那么最后安装的过滤器将会被最先调用。

注意：此处设置的过滤器功能接收原生事件，即 `MSG` 或 `XCB` 事件结构。

注意：如果设置了 `Qt::AA_PluginApplication` 属性，那么原生事件过滤器将会被屏蔽。

为了最大可能保持可移植性,您应该总是尽可能使用 `QEvent` 和 `QObject::installEventFilter()`。

另请参阅: `QObject::installEventFilter()`。

```
bool QCoreApplication::installTranslator(QTranslator *translationFile) [static]
```

将 `translationFile` 添加到翻译文件列表，它将会被用于翻译。

您可以安装多个翻译文件。这些翻译文件将会按照安装顺序的逆序被搜索到，因此最近添加的翻译文件会首先被搜索到，第一个安装的搜索文件会最后被搜索。一旦翻译文件中匹配了一个字符串，那么搜索就会终止。

安装、移除一个 `QTranslator`，或者更改一个已经安装的 `QTranslator` 将会为 `QCoreApplication` 实例产生一个 `LanguageChange` 事件。一个 `QApplication` 会将这个事件派发到所有的顶层窗体，使用 `tr()` 来传递用户可见的字符串到对应的属性设置器，通过这种方式来重新实现 `changeEvent` 则可以重新翻译用户的界面。通过 Qt 设计师 (Qt Designer) 生成的窗体类提供了一个 `retranslateUi()` 可以实现上述效果。

函数若执行成功则返回 `true`，失败则返回 `false`。

另请参阅：`removeTranslator()`，`translate()`，`QTranslator::load()` 和动态翻译。

`QCoreApplication* QCoreApplication::instance() [static]`

返回程序的 `QCoreApplication`（或 `QGuiApplication/QApplication`）实例的指针。

`bool QCoreApplication::isSetuidAllowed() [static]`

如果在 `UNIX` 平台中，允许应用程序使用 `setuid`，则返回 `true`。

此函数自 `Qt 5.3` 引入。

另请参阅：`QCoreApplication::setSetuidAllowed()`。

`QStringList QCoreApplication::libraryPaths() [static]`

返回一个路径列表，其中的路径表示动态加载链接库时的搜索路径。

此函数的返回值也许会在 `QCoreApplication` 创建之后改变，因此不建议在 `QCoreApplication` 创建之前调用。应用程序所在的路径（非工作路径），如果是已知的，那么它会被放入列表中。为了能知道这个路径，`QCoreApplication` 必须要在创建时使用 `argv[0]` 来表示此路径。

`Qt` 提供默认的库搜索路径，但是它们同样也可以通过 `qt.conf` 文件配置。在此文件中所指定的路径会覆盖默认路径。注意如果 `qt.conf` 文件存在于应用程序所在的文件夹目录下，那么直到 `QCoreApplication` 被创建时它才可以被发现。如果它没有被发现，那么调用此函数仍然返回默认搜索路径。

如果插件存在，那么这个列表会包含插件安装目录（默认的插件安装目录是 `INSTALL/plugins`，其中 `INSTALL` 是 `Qt` 所安装的目录。用分号分隔的 `QT_PLUGIN_PATH` 环境变量中的条目一定会被添加到列表。插件安装目录（以及它存在）在应用程序目录已知时可能会被更改。

如果您想遍历列表，可以使用 `foreach` 伪关键字：

```
foreach (const QString &path, app.libraryPaths())
    do_something(path);
```

另请参阅：`setLibraryPaths()`，`addLibraryPath()`，`removeLibraryPath()`，`QLibrary`，以及如何创建 `Qt` 插件。

`bool QCoreApplication::notify(QObject receiver, QEvent event) [virtual]`

将事件发送给接收者：`receiver->event(event)`。其返回值为接受者的事件处理器的返回值。注意这个函数将会在任意线程中调用，并将事件转发给任意对象。

对于一些特定的事件（如鼠标、键盘事件），如果事件处理器不处理此事件（也就是它返回 `false`），那么事件会被逐级派发到对象的父亲，一直派发到顶层对象。

处理事件有 5 种不同的方式：重写虚函数只是其中一种。所有的五种途径如下所示：

1. 重写 `paintEvent()`，`mousePressEvent()` 等。这个是最通用、最简单但最不强大的一种方法。
2. 重写此函数。这非常强大，提供了完全控制，但是一次只能激活一个子类。
3. 将一个事件过滤器安装到 `QCoreApplication`。这样的—个事件过滤器可以处理所有窗体的所有事件，就像是重写了 `notify()` 函数这样强大。此外，您还可以提供多个应用级别全局

的事件过滤器。全局事件过滤器甚至可以接收到那些不可用窗体的鼠标事件。注意程序的事件过滤器仅能响应主线程中的对象。

4. 重写 `QObject::event()` (就像 `QWidget` 那样)。如果您是这样做的, 您可以接收到 `Tab` 按键, 及您可以在任何特定窗体的事件过滤器被调用之前接收到事件。
5. 在对象上安装事件过滤器。这样的事件过滤器将可以收到所有事件, 包括 `Tab` 和 `Shift+Tab` 事件——只要它们不更改窗体的焦点。

未来规划: 在 `Qt 6` 中, 这个函数不会响应主线程之外的对象。需要该功能的应用程序应同时为其事件检查需求找到其他解决方案。该更改可能会扩展到主线程, 因此不建议使用此功能。

注意: 如果您重写此函数, 在您的应用程序开始析构之前, 您必须保证所有正在处理事件的线程停止处理事件。这包括了您可能在用的其他库所创建的线程, 但是不适用于 `Qt` 自己的线程。

另请参阅: `QObject::event()` 和 `installNativeEventFilter()`。

```
void QCoreApplication::postEvent(QObject* receiver, QEvent* event, int
priority = Qt::NormalEventPriority) [static]
```

添加一个 `event` 事件, 其中 `receiver` 表示事件的接收方。事件被添加到消息队列, 并立即返回。

被添加的事件必须被分配在堆上, 这样消息队列才能接管此事件, 并在它被投送之后删除它。当它被投递之后, 再来访问此事件是不安全的。

当程序流程返回到了主事件循环时, 所有的队列中的事件会通过 `notify()` 来发送。

队列中的事件按照 `priority` 降序排列, 这意味着高优先级的事件将排列于低优先级之前。优先级 `priority` 可以是任何整数, 只要它们在 `INT_MAX` 和 `INT_MIN` 之闭区间内。相同优先级的事件会按照投送顺序被处理。

注意: 此函数是线程安全的。

此函数自 `Qt 4.3` 引入。

另请参阅: `sendEvent()`, `notify()`, `sendPostedEvents()`, 和 `Qt::EventPriority`。

```
void QCoreApplication::processEvents(QEventLoop::ProcessEventsFlags flags
= QEventLoop::AllEvents) [static]
```

根据 `flags` 处理调用线程的所有待处理事件, 直到没有事件需要处理。

您可以在您程序进行一项长时间操作的时候偶尔调用此函数 (例如拷贝一个文件时)。

如果您在一个本地循环中持续调用这个函数, 而不是在消息循环中, 那么 `DeferredDelete` 事件不会被处理。这会影响到一些窗体的行为, 例如 `QToolTip`, 它依赖 `DeferredDelete` 事件。以使其正常运行。一种替代方法是从该本地循环中调用 `sendPostedEvents()`。

此函数只处理调用线程的事件, 当所有可处理事件处理完毕之后返回。可用事件是在函数调用之前排队的事件。这意味着在函数运行时投送的事件将会排队到下一轮事件处理为止。

注意: 此函数是线程安全的。

另请参阅: `exec()`, `QTimer`, `QEventLoop::processEvents()`, `flush()` 和 `sendPostedEvents()`。

```
void QCoreApplication::processEvents(QEventLoop::ProcessEventsFlags flags  
= QEventLoop::AllEvents, int ms) [static]
```

此函数重写了 `processEvents()`。

此函数将用 `ms` 毫秒为调用线程处理待处理的事件，或者直到没有更多事件需要处理。

您可以在您程序进行一项长时间操作的时候偶尔调用此函数（例如拷贝一个文件时）。

此函数只处理调用线程的事件。

注意：不像 `processEvents()` 的重写，这个函数同样也处理当函数正在运行中时被投送的事件。
)，`QTimer`，`QEventLoop::processEvents()`。

另请参阅：`exec()`，`QTimer`，`QEventLoop::processEvents()`。

```
void QCoreApplication::removeLibraryPath(const QString &path) [static]
```

从库的搜索路径列表中移除 `path`。如果 `path` 是空的，或者不存在于列表，则列表不会改变。

当 `QCoreApplication` 被析构时，此列表会被还原。

另请参阅：`exec()`，`QTimer` 和 `QEventLoop::processEvents()`。

```
void QCoreApplication::removeNativeEventFilter(QAbstractNativeEventFilter  
*filterObject)
```

从此实例中移除 `filterObject` 事件过滤器。如果这个事件过滤器没有被安装，则什么也不做。

当此实例被销毁时，所有的事件过滤器都会自动被移除。

任何时候——甚至正在事件过滤被激活时（通过 `nativeEventFilter()` 函数）——移除一个事件过滤器都是安全的。

此函数自 Qt 5.0 引入。

另请参阅：`installNativeEventFilter()`。

```
void QCoreApplication::removePostedEvents(QObject *receiver, int event-  
Type = 0) [static]
```

移除所指定的 `eventType` 类型且由 `postEvent()` 所添加的事件。

这些事件不会被派发，而是直接从队列中移除。您从来都不需要调用此方法。如果您确实调用了它，那么请注意杀掉事件可能会影响 `receiver` 的不变性 (`invariant`)。

如果接收者为 `nullptr`，那么所有对象将会移除 `eventType` 所指定的所有事件。如果 `eventType` 为 0，那么 `receiver` 的所有事件将会被移除。自始至终，您都不应将 0 传递给 `eventType`。

注意：此函数是线程安全的。

此函数自 Qt 4.3 引入。

```
bool QCoreApplication::removeTranslator(QTranslator *translationFile) [static]
```

从此应用程序使用的翻译文件列表中删除翻译文件 `translationFile`。（不会在文件系统中删除此翻译文件。）

该函数成功时返回 `true`，失败时返回 `false`。

另请参阅: `installTranslator()`, `translate()`, 与 `QObject::tr()`。

`bool QCoreApplication::sendEvent(QObject *receiver, QEvent *event) [static]`

通过函数 `notify()` 将事件 `event` 直接发送至接收对象 `receiver`。返回从事件处理对象得到的返回值。

事件不会在发送之后删除掉。通常的方法是在栈上创建事件，例如：

```
QMouseEvent event(QEvent::MouseButtonPress, pos, 0, 0, 0);
QApplication::sendEvent(mainWindow, &event);
```

另请参阅: `postEvent()` 与 `notify()`。

`void QCoreApplication::sendPostedEvents(QObject *receiver = nullptr, int event_type = 0) [static]`

立刻分派所有先前通过 `QCoreApplication::postEvent()` 进入队列的事件。这些事件是针对接收对象的，且事件类型为 `event_type`。

该函数不会对来自窗口系统的事件进行分派，如有需求请参考 `processEvents()`。

如果接收对象指针为 `nullptr`，`event_type` 的所有事件将分派到所有对象。如果 `event_type` 为 `0`，所有事件将发送到接收对象 `receiver`。

注意：该方法必须由其 `QObject` 参数 `receiver` 所在的线程调用。

另请参阅: `flush()` 与 `postEvent()`。

`void QCoreApplication::setAttribute(Qt::ApplicationAttribute attribute, bool on = true) [static]`

如果 `on` 为 `true`，则设置属性 `attribute`；否则清除该属性。

注意：在创建 `QCoreApplication` 实例之前，一些应用程序的属性必须要设置。有关更多信息，请参考 `Qt::ApplicationAttribute` 文档。

另请参阅: `testAttribute()`。

`void QCoreApplication::setEventDispatcher(QAbstractEventDispatcher *eventDispatcher) [static]`

将主线程的事件分派器设置为 `eventDispatcher`。只有在还没有安装事件分派器的情况下，也就是在实例化 `QCoreApplication` 之前，才可以进行设置。此方法获取对象的所有权。

另请参阅: `eventDispatcher()`。

`void QCoreApplication::setLibraryPaths(const QStringList &paths) [static]`

将加载库时要搜索的目录列表设置为 `paths`。现有的所有路径将被删除，路径列表将从参数 `paths` 中获取。

当实例 `QCoreApplication` 被析构时，库路径将设置为默认值。

另请参阅: `libraryPaths()`、`addLibraryPath()`、`removeLibraryPath()` 与 `QLibrary`。

`void QCoreApplication::setSetuidAllowed(bool allow) [static]`

若 `allow` 为 `true`，允许程序在 UNIX 平台上运行 `setuid`。

若 `allow` 为 `false`（默认值），且 Qt 检测到程序使用与实际用户 `id` 不同的有效用户 `id` 运行，那么在创建 `QCoreApplication` 实例时程序将中止。

Qt 受攻击面较大，因此它并不是一个恰当 `setuid` 程序解决方案。不过，出于历史原因，可能某些程序仍需要这种方式运行。当检测到此标志时，可防止 Qt 中止应用程序。须在创建 `QCoreApplication` 实例之前将其进行设置。

注意：强烈建议不要打开此选项，它会带来安全风险。

此函数自 Qt 5.3 引入。

另请参阅：`isSetuidAllowed()`。

`bool QCoreApplication::startingUp()`

如果应用程序对象尚未创建，则返回 `true`；否则返回 `false`。

另请参阅：`closingDown()`。

`bool QCoreApplication::testAttribute(Qt::ApplicationAttribute attribute)`
[static]

如果设置了属性 `attribute`，返回 `true`；否则返回 `false`。

另请参阅：`setAttribute()`。

`QString QCoreApplication::translate(const char *context, const char *sourceText, const char *disambiguation = nullptr, int n = -1)` [static]

搜索最近到首次安装的翻译文件，查询翻译文件中 `sourceText` 对应的翻译内容，返回其结果。

`QObject::tr()` 作用相同且使用更便捷。

`context` 通常为类名（如“`MyDialog`”），`sourceText` 则是英文文本或简短的识别文本。

`disambiguation` 为一段识别字符串，用于同一上下文中不同角色使用相同的 `sourceText`。它的默认值为 `nullptr`。

有关上下文、消除歧义和注释的更多信息，请参阅 `QTranslator` 和 `QObject::tr()` 文档。

`n` 与 `%n` 一并使用以便支持复数形式。详见 `QObject::tr()`。

如果没有任何翻译文件包含 `context` 中 `sourceText` 的翻译内容，该函数则返回 `QString` 包裹的 `sourceText`。

此函数非虚函数。您可以子类化 `QTranslator` 来使用其他翻译技术。

注意：此函数线程安全。

另请参阅：`QObject::tr()`，`installTranslator()`，`removeTranslator()`，与 `translate()`。

.....

相关非成员函数

`void qAddPostRoutine(QtCleanupFunction ptr)`

添加一个全局例程，它将在 `QCoreApplication` 析构函数中调用。这个函数通常用来作为在程序范围功能内，添加程序清除例程的函数。

清除例程的调用顺序与添加例程的顺序相反。

参数 `ptr` 指定的函数应既没有参数，也没有返回值，例如：

```
static int *global_ptr = nullptr;

static void cleanup_ptr()
{
    delete [] global_ptr;
    global_ptr = nullptr;
}

void init_ptr()
{
    global_ptr = new int[100]; // allocate data
    qAddPostRoutine(cleanup_ptr); // delete later
}
```

注意：对于应用程序或模块范围的清理，`qAddPostRoutine()` 通常不太合适。例如，若程序被分割成动态加载的模块，那么相关的模块可能在 `QCoreApplication` 的析构函数调用之前就卸载了。在这种情况下，如果仍想使用 `qAddPostRoutine()`，可以使用 `qRemovePostRoutine()` 来防止 `QCoreApplication` 的析构函数调用一个例程。举个例子，在模块卸载前调用 `qRemovePostRoutine()`。

对于模块或库，使用引用计数初始化管理器，或者 Qt 对象树删除机制可能会更好。下面是一个私有类使用对象树机制正确调用清除函数的一个例子：

```
class MyPrivateInitStuff : public QObject
{
public:
    static MyPrivateInitStuff *initStuff(QObject *parent)
    {
        if (!p)
            p = new MyPrivateInitStuff(parent);
        return p;
    }

    ~MyPrivateInitStuff()
    {
        // cleanup goes here
    }

private:
    MyPrivateInitStuff(QObject *parent)
        : QObject(parent)
    {
        // initialization goes here
    }

    MyPrivateInitStuff *p;
};
```


通过选择正确的父对象，正常情况下可以在正确的时机清理模块的数据。

注意：函数自 Qt 5.10 已线程安全

注意：该函数线程安全

另请参阅：qRemovePostRoutine()。

```
void qRemovePostRoutine(QtcleanupFunction ptr)
```

注意：函数自 Qt 5.10 已线程安全

注意：该函数线程安全

此函数自 Qt 5.3 引入。

另请参阅：qAddPostRoutine()。

.....

12.4 宏文档

```
Q_COREAPP_STARTUP_FUNCTION(QCoreApplication::instance())
```

添加一个全局函数，它将在 `QCoreApplication` 的构造函数中调用。这个宏通常用于为程序范围内的功能初始化库，无需应用程序调用库进行初始化。

参数 `ptr` 指定的函数应既没有参数，也没有返回值，例如：

```
// Called once QCoreApplication exists
static void preRoutineMyDebugTool()
{
    MyDebugTool* tool = new MyDebugTool(QCoreApplication::instance());
    QCoreApplication::instance()->installEventFilter(tool);
}

Q_COREAPP_STARTUP_FUNCTION(preRoutineMyDebugTool)
```

如果删除了 `QCoreApplication` 并创建了另一个 `QCoreApplication`，将再次调用启动函数。

注意：此宏不适用于静态链接到应用程序中的库代码中使用，因为链接器可能会删除该函数，使其根本不会被调用。

注意：此函数是可重入的。

此函数自 Qt 5.1 引入。

.....

```
Q_DECLARE_TR_FUNCTIONS(Context)
```

`Q_DECLARE_TR_FUNCTIONS()` 宏使用以下签名声明并实现了两个转换函数 `tr()` 和 `trUtf8()`：

```
static inline QString tr(const char *sourceText,
                        const char *comment = nullptr);
static inline QString trUtf8(const char *sourceText,
```

```
const char *comment = nullptr);
```

如果您想在不继承 `QObject` 的类使用 `QObject::tr()` 或者 `QObject::Utf8()`，这个宏就非常适用。

`Q_DECLARE_TR_FUNCTIONS()` 宏必须写在类的第一行（在第一个 `public:` 或 `protected:` 之前），例如：

```
class MyMfcView : public CView
{
    Q_DECLARE_TR_FUNCTIONS(MyMfcView)

public:
    MyMfcView();
    ...
};
```

通常 `context` 参数为类名，不过也可以是任何文本。

另请参阅：`Q_OBJECT`，`QObject::tr()`，与 `QObject::trUtf8()`。

第十三章 QDate

属性	方法
头文件	<code>#include <QDate></code>
qmake	<code>QT += core</code>

注意：该类提供的所有函数都是可重入的。

.....

13.1 公共成员类型

类型	名称
enum	<code>MonthNameType DateFormat, StandaloneFormat</code>

.....

13.2 公共成员函数

类型	函数名
	<code>QDate(int y, int m, int d)</code>
	<code>QDate()</code>
<code>QDate</code>	<code>addDays(qint64 ndays) const</code>
<code>QDate</code>	<code>addMonths(int nmonths, QCalendar cal) const</code>
<code>QDate</code>	<code>addMonths(int nmonths) const</code>
<code>QDate</code>	<code>addYears(int nyears, QCalendar cal) const</code>
<code>QDate</code>	<code>addYears(int nyears) const</code>
<code>int</code>	<code>day(QCalendar cal) const</code>
<code>int</code>	<code>day() const</code>
<code>int</code>	<code>dayOfWeek(QCalendar cal) const</code>
<code>int</code>	<code>dayOfWeek() const</code>
<code>int</code>	<code>dayOfYear(QCalendar cal) const</code>
<code>int</code>	<code>dayOfYear() const</code>
<code>int</code>	<code>daysInMonth(QCalendar cal) const</code>
<code>int</code>	<code>daysInMonth() const</code>

int	daysInYear(QCalendar <i>cal</i>) const
int	daysInYear() const
qint64	daysTo(const QDate & <i>d</i>) const
QDateTime	endOfDay(Qt::TimeSpec <i>spec</i> = Qt::LocalTime, int <i>offsetSeconds</i> = 0) const
QDateTime	endOfDay(const QTimeZone & <i>zone</i>) const
void	getDate(int * <i>year</i> , int * <i>month</i> , int * <i>day</i>) const
bool	isNull() const
bool	isValid() const
int	month(QCalendar <i>cal</i>) const
int	month() const
bool	setDate(int <i>year</i> , int <i>month</i> , int <i>day</i>)
bool	setDate(int <i>year</i> , int <i>month</i> , int <i>day</i> , QCalendar <i>cal</i>)
QDateTime	startOfDay(Qt::TimeSpec <i>spec</i> = Qt::LocalTime, int <i>offsetSeconds</i> = 0) const
QDateTime	startOfDay(const QTimeZone & <i>zone</i>) const
qint64	toJulianDay() const
QString	toString(Qt::DateFormat <i>format</i> = Qt::TextDate) const
QString	toString(const QString & <i>format</i>) const
QString	toString(const QString & <i>format</i> , QCalendar <i>cal</i>) const
QString	toString(QStringView <i>format</i>) const
QString	toString(QStringView <i>format</i> , QCalendar <i>cal</i>) const
int	weekNumber(int * <i>yearNumber</i> = nullptr) const
int	year(QCalendar <i>cal</i>) const
int	year() const
bool	operator!=(const QDate & <i>d</i>) const
bool	operator<(const QDate & <i>d</i>) const
bool	operator<=(const QDate & <i>d</i>) const
bool	operator==(const QDate & <i>d</i>) const
bool	operator>(const QDate & <i>d</i>) const
bool	operator>=(const QDate & <i>d</i>) const

13.3 静态公共成员

类型	函数名
QDate	currentDate()
QDate	fromJulianDay(qint64 <i>jd</i>)
QDate	fromString(const QString & <i>string</i> , Qt::DateFormat <i>format</i> = Qt::TextDate)
QDate	fromString(const QString & <i>string</i> , const QString & <i>format</i>)
QDate	fromString(const QString & <i>string</i> , const QString & <i>format</i> , QCalendar <i>cal</i>)
bool	isLeapYear(int <i>year</i>)
bool	isValid(int <i>year</i> , int <i>month</i> , int <i>day</i>)

.....

13.4 相关非成员函数

类型	函数名
QDataStream &	operator«(QDataStream & <i>out</i> , const QDate & <i>date</i>)
QDataStream &	operator»(QDataStream & <i>in</i> , QDate & <i>date</i>)

13.5 详细描述

无论系统的日历和地域设置如何，一个 **QDate** 对象代表特定的一天。它可以告诉您某一天的年、月、日，其对应着格里高利历或者您提供的 **QCalendar**。

一个 **QDate** 对象一般由显式给定的年月日创建。注意 **QDate** 将 1990 的年数保持，不做任何偏移。静态函数 `currentDate()` 会创建一个从系统时间读取的 **QDate** 对象。显式的日期设定也可以使用 `setDate()`。`fromString()` 函数返回一个由日期字符串和日期格式确定的日期。

`year()`、`month()`、`day()` 函数可以访问年月日。另外，还有 `dayOfWeek()`、`dayOfYear()` 返回一周或一年中的天数。文字形式的信息可以通过 `toString()` 获得。天数和月数可以由 **QLocale** 类映射成文字。

QDate 提供比较两个对象的全套操作，小于意味着日期靠前。

您可以通过 `addDays()` 给日期增减几天，同样的还有 `addMonths()`、`addYears()` 增减几个月、几年。`daysTo()` 函数返回两个日期相距的天数。

`daysInMonth()` 和 `daysInYear()` 函数返回一个月、一年里有几天。`isLeapYear()` 用于判断闰年。

13.6 特别注意

- 年数没有 0 第 0 年的日期是非法的。公元后是正年份，公元前是负年份。**QDate(1, 1, 1)** 的前一天是 **QDate(-1, 12, 31)**。

- 合法的日期范围日期内部存储为儒略日天号，使用连续的整数记录天数，公元前 4714 年 11 月 24 日是格里高利历第 0 天（儒略历的公元前 4713 年 1 月 1 日）。除了可以准确有效地表示绝对日期，此类也可以用来做不同日历系统的转换。儒略历天数可以通过 `QDate::toJulianDay()` 和 `QDate::fromJulianDay()` 读写。由于技术原因，储存的儒略历天号在 -784350574879 784354017364 之间，大概是公元前 2 亿年到公元后 2 亿年之间。

另请参阅: `QTime`、`QDateTime`、`QCalendar`、`QDateTime::YearRange`、`QDateEdit`、`QDateTimeEdit` 和 `QCalendarWidget`。

.....

13.7 成员类型文档

enum `QDate::MonthNameType`

此枚举描述字符串中月份名称的表示类型

常量	数值	描述
<code>QDate::DateFormat</code>	0	用于日期到字符串格式化。
<code>QDate::StandaloneFormat</code>	1	用于枚举月份和一周七天。通常单独的名字用首字母大写的单数形式书写。

此枚举在 Qt 4.5 中引入或修改。

.....

成员函数文档

```
QString QDate::toString(QStringView format) const
```

```
QString QDate::toString(QStringView format, QCalendar cal) const
```

```
QString QDate::toString(const QString &format) const
```

```
QString QDate::toString(const QString &format, QCalendar cal) const
```

返回字符串形式的日期。参数 `format` 控制输出的格式。如果传入参数 `cal`，它决定了使用的日历系统，默认是格里高利历。

日期格式的表示如下：

占位符	输出格式
d	无占位 0 的日期 (1 to 31)
dd	有占位 0 的日期 (01 to 31)
ddd	简写的一周七天名称 (例如 'Mon' to 'Sun')。使用系统地域设置来格式化, 也就是 <code>QLocale::system()</code>
dddd	长版的一周七天名称 (例如 'Monday' to 'Sunday')。使用系统地域设置来格式化, 也就是 <code>QLocale::system()</code>
M	无占位 0 的月份 (1 to 12)
MM	有占位 0 的月份 (01 to 12)
MMM	缩写的月份名称 (例如 'Jan' to 'Dec')。使用系统地域设置来格式化, 也就是 <code>QLocale::system()</code>
MMMM	长版的月份名称 (例如 'January' to 'December')。使用系统地域设置来格式化, 也就是 <code>QLocale::system()</code>
yy	两位数年份 (00 to 99)
yyyy	四位数年份。如果是负数, 加上符号是五个字符

单引号包裹的内容将会一字不差地放进输出到字符串中 (不带外面的单引号), 尽管包含上述格式占位符。连续两个单引号 (") 会被转义成一个单引号输出。所有其他字符不会被转义, 将原封不动输出。

没有分隔符的多个占位符 (例如 "ddMM") 受支持, 但要慎用。因为结果的可读性不好, 容易引发歧义 (例如难以区分 "dM" 的输出 "212" 是清 2.12 还是 21,2)

假设今天是 1969 年 7 月 20 日, 下面是一些格式字符串的例子

dd.MM.yyyy	20.07.1969
ddd MMMM d yy	Sun July 20 69
'The day is' dddd	The day is Sunday

如果日期非法, 会返回空字符串。

注意: 如果需要本地化的日期表达, 请使用 `QLocale::system().toString()`, 因为 `QDate` 将在 Qt 6 使用英文表达 (C 语言风格)。

另请参阅: `fromString()`、`QDateTime::toString()`、`QTime::toString()` 和 `QLocale::toString()`。

.....

```
QDateTime QDate::endOfDay(Qt::TimeSpec spec = Qt::LocalTime, int offsetSeconds = 0) const
```

```
QDateTime QDate::endOfDay(const QTimeZone &zone) const
```

返回这一天的最后一刻的时间。通常来说, 是午夜前 1ms: 然而, 如果时区转换让这一天跨过午夜 (如夏令时), 返回的是真实的最后一刻时间。这种情况只可能在使用时区参数 `QTimeZone zone` 或者本地时间参数 `Qt::LocalTime spec` 时发生。

参数 `offsetSeconds` 会被忽略, 除非参数 `spec` 为 `Qt::OffsetFromUTC`, 其表示出了时区信息。如果 UTC 和那个时区间没有过渡, 一天的结束是 `QTime(23, 59, 59, 999)`。

在罕见的日期被整体跳过 (只在从东向西跨越国际日期变更线时), 返回可能是非法的。将 `Qt::TimeZone` 作为 `spec` 参数传递 (而不是一个 `QTimeZone`) 也会造成非法结果, 如果那一时刻超过了

QDateTime 的表示范围。

函数在 Qt 5.14 中引入。

另请参阅: startOfDay()。

.....

```
QDateTime QDate::startOfDay(Qt::TimeSpec spec = Qt::LocalTime, int offsetSeconds = 0) const
```

```
QDateTime QDate::startOfDay(const QTimeZone &zone) const
```

返回一天的开始时刻。通常来说应该是午夜那一时刻：然而，如果时区转换让这一天跨过午夜（如夏令时），返回的是真实的最早的一刻时间。这种情况只可能在使用时区参数 QTimeZone zone 或者本地时间参数 Qt::LocalTime spec 时发生。

参数 offsetSeconds 会被忽略，除非参数 spec 为 Qt::OffsetFromUTC，其表示出了时区信息。如果 UTC 和那个时区间没有过渡，一天的结束是 QTime(0, 0)。

在罕见的日期被整体跳过（只在从东向西跨越国际日期变更线时），返回可能是非法的。

将 Qt::TimeZone 作为 spec 参数传递（而不是一个 QTimeZone）也会造成非法结果，如果那一时刻超过了 QDateTime 的表示范围。

函数在 Qt 5.14 中引入。

另请参阅: endOfDay()。

.....

```
QDate::QDate(int y, int m, int d)
```

从年月日构造对象，使用格里高利历。如果日期非法，对象不会修改，且 isValid() 返回 false。

注意：1 99 年就对应于它本身，不会偏移。第 0 年是非法的。

另请参阅: isValid() 和 QCalendar::dateFromParts()。

.....

QDate::QDate() 构造一个空的日期，也是不可用的。

另请参阅: isNull() 和 isValid()。

.....

```
QDate QDate::addDays(qint64 ndays) const
```

返回一个 ndays 天之后的新日期对象（负数意味着往前减日期）。

当前日期或新日期是非法日期时，返回非法日期。

另请参阅: addMonths()、addYears() 和 daysTo()。

.....

```
QDate QDate::addMonths(int nmonths) const
```

```
QDate QDate::addMonths(int nmonths, QCalendar cal) const
```

返回一个 `nmonths` 月之后的新日期对象（负数意味着往前减日期）。

如果传入 `cal` 参数，会使用日历系统使用，否则使用格里高利历。

注意：如果新的日期超出年、月的合理范围，函数讲返回那个月中最接近的日期。

另请参阅： `addDays()` 和 `addYears()`。

.....

`QDate QDate::addYears(int nyears) const`

`QDate QDate::addYears(int nyears, QCalendar cal) const`

返回一个 `nyears` 年之后的新日期对象（负数意味着往前减日期）。

如果传入 `cal` 参数，会使用日历系统使用，否则使用格里高利历。

注意：如果新的日期超出年、月的合理范围，函数讲返回那个月中最接近的日期。

另请参阅： `addDays()` 和 `addMonths()`。

.....

`[static] QDate QDate::currentDate()`

返回系统时钟所示的今天的日期对象。

另请参阅： `QTime::currentTime()` 和 `QDateTime::currentDateTime()`。

.....

`int QDate::day() const`

`int QDate::day(QCalendar cal) const`

返回日期是当前月份的第几天。

如果传入 `cal` 参数，会使用此日历系统，否则使用格里高利历。非法日期则返回 `0`。

一些日历系统中，返回值可能大于 `7`。

另请参阅： `year()`、`month()` 和 `dayOfWeek()`。

.....

`int QDate::dayOfWeek() const`

`int QDate::dayOfWeek(QCalendar cal) const`

返回日期是当前周的第几天（`1= 周一`，`7= 周日`）。

如果传入 `cal` 参数，会使用此日历系统，否则使用格里高利历。非法日期则返回 `0`。

一些日历系统中，返回值可能大于 `7`。

另请参阅： `day()`、`dayOfYear()` 和 `Qt::DayOfWeek`。

.....

`int QDate::dayOfYear() const`

```
int QDate::dayOfYear(QCalendar cal) const
```

返回日期是当年的第几天（第一天返回 1）。

如果传入 `cal` 参数，会使用此日历系统，否则使用格里高利历。非法日期则返回 0。

另请参阅: `day()` 和 `dayOfWeek()`。

```
.....  
int QDate::daysInMonth() const
```

```
int QDate::daysInMonth(QCalendar cal) const
```

返回日期对应的月份中总天数。

如果传入 `cal` 参数，会使用此日历系统，否则使用格里高利历（返回值是 28 31）。非法日期则返回 0。

另请参阅: `day()` 和 `daysInYear()`。

```
.....  
int QDate::daysInYear() const
```

```
int QDate::daysInYear(QCalendar cal) const
```

返回日期对应的一年中的总天数。

如果传入 `cal` 参数，会使用此日历系统，否则使用格里高利历（返回值是 365 或 366）。非法日期则返回 0。

另请参阅: `day()` 和 `daysInMonth()`。

```
.....  
qint64 QDate::daysTo(const QDate &d) const
```

返回两个日期相差的天数（`d` 日期靠前则返回为负）。

如果比较的二者中有非法日期，返回 0。

示例：

```
QDate d1(1995, 5, 17); // May 17, 1995  
QDate d2(1995, 5, 20); // May 20, 1995  
d1.daysTo(d2);         // returns 3  
d2.daysTo(d1);         // returns -3
```

另请参阅: `addDays()`。

```
.....  
[static] QDate QDate::fromJulianDay(qint64 jd)
```

将 `jd` 表示的儒略日解析为日期并返回。

另请参阅: `toJulianDay()`。

```
[static]QDate QDate::fromString(const QString &string, Qt::DateFormat format = Qt::TextDate)
```

返回 `string` 表示的 `QDate` 对象，非法字符串不会被解析。

注意: `Qt::TextDate`: 建议使用英文的简写月份名称 (例如 "Jan")。尽管本地化的月份名称在 Qt 5 中也可使用，但它们会依赖于用户的区域设置。

注意: 对本地化的日期的支持, 包括 `Qt::SystemLocaleDate`、`Qt::SystemLocaleShortDate`、`Qt::SystemLocaleLongDate`、`Qt::LocaleDate`、`Qt::DefaultLocaleShortDate` 和 `Qt::DefaultLocaleLongDate` 将在 Qt 6 被移除。使用 `QLocale::toDate()` 代替。

另请参阅: `toString()` 和 `QLocale::toDate()`。

.....

```
[static]QDate QDate::fromString(const QString &string, const QString &format)
```

```
[static]QDate QDate::fromString(const QString &string, const QString &format, QCalendar cal)
```

返回 `string` 表示的 `QDate` 对象，非法字符串不会被解析。

如果传入 `cal` 参数，会使用此日历系统，否则使用格里高利历。下面的格式描述针对于格里高利历，其它日历可能不同。

日期格式的表示如下：

占位符	输出格式
d	无占位 0 的日期 (1 to 31)
dd	有占位 0 的日期 (01 to 31)
ddd	简写的一周七天名称 (例如 'Mon' to 'Sun')。使用系统地域设置来格式化，也就是 <code>QLocale::system().shortDayNames()</code> 。
dddd	长版的一周七天名称 (例如 'Monday' to 'Sunday')。使用系统地域设置来格式化，也就是 <code>QLocale::system().fullDayNames()</code> 。
M	无占位 0 的月份 (1 to 12)
MM	有占位 0 的月份 (01 to 12)
MMM	缩写的月份名称 (例如 'Jan' to 'Dec')。使用系统地域设置来格式化，也就是 <code>QLocale::system().shortMonthNames()</code> 。
MMMM	长版的月份名称 (例如 'January' to 'December')。使用系统地域设置来格式化，也就是 <code>QLocale::system().fullMonthNames()</code> 。
yy	两位数年份 (00 to 99)
yyyy	四位数年份。如果是负数，加上符号是五个字符

注意: 不行此函数的其他版，日期和月份名必须使用用户本地语言。只有用户语言是英语时，英文名称才适用。

所有其他字符将会被舍弃，单引号 (') 包裹的内容，无论是否包含格式占位符也会被舍弃。例如：

```
QDate date = QDate::fromString("1MM12car2003", "d'MM'MMcaryyyy");  
// date is 1 December 2003
```

如果字符串不符合格式，一个将返回一个非法的 `QDate`。不需要前面补 0 的格式是贪婪的，这意味着他们会读取两位数，尽管数字大小超出日期合法范围，并且会占据给后续格式读取的数字位置。例如，下面的日期可以表示 1 月 30 日，但 `M` 格式会捕获两位数字，导致日期返回非法：

```
QDate date = QDate::fromString("130", "Md"); // invalid
```

年月日中，没有出现在格式中的，将会使用如下默认值

Year	1900
Month	1
Day	1

下面是默认值的示例：

```
QDate::fromString("1.30", "M.d"); // January 30 1900
QDate::fromString("20000110", "yyyyMMdd"); // January 10, 2000
QDate::fromString("20000110", "yyyyMMdd"); // January 10, 2000
```

注意：如果使用本地化的日期表达，请使用 `QLocale::system().toDate()`，因为 `QDate` 将在 Qt 6 使用英文表达（C 语言风格）。

另请参阅：`toString()`、`QDateTime::fromString()`、`QTime::fromString()` 和 `QLocale::toDate()`。

.....

`void QDate::getDate(int *year, int *month, int *day) const` 读取日期，储存在 `*year`、`*month` 和 `*day`。指针可以是空指针。

如果日期非法，返回的是 0。

注意：在 Qt 5.7 之前，这个函数不是常函数。

此函数在 Qt 4.5 中引入。

另请参阅：`year()`、`month()`、`day()`、`isValid()` 和 `QCalendar::partsFromDate()`。

.....

[static] `bool QDate::isLeapYear(int year)`

判断是否是格里高利历的闰年，是则返回 **true**。

另请参阅：`QCalendar::isLeapYear()`。

.....

`bool QDate::isNull() const`

判断日期是否为空，日期为空则返回 **true**。空日期是非法的。

注意：行为与 `isValid()` 等价。

另请参阅：`isValid()`。

.....

`bool QDate::isValid() const`

判断日期是否合法，合法返回 **true**。

另请参阅：`isNull()` 和 `QCalendar::isDateValid()`。

.....

```
[static]bool QDate::isValid(int year, int month, int day)
```

是上述方法的重载。

判断日期（以格里高利历解析）是否合法，合法返回 **true**。

例如：

```
QDate::isValid(2002, 5, 17); // true
QDate::isValid(2002, 2, 30); // false (2月没有20日)
QDate::isValid(2004, 2, 29); // true (是闰年)
QDate::isValid(2000, 2, 29); // true (是闰年)
QDate::isValid(2006, 2, 29); // false (不是闰年)
QDate::isValid(2100, 2, 29); // false (不是闰年)
QDate::isValid(1202, 6, 6); // true (即使这一年在格里高利历之前)
```

另请参阅: `isNull()`, `setDate()` 和 `QCalendar::isDateValid()`。

.....

```
int QDate::month() const
```

```
int QDate::month(QCalendar cal) const
```

返回月份编号，第一个月返回 1。

如果传入 `cal` 参数，会使用日历系统使用，否则使用格里高利历。

对于格里高利历，1 月就是咱中文说的阳历一月。

对于非法日期返回 0。注意有一些日历中，月份可能多于 12 个。

另请参阅: `year()` 和 `day()`。

.....

```
bool QDate::setDate(int year, int month, int day)
```

设置对应的日期，使用的是格里高利历。如果设置的日期合法，将返回 **true**，否则日期标记为非法并返回 **false**。

此函数在 Qt 4.2 中引入。

另请参阅: `isValid()` 和 `QCalendar::dateFromParts()`。

.....

```
bool QDate::setDate(int year, int month, int day, QCalendar cal)
```

设置对应的日期，使用的是 `cal` 对应的日历。如果设置的日期合法，将返回 `true`，否则日期标记为非法并返回 `false`。

函数在 Qt 5.14 中引入。

另请参阅: `isValid()` 和 `QCalendar::dateFromParts()`。

.....

```
qint64 QDate::toJulianDay() const
```

将日期转换为儒略日。

另请参阅: `fromJulianDay()`。

.....

```
QString QDate::toString(Qt::DateFormat format = Qt::TextDate) const
```

这是一个重载函数，返回日期的字符串。`format` 参数决定字符串格式。

如果 `format` 是 `Qt::TextDate`，日期使用默认格式。日期月份将使用系统地域设置，也就是 `QLocale::system()`。一个例子是“Sat May 20 1995”。

如果 `format` 是 `Qt::ISODate`，字符串按照 ISO 8601 格式展开，格式形如 `yyyy-MM-dd`。
例如 2002-01-05

`format` 中的 `Qt::SystemLocaleDate`、`Qt::SystemLocaleShortDate` 和 `Qt::SystemLocaleLongDate` 将在 Qt 6 中删除。这些应当由 `QLocale::system().toString(date, QLocale::ShortFormat)` 或 `QLocale::system().toString(date, QLocale::LongFormat)` 替代。

`format` 中的 `Qt::LocaleDate`、`Qt::DefaultLocaleShortDate` 和 `Qt::DefaultLocaleLongDate` 将在 Qt 6 中删除。这些应当由 `QLocale().toString(date, QLocale::ShortFormat)` 或 `QLocale().toString(date, QLocale::LongFormat)` 替代。

如果 `format` 是 `Qt::RFC2822Date`，字符串会转换成 RFC 2822 兼容的格式。示例其一是“20 May 1995”。

如果日期非法，返回空字符串。

警告: `Qt::ISODate` 格式只在 0 9999 年可用。

另请参阅: `fromString()` 和 `QLocale::toString()`。

.....

```
int QDate::weekNumber(int *yearNumber = nullptr) const
```

返回 ISO 8601 周序号 (1 到 53)。对于非法日期返回 0。

如果 `yearNumber` 不是 `nullptr`(默认参数)，年号返回值存于 `*yearNumber`。

根据 ISO 8601，格里高利历中，跨年的周属于天数更多的那年。由于 ISO 8601 规定一周始于周一，周三在哪一年这周就属于哪一年。大多数年有 52 周，但也有 53 周的年份。

注意: `*yearNumber` 不总是与 `year()` 相等。例如，2000.1.1 是 1999 年第 52 周，2002.12.31 是 2003 年第 1 周。

另请参阅: `isValid()`。

.....

```
int QDate::year() const
```

```
int QDate::year(QCalendar cal) const
```

返回整数型的年份。

如果传入参数 `cal`，它决定了使用的日历系统，默认是格里高利历。

如果日期不合法，返回 `0`。在一些日历系统中，比第一年早的年份非法。

如果使用包含第 `0` 年的日历系统，在返回 `0` 时通过 `isValid()` 判断是否合法。这些日历正常的使用负年份，`-1` 年的下一年是 `0` 年，再下一年是 `1` 年。

一些日历中，没有 `0` 年份但是有负数年份。例如格里高利历，公元前 `x` 年就是年份`-x`。

另请参阅：`month()`、`day()`、`QCalendar::hasYearZero()` 和 `QCalendar::isProleptic()`。

.....

```
bool QDate::operator!=(const QDate &d) const
```

```
bool QDate::operator<(const QDate &d) const
```

```
bool QDate::operator<=(const QDate &d) const
```

```
bool QDate::operator==(const QDate &d) const
```

```
bool QDate::operator>(const QDate &d) const
```

```
bool QDate::operator>=(const QDate &d) const
```

对于日期 `A` 和 `B`，大于意味着日期靠后，小于意味着日期靠前，相等就是同一天。

.....

相关非成员函数

```
QDataStream &operator<<(QDataStream &out, const QDate &date)
```

向数据流写入日期

另请参阅：Serializing Qt Data Types。

```
QDataStream &operator>>(QDataStream &in, QDate &date)
```

从数据流读出日期

另请参阅：Serializing Qt Data Types。

第十四章 QFile

属性	方法
Header:	#include <QFile>
qmake:	QT += core
Inherits:	QIODevice
Inherited By:	QTemporaryFile

- 包含继承成员的成员列表
- 废弃的成员

注意：类中所有函数都是可重入的。

14.1 公共成员类型

类型	方法
typedef	DecoderFn

14.2 公共成员函数

类型	方法
	QFile(const QString &name, QObject *parent)
	QFile(QObject *parent)
	QFile(const QString &name)
	QFile()
virtual	~QFile()
bool	copy(const QString &newName)
bool	exists() const
bool	link(const QString &linkName)
bool	moveToTrash()
bool	open(FILE *fh, QIODevice::OpenMode mode, QIODevice::FileHandleFlags handleFlags)
bool	open(int fd, QIODevice::OpenMode mode, QIODevice::FileHandleFlags handleFlags)

bool	remove()
bool	rename(const QString &newName)
void	setFileName(const QString &name)
QString	symlinkTarget() const

.....

14.3 重写公共函数

类型	方法
virtual	QString fileName() const override
virtual	bool open(QIODevice::OpenMode mode) override
virtual	QIODevice::Permissions permissions() const override
virtual	bool resize(qint64 sz) override
virtual	bool setPermissions(QIODevice::Permissions permissions) override
virtual qint64	size() const override

.....

14.4 静态公共成员

类型	方法
bool	copy(const QString &fileName, const QString &newName)
QString	decodeName(const QByteArray &localFileName)
QString	decodeName(const char *localFileName)
QByteArray	encodeName(const QString &fileName)
bool	exists(const QString &fileName)
bool	link(const QString &fileName, const QString &linkName)
bool	moveToTrash(const QString &fileName, QString *pathInTrash)
QIODevice::Permissions	permissions(const QString &fileName)
bool	remove(const QString &fileName)
bool	rename(const QString &oldName, const QString &newName)
bool	resize(const QString &fileName, qint64 sz)
bool	setPermissions(const QString &fileName, QIODevice::Permissions permissions)
QString	symlinkTarget(const QString &fileName)

.....

14.5 详细描述

`QFile` 是用于读写文本及二进制的文件及资源的 I/O 设备。一个 `QFile` 可以单独使用，或者更简单的，可以与 `QTextStream` 或 `QDataStream` 一同使用。

文件名通常在构造时传递，但也可以在随时使用 `setFileName()` 设置。`QFile` 需要目录分隔符为 `'/'` 而不是依照操作系统。其他分隔符（如 `'\'`）不受支持。

您可以通过 `exists()` 判断文件是否存在。（更多操作系统相关的操作在 `QFileInfo` 和 `QDir` 中提供）

文件通过 `open()` 打开，通过 `close()` 关闭，通过 `flush()` 刷新。数据通常使用 `QDataStream` 或 `QTextStream` 读写，但您也可以使用由 `QIODevice` 的继承函数 `read()`，`readLine()`，`readAll()`，`write()`。单字符的操作也可以使用 `getChar()`，`putChar()`，and `ungetChar()`。

`size()` 返回文件大小。您可以通过 `pos()` 获取当前文件位置，或通过 `seek()` 移动到新的位置（译者注：此句中的“位置”指文件内操作的字节位置）。当您读到文件结尾，`atEnd()` 返回 `true`。

直接读文件

如下例子逐行地直接读取文本文件：

```
QFile file("in.txt");
if (!file.open(QIODevice::ReadOnly | QIODevice::Text))
    return;

while (!file.atEnd()) {
    QByteArray line = file.readLine();
    process_line(line);
}
```

`QIODevice::Text` flag 传递给 `open()`，其告诉 Qt 将 Windows 风格的换行符（`"\r\n"`）转换为 C++ 风格的换行符（`"\n"`）。默认情况下，`QFile` 假设为二进制模式读取，不做字节转换。

通过流来读文件

如下例子逐行地通过 `QTextStream` 读取文本文件：

```
QFile file("in.txt");
if (!file.open(QIODevice::ReadOnly | QIODevice::Text))
    return;

QTextStream in(&file);
while (!in.atEnd()) {
    QString line = in.readLine();
    process_line(line);
}
```

`QTextStream` 会特意把 8 位文件中字节数据转换为 `QString` 中 16 位 UTF-16 字符。默认情况下，其假设用户使用系统默认编码（例如 unix 平台上是 UTF-8；详情参看 `QTextCodec::codecForLocale()`）。编码可以通过 `QTextStream::setCodec()` 改变。

要写入文本，您可以使用左移运算符 `operator«()`，在 `QTextStream` 中，其重载用于讲右侧内容追加的左侧，示例如下：

```
QFile file("out.txt");
if (!file.open(QIODevice::WriteOnly | QIODevice::Text))
    return;

QTextStream out(&file);
out << "The_magic_number_is:" << 49 << "\n";
```

QDataStream 和上文很相似，详情请见相当应类的文档。

当你使用 QFile, QFileInfo 以及 QDir 来访问系统中文件，你可以使用 Unicode 文件名。在 Unix 平台，文件名会转换为 8 位编码。如果您想使用 C++ 标准 API (<cstdio> 或 <iostream>) 或平台相关 API 来访问文件而不是使用 QFile，你可以使用 encodeName() 和 decodeName() 来在 Unicode 文件名和 8 位文件名间转换。

在 Unix 平台，有一些特殊的系统文件（例如 /proc 下的文件），对于这些文件，size() 会返回 0，但你依然可以读取更多数据；这些数据在你调用 read() 时即时产生。在这种情况下，您便不能使用 atEnd() 来判断是否已经没有更多数据。（因为 atEnd() 通过文件大小是否到达结尾）。然而您可以通过连续调用 readAll(), read() 或 readLine() 指导没有数据来替代此功能。下面的例子使用 QTextStream 逐行读取 `/proc/modules`：

```
QFile file("/proc/modules");
if (!file.open(QIODevice::ReadOnly | QIODevice::Text))
    return;

QTextStream in(&file);
QString line = in.readLine();
while (!line.isNull()) {
    process_line(line);
    line = in.readLine();
}
```

信号

不像其他 QIODevice 的实现，例如 QTcpSocket, QFile 不会发出 aboutToClose(), bytesWritten(), 及 readyRead() 这些信号。这个实现细节意味着 QFile 不适用于读写某些特定类型的文件，比如 Unix 上的设备文件。

平台相关信息

文件权限和 Unix 和 Windows 上的处理并不相同。在 Unix 平台上，一个非可写入的目录，文件无法创建。但对于 Windows 并不一定如此，例如 'My Documents'（我的文档）目录通常不可写入，但是在其中依然可以创建文件。

Qt 对于文件权限的理解有局限，尤其对于 QFile::setPermissions() 有影响。在 Windows 上，仅当没有任何 Write* flags 被设置时，Qt 会设置旧版的只读 flag。Qt 不会操作访问过滤表 (access control lists, ACLs) 这是的此函数在 NTFS 卷上基本上没什么用。对于 VFAT 格式的 U 盘，倒是有可能可用。POSIX 的 ACLs 也不会被修改。

另请参阅: QTextStream, QDataStream, QFileInfo, QDir, 以及 The Qt Resource System。

.....

14.6 成员类型文档

```
typedef QFile::DecoderFn
```

这个类型定义了一个如下形式的函数的指针：

```
QString myDecoderFunc(const QByteArray &localFileName);
```

另请参阅：setDecodingFunction()。

.....

14.7 成员函数文档

```
QFile::QFile(const QString &name, QObject *parent)
```

构造基于给定的父对象 `parent` 、文件名 `name` 指定的 `QFile` 对象。

```
QFile::QFile(QObject *parent)
```

构造基于给定的父对象 `parent` 的 `QFile` 对象。

```
QFile::QFile(const QString &name)
```

构造文件名 `name` 指定的 `QFile` 对象。

```
QFile::QFile()
```

构造一个 `QFile` 对象。

```
[virtual]QFile::~~QFile()
```

销毁此 `QFile` 对象，如需要会自动关闭文件。

```
bool QFile::copy(const QString &newName)
```

将当前 `fileName()` 指定的文件复制为文件名 `newName` 指定的文件。如果成功，返回 `true` ；否则返回 `false`。

注意：如果 `newName` 文件名的文件已存在，函数不会覆盖，直接返回 `false` 。

源文件会在复制前关闭。

另请参阅：setFileName()。

```
[static]bool QFile::copy(const QString &fileName, const QString &newName)
```

这是一个重载函数。

将文件 `fileName` 复制为文件名 `newName`。如果成功，返回 `true` ；否则返回 `false`。

注意：如果 `newName` 文件名的文件已存在，函数不会覆盖，直接返回 `false` 。

另请参阅：rename()。

```
[static]QString QFile::decodeName(const QByteArray &localFileName)
```

和 `QFile::encodeName()` 操作恰恰相反。返回 `localFileName` 的 Unicode 形式。

另请参阅: `encodeName()`。

[static] `QString QFile::decodeName(const char *localFileName)`

这是一个重载函数。返回 `localFileName` 的 Unicode 形式。

另请参阅: `encodeName()`。

[static] `QByteArray QFile::encodeName(const QString &fileName)`

基于用户区域设置, 将 `fileName` 转换为本地的 8 为表示。这对于用户选择的文件名足够使用。硬编码到程序中的文件名应当只使用 7 位 ASCII 字符。

另请参阅: `decodeName()`。

[static] `bool QFile::exists(const QString &fileName)`

如果 `fileName` 对应的文件存在, 返回 `true` 否则返回 `false`。

注意: 如果 `fileName` 是指向不存在文件的符号链接, 返回 `false`。

`bool QFile::exists() const`

这是一个重载函数。

如果 `fileName()` 对应的文件存在, 返回 `true` 否则返回 `false`。

另请参阅: `fileName()` and `setFileName()`。

[override virtual] `QString QFile::fileName() const`

重写函数: `QIODevice::fileName() const`。

返回 `setFileName()` 或构造函数设置的文件名。

另请参阅: `setFileName()` and `QFileInfo::fileName()`。

`bool QFile::link(const QString &linkName)`

创建一个名为 `linkName` 的、指向 `fileName()` 文件的链接。链接的形式取决于底层文件系统 (Windows 上的快捷方式或 Linux 下的符号链接 `symlink`)。如果成功, 返回 `true` ; 返回 `false`。

此函数不会覆盖文件系统上已经存在的链接;如果已存在, `link()` 将返回 `false` 并设置 `error()` 为 `RenameError`。

注意: 对于 Windows 平台, 一个合法的链接名称必须包含 `.lnk` 后缀名。

另请参阅: `setFileName()`。

[static] `bool QFile::link(const QString &fileName, const QString &linkName)`

这是一个重载函数。

创建一个名为 `linkName` 的、指向 `fileName` 文件的链接。链接的形式取决于底层文件系统 (Windows 上的快捷方式或 Linux 下的符号链接 `symlink`)。如果成功, 返回 `true` ; 否则返回 `false`。

另请参阅: `link()`。

`bool QFile::moveToTrash()`

将 `fileName()` 文件移入回收站。如果成功返回 `true`，并将 `fileName()` 设置为回收站中对应文件的路径；否则返回 `false`。

注意：在 API 不能返回回收站中文件的路径的操作系统中，一旦文件被移动 `fileName()` 会被设置为空字符串。在没有回收站的操作系统，此函数总返回 `false`。

此函数引入自: Qt 5.15.

`[static]bool QFile::moveToTrash(const QString &fileName, QString *pathInTrash = nullptr)`

这是一个重载函数。

将 `fileName` 文件移入回收站。如果成功返回 `true`，并将 `*pathInTrash` 设置为回收站中对应文件的路径字符串的指针；否则返回 `false`。

注意：在 API 不能返回回收站中文件的路径的操作系统中，一旦文件被移动 `*pathInTrash` 会被设置为空字符串。在没有回收站的操作系统，此函数总返回 `false`。

此函数引入自: Qt 5.15.

`[override virtual]bool QFile::open(QIODevice::OpenMode mode)`

重写函数: `QIODevice::open(QIODevice::OpenMode mode)`。

使用 `OpenMode mode` 模式打开文件，如果成功，返回 `true`；否则返回 `false`。

模式 `mode` 必须是 `QIODevice::ReadOnly`，`QIODevice::WriteOnly`，或 `QIODevice::ReadWrite`。也可以有附加 `flags`，例如 `QIODevice::Text` 和 `QIODevice::Unbuffered`。

注意：在 `WriteOnly` 或 `ReadWrite` 模式，如果相关文件不存在，此函数会尝试在打开前新建。

另请参阅: `QIODevice::OpenMode` and `setFileName()`。

`bool QFile::open(FILE *fh, QIODevice::OpenMode mode, QFileDevice::FileHandleFlags handleFlags = DontCloseHandle)`

这是一个重载函数。

使用给出的模式 `mode` 打开已有的文件句柄 `fh`。 `handleFlags` 可能会被用于指定附加选项。如果成功，返回 `true`；否则返回 `false`。

例如：

```
#include <stdio.h>

void printError(const char* msg)
{
    QFile file;
    file.open(stderr, QIODevice::WriteOnly);
    file.write(msg, qstrlen(msg)); // 写入 stderr
    file.close();
}
```


当一个 `QFile` 通过此函数被打开，`close()` 的行为由 `AutoCloseHandle` flag 决定。如果指定了 `AutoCloseHandle`，且此函数执行成功，那么 `close()` 会关闭传入的句柄。否则，`close()` 不会关闭文件，只会刷新数据（flush）。

警告：

- 如果 `fh` 并非指向常规文件，例如 `stdin`，`stdout`，或 `stderr`，您可能不能够使用 `seek()`，且 `size()` 返回 0。详见 `QIODevice::isSequential()`。
- 由于使用此函数打开的文件没有指定文件名，你不能够通过 `QFileInfo` 读取相关信息。

Windows 平台的注意事项

当访问文件或其他随机存取设备时，`fh` 必须以二进制模式打开（也就是 `fopen()` 的模式串必须包含 'b'）。Qt 会转换行末字节如果您指定 `QIODevice::Text` 给 `mode`。顺序读取设备，例如标准输入输出，不受此限制影响。

您需要启用控制台应用支持，才能在控制台使用标准输入输出。要启用，可以在项目文件中加入：

```
CONFIG += console
```

另请参阅： `close()`。

```
bool QFile::open(int fd, QIODevice::OpenMode mode, QFileDevice::FileHandleFlags  
handleFlags = DontCloseHandle)
```

这是一个重载函数。

使用给出的模式 `mode` 打开已有的文件描述符 `fh`。`handleFlags` 可能会被用于指定附加选项。如果成功，返回 `true`；否则返回 `false`。

当一个 `QFile` 通过此函数被打开，`close()` 的行为由 `AutoCloseHandle` flag 决定。如果指定了 `AutoCloseHandle`，且此函数执行成功，那么 `close()` 会关闭传入的句柄。否则，`close()` 不会关闭文件，只会刷新数据（flush）。

通过此函数打开的文件会被自动设置为 `raw` 模式；这意味着文件 I/O 函数会很慢。如果您遇到了性能问题，可以尝试其他 `open()` 函数。

警告：

- 如果 `fd` 不是一个常规文件，例如 0 (`stdin`)，1 (`stdout`)，或 2 (`stderr`)，您可能不能够使用 `seek()`，且 `size()` 返回 0。详见 `QIODevice::isSequential()`。
- 由于使用此函数打开的文件没有指定文件名，你不能够通过 `QFileInfo` 读取相关信息。

另请参阅： `close()`。

```
[override virtual]QFileDevice::Permissions QFile::permissions() const
```

重写函数： `QFileDevice::permissions() const`。

另请参阅： `setPermissions()`。

```
[static]QFileDevice::Permissions QFile::permissions(const QString &file-  
Name)
```

这是一个重载函数。

返回 `fileName` 文件经 OR（位或）后的权限 `QFile::Permission` 组合。

```
bool QFile::remove()
```

删除文件名 `fileName()` 的文件。

如果成功，返回 `true`；否则返回 `false`。

文件会在删除前关闭。

另请参阅: `setFileName()`。

```
[static]bool QFile::remove(const QString &fileName)
```

这是一个重载函数。

删除文件名 `fileName` 的文件。

如果成功，返回 `true`；否则返回 `false`。

另请参阅: `remove()`。

```
bool QFile::rename(const QString &newName)
```

把文件 `fileName()` 重命名为 `newName`。如果成功，返回 `true`；否则返回 `false`。

注意如果 `newName` 文件名的文件已存在，函数不会覆盖，直接返回 `false`。

文件在重命名前关闭。

如果直接重命名失败，Qt 会尝试拷贝数据到 `newName` 新文件并删除旧文件来实现重命名。如果拷贝或删除失败，Qt 会撤回新文件创建，返回原先状态。

另请参阅: `setFileName()`。

```
[static]bool QFile::rename(const QString &oldName, const QString &newName)
```

这是一个重载函数。

把文件 `oldName` 重命名为 `newName`。如果成功，返回 `true`；否则返回 `false`。

注意：如果 `newName` 文件名的文件已存在，函数不会覆盖，直接返回 `false`。

另请参阅: `rename()`。

```
[override virtual]bool QFile::resize(qint64 sz)
```

重写函数: `QIODevice::resize(qint64 sz)`。

```
[static]bool QFile::resize(const QString &fileName, qint64 sz)
```

这是一个重载函数。

这是文件名 `fileName` 文件的大小为 `sz` 字节。如果修改大小成功返回 `true`，否则返回 `false`。如果 `sz` 比当前文件大小大，后面的数据会填充 0；如果 `sz` 比当前文件大小小，会裁剪文件数据。

警告：如果文件不存在，调用会失败。

另请参阅: `resize()`。

```
void QFile::setFileName(const QString &name)
```

设置文件名 `name`。名称可以不包含目录，包含相对目录或绝对目录。

请不要在文件已经打开后调用此函数。

如果文件名不包含路径，或者是相对路径，路径会基于应用程序调用 `open()` 时的当前路径。

例如：

```
QFile file;
QDir::setCurrent("/tmp");
file.setFileName("readme.txt");
QDir::setCurrent("/home");
file.open(QIODevice::ReadOnly); // 打开Unix下文件 "/home/readme.txt"
```

注意：Qt 中目录分隔符统一使用“/”。

另请参阅： `fileName()`， `QFileInfo`， and `QDir`。

.....

[override virtual] `bool QFile::setPermissions(QIODevice::Permissions permissions)`

重写函数：`QIODevice::setPermissions(QIODevice::Permissions permissions)`。

为文件设置 `permissions` 权限。如果成功返回 `true`，如果权限不能修改返回 `false`。

警告：此函数不会操作修改 ACLs，这会限制函数功能。

另请参阅： `permissions()` and `setFileName()`。

.....

[static] `bool QFile::setPermissions(const QString &fileName, QIODevice::Permissions permissions)`

这是一个重载函数。

为文件名 `fileName` 的文件设置 `permissions` 权限。

[override virtual] `qint64 QFile::size() const`

重写函数：`QIODevice::size() const`。

.....

[static] `QString QFile::symLinkTarget(const QString &fileName)`

返回符号链接（Unix 上的 `symlink` 或 Windows 上快捷方式）`fileName` 指向的文件或目录的绝对路径。如果 `fileName` 不是一个符号链接，返回空字符串。

名称可能并不是一个存在的文件，只是一个字符串路径。`QFile::exists()` 可以用来判断是否存在。

此函数引入自：Qt 4.2。

.....

`QString QFile::symLinkTarget() const`

这是一个重载函数。

返回 `QFile` 对象对应的符号链接（Unix 上的 `symlink` 或 Windows 上快捷方式）指向的文件或目录的绝对路径。如果 `fileName` 不是一个符号链接，返回空字符串。

名称可能并不是一个存在的文件，只是一个字符串路径。`QFile::exists()` 可以用来判断是否存在。

此函数引入自：Qt 4.2.

另请参阅：`fileName()` and `setFileName()`。

第十五章 QFileInfo

QFileInfo 类用于系统无关的文件信息。[更多内容...](#)

属性	方法
头文件:	<code>#include <QFileInfo></code>
qmake:	<code>QT += core</code>

- 列出所有成员函数，包括继承的成员函数
- 废弃的成员函数

注意：此类中所有函数均可重入

.....

15.1 公共成员函数

返回类型	函数名
	<code>QFileInfo(const QFileInfo &fileinfo)</code>
	<code>QFileInfo(const QDir &dir, const QString &file)</code>
	<code>QFileInfo(const QFile &file)</code>
	<code>QFileInfo(const QString &file)</code>
	<code>QFileInfo()</code>
<code>QFileInfo &</code>	<code>operator=(QFileInfo &&other)</code>
<code>QFileInfo &</code>	<code>operator=(const QFileInfo &fileinfo)</code>
	<code>~QFileInfo()</code>
<code>QDir</code>	<code>absoluteDir() const</code>
<code>QString</code>	<code>absoluteFilePath() const</code>
<code>QString</code>	<code>absolutePath() const</code>
<code>QString</code>	<code>baseName() const</code>
<code>QDateTime</code>	<code>birthTime() const</code>
<code>QString</code>	<code>bundleName() const</code>
<code>bool</code>	<code>caching() const</code>
<code>QString</code>	<code>canonicalFilePath() const</code>
<code>QString</code>	<code>canonicalPath() const</code>
<code>QString</code>	<code>completeBaseName() const</code>

QString	completeSuffix() const
QDir	dir() const
bool	exists() const
QString	fileName() const
QString	filePath() const
QDateTime	fileTime(QFile::FileTime <i>time</i>) const
QString	group() const
uint	groupId() const
bool	isAbsolute() const
bool	isBundle() const
bool	isDir() const
bool	isExecutable() const
bool	isFile() const
bool	isHidden() const
bool	isJunction() const
bool	isNativePath() const
bool	isReadable() const
bool	isRelative() const
bool	isRoot() const
bool	isShortcut() const
bool	isSymLink() const
bool	isSymbolicLink() const
bool	isWritable() const
QDateTime	lastModified() const
QDateTime	lastRead() const
bool	makeAbsolute()
QDateTime	metadataChangeTime() const
QString	owner() const
uint	ownerId() const
QString	path() const
bool	permission(QFile::Permissions <i>permissions</i>) const
QFile::Permissions	permissions() const
void	refresh()
void	setCaching(bool <i>enable</i>)
void	setFile(const QString & <i>file</i>)
void	setFile(const QFile & <i>file</i>)
void	setFile(const QDir & <i>dir</i> , const QString & <i>file</i>)
qint64	size() const
QString	suffix() const
void	swap(QFileInfo & <i>other</i>)

QString	symlinkTarget() const
bool	operator!=(const QFileInfo &fileinfo) const
bool	operator==(const QFileInfo &fileinfo) const

15.2 静态公共成员函数

返回类型	函数名
bool	exists(const QString &file)

15.3 相关非成员

返回类型	函数名
typedef	QFileInfoList

15.4 详细描述

QFileInfo 可以获取任一文件的名称、路径、访问权限、是否是文件夹及是否是符号链接等信息，也可以获取文件的大小、上次修改时间、上次读取时间，还可以获取 Qt 资源文件的信息。

QFileInfo 可以表示相对路径也可以表示绝对路径。绝对路径以 “/”（windows 上以驱动符号）开头（例如 “/tmp/quartz”），相对路径以目录名或文件名开头，相对于当前工作目录（例如 “src/fatlib”）。可以用 **isRelative()** 检查一个 **QFileInfo** 表示的是相对路径还是绝对路径。可以用 **makeAbsolute()** 将相对路径转为绝对路径。

QFileInfo 可以在构造函数中或稍后在 **setFile()** 设置文件，可以用 **exists()** 查看文件是否存在，可以用 **size()** 获取文件大小。

文件类型可以用 **isFile()**、**isDir()** 和 **isSymlink()** 获取。**symlinkTarget()** 函数提供了符号链接指向的文件名。

在 Unix 系统（包括 macOS 和 iOS），此类的属性的 **getter** 函数（例如获取时间或大小）返回的都是目标文件的值，而不是符号链接的（因为 Unix 透明地处理符号链接）。使用 **QFile** 打开符号链接实际上是打开链接的目标。举例如下：

```
#ifdef Q_OS_UNIX

QFileInfo info1("/home/bob/bin/untabify");
info1.isSymlink(); // returns true
info1.absoluteFilePath(); // returns "/home/bob/bin/untabify"
info1.size(); // returns 56201
info1.symlinkTarget(); // returns "/opt/pretty++/bin/untabify"
```



```
QFileInfo info2(info1.symLinkTarget());
info2.isSymLink(); // returns false
info2.absoluteFilePath(); // returns "/opt/pretty++/bin/untabify"
info2.size(); // returns 56201

#endif
```

在 Windows 上，快捷方式（“.lnk” 文件）当前被视为符号链接。和 Unix 系统一样，属性的 getter 返回目标文件的大小，而不是 .lnk 文件本身。此行为已被弃用，并且可能会在 Qt 的未来版本中删除，此后，.lnk 文件将被视为常规文件。

```
#ifdef Q_OS_WIN

QFileInfo info1("C:\\Documents_and_Settings\\Bob\\untabify.lnk");
info1.isSymLink(); // returns true
info1.absoluteFilePath(); // returns "C:/Documents and Settings/Bob/untabify.lnk"
info1.size(); // returns 743
info1.symLinkTarget(); // returns "C:/Pretty++/untabify"

QFileInfo info2(info1.symLinkTarget());
info2.isSymLink(); // returns false
info2.absoluteFilePath(); // returns "C:/Pretty++/untabify"
info2.size(); // returns 63942

#endif
```

Elements of the file's name can be extracted with path() and fileName(). The fileName()'s parts can be extracted with baseName(), suffix() or completeSuffix(). QFileInfo objects to directories created by Qt classes will not have a trailing file separator. If you wish to use trailing separators in your own file info objects, just append one to the file name given to the constructors or setFile().

涉及文件日期的函数: birthTime() lastModified() lastRead() fileTime()

涉及文件访问权限的函数: isReadable() isWritable() isExecutable()

涉及文件所有权的函数: owner() ownerId() group() groupId()

同时查验文件权限及所有权: permission()

注意：在 NTFS 文件系统上，出于性能原因，默认情况下禁用所有权和权限检查。

要启用它，请包含以下行：

```
extern Q_CORE_EXPORT int qt_ntfs_permission_lookup;
```

然后，通过将 qt_ntfs_permission_lookup 递增和递减 1 来打开和关闭权限检查。

```
qt_ntfs_permission_lookup++; // 打开检查
qt_ntfs_permission_lookup--; // 再次关闭
```

性能问题

Some of `QFileInfo`'s functions query the file system, but for performance reasons, some functions only operate on the file name itself. For example: To return the absolute path of a relative file name, `absolutePath()` has to query the file system. The `path()` function, however, can work on the file name directly, and so it is faster.

注意: To speed up performance, `QFileInfo` caches information about the file.

Because files can be changed by other users or programs, or even by other parts of the same program, there is a function that refreshes the file information: `refresh()`. If you want to switch off a `QFileInfo`'s caching and force it to access the file system every time you request information from it call `setCaching(false)`.

另请参阅: `QDir` 和 `QFile`.

.....

15.5 成员函数文档

`QFileInfo::QFileInfo(const QFileInfo &fileinfo)`

复制一个新的 `QFileInfo`。

`QFileInfo::QFileInfo(const QDir &dir, const QString &file)`

构造一个新的 `QFileInfo`, 表示指定 `dir` 目录中的 `file` 文件信息。

如果 `dir` 具有相对路径, 则 `QFileInfo` 也将具有相对路径。

如果 `file` 是绝对路径, 则 `dir` 指定的目录将被忽略。

另请参阅: `isRelative()`

`QFileInfo::QFileInfo(const QFile &file)`

构造一个新的 `QFileInfo`, 表示指定的 `file` 文件信息。

如果文件具有相对路径, 则 `QFileInfo` 也将具有相对路径。

另请参阅: `isRelative()`

`QFileInfo::QFileInfo(const QString &file)`

构造一个新的 `QFileInfo`, 表示指定的 `file` 文件信息。 `file` 可以包含绝对或相对路径。

另请参阅: `setFile()`, `isRelative()`, `QDir::setCurrent()` 和 `QDir::isRelativePath()`

`QFileInfo::QFileInfo()`

构造一个空的 `QFileInfo` 对象。

注意: 空的 `QFileInfo` 对象不包含文件引用。

另请参阅: `setFile()`

```
QFileInfo &QFileInfo::operator=(QFileInfo &&other)
```

移动构造函数。

该函数在 Qt 5.2 引入

```
QFileInfo &QFileInfo::operator=(const QFileInfo &fileinfo)
```

赋值构造函数。

```
QFileInfo::~~QFileInfo()
```

析构造函数。

```
QDir QFileInfo::absoluteDir() const
```

以 QDir 对象的形式返回文件的绝对路径。

另请参阅: `dir()`, `filePath()`, `fileName()` 和 `isRelative()`

```
QString QFileInfo::absoluteFilePath() const
```

返回包含文件名的绝对路径。

绝对路径名由完整路径和文件名组成。在 Unix 上, 它将始终以根目录 “/” 开头。在 Windows 上, 它将始终以 “D: /” 开头, 其中 D 是驱动器号, 但未映射到驱动器号的网络共享除外, 在这种情况下, 路径将以 “// sharename /” 开头。QFileInfo 将大写驱动器号。

Returns an absolute path including the file name.

The absolute path name consists of the full path and the file name. On Unix this will always begin with the root, '/', directory. On Windows this will always begin 'D:/' where D is a drive letter, except for network shares that are not mapped to a drive letter, in which case the path will begin '//sharename/'. QFileInfo will uppercase drive letters. Note that QDir does not do this. The code snippet below shows this.

```
QFileInfo fi("c:/temp/foo"); => fi.absoluteFilePath() => "C:/temp/foo"
```

第十六章 QGenericArgument

QGenericArgument 类

QGenericArgument 类是用于序列化参数的内部辅助类。[更多信息...](#)

属性	内容
头文件	<code>#include <QGenericArgument></code>
qmake	<code>QT += core</code>
被继承	QGenericReturnArgument

16.1 公共成员函数

返回类型	函数
	<code>QGenericArgument(const char *name = nullptr, const void * data = nullptr)</code>
<code>void *</code>	<code>data() const</code>
<code>const char *</code>	<code>name() const</code>

16.2 详细描述

该类绝不应该被主动使用，请通过 `Q_ARG()` 来使用。

另请参阅：`Q_ARG()`、`QMetaObject::invokeMethod()` 和 `QGenericReturnArgument`。

16.3 成员函数描述

`QGenericArgument::QGenericArgument(const char *name = nullptr, const void *data = nullptr)`

通过给定的 `name` 和 `data` 构造 `QGenericArgument` 对象。

`void *QGenericArgument::data() const`

返回构造函数中设置的数据对象指针。

```
const char *QGenericArgument::name() const
```

返回构造函数中设置的名称。

第十七章 QGenericReturnArgument

QGenericReturnArgument 类是用于序列化返回值的内部辅助类。[更多信息...](#)

属性	内容
头文件	<code>#include <QGenericReturnArgument></code>
qmake	<code>QT += core</code>
被继承	QGenericArgument

17.1 公共成员函数

返回类型	函数
	<code>QGenericReturnArgument(const char *name = nullptr, void *data = nullptr)</code>

17.2 详细描述

该类绝不应该被主动使用，请通过 `Q_RETURN_ARG()` 来使用。

另请参阅: `Q_RETURN_ARG()`, `QMetaObject::invokeMethod()` 和 `QGenericArgument`。

17.3 成员函数描述

`QGenericReturnArgument::QGenericReturnArgument(const char *name = nullptr, void *data = nullptr)`

通过给定的 `name` 和 `data` 构造 `QGenericReturnArgument` 对象。

第十八章 const_iterator

const_iterator 类

class QHash::const_iterator

QHash::const_iterator 类为 QHash 和 QMultiHash 提供 STL 风格的常量迭代器。
[更多内容...](#)

- 所有成员列表，包括继承的成员
- 废弃的成员

18.1 公共成员函数

类型	函数名
	const_iterator(const iterator &other)
	const_iterator()
const Key &	key() const
const T &	value() const
bool	operator!=(const const_iterator &other) const
const T &	operator*() const
const_iterator &	operator++()
const_iterator	operator++(int)
const T *	operator->() const
bool	operator==(const const_iterator &other) const

18.2 详细描述

QHash 同时提供 STL 风格迭代器和 Java 风格迭代器。STL 风格迭代器更底层，使用更笨拙；同时也稍快一些。对于已经了解 STL 的开发者来说更加熟悉。

QHash<Key, T>::const_iterator 用来遍历 QHash (或 QMultiHash)。如果想在遍历时修改 QHash, 必须使用 QHash::iterator。对于非常量 QHash, 使用 QHash::const_iterator 通常也是好的编程实践，除非需要在遍历时改变 QHash。const 迭代器稍快一些并可以提高代码可读性。

`QHash::const_iterator` 的默认构造函数创建一个未初始化的迭代器。必须在开始遍历前使用 `QHash::constBegin()`, `QHash::constEnd()` 或 `QHash::find()` 等 `QHash` 函数初始化它。下面是一个典型的循环, 该循环打印出 `map` 中的所有键值对:

```
QHash<QString, int> hash;
hash.insert("January", 1);
hash.insert("February", 2);
...
hash.insert("December", 12);

QHash<QString, int>::const_iterator i;
for (i = hash.constBegin(); i != hash.constEnd(); ++i)
    cout << i.key() << " :_" << i.value() << Qt::endl;
```

与通过键的大小有序存储元素的 `QMap` 不同, `QHash` 无序存储元素。唯一的保证是共享同一键的元素 (通过 `QMultiHash` 的函数插入) 将按照从最新到最早插入值的顺序连续出现。

同一哈希表可以使用多个迭代器。然而, 需要注意任何对 `QHash` 的直接修改都可能完全改变哈希表中存储的元素顺序, 因为该操作可能引起 `QHash` 重新散列其内部数据结构。如果需要长时间持有迭代器, 建议使用 `QMap` 而非 `QHash`。

注意: 隐式共享容器迭代器的工作方式和 `STL` 迭代器不完全相同。当容器的迭代器还处于活动状态时, 应该避免拷贝容器。更多信息请参阅隐式共享迭代器问题。

另请参阅: `QHash::iterator` 和 `QHashIterator`。

.....

18.3 成员函数文档

`const_iterator::const_iterator(const iterator &other)`

构造一个 *other* 的副本。

`const_iterator::const_iterator()`

构造一个未初始化的迭代器。

一定不要对未初始化的迭代器调用 `key()`, `value()` 和 `operator++()` 等函数。使用前要用 `operator=()` 赋值。

另请参阅: `QHash::constBegin()` 和 `QHash::constEnd()`。

`const Key &const_iterator::key() const`

返回当前元素的键。

另请参阅: `value()`。

`const T &const_iterator::value() const`

返回当前元素的值。

另请参阅: `key()` 和 `operator*()`。

```
bool const_iterator::operator!=(const const_iterator &other) const
```

如果 `other` 与本迭代器指向的元素不同，返回 `true`；否则返回 `false`。

另请参阅： `operator==(())`。

```
const T &const_iterator::operator*() const
```

返回当前元素的值。

同 `value()`。

另请参阅： `key()`。

```
const_iterator &const_iterator::operator++()
```

前置 `++` 运算符 (`++i`) 将迭代器向前移动到哈希表中的下一个元素并返回指向新位置元素的迭代器。

对 `QHash::end()` 调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅： `operator--()`。

```
const_iterator const_iterator::operator++(int)
```

这是一个重载函数。

后置 `++` 运算符 (`i++`) 将迭代器向前移动到哈希表中的下一个元素并返回指向旧位置元素的迭代器。

```
const T *const_iterator::operator->() const
```

返回指向当前元素值的指针。

另请参阅： `value()`。

```
bool const_iterator::operator==(const const_iterator &other) const
```

如果 `other` 与本迭代器指向相同的元素，返回 `true`；否则返回 `false`。

另请参阅： `operator!=(())`。

第十九章 QHash

```
template <typename Key, typename T> class QHash
```

QHash 类是一种模板类，提供基于哈希表的字典类结构。更多内容...19.4

属性	内容
头文件	#include <QHash>
qmake	QT += core
派生类	QMultiHash

- 所有成员列表，包括继承的成员
- 废弃的成员

注意：该类中的所有函数都是可重入的。

.....

19.1 公共成员类型

class	const_iterator
class	iterator
class	key_iterator
typedef	ConstIterator
typedef	Iterator
typedef	const_key_value_iterator
typedef	difference_type
typedef	key_type
typedef	key_value_iterator
typedef	mapped_type
typedef	size_type

.....

19.2 公共成员函数

	QHash(InputIterator begin, In
--	-------------------------------

	QHash(QHash<K, V> &&other)
	QHash(const QHash<K, V> &other)
	QHash(std::initializer_list<std::pair<K, V>> &other)
	QHash()
QHash<K, V> &	operator=(QHash<K, V> &&other)
QHash<K, V> &	operator=(const QHash<K, V> &other)
	~QHash()
QHash::iterator	begin()
QHash::const_iterator	begin() const
int	capacity() const
QHash::const_iterator	cbegin() const
QHash::const_iterator	chend() const
void	clear()
QHash::const_iterator	constBegin() const
QHash::const_iterator	constEnd() const
QHash::const_iterator	constFind(const Key &key) const
QHash::const_key_value_iterator	constKeyValueBegin() const
QHash::const_key_value_iterator	constKeyValueEnd() const
bool	contains(const Key &key) const
int	count(const Key &key) const
int	count() const
bool	empty() const
QHash::iterator	end()
QHash::const_iterator	end() const
QPair<QHash::iterator, QHash::iterator>	equal_range(const Key &key)
QPair<QHash::const_iterator, QHash::const_iterator>	equal_range(const Key &key) const
QHash::iterator	erase(QHash::const_iterator pos)
QHash::iterator	erase(QHash::iterator pos)
QHash::iterator	find(const Key &key)
QHash::const_iterator	find(const Key &key) const
QHash::iterator	insert(const Key &key, const V &value)
void	insert(const QHash<K, V> &other)
bool	isEmpty() const
const Key	key(const T &value) const
const Key	key(const T &value, const Key &key) const
QHash::key_iterator	keyBegin() const
QHash::key_iterator	keyEnd() const
QHash::key_value_iterator	keyValueBegin()
QHash::const_key_value_iterator	keyValueBegin() const
QHash::key_value_iterator	keyValueEnd()

QHash::const_key_value_iterator	keyValueEnd() const
QList	keys() const
QList	keys(const T &value) const
int	remove(const Key &key)
void	reserve(int size)
int	size() const
void	squeeze()
void	swap(QHash<K, V> &other)
T	take(const Key &key)
const T	value(const Key &key) const
const T	value(const Key &key, const T &other) const
QList	values() const
bool	operator!=(const QHash<K, V> &other) const
bool	operator==(const QHash<K, V> &other) const
T &	operator[](const Key &key)
const T	operator[](const Key &key) const

19.3 相关非成员函数

类型	函数名
int	qGlobalQHashSeed()
uint	qHash(const QSslDiffieHellmanParameters &dhparam, uint seed)
uint	qHash(const QUrl &url, uint seed = 0)
uint	qHash(const QOscpResponse &response, uint seed)
uint	qHash(const QHash<Key, T> &key, uint seed = 0)
uint	qHash(const QByteArray &key, uint seed = 0)
uint	qHash(char key, uint seed = 0)
uint	qHash(const QDateTime &key, uint seed = 0)
uint	qHash(QSslEllipticCurve curve, uint seed)
uint	qHash(QLatin1String key, uint seed = 0)
uint	qHash(uchar key, uint seed = 0)
uint	qHash(const QDate &key, uint seed = 0)
uint	qHash(signed char key, uint seed = 0)
uint	qHash(const QTime &key, uint seed = 0)
uint	qHash(const QSet &key, uint seed = 0)
uint	qHash(const T *key, uint seed = 0)
uint	qHash(ushort key, uint seed = 0)
uint	qHash(short key, uint seed = 0)
uint	qHash(uint key, uint seed = 0)

uint	qHash(const QPair<T1, T2> &key, uint seed = 0)
uint	qHash(int key, uint seed = 0)
uint	qHash(const std::pair<T1, T2> &key, uint seed = 0)
uint	qHash(const QVersionNumber &key, uint seed = 0)
uint	qHash(ulong key, uint seed = 0)
uint	qHash(long key, uint seed = 0)
uint	qHash(quint64 key, uint seed = 0)
uint	qHash(qint64 key, uint seed = 0)
uint	qHash(float key, uint seed = 0)
uint	qHash(double key, uint seed = 0)
uint	qHash(long double key, uint seed = 0)
uint	qHash(const Char key, uint seed = 0)
uint	qHash(const QByteArray &key, uint seed = 0)
uint	qHash(const QString &key, uint seed = 0)
uint	qHash(const QStringRef &key, uint seed = 0)
uint	qHashBits(const void *p, size_t len, uint seed = 0)
uint	qHashRange(InputIterator first, InputIterator last, uint seed = 0)
uint	qHashRangeCommutative(InputIterator first, InputIterator last, uint seed = 0)
void	qSetGlobalQHashSeed(int newSeed)
QDataStream &	operator«(QDataStream &out, const QHash<Key, T> &hash)
QDataStream &	operator»(QDataStream &in, QHash<Key, T> &hash)

.....

19.4 详细描述

QHash<Key, T> 是一种 Qt 泛型容器类。该类存储键值对，可以用相关联的键非常快速地查找值。

QHash 的功能与 QMap 非常相似。二者的区别在于：

- QHash 的查找速度比 QMap 快。（详情请看算法复杂度。）
- 遍历 QMap 时，元素总是按照键的顺序排好序的。而遍历 QHash 时，元素的顺序是任意的。
- QMap 的键类型必须提供 operator<() 运算符。QHash 的键类型必须提供 operator==() 运算符和名为 qHash() 的全局哈希函数（参考 qHash 哈希函数）。

下面是一个键类型为 QString，值类型为 int 的 QHash 的示例：

```
QHash<QString, int> hash;
```

可以使用 operator 运算符将键值对插入到哈希表中：

```
hash["one"] = 1;
hash["three"] = 3;
hash["seven"] = 7;
```

上面的代码将 3 个键值对插入到 QHash 中: ("one", 1), ("three", 3) 和 ("seven", 7)。另外一种向哈希表中插入元素的方法是使用 insert():

```
hash.insert("twelve", 12);
```

使用 operator 运算符或 value() 查找值:

```
int num1 = hash["thirteen"];
int num2 = hash.value("thirteen");
```

如果哈希表中不存在指定的键, 这些函数返回默认构造的值。

如果想检查哈希表中是否包含特定键, 使用 contains():

```
int timeout = 30;
if (hash.contains("TIMEOUT"))
    timeout = hash.value("TIMEOUT");
```

还有一个 value() 的重载函数, 如果哈希表中不存在指定键的元素, 该函数使用第 2 个参数作为默认值:

```
int timeout = hash.value("TIMEOUT", 30);
```

一般推荐使用 contains() 和 value() 而不是 operator 运算符查找哈希表中的键。原因是如果哈希表中不存在相同键的元素, operator 运算符会默认地将一个元素插入到哈希表中 (除非哈希表是 const 的)。例如, 下面的代码片段将在内存中创建 1000 个元素:

```
// 错误
QHash<int, QWidget *> hash;
...
for (int i = 0; i < 1000; ++i) {
    if (hash[i] == okButton)
        cout << "Found_button_at_index_" << i << Qt::endl;
}
```

为了避免这个问题, 将上面代码中的 hash[i] 替换为 hash.value(i)。

QHash 内部使用哈希表来执行查找。哈希表自动增长和收缩以保证在不浪费太多内存的情况下快速查找。如果已经大概知道 QHash 将包含多少元素, 可以通过调用 reserve() 来控制哈希表的大小, 但是不能保证一定获得更好的性能。还可以调用 capacity() 来获取哈希表的大小。

如果想遍历 QHash 中存储的所有键值对, 可以使用迭代器。QHash 同时提供 Java 风格迭代器 (QHashIterator 和 QMapableHashIterator) 和 STL 风格迭代器 (QHash::const_iterator 和 QHash::iterator)。下面是使用 Java 风格迭代器遍历 QHash<QString, int> 的方法:

```
QHashIterator<QString, int> i(hash);
while (i.hasNext()) {
    i.next();
    cout << i.key() << ":_ " << i.value() << Qt::endl;
}
```

下面是相同的代码, 不过这次使用 STL 风格迭代器:


```
QHash<QString, int>::const_iterator i = hash.constBegin();
while (i != hash.constEnd()) {
    cout << i.key() << ":_ " << i.value() << Qt::endl;
    ++i;
}
```

QHash 是无序的，所以迭代器的顺序是不可预测的。如果需要通过键排序，使用 QMap。

通常，QHash 每个键只允许有一个值。如果用已经存在的键调用 insert()，先前的值将被删除。例如：

```
hash.insert("plenty", 100);
hash.insert("plenty", 2000);
// hash.value("plenty") = 2000
```

如果只想从哈希表中获取值（而不是键），也可以使用 foreach：

```
QHash<QString, int> hash;
...
foreach (int value, hash)
    cout << value << Qt::endl;
```

移除元素有几种方法。一种是调用 remove()；该函数移除指定键的所有元素。另一种方法是使用 QMutableHashIterator::remove()。另外，还可以使用 clear() 清除整个哈希表。

QHash 键和值的数据类型必须是可赋值数据类型。不能存储 QWidget 作为值；而应该存储 QWidget *。qHash() 哈希函数

QHash 的键类型除了必须是可赋值数据类型外，还有一个额外要求：它必须提供 operator==() 运算符，并且在键类型的命名空间内还必须有一个为键类型参数返回哈希值的 qHash() 函数。

该 qHash() 函数基于键计算数值。可以使用任何可以想到的算法计算，只要保证相同参数返回相同值就可以。也就是说，如果 `e1 == e2`，那么 `qHash(e1) == qHash(e2)` 也保持成立。然而，为了获得更好的性能，qHash() 函数应该尽最大可能对不同的键返回不同的哈希值。

对于键类型 `K`，qHash 函数必须是下面两种签名之一：

例子：

```
#ifndef EMPLOYEE_H
#define EMPLOYEE_H

class Employee
{
public:
    Employee() {}
    Employee(const QString &name, QDate dateOfBirth);
    ...

private:
    QString myName;
    QDate myDateOfBirth;
};

inline bool operator==(const Employee &e1, const Employee &e2)
```

```
{
    return e1.name() == e2.name()
        && e1.dateOfBirth() == e2.dateOfBirth();
}

inline uint qHash(const Employee &key, uint seed)
{
    return qHash(key.name(), seed) ^ key.dateOfBirth().day();
}

#endif // EMPLOYEE_H
```

上例中，我们依赖 Qt 的全局 `qHash(const QString &, uint)` 函数取得雇员名字的哈希值，然后将这个值与雇员的出生日期求异或，来为同名雇员生成各自唯一的哈希值。

注意：Qt 提供的 `qHash()` 重载函数的实现可能在任何时候改变。一定不能依赖于这个假定，认为不同 Qt 版本的 `qHash()` 函数（对于相同的输入）会计算出相同的结果。算法复杂度攻击

所有哈希表都容易受到一种特殊类型的拒绝服务攻击，攻击者预先仔细计算好一组不同的键，用这些键在哈希表的同一个 `bucket` 中（甚至具有相同哈希值）进行散列。攻击的目的是在数据输入表中时达到最坏情形的算法行为（ $O(n)$ ）而不是平均的 $O(1)$ ，详情参考算法复杂度）。

为了避免这种最坏情形的行为，可以在 `qHash()` 计算哈希值时通过随机种子进行掺杂，抵消攻击的程度。该种子由 `QHash` 自动生成，每个进程单独一个，由 `QHash` 传给两个参数的 `qHash()` 重载函数的第 2 个参数。

`QHash` 的这种随机化处理默认是激活的。尽管如此，使用者不应该依赖于特定的 `QHash` 顺序，这可能是在调试或回归测试等临时需要这种确定性行为的时候。要想关闭随机化处理，可以将环境变量 `QT_HASH_SEED` 设置为 0，或者使用参数 0 调用 `qSetGlobalQHashSeed()` 函数。

另请参阅 `QHashIterator`，`QMutableHashIterator`，`QMap` 和 `QSet`。

19.5 成员类型文档

`typedef QHash::ConstIterator`

`QHash::const_iterator` 的 Qt 风格的别名。

`typedef QHash::Iterator`

`QHash::iterator` 的 Qt 风格的别名。

`typedef QHash::const_key_value_iterator`

`QMap::const_key_value_iterator` 类型定义为 `QHash` 和 `QMultiHash` 提供 STL 风格迭代器。

除了 `operator*()` 运算符返回的是键值对而不是值之外，`QHash::const_key_value_iterator` 基本和 `QHash::const_iterator` 相同。

Qt 5.10 中引入该类型定义。

另请参阅：`QKeyValueIterator`

```
typedef QHash::difference_type
```

`ptrdiff_t` 的类型别名。为兼容 STL 提供。

```
typedef QHash::key_type
```

`Key` 的类型别名。为兼容 STL 提供。

```
typedef QHash::key_value_iterator
```

`QHash::key_value_iterator` 类型定义为 `QHash` 和 `QMultiHash` 提供 STL 风格迭代器。

除了 `operator*()` 运算符返回的是键值对而不是值之外, `QHash::key_value_iterator` 基本和 `QHash::iterator` 相同。

Qt 5.10 中引入该类型定义。

另请参阅: `QKeyValueIterator`。

```
typedef QHash::mapped_type
```

`T` 的类型别名。为兼容 STL 提供。

```
typedef QHash::size_type
```

`int` 的类型别名。为兼容 STL 提供。

19.6 成员函数文档

```
template QHash::QHash(InputIterator begin, InputIterator end)
```

用迭代器范围 `[begin, end)` 内每个元素的副本构造一个哈希表。需要满足下列两个条件之一: 迭代范围内的元素是包含 `first` 和 `second` 数据成员的对象 (像 `QPair`, `std::pair` 等), 分别可以转换为 `Key` 类型和 `T` 类型; 或者迭代器必须含有 `key()` 和 `value()` 成员函数, 分别返回可以转换为 `Key` 类型的键和 `T` 类型的值。

Qt 5.14 中引入该函数。

```
QHash::QHash(QHash<K, V> &&other)
```

移动构造一个 `QHash` 实例, 使该实例指向 `other` 所指向的同一对象。

Qt 5.2 中引入该函数。

```
QHash::QHash(const QHash<K, V> &other)
```

构造一个 `other` 的副本。

该操作需要常数时间, 因为 `QHash` 是隐式共享的。这使得从一个函数返回 `QHash` 非常快。如果共享实例被修改了, 它将以线性时间被复制一份 (写时拷贝)。

另请参阅: `operator=()`。

```
QHash::QHash(std::initializer_list<std::pair<Key, T>> list)
```

用初始化列表 `list` 中每个元素的副本构造一个哈希表。

只有当程序在 C++11 模式下编译时，该函数才可用。

Qt 5.1 中引入该函数。

`QHash::QHash()`

构造一个空哈希表。

另请参阅: `clear()`。

`QHash<K, V> &QHash::operator=(QHash<K, V> &&other)`

移动赋值 *other* 到该 `QHash` 实例。

Qt 5.2 中引入该函数。

`QHash<K, V> &QHash::operator=(const QHash<K, V> &other)`

将 *other* 赋值给该哈希表并返回该哈希表的引用。

`QHash::~~QHash()`

析构哈希表。该哈希表中值的引用及所有该哈希表的迭代器都将失效。

`QHash::iterator QHash::begin()`

返回 STL 风格迭代器 pointing to the first item in the hash.

另请参阅: `constBegin()` 和 `end()`。

`QHash::const_iterator QHash::begin() const`

这是一个重载函数。

`int QHash::capacity() const`

返回 `QHash` 内部哈希表中的 `bucket` 数。

该函数的唯一目的是提供一种调节 `QHash` 内存使用的方法。一般很少需要调用该函数。如果想知道哈希表中的元素数，请调用 `size()`。

另请参阅: `reserve()` 和 `squeeze()`。

`QHash::const_iterator QHash::cbegin() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向哈希表中的第一个元素。

Qt 5.0 中引入该函数。

另请参阅: `begin()` 和 `cend()`。

`QHash::const_iterator QHash::cend() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向哈希表中最后一个元素之后的假想元素。

Qt 5.0 中引入该函数。

另请参阅: `cbegin()` 和 `end()`。

`void QHash::clear()`

从哈希表中移除所有元素。

另请参阅: `remove()`。

`QHash::const_iterator QHash::constBegin() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器, 指向哈希表中的第一个元素。

另请参阅: `begin()` 和 `constEnd()`。

`QHash::const_iterator QHash::constEnd() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器, 指向哈希表中最后一个元素之后的假想元素。

另请参阅: `constBegin()` 和 `end()`。

`QHash::const_iterator QHash::constFind(const Key &key) const`

返回常量类型 (译者注: 原文没有 `const`) 的迭代器, 指向哈希表中键为 `key` 的元素。

如果哈希表不包含键为 `key` 的元素, 该函数返回 `constEnd()`。

Qt 4.1 中引入该函数。

另请参阅: `find()` 和 `QMultiHash::constFind()`。

`QHash::const_key_value_iterator QHash::constKeyValueBegin() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器, 指向哈希表中的第一项。

Qt 5.10 中引入该函数。

另请参阅: `keyValueBegin()`。

`QHash::const_key_value_iterator QHash::constKeyValueEnd() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器, 指向哈希表中最后一项之后的假想项。

Qt 5.10 中引入该函数。

另请参阅: `constKeyValueBegin()`。

`bool QHash::contains(const Key &key) const`

如果该哈希表包含键为 `key` 的元素, 返回 `true`; 否则返回 `false`。

另请参阅: `count()` 和 `QMultiHash::contains()`。

`int QHash::count(const Key &key) const`

返回与键 `key` 相关联的元素个数。

另请参阅: `contains()` 和 `insertMulti()`。

`int QHash::count() const`

这是一个重载函数。

同 `size()`。

`bool QHash::empty() const`

该函数为兼容 STL 提供。与 `isEmpty()` 等价, 如果哈希表为空, 返回 `true`; 否则返回 `false`。

`QHash::iterator QHash::end()`

返回 STL 风格迭代器，指向哈希表中最后一个元素之后的假想元素。

另请参阅: `begin()` 和 `constEnd()`。

`QHash::const_iterator QHash::end() const`

这是一个重载函数。

`QPair<QHash::iterator, QHash::iterator> QHash::equal_range(const Key &key)`

返回一对迭代器界定与 `key` 相关联的值的范围 `[first, second)`。如果范围为空，则两个迭代器都为 `end()`。

Qt 5.7 中引入该函数。

`QPair<QHash::const_iterator, QHash::const_iterator> QHash::equal_range(const Key &key) const`

这是一个重载函数。

Qt 5.7 中引入该函数。

`QHash::iterator QHash::erase(QHash::const_iterator pos)`

从哈希表中移除迭代器 `pos` 指向的键值对，返回指向哈希表中下一个元素的迭代器。

与 `remove()` 和 `take()` 不同，该函数绝不会使 `QHash` 重新散列其内部数据结构。这意味着可以在迭代时安全调用该函数而不会影响哈希表中元素的顺序。

例如:

```
QHash<QObject *, int> objectHash;
...
QHash<QObject *, int>::iterator i = objectHash.find(obj);
while (i != objectHash.end() && i.key() == obj) {
    if (i.value() == 0) {
        i = objectHash.erase(i);
    } else {
        ++i;
    }
}
```

Qt 5.7 中引入该函数。

另请参阅: `remove()`, `take()` 和 `find()`。

`QHash::iterator QHash::erase(QHash::iterator pos)`

这是一个重载函数。

`QHash::iterator QHash::find(const Key &key)`

返回迭代器，指向哈希表中键为 `key` 的元素。

如果哈希表不包含键为 `key` 的元素，函数返回 `end()`。

如果哈希表包含多个键为 *key* 的元素，函数返回指向最新插入的那个值的迭代器。其它值可以通过递增迭代器取得。例如，下面的代码遍历同一键的所有元素：

```
QHash<QString, int> hash;
...
QHash<QString, int>::const_iterator i = hash.find("HDR");
while (i != hash.end() && i.key() == "HDR") {
    cout << i.value() << Qt::endl;
    ++i;
}
```

另请参阅：value(), values() 和 QMultiHash::find()。

QHash::const_iterator QHash::find(const Key &key) const

这是一个重载函数。

QHash::iterator QHash::insert(const Key &key, const T &value)

用键 *key* 和值 *value* 插入一个新元素。

如果已经存在键为 *key* 的元素，该元素的值将被 *value* 替换。

如果有多个键为 *key* 的元素，最新插入的元素的值将被 *value* 替换。

void QHash::insert(const QHash<K, V> &other)

将 *other* 哈希表中的所有元素插入到本哈希表中。

如果一个键同时在两个哈希表中出现，其值将被 *other* 中存储的值替换。

注意：如果 *other* 中同一键关联多个元素，则该键的最终值未定义。

Qt 5.15 中引入该函数。

bool QHash::isEmpty() const

如果哈希表中不包含元素，返回 **true**；否则返回 **false**。

另请参阅：size()

const Key QHash::key(const T &value) const

返回与值 *value* 对应的第一个键。

如果哈希表不包含值为 *value* 的元素，函数返回默认构造的键。

该函数可能会比较慢（线性时间），因为 QHash 的内部数据结构是以快速查找键而不是值为目标来优化的。

另请参阅：value() 和 keys()。

const Key QHash::key(const T &value, const Key &defaultKey) const

这是一个重载函数。

返回与值 *value* 对应的第一个键，如果哈希表不包含值为 *value* 的元素，返回 *defaultKey*。

该函数可能会比较慢（线性时间），因为 QHash 的内部数据结构是以快速查找键而不是值为目标来优化的。

Qt 4.3 中引入该函数。

`QHash::key_iterator QHash::keyBegin() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向哈希表中的第一个键。

Qt 5.6 中引入该函数。

另请参阅: `keyEnd()`。

`QHash::key_iterator QHash::keyEnd() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向哈希表中的最后一个元素之后的假想元素的键。

Qt 5.6 中引入该函数。

另请参阅: `keyBegin()`。

`QHash::key_value_iterator QHash::keyValueBegin()`

返回 STL 风格迭代器，指向哈希表中的第一项。

Qt 5.10 中引入该函数。

另请参阅: `keyValueEnd()`。

`QHash::const_key_value_iterator QHash::keyValueBegin() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向哈希表中的第一项。

Qt 5.10 中引入该函数。

另请参阅: `keyValueEnd()`。

`QHash::key_value_iterator QHash::keyValueEnd()`

返回 STL 风格迭代器，指向哈希表中最后一项之后的假想项。

Qt 5.10 中引入该函数。

另请参阅: `keyValueBegin()`。

`QHash::const_key_value_iterator QHash::keyValueEnd() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向哈希表中最后一项之后的假想项。

Qt 5.10 中引入该函数。

另请参阅: `keyValueBegin()`。

`QList QHash::keys() const`

以任意顺序返回哈希表中所有键的列表。在哈希表中多次出现的键（当该方法应用在 `QMultiHash` 时）也会在列表中多次出现。

键的顺序将确保与通过 `values()` 返回的值的顺序相同。

另请参阅: `QMultiMap::uniqueKeys()`, `values()` 和 `key()`。

`QList QHash::keys(const T &value) const`

这是一个重载函数。

以任意顺序返回所有与值 *value* 相关联的键的列表。

该函数可能会比较慢（线性时间），因为 `QHash` 的内部数据结构是以快速查找键而不是值为目标来优化的。

```
int QHash::remove(const Key &key)
```

从哈希表中移除所有键为 *key* 的元素。返回被移除的元素个数，如果键存在，则为 1，否则为 0。

另请参阅: `clear()`, `take()` 和 `QMultiHash::remove()`。

```
void QHash::reserve(int size)
```

确保 `QHash` 的内部哈希表包含至少 *size* 数量的 `bucket`。

该函数对于需要构建大型哈希表，并且不想重复分配内存的使用者来说很有用。

例如：

```
QHash<QString, int> hash;
hash.reserve(20000);
for (int i = 0; i < 20000; ++i)
    hash.insert(keys[i], values[i]);
```

理想情况下, *size* 应该比哈希表中期望的最大元素数略大。*size* 不一定必须是质数, 因为 `QHash` 内部总会使用一个质数。如果 *size* 预估小了, 可能发生的最坏情形就是 `QHash` 会变慢一点。

一般很少需要调用该函数。`QHash` 的内部哈希表会自动收缩或增长来保证不浪费太多内存的情况下达到最优性能。

另请参阅: `squeeze()` 和 `capacity()`。

```
int QHash::size() const
```

返回哈希表中的元素个数。

另请参阅: `isEmpty()` 和 `count()`。

```
void QHash::squeeze()
```

减少 `QHash` 内部哈希表的大小以节约内存。

该函数的唯一目的是提供一种调节 `QHash` 内存使用的方法。一般很少需要调用该函数。

另请参阅: `reserve()` 和 `capacity()`。

```
void QHash::swap(QHash<K, V> &other)
```

将哈希表 *other* 与本哈希表。该操作非常快，永远不失败。

Qt 4.8 中引入该函数。

```
T QHash::take(const Key &key)
```

从哈希表中移除键为 *key* 的元素，返回键 *key* 所关联的值。

如果哈希表中不存在该元素，该函数简单返回一个默认构造的值。如果哈希表中有多个键为 *key* 的元素，只移除最新插入的元素并返回值。

如果不使用返回值，使用 `remove()` 更高效一些。

另请参阅: `remove()`。

```
const T QHash::value(const Key &key) const
```

返回键 `key` 关联的值。

如果哈希表不包含键为 `key` 的元素, 该函数返回默认构造的值。如果哈希表中有多个键为 `key` 的元素, 返回最新插入的元素的值。

另请参阅: `key()`, `values()`, `contains()` 和 `[operator]()`。

```
const T QHash::value(const Key &key, const T &defaultValue) const
```

这是一个重载函数。

如果哈希表不包含键为 `key` 的元素, 该函数返回 `defaultValue`。

```
QList QHash::values() const
```

以任意顺序返回哈希表中所有值的列表。如果一个键关联到多个值, 该键的所有值都将被放入列表中, 而不只是最新插入的值。

顺序将确保与通过 `keys()` 返回的键的顺序相同。

另请参阅: `keys()` 和 `value()`。

```
bool QHash::operator!=(const QHash<K, V> &other) const
```

如果 `other` 与本哈希表不相等, 返回 `true`, 否则返回 `false`。

如果两个哈希表包含相同的键值对, 则认为二者相等。

该函数需要值类型实现 `operator==(())`。

另请参阅: `operator==(())`。

```
bool QHash::operator==(const QHash<K, V> &other) const
```

如果 `other` 与本哈希表相等, 返回 `true`, 否则返回 `false`。

如果两个哈希表包含相同的键值对, 则认为二者相等。

该函数需要值类型实现 `operator==(())`。

另请参阅: `operator!=(())`。

```
T &QHash::operator[](const Key &key)
```

返回键 `key` 所关联的值的可修改引用。

如果哈希表不包含键为 `key` 的元素, 该函数用键 `key` 插入一个默认构造的值, 并返回该值的引用。如果哈希表包含多个键为 `key` 的元素, 该函数返回最新插入的那个值的引用。

另请参阅: `insert()` 和 `value()`。

```
const T QHash::operator[](const Key &key) const
```

这是一个重载函数。

同 `value()`。

19.7 相关非成员函数

```
int qGlobalQHashSeed()
```

返回当前全局 QHash 种子。

任何新创建的 QHash 都会设置该种子。请参考 qHash 了解 QHash 如何使用该种子。

Qt 5.6 中引入该函数。

另请参阅: qSetGlobalQHashSeed。

```
uint qHash(const QUrl &url, uint seed = 0)
```

返回 *url* 的哈希值。如果指定了 *seed*, 该值用于初始化哈希表。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
template <typename Key, typename T> uint qHash(const QHash<Key, T> &key,  
uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值, 使用 *seed* 来 *seed* 计算。

类型 **T** 必须被 qHash() 支持。

Qt 5.8 中引入该函数。

```
uint qHash(const QByteArray &key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值, 使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(char key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值, 使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(const QDateTime &key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值, 使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(QLatin1String key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值, 使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(uchar key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值, 使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(const QDate &key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值, 使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(signed char key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(const QTime &key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
template uint qHash(const QSet &key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

哈希值不依赖于 *key* 中元素的顺序，即包含相同元素的 *set* 散列相同的值。

Qt 5.5 中引入该函数。

```
template uint qHash(const T *key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(ushort key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(short key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(uint key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
template <typename T1, typename T2> uint qHash(const QPair<T1, T2> &key,  
uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

类型 **T1** 和 **T2** 必须被 `qHash()` 支持。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(int key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
template <typename T1, typename T2> uint qHash(const std::pair<T1, T2>
&key, uint seed = 0)
```

返回 key 的哈希值，使用 seed 来随机化计算结果。

类型 T1 和 T2 必须被 qHash() 支持。

注意：该函数的返回类型与下面函数调用的返回类型不同：

```
qHash(qMakePair(key.first, key.second), seed);
```

两个函数使用不同的哈希算法；因为二进制兼容的限制，我们不能在 Qt 6 之前修改 QPair 算法使其与 std::pair 保持一致。

Qt 5.7 中引入该函数。

```
uint qHash(const QVersionNumber &key, uint seed = 0)
```

返回 key 的哈希值，使用 seed 来随机化计算结果。

Qt 5.6 中引入该函数。

```
uint qHash(ulong key, uint seed = 0)
```

返回 key 的哈希值，使用 seed 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(long key, uint seed = 0)
```

返回 key 的哈希值，使用 seed 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(quint64 key, uint seed = 0)
```

返回 key 的哈希值，使用 seed 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(qint64 key, uint seed = 0)
```

返回 key 的哈希值，使用 seed 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(float key, uint seed = 0)
```

返回 key 的哈希值，使用 seed 来随机化计算结果。

Qt 5.3 中引入该函数。

```
uint qHash(double key, uint seed = 0)
```

返回 key 的哈希值，使用 seed 来随机化计算结果。

Qt 5.3 中引入该函数。

```
uint qHash(long double key, uint seed = 0)
```

返回 key 的哈希值，使用 seed 来随机化计算结果。

Qt 5.3 中引入该函数。

```
uint qHash(const QChar key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(const QByteArray &key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(const QString &key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHash(const QStringRef &key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

Qt 5.0 中引入该函数。

```
uint qHashBits(const void *p, size_t len, uint seed = 0)
```

返回 *p* 指向的大小为 *len* 的内存块的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果。

仅使用该函数为自定义类型实现 `qHash()` 函数。例如，下面是一个如何为 `std::vector` 实现 `qHash()` 函数的例子：

```
inline uint qHash(const std::vector<int> &key, uint seed = 0)
{
    if (key.empty())
        return seed;
    else
        return qHashBits(&key.front(), key.size() * sizeof(int), seed);
}
```

上面的例子利用了 `std::vector` 连续存储数据的优势。如果不是这种情况，或者包含的类型 `has padding`，应该使用 `qHashRange()`。

需要再次强调，`qHashBits()` 的实现 - 与 Qt 提供的 `qHash()` 函数一样 - 可能在任何时候改变。一定不能依赖于这个假定，认为不同 Qt 版本的 `qHashBits()` 函数（对于相同的输入）会计算出相同的结果。

Qt 5.4 中引入该函数。

另请参阅：`qHashRange()` 和 `qHashRangeCommutative()`。

```
template uint qHashRange(InputIterator first, InputIterator last, uint
seed = 0)
```

返回范围 `[first, last)` 的哈希值，使用 *seed* 来随机化计算结果，该函数依次对每个元素执行 `qHash()`，然后将所有哈希值组合成一个值。

该函数的返回值依赖于范围中元素的顺序。这意味着

```
{0, 1, 2}
```

和

```
{1, 2, 0}
```

散列成不同的值。如果顺序不重要，例如，对于哈希表，要使用 `qHashRangeCommutative()`。如果想散列原始内存，使用 `qHashBits()`。

仅使用该函数为自定义类型实现 `qHash()` 函数。例如，下面是一个如何为 `std::vector` 实现 `qHash()` 函数的例子：

```
inline uint qHash(const std::vector<int> &key, uint seed = 0)
{
    return qHashRange(key.begin(), key.end(), seed);
}
```

需要再次强调，`qHashRange()` 的实现 - 与 Qt 提供的 `qHash()` 函数一样 - 可能在任何时候改变。一定不能依赖于这个假定，认为不同 Qt 版本的 `qHashRange()` 函数（对于相同的输入）会计算出相同的结果，即使该元素类型的 `qHash()` 函数可以。

Qt 5.5 中引入该函数。

另请参阅：`qHashBits()` 和 `qHashRangeCommutative()`。

```
template uint qHashRangeCommutative(InputIterator first, InputIterator
last, uint seed = 0)
```

返回范围 `[first,last)` 的哈希值，使用 `seed` 来随机化计算结果，该函数依次对每个元素执行 `qHash()`，然后将所有哈希值组合成一个值。

该函数的返回值不依赖于范围中元素的顺序。这意味着

```
{0, 1, 2}
```

和

```
{1, 2, 0}
```

散列成相同的值。如果顺序重要，例如，对于 `vector` 和数组，要使用 `qHashRange()`。如果想散列原始内存，使用 `qHashBits()`。

仅使用该函数为自定义类型实现 `qHash()` 函数。例如，下面是一个如何为 `std::unordered_set` 实现 `qHash()` 函数的例子：

```
inline uint qHash(const std::unordered_set<int> &key, uint seed = 0)
{
    return qHashRangeCommutative(key.begin(), key.end(), seed);
}
```

需要再次强调，`qHashRangeCommutative()` 的实现 - 与 Qt 提供的 `qHash()` 函数一样 - 可能在任何时候改变。一定不能依赖于这个假定，认为不同 Qt 版本的 `qHashRangeCommutative()` 函数（对于相同的输入）会计算出相同的结果，即使该元素类型的 `qHash()` 函数可以。

Qt 5.5 中引入该函数。

另请参阅: `qHashBits()` 和 `qHashRange()`。

```
void qSetGlobalQHashSeed(int newSeed)
```

将全局 `QHash` 种子设置为 `newSeed`。

只有在测试和调试时才需要手动设置全局 `QHash` 种子值, 此时需要 `QHash` 具有确定的和可复制的行为。我们不鼓励在产品代码中这么做因为这会使软件容易受到算法复杂度攻击。

从 Qt 5.10 开始, 只能在 0 和 -1 之间设置值。传递 -1 将重新初始化全局 `QHash` 种子为一个随机值, 传递 0 用来为 C++ 基本类型 (例如 `int`) 和字符串类型 (`QString`, `QByteArray`) 请求稳定算法。

任何新创建的 `QHash` 都会设置种子值。参考 `qHash` 了解 `QHash` 如何使用种子。

如果设置了环境变量 `QT_HASH_SEED`, 调用该函数什么也不做。

Qt 5.6 中引入该函数。

另请参阅: `qGlobalQHashSeed`。

```
template <typename Key, typename T> QDataStream &operator<<(QDataStream  
&out, const QHash<Key, T> &hash)
```

将哈希表 `hash` 写出到流 `out`。

该函数需要键和值类型实现 `operator<<()`。

另请参阅: `Serializing Qt Data Types`。

```
template <typename Key, typename T> QDataStream &operator>>(QDataStream  
&in, QHash<Key, T> &hash)
```

从流 `in` 读入数据到哈希表 `hash`。

该函数需要键和值类型实现 `operator>>()`。

另请参阅: `Serializing Qt Data Types`。

第二十章 key_iterator

class QHash::key_iterator

QHash::key_iterator 类为 QHash 和 QMultiHash 的键提供 STL 风格的常量类型迭代器。更多内容...[20.2](#)

Qt 5.6 中引入该类。

- 所有成员列表，包括继承的成员
- 废弃的成员

.....

20.1 公共成员函数

类型	函数名
const_iterator	base() const
bool	operator!=(key_iterator other) const
const Key &	operator*() const
key_iterator &	operator++()
key_iterator	operator++(int)
const Key *	operator->() const
bool	operator==(key_iterator other) const

.....

20.2 详细描述

除了 operator*() 和 operator->() 返回键而不是值以外，QHash::key_iterator 基本和 QHash::const_iterator 相同。

多数情况下应该使用 QHash::iterator 和 QHash::const_iterator，

通过调用 QHash::iterator::key() 可以很容易地取得键：

```
for (QHash<int, QString>::const_iterator it = hash.cbegin(),
end = hash.cend(); it != end; ++it) {
    cout << "The_key:_" << it.key() << Qt::endl
    cout << "The_value:_" << it.value() << Qt::endl;
    cout << "Also_the_value:_" << (*it) << Qt::endl;
```

```
}
```

然而，如果想对 QHash 的键应用 STL 算法，就需要一个能解引用出键而不是值的迭代器。

通过 QHash::key_iterator 就能直接对一组键应用 STL 算法而不必调用 QHash::keys()，这个函数比较低效，因为它首先要遍历一遍 QHash，然后分配内存创建一个临时的 QList。

```
// Inefficient, keys() is expensive
QList<int> keys = hash.keys();
int numPrimes = std::count_if(keys.cbegin(), keys.cend(), isPrimeNumber);
qDeleteAll(hash2.keys());

// Efficient, no memory allocation needed
int numPrimes = std::count_if(hash.keyBegin(), hash.keyEnd(), isPrimeNumber);
qDeleteAll(hash2.keyBegin(), hash2.keyEnd());
```

QHash::key_iterator 是 const 的，键是不可能被修改的。

QHash::key_iterator 的默认构造函数创建一个未初始化的迭代器。必须使用 QHash::keyBegin() 或 QHash::keyEnd() 等 QHash 函数来初始化它。

:

警告：隐式共享容器的迭代器的工作方式和 STL 迭代器不完全相同。当容器的迭代器还处于活动状态时，应该避免拷贝容器。更多信息请参阅隐式共享迭代器问题。

另请参阅：QHash::const_iterator 和 QHash::iterator。

.....

20.3 成员函数文档

const_iterator key_iterator::base() const

返回该 key_iterator 基于的底层 const_iterator。

bool key_iterator::operator!=(key_iterator other) const

如果 other 与本迭代器指向的元素不同，返回 true；否则返回 false。

另请参阅：operator==(())。

const Key &key_iterator::operator*() const

返回当前元素的键。

key_iterator &key_iterator::operator++()

前置 ++ 运算符 (++i) 将迭代器向前移动到哈希表中的下一个元素并返回指向新位置元素的迭代器。

对 QHash::keyEnd() 调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅：operator-()。

```
key_iterator key_iterator::operator++(int)
```

这是一个重载函数。

后置 `++` 运算符 (`i++`) 将迭代器向前移动到哈希表中的下一个元素并返回指向旧位置元素的迭代器。

```
const Key *key_iterator::operator->() const
```

返回指向当前元素键的指针。

```
bool key_iterator::operator==(key_iterator other) const
```

如果 `other` 与本迭代器指向相同的元素，返回 `true`；否则返回 `false`。

另请参阅: `operator!=(())`。

第二十一章 qhash-iterator

class QHash::iterator

QHash::iterator 为 QHash 和 QMultiHash 提供 STL 风格的非常量迭代器。更多内容...

- 所有成员列表，包括继承的成员
- 废弃的成员

21.1 公共成员函数

类型	函数名
	iterator()
const Key &	key() const
T &	value() const
bool	operator!=(const iterator &other) const
bool	operator!=(const const_iterator &other) const
T &	operator*() const
iterator &	operator++()
iterator	&operator++(int)
T *	operator->() const
bool	operator==(const iterator &other) const
bool	operator==(const const_iterator &other) const

21.2 详细描述

QHash 同时提供 STL-style iterators 和 Java-style iterators。STL 风格迭代器更底层，使用更笨拙；同时也稍快一些。对于已经了解 STL 的开发者来说更加熟悉。

QHash<Key, T>::iterator 用来遍历 QHash（或 QMultiHash）并修改与特定键相关联的值（不能修改键）。如果想遍历常量 QHash，应该使用 QHash::const_iterator。对于非常量 QHash，使用 QHash::const_iterator 通常是也好的编程实践，除非需要在遍历时改变 QHash。常量类型的迭代器稍快一些并可以提高代码可读性。

`QHash::iterator` 的默认构造函数创建一个未初始化的迭代器。必须在开始遍历前使用 `QHash::begin()`, `QHash::end()`, 或 `QHash::find()` 等 `QHash` 函数初始化它。下面是一个典型的循环, 该循环打印出哈希表中的所有键值对:

```
QHash<QString, int> hash;
hash.insert("January", 1);
hash.insert("February", 2);
...
hash.insert("December", 12);

QHash<QString, int>::iterator i;
for (i = hash.begin(); i ≠ hash.end(); ++i)
    cout << i.key() << ":_ " << i.value() << Qt::endl;
```

与通过键的大小有序存储元素的 `QMap` 不同, `QHash` 无序存储元素。

让我们通过几个例子来了解哪些情况下可以用 `QHash::iterator` 而不能用 `QHash::const_iterator`。下面的例子将存储在 `QHash` 中的每个值增加 2:

```
QHash<QString, int>::iterator i;
for (i = hash.begin(); i ≠ hash.end(); ++i)
    i.value() += 2;
```

下面的例子移除所有键字符串的首字符是下划线的元素:

```
QHash<QString, int>::iterator i = hash.begin();
while (i ≠ hash.end()) {
    if (i.key().startsWith('_'))
        i = hash.erase(i);
    else
        ++i;
}
```

对 `QHash::erase()` 的调用从哈希表中移除迭代器所指元素, 返回指向下一个元素的迭代器。下面是另一个在遍历时移除元素的方法:

```
QHash<QString, int>::iterator i = hash.begin();
while (i ≠ hash.end()) {
    QHash<QString, int>::iterator prev = i;
    ++i;
    if (prev.key().startsWith('_'))
        hash.erase(prev);
}
```

有人会写出像下面这样的代码:

```
// WRONG
while (i ≠ hash.end()) {
    if (i.key().startsWith('_'))
        hash.erase(i);
    ++i;
}
```

然而, 这会导致程序在 `++i` 处崩溃, 因为调用完 `erase()` 后, `i` 成为悬空迭代器。

同一哈希表可以使用多个迭代器。然而，需要注意任何对 `QHash` 的直接修改都可能完全改变哈希表中存储的元素顺序，因为该操作可能引起 `QHash` 重新散列其内部数据结构。有一个例外是 `QHash::erase()`。该函数可以在迭代时安全调用，不会影响哈希表中元素的顺序。如果需要长时间持有迭代器，建议使用 `QMap` 而非 `QHash`。

警告：隐式共享容器迭代器的工作方式和 STL 迭代器不完全相同。当容器的迭代器还处于活动状态时，应该避免拷贝容器。更多信息请参阅隐式共享迭代器问题。

另请参阅：`QHash::const_iterator`, `QHash::key_iterator` 和 `QMutableHashIterator`。

21.3 成员函数文档

```
bool iterator::operator!=(const const_iterator &other) const
```

```
bool iterator::operator!=(const iterator &other) const
```

如果 `other` 与本迭代器指向的元素不同，返回 `true`；否则返回 `false`。

另请参阅：`operator==()`。

```
bool iterator::operator==(const const_iterator &other) const
```

```
bool iterator::operator==(const iterator &other) const
```

如果 `other` 与本迭代器指向相同的元素，返回 `true`；否则返回 `false`。

另请参阅：`operator!=()`。

```
iterator::iterator()
```

构造一个未初始化的迭代器。

一定不要对未初始化的迭代器调用 `key()`，`value()` 和 `operator++()` 等函数。使用前要用 `operator=()` 赋值。

另请参阅：`QHash::begin()` 和 `QHash::end()`。

```
const Key &iterator::key() const
```

以常引用返回当前元素的键。

不能直接通过迭代器改变元素的键，尽管可以通过调用 `QHash::erase()` 后再调用 `QHash::insert()` 的方式来改变键。

另请参阅：`value()`。

```
T &iterator::value() const
```

返回当前元素值的可修改引用。

可以通过在赋值运算符左边使用 `value()` 来修改元素的值，例如：

```
if (i.key() == "Hello")
    i.value() = "Bonjour";
```


另请参阅: `key()` 和 `operator*()`。

```
T &iterator::operator*() const
```

返回当前元素值的可修改引用。

同 `value()`。

另请参阅: `key()`。

```
iterator &iterator::operator++()
```

前置 `++` 运算符 (`++i`) 将迭代器向前移动到哈希表中的下一个元素并返回指向新位置元素的迭代器。

对 `QHash::end()` 调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅: `operator-()`。

```
iterator iterator::operator++(int)
```

这是一个重载函数。

后置 `++` 运算符 (`i++`) 将迭代器向前移动到哈希表中的下一个元素并返回指向旧位置元素的迭代器。

```
T *iterator::operator->() const
```

返回指向当前元素值的指针。

另请参阅: `value()`。

第二十二章 QHashIterator

```
template <typename Key, typename T> class QHashIterator
```

QHashIterator 类为 QHash 和 QMultiHash 提供 Java 风格的常量迭代器。更多内容...

头文件:	#include
qmake:	QT += core

- 所有成员列表，包括继承的成员
- 废弃的成员

.....

22.1 公共成员函数

类型	函数名
	QHashIterator(const QHash<Key, T> &hash)
QHashIterator<Key, T> &	operator=(const QHash<Key, T> &container)
bool	findNext(const T &value)
bool	hasNext() const
const Key &	key() const
QHashIterator::Item	next()
QHashIterator::Item	peekNext() const
void	toBack()
void	toFront()
const T &	value() const

.....

22.2 详细描述

QHash 同时提供 Java 风格迭代器和 STL 风格迭代器。Java 风格迭代器比 STL 风格迭代器更高级，更容易使用；同时也略微低效。

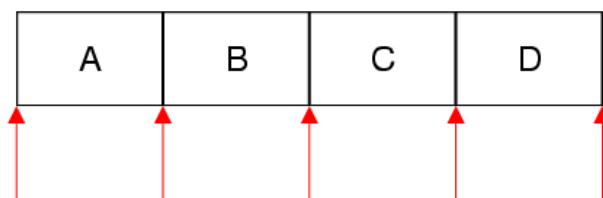
QHashIterator<Key, T> 用来遍历 QHash (或 QMultiHash)。如果想在遍历时修改哈希表, 要使用 QMutableHashIterator。

QHashIterator 构造函数接受 QHash 作为参数。构造后，迭代器位于哈希表的最开始位置（第一个元素之前）。下面的例子演示如何顺序遍历所有元素：

```
QHash<int, QWidget *> hash;
...
QHashIterator<int, QWidget *> i(hash);
while (i.hasNext()) {
    i.next();
    qDebug() << i.key() << ":_ " << i.value();
}
```

next() 函数返回哈希表中的下一个元素并将迭代器前移。key() 和 value() 函数返回跳过的最后一个元素的键和值。

与 STL 风格迭代器不同,Java 风格迭代器指向元素之间而不是直接指向元素。第一次调用 next() 前移迭代器到第一个和第二个元素之间的位置，并返回第一个元素；第二次调用 next() 前移迭代器到第二个和第三个元素之间的位置；以此类推。



如果想查找特定值的所有实例，循环使用 findNext()。例如：

```
QHashIterator<int, QWidget *> i(hash);
while (i.findNext(widget)) {
    qDebug() << "Found_widget_" << widget << "_under_key_"
        << i.key();
}
```

同一哈希表可以使用多个迭代器。如果在 QHashIterator 处于活动状态时修改哈希表, QHashIterator 将继续在原哈希表上遍历，而忽略修改后的副本。

另请参阅: QMutableHashIterator 和 QHash::const_iterator。

.....

22.3 成员函数文档

bool QHashIterator::findNext(const T &value)

从当前迭代器位置开始向前查找值 value。如果找到值为 value 的键值对，返回 true；否则返回 false。

调用该函数后，如果找到值 value，迭代器将被移动到匹配元素的后面；否则，迭代器将被移动到容器的末端。

const Key &QHashIterator::key() const

调用遍历函数 ((next(), findNext())) 后，该函数返回跳过的最后一个元素的键。

另请参阅: `value()`。

```
bool QHashIterator::hasNext() const
```

如果该迭代器后面至少有一个元素, 返回 `true`, 即该迭代器不在容器的末端; 否则返回 `false`。

另请参阅: `next()`。

```
void QHashIterator::toBack()
```

将迭代器移动到容器的末端 (最后一个元素之后)。

另请参阅: `toFront()`。

```
void QHashIterator::toFront()
```

将迭代器移动到容器的前端 (第一个元素之前)。

另请参阅: `toBack()` 和 `next()`。

```
QHashIterator<Key, T> &QHashIterator::operator=(const QHash<Key, T> &container)
```

将迭代器关联到 `container` 来遍历哈希表。迭代器将被移动到哈希表的前端 (第一个元素之前)。

另请参阅: `toFront()` 和 `toBack()`。

```
QHashIterator::QHashIterator(const QHash<Key, T> &hash)
```

构造一个迭代器来遍历 `hash`。迭代器将被移动到哈希表的前端 (第一个元素之前)。

另请参阅: `operator=()`。

```
QHashIterator::Item QHashIterator::next()
```

返回下一个元素并将迭代器向前移动一个位置。

对返回值调用 `key()` 获取元素的键, 调用 `value()` 获取元素的值。

对位于容器末端的迭代器调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅: `hasNext()` 和 `peekNext()`。

```
QHashIterator::Item QHashIterator::peekNext() const
```

不移动迭代器而返回下一个元素。

对返回值调用 `key()` 获取元素的键, 调用 `value()` 获取元素的值。

对位于容器末端的迭代器调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅: `hasNext()` 和 `next()`。

```
const T &QHashIterator::value() const
```

调用遍历函数 (`next()`, `findNext()`) 后, 该函数返回跳过的最后一个元素的值。

另请参阅: `key()`。

第二十三章 QPainterEngine

QPainterEngine 类为 QPainter 提供了如何在指定绘图设备上（译者注：一般为 QPainterDevice 的派生）绘制的一些抽象的方法。

属性	方法
头文件:	<code>#include <QPainterEngine></code>
qmake:	<code>QT += core</code>

注意：此类中所有函数都是线程安全的。

23.1 公共成员类型

类型	名称
enum	LoadHint { ResolveAllSymbolsHint, ExportExternalSymbolsHint, LoadArchiveMemberHint, PreventUnloadHint, DeepBindHint }
flags	LoadHints

23.2 属性

- fileName : QString
- loadHints : LoadHints

23.3 公共成员函数

类型	函数名
	QLibrary(const QString &fileName, const QString &version, QObject *parent = nullptr)
	QLibrary(const QString &fileName, int verNum, QObject *parent = nullptr)
	QLibrary(const QString &fileName, QObject *parent = nullptr)

	QLibrary(QObject *parent = nullptr)
virtual	~QLibrary()
QString	errorString() const
QString	fileName() const
bool	isLoading() const
bool	load()
QLibrary::LoadHints	loadHints() const
QFunctionPointer	resolve(const char *symbol)
void	setFileName(const QString &fileName)
void	setFileNameAndVersion(const QString &fileName, int versionNumber)
void	setFileNameAndVersion(const QString &fileName, const QString &version)
void	setLoadHints(QLibrary::LoadHints hints)
bool	unload()

23.4 静态公共成员

类型	函数名
bool	isLibrary(const QString &fileName)
QFunctionPointer	resolve(const QString &fileName, const char *symbol)
QFunctionPointer	resolve(const QString &fileName, int verNum, const char *symbol)
QFunctionPointer	resolve(const QString &fileName, const QString &version, const char *symbol)

23.5 详细描述

QLibrary 的实例用于操作一个动态链接库文件(文中称为库,也就是 DLL)。QLibrary 提供访问库中函数的一种平台无关方式。您可以在构造时传递库文件名,也可以通过 setFileName() 给对象显式设置。加载库时,QLibrary 在所有系统指定的位置搜索(例如:Unix 上的 LD_LIBRARY_PATH),除非文件名是绝对路径。

如果文件路径是绝对路径,则会首先尝试在这个位置加载。如果找不到,QLibrary 尝试不同系统相关的前后缀的文件名,比如 Unix 系的前缀“lib”,后缀“.so”,Mac 及 IOS 的后缀“.dylib”,Windows 的后缀“.dll”。

如果文件路径不是绝对路径,QLibrary 改变搜索顺序,首先尝试系统特定的前后缀,之后是特定文件路径。

这让使用除去前后缀的库基本名称来指定库文件变得可能。因此代码可以在不同操作系统里执行,但不用太多代码尝试各种文件名称。

最重要的函数是 load() 用于动态加载库,isLoading() 用于检查是否加载成功,以及 resolve() 来解析库中的符号。如果库还没加载,resolve() 函数隐式地加载这个库。多个 QLi-

brary 实例访问同一个物理库文件是可行的。一旦被加载，库在内存中一直保留到程序结束。您可以通过 `unload()` 尝试卸载一个库，但如果还有其他 `QLibrary` 实例在使用同一个库文件，调用会失败。只有在每一个实例都调用过 `unload()` 后，库才会真正卸载。

`QLibrary` 的一种典型用法是解析库中的导出符号，并调用其对应的 C 语言函数。这叫做显式链接，对应于隐式链接。隐式链接是构建中的链接可执行文件和静态库的步骤。

下面的代码片段加载了个库，解析“mysymbol”符号，并在一切就绪的情况下调用这个函数。如果出现了问题，例如库文件不存在或者符号未定义，函数指针将会是 `nullptr`，且不会调用。

```
QLibrary myLib("mylib");
typedef void (*MyPrototype)();
MyPrototype myFunction = (MyPrototype) myLib.resolve("mysymbol");
if (myFunction)
    myFunction();
```

符号必须作为 C 函数导出，`resolve()` 才能工作。这意味着用 C++ 编译器编译的函数必须由 `extern "C"` 块包裹。在 Windows 上，还要求导出函数要使用 `dllexport` 宏；实现详情见 `resolve()`。方便起见，`resolve()` 函数有静态形式，您可以在不现实加载库的情况下使用：

```
typedef void (*MyPrototype)();
MyPrototype myFunction =
    (MyPrototype) QLibrary::resolve("mylib", "mysymbol");
if (myFunction)
    myFunction();
```

另请参阅： `QPluginLoader`。

23.6 成员类型介绍

```
enum QLibrary::LoadHint flags QLibrary::LoadHints
```

这个枚举描述了可能的可以用来改变库的加载行为的指示。这些取值指示在库加载后如何解析符号，通过 `setLoadHints()` 指定。

常量	值	描述
<code>QLibrary::ResolveAllSymbolsHint</code>	<code>0x01</code>	在加载库的时候解析符号，而不是简单等到 <code>resolve()</code> 调用。
<code>QLibrary::ExportExternalSymbolsHint</code>	<code>0x02</code>	导出库中未解析的符号和外部符号，这些符号可以在后续动态加载的库中解析。
<code>QLibrary::LoadArchiveMemberHint</code>	<code>0x04</code>	运行库的文件名指定压缩包中的特定对象。如果设置了这个指示，文件名包含一个路径，其指向归档文件，接着是其中的成员名称。
<code>QLibrary::PreventUnloadHint</code>	<code>0x08</code>	阻止库从地址空间通过 <code>close()</code> 卸载。如果之后再有 <code>open()</code> 调用，库中的静态变量不会重新初始化。
<code>QLibrary::DeepBindHint</code>	<code>0x10</code>	Instructs the linker to prefer definitions in the loaded library over exported definitions in the loading application when resolving external symbols in the loaded library. This option is only supported on Linux. 命令链接器在解析加载过的库中的外部符号时，优先使用加载了的库中的定义，而不是在应用程序加载中的定义。【译者注：翻译存疑，故保留原文参考，详情参考 <code>globc-dlopen()-RTLD_DEEPBIND</code> 】

`LoadHints` 是一个 `QFlags <LoadHint>` 类型的 typedef。它储存了 `LoadHint` 取值的 OR（位或）方式的组合。

另请参阅：`loadHints`。

23.7 属性文档

`fileName` : `QString`

这个属性容纳库的文件名。

我们建议忽略库的后缀名，因为 `QLibrary` 会自动寻找带有合适后缀名的文件。（参见 `isLibrary()`）

当加载库时，在所有系统指定的位置搜索（例如：Unix 上的 `LD_LIBRARY_PATH`），除非文件名是绝对路径。加载成功后，`fileName()` 返回返回库文件的全名。如果在构造对象或 `setFileName()` 中包含路径，讲返回文件的全路径。

例如在 Unix 平台成功加载“GL”库后，`fileName()` 会返回“`libGL.so`”。如果传递参数的文件路径是“`/usr/lib/libGL`”，`fileName()` 会返回“`/usr/lib/libGL.so`”。

访问函数：

类型	函数名
<code>QString</code>	<code>fileName() const</code>
<code>void</code>	<code>setFileName(const QString &fileName)</code>

`loadHints : LoadHints`

给 `load()` 函数一些关于如何执行的指示。

您可以对于符号如何解析做指示。通常来说，符号不是在加载库时解析的，而是惰性解析的（也就是调用 `resolve()` 时）。如果您设置 `loadHints` 为 `ResolveAllSymbolsHint`，那么如果平台支持，所有符号会在库加载时一齐解析。

设置 `ExportExternalSymbolsHint` 会使库中的外部符号在后续库解析中可用。

如果设置了 `LoadArchiveMemberHint`，文件名会被分解为两部分：归档文件的路径和归档成员的名称。例如，`fileName libGL.a(shr_64.o)` 指向归档文件 `libGL.a` 中的库文件 `shr_64.o`。这个特性只在 AIX 平台生效。

`loadHints` 的解释是平台相关的，如果您用这些特效，您大概已经对编译的系统平台做了一些假设。因此请仅在您明白您这些操作的结果的情况下设置这些指示。

默认情况下，此属性没有设置任何 `flag`，所有库文件会惰性加载，并且不会导出共其他动态链接库使用的外部符号。

注意：在库已经加载后设置这个属性没有效果。并且 `loadHints()` 不会体现出这些修改。

注意：这个属性是所有指向同一个库的 `QLibrary` 实例共享的。

访问函数：

类型	函数名
<code>QLibrary::LoadHints</code>	<code>loadHints() const</code>
<code>void</code>	<code>setLoadHints(QLibrary::LoadHints hints)</code>

23.8 成员函数文档

`QLibrary::QLibrary(const QString &fileName, const QString &version, QObject *parent = nullptr)`

基于给定的父对象 `parent` 构造一个库对象。它会加载文件名 `fileName`、完整版本号 `version` 指定的库文件。如今，版本号在 Windows 上被忽略。

我们建议在 `fileName` 中忽略文件名的前后缀，因为 `QLibrary` 会基于不同平台自动寻找合适的前后缀。比如 Unix 系的前缀“lib”，后缀“.so”，Mac 及 IOS 的后缀“.dylib”，Windows 的后缀“.dll”。（参见 `fileName`）

`QLibrary::QLibrary(const QString &fileName, int verNum, QObject *parent = nullptr)`

基于给定的父对象 `parent` 构造一个库对象。它会加载文件名 `fileName`、主版本号 `verNum` 指定的库文件。如今，版本号在 Windows 上被忽略。

我们建议在 `fileName` 中忽略文件名的前后缀，因为 `QLibrary` 会基于不同平台自动寻找合适的前后缀。比如 Unix 系的前缀“lib”，后缀“.so”，Mac 及 IOS 的后缀“.dylib”，Windows 的后缀“.dll”。（参见 `fileName`）

`QLibrary::QLibrary(const QString &fileName, QObject *parent = nullptr)`

基于给定的父对象 *parent* 构造一个库对象。它会加载文件名 *fileName* 指定的库文件。

我们建议在 *fileName* 中忽略文件名的前后缀，因为 `QLibrary` 会基于不同平台自动寻找合适的前后缀。比如 Unix 系的前缀“lib”，后缀“.so”，Mac 及 iOS 的后缀“.dylib”，Windows 的后缀“.dll”。（参见 *fileName*）

```
QLibrary::QLibrary(QObject *parent = nullptr)
```

基于给定的父对象 *parent* 构造一个库对象。

```
[virtual] QLibrary::~~QLibrary()
```

删除此 `QLibrary` 对象。

除非显式调用 `unload()`，库会在一直驻留在内存中，知道应用结束。

另请参阅：`isLoaded()` 和 `unload()`。

```
QString QLibrary::errorString() const
```

返回一个描述上一个发生的错误的文本字符串。截至现在，`errorString` 只会在 `load()`，`unload()` 或 `resolve()` 调用由于一些原因失败时才会设置。

此函数引入自：Qt 4.2.

```
[static] bool QLibrary::isLibrary(const QString &fileName)
```

如果 *fileName* 包含一个合法的可加载的后缀，返回 `true`；否则返回 `false`。

平台	合法后缀
Windows	.dll, .DLL
Unix/Linux	.so
AIX	.a
HP-UX	.sl, .so (HP-UXi)
macOS and iOS	.dylib, .bundle, .so

Unix 平台上的名字后的版本号会被忽略。

```
bool QLibrary::isLoaded() const
```

如果库已经被加载，返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅：`load()`。

```
bool QLibrary::load()
```

加载一个库，如果成功加载则返回 `true`；否则返回 `false`。因为 `resolve()` 内部会自动调用此方法，您没必要显示调用这个函数。如果在某些情况下您想提前加载库，您可以主动调用它。

另请参阅：`unload()`。

```
QFunctionPointer QLibrary::resolve(const char *symbol)
```

返回导出符号 *symbol* 对应的地址。如果需要，库会自动加载。如果库无法加载或符号无法解析，返回 `nullptr`。

例如：

```
typedef int (*AvgFunction)(int, int);

AvgFunction avg = (AvgFunction) library->resolve("avg");
if (avg)
    return avg(5, 8);
else
    return -1;
```

符号必须作为 C 语言函数导出。这意味着如果使用 C++ 编译器, 函数必须由 `extern "C"` 包裹。在 Windows 平台, 您还必须显式通过 `__declspec(dllexport)` 指导编译器导出符号, 例如:

```
extern "C" MY_EXPORT int avg(int a, int b)
{
    return (a + b) / 2;
}
```

宏 `MY_EXPORT` 定义如下

```
#ifdef Q_OS_WIN
#define MY_EXPORT __declspec(dllexport)
#else
#define MY_EXPORT
#endif
```

`[static]QFunctionPointer QLibrary::resolve(const QString &fileName, const char *symbol)`

这是一个重载函数。

加载文件名 `fileName` 对应的库, 并返回 `symbol` 对应导出符号的地址。注意 `fileName` 不应该包含平台相关前后缀 (详情见 `fileName`)。库会一直保留到应用程序退出。

如果库无法加载或符号无法解析, 返回 `nullptr`。

另请参阅: `resolve()`。

`[static]QFunctionPointer QLibrary::resolve(const QString &fileName, int verNum, const char *symbol)`

这是一个重载函数。

加载文件名 `fileName`、主版本号 `verNum` 对应的库, 并返回 `symbol` 对应导出符号的地址。注意 `fileName` 不应该包含平台相关前后缀 (详情见 `fileName`)。库会一直保留到应用程序退出。`version` 参数在 Windows 上无效。

如果库无法加载或符号无法解析, 返回 `nullptr`。

另请参阅: `resolve()`。

`[static]QFunctionPointer QLibrary::resolve(const QString &fileName, const QString &version, const char *symbol)`

这是一个重载函数。

加载文件名 *fileName*、完整版本号 *version* 对应的库，并返回 *symbol* 对应导出符号的地址。注意 *fileName* 不应该包含平台相关前后缀（详情见 *fileName*）。库会一直保留到应用程序退出。*version* 参数在 Windows 上无效。

如果库无法加载或符号无法解析，返回 `nullptr`。

此函数引入自：Qt 4.4.

另请参阅：resolve()。

```
void QLibrary::setFileNameAndVersion(const QString &fileName, int versionNumber)
```

设置 *fileName* 属性，以及相对应的文件名和版本号信息。*versionNumber* 参数在 Windows 上无效。

另请参阅：setFileName()。

```
void QLibrary::setFileNameAndVersion(const QString &fileName, const QString &version)
```

设置 *fileName* 属性，以及相对应的文件名和完整版本号信息。*version* 参数在 Windows 上无效。

此函数引入自：Qt 4.4.

另请参阅：setFileName()。

```
bool QLibrary::unload()
```

卸载一个库；如果成功返回 `true`，否则 `false`。

在应用程序结束是，此函数自动调用，因此您不应该手动调用。

如果有其他 `QLibrary` 示例在使用同一个库，调用会失败。卸载只会在所有实例都调用过此函数之后发生。

注意：在 Mac OS X 10.3 (Panther)，无法卸载动态链接库。

另请参阅：resolve() 和 load()。

第二十四章 QPluginLoader

QPluginLoader 在运行时加载插件。

属性	方法
头文件:	<code>#include <QPluginLoader></code>
qmake:	<code>QT += core</code>
继承:	<code>QObject</code>

注意: 该类提供的所有函数都是可重入的。

24.1 属性

属性	类型
<code>fileName</code>	<code>QString</code>
<code>loadHints</code>	<code>QLibrary::LoadHints</code>

24.2 公共成员函数

类型	函数名
	<code>QPluginLoader(const QString &fileName, QObject *parent = nullptr)</code>
	<code>QPluginLoader(QObject *parent = nullptr)</code>
<code>virtual</code>	<code>~QPluginLoader()</code>
<code>QString</code>	<code>errorString() const</code>
<code>QString</code>	<code>fileName() const</code>
<code>QObject *</code>	<code>instance()</code>
<code>bool</code>	<code>isLoading() const</code>
<code>bool</code>	<code>load()</code>
<code>QLibrary::LoadHints</code>	<code>loadHints() const</code>
<code>QJsonObject</code>	<code>metaData() const</code>
<code>void</code>	<code>setFileName(const QString &fileName)</code>
<code>void</code>	<code>setLoadHints(QLibrary::LoadHints loadHints)</code>

bool	unload()
------	----------

24.3 静态公共成员函数

返回类型	函数名
QObjectList	staticInstances()
QVector<QStaticPlugin>	staticPlugins()

24.4 相关的非成员函数

返回类型	函数名
void	qRegisterStaticPluginFunction(QStaticPlugin <i>plugin</i>)

24.5 详细介绍

QPluginLoader 提供对 Qt 插件的访问。Qt 插件存储在共享库(DLL)中,而相比使用 QLibrary 访问的共享库,它具有以下优点:

- QPluginLoader 检查插件是否链接到与应用程序相同的 Qt 版本。
- QPluginLoader 提供对根组件对象的直接访问 (instance()), 而无需手动解析 C 函数。

QPluginLoader 对象的实例在被称为插件的单个共享库文件上运行。它以独立于平台的方式提供对插件中功能的访问。要指定加载的插件,可以在构造函数中传递文件名,或者通过 setFileName() 进行设置。

最重要的函数有: 用来动态加载插件文件的 load(), 用来检查加载是否成功的 isLoaded(), 以及用来访问插件根组件的 instance()。如果尚未加载插件,则 instance() 函数会隐式尝试加载该插件。可以使用 QPluginLoader 的多个实例来访问同一个实际的插件。

加载后, 插件将保留在内存中, 直到所有 QPluginLoader 实例都已卸载, 或者应用程序终止为止。您可以使用 unload() 来尝试卸载插件, 但如果其它 QPluginLoader 实例正在使用同一个库, 那么这一函数调用会失败, 而当所有实例都调用了 unload() 后插件才会真正被卸载。在卸载发生之前, 根组件也将被删除。

有关如何使用应用程序可通过插件扩展的更多信息, 请参见如何创建 Qt 插件。

请注意, 如果您的应用程序与 Qt 静态链接, 则无法使用 QPluginLoader。在这种情况下, 您还必须静态链接到插件。如果需要在静态链接的应用程序中加载动态库, 则可以使用 QLibrary。

另请参阅: QLibrary 和插件与绘制示例。

24.6 属性文档

fileName : QString

该属性记录插件的文件名。

我们建议在文件名中省略文件的后缀, 因为 `QPluginLoader` 将自动查找具有适当后缀的文件 (请参阅 `QLibrary::isLibrary()`)。

加载插件时,除非文件名具有绝对路径,否则 `QPluginLoader` 会搜索 `QCoreApplication::libraryPaths()` 指定的所有插件位置。成功加载插件后, `fileName()` 返回插件的完全限定文件名, 如果在构造函数中已指定或传递给 `setFileName()`, 则包括插件的完整路径。

如果文件名不存在, 改属性将不会设置, 并包含一个空字符串。

默认情况下, 该属性包含一个空字符串。

存取函数

返回类型	函数名
<code>QString</code>	<code>fileName() const</code>
<code>void</code>	<code>setFileName(const QString &fileName)</code>

另请参阅: `load()`。

`loadHints` : `QLibrary::LoadHints`

为 `load()` 函数提供一些有关其行为方式的提示。

您可以提供有关如何解析插件中符号的提示。从 Qt 5.7 起,默认设置为 `QLibrary::PreventUnloadHint`。

有关该属性如何工作的完整说明, 请参阅 `QLibrary::loadHints` 的文档。

该属性在 Qt 4.4 中引入。

存取函数

返回类型	函数名
<code>QLibrary::LoadHints</code>	<code>loadHints() const</code>
<code>void</code>	<code>setLoadHints(QLibrary::LoadHints loadHints)</code>

另请参阅: `QLibrary::loadHints`。

24.7 成员函数文档

`QPluginLoader::QPluginLoader(const QString &fileName, QObject *parent = nullptr)`

使用给定的 `parent` 构造一个插件加载器, 并加载 `fileName` 指定的插件。

为了可加载, 文件的后缀必须是可加载库的有效后缀, 具体取决于平台, 例如, Unix 上的 `.so`, macOS 和 iOS `.dylib`, 以及 Windows 上的 `.dll`。后缀可以通过 `QLibrary::isLibrary()` 验证。

另请参阅: `setFileName()`。

`QPluginLoader::QPluginLoader(QObject *parent = nullptr)`

使用给定的 `parent` 构造一个插件加载器。


```
[virtual]QPluginLoader::~~QPluginLoader()
```

销毁 QPluginLoader 对象。

除非 unload() 被显式调用，插件会一直留在内存中直到程序结束。

另请参阅: isLoaded() 和 unload()。

```
QString QPluginLoader::errorString() const
```

返回带有最后发生的错误描述文本的字符串。

该函数在 Qt 4.2 中引入。

```
QObject *QPluginLoader::instance()
```

返回插件的根组件对象。必要时会加载插件。如果无法加载插件或者根组件对象无法实例化时，该函数将返回 `nullptr`。

如果根组件对象已经被销毁了，该函数在调用时会创建一个新的实例。

该函数返回的根组件不会随着 QPluginLoader 的销毁而被删除。如果您希望保证根组件会被删除，可以在您不再需要访问核心组件是立即调用 unload()。当库最终卸载时，对应根组件也会自动删除。

组件对象是一个 QObject。使用 qobject_cast() 来访问你想要的接口。

另请参阅: load()。

```
bool QPluginLoader::isLoaded() const
```

如果已经成功加载插件则返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅: load()。

```
bool QPluginLoader::load()
```

加载插件，并在插件成功加载时返回 `true`，否则返回 `false`。由于 instance() 始终在解析任何符号之前调用此函数，因此无需显式调用它。在某些情况下，您可能需要预先加载插件，这时您才要使用该函数。

另请参阅: unload()。

```
QJsonObject QPluginLoader::metaData() const
```

返回该插件的元数据。元数据是在编译插件时使用 Q_PLUGIN_METADATA() 宏以 json 格式指定的数据。

无需实际加载插件即可以快速又经济的方式查询元数据。这使得例如可以在其中储存插件的功能，并根据该元数据来决定是否加载插件。

```
[static]QObjectList QPluginLoader::staticInstances()
```

返回由插件加载器保存的静态插件实例（根组件）的列表。

另请参阅 staticPlugins()。

```
[static]QVector<QStaticPlugin> QPluginLoader::staticPlugins()
```

返回由插件加载器保存的 `QStaticPlugins` 列表。该函数类似于 `staticInstances()`，除了 `QStaticPlugin` 还包含元数据信息。

另请参阅: `staticInstances()`。

`bool QPluginLoader::unload()`

卸载插件，并在插件卸载成功时返回 `true`，否则返回 `false`。这会在应用程序终止时自动发生，因此您通常不需要调用此函数。如果存在其它 `QPluginLoader` 实例正在使用同一个插件，调用会失败，卸载只会发生在所有实例都调用了 `unload()` 时。不要试图删除根组件。相反，凭借 `unload()`，它会在必要时自动将其删除。

另请参阅: `instance()` 和 `load()`。

24.8 相关的非成员函数

`void qRegisterStaticPluginFunction(QStaticPlugin plugin)`

注册由插件加载器指定的 `plugin`，并由 `Q_IMPORT_PLUGIN()` 使用。

该函数在 Qt 5.0 中引入。

第二十五章 QJsonParseError

QJsonParseError 类用于在 JSON 解析期间报告错误。

属性	方法
头文件	<code>#include <QJsonParseError></code>
qmake	<code>QT+=core</code>
自从	Qt5.0
继承	QObject

该结构在 5.0 被引入。

注意：该结构的所有函数都是可重入。

25.1 公共类型

类型	枚举
enum	ParseError {NoError, UnterminatedObject, MissingNameSeparator, UnterminatedArray, MissingValueSeparator, ..., GarbageAtEnd}

25.2 公共成员函数

类型	函数名
QString	<code>errorString() const</code>

25.3 公共变量

类型	变量名
<code>QJsonParseError::ParseError</code>	<code>error</code>
<code>int</code>	<code>offset</code>

25.4 详细说明

另外参阅：JSON Support in Qt 和 JSON Save Game Example。

25.5 成员类型文档

`enum QJsonParseError::ParseError`

该枚举描述了在解析 JSON 文档期间发生的错误类型。

不变量	值	描述
<code>QJsonParseError::NoError</code>	0	没有发生错误
<code>QJsonParseError::UnterminatedObject</code>	1	对象未正确使用大括号
<code>QJsonParseError::MissingNameSeparator</code>	2	缺少分隔不同项目的逗号
<code>QJsonParseError::UnterminatedArray</code>	3	数组未正确用方括号括起来
<code>QJsonParseError::MissingValueSeparator</code>	4	缺少将键与对象内的值分隔开的冒号
<code>QJsonParseError::IllegalValue</code>	5	该值是非法的
<code>QJsonParseError::TerminationByNumber</code>	6	输入流在解析数字时结束
<code>QJsonParseError::IllegalNumber</code>	7	数字格式不正确
<code>QJsonParseError::IllegalEscapeSequence</code>	8	输入中发生非法的转义序列
<code>QJsonParseError::IllegalUTF8String</code>	9	输入中出现非法的 UTF8 序列
<code>QJsonParseError::UnterminatedString</code>	10	字符串未以引号终止
<code>QJsonParseError::MissingObject</code>	11	预期有对象，但找不到
<code>QJsonParseError::DeepNesting</code>	12	JSON 文档的嵌套太深，解析器无法对其进行解析
<code>QJsonParseError::DocumentTooLarge</code>	13	JSON 文档太大，解析器无法解析它
<code>QJsonParseError::GarbageAtEnd</code>	14	解析的文档末尾包含其他垃圾字符

25.6 公有成员函数文档

`QString QJsonParseError::errorString() const`

返回适合于所报告的 JSON 解析错误的人类可读消息。

另外参阅： `error`。

25.7 成员变量文档

`QJsonParseError::ParseError QJsonParseError::error`

包含解析错误的类型。如果文档被正确解析，则等于 `QJsonParseError::NoError`。

另外参阅： `ParseError` 和 `errorString()`。

`int QJsonParseError::offset`

包含发生解析错误的输入字符串中的偏移量。

另外参阅： `error` 和 `errorString()`。

第二十六章 QKeyValueIterator

```
template <typename Key, typename T, typename Iterator> class QKeyValueIterator
```

关联容器的键值对类型的迭代器。更多内容...

属性	方法
头文件	<code>#include<QKeyValueIterator></code>
qmake	<code>QT+=core</code>
Since:	Qt 5.10

Qt 5.10 中引入该类。

- 所有成员列表，包括继承的成员

26.1 公共成员函数

类型	函数名
	<code>QKeyValueIterator(Iterator o)</code>
	<code>QKeyValueIterator()</code>
<code>Iterator</code>	<code>base() const</code>
<code>std::pair<Key, T></code>	<code>operator*() const</code>
<code>QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> &</code>	<code>operator++()</code>
<code>QKeyValueIterator<Key, T, Iterator></code>	<code>operator++(int)</code>
<code>QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> &</code>	<code>operator--()</code>
<code>QKeyValueIterator<Key, T, Iterator></code>	<code>operator--(int)</code>
<code>QKeyValueIterator::pointer</code>	<code>operator->() const</code>

26.2 相关非成员函数

类型	函数名
<code>bool</code>	<code>operator!=(QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> lhs, QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> rhs)</code>
<code>bool</code>	<code>operator==(QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> lhs, QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> rhs)</code>

26.3 详细描述

`QKeyValueIterator` 类为关联容器如 `QHash` 和 `QMap` 返回的键值对提供 STL 风格的迭代器。该类支持与 STL 关联容器相同的接口，即遍历容器时取得键值对。

这将改善 `QMap`, `QHash` 及其相关类与 STL 风格算法之间的互操作性。

警告：隐式共享容器的迭代器的工作方式和 STL 迭代器不完全相同。当容器的迭代器还处于活动状态时，应该避免拷贝容器。更多信息请参阅隐式共享迭代器问题

26.4 成员函数文档

`QKeyValueIterator::QKeyValueIterator(Iterator o)`

在迭代器 `o` 之上构造 `QKeyValueIterator`。

`QKeyValueIterator::QKeyValueIterator()`

构造一个默认 `QKeyValueIterator`。

`Iterator QKeyValueIterator::base() const`

返回该 `QKeyValueIterator` 基于的底层迭代器。

`std::pair<Key, T> QKeyValueIterator::operator*() const`

以键值对返回当前元素。

`QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> &QKeyValueIterator::operator++()`

前置 `++` 运算符 (`++i`) 将迭代器向前移动到容器中的下一个元素并返回迭代器。

注意：将迭代器向前移动到容器的 `end()` 之后将导致未定义行为。

另请参阅: `operator--()`。

`QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> QKeyValueIterator::operator++(int)`

这是一个重载函数。

后置 `++` 运算符 (`i++`) 将迭代器向前移动到容器中的下一个元素并返回指向旧位置元素的迭代器。

注意：将迭代器向前移动到容器的 `end()` 之后将导致未定义行为。

`QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> &QKeyValueIterator::operator--()`

前置 `--` 运算符 (`--i`) 将迭代器向后移动到容器中的前一个元素并返回迭代器。

注意：将迭代器向后移动到容器的 `begin()` 之前将导致未定义行为。

另请参阅: `operator++()`。

`QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> QKeyValueIterator::operator--(int)`

这是一个重载函数。

后置 `--` 运算符 (`i--`) 将迭代器向后移动到容器中的前一个元素并返回指向旧位置元素的迭代器。

注意：将迭代器向后移动到容器的 `begin()` 之前将导致未定义行为。

`QKeyValueIterator::pointer QKeyValueIterator::operator->() const`

返回指向当前元素的键值对类型的指针。

Qt 5.15 中引入该函数。

另请参阅： `operator*()`。

26.5 相关非成员函数

`bool operator!=(QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> lhs, QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> rhs)`

如果 `rhs` 与 `lhs` 指向的元素不同，返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅： `operator==()`。

`bool operator==(QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> lhs, QKeyValueIterator<Key, T, Iterator> rhs)`

如果 `rhs` 与 `lhs` 指向的元素相同，返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅： `operator!=()`。

第二十七章 QLibrary

QLibrary 用于运行时加载库。

属性	内容
头文件:	<code>#include <QLibrary></code>
qmake:	<code>QT += core</code>
继承于:	<code>QObject</code>

注意: 此类中全部函数可重入。

27.1 公共成员类型

类型	名称
enum	<code>LoadHint ResolveAllSymbolsHint, ExportExternalSymbolsHint, LoadArchiveMemberHint, PreventUnloadHint, DeepBindHint</code>
flags	<code>LoadHints</code>

27.2 属性

- `fileName` : `QString`
- `loadHints` : `LoadHints`

27.3 公共成员函数

类型	函数名
	<code>QLibrary(const QString &fileName, const QString &version, QObject *parent = nullptr)</code>
	<code>QLibrary(const QString &fileName, int verNum, QObject *parent = nullptr)</code>
	<code>QLibrary(const QString &fileName, QObject *parent = nullptr)</code>

	QLibrary(QObject *parent = nullptr)
virtual	~QLibrary()
QString	errorString() const
QString	fileName() const
bool	isLoading() const
bool	load()
QLibrary::LoadHints	loadHints() const
QFunctionPointer	resolve(const char *symbol)
void	setFileName(const QString &fileName)
void	setFileNameAndVersion(const QString &fileName, int versionNumber)
void	setFileNameAndVersion(const QString &fileName, const QString &version)
void	setLoadHints(QLibrary::LoadHints hints)
bool	unload()

27.4 静态公共成员

类型	函数名
bool	isLibrary(const QString &fileName)
QFunctionPointer	resolve(const QString &fileName, const char *symbol)
QFunctionPointer	resolve(const QString &fileName, int verNum, const char *symbol)
QFunctionPointer	resolve(const QString &fileName, const QString &version, const char *symbol)

27.5 详细描述

QLibrary 的实例用于操作一个动态链接库文件(文中称为库,也就是 DLL)。QLibrary 提供访问库中函数的一种平台无关方式。您可以在构造时传递库文件名,也可以通过 setFileName() 给对象显式设置。加载库时,QLibrary 在所有系统指定的位置搜索(例如:Unix 上的 LD_LIBRARY_PATH),除非文件名是绝对路径。

如果文件路径是绝对路径,则会首先尝试在这个位置加载。如果找不到,QLibrary 尝试不同系统相关的前后缀的文件名,比如 Unix 系的前缀“lib”,后缀“.so”,Mac 及 IOS 的后缀“.dylib”,Windows 的后缀“.dll”。

如果文件路径不是绝对路径,QLibrary 改变搜索顺序,首先尝试系统特定的前后缀,之后是特定文件路径。

这让使用除去前后缀的库基本名称来指定库文件变得可能。因此代码可以在不同操作系统里执行,但不用太多代码尝试各种文件名称。

最重要的函数是 load() 用于动态加载库,isLoading() 用于检查是否加载成功,以及 resolve() 来解析库中的符号。如果库还没加载,resolve() 函数隐式地加载这个库。多个 QLi-

brary 实例访问同一个物理库文件是可行的。一旦被加载，库在内存中一直保留到程序结束。您可以通过 `unload()` 尝试卸载一个库，但如果还有其他 `QLibrary` 实例在使用同一个库文件，调用会失败。只有在每一个实例都调用过 `unload()` 后，库才会真正卸载。

`QLibrary` 的一种典型用法是解析库中的导出符号，并调用其对应的 C 语言函数。这叫做显式链接，对应于隐式链接。隐式链接是构建中的链接可执行文件和静态库的步骤。

下面的代码片段加载了个库，解析“mysymbol”符号，并在一切就绪的情况下调用这个函数。如果出现了问题，例如库文件不存在或者符号未定义，函数指针将会是 `nullptr`，且不会调用。

```
QLibrary myLib("mylib");
typedef void (*MyPrototype)();
MyPrototype myFunction = (MyPrototype) myLib.resolve("mysymbol");
if (myFunction)
    myFunction();
```

符号必须作为 C 函数导出，`resolve()` 才能工作。这意味着用 C++ 编译器编译的函数必须由 `extern "C"` 块包裹。在 Windows 上，还要求导出函数要使用 `dllexport` 宏；实现详情见 `resolve()`。方便起见，`resolve()` 函数有静态形式，您可以在不现实加载库的情况下使用：

```
typedef void (*MyPrototype)();
MyPrototype myFunction =
    (MyPrototype) QLibrary::resolve("mylib", "mysymbol");
if (myFunction)
    myFunction();
```

另请参阅: `QPluginLoader`。

27.6 成员类型介绍

```
enum QLibrary::LoadHint flags QLibrary::LoadHints
```

这个枚举描述了可能的可以用来改变库的加载行为的指示。这些取值指示在库加载后如何解析符号，通过 `setLoadHints()` 指定。

常量	值	描述
<code>QLibrary::ResolveAllSymbolsHint</code>	<code>0x01</code>	在加载库的时候解析符号，而不是简单等到 <code>resolve()</code> 调用。
<code>QLibrary::ExportExternalSymbolsHint</code>	<code>0x02</code>	导出库中未解析的符号和外部符号，这些符号可以在后续动态加载的库中解析。
<code>QLibrary::LoadArchiveMemberHint</code>	<code>0x04</code>	运行库的文件名指定压缩包中的特定对象。如果设置了这个指示，文件名包含一个路径，其指向归档文件，接着是其中的成员名称。
<code>QLibrary::PreventUnloadHint</code>	<code>0x08</code>	阻止库从地址空间通过 <code>close()</code> 卸载。如果之后再有 <code>open()</code> 调用，库中的静态变量不会重新初始化。
<code>QLibrary::DeepBindHint</code>	<code>0x10</code>	Instructs the linker to prefer definitions in the loaded library over exported definitions in the loading application when resolving external symbols in the loaded library. This option is only supported on Linux. 命令链接器在解析加载过的库中的外部符号时，优先使用加载了的库中的定义，而不是在应用程序加载中的定义。【译者注：翻译存疑，故保留原文参考，详情参考 <code>globc-dlopen()-RTLD_DEEPBIND</code> 】

`LoadHints` 是一个 `QFlags <LoadHint>` 类型的 typedef。它储存了 `LoadHint` 取值的 OR（位或）方式的组合。

另请参阅：loadHints。

27.7 属性文档

`fileName` : `QString`

这个属性容纳库的文件名。

我们建议忽略库的后缀名，因为 `QLibrary` 会自动寻找带有合适后缀名的文件。（参见 `isLibrary()`）

当加载库时，在所有系统指定的位置搜索（例如：Unix 上的 `LD_LIBRARY_PATH`），除非文件名是绝对路径。加载成功后，`fileName()` 返回返回库文件的全名。如果在构造对象或 `setFileName()` 中包含路径，讲返回文件的全路径。

例如在 Unix 平台成功加载“GL”库后，`fileName()` 会返回“libGL.so”。如果传递参数的文件路径是“/usr/lib/libGL”，`fileName()` 会返回“/usr/lib/libGL.so”。

访问函数：

类型	函数名
<code>QString</code>	<code>fileName() const</code>
<code>void</code>	<code>setFileName(const QString &fileName)</code>

`loadHints : LoadHints`

给 `load()` 函数一些关于如何执行的指示。

您可以对于符号如何解析做指示。通常来说，符号不是在加载库时解析的，而是惰性解析的（也就是调用 `resolve()` 时）。如果您设置 `loadHints` 为 `ResolveAllSymbolsHint`，那么如果平台支持，所有符号会在库加载时一齐解析。

设置 `ExportExternalSymbolsHint` 会使库中的外部符号在后续库解析中可用。

如果设置了 `LoadArchiveMemberHint`，文件名会被分解为两部分：归档文件的路径和归档成员的名称。例如，`fileName libGL.a(shr_64.o)` 指向归档文件 `libGL.a` 中的库文件 `shr_64.o`。这个特性只在 AIX 平台生效。

`loadHints` 的解释是平台相关的，如果您用这些特效，您大概已经对编译的系统平台做了一些假设。因此请仅在您明白您这些操作的结果的情况下设置这些指示。

默认情况下，此属性没有设置任何 `flag`，所有库文件会惰性加载，并且不会导出共其他动态链接库使用的外部符号。

注意：在库已经加载后设置这个属性没有效果。并且 `loadHints()` 不会体现出这些修改。

注意：这个属性是所有指向同一个库的 `QLibrary` 实例共享的。

访问函数：

类型	函数名
<code>QLibrary::LoadHints</code>	<code>loadHints() const</code>
<code>void</code>	<code>setLoadHints(QLibrary::LoadHints hints)</code>

27.8 成员函数文档

`QLibrary::QLibrary(const QString &fileName, const QString &version, QObject *parent = nullptr)`

基于给定的父对象 `parent` 构造一个库对象。它会加载文件名 `fileName`、完整版本号 `version` 指定的库文件。如今，版本号在 Windows 上被忽略。

我们建议在 `fileName` 中忽略文件名的前后缀，因为 `QLibrary` 会基于不同平台自动寻找合适的前后缀。比如 Unix 系的前缀“lib”，后缀“.so”，Mac 及 IOS 的后缀“.dylib”，Windows 的后缀“.dll”。（参见 `fileName`）

`QLibrary::QLibrary(const QString &fileName, int verNum, QObject *parent = nullptr)`

基于给定的父对象 `parent` 构造一个库对象。它会加载文件名 `fileName`、主版本号 `verNum` 指定的库文件。如今，版本号在 Windows 上被忽略。

我们建议在 `fileName` 中忽略文件名的前后缀，因为 `QLibrary` 会基于不同平台自动寻找合适的前后缀。比如 Unix 系的前缀“lib”，后缀“.so”，Mac 及 IOS 的后缀“.dylib”，Windows 的后缀“.dll”。（参见 `fileName`）

`QLibrary::QLibrary(const QString &fileName, QObject *parent = nullptr)`

基于给定的父对象 *parent* 构造一个库对象。它会加载文件名 *fileName* 指定的库文件。

我们建议在 *fileName* 中忽略文件名的前后缀，因为 `QLibrary` 会基于不同平台自动寻找合适的前后缀。比如 Unix 系的前缀“lib”，后缀“.so”，Mac 及 IOS 的后缀“.dylib”，Windows 的后缀“.dll”。（参见 *fileName*）

```
QLibrary::QLibrary(QObject *parent = nullptr)
```

基于给定的父对象 *parent* 构造一个库对象。

```
[virtual] QLibrary::~~QLibrary()
```

删除此 `QLibrary` 对象。

除非显式调用 `unload()`，库会在一直驻留在内存中，知道应用结束。

另请参阅：`isLoaded()` 和 `unload()`。

```
QString QLibrary::errorString() const
```

返回一个描述上一个发生的错误的文本字符串。截至现在，`errorString` 只会在 `load()`，`unload()` 或 `resolve()` 调用由于一些原因失败时才会设置。

此函数引入自：Qt 4.2.

```
[static] bool QLibrary::isLibrary(const QString &fileName)
```

如果 *fileName* 包含一个合法的可加载的后缀，返回 `true`；否则返回 `false`。

平台	合法后缀
Windows	.dll, .DLL
Unix/Linux	.so
AIX	.a
HP-UX	.sl, .so (HP-UXi)
macOS and iOS	.dylib, .bundle, .so

Unix 平台上的名字后的版本号会被忽略。

```
bool QLibrary::isLoaded() const
```

如果库已经被加载，返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅：`load()`。

```
bool QLibrary::load()
```

加载一个库，如果成功加载则返回 `true`；否则返回 `false`。因为 `resolve()` 内部会自动调用此方法，您没必要显示调用这个函数。如果在某些情况下您想提前加载库，您可以主动调用它。

另请参阅：`unload()`。

```
QFunctionPointer QLibrary::resolve(const char *symbol)
```

返回导出符号 *symbol* 对应的地址。如果需要，库会自动加载。如果库无法加载或符号无法解析，返回 `nullptr`。

例如：

```
typedef int (*AvgFunction)(int, int);

AvgFunction avg = (AvgFunction) library->resolve("avg");
if (avg)
    return avg(5, 8);
else
    return -1;
```

符号必须作为 C 语言函数导出。这意味着如果使用 C++ 编译器, 函数必须由 `extern "C"` 包裹。在 Windows 平台, 您还必须显式通过 `__declspec(dllexport)` 指导编译器导出符号, 例如:

```
extern "C" MY_EXPORT int avg(int a, int b)
{
    return (a + b) / 2;
}
```

宏 `MY_EXPORT` 定义如下

```
#ifdef Q_OS_WIN
#define MY_EXPORT __declspec(dllexport)
#else
#define MY_EXPORT
#endif
```

`[static]QFunctionPointer QLibrary::resolve(const QString &fileName, const char *symbol)`

这是一个重载函数。

加载文件名 `fileName` 对应的库, 并返回 `symbol` 对应导出符号的地址。注意 `fileName` 不应该包含平台相关前后缀 (详情见 `fileName`)。库会一直保留到应用程序退出。

如果库无法加载或符号无法解析, 返回 `nullptr`。

另请参阅: `resolve()`。

`[static]QFunctionPointer QLibrary::resolve(const QString &fileName, int verNum, const char *symbol)`

这是一个重载函数。

加载文件名 `fileName`、主版本号 `verNum` 对应的库, 并返回 `symbol` 对应导出符号的地址。注意 `fileName` 不应该包含平台相关前后缀 (详情见 `fileName`)。库会一直保留到应用程序退出。`version` 参数在 Windows 上无效。

如果库无法加载或符号无法解析, 返回 `nullptr`。

另请参阅: `resolve()`。

`[static]QFunctionPointer QLibrary::resolve(const QString &fileName, const QString &version, const char *symbol)`

这是一个重载函数。

加载文件名 *fileName*、完整版本号 *version* 对应的库，并返回 *symbol* 对应导出符号的地址。注意 *fileName* 不应该包含平台相关前后缀（详情见 *fileName*）。库会一直保留到应用程序退出。*version* 参数在 Windows 上无效。

如果库无法加载或符号无法解析，返回 `nullptr`。

此函数引入自：Qt 4.4.

另请参阅：resolve()。

```
void QLibrary::setFileNameAndVersion(const QString &fileName, int versionNumber)
```

设置 *fileName* 属性，以及相对应的文件名和版本号信息。*versionNumber* 参数在 Windows 上无效。

另请参阅：setFileName()。

```
void QLibrary::setFileNameAndVersion(const QString &fileName, const QString &version)
```

设置 *fileName* 属性，以及相对应的文件名和完整版本号信息。*version* 参数在 Windows 上无效。

此函数引入自：Qt 4.4.

另请参阅：setFileName()。

```
bool QLibrary::unload()
```

卸载一个库；如果成功返回 `true`，否则 `false`。

在应用程序结束是，此函数自动调用，因此您不应该手动调用。

如果有其他 `QLibrary` 示例在使用同一个库，调用会失败。卸载只会在所有实例都调用过此函数之后发生。

注意：在 Mac OS X 10.3 (Panther)，无法卸载动态链接库。

另请参阅：resolve() 和 load()。

第二十八章 QList

QList Class

```
template <typename T> class QList
```

QList 类是一个用于提供列表支持的模板类。更多...

属性	内容
Header:	#include <QList>
qmake:	QT += core
子类:	QByteArrayList, QItemSelection, QQueue 和 QStringList

注意：本页面提到的方法都是可重入的。

28.1 公共成员类型

类型	名称
class	const_iterator
class	iterator
typedef	ConstIterator
typedef	Iterator
typedef	const_pointer
typedef	const_reference
typedef	const_reverse_iterator
typedef	difference_type
typedef	pointer
typedef	reference
typedef	reverse_iterator
typedef	size_type
typedef	value_type

28.2 公共成员方法

类型	函数名
----	-----

	QList(InputIterator first, InputIterator last)
	QList(std::initializer_list args)
	QList(QList &&other)
	QList(const QList &other)
	QList()
QList &	operator=(QList &&other)
QList &	operator=(const QList &other)
	~QList()
void	append(const T &value)
void	append(const QList &value)
const T &	at(int i) const
T &	back()
const T &	back() const
QList::iterator	begin()
QList::const_iterator	begin() const
QList::const_iterator	cbegin() const
QList::const_iterator	cend() const
void	clear()
QList::const_iterator	constBegin() const
QList::const_iterator	constEnd() const
const T &	constFirst() const
const T &	constLast() const
bool	contains(const T &value) const
int	count(const T &value) const
int	count() const
QList::const_reverse_iterator	crbegin() const
QList::const_reverse_iterator	crend() const
bool	empty() const
QList::iterator	end()
QList::const_iterator	end() const
bool	endsWith(const T &value) const
QList::iterator	erase(QList::iterator pos)
QList::iterator	erase(QList::iterator begin, QList::iterator end)
T &	first()
const T &	first() const
T &	front()
const T &	front() const
int	indexOf(const T &value, int from = 0) const
void	insert(int i, const T &value)

QList::iterator	insert(QList::iterator before, const T &value)
bool	isEmpty() const
T &	last()
const T	& last() const
int	lastIndexOf(const T &value, int from = -1) const
int	length() const
QList	mid(int pos, int length = -1) const
void	move(int from, int to)
void	pop_back()
void	pop_front()
void	prepend(const T &value)
void	push_back(const T &value)
void	push_front(const T &value)
QList::reverse_iterator	rbegin()
QList::const_reverse_iterator	rbegin() const
int	removeAll(const T &value)
void	removeAt(int i)
void	removeFirst()
void	removeLast()
bool	removeOne(const T &value)
QList::reverse_iterator	rend()
QList::const_reverse_iterator	rend() const
void	replace(int i, const T &value)
void	reserve(int alloc)
int	size() const
bool	startsWith(const T &value) const
void	swap(QList &other)
void	swapItemsAt(int i, int j)
T	takeAt(int i)
T	takeFirst()
T	takeLast()
QSet	toSet() const
std::list	toStdList() const
QVector	toVector() const
T	value(int i) const
T	value(int i, const T &defaultValue) const
bool	operator!=(const QList &other) const
QList	operator+(const QList &other) const
QList &	operator+=(const QList &other)

QList &	operator+=(const T &value)
QList &	operator«(const QList &other)
QList &	operator«(const T &value)
bool	operator==(const QList &other) const
T &	operator[](int i)
const T &	operator[](int i) const

28.3 静态公共成员

类型	函数名
QList	fromSet(const QSet &set)
QList	fromStdList(const std::list &list)
QList	fromVector(const QVector &vector)

28.4 详细描述

QList 是 Qt 泛型容器之一，通过列表保存元素，提供了基于索引的快速访问以及基于索引的插入和删除功能。

QList, QLinkedList 和 QVector 提供了类似的接口和功能。大部分情况下它们之间是可以互相替换的，但可能会带来一些性能问题。这里有一个各自适用场景的总结：

- QVector 应当是你的默认首选。QVector 的性能通常要优于 QList，因为 QVector 总是在内存中连续存储其元素，而 QList 则只会在 `sizeof(T) <= sizeof(void*)` 且通过 `Q_DECLARE_TYPEINFO` 将 T 声明为 `Q_MOVABLE_TYPE` 或 `Q_PRIMITIVE_TYPE` 的情况下才会这么做，否则将会在堆上分配其元素的内存。QList 使用利弊分析一文对此做了解释。
- 然而，QList 在 Qt API 中总是被用来传递参数和保存返回值，和这些 API 交互时请使用 QList。
- 如果你需要一个真正的基于链表实现的列表，以保证列表中间插入元素是常量时间复杂度以及基于迭代器而不是索引来访问元素，你可以使用 QLinkedList。

注意：QVector 和 QVarLengthArray 都提供了对 C 数组内存布局的兼容，但 QList 不保证这一点。这一点在你的应用需要和 C API 交互时可能会非常重要。

注意：QLinkedList 的迭代器和在堆上分配内存的 QList 的引用只要其指向的元素还在容器中，将会一直保持有效。但 QVector 和非在堆上分配内存的 QList 的迭代器以及引用并不保证这一点。

内部实现中，如果 `sizeof(T) <= sizeof(void*)` 且通过 `Q_DECLARE_TYPEINFO` 将 T 声明为 `Q_MOVABLE_TYPE` 或 `Q_PRIMITIVE_TYPE` 时，QList 将表现为一个 T 类型的数组。否则，QList 表现为一个 T* 类型的数组，元素实际在堆上分配内存。

基于数组的实现的 QList 支持快速插入和基于索引的访问。prepend() and append() 操作也非常快，因为 QList 在内部数组的头尾均预分配了内存。（详见算法复杂度）

注意，如果上面的条件不能满足，每一次追加或插入一个新的元素都需要在堆上分配这个新元素的内存。这会导致在有大量元素的追加和插入时使用 `QVector` 成为一个更好的选择，因为 `QVector` 可以在一次性为多个元素在堆上分配内存。

另一个需要注意的是内部数组在列表的整个生命周期内只会不断增大，永远不会缩小。内部数组将会在列表析构时调用的析构函数或列表被赋予另一个列表时调用的赋值运算符函数中被析构。

下方是使用 `QList` 保存整型数字和使用 `QList` 保存 `QDate` 的例子：

```
QList<int> integerList;  
QList<QDate> dateList;
```

Qt 提供了 `QStringList` 类，其继承于 `QList<QString>`，提供了一些快捷方法，例如 `QStringList::join()` 和 `QStringList::filter()`。`QString::split()` 用于从 `QString` 创建 `QStringList`。

`QList` 以列表的形式保存元素，默认构造函数会创建一个空列表，你可以使用带有初始化列表的构造函数创建出一个带有元素的列表：

```
QList<QString> list = { "one", "two", "three" };
```

`QList` 提供了这些基础方法用于添加、移动和删除元素：`insert()`，`replace()`，`removeAt()`，`move()` 和 `swap()`。另外，它还提供了下列快捷方法：`append()`，`operator<<()`，`operator+=()`，`prepend()`，`removeFirst()` 和 `removeLast()`。

`operator<<()` 可以方便地添加多个元素到列表中：

```
list << "four" << "five";
```

和 C++ 数组一样，`QList` 索引从 0 开始。要访问在指定位置的元素，你可以使用 `operator[]()`。对于非常量列表，`operator[]()` 用于返回一个元素的引用，可以被用在赋值运算符的左侧（译注：即可作为左值）：

```
if (list[0] == "Bob")  
    list[0] = "Robert";
```

由于对于大小大于一个指针或不可移动的元素类型，`QList` 基于该类型的指针数组实现，因此该操作需要（常量时间复杂度）。对于只读访问，一个可替代的语法是使用 `at()`：

```
for (int i = 0; i < list.size(); ++i) {  
    if (list.at(i) == "Jane")  
        cout << "Found_Jane_at_position_" << i << Qt::endl;  
}
```

`at()` 可能会比 `operator[]()` 快，因为其永远不会导致深拷贝的发生。

从列表中移除一个元素，然后对其做一些处理是一个很常用的操作。`QList` 提供了 `takeAt()`，`takeFirst()` 和 `takeLast()` 来实现该操作。下面是一个将元素逐个从列表中移除并对该元素调用 `delete` 的循环实现：

```
QList<QWidget *> list;  
...  
while (!list.isEmpty())  
    delete list.takeFirst();
```

在列表两端插入或删除元素是非常快的（通常是常量时间复杂度），因为 `QList` 在内部缓存的两端都预分配了额外的内存空间用于支持列表两端的快速增长。

如果需要在列表中查找所有特定值的元素的索引，可以使用 `indexOf()` 或 `lastIndexOf()`。前一个用于从给定的索引位置向列表尾部方向查找，后一个则相反。二者都会在找到时返回匹配元素的索引，未找到时返回 `-1`。例如：

```
int i = list.indexOf("Jane");
if (i != -1)
    cout << "Jane_首次出现的位置是_" << i << Qt::endl;
```

如果你仅仅是想简单地检查特定值是否存在于列表中，可以使用 `contains()`。如果你想要统计特定值在列表中出现的次数，可以使用 `count()`。如果你想将所有特定值替换为一个另一个指定值，可以使用 `replace()`。

`QList` 中的元素类型必须是可赋值数据类型。绝大部分常用数据类型都满足这一点，但某些情况编译器可能会报错，例如以值的形式保存 `QWidget`，可改成保存 `QWidget *` 来代替。一些方法会有额外的要求，例如，`indexOf()` 和 `lastIndexOf()` 要求值类型支持 `operator==()` 运算符。这些要求在每个函数的文档中有说明。

正如其他的容器类一样，`QList` 提供了 Java 风格迭代器（`QListIterator` 和 `QMutableListIterator`）和 STL 风格迭代器（`QList::const_iterator` 和 `QList::iterator`）。实际使用中，这些迭代器其实很少被使用，因为你可以使用列表索引。`QList` 的实现使得直接基于索引访问的方式实现和使用迭代器一样快。

`QList` 并不支持通过其元素的引用来进行插入，头部追加，尾部追加和替换，这样做会导致你的应用崩溃并显示错误信息。

为了使 `QList` 尽可能高效，其成员函数在使用前并不会对输入进行校验，但 `isEmpty()` 例外，成员函数通常会假定列表不为空。带有索引值作为参数的成员函数总是会假定索引值位于合法的范围内。这意味着 `QList` 成员函数可能会调用失败。如果在编译时定义了 `QT_NO_DEBUG`，这些错误将不会被检测到。而如果没有定义 `QT_NO_DEBUG`，此类错误将会通过 `Q_ASSERT()` 或 `Q_ASSERT_X()` 被检测到并显示对应的错误信息。

为了避免在列表可能为空时报错，在调用其他成员函数前应先调用 `isEmpty()` 检查。如果你必须传递一个可能不在有效范围内的索引值，应先检查其是否小于 `size()` 的返回值且不小于 `0`。

更多成员

如果 `T` 是 `QByteArray` 类型，这个类会提供更多可以使用的成员，详见 `QByteArrayList`。

如果 `T` 是 `QString` 类型，这个类提供了这些额外的成员函数：`filter`，`join`，`removeDuplicates`，`sort`。

使用 Qt 容器的更多信息

如果想要详细了解 Qt 和 STL 对应容器之间的对比，可阅读理解 Qt 容器一文。

另请参阅：`QListIterator`，`QMutableListIterator`，`QLinkedList` 和 `QVector`。

28.5 成员类型文档

```
typedef QList::ConstIterator
```

Qt 风格的 `QList::const_iterator` 的同义词。

```
typedef QList::Iterator
```

Qt 风格的 `QList::iterator` 的同义词。

```
typedef QList::const_pointer
```

`const T *` 的类型别名，提供了对 STL 的兼容。

```
typedef QList::const_reference
```

`const T &` 的类型别名，提供了对 STL 的兼容。

```
typedef QList::const_reverse_iterator
```

`QList::const_reverse_iterator` 仅仅是 `std::reverse_iterator<const_iterator>` 的类型别名，用于提供 STL 风格的 `QList` 常量反向迭代器。

注意：支持隐式共享的容器的迭代器的行为和 STL 迭代器并不完全一样。当这类容器的迭代器在使用时你应当避免容器的拷贝。更多信息请阅读隐式共享迭代器问题一文。

该类型在 Qt 5.6 中引入。

另请参阅：`QList::rbegin()`，`QList::rend()`，`QList::reverse_iterator` 和 `QList::const_iterator`

```
typedef QList::difference_type
```

`ptrdiff_t` 的别名，提供了对 STL 的兼容。

```
typedef QList::pointer
```

`T *` 的别名，提供了对 STL 的兼容。

```
typedef QList::reference
```

`T &` 的别名，提供了对 STL 的兼容。

```
typedef QList::reverse_iterator
```

`QList::reverse_iterator` 仅仅是 `std::reverse_iterator<iterator>` 的类型别名，用于提供 STL 风格的 `QList` 非常量反向迭代器。

注意：警告：支持隐式共享的容器的迭代器的行为和 STL 迭代器并不完全一样。当这类容器的迭代器在使用时你应当避免容器的拷贝。更多信息请阅读隐式共享迭代器问题一文。

该类型在 Qt 5.6 中引入。

另请参阅：`QList::rbegin()`，`QList::rend()`，`QList::const_reverse_iterator` 和 `QList::iterator`。

```
typedef QList::size_type
```

`int` 类型的别名，提供了对 STL 的兼容。

```
typedef QList::value_type
```

`T` 类型的别名，提供了对 STL 的兼容。

28.6 成员函数文档

```
template QList::QList(InputIterator first, InputIterator last)
```

使用迭代器范围 `[first, last)` 指定的内容构造一个 `QList`。

`InputIterator` 的值类型必须可转换为 `T`。

该方法在 Qt 5.14 中引入。

```
QList::QList(std::initializer_list args)
```

从由 `args` 指定的 `std::initializer_list` 构造一个列表。

此构造函数仅在编译器支持 C++11 初始化列表特性时可用。

该方法在 Qt 4.8 中引入。

```
QList::QList(QList &&other)
```

移动构造一个 `QList` 实例，使它和 `other` 指向同一个对象。

该方法在 Qt 5.2 中引入。

```
QList::QList(const QList &other)
```

构造一个 `other` 的拷贝。

该操作为常量时间复杂度，因为 `QList` 是隐式共享的，所以一个函数返回 `QList` 是非常快的。如果一个共享实例被修改了，其将会被复制一份（写时拷贝），复杂度为线性时间复杂度。

另请参阅：operator=()。

```
QList::QList()
```

构造一个空列表。

```
QList &QList::operator=(QList &&other)
```

移动赋值 `other` 给该 `QList` 实例。

该方法在 Qt 5.2 中引入。

```
QList &QList::operator=(const QList &other)
```

将 `other` 赋值给当前列表，然后返回当前列表的引用。

```
QList::~~QList()
```

析构列表。列表中的值的引用及所有的迭代器都将失效。

```
void QList::append(const T &value)
```

插入 `value` 到列表尾部。

示例：

```
QList<QString> list;
list.append("one");
list.append("two");
```

```
list.append("three");  
// list: ["one", "two", "three"]
```

该方法等同于 `list.insert(size(), value)`。

如果该列表是非共享的，那么此操作通常会非常快（均摊下来为常量时间复杂度），因为 `QList` 在内部缓存的两端都预分配了额外的内存空间用于支持列表两端的快速增长。

另请参阅: `operator«()`, `prepend()` 和 `insert()`。

```
void QList::append(const QList &value)
```

这是个重载函数。

插入另一个列表 `value` 中的元素到列表尾部。

该方法在 Qt 4.5 中引入。

另请参阅: `operator«()` 和 `operator+=()`。

```
const T &QList::at(int i) const
```

返回位于列表索引位置为 `i` 的元素。`i` 必须是列表中合法的索引位置（例如, `0 <= i < size()`）。

该方法非常快，为（常量时间复杂度）。

另请参阅: `value()` 和 `operator[]()`。

```
T &QList::back()
```

该方法用于提供对 STL 的兼容，等同于 `last()`。该方法要求列表不能为空，如果列表可能为空，应先调用 `isEmpty()` 进行检查。

```
const T &QList::back() const
```

这是个重载函数。

```
QList::iterator QList::begin()
```

返回一个指向列表第一个元素的 STL 风格迭代器

另请参阅: `constBegin()` 和 `end()`。

```
QList::const_iterator QList::begin() const
```

这是个重载函数。

```
QList::const_iterator QList::cbegin() const
```

返回指向列表中第一个元素的常量 STL 风格迭代器。

该方法在 Qt 5.0 中引入。

另请参阅: `begin()` and `cend()`。

```
QList::const_iterator QList::cend() const
```

返回一个指向位于最后一个元素之后的虚拟元素的常量 STL 风格迭代器。

该方法在 Qt 5.0 中引入。

另请参阅: `cbegin()` 和 `end()`。

```
void QList::clear()
```

移除列表中所有的元素。

另请参阅: `removeAll()`。

```
QList::const_iterator QList::constBegin() const
```

返回指向列表中第一个元素的常量 STL 风格迭代器。

另请参阅: `begin()` 和 `constEnd()`。

```
QList::const_iterator QList::constEnd() const
```

返回一个指向位于最后一个元素之后的虚拟元素的常量 STL 风格迭代器。

另请参阅: `constBegin()` 和 `end()`。

```
const T &QList::constFirst() const
```

返回一个列表中第一个元素的常量引用,列表必须不为空。如果列表可能为空,应先调用 `isEmpty()` 进行检查。

该方法在 Qt 5.6 中引入。

另请参阅: `constLast()`, `isEmpty()` 和 `first()`。

```
const T &QList::constLast() const
```

返回一个列表中最后一个元素的常量引用,列表必须不为空。如果列表可能为空,应先调用 `isEmpty()` 进行检查。

该方法在 Qt 5.6 中引入。

另请参阅: `constFirst()`, `isEmpty()` 和 `last()`。

```
bool QList::contains(const T &value) const
```

如果列表中包含 `value` 则返回 `true`, 否则返回 `false`。

该方法要求值类型实现了 `operator==()`。

另请参阅: `indexOf()` 和 `count()`。

```
int QList::count(const T &value) const
```

返回 `value` 在列表中的出现次数。

该方法要求值类型实现了 `operator==()`。

另请参阅: `contains()` 和 `indexOf()`。

```
int QList::count() const
```

返回列表中元素的数量。该方法的性能等同于 `size()`。

```
QList::const_reverse_iterator QList::crbegin() const
```

返回指向逆序列表的第一个元素的常量 STL 风格迭代器。

该方法在 Qt 5.6 中引入。

另请参阅: `begin()`, `rbegin()` 和 `rend()`。

`QList::const_reverse_iterator QList::crend() const`

返回指向逆序列表的最后一个元素的下一个元素的常量 STL 风格迭代器。

该方法在 Qt 5.6 中引入。

另请参阅: `end()`, `rend()` 和 `rbegin()`。

`bool QList::empty() const`

该方法用于提供对 STL 的兼容, 等同于 `isEmpty()`, 当列表为空时返回 `true`。

`QList::iterator QList::end()`

返回一个指向位于最后一个元素之后的虚拟元素的常量 STL 风格迭代器。

另请参阅: `begin()` 和 `constEnd()`。

`QList::const_iterator QList::end() const`

这是个重载函数。

`bool QList::endsWith(const T &value) const`

如果列表非空且最后一个元素等于 `value` 则返回 `true` 否则返回 `false`。

该方法在 Qt 4.5 中引入。

另请参阅: `isEmpty()` 和 `contains()`。

`QList::iterator QList::erase(QList::iterator pos)`

从列表中移除和迭代器 `pos` 关联的元素, 然后返回列表中下一个元素的迭代器 (可能是 `end()`)。

另请参阅: `insert()` 和 `removeAt()`。

`QList::iterator QList::erase(QList::iterator begin, QList::iterator end)`

这是个重载函数。

移除从 `begin` 到 (但不包括) `end` 的所有元素, 然后返回调用该方法之前 `end` 所指向元素的迭代器。

`T &QList::first()`

返回列表中第一个元素的引用, 列表必须非空。如果列表可能为空, 应先调用 `isEmpty()` 进行检查。

另请参阅: `constFirst()`, `last()` 和 `isEmpty()`。

`const T &QList::first() const`

这是个重载函数。

[static] `QList QList::fromSet(const QSet &set)`

返回一个包含且仅包含 `set` 中所有的数据的 `QList` 对象。`QList` 中元素的顺序是未定义的。

示例:

```
QSet<int> set;  
set << 20 << 30 << 40 << ... << 70;  
  
QList<int> list = QList<int>::fromSet(set);  
std::sort(list.begin(), list.end());
```

注意: 从 Qt 5.14 开始, Qt 泛型容器类支持范围构造函数, 建议用来取代这个方法。

另请参阅: `fromVector()`, `toSet()` 和 `QSet::toList()`。

[static] `QList QList::fromStdList(const std::list &list)`

返回一个包含且仅包含 `list` 中所有的数据的 `QList` 对象。`QList` 中元素的顺序和 `list` 一致。

示例:

```
std::list<double> stdlist;  
list.push_back(1.2);  
list.push_back(0.5);  
list.push_back(3.14);  
  
QList<double> list = QList<double>::fromStdList(stdlist);
```

注意: 从 Qt 5.14 开始, Qt 泛型容器类支持范围构造函数, 建议用来取代这个方法。

另请参阅: `toStdList()` 和 `QVector::fromStdVector()`。

[static] `QList QList::fromVector(const QVector &vector)`

返回包含且仅包含 `vector` 中所有的元素的 `QList` 对象。

示例:

```
QVector<double> vect;  
vect << 20.0 << 30.0 << 40.0 << 50.0;  
  
QList<double> list = QVector<T>::fromVector(vect);  
// list: [20.0, 30.0, 40.0, 50.0]
```

注意: 从 Qt 5.14 开始, Qt 泛型容器类支持范围构造函数, 建议用来取代这个方法。

另请参阅: `fromSet()`, `toVector()` 和 `QVector::toList()`。

`T &QList::front()`

该方法用于提供对 STL 的兼容, 等同于 `first()`。要求列表不能为空, 如果列表可能为空, 应先调用 `isEmpty()` 进行检查。

`const T &QList::front() const`

这是个重载函数。

`int QList::indexOf(const T &value, int from = 0) const`

返回从索引位置 *from* 开始向列表尾部方向搜索，在列表中 *value* 第一次出现的索引位置。如果没有找到则返回 -1。

示例:

```
QList<QString> list;
list << "A" << "B" << "C" << "B" << "A";
list.indexOf("B"); // 返回 1
list.indexOf("B", 1); // 返回 1
list.indexOf("B", 2); // 返回 3
list.indexOf("X"); // 返回 -1
```

该方法要求值类型实现了 `operator==()`。

需要注意的是 `QList` 和 C 数组类似，索引也是从 0 开始。除了上面提到的值，其他的负索引值不被支持。

另请参阅: `lastIndexOf()` 和 `contains()`。

`void QList::insert(int i, const T &value)`

将 *value* 插入到列表的索引位置 *i*。

如果 *i* == 0，该值将会被追加到列表头部。如果 *i* == `size()`，该值将会被追加到列表尾部。

示例:

```
QList<QString> list;
list << "alpha" << "beta" << "delta";
list.insert(2, "gamma");
// list: ["alpha", "beta", "gamma", "delta"]
```

另请参阅: `append()`, `prepend()`, `replace()` 和 `removeAt()`。

`QList::iterator QList::insert(QList::iterator before, const T &value)`

这是个重载函数。

将 *value* 插入到迭代器 *before* 指向元素的前面，并返回一个指向插入元素的迭代器。需要注意的是传递给该函数的迭代器在调用完成后将会失效，返回的迭代器可以用来代替它。

`bool QList::isEmpty() const`

如果列表中没有任何元素则返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅: `size()`。

`T &QList::last()`

返回列表最后一个元素的引用，列表必须非空。如果列表可能为空，应先调用 `isEmpty()` 进行检查。

另请参阅: `constLast()`, `first()` 和 `isEmpty()`。

`const T &QList::last() const`

这是个重载函数。

`int QList::lastIndexOf(const T &value, int from = -1) const`

返回从索引位置 *from* 开始向列表头部方向搜索，在列表中 *value* 最后一次出现的索引位置。如果 *from* 是 -1，将会从最后一个元素开始搜索。如果没有找到则返回 -1。

示例：

```
QList<QString> list;
list << "A" << "B" << "C" << "B" << "A";
list.lastIndexOf("B"); // 返回 3
list.lastIndexOf("B", 3); // 返回 3
list.lastIndexOf("B", 2); // 返回 1
list.lastIndexOf("X"); // 返回 -1
```

该方法要求值类型实现了 `operator==()`。

需要注意的是 `QList` 和 C 数组类似，索引也是从 0 开始。除了上面提到的值，其他的负索引值不被支持。

另请参阅：`indexOf()`。

`int QList::length() const`

该方法等同于 `count()`。

该方法在 Qt 4.5 中引入。

另请参阅：`count()`。

`QList QList::mid(int pos, int length = -1) const`

返回一个包含从列表的 *pos* 位置开始的元素的子列表，如果 *length* 为 -1（默认值），那么从 *pos* 开始的所有元素都会被子列表包含，否则子列表将会包含 *length* 个（如果剩余元素个数不足 *length* 则为剩下的全部）元素。

`void QList::move(int from, int to)`

将位于索引位置 *from* 的元素移动到索引位置 *to*。

示例：

```
QList<QString> list;
list << "A" << "B" << "C" << "D" << "E" << "F";
list.move(1, 4);
// list: ["A", "C", "D", "E", "B", "F"]
```

等同于 `insert(to, takeAt(from))`。该方法会假定 *from* 和 *to* 都不小于 0 且小于 `size()`。为了避免调用出错，应提前检查 *from* 和 *to* 是否不小于 0 且小于 `size()`。

另请参阅：`swap()`，`insert()` 和 `takeAt()`。

`void QList::pop_back()`

该方法用于提供对 STL 的兼容，等同于 `removeLast()`。该方法要求列表不能为空，如果列表可能为空，应先调用 `isEmpty()` 进行检查。

`void QList::pop_front()`

该方法用于提供对 STL 的兼容，等同于 `removeFirst()`。该方法要求列表不能为空，如果列表可能为空，应先调用 `isEmpty()` 进行检查。

```
void QList::prepend(const T &value)
```

在列表头部插入 *value* 。

示例:

```
QList<QString> list;
list.prepend("one");
list.prepend("two");
list.prepend("three");
// list: ["three", "two", "one"]
```

该方法等同于 `list.insert(0, value)`。

如果该列表是非共享的，那么此操作通常会非常快（均摊下来为常量时间复杂度），因为 `QList` 在内部缓存的两端都预分配了额外的内存空间用于支持列表两端的快速增长。

另请参阅: `append()` 和 `insert()`。

```
void QList::push_back(const T &value)
```

该方法用于提供对 STL 的兼容，等同于 `append(value)`。

```
void QList::push_front(const T &value)
```

该方法用于提供对 STL 的兼容，等同于 `prepend(value)`。

```
QList::reverse_iterator QList::rbegin()
```

返回一个指向列表在逆序遍历时第一个元素 STL 风格的反向迭代器。

该方法在 Qt 5.6 中引入。

另请参阅: `begin()`, `crbegin()` 和 `rend()`。

```
QList::const_reverse_iterator QList::rbegin() const
```

这是个重载函数。

该方法在 Qt 5.6 中引入。

```
int QList::removeAll(const T &value)
```

移除列表中所有值为 *value* 的元素，然后返回移除的数量。

示例:

```
QList<QString> list;
list << "sun" << "cloud" << "sun" << "rain";
list.removeAll("sun");
// list: ["cloud", "rain"]
```

该方法要求值类型实现了 `operator==()`。

另请参阅: `removeOne()`, `removeAt()`, `takeAt()` 和 `replace()`。

第二十九章 QList_Const_Iterator

类 QList::const_iterator

QList::const_iterator 类为 QList 和 QQueue 提供了 STL 风格的常量迭代器。 更多...

29.1 公共成员类型

类型	名称
typedef	iterator_category

29.2 公共成员函数

类型	名称
	const_iterator(const iterator &other)
	const_iterator(const const_iterator &other)
	const_iterator()
bool	operator!=(const const_iterator &other) const
const T	operator*() const
const_iterator	operator+(const_iterator::difference_type j) const
const_iterator &	operator++()
const_iterator	operator++(int)
const_iterator &	operator+=(const_iterator::difference_type j)
const_iterator	operator-(const_iterator::difference_type j) const
int	operator-(const_iterator other) const
const_iterator &	operator-()
const_iterator	operator-(int)
const_iterator & const T *	operator--=(const_iterator::difference_type j) operator->() const
bool	operator<(const const_iterator &other) const
bool	operator<=(const const_iterator &other) const
bool	operator==(const const_iterator &other) const
bool	operator>(const const_iterator &other) const

bool	operator>=(const const_iterator &other) const
const T &	[operator](const_iterator::difference_type j) const

29.3 详细描述

QList 同时支持 STL 风格迭代器和 Java 风格迭代器。STL 风格迭代器更偏底层且易用性较差，但在性能上更胜一筹，且对熟悉 STL 的开发者来说能更快上手。

QList::const_iterator 允许你遍历一个 QList (或一个 QQueue)。如果需要在遍历时修改 QList，可以使用 QList::iterator 来代替。除非你需要通过迭代器修改一个非常量 QList，否则对非常量 QList 也继续使用 QList::const_iterator 通常是一个最佳实践。常量迭代器速度上略快，并且可以提升代码可读性。

QList::const_iterator 的默认构造函数会创建一个未初始化的迭代器。在迭代之前你必须通过 QList 的方法,如 QList::constBegin(), QList::constEnd(),或 QList::insert() 将其初始化。这是一个常见的打印列表中保存的所有元素的循环：

```
QList<QString> list;
list.append("January");
list.append("February");
...
list.append("December");

QList<QString>::const_iterator i;
for (i = list.constBegin(); i != list.constEnd(); ++i)
    cout << *i << Qt::endl;
```

大多数 QList 的方法接收一个整型索引而不是一个迭代器作为参数。因此，迭代器实际上在和 QList 交互时很少被使用。一个 STL 风格迭代器非常有使用意义的地方是作为泛型算法的参数。

例如，下列代码展示了如何删除保存在一个 QList<QWidget *> 中的所有物件：

```
QList<QWidget *> list;
...
qDeleteAll(list.constBegin(), list.constEnd());
```

多个迭代器可以作用在同一个列表上。然而，需要注意的是对该 QList 进行任意非常量的方法调用都会使所有已存在的迭代器状态变成未定义。如果需要在比较长周期内保证迭代器有效，我们建议你使用 QLinkedList 而不是 QList。

警告：支持隐式共享的容器的迭代器的行为和 STL 迭代器并不完全一样。当这类容器的迭代器在使用时你应当避免容器的拷贝。更多信息请阅读隐式共享迭代器问题一文。

另请参阅: QList::iterator and QListIterator.

29.4 成员类型文档

```
typedef const_iterator::iterator_category
```

等同于 `std::random_access_iterator_tag`，指示该迭代器是一个随机访问迭代器。

29.5 成员函数文档

```
const_iterator::const_iterator(const iterator &other)
```

构造一个 *other* 的副本。

```
const_iterator::const_iterator(const const_iterator &other)
```

构造一个 *other* 的副本。

```
const_iterator::const_iterator()
```

构造一个未初始化的迭代器。

类似于 `operator*()` and `operator++()` 的方法不允许对未初始化的迭代器调用，在使用前先通过 `operator=()` 进行赋值。

另请参阅: `QList::constBegin()` 和 `QList::constEnd()`。

```
bool const_iterator::operator!=(const const_iterator &other) const
```

如果该迭代器指向的元素的值不等于 *other* 迭代器指向的元素的值则返回 `true`。

另请参阅: `operator==()`。

```
const T &const_iterator::operator*() const
```

返回当前的元素。

另请参阅: `operator->()`。

```
const_iterator const_iterator::operator+(const_iterator::difference_type  
j) const
```

返回一个指向当前迭代器向列表尾部移动 *j* 步的位置的元素的迭代器。(如果 *j* 为负值，则迭代器向列表头部移动。)

另请参阅: `operator-()` 和 `operator+=()`。

```
const_iterator &const_iterator::operator++()
```

前缀 `++` 运算符 (`++it`) 将迭代器向列表尾部移动到列表中的下一个元素并返回一个指向移动后的元素的迭代器。

对 `QList::end()` 调用该方法是未定义行为。

另请参阅: `operator-()`。

```
const_iterator const_iterator::operator++(int)
```

这是一个重载函数。

后缀 `++` 运算符 (`++it`) 将迭代器向列表尾部移动到列表中的下一个元素并返回一个指向移动前的元素的迭代器。

```
iterator &iterator::operator+=(iterator::difference_type j)
```

```
const_iterator &const_iterator::operator+=(const_iterator::difference_type j)
```

将该迭代器列表尾部移动 *j* 个元素。(如果 *j* 为负值, 则向列表头部移动)

另请参阅: `operator--()` 和 `operator+()`。

```
const_iterator const_iterator::operator-(const_iterator::difference_type j) const
```

返回一个指向当前迭代器向列表头部移动 *j* 步的位置的元素的迭代器。(如果 *j* 为负值, 则迭代器向列表尾部移动。)

另请参阅: `operator+()` 和 `operator--()`。

```
int const_iterator::operator-(const_iterator other) const
```

返回 *other* 指向的元素和该迭代器指向元素之间间隔的元素个数。

```
const_iterator &const_iterator::operator-()
```

前缀 - 运算符 (`-it`) 将迭代器向列表头部移动到列表中的上一个元素并返回一个指向移动后的元素的迭代器。

对 `QList::begin()` 调用该方法是未定义行为。

另请参阅: `operator++()`。

```
const_iterator const_iterator::operator-(int)
```

这是一个重载函数。

前缀 - 运算符 (`-it`) 将迭代器向列表头部移动到列表中的上一个元素并返回一个指向移动前的元素的迭代器。

```
const_iterator &const_iterator::operator--=(const_iterator::difference_type j)
```

将迭代器向列表头部回退 *j* 元素。(如果 *j* 为负值, 则迭代器向列表尾部移动。)

另请参阅: `operator+=()` 和 `operator-()`。

```
const T *const_iterator::operator->() const
```

返回一个指向当前元素的指针。

另请参阅: `operator*()`。

```
bool const_iterator::operator<(const const_iterator &other) const
```

如果该迭代器指向的元素的值小于 *other* 迭代器指向的元素的值则返回 `true`。

```
bool const_iterator::operator<=(const const_iterator &other) const
```

如果该迭代器指向的元素的值小于等于 *other* 迭代器指向的元素的值则返回 `true`。

```
bool const_iterator::operator==(const const_iterator &other) const
```

如果该迭代器指向的元素的值等于 *other* 迭代器指向的元素的值则返回 **true**。

另请参阅: `operator!=()`。

```
bool const_iterator::operator>(const const_iterator &other) const
```

如果该迭代器指向的元素的值不等于 *other* 迭代器指向的元素的值则返回 **true**。

```
bool const_iterator::operator>=(const const_iterator &other) const
```

如果该迭代器指向的元素的值大于等于 *other* 迭代器指向的元素的值则返回 **true**。

```
const T &const_iterator::operator[](const_iterator::difference_type j) const
```

返回位于 *this + j* 的元素。

提供该方法是为了使 `QList` 迭代器行为类似 C++ 指针。

另请参阅: `operator+()`。

第三十章 模型/视图编程

30.1 模型/视图编程简介

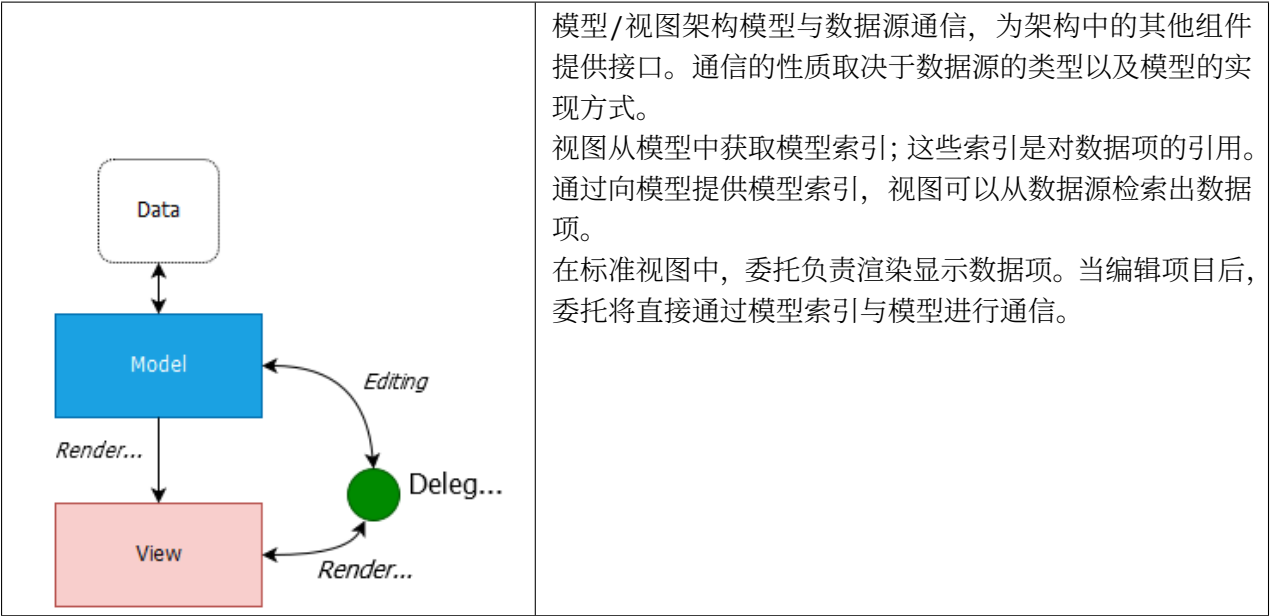
Qt 中包含了一系列的项目视图类，他们使用了模型/视图架构来管理数据和显示之间的关系。此架构的功能分离特征给开发人员在自定义项目的呈现形式时带来了很大的灵活性，并提供标准的模型接口，以允许将各种数据源与现有项目视图一起使用。在本文档中，我们对模型/视图进行了简要介绍，概述了所涉及的概念，并描述了项目视图系统的结构特征。介绍了体系结构中的每个组件，并给出了示例，这些示例告诉我们如何使用所提供的类。

30.2 模型/视图体系架构

模型-视图-控制器（MVC）是源自 Smalltalk 的设计模式，在构建用户界面时经常使用。在《设计模式》一书中，Gamma 等人写到：

MVC 由三种对象组成。模型是应用程序对象，视图是其在屏幕上的呈现，控制器定义了用户界面对用户输入的反应方式。在 MVC 之前，用户界面设计往往会将这些对象整合在一起。MVC 使它们解耦以增加灵活性和重用性。

如果将视图和控制器对象组合在一起，就是模型/视图架构。基于将数据的存储方式与向用户呈现的方式分开的原理，模型/视图架构提供了一个更简单的框架。这种分离使得可以在几个不同的视图中显示相同的数据，并实现新的视图类型，而无需更改基础数据结构。为了灵活处理用户输入，我们引入了委托的概念。在此框架中使用委托的好处在于，它允许自定义呈现和编辑数据项的方式。



通常，模型/视图类可以分为上述三个组：模型，视图和委托。这些组件中的每个组件都由抽象类定义，这些抽象类提供了公共接口，并在某些情况下提供了一些功能的默认实现。抽象类应被子类化，以提供其他组件期望的全部功能；当然也可以编写专用组件。

模型、视图和委托之间通过信号槽通信。

- 数据源的数据发生改变时模型将发射信号通知视图。
- 用户交互发生改变时，视图将发射相应的信号。
- 在编辑期间，委托将发射信号来告知模型和视图有关编辑器的状态。

30.3 模型

所有项目模型均基于 `QAbstractItemModel` 类。此类定义一个接口，视图和委托使用该接口访问数据。数据本身不必存储在模型中。它可以保存在由单独的类，文件，数据库或某些其他应用程序组件提供的数据结构或存储库中。

有关模型的基本概念在“模型类”部分中介绍。

`QAbstractItemModel` 提供了一个数据接口，该接口足够灵活，可以处理以表，列表和树的形式表示数据的视图。但是，当为列表和类似表的数据结构实现新模型时，`QAbstractListModel` 和 `QAbstractTableModel` 类是更好的选择，因为它们提供了常用功能的默认实现。这些类中的每一个都可以被子类化以提供支持特殊类型的列表和表的模型。

在创建新模型部分中讨论了模型子类化的过程。

Qt 提供了一些现成的模型，可用于处理数据项：

- `QStringListModel` 用于存储一系列简单的 `QString` 类型的项目。
- `QStandardItemModel` 用于管理更复杂的树形结构项目，每个项目可以包含任意数据。
- `QFileSystemModel` 提供有关本地归档系统中文件和目录的信息。
- `QSqlQueryModel`, `QSqlTableModel` 和 `QSqlRelationalTableModel` 用于在使用模型/视图架构时访问数据库。

如果这些标准模型不满足您的要求，则可以将 `QAbstractItemModel`, `QAbstractListModel` 或 `QAbstractTableModel` 子类化以创建您自己的自定义模型。

30.4 视图

Qt 提供了针对各种视图的完整实现：`QListView` 用于显示项目列表，`QTableView` 用于显示表结构模型的数据，`QTreeView` 在一个分层次的结构列表中显示数据项。这些类均基于 `QAbstractItemView` 抽象基类。尽管这些类都是已经实现好的，但也可以将它们子类化以提供满足我们需求的自定义视图。

所有可用的视图可在视图类部分中进行查阅。

30.5 委托

`QAbstractItemDelegate` 是模型/视图框架中委托的抽象基类。默认委托实现由 `QStyledItemDelegate` 提供,Qt 中的标准视图都将其作为默认委托。但是,`QStyledItemDelegate` 和 `QItemDelegate` 是绘制和为视图中的项目提供编辑器的独立替代方法。它们之间的区别在于 `QStyledItemDelegate` 使用当前样式来绘制其项目。因此,在实现自定义委托或使用 Qt 样式表时,建议将 `QStyledItemDelegate` 用作基类。

委托在“委托类”部分中进行了描述。

30.6 排序

在模型/视图架构中,有两种方法可以进行排序;选择哪种方法取决于底层使用的模型。

如果您的模型是可排序的,即重新实现 `QAbstractItemModel::sort()` 函数,则 `QTableView` 和 `QTreeView` 都提供了 API,可让您以编程方式对模型数据进行排序。另外,通过将 `QHeaderView::sortIndicatorChanged()` 信号连接到 `QTableView::sortByColumn()` 槽函数或 `QTreeView::sortByColumn()` 槽函数,可以启用交互式排序(即允许用户通过单击视图的标题对数据进行排序)。

如果您的模型没有所需的接口,或者如果您想使用列表视图来呈现数据,则另一种方法是在视图呈现数据之前,使用委托模型来转换模型的结构。有关代理模型的部分将对此进行详细介绍。

30.7 便捷类

从标准视图类派生出了许多便捷类,用于 Qt 中基于项目的项目视图类和表类,它们不打算被子类化。

比如 `QListWidget`, `QTreeWidget` 和 `QTableWidget`。

这些类的灵活性不如视图类,并且不能与任意模型一起使用。我们建议您使用模型/视图方法来处理项目视图中的数据,除非您强烈需要一组基于项目的类。

如果希望在使用基于项目的接口的同时利用模型/视图方法提供的功能,请考虑将视图类(例如 `QListView`, `QTableView` 和 `QTreeView`)与 `QStandardItemModel` 一起使用。

30.8 使用模型和视图

以下各节说明如何在 Qt 中使用模型/视图模型。每个部分都包含一个示例,紧接着是展示如何创建新组件。

30.8.1 Qt 中包含的两个模型

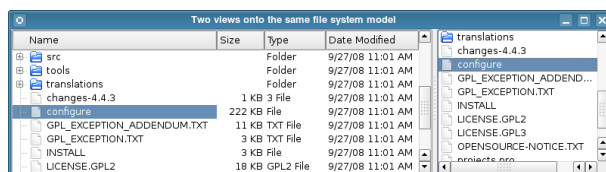
Qt 提供的两个标准模型是 `QStandardItemModel` 和 `QFileSystemModel`。`QStandardItemModel` 是一个多功能模型,可用于表示列表,表和树视图所需的各种不同的数据结构。该模

型还保存数据项。QFileSystemModel 是用于维护有关目录内容的信息的模型，它本身不保存任何数据项，而仅表示本地文件系统上的文件和目录。

QFileSystemModel 提供了一个现成的模型用来测试使用，并且可以通过简单的配置就可以使用现有的数据。使用该模型，我们可以展示如何创建一个可用于现成视图的模型，并探索如何使用模型索引来操控数据。

30.8.2 通过现有模型使用视图

QListView 和 QTreeView 类是最适合与 QFileSystemModel 一起使用的视图。下面提供的示例是分别在树形视图和列表视图中显示相同的目录内容。这些视图共享用户的选择，以便在两个视图中突出显示所选的项目。



我们使用了现成的模型 QFileSystemModel，并创建了一些视图来显示目录的内容。展示了使用模型的最简单方法。该模型的构建和使用是在单个 main() 函数中执行的：

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    QApplication app(argc, argv);
    QSplitter *splitter = new QSplitter;

    QFileSystemModel *model = new QFileSystemModel;
    model->setRootPath(QDir::currentPath());
```

该模型被设置为使用来自特定文件系统的数据。调用 setRootPath() 将告诉模型文件系统上的哪个驱动器会暴露给视图。

我们使用同一个模型创建两个不同的视图，来查看模型中的项目呈现出来的效果：

```
QTreeView *tree = new QTreeView(splitter);
tree->setModel(model);
tree->setRootIndex(model->index(QDir::currentPath()));

QListView *list = new QListView(splitter);
list->setModel(model);
list->setRootIndex(model->index(QDir::currentPath()));
```

视图的构造方法与其他部件一样。设置视图来显示模型中的项目仅需使用目录模型作为参数来调用视图的 setModel() 函数即可。我们通过在每个视图上调用 setRootIndex() 函数来过滤模型提供的的数据，并从文件系统模型中为当前目录传递合适的模型索引。

这种情况下对于 QFileSystemModel 来说只能通过传递一个目录参数来使用 index() 函数获取索引，模型索引在模型类部分中讨论。

该函数的其余部分是在分裂器部件中显示视图，并运行应用程序的事件循环：

```
splitter->setWindowTitle("Two views onto the same file system model");
splitter->show();
```

```
    return app.exec();  
}
```

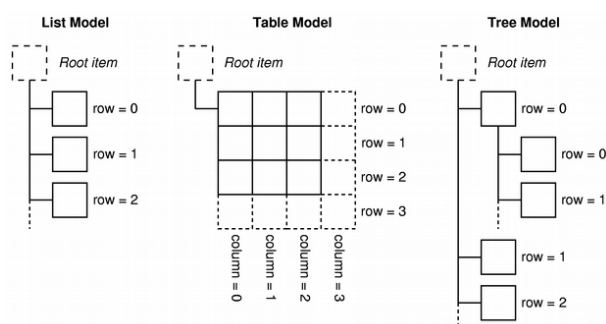
在上面的示例中，我们忽略了如何处理项目选择。在处理项目视图中的选择项部分中将更详细地介绍。

30.9 模型类

在学习如何处理选择项之前，理解模型/视图框架中使用的概念是很有用的。

30.9.1 基本概念

在模型/视图体系结构中，模型提供了视图和委托用来访问数据的标准接口。在 Qt 中，标准接口由 `QAbstractItemModel` 类定义。无论数据项如何存储在任何基础数据结构中，`QAbstractItemModel` 的所有子类都将数据表示为一个有层次的包含项表的结构。视图使用此约定来访问模型中的数据项，但是它们向用户呈现此信息的方式不受限制。



模型通过信号槽机制通知所有附加视图有关数据更改的信息。

本节描述一些基本概念，这些概念对于其他组件通过模型类访问数据项的方式至关重要。稍后的部分将讨论更高级的概念。

30.10 模型索引

为了确保数据的表示方式与访问方式分开，引入了模型索引的概念。通过模型获得的每条信息都由模型索引表示。视图和委托使用这些索引来请求要显示的数据项。

所以，只有模型需要知道如何获取数据和定义数据类型。模型索引包含一个指向创建它们的模型的指针，以免在使用多个模型时造成混淆。

```
QAbstractItemModel *model = index.model();
```

模型索引提供了一个对信息的临时的引用，可用于通过模型检索或修改数据。由于模型可能会不时重组其内部结构，因此模型索引可能会变得无效，不应进行存储。如果需要长期使用一条信息，则必须创建一个持久的模型索引。这为模型保持最新状态提供了参考。临时模型索引由 `QModelIndex` 类提供，而持久模型索引由 `QPersistentModelIndex` 类提供。

要获得与数据项相对应的模型索引，必须为模型指定三个属性：行号，列号和父项的模型索引。以下各节将详细描述和解释这些属性。

30.11 行和列

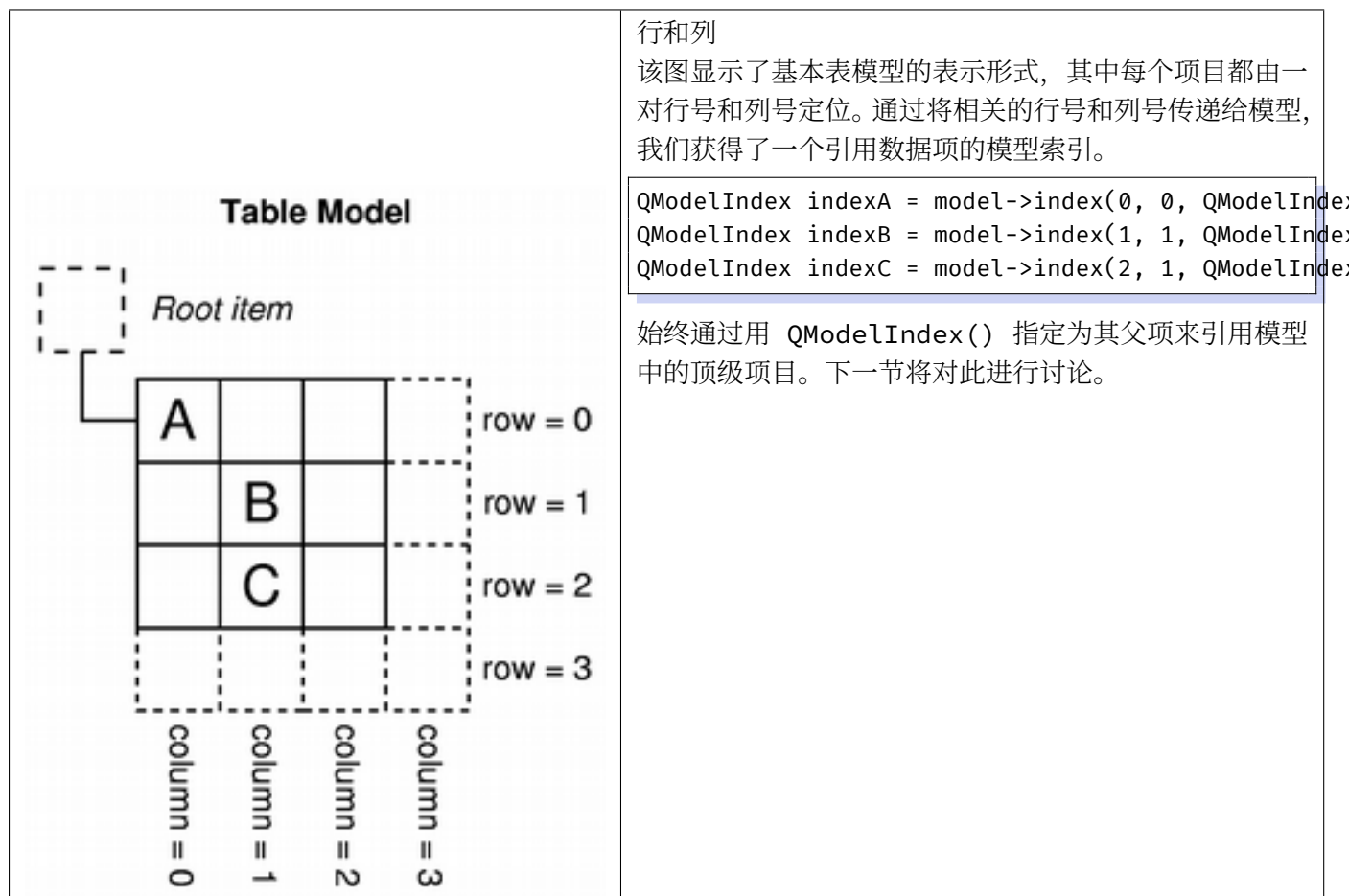
在基本的形式中，可以将模型作为一个简单的表进行访问，项目按行和列的编号位于其中。

这并不意味着底层数据存储于数组结构中；行号和列号的使用仅仅是组件之间相互通信的约定。

我们可以通过在模型中指定给定项目的行号和列号来检索有关任何给定项目的信息，我们接收到的是代表该项目的索引：

```
QModelIndex index = model->index(row, column, ... );
```

为简单的单层数据结构（例如列表和表）提供接口的模型不需要提供任何其他信息，但是，如上述代码所示，在获取模型索引时，我们需要提供更多信息。

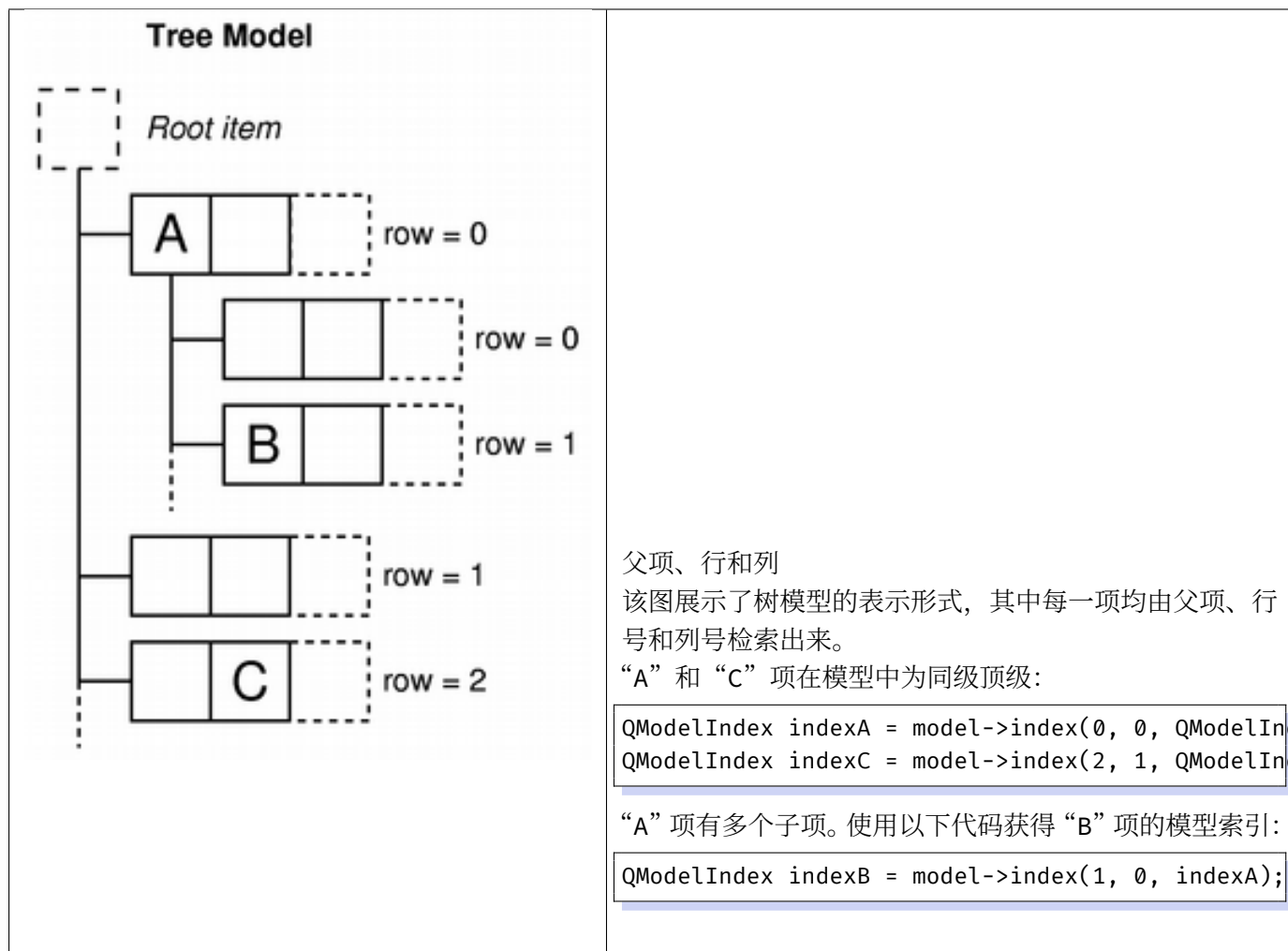


30.12 项的父项

当在表视图或列表视图使用数据时，模型提供的类似于表的接口就非常合适。行号和列号系统准确地映射到视图显示项目的方式上。但是，诸如树状视图的结构对于模型项目的操作要求模型提供更灵活的接口。每个项目也可以是另一个项目表的父项，就像树状视图中的顶级项目可以包含另一个项目列表一样。

当请求模型项的索引时，我们必须提供有关该项父项的一些信息。在模型之外，引用项目的唯一方法是通过模型索引，因此还必须提供父模型索引：

```
QModelIndex index = model->index(row, column, parent);
```

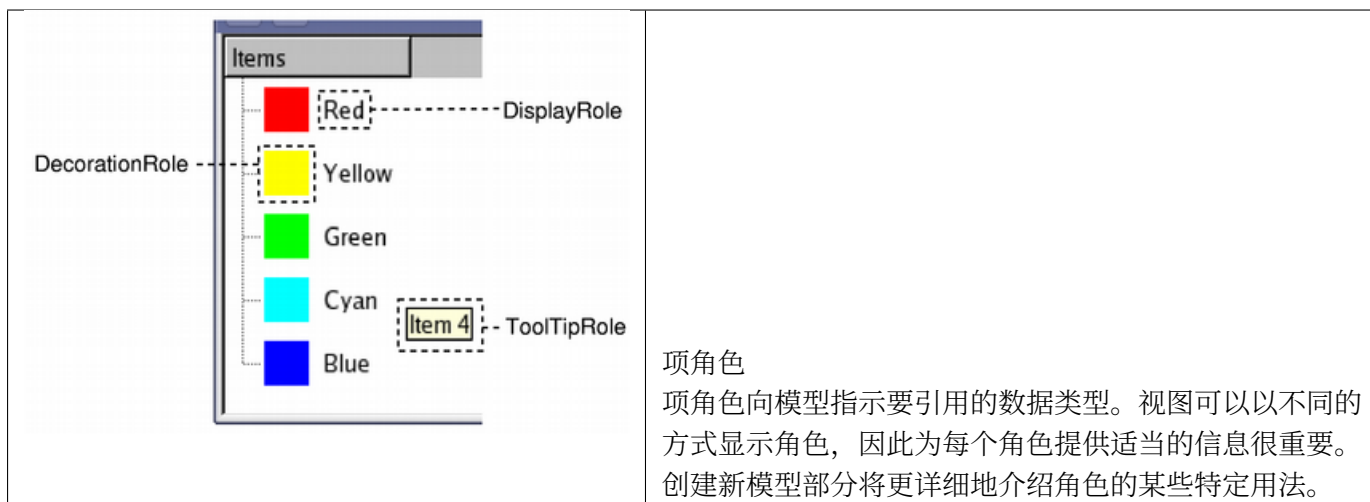


30.13 项角色

模型中的项可以为其他组件扮演各种不同的角色，从而可以为不同的数据提供不同的方案。例如，`Qt::DisplayRole` 用于访问可以在视图中显示为文本的字符串。通常，项包含许多不同角色的数据，标准角色由 `Qt::ItemDataRole` 定义。

我们可以通过向模型传递与该项相对应的模型索引，并指定一个角色来获取所需的数据类型，从而获得我们想要的数

```
QVariant value = model->data(index, role);
```

项标准角色 `Qt::ItemDataRole` 涵盖了大部分常用的项角色。通过为每个角色提供适当的项目数据，模型可以向视图和委托提示如何将项呈现给用户。不同类型的视图可以根据自身需要解释或忽略此信息。也可以为特定目的定义其他角色。

30.14 摘要

- 模型索引以独立于任何底层数据结构的方式提供给视图和委托有关模型所提供项的位置的信息。
- 项通过其行号和列号以及其父项的模型索引检索出来。
- 模型索引是由模型根据其他组件（例如视图和委托）的请求构造出来的。
- 如果使用 `index()` 请求索引时为父项指定了有效的模型索引，则返回的索引将引用模型中该父项之下的项。获得的索引指向该项目的子项。
- 如果使用 `index()` 请求索引时为父项指定了无效的模型索引，则返回的索引引用模型中的顶级项。
- 项角色用来区分与项关联的不同类型的数据。

30.15 使用模型索引

为了演示如何使用模型索引从模型中检索数据，我们设置了一个没有视图的 `QFileSystemModel`，并在部件中显示文件和目录的名称。尽管这没有展示使用模型的正常方法，但是它说明了在处理模型索引时模型使用的规则。

`QFileSystemModel` 加载是异步的，以最大程度地减少系统资源的使用。在处理此模型时，我们必须考虑到这一点。

我们通过以下方式构造文件系统模型：

```
QFileSystemModel *model = new QFileSystemModel;
connect(model, &QFileSystemModel::directoryLoaded, [model](const QString &directory) {
    QModelIndex parentIndex = model->index(directory);
    int numRows = model->rowCount(parentIndex);
});
model->setRootPath(QDir::currentPath());
```

在这种情况下, 我们首先设置默认的 `QFileSystemModel`。我们将其连接到 `lambda`, 在其中我们将使用该模型提供的 `index()` 的特定实现来获取父索引。在 `lambda` 中, 我们使用 `rowCount()` 函数计算模型中的行数。最后, 我们设 `QFileSystemModel` 的根路径, 以便它开始加载数据并触发 `lambda`。

为简单起见, 我们只处理模型第一栏中的项目。我们依次检查每一行, 获取每一行中第一项的模型索引, 然后读取模型中为该项存储的数据。

```
for (int row = 0; row < numRows; ++row) {  
    QModelIndex index = model->index(row, 0, parentIndex);
```

为了获得模型索引, 我们指定行号, 列号 (第一列为零), 并为所需的所有项的父项指定适当的模型索引。使用模型的 `data()` 函数检索存储在每个项目中的文本。我们指定模型索引和 `DisplayRole` 获取字符串形式的项数据。

```
QString text = model->data(index, Qt::DisplayRole).toString();  
    // Display the text in a widget.  
}
```

以上示例演示了从模型中检索数据的基本用法:

- 模型的大小范围可以使用 `rowCount()` 和 `columnCount` 获取到。这些函数通常需要指定一个父项模型索引。
- 模型索引用于访问模型中的数据项。指定一个项需要行、列和父项的模型索引。
- 通过 `QModelIndex()` 指定一个空的父项的索引来访问模型中的顶层项。
- 项包含不同角色的数据。要获得特定角色的数据, 必须同时向模型提供模型索引和角色。

30.15.1 拓展阅读

可以通过提供了标准接口的 `QAbstractItemModel` 类来创建新模型。在创建新模型部分, 我们将通过创建一个方便可用的保存字符串列表的模型来展示这一点。

30.16 视图类

30.16.1 概念

在模型/视图架构中, 视图从模型中获取数据项并将其呈现给用户。呈现数据的方式不必类似于模型提供数据的方式, 而可以与用于存储数据项的底层数据结构完全不同。

通过使用 `QAbstractItemModel` 提供的标准模型接口, `QAbstractItemView` 提供的标准视图接口以及使用表示数据项的模型索引来实现内容和表示的分离。视图通常管理从模型获得的数据的整体布局。它们可以自己呈现单个数据项, 或使用委托来处理渲染和编辑功能。

除了显示数据外, 视图还处理项目之间的导航以及项目选择。这些视图还实现了基本的用户界面功能, 例如上下文菜单和拖放功能。视图可以提供项目的默认编辑功能, 也可以与委托一起使用以提供自定义编辑器。

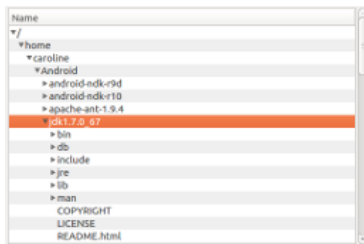
可以在没有模型的情况下构造视图，但是必须提供模型才能显示有用的信息。视图通过使用选择项来跟踪用户选择的项目，这些选择项可以被每个视图单独维护，或者在多个视图之间共享。

一些视图，例如 `QTableView` 和 `QTreeView`，需要显示表头和项目。这些由视图类 `QHeaderView` 实现。表头通常与包含它们的视图访问的是同一个模型。他们使用 `QAbstractItemModel::headerData()` 函数从模型中检索数据，并且通常以标签形式显示表头信息。可以继承 `QHeaderView` 类实现新的标头，以为视图提供更专业的标签。

第三十一章 模型视图教程

每个 **UI** 开发人员都应该了解模型视图编程，本教程的目的是让您轻松理解有关模型视图的相关知识。

表格，列表和树部件是 **GUI** 中经常使用的组件。这些部件可以通过两种不同的方式访问其数据。传统方式是，这些部件包含用于存储数据的内部容器。这种方法非常直观，但是，在许多应用程序中，它会导致数据同步问题。第二种方法是模型/视图编程，其中部件不维护内部数据容器。他们通过标准化接口访问外部数据，因此避免了数据重复。乍一看，这似乎很复杂，但是如果您仔细看一看，不仅容易掌握，而且模型/视图编程的许多好处也变得更加明显。



在此过程中，我们将了解 **Qt** 提供的一些基本技术，例如：

- 标准部件和模型视图部件的区别
- 窗体和模型之间的适配器
- 开发一个简单的模型视图的应用程序
- 预定义模型
- 中间主题，比如：
 - 树形视图
 - 选项
 - 委托
 - 模型调试测试

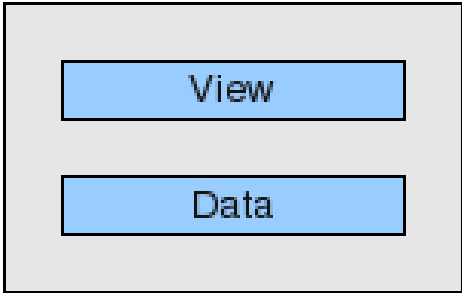
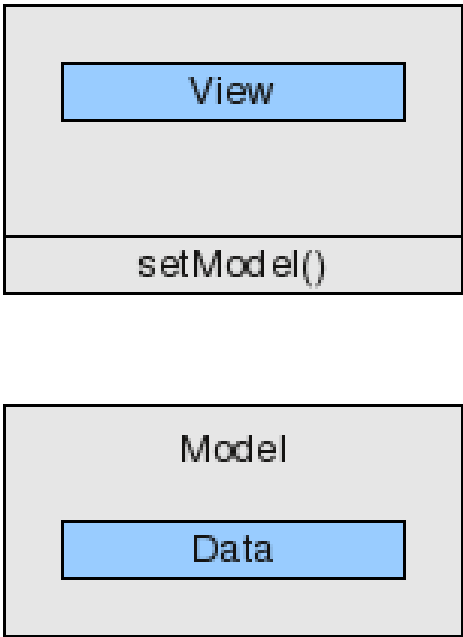
您还将了解到新的应用程序是否可以通过模型/视图编程更容易地编写，或者经典的标准部件是否也可以工作。

本教程中的代码您可以编辑修改或者集成到您的项目中去。源码在 **Qt** 的 `examples/widgets/tutorials/modelview` 目录。

详见参考文档

31.1 介绍

模型/视图是一种将数据从视图中分离出来，来处理数据集的一种技术。标准部件并不是为将数据从视图中分离出来而设计的，这就是为什么 Qt 会有两种不同类型的部件。这两种部件看起来都一样，但是它们与数据之间的交互方式是不同的。

标准部件使用的数据最为部件的一部分。	
视图类操作的是外部的数据（模型）。	

31.1.1 标准部件

让我们仔细看一下标准表部件。表格部件是用户可以更改的数据元素的 2D 数组。通过读取和写入表部件提供的数据元素，可以将表部件集成到程序流中。该方法非常直观，在许多应用程序中很有用，但是使用标准表窗口部件显示和编辑数据库表可能会出现问题。数据的两个副本必须协调一致：一个在部件外部；另一个在部件外部。开发人员负责同步两个版本。除此之外，表示和数据的紧密耦合使编写单元测试更加困难。

31.1.2 使用模型/视图解决

模型/视图提供了一个使用更通用体系结构的解决方案。模型/视图消除了标准控件可能出现的数据一致性问题。模型/视图还可以更容易地使用同一数据的多个视图，因为一个模型可以传递给多个视

图。最重要的区别是模型/视图部件不在表单元格后面存储数据。实际上, 它们直接根据您的数据进行操作。因为视图类不知道数据的结构, 所以需要提供一个包装器, 使数据符合 `QAbstractItemModel` 接口。视图使用此接口读取和写入数据。实现 `QAbstractItemModel` 类的任何实例都称为模型。一旦视图接收到指向模型的指针, 它将读取和显示其内容, 并成为其编辑器。

31.1.3 模型/视图部件概览

下面是模型/视图部件及其对应的标准部件。

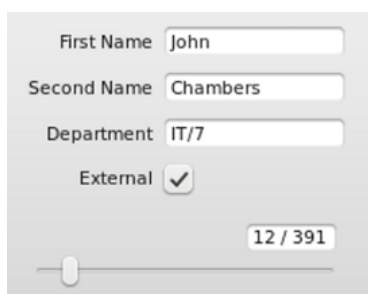
部件	标准部件 (基于项的便捷类)	模型/视图视图类 (使用外部数据)
	<code>QListWidget</code>	<code>QListView</code>
	<code>QTableWidget</code>	<code>QTableView</code>
	<code>QTreeWidget</code>	<code>QTreeView</code>

		QColumnView s 显示列表层次结构的树视图
	QComboBox 既可以用作视图类，也可以用作传统部件	

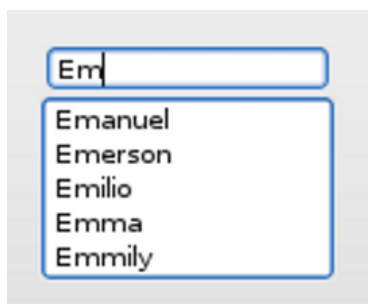
31.1.4 在表单和模型之间使用适配器

在表单和模型之间使用适配器非常方便。我们可以直接从表内部编辑存储在表中的数据，但是在文本字段中编辑数据更为方便。在对部件的一个数据而不是数据集操作时，模型/视图并没有提供对应的方法将数据和视图分离开。比如 `QLineEdit`, `QCheckBox`... 因此我们需要一个适配器来将表单连接到数据源。

`QDataWidgetMapper` 是一个很好的解决方案，因为它可以将表单部件映射到表行，并且为数据库表构建表单非常容易。



适配器的另一个例子是 `QCompleter`。Qt 使用 `QCompleter` 在 Qt 部件（如 `QComboBox` 和如下图所示的 `QLineEdit`）中提供自动补全功能。`QCompleter` 使用模型作为其数据源。



31.2 一个简单的模型/视图应用程序

如果要开发模型/视图应用程序，应该从哪里开始？我们建议从一个简单的示例开始，并逐步扩展它。这样更容易理解模型/视图架构。事实证明，在调用 IDE 之前尝试详细了解模型/视图体系结构对

于许多开发人员来说并不方便。从具有演示数据的简单模型/视图应用程序开始要容易得多。试试看！只需将以下示例中的数据替换为您自己的数据即可。

以下是 7 个非常简单和独立的应用程序，它们展示了模型/视图编程的不同方面。可以在 `examples/widgets/tutorials/modelview` 目录中找到源代码。

31.2.1 只读的表

我们从使用 `QTableView` 来显示数据的应用程序开始。稍后我们将添加编辑功能。（文件：`examples/widgets/tutorials/modelview/1_readonly/main.cpp`）

```
// main.cpp
#include <QApplication>
#include <QTableView>
#include "mymodel.h"

int main(int argc, char *argv[])
{
    QApplication a(argc, argv);
    QTableView tableView;
    MyModel myModel;
    tableView.setModel(&myModel);
    tableView.show();
    return a.exec();
}
```

`main()` 函数：

这是有趣的部分：我们创建 `MyModel` 的实例并使用 `tableView.setModel(& myModel);`。将其指针传递给 `tableView`。`tableView` 将调用它收到的指针的方法来找出两件事：

- 需要显示多少行和列。
- 每个单元格中应该显示什么内容。

模型需要一些代码来响应以上这些。

我们有一个表数据集，因此让我们从 `QAbstractTableModel` 开始，因为它比更通用的 `QAbstractItemModel` 更易于使用。

（文件：`examples/widgets/tutorials/modelview/1_readonly/mymodel.h`）

```
// mymodel.h
#include <QAbstractTableModel>

class MyModel : public QAbstractTableModel
{
    Q_OBJECT
public:
    MyModel(QObject *parent = nullptr);
    int rowCount(const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const override;
    int columnCount(const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const override;
    QVariant data(const QModelIndex &index, int role = Qt::DisplayRole) const override;
};
```

QAbstractTableModel 需要实现三个抽象方法。

(文件: `examples/widgets/tutorials/modelview/1_readonly/mymodel.cpp`)

```
// mymodel.cpp
#include "mymodel.h"

MyModel::MyModel(QObject *parent)
    : QAbstractTableModel(parent)
{
}

int MyModel::rowCount(const QModelIndex & /*parent*/) const
{
    return 2;
}

int MyModel::columnCount(const QModelIndex & /*parent*/) const
{
    return 3;
}

QVariant MyModel::data(const QModelIndex &index, int role) const
{
    if (role == Qt::DisplayRole)
        return QString("Row%1, Column%2")
            .arg(index.row() + 1)
            .arg(index.column() + 1);

    return QVariant();
}
```

行数和列数由 `MyModel::rowCount()` 和 `MyModel::columnCount()` 提供。当视图必须知道单元格的文本是什么时，它将调用方法 `MyModel::data()`。行和列信息由参数 `index` 指定，并且角色设置为 `Qt::DisplayRole`。下一节将介绍其他角色。在我们的示例中，生成了应显示的数据。在实际的应用程序中，`MyModel` 会有一个名为 `MyData` 的成员，该成员充当所有读取和写入操作的目标。

这个小例子说明了模型的被动性质。该模型不知道何时使用它或需要哪些数据。每次视图请求时，它仅提供数据。

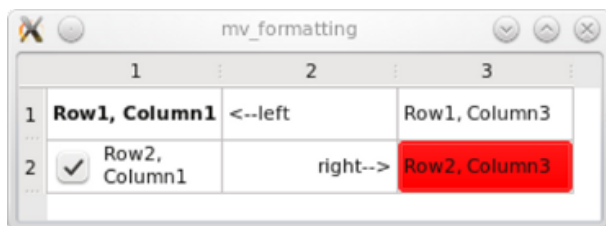
当需要更改模型数据时会发生什么？视图如何认识到数据已更改并且需要再次读取？该模型必须发射一个信号，该信号指示已更改了哪些单元格范围。这将在第 2.3 节中演示。

31.2.2 使用角色扩展只读表格示例

除了控制视图显示的文本之外，模型还控制文本的外观。当我们稍微改变模型时，我们得到以下结果：

实际上，除了 `data()` 方法外，无需更改其他任何内容即可设置字体，背景色，对齐方式和复选框。下面是产生上面所示结果的 `data()` 方法。不同之处在于，这次我们使用参数 `int` 角色根据其值返回不同的信息。

(文件: `examples/widgets/tutorials/modelview/2_formatting/mymodel.cpp`)



```
// mymodel.cpp
QVariant MyModel::data(const QModelIndex &index, int role) const
{
    int row = index.row();
    int col = index.column();
    // generate a log message when this method gets called
    qDebug() << QString("row %1, col%2, role %3")
        .arg(row).arg(col).arg(role);

    switch (role) {
    case Qt::DisplayRole:
        if (row == 0 && col == 1) return QString("<--left");
        if (row == 1 && col == 1) return QString("right-->");

        return QString("Row%1, Column%2")
            .arg(row + 1)
            .arg(col + 1);
    case Qt::FontRole:
        if (row == 0 && col == 0) { //change font only for cell(0,0)
            QFont boldFont;
            boldFont.setBold(true);
            return boldFont;
        }
        break;
    case Qt::BackgroundRole:
        if (row == 1 && col == 2) //change background only for cell(1,2)
            return QBrush(Qt::red);
        break;
    case Qt::TextAlignmentRole:
        if (row == 1 && col == 1) //change text alignment only for cell(1,1)
            return Qt::AlignRight + Qt::AlignVCenter;
        break;
    case Qt::CheckStateRole:
        if (row == 1 && col == 0) //add a checkbox to cell(1,0)
            return Qt::Checked;
        break;
    }
    return QVariant();
}
```

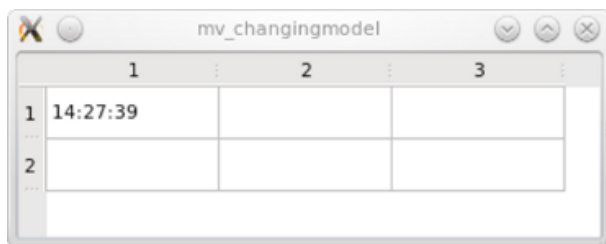
每个格式化属性将通过调用 `data()` 方法的单独调用从模型中请求。角色参数用于让模型知道请求哪个属性：

枚举 <code>enum Qt::ItemDataRole</code>	意义	类型
<code>Qt::DisplayRole</code>	文本	<code>QString</code>
<code>Qt::FontRole</code>	字体	<code>QFont</code>
<code>BackgroundRole</code>	单元格背景的画笔	<code>QBrush</code>
<code>Qt::TextAlignmentRole</code>	文本对齐方式	<code>enum Qt::AlignmentFlag</code>
<code>Qt::CheckStateRole</code>	使用 <code>QVariant()</code> 取消复选框，使用 <code>Qt::Checked</code> 或 <code>Qt::Unchecked</code> 设置复选框	<code>enum Qt::ItemDataRole</code>

请参阅 Qt 明明控件文档了解有关 `Qt::ItemDataRole` 枚举功能的更多信息。

现在我们需要确定使用分离的模型如何影响应用程序的性能，因此让我们跟踪视图调用 `data()` 方法的频率。为了跟踪视图调用模型的频率，我们在 `data()` 方法中放置了一条调试语句，该语句记录到错误输出流中。在我们的示例中，`data()` 将被调用 42 次。每次将光标悬停在该字段上时，都会再次调用 `data()`，每个单元格 7 次。这就是为什么在调用 `data()` 和缓存昂贵的查找操作时确保数据可用的重要原因。

31.2.3 表内的时钟



我们仍然使用一个只读表，但是这次内容每秒更改一次，因为我们正在显示当前时间。

(文件: `examples/widgets/tutorials/modelview/3_changingmodel/mymodel.cpp`)

```
QVariant MyModel::data(const QModelIndex &index, int role) const
{
    int row = index.row();
    int col = index.column();

    if (role == Qt::DisplayRole && row == 0 && col == 0)
        return QDateTime::currentDateTime().toString();

    return QVariant();
}
```

缺少一些东西来使时钟滴答作响。我们需要每秒告诉视图时间已更改，并且需要再次读取。我们用一个计时器来做到这一点。在构造函数中，我们将其间隔设置为 1 秒，然后连接其超时信号。

(文件: `examples/widgets/tutorials/modelview/3_changingmodel/mymodel.cpp`)

```
MyModel::MyModel(QObject *parent)
    : QAbstractTableModel(parent)
    , timer(new QTimer(this))
{
    timer->setInterval(1000);
```

```
connect(timer, &QTimer::timeout , this, &MyModel::timerHit);
timer->start();
}
```

(文件: examples/widgets/tutorials/modelview/3_changingmodel/mymodel.cpp)

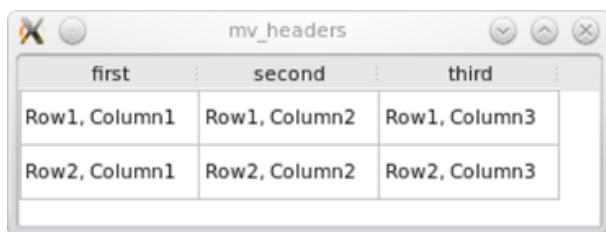
槽函数:

```
void MyModel::timerHit()
{
    //we identify the top left cell
    QModelIndex topLeft = createIndex(0,0);
    //emit a signal to make the view reread identified data
    emit dataChanged(topLeft, topLeft, {Qt::DisplayRole});
}
```

我们通过发射 `dataChanged()` 信号要求视图再次读取左上角单元格中的数据。请注意, 我们没有将 `dataChanged` 信号显式连接到视图。这在我们调用 `setModel` 时自动发生。

31.2.4 设置行和列的标题

标题可以通过调用视图的一个方法被隐藏: `tableView->verticalHeader()->hide();`



但是, 标题内容是通过模型设置的, 因此我们重新实现 `headerData()` 方法:

(文件: examples/widgets/tutorials/modelview/4_headers/mymodel.cpp)

```
QVariant MyModel::headerData(int section, Qt::Orientation orientation, int role) const
{
    if (role == Qt::DisplayRole && orientation == Qt::Horizontal) {
        switch (section) {
            case 0:
                return QString("first");
            case 1:
                return QString("second");
            case 2:
                return QString("third");
        }
    }
    return QVariant();
}
```

方法 `headerData()` 也具有角色参数, 该角色与 `MyModel::data()` 中的含义相同。

31.2.5 最小编辑示例

在此示例中，我们将构建一个应用程序，该应用程序通过重复输入表单元格中的值来自动用内容填充窗口标题。为了能够轻松访问窗口标题，我们将 `QTableView` 放在 `QMainWindow` 中。

该模型决定编辑功能是否可用。我们仅需修改模型即可启用可用的编辑功能。这可以通过重新实现以下虚函数来完成：`setData()` 和 `flags()`。

(文件: `examples/widgets/tutorials/modelview/5_edit/mymodel.h`)

```
// mymodel.h
#include <QAbstractTableModel>
#include <QString>

const int COLS= 3;
const int ROWS= 2;

class MyModel : public QAbstractTableModel
{
    Q_OBJECT
public:
    MyModel(QObject *parent = nullptr);
    int rowCount(const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const override;
    int columnCount(const QModelIndex &parent = QModelIndex()) const override;
    QVariant data(const QModelIndex &index, int role = Qt::DisplayRole) const override;
    bool setData(const QModelIndex &index, const QVariant &value, int role = Qt::EditRole) override;
    Qt::ItemFlags flags(const QModelIndex &index) const override;
private:
    QString m_gridData[ROWS][COLS]; //holds text entered into QTableView
signals:
    void editCompleted(const QString &);
};
```

我们使用二维数组 `QString m_gridData` 来存储我们的数据。这使 `m_gridData` 成为 `MyModel` 的核心。`MyModel` 的其余部分就像包装器一样，将 `m_gridData` 调整为 `QAbstractItemModel` 接口。我们还引入了 `editCompleted()` 信号，这使得将修改后的文本传输到窗口标题成为可能。

(文件: `examples/widgets/tutorials/modelview/5_edit/mymodel.cpp`)

```
bool MyModel::setData(const QModelIndex &index, const QVariant &value, int role)
{
    if (role == Qt::EditRole) {
        if (!checkIndex(index))
            return false;
        //save value from editor to member m_gridData
        m_gridData[index.row()][index.column()] = value.toString();
        //for presentation purposes only: build and emit a joined string
        QString result;
        for (int row = 0; row < ROWS; row++) {
            for (int col= 0; col < COLS; col++)
                result += m_gridData[row][col] + ' ';
        }
        emit editCompleted(result);
        return true;
    }
    return false;
}
```

```
}
```

每次用户编辑单元格时都会调用 `setData()`。`index` 参数告诉我们哪个字段已被编辑, `value` 提供了编辑过程的结果。该角色将始终设置为 `Qt::EditRole`, 因为我们的单元格仅包含文本。如果存在一个复选框, 并且将用户权限设置为允许选中该复选框, 则还将以角色设置为 `Qt::CheckStateRole` 进行调用。

(文件: `examples/widgets/tutorials/modelview/5_edit/mymodel.cpp`)

```
Qt::ItemFlags MyModel::flags(const QModelIndex &index) const
{
    return Qt::ItemIsEditable | QAbstractTableModel::flags(index);
}
```

单元格的各种属性可以使用 `flags()` 进行调整。

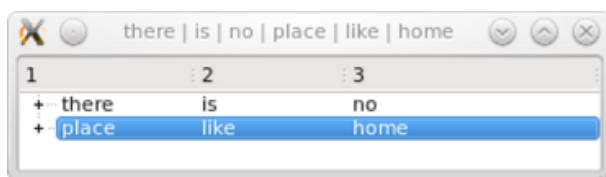
返回 `Qt::ItemIsSelectable | Qt::ItemIsEditable | Qt::ItemIsEnabled` 足以显示一个可被单元格选中的编辑器。

如果编辑一个单元格所修改的数据多于该特定单元格中的数据, 则该模型必须发射 `dataChanged()` 信号, 以便读取已更改的数据。

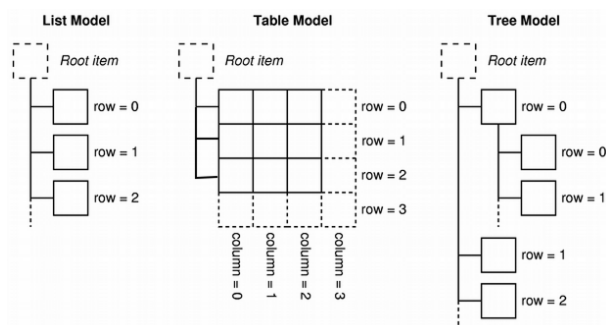
31.3 中间主题

31.3.1 树视图

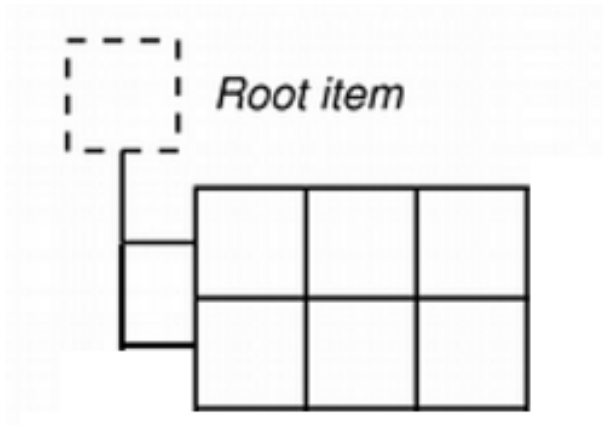
您可以将上面的示例转换为具有树视图的应用程序。只需将 `QTableView` 替换为 `QTreeView`, 这将生成一个读/写树。不必对模型进行任何更改。树不会有任何层次结构, 因为模型本身没有任何层次结构。



`QListView`, `QTableView` 和 `QTreeView` 均使用了合并了列表、表和树的模型抽象。这样就可以让不同类型的视图类使用同一模型。



到目前为止, 我们在示例中使用的模型都是这样子的:



我们想呈现一棵真正的树。在上面的示例中包装了数据，以建立模型。这次我们使用 `QStandardItemModel`，这是用于具有层次结构的数据的容器，也实现了 `QAbstractItemModel`。要显示树，必须用 `QStandardItem` 填充 `QStandardItemModel`。`QStandardItem` 可以保存项目的标准属性，例如文本，字体，复选框或笔刷。



(文件: `examples/widgets/tutorials/modelview/6_treeview/mainwindow.cpp`)

```
// modelview.cpp
#include "mainwindow.h"

#include <QTreeView>
#include <QStandardItemModel>
#include <QStandardItem>

MainWindow::MainWindow(QWidget *parent)
    : QMainWindow(parent)
    , treeView(new QTreeView(this))
    , standardModel(new QStandardItemModel(this))
{
    setCentralWidget(treeView);

    QList<QStandardItem *> preparedRow = prepareRow("first", "second", "third");
    QStandardItem *item = standardModel->invisibleRootItem();
    // adding a row to the invisible root item produces a root element
    item->appendRow(preparedRow);

    QList<QStandardItem *> secondRow = prepareRow("111", "222", "333");
    // adding a row to an item starts a subtree
    preparedRow.first()->appendRow(secondRow);

    treeView->setModel(standardModel);
    treeView->expandAll();
}

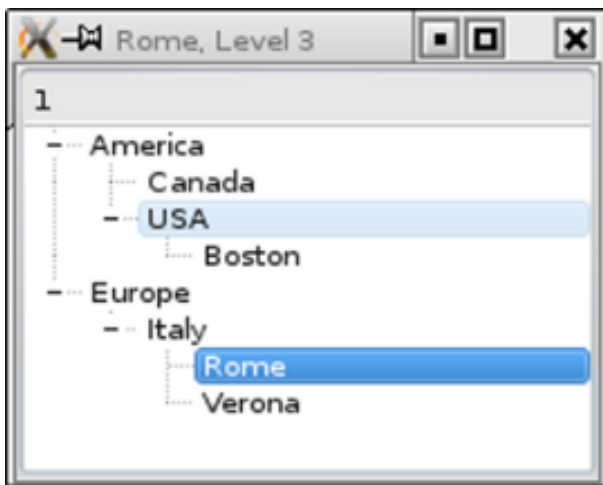
QList<QStandardItem *> MainWindow::prepareRow(const QString &first,
                                              const QString &second,
                                              const QString &third) const
```

```
{
    return {new QStandardItem(first),
            new QStandardItem(second),
            new QStandardItem(third)};
}
```

我们只需实例化一个 `QStandardItemModel` 并向构造函数添加几个 `QStandardItem`。然后，我们可以建立分层数据结构，因为 `QStandardItem` 可以容纳其他 `QStandardItem`。节点在视图内折叠并展开。

31.3.2 处理选择

我们希望访问所选项目的内容，以便将其与层次结构级别一起输出到窗口标题中。



因此，让我们来创建几个项：

(文件: `examples/widgets/tutorials/modelview/7_selections/mainwindow.cpp`)

```
#include "mainwindow.h"

#include <QTreeView>
#include <QStandardItemModel>
#include <QItemSelectionModel>

MainWindow::MainWindow(QWidget *parent)
    : QMainWindow(parent)
    , treeView(new QTreeView(this))
    , standardModel(new QStandardItemModel(this))
{
    setCentralWidget(treeView);
    QStandardItem *rootNode = standardModel->invisibleRootItem();

    //defining a couple of items
    QStandardItem *americaItem = new QStandardItem("America");
    QStandardItem *mexicoItem = new QStandardItem("Canada");
    QStandardItem *usaItem = new QStandardItem("USA");
    QStandardItem *bostonItem = new QStandardItem("Boston");
    QStandardItem *europeItem = new QStandardItem("Europe");
    QStandardItem *italyItem = new QStandardItem("Italy");
```

```
QStandardItem *romeItem = new QStandardItem("Rome");
QStandardItem *veronaItem = new QStandardItem("Verona");

//building up the hierarchy
rootNode-> appendRow(americaItem);
rootNode-> appendRow(europeItem);
americaItem-> appendRow(mexicoItem);
americaItem-> appendRow(usaItem);
usaItem-> appendRow(bostonItem);
europeItem-> appendRow(italyItem);
italyItem-> appendRow(romeItem);
italyItem-> appendRow(veronaItem);

//register the model
treeView->setModel(standardModel);
treeView->expandAll();

//selection changes shall trigger a slot
QItemSelectionModel *selectionModel = treeView->selectionModel();
connect(selectionModel, &QItemSelectionModel::selectionChanged,
        this, &MainWindow::selectionChangedSlot);
}
```

视图在单独的选择模型中管理选择，可以使用 `selectionModel()` 方法进行检索。我们检索选择模型，以便将槽函数连接到其 `selectionChanged()` 信号。

(文件: `examples/widgets/tutorials/modelview/7_selections/mainwindow.cpp`)

```
void MainWindow::selectionChangedSlot(const QItemSelection & /*newSelection*/, const QItemSelection
{
    //get the text of the selected item
    const QModelIndex index = treeView->selectionModel()->currentIndex();
    QString selectedText = index.data(Qt::DisplayRole).toString();
    //find out the hierarchy level of the selected item
    int hierarchyLevel = 1;
    QModelIndex seekRoot = index;
    while (seekRoot.parent() != QModelIndex()) {
        seekRoot = seekRoot.parent();
        hierarchyLevel++;
    }
    QString showString = QString("%1, Level %2").arg(selectedText)
        .arg(hierarchyLevel);
    setWindowTitle(showString);
}
```

我们通过调用 `treeView->selectionModel()->currentIndex()` 来获得与选择相对应的模型索引，并通过使用模型索引来获取字段的字符串。然后我们只计算项目的 `hierarchyLevel`。顶级项没有父级，并且 `parent()` 方法将返回默认构造的 `QModelIndex()`。这就是为什么我们在迭代计算期间使用 `parent()` 方法迭代到最高级别的原因。

可以检索选择模型（如上所示），但也可以使用 `QAbstractItemView::setSelectionModel` 进行设置。这样就可以拥有 3 个具有同步选择的视图类，因为仅使用了一个选择模型实例。要在 3 个视图之间共享选择模型，请使用 `selectionModel()` 并通过 `setSelectionModel` 将结果分配给第二个和第三个视图类。

31.3.3 预定义模型

使用模型/视图的典型方法是包装特定数据以使其可用于视图类。但是，Qt 还为常见的底层数据结构提供了预定义的模型。如果可用的数据结构之一适合您的应用程序，那么预定义的模型可能是一个不错的选择。

QStringListModel	存储字符串列表
QStandardItemModel	存储任意分层结构的项目
QFileSystemModel QDirModel	封装本地文件系统
QSqlQueryModel	封装 SQL 结果集
QSqlTableModel	封装 SQL 表
QSqlRelationalTableModel	封装带外键的 SQL 表
QSortFilterProxyModel	排序或者过滤其他模型

31.3.4 委托

到目前为止，在所有示例中，数据均以文本或复选框形式显示在单元格中，并以文本或复选框的形式进行编辑。提供这些表示和编辑服务的组件称为委托。我们只是刚刚开始使用委托，因为视图使用了默认委托。但是，假设我们想要一个不同的编辑器（例如，一个滑块或一个下拉列表），或者想象我们想要将数据显示为图形。让我们看一个名为 **Star Delegate** 的示例，其中的星星用于显示等级：

stardelegate			
	Title	Genre	Artist
1	Mass in B-Minor	Baroque	J.S. Bach
2	Three More Foxes	Jazz	Maynard Ferguson
3	Sex Bomb	Pop	Tom Jones
4	Barbie Girl	Pop	Aqua

该视图具有 `setItemDelegate()` 方法，该方法将替换默认委托并安装自定义委托。可以通过创建从 `QStyledItemDelegate` 继承的类来编写新的委托。为了编写一个显示星星但没有输入功能的委托，我们只需要重写 2 个方法即可。

```
class StarDelegate : public QStyledItemDelegate
{
    Q_OBJECT
public:
    StarDelegate(QWidget *parent = 0);
    void paint(QPainter *painter, const QStyleOptionViewItem &option,
               const QModelIndex &index) const;
    QSize sizeHint(const QStyleOptionViewItem &option,
                   const QModelIndex &index) const;
};
```

`paint()` 根据底层数据的内容绘制星形。可以通过调用 `index.data()` 查找数据。委托的 `sizeHint()` 方法用于获取每个星星的尺寸，因此该单元格将提供足够的高度和宽度来容纳星星。

如果要在视图类的网格内以自定义图形显示数据，则编写自定义委托是正确的选择。如果要离开网格，则可以不使用自定义委托，而使用自定义视图类。

Qt 文档中关于委托的其他参考:

- Spin Box Delegate Example
- QAbstractItemDelegate Class Reference
- QSqlRelationalDelegate Class Reference
- QStyledItemDelegate Class Reference
- QItemDelegate Class Reference

31.3.5 使用 ModelTest 调试

模型的被动性质为程序员带来了新的挑战。模型中的不一致会导致应用程序崩溃。由于该模型会被视图中调用无数次, 因此很难找出哪个调用使应用程序崩溃了, 以及哪个操作导致了该问题。

Qt Labs 提供了一个名为 **ModelTest** 的软件, 该软件可在您的程序运行时检查模型。每次更改模型时, **ModelTest** 都会扫描模型并使用断言报告错误。这对于树模型尤其重要, 因为它们的层次结构性质即使是细微的不一致也会留下许多可能性。

与视图类不同, **ModelTest** 使用超出范围的索引来测试模型。这意味着您的应用程序可能会因 **ModelTest** 而崩溃, 即使没有它也可以完美运行。因此, 在使用 **ModelTest** 时, 您还需要处理所有超出范围的索引。

31.4 附录

31.4.1 书籍

模型/视图编程在 Qt 文档中有相当广泛的介绍, 但也有好几本好书。

- C++ GUI Programming with Qt 4 / Jasmin Blanchette, Mark Summerfield, Prentice Hall, 2nd edition, ISBN 0-13-235416-0. Also available in German: C++ GUI Programmierung mit Qt 4: Die offizielle Einführung, Addison-Wesley, ISBN 3-827327-29-6
- The Book of Qt4, The Art of Building Qt Applications / Daniel Molkentin, Open Source Press, ISBN 1-59327-147-6. Translated from Qt 4, Einführung in die Applikationsentwicklung, Open Source Press, ISBN 3-937514-12-0.
- Foundations of Qt Development / Johan Thelin, Apress, ISBN 1-59059-831-8.
- Advanced Qt Programming / Mark Summerfield, Prentice Hall, ISBN 0-321-63590-6. This book covers Model/View programming on more than 150 pages.

以下列表概述了上面列出的前三本书中包含的示例程序。其中一些为开发类似应用程序提供了非常好的模板。

示例名称	使用的视图类	使用的模型
Team Leaders	QListView	QStringListModel

Directory Viewer	QTreeView	QDirModel
Color Names	QListView	应用于 QStringList
Currencies	QTableView	基于 QAbstractT
Cities	QTableView	基于 QAbstractT
Boolean Parser	QTreeView	基于 QAbstractT
Track Editor	QTableWidget	
Four directory views	QListView QTableView QTreeView	QDirModel
Address Book	QListView QTableView QTreeView	基于 QAbstractT
Address Book with sorting		QSortfilterPro
Address Book with check-boxes		
Address Book with transposed grid	基于 QAbstractProxyModel 的自定义代理模型	引入自定义模型
Address Book with drag and drop		引入托拖放支持
Address Book with custom editor		引入自定义委托
Views	QListView QTableView QTreeView	QStandardItemM
Bardelegate	QTableView	
Editdelegate	QTableView	
Singleitemview	基于 QAbstractItemView 的自定义视图	
listmodel	QTableView	基于 QAbstractT
treemodel	QTreeView	基于 QAbstractT
edit integers	[QListView]	基于 QAbstractT
sorting	QTableView	应用于 QStringList

31.4.2 Qt 文档

Qt5.0 提供了 19 个模型/视图示例。这些示例可以在 项目视图示例页面上找到。

示例名称	使用的视图类	使用的模型	涵盖的方面
Address Book	QTableView	QAbstractTableModel QSortFilterProxyModel	使用 QSortFilterProxyModel
Basic Sort/Filter Model	QTreeView	QStandardItemModel QSortFilterProxyModel	
Chart	自定义视图	QStandardItemModel	设计与选择模型协作的自定义视图
Color Editor Factory	QTableWidget		扩展一个带有新的自定义委托的 QTableWidget
Combo Widget Mapper	使用 [QDataWidgetMapper] () 映射 QLineEdit、QTextEdit 和 QComboBox	QStandardItemModel	演示了 QComboBox 如何与模型协作
Custom Sort/Filter Model	QTreeView	QStandardItemModel QSortFilterProxyModel	子类化 QSortFilterProxyModel
Dir View	QTreeView	QFileSystemModel	演示如何将模型指定给视图
Editable Tree Model	QTreeView	自定义树模型	使用树的综合示例，演示了如何与模型协作
Fetch More	QListView	自定义列表模型	动态变化的模型
Frozen Column	QTableView	QStandardItemModel	
Interview	Multiple	自定义项目模型	多个视图
Pixelator	QTableView	自定义表模型	实现一个自定义委托
Puzzle	QListView	自定义列表模型	支持拖放的模型/视图
Simple DOM Model	QTreeView	自定义树模型	自定义的只读的树模型的示例
Simple Tree Model	QTreeView	自定义树模型	自定义的只读的树模型的示例
Simple Widget Mapper	使用 QDataWidgetMapper 映射 QLineEdit、QTextEdit 和 QSpinBox	QStandardItemModel	QDataWidgetMapper 的示例
Spin Box Delegate	QTableView	QStandardItemModel	使用旋转框作为单元格编辑器
Spreadsheet	QTableView		自定义委托
Star Delegate	QTableWidget		功能齐全自定义委托示例

还提供了模型/视图技术的参考文档。

第三十二章 Qt 中的多线程技术

Qt 提供一系列的类与函数来处理多线程。Qt 开发者们可以使用下面四种方法来实现多线程应用。

32.1 QThread：低级 API 与可选的事件循环

作为 Qt 进行线程控制的基石，每一个 QThread 实例都代表并控制着一个线程。

您可以直接实例化 QThread，或建立子类。实例化一个 QThread 将附带一个并行事件循环，允许 QObject 槽函数在子线程执行。若子类化一个 QThread，程序可以在事件循环启动前初始化这个新线程；或者在无事件循环下运行并行代码。

另请参阅：QThread 类文档以及示例代码多线程范例来了解如何使用 QThread。

32.2 QThreadPool 与 QRunnable：线程重用

如果频繁地创建与销毁线程，资源开销将会非常大。为了减少这样额外的开销，可以重复使用一些现成的线程来执行新的任务。QThreadPool 就是这样一个保存着可重用的 QThread 的集合。

为了将代码放入 QThreadPool 的线程中运行，可以重写 QRunnable::run() 函数并实例化继承自 QRunnable 的子类。调用 QThreadPool::start() 函数可将 QRunnable 添加到 QThreadPool 的运行队列。一旦出现了一个可用的线程，它将会执行 QRunnable::run() 里的代码。

每一个 Qt 程序都会自带一个公共线程池，可以通过调用 QThreadPool::globalInstance() 来获取。公共线程池会自动维持着一定数量的线程，线程数为基于 CPU 核心数计算的最佳值。不过，您也可以显式创建并管理一个独立的 QThreadPool。

另请参阅：Qt Concurrent 模块文档以获取各个函数的详细信息。

32.3 Qt Concurrent：使用高级 API

Qt Concurrent 模块提供了数个高级函数，用于处理一些常见的并行计算模式：map、filter 和 reduce。不同于使用 QThread 与 QRunnable，这些高级函数不需要使用底层线程原语，比如互斥锁与信号量。取而代之的是返回一个 QFuture 对象，它能够在传入的函数返回值就绪后检索该结果。QFuture 既可以用来查询计算进度，也可以暂停/恢复/取消计算。方便起见，QFutureWatcher 可以让您通过信号槽与 QFuture 进行交互。

Qt Concurrent 的 `map`、`filter` 和 `reduce` 算法会自动将计算过程分配到可用的处理器核心，由此，当下编写的程序在以后部署到更多核心的系统上时会被自动扩展。

此模块还提供了 `QtConcurrent::run()` 函数，可以将任何函数在另一个线程中运行。不过，`QtConcurrent::run()` 仅提供 `map`、`filter` 和 `reduce` 函数的一部分功能。`QFuture` 可以用于检索函数返回值，也可以用于查看线程是否处于运行中。然而，调用 `QtConcurrent::run()` 时只会使用一个线程，并且无法暂停/恢复/取消，也不能查询计算进度。

32.4 WorkerScript: QML 中的多线程

QML 类型 `WorkerScript` 可将 JavaScript 代码与 GUI 线程并行运行。

每个 `WorkerScript` 实例可附加一个 `.js` 脚本。当调用 `WorkerScript.sendMessage()` 时，脚本将会运行在一个独立的线程中（伴随一个独立的 QML 上下文）。在脚本运行结束后，`WorkerScript` 将会向 GUI 线程发送回复，后者会调用 `WorkerScript.onMessage()` 信号处理函数。

使用 `WorkerScript`，很像使用一个移入子线程工作的 `QObject`，数据通过信号槽在线程间进行传输。

另请参阅：`WorkerScript` 文档以获得实现脚本的详细信息，以及能够在线程间传输的数据类型列表。

32.5 选择合适的方法

如上文所述，Qt 提供了开发多线程应用的不同解决方案。对一个给定的程序，需要根据新线程的用途与线程的生命周期来决定正确的方案。下面是一组 Qt 多线程技术的功能对比表，以及对于一些范例较为推荐的解决方案。

32.6 解决方案对比

特性	QThread	QRunnable 与 QThreadPool
语言	C++	C++
可以指定线程优先级	是	是
可以在线程中运行运行事件循环	是	
可以通过信号获取数据更新	是（通过 <code>QObject</code> 对象接收）	
可以使用信号控制线程	是（通过 <code>QThread</code> 接收）	
可以通过 <code>QFuture</code> 监视线程		部分适用（译者注：仅可监视返回值，不可I
内建的暂停/恢复/取消功能		

32.7 示例用例

线程生命周期	操作	解决方案
单次调用	在另一个线程中运行新的线性函数，可选地在运行期间进行更新进度。	Qt 提供不同解决方案：1. 重写 <code>QThread::run()</code> 并将函数放入其中，启动 <code>QThread</code> ，发射信号来更新进度。2. 重写 <code>QRunnable::run()</code> ，将函数放入其中。将 <code>QRunnable</code> 添加到 <code>QThreadPool</code> 中。修改线程安全的变量以更新进度；3. 使用 <code>QtConcurrent::run()</code> 运行函数。修改线程安全变量以更新进度。
单次调用	在另一个线程中运行一个现成的函数，并取得它的返回值。	使用 <code>QtConcurrent::run()</code> 运行函数。让 <code>QFutureWatcher</code> 在函数返回时发射 <code>finish()</code> 信号，并调用 <code>QFutureWatcher::result()</code> 来获取函数的返回值。
单次调用	对一个容器的所有元素执行一个操作，使用所有可用的 CPU 核心。例如，从一组图片生成缩略图。	使用 <code>QtConcurrent</code> 的 <code>QtConcurrent::filter()</code> 函数选择容器元素，并用 <code>QtConcurrent::map()</code> 函数对每个元素执行操作。要将输出合并为单个结果，可以使用 <code>QtConcurrent::filteredReduced()</code> 和 <code>QtConcurrent::mappedReduced()</code> 。
单次调用/长期存在	在纯 QML 应用中执行耗时计算，并在结果就绪时更新 GUI。	将计算代码放在 .js 脚本中，将它附加在 <code>WorkerScript</code> 实例上。调用 <code>WorkerScript.sendMessage()</code> 启动新线程执行计算。脚本也同样调用 <code>sendMessage()</code> ，将结果传回 GUI 线程。在 <code>onMessage</code> 中处理结果并且更新 GUI。
长期存在	对象位于另一个线程中，可以根据请求执行不同的任务和/或接收要使用的新数据。	子类化一个 <code>QObject</code> 以创建一个工作类。实例化这个工作类对象与一个 <code>QThread</code> 。将工作类移入新线程。通过队列信号槽的连接，将命令与数据传递给工作类对象。
长期存在	在另一个不需要接收任何信号或事件的线程中，重复执行资源开销大的操作。	直接重写 <code>QThread::run()</code> 并创建死循环。启动无事件循环的线程。可以发送信号将数据送回 GUI 线程（译者注：发送信号不需要依赖事件循环，接收并执行槽函数才需要）。

第三十三章 QMainWindow

`QMainWindow` 类用于创建主程序窗口。更多内容...

属性	方法
头文件	<code>#include <QMainWindow></code>
qmake	<code>QT += widgets</code>
继承:	<code>QWidget</code>

- 列出所有成员函数，包括继承的成员函数

33.1 公共成员类型

类型	方法
enum	<code>DockOption { AnimatedDocks, AllowNestedDocks, AllowTabbedDocks, ForceTabbedDocks, VerticalTabs, GroupedDragging }</code>
flags	<code>DockOptions</code>

33.2 属性

属性名	类型
<code>animated</code>	<code>bool</code>
<code>dockNestingEnabled</code>	<code>bool</code>
<code>dockOptions</code>	<code>DockOptions</code>
<code>documentMode</code>	<code>bool</code>
<code>iconSize</code>	<code>QSize</code>
<code>tabShape</code>	<code>QTabWidget::TabShape</code>
<code>toolButtonStyle</code>	<code>Qt::ToolButtonStyle</code>
<code>unifiedTitleAndToolBarOnMac</code>	<code>bool</code>

33.3 公共成员函数

返回类型	函数名
------	-----

	<code>QMainWindow (QWidget *parent = nullptr, Qt::WindowFlags flags = Qt::WindowFlags())</code>
<code>virtual</code>	<code>~QMainWindow ()</code>
<code>void</code>	<code>addDockWidget (Qt::DockWidgetArea area, QDockWidget *dockwidget)</code>
<code>void</code>	<code>addDockWidget (Qt::DockWidgetArea area, QDockWidget *dockwidget, Qt::Orientation orientation)</code>
<code>void</code>	<code>addToolBar (Qt::ToolBarArea area, QToolBar *toolbar)</code>
<code>void</code>	<code>addToolBar (QToolBar *toolbar)</code>
<code>QToolBar *</code>	<code>addToolBar (const QString &title)</code>
<code>void</code>	<code>addToolBarBreak (Qt::ToolBarArea area = Qt::TopToolBarArea)</code>
<code>QWidget *</code>	<code>centralWidget () const</code>
<code>Qt::DockWidgetArea</code>	<code>corner (Qt::Corner corner) const</code>
<code>virtual QMenu *</code>	<code>createPopupMenu ()</code>
<code>QMainWindow::DockOptions</code>	<code>dockOptions () const</code>
<code>Qt::DockWidgetArea</code>	<code>dockWidgetArea (QDockWidget *dockwidget) const</code>
<code>bool</code>	<code>documentMode () const</code>
<code>QSize</code>	<code>iconSize () const</code>
<code>void</code>	<code>insertToolBar (QToolBar *before, QToolBar *toolbar)</code>
<code>void</code>	<code>insertToolBarBreak (QToolBar *before)</code>
<code>bool</code>	<code>isAnimated () const</code>
<code>bool</code>	<code>isDockNestingEnabled () const</code>
<code>QMenuBar *</code>	<code>menuBar () const</code>
<code>QWidget *</code>	<code>menuWidget () const</code>
<code>void</code>	<code>removeDockWidget (QDockWidget *dockwidget)</code>
<code>void</code>	<code>removeToolBar (QToolBar *toolbar)</code>
<code>void</code>	<code>removeToolBarBreak (QToolBar *before)</code>
<code>void</code>	<code>resizeDocks (const QList<QDockWidget *> &docks, const QList<int> &sizes, Qt::Orientation orientation)</code>
<code>bool</code>	<code>restoreDockWidget (QDockWidget *dockwidget)</code>

bool	restoreState (const QByteArray &state, int version = 0)
QByteArray	saveState (int version = 0) const
void	setCentralWidget (QWidget *widget)
void	setCorner (Qt::Corner corner, Qt::DockWidgetArea area)
void	setDockOptions (QMainWindow::DockOptions options)
void	setDocumentMode (bool enabled)
void	setIconSize (const QSize &iconSize)
void	setMenuBar (QMenuBar *menuBar)
void	setMenuWidget (QWidget *menuBar)
void	setStatusbar (QStatusBar *statusbar)
void	setTabPosition (Qt::DockWidgetAreas areas, QTabWidget::TabPosition tabPosition)
void	setTabShape (QTabWidget::TabShape tabShape)
void	setToolButtonStyle (Qt::ToolButtonStyle toolButtonStyle)
void	splitDockWidget (QDockWidget *first, QDockWidget *second, Qt::Orientation orientation)
QStatusBar *	statusBar () const
QTabWidget::TabPosition	tabPosition (Qt::DockWidgetArea area) const
QTabWidget::TabShape	tabShape () const
QList<QDockWidget *>	tabifiedDockWidgets (QDockWidget *dockwidget) const
void	tabifyDockWidget (QDockWidget *first, QDockWidget *second)
QWidget *	takeCentralWidget ()
Qt::ToolBarArea	toolBarArea (QToolBar *toolbar) const
bool	toolBarBreak (QToolBar *toolbar) const
Qt::ToolButtonStyle	toolButtonStyle () const
bool	unifiedTitleAndToolBarOnMac () const

33.4 公共槽

返回类型	函数名
void	setAnimated (bool enabled)
void	setDockNestingEnabled (bool enabled)
void	setUnifiedTitleAndToolBarOnMac (bool set)

33.5 信号

返回类型	函数名
void	iconSizeChanged (const QSize &iconSize)
void	tabifiedDockWidgetActivated (QDockWidget *dockWidget)
void	toolButtonStyleChanged (Qt::ToolButtonStyle toolButtonStyle)

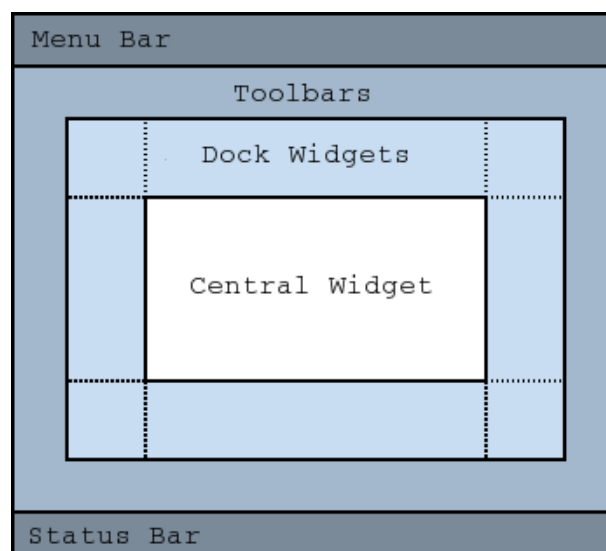
33.6 保护成员函数

返回类型	函数名
virtual void	contextMenuEvent (QContextMenuEvent *event) override
virtual bool	event (QEvent *event) override

33.7 详细描述

33.7.1 Qt 主窗口框架

主窗口提供了一套创建应用程序用户界面的框架。Qt 用 QMainWindow 和相关类来管理主窗口。QMainWindow 已经定义了一个布局，可以往里添加一些 QToolBar 和 QDockWidget，也可以添加一个 QMenuBar 和一个 QStatusBar。这个布局有一个中央区域，可以放任意部件。如下图所示：



注意：主窗口必须设置中央部件。

33.7.2 创建主窗口组件

中央部件通常是标准 Qt 部件，如 `QTextEdit` 或 `QGraphicsView`，也可自定义部件。用 `setCentralWidget()` 来设置中央部件。

主窗口可以是单文档界面或多文档界面。Qt 中设置 `QMdiArea` 为中央部件即创建的多文档界面。

下面举例说明主窗口可以添加的部件。

创建菜单

Qt 用 `QMenu` 类实现菜单，主窗口将其放在 `QMenuBar`。可以添加 `QAction` 到 `QMenu`，一个 `QAction` 代表菜单中的一个条目。

用 `menuBar()` 可以得到主窗口的菜单栏，用 `QMenuBar::addMenu` 添加菜单。

`QMainWindow` 默认有一个菜单栏，可以用 `setMenuBar()` 自定义一个新的菜单栏。如果不想用 `QMenuBar`，也可以用 `setMenuWidget()` 来定制菜单栏。

创建菜单代码示例：

```
void MainWindow::createMenus()
{
    fileMenu = menuBar()->addMenu(tr("&File"));
    fileMenu->addAction(newAct);
    fileMenu->addAction(openAct);
    fileMenu->addAction(saveAct);
}
```

`createPopupMenu()` 可以创建弹出式菜单，它会在主窗口收到 `context menu` 事件时弹出。停靠部件和菜单栏默认实现了右键菜单，可以重写 `createPopupMenu()` 创建自定义菜单。

创建工具栏

Qt 用 `QToolBar` 类实现工具栏，可以用 `addToolBar()` 添加工具栏到主窗口。

可以设置 `Qt::ToolBarArea` 来控制工具栏的初始位置。可以用 `addToolBarBreak()` 或 `insertToolBarBreak()` 分割工具栏所在的区域，前者可使接下来添加的工具栏换至新的一行，后者添加了一个工具栏分隔符。用 `QToolBar::setAllowedAreas` 加 `QToolBar::setMovable` 可以限制用户放工具栏的位置。

工具栏图标的大小可以用 `iconSize()` 获取，它是平台相关的。可以用 `setIconSize()` 设置固定尺寸。用 `setToolButtonStyle()` 可以修改工具栏图标外观。

创建工具栏代码示例：

```
void MainWindow::createToolBars()
{
    fileToolBar = addToolBar(tr("File"));
    fileToolBar->addAction(newAct);
}
```

```
}
```

33.7.3 创建停靠部件

Qt 用 `QDockWidget` 类实现停靠部件。停靠部件即可以停靠在主窗口的窗口, 可以用 `addDockWidget()` 添加停靠部件到主窗口。

可以设置 `Qt::DockWidgetArea` 来控制停靠部件的位置, 有上、下、左、右四种。`setCorner()` 可以让一个角落属于某个相邻的区域。默认情况下, 一个区域只有一个停靠部件, 用 `setDockNestingEnabled()` 可以使其能上下或者左右排列多个停靠部件。

两个停靠部件也可以堆叠在一起, 然后使用 `QTabBar` 来选择应显示哪个部件。

创建并添加停靠部件到主窗口的代码示例:

```
QDockWidget *dockWidget = new QDockWidget(tr("Dock_Widget"), this);
dockWidget->setAllowedAreas(Qt::LeftDockWidgetArea | Qt::RightDockWidgetArea);
dockWidget->setWidget(dockWidgetContents);
addDockWidget(Qt::LeftDockWidgetArea, dockWidget);
```

33.7.4 状态栏

用 `setStatusbar()` 可以设置状态栏, 调用 `statusBar()` 会返回主窗口的状态栏。查看 `QStatusBar` 获取更多内容。

33.7.5 存储状态

`QMainWindow` 用 `saveState()` 保存布局, 用 `restoreState()` 恢复布局。包括工具栏和停靠部件的位置和相对主窗口的尺寸。

另请参阅: `QMenuBar`, `QToolBar`, `QStatusBar`, `QDockWidget`, `Application Example`, `Dock Widgets Example`, `MDI Example`, `SDI Example` 和 `Menus Example`。

33.8 成员变量文档

```
enum QMainWindow::DockOption flags QMainWindow::DockOptions
```

该枚举包含指定 `QMainWindow` 停靠行为的标志。

函数	值	描述
<code>QMainWindow::AnimatedDocks</code>	<code>0x01</code>	同 <code>animated</code> 属性
<code>QMainWindow::AllowNestedDocks</code>	<code>0x02</code>	同 <code>dockNestingEnabled</code> 属性
<code>QMainWindow::AllowTabbedDocks</code>	<code>0x04</code>	允许形成下方有 <code>tabBar</code> 的重叠部件
<code>QMainWindow::ForceTabbedDocks</code>	<code>0x08</code>	每个停靠区域都只包含一个选项卡式停靠部件。换句话说，停靠区域里不能上下或左右排列停靠部件。如果设置了此选项，则 <code>AllowNestedDocks</code> 不起作用。
<code>QMainWindow::VerticalTabs</code>	<code>0x10</code>	设置 <code>tabBar</code> 在竖直左方位置（默认在下方），包含了 <code>AllowTabbedDocks</code> 。另请参阅 <code>setTabPosition()</code>
<code>QMainWindow::GroupedDragging</code>	<code>0x20</code>	拖动停靠部件的标题栏时，将拖动所有和它在一起的停靠部件。包含了 <code>AllowTabbedDocks</code> 。在某些停靠部件有区域限制时会有问题。（该枚举值在 Qt 5.6 添加）

这些选项只是控制停靠部件将如何放入 `QMainWindow`，不会重新排列停靠部件。所以要先给停靠部件设置这些选项，再添加到主窗口。`AnimatedDocks` 和 `VerticalTabs` 选项例外，它们可以随后设置。

此枚举值在 Qt 4.3 引入和修改

`DockOptions` 是 `QFlags<DockOption>` 的 typedef。它存储 `DockOption` 值的 OR 组合。

33.9 属性文档

`animated : bool`

此属性表示是否对操作停靠部件和工具栏进行动画处理

当停靠部件或工具栏在主窗口拖动时，主窗口会显示它们将停靠在什么位置。设置此属性使 `QMainWindow` 在平滑动画中移动其内容。清除此属性会使它们啪地进入新位置。

默认情况，此属性是生效的。如果主窗口调整尺寸或重绘太慢，可能会无效。

设置此属性与使用 `setDockOptions()` 设置 `AnimatedDocks` 选项相同。

该属性在 Qt 4.2 引入

存取函数：

返回类型	函数名
<code>bool</code>	<code>isAnimated() const</code>
<code>void</code>	<code>setAnimated(bool enabled)</code>

.....

`dockNestingEnabled : bool`

此属性表示停靠部件是否可以嵌套。

如果此属性为 `false`，停靠区域只能是水平的或垂直的一行。如果此属性为 `true`，停靠区域所占的区域可以沿任意方向拆分以包含更多的停靠部件。

译者注: 如果设为 `true`, 两个 `dock` 可以上面一块, 下面一块, 显示在一个区域里, 如果设为 `false`, 则两个 `dock` 只能变成选项卡式占用一个区域。

只有在包含大量停靠部件的应用程序中, 才需要停靠嵌套。它给用户更大的自由来组织主窗口。但是, 当停靠部件拖过主窗口时, 停靠嵌套会导致更加复杂和不太直观的行为。

设置此属性与使用 `setDockOptions()` 设置 `AllowNestedDocks` 选项相同。

该属性在 Qt 4.2 引入

存取函数:

返回类型	函数名
<code>bool</code>	<code>isDockNestingEnabled() const</code>
<code>void</code>	<code>setDockNestingEnabled(bool enabled)</code>

.....

`dockOptions` : `DockOptions`

此属性表示 `QMainWindow` 的停靠行为

默认值是 `AnimatedDocks` | `AllowTabbedDocks`

该属性在 Qt 4.3 引入

存取函数:

返回类型	函数名
<code>QMainWindow::DockOptions</code>	<code>dockOptions() const</code>
<code>void</code>	<code>setDockOptions(QMainWindow::DockOptions options)</code>

.....

`documentMode` : `bool`

此属性决定选项卡式停靠部件的选项卡栏是否为文档模式。

默认为 `false`

该属性在 Qt 4.5 引入

存取函数:

返回类型	函数名
<code>bool</code>	<code>documentMode() const</code>
<code>void</code>	<code>setDocumentMode(bool enabled)</code>

另请参阅: `QTabBar::documentMode`

.....

`iconSize` : `QSize`

主窗口工具栏图标的大小。

默认是 `GUI` 样式的默认工具栏图标大小。

注意: 使用的图标必须至少具有此大小, 因为图标只会缩小。

存取函数:

返回类型	函数名
QSize	iconSize() const
void	setIconSize(const QSize &iconSize)

.....

tabShape : QTabWidget::TabShape

此属性表示选项卡式停靠部件的选项卡形状。

默认是 QTabWidget::Rounded

该属性在 Qt 4.5 引入

存取函数:

返回类型	函数名
QTabWidget::TabShape	tabShape() const
void	setTabShape(QTabWidget::TabShape tabShape)

另请参阅: setTabPosition ()

.....

toolButtonStyle : Qt::ToolButtonStyle

主窗口的工具栏按钮样式。

若要使工具按钮的样式遵循系统设置, 请将此属性设置为 Qt::ToolButtonFollowStyle。在 Unix 上, 将使用桌面环境变量中的用户设置。在其他平台上, Qt::ToolButtonFollowStyle 意思是仅显示图标。

默认是 Qt::ToolButtonIconOnly

存取函数:

返回类型	函数名
Qt::ToolButtonStyle	toolButtonStyle() const
void	setToolButtonStyle(Qt::ToolButtonStyle toolButtonStyle)

.....

unifiedTitleAndToolBarOnMac : bool

此属性表示窗口是否使用 macOS 上的统一标题和工具栏外观

请注意, 与 Qt 4 相比, Qt 5 实现有几个限制:

- 不支持在包含 OpenGL 内容的窗口中使用。这包括 QGLWidget 和 QOpenGLWidget。
- 使用可停靠或可移动工具栏可能会导致绘制错误, 不建议使用。

该属性在 Qt 5.2 引入

存取函数:

返回类型	函数名
bool	unifiedTitleAndToolBarOnMac() const
void	setUnifiedTitleAndToolBarOnMac(bool set)

33.10 成员函数文档

`QMainWindow::QMainWindow(QWidget *parent = nullptr, Qt::WindowFlags flags = Qt::WindowFlags())`

主窗口构造函数，指定 `parent` 和 `flags`

主窗口设置了 `Qt::Window` 标志，因此它总作为顶层窗口被创建。

.....

`[signal]void QMainWindow::iconSizeChanged(const QSize &iconSize)`

当窗口图标被改变时，将发出此信号。新图标的尺寸为 `iconSize`。

您可以将此信号连接到其他组件，以帮助保持应用程序的一致外观。

另请参阅: `setIconSize ()`。

.....

`[signal]void QMainWindow::tabifiedDockWidgetActivated(QDockWidget *dockWidget)`

当通过选择选项卡激活停靠部件时，将发出此信号。`dockWidget` 表示激活的停靠部件。

该函数在 Qt 5.8 引入

另请参阅: `tabifyDockWidget()` and `tabifiedDockWidgets()`。

.....

`[signal]void QMainWindow::toolButtonStyleChanged(Qt::ToolButtonStyle toolButtonStyle)`

当窗口的工具栏按钮样式更改时，将发出此信号。`toolButtonStyle` 表示新样式。

您可以将此信号连接到其他组件，以帮助保持应用程序的一致外观。

另请参阅: `setToolButtonStyle ()`

.....

`[virtual]QMainWindow::~~QMainWindow()`

销毁主窗口

.....

`void QMainWindow::addDockWidget(Qt::DockWidgetArea area, QDockWidget *dockWidget)`

添加指定 `dockwidget` 到指定 `area`。

.....

```
void QMainWindow::addDockWidget(Qt::DockWidgetArea area, QDockWidget *dock-
widget, Qt::Orientation orientation)
```

将 dockwidget 添加到指定的 area, 方向由 orientation 指定。

.....

```
void QMainWindow::addToolBar(Qt::ToolBarArea area, QToolBar *toolbar)
```

在主窗口中将 toolbar 添加到指定的 area。toolbar 放置在当前工具栏块（比如分隔符）的后面。如果主窗口已管理 toolbar, 则只会将工具栏移动到 area。

另请参阅: insertToolBar (), addToolBarBreak () 和 insertToolBarBreak ()

.....

```
void QMainWindow::addToolBar(QToolBar *toolbar)
```

这是一个重载函数。

相当于调用 addToolBar(Qt::TopToolBarArea, toolbar)

.....

```
QToolBar *QMainWindow::addToolBar(const QString &title)
```

这是一个重载函数。

创建 QToolBar 的一个对象, 设置它的窗口标题为 title 并将它添加到上方的工具栏区域。

另请参阅: setWindowTitle ()

.....

```
void QMainWindow::addToolBarBreak(Qt::ToolBarArea area = Qt::TopToolBarArea)
```

添加一个工具栏 break。这时, 新添加的工具条将不再紧跟前一个工具条, 而是另起一行。

.....

```
QWidget *QMainWindow::centralWidget() const
```

返回主窗口的中央部件。如果尚未设置中央部件, 则此函数返回零。

另请参阅: setCentralWidget ()

.....

```
[override virtual protected]void QMainWindow::contextMenuEvent(QContextMenuEvent
*event)
```

重写: QWidget::contextMenuEvent (QContextMenuEvent *event)

```
Qt::DockWidgetArea QMainWindow::corner(Qt::Corner corner) const
```

返回占用指定 corner 的停靠部件区域。

另请参阅: setCorner ()

.....

```
[virtual]QMenu *QMainWindow::createPopupMenu()
```

返回一个弹出式菜单，其中包含主窗口中存在的工具栏和停靠部件的可选中条目。如果没有工具栏和停靠小部件，则此函数将返回 `nullptr`。

默认情况下，当用户激活上下文菜单时，主窗口会调用此函数，通常通过右键单击工具栏或停靠部件。

如果要创建自定义弹出式菜单，请重新实现此功能并返回新创建的弹出式菜单。弹出式菜单的所有权将传输到调用方。

另请参阅: `addDockWidget ()`, `addToolBar ()` 和 `menuBar ()`

.....

```
Qt::DockWidgetArea QMainWindow::dockWidgetArea(QDockWidget *dockwidget)
const
```

返回 `dockwidget` 的 `Qt::DockWidgetArea`。如果 `dockwidget` 没有被加入主窗口，此函数返回 `Qt::NoDockWidgetArea`

另请参阅: `addDockWidget ()`, `splitDockWidget ()` 和 `Qt::DockWidgetArea`

.....

```
[override virtual protected]bool QMainWindow::event(QEvent *event)
```

重写: `QWidget::event (QEvent *event)`

.....

```
void QMainWindow::insertToolBar(QToolBar *before, QToolBar *toolbar)
```

将 `toolbar` 插入到 `before` 工具栏占用的区域之前。例如，在正常的从左到右布局操作中，`toolbar` 将显示在水平工具栏区域中 `before` 工具栏的左侧。

另请参阅: `insertToolBarBreak ()`, `addToolBar ()` 和 `addToolBarBreak ()`

.....

```
void QMainWindow::insertToolBarBreak(QToolBar *before)
```

在 `before` 工具栏左侧插入一个工具栏 `break`。

.....

```
QMenuBar *QMainWindow::menuBar() const
```

返回主窗口的菜单栏。如果菜单栏不存在，则此函数将创建并返回一个空菜单栏。

如果希望 Mac 应用程序中的所有窗口共享一个菜单栏，请不要使用此函数来创建它，因为此处创建的菜单栏将把 `QMainWindow` 作为它的父对象。必须创建一个没有父对象的菜单栏，然后可以在所有 Mac 窗口之间共享该菜单栏。

这样创建:

```
QMenuBar *menuBar = new QMenuBar(nullptr);
```

另请参阅: `setMenuBar()`

.....
`QWidget *QMainWindow::menuWidget() const`

返回主窗口的菜单栏。如果尚未构造菜单栏, 返回 `null`。

该函数在 Qt 4.2 引入

另请参阅: `setMenuWidget ()`

.....
`void QMainWindow::removeDockWidget(QDockWidget *dockwidget)`

从主窗口布局中移除 `dockwidget` 并将其隐藏。注意, `dockwidget` 没有被 `delete`。

.....
`void QMainWindow::removeToolBar(QToolBar *toolbar)`

从主窗口布局中移除 `toolbar` 并将其隐藏。注意, `toolbar` 没有被 `delete`。

.....
`void QMainWindow::removeToolBarBreak(QToolBar *before)`

删除 `before` 工具栏之前的一个工具栏 `break`。

.....
`void QMainWindow::resizeDocks(const QList<QDockWidget *> &docks, const
QList<int> &sizes, Qt::Orientation orientation)`

将 `docks` 列表中的停靠部件调整为 `sizes` 列表中的相应尺寸 (以像素为单位)。如果 `orientation` 为 `Qt::Horizontal`, 则调整宽度, 否则调整高度。尺寸会调整, 以遵守设置的最大尺寸和最小尺寸, 并且 `QMainWindow` 本身不会调整大小。任何多余或缺少的空间将根据尺寸的相对权重分布在部件之间。

示例:

```
resizeDocks({blueWidget, yellowWidget}, {20 , 40}, Qt::Horizontal);
```

如果蓝色和黄色部件嵌套在同一级别上, 它们将被调整大小, 使黄色部件是蓝色部件的两倍大

如果某些部件在选项卡中分组, 则每个组只应指定一个部件。不在列表中的部件可能会改变以遵守约束。

该函数在 Qt 5.6 引入

.....
`bool QMainWindow::restoreDockWidget(QDockWidget *dockwidget)`

如果在调用 `restoreState ()` 后创建 `dockwidget` 的状态, 则恢复状态。如果状态已恢复, 则返回 `true`; 否则返回 `false`。

另请参阅: `restoreState()` 和 `saveState()`

.....

```
bool QMainWindow::restoreState(const QByteArray &state, int version = 0)
```

还原主窗口工具栏和停靠部件的 *state*。也恢复 *corner* 的设置。*version* 编号与存储在 *state* 中的号码进行比较。如果它们不匹配，主窗口的状态保持不变，并且函数将返回 *false*；否则，状态将恢复，函数返回 *true*。

若要恢复用 *QSettings* 保存的窗口 *geometry*，可以这么写：

```
void MainWindow::readSettings()
{
    QSettings settings("MyCompany", "MyApp");
    restoreGeometry(settings.value("myWidget/geometry").toByteArray());
    restoreState(settings.value("myWidget/windowState").toByteArray());
}
```

另请参阅: *saveState()*, *QWidget::saveGeometry()*, *QWidget::restoreGeometry()* 和 *restoreDockWidget()*

.....

```
QByteArray QMainWindow::saveState(int version = 0) const
```

保存主窗口工具栏和停靠部件的当前状态。这包括用 *setCorner()* 设置的角落区域。*version* 作为数据的一部分存储。

objectName 属性用于标识每个 *QToolBar* 和 *QDockWidget*。

您应该确保此属性对于添加到 *QMainWindow* 的每个 *QToolBar* 和 *QDockWidget* 是唯一的。

要还原保存的状态，请传递返回值和 *version* 给 *restoreState()*。

若要在窗口关闭时保存 *geometry*，可以这样实现关闭事件：

```
void MyMainWindow::closeEvent(QCloseEvent *event)
{
    QSettings settings("MyCompany", "MyApp");
    settings.setValue("geometry", saveGeometry());
    settings.setValue("windowState", saveState());
    QMainWindow::closeEvent(event);
}
```

另请参阅: *restoreState()*, *QWidget::saveGeometry()* 和 *QWidget::restoreGeometry()*

.....

```
void QMainWindow::setCentralWidget(QWidget *widget)
```

将主窗口的中央部件设置为 *widget*。

注意: *QMainWindow* 拥有 *widget* 指针的所有权，会在适当的时间将其删除。

另请参阅: *centralWidget()*

.....

```
void QMainWindow::setCorner(Qt::Corner corner, Qt::DockWidgetArea area)
```

用停靠部件 `area` 占据指定的 `corner`。

另请参阅: `corner()`

.....

```
void QMainWindow::setMenuBar(QMenuBar *menuBar)
```

将主窗口的菜单栏设置为 `menuBar`。

注意: `QMainWindow` 拥有 `menuBar` 指针的所有权, 会在适当的时间将其删除。

另请参阅: `menuBar()`

.....

```
void QMainWindow::setMenuWidget(QWidget *menuBar)
```

将主窗口的菜单栏设置为 `menuBar`。

`QMainWindow` 拥有 `menuBar` 指针的所有权, 会在适当的时间将其删除。

该函数在 Qt 4.2 引入

另请参阅: `menuWidget()`

.....

```
void QMainWindow::setStatusbar(QStatusBar *statusbar)
```

将主窗口的状态栏设置为 `statusbar`。

将状态栏设置为 `nullptr` 会将其从主窗口中删除。请注意, `QMainWindow` 拥有 `statusbar` 指针的所有权, 会在适当的时间将其删除。

另请参阅: `statusBar()`

.....

```
void QMainWindow::setTabPosition(Qt::DockWidgetAreas areas, QTabWidget::TabPosition tabPosition)
```

将停靠部件 `areas` 的选项卡位置设置为指定的 `tabPosition`。默认情况下, 所有停靠区域在底部显示其选项卡。

注意: `VerticalTabs` 会覆盖此方法设置的选项卡位置

该函数在 Qt 4.5 引入

另请参阅: `tabPosition()` 和 `setTabShape()`

.....

```
void QMainWindow::splitDockWidget(QDockWidget *first, QDockWidget *second, Qt::Orientation orientation)
```

分割停靠部件 `first` 为两个停靠部件, 第一个部件指针传给 `first`, 第二个部件指针传给 `second`。

`orientation` 指定了空间的划分。 `Qt::Horizontal` 左右分割;

`Qt::Vertical` 上下分割。

注意：如果 `first` 位于选项卡式停靠区域中，则 `second` 将添加为新选项卡，这是因为单个选项卡只能包含一个停靠部件。

注意： `Qt::LayoutDirection` 会影响两个分割区域的停靠部件顺序。启用从右到左布局方向时，将反转停靠部件的位置。

另请参阅： `tabifyDockWidget()`， `addDockWidget()` 和 `removeDockWidget()`

.....

`QStatusBar *QMainWindow::statusBar() const`

返回主窗口的状态栏。如果状态栏不存在，则此函数将创建并返回一个空状态栏。

另请参阅： `setStatusbar()`

.....

`QTabWidget::TabPosition QMainWindow::tabPosition(Qt::DockWidgetArea area) const`

返回停靠区域 `area` 的位置。

注意：如果设置了 `VerticalTabs`，会覆盖此函数的返回值。

该函数在 Qt 4.5 引入

另请参阅： `setTabPosition()` 和 `tabShape()`

.....

`QList<QDockWidget *> QMainWindow::tabifiedDockWidgets(QDockWidget *dockwidget) const`

返回 `dockwidget` 内堆叠着的停靠部件。

该函数在 Qt 4.5 引入

另请参阅： `tabifyDockWidget()`

.....

`void QMainWindow::tabifyDockWidget(QDockWidget *first, QDockWidget *second)`

将 `second` 停靠部件移动到 `first` 停靠部件旁形成一个选项卡式停靠区域。

另请参阅： `tabifiedDockWidgets()`

.....

`QWidget *QMainWindow::takeCentralWidget()`

从主窗口中移除中央部件。

返回中央部件的指针。

该函数在 Qt 5.2 引入

.....

`Qt::ToolBarArea QMainWindow::toolBarArea(QToolBar *toolbar) const`

返回 `toolbar` 的 `Qt::ToolBarArea`。如果主窗口没有添加 `toolbar` ,返回 `Qt::NoToolBarArea`。

另请参阅: `addToolBar()`, `addToolBarBreak()` 和 `Qt::ToolBarArea`

.....

`bool QMainWindow::toolBarBreak(QToolBar *toolbar) const`

返回 `toolbar` 之前是否有工具栏 `break`。

另请参阅: `addToolBarBreak()` 和 `insertToolBarBreak()`

第三十四章 QMap

```
template <typename Key, typename T> class QMap
```

QMap 类是一种模板类，提供基于红黑树的字典类结构。更多内容...

属性	方法
头文件	#include <QMap>
qmake	QT += core
派生类：	QMultiMap

- 所有成员列表，包括继承的成员
- 废弃的成员

注意：该类中的所有函数都是可重入的。

34.1 公共成员类型

class	const_iterator
class	iterator
class	key_iterator
typedef	ConstIterator
typedef	Iterator
typedef	const_key_value_iterator
typedef	difference_type
typedef	key_type
typedef	key_value_iterator
typedef	mapped_type
typedef	size_type

34.2 公共成员函数

	QMap(const typename std::map<Key, T> &other)
	QMap(QMap<Key, T> &&other)

	QMap(const QMap<Key, T> &other)
	QMap(std::initializer_list<std::pair<Key, T>> list)
	Map()
QMap<Key, T>	operator=(QMap<Key, T> &&other)
QMap<Key, T>	operator=(const QMap<Key, T> &other)
	~QMap()
QMap::iterator	begin()
QMap::const_iterator	begin() const
QMap::const_iterator	cbegin() const
QMap::const_iterator	cend() const
void	clear()
QMap::const_iterator	constBegin() const
QMap::const_iterator	constEnd() const
QMap::const_iterator	constFind(const Key &key) const
QMap::const_key_value_iterator	constKeyValueBegin() const
QMap::const_key_value_iterator	constKeyValueEnd() const
bool	contains(const Key &key) const
int	count(const Key &key) const
int	count() const
bool	empty() const
QMap::iterator	end()
QMap::const_iterator	end() const
QPair<QMap::iterator, QMap::iterator>	equal_range(const Key &key)
QPair<QMap::const_iterator, QMap::const_iterator>	equal_range(const Key &key) const
QMap::iterator	erase(QMap::iterator pos)
QMap::iterator	find(const Key &key)
QMap::const_iterator	find(const Key &key) const
T	first()
const T	first() const
const Key	firstKey() const
QMap::iterator	insert(const Key &key, const T &value)
QMap::iterator	insert(QMap::const_iterator, const Key &key, const T &value)
void	insert(const QMap<Key, T> &map)
bool	isEmpty() const
const Key	key(const T &value, const Key &defaultValue = Key()) const
QMap::key_iterator	keyBegin() const
QMap::key_iterator	keyEnd() const
QMap::key_value_iterator	keyValueBegin()

QMap::const_key_value_iterator	keyValueBegin() const
QMap::key_value_iterator	keyValueEnd()
QMap::const_key_value_iterator	keyValueEnd() const
QList	keys() const
QList	keys(const T &value) const
T	last()
const T	last() const
const Key	lastKey() const
QMap::iterator	lowerBound(const Key &key)
QMap::const_iterator	lowerBound(const Key &key) const
int	remove(const Key &key)
int	size() const
void	swap(QMap<Key, T> &other)
T	take(const Key &key)
std::map<Key, T>	toStdMap() const
QMap::iterator	upperBound(const Key &key)
QMap::const_iterator	upperBound(const Key &key) const
const T	value(const Key &key, const T &defaultValue = T()) const
QList	values() const
bool	operator!=(const QMap<Key, T> &other) const
bool	operator==(const QMap<Key, T> &other) const
T	operator[](const Key &key)
const T	operator[](const Key &key) const

34.3 相关非成员函数

返回类型	函数名
QDataStream	operator«(QDataStream &out, const QMap<Key, T> &map)
QDataStream	operator»(QDataStream &in, QMap<Key, T> &map)

34.4 详细描述

QMap<Key, T> 是一种 Qt 泛型容器类。该类存储键值对，可以用相关联的键快速查找值。

QMap 的功能与 QHash 非常相似。二者的区别在于：

- QHash 的平均查找速度比 QMap 快。（详情请看算法复杂度。）
- 遍历 QHash 时，元素的顺序是任意的。而遍历 QMap 时，元素总是按照键的顺序排好序的。

- QMap 的键类型必须提供 `operator==()` 运算符和全局的 `qHash(Key)` 函数。QMap 的键类型必须提供 `operator<()` 运算符来确定全序。从 Qt5.8.1 起，即使底层的 `operator<()` 运算符没有提供全序，使用指针作为键类型也是安全的。

下面是一个键类型为 `QString`，值类型为 `int` 的 QMap 的示例：

```
QMap<QString, int> map;
```

可以使用 `operator[] ()` 运算符将键值对插入到 `map` 中：

```
map["one"] = 1;
map["three"] = 3;
map["seven"] = 7;
```

上面的代码将 3 个键值对插入到 QMap 中：("one", 1)，("three", 3) 和 ("seven", 7)。另外一种向 `map` 中插入元素的方法是使用 `insert()`：

```
map.insert("twelve", 12);
```

使用 `operator[] ()` 运算符或 `value()` 查找值：

```
int num1 = map["thirteen"];
int num2 = map.value("thirteen");
```

如果 `map` 中不存在指定的键，这些函数返回默认构造的值。

如果想检查 `map` 中是否包含特定键，使用 `contains()`：

```
int timeout = 30;
if (map.contains("TIMEOUT"))
    timeout = map.value("TIMEOUT");
```

还有一个 `value()` 的重载函数，如果 `map` 中不存在指定键的元素，该函数使用第 2 个参数作为默认值：

一般推荐使用 `contains()` 和 `value()` 而不是 `operator[] ()` 运算符查找 `map` 中的键。原因是如果 `map` 中不存在相同键的元素，`operator[] ()` 运算符会默认地将一个元素插入到 `map` 中（除非 `map` 是 `const` 的）。例如，下面的代码片段将在内存中创建 1000 个元素：

```
// 错误
QMap<int, QWidget *> map;
...
for (int i = 0; i < 1000; ++i) {
    if (map[i] == okButton)
        cout << "Found_button_at_index_" << i << Qt::endl;
}
```

为了避免这个问题，将上面代码中的 `map[i]` 替换为 `map.value(i)`。

如果想遍历 QMap 中存储的所有键值对，可以使用迭代器。QMap 同时提供 Java 风格迭代器 (QMapIterator 和 QMaputableMapIterator) 和 STL 风格迭代器 (QMap::const_iterator 和 QMap::iterator)。下面是使用 Java 风格迭代器遍历 QMap<QString, int> 的方法：

```
QMapIterator<QString, int> i(map);
while (i.hasNext()) {
    i.next();
    cout << i.key() << ":_ " << i.value() << Qt::endl;
}
```

下面是相同的代码，不过这次使用 STL 风格迭代器：

```
QMap<QString, int>::const_iterator i = map.constBegin();
while (i != map.constEnd()) {
    cout << i.key() << ":_ " << i.value() << Qt::endl;
    ++i;
}
```

上面的代码按照键的升序遍历各元素。

通常，QMap 每个键只允许有一个值。如果用已经存在的键调用 insert()，先前的值将被删除。例如：

```
map.insert("plenty", 100);
map.insert("plenty", 2000);
// map.value("plenty") == 2000
```

然而，可以使用派生类 QMultiMap 在一个键中存储多个值。使用 values(const Key &key) 取得单个键关联的所有值，该函数返回一个 QList<T>：

```
QList<int> values = map.values("plenty");
for (int i = 0; i < values.size(); ++i)
    cout << values.at(i) << Qt::endl;
```

共享同一键的多个元素按照从最新到最早插入的顺序返回。另外一种方法是调用 find() 取得 STL 风格迭代器，该迭代器指向共享同一键的多个元素中的第一个元素，然后从该元素开始遍历：

```
QMap<QString, int>::iterator i = map.find("plenty");
while (i != map.end() && i.key() == "plenty") {
    cout << i.value() << Qt::endl;
    ++i;
}
```

如果只想从 map 中获取值（而不是键），也可以使用 foreach：

```
QMap<QString, int> map;
...
foreach (int value, map)
    cout << value << Qt::endl;
```

移除元素有几种方法。一种是调用 remove()；该函数移除指定键的所有元素。另一种方法是使用 QMaputableMapIterator::remove()。另外，还可以使用 clear() 清除整个 map。

QMap 键和值的数据类型必须是可赋值数据类型。这涵盖了大多数可能会遇到的数据类型，但是编译器不会存储 QWidget 这样的对象作为值，应该存储 QWidget *。另外，QMap 的键类型必须提供 operator<() 运算符。QMap 用它来保持元素有序，并假定两个键 x 和 y 在 x < y 和 y < x 都不为 true 的情况下相等。

例子:

```
#ifndef EMPLOYEE_H
#define EMPLOYEE_H

class Employee
{
public:
    Employee() {}
    Employee(const QString &name, QDate dateOfBirth);
    ...

private:
    QString myName;
    QDate myDateOfBirth;
};

inline bool operator<(const Employee &e1, const Employee &e2)
{
    if (e1.name() != e2.name())
        return e1.name() < e2.name();
    return e1.dateOfBirth() < e2.dateOfBirth();
}

#endif // EMPLOYEE_H
```

该例中，先比较雇员名。如果雇员名相等，再比较二者的生日来分出大小。

另请参阅: QMapIterator, QMaputableMapIterator, QHash 和 QSet。

34.5 成员类型文档

```
typedef QMap::ConstIterator
```

QMap<Key, T>::const_iterator 的 Qt 风格的别名。

.....

```
typedef QMap::Iterator
```

QMap<Key, T>::iterator 的 Qt 风格的别名。

.....

```
typedef QMap::const_key_value_iterator
```

QMap::const_key_value_iterator 类型定义为 QMap 和 QMapMultiMap 提供 STL 风格迭代器。

除了 operator *() 运算符返回的是键值对而不是值之外, QMap::const_key_value_iterator 基本和 QMap::const_iterator 相同。

Qt 5.10 中引入该类型定义。

另请参阅: QMap::QKeyValueIterator。

.....

```
typedef QMap::difference_type
```

`ptrdiff_t` 的类型别名。为兼容 STL 提供。

```
typedef QMap::key_type
```

`Key` 的类型别名。为兼容 STL 提供。

.....

```
typedef QMap::key_value_iterator QMap::key_value_iterator
```

类型定义为 `QMap` 和 `QMultiMap` 提供 STL 风格迭代器。

除了 `operator *()` 运算符返回的是键值对而不是值之外, `QMap::key_value_iterator` 基本和 `QMap::iterator` 相同。

Qt 5.10 中引入该类型定义。

另请参阅: `QKeyValueIterator`。

.....

```
typedef QMap::mapped_type
```

`T` 的类型别名。为兼容 STL 提供。

.....

```
typedef QMap::size_type
```

`int` 的类型别名。为兼容 STL 提供。

34.6 成员函数文档

```
QMap::QMap(const typename std::map<Key, T> &other)
```

构造一个 *other* 的副本。

另请参阅: `toStdMap()`。

.....

```
QMap::QMap(QMap<Key, T> &&other)
```

移动构造一个 `QMap` 实例, 使该实例指向 *other* 所指向的同一对象。

Qt 5.2 中引入该函数。

.....

```
QMap::QMap(const QMap<Key, T> &other)
```

构造一个 *other* 的副本。

该操作需要常数时间, 因为 `QMap` 是隐式共享的。这使得从一个函数返回 `QMap` 非常快。如果共享实例被修改了, 它将以线性时间被复制一份 (写时拷贝)。

另请参阅: `operator=()`。

.....
`QMap::QMap(std::initializer_list<std::pair<Key, T> > list)`

用初始化列表 `list` 中每个元素的副本构造一个 `map`。

只有当程序在 C++11 模式下编译时, 该函数才可用。

Qt 5.1 中引入该函数。

.....
`QMap::QMap()`

构造一个空 `map`。

另请参阅: `clear()`。

.....
`QMap<Key, T> &QMap::operator=(QMap<Key, T> &&other)`

移动赋值 `other` 到该 `QMap` 实例。

Qt 5.2 中引入该函数。

.....
`QMap<Key, T> &QMap::operator=(const QMap<Key, T> &other)`

将 `other` 赋值给该 `map` 并返回该 `map` 的引用。

`QMap::~~QMap()`

析构 `map`。该 `map` 中值的引用及所有该 `map` 的迭代器都将失效。

.....
`QMap::iterator QMap::begin()`

返回 STL 风格迭代器, 指向 `map` 中的第一个元素。

另请参阅: `constBegin()` 和 `end()`。

.....
`QMap::const_iterator QMap::begin() const`

这是一个重载函数。

.....
`QMap::const_iterator QMap::cbegin() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器, 指向 `map` 中的第一个元素。

Qt 5.0 中引入该函数。

另请参阅: `begin()` 和 `cend()`。

.....
`QMap::const_iterator QMap::cend() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向 `map` 中最后一个元素之后的假想元素。

Qt 5.0 中引入该函数。

另请参阅: `cbegin()` 和 `end()`。

.....
`void QMap::clear()`

从 `map` 中移除所有元素。

另请参阅: `remove()`。

.....
`QMap::const_iterator QMap::constBegin() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向 `map` 中的第一个元素。

另请参阅: `begin()` 和 `constEnd()`。

.....
`QMap::const_iterator QMap::constEnd() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向 `map` 中最后一个元素之后的假想元素。

另请参阅: `constBegin()` 和 `end()`。

.....
`QMap::const_iterator QMap::constFind(const Key &key) const`

返回常量类型的迭代器，指向 `map` 中键为 `key` 的元素。

如果 `map` 不包含键为 `key` 的元素，该函数返回 `constEnd()`。

Qt 4.1 中引入该函数。

另请参阅: `find()` 和 `QMultiMap::constFind()`。

.....
`QMap::const_key_value_iterator QMap::constKeyValueBegin() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向 `map` 中的第一项。

Qt 5.10 中引入该函数。

另请参阅: `keyValueBegin()`。

.....
`QMap::const_key_value_iterator QMap::constKeyValueEnd() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向 `map` 中最后一项之后的假想项。

Qt 5.10 中引入该函数。

另请参阅: `constKeyValueBegin()`。

.....

`bool QMap::contains(const Key &key) const`

如果该 `map` 包含键为 `key` 的元素, 返回 `true`; 否则返回 `false`。

另请参阅: `count()` 和 `QMultiMap::contains()`。

.....

`int QMap::count(const Key &key) const`

返回与键 `key` 相关联的元素个数。

另请参阅: `contains()` 和 `QMultiMap::count()`。

.....

`int QMap::count() const`

这是一个重载函数。

同 `size()`。

.....

`bool QMap::empty() const`

该函数为兼容 STL 提供。与 `isEmpty()` 等价, 如果 `map` 为空, 返回 `true`; 否则返回 `false`。

.....

`QMap::iterator QMap::end()`

返回 STL 风格迭代器, 指向 `map` 中最后一个元素之后的假想元素。

另请参阅: `begin()` 和 `constEnd()`。

.....

`QMap::const_iterator QMap::end() const`

这是一个重载函数。

.....

`QPair<QMap::iterator, QMap::iterator> QMap::equal_range(const Key &key)`

返回一对迭代器界定与 `key` 相关联的值的范围 `[first, second)`。

.....

`QPair<QMap::const_iterator, QMap::const_iterator> QMap::equal_range(const Key &key) const`

这是一个重载函数。

Qt 5.6 中引入该函数。

.....

```
QMap::iterator QMap::erase(QMap::iterator pos)
```

从 map 中移除迭代器 pos 指向的键值对，返回指向 map 中下一个元素的迭代器。

另请参阅: remove()。

.....

```
QMap::iterator QMap::find(const Key &key)
```

返回迭代器，指向 map 中键为 key 的元素。

如果 map 不包含键为 key 的元素，函数返回 end()。

如果 map 包含多个键为 key 的元素，函数返回指向最新插入的那个值的迭代器。其它值可以通过递增迭代器取得。

例如，下面的代码遍历同一键的所有元素：

```
QMap<QString, int> map;
...
QMap<QString, int>::const_iterator i = map.find("HDR");
while (i != map.end() && i.key() == "HDR") {
    cout << i.value() << Qt::endl;
    ++i;
}
```

另请参阅: constFind(), value(), values(), lowerBound(), upperBound() 和 QMap::find()。

.....

```
QMap::const_iterator QMap::find(const Key &key) const
```

这是一个重载函数。

.....

```
T &QMap::first()
```

返回指向 map 中第一个值的引用，即映射到最小键的值。该函数假定 map 不为空。

对于非共享 map（或者调用的是常量版本），该函数在常数时间内完成。

Qt 5.2 中引入该函数。

另请参阅: last(), firstKey() 和 isEmpty()。

.....

```
const T &QMap::first() const
```

这是一个重载函数。

Qt 5.2 中引入该函数。

.....

```
const Key &QMap::firstKey() const
```

返回 `map` 中最小键的引用。该函数假定 `map` 不为空。

该操作在常数时间内完成。

Qt 5.2 中引入该函数。

另请参阅: `lastKey()`, `first()`, `keyBegin()` 和 `isEmpty()`。

.....

```
QMap::iterator QMap::insert(const Key &key, const T &value)
```

用键 `key` 和值 `value` 插入一个新元素。

如果已经存在键为 `key` 的元素, 该元素的值将被 `value` 替换。

如果有多个键为 `key` 的元素, 最新插入的元素的值将被 `value` 替换。

另请参阅: `QMultiMap::insert()`。

.....

```
QMap::iterator QMap::insert(QMap::const_iterator pos, const Key &key,  
const T &value)
```

这是一个重载函数。

用键 `key` 和值 `value` 插入一个新元素, `pos` 用来提示插入位置。

如果以 `constBegin()` 作为插入位置提示, 表明 `key` 比 `map` 中的任何键都小, 而 `constEnd()` 则建议 `key` (严格) 大于 `map` 中的任何键。否则提示应该满足条件 `(pos - 1).key() < key <= pos.key()`。如果提示 `pos` 是错误的, 其将被忽略, 并以常规方式插入。

如果已经存在键为 `key` 的元素, 该元素的值将被 `value` 替换。

如果有多个键为 `key` 的元素, 只会有一个元素的值被 `value` 替换。

如果提示是正确的, 并且 `map` 未被共享, 插入操作平均在常数时间内完成。

从有序数据创建 `map` 时, 从最大键的元素开始以 `constBegin()` 作为提示插入, 比按从小到大的顺序以 `constEnd()` 作为提示插入更快, 因为 `constEnd() - 1` (用来检查提示是否合法) 需要对数时间。

注意: 需小心对待提示。提供从旧的共享实例取得的迭代器可能引起崩溃, 还会有默默污染 `map` 和 `pos` 的 `map` 的风险。

Qt 5.1 中引入该函数。

另请参阅: `QMultiMap::insert()`。

.....

```
void QMap::insert(const QMap<Key, T> &map)
```

将 `map` 中的所有元素插入到本 `map` 中。

如果一个键同时在两个 `map` 中出现, 其值将被传入的 `map` 中存储的值替换。

另请参阅：如果传入的 `map` 中同一键关联多个元素，则该键的最终值未定义。

Qt 5.15 中引入该函数。

另请参阅： `QMultiMap::insert()`。

.....

`bool QMap::isEmpty() const`

如果 `map` 中不包含元素，返回 `true`；否则返回 `false`。

注意： `size()`。

.....

`const Key QMap::key(const T &value, const Key &defaultKey = Key()) const`

这是一个重载函数。

返回与值 `value` 对应的第一个键，如果 `map` 不包含值为 `value` 的元素，返回 `defaultKey`。如果没有提供 `defaultKey`，函数返回默认构造的键。

该函数可能会比较慢（线性时间），因为 `QMap` 的内部数据结构是以快速查找键而不是值为目标来优化的。

Qt 4.3 中引入该函数。

另请参阅： `value()` 和 `keys()`。

.....

`QMap::key_iterator QMap::keyBegin() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向 `map` 中的第一个键。

Qt 5.6 中引入该函数。

另请参阅： `keyEnd()` 和 `firstKey()`。

.....

`QMap::key_iterator QMap::keyEnd() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向 `map` 中的最后一个元素之后的假想元素的键。

Qt 5.6 中引入该函数。

另请参阅： `keyBegin()` 和 `lastKey()`。

.....

`QMap::key_value_iterator QMap::keyValueBegin()`

返回 STL 风格迭代器，指向 `map` 中的第一项。

Qt 5.10 中引入该函数。

另请参阅： `keyValueEnd()`。

.....

`QMap::const_key_value_iterator QMap::keyValueBegin() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向 `map` 中的第一项。

Qt 5.10 中引入该函数。

另请参阅: `keyValueEnd()`。

.....
`QMap::key_value_iterator QMap::keyValueEnd()`

返回 STL 风格迭代器，指向 `map` 中最后一项之后的假想项。

Qt 5.10 中引入该函数。

另请参阅: `keyValueBegin()`。

.....
`QMap::const_key_value_iterator QMap::keyValueEnd() const`

返回常量类型的 STL 风格迭代器，指向 `map` 中最后一项之后的假想项。

Qt 5.10 中引入该函数。

另请参阅: `keyValueBegin()`。

.....
`QList<Key> QMap::keys() const`

以升序返回 `map` 中所有键的列表。在 `map` 中多次出现的键（当该方法应用在 `QMultiMap` 时）也会在列表中多次出现。

键的顺序将确保与通过 `values()` 返回的值的顺序相同。

另请参阅: `QMultiMap::uniqueKeys()`, `values()` 和 `key()`。

.....
`QList<Key> QMap::keys(const T &value) const`

这是一个重载函数。

以升序返回所有与值 `value` 相关联的键的列表。

该函数可能会比较慢（线性时间），因为 `QMap` 的内部数据结构是以快速查找键而不是值为目标来优化的。

.....
`T &QMap::last()`

返回 `map` 中最后一个值的引用，即映射到最大键的值。该函数假定 `map` 不为空。

对于非共享 `map`（或者调用的是常量版本），该函数在对数时间内完成。

Qt 5.2 中引入该函数。

另请参阅: `first()`, `lastKey()` 和 `isEmpty()`。

.....

```
const T &QMap::last() const
```

这是一个重载函数。

Qt 5.2 中引入该函数。

.....

```
const Key &QMap::lastKey() const
```

返回 `map` 中最大键的引用。该函数假定 `map` 不为空。

该函数在对数时间内完成。

Qt 5.2 中引入该函数。

另请参阅: `firstKey()`, `last()`, `keyEnd()` 和 `isEmpty()`。

.....

```
QMap::iterator QMap::lowerBound(const Key &key)
```

返回指向 `map` 中键 `key` 所关联的第一个元素的迭代器。如果 `map` 不包含键为 `key` 的元素, 函数返回指向距离下一个键最近的元素的迭代器。

例子:

```
QMap<int, QString> map;
map.insert(1, "one");
map.insert(5, "five");
map.insert(10, "ten");

map.lowerBound(0); // 返回指向 (1, "one") 的迭代器
map.lowerBound(1); // 返回指向 (1, "one") 的迭代器
map.lowerBound(2); // 返回指向 (5, "five") 的迭代器
map.lowerBound(10); // 返回指向 (10, "ten") 的迭代器
map.lowerBound(999); // 返回 end()
```

如果 `map` 包含多个键为 `key` 的元素, 该函数返回指向最新插入的值的迭代器。其它值可以通过递增迭代器访问。例如, 下面的例子遍历同一键所关联的所有元素:

```
QMap<QString, int> map;
...
QMap<QString, int>::const_iterator i = map.lowerBound("HDR");
QMap<QString, int>::const_iterator upperBound = map.upperBound("HDR");
while (i != upperBound) {
    cout << i.value() << Qt::endl;
    ++i;
}
```

另请参阅: `upperBound()` 和 `find()`。

```
QMap::const_iterator QMap::lowerBound(const Key &key) const
```

这是一个重载函数。


```
.....  
int QMap::remove(const Key &key)
```

从 map 中移除所有键为 key 的元素。返回被移除的元素个数，如果键存在，则为 1，否则为 0。
另请参阅: clear(), take() 和 QMultiMap::remove()。

```
.....  
int QMap::size() const
```

返回 map 中键值对的个数。

另请参阅: isEmpty() 和 count()。

```
.....  
void QMap::swap(QMap<Key, T> &other)
```

将 map other 与本 map 交换。该操作非常快，永远不失败。

Qt 4.8 中引入该函数。

```
.....  
T QMap::take(const Key &key)
```

从 map 中移除键为 key 的元素，返回键 key 所关联的值。

如果 map 中不存在该元素，该函数简单返回一个默认构造的值。如果 map 中有多个键为 key 的元素，只移除最新插入的元素并返回值。

如果不使用返回值，使用 remove() 更高效一些。

另请参阅: remove()。

```
.....  
std::map<Key, T> QMap::toStdMap() const
```

返回与这个 QMap 相对应的 STL map。

```
.....  
QMap::iterator QMap::upperBound(const Key &key)
```

返回迭代器，指向 map 中首个大于键 key 的元素。如果 map 不包含键为 key 的元素，该函数返回指向距离下一个键最近的元素的迭代器。

例子:

```
QMap<int, QString> map;  
map.insert(1, "one");  
map.insert(5, "five");  
map.insert(10, "ten");  
  
map.upperBound(0); // 返回指向 (1, "one") 的迭代器  
map.upperBound(1); // 返回指向 (5, "five") 的迭代器  
map.upperBound(2); // 返回指向 (5, "five") 的迭代器  
map.upperBound(10); // 返回 end()
```

```
map.upperBound(999); // 返回 end()
```

另请参阅: `lowerBound()` 和 `find()`。

```
QMap::const_iterator QMap::upperBound(const Key &key) const
```

这是一个重载函数。

```
const T QMap::value(const Key &key, const T &defaultValue = T()) const
```

返回键 `key` 关联的值。

如果 `map` 不包含键为 `key` 的元素, 该函数返回 `defaultValue`。如果没有指定 `defaultValue`, 该函数返回默认构造的值。如果 `map` 中有多个键为 `key` 的元素, 返回最新插入的元素的值。

另请参阅: `key()`, `values()`, `contains()` 和 `operator[]()`。

```
QList<T> QMap::values() const
```

按照键升序返回 `map` 中所有值的列表。如果一个键关联到多个值, 该键的所有值都将被放入列表中, 而不只是最新插入的值。

另请参阅: `keys()` 和 `value()`。

```
bool QMap::operator!=(const QMap<Key, T> &other) const
```

如果 `other` 与本 `map` 不相等, 返回 `true`, 否则返回 `false`。

如果两个 `map` 包含相同的键值对, 则认为二者相等。

该函数需要值类型实现 `operator==()`。

另请参阅: `operator==()`。

```
bool QMap::operator==(const QMap<Key, T> &other) const
```

如果 `other` 与本 `map` 相等, 返回 `true`, 否则返回 `false`。

如果两个 `map` 包含相同的键值对, 则认为二者相等。

该函数需要值类型实现 `operator==()`。

另请参阅: `operator!=()`。

```
T &QMap::operator[](const Key &key)
```

返回键 `key` 所关联的值的可修改引用。

如果 `map` 不包含键为 `key` 的元素, 该函数用键 `key` 插入一个默认构造的值, 并返回该值的引用。如果 `map` 包含多个键为 `key` 的元素, 该函数返回最新插入的那个值的引用。

另请参阅: `insert()` 和 `value()`。

.....

```
const T QMap::operator[] (const Key &key) const
```

这是一个重载函数。

同 `value()`。

34.7 相关非成员函数

```
template <typename Key, typename T> QDataStream &operator<<(QDataStream  
&out, const QMap<Key, T> &map)
```

将 `map` 写出到流 `out`。

该函数需要键和值类型实现 `operator<<()`。

另请参阅: `QDataStream` 运算符的格式。

.....

```
template <typename Key, typename T> QDataStream &operator>>(QDataStream  
&in, QMap<Key, T> &map)
```

从流 `in` 读入数据到 `map`。

该函数需要键和值类型实现 `operator>>()`。

另请参阅: `QDataStream` 运算符的格式。

第三十五章 QMapIterator

```
template <typename Key, typename T> class QMapIterator
```

QMapIterator 类为 QMap 和 QMultiMap 提供 Java 风格的常量迭代器。更多内容...

属性	方法
头文件	<code>#include <QMapIterator></code>
qmake	<code>QT += core</code>

- 所有成员列表，包括继承的成员

35.1 公共成员函数

	<code>QMapIterator(const QMap<Key, T> &map)</code>
<code>QMapIterator<Key, T> &</code>	<code>operator=(const QMap<Key, T> &container)</code>
<code>bool</code>	<code>findNext(const T &value)</code>
<code>bool</code>	<code>findPrevious(const T &value)</code>
<code>bool</code>	<code>hasNext() const</code>
<code>bool</code>	<code>hasPrevious() const</code>
<code>const Key</code>	<code>key() const</code>
<code>QMapIterator::Item</code>	<code>next()</code>
<code>QMapIterator::Item</code>	<code>peekNext() const</code>
<code>QMapIterator::Item</code>	<code>peekPrevious() const</code>
<code>QMapIterator::Item</code>	<code>previous()</code>
<code>void</code>	<code>toBack()</code>
<code>void</code>	<code>toFront()</code>
<code>const T &</code>	<code>value() const</code>

35.2 详细描述

QMap 同时提供 Java 风格迭代器和 STL 风格迭代器。Java 风格迭代器比 STL 风格迭代器更高级，更容易使用；同时也略微低效。

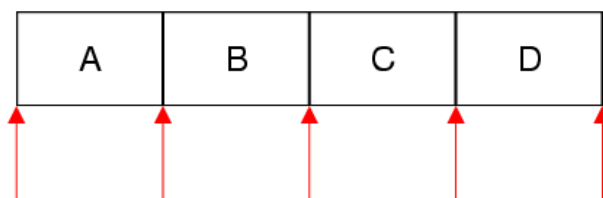
QMapIterator<Key, T> 用来遍历 QMap (或 QMultiMap)。如果想在遍历时修改 map，要使用 QMaputableMapIterator。

QMapIterator 构造函数接受 QMap 作为参数。构造后，迭代器位于 map 的最开始位置（第一个元素之前）。下面的例子演示如何顺序遍历所有元素：

```
QMap<int, QWidget *> map;
...
QMapIterator<int, QWidget *> i(map);
while (i.hasNext()) {
    i.next();
    qDebug() << i.key() << ":_ " << i.value();
}
```

next() 函数返回 map 中的下一个元素并将迭代器前移。key() 和 value() 函数返回跳过的最后一个元素的键和值。

与 STL 风格迭代器不同,Java 风格迭代器指向元素之间而不是直接指向元素。第一次调用 next() 前移迭代器到第一个和第二个元素之间的位置，并返回第一个元素；第二次调用 next() 前移迭代器到第二个和第三个元素之间的位置；以此类推。



下面的例子演示如何反序遍历元素：

```
QMapIterator<int, QWidget *> i(map);
i.toBack();
while (i.hasPrevious()) {
    i.previous();
    qDebug() << i.key() << ":_ " << i.value();
}
```

如果想查找特定值的所有实例，循环使用 findNext() 或 findPrevious()。例如：

```
QMapIterator<int, QWidget *> i(map);
while (i.findNext(widget)) {
    qDebug() << "Found_widget_" << widget << "_under_key_"
        << i.key();
}
```

同一 map 可以使用多个迭代器。如果在 QMapIterator 处于活动状态时修改 map，QMapIterator 将继续在原 map 上遍历，而忽略修改后的副本。

另请参阅：QMutableMapIterator 和 QMap::const_iterator。

35.3 成员函数文档

bool QMapIterator::findPrevious(const T &value)

从当前迭代器位置开始向后查找值 value。如果找到值为 value 的键值对，返回 true；否则返回 false。

调用该函数后，如果找到值，迭代器将被移动到匹配元素的前面；否则，迭代器将被移动到容器的前端。

另请参阅：findNext()。

.....

`bool QMapIterator::findNext(const T &value)`

从当前迭代器位置开始向前查找值 *value*。如果找到值为 *value* 的键值对，返回 `true`；否则返回 `false`。

调用该函数后，如果找到值 *value*，迭代器将被移动到匹配元素的后面；否则，迭代器将被移动到容器的末端。

另请参阅：findPrevious()。

.....

`const Key &QMapIterator::key() const`

调用遍历函数 (`next()`, `previous()`, `findNext()`, `findPrevious()`) 后，该函数返回跳过的最后一个元素的键。

调用 `next()` 或 `findNext()` 后，`key()` 与 `peekPrevious().key()` 相同。调用 `previous()` 或 `findPrevious()` 后，`key()` 与 `peekNext().key()` 相同。

另请参阅：value()。

.....

`QMapIterator::Item QMapIterator::peekPrevious() const`

不移动迭代器而返回前一个元素。

对返回值调用 `key()` 获取元素的键，调用 `value()` 获取元素的值。

对位于容器前端的迭代器调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅：hasPrevious(), `previous()` 和 `peekNext()`。

.....

`QMapIterator::Item QMapIterator::previous()`

返回前一个元素并将迭代器向后移动一个位置。

对返回值调用 `key()` 获取元素的键，调用 `value()` 获取元素的值。

对位于容器前端的迭代器调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅：hasPrevious(), `peekPrevious()` 和 `next()`。

.....

`bool QMapIterator::hasPrevious() const`

如果该迭代器前面至少有一个元素，返回 `true`，即该迭代器不在容器的前端；否则返回 `false`。

另请参阅：hasNext() 和 `previous()`。

.....
`bool QMapIterator::hasNext() const`

如果该迭代器后面至少有一个元素，返回 `true`，即该迭代器不在容器的末端；否则返回 `false`。

另请参阅: `hasPrevious()` 和 `next()`。

.....

`void QMapIterator::toBack()`

将迭代器移动到容器的末端（最后一个元素之后）。

另请参阅: `toFront()` 和 `previous()`。

.....

`void QMapIterator::toFront()`

将迭代器移动到容器的前端（第一个元素之前）。

另请参阅: `toBack()` 和 `next()`。

.....

`QMapIterator<Key, T> &QMapIterator::operator=(const QMap<Key, T> &container)`

将迭代器关联到 `container` 来遍历 `map`。迭代器将被移动到 `map` 的前端（第一个元素之前）。

另请参阅: `toFront()` 和 `toBack()`。

.....

`QMapIterator::QMapIterator(const QMap<Key, T> &map)`

构造一个迭代器来遍历 `map`。迭代器将被移动到 `map` 的前端（第一个元素之前）。

另请参阅: `operator=()`。

.....

`QMapIterator::Item QMapIterator::next()`

返回下一个元素并将迭代器向前移动一个位置。

对返回值调用 `key()` 获取元素的键，调用 `value()` 获取元素的值。

对位于容器末端的迭代器调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅: `hasNext()`, `peekNext()` 和 `previous()`。

.....

`QMapIterator::Item QMapIterator::peekNext() const`

不移动迭代器而返回下一个元素。

对返回值调用 `key()` 获取元素的键，调用 `value()` 获取元素的值。

对位于容器末端的迭代器调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅: `hasNext()`, `next()` 和 `peekPrevious()`。

.....

`const T &QMapIterator::value() const`

调用遍历函数 (`next()`, `previous()`, `findNext()`, `findPrevious()`) 后, 该函数返回跳过的最后一个元素的值。

调用 `next()` 或 `findNext()` 后, `value()` 与 `peekPrevious().value()` 相同。

调用 `previous()` 或 `findPrevious()` 后, `value()` 与 `peekNext().value()` 相同。

另请参阅: `key()`。

第三十六章 QMetaClassInfo

QMetaClassInfo 类提供了某个类的附加信息。更多内容...

属性	方法
头文件	<code>#include <QMetaClassInfo></code>
qmake	<code>QT += core</code>

36.1 公共成员函数

<code>const char *</code>	<code>name() const</code>
<code>const char *</code>	<code>value() const</code>

36.2 详细描述

类型信息对象指的是在源代码中通过 `Q_CLASSINFO()` 指定的名称-值对。这些信息可以通过 `name()` 和 `value()` 获取，例如：

```
class MyClass
{
    Q_OBJECT
    Q_CLASSINFO("author", "Sabrina_Schweinsteiger")
    Q_CLASSINFO("url", "http://doc.mooesoft.co.uk/1.0/")

public:
    ...
};
```

此机制可以在您的应用中自由使用，Qt 不会在自身的任何类中使用它。

另请参阅：QMetaObject。

36.3 成员函数文档

`const char *QMetaClassInfo::name() const`

返回本信息对象的名称。

另请参阅：value()。

```
const char *QMetaClassInfo::value() const
```

返回本信息对象的值。

另请参阅：name()。

第三十七章 QMetaMethod

QMetaMethod 类提供了对应一个成员函数的元数据。更多内容...

属性	方法
头文件	<code>#include <QMetaMethod></code>
qmake	<code>QT += core</code>

37.1 公共类型

类型	名称
enum	<code>Access { Private, Protected, Public }</code>
enum	<code>MethodType { Method, Signal, Slot, Constructor }</code>

37.2 公共成员函数

返回类型	函数
<code>QMetaMethod::Access</code>	<code>access() const</code>
<code>bool</code>	<code>invoke(QObject *object, Qt::ConnectionType connectionType, QGenericReturnArgument returnValue, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(nullptr), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const</code>

bool	<pre> invoke(QObject *object, QGenericReturnArgument returnValue, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const </pre>
bool	<pre> invoke(QObject *object, Qt::ConnectionType connectionType, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const </pre>
bool	<pre> invoke(QObject *object, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const </pre>

bool	<pre> invokeOnGadget(void *gadget, QGenericRe- turnArgument returnValue, QGenericArgu- ment val0 = QGenericArgument(nullptr), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const </pre>
bool	<pre> invokeOnGadget(void *gadget, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const </pre>
const char *	name() const
const char *	value() const
bool	isValid() const
int	methodIndex() const
QByteArray	methodSignature() const
QMetaMethod::MethodType	methodType() const
QByteArray	name() const
int	parameterCount() const
QList<QByteArray>	parameterNames() const
int	parameterType(int index) const
QList<QByteArray>	parameterTypes() const
int	returnType() const
int	revision() const
const char *	tag() const
const char *	typeName() const

37.3 静态公共成员

返回类型	函数
QMetaMethod	fromSignal(PointerToMemberFunction signal)

37.4 相关非成员函数

返回类型	函数
bool	operator!=(const QMetaMethod &m1, const QMetaMethod &m2)
bool	operator==(const QMetaMethod &m1, const QMetaMethod &m2)

37.5 宏定义

宏定义
Q_METAMETHOD_INVOKE_MAX_ARGS

37.6 详细描述

QMetaMethod 类具有一个 methodType()、一个 methodSignature()、一组 parameterTypes() 和 parameterNames()、返回值的 typeName()、一个 tag()、一个 access() 描述符。可以通过 invoke() 来执行任意 QObject 的方法。

另请参阅: QMetaObject、QMetaEnum、QMetaProperty 和 Qt 属性系统。

37.7 成员类型文档

enum QMetaMethod::Access

此枚举描述某方法的访问权限，遵循 C++ 相关公约。

常量	数值
QMetaMethod::Private	0
QMetaMethod::Protected	1
QMetaMethod::Public	2

enum QMetaMethod::MethodType

常量	数值	描述
QMetaMethod::Method	0	该函数是普通的成员函数。
QMetaMethod::Signal	1	该函数是信号函数。
QMetaMethod::Slot	2	该函数是槽函数。
QMetaMethod::Constructor	3	该函数是构造函数。

37.8 成员函数文档

`QMetaMethod::Access QMetaMethod::access() const`

返回该方法的访问权限 (`private`、`protected` 或 `public`)。

注意：信号永远是公共的，但应将此认为是实现细节。在类外发射该类的信号通常是个坏主意。

另请参阅：`methodType()`。

`[static] template <typename PointerToMemberFunction> QMetaMethod QMetaMethod::fromSignal(signal)`

返回对应给定 `signal` 的元方法，若 `signal` 并非信号，则返回无效的 `QMetaMethod` 对象。

范例：

```
QMetaMethod destroyedSignal = QMetaMethod::fromSignal(&QObject::destroyed);
```

本函数在 Qt 5.0 中被引入。

```
bool QMetaMethod::invoke(QObject *object, Qt::ConnectionType connection-
Type, QGenericReturnArgument returnValue, QGenericArgument val0 = QGener-
icArgument(nullptr), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGeneri-
cArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgu-
ment(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5
= QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGener-
icArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGeneriAr-
gument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const
```

通过 `object` 对象动态调用本方法。若可被动态调用则返回 `true`，若该对象无此方法或参数不匹配则返回 `false`。

该动态调用可以是同步或异步的，由 `connectionType` 决定：

- 若 `type` 是 `Qt::DirectConnection`，则该方法会被立即执行。
- 若 `type` 是 `Qt::QueuedConnection`，则会发送一个 `QEvent`，该方法会在应用进入该对象所属线程的主事件循环后执行。
- 若 `type` 是 `Qt::AutoConnection`，当 `object` 与调用者处于相同线程中时，该方法会被同步执行，否则会被异步执行。

返回值会被存放在 `returnValue` 中。若调用方式是异步，则返回值无法被获取。最多可以传递十个参数 (`val0`, `val1`, `val2`, `val3`, `val4`, `val5`, `val6`, `val7`, `val8` 和 `val9`) 至本方法。

`QGenericArgument` 和 `QGenericReturnArgument` 是内部的辅助类。为了动态调用信号槽，您需要将参数通过 `Q_ARG()` 和 `Q_RETURN_ARG()` 宏进行封装。`Q_ARG()` 接受一个类型名称和一个该类型的不可变引用；`Q_RETURN_ARG()` 接受一个类型名称和一个该类型的可变引用。

通过异步方式动态调用 `QPushButton` 的 `animateClick()` 槽：

```
int methodIndex = pushButton->metaObject()->indexOfMethod("animateClick()");
QMetaMethod method = metaObject->method(methodIndex);
method.invoke(pushButton, Qt::QueuedConnection);
```


当异步调用方法时，传递的参数必须被 Qt 的元对象系统所知悉，因为 Qt 需要在后台事件中拷贝并保存它们。如果您使用队列连接时遇到下述错误信息：

```
QMetaMethod::invoke: Unable to handle unregistered datatype 'MyType'
```

则在调用 `invokeMethod()` 之前通过 `qRegisterMetaType()` 来注册该数据类型。

若想通过 `obj` 对象同步调用 `compute(QString, int, double)` 槽，则代码如下：

```
QString retVal;
QByteArray normalizedSignature = QMetaObject::normalizedSignature("compute(QString, int, double)");
int methodIndex = obj->metaObject()->indexOfMethod(normalizedSignature);
QMetaMethod method = obj->metaObject()->method(methodIndex);
method.invoke(obj,
               Qt::DirectConnection,
               Q_RETURN_ARG(QString, retVal),
               Q_ARG(QString, "sqrt"),
               Q_ARG(int, 42),
               Q_ARG(double, 9.7));
```

此处使用了 `QMetaObject::normalizedSignature()` 来确保函数签名符合 `invoke()` 期望的格式，即将多余的空白移除。

若 `compute` 槽通过特定顺序没有完整获取到一个 `QString`、一个 `int` 和一个 `double`，则此调用会失败。

警告：此方法不会验证参数的有效性，`object` 必须是创建 `QMetaMethod` 的 `QMetaObject` 的类型实例，参数列表必须与该方法的保持一直，否则会导致未定义行为。

另请参阅：`Q_ARG()`、`Q_RETURN_ARG()`、`qRegisterMetaType()` 和 `QMetaObject::invokeMethod()`。

```
bool QMetaMethod::invoke(QObject *object, QGenericReturnArgument returnValue,
                          QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(),
                          QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(),
                          QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(),
                          QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(),
                          QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const
```

此函数是 `invoke()` 的重载。

此重载始终通过 `Qt::AutoConnection` 调用本方法。

```
bool QMetaMethod::invoke(QObject *object, Qt::ConnectionType connectionType,
                          QGenericReturnArgument returnValue,
                          QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(),
                          QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(),
                          QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(),
                          QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(),
                          QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const
```

此函数是 `invoke()` 的重载。

此重载用于不关心对返回值的场合。

```
bool QMetaMethod::invoke(QObject *object, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const
```

此函数是 `invoke()` 的重载。

此重载通过 `Qt::AutoConnection` 调用本方法，并忽略返回值。

```
bool QMetaMethod::invokeOnGadget(void *gadget, QGenericReturnArgument returnValue, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(nullptr), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const
```

通过 `Q_GADGET` 对象动态调用本方法。若可被动态调用则返回 `true`，若该对象无此方法或参数不匹配则返回 `false`。

`gadget` 指针必须是 `Q_GADGET` 类的实例。

该调用始终是同步的。

返回值会被存放在 `returnValue` 中。若调用方式是异步，则返回值无法被获取。最多可以传递十个参数 (`val0`, `val1`, `val2`, `val3`, `val4`, `val5`, `val6`, `val7`, `val8` 和 `val9`) 至本方法。

另请参阅：此方法不会验证参数的有效性，`gadget` 必须是创建 `QMetaMethod` 的 `QMetaObject` 的类型实例，参数列表必须与该方法的保持一致，否则会导致未定义行为。

本函数在 Qt 5.5 中被引入。

另请参阅：`Q_ARG()`、`Q_RETURN_ARG()`、`qRegisterMetaType()` 和 `QMetaObject::invokeMethod()`。

```
bool QMetaMethod::invokeOnGadget(void gadget, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const
```

这是一个重载函数。

此重载函数通过 `gadget` 对象动态调用本方法，并忽略返回值。

本函数在 Qt 5.5 中被引入。

```
bool QMetaMethod::isValid() const
```

若此方法有效则返回 `true`（即可被自省并动态调用），否则返回 `false`。

本函数在 Qt 5.0 中被引入。

```
int QMetaMethod::methodIndex() const
```

返回本方法的索引编号。

本函数在 Qt 4.6 中被引入。

```
QString QMetaMethod::methodSignature() const
```

返回本方法的签名（例如 `setValue(double)`）。

本函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `parameterTypes()` 和 `parameterNames()`。

```
QMetaMethod::MethodType QMetaMethod::methodType() const
```

返回本方法的类型（`signal`、`slot`、`method` 或 `constructor`）。

另请参阅: `access()`。

```
QString QMetaMethod::name() const
```

返回本方法的名字。

本函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `methodSignature()` 和 `parameterCount()`。

```
int QMetaMethod::parameterCount() const
```

返回本方法的参数个数。

本函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `parameterType()` 和 `parameterNames()`。

```
QStringList QMetaMethod::parameterNames() const
```

返回参数名称列表。

另请参阅: `parameterTypes()` 和 `methodSignature()`。

```
QMetaMethod::ParameterType QMetaMethod::parameterType(int index) const
```

返回对应 `index` 的参数类型。

返回值是 `QMetaType` 中注册的类型之一,若该类型未被注册则返回 `QMetaType::UnknownType`。

本函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `parameterCount()`、`returnType()` 和 `QMetaType`。

```
QStringList QMetaMethod::parameterTypes() const
```

返回参数类型的列表。

另请参阅: `parameterNames()` 和 `methodSignature()`。

```
int QMetaMethod::returnType() const
```

返回本方法返回值的类型。

返回

返回值是 `QMetaType` 中注册的类型之一,若该类型未被注册则返回 `QMetaType::UnknownType`。

本函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `parameterType()`、`QMetaType` 和 `typeName()`。

```
int QMetaMethod::revision() const
```

返回通过 `Q_REVISION` 注明的版本,若未注明则返回 0。

本函数在 Qt 5.1 中被引入。

```
const char *QMetaMethod::tag() const
```

返回与本方法关联的标签。

标签在此处指的是可以被 `moc` 识别的特定宏,用于为方法添加附加信息。

标签信息可以用如下方式添加到函数声明中:

```
// 在 MainWindow 类声明中
#ifdef Q_MOC_RUN
// 将标签内容定义为空, 以确保对编译器不可见
# define MY_CUSTOM_TAG
#endif

...
private slots:
    MY_CUSTOM_TAG void testFunc();
```

相关信息可通过如下方式获取:

```
MainWindow win;
win.show();

int functionIndex = win.metaObject()->indexOfSlot("testFunc()");
QMetaMethod mm = win.metaObject()->method(functionIndex);
QDebug() << mm.tag(); // 将打印 MY_CUSTOM_TAG
```

此时, `moc` 会提取并记录所有标签,但不会对它们做任何特殊处理。您可以用标签来标注不同的方法,并在您的应用中通过特定的用途来使用它们。

注意: 自 Qt 5.0 开始, `moc` 会展开预编译宏,所以必须将标签定义包含在 `#ifndef Q_MOC_RUN` 中,正如上文范例。这在 Qt 4 中不是必要的,但上述代码在 Qt 4 中同样也能生效。

```
const char *QMetaMethod::typeName() const
```

返回本方法的返回类型名称。

另请参阅: `returnType()` 和 `QMetaType::type()`。

37.9 相关非成员函数

```
bool operator!=(const QMetaMethod &m1, const QMetaMethod&m2)
```

这是一个重载函数。

若 `m1` 与 `m2` 不相等则返回 `true`, 否则返回 `false`。

本函数在 Qt 5.0 中被引入。

```
bool operator==(const QMetaMethod &m1, const QMetaMethod &m2)
```

这是一个重载函数。

若 `m1` 与 `m2` 相等则返回 `true`, 否则返回 `false`。

本函数在 Qt 5.0 中被引入。

37.10 宏定义文档

```
Q_METAMETHOD_INVOKE_MAX_ARGS
```

此宏的数值等于通过 `QMetaMethod::invoke()` 执行方法时, 可以传递的最大参数个数。

第三十八章 QMetaObject 结构体

QMetaObject 类包含了 Qt 对象的元信息。更多内容...

属性	方法
头文件	<code>#include <QMetaObject></code>
qmake	<code>QT += core</code>

38.1 公共成员类型

类型	名称
class	Connection

38.2 公共成员函数

QMetaClassInfo	<code>classInfo(int index) const</code>
int	<code>classInfoCount() const</code>
int	<code>classInfoOffset() const</code>
const char *	<code>className() const</code>
QMetaMethod	<code>constructor(int index) const</code>
int	<code>constructorCount() const</code>
QMetaEnum	<code>enumerator(int index) const</code>
int	<code>enumeratorCount() const</code>
int	<code>enumeratorOffset() const</code>
int	<code>indexOfClassInfo(const char *name) const</code>
int	<code>indexOfConstructor(const char *constructor) const</code>
int	<code>indexOfEnumerator(const char *name) const</code>
int	<code>indexOfMethod(const char *method) const</code>
int	<code>indexOfProperty(const char *name) const</code>
int	<code>indexOfSignal(const char *signal) const</code>
int	<code>indexOfSlot(const char *slot) const</code>
bool	<code>inherits(const QMetaObject *metaObject) const</code>
QMetaMethod	<code>method(int index) const</code>

int	methodCount() const
int	methodOffset() const
QObject *	newInstance(QGenericArgument val0 = QGenericArgument(nullptr), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const
QMetaProperty	property(int index) const
int	propertyCount() const
int	propertyOffset() const
const QMetaObject *	superClass() const
QMetaProperty	userProperty() const

38.3 静态公共成员

返回类型	函数
bool	checkConnectArgs(const char *signal, const char *method)
bool	checkConnectArgs(const QMetaMethod &signal, const QMetaMethod &method)
void	connectSlotsByName(QObject *object)
bool	invokeMethod(QObject *obj, const char *member, Qt::ConnectionType type, QGenericReturnArgument ret, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(nullptr), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument())

bool	<code>invokeMethod(QObject *obj, const char *member, QGenericReturnArgument ret, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument())</code>
bool	<code>invokeMethod(QObject *obj, const char *member, Qt::ConnectionType type, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument())</code>
bool	<code>invokeMethod(QObject *obj, const char *member, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument())</code>
bool	<code>invokeMethod(QObject *context, Functor function, Qt::ConnectionType type = Qt::AutoConnection, FunctorReturnType *ret = nullptr)</code>
bool	<code>invokeMethod(QObject *context, Functor function, FunctorReturnType *ret)</code>
QByteArray	<code>normalizedSignature(const char *method)</code>
QByteArray	<code>normalizedType(const char *type)</code>

38.4 宏定义

返回类型	宏定义
QGenericArgument	Q_ARG(Type, const Type &value)
QGenericReturnArgument	Q_RETURN_ARG(Type, Type &value)

38.5 详细描述

Qt 的元对象系统负责信号槽跨对象通信机制、运行时类型信息和 Qt 的属性系统。应用中的每个 QObject 子类都有一个唯一的 QMetaObject 实例（译者注：与类一一对应，即同一个 QObject 子类的任意对象，都使用同一个 QMetaObject），其中保存了这个 QObject 子类的所有元信息，可以通过 QObject::metaObject() 获取。

QMetaObject 在应用编写中通常不需要，但在进行元编程时会非常有用，例如脚本引擎或者用户界面生成器。

最常用的成员函数有：

- className() 返回类的名称。
- superClass() 返回父类对应的元对象。
- method() 和 methodCount() 提供关于一个类的元方法（信号、槽和其它可动态调用的成员方法）。
- enumerator() 和 enumeratorCount() 提供一个类的枚举类型的信息。
- propertyCount() 和 property() 提供一个类的属性的信息。
- constructor() 和 constructorCount() 提供一个类的元构造函数的信息。

索引函数 indexOfConstructor()、indexOfMethod()、indexOfEnumerator() 和 indexOfProperty() 将构造函数、成员函数、枚举类型和属性的名称映射为索引。例如，当连接信号槽时，Qt 内部使用 indexOfMethod() 进行检索。

类可以拥有一系列名称—数值格式的附加信息，保存在 QMetaClassInfo 对象中。信息条目数量可通过 classInfoCount() 查询，classInfo() 返回单条信息，也可通过 indexOfClassInfo() 检索信息条目。

注意：元对象系统的操作通常是线程安全的，比如元对象是在编译期生成的静态只读实例。然而，如果元对象在被程序动态修改了（如通过 QQmlPropertyMap），应用需要显示地同步对相关对象的访问。

另请参阅：QMetaClassInfo、QMetaEnum、QMetaMethod、QMetaProperty、QMetaType 和 Meta-Object System。

38.6 成员函数文档

```
[static] bool QMetaObject::checkConnectArgs(const char *signal, const char *method)
```

如果 signal 和 method 的参数能够匹配则返回 true，否则返回 false。

`signal` 和 `method` 都被假设是已经规范化的。

另请参阅: `normalizedSignature()`。

```
[static] bool QMetaObject::checkConnectArgs(const QMetaMethod &signal,  
const QMetaMethod &method)
```

这是一个重载函数。

如果 `signal` 和 `method` 的参数能够匹配则返回 `true`, 否则返回 `false`。

本函数在 Qt 5.0 中被引入。

```
QMetaClassInfo QMetaObject::classInfo(int index) const
```

返回对应 `index` 的类型信息的元数据对象。

范例:

```
class MyClass : public QObject  
{  
    Q_OBJECT  
    Q_CLASSINFO("author", "Sabrina_Schweinsteiger")  
    Q_CLASSINFO("url", "http://doc.mooesoft.co.uk/1.0/")  
  
public:  
    ...  
};
```

另请参阅: `classInfoCount()`、`classInfoOffset()` 和 `indexOfClassInfo()`。

```
int QMetaObject::classInfoCount() const
```

返回该类信息条目数量。

另请参阅: `classInfo()`、`classInfoOffset()` 和 `indexOfClassInfo()`。

```
int QMetaObject::classInfoOffset() const
```

返回类信息在该类中的偏移量, 即第一条类信息的编号。

若该类没有包含类信息的父类, 则偏移量为 0, 否则偏移量是所有父类的类信息数量的总和。

另请参阅: `classInfo()`、`classInfoCount()` 和 `indexOfClassInfo()`。

```
const char *QMetaObject::className() const
```

返回该类的名称。

另请参阅: `superClass()`。

```
[static] void QMetaObject::connectSlotsByName(QObject *object)
```

递归检索 `object` 和所有子对象, 将它们的信号连接至 `object` 中匹配的槽, 匹配格式如下:

```
void on_<对象名>_<信号名>(<信号参数>);
```

假设有一个对象名为 `button1` 的 `QPushButton` 类型的子对象, 则捕获它的 `clicked()` 信号的槽应为:

```
void on_button1_clicked();
```

若 `object` 对象自身的名字已设置，则它自己的信号也会被连接至对应的槽。

另请参阅: `QObject::setObjectName()`。

`QMetaMethod QMetaObject::constructor(int index) const`

返回指定 `index` 的构造函数的元数据。

该函数在 Qt 4.5 中被引入。

另请参阅: `constructorCount()` 和 `newInstance()`。

`int QMetaObject::constructorCount() const`

返回此类的构造函数个数。

该函数在 Qt 4.5 中被引入。

另请参阅: `constructor()` 和 `indexOfConstructor()`。

`QMetaEnum QMetaObject::enumerator(int index) const`

返回指定 `index` 的枚举类型的元数据。

另请参阅: `enumeratorCount()`、`enumeratorOffset()` 和 `indexOfEnumerator()`。

`int QMetaObject::enumeratorCount() const`

返回该类的枚举类型的个数。

另请参阅: `enumerator()`、`enumeratorOffset()` 和 `indexOfEnumerator()`。

`int QMetaObject::enumeratorOffset() const`

返回该类的枚举类型偏移量，即首个枚举变量的编号。

若该类没有包含枚举类型的父类，则偏移量为 0，否则偏移量是所有父类的枚举类型数量的总和。

另请参阅: `enumerator()`、`enumeratorCount()` 和 `indexOfEnumerator()`。

`int QMetaObject::indexOfClassInfo(const char *name) const`

查找名为 `name` 的类型信息条目并返回其编号，未找到则返回-1。

另请参阅: `classInfo()`、`classInfoCount()` 和 `classInfoOffset()`。

`int QMetaObject::indexOfConstructor(const char *constructor) const`

查找名为 `constructor` 的构造函数并返回其编号，未找到则返回-1。

注意: `constructor` 需要为规范化的格式，如 `normalizedSignature()` 的返回值。

该函数在 Qt 4.5 中被引入。

另请参阅: `constructor()`、`constructorCount()` 和 `normalizedSignature()`。

`int QMetaObject::indexOfEnumerator(const char *name) const`

查找名为 *name* 的枚举类型并返回其编号，未找到则返回-1。

注意: `enumerator()`, `enumeratorCount()` 和 `enumeratorOffset()`。

```
int QMetaObject::indexOfMethod(const char *method) const
```

查找名为 *method* 的方法并返回其编号，未找到则返回-1。

注意: *method* 需要为规范化的格式，如 `normalizedSignature()` 的返回值。

另请参阅: `method()`、`methodCount()`、`methodOffset()` 和 `normalizedSignature()`。

```
int QMetaObject::indexOfProperty(const char *name) const
```

查找名为 *name* 的属性并返回其编号，未找到则返回-1。

另请参阅: `property()`、`propertyCount()` 和 `propertyOffset()`。

```
int QMetaObject::indexOfSignal(const char *signal) const
```

查找名为 *name* 的信号并返回其编号，未找到则返回-1。

此方法与 `indexOfMethod()` 相似，区别是若该方法存在但并非信号函数，则会返回 -1。

注意: *signal* 需要为规范化的格式，如 `normalizedSignature()` 的返回值。

另请参阅: `indexOfMethod()`、`normalizedSignature()`，`method()`、`methodCount()` 和 `methodOffset()`。

```
int QMetaObject::indexOfSlot(const char *slot) const
```

查找名为 *name* 的槽并返回其编号，未找到则返回-1。

此方法与 `indexOfMethod()` 相似，区别是若该方法存在但并非槽函数，则会返回 -1。

另请参阅: `indexOfMethod()`、`method()`、`methodCount()` 和 `methodOffset()`。

```
bool QMetaObject::inherits(const QMetaObject *metaObject) const
```

若该 `QMetaObject` 继承自 *metaObject* 描述的类型，则返回 `true`，否则返回 `false`。

一个类型被认为是继承自它自己的。

该函数在 Qt 5.7 中被引入。

```
[static] bool QMetaObject::invokeMethod(QObject *obj, const char *member, Qt::ConnectionType type, QGenericReturnArgument ret, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(nullptr), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument())
```

通过 *obj* 对象动态调用它的 *member* 方法（或者信号和槽），若调用成功则返回 `true`，若该对象没有此方法或参数不匹配则返回 `false`。

该调用可以是同步或异步的，由 *type* 决定：

- 若 `type` 是 `Qt::DirectConnection`, 则该方法会被立即执行。
- 若 `type` 是 `Qt::QueuedConnection`, 则会发送一个 `QEvent`, 该方法会在应用进入该对象所属线程的主事件循环后执行。
- 若 `type` 是 `Qt::BlockingQueuedConnection`, 则该方法会通过 `Qt::QueuedConnection` 相同的方式执行, 此外当前线程会被阻塞, 直到该事件被响应。使用此方法在相同线程的对象间通信会导致死锁。
- 若 `type` 是 `Qt::AutoConnection`, 当 `obj` 与调用者处于相同线程中时, 该方法会被同步执行, 否则会被异步执行。

`member` 函数的返回值会被存放在 `ret` 中。若调用方式是异步, 则返回值无法被获取。最多可以传递十个参数 (`val0`, `val1`, `val2`, `val3`, `val4`, `val5`, `val6`, `val7`, `val8` 和 `val9`) 至 `member` 函数。

`QGenericArgument` 和 `QGenericReturnArgument` 是内部的辅助类。为了动态调用信号槽, 您需要将参数通过 `Q_ARG()` 和 `Q_RETURN_ARG()` 宏进行封装。`Q_ARG()` 接受一个类型名称和一个该类型的不可变引用; `Q_RETURN_ARG()` 接受一个类型名称和一个该类型的可变引用。

您只需要将信号槽的名称传递至本函数, 无需传递完整的签名。

例如, 异步调用某个 `QThread` 对象的 `quit()` 槽需要的代码如下:

```
QMetaObject::invokeMethod(thread, "quit",
                           Qt::QueuedConnection);
```

当异步调用方法时, 传递的参数必须被 `Qt` 的元对象系统所知悉, 因为 `Qt` 需要在后台事件中拷贝并保存它们。如果您使用队列连接时遇到下述错误信息:

```
QMetaObject::invokeMethod: Unable to handle unregistered datatype 'MyType'
```

则在调用 `invokeMethod()` 之前通过 `qRegisterMetaType()` 来注册该数据类型。

若想通过 `obj` 对象同步调用 `compute(QString, int, double)` 槽, 则代码如下:

```
QString retVal;
QMetaObject::invokeMethod(obj, "compute", Qt::DirectConnection,
                           Q_RETURN_ARG(QString, retVal),
                           Q_ARG(QString, "sqrt"),
                           Q_ARG(int, 42),
                           Q_ARG(double, 9.7));
```

若 `compute` 槽通过特定顺序没有完整获取到一个 `QString`、一个 `int` 和一个 `double`, 则此调用会失败。

注意: 此方法是线程安全的。

另请参阅: `Q_ARG()`、`Q_RETURN_ARG()`、`qRegisterMetaType()` 和 `QMetaMethod::invoke()`。

```
[static] bool QMetaObject::invokeMethod(QObject *obj, const char *member,
QGenericReturnArgument ret, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0),
QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 =
QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(),
QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 =
QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgu-
```

```
ment val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument())
```

此函数是 `invokeMethod()` 的重载。

此重载始终通过 `Qt::AutoConnection` 调用对应方法。

注意：此方法是线程安全的。

```
[static] bool QMetaObject::invokeMethod(QObject *obj, const char *member, Qt::ConnectionType type, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument())
```

此函数是 `invokeMethod()` 的重载。

此重载用于不关心对返回值的场合。

注意：此方法是线程安全的。

```
[static] bool QMetaObject::invokeMethod(QObject *obj, const char *member, QGenericArgument val0 = QGenericArgument(0), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument())
```

此函数是 `invokeMethod()` 的重载。

此重载通过 `Qt::AutoConnection` 调用对应方法，并忽略返回值。

注意：此方法是线程安全的。

```
[static] template <typename Functor, typename FunctorReturnType> bool QMetaObject::invokeMethod(QObject *context, Functor function, Qt::ConnectionType type = Qt::AutoConnection, FunctorReturnType *ret = nullptr)
```

此函数是 `invokeMethod()` 的重载。

通过 `type` 方式在 `context` 所属的事件循环中动态调用 `function`。`function` 可以是一个仿函数或成员函数指针。若该函数可被动态调用则返回 `true`，当该函数不存在或参数不匹配时返回 `false`。函数的返回值将被保存至 `ret` 中。

注意：此方法是线程安全的。

该函数在 Qt 5.10 中被引入。

```
[static] template <typename Functor, typename FunctorReturnType> bool QMetaObject::invokeMethod(QObject *context, Functor function, FunctorReturnType *ret)
```

此函数是 `invokeMethod()` 的重载。

通过 `Qt::AutoConnection` 方式动态调用 *function*。*function* 可以是一个仿函数或成员函数指针。若该函数可被动态调用则返回 `true`，当该函数不存在或参数不匹配时返回 `false`。函数的返回值将被保存至 *ret* 中。

注意：此方法是线程安全的。

该函数在 Qt 5.10 中被引入。

`QMetaMethod QMetaObject::method(int index) const`

返回指定 *index* 的方法的元数据。

另请参阅：`methodCount()`、`methodOffset()` 和 `indexOfMethod()`。

`int QMetaObject::methodCount() const`

返回该类中方法的数量，包括所有基类的方法个数。除了常规成员函数外，也包含信号函数和槽函数。

使用下述代码来将所给类的所有方法签名存储至 `QStringList`：

```
const QMetaObject* metaObject = obj->metaObject();
QStringList methods;
for(int i = metaObject->methodOffset(); i < metaObject->methodCount(); ++i)
    methods << QString::fromLatin1(metaObject->method(i).methodSignature());
```

另请参阅：`method()`、`methodOffset()` 和 `indexOfMethod()`。

`int QMetaObject::methodOffset() const`

返回类方法在该类中的偏移量，即第一个类方法的编号。

该偏移量是所有父类的方法数总和（因此总为正数，因为 `QObject` 有 `deleteLater()` 槽和 `destroyed()` 信号）。

另请参阅：`method()`、`methodCount()` 和 `indexOfMethod()`。

`QObject *QMetaObject::newInstance(QGenericArgument val0 = QGenericArgument(nullptr), QGenericArgument val1 = QGenericArgument(), QGenericArgument val2 = QGenericArgument(), QGenericArgument val3 = QGenericArgument(), QGenericArgument val4 = QGenericArgument(), QGenericArgument val5 = QGenericArgument(), QGenericArgument val6 = QGenericArgument(), QGenericArgument val7 = QGenericArgument(), QGenericArgument val8 = QGenericArgument(), QGenericArgument val9 = QGenericArgument()) const`

构造一个此类的新实例。您可以传递最多十个参数 (`val0`, `val1`, `val2`, `val3`, `val4`, `val5`, `val6`, `val7`, `val8` 和 `val9`) 至构造函数。返回构造的新对象，若没有合适的构造函数则返回 `nullptr`。

注意：只有通过 `Q_INVOKABLE` 修饰符声明的构造函数才能在元对象系统中使用。

该函数在 Qt 4.5 中被引入。

另请参阅：`Q_ARG()` 和 `constructor()`。


```
[static] QByteArray QMetaObject::normalizedSignature(const char *method)
```

将给予的 *method* 进行规范化。

Qt 使用规范化的签名来判断两个给定的信号和槽是否匹配。规范化操作会将空格减到最少，将 `const` 适当前移，移除值类型的 `const`，并将不可变引用替换为值类型。

另请参阅: `checkConnectArgs()` 和 `normalizedType()`。

```
[static] QByteArray QMetaObject::normalizedType(const char *type)
```

将 *type* 规范化。

请参阅 `QMetaObject::normalizedSignature()` 中关于 Qt 如何进行规范化的描述。

范例:

```
QByteArray normType = QMetaObject::normalizedType("_int____const__*");  
// 规范化的类型将为 "const int*"
```

该函数在 Qt 4.2 中被引入。

另请参阅: `normalizedSignature()`。

```
QMetaProperty QMetaObject::property(int index) const
```

返回指定 *index* 的属性的元数据。若该属性不存在，则返回空的 `QMetaProperty` 对象。

另请参阅: `propertyCount()`、`propertyOffset()` 和 `indexOfProperty()`。

```
int QMetaObject::propertyCount() const
```

返回该类中属性的类型，包括所有基类的属性个数。

使用如下代码来将给定类的所有属性名称保存至 `QStringList`:

```
const QMetaObject* metaObject = obj->metaObject();  
QStringList properties;  
for(int i = metaObject->propertyOffset(); i < metaObject->propertyCount(); ++i)  
    properties << QString::fromLatin1(metaObject->property(i).name());
```

另请参阅: `property()`、`propertyOffset()` 和 `indexOfProperty()`。

```
int QMetaObject::propertyOffset() const
```

返回类属性在该类中的偏移量，即第一条类属性的编号。

该偏移量包含所有父类的类属性数量总和（因此总为正数，因为 `QObject` 有 `name()` 属性）。

另请参阅: `property()`、`propertyCount()` 和 `indexOfProperty()`。

```
const QMetaObject *QMetaObject::superClass() const
```

返回父类的元对象，若不存在则返回 `nullptr`。

另请参阅: `className()`。

```
QMetaProperty QMetaObject::userProperty() const
```

返回 `USER` 标志位为 `true` 的元属性。

该函数在 Qt 4.2 中被引入。

另请参阅: `QMetaProperty::isUser()`。

38.7 宏定义文档

`QGenericArgument Q_ARG(Type, const Type &value)`

该宏接受一个 `type` 和一个该类型的 `value` 参数,

返回一个用于传递至 `QMetaObject::invokeMethod()` 的 `QGenericArgument` 对象。

另请参阅: `Q_RETURN_ARG()`。

`QGenericReturnArgument Q_RETURN_ARG(Type, Type &value)`

该宏接受一个 `Type` 和一个该类型的可变引用 `value` 参数,

返回一个用于传递至 `QMetaObject::invokeMethod()` 的包含该类型的 `QGenericReturnArgument` 对象。

另请参阅: `Q_ARG()`。

第三十九章 Connection

QMetaObject::Connection 类。

39.1 公共成员函数

返回类型	函数
	Connection(Connection &&o)
	Connection(const Connection &other)
	Connection()
Connection	operator=(Connection &&other)
Connection	operator=(const Connection &other) ~Connection()
bool	operator bool() const

39.2 详细描述

代表一组信号槽（或信号-仿函数）连接的句柄。

此类可被用于检查连接是否有效，或通过 `QObject::disconnect()` 断开连接。对于不具备上下文对象的信号-仿函数连接，这是唯一的断开连接的方式。

由于 `Connection` 仅仅是一个句柄，当被销毁或重新赋值时，底层的信号槽连接不会被影响。

39.3 成员函数文档

`Connection::Connection(Connection &&o)`

移动构造函数，将其指向 `o` 原先指向的对象。

`Connection::Connection(const Connection &other)`

生成 `other` 连接的句柄的一份拷贝。

`Connection::Connection()`

创建一个空的连接实例。

```
Connection &Connection::operator=(Connection &&other)
```

将 **other** 转移赋值至本对象，并返回本对象的引用。

```
Connection &Connection::operator=(const Connection &other)
```

将 **other** 赋值给本对象，并返回本对象的引用。

```
Connection::~~Connection()
```

QMetaObject::Connection 的析构函数。

```
bool Connection::operator bool() const
```

若该对象有效，则返回 **true**。

若 QObject::connect 成功，则该连接是有效的；若 QObject::connect 无法找到对应的信号槽或参数不匹配，则该连接无效。

第四十章 QMetaProperty

QMetaProperty 类提供了对应一条属性的元数据。更多内容...

属性	方法
头文件	<code>#include <QMetaProperty></code>
qmake:	<code>QT += core</code>

40.1 公共成员函数

返回类型	函数
QMetaEnum	enumerator() const
bool	hasNotifySignal() const
bool	isConstant() const
bool	isDesignable(const QObject *object = nullptr) const
bool	isEnumType() const
bool	isFinal() const
bool	isFlagType() const
bool	isReadable() const
bool	isRequired() const
bool	isResettable() const
bool	isScriptable(const QObject *object = nullptr) const
bool	isStored(const QObject *object = nullptr) const
bool	isUser(const QObject *object = nullptr) const
bool	isValid() const
bool	isWritable() const
const char *	name() const
QMetaMethod	notifySignal() const
int	notifySignalIndex() const
int	propertyIndex() const
QVariant	read(const QObject *object) const
QVariant	readOnGadget(const void *gadget) const

int	relativePropertyIndex() const
bool	reset(QObject *object) const
bool	resetOnGadget(void *gadget) const
int	revision() const
QVariant::Type	type() const
const char *	typeName() const
int	userType() const
bool	write(QObject *object, const QVariant &value) const
bool	writeOnGadget(void *gadget, const QVariant &value) const

40.2 详细描述

属性元数据可通过对象的元对象获取。详见 `QMetaObject::property()` 和 `QMetaObject::propertyCount`。

40.2.1 属性元数据

属性具有 `name()` 和 `type()`, 并且有不同的成员来表示其外在表现: `isReadable()`、`isWritable()`、`isDesignable()`、`isScriptable()`、`revision()` 和 `isStored()`。

若该属性是枚举变量, 则 `isEnumType()` 返回 `true`; 若该属性是枚举, 同时也是标志位 (即可通过或运算合并多个值), 则 `isEnumType()` 和 `isFlagType()` 都返回 `true`。这些类型的枚举值可以通过 `enumerator()` 查询。

属性的值通过 `read()`、`write()` 和 `reset()` 来获取或设置, 也可以通过 `QObject` 的 `get` 和 `set` 函数来操作, 详见 `QObject::setProperty()` 和 `QObject::property()`。

40.2.2 拷贝与赋值

`QMetaProperty` 对象可以通过传值方式拷贝, 与此同时, 每份副本内部都会指向相同的属性元数据。

另请参阅: `QMetaObject`, `QMetaEnum`, `QMetaMethod` 和 Qt 属性系统。

40.3 成员函数文档

`QMetaEnum QMetaProperty::enumerator() const`

若该属性是枚举类型, 则返回对应的枚举器, 否则返回未定义值。

另请参阅: `isEnumType()` 和 `isFlagType()`。

`bool QMetaProperty::hasNotifySignal() const`

若该属性有对应的通知信号则返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅: `notifySignal()`。

```
bool QMetaProperty::isConstant() const
```

若该属性在 `Q_PROPERTY()` 中被标记为 `CONSTANT` 则返回 `true`，否则返回 `false`。

本函数在 Qt 4.6 中被引入。

```
bool QMetaProperty::isDesignable(const QObject *object = nullptr) const
```

若该属性可被设计师 (Qt Designer) 编辑则返回 `true`，否则返回 `false`。

若 `object` 未被指定，则当 `Q_PROPERTY()` 的 `DESIGNABLE` 标记被指定为 `false` 时，此函数返回 `false`；其它情况下返回 `true`（若该标记被指定为 `true`，或指定为某个函数，或指定为表达式）。

另请参阅: `isScriptable()` 和 `isStored()`。

```
bool QMetaProperty::isEnumType() const
```

若该属性是枚举类型则返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅: `enumerator()` 和 `isFlagType()`。

```
bool QMetaProperty::isFinal() const
```

若该属性在 `Q_PROPERTY()` 中被标记为 `FINAL` 则返回 `true`，否则返回 `false`。

本函数在 Qt 4.6 中被引入。

```
bool QMetaProperty::isFlagType() const
```

若该属性是标志位则返回 `true`，否则返回 `false`。

标志位可以通过或运算合并多个值。标志位通常也是枚举类型。

另请参阅: `isEnumType()`，`enumerator()` 和 `QMetaEnum::isFlag()`。

```
bool QMetaProperty::isReadable() const
```

若该属性可被读取则返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅: `isWritable()`，`read()` 和 `isValid()`。

```
bool QMetaProperty::isRequired() const
```

若该属性在 `Q_PROPERTY()` 中被标记为 `REQUIRED` 则返回 `true`，否则返回 `false`。

本函数在 Qt 5.15 中被引入。

```
bool QMetaProperty::isResettable() const
```

若该属性可被重置为默认值则返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅: `reset()`。

```
bool QMetaProperty::isScriptable(const QObject *object = nullptr) const
```

若该属性可被脚本化则返回 `true`，否则返回 `false`。

若 `object` 未被指定, 则当 `Q_PROPERTY()` 的 `SCRIPTABLE` 标记被指定为 `false` 时, 此函数返回 `false`; 其它情况下返回 `true` (若该标记被指定为 `true`, 或指定为某个函数, 或指定为表达式)。

另请参阅: `isDesignable()` 和 `isStored()`。

```
bool QMetaProperty::isStored(const QObject *object = nullptr) const
```

若该属性可存储则返回 `true`, 否则返回 `false`。

若 `object` 未被指定, 则当 `Q_PROPERTY()` 的 `STORED` 标记被指定为 `false` 时, 此函数返回 `false`; 其它情况下返回 `true` (若该标记被指定为 `true`, 或指定为某个函数, 或指定为表达式)。

另请参阅: `isDesignable()` 和 `isScriptable()`。

```
bool QMetaProperty::isUser(const QObject *object = nullptr) const
```

若该属性被设计为 `USER` 性质则返回 `true`, 即可以在 `object` 中被用户编辑, 或在某些方面很重要; 其它情况下返回 `false`。例如, `QLineEdit` 的 `text` 属性是 `USER` 可编辑的。

若 `object` 是 `nullptr`, 则当 `Q_PROPERTY()` 的 `STORED` 标记被指定为 `false` 时, 此函数返回 `false`; 其它情况下返回 `true`。

另请参阅: `QMetaObject::userProperty()`, `isDesignable()` 和 `isScriptable()`。

```
bool QMetaProperty::isValid() const
```

若该属性是有效的 (可读) 则返回 `true`, 否则返回 `false`。

另请参阅: `isReadable()`。

```
bool QMetaProperty::isWritable() const
```

若该属性可被写入则返回 `true`, 否则返回 `false`。

另请参阅: `isReadable()` 和 `write()`。

```
const char *QMetaProperty::name() const
```

返回本属性的名称。

另请参阅: `type()` 和 `typeName()`。

```
QMetaMethod QMetaProperty::notifySignal() const
```

若已为本属性指定数值修改时发送的通知信号, 则返回该通知信号对应的 `QMetaMethod` 实例, 否则返回无效的 `QMetaMethod` 对象。

本函数在 Qt 4.5 中被引入。

另请参阅: `hasNotifySignal()`。

```
int QMetaProperty::notifySignalIndex() const
```

若已为本属性指定数值修改时发送的通知信号, 则返回该通知信号的索引编号, 否则返回 `-1`。

本函数在 Qt 4.6 中被引入。

另请参阅: `hasNotifySignal()`。

```
int QMetaProperty::propertyIndex() const
```

返回本属性的索引编号。

本函数在 Qt 4.6 中被引入。

```
QVariant QMetaProperty::read(const QObject *object) const
```

读取给定的 `object` 中的本属性，若可以读取则返回属性值，否则返回无效的 `QVariant`。

另请参阅: `write()`, `reset()` 和 `isReadable()`。

```
QVariant QMetaProperty::readOnGadget(const void *gadget) const
```

读取给定的 `gadget` 中的本属性，若可以读取则返回属性值，否则返回无效的 `QVariant`。

当且仅当本属性是 `Q_GADGET` 中的属性时，才可使用此函数。

本函数在 Qt 5.5 中被引入。

```
int QMetaProperty::relativePropertyIndex() const
```

返回本属性在对应的元对象中的相对索引编号。

本函数在 Qt 5.14 中被引入。

```
bool QMetaProperty::reset(QObject *object) const
```

通过重置方法重置给定的 `object` 中的本属性。若重置成功则返回 `true`，否则返回 `false`。

重置方法是可选的，只有少量属性支持重置。

另请参阅: `read()` 和 `write()`。

```
bool QMetaProperty::resetOnGadget(void *gadget) const
```

通过重置方法重置给定的 `gadget` 中的本属性。若重置成功则返回 `true`，否则返回 `false`。

重置方法是可选的，只有少量属性支持重置。

当且仅当本属性是 `Q_GADGET` 中的属性时，才可使用此函数。

本函数在 Qt 5.5 中被引入。

```
int QMetaProperty::revision() const
```

若该属性被 `REVISION` 标记，则返回对应的版本，否则返回 `0`。

本函数在 Qt 5.1 中被引入。

```
QVariant::Type QMetaProperty::type() const
```

返回本属性的类型。返回值是 `QVariant::Type` 的枚举值之。

另请参阅: `userType()`, `typeName()` 和 `name()`。

```
const char *QMetaProperty::typeName() const
```

返回本属性的类型名称。

另请参阅: `type()` 和 `name()`。


```
int QMetaProperty::userType() const
```

返回本属性的用户类型。返回值是 `QMetaType` 中注册的类型之一，若该类型未被注册则返回 `QMetaType::UnknownType`。

本函数在 Qt 4.2 中被引入。

另请参阅: `type()`, `QMetaType` 和 `typeName()`。

```
bool QMetaProperty::write(QObject *object, const QVariant &value) const
```

将 `value` 写入到给定的 `object` 的本属性中，若写入成功则返回 `true`，否则返回 `false`。

若 `value` 与本属性类型不一致，则会尝试进行自动转换。若本属性是可重置的，则传入空的 `QVariant()` 等价于调用 `reset()`，否则等价于设置为默认值。

另请参阅: `read()`, `reset()` 和 `isWritable()`。

```
bool QMetaProperty::writeOnGadget(void *gadget, const QVariant &value) const
```

将 `value` 写入到给定的 `gadget` 的本属性中，若写入成功则返回 `true`，否则返回 `false`。

当且仅当本属性是 `Q_GADGET` 中的属性时，才可使用此函数。

本函数在 Qt 5.5 中被引入。

第四十一章 QMetaType

QMetaType 类管理元对象系统中的注名类型。更多内容...

属性	方法
头文件	<code>#include <QMetaType></code>
qmake:	<code>QT += core</code>

注意：此类中所有函数都是线程安全的。

41.1 公共成员类型

类型	名称
enum	Type { Void, Bool, Int, UInt, Double, ..., UnknownType }
enum	TypeFlag { NeedsConstruction, NeedsDestruction, MovableType, IsEnumeration, PointerToQObject }
flags	TypeFlags

41.2 公共成员函数

返回类型	函数
	QMetaType(const int typeId = QMetaType::UnknownType)
	~QMetaType()
void *	construct(void *where, const void *copy = 0) const
void *	create(const void *copy = 0) const
void	destroy(void *data) const
void	destruct(void *data) const
QMetaType::TypeFlags	flags() const
int	id() const
bool	isRegistered() const
bool	isValid() const

<code>const QMetaObject *</code>	<code>metaObject() const</code>
<code>::QByteArray</code>	<code>name() const</code>
<code>int</code>	<code>sizeof() const</code>

41.3 静态公共成员

返回类型	函数
<code>bool</code>	<code>compare(const void *lhs, const void *rhs, int typeId, int *result)</code>
<code>void *</code>	<code>construct(int type, void *where, const void *copy)</code>
<code>bool</code>	<code>convert(const void *from, int fromTypeId, void *to, int toTypeId)</code>
<code>void *</code>	<code>create(int ype, const void *copy = nullptr)</code>
<code>bool</code>	<code>debugStream(QDebug &dbg, const void *rhs, int typeId)</code>
<code>void</code>	<code>destroy(int type, void *data)</code>
<code>void</code>	<code>ddestruct(int type, void *where)</code>
<code>bool</code>	<code>equals(const void *lhs, const void *rhs, int typeId, int *result)</code>
<code>QMetaType</code>	<code>fromType()</code>
<code>bool</code>	<code>hasRegisteredComparators()</code>
<code>bool</code>	<code>hasRegisteredComparators(int typeId)</code>
<code>bool</code>	<code>hasRegisteredConverterFunction(int fromTypeId, int toTypeId)</code>
<code>bool</code>	<code>hasRegisteredConverterFunction()</code>
<code>bool</code>	<code>hasRegisteredDebugStreamOperator()</code>
<code>bool</code>	<code>hasRegisteredDebugStreamOperator(int typeId)</code>
<code>bool</code>	<code>load(QDataStream &stream, int type, void *data)</code>
<code>const QMetaObject *</code>	<code>metaObjectForType(int type)</code>
<code>bool</code>	<code>registerComparators()</code>
<code>bool</code>	<code>registerConverter()</code>
<code>bool</code>	<code>registerConverter(MemberFunction function)</code>
<code>bool</code>	<code>registerConverter(MemberFunctionOk function)</code>
<code>bool</code>	<code>registerConverter(UnaryFunction function)</code>
<code>bool</code>	<code>registerDebugStreamOperator()</code>
<code>bool</code>	<code>registerEqualsComparator()</code>
<code>bool</code>	<code>save(QDataStream &stream, int type, const void *data)</code>
<code>int</code>	<code>sizeof(int type)</code>

int	type(const char *typeName)
int	type(const ::QByteArray &typeName)
QMetaType::TypeFlags	typeFlags(int type)
const char *	typeName(int typeId)

41.4 相关非成员函数

返回类型	函数
int	qMetaTypeId()
int	qRegisterMetaType(const char *typeName)
int	qRegisterMetaType()
void	qRegisterMetaTypeStreamOperators(const char *typeName)
bool	operator!=(const QMetaType &a, const QMetaType &b)
bool	operator==(const QMetaType &a, const QMetaType &b)

41.5 宏定义

宏定义
Q_DECLARE_ASSOCIATIVE_CONTAINER_METATYPE(Container)
Q_DECLARE_METATYPE(Type)
Q_DECLARE_OPAQUE_POINTER(PointerType)
Q_DECLARE_SEQUENTIAL_CONTAINER_METATYPE(Container)
Q_DECLARE_SMART_POINTER_METATYPE(SmartPointer)

41.6 详细描述

此类是一个辅助类, 被用作序列化 `QVariant` 以及队列连接信号槽中的类型。它将类型名称关联到对应类型, 以支持运行时动态创建和销毁此类型。通过 `Q_DECLARE_METATYPE()` 声明新类型, 让它可以被 `QVariant` 和其它模板函数 (`qMetaTypeId()` 等) 使用。调用 `qRegisterMetaType()` 来让其可以被非模板型函数使用, 如信号槽的队列连接。

任何包含一个公共默认构造函数、一个公共拷贝构造函数、一个默认析构函数的类或结构体都可以被注册为元类型。

下述代码展示了如何分配和销毁一个 `MyClass` 的实例:

```
int id = QMetaType::type("MyClass");
if (id != QMetaType::UnknownType) {
    void *myClassPtr = QMetaType::create(id);
    ...
}
```

```

    QMetaType::destroy(id, myClassPtr);
    myClassPtr = 0;
}

```

若我们想让流运算符 `operator«()` 和 `operator»()` 可被用于存储了自定义类型的 `QVariant` 对象, 则这个自定义类型必须提供 `operator«()` 和 `operator»()` 运算符重载。

另请参阅: `Q_DECLARE_METATYPE()`, `QVariant::setValue()`, `QVariant::value()` 和 `QVariant::fromValue()`。

41.7 成员类型文档

enum `QMetaType::Type`

下表是 `QMetaType` 内置支持的类型:

常量	数值	描述
<code>QMetaType::Void</code>	43	<code>void</code>
<code>QMetaType::Bool</code>	1	<code>bool</code>
<code>QMetaType::Int</code>	2	<code>int</code>
<code>QMetaType::UInt</code>	3	<code>unsigned int</code>
<code>QMetaType::Double</code>	6	<code>double</code>
<code>QMetaType::QChar</code>	7	<code>QChar</code>
<code>QMetaType::QString</code>	10	<code>QString</code>
<code>QMetaType::QByteArray</code>	12	<code>QByteArray</code>
<code>QMetaType::Nullptr</code>	51	<code>std::nullptr_t</code>
<code>QMetaType::VoidStar</code>	31	<code>void *</code>
<code>QMetaType::Long</code>	32	<code>long</code>
<code>QMetaType::LongLong</code>	4	<code>long long</code>
<code>QMetaType::Short</code>	33	<code>short</code>
<code>QMetaType::Char</code>	34	<code>char</code>
<code>QMetaType::ULong</code>	35	<code>unsigned long</code>
<code>QMetaType::ULongLong</code>	5	<code>unsigned long long</code>
<code>QMetaType::UShort</code>	36	<code>unsigned short</code>
<code>QMetaType::SChar</code>	40	<code>signed char</code>
<code>QMetaType::UChar</code>	37	<code>unsigned char</code>
<code>QMetaType::Float</code>	38	<code>float</code>
<code>QMetaType::QObjectStar</code>	39	<code>QObject *</code>
<code>QMetaType::QVariant</code>	41	<code>QVariant</code>
<code>QMetaType::QCursor</code>	74	<code>QCursor</code>
<code>QMetaType::QDate</code>	14	<code>QDate</code>
<code>QMetaType::QSize</code>	21	<code>QSize</code>
<code>QMetaType::QTime</code>	15	<code>QTime</code>

QMetaType::QVariantList	9	QVariantList
QMetaType::QPolygon	71	QPolygon
QMetaType::QPolygonF	86	QPolygonF
QMetaType::QColor	67	QColor
QMetaType::QColorSpace	87	QColorSpace (在 Qt 5.15 中被引入)
QMetaType::QSizeF	22	QSizeF
QMetaType::QRectF	20	QRectF
QMetaType::QLine	23	QLine
QMetaType::QTextLength	77	QTextLength
QMetaType::QStringList	11	QStringList
QMetaType::QVariantMap	8	QVariantMap
QMetaType::QVariantHash	28	QVariantHash
QMetaType::QIcon	69	QIcon
QMetaType::QPen	76	QPen
QMetaType::QLineF	24	QLineF
QMetaType::QTextFormat	78	QTextFormat
QMetaType::QRect	19	QRect
QMetaType::QPoint	25	QPoint
QMetaType::QUrl	17	QUrl
QMetaType::QRegExp	27	QRegExp
QMetaType::QRegularExpression	44	QRegularExpression
QMetaType::QDateTime	16	QDateTime
QMetaType::QPointF	26	QPointF
QMetaType::QPalette	68	QPalette
QMetaType::QFont	64	QFont
QMetaType::QBrush	66	QBrush
QMetaType::QRegion	72	QRegion
QMetaType::QBitArray	13	QBitArray
QMetaType::QImage	70	QImage
QMetaType::QKeySequence	75	QKeySequence
QMetaType::QSizePolicy	121	QSizePolicy
QMetaType::QPixmap	65	QPixmap
QMetaType::QLocale	18	QLocale
QMetaType::QBitmap	73	QBitmap
QMetaType::QMatrix	79	QMatrix
QMetaType::QTransform	80	QTransform
QMetaType::QMatrix4x4	81	QMatrix4x4
QMetaType::QVector2D	82	QVector2D
QMetaType::QVector3D	83	QVector3D
QMetaType::QVector4D	84	QVector4D

QMetaType::QQuaternion	85	QQuaternion
QMetaType::QEasingCurve	29	QEasingCurve
QMetaType::QJsonValue	45	QJsonValue
QMetaType::QJsonObject	46	QJsonObject
QMetaType::QJsonArray	47	QJsonArray
QMetaType::QJsonDocument	48	QJsonDocument
QMetaType::QCborValue	53	QCborValue
QMetaType::QCborArray	54	QCborArray
QMetaType::QCborMap	55	QCborMap
QMetaType::QCborSimpleType	52	QCborSimpleType
QMetaType::QModelIndex	42	QModelIndex
QMetaType::QPersistentModelIndex	50	QPersistentModelIndex (在 Qt 5.5 中被引入)
QMetaType::Uuid	30	Uuid
QMetaType::QByteArrayList	49	QByteArrayList
QMetaType::User	1024	用户类型的基础值 (译者注: 即起始值)
QMetaType::UnknownType	0	这是无效的类型编号, QMetaType 会在类型未注册时返回此值。

可以使用 `Q_DECLARE_METATYPE()` 注册额外的类型。

另请参阅: `type()` 和 `typeName()`。

.....

```
enum QMetaType::TypeFlag
```

```
flags QMetaType::TypeFlags
```

此枚举类型描述了被 `QMetaType` 支持的类型的属性

常量	数值	描述
QMetaType::NeedsConstruction	0x1	此类型具有非平凡的构造函数。若某类型不具备此标志, 则可通
QMetaType::NeedsDestruction	0x2	此类型非平凡的析构函数。若某类型不具备此标志, 则丢弃对象
QMetaType::MovableType	0x4	具有此标志的类型实例可以通过 <code>memcpy()</code> 安全地移动。
QMetaType::IsEnumeration	0x10	此类型是枚举值。
QMetaType::PointerToQObject	0x8	此类型是指向继承自 <code>QObject</code> 的类型的指针。

TypeFlags 类型是 `QFlags<TypeFlag>` 的别名, 支持通过或操作合并不同的 **TypeFlag** 值。

41.8 成员函数文档

```
QMetaType::QMetaType(const int typeId = QMetaType::UnknownType)
```

构造一个包含 `typeId` 对应的类型信息的 `QMetaType` 对象。

注意：默认参数在 Qt 5.15 中被引入。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

`QMetaType::~~QMetaType()`

析构此对象。

```
[static] bool QMetaType::compare(const void *lhs, const void *rhs, int  
typeId, int *result)
```

比较 lhs 和 rhs 对象，双方都需要是 typeId 中的类型。result 会被设为小于、等于或大于零，表示 lhs 小于、等于或大于 rhs。若比较成功则返回 true，否则返回 false。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

```
[static] void *QMetaType::construct(int type, void *where, const void  
*copy)
```

在给定的内存地址 where 上构造对应 type 类型的对象，该对象是 copy 的副本，并返回 where。若 copy 是空指针，则执行默认构造。

这是用于显示管理存储 type 类型对象的内存的底层函数。若不需要此类底层控制，则考虑使用 create() 函数（也就是指，使用 new 而非 placement new）。

您必须确保 where 指向的内存区域大小足够存储 type 对应的数据，并且 where 地址需要对齐，对应类型的大小可通过 sizeof() 获取。

内存对齐的规则是对齐至类型的自然边界，也就是大于等于类型大小的 2 的 n 次方值，直至平台有效对齐宽度上限为止。对于特定用途来说，超过 2 * sizeof(void*) 的对齐宽度只是某些特定硬件指令所必需的（例如，x86 平台中对齐后的 SSE 读取和存储）。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅：destruct() 和 sizeof()。

```
void *QMetaType::construct(void *where, const void *copy = 0) const
```

在给定的内存地址 where 上构造此 QMetaType 类型的对象，该对象是 copy 的副本，并返回 where。若 copy 是空指针，则执行默认构造。

这是用于显示管理存储 type 类型对象的内存的底层函数。若不需要此类底层控制，则考虑使用 create() 函数（也就是指，使用 new 而非 placement new）。

您必须确保 where 指向的内存区域大小足够存储 type 对应的数据，并且 where 地址需要对齐，对应类型的大小可通过 sizeof() 获取。

内存对齐的规则是对齐至类型的自然边界，也就是大于等于类型大小的 2 的 n 次方值，直至平台有效对齐宽度上限为止。对于特定用途来说，超过 2 * sizeof(void*) 的对齐宽度只是某些特定硬件指令所必需的（例如，x86 平台中对齐后的 SSE 读取和存储）。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

```
[static] bool QMetaType::convert(const void *from, int fromTypeId, void  
*to, int toTypeId)
```


将 `from` 对象从 `fromTypeId` 转换至 `toTypeId` 并存储到预分配空间 `to` 中。若转换成功则返回 `true`，否则返回 `false`。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

```
[static] void *QMetaType::create(int type, const void *copy = nullptr)
```

假设 `copy` 的类型是 `type`，返回它的拷贝。若 `copy` 是空指针，则返回默认构造的实例。

另请参阅: `destroy()`，`isRegistered()` 和 `Type`。

```
void *QMetaType::create(const void *copy = 0) const
```

假设 `copy` 的类型是此 `QMetaType`，返回它的拷贝。若 `copy` 是空指针，则返回默认构造的实例。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `QMetaType::destroy()`。

```
[static] bool QMetaType::debugStream(QDebug &dbg, const void *rhs, int typeId)
```

将 `typeId` 类型的 `rhs` 对象输出至调试流 `debug`，输出成功则返回 `true`，否则返回 `false`。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

```
[static] void QMetaType::destroy(int type, void *data)
```

假设 `data` 的类型是 `type`，销毁该对象。

另请参阅: `create()`，`isRegistered()` 和 `Type`。

```
void QMetaType::destroy(void *data) const
```

假设 `data` 的类型是此 `QMetaType`，销毁该对象。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `QMetaType::create()`。

```
[static] void QMetaType::destruct(int type, void *where)
```

假设 `where` 地址中存储的对象类型是 `type`，销毁该对象。

与 `destroy()` 不同，此函数只会执行该类型的析构函数，但不会执行 `delete` 运算符（译者注：即不会释放内存，与 `placement new` 相同机制）。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `construct()`。

```
void QMetaType::destruct(void *data) const
```

假设 `data` 地址中存储的对象类型是此 `QMetaType`，销毁该对象。

与 `destroy()` 不同，此函数只会执行该类型的析构函数，但不会执行 `delete` 运算符（译者注：即不会释放内存，与 `placement new` 相同机制）。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `QMetaType::construct()`。

```
[static] bool QMetaType::equals(const void *lhs, const void *rhs, int  
typeId, int *result)
```

比较 `lhs` 和 `rhs` 对象, 双方都需要是 `typeId` 中的类型。若 `lhs` 等于 `rhs`, 则 `result` 会被设为零。若比较成功则返回 `true`, 否则返回 `false`。

此函数在 Qt 5.5 中被引入。

```
QMetaType::TypeFlags QMetaType::flags() const
```

返回此 `QMetaType` 实例的类型标志。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `QMetaType::TypeFlags` 和 `QMetaType::typeFlags()`。

```
[static] template <typename T> QMetaType QMetaType::fromType()
```

返回模板类型 `T` 对应的 `QMetaType` 实例。

此函数在 Qt 5.15 中被引入。

```
[static] template <typename T> bool QMetaType::hasRegisteredComparators()
```

若模板类型 `T` 已被注册至元对象系统则返回 `true`。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

```
[static] bool QMetaType::hasRegisteredComparators(int typeId)
```

若 `typeId` 的类型已被注册至元对象系统则返回 `true`。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

```
[static] bool QMetaType::hasRegisteredConverterFunction(int fromTypeId,  
int toTypeId)
```

若自 `fromTypeId` 到 `toTypeId` 的类型转换已被注册至元对象系统则返回 `true`。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

```
[static] template <typename From, typename To> bool QMetaType::hasRegisteredConverterF
```

若自模板类型 `From` 到 `To` 的类型转换已被注册至元对象系统则返回 `true`。

这是一个重载函数。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

```
[static] template <typename T> bool QMetaType::hasRegisteredDebugStreamOperator()
```

若自模板类型 `T` 的 `QDebug` 流运算符已被注册至元对象系统则返回 `true`。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

```
[static] bool QMetaType::hasRegisteredDebugStreamOperator(int typeId)
```

若自 `typeId` 对应类型的 `QDebug` 流运算符已被注册至元对象系统则返回 `true`。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

```
int QMetaType::id() const
```

返回此 QMetatype 实例的类型编号。

此函数在 Qt 5.13 中被引入。

```
[static] bool QMetaType::isRegistered(int type)
```

若 typeId 对应已被注册至元对象系统则返回 true, 否则返回 false。

另请参阅: type(), typeName() 和 Type。

```
bool QMetaType::isRegistered() const
```

若此 QMetaType 包含某类型的有效信息则返回 true, 否则返回 false。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

```
bool QMetaType::isValid() const
```

若此 QMetaType 包含某类型的有效信息则返回 true, 否则返回 false。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

```
[static] bool QMetaType::load(QDataStream &stream, int type, void *data)
```

从数据流 stream 中读取对应 type 类型的对象至 data 中, 若读取成功则返回 true, 否则返回 false。

此类型必须在这之前通过 qRegisterMetaType() 和 qRegisterMetaTypeStreamOperators() 完成注册。

通常来说, 您不需要显示调用此函数, 而是应使用 QVariant 的 operator»(), 该运算符依赖 load() 来传递自定义类型。

另请参阅: save() 和 qRegisterMetaTypeStreamOperators()。

```
const QMetaObject *QMetaType::metaObject() const
```

返回此类型对应的 QMetaObject。

若此类型是 QObject 子类的指针, 即 flags() 包含 QMetaType::PointerToQObject, 则此函数会返回对应类型的 QMetaObject。这可被用于结合 QMetaObject::construct (译者注: 无此函数, 请使用 QMetaObject::constructor 或 QMetaType::construct) 来创建此类型的 QObject 实例。

若此类型是 Q_GADGET, 即 flags() 包含 QMetaType::IsGadget (译者注: 文档中未给出, 但 QMetaType::TypeFlag 中的确包含此枚举值), 则此函数会返回对应类型的 QMetaObject。这可以被用于获取 QMetaMethod 和 QMetaProperty, 并将其用于此类型的对象指针上 (例如通过 QVariant::data 获取指针译者注: 文档中无此函数, 但此函数的确存在)。

若此类型是枚举, 即 flags() 包含 QMetaType::IsEnumeration, 且该枚举值是通过 Q_ENUM 注册的成员枚举类型, 则此函数会返回其所属的 QObject 对象的元对象, 否则返回 nullptr。

此函数在 Qt 5.5 中被引入。

另请参阅: QMetaType::metaObjectForType() 和 QMetaType::flags()。

```
[static] const QMetaObject *QMetaType::metaObjectForType(int type)
```

返回 `type` 类型对应的 `QMetaType::metaObject`。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `metaObject()`。

```
QByteArray QMetaType::name() const
```

返回此 `QMetaType` 对应的类型名称, 若无有效类型则返回空指针。

此函数在 Qt 5.15 中被引入。

另请参阅: `typeName()`。

```
[static] template <typename T> bool QMetaType::registerComparators()
```

将用户注册类型 `T` 的比较运算符注册至元对象系统。要求 `T` 具有 `operator==` 和 `operator<` 运算符。若注册成功则返回 `true`, 否则返回 `false`。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

```
[static] template <typename From, typename To> bool QMetaType::registerConverter()
```

将类型 `From` 到 `To` 的可能的隐式转换注册到元对象系统, 若注册成功则返回 `true`, 否则返回 `false`。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

```
[static] template <typename MemberFunction, int> bool QMetaType::registerConverter(MemberFunction)
```

这是一个重载函数。

将形如 `To From::function() const` 的成员方法 `function` 作为从 `From` 到 `To` 的转换函数注册至元对象系统, 若注册成功则返回 `true`, 否则返回 `false`。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

译者注:

第二个模板参数是官方使用 doxygen 生成文档时的变通写法, 实际代码中的函数签名是

`template<typename From, typename To> static bool registerConverter(To(From::*func) const)`。使用时无需指定 `int` 模板参数, 在函数参数中直接填入用于转换的成员函数指针即可。

```
[static] template <typename MemberFunctionOk, char> bool QMetaType::registerConverter(function)
```

这是一个重载函数。

将形如 `To From::function(bool *ok) const` 的成员方法 `function` 作为从 `From` 到 `To` 的转换函数注册至元对象系统, 若注册成功则返回 `true`, 否则返回 `false`。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

译者注:

第二个模板参数是官方使用 doxygen 生成文档时的变通写法, 实际代码中的函数签名是

```
template<typename From, typename To> static bool registerConverter(To(From::*func  
const)).
```

使用时无需指定 `char` 模板参数, 在函数参数中直接填入用于转换的成员函数指针即可。

```
[static] template <typename UnaryFunction> bool QMetaType::registerConverter(UnaryFun  
function)
```

这是一个重载函数。

将把类型 `From` 转换为类型 `To` 的一元函数 `function` 注册至元对象系统, 若注册成功则返回 `true`, 否则返回 `false`。

此函数在 Qt 5.2 中被引入。

译者注:

原文描述地非常晦涩, 实际指的是任何可被 `To dst = function(src)` 方式调用的函数对象, 包括全局函数、类静态函数、仿函数或 `lambda` 等, 比上文另外两个 `registerConverter` 的约束更为宽松。

```
[static] template <typename T> bool QMetaType::registerDebugStreamOperator()
```

将已注册类型 `T` 的 `QDebug` 流运算符注册至元对象系统, 要求类型 `T` 具备流运算符 `operator«(QDebug dbg, T)`。若注册成功则返回 `true`, 否则返回 `false`。

```
[static] template <typename T> bool QMetaType::registerEqualsComparator()
```

将已注册类型 `T` 的等号运算符注册至元对象系统, 要求类型 `T` 具备等号运算符 `operator==`。若注册成功则返回 `true`, 否则返回 `false`。

此函数在 Qt 5.5 中被引入。

```
[static] bool QMetaType::save(QDataStream &stream, int type, const void  
*data)
```

从数据流 `stream` 中读取对应 `type` 类型的对象至 `data` 中, 若读取成功则返回 `true`, 否则返回 `false`。

此类型必须在这之前通过 `qRegisterMetaType()` 和 `qRegisterMetaTypeStreamOperators()` 完成注册。

通常来说, 您不需要显示调用此函数, 而是应使用 `QVariant` 的 `operator»()`, 该运算符依赖 `load()` 来传递自定义类型。

另请参阅: `save()` 和 `qRegisterMetaTypeStreamOperators()`。

将 `type` 类型对应的 `data` 对象输出至数据流 `stream` 中, 若读取成功则返回 `true`, 否则返回 `false`。

此类型必须在这之前通过 `qRegisterMetaType()` 和 `qRegisterMetaTypeStreamOperators()` 完成注册。

通常来说, 您不需要显示调用此函数, 而是应使用 `QVariant` 的 `operator«()`, 该运算符依赖 `save()` 来传递自定义类型。

另请参阅: `load()` 和 `qRegisterMetaTypeStreamOperators()`。

```
[static] int QMetaType::sizeof(int type)
```

返回 `type` 对应类型的以字节为单位的大小（即 `sizeof(T)`，其中 `T` 是 `type` 对应的实际类型）。

此函数通常结合 `construct()` 使用，来进行对此类型的更底层的内存管理。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `construct()`。

```
int QMetaType::sizeof() const
```

返回此类型的以字节为单位的大小（即 `sizeof(T)`，其中 `T` 是 `QMetaType` 对应的实际类型）。

此函数通常结合 `construct()` 使用，来进行对此类型的更底层的内存管理。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `QMetaType::construct()` 和 `QMetaType::sizeof()`。

```
[static] int QMetaType::type(const char *typeName)
```

返回名为 `typeName` 的类型的元类型编号，若无此元类型则返回 `QMetaType::UnknownType`。

另请参阅: `isRegistered()`, `typeName()` 和 `Type`。

```
[static] int QMetaType::type(const::QByteArray &typeName)
```

这是一个重载函数。

返回名为 `typeName` 的类型的元类型编号,若无此元类型则返回 0(译者注:即 `QMetaType::UnknownType`)。

此函数在 Qt 5.5 中被引入。

另请参阅: `isRegistered()` 和 `typeName()`。

```
[static] QMetaType::TypeFlags QMetaType::typeFlags(int type)
```

返回 `type` 类型的类型标志。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅: `QMetaType::TypeFlags`。

```
[static] const char *QMetaType::typeName(int typeId)
```

返回 `typeId` 对应类型的类型名称，若该类型不存在则返回空指针。返回的指针不可被删除。

另请参阅: `type()`, `isRegistered()`, `Type` 和 `name()`。

41.9 相关非成员函数

```
template <typename T> int qMetaTypeId()
```

返回类型 `T` 对应的元类型编号。若该类型未通过 `Q_DECLARE_METATYPE()` 声明，则会引发编译错误。

典型用法:

```
int id = qMetaTypeId<QString>(); // id 是 QMetaType::QString
id = qMetaTypeId<MyStruct>(); // 若 MyStruct 未被声明, 则会产生编译错误
```

`QMetaType::type()` 返回值与 `qMetaTypeId()` 相同, 但会基于类型名称进行运行时检索。`QMetaType::type()` 会稍慢一些, 但即使类型未注册也能编译成功。

此函数在 Qt 4.1 中被引入。

另请参阅: `Q_DECLARE_METATYPE()` 和 `QMetaType::type()`。

```
template <typename T> int qRegisterMetaType(const char *typeName)
```

将类型 `T` 通过类型名称 `typeName` 注册至元对象系统, 并返回 `QMetaType` 使用的类型编号。任何包含一个公共默认构造函数、公共拷贝构造函数、公共析构函数的类或结构体均可被注册。

此函数要求类型 `T` 在此函数调用时被完整定义; 对于指针类型, 同样要求被指向的类型被完整定义 (译者注: 即不可为前置声明类型)。可以使用 `Q_DECLARE_OPAQUE_POINTER()` 来注册前置声明类型的指针类型。

类型被注册后, 可以在运行时动态地创建或销毁对象。

下述为注册 `MyClass` 类的示例:

```
qRegisterMetaType<MyClass>("MyClass");
```

此函数可被用于注册类型别名, 以便于将别名用于 `QMetaProperty` 或队列连接中。

```
typedef QString CustomString;
qRegisterMetaType<CustomString>("CustomString");
```

警告: 此函数仅应被用于注册类型别名, 其它场合请使用 `Q_DECLARE_METATYPE` 和 `qMetaTypeId()`。

另请参阅: `qRegisterMetaTypeStreamOperators()`, `isRegistered()` 和 `Q_DECLARE_METATYPE()`。

```
template <typename T> int qRegisterMetaType()
```

调用此函数来注册类型 `T`。 `T` 必须被 `Q_DECLARE_METATYPE()` 所声明。返回此类型对应的元类型编号。

示例:

```
int id = qRegisterMetaType<MyStruct>();
```

此函数要求类型 `T` 在此函数调用时被完整定义; 对于指针类型, 同样要求被指向的类型被完整定义 (译者注: 即不可为前置声明类型)。可以使用 `Q_DECLARE_OPAQUE_POINTER()` 来注册前置声明类型的指针类型。

类型被注册后, 可以在运行时动态地创建或销毁对象。

为了在 `QVariant` 中使用类型 `T`, 使用 `Q_DECLARE_METATYPE()` 便已足够。若要在信号槽的队列连接中使用 `T`, 则 `qRegisterMetaType<T>()` 必须在第一个连接建立前被调用。

同样地, 若要在 `QObject::property()` 中使用 `T`, `qRegisterMetaType<T>()` 必须在这之前被调用。通常在使用到 `T` 的类的构造函数中, 或在 `main()` 函数中调用。

此函数在 Qt 4.2 中被引入。

另请参阅: Q_DECLARE_METATYPE()。

```
template <typename T> void qRegisterMetaTypeStreamOperators(const char
*typeName)
```

通过类型名称 `typeName` 将 `T` 的流运算符注册至元对象系统。

在此之后, 该类型可通过 `QMetaType::load()` 和 `QMetaType::save()` 进行序列化和反序列化。这两个函数在将 `QVariant` 传递至数据流时被调用。

```
qRegisterMetaTypeStreamOperators<MyClass>("MyClass");
```

流运算符需要具有下述的函数签名:

```
QDataStream &operator<<(QDataStream &out, const MyClass &myObj);
QDataStream &operator>>(QDataStream &in, MyClass &myObj);
```

另请参阅: `qRegisterMetaType()`, `QMetaType::isRegistered()` 和 `Q_DECLARE_METATYPE()`。

```
bool operator!=(const QMetaType &a, const QMetaType &b)
```

这是一个重载函数。

若 `QMetaType a` 的类型与 `QMetaType b` 不同则返回 `true`, 否则返回 `false`。

此函数在 Qt 5.15 中被引入。

```
bool operator==(const QMetaType &a, const QMetaType &b)
```

这是一个重载函数。

若 `QMetaType a` 的类型与 `QMetaType b` 相同则返回 `true`, 否则返回 `false`。

此函数在 Qt 5.15 中被引入。

41.10 宏定义文档

```
Q_DECLARE_ASSOCIATIVE_CONTAINER_METATYPE(Container)
```

此宏令容器类型 `Container` 作为关联型容器被注册至 `QMetaType`, 即允许将 `Container<T, U>` 实例存入 `QVariant`, 前提是 `T` 和 `U` 也已经被注册为 `QMetaType`。

警告: 所有 Qt 的关联型容器已被内置支持, 无需使用此宏进行声明。 `std::map` 容器也已被内置支持。

下述代码展示了 `Q_DECLARE_ASSOCIATIVE_CONTAINER_METATYPE()` 的典型用法:

```
#include <unordered_list>

Q_DECLARE_ASSOCIATIVE_CONTAINER_METATYPE(std::unordered_map)

void someFunc()
{
    std::unordered_map<int, bool> container;
```



```
QVariant var = QVariant::fromValue(container);
// ...
}
```

译者注:

用户的自定义类型只需要通过 `Q_DECLARE_METATYPE(T)` 注册后, 即可被已注册的所有容器使用, 无需再注册 `Q_DECLARE_METATYPE(QMap<QString, T>)`。

Q_DECLARE_METATYPE(Type)

此宏将类型 `Type` 注册至 `QMetaType`, 前提是该类型具备一个公共默认构造函数、公共拷贝构造函数和公共析构函数。这是把类型 `Type` 用于 `QVariant` 的前提。

此宏要求类型 `T` 在此函数调用时被完整定义; 对于指针类型, 同样要求被指向的类型被完整定义 (译者注: 即不可为前置声明类型)。可以使用 `Q_DECLARE_OPAQUE_POINTER()` 来注册前置声明类型的指针类型。

理想情况下, 此宏应被放置在该类型的声明位置之后。若不可行的话, 也可以将其放置在一个私有头文件中, 然后在每次在 `QVariant` 中使用此类型之前包含该头文件。

`Q_DECLARE_METATYPE()` 使此类型可被所有基于模板的函数使用, 包括 `QVariant` 中的模板函数。

注意: 若想在信号槽的队列连接或 `QObject` 的属性系统中使用此类型, 则还需要调用 `qRegisterMetaType()`, 因为该类型的名称会在运行时被解析。

此示例为 `Q_DECLARE_METATYPE()` 的典型用法:

```
struct MyStruct
{
    int i;
    ...
};

Q_DECLARE_METATYPE(MyStruct)
```

若 `MyStruct` 处于命名空间中, 则 `Q_DECLARE_METATYPE()` 宏必须在命名空间外使用:

```
namespace MyNamespace
{
    ...
}

Q_DECLARE_METATYPE(MyNamespace::MyStruct)
```

当 `MyStruct` 被注册至 `QMetaType` 后, 便可将其用于 `QVariant` 中

```
MyStruct s;
QVariant var;
var.setValue(s); // 将 v 拷贝至 QVariant

...

// 获取类型值
MyStruct s2 = var.value<MyStruct>();
```

下述类型已被自动注册，无需使用此宏：

- 继承自 `QObject` 的类型的指针；
- `QList<T>`, `QVector<T>`, `QQueue<T>`, `QStack<T>`, `QSet<T>` 或 `QLinkedList<T>`, 前提是 `T` 被注册为元类型；
- `QHash<T1, T2>`, `QMap<T1, T2>` 或 `QPair<T1, T2>`, 前提是 `T1` 和 `T2` 都被注册为元类型；
- `QPointer<T>`, `QSharedPointer<T>`, `QWeakPointer<T>`, 前提是 `T` 为 `QObject` 的子类；
- 通过 `Q_ENUM` 或 `Q_FLAG` 注册的枚举类型；
- 包含 `Q_GADGET` 宏的类。

另请参阅：`qRegisterMetaType()`。

`Q_DECLARE_OPAQUE_POINTER(PointerType)`

此宏使得前置声明类型的指针类型 `PointerType` 可被 `Q_DECLARE_METATYPE()` 或 `qRegisterMetaType()` 注册至 `QMetaType`。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

另请参阅：`Q_DECLARE_METATYPE()` 和 `qRegisterMetaType()`。

`Q_DECLARE_SEQUENTIAL_CONTAINER_METATYPE(Container)`

此宏令容器类型 `Container` 作为顺序容器被注册至 `QMetaType`，即允许将 `Container<T>` 实例存入 `QVariant`，前提是 `T` 已经被注册为 `QMetaType`。

注意：所有 Qt 的顺序容器已被内置支持，无需使用此宏进行声明。

`std::vector` 和 `std::list` 容器已也被内置支持。

下述代码展示了 `Q_DECLARE_SEQUENTIAL_CONTAINER_METATYPE()` 的典型用法：

```
#include <deque>

Q_DECLARE_SEQUENTIAL_CONTAINER_METATYPE(std::deque)

void someFunc()
{
    std::deque<QFile*> container;
    QVariant var = QVariant::fromValue(container);
    // ...
}
```

译者注：

用户的自定义类型只需要通过 `Q_DECLARE_METATYPE(T)` 注册后，即可被已注册的所有容器使用，无需再注册 `Q_DECLARE_METATYPE(QVector<T>)`。

`Q_DECLARE_SMART_POINTER_METATYPE(SmartPointer)`

此宏令智能指针类型 `SmartPointer` 作为智能指针被注册至 `QMetaType`，即允许将 `Container<T>` 实例存入 `QVariant`，前提是 `T` 已经被注册为 `QMetaType`。

注意：`QWeakPointer`, `QSharedPointer` 和 `QPointer` 已被内置支持，无需使用此宏进行声明。

下述代码展示了 `Q_DECLARE_SMART_POINTER_METATYPE()` 的典型用法:

```
#include <memory>

Q_DECLARE_SMART_POINTER_METATYPE(std::shared_ptr)

void someFunc()
{
    auto smart_ptr = std::make_shared<QFile>();
    QVariant var = QVariant::fromValue(smart_ptr);
    // ...
    if (var.canConvert<QObject*>()) {
        QObject *sp = var.value<QObject*>();
        qDebug() << sp->metaObject()->className(); // Prints 'QFile'.
    }
}
```

译者注:

用户继承自 `QObject` 的自定义类型可直接被已注册的智能指针使用,无需再注册 `Q_DECLARE_METATYPE(Q`

与容器不同的是,通过 `Q_DECLARE_METATYPE(T)` 注册的自定义类型无法直接被已注册的智能指针使用,必须单独注册 `Q_DECLARE_METATYPE(QSharedPointer<T>)`。

41.11 已废弃成员

`QMetaType` 类的以下成员已被废弃。它们仅为了保证老代码能够运行而保留,我们强烈反对在新代码中使用。

41.11.1 静态公共成员

返回类型函数	
<code>(obsolete)</code> <code>void *</code>	<code>construct(int type, const void *copy = nullptr)</code>

41.11.2 成员函数文档

`[static] void *QMetaType::construct(int type, const void *copy = nullptr)`

在给定的内存地址 `where` 上构造对应 `type` 类型的对象,该对象是 `copy` 的副本,并返回 `where`。若 `copy` 是空指针,则执行默认构造。

这是用于显示管理存储 `hltype` 类型对象的内存的底层函数。若不需要此类底层控制,则考虑使用 `create()` 函数(也就是指,使用 `new` 而非 `placement new`)。

您必须确保 `where` 指向的内存区域大小足够存储 `type` 对应的数据,并且 `where` 地址需要对齐,对应类型的大小可通过 `sizeof()` 获取。

内存对齐的规则是对齐至类型的自然边界,也就是大于等于类型大小的 2 的 `n` 次方值,直至平台有效对齐宽度上限为止。对于特定用途来说,超过 `2 * sizeof(void*)` 的对齐宽度只是某些特定硬件指令所必需的(例如, x86 平台中对齐后的 SSE 读取和存储)。

此函数在 Qt 5.0 中被引入。

此函数已被废弃，仅为了保证老代码能够运行而保留，我们强烈反对在新代码中使用。

构造对应 `type` 类型的对象，该对象是 `copy` 的副本。`copy` 的默认值是 `nullptr`。

已弃用，该用新的静态函数 `QMetaType::create(int type, const void *copy)`。

第四十二章 QMultiHash

```
template <typename Key, typename T> class QMultiHash
```

QMultiHash 类是一个便利的 QHash 派生类，提供多值哈希表功能。更多内容...

属性	方法
头文件	<code>#include <QMultiHash></code>
qmake:	<code>QT += core</code>
基类:	QHash

- 所有成员列表，包括继承的成员

注意：该类中的所有函数都是可重入的。

42.1 公共成员函数

返回类型	函数
	<code>QMultiHash(const QHash<Key, T> &other)</code>
	<code>QMultiHash(InputIterator begin, InputIterator end)</code>
	<code>QMultiHash(std::initializer_list<std::pair<Key, T>> list)</code>
	<code>QMultiHash()</code>
<code>typename QHash<Key, T>::const_iterator</code>	<code>constFind(const Key &key, const T &value) const</code>
<code>bool</code>	<code>contains(const Key &key, const T &value) const</code>
<code>int</code>	<code>count(const Key &key, const T &value) const</code>
<code>typename QHash<Key, T>::iterator</code>	<code>find(const Key &key, const T &value)</code>
<code>typename QHash<Key, T>::const_iterator</code>	<code>find(const Key &key, const T &value) const</code>
<code>typename QHash<Key, T>::iterator</code>	<code>insert(const Key &key, const T &value)</code>
<code>int</code>	<code>remove(const Key &key, const T &value)</code>
<code>typename QHash<Key, T>::iterator</code>	<code>replace(const Key &key, const T &value)</code>
<code>void</code>	<code>swap(QMultiHash<K, V> &other)</code>
<code>QList</code>	<code>uniqueKeys() const</code>
<code>QMultiHash<K, V> &</code>	<code>unite(const QMultiHash<K, V> &other)</code>
<code>QList<T></code>	<code>values(const Key &key) const</code>

QMultiHash<K, V>	operator+(const QMultiHash<K, V> &other) const
QMultiHash<K, V> &	operator+=(const QMultiHash<K, V> &other)

42.2 相关非成员函数

返回类型	函数
uint	qHash(const QMultiHash<Key, T> &key, uint seed = 0)

42.3 详细描述

QMultiHash<Key, T> 是一种 Qt 泛型容器类。它继承 QHash 并扩展了一些便利的功能，使之比 QHash 更适合存储多值哈希。多值哈希是一种允许将多个值关联到同一个键的哈希。

因为 QMultiHash 继承 QHash，所有 QHash 的功能也适用于 QMultiHash。例如，可以使用 isEmpty() 测试哈希表是否为空，可以使用 QHash 的迭代器类（例如 QHashIterator）遍历 QMultiHash。但是与 QHash 不同，QMultiHash 提供的 insert() 函数允许同一个键插入多个元素。而 replace() 函数对应于 QHash::insert()。此外，该类还提供便利的 operator+() 和 operator+=() 运算符。

与 QMultiMap 不同，QMultiHash 不对插入的元素排序。唯一的保证是共享同一键的元素将按照从最新到最早插入的顺序连续出现。

例子：

```
QMultiHash<QString, int> hash1, hash2, hash3;

hash1.insert("plenty", 100);
hash1.insert("plenty", 2000);
// hash1.size() = 2

hash2.insert("plenty", 5000);
// hash2.size() = 1

hash3 = hash1 + hash2;
// hash3.size() = 3
```

与 QHash 不同，QMultiHash 不提供 operator[] 运算符。如果想用特定键访问最新插入的元素，使用 value() 或 replace()。

如果想取得单个键关联的所有值，可以使用 values(const Key &key)，该函数返回一个 QList：

```
QList<int> values = hash.values("plenty");
for (int i = 0; i < values.size(); ++i)
    cout << values.at(i) << Qt::endl;
```

共享同一键的元素按照从最新到最早插入的顺序返回。

更有效的方法是传递键调用 find() 取得第一个元素的 STL 风格迭代器，从该元素开始遍历：

```
QMultiHash<QString, int>::iterator i = hash.find("plenty");  
while (i != hash.end() && i.key() == "plenty") {  
    cout << i.value() << Qt::endl;  
    ++i;  
}
```

`QMultiHash` 键和值的数据类型必须是可赋值数据类型。不能存储类似 `QWidget` 这样的对象作为值；应该存储 `QWidget *`。另外，`QMultiHash` 的键类型必须提供 `operator==()` 运算符，并且在键类型的命名空间内还必须有一个为键类型参数返回哈希值的 `qHash()` 函数。具体请参考 `QHash` 文档。

另请参阅： `QHash`， `QHashIterator`， `QMutableHashIterator` 和 `QMultiMap`。

42.4 成员函数文档

`QMultiHash::QMultiHash(const QHash<Key, T> &other)`

构造一个 `other` 的副本（可能是一个 `QHash` 或 `QMultiHash`）。

另请参阅： `operator=()`。

`template QMultiHash::QMultiHash(InputIterator begin, InputIterator end)`

用迭代器范围 `[begin, end)` 内每个元素的副本构造一个多值哈希表。需要满足下列两个条件之一：迭代范围内的元素是包含 `first` 和 `second` 数据成员的对象（像 `QPair`， `std::pair` 等），分别可以转换为 `Key` 类型和 `T` 类型；或者迭代器必须含有 `key()` 和 `value()` 成员函数，分别返回可以转换为 `Key` 类型的键 `T` 类型的值。

Qt 5.14 中引入该函数。

`QMultiHash::QMultiHash(std::initializer_list<std::pair<Key, T>> list)`

用初始化列表 `list` 中每个元素的副本构造一个哈希表。

只有当程序在 C++11 模式下编译时，该函数才可用。

Qt 5.1 中引入该函数。

`QMultiHash::QMultiHash()`

构造一个空哈希表。

`typename QHash<Key, T>::const_iterator QMultiHash::constFind(const Key &key, const T &value) const`

返回迭代器，指向哈希表中键为 `key`，值为 `value` 的元素。

如果哈希表中不包含这样的元素，该函数返回 `constEnd()`。

Qt 4.3 中引入该函数。

另请参阅： `QHash::constFind()`。

`bool QMultiHash::contains(const Key &key, const T &value) const`

如果该哈希表包含键为 *key*，值为 *value* 的元素，返回 `true`；否则返回 `false`。

Qt 4.3 中引入该函数。

另请参阅: `QHash::contains()`。

```
int QMultiHash::count(const Key &key, const T &value) const
```

返回键为 *key*，值为 *value* 的元素个数。

Qt 4.3 中引入该函数。

另请参阅: `QHash::count()`。

```
typename QHash<Key, T>::iterator QMultiHash::find(const Key &key, const  
T &value)
```

返回迭代器，指向键为 *key*，值为 *value* 的元素。如果哈希表中不包含这样的元素，该函数返回 `end()`。

如果哈希表包含多个键为 *key*，值为 *value* 的元素，迭代器指向最新插入的元素。

Qt 4.3 中引入该函数。

另请参阅: 另请参阅 `QHash::find()`。

```
typename QHash<Key, T>::const_iterator QMultiHash::find(const Key &key,  
const T &value) const
```

这是一个重载函数。

Qt 4.3 中引入该函数。

```
typename QHash<Key, T>::iterator QMultiHash::insert(const Key &key, const  
T &value)
```

用键 *key* 和值 *value* 插入一个新元素。

如果哈希表中已经存在相同键的元素，该函数将创建一个新元素。（这与 `replace()` 不同，`replace()` 是覆盖已经存在元素的值。）

另请参阅: `replace()`。

```
int QMultiHash::remove(const Key &key, const T &value)
```

从哈希表中移除所有键为 *key*，值为 *value* 的元素。返回被移除元素的个数。

Qt 4.3 中引入该函数。

另请参阅: `QHash::remove()`。

```
typename QHash<Key, T>::iterator QMultiHash::replace(const Key &key, const  
T &value)
```

用键 *key* 和值 *value* 插入一个新元素。

如果已经存在键为 *key* 的元素，该元素的值将被 *value* 替换。

如果有多个键为 *key* 的元素，最新插入的元素的值将被 *value* 替换。

另请参阅: 另请参阅 `insert()`。

```
void QMultiHash::swap(QMultiHash<K, V> &other)
```

将 *other* 哈希表与本哈希表。该操作非常快, 永远不失败。

Qt 4.8 中引入该函数。

```
QList QMultiHash::uniqueKeys() const
```

以升序返回哈希表中所有键的列表。在哈希表中多次出现的键在返回的列表中只出现一次。

Qt 5.13 中引入该函数。

另请参阅: `keys()` 和 `values()`。

```
QMultiHash<K, V> &QMultiHash::unite(const QMultiHash<K, V> &other)
```

将 *other* 哈希表中的所有元素插入到本哈希表中, 返回本哈希表的引用。

Qt 5.13 中引入该函数。

另请参阅: `insert()`。

```
QList QMultiHash::values(const Key &key) const
```

这是一个重载函数。

按照从最新到最早插入的顺序, 返回所有与键 *key* 相关联的值的列表。

另请参阅: `count()` 和 `insert()`。

```
QMultiHash<K, V> QMultiHash::operator+(const QMultiHash<K, V> &other)
const
```

返回一个哈希表, 该哈希表包含本哈希表 and *other* 哈希表中的所有元素。如果一个键在两个哈希表中同时存在, 结果哈希表将多次包含这个键。

另请参阅: 另请参阅 `operator+=(())`。

```
QMultiHash<K, V> &QMultiHash::operator+=(const QMultiHash<K, V> &other)
```

将 *other* 哈希表中的所有元素插入到本哈希表中, 返回本哈希表的引用。

另请参阅: `unite()` 和 `insert()`。

42.5 相关非成员函数

```
template <typename Key, typename T> uint qHash(const QMultiHash<Key, T>
&key, uint seed = 0)
```

返回 *key* 的哈希值, 使用 *seed* 来随机化计算结果。

类型 **T** 必须被 `qHash()` 支持。

Qt 5.8 中引入该函数。

第四十三章 QMapMultiMap

```
template <typename Key, typename T> class QMapMultiMap
```

QMapMultiMap 类是一个便利的 QMap 派生类，提供多值映射功能。更多内容...

属性	方法
头文件	<code>#include <QMapMultiMap></code>
qmake:	<code>QT += core</code>
基类:	QMap

- 所有成员列表，包括继承的成员

注意：该类中的所有函数都是可重入的。

43.1 公共成员函数

返回类型	函数
	QMapMultiMap(const QMap<Key, T> &other)
	QMapMultiMap(std::initializer_list<std::pair<Key, T>> list)
	QMapMultiMap()
typename QMap<Key, T>::const_iterator	constFind(const Key &key, const T &value) const
bool	contains(const Key &key, const T &value) const
int	count(const Key &key, const T &value) const
typename QMap<Key, T>::iterator	find(const Key &key, const T &value)
typename QMap<Key, T>::const_iterator	find(const Key &key, const T &value) const
typename QMap<Key, T>::iterator	insert(const Key &key, const T &value)
typename QMap<Key, T>::iterator	insert(typename QMap<Key, T>::const_iterator pos, const Key &key, const T &value)
int	remove(const Key &key, const T &value)
typename QMap<Key, T>::iterator	replace(const Key &key, const T &value)
void	swap(QMapMultiMap<Key, T> &other)
QList	uniqueKeys() const
QMapMultiMap<K, V> &	unite(const QMapMultiMap<K, V> &other)
QList	values(const Key &key) const

QMultiMap<K, V>	operator+(const QMultiMap<K, V> &other) const
QMultiMap<K, V> &	operator+=(const QMultiMap<K, V> &other)

43.2 详细描述

`QMultiMap<Key, T>` 是一种 Qt 泛型容器类。它继承 `QMap` 并扩展了一些功能，使之可以存储多值映射。多值映射是一种允许将多个值关联到同一个键的映射；`QMap` 不允许多值映射。

因为 `QMultiMap` 继承 `QMap`，所有 `QMap` 的功能也适用于 `QMultiMap`。例如，可以使用 `isEmpty()` 测试 `map` 是否为空，可以使用 `QMap` 的迭代器类（例如 `QMapIterator`）遍历 `QMultiMap`。除此之外，它还提供 `insert()` 函数来插入值，如果要插入的键已经存在，该函数不会覆盖已有的值，而 `replace()` 函数则不同，如果 `map` 中已经存在要插入的键，该函数会覆盖已经存在的值。此外，该类还提供方便的 `operator+()` 和 `operator+=()` 运算符。

例子：

```
QMultiMap<QString, int> map1, map2, map3;

map1.insert("plenty", 100);
map1.insert("plenty", 2000);
// map1.size() = 2

map2.insert("plenty", 5000);
// map2.size() = 1

map3 = map1 + map2;
// map3.size() = 3
```

与 `QMap` 不同，`QMultiMap` 不提供 `operator[]` 运算符。如果想用特定键访问最新插入的元素，使用 `value()` 或 `replace()`。

如果想取得单个键关联的所有值，可以使用 `values(const Key &key)`，该函数返回一个 `QList`：

```
QList<int> values = map.values("plenty");
for (int i = 0; i < values.size(); ++i)
    cout << values.at(i) << Qt::endl;
```

共享同一键的元素按照从最新到最早插入的顺序返回。

如果习惯用 STL 风格迭代器，可以传递键调用 `find()` 取得第一个元素的迭代器，从该元素开始遍历：

```
QMultiMap<QString, int>::iterator i = map.find("plenty");
while (i != map.end() && i.key() == "plenty") {
    cout << i.value() << Qt::endl;
    ++i;
}
```

`QMultiMap` 键和值的数据类型必须是可赋值数据类型。这涵盖了大多数可能会遇到的数据类型，但是编译器不会允许存储类似 `QWidget` 这样的对象作为值，应该存储 `QWidget *`。另外，`QMultiMap` 的键类型必须提供 `operator<()` 运算符。具体请参考 `QMap` 文档。

另请参阅: QMap, QMapIterator, QMutableMapIterator 和 QMultiHash。

43.3 成员函数文档

`QMultiMap::QMultiMap(const QMap<Key, T> &other)`

构造一个 `other` 的副本 (可能是一个 `QMap` 或 `QMultiMap`)。

另请参阅: `operator=()`。

`QMultiMap::QMultiMap(std::initializer_list<std::pair<Key, T>> list)`

用初始化列表 `list` 中每个元素的副本构造一个 `multi-map`。

只有当程序在 C++11 模式下编译时, 该函数才可用。

Qt 5.1 中引入该函数。

`QMultiMap::QMultiMap()`

构造一个空 `map`。

`typename QMap<Key, T>::const_iterator QMultiMap::constFind(const Key &key, const T &value) const`

返回迭代器, 指向 `map` 中键为 `key`, 值为 `value` 的元素。

如果 `map` 中不包含这样的元素, 该函数返回 `constEnd()`。

Qt 4.3 中引入该函数。

另请参阅: `QMap::constFind()`。

`bool QMultiMap::contains(const Key &key, const T &value) const`

如果该 `map` 包含键为 `key`, 值为 `value` 的元素, 返回 `true`; 否则返回 `false`。

Qt 4.3 中引入该函数。

另请参阅: `QMap::contains()`。

`int QMultiMap::count(const Key &key, const T &value) const`

返回键为 `key`, 值为 `value` 的元素个数。

Qt 4.3 中引入该函数。

另请参阅: `QMap::count()`。

`typename QMap<Key, T>::iterator QMultiMap::find(const Key &key, const T &value)`

返回迭代器, 指向 `map` 中键为 `key`, 值为 `value` 的元素。

如果 `map` 中不包含这样的元素, 该函数返回 `end()`。

如果 `map` 包含多个键为 `key` (译者注: 以及值为 `value`) 的元素, 函数返回指向最新插入的那个值的迭代器。

Qt 4.3 中引入该函数。

另请参阅: QMap::find()。

```
typename QMap<Key, T>::const_iterator QMultiMap::find(const Key &key,  
const T &value) const
```

这是一个重载函数。

返回常量迭代器, 指向 map 中键为 key, 值为 value 的元素。

如果 map 中不包含这样的元素, 该函数返回 end()。

如果 map 包含多个键为 key (译者注: 以及值为 value) 的元素, 函数返回指向最新插入的那个值的常量迭代器。

Qt 4.3 中引入该函数。

另请参阅: QMap::find()。

```
typename QMap<Key, T>::iterator QMultiMap::insert(const Key &key, const  
T &value)
```

用键 key 和值 value 插入一个新元素。

如果 map 中已经存在相同键的元素, 该函数将创建一个新元素。(这与 replace() 不同, replace() 是覆盖已经存在元素的值。)

另请参阅: replace()。

```
typename QMap<Key, T>::iterator QMultiMap::insert(typename QMap<Key, T>::const_iterator  
pos, const Key &key, const T &value)
```

用键 key 和值 value 插入一个新元素, pos 用来提示插入位置。

如果以 constBegin() 作为插入位置提示, 表明 key 比 map 中的任何键都小, 而 constEnd() 则建议 key 大于 map 中的任何键。否则提示应该满足条件 (pos - 1).key() < key <= pos.key()。如果提示 pos 是错误的, 其将被忽略, 并以常规方式插入。

如果 map 中已经存在相同键的元素, 该函数将创建一个新元素。

注意: 需小心对待提示。提供从旧的共享实例取得的迭代器可能引起崩溃, 还会有默默污染 map 和 pos 的 map 的风险。

Qt 5.1 中引入该函数。

```
int QMultiMap::remove(const Key &key, const T &value)
```

从 map 中移除所有键为 key, 值为 value 的元素。返回被移除元素的个数。

Qt 4.3 中引入该函数。

另请参阅: QMap::remove()。

```
typename QMap<Key, T>::iterator QMultiMap::replace(const Key &key, const  
T &value)
```

用键 key 和值 value 插入一个新元素。

如果已经存在键为 `key` 的元素，该元素的值将被 `value` 替换。

如果有多个键为 `key` 的元素，最新插入的元素的值将被 `value` 替换。

另请参阅: `insert()`。

```
void QMapMultiMap::swap(QMapMultiMap<Key, T> &other)
```

将 `map other` 与本 `map` 交换。该操作非常快，永远不失败。

```
Qt 4.8 中引入该函数。 QList QMapMultiMap::uniqueKeys() const
```

以升序返回 `map` 中所有键的列表。在 `map` 中多次出现的键在返回的列表中只出现一次。

```
Qt 4.2 中引入该函数。
```

```
QMapMultiMap<K, V> &QMapMultiMap::unite(const QMapMultiMap<K, V> &other)
```

将 `other map` 中的所有元素插入到本 `map` 中。如果一个键在两个 `map` 中同时存在，结果 `map` 将多次包含这个键。

```
QList QMapMultiMap::values(const Key &key) const
```

按照从最新到最早插入的顺序，返回所有与键 `key` 相关联的值的列表。

```
QMapMultiMap<K, V> QMapMultiMap::operator+(const QMapMultiMap<K, V> &other) const
```

返回一个 `map`，该 `map` 包含本 `map` 和 `other map` 中的所有元素。如果一个键在两个 `map` 中同时存在，结果 `map` 将多次包含这个键。

另请参阅: `operator+=(())`。

```
QMapMultiMap<K, V> &QMapMultiMap::operator+=(const QMapMultiMap<K, V> &other)
```

将 `other map` 中的所有元素插入到本 `map` 中，返回本 `map` 的引用。

另请参阅: `insert()` 和 `operator+()`。

第四十四章 QMutableHashIterator

```
template <typename Key, typename T> class QMutableHashIterator
```

QMutableHashIterator 类为 QHash 和 QMultiHash 提供 Java 风格的非常量迭代器。更多内容...

属性	方法
头文件	<code>#include <QMutableHashIterator></code>
qmake:	QT += core

- 所有成员列表，包括继承的成员
- 废弃的成员

44.1 公共成员函数

返回类型	函数
	QMutableHashIterator(QHash<Key, T> &hash)
QMutableHashIterator<Key, T> &	operator=(QHash<Key, T> &container)
bool	findNext(const T &value)
bool	hasNext() const
const Key &	key() const
QMutableHashIterator::Item	next()
QMutableHashIterator::Item	peekNext() const
void	remove()
void	setValue(const T &value)
void	toBack()
void	toFront()
const T &	value() const
T &	value()

44.2 详细描述

QHash 同时提供 Java 风格迭代器和 STL 风格迭代器。Java 风格迭代器比 STL 风格迭代器更高级，更容易使用；同时也略微低效。

QMutableHashIterator<Key, T> 用来遍历并修改 QHash (或 QMultiHash) 。如果不想修改 map (或者 QHash 是 const 的), 可以使用更快速的 QHashIterator。

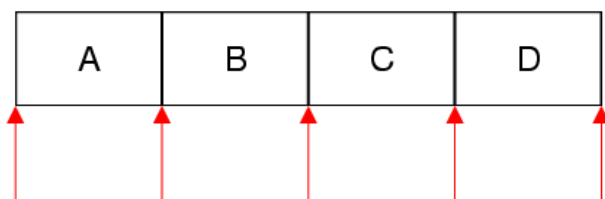
QMutableHashIterator 构造函数接受 QHash 为参数。构造后, 迭代器位于哈希表的最开始位置 (第一个元素之前)。下面的例子演示如何顺序遍历所有元素:

例子:

```
QHash<int, QWidget *> hash;
...
QMutableHashIterator<QString, QWidget *> i(hash);
while (i.hasNext()) {
    i.next();
    qDebug() << i.key() << ":_ " << i.value();
}
```

next() 函数返回哈希表中的下一个元素并将迭代器前移。key() 和 value() 函数返回跳过的最后一个元素的键和值。

与 STL 风格迭代器不同,Java 风格迭代器指向元素之间而不是直接指向元素。第一次调用 next() 前移迭代器到第一个和第二个元素之间的位置, 并返回第一个元素; 第二次调用 next() 前移迭代器到第二个和第三个元素之间的位置; 以此类推。



如果想查找特定值的所有实例, 循环使用 findNext()。例如:

```
QMutableHashIterator<int, QWidget *> i(hash);
while (i.findNext(widget)) {
    qDebug() << "Found_widget_" << widget << "_under_key_"
        << i.key();
}
```

如果想在遍历哈希表时移除元素, 使用 remove()。如果想修改元素的值, 使用 setValue()。

例子:

```
QMutableHashIterator<QString, QString> i(hash);
while (i.hasNext()) {
    i.next();
    if (i.key() == i.value())
        i.remove();
}
```

该示例移除所有键和值相等的键值对。

任何时候, 对于给定哈希表, 只能有一个活动的可修改迭代器。而且, 当迭代器处于活动状态时, 不可以 (不通过迭代器) 直接修改哈希表, 因为这会使迭代器失效, 并导致未定义行为。

另请参阅: QHashIterator 和 QHash::iterator。

44.3 成员函数文档

```
bool QMaputableHashIterator::findNext(const T &value)
```

从当前迭代器位置开始向前查找值 *value*。如果找到值为 *value* 的键值对，返回 **true**；否则返回 **false**。

调用该函数后，如果找到值 *value*，迭代器将被移动到匹配元素的后面；否则，迭代器将被移动到容器的末端。

```
const Key &QMaputableHashIterator::key() const
```

调用遍历函数（`next()`，`findNext()`）后，该函数返回跳过的最后一个元素的键。

另请参阅：`value()`。

```
T &QMaputableHashIterator::value()
```

这是一个重载函数。

返回调用遍历函数后跳过的最后一个元素值的非常量引用。

```
bool QMaputableHashIterator::hasNext() const
```

如果该迭代器后面至少有一个元素，返回 **true**，即该迭代器不在容器的末端；否则返回 **false**。

另请参阅：`next()`。

```
void QMaputableHashIterator::toBack()
```

将迭代器移动到容器的末端（最后一个元素之后）。

另请参阅：`toFront()`。

```
void QMaputableHashIterator::toFront()
```

将迭代器移动到容器的前端（第一个元素之前）。

另请参阅：`toBack()` 和 `next()`。

```
QMaputableHashIterator<Key, T> &QMaputableHashIterator::operator=(QHash<Key, T> &container)
```

将迭代器关联到 *container* 来遍历哈希表。迭代器将被移动到哈希表的前端（第一个元素之前）。

另请参阅：`toFront()` 和 `toBack()`。

```
QMaputableHashIterator::QMaputableHashIterator(QHash<Key, T> &hash)
```

构造一个迭代器来遍历 *hash*。迭代器将被移动到哈希表的前端（第一个元素之前）。

另请参阅：`operator=()`。

```
QMaputableHashIterator::Item QMaputableHashIterator::next()
```

返回下一个元素并将迭代器向前移动一个位置。

对返回值调用 `key()` 获取元素的键，调用 `value()` 获取元素的值。

对位于容器末端的迭代器调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅: `hasNext()` 和 `peekNext()`。

```
QMutableHashIterator::Item QMutableHashIterator::peekNext() const
```

不移动迭代器而返回下一个元素。

对返回值调用 `key()` 获取元素的键, 调用 `value()` 获取元素的值。

对位于容器末端的迭代器调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅: `hasNext()` 和 `next()`。

```
void QMutableHashIterator::remove()
```

移除使用遍历函数 (`next()`, `findNext()`) 跳过的最后一个元素。

另请参阅: `setValue()`。

```
void QMutableHashIterator::setValue(const T &value)
```

用 `value` 替换使用遍历函数跳过的最后一个元素的值。

遍历函数包括 `next()` 和 `findNext()`。

另请参阅: `key()`, `value()` 和 `remove()`。

```
const T &QMutableHashIterator::value() const
```

调用遍历函数 (`next()`, `findNext()`) 后, 该函数返回跳过的最后一个元素的值。

另请参阅: `key()` 和 `setValue()`。

第四十五章 QMapIterator

```
template <typename Key, typename T> class QMapIterator
```

QMutableMapIterator 类为 QMap 和 QMultiMap 提供 Java 风格的非常量迭代器。更多内容...

属性	方法
头文件	<code>#include <QMutableMapIterator></code>
qmake:	QT += core

- 所有成员列表，包括继承的成员

45.1 公共成员函数

返回类型	函数
	QMutableMapIterator(QMap<Key, T> &map)
QMutableMapIterator<Key, T> &	operator=(QMap<Key, T> &container)
bool	findNext(const T &value)
bool	findPrevious(const T &value)
bool	hasNext() const
bool	hasPrevious() const
const Key &	key() const
QMutableMapIterator::Item	next()
QMutableMapIterator::Item	peekNext() const
QMutableMapIterator::Item	peekPrevious() const
QMutableMapIterator::Item	previous()
void	remove()
void	setValue(const T &value)
void	toBack()
void	toFront()
const T &	value() const
T &	value()

45.2 详细描述

QMap 同时提供 Java 风格迭代器和 STL 风格迭代器。Java 风格迭代器比 STL 风格迭代器更高级，更容易使用；同时也略微低效。

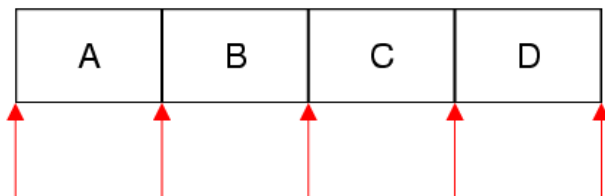
QMutableMapIterator<Key, T> 用来遍历并修改 QMap (或 QMultiMap)。如果不想修改 map (或者 QMap 是 const 的)，可以使用更快速的 QMapIterator。

QMutableMapIterator 构造函数接受 QMap 作为参数。构造后，迭代器位于 map 的最开始位置 (第一个元素之前)。下面的例子演示如何顺序遍历所有元素：

```
QMap<int, QWidget *> map;
...
QMutableMapIterator<int, QWidget *> i(map);
while (i.hasNext()) {
    i.next();
    qDebug() << i.key() << " :_" << i.value();
}
```

next() 函数返回 map 中的下一个元素并将迭代器前移。key() 和 value() 函数返回跳过的最后一个元素的键和值。

与 STL 风格迭代器不同,Java 风格迭代器指向元素之间而不是直接指向元素。第一次调用 next() 前移迭代器到第一个和第二个元素之间的位置，并返回第一个元素；第二次调用 next() 前移迭代器到第二个和第三个元素之间的位置；以此类推。



下面的例子演示如何反序遍历元素：

```
QMutableMapIterator<int, QWidget *> i(map);
i.toBack();
while (i.hasPrevious()) {
    i.previous();
    qDebug() << i.key() << " :_" << i.value();
}
```

如果想查找特定值的所有实例，循环使用 findNext() 或 findPrevious()。例如：

```
QMutableMapIterator<int, QWidget *> i(map);
while (i.findNext(widget)) {
    qDebug() << "Found_widget_" << widget << "_under_key_"
        << i.key();
}
```

如果想在遍历 map 时移除元素，使用 remove()。如果想修改元素的值，使用 setValue()。

例子：

```
QMutableMapIterator<QString, QString> i(map);
while (i.hasNext()) {
    i.next();
    if (i.key() == i.value())
        i.remove();
}
```

该示例移除所有键和值相等的键值对。

任何时候，对于给定 `map`，只能有一个活动的可修改迭代器。而且，当迭代器处于活动状态时，不可以直接修改 `map`，因为这会使迭代器失效，并导致未定义行为。

另请参阅： `QMapIterator` 和 `QMap::iterator`。

45.3 成员函数文档

`bool QMutableMapIterator::findPrevious(const T &value)`

从当前迭代器位置开始向后查找值 `value`。如果找到值为 `value` 的键值对，返回 `true`；否则返回 `false`。

调用该函数后，如果找到值，迭代器将被移动到匹配元素的前面；否则，迭代器将被移动到容器的前端。

另请参阅： `findNext()`。

`bool QMutableMapIterator::findNext(const T &value)`

从当前迭代器位置开始向前查找值 `value`。如果找到值为 `value` 的键值对，返回 `true`；否则返回 `false`。

调用该函数后，如果找到值 `value`，迭代器将被移动到匹配元素的后面；否则，迭代器将被移动到容器的末端。

另请参阅： `findPrevious()`。

`const Key &QMutableMapIterator::key() const`

调用遍历函数 (`next()`, `previous()`, `findNext()`, `findPrevious()`) 后，该函数返回跳过的最后一个元素的键。

调用 `next()` 或 `findNext()` 后，`key()` 与 `peekPrevious().key()` 相同。调用 `previous()` 或 `findPrevious()` 后，`key()` 与 `peekNext().key()` 相同。

另请参阅： `value()`。

`T &QMutableMapIterator::value()`

这是一个重载函数。

返回调用遍历函数后跳过的最后一个元素值的非常量引用。

`QMutableMapIterator::Item QMutableMapIterator::peekPrevious() const`

不移动迭代器而返回前一个元素。

对返回值调用 `key()` 获取元素的键，调用 `value()` 获取元素的值。

对位于容器前端的迭代器调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅: `hasPrevious()`, `previous()` 和 `peekNext()`。

`QMutableMapIterator::Item QMutableMapIterator::previous()`

返回前一个元素并将迭代器向后移动一个位置。

对返回值调用 `key()` 获取元素的键，调用 `value()` 获取元素的值。

对位于容器前端的迭代器调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅: `hasPrevious()`, `peekPrevious()` 和 `next()`。

`bool QMutableMapIterator::hasPrevious() const`

如果该迭代器前面至少有一个元素，返回 `true`，即该迭代器不在容器的前端；否则返回 `false`。

另请参阅: `hasNext()` 和 `previous()`。

`bool QMutableMapIterator::hasNext() const`

如果该迭代器后面至少有一个元素，返回 `true`，即该迭代器不在容器的末端；否则返回 `false`。

另请参阅: `hasPrevious()` 和 `next()`。

`void QMutableMapIterator::toBack()`

将迭代器移动到容器的末端（最后一个元素之后）。

另请参阅: `toFront()` 和 `previous()`。

`void QMutableMapIterator::toFront()`

将迭代器移动到容器的前端（第一个元素之前）。

另请参阅: `toBack()` 和 `next()`。

`QMutableMapIterator<Key, T> &QMutableMapIterator::operator=(QMap<Key, T> &container)`

将迭代器关联到 `container` 来遍历 `map`。迭代器将被移动到 `map` 的前端（第一个元素之前）。

另请参阅: `toFront()` 和 `toBack()`。

`QMutableMapIterator::QMutableMapIterator(QMap<Key, T> &map)`

构造一个迭代器来遍历 `map`。迭代器将被移动到 `map` 的前端（第一个元素之前）。

另请参阅: `operator=()`。

`QMutableMapIterator::Item QMutableMapIterator::next()`

返回下一个元素并将迭代器向前移动一个位置。

对返回值调用 `key()` 获取元素的键，调用 `value()` 获取元素的值。

对位于容器末端的迭代器调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅: `hasNext()`, `peekNext()` 和 `previous()`。

`QMutableMapIterator::Item QMutableMapIterator::peekNext() const`

不移动迭代器而返回下一个元素。

对返回值调用 `key()` 获取元素的键, 调用 `value()` 获取元素的值。

对位于容器末端的迭代器调用该函数将导致未定义结果。

另请参阅: `hasNext()`, `next()` 和 `peekPrevious()`。

`void QMutableMapIterator::remove()`

移除使用遍历函数 (`next()`, `previous()`, `findNext()`, `findPrevious()`) 跳过的最后一个元素。

另请参阅: `setValue()`。

`void QMutableMapIterator::setValue(const T &value)`

用 `value` 替换使用遍历函数跳过的最后一个元素的值。

遍历函数包括 `next()`, `previous()`, `findNext()` 和 `findPrevious()`。

另请参阅: `key()`, `value()` 和 `remove()`。

`const T &QMutableMapIterator::value() const`

调用遍历函数 (`next()`, `previous()`, `findNext()`, `findPrevious()`) 后, 该函数返回跳过的最后一个元素的值。

调用 `next()` 或 `findNext()` 后, `value()` 与 `peekPrevious().value()` 相同。调用 `previous()` 或 `findPrevious()` 后, `value()` 与 `peekNext().value()` 相同。

另请参阅: `key()` 和 `setValue()`。

第四十六章 QMutex

QMutex 类提供线程间的访问序列化。[更多...](#)

属性	内容
头文件	<code>#include<QMutex></code>
qmake:	<code>QT += core</code>
子类	<code>QRecursiveMutex</code>

- 此类中所有函数都是线程安全的。

46.1 公共成员类型

类型	名称
enum	<code>RecursionMode { Recursive, NonRecursive }</code>

46.2 公共成员函数

返回类型	函数
	<code>QMutex(QMutex::RecursionMode mode)</code>
	<code>QMutex()</code>
	<code>~QMutex()</code>
<code>bool</code>	<code>isRecursive() const</code>
<code>void</code>	<code>lock()</code>
<code>bool</code>	<code>tryLock(int timeout = 0)</code>
<code>bool</code>	<code>try_lock()</code>
<code>bool</code>	<code>try_lock_for(std::chrono::duration<Rep, Period> duration)</code>
<code>bool</code>	<code>try_lock_until(std::chrono::time_point<Clock, Duration> timePoint)</code>
<code>void</code>	<code>unlock()</code>

46.3 详细描述

QMutex 的目的是保护对象、数据结构或代码段，以便一次只有一个线程可以访问它们（这类似于 Java synchronized 关键字）。最好通过 QMutexLocker 来使用互斥量，这样可以很方便确保成对执行锁和解锁。例如，假设有一个方法将消息打印到两行上：

```
int number = 6;

void method1()
{
    number *= 5;
    number /= 4;
}

void method2()
{
    number *= 3;
    number /= 2;
}
```

如果连续调用这两个方法，将发生以下情况：

```
// method1()
number *= 5;    // number 30
number /= 4;    // number 7

// method2()
number *= 3;    // number 21
number /= 2;    // number 10
```

如果两个线程同时调用这两个方法，则可能会产生以下结果：

```
// 线程 1 调用 method1()
number *= 5;    // number 30

// 线程 2 调用 method2().
//
// 很可能线程 1 已被操作系统置于等待队列
// 操作系统运行线程 2
number *= 3;    // number 90
number /= 2;    // number 45

// 线程 1 执行完毕
number /= 4;    // number 是 11, 而不是 10
```

如果我们添加一个互斥量，我们就能得到我们想要的结果：

```
QMutex mutex;
int number = 6;

void method1()
{
    mutex.lock();
    number *= 5;
    number /= 4;
}
```

```
    mutex.unlock();
}

void method2()
{
    mutex.lock();
    number *= 3;
    number /= 2;
    mutex.unlock();
}
```

在任何给定的时间只有一个线程可以修改 `number`，并正确执行。虽然这只是一个微不足道的例子，但也适用于其他需要有序执行的地方。

当你在一个线程中调用 `lock()` 时，在同一位置尝试调用 `lock()` 的其他线程将阻塞，直到获得锁的线程调用 `unlock()`。替代 `lock()` 的非阻塞方法是 `tryLock()`。

`QMutex` 被优化为在非争用情况（the non-contended）下速度更快。如果互斥体上没有争用，非递归 `QMutex` 将不会分配内存。它的构造和销毁几乎没有任何开销，这意味着将互斥体作为类的一部分是很好的做法。

另请参阅: `QRecursiveMutex`, `QMutexLocker`, `QReadWriteLock`, `QSemaphore` 和 `QWaitCondition`。

46.4 成员类型文档

enum `QMutex::RecursionMode`

常量	值	描述
<code>QMutex::Recursive</code>	1	在这种模式下，一个线程可以多次锁定同一个互斥量,并且在调用相同数量的 <code>unlock()</code> 之前，互斥体不会被解锁。对于这种情况，您应该使用 <code>QRecursiveMutex</code> 。
<code>QMutex::NonRecursive</code>	0	在这种模式下，一个线程只能锁定一次。

另请参阅: `QMutex()`, `QRecursiveMutex`。

46.5 成员函数文档

`QMutex::QMutex(QMutex::RecursionMode mode)`

构造一个互斥量，初始状态为未上锁。

如果 `mode` 是 `QMutex::Recursive`，则线程可以多次锁定同一个互斥量，并且在调用相同数量的 `unlock()` 之前，互斥量不会被解锁。否则，线程只能锁定互斥量一次。默认值为 `QMutex::NonRecursive`。

另请参阅: `lock()`, `unlock()`。

`QMutex::QMutex()`

构造一个互斥量，初始状态为未上锁。

```
QMutex::~QMutex()
```

析构。

警告：销毁锁定的互斥量可能会导致未定义的行为。

```
bool QMutex::isRecursive() const
```

如果互斥量是递归的，则返回 `true`。

在 Qt 5.7 引入该函数。

```
void QMutex::lock()
```

锁定互斥量。如果另一个线程锁定了该互斥量，那么这个调用将被阻塞，直到锁定线程将其解锁为止。

如果该互斥量是递归互斥量，则允许在同一线程的同一互斥体上多次调用此函数。如果这个互斥量是非递归互斥量，则当该互斥量递归锁定时，这个函数将死锁。

另请参阅: `unlock()`。

```
bool QMutex::tryLock(int timeout = 0)
```

尝试锁定互斥量。如果获得了锁，此函数返回 `true`；否则返回 `false`。如果另一个线程锁定了互斥量，则此函数最多将等待 `timeout` 毫秒，以尝试获取。

注意：传递一个负数给 `timeout` 相当于调用 `lock()`。即，如果 `timeout` 为负数，这个函数将一直待，直到互斥量被锁定为止。

如果获得了锁，则必须使用 `unlock()` 解锁，另一个线程才能成功锁定。

如果该互斥量是递归互斥量，则允许在同一线程的同一互斥量上多次调用此函数。如果此互斥量是非递归互斥量，则当尝试递归锁定互斥量时，此函数将始终返回 `false`。

另请参阅: `lock()`, `unlock()`。

```
bool QMutex::try_lock()
```

尝试锁定互斥量。如果获得了锁，此函数返回 `true`；否则返回 `false`。

提供此函数是为了与可锁定的标准库概念兼容。它相当于 `tryLock()`。

在 Qt 5.8 引入该函数。

```
template <typename Rep, typename Period> bool QMutex::try_lock_for(std::chrono::duration<Rep, Period> duration)
```

尝试锁定互斥量。如果获得了锁，此函数返回 `true`；否则返回 `false`。如果另一个线程锁定了互斥量，则此函数最多将等待 `duration` 这么长时间，以尝试获取。

注意：传递一个负数给 `duration` 相当于调用 `try_lock()`。

此行为与 `tryLock()` 不同。

如果获得了锁，则必须使用 `unlock()` 解锁，另一个线程才能成功锁定。

如果该互斥量是递归互斥量，则允许在同一线程的同一互斥量上多次调用此函数。如果此互斥量是非递归互斥量，则当尝试递归锁定互斥量时，此函数将始终返回 `false`。

在 Qt 5.8 引入该函数。

另请参阅: `lock()`, `unlock()`。

```
template <typename Clock, typename Duration> bool QMutex::try_lock_until(std::chrono::
Duration> timePoint)
```

尝试锁定互斥量。如果获得了锁，此函数返回 `true`；否则返回 `false`。如果另一个线程锁定了互斥量，则此函数最多将等待 `timePoint` 这么长时间，以尝试获取。

注意：传递一个负数给 `timePoint` 相当于调用 `try_lock()`。

此行为与 `tryLock()` 不同。

如果获得了锁，则必须使用 `unlock()` 解锁，另一个线程才能成功锁定。

如果该互斥量是递归互斥量，则允许在同一线程的同一互斥量上多次调用此函数。如果此互斥量是非递归互斥量，则当尝试递归锁定互斥量时，此函数将始终返回 `false`。

在 Qt 5.8 引入该函数。

另请参阅: `lock()`, `unlock()`。

```
void QMutex::unlock()
```

解锁互斥量。试图在不同线程中解锁互斥量会导致错误。解锁未锁定的互斥量会导致未定义的行为。

另请参阅: `lock()`。

第四十七章 QMutexLocker

`QMutexLocker` 是一个工具类，它能非常方便地将互斥量锁定以及解锁。更多内容...

属性	内容
头文件	<code>#include<QMutexLocker></code>
qmake:	<code>QT += core</code>

- 此类中所有函数都是线程安全的。

47.1 公共成员函数

返回类型	函数
	<code>QMutexLocker(QRecursiveMutex *mutex)</code>
	<code>QMutexLocker(QMutex *mutex)</code>
	<code>~QMutexLocker()</code>
<code>QMutex *</code>	<code>mutex() const</code>
<code>void</code>	<code>relock()</code>
<code>void</code>	<code>unlock()</code>

47.2 详细描述

在复杂的函数、语句或异常处理代码中锁定和解锁 `QMutex` 很容易出错，而且很难调试。`QMutexLocker` 可用于此类情况，以确保互斥量的状态始终定义良好。

`QMutexLocker` 应该在需要锁定 `QMutex` 的函数中创建。在创建 `QMutexLocker` 时互斥量被锁定。您可以使用 `unlock()` 和 `relock()` 解锁和重新锁定互斥体。如果锁定，则当 `QMutexLocker` 被销毁时，互斥量将被解锁。

例如，此复杂函数在进入函数时锁定 `QMutex`，并在所有出口点解锁互斥量：很方便确保成对执行锁和解锁。例如，假设有一个方法将消息打印到两行上：

```
int complexFunction(int flag)
{
    mutex.lock();

    int retVal = 0;

    switch (flag) {
```

```
case 0:
case 1:
    retVal = moreComplexFunction(flag);
    break;
case 2:
{
    int status = anotherFunction();
    if (status < 0) {
        mutex.unlock();
        return -2;
    }
    retVal = status + flag;
}
break;
default:
    if (flag > 10) {
        mutex.unlock();
        return -1;
    }
    break;
}

mutex.unlock();
return retVal;
}
```

该示例在开发过程中会变得更加复杂，也更加容易出错。使用 `QMutexLocker` 可大大简化代码，且可读性更好：

```
int complexFunction(int flag)
{
    QMutexLocker locker(&mutex);

    int retVal = 0;

    switch (flag) {
case 0:
case 1:
        return moreComplexFunction(flag);
case 2:
{
        int status = anotherFunction();
        if (status < 0)
            return -2;
        retVal = status + flag;
    }
        break;
default:
        if (flag > 10)
            return -1;
        break;
    }

    return retVal;
}
```

现在，当 `QMutexLocker` 对象被销毁时（当函数返回时，因为 `locker` 是一个栈变量），互斥量将始终被解锁。同样的原则也适用于抛出和捕获异常的代码。在将异常传递给调用函数之前，如果函数未在锁定互斥量的函数中捕获到异常，则无法解锁互斥体。

（译者注：在进入被调函数后，被调函数锁定互斥量（使用 `QMutex::lock()`），在执行过程中发生异常，异常被调用函数获取，被调函数就没有正确执行解锁。）

`QMutexLocker` 还提供一个 `mutex()` 成员函数，该函数返回 `QMutexLocker` 正在其上操作的互斥体。这对于需要访问互斥体的代码非常有用，例如 `QWaitCondition::wait()`。

例如：

```
class SignalWaiter
{
private:
    QMutexLocker locker;

public:
    SignalWaiter(QMutex *mutex)
        : locker(mutex)
    {
    }

    void waitForSignal()
    {
        ...
        while (!signalled)
            waitCondition.wait(locker.mutex());
        ...
    }
};
```

另请参阅：ReadLocker, QWriteLocker, QMutex。

47.3 成员函数文档

`QMutexLocker::QMutexLocker(QRecursiveMutex *mutex)`

构造一个 `QMutexLocker` 并锁定互斥量。当 `QMutexLocker` 被销毁时，互斥量将被解锁（`unlock()`）。如果 `mutex` 为空，那么 `QMutexLocker` 不执行任何操作。

在 Qt5.14 中引入该函数。

另请参阅： `QMutex::lock()`

`QMutexLocker::QMutexLocker(QMutex *mutex)`

构造一个并锁定互斥量。当 `QMutexLocker` 被销毁时，互斥量将被解锁。如果 `mutex` 为空，那么 `QMutexLocker` 不执行任何操作。

另请参阅： `QMutex::lock()`

`QMutexLocker::~QMutexLocker()`

销毁 `QMutexLocker` 并解除锁定构造函数中锁定的互斥量。

另请参阅: `QMutex::unlock()`

```
QMutex *QMutexLocker::mutex() const
```

返回 `QMutexLocker` 正在操作的互斥量。

```
void QMutexLocker::relock()
```

重新锁定, 未上锁的互斥量。

另请参阅: `unlock()`

```
void QMutexLocker::unlock()
```

解锁这个互斥量。您可以使用 `relock()` 再次锁定它。销毁时不需要锁定。

另请参阅: `relock()`

第四十八章 元对象系统

Qt 的元对象系统提供了对象间通信的信号槽机制、运行时类型信息，以及动态属性系统。

元对象系统基于以下三者：

1. `QObject` 类，提供了便于利用元对象系统的基类；
2. `Q_OBJECT` 宏，放置于类声明的私有域，用于激活元对象系统特性，例如动态属性和信号槽；
3. 元对象编译器（moc），为每个 `QObject` 的子类提供实现元对象特性的代码生成。

`moc` 工具读取 C++ 源文件，若在其中找到包含 `Q_OBJECT` 宏的类声明，则会创建另一个 C++ 源文件，并在其中填充用于实现元对象特性的代码。该生成的源文件需要通过 `#include` 包含至对应类的源文件，或者更常见的是将其加入编译列表，并于对应类的实现一同链接。

- `QObject::metaObject()` 返回该类对应的元对象。
- `QMetaObject::className()` 在运行时以字符串形式返回该类的类名，并且不需要依赖 C++ 编译器的运行时类型信息（RTTI）支持；
- `QObject::inherits()` 函数返回该对象所属类型，是否派生自 `QObject` 继承树中的指定类型；
- `QObject::tr()` 和 `QObject::trUtf8()` 为国际化支持提供字符串翻译；
- `QObject::setProperty()` 和 `QObject::property()` 用于通过属性名称，动态设置和读取属性值；
- `QMetaObject::newInstance()` 构建指定类的新实例。

我们还可以对 `QObject` 进行 `qobject_cast()` 操作，该函数与标准 C++ 的 `dynamic_cast()` 表现类似，但优点时不需要 RTTI 支持，并且可以跨越动态库边界运作。它会尝试将输入指针转换为尖括号中的指针类型，若类型正确则返回非空指针（在运行时作出判断），若对象类型不兼容则返回 `nullptr`。

例如，假设 `MyWidget` 继承自 `QWidget` 类，并声明了 `Q_OBJECT` 宏：

```
QObject *obj = new MyWidget;
```

`QObject *` 类型的变量 `obj` 实际指向一个 `MyWidget` 对象，于是我们可以进行如下转换：

```
QWidget *widget = qobject_cast<QWidget *>(obj);
```

从 `QObject` 到 `QWidget` 的转换成功进行，因为该对象实际是 `QWidget` 的子类 `MyWidget`。由于我们知道 `obj` 是 `MyWidget` 类型，我们可以将其转换为 `MyWidget *`：

```
MyWidget *myWidget = qobject_cast<MyWidget *>(obj);
```

转换至 `MyWidget` 的操作可以成功进行，因为 `qobject_cast()` 并不会将 Qt 内置类型和自定义类型区别对待。（译者注：Qt 是在运行时通过读取元对象信息进行动态转换，开发者可通过 `Q_OBJECT` 宏让自定义类型支持被 `qobject_cast()` 进行转换）

```
QLabel *label = qobject_cast<QLabel *>(obj);  
// label is 0
```

另一个例子，转换为 `QLabel` 的操作失败了，该指针会被置零。但此机制也让运行时基于转换结果来区别处理不同类型成为可能：

```
if (QLabel *label = qobject_cast<QLabel *>(obj)) {  
    label->setText(tr("Ping"));  
} else if (QPushButton *button = qobject_cast<QPushButton *>(obj)) {  
    button->setText(tr("Pong!"));  
}
```

虽然可以使用 `QObject` 作为基类，但不定义 `Q_OBJECT` 宏，也不生成元对象代码，但这也意味着信号槽以及本文提到所有的其它机制无法使用。从元对象系统的视角来看，没有元对象代码的 `QObject` 的子类（译者注：即未使用 `Q_OBJECT` 宏）等价于它最近的一个包含元对象代码的父类，这也意味着，例如，`QMetaObject::className()` 不会返回该类的类名，而是会返回父类的类名。

因此，我们强烈建议在所有 `QObject` 的子类中都使用 `Q_OBJECT` 宏，无论它们是否用到了信号槽和动态属性。

另请参阅：`QMetaObject`，Qt 的属性系统以及信号与槽。

第四十九章 为何 Qt 使用 Moc 实现信号槽？

模板是 C++ 的内建机制，可以允许编译器基于传递的参数类型，在编译期生成代码。因此，框架编写者很喜欢使用模板，而我们也在 Qt 的许多地方使用了高阶的模板特性。然而，模板有限制的：有的东西可以用模板很轻易地表达，但同样也会有几乎无法用模板表达的东西。一个通用的向量容器类很容易用模板表达，即使它在针对指针类型时使用到了偏特化特性；然而一个基于 XML 字符串的内容描述来构建用户界面的函数，就无法用模板来表达。并且，在它俩之间还有一块灰色区域。强行使用模板来实现功能，会付出代码体积、可读性、可移植性、可用性、可扩展性、健壮性乃至最根本的设计美感上的代价。C++ 的模板和 C 的宏都可以用于扩展语法，来实现不可思议又难以置信的奇思妙想，但这只代表这些想法是可行的，而未必意味着这么做是正确的设计思路。很不幸，编写代码，并不是用来写进书籍（译者注：即阳春白雪般的纸上谈兵），而是在真实世界的操作系统中，被真实世界的编译器所编译。

这就是为什么 Qt 使用 moc 的原因：

49.1 语法很重要

语法并不只是糖：用于描述我们的算法的语法，会显著地影响我们的代码的可读性和可维护性。Qt 的信号槽语法被证明是非常成功的实践，它的语法非常直观，易于使用也易于阅读。学习 Qt 时，这种语法可以帮助人们更好地理解和使用信号槽这个概念——尽管它本质上是很高阶的通用抽象。这令开发者们在刚踏入门槛时，就能做出正确的设计，甚至都不需要去思考何为设计模式。

49.2 代码生成是好东西

Qt 的 moc(Meta Object Compiler, 元对象编译器) 提供了一种简洁的方式，来超越目标语言本身的桎梏。它通过生成额外的 C++ 代码来达成目标，而这些代码可以被任何标准的 C++ 编译器所编译。moc 会阅读 C++ 源码文件，如果找到任何类声明中包含了 Q_OBJECT 宏，就会生成另一个 C++ 源码文件，在其中填充这些类的元对象相关的代码。moc 生成的 C++ 源码文件必须与对应类的实现文件共同编译和链接（也可以被 #include 包含到对应类的源文件中）。但通常来说，moc 并不会被手动调用，而是被编译系统自动调用，因此不需要开发者做额外工作。

moc 并不是 Qt 使用的唯一一个代码生成器。另一个典型范例则是 uic(User Interface Compiler, 用户界面编译器)，它接受 XML 格式的用户界面描述，来生成 C++ 代码并初始化界面。在 Qt 之外，代码生成器同样也被广泛应用，例如 rpc 和 idl，可以支撑应用程序或对象跨越进程甚至跨机器进行通信。又比如，各种各样的词法分析工具，如大名鼎鼎的 lex 和 yacc，它们将语法规则作为输入，来生成可以实现这些规范的状态机代码。代码生成器的其它替代品有改造编译器、专有语言或者可视化编程工具——后者提供单向的对话框/向导，用于在设计阶段而非编译阶段生成各种晦涩的代码。相比于将我们的客户绑定在专用的 C++ 编译器上，或者绑定到特定

的集成开发环境（IDE）中，我们允许他们使用任何他们喜欢的工具。相较于强迫开发者将生成的代码添加到代码库中，我们更鼓励他们将自己的工具添加到他们的构建系统中：更加干净、更加安全、更具有 UNIX 精神。

译者注：UNIX 精神指的是用小型单一工具组合完成任务，而非庞大的、无所不能的复杂工具。

49.3 用户界面是动态的

C++ 是一门标准化的、强大的、经过精心设计的通用型语言，它是唯一一门被应用于如此广泛的软件开发领域的语言，囊括了所有种类的应用程序，包括完整的操作系统、数据库服务器、高级图形应用乃至通用桌面应用。C++ 成功的关键之一，便是在提供可伸缩的语言特性的同时，聚焦于最大化性能和最小化内存占用，同时还保持了对 ANSI C 的兼容性。除此之外，C++ 也有一些缺点。例如在面对基于组件的用户界面开发时，C++ 的静态对象模型相较于 Objective-C 的动态消息机制便是很显著的劣势。对于高级数据库服务器或者操作系统而言的优秀特性，却并非用户界面前端设计的正确选择。拥有了 moc 后，我们可以将这个劣势转化为优势，为满足安全又高效的用户界面开发提供了充足的灵活性。我们的成果已经超越了通过模板能够做到的任何事情。例如，我们可以拥有对象属性，还可以重载信号槽，这在一门把重载作为关键特性的语言中，会令开发者感到无比自然。我们的信号机制不会让对象大小增加任何一个字节，这意味着我们在添加新的信号的同时不会破坏二进制兼容性。另一个好处是我们可以运行时检索一个对象的信号和槽。我们可以通过名称（译者注：字符串）来做到类型安全地建立连接，而并不需要知道我们连接的对象使用的具体类型（译者注：包括对象类型和参数类型），这对于基于模板的解决方案来说是不可能的。这种运行时的自省机制为我们开启了新的可能，例如，可以通过 Qt Designer 的 XML 界面文件来生成图形界面，并完成信号槽的连接。

49.4 调用性能并不代表一切

Qt 的信号槽实现并不能和基于模板的解决方案一样快。尽管发射一个信号大约只有四次常规模板函数的调用开销，整个信号槽执行的过程也才被 Qt 尽量压缩到 10 倍函数调用开销。这并不令人意外，因为 Qt 的机制包括了通用的序列化、自省、不同线程间的队列执行以及极致的脚本化。它并不需要激进的内联和代码展开，但却提供了远超出这些代价的运行时安全性。Qt 的信号分发机制是安全的，而那些速度更快的基于模板的系统则不是。即使在发送一个信号至多个不同的接收者的过程中，您依然可以安全地删除这些接收者，而不会引发程序崩溃。如果没有这份安全性，您的程序可能会偶发性地崩溃，并伴随一个痛苦的调试过程，来修复错误地对已经被释放掉的内存进行的读写操作。

译者注：

本段翻译有待商榷，其中一句

Qt 的信号分发机制是安全的，而那些速度更快的基于模板的系统则不是。

对应的原文是

Qt's iterators are safe while those of faster template-based systems are not.

从字面理解,该句是指 Qt 容器的迭代器。然而结合上下文,该句应该也是用于描述信号槽机制的安全性,所以此处理解为信号分发过程中,遍历分发目标的安全性,即 `iteration` 操作。

然而,从 Qt 容器安全性上理解也未尝不可。虽然迭代器算法是和容器数据结构强相关,对于相同类型的容器,Qt 迭代器与 STL 迭代器算法本质上并无区别,但 STL 容器是由标准库实现,而不同平台的标准库实现是针对该平台高度特化的,这导致了即使是很规范的 C++ 代码,移植到不同平台后依然可能因为平台差异(如大小端、位宽、对齐)产生 bug——而这不会出现在 Qt 中,因为 Qt 的设计是宁可舍弃平台特化的性能,也要保证兼容性。

尽管如此,难道就不能用基于模板的方案来提升使用信号槽的应用的性能吗?尽管 Qt 的确在信号槽调用中增加了一点点额外开销,这个开销对于槽的整个执行过程只占了很小的比例。只要在槽里做了任何有效的操作,例如一些简单的字符串处理,那么调用时的额外开销就可以忽略不计了。Qt 的系统已经经过充分优化,以至于任何需要 `new/delete` 的操作(例如字符串操作或向模板容器中插入/删除对象),都比发射一次信号有更可观的开销。

例外:如果您在某个性能敏感任务的内部循环中使用了信号槽,并且确认它成为性能瓶颈,那么可以考虑将其更换为监听者模式(译者注:更通用的称呼是发布-订阅或生产者-消费者)。在这类场景中,您可能只需要一对一的连接方式。例如,如果有一个对象从网络中下载数据,使用信号来标识需要的数据已经接收到,会是明智的设计;但如果需要将每个字节逐一发送至一个消费者,就应该使用监听者模式而非信号槽。

49.5 不受限制

因为有 moc 来实现信号槽,我们可以添加更多模板所不能做到的东西。其中便有带作用域的翻译器,可以通过生成的 `tr()` 函数使用;还有一个先进的属性系统,具备运行时的自省和类型信息。属性系统具有一个显著的优点:如 Qt Designer 这类强大而且通用的可视化界面设计工具,如果没有强大的支持反射的属性系统支撑的话,会极其难以编写(如果的确能够编写出来的话)。但不止于此,我们还提供了一个 `qobject_cast<T>()` 动态转换机制,并且不需要依赖系统的 RTTI 特性,也不需要承担 RTTI 所受的限制,我们使用它来从动态加载的组件中安全地获取接口。另一个应用领域是动态的元对象,例如,我们可以获取一个 ActiveX 组件,并且在运行时为其生成对应的元对象;或者,我们也可以通过导出元对象的形式,将 Qt 组件导出为 ActiveX 组件。使用模板无法做到其中任意一个。

C++ 结合 moc 为我们提供了类似于 Objective-C 或者 JRE(Java Runtime Environment, Java 运行时环境)的灵活性,但同时依然保留了 C++ 独有的性能与扩展性优势。这让我们如今使用的 Qt 成为了一个灵活而方便的工具。

第五十章 QReadLocker

QReadLocker 是工具类，它简化了对读写锁，读访问的的锁定和解锁。[更多...](#)

属性	方法
头文件：	#include <QReadLocker>
qmake：	QT += core

注意：此类中全部函数可重入。

50.1 公共成员函数

类型	名称
	QReadLocker(QReadWriteLock *lock)
	~QReadLocker()
QReadWriteLock *	readWriteLock() const
void	relock()
void	unlock()

50.2 详细描述

QReadLocker（和 QWriteLocker）的目的是简化 QReadWriteLock 的锁定和解锁。锁定和解锁语句、异常处理代码是很容易出错的，而且很难调试。QReadLocker 可以确保在此类情况下，锁的状态始终定义良好。

下面是一个使用 QReadLocker 锁定和解锁读写锁的示例：

```
QReadWriteLock lock;

QByteArray readData()
{
    QReadLocker locker(&lock);
    ...
    return data;
}
```

等价于以下代码：

```
ReadWriteLock lock;
```

```
QByteArray readData()
{
    lock.lockForRead();
    ...
    lock.unlock();
    return data;
}
```

QMutexLocker 文档展示了使用 `locker` 对象来大大简化编程的示例。

另请参阅: `QWriteLocker`、`QReadWriteLock`。

50.3 成员函数文档

`ReadLocker::ReadLocker(QReadWriteLock *lock)`

构造一个 `QReadLocker` 并锁定用于读取的锁。当 `QReadLocker` 被销毁时，锁将被解锁。如果 `lock == nullptr`，则 `QReadLocker` 不执行任何操作。

另请参阅: `QReadWriteLock::lockForRead()`。

`QReadLocker::~QReadLocker()`

销毁 `QReadLocker` 并解锁传递给构造函数的锁。

另请参阅: `QReadWriteLock::unlock()`。

`QReadWriteLock *QReadLocker::readWriteLock() const`

返回传递给构造函数的读写锁的指针。

`void QReadLocker::relock()`

重新锁定。

另请参阅: `unlock()`。

`void QReadLocker::unlock()`

解锁。

另请参阅: `QReadWriteLock::unlock()`。

第五十一章 QReadWriteLock

QReadWriteLock 类提供读写锁定。更多...

属性	方法
头文件:	<code>#include <QReadWriteLock></code>
qmake:	<code>QT += core</code>

注意：此类中所有函数都是线程安全的。

51.1 公共成员类型

类型	名称
enum	<code>RecursionMode { Recursive, NonRecursive}</code>

51.2 公共成员函数

返回类型	函数
	<code>QReadWriteLock(QReadWriteLock::RecursionMode recursionMode = NonRecursive)</code>
	<code>~QReadWriteLock()</code>
void	<code>lockForRead()</code>
void	<code>lockForWrite()</code>
bool	<code>tryLockForRead()</code>
bool	<code>tryLockForRead(int timeout)</code>
bool	<code>trylockForWrite()</code>
bool	<code>trylockForWrite(int timeout)</code>
void	<code>unlock()</code>

51.3 详细描述

读写锁是一种用于保护读写资源的同步工具。如果希望允许多个线程同时进行只读访问，那么这种类型的锁很有用，但是只要一个线程想写入资源，那么它就必须阻止所有其他线程，直到写入完成。

在许多情况下，QReadWriteLock 是 QMutex 强有力的竞争对手。QReadWriteLock 在多并发读，少量写的情况下，有较好的执行效果。

例如:

```
QReadWriteLock lock;

void ReaderThread::run()
{
    ...
    lock.lockForRead();
    read_file();
    lock.unlock();
    ...
}

void WriterThread::run()
{
    ...
    lock.lockForWrite();
    write_file();
    lock.unlock();
    ...
}
```

为了确保写者永远不会被读者阻塞, 如果有写者被阻塞, 则读者将无法获取锁, 即使该锁当前正被其他读者访问。另外, 如果一个写者正在写, 而另一个写者想进入, 则该写者将优先于其他可能正在等待的读者。

与 `QMutex` 类似, 当使用 `QReadWriteLock::Recursive` 作为 `QReadWriteLock::RecursiveMode` 参数构造时, `QReadWriteLock` 可以被同一线程递归锁定。在这种情况下, `unlock()` 的调用次数必须与 `lockForWrite()` 或 `lockForRead()` 的调用次数相同。请注意, 当尝试递归锁定时, 不能更改锁类型, 也就是说, 在已经为写入而锁定的线程中, 不可能为读取而锁定 (反之亦然)。

另请参阅: `QReadLock`、`QWriteLock`、`QMutex`、`QSemaphore`。

51.4 成员类型文档

enum `QReadWriteLock::RecursionMode`

常量	值	描述
<code>QReadWriteLock::Recursive</code>	1	在这种模式下, 线程可以多次锁定同一个 <code>QReadWriteLock</code>
<code>QReadWriteLock::NonRecursive</code>	0	在这种模式下, 线程只能锁定 <code>QReadWriteLock</code> 一次。

另请参阅: `QReadWriteLock()`。

51.5 成员函数文档

`QReadWriteLock::QReadWriteLock(QReadWriteLock::RecursionMode recursionMode = NonRecursive)`

构造一个 `recursionMode` 模式的 `QReadWriteLock`。默认 `NonRecursive`。

在 Qt 4.4 引入该函数。

另请参阅: `lockForRead()`、`lockForWrite()`、`RecursiveMode`。

`QReadWriteLock::~QReadWriteLock()`

解锁, 并析构。

警告: 销毁正在使用的读写锁可能会导致未定义的行为。

`void QReadWriteLock::lockForRead()`

读锁定。如果另一个线程正写锁定, 则此函数将阻塞当前线程。如果线程已写锁定, 则不可读锁定。

另请参阅: `unlock()`、`lockForWrite()`、`tryLockForWrite()`。

`void QReadWriteLock::lockForWrite()`

写锁定。如果另一个线程(包括当前线程)为读或写而锁定(除非锁是使用 `QReadWriteLock::Recursive` 模式创建的), 则此函数将阻塞当前线程。如果线程已读锁定, 则不可写锁定。

另请参阅: `unlock()`、`lockForWrite()`、`tryLockForWrite()`。

`bool QReadWriteLock::tryLockForRead()`

尝试读锁定。如果获得了锁, 此函数将返回 `true`, 否则将返回 `false`, 而不是等待锁变为可用, 即不阻塞。如果另一个线程已写锁定, 则读锁定尝试将失败。如果获得了锁, 请务必使用 `unlock()` 解锁, 然后另一个线程才能成功地将其写锁定。如果线程已写锁定, 则不可读锁定。

另请参阅: `unlock()`、`lockForRead()`。

`bool QReadWriteLock::tryLockForRead(int timeout)`

重载函数。尝试读锁定。如果获得了锁, 此函数返回 `true`, 否则返回 `false`。如果另一个线程已写锁定, 则此函数最多将等待 `timeout` 毫秒。

注意: 传递一个负数作为超时值相当于调用 `lockForRead()`, 即当 `timeout` 值为负数时, 此函数将永远等待, 直到读锁定为止。

如果获得了锁, 请务必使用 `unlock()` 解锁, 然后另一个线程才能成功地将其写锁定。如果线程已读锁定, 则不可写锁定。

另请参阅: `unlock()`、`lockForRead()`。

`bool QReadWriteLock::tryLockForWrite()`

尝试锁定以进行写入。如果获取的锁为 `true`, 则立即返回 `false`。如果另一个线程已锁定, 则写锁定尝试将失败。

如果获得了锁, 请务必使用 `unlock()` 解锁, 然后另一个线程才能成功地将其锁定。如果线程已读锁定, 则不可写锁定。

另请参阅: `unlock()`、`lockForWrite()`。

`bool QReadWriteLock::tryLockForWrite(int timeout)`

重载函数。尝试写锁定。如果获得了锁, 此函数返回 `true`, 否则返回 `false`。如果另一个线程已写锁定, 则此函数最多将等待 `timeout` 毫秒。

注意：传递一个负数作为超时值相当于调用 `lockForWrite()`，即当 `timeout` 值为负数时，此函数将永远等待，直到读锁定为止。

如果获得了锁，请务必使用 `unlock()` 解锁，然后另一个线程才能成功地将写锁定。如果线程已读锁定，则不可写锁定。

另请参阅：`unlock()`、`lockForWrite()`。

```
void QReadWriteLock::unlock()
```

解锁。试图解锁未锁定的锁是错误的，将导致程序终止。

另请参阅：`lockForRead()`、`lockForWrite()`、`tryLockForRead()`、`trylockForWrite()`。

第五十二章 QRcursiveMutex

QRcursiveMutex 类提供线程间的访问序列化。更多...

属性	方法
头文件:	<code>#include <QRcursiveMutex></code>
qmake:	<code>QT += core</code>
加入版本	Qt 5.14
继承自	QMutex(private)

注意：此类中所有函数都是线程安全的。

52.1 公共成员函数

返回类型	函数
	<code>QRecursiveMutex()</code>
	<code>~QRecursiveMutex()</code>

52.2 详细描述

QRecursiveMutex 类是一个互斥体，与 QMutex 类似，与之 API 兼容。它与 QMutex 的不同之处在于，它可多次接受来自同一线程的 `lock()` 调用。QMutex 在这种情况下会死锁。QRecursiveMutex 的构造和操作成本要高很多，因此尽可能使用纯 QMutex。然而，有时一个公共函数调用另一个公共函数，它们都需要锁定同一个互斥体。在这种情况下，您有两个选项：

- 将需要互斥锁保护的代码分解到私有函数中，私有函数假设在调用互斥体时保留互斥体，并在调用私有实现函数之前在公共函数中锁定一个纯 QMutex。
- 或者使用递归互斥锁，所以第二个公共函数希望锁定互斥锁，与第一个公共函数是否锁定没有多大关系了。

另请参阅：QMutex, QMutexLocker, QReadWriteLock, QSemaphore 和 QWaitCondition。

52.3 成员函数文档

`QRecursiveMutex::QRecursiveMutex()`

构造一个新的递归互斥锁。互斥锁是在解锁状态下创建的。

另请参阅: `lock()`、`unlock()`

`QRecursiveMutex::~QRecursiveMutex()`

析构。

警告: 销毁锁定的互斥锁可能会导致未定义的行为。

第五十三章 ResourceCompilerRcc

rcc 工具用于在编译期将资源数据集成至 Qt 应用。它基于 Qt 资源文件 (**.qrc**) 来生成包含资源数据的 C++ 源文件。

使用方式

```
rcc [选项列表] <输入列表>
```

RCC 接受如下命令行选项:

选项	参数	描述
-o	file	将输出信息写入 file, 而非打印至 stdout。
-name	name	创建名为 name 的外部初始化函数。
-threshold	level	指定值为 level(百分比) 的阈值, 以用于判断是否需要压缩文件。若压缩掉的文件尺寸大于该阈值 level, 则会执行压缩, 否则会存储未压缩数据。默认阈值是 70%, 即当压缩后的尺寸小于等于原尺寸的 30%, 则会存储为压缩数据。
-compress-algo	algorithm	压缩文件使用的算法, 支持 zstd, zlib 和 none, 即指通过 Zstandard 库或 zlib 库进行压缩, 亦或不进行压缩。默认情况下, 若编译期可以找到 zstd 库则使用该算法, 佛祖额使用 zlib。
-compress	level	通过压缩等级 level 压缩输入文件, 不同算法有不同的的等级范围。若使用 zstd 算法, 有效等级是 1 至 19, 另外特殊值 0 和 -1 代指 libzstd 和 rcc 的默认压缩等级。若使用 zlib 算法, 有效等级是 1 至 9。对于这两种算法, 等级 1 都代表最低压缩率但最快压缩速度, 等级 9 或 19 则是最高压缩率但最慢压缩速度。。若要关闭压缩, 则使用 -no-compress。level 的默认值是 -1。
-root	path	将 path 附加至资源访问路径的前缀, 默认为无前缀。
-no-compress		禁用压缩。
-binary		输出至二进制文件, 以用作动态资源。
-version		显示版本信息。
-help		显示使用方式。
-t, -temp <file>		通过临时文件 <file> 处理大体积资源。
-namespace		关闭命名空间宏。

-verbose		启用详细输出。
-list		仅列出.qrc 中的文件列表，不生成代码文件。
-project		生成一个包含当前目录中所有文件的资源文件。

另请参阅：Qt 资源系统以获取集成资源至 Qt 应用程序的更多信息。

第五十四章 Qt 资源系统

Qt 资源系统是一套平台独立的机制，用于将二进制文件存储至应用程序的可执行文件中。这在您的应用始终依赖一组特定文件（如图标、翻译文件等），并且不想承担丢失这些文件的风险时，会非常有用。

资源系统基于 `qmake`、`rcc`（Qt 的资源编译器）和 `QFile` 的密切协作。

54.1 资源汇总文件

通过 `.qrc` 文件来指定应用程序所关联的资源，该文件基于 XML 格式，包含了磁盘中的文件列表，并为它们标注可选的别名，以供应用程序来获取资源内容。

下文为一个 `.qrc` 文件范例：

```
<!DOCTYPE RCC><RCC version="1.0">
<qresource>
<file>images/copy.png</file>
<file>images/cut.png</file>
<file>images/new.png</file>
<file>images/open.png</file>
<file>images/paste.png</file>
<file>images/save.png</file>
</qresource>
</RCC>
```

`.qrc` 文件中列举的资源文件是应用程序资源树的一部分，其中指定的路径为 `.qrc` 文件所在目录的相对路径。注意，列举的资源文件必须位于 `.qrc` 文件所在目录或其子目录。

资源数据可以被编译进二进制程序，从而在运行时可被立即获取；也可以生成为二进制文件，随后在应用程序代码中注册至资源系统。

默认情况下，资源文件在应用程序中，可使用它们在资源树中的路径，附加上 `:/` 前缀来访问，也可以通过名为 `qrc` 的 URL Scheme 来访问。

例如，文件路径 `:/images/cut.png`，或链接地址 `qrc:///images/cut.png`，可以用于访问 `cut.png` 文件，该文件在应用程序资源树中的路径为 `images/cut.png`。该路径也可以通过 `file` 标签的 `alias` 属性进行修改：

```
<file alias="cut-img.png">images/cut.png</file>
```

此时，该文件可通过 `:/cut-img.png` 路径访问。也可以通过 `qresource` 标签的 `prefix` 属性为 `.qrc` 文件中的所有资源文件设置路径前缀：

```
<qresource prefix="/myresources">
  <file alias="cut-img.png">images/cut.png</file>
</qresource>
```

在此场景下，该文件可通过 `:/myresources/cut-img.png` 路径访问。

某些资源需要随用户的区域设置发生改变，如翻译文件或图标。这可以通过在 `qresource` 标签中添加 `lang` 属性，为其指定对应的区域名称字符串来实现，例如：

```
<qresource>
  <file>cut.jpg</file>
</qresource>
<qresource lang="fr">
  <file alias="cut.jpg">cut_fr.jpg</file>
</qresource>
```

若用户区域为法国（即 `QLocale::system().name()` 函数返回“`fr_FR`”），则 `:/cut.jpg` 会引用至 `cut_fr.jpg`，其它情况下使用 `cut.jpg`。

另请参阅：QLocale 文档以获取区域字符串格式的说明。

另请参阅：QFileSelector 文档以了解另一个基于区域选取资源的机制，该机制可基于操作系统等更多附加信息来进行选取。

54.2 外部二进制资源

若要生成外部二进制资源，您需要传递 `-binary` 选项至 `rcc` 来创建资源数据文件（通常使用 `.rcc` 扩展名）。二进制资源文件创建完毕后，可以通过 `QResource` 接口进行注册。

例如，`.qrc` 文件中指定的一组资源数据，可以通过如下方式进行编译：

```
rcc -binary myresource.qrc -o myresource.rcc
```

在应用程序中，通过如下代码注册资源：

```
QResource::registerResource("/path/to/myresource.rcc");
```

54.3 内建资源

若要将资源编译至二进制程序内，您需要在应用程序的 `.pro` 文件中指定 `.qrc` 文件，从而让 `qmake` 可以感知到它。例如：

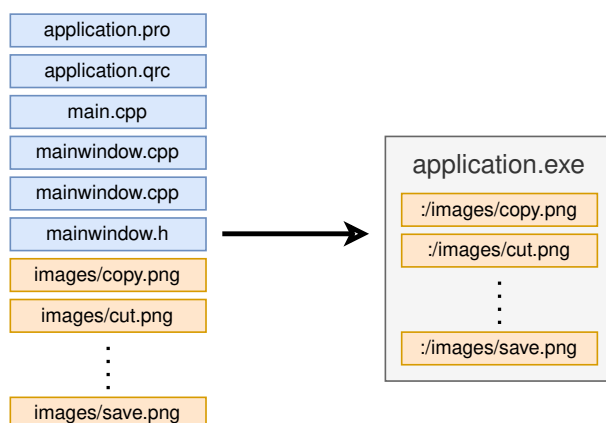
```
RESOURCES = application.qrc
```

`qmake` 会生成编译规则来创建名为 `qrc_application.cpp` 的源文件，并将其链接至应用程序。

该文件包含以 C++ 静态数组的形式存储的图片和其它所有资源的二进制压缩数据。

`qrc_application.cpp` 文件会在 `.qrc` 文件或其引用的任意资源文件发生改变时自动重新生成。

若您不使用 `.pro` 文件，则需要手动执行 `rcc`，或将其添加到您的构建系统中。



目前，Qt 总是将数据直接存储至可执行程序内，无论是 Windows、macOS 还是 iOS——这些操作系统都提供了内嵌资源的原生支持。这个模式在 Qt 未来的版本中可能会有改变。

54.4 压缩

`rcc` 会尝试压缩资源数据来减少最终生成的二进制文件的磁盘占用。通常情况下，会通过启发式的检查来决定是否值得进行压缩，并且在无法有效压缩的情况下直接存储未压缩的内容。您可以使用 `-threshold` 来控制判断阈值，该选项告知 `rcc` 源文件压缩后获得的体积缩减必须不小于该百分比。

```
rcc -threshold 25 myresources.qrc
```

默认值为 `70`，意味着压缩后的文件必须比源文件小 `70%`（即不大于源文件的 `30%` 大小）。

若有需要的话，也可以关闭压缩，这在资源文件中包含已经压缩过的数据时（如 `.png` 文件）非常有用——否则会在编译时浪费 CPU 时间来确认它的确不能被再次压缩。另一个原因则是无需考虑磁盘占用，并且想让资源在运行时以可直接访问的原始数据存放于内存中，而非需要解压才可使用的压缩数据。您可以通过命令行参数 `-no-compress` 来实现此目的。

```
rcc -no-compress myresources.qrc
```

`rcc` 同样给予用户控制压缩算法和压缩等级的权限，例如：

```
rcc -compress 2 -compress-algo zlib myresources.qrc
```

另外，也可以在 `.qrc` 文件中 `file` 标签的 `threshold`、`compress` 和 `compress-algo` 属性来进行设置：

```
<qresource>
  <file compress="1" compress-algo="zstd">data.txt</file>
</qresource>
```

上述代码选择 `zstd` 算法，使用压缩等级 `1`。

`rcc` 支持如下压缩算法和压缩等级：

- **best**: 使用下述算法中的最优者, 并使用其最高压缩等级, 以编译时的 CPU 时间为代价来获得最高压缩率。此参数在 XML 文件中可用于指明无论 **rcc** 支持何种压缩算法, 该文件都应被尽可能地压缩。
- **zstd**: 使用 Zstandard 库进行压缩。有效压缩等级为 1 至 19, 1 为最低压缩率 (最短 CPU 时间), 19 为最高压缩率 (最长 CPU 时间)。默认等级为 14。特殊值 0 用于告知 **zstd** 库自由选择其默认的压缩率。
- **zlib**: 使用 zlib 库进行压缩。有效压缩等级为 1 至 9, 1 为最低压缩率 (最短 CPU 时间), 9 为最高压缩率 (最长 CPU 时间)。特殊值 0 代表“无需压缩”, 并且不应被使用。默认值为实现定义, 通常为 6。
- **none**: 无压缩。该参数等价于 **-no-compress** 选项。

Zstandard 和 zlib 均为可选支持。若运行时未检测到对应的库, 则通过 **-compress-algo** 指定该库的操作会报错。默认情况下, 若 **zstd** 可用则使用该算法, 否则使用 **zlib**。

54.5 在应用程序中使用资源

在应用程序中, 资源路径可用于绝大多数常规文件系统路径的中。例如, 可以传递资源路径而非文件路径至 QIcon, QImage 或 QPixmap 的构造函数:

```
cutAct = new QAction(QIcon(":/images/cut.png"), tr("Cu&t"), this);
```

注意: Application 范例以了解实际程序中如何使用 Qt 的资源系统来存储图标。

资源在内存中以资源对象树形式表达, 该对象树在程序启动时构建, 通过 QFile 来将其路径解析至资源数据。可通过 **"/:"** 初始化 QDir 对象, 来从根部遍历该对象树。

Qt 的资源系统支持搜索路径列表概念。若通过 **:** 而非 **:/** 前缀来指定资源, 则会通过搜索路径列表来检索该资源。搜索路径列表在程序启动时空, 可通过 QDir::addSearchPath() 来添加路径。

54.6 使用库中的资源

若在库中包含资源, 则需要调用 Q_INIT_RESOURCE() 来强制初始化资源, 调用参数为 **.qrc** 文件的基本名称, 例如

```
MyClass::MyClass() : BaseClass()
{
    Q_INIT_RESOURCE(resources);

    QFile file(":/myfile.dat");
    ...
}
```

这确保了在静态链接时, 资源数据可被链接至最终的应用程序。该初始化代码应该紧贴在库中使用资源的位置之前, 以确保仅当该库的使用者使用到依赖资源的特性时, 才会将资源链接至程序。

注意: 由于 **rcc** 生成的资源初始化器定义在全局命名空间, Q_INIT_RESOURCE() 的调用也必须位于任何命名空间之外。

若该库包含的资源不在内部使用，而是暴露给库的使用者，则初始化操作需要发生在应用程序代码中，例如：

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    QApplication app(argc, argv);
    Q_INIT_RESOURCE(graphlib);

    QFile file(":/graph.png");
    ...
    return app.exec();
}
```

如上文所述，此方式确保了资源数据可在静态链接时被链接至最终的应用程序，同时也会在动态链接时触发库的加载动作，如加载插件。

类似地，若想显式地卸载一组资源（因为需要卸载插件，或该资源不再被使用），则可通过调用 `Q_CLEANUP_RESOURCE()` 来强制移除资源，调用参数与上文相同。

若资源文件被编译为应用程序的一部分，则不需要使用 `Q_INIT_RESOURCE()` 和 `Q_CLEANUP_RESOURCE()`。

第五十五章 QSql

QSql 命名空间里的各种名样的标识符，已经被运用在 Qt SQL 各个模块中。[更多](#)

属性	方法
头文件	<code>#include <QSql></code>
qmake	<code>QT += sql</code>

55.1 类型

enum	Location { BeforeFirstRow, AfterLastRow }
enum	NumericalPrecisionPolicy { LowPrecisionInt32, LowPrecisionInt64,LowPrecisionDouble,HighPrecision}
flags	ParamType
enum	ParamTypeFlag { In, Out, InOut, Binary }
enum	TableType { Tables, SystemTables, Views, AllTables }

细节的介绍

查看 [Qt SQL](#)

55.2 类型文档

enum QSql::Location

此枚举类型描述特殊的 sql 导航位置

常量	值	介绍
QSql::BeforeFirstRow	-1	在第一个记录之前
QSql::AfterLastRow	-2	在最后一个记录之后

另请参阅: [QSqlQuery::at\(\)](#)

enum QSql::NumericalPrecisionPolicy

数据库中的数值可以比它们对应的 C++ 类型更精确。此枚举列出在应用程序中表示此类值的策略。

常量	值	介绍
QSql::LowPrecisionInt32	0x01	对于 32 位的整形数值。在浮点数的情况下，小数部分将会被舍去。
QSql::LowPrecisionInt64	0x02	对于 64 位的整形数值。在浮点数的情况下，小数部分将会被舍去。
QSql::LowPrecisionDouble	0x04	强制双精度值。这个默认的规则
QSql::HighPrecision	0	字符串将会维持精度

注意：如果特定的驱动发生溢出，这是一个真实行为。像 `Oracle` 数据库在这种情形下，就会返回一个错误。

```
enum QSql::ParamTypeFlag
```

```
flags QSql::ParamType
```

这个枚举用于指定绑定参数的类型

常量	值	介绍
<code>QSql::In</code>	<code>0x00000001</code>	这个参数被用于向数据库里写入数据
<code>QSql::Out</code>	<code>0x00000002</code>	这个参数被用于向数据库里获得数据
<code>QSql::InOut</code>	<code>In Out</code>	这个参数被用于向数据库里写入数据；使用查询来向数据库里，重写数据
<code>QSql::Binary</code>	<code>0x00000004</code>	如果您想显示数据为原始的二进制数据，那么必须是 <code>OR'd</code> 和其他的标志一

类型参数类型定义为 `QFlags`。它被存放在一个 `OR` 与类型参数标志的值的组合。

第五十六章 QSqlDatabase

QSqlDatabase 类用于处理数据库的连接

属性	方法
头文件	#include <QSqlDatabase>
qmake	QT += sql

列出所有的成员，包括继承成员

56.1 公共类型

返回值	函数名
	QSqlDatabase(const QSqlDatabase &other)
	QSqlDatabase()
QSqlDatabase &	operator=(const QSqlDatabase &other)
	QSqlDatabase()
void	close()
bool	commit()
QString	connectOptions() const
QString	connectionName() const
QString	databaseName() const
QSqlDriver *	driver() const
QString	driverName() const
QSqlQuery	exec(const QString &query = QString()) const
QString	hostName() const
bool	isOpen() const
bool	isOpenError() const
bool	isValid() const
QSqlError	lastError() const
QSql::NumericalPrecisionPolicy	numericalPrecisionPolicy() const
bool	open()
bool	open(const QString &user, const QString &password)
QString	password() const
int	port() const
QSqlIndex	primaryIndex(const QString &tablename) const
QSqlRecord	record(const QString &tablename) const
bool	rollback()
void	setConnectOptions(const QString &options = QString())
void	setDatabaseName(const QString &name)
void	setHostName(const QString &host)
void	setNumericalPrecisionPolicy(QSql::NumericalPrecisionPolicy precisionPolicy)
void	setPassword(const QString &password)
void	setPort(int port)
void	setUserName(const QString &name)
QStringList	tables(QSql::TableType type = QSql::Tables) const
bool	transaction()
QString	userName() const

56.2 静态公共成员

返回值	函数名
QSqlDatabase	addDatabase(const QString &type, const QString &connectionName = QLatin1String(defaultConnection))
QSqlDatabase	addDatabase(QSqlDriver *driver, const QString &connectionName = QLatin1String(defaultConnection))
QSqlDatabase	cloneDatabase(const QSqlDatabase &other, const QString &connectionName)
QSqlDatabase	cloneDatabase(const QString &other, const QString &connectionName)
QStringList	connectionNames()
bool	contains(const QString &connectionName = QLatin1String(defaultConnection))
QSqlDatabase	database(const QString &connectionName = QLatin1String(defaultConnection), bool open = true)
QStringList	drivers()
bool	isDriverAvailable(const QString &name)
void	registerSqlDriver(const QString &name, QSqlDriverCreatorBase *creator)
void	removeDatabase(const QString &connectionName)

56.3 受保护的成员函数

返回值	函数名
	QSqlDatabase(QSqlDriver *driver)
	QSqlDatabase(const QString &type)

56.4 详细的介绍

`QSqlDatabase` 类提供接口用于数据库的连接。一个 `QSqlDatabase` 实例对象表示连接。这个连接提供数据库所需要的驱动，这个驱动来自于 `QSqlDriver`。换言之，您可以实现自己的数据库驱动，通过继承 `QSqlDriver`。查看[如何实现自己的数据库驱动](#)来获取更多的信息。

通过调用一个静态的 `addDatabase()` 函数，来创建一个连接（即：实例化一个 `QSqlDatabase` 类），并且可以指定驱动或者驱动类型去使用（依赖于数据库的类型）和一个连接的名称。一个连接是通过它自己的名称，而不是通过数据库的名称去连接的。对于一个数据库您可以有多个连接。`QSqlDatabase` 也支持默认连接，您可以不传递连接名参数给 `addDatabase()` 来创建它。随后，这个默认连接假定您在调用任何静态函数情况下，而不去指定连接名称。下面的一段代码片段展示了如何去创建和打开一个默认连接，去连接 PostgreSQL 数据库：

```
QSqlDatabase db = QSqlDatabase::database();
```

`QSqlDatabase` 是一个值类。通过一个 `QSqlDatabase` 实例对数据库连接所做的操作将影响表示相同连接的其他 `QSqlDatabase` 实例。使用 `cloneDatabase()` 在基于已存在数据库的连接来创建独立的数据库的连接。

警告：强烈建议不要将 `QSqlDatabase` 的拷贝作为类成员，因为这将阻止关闭时正确清理实例。如果需要访问已经存在 `QSqlDatabase`，应该使用 `database()` 访问。如果您选择使用作为成员变量的 `QSqlDatabase`，则需要在删除 `QCoreApplication` 实例之前删除它，否则可能会导致未定义的行为。

如果您想创建多个数据库连接，可以调用 `addDatabase()`，并且给一个独一无二的参数（即：连接名称）。使用带有连接名的 `database()` 函数，来获取该连接。使用带有连接名的 `removeDatabase()` 函数，来删除一个连接。如果尝试删除由其他 `QSqlDatabase` 对象引用的连接，`QSqlDatabase` 将输出警告。可以使用 `contains()` 查看给定的连接名是否在连接列表中。

	一些实用的方法
<code>tables()</code>	返回数据表的列表
<code>primaryIndex()</code>	返回数据表的主索引
<code>record()</code>	返回数据表字段的元信息
<code>transaction()</code>	开始一个事务
<code>commit()</code>	保存并完成一个事务
<code>rollback()</code>	取消一个事务
<code>hasFeature()</code>	检查驱动程序是否支持事务
<code>lastError()</code>	返回有关上一个错误的信息
<code>drivers()</code>	返回可用的数据库驱动名称
<code>isDriverAvailable()</code>	检查特定驱动程序是否可用
<code>registerSqlDriver()</code>	注册自定义驱动程序

注意: `QSqlDatabase::exec()` 方法已经被弃用。请使用 `QSqlQuery::exec()`

注意: 使用事务时, 必须在创建查询之前启动事务。

56.5 成员函数文档

[protected] `QSqlDatabase::QSqlDatabase(QSqlDriver *driver)`

这是一个重载函数

使用给定驱动程序来创建连接

[protected] `QSqlDatabase::QSqlDatabase(const QString &type)`

这是一个重载函数

通过引用所给的数据库驱动类型来创建一个连接。如果不给定数据库驱动类型, 那么这个数据库连接将会没有什么作用。

当前可用的驱动类型:

驱动类别	介绍
QDB2	IBM DB2
QIBASE	Borland InterBase 驱动
QMYSQL	MySQL 驱动
QOCI	Oracle 调用的接口驱动
QODBC	ODBC 驱动 (包含 Microsoft SQL Server)
QPSQL	PostgreSQL 驱动
QSQLITE	SQLite 第三版本或者以上
QSQLITE2	SQLite 第二版本
QTDS	Sybase Adaptive Server

其他第三方驱动程序, 包括自己自定义的驱动程序, 都可以动态加载。

另请参阅: [SQL Database Drivers](#), `registerSqlDriver()` 和 `drivers()`。


```
QSqlDatabase::QSqlDatabase(const QSqlDatabase &other)
```

创建一个其它的副本

```
QSqlDatabase::QSqlDatabase()
```

创建一个无效的 QSqlDatabase 空对象。使用 `addDatabase()`、`removeDatabase()` 和 `database()` 来获得一个有效的 QSqlDatabase 对象。

```
QSqlDatabase &QSqlDatabase::operator=(const QSqlDatabase &other)
```

给这个对象赋一个其他对象的值

```
QSqlDatabase::~QSqlDatabase()
```

销毁这个对象，并且释放所有配置的资源

注意：当最后的连接被销毁，这个析构函数就会暗中的调用 `close()` 函数，去删除这个数据库的其他连接。

另请参阅： `close()`。

```
[static] QSqlDatabase QSqlDatabase::addDatabase(const QString &type, const  
QString &connectionName = QLatin1String(defaultConnection))
```

使用驱动程序类型和连接名称，将数据库添加到数据库连接列表中。如果存在相同的连接名，那么这个连接将会被删除。

通过引用连接名，来返回一个新的连接。

如果数据库的类别不存在或者没有被加载，那么 `isValid()` 函数将会返回 `false`

如果我们没有指定连接名参数，那么应用程序就会返回默认连接。如果我们提供了连接名参数，那么可以使用 `database(connectionName)` 函数来获取该连接。

警告：如果您指定了相同的连接名参数，那么就会替换之前的那个相同的连接。如果您多次调用这个函数而不指定连接名参数，则默认连接将被替换。

在使用连接之前，它必须经过初始化。比如：调用下面一些或者全部 `setDatabaseName()`、`setUserName()`、`setPassword()`、`setHostName()`、`setPort()` 和 `setConnectOptions()`，并最终调用 `open()`

注意：这个函数是线程安全的

另请参阅： `database()`、`removeDatabase()` 以及 [线程和 SQL 单元](#)。

```
[static] QSqlDatabase QSqlDatabase::addDatabase(QSqlDriver *driver, const  
QString &connectionName = QLatin1String(defaultConnection))
```

这个重载函数是非常有用的，当您想创建一个带有驱动连接时，您可以实例化它。有可能您想拥有自己的数据库驱动，或者去实例化 Qt 自带的驱动。如果您真的想这样做，我非常建议您把驱动的代码导入到您的应用程序中。例如，您可用自己的 QPSQL 驱动来创建一个 PostgreSQL 连接，像下面这样：

```
PGconn *con = PQconnectdb("host=server_user=bart_password=simpson_dbname=springfield");  
QPSQLDriver *drv = new QPSQLDriver(con);  
QSqlDatabase db = QSqlDatabase::addDatabase(drv); // 产生新的默认连接  
QSqlQuery query;
```

```
query.exec("SELECT_NAME,_ID_FROM_STAFF");
```

上面的代码用于设置一个 PostgreSQL 连接和实例化一个 QPSQLDriver 对象。接下来，addDatabase() 被调用产生一个已知的连接，以便于它可以使用 Qt SQL 相关的类。Qt 假定您已经打开了数据库连接，当使用连接句柄（或一组句柄）实例化驱动程序时。

注意：我们假设 qtdir 是安装 Qt 的目录。假定您的 PostgreSQL 头文件已经包含在搜索路径中，然后这里才能引用所需要的 PostgreSQL 客户端库和去实例化 QPSQLDriver 对象。

请记住，必须将数据库客户端库到您的程序里。确保客户端库在您的链接器的搜索路径中，并且像下面这样添加到您的 .pro 文件里：

```
unix:LIBS += -lpq
win32:LIBS += libpqdll.lib
```

这里介绍了所有驱动支持的方法。只有驱动的构造参数有所不同。列举了一个关于 Qt 附带的程序，以及它们的源代码文件，和它们的构造函数参数的列表：

驱动	类名	构造器参数	用于导入的文件
QPSQL	QPSQLDriver	PGconn *connection	qsql_psql.cpp
QMYSQL	QMYSQLDriver	MYSQL *connection	qsql_mysql.cpp
QOCI	QOCIDriver	OCIEnv *environment, OCISvcCtx *serviceContext	qsql_oci.cpp
QODBC	QODBCDriver	SQLHANDLE environment, SQLHANDLE connection	qsql_odbc.cpp
QDB2	QDB2	SQLHANDLE environment, SQLHANDLE connection	qsql_db2.cpp
QTDS	QTDSDriver	LOGINREC *loginRecord, DBPROCESS *dbProcess, const QString &hostName	qsql_tds.cpp
QSQLITE	QSQLiteDriver	sqlite *connection	qsql_sqlite.cpp
QIBASE	QIBaseDriver	isc_db_handle connection	qsql_ibase.cpp

当构造用于为内部查询创建新连接的 QTDSDriver 时，需要主机名（或服务名）。这是为了防止在同时使用多个 QSqlQuery 对象时发生阻塞。

警告：我们假设添加一个存在连接名的连接时，这个新添加的连接将会替换另一个。

警告：SQL 框架拥有驱动程序的所有权。它不能被删除。可以使用 removeDatabase()，去删除这个连接。另请参阅 drivers()

```
[protected] QSqlDatabase QSqlDatabase::cloneDatabase(const QString &other,
const QString &connectionName)
```

克隆其他数据库连接并将其存储为 connectionName。原始数据库中的所有设置,例如 databaseName()、hostName() 等，都会被复制。如果其他数据库无效，则不执行任何操作。返回最新被创建的数据库连接。

警告：这个新的连接不能被打开。您必须调用 open()，才能使用这个新的连接。

```
[static] QSqlDatabase QSqlDatabase::cloneDatabase(const QString &other,
const QString &connectionName) 这是个重载函数。
```

克隆其他数据库连接并将其存储为 connectionName。原始数据库中的所有设置,例如 databaseName()、hostName() 等，都会被复制。如果其他数据库无效，则不执行任何操作。返回最新被创建的数据库连接。

注意：这个新的连接不能被打开。您必须调用 open()，才能使用这个新的连接。

当我们在另一个线程克隆这个数据库，这个重载是非常有用的。

qt5.13 中引入了这个函数。

```
void QSqlDatabase::close()
```

关闭数据库连接，释放获取的所有资源，并使与数据库一起使用的任何现有 `QSqlQuery` 对象无效。这个函数也会影响它的 `QSqlDatabase` 对象副本。

另请参阅: `removeDatabase()`

```
bool QSqlDatabase::commit()
```

如果驱动支持事务和一个 `transaction()` 已经被启动，那就可以提交一个事务到这个数据库中。如果这个操作成功，就会返回 `true`。否则返回 `false`。

注意: 对于一些数据库, 如果对数据库使用 `SELECT` 进行查询操作, 将会提交失败并且返回 `false`。在执行提交之前, 使查询处于非活动状态。

调用 `lastError()` 函数获取错误信息。

另请参阅: `QSqlQuery::isActive()`, `QSqlDriver::hasFeature()`, 和 `rollback()`。

```
QString QSqlDatabase::connectOptions() const
```

返回用于此连接的连接选项字符串。这个字符串可能是空。

另请参阅: `setConnectOptions()`

```
QString QSqlDatabase::connectionName() const
```

返回连接名，它有可能为空。

注意: 这个连接名不是数据库名

qt4.4 中引入了这个函数。

另请参阅: `addDatabase()`

```
[static] QStringList QSqlDatabase::connectionNames()
```

返回包含所有连接名称的列表。

注意: 这个函数是线程安全的。

另请参阅: `contains()`, `database()`, 和线程和 SQL 模块

```
[static] bool QSqlDatabase::contains(const QString &connectionName = QLatin1String(defaultConnectionName))
```

如果所给的连接名，包含在所给的数据库连接列表里，那么就返回 `true`；否则返回 `false`。

注意: 这个函数是线程安全的

另请参阅: `connectionNames()`, `database()` 和线程和 SQL 模块。

```
[static] QSqlDatabase QSqlDatabase::database(const QString &connectionName = QLatin1String(defaultConnectionName), bool open = true)
```

返回一个调用 `connectionName` 参数的数据库连接。这个数据库连接使用之前，必须已经通过 `addDatabase()` 函数进行添加。如果 `open` 为 `true`（默认值），并且数据库连接尚未打开，则现在打开它。如果未指定连接名参数，则使用默认连接。如果连接名不存在数据库列表中，那么将会返回一个非法的连接。

注意：这个函数是线程安全的

另请参阅：isOpen() 和线程和 SQL 模块。

QString QSqlDatabase::databaseName() const

返回连接的连接数据库名称，当然它也可能是空的。

注意：这个数据库名不是连接名。

另请参阅：setDatabaseName()。

QSqlDriver *QSqlDatabase::driver() const

返回被使用的数据库连接的所使用的数据库驱动。

另请参阅：addDatabase() 和 drivers()

QString QSqlDatabase::driverName() const

返回连接的驱动名称

另请参阅：addDatabase() 和 driver()

[static] QStringList QSqlDatabase::drivers()

返回一个可使用的数据库驱动列表

另请参阅：registerSqlDriver()。

QSqlQuery QSqlDatabase::exec(const QString &query = QString()) const

在这个数据库里执行 SQL 表达式并返回一个 QSqlQuery 对象。使用 lastError() 来获取错误的信息。

如果查询为空，则返回一个空的、无效的查询。并且 lastError()。

另请参阅：QSqlQuery 和 lastError()。

QString QSqlDatabase::hostName() const

返回连接的主机名；它有可能为空。

另请参阅：setHostName()。

[static] bool QSqlDatabase::isDriverAvailable(const QString &name)

如果调用一个叫 name 的驱动，是可以使用的，那么就返回 true；反之返回 false。

另请参阅：drivers()。

bool QSqlDatabase::isOpen() const

如果当前数据库连接是打开的，那么就返回 true，否则返回 false。

bool QSqlDatabase::isOpenError() const

如果打开数据库的连接有错误，那么就返回 true，否则返回 false。可以调用 lastError() 函数去获取相关的错误信息。

bool QSqlDatabase::isValid() const

如果 `QSqlDatabase()` 有一个有效的驱动, 那么就返回 `true`。

例子:

```
QSqlDatabase db;
QDebug() << db.isValid(); // 返回 false

db = QSqlDatabase::database("sales");
QDebug() << db.isValid(); // 如果 "sales" 连接存在, 就返回 true

QSqlDatabase::removeDatabase("sales");
QDebug() << db.isValid(); // 返回 false
```

QSqlError `QSqlDatabase::lastError() const`

返回这个数据库出现的最新错误信息。

使用 `QSqlQuery::lastError()` 函数来获取一个单个查询上的错误。

另请参阅: `QSqlError` and `QSqlQuery::lastError()`。

`QSql::NumericalPrecisionPolicy` `QSqlDatabase::numericalPrecisionPolicy() const`

返回数据库连接的当前默认精度策略。

qt4.6 中引入了这个函数。

另请参阅: `QSql::NumericalPrecisionPolicy`, `setNumericalPrecisionPolicy()`, `QSqlQuery::numericalPrecisionPolicy()` 和 `QSqlQuery::setNumericalPrecisionPolicy()`。

`bool QSqlDatabase::open()`

使用当前连接值打开数据库连接。如果操作成功就返回 `true`; 反之返回 `false`。可以调用 `lastError()` 来获取错误的信息。

另请参阅: `lastError()`、`setDatabaseName()`、`setUserName()`、`setPassword()`、`setHostName()`、`setPort()` 和 `setConnectOptions()`。

`bool QSqlDatabase::open(const QString &user, const QString &password)`

这是一个重载函数。

使用所给的 `username` 和 `password` 两个参数, 打开数据连接, 如果成功就返回 `true`; 反之返回 `false`。使用 `[lastError()]QSqlDatabase.md#qsqlerror-qsqldatabase::lastError-const)` 来获取错误的信息。

这个函数不存放所给的 `password` 参数, 相反的它会把 `password` 参数直接传给驱动用于打连接, 然后销毁这个参数。

另请参阅: `lastError()`。

`QString QSqlDatabase::password() const`

返回连接的密码。如果没有使用 `setPassword()` 函数进行密码的设置并且没有调用 `open()` 以及没有使用密码, 那么就返回空的字符串。

另请参阅: `setPassword()`。

`int QSqlDatabase::port() const`

返回连接的端口号。如果端口号没有设置，那么这个值就是未定义的。

另请参阅: `setPort()`。

`QSqlIndex QSqlDatabase::primaryIndex(const QString &tablename) const`

返回所给表格名的索引。如果索引不存在，那么就返回一个空的 `QSqlIndex`

注意: 如果表在创建时没有被引用，一些驱动程序（如 `QPSQL` 驱动程序）可能要求您以小写的形式传递表格名。

查看关于 `Qt SQL driver` 文档的更多信息。

另请参阅: `tables()` 和 `record()`。

`QSqlRecord QSqlDatabase::record(const QString &tablename) const`

返回一个 `QSqlRecord`，其中填充了名为 `tablename` 的表（或视图）中所有字段的名称。字段在记录中出现的顺序未定义。如果没有这样的表格（或者视图）存在，将会返回一个空的记录。

注意: 如果表在创建时没有被引用，一些驱动程序（如 `QPSQL` 驱动程序）可能要求您以小写的形式传递表格名。

查看 `Qt SQL driver` 文档的更多信息。

`[static] void QSqlDatabase::registerSqlDriver(const QString &name, QSqlDriver-CreatorBase *creator)`

这个函数在 `SQL` 框架中注册一个名为 `name` 的新 `SQL` 驱动程序。这个是非常有用的，如果您有一个自定义的驱动，并且您并不想把它编译作为一个插件。

例如:

```
QSqlDatabase::registerSqlDriver("MYDRIVER", new QSqlDriverCreator<QSqlDriver>);
QVERIFY(QSqlDatabase::drivers().contains("MYDRIVER"));
QSqlDatabase db = QSqlDatabase::addDatabase("MYDRIVER");
QVERIFY(db.isValid());
```

`QSqlDatabase` 拥有 `creator` 指针的所有权，因此您不能自己删除它。

另请参阅: `drivers()`。

`[static] void QSqlDatabase::removeDatabase(const QString &connectionName)`

从数据库列表中，删除一个叫 `connectionName` 数据库连接。

警告: 不应在数据库连接上打开查询的情况下调用此函数，否则将发生资源泄漏。

例子:

```
// 错误
QSqlDatabase db = QSqlDatabase::database("sales");
QSqlQuery query("SELECT_NAME,_DOB_FROM_EMPLOYEES", db);
QSqlDatabase::removeDatabase("sales"); // 将会输出警告
// “db”现在是一个悬而未决的无效数据库连接,
// “查询”包含无效的结果集
```

正确的做法:

```
{
    QSqlDatabase db = QSqlDatabase::database("sales");
    QSqlQuery query("SELECT_NAME,_DOB_FROM_EMPLOYEES", db);
}
// “db”和“query”都被销毁,因为它们超出了范围
QSqlDatabase::removeDatabase("sales"); // 正确的
```

如果要删除默认连接,这个连接可能是通过调用 `addDatabase()` 函数而创建的,但未指定连接名称,可以通过对 `database()` 返回的数据库调用 `connectionName()` 来检索默认连接名称。

注意: 如果没有创建默认数据库,将返回一个无效的数据库。

注意: 这个函数是线程安全的

另请参阅: `database()`, `connectionName()`, 和线程和 SQL 模块。

`bool QSqlDatabase::rollback()`

在数据库里回滚一个事务,如果驱动支持一个事务以及一个 `transaction()` 已经被启动。如果操作成功返回 `true`。否则返回 `false`。

注意: 对于某些数据库,如果存在使用数据库进行选择的活动查询,则回滚将失败并返回 `false`。确保在执行回滚操作之前,查询是非活动的状态。

调用 `lastError()` 操作获得错误的相关信息。

另请参阅: `QSqlQuery::isActive()`, `QSqlDriver::hasFeature()` 和 `commit()`。

`void QSqlDatabase::setConnectOptions(const QString &options = QString())`

设置一组数据库的具体的可选项。它必须在打之这个连接之前执行这个操作,否则是无效的。另一个可能的原因是调用 `QSqlDatabase::setConnectOptions()` 去关闭这个连接,并且调用 `open()` 再次关闭这个连接。

选项字符串的格式是以分号分隔的选项名称,或选项 = 值对的列表。这个选项依赖于所使用的客户端:

ODBC	MySQL	PostgreSQL
SQL_ATTR_ACCESS_MODE	CLIENT_COMPRESS	connect_timeout
SQL_ATTR_LOGIN_TIMEOUT	CLIENT_FOUND_ROWS	options
SQL_ATTR_CONNECTION_TIMEOUT	CLIENT_IGNORE_SPACE	tty
SQL_ATTR_CURRENT_CATALOG	CLIENT_ODBC	requiresssl
SQL_ATTR_METADATA_ID	CLIENT_NO_SCHEMA	service
SQL_ATTR_PACKET_SIZE	CLIENT_INTERACTIVE	
SQL_ATTR_TRACEFILE	UNIX_SOCKET	
SQL_ATTR_TRACE	MYSQL_OPT_RECONNECT	
SQL_ATTR_CONNECTION_POOLING	MYSQL_OPT_CONNECT_TIMEOUT	
SQL_ATTR_ODBC_VERSION	MYSQL_OPT_READ_TIMEOUT	
	MYSQL_OPT_WRITE_TIMEOUT	
	SSL_KEY	
	SSL_CERT	
	SSL_CA	
	SSL_CAPATH	
	SSL_CIPHER	

DB2	OCI	TDS
SQL_ATTR_ACCESS_MODE	OCI_ATTR_PREFETCH_ROWS	无
SQL_ATTR_LOGIN_TIMEOUT	OCI_ATTR_PREFETCH_MEMORY	

SQLite	Interbase
SQLITE_BUSY_TIMEOUT	ISC_DPB_LC_CTYPE
SQLITE_OPEN_READONLY	ISC_DPB_SQL_ROLE_NAME
SQLITE_OPEN_URI	
SQLITE_ENABLE_SHARED_CACHE	
SQLITE_ENABLE_REGEX	

例子:

```
db.setConnectOptions("SSL_KEY=client-key.pem;SSL_CERT=client-cert.pem;SSL_CA=ca-cert.pem;CLIENT_CERT=client-cert.pem");
if (!db.open()) {
    db.setConnectOptions(); // 清除连接的字符串
    // ...
}
// ...
// PostgreSQL 连接
db.setConnectOptions("requiressl=1"); // 确保 PostgreSQL 安全套接字连接
if (!db.open()) {
    db.setConnectOptions(); // 清除可选
    // ...
}
// ...
// ODBC 连接
db.setConnectOptions("SQL_ATTR_ACCESS_MODE=SQL_MODE_READ_ONLY;SQL_ATTR_TRACE=SQL_OPT_TRACE_ON");
if (!db.open()) {
    db.setConnectOptions(); // 不要尝试去设置这个选项。
    // ...
}
}
```

查阅这个客户端库文档，获得更多关于不同可选项的更多信息。

另请参阅: `connectOptions()`。

```
void QSqlDatabase::setDatabaseName(const QString &name)
```

通过所给的 `name` 参数来设置所连接的数据库名称。必须在打开连接之前设置数据库名称。或者，可以调用 `close()` 函数关闭连接，设置数据库名称，然后再次调用 `open()`。

注意：这个数据库名不是连接名。必须在创建连接对象时将连接名称传递给 `addDatabase()`。

对于 **QSQLITE** 驱动，如果数据库名指定的名字不存在，然后它将会创建这个文件，除非您设置了 **QSQLITE_OPEN_READONLY**

此外，可以把 `name` 参数设置为 `:memory:`，可以创建一个临时数据库，该数据库仅在应用程序的生命周期内可用。

对于 **QOCI** (Oracle) 驱动，这个数据库名是 **TNS Service Name**。

对于 **QODBC** 驱动程序，名称可以是 **DSN**，**DSN** 文件名（在这种情况下，文件扩展名必须为 **.DSN**）或者是一个连接字符串。

例如，**Microsoft Access** 可以使用下面的连接方式来直接打开 **.mdb** 文件，而不是在 **ODBC** 管理工具里创建一个 **DSN** 对象：

```
// ...
QSqlDatabase db = QSqlDatabase::addDatabase("QODBC");
db.setDatabaseName("DRIVER={Microsoft_Access_Driver_(*.mdb,*.accdb)};
FIL={MS_Access};DBQ=myaccessfile.mdb");
if (db.open()) {
    // 成功!
}
// ...
```

这个没有默认的值

另请参阅: `databaseName()`、`setUserName()`、`setPassword()`、`setHostName()`、`setPort()`、`setConnectOptions()` 和 `open()`。

`void QSqlDatabase::setHostName(const QString &host)`

通过 `host` 参数来设置连接的主机名。为了生效，必须在打开连接之前，设置主机名。或者，可以调用 `close()` 关闭连接，然后设置主机名，再次调用 `open()` 函数。

这个没有默认值。

另请参阅: `hostName()`、`setUserName()`、`setPassword()`、`setDatabaseName()`、`setPort()`、`setConnectOptions()` 和 `open()`。

`void QSqlDatabase::setNumericalPrecisionPolicy(QSql::NumericalPrecisionPolicy precisionPolicy)`

设置在此数据库连接上创建的查询使用的默认数值精度策略。

注意: 驱动程序不支持以低精度获取数值, 将忽略精度策略。您可以使用 `QSqlDriver::hasFeature()` 来查找一个驱动是否支持这个功能。

注意: 通过 `precisionPolicy` 来设置这个默认的精度策略, 将不会响影任何当前的活动查询。

qt4.6 中引入了这个函数。

另请参阅: `QSql::NumericalPrecisionPolicy`, `numericalPrecisionPolicy()`, `QSqlQuery::setNumericalPrecisionPolicy` 和 `QSqlQuery::numericalPrecisionPolicy`。

`void QSqlDatabase::setPassword(const QString &password)` 通过 `password` 参数来设置连接的密码。为了生效，必须在打开连接之前来设置密码。或者，您可以调用 `close()` 关闭连接，然后设置密码，再次调用 `open()` 函数。

这个没有默认值。

警告: 这个函数以明文的形式把密码存放到 `qt` 里。将密码作为参数来避免这个行为，然后使用 `open()` 进行调用。

另请参阅: `password()`、`setUserName()`、`setDatabaseName()`、`setHostName()`、`setPort()`、`setConnectOptions()` 和 `open()`。

`void QSqlDatabase::setPort(int port)`

通过 `port` 参数设置连接的端口号。为了生效，您必须在打开连接之前，进行端口号的设置。或者，您可以调用 `close()` 关闭连接，然后设置端口号，再次调用 `open()` 函数

这个没有默认的值。

另请参阅: `port()`, `setUserName()`, `setPassword()`, `setHostName()`, `setDatabaseName()`, `setConnectOptions()` 和 `open()`。

```
void QSqlDatabase::setUserName(const QString &name)
```

通过 `name` 参数来设置连接的用户名。为了生效, 必须在打开连接之前设置用户名。或者, 您可以调用 `close()` 函数来关闭连接, 设置用户, 然后再次调用 `open()`

这个没有默认值。

另请参阅: `userName()`, `setDatabaseName()`, `setPassword()`, `setHostName()`, `setPort()`, `setConnectOptions()` 和 `open()`。

```
QStringList QSqlDatabase::tables(QSql::TableType type = QSql::Tables) const
```

返回由 `parameter type` 参数指定的数据库的表格、系统表和视图的列表。

另请参阅: `primaryIndex()` 和 `record()`。

```
bool QSqlDatabase::transaction()
```

如果驱动程序支持事务, 则在数据库上开始事务。如果操作成功的话, 返回 `true`, 否则返回 `false`。

另请参阅: `QSqlDriver::hasFeature()`, `commit()` 和 `rollback()`。

```
QString QSqlDatabase::userName() const
```

返回连接的用户名; 它也许为空。

另请参阅: `setUserName()`。

第五十七章 QTcpServer

QTcpServer 类提供了一个基于 TCP 协议的服务器。

属性	方法
头文件	#include <QTcpServer>
qmake	QT += network
父类	QObject
子类	QSctpServer

注意：该类的所有成员函数都是可重入的。

57.1 公共成员函数

	QTcpServer(QObject *parent = nullptr)
virtual	~QTcpServer()
void	close()
QString	errorString() const
virtual bool	hasPendingConnections() const
bool	isListening() const
bool	listen(const QHostAddress &address = QHostAddress::Any, int backlog = 128)
int	maxPendingConnections() const
virtual QTcpSocket *	nextPendingConnection()
void	pauseAccepting()
QNetworkProxy	proxy() const
void	resumeAccepting()
QHostAddress	serverAddress() const
QAbstractSocket::SocketError	serverError() const
quint16	serverPort() const
void	setMaxPendingConnections(int numConnections)
void	setProxy(const QNetworkProxy &networkProxy)
bool	setSocketDescriptor(qintptr socketDescriptor)
qintptr	socketDescriptor() const
bool	waitForNewConnection(int msec = 0, bool *timedOut = nullptr)

57.2 信号

类型	函数名
void v	acceptError(QAbstractSocket::SocketError socketError)
void	newConnection()

57.3 保护成员函数

类型	函数名
void	addPendingConnection(QTcpSocket *socket)
virtual void	incomingConnection(qintptr socketDescriptor)

57.4 详细介绍

这个类使“用 Qt 编写一个接受 TCP 链接的服务器”的构想成为可能。您可以为 `QTcpServer` 指定一个端口或者让它自动选一个。您也可以令 `QTcpServer` 仅监听一个指定的地址或者让它监听这台机器上的所有地址。

调用 `listen()` 函数来为到达的连接建立服务器监听。每次当有新的客户端连接到这个服务端时，`QTcpServer` 都会发出 `newConnection()` 信号。

调用 `nextPendingConnection()` 函数接受一个连接到 `QTcpServer` 的待处理连接。该函数会返回一个处于已连接（`QAbstractSocket::ConnectedState`）状态的 `QTcpSocket`，您可以使用这个 `QTcpSocket` 与客户端进行通信。

如果发生错误，`serverError()` 函数会返回该错误的类型。您可以调用 `errorString()` 函数来获取一个能让人看懂的错误描述。

当服务器正在监听连接时，服务器所监听的地址和端口可以通过 `serverAddress()` 和 `serverPort()` 函数来获取。

调用 `close()` 函数后 `QTcpServer` 会停止监听到达的连接。

另请参阅：`QTcpSocket`、`Fortune Server Example`、`Threaded Fortune Server Example`、`Loopback Example` 和 `Torrent Example`。

57.5 成员函数文档

`QTcpServer::QTcpServer(QObject *parent= nullptr)`

构造函数。构造一个 `QTcpServer` 对象。

`parent` 参数将传递到 `QObject` 的构造函数中。

另请参阅：`listen()` 和 `setSocketDescriptor()`。

[**SIGNAL**] void QTcpServer::acceptError(QAbstractSocket::SocketError socketError)

当接受一个新的连接时出错，QTcpServer 会发送此信号。socketError 参数描述了该错误的类型。

该函数最早在 Qt5.0 版本引入。

另请参阅: pauseAccepting() 和 resumeAccepting()。

[**SIGNAL**] void QTcpServer::newConnection()

每当有新的连接可用时，QTcpServer 都会发送该消息。

另请参阅: hasPendingConnections() 和 nextPendingConnection()。

[**virtual**] QTcpServer::~~QTcpServer()

析构函数。销毁 QTcpServer 对象。如果服务器正在监听连接，套接字会自动关闭。

在服务端删除之前，所有仍处于连接状态的客户端 QTcpSocket 都必须断开连接或者重新指定父类。

另请参阅: close() 。

[**protected**] void QTcpServer::addPendingConnection(QTcpSocket *socket)

该函数由 QTcpServer::incomingConnection() 函数调用，作用是添加 socket 到待处理连接列表中。

注意：如果您不想破坏连接处理机制，请不要忘记从重新实现的 incomingConnection() 中调用此成员。

该函数最初在 Qt4.7 版本引入。

另请参阅: incomingConnection()

void QTcpServer::close()

关闭服务器。服务器将不再监听到达的连接。

另请参阅: listen()

QString QTcpServer::errorString() const

将最后一个出现的错误的相关信息按照适合人阅读的形式返回。

另请参阅: serverError()

[**virtual**] bool QTcpServer::hasPendingConnections() const

当服务端有待处理的连接时该函数返回 true ，否则返回 false 。

另请参阅: nextPendingConnection() 和 setMaxPendingConnections()。

[**virtual protected**] void QTcpServer::incomingConnection(qintptr socketDescriptor)

当有新的连接到达时，QTcpServer 会调用该虚函数。socketDescriptor 参数是为该连接指定的本机套接字描述符。

对该虚函数重写，您需要进行以下操作：

- 构建一个 `QTcpSocket` 。
- 设置套接字描述符。
- 将 `QTcpSocket` 储存在内部的待处理连接列表中。
- 发送 `newConnection()` 信号。

重写此函数，以在连接可用时更改服务器的行为。

如果该服务器使用了 `QNetworkProxy`，`socketDescriptor` 可能并不能被本地套接字功能使用，应该仅被 `QTcpSocket::setSocketDescriptor()` 函数使用。

注意：如果在这个方法中创建了另外一个套接字，该套接字需要通过调用 `addPendingConnection()` 函数添加到连接处理机制中。

注意：如果您想在另外一个线程中将到达的连接当作一个新的 `QTcpSocket` 进行处理，您需要将套接字描述符传递到那个线程中并在那个线程中创建一个 `QTcpSocket` 对象并使用该对象的 `setSocketDescriptor()` 方法。

注意：如果您想在另外一个线程中将到达的连接当作一个新的 `QTcpSocket` 进行处理，您需要将套接字描述符传递到那个线程中并在那个线程中创建一个 `QTcpSocket` 对象并使用该对象的 `setSocketDescriptor()` 方法。

另请参阅：`newConnection()`，`nextPendingConnection()` 和 `addPendingConnection()`。

`bool QTcpServer::isListening() const`

当服务端正在监听连接时返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅：`listen()`。

`bool QTcpServer::listen(const QHostAddress &address = QHostAddress::Any, quint16 port = 0)`

令服务端监听在 `address` 指定的地址和 `port` 指定的端口上到达的连接。如果 `port` 参数为 `0`，`QTcpServer` 会自动选择一个端口。如果 `address` 参数为 `QHostAddress::Any`，服务端会监听所有的网络接口。

操作成功该函数返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅：`isListening()`

`int QTcpServer::maxPendingConnections() const`

返回最大的待处理的已接受连接数。默认为 `30`。

另请参阅：`setMaxPendingConnections()` 和 `hasPendingConnections()`。

`[virtual] QTcpSocket *QTcpServer::nextPendingConnection()`

将下一个待处理的连接作为已连接的 `QTcpSocket` 对象返回。

该套接字将作为该服务端的子对象创建，这就意味着当 `QTcpServer` 对象销毁后，该套接字对象也会被销毁。最好在完成处理后显式删除该对象，以避免浪费内存。

如果没有待处理的连接，该函数会返回 `nullptr`。

注意：返回的 `QTcpSocket` 对象不能在其他线程中使用。如果您想在其他的线程中使用到达的连接，您需要重写 `incomingConnection()` 函数。

另请参阅： `hasPendingConnections()` 。

```
void QTcpServer::pauseAccepting()
```

暂停接收新连接。队列连接会保留在队列中。

该函数最初在 Qt5.0 版本引入。

另请参阅： `resumeAccepting()`

```
QNetworkProxy QTcpServer::proxy() const
```

返回该套接字的网络代理。默认将使用 `QNetworkProxy::DefaultProxy` 。

该函数最初在 Qt4.1 版本引入。

另请参阅： `setProxy()` 和 `QNetworkProxy()`。

```
void QTcpServer::resumeAccepting()
```

恢复接收新连接。

该函数最初在 Qt5.0 版本引入。

另请参阅： `pauseAccepting()`。

```
QHostAddress QTcpServer::serverAddress() const
```

如果服务端正在监听，则返回服务端的地址，否则返回 `QHostAddress::Null` 。

另请参阅： `serverPort()` 和 `listen()` 。

```
QAbstractSocket::SocketError QTcpServer::serverError() const
```

返回最后出现的错误的代码。

另请参阅： `errorString()`。

```
quint16 QTcpServer::serverPort() const
```

如果服务端正在监听，则返回服务端的端口，否则返回 0 。

另请参阅： `serverAddress()` 和 `listen()` 。

```
void QTcpServer::setMaxPendingConnections(int numConnections)
```

设置待处理的已接受连接的数目最大值为 `numConnections`。超过该数目后，在调用 `nextPendingConnection()` 函数之前，`QTcpServer` 将不会再接收到达的连接。默认情况下，`QTcpServer` 接收连接的最大值为 30。

服务器达到其最大待处理连接数后，客户端仍然可以连接（即 `QTcpSocket` 仍可以发出 `connected()` 信号）。`QTcpServer` 将停止接受新连接，但是操作系统仍可以将它们保持在队列中。

另请参阅： `maxPendingConnections()` 和 `hasPendingConnections()` 。

```
void QTcpServer::setProxy(const QNetworkProxy &networkProxy )
```

显式设置该套接字的网络代理为 `networkProxy` 。

您通过设置使用 `QNetworkProxy::NoProxy` 代理类型来禁止套接字使用代理：

```
server->setProxy(QNetworkProxy::NoProxy);
```

该函数最初在 Qt4.1 版本时引入。

另请参阅： `proxy()` 和 `QNetworkProxy`。

`bool QTcpServer::setSocketDescriptor(qintptr socketDescriptor)`

设置该服务端监听连接时使用的套接字描述符为 `socketDescriptor`。当操作成功时返回 `true`，否则返回 `false`。

调用该函数时，服务端应该处于正在监听的状态。

另请参阅： `socketDescriptor()` 和 `isListening()`。

`qintptr QTcpServer::socketDescriptor() const`

返回服务端监听连接时使用的套接字描述符，如果该服务器未处于监听状态返回-1。

如果服务器正在使用 `QNetworkProxy`，返回的套接字描述符可能并不能在本地套接字函数中使用。

另请参阅： `setSocketDescriptor()` 和 `isListening()`。

`bool QTcpServer::waitForNewConnection(int msec = 0, bool *timeOut = nullptr)`

等待 `msec` 毫秒或者直到有新的连接接入。如果有新的连接，该函数返回 `true`，否则返回 `false`。如果 `*timeOut` 参数不为 `nullptr` 并且操作超时，`timeOut` 将被设置为 `true`。

这是一个可以引起阻塞的函数。不推荐在一个单线程的 GUI 程序中使用该函数，因为使用该函数后直到该函数返回之前整个应用程序会停止响应。`waitForNewConnection()` 函数通常在没有事件循环的情况下使用。

不阻塞应用程序的可选方案是使用 `newConnection()` 信号。

如果 `msec` 参数设置为-1，该函数将不会超时。

另请参阅： `hasPendingConnections()` 和 `nextPendingConnection()`。

第五十八章 QTcpSocket

QTcpSocket 提供了一个 TCP 类型的套接字。

属性	方法
头文件	<code>#include <QTcpSocket></code>
qmake	<code>QT += network</code>
父类	<code>QAbstractSocket</code>
子类	<code>QSctpSocket</code> 和 <code>QSSLSocket</code>

注意: QTcpSocket 类中所有的函数都是可重入函数。

58.1 公共成员函数

	<code>QTcpSocket(QObject *parent = nullptr)</code>
<code>virtual</code>	<code>~QTcpSocket()</code>

58.2 详细描述

TCP（传输控制协议）是一种可靠的，面向流，面向连接的传输协议。它特别适合连续数据传输。

QTcpSocket 是继承自 QAbstractSocket 的一个便利子类，它允许您建立 TCP 连接并传输数据流。您可以阅读 QAbstractSocket 文档获取详细信息。

注意: 无法在 QIODevice::Unbuffered 模式下打开 TCP 套接字。

另请参阅: QTcpServer, QUdpSocket, QNetworkAccessManager, Fortune Server Example, Fortune Client Example, Threaded Fortune Server Example, Blocking Fortune Client Example, Loopback Example 和 and Torrent Example。

58.3 成员函数文档

`QTcpSocket::QTcpSocket(QObject *parent = nullptr)`

构造函数。创建一个 QTcpSocket 类型的对象。该对象创建后初始状态为未连接（UnconnectedState）状态。

函数中父对象参数 *parent* 传递给 QObject 的构造函数。

另请参阅: `socketType()`。

`[virtual]QTcpSocket::~~QTcpSocket()`

析构函数。销毁套接字，必要时关闭连接。

另请参阅: `close()`。

第五十九章 QTimer

QTimer 提供了重复和信号槽的定时器。

属性	方法
头文件	<code>#include <QTimer></code>
qmake	<code>QT += core</code>
继承	<code>QObject</code>

59.1 属性

属性名	类型
<code>active</code>	<code>const bool</code>
<code>singleShot</code>	<code>bool</code>
<code>interval</code>	<code>int</code>
<code>timeType</code>	<code>Qt::TimerType</code>
<code>remainingTime</code>	<code>const int</code>

59.2 公共成员函数

类型	函数名
	<code>QTimer(QObject *parent = nullptr)</code>
<code>virtual</code>	<code>~QTimer()</code>
<code>QMetaObject::Connection</code>	<code>callOnTimeout(Functor slot, Qt::ConnectionType connectionType)</code>
<code>QMetaObject::Connection</code>	<code>callOnTimeout(const QObject *context, Functor slot, Qt::ConnectionType connectionType)</code>
<code>QMetaObject::Connection</code>	<code>callOnTimeout(const QObject *receiver, PointerToMemberFunction slot)</code>
<code>int</code>	<code>interval() const</code>
<code>std::chrono::milliseconds</code>	<code>intervalAsDuration() const</code>
<code>bool</code>	<code>isActive() const</code>
<code>bool</code>	<code>isSingleShot() const</code>
<code>int</code>	<code>remainingTime() const</code>
<code>std::chrono::milliseconds</code>	<code>remainingTimeAsDuration() const</code>
<code>void</code>	<code>setInterval(int msec)</code>
<code>void</code>	<code>setInterval(std::chrono::milliseconds value)</code>

void	setSingleShot(bool singleShot)
void	setTimerType(Qt::TimerType atype)
void	start(std::chrono::milliseconds msec)
int	timerId() const
Qt::TimerType	timerType() const

- 32 个共有成员函数继承自 QObject

59.3 公有槽函数

类型	函数名
void	start(int msec)
void	start()
void	stop()

- 一个公有槽函数继承自 QObject

59.4 信号

类型	函数名
void	timeout()

- 2 个信号继承自 QObject

59.5 静态公有成员函数

类型	函数名
void	singleShot(int msec, const QObject *receiver, const char *member)
void	singleShot(int msec, Qt::TimerType timerType, const QObject *receiver, const char *member)
void	singleShot(int msec, const QObject *receiver, PointerToMemberFunction member)
void	singleShot(int msec, Qt::TimerType timerType, const QObject *receiver, PointerToMemberFunction member)
void	singleShot(int msec, Functor functor)
void	singleShot(int msec, Qt::TimerType timerType, Functor functor)
void	singleShot(int msec, const QObject *context, Functor functor)
void	singleShot(int msec, Qt::TimerType timerType, const QObject *context, Functor functor)
void	singleShot(std::chrono::milliseconds msec, const QObject *receiver, const char *member)
void	singleShot(std::chrono::milliseconds msec, Qt::TimerType timerType, const QObject *receiver, const char *member)
const QMetaObject	staticMetaObject

- 10 个静态公有成员函数继承自 QObject

59.6 重新实现保护成员函数

类型	函数名
virtual void	timerEvent(QTimerEvent *e) override

- 9 个保护成员函数继承自 QObject

59.7 详细描述

QTimer 类提供重复和单次定时器。

The QTimer 类为定时器提供了高级编程接口。要使用它，请创建一个 QTimer，将 timeout() 信号连接到相应的插槽，然后调用 start()。从那时起，它将以固定时间间隔发出 timeout() 信号。

一秒（1000 毫秒）定时器的示例（来自 Analog Clock 例子）：

```
QTimer *timer = new QTimer(this);
connect(timer, SIGNAL(timeout()), this, SLOT(update()));
timer->start(1000);
```

从那时起，update() 槽函数每秒都被调用。

你可以调用 setSingleShot(true) 仅触发一次定时器。你也可以使用静态 QTimer::singleShot() 函数在特定的时间内调用一个槽函数

```
QTimer::singleShot(200, this, SLOT(updateCaption()));
```

在多线程应用，你可以使用 QTimer 在任何一个有事件循环的线程。使用 QThread::exec()，开启一个非 GUI 线程的事件循环。Qt 使用线程亲和性定义哪一个线程会发出 timeout() 信号。因此，你必须在指定线程内开启和关闭定时器，它不可能开启一个定时器从另一个线程。

在特殊案例里，窗口系统的事件队列中的所有事件都已处理后，超时为 0 的定时器将立即超时。在提供快速的用户界面时，这可以用来完成繁重的工作：

```
QTimer *timer = new QTimer(this);
connect(timer, SIGNAL(timeout()), this, SLOT(processOneThing()));
timer->start();
```

从那以后，processOneThing() 将会被重复调用。应该以始终快速返回（通常在处理一个数据项之后）的方式编写。因此，Qt 一处理完定时器上所有工作后，就能够分发事件提供给用户接口和停止定时器。对于 GUI 应用来说，这是典型的方法实现繁重工作。但如今越来越多应用了多线程，我们期待 0 毫秒的定时器对象会逐渐被 QThread 取代。

59.8 精度和时间分辨率

定时器的精度依赖底层操作系统和硬件。大多数定时器支持 1 毫秒的分辨率，尽管在许多实际情况下定时器的精度将不等于该分辨率。

定时器的精度依靠 `timer type`。

对于 `Qt::PreciseTimer`，`QTimer` 会尽量保持一毫秒的精度。精确的定时器也永远不会比预期的超时。对于 `Qt::CoarseTimer` 和 `Qt::VeryCoarseTimer` 类型，`QTimer` 可能会早于我们预期中唤醒，在这些类型的范围内：5

如果操作系统繁忙或是不能提供所需精度，所有的时间类型都可能会晚于我们期待的。在这种超时溢出的情况下，即使多个超时已过期，`Qt` 也会仅发出一次，然后将恢复原始间隔。

59.9 精度和定时器分辨率

另一周使用 `QTimer` 的方法是调用 `QObject::startTimer()` 为你的对象和更新实现 `QObject::timerEvent()` 事件在类内处理（必须继承 `QObject`）。`timerEvent()` 的缺点是不支持单次定时器或信号的高级功能。另一种选择是 `QBasicTimer`。通常，与直接使用 `QObject::startTimer()` 相比，它不那么麻烦。有关这三种方法的概述，请参见 `Timers`。

有些操作系统可能会限制定时器的使用数量，`Qt` 尽量工作在这些范围之内。

另请参阅：`BasicTimer`，`QTimerEvent`，`QObject::timerEvent()`，`Timers`，`Analog Clock Example`，和 `Wiggly Example`。

59.10 属性文档

属性名	类型
<code>active</code>	<code>const bool</code>

如果定时器正在执行，这个属性是 `true`，否则是 `false`。

访问函数

类型	函数名
<code>bool</code>	<code>isActive() const</code>

属性名	类型
<code>interval</code>	<code>int</code>

此属性保存超时间隔（以毫秒为单位）

一旦处理完窗口系统事件队列中的所有事件，超时间隔为 0 的 `QTimer` 就会超时。

此属性的默认值为 0。设置活动定时器的间隔会改变 `timerId()`。

访问函数：

类型	函数名
<code>int</code>	<code>interval() const</code>
<code>void</code>	<code>setInterval(int msec)</code>
<code>void</code>	<code>setInterval(std::chrono::milliseconds value)</code>

另请参阅：`singleShot`。

属性名	类型
<code>remainingTime</code>	<code>const int</code>

此属性保留剩余时间（以毫秒为单位）

返回定时器的剩余值（以毫秒为单位），直到超时为止。如果定时器处于非活动状态，则返回值为-1。如果定时器过期，则返回值为 0。

此属性在 Qt 5.0 中引入。

访问函数

类型	函数名
<code>int</code>	<code>remainingTime() const</code>

另请参阅: [interval](#)。

属性名	类型
<code>singleShot</code>	<code>bool</code>

此属性保持定时器是否为单次定时器。

单触发定时器仅触发一次，非单触发定时器每 `interval` 毫秒触发一次。

此属性的默认值是 `false`。

访问函数:

类型	函数名
<code>bool</code>	<code>isSingleShot() const</code>
<code>void</code>	<code>setSingleShot(bool singleShot)</code>

另请参阅: `interval` 和 `singleShot()`。

类型	属性名
<code>timerType</code>	<code>Qt::TimerType</code>

控制定时器的精度。

默认的属性是 `Qt::CoarseTimer`。

访问函数:

类型	函数名
<code>Qt::TimerType</code>	<code>timerType() const</code>
<code>void</code>	<code>setTimerType(Qt::TimerType atype)</code>

另请参阅: `Qt::TimerType`。

59.11 成员函数文档

```
QTimer::QTimer(QObject *parent = nullptr)
```

使用给定的 `parent` 构造一个定时器。


```
[virtual] QTimer::~~QTimer()
```

销毁定时器。

```
QMetaObject::Connection QTimer::callOnTimeout(Functor slot, Qt::ConnectionType  
connectionType = ...)
```

这是一个重载函数。

创建一个从 `timeout()` 信号到 `slot` 的连接，并返回一个连接句柄。

为了方便提供了这个方法。它等价于调用：

```
It's equivalent to calling QObject::connect(timer, &QTimer::timeout, timer, slot, connectionType)
```

在 Qt5.12 引入该函数。

另请参阅: `QObject::connect()` 和 `timeout()`。

```
QMetaObject::Connection QTimer::callOnTimeout(const QObject *context, Func-  
tor slot, Qt::ConnectionType connectionType = ...)
```

此函数重载 `callOnTimeout()`。

创建一个从 `timeout()` 信号到 `slot` 的连接，将其放置在 `context` 的特定事件循环中，并返回该连接的句柄。

为了方便提供了这个方法。它等价于调用：

```
QObject::connect(timer, &QTimer::timeout, context, slot, connectionType).
```

在 Qt5.12 引入该函数。

另请参阅: `QObject::connect()` 和 `timeout()`。

```
QMetaObject::Connection QTimer::callOnTimeout(const QObject *receiver, Point-  
erToMemberFunction slot, Qt::ConnectionType connectionType = ...)
```

此函数重载 `callOnTimeout()`。

创建一个从 `timeout()` 信号到 `slot` 的连接，将其放置在 `context` 的特定事件循环中，并返回该连接的句柄。

为了方便提供了这个方法。它等价于调用：

```
QObject::connect(timer, &QTimer::timeout, receiver, slot, connectionType).
```

在 Qt5.12 引入该函数。

另请参阅: `QObject::connect()` 和 `timeout()`。

```
std::chrono::milliseconds QTimer::intervalAsDuration() const
```

以 `std::chrono::milliseconds` 对象的形式返回此定时器的间隔。

在 Qt5.8 引入该函数。

另请参阅: `interval`。

```
bool QTimer::isActive() const
```

如果定时器正在运行（正在等待），则返回 `true`；否则，返回 `false`。否则返回 `false`。

注意：获取函数来自属性 `active`。

```
std::chrono::milliseconds QTimer::remainingTimeAsDuration() const
```

以 `std::chrono::milliseconds` 对象的形式返回此定时器对象中剩余的时间。如果此定时器到期或过期，则返回的值为 `std::chrono::milliseconds::zero()`。如果找不到剩余时间或定时器未激活，则此函数返回负值持续时间。

在 Qt5.8 引入该函数。

```
[static] void QTimer::singleShot(int msec, const QObject *receiver, const char *member)
```

在给定的时间间隔后，此静态函数调用 `slot`。

非常方便去使用这个函数。因为你不需要关心 `timerEvent` 或创建一个局部的 `QTimer` 对象。

Example:

```
#include <QApplication>
#include <QTimer>

int main(int argc, char *argv[])
{
    QApplication app(argc, argv);
    QTimer::singleShot(600000, &app, SLOT(quit()));
    ...
    return app.exec();
}
```

这个示例程序自动在 10 分钟（600,000 毫秒）触发。

`receiver` 是接收对象，而 `member` 是插槽。时间间隔是 `msec` 毫秒。

注意：该函数是可重入。

```
[static] void QTimer::singleShot(int msec, Qt::TimerType timerType, const QObject *receiver, const char *member)
```

这是一个重载函数。

在给定的时间间隔后，此静态函数调用 `slot`。

非常方便去使用这个函数。因为你不需要关心 `timerEvent` 或创建一个局部的 `QTimer` 对象。

`receiver` 是接收对象，而 `member` 是插槽。时间间隔是 `msec` 毫秒。`timerType` 影响了定时器的精度。

注意：该函数是可重入。

另请参阅： `start()`。

```
[static] void QTimer::singleShot(int msec, const QObject *receiver, PointerToMemberFunction method)
```

这是一个重载函数。

在给定的时间间隔后，此静态函数调用 `slot`。

非常方便去使用这个函数。因为你不需要关心 `timerEvent` 或创建一个局部的 `QTimer` 对象。

`receiver` 是接收对象，而 `member` 是插槽。时间间隔是 `msec` 毫秒。

如果在间隔发生之前销毁了 `receiver`，则不会调用该方法。该函数将在 `receiver` 的线程中运行。接收者的线程必须具有正在运行的 `Qt` 事件循环。

注意：该函数是可重入。

在 `Qt5.4` 引入该函数。

另请参阅：`start()`。

```
[static] void QTimer::singleShot(int msec, Qt::TimerType timerType, const
QObject *receiver, PointerToMemberFunction method)
```

这是一个重载函数。

在给定的时间间隔后，此静态函数调用 `slot`。

非常方便去使用这个函数。因为你不需要关心 `timerEvent` 或创建一个局部的 `QTimer` 对象。

`receiver` 是接收对象，而 `member` 是插槽。时间间隔是 `msec` 毫秒。`timerType` 影响了定时器的精度。

如果在间隔发生之前销毁了 `receiver`，则不会调用该方法。该函数将在 `receiver` 的线程中运行。接收者的线程必须具有正在运行的 `Qt` 事件循环。

注意：该函数是可重入。

在 `Qt5.4` 引入该函数。

另请参阅：`start()`。

```
[static] void QTimer::singleShot(int msec, Functor functor)
```

这是一个重载函数。

在给定的时间间隔后，此静态函数将调用 `functor`。

非常方便去使用这个函数。因为你不需要关心 `timerEvent` 或创建一个局部的 `QTimer` 对象。

时间间隔是 `msec` 毫秒。

注意：该函数是可重入。

在 `Qt5.4` 引入该函数。

另请参阅：`start()`。

```
[static] void QTimer::singleShot(int msec, Qt::TimerType timerType, Func-
tor functor)
```

这是一个重载函数。

在给定的时间间隔后，此静态函数将调用 `functor`。

非常方便去使用这个函数。因为你不需要关心 `timerEvent` 或创建一个局部的 `QTimer` 对象。
时间间隔是 `msec` 毫秒。`timerType` 影响了定时器的精度。

注意：该函数是可重入。

在 Qt5.4 引入该函数。

另请参阅：start()。

```
[static] void QTimer::singleShot(int msec, const QObject *context, Functor functor)
```

这是一个重载函数。

在给定的时间间隔后，此静态函数将调用 `functor`。

非常方便去使用这个函数。因为你不需要关心 `timerEvent` 或创建一个局部的 `QTimer` 对象。
时间间隔是 `msec` 毫秒。

如果 `context` 在间隔发生之前被破坏，则不会调用该方法。该函数将在 `context` 线程中运行。
上下文的线程必须具有正在运行的 Qt 事件循环。

注意：该函数是可重入。

在 Qt5.4 引入该函数。

另请参阅：start()。

```
[static] void QTimer::singleShot(int msec, Qt::TimerType timerType, const QObject *context, Functor functor)
```

这是一个重载函数。

在给定的时间间隔后，此静态函数将调用 `functor`。

非常方便去使用这个函数。因为你不需要关心 `timerEvent` 或创建一个局部的 `QTimer` 对象。
时间间隔是 `msec` 毫秒。`timerType` 影响了定时器的精度。

如果 `context` 在间隔发生之前被破坏，则不会调用该方法。该函数将在 `context` 线程中运行。
上下文的线程必须具有正在运行的 Qt 事件循环。

注意：该函数是可重入。

在 Qt5.4 引入该函数。

另请参阅：start()。

```
[static] void QTimer::singleShot(std::chrono::milliseconds msec, const QObject *receiver, const char *member)
```

这是一个重载函数。

时间间隔是 `msec` 毫秒。`timerType` 影响了定时器的精度。非常方便去使用这个函数。因为你不需要关心 `timerEvent` 或创建一个局部的 `QTimer` 对象。

The `receiver` 是接收对象，而 `member` 是插槽。时间间隔是 `msec`。

注意：该函数是可重入。

在 Qt5.8 引入该函数。

另请参阅：start()。

```
[static] void QTimer::singleShot(std::chrono::milliseconds msec, Qt::TimerType timerType, const QObject *receiver, const char *member)
```

这是一个重载函数。

在给定的时间间隔后，此静态函数将调用 slot。

非常方便去使用这个函数。因为你不需要关心 timerEvent 或创建一个局部的 QTimer 对象。

receiver 是接收对象，member 是插槽。msec 在持续时间对象毫秒中给出。timerType 影响定时器的准确性。

注意：该函数是可重入。

在 Qt5.8 引入该函数。

另请参阅：start()。

```
[slot] void QTimer::start(int msec)
```

以 msec 毫秒的超时时间间隔启动或重新启动定时器。

如果定时器已经在运行，它将被 stopped 并重新启动。如果 singleShot 是 true，则定时器将仅激活一次。

```
[slot] void QTimer::start()
```

重载 start() 函数。

以 interval. 中指定的超时时间启动或重新启动定时器。

如果定时器已经运行，它将 stopped 和重新启动。

如果 singleShot 是 true，则定时器将仅激活一次。

```
void QTimer::start(std::chrono::milliseconds msec)
```

这是重载函数。

以 msec 毫秒的持续时间启动或重启定时器。

如果定时器已经运行，它将 stopped 和重新启动。

如果 singleShot 是 true，则定时器将仅激活一次。

在 Qt5.8 引入该函数。

```
[slot] void QTimer::stop()
```

停止定时器。

另请参阅：start()。

```
[signal] void QTimer::timeout()
```

定时器超时时发出此信号。

注意：这是一个私人信号。它可以用于信号连接，但不能由用户发射。

另请参阅：interval，start()，和 stop()。

```
[override virtual protected] void QTimer::timerEvent(QTimerEvent *e)
```

重新实现自 QObject::timerEvent()。

```
int QTimer::timerId() const
```

如果定时器正在运行，则返回定时器的 ID。否则返回-1。

第六十章 QWaitCondition

QWaitCondition 提供一个用于同步线程的条件变量。[更多...](#)

属性	内容
头文件	#include<QWaitCondition>
qmake	QT += core

注意：此类中所有函数都是[线程安全](#)的。

60.1 公共成员函数

返回类型	函数
int	appDpiX(int screen = -1)
	QWaitCondition()
	~QWaitCondition()
void	notify_all()
void	notify_one()
bool	wait(QMutex *lockedMutex, QDeadlineTimer deadline = QDeadlineTimer(QDeadlineTimer::infinity()))
bool	wait(QMutex *lockedMutex, unsigned long time)
bool	wait(QReadWriteLock *lockedReadWriteLock, QDeadlineTimer deadline = QDeadlineTimer(QDeadlineTimer::infinity()))
bool	wait(QReadWriteLock *lockedReadWriteLock, unsigned long time)
void	wakeAll()
void	wakeOne()

60.2 详细描述

QWaitCondition 允许线程告诉其他线程某种条件已经满足。一个或多个线程可以被阻塞并等待 QWaitCondition 用 wakeOne() 或 wakeAll() 设置条件。使用 wakeOne() 唤醒一个随机选择的线程，或使用 wakeAll() 唤醒所有线程。

例，假设我们有三个任务，当用户按下一个键时，应该执行某些任务。每个任务可以分成一个线程，每个线程都有一个 run() 主体，如下所示：

```
forever {
    mutex.lock();
```



```
    keyPressed.wait(&mutex);  
    do_something();  
    mutex.unlock();  
}
```

这里，`keyPressed` 变量是 `QWaitCondition` 类型的全局变量。第四个线程将读取按键，并在每次收到按键时唤醒其他三个线程，如下所示：

```
forever {  
    getchar();  
    keyPressed.wakeAll();  
}
```

唤醒三个线程的顺序是未知的。另外，如果某些线程在按下键时仍在 `do_something()` 中，它们将不会被唤醒（因为它们没有等待条件变量），因此该按键不会执行任务。这个问题可以通过使用计数器和 `QMutex()` 来解决。例如，下面是工作线程的新代码：

```
forever {  
    mutex.lock();  
    keyPressed.wait(&mutex);  
    ++count;  
    mutex.unlock();  
  
    do_something();  
  
    mutex.lock();  
    --count;  
    mutex.unlock();  
}
```

下面是第四个线程的代码：

```
forever {  
    getchar();  
  
    mutex.lock();  
    // Sleep until there are no busy worker threads  
    while (count > 0) {  
        mutex.unlock();  
        sleep(1);  
        mutex.lock();  
    }  
    keyPressed.wakeAll();  
    mutex.unlock();  
}
```

互斥量是必需的，因为当两个线程同时更改同一变量的值时，结果是不可预测的。等待条件是一个强大的线程同步原语。`Wait Conditions` 示例演示了如何使用 `QWaitCondition` 作为 `QSemaphore()` 的替代品，来控制生产者消费者的共享循环缓冲区的访问。

另请参阅：`QMutex`、`QSemaphore`、`QThread()` 和 `Wait Conditions` 示例。

60.3 成员函数文档

`QWaitCondition::QWaitCondition()`

构造。

`QWaitCondition::~QWaitCondition()`

析构。

`void QWaitCondition::notify_all()`

用于 STL 兼容。它相当于 `wakeAll()`。

在 Qt 5.8 引入该函数。

`void QWaitCondition::notify_one()`

用于 STL 兼容。它相当于 `wakeOne()`。在 Qt 5.8 引入该函数。

`bool QWaitCondition::wait(QMutex *lockedMutex, QDeadlineTimer deadline = QDeadlineTimer(QDeadlineTimer::Forever))`

释放 `lockedMutex` 并等待条件。`lockedMutex` 最初必须由调用线程锁定。如果 `lockedMutex` 未处于锁定状态，则行为未定义。如果 `lockedMutex` 是递归互斥体，则此函数将立即返回。`lockedMutex` 将被解锁，调用线程将阻塞，直到满足以下任一条件：

另一个线程调用 `wakeOne()` 或 `wakeAll()` 发出信号。在这种情况下，此函数将返回 `true`。截止日期已到。如果 `deadline` 是默认值 `QDeadlineTimer::Forever`，则永远不会超时（必须用信号通知事件）。如果等待超时，此函数将返回 `false`。`lockedMutex` 将返回到相同的锁定状态。提供此函数是为了允许原子从锁定状态转换到等待状态。在 Qt 5.12 引入该函数。

另请参阅：`wakeOne()`、`wakeAll()`。

`bool QWaitCondition::wait(QMutex *lockedMutex, unsigned long time)` 重载。

`bool QWaitCondition::wait(QReadWriteLock **lockedReadWriteLock, QDeadlineTimer deadline = QDeadlineTimer(QDeadlineTimer::Forever))`

释放 `lockedReadWriteLock` 并等待条件。`lockedReadWriteLock` 最初必须由调用线程锁定。如果 `lockedReadWriteLock` 未处于锁定状态，则此函数将立即返回。`lockedReadWriteLock` 不能递归锁定，否则此函数将无法正确释放锁。`lockedReadWriteLock` 将被解锁，调用线程将阻塞，直到满足以下任一条件：

另一个线程调用 `wakeOne()` 或 `wakeAll()` 发出信号。在这种情况下，此函数将返回 `true`。截止日期已到。如果 `deadline` 是默认值 `QDeadlineTimer::Forever`，则永远不会超时（必须用信号通知事件）。如果等待超时，此函数将返回 `false`。`lockedReadWriteLock` 将返回到相同的锁定状态。提供此函数是为了允许原子从锁定状态转换到等待状态。在 Qt 5.12 引入该函数。

另请参阅：`wakeOne()`、`wakeAll()`。

`bool QWaitCondition::wait(QReadWriteLock *lockedReadWriteLock, unsigned long time)`

重载。

```
void QWaitCondition::wakeAll()
```

唤醒等待条件的所有线程。线程的唤醒顺序取决于操作系统的调度策略，无法控制或预测。

另请参阅：wakeOne()。

```
void QWaitCondition::wakeOne()
```

唤醒一个等待条件的线程。线程的唤醒顺序取决于操作系统的调度策略，无法控制或预测。如果要唤醒特定线程，解决方案通常是使用不同的等待条件，并让线程在不同的条件下等待。

另请参阅：wakeAll()。

第六十一章 QWebEngineHistory

表示 Web 引擎页面的历史记录。

属性	方法
头文件	<code>#include <QX11Info></code>
qmake	<code>QT += webenginewidgets</code>

该类在 Qt 5.4 中引入。

61.1 公有成员函数

类型	函数名
void	<code>back()</code>
QWebEngineHistoryItem	<code>backItem() const</code>
QList	<code>backItems(int maxItems) const</code>
bool	<code>canGoBack() const</code>
bool	<code>canGoForward() const</code>
void	<code>clear()</code>
int	<code>count() const</code>
QWebEngineHistoryItem	<code>currentItem() const</code>
int	<code>currentItemIndex() const</code>
void	<code>forward()</code>
QWebEngineHistoryItem	<code>forwardItem() const</code>
QList	<code>forwardItems(int maxItems) const</code>
void	<code>goToItem(const QWebEngineHistoryItem &item)</code>
QWebEngineHistoryItem	<code>itemAt(int i) const</code>
QList	<code>items() const</code>

61.2 相关非成员函数

类型	方法
QDataStream &	<code>operator«(QDataStream &stream, const QWebEngineHistory &history)</code>
QDataStream &	<code>operator»(QDataStream &stream, QWebEngineHistory &history)</code>

61.3 详细描述

成员函数文档

每个 Web 引擎页面都包含访问过的页面的历史记录，可以由 `QWebEnginePage::history()` 得到。

历史记录使用当前项目的概念，通过使用 `back()` 和 `forward()` 函数来回导航，将访问的页面划分为可以访问的页面。当前项目可以通过调用 `currentItem()` 获得，并且历史记录中的任意项目都可以通过将其传递给 `goToItem()` 使其成为当前项目。

可以通过调用 `backItems()` 函数获得描述可以返回的页面的项目列表。类似的，可以使用 `forwardItems()` 函数获得描述当前页面之前页面的项目。项目的总列表是通过 `items()` 函数获得的。

与容器一样，可以使用函数来检查列表中的历史记录。可以使用 `itemAt()` 获得历史记录中的任意项目，通过 `count()` 给出项目的总数，并可以使用 `clear()` 函数清除历史记录。

可以使用 `»` 运算符将 `QWebEngineHistory` 的状态保存到 `QDataStream` 中，并使用 `«` 操作符进行加载。

另请参阅: `QWebEngineHistoryItem` and `QWebEnginePage`。

61.4 成员函数文档

```
void QWebEngineHistory::back()
```

将当前项目设置为历史记录中的前一个项目，然后转到相应页面；也就是说，返回一个历史项目。

See also `forward()` and `goToItem()` .

```
QWebEngineHistoryItem QWebEngineHistory::backItem() const
```

返回历史记录中当前项目之前的项目。

```
QList<QWebEngineHistoryItem> QWebEngineHistory::backItems(int maxItems) const
```

返回向后历史记录列表中的项目列表。最多返回 `maxItems` 条目。

另请参阅: `forwardItems()`。

```
bool QWebEngineHistory::canGoBack() const
```

如果历史记录中当前项目之前有一个项目，则返回 `true`，否则返回 `false`。

另请参阅: `canGoForward()`。

```
bool QWebEngineHistory::canGoForward() const
```

如果我们有一个项目可以前进，则返回 `true`，否则返回 `false`。

See also `canGoBack()`。

```
void QWebEngineHistory::clear()
```

清除历史记录。

另请参阅: `count()` and `items()`。

`int QWebEngineHistory::count() const`

返回历史记录中的项目总数。

`QWebEngineHistoryItem QWebEngineHistory::currentItem() const`

返回历史记录中的当前项目。

`int QWebEngineHistory::currentItemIndex() const`

返回历史记录中当前项目的索引。

`void QWebEngineHistory::forward()`

将当前项目设置为历史记录中的下一个项目，然后转到相应页面；即，前进一个历史项目。

另请参阅: `back()` and `goToItem()`。

`QWebEngineHistoryItem QWebEngineHistory::forwardItem() const`

返回历史记录中当前项目之后的项目。

`QList<QWebEngineHistoryItem> QWebEngineHistory::forwardItems(int maxItems) const`

返回转发历史记录列表中的项目列表。最多返回 `maxItems` 条目。

另请参阅: `backItems()`。

`void QWebEngineHistory::goToItem(const QWebEngineHistoryItem &item)`

将当前项目设置为历史记录中的指定项目，然后转到页面。

另请参阅: `back()` and `forward()`。

`QWebEngineHistoryItem QWebEngineHistory::itemAt(int i) const`

返回历史记录中索引 `i` 处的项目。

`QList<QWebEngineHistoryItem> QWebEngineHistory::items() const`

返回历史记录中当前所有项目的列表。

另请参阅: `count()` and `clear()`。

相关非成员函数

`QDataStream &operator<<(QDataStream &stream, const QWebEngineHistory &history)`

将 Web 引擎历史记录历史记录保存到流中。

`QDataStream &operator>>(QDataStream &stream, QWebEngineHistory &history)`

将 Web 引擎历史记录从流加载到历史记录中。

第六十二章 QWebEngineHistoryItem

`QWebEngineHistoryItem` 类表示 Web 引擎页面历史记录中的一项。

属性	方法
头文件	<code>#include <QWebEngineHistoryItem></code>
qmake	<code>QT += webenginewidgets</code>
Since:	Qt 5.4

62.1 公有成员函数

类型	函数名
	<code>QWebEngineHistoryItem(const QWebEngineHistoryItem &other)</code>
	<code>~QWebEngineHistoryItem()</code>
<code>QUrl</code>	<code>iconUrl() const</code>
<code>bool</code>	<code>isValid() const</code>
<code>QDateTime</code>	<code>lastVisited() const</code>
<code>QUrl</code>	<code>originalUrl() const</code>
<code>void</code>	<code>swap(QWebEngineHistoryItem &other)</code>
<code>QString</code>	<code>title() const</code>
<code>QUrl</code>	<code>url() const</code>
<code>QWebEngineHistoryItem &</code>	<code>operator=(const QWebEngineHistoryItem &other)</code>

62.2 详细描述

`QWebEngineHistoryItem` 类表示 Web 引擎页面历史记录中的一项。

每个 Web 引擎历史记录项都代表一个网页历史记录堆栈中的一个条目，其中包含有关该页面，其位置以及上次访问时间的信息。

另请参阅：[QWebEngineHistory](#) 和 [QWebEnginePage::history\(\)](#)。

62.3 成员函数文档

`QWebEngineHistoryItem::QWebEngineHistoryItem(const QWebEngineHistoryItem &other)`

从其他构造一个历史项。新项目和其他项目将共享其数据，并且修改该项目或其他项目将修改两个实例。

`QWebEngineHistoryItem::~~QWebEngineHistoryItem()`

销毁历史记录项。

`QUrl QWebEngineHistoryItem::iconUrl() const`

返回与历史记录项关联的图标的 URL。

另请参阅: `url()`, `originalUrl()`, 和 `title()`。

`bool QWebEngineHistoryItem::isValid() const`

返回这是否是有效的历史记录项。

`QDateTime QWebEngineHistoryItem::lastVisited() const`

返回上次访问与该项目关联的页面的日期和时间。

另请参阅: `title()` 和 `url()`。

`QUrl QWebEngineHistoryItem::originalUrl() const`

返回与历史记录项关联的原始 URL。

另请参阅: `url()`。

`void QWebEngineHistoryItem::swap(QWebEngineHistoryItem &other)`

将历史项与其他项交换。

`QString QWebEngineHistoryItem::title() const`

返回与历史记录项关联的页面的标题。

另请参阅: `url()` 和 `lastVisited()`。

`QUrl QWebEngineHistoryItem::url() const`

返回与历史记录项关联的 URL。

另请参阅: `originalUrl()`, `title()` 和 `lastVisited()`。

`QWebEngineHistoryItem &QWebEngineHistoryItem::operator=(const QWebEngineHistoryItem &other)`

为此分配另一个历史记录项。该项目和其他项目将共享其数据，并且修改该项目或其他项目将修改两个实例。

第六十三章 QWebEngineView

QWebEngineView 类提供了一个 widget，被使用去查看和编辑 web 元素。

属性	方法
头文件	<code>#include <QWebEngineView></code>
qmake	<code>QT += webenginewidgets</code>
继承:	<code>QWidget</code>

63.1 特性

属性名	类型
<code>hasSelection</code>	<code>const bool</code>
<code>title</code>	<code>const QString</code>
<code>icon</code>	<code>const QIcon</code>
<code>zoomFactor</code>	<code>qreal</code>
<code>selectedText</code>	<code>const QString</code>

63.2 公共成员函数

类型	函数名
	<code>QWebEngineView(QWidget *parent = Q_NULLPTR)]</code>
<code>virtual</code>	<code>~QWebEngineView()</code>
<code>void</code>	<code>findText(const QString &subString, QWebEnginePage::FindFlags options = ..., const QWebEngineCallback &resultCallback = ...)]</code>
<code>bool</code>	<code>hasSelection() const</code>
<code>QWebEngineHistory *</code>	<code>history() const</code>
<code>QIcon</code>	<code>icon() const</code>
<code>QUrl</code>	<code>iconUrl() const</code>
<code>void</code>	<code>load(const QUrl &url)</code>

void	load(const QWebEngineHttpRequest &request) QWebEnginePage *page() const
QAction *	pageAction(QWebEnginePage::WebAction action) const
QString	selectedText() const
void	setContent(const QByteArray &data, const QString &mimeType = QString(), const QUrl &baseUrl = QUrl())
void	setHtml(const QString &html, const QUrl &baseUrl = QUrl())
void	setPage(QWebEnginePage *page)
void	setUrl(const QUrl &url)
void	setZoomFactor(qreal factor)
QWebEngineSettings *	settings() const
QString	title() const
void	triggerPageAction(QWebEnginePage::WebAction action, bool checked = false)
QUrl	url() const
qreal	zoomFactor() const

重实现公共成员函数

virtual QSize sizeHint() const override

- 216 个公共成员函数继承自 QWidget
- 31 个公共成员函数继承自 QObject
- 14 个公共成员函数继承自 QPaintDevice

63.3 公有槽函数

类型	函数名
void	back()
void	forward()
void	reload()
void	stop()

- 19 个公共槽函数继承自 QWidget
- 1 个公共槽函数继承自 QObject

63.4 信号

类型	函数名
void	iconChanged(const QIcon &icon)
void	iconUrlChanged(const QUrl &url)
void	iconUrlChanged(const QUrl &url)
void	loadProgress(int progress)
void	loadStarted()
void	renderProcessTerminated(QWebEnginePage::RenderProcessTerminationStatus terminationStatus, int exitCode)
void	selectionChanged()
void	titleChanged(const QString &title)
void	urlChanged(const QUrl &url)

- 3 信号继承自 QWidget
- 2 信号继承自 QObject

63.5 静态公有成员函数

- 5 个静态公有成员函数继承自 QWidget
- 9 个静态公有成员函数 QObject

63.6 保护成员函数

virtual QWebEngineView * createWindow(QWebEnginePage::WebWindowType type)

重实现保护成员函数

类型	函数名
virtual void	contextMenuEvent(QContextMenuEvent *event) override
virtual void	dragEnterEvent(QDragEnterEvent *e) override
virtual void	dragLeaveEvent(QDragLeaveEvent *e) override
virtual void	dragMoveEvent(QDragMoveEvent *e) override
virtual void	dropEvent(QDropEvent *e) override
virtual bool	event(QEvent *ev) override
virtual void	hideEvent(QHideEvent *event) override
virtual void	showEvent(QShowEvent *event) override

- 35 个保护成员函数继承自 QWidget
- 9 个保护成员函数继承自 QObject
- 1 个保护成员函数继承自 QPaintDevice

额外继承成员

- 一个保护槽继承自 QWidget

63.7 详细描述

QWebEngineView 类提供了一个小部件，被用去查看和编辑 web 文档。

一个 web 视图是组成 Qt WebEngine web 浏览模块的主要 widget 之一。它可以被用于多种应用去展示来自 Internet 的 web 内容。

一个 web 元素可以通过load()函数加载到 web 视图。一般总是使用 Get 方法去加载 URLs。

像所有 Qt 小部件一样，必须调用show()函数才能显示 Web 视图。下面的代码段说明了这一点：

```
QWebEngineView *view = new QWebEngineView(parent);
view->load(QUrl("http://qt-project.org/"));
view->show();
```

或者，setUrl() 可以被使用去加载 web 元素。如果你有可读的 HTML 内容，你可以使用 setHtml() 代替。

当视图开始加载的时候，发出 loadStarted() 信号，当 web 视图的一个元素被完整加载的时候，发出 loadProgress() 信号，例如一个 embedded 图像或一个脚本。当视图被完整加载时，发出 loadFinished() 信号。其参数 true 或 false 指示加载是成功还是失败。

page() 函数返回一个指向 web 页对象的指针。一个 QWebEngineView 包含一个 QWebEnginePage，允许依次访问 QWebEnginePage 在页的内容里。HTML 文档的标题可以用 title() 属性访问。另外，一个 web 元素可能是一个图标，可以使用 icon() 访问，使用 iconUrl() 访问图标的 URL。如果标题或是图标改变，将发出 titleChanged(), iconChanged() 和 iconUrlChanged() 信号来回应。zoomFactor() 属性通过缩放因子，能够缩放 web 页的内容。

该小部件适合于上下文菜单并包含在浏览器中有用的操作。对于自定义上下文菜单，或将动作嵌入菜单或工具栏中，可通过 pageAction() 获得单个动作。web 视图维护返回动作的状态，但允许修改动作属性，例如 text or icon。动作语义也可以通过 triggerPageAction() 直接触发。

对于 web 元素，如果你想要提供支持允许用户去打开新的窗口，例如 pop-up windows，你可以子类化 QWebEngineView 和实现 createWindow() 函数。

另请参阅：WebEngine Widgets Simple Browser Example、WebEngine Content Manipulation Example 和 WebEngine Markdown Editor Example。

63.8 特性文档编制

属性名	类型
hasSelection	const bool

此属性保存此页面是否包含所选内容。默认情况下，此属性为 false。

63.9 访问函数

bool	hasSelection() const
------	----------------------

另请参阅：selectionChanged()

icon : const QIcon

第六十四章 QWriteLocker

QWriteLocker 是工具类，它简化了对读写锁，写访问的的锁定和解锁。[更多...](#)

属性	方法
头文件	<code>#include <QWriteLocker></code>
qmake	<code>QT += core</code>

注意：此类中所有函数都是[线程安全](#)的。

64.1 公共成员函数

返回类型	函数
	QWriteLocker (QReadWriteLock *lock)
	~QWriteLocker ()
	const QString
QReadWriteLock *	readWriteLock () const
void	relock()
void	unlock()

64.2 详细描述

QWriteLocker (和 QReadLocker) 的目的是简化 QReadWriteLock 的锁定和解锁。锁定和解锁语句、异常处理代码是很容易出错的，而且很难调试。QWriteLocker 可以确保在此类情况下，锁的状态始终定义良好。

下面是一个使用 QWriteLocker 锁定和解锁读写锁的示例：

```
QReadWriteLock lock;

void writeData(const QByteArray &data)
{
    QWriteLocker locker(&lock);
    ...
}
```

等价于以下代码：

```
QReadWriteLock lock;

void writeData(const QByteArray &data)
{
    lock.lockForWrite();
    ...
    lock.unlock();
}
```

QMutexLocker 文档展示了使用 locker 对象来大大简化编程的示例。

另请参阅: QReadLocker、QReadWriteLock。

64.3 成员函数文档

`QWriteLocker::QWriteLocker(QReadWriteLock *lock)`

构造一个 QWriteLocker 并锁定用于写入的锁。当 QWriteLocker 被销毁时，锁将被解锁。如果 lock == nullptr，则 QWriteLocker 不执行任何操作。

另请参阅: QReadWriteLock::lockForWrite()。

`QWriteLocker::~~QWriteLocker()`

销毁 QWriteLocker 并解锁传递给构造函数的锁。

另请参阅: QReadWriteLock::unlock()。

`QReadWriteLock *QWriteLocker::readWriteLock() const`

返回传递给构造函数的读写锁的指针。

`void QWriteLocker::relock()`

重新锁定。

另请参阅: unlock()。

`void QWriteLocker::unlock()`

解锁。

另请参阅: QReadWriteLock::unlock()。

第六十五章 QX11Info

提供有关 X11 相关的相关配置信息（就是 linux 下的 x11 相关的配置信息

属性	方法
头文件	<code>#include <QX11Info></code>
qmake	<code>QT += x11extras</code>
Since:	Qt5.1

65.1 简述

类型	函数名
int	appDpiX(int screen = -1)
int	appDpiY(int screen = -1)
unsigned long	appRootWindow(int screen = -1)
int	appScreen()
unsigned long	appTime()
unsigned long	appUserTime()
xcb_connection_t *	connection()
Display *	display()
unsigned long	getTimestamp()
bool	isCompositingManagerRunning(int screen = -1)
bool	isPlatformX11()
QByteArray	nextStartupId()
void	setAppTime(unsigned long time)
void	setAppUserTime(unsigned long time)
void	setNextStartupId(const QByteArray &id)

65.2 详细说明

该类提供了关于 x window 相关的显式配置信息

该类提供了两类 API：一种是提供特定的 widget 或者特定的 pixmap 相关的非静态函数，一种是为应用程序提供默认信息的静态函数。（这个分类简直了!!!）

65.3 成员函数

`int QX11Info::appDpiX(int screen = -1) static 函数`

返回指定屏幕的水平分辨率。

参数 `screen` 是指哪个 `x` 屏幕（比如两个的话，第一个就是 `0`，第二个就是 `1`）。请注意，如果用户使用的系统是指 `Xinerama`（而不是传统的 `x11` 多屏幕），则只有一个 `x` 屏幕。请使用 `QDesktopWidget` 来查询有关于 `Xinerama` 屏幕的信息。

另请参阅: `appDipY()`;

`int QX11Info::appDpiY(int screen = -1) static 函数`

返回指定屏幕的垂直分辨率。

参数 `screen` 是指哪个 `x` 屏幕（比如两个的话，第一个就是 `0`，第二个就是 `1`）。请注意，如果用户使用的系统是指 `Xinerama`（而不是传统的 `x11` 多屏幕），则只有一个 `x` 屏幕。请使用 `QDesktopWidget` 来查询有关于 `Xinerama` 屏幕的信息。

另请参阅: `appDipX()`;

`unsigned long QX11Info::appRootWindow(int screen = -1) static 函数`

返回指定屏幕应用程序窗口的句柄

参数 `screen` 是指哪个 `x` 屏幕（比如两个的话，第一个就是 `0`，第二个就是 `1`）。请注意，如果用户使用的系统是指 `Xinerama`（而不是传统的 `x11` 多屏幕），则只有一个 `x` 屏幕。请使用 `QDesktopWidget` 来查询有关于 `Xinerama` 屏幕的信息。

`int QX11Info::appScreen() static 函数`

返回应用程序正在显示的屏幕编号。此方法是指每个原始的 `X11` 屏幕使用不同的 `DISPLAY` 环境变量。只有当您的应用程序需要知道它在哪个 `x` 屏幕上运行时，这个信息才有用。在典型的多个物理机连接到一个 `X11` 屏幕中时。意味着这个方法对于每台物理机来讲都是相同的编号。在这样的设置中，如果您对 `X11` 的 `RandR` 拓展程序感兴趣，可以通过 `QDesktopWidget` 和 `QScreen` 获得。

`unsigned long QX11Info::appTime() static 函数`

返回 `X11` 的时间

`unsigned long QX11Info::appUserTime() static 函数`

返回 `X11` 的用户时间

`xcb_connection_t *QX11Info::connection() static 函数`

返回应用程序默认的 `XCB` 信息。

`Display *QX11Info::display() static 函数`

返回应用程序默认的显式屏幕

`unsigned long QX11Info::getTimestamp() static 函数`

从 X 服务器上获取当前 X11 的时间戳。此方法创建一个事件来阻塞住 X11 服务器，直到它从 X 服务器接受回来。这个函数是从 Qt5.2 中引入的。

`bool QX11Info::isCompositingManagerRunning(int screen = -1)` static 函数

如果屏幕的合成管理器在运行时，则返回 `true` (ps, 合成管理器运行会有一些特殊的效果，比如一些透明色的绘制，可以用这个函数判断下。)，否则则返回 `false`。这个函数是从 Qt5.7 中引入的。

`bool QX11Info::isPlatformX11()` static 函数

如果应用程序运行在 X11 上则返回 `true`。这个函数是从 Qt5.2 开始引入的。

`QByteArray QX11Info::nextStartupId()`

返回此进程显式的下一个窗口的启动 ID。显式下一个窗口后，下一个启动 ID 则为空。

(Qt 官网很少给这种链接啊)<http://standards.freedesktop.org/startup-notification-spec/startup-notification-latest.txt>

这个函数在 Qt5.4 引入。

`void QX11Info::setAppTime(unsigned long time)` static 函数

将 X11 时间设置成指定的值。

`void QX11Info::setAppUserTime(unsigned long time)` static 函数

设置 X11 用户的时间

`void QX11Info::setNextStartupId(const QByteArray &id)` static 函数

设置下一个启动程序的 ID。第一个窗口的启动 ID 来自环境变量 `DESKTOP_STARTUP_ID`。当请求来自另一个进程（比如通过 `QDus`）时，此方法对于后续窗口很有用。

这个函数是从 Qt5.4 中引用的。