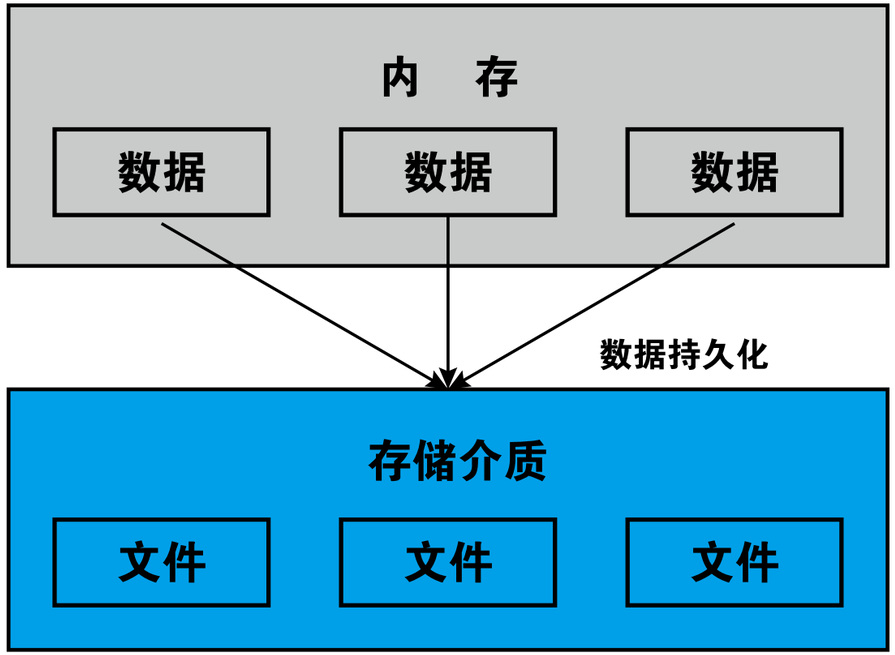
目　录

一　数据库概述

1.1　为什么要使用数据库

持久化 (persistence)：把数据保存到可掉电式存储设备中以供之后使用。大多数情况下，特别是企业级应用，数据持久化意味着将内存中的数据保存到硬盘上加以“固化”，而持久化的实现过程大多通过各种关系数据库来完成。

持久化的主要作用是将内存中的数据存储在关系型数据库中，当然也可以存储在磁盘文件、XML 数据文件中。



1.2 数据库与数据库管理系统

1.2.1 数据库的相关概念

DB：数据库 (Database)

即存储数据的“仓库”，其本质是一个文件系统。它保存了一系列有组织的数据。

DBMS：数据库管理系统 (Database Management System)

是一种操纵和管理数据库的大型软件，用于建立、使用和维护数据库，对数据库进行统一管理和控制。用户通过数据库管理系统访问数据库中表内的数据。

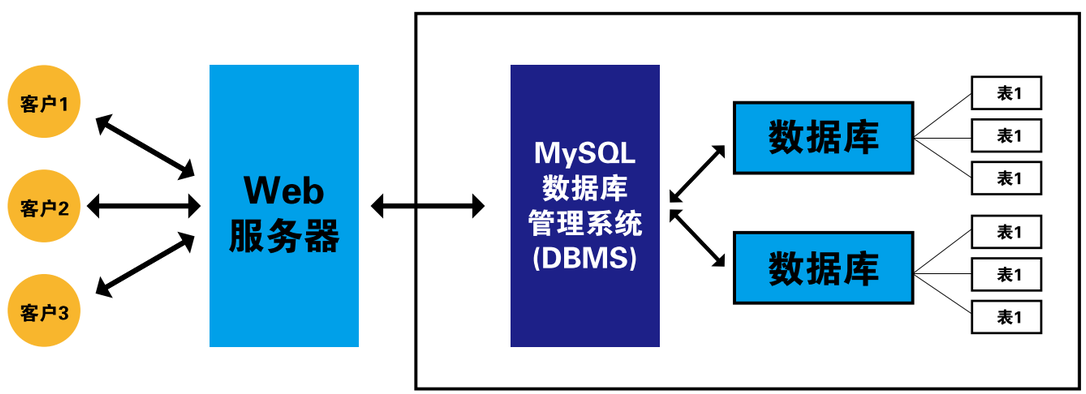
SQL：结构化查询语言（Structured Query Language）

专门用来与数据库通信的语言。

1.2.2 数据库与数据库管理系统的关系

数据库管理系统 (DBMS) 可以管理多个数据库，一般开发人员会针对每一个应用创建一个数据库。为保存应用中实体的数据，一般在数据库创建多个表，已保存程序中实体的数据。

数据库管理系统，数据库和表的关系如图所示：



1.2.3 常见的数据库介绍

Oracle

1979 年，Oracle2 诞生，它是第一个商用的 RDBMS （关系型数据库管理系统） 。随着 Oracle 软件的名气越来越大，公司也改名叫 Oracle 公司。

2007 年，总计 85 亿美金收购 BEA Systems。

2009 年，总计 74 亿美金收购 SUN。此前的 2008 年，SUN 以 10 亿美金收购 MySQL。 意味着 Oracle 同时拥有了 MySQL 的管理权，至此 Oracle 在数据库领域中成为绝对的领导者。

2013 年，甲骨文超越 IBM，成为继 Microsot 后全球第二大软件公司。

如今 Oracle 的年收入达到了 400 亿美金，足以证明商用 (收费) 数据库软件的价值。

SQL Server

SQL Server 是微软开发的大型商业数据库，诞生于 1989 年，C#、.net 等语言常使用，与 WinNT 完全集成， 也可以很好地与 Microsoft Bacofice 产品集成。

DB2

IBM 公司的数据库产品收费的。常应用在银行系统中。PostgreSQL

PostgreSQL 的稳定性极强，最符合 SQL 标准，开放源码，具备商业级 DBMS 质量。 PG 对数据量大的文本以及 SQL 处理较快。

SyBase

已经淡出历史舞台。提供了一个非常专业数据建模的工具 PowerDesigner。

SQLite

嵌入式的小型数据库，应用在手机端。零配置，SQlite3 不用安装， 不用配置，不用启动，关闭或者配置数据库实例。当系统崩溃后不用做任何恢复操作，再下次使用数据库的时候自动恢复。

informix

IBM 公司出品，取自 InformatiON 和 Unix 的结合，它是第一个被移植到 Linux 上的商业数据库产品。仅运行于 unix/linux 平台， 命令行操作。性能较高，支持集群，适应于安全性要求极高的系统，尤其是银行，证券系统的应用。

1.3 MySQL 介绍

1.3.1 概述

MySQL 是一个开放源代码的关系型数据库管理系统，由瑞典 MySQL AB（创始人 Michael Widenius）公司 1995 年开发，迅速成为开源数据库的 No.1。

2008 年被 Sun 收购（10 亿美金）， 2009 年 Sun 被 Oracle 收购。MariaDB 应运而生。（MySQL 的创造者担心 MySQL 有闭源的风险，因此创建了 MySQL 的分支项目 MariaDB）

MySQL6.x 版本之后分为社区版和商业版。

MySQL 是一种关联数据库管理系统，将数据保存在不同的表中，而不是将所有数据放在一个大仓库内， 这样就增加了速度并提高了灵活性。

MySQL 是开源的，所以你不需要支付额外的费用。

MySQL是可以定制的，采用了 GPL（GNU General Public License）协议，你可以修改源码来开发自己的 MySQL 系统。

MySQL 支持大型的数据库。可以处理拥有上千万条记录的大型数据库。

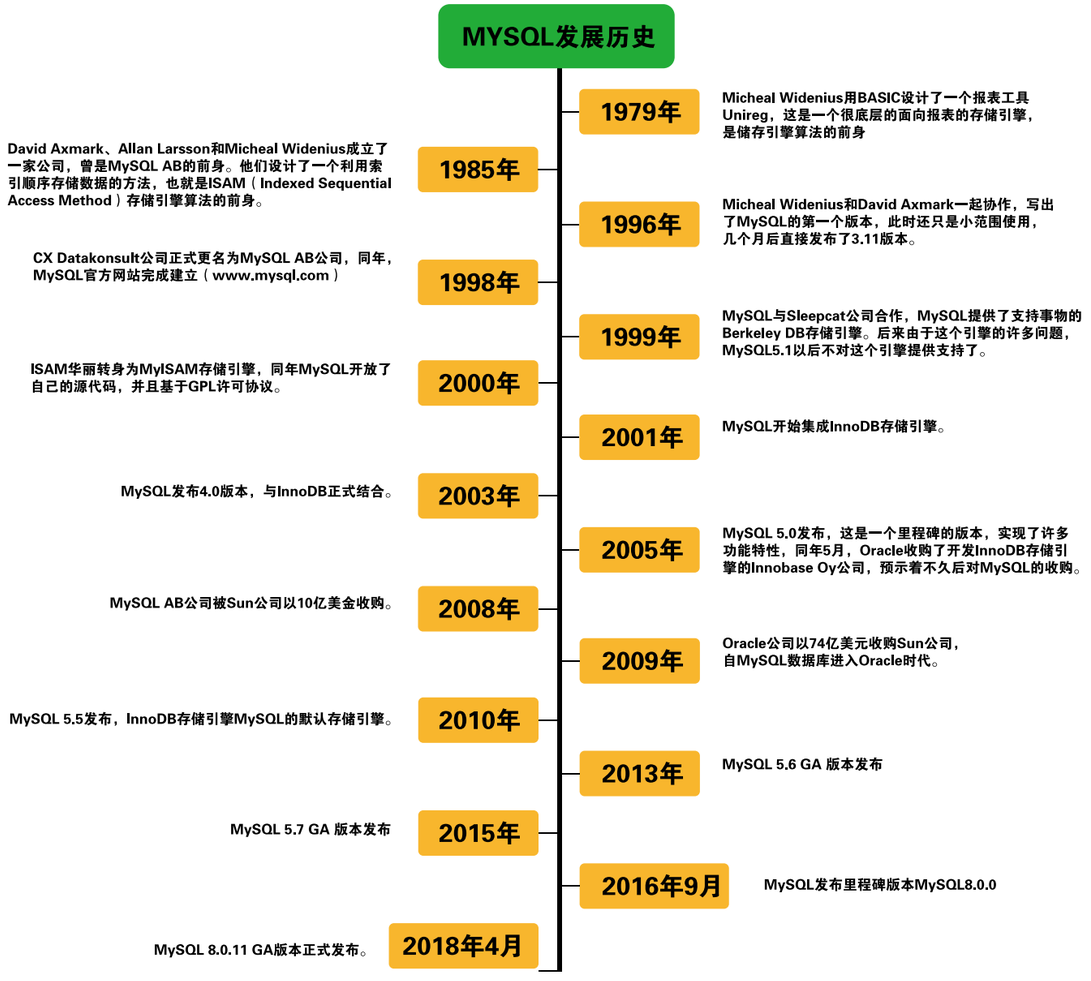
MySQL 支持大型数据库，支持 5000 万条记录的数据仓库，32 位系统表文件最大可支持 4GB， 64 位系统支持最大的表文件为 8TB。

MySQL 使用标准的 SQL 数据语言形式。

MySQL 可以允许运行于多个系统上， 并且支持多种语言。这些编程语言包括 C、C++、PythON、 Java、Perl、PHP 和 Ruby 等。

1.3.2 MySQL 发展史重大事件

MySQL 的历史就是整个互联网的发展史。互联网业务从社交领域、电商领域到金融领域的发展，推动着应用对数据库的需求提升，对传统的数据库服务能力提出了挑战。高并发、高性能、高可用、轻资源、易维护、易扩展的需求，促进了 MySQL 的长足发展。



1.3.3 MySQL 发展史重大事件

MySQL 从 5 .7 版本直接跳跃发布了 8.0 版本，可见这是一个令人兴奋的里程碑版本。MySQL 8 版本在功能上做了显著的改进与增强，开发者对 MySQL 的源代码进行了重构，最突出的一点是多 MySQL Optimizer 优化器进行了改进。不仅在速度上得到了改善，还为用户带来了更好的性能和更棒的体体验。

1.4 RDBMS 与非 RDBMS

关系型数据库绝对是 DBMS 的主流，其中使用最多的 DBMS 分别是 Oracle、MySQL、SQL Server。这些都是关系型数据库（RDBMS）。

1.4.1 关系型数据库 (RDBMS)

实质：

这种类型的数据库是最古老的数据库类型，关系型数据库模型是把复杂的数据结构归结为简单的二元关系 （即二维表格形式）。

关系型数据库以行 (row) 和列 (column) 的形式存储数据，以便于用户理解。这一系列的行和列被称为表 (table)，一组表组成了一个库 (database)。

SQL 就是关系型数据库的查询语言。

优势：

复杂查询可以用 SQL 语句方便的在一个表以及多个表之间做非常复杂的数据查询。

事务支持使得对于安全性能很高的数据访问要求得以实现。

1.4.2 非关系型数据库 (非 RDBMS)

介绍：

非关系型数据库，可看成传统关系型数据库的功能阉割版本，基于键值对存储数据，不需要经过 SQL 层的解析，性能非常高。同时，通过减少不常用的功能，进一步提高性能。

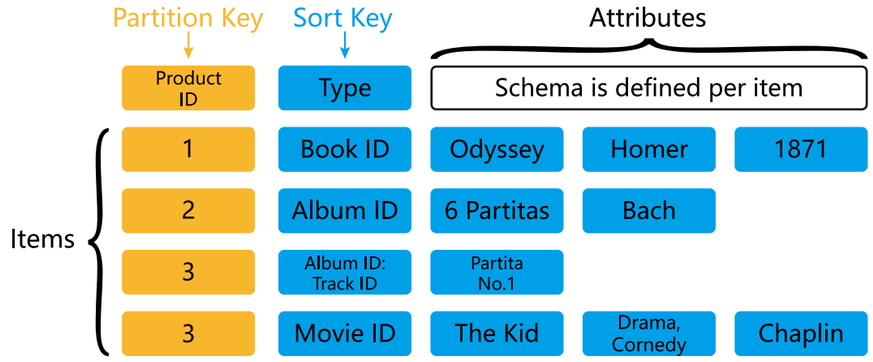
有哪些非关系型数据库：

相比于 SQL，NoSQL 泛指非关系型数据库，包括了榜单上的键值型数据库、文档型数据库、搜索引擎和列存储等，除此以外还包括图形数据库。也只有用 NoSQL 一词才能将这些技术囊括进来。

键值型数据库：

键值型数据库通过 Key - Value 键值的方式来存储数据，其中 Key 和 Value 可以是简单的对象，也可以是复杂的对象。Key 作为唯一的标识符，优点是查找速度快，在这方面明显优于关系型数据库，缺点是无法像关系型数据库一样使用条件过滤（比如 WHERE），如果你不知道去哪里找数据，就要遍历所有的键，这就会消耗大量的计算。

键值型数据库典型的使用场景是作为内存缓存。Redis 是最流行的键值型数据库。



文档型数据库：

此类数据库可存放并获取文档，可以是 XML、JSON 等格式。在数据库中文档作为处理信息的基本单位，一个文档就相当于条记录。文档数据库所存放的文档，就相当于键值数据库所存放的“ 值 ”。MONgoDB 是最流行的文档型数据库。此外，还有 CouchDB 等。

搜索引擎数据库：

虽然关系型数据库采用了索引提升检索效率，但是针对全文索引效率却较低。搜索引擎数据库是应用在搜索引擎领域的数据存储形式，由于搜索引擎会爬取大量的数据，并以特定的格式进行存储，这样在检索的时候才能保证性能最优。核心原理是“ 倒排索引 ”。

典型产品： Solr、Elasticsearch、Splunk 等。

列式数据库：

列式数据库是相对于行式存储的数据库，Oracle、 MySQL、 SQL Server 等数据库都是采用的行式存储 (Row - based)，而列式数据库是将数据按照列存储到数据库中，这样做的好处是可以大量降低系统的 I/O，适合于分布式文件系统，不足在于功能相对有限。典型产品：HBase 等。

图形数据库：

图形数据库，利用了图这种数据结构存储了实体 (对象) 之间的关系。图形数据库最典型的例子就是社交网络中人与人的关系，数据模型主要是以节点和边 (关系) 来实现，特点在于能高效地解决复杂的关系问题。

图形数据库顾名思义，就是一种存储图形关系的数据库。它利用了图这种数据结构存储了实体 (对象) 之间的关系。关系型数据用于存储明确关系的数据，但对于复杂关系的数据存储却有些力不从心。如社交网络中人物之间的关系，如果用关系型数据库则非常复杂，用图形数据库将非常简单。典型产品：Neo4J、InfoGrid 等。

1.4.3 NoSQL 的演变

由于 SQL 一直称霸 DBMS，因此许多人在思考是否有一种数据库技术能远离 SQL，于是 NoSQL 诞生了，但是随着发展却发现越来越离不开 SQL。到目前为止 NoSQL 阵营中的 DBMS 都会有实现类似 SQL 的功能。下面是“ NoSQL ”这个名词在不同时期的诠释，从这些释义的变化中可以看出 NoSQL 功能的演变：

1970：NoSQL = We have no SQL ！
1980：NoSQL = Know SQL ！
2000：NoSQL = No SQL ！
2005：NoSQL = Not ONly SQL ！
2013：NoSQL = No，SQL ！

NoSQL 对 SQL 做出了很好的补充，比如实际开发中，有很多业务需求，其实并不需要完整的关系型数据库功能，非关系型数据库的功能就足够使用了。这种情况下，使用性能更高、成本更低的非关系型数据库当然是更明智的选择。比如：日志收集、排行榜、定时器等。

1.4.4 小结

NoSQL 的分类很多，即便如此，在 DBMS 排名中，还是 SQL 阵营的比重更大，影响力前 5 的 DBMS 中有 4 个是关系型数据库，而排名前 20 的 DBMS 中也有 12 个是关系型数据库。所以说，掌握 SQL 是非常有必要的。整套课程将围绕 SOL 展开。

1.5 关系型数据库设计规则

· 关系型数据库的典型数据结构就是数据表，这些数据表的组成都是结构化的 (Structured)。

· 将数据放到表中，表再放到库中。

· 一个数据库中可以有多个表，每个表都有一个名字，用来标识自己。表名具有唯一性。

· 表具有一些特性，这些特性定义了数据在表中如何存储，类似 Java 和 PythON 中“ 类 ”的设计。

1.5.1 表、记录、字段

· E - R（entity - relatiONship，实体 - 联系）模型中有三个主要概念是：实体集、属性、联系集。

· 一个实体集（class）对应于数据库中的一个表（table），一个实体（instance）则对应于数据库表中的一行（row），也称为一条记录（record）。一个属性（attribute）对应于数据库表中的一列（column），也称为一个字段（field）。

ORM 思想（Object、RelatiONal、Mapping）体现：
数据库中的一个表 < - - - > Java 或 PythON 中的一个类；
表中的一条数据 < - - - > 类中的一个对象或实体；
表中的一个列 < - - - > 类中的一个字段、属性 (field)。

1.5.2 表的关联关系

· 表与表之间的数据记录有关系 (relatiONship)。现实世界中的各种实体以及实体之间的各种联系均用关系模型来表示。

· 四种：一对一关联、一对多关联、多对多关联、自我引用。

一对一关联 (ONe-to-ONe)：

· 在实际的开发中应用不多，因为一对一可以创建成一张表。

· 举例：设计学生表：学号、姓名、手机号码、班级、系别、身份证号码、家庭住址、籍贯、紧急联系人、...

· 拆为两个表：两个表的记录是一对应关系。

· 基础信息表：学号、姓名、手机号码、班级、系别。

· 档案信息表 (不常用信息) : 学号、身份证号码、家庭住址、籍贯、紧急联系人、...

· 两种建表原则：

· 外键唯一：主表的主键和从表的外键 (唯一)，形成主外键关系，外键唯一。

· 外键是主键：主表的主键和从表的主键，形成主外键关系。

多对多关系 (ONe-to-many)：

· 常见实例场景：客户表和订单表，分类表和商品表，部门表和员工表。

· 举例：

· 员工表：编号、姓名、. 所属部门。

· 部门表：编号、名称、简介。

· 一对多建表原则：在从表 (多方) 创建一个字段，字段作为外键指向主表 (一方) 的主键。

二 基本的 SELECT 语句

2.1 SQL 概述

2.1.1 SQL 背景知识

1946 年，世界上第一台电脑诞生，如今，借由这台电脑发展起来的互联网已经自成江湖。在这几十年里，无数的技术、产业在这片江湖里沉浮，有的方兴未艾，有的已经几幕兴衰。但在这片浩荡的波动里，有一门技术从未消失，甚至 " 老当益壮 ”，那就是 SQL。

45 年前，也就是 1974 年，IBM 研究员发布了一篇揭开数据库技术的论文《SEQUEL：一门结构化的英语查询语言》，直到今天这门结构化的查询语言并没有太大的变化，相比于其他语言，SQL 的半衰期可以说是非常长了。

不论是前端工程师，还是后端算法工程师，都一定会和数据打交道，都需要了解如何又快又准确地提取自己想要的数据。更别提数据分析师了，他们的工作就是和数据打交道，整理不同的报告，以便指导业务决策。

SQL (Structured Query Language，结构化查询语言) 是使用关系模型的数据库应用语言，与数据直接打交道，由 IBM 上世纪 70 年代开发出来。后由美国国家标准局 (ANSI) 开始着手制定 SQL 标准，先后有 SQL -86，SQL-89，SQL-92，SQL-99 等标准。

SQL 有两个重要的标准，分别是 SQL92 和 SQL99，它们分别代表了 92 年和 99 年颁布的 SQL 标准，我们今天使用的 SQL 语言依然遵循这些标准。

不同的数据库生产厂商都支持 SQL 语句，但都有特有内容。

2.1.2 SQL 分类

SQL 语言在功能上主要分为如下 3 大类：

· **DDL (Data DefinitiON Languages、数据定义语言)**，这些语句定义了不同的数据库、表、视图、索引等数据库对象，还可以用来创建、删除、修改数据库和数据表的结构。

主要的语句关键字包括 CREATE、DROP、ALTER、RENAME、TRUNCATE 等。

· **DML (Data ManipulatiON Language、数据操作语言)**，用于添加、删除、更新和查询数据库记录，并检查数据完整性。

主要的语句关键字包括 INSERT、DELETE、UPDATE、SELECT 等。

SELECT 是 SQL 语言的基础，最为重要。

· **DCL (Data CONtrol Language、数据控制语言)**，用于定义数据库、表字段、用户的访问权限和安全级别。

主要的语句关键字包括 GRANT、REVOKE、COMMIT、ROLLBACK、SAVEPOINT 等。

因为查询语句使用的非常的频繁，所以很多人把查询语句单拎出来一类：DQL (数据查询语言) 还有单独将 COMMIT、ROLLBACK 取出来称为 TCL (TransactiON CONtrol Language、事务控制语言)。

2.2 SQL 语言的规则与规范

2.2.1 基本规则

· SQL 可以写在一行或者多行。为了提高可读性，各子句分行写，必要时使用缩进；
· 每条命令以 ; 或 \g 或 \G 结束；
· 关键字不能被缩写也不能分行；
· 关于标点符号：
  · 必须保证所有的 ()、单引号、双引号是成对结束的；
  · 必须使用英文状态下的半角输入方式；
  · 字符串型和日期时间类型的数据可以使用单引号（' '）表示；
  · 列的别名，尽量使用双引号（" "），而且不建议省略 as。

2.2.2 SQL 大小写规范（建议遵守）

· MySQL 在 Windows 环境下是大小写不敏感的；
· MySQL 在 Linux 环境下是大小写敏感的：
  · 数据库名、表名、表的别名、变量名是严格区分大小写的；
  · 关键字、函数名、列名 (或字段名)、列的别名 (字段的别名) 是忽略大小写的。
· 推荐采用统一的书写规范：
  · 数据库名、表名、表别名、字段名、字段别名等都小写；
  · SQL 关键字、函数名、绑定变量等都大写。

2.2.3 注 释

单行注释：# 注释文字 (MySQL 特有的方式)。
单行注释：- - 注释文字 (- - 后面必须包含一个空格。)
多行注释：/* 注释文字 */

2.2.4 命名规则（暂时了解）

· 数据库、表名不得超过 30 个字符，变量名限制为 29 个。
· 必须只能包含 A - Z, a - z, 0 - 9, _ 共 63 个字符。
· 数据库名、表名、字段名等对象名中间不要包含空格。
· 同一个 MySQL 软件中，数据库不能同名；同一个库中，表不能重名；同一个表中，字段不能重名。
· 必须保证你的字段没有和保留字、数据库系统或常用方法冲突。如果坚持使用，请在 SQL 语句中使用 `（着重号）引起来。
· 保持字段名和类型的一致性，在命名字段并为其指定数据类型的时候一定要保证一致性。假如数据类型在一个表里是整数，那在另一个表里可就别变成字符型了。

2.2.5 导入现有的数据表、表的数据

方式一：source 文件的全路径名
举例：source D:***

方式二：基于具体的图形化界面的工具可导入数据
举例：SQLyog 中，选择“工具”-“执行 sql 脚本”- 选中 xxx.sql 即可。

2.3 基本的 SELECT 语句

2.3.1 SELECT...

```
SELECT 1; # 没有任何子句
SELECT 1 + 1,3 * 2
FROM DUAL; #dual：伪表
```

2.3.2 SELECT ... FROM

· 语法：

```
SELECT 标识选择哪些列
FROM 标识从哪个表中选择
```

· 选择全部列：

```
SELECT *
FROM departments;
```

· 选择特定的列：

```
SELECT department_id, locatiON_id
FROM departments;
```

2.3.3 列的别名

· 重命名一个列
· 便于计算
· 紧跟列名，也可以在列名和别名之间加入关键字 AS，别名使用双引号，以便在别名中包含空格或特殊的字符并区分大小写。
· AS 可以省略
· 建议别名简短，见名知意

```
SELECT last_name AS name, commission_pct comm
FROM employees;
SELECT last_name "Name", salary*12 "Annual Salary"
FROM employees;
```


2.3.4 去除重复行

在 SELECT 语句中使用关键字 DISTINCT 去除重复行：

```
SELECT DISTINCT department_id,salary
FROM employees;
```

这里有两点需要注意：

DISTINCT 需要放到所有列名的前面，如果写成 SELECT salary, DISTINCT department_id FROM employees 会报错。

DISTINCT 其实是对后面所有列名的组合进行去重。如果你想要看都有哪些不同的部门（department_id），只需要写 DISTINCT department_id 即可，后面不需要再加其他的列名了。

2.3.5 空值参与运算

所有运算符或列值遇到 null 值，运算的结果都为 null：

```
SELECT employee_id,salary,commission_pct, 12 * salary * (1 + commission_pct)
"annual_sal"
FROM employees;
```

在 MySQL 里面， 空值不等于空字符串。一个空字符串的长度是 0，而一个空值的长度是空。而且，在 MySQL 里面，空值是占用空间的。

2.3.6 着重号

· 错误的

```
mysql> SELECT * FROM ORDER;
```

· 正确的

```
mysql> SELECT * FROM `ORDER`;
mysql> SELECT * FROM `order`;
```

· 结论

我们需要保证表中的字段、表名等没有和保留字、数据库系统或常用方法冲突。如果真的相同，请在 SQL 语句中使用一对 ``（着重号）引起来。

2.3.7 查询常数

```
SELECT ' 尚硅谷 ' as corporatiON, last_name
FROM employees;
```

2.3.8 显示表结构

```
DESCRIBE employees;  # 显示表中字段的详细信息
DESC employees;
DESC departments;
```

2.4 过滤数据

· 语法

· 使用 WHERE 子句，将不满足条件的行过滤掉；

· WHERE 子句紧随 FROM 子句。

```
SELECT 字段 1, 字段 2
FROM 表名
WHERE 过滤条件
```

· 举例

```
SELECT employee_id, last_name, job_id, department_id
FROM employees
WHERE department_id = 90;
```


三 运算符

3.1 算术运算符

算术运算符主要用于数学运算，其可以连接运算符前后的两个数值或表达式，对数值或表达式进行加（+）、减（-）、乘（*）、除（/）和取模（%）运算。

运算符	名 称	作 用	示 例
+	加法运算符	计算两个值或表达式的和	SELECT A + B
-	减法运算符	计算两个值或表达式的差	SELECT A - B
*	乘法运算符	计算两个值或表达式的乘积	SELECT A * B
/或DIV	除法运算符	计算两个值或表达式的商	SELECT A / B或者 SELECT A DIV B
%或MOD	取模运算符	计算两个值或表达式的余数	SELECT A % B或者 SELECT A MOD B

3.1.1 加法与减法运算符

```
mysql> SELECT 100, 100 + 0, 100 - 0, 100 + 50, 100 + 50 -30, 100 + 35.5, 100 - 35.5 FROM DUAL;
+-----+---------+---------+----------+-------------+------------+------------+
| 100 | 100 + 0 | 100 - 0 | 100 + 50 | 100 + 50 -30 | 100 + 35.5 | 100 - 35.5 |
+-----+---------+---------+----------+-------------+------------+------------+
| 100 |   100   |   100   |   150    |     120     |    135.5   |    64.5    |
+-----+---------+---------+----------+-------------+------------+------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

由运算结果可以得出如下结论：

· 一个整数类型的值对整数进行加法和减法操作，结果还是一个整数；

· 一个整数类型的值对浮点数进行加法和减法操作，结果是一个浮点数；

· 加法和减法的优先级相同，进行先加后减操作与进行先减后加操作的结果是一样的；

· 在 Java 中，+ 的左右两边如果有字符串，那么表示字符串的拼接。但是在 MySQL 中 + 只表示数值相加。如果遇到非数值类型，先尝试转成数值，如果转失败，就按 0 计算。（补充：MySQL 中字符串拼接要使用字符串函数 CONCAT() 实现）

3.1.2 乘法与除法运算符

```
mysql> SELECT 100, 100 * 1, 100 * 1.0, 100 / 1.0, 100 / 2,100 + 2 * 5 / 2,100 /3, 100 DIV 0
FROM DUAL;
+-----+---------+-----------+-----------+---------+-----------------+---------+-----------+
| 100 | 100 * 1 | 100 * 1.0 | 100 / 1.0 | 100 / 2 | 100 + 2 * 5 / 2 | 100 /3  | 100 DIV 0 |
+-----+---------+-----------+-----------+---------+-----------------+---------+-----------+
| 100 |   100   |   100.0   | 100.0000  | 50.0000 |     105.0000    | 33.3333 |    NULL   |
+-----+---------+-----------+-----------+---------+-----------------+---------+-----------+
1 row in set (0.00 sec)
```

```
# 计算出员工的年基本工资
SELECT employee_id,salary,salary * 12 annual_sal
FROM employees;
```

由运算结果可以得出如下结论：

- 一个数乘以整数 1 和除以整数 1 后仍得原数；
- 一个数乘以浮点数 1 和除以浮点数 1 后变成浮点数，数值与原数相等；
- 一个数除以整数后，不管是否能除尽，结果都为一个浮点数；
- 一个数除以另一个数，除不尽时，结果为一个浮点数，并保留到小数点后 4 位；
- 乘法和除法的优先级相同，进行先乘后除操作与先除后乘操作，得出的结果相同。
- 在数学运算中，0 不能用作除数，在 MySQL 中，一个数除以 0 为 NULL。

3.1.3 求模（求余）运算符 将 t22 表中的字段 i 对 3 和 5 进行求模（求余）运算。

```
mysql> SELECT 12 % 3, 12 MOD 5 FROM DUAL;
+--------+------------+
| 12 % 3 | 12 MOD 5 |
+--------+------------+
|    0   |      2     |
+--------+------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

```
# 筛选出 employee_id 是偶数的员工
SELECT * FROM employees
WHERE employee_id MOD 2 = 0;
```

可以看到，100 对 3 求模后的结果为 3，对 5 求模后的结果为 0。

3.2 比较运算符

比较运算符用来对表达式左边的操作数和右边的操作数进行比较，比较的结果为真则返回 1，比较的结果为假则返回 0，其他情况则返回 NULL。

比较运算符经常被用来作为 SELECT 查询语句的条件来使用，返回符合条件的结果记录。

运算符	名 称	作 用	示 例
=	等于运算符	判断两个值、字符串或表达式是否相等	SELECT C FROM TABLE WHERE A = B
<=>	安全等于运算符	安全的判断两个值、字符串或表达式是否相等	SELECT C FROM TABLE WHERE A <=> B
<>(!=)	不等于运算符	判断两个值、字符串或表达式是否不相等	SELECT C FROM TABLE WHERE A <> B SELECT C FROM TABLE WHERE A != B
<	小于运算符	判断两个值、字符串或表达式是否小于后面的值、字符串或表达式	SELECT C FROM TABLE WHERE A < B
<=	小于等于运算符	判断两个值、字符串或表达式是否小于等于后面的值、字符串或表达式	SELECT C FROM TABLE WHERE A <= B
>	大于运算符	判断两个值、字符串或表达式是否大于后面的值、字符串或表达式	SELECT C FROM TABLE WHERE A > B
>=	大于等于运算符	判断两个值、字符串或表达式是否大于等于后面的值、字符串或表达式	SELECT C FROM TABLE WHERE A >= B

3.2.1 等号运算符

· 等号运算符（=）判断等号两边的值、字符串或表达式是否相等，如果相等则返回 1，不相等则返回 0。

· 在使用等号运算符时，遵循如下规则：

· 如果等号两边的值、字符串或表达式都为字符串，则 MySQL 会按照字符串进行比较，其比较的是每个字符串中字符的 ANSI 编码是否相等。

· 如果等号两边的值都是整数，则 MySQL 会按照整数来比较两个值的大小。

· 如果等号两边的值一个是整数，另一个是字符串，则 MySQL 会将字符串转化为数字进行比较。

· 如果等号两边的值、字符串或表达式中有一个为 NULL，则比较结果为 NULL。

· 对比：SQL 中赋值符号使用 :=

```
mysql> SELECT 1 = 1, 1 = '1', 1 = 0, 'a' = 'a', (5 + 3) = (2 + 6), '' = NULL , NULL = NULL;
+-------+---------+-------+-----------+-------------------+----------+---------------+
| 1 = 1 | 1 = '1' | 1 = 0 | 'a' = 'a' | (5 + 3) = (2 + 6) | '' = NULL | NULL = NULL |
+-------+---------+-------+-----------+-------------------+----------+---------------+
|   1   |    1    |   0   |     1     |         1         |   NULL   |     NULL      |
+-------+---------+-------+-----------+-------------------+----------+---------------+
1 row in set (0.00 sec) mysql> SELECT 1 = 2, 0 = 'abc', 1 = 'abc' FROM DUAL;
+-------+-----------+-----------+
| 1 = 2 | 0 = 'abc' | 1 = 'abc' |
+-------+-----------+-----------+
|   0   |     1     |     0     |
+-------+-----------+-----------+
1 row in set, 2 warnings (0.00 sec)
```

```
# 查询 salary=10000，注意在 Java 中比较是 ==
SELECT employee_id,salary FROM employees WHERE salary = 10000;
```

3.2.2 安全等于运算符

安全等于运算符（<=>）与等于运算符（=）的作用是相似的， 唯一的区别 是‘ <=> ’可以用来对 NULL 进行判断。在两个操作数均为 NULL 时，其返回值为 1，而不为 NULL；当一个操作数为 NULL 时，其返回值为 0，而不为 NULL。

```
mysql> SELECT 1 <=> '1', 1 <=> 0, 'a' <=> 'a', (5 + 3) <=> (2 + 6), '' <=> NULL,NULL <=>
NULL FROM DUAL;
+-----------+----------+-------------+---------------------+-------------+-----------------+
| 1 <=> '1' | 1 <=> 0  | 'a' <=> 'a' | (5 + 3) <=> (2 + 6) | '' <=> NULL | NULL <=> NULL |
+-----------+----------+-------------+---------------------+-------------+-----------------+
|     1     |     0    |      1      |          1          |      0      |        1        |
+-----------+----------+-------------+---------------------+-------------+-----------------+
1 row in set (0.00 sec)
```



```
# 查询 commission_pct 等于 0.40
SELECT employee_id,commission_pct FROM employees WHERE
commission_pct = 0.40;
SELECT employee_id,commission_pct FROM employees WHERE
commission_pct <=> 0.40; # 如果把 0.40 改成 NULL 呢?
```

可以看到，使用安全等于运算符时，两边的操作数的值都为 NULL 时，返回的结果为 1 而不是 NULL，其他返回结果与等于运算符相同。

3.2.3 不等于运算符

不等于运算符（<> 和 !=）用于判断两边的数字、字符串或者表达式的值是否不相等，如果不相等则返回 1，相等则返回 0。不等于运算符不能判断 NULL 值。如果两边的值有任意一个为 NULL，或两边都为 NULL，则结果为 NULL。 SQL 语句示例如下：

```
mysql> SELECT 1 <> 1, 1 != 2, 'a' != 'b', (3+4) <> (2+6), 'a' != NULL, NULL <>
NULL;
+--------+--------+------------+----------------+------------+----------------+
| 1 <> 1 | 1 != 2 |  'a' != 'b'  | (3+4) <> (2+6) | 'a' != NULL | NULL <> NULL |
+--------+--------+------------+----------------+------------+----------------+
|   0    |   1    |      1     |        1       |    NULL    |      NULL      |
+--------+--------+------------+----------------+------------+----------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

此外，还有非符号类型的运算符：

运算符	名 称	作 用	示 例
IS NULL	为空运算符	判断值、字符串或 表达式是否为空	SELECT B FROM TABLE WHERE A IS NULL
IS NOT NULL	不为空运算符	判断值、字符串或 表达式是否不为空	SELECT B FROM TABLE WHERE A IS NOT NULL
LEAST	最小值运算符	在多个值中返回最小值	SELECT D FROM TABLE WHERE LEAST(A, B)
GREATEST	最大值运算符	在多个值中返回最大值	SELECT D FROM TABLE WHERE GREATEST(A, B)
BETWEEN AND	两值之间的运算符	判断一个值是否在两个值之间	SELECT D FROM TABLE WHERE C BETWEEN A AND B
ISNULL	为空运算符	判断一个值、字符串或 表达式是否为空	SELECT B FROM TABLE WHERE A ISNULL
IN	属于运算符	判断一个值是否为列表中的 任意一个值	SELECT D FROM TABLE WHERE C IN(A, B)
NOT IN	不属于运算符	判断一个值是否不是列表中的 任意一个值	SELECT D FROM TABLE WHERE C NOT IN(A, B)
LIKE	模糊匹配运算符	判断一个值是否符合 模糊匹配规则	SELECT B FROM TABLE WHERE A LIKE B
REGEXP	正则表达式运算符	判断一个值是否符合 正则表达式的规则	SELECT B FROM TABLE WHERE A REGEXP B
RLIKE	正则表达式运算符	判断一个值是否符合 正则表达式的规则	SELECT B FROM TABLE WHERE A RLIKE B

3.2.4 空运算符

空运算符（IS NULL 或者 ISNULL）判断一个值是否为 NULL，如果为 NULL 则返回 1，否则返回 0。SQL 语句示例如下：

```
mysql> SELECT NULL IS NULL, ISNULL(NULL), ISNULL('a'), 1 IS NULL;
+---------------+---------------+-------------+-----------+
| NULL IS NULL | ISNULL(NULL) | ISNULL('a') | 1 IS NULL |
+---------------+---------------+-------------+-----------+
|          1    |          1    |       0     |     0     |
+---------------+---------------+-------------+-----------+
1 row in set (0.00 sec)
```



```
# 查询 commission_pct 等于 NULL。比较如下的四种写法
SELECT employee_id,commission_pct FROM employees WHERE
commission_pct IS NULL;
SELECT employee_id,commission_pct FROM employees WHERE
commission_pct <=> NULL;
SELECT employee_id,commission_pct FROM employees WHERE
ISNULL(commission_pct);
SELECT employee_id,commission_pct FROM employees WHERE
commission_pct = NULL;

SELECT last_name, manager_id
FROM employees
WHERE manager_id IS NULL;
```

3.2.5 非空运算符

非空运算符（IS NOT NULL）判断一个值是否不为 NULL，如果不为 NULL 则返回 1，否则返回 0。SQL 语句示例如下：

```
mysql> SELECT NULL IS NOT NULL, 'a' IS NOT NULL, 1 IS NOT NULL;
+---------------------+-------------------+-----------------+
| NULL IS NOT NULL | 'a' IS NOT NULL | 1 IS NOT NULL |
+---------------------+-------------------+-----------------+
|          0          |         1         |        1        |
+---------------------+-------------------+-----------------+
1 row in set (0.01 sec)
```

```
# 查询 commission_pct 不等于 NULL
SELECT employee_id,commission_pct FROM employees WHERE
commission_pct IS NOT NULL;
SELECT employee_id,commission_pct FROM employees WHERE NOT
commission_pct <=> NULL;
SELECT employee_id,commission_pct FROM employees WHERE NOT
ISNULL(commission_pct);
```

3.2.6 最小值运算符

语法格式为：LEAST(值 1，值 2，...，值 n)。其中，“ 值 n ”表示参数列表中有 n 个值。在有两个或多个参数的情况下，返回最小值。

```
mysql> SELECT LEAST (1,0,2), LEAST('b','a','c'), LEAST(1,NULL,2);
+--------------+-------------------+-----------------+
| LEAST (1,0,2) |  LEAST('b','a','c') | LEAST(1,NULL,2) |
+--------------+-------------------+-----------------+
|       0      |         a         |       NULL      |
+--------------+-------------------+-----------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

由结果可以看到，当参数是整数或者浮点数时，LEAST 将返回其中最小的值；当参数为字符串时，返回字母表中顺序最靠前的字符；当比较值列表中有 NULL 时，不能判断大小，返回值为 NULL。

3.2.7 最大值运算符

语法格式为：GREATEST(值 1，值 2，...，值 n)。其中，n 表示参数列表中有 n 个值。当有两个或多个参数时，返回值为最大值。假如任意一个自变量为 NULL，则 GREATEST() 的返回值为 NULL。

```
mysql> SELECT GREATEST(1,0,2), GREATEST('b','a','c'),
GREATEST(1,NULL,2);
+----------------+--------------------+---------------------+
| GREATEST(1,0,2) | GREATEST('b','a','c') | GREATEST(1,NULL,2) |
+----------------+--------------------+---------------------+
|       2        |          c         |        NULL         |
+----------------+--------------------+---------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

由结果可以看到，当参数中是整数或者浮点数时，GREATEST 将返回其中最大的值；当参数为字符串时，返回字母表中顺序最靠后的字符；当比较值列表中有 NULL 时，不能判断大小，返回值为 NULL。

3.2.8 BETWEEN AND 运算符

BETWEEN 运算符使用的格式通常为 SELECT D FROM TABLE WHERE C BETWEEN A AND B，此时，当 C 大于或等于 A，并且 C 小于或等于 B 时，结果为 1，否则结果为 0。

```
mysql> SELECT 1 BETWEEN 0 AND 1, 10 BETWEEN 11 AND 12, 'b' BETWEEN 'a'
AND 'c';
+----------------------+-------------------------+-------------------------+
| 1 BETWEEN 0 AND 1  | 10 BETWEEN 11 AND 12 | 'b' BETWEEN 'a' AND 'c' |
+----------------------+-------------------------+-------------------------+
|          1           |            0            |            1            |
+----------------------+-------------------------+-------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

```
SELECT last_name, salary
FROM employees
WHERE salary BETWEEN 2500 AND 3500;
```

3.2.9 IN 运算符

IN 运算符用于判断给定的值是否是 IN 列表中的一个值，如果是则返回 1，否则返回 0。如果给定的值为 NULL，或者 IN 列表中存在 NULL，则结果为 NULL。

```
mysql> SELECT 'a' IN ('a','b','c'), 1 IN (2,3), NULL IN ('a','b'), 'a' IN ('a', NULL);
+--------------------+-----------+-----------------+-------------------+
|  'a' IN ('a','b','c')  | 1 IN (2,3) | NULL IN ('a','b') |  'a' IN ('a', NULL) |
+--------------------+-----------+-----------------+-------------------+
|          1         |     0     |       NULL      |          1        |
+--------------------+-----------+-----------------+-------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

```
SELECT employee_id, last_name, salary, manager_id
FROM employees
WHERE manager_id IN (100, 101, 201);
```

3.2.10 NOT IN 运算符

NOT IN 运算符用于判断给定的值是否不是 IN 列表中的一个值，如果不是 IN 列表中的一个值，则返回 1，否则返回 0。

```
mysql> SELECT 'a' NOT IN ('a','b','c'), 1 NOT IN (2,3);
+-------------------------+---------------+
|  'a' NOT IN ('a','b','c')  | 1 NOT IN (2,3) |
+-------------------------+---------------+
|                0                |          1          |
+-------------------------+---------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

3.2.11 LIKE 运算符

LIKE 运算符主要用来匹配字符串，通常用于模糊匹配，如果满足条件则返回 1，否则返回 0。如果给定的值或者匹配条件为 NULL，则返回结果为 NULL。

LIKE 运算符通常使用如下通配符：

“ % ”：匹配 0 个或多个字符。

“ _ ”：只能匹配一个字符。

SQL 语句示例如下：

```
mysql> SELECT NULL LIKE 'abc', 'abc' LIKE NULL;
+------------------+-----------------+
| NULL LIKE 'abc'  | 'abc' LIKE NULL |
+------------------+-----------------+
|       NULL       |       NULL      |
+------------------+-----------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

```
SELECT first_name
FROM employees
WHERE first_name LIKE 'S%';

SELECT last_name
FROM employees
WHERE last_name LIKE '_o%';
```


ESCAPE

回避特殊符号的：使用转义符。例如：将 [%] 转为 [$%]、[] 转为 [$]，然后再加上 [ESCAPE ‘ $ ’] 即可。

```
SELECT job_id
FROM jobs
WHERE job_id LIKE  ‘IT\_%  ‘;
```

如果使用 \ 表示转义，要省略 ESCAPE。如果不是 \，则要加上 ESCAPE。

```
SELECT job_id
FROM jobs
WHERE job_id LIKE  ‘IT$_%  ‘ escape  ‘$  ‘;
```

3.2.12 REGEXP 运算符

REGEXP 运算符用来匹配字符串，语法格式为： expr REGEXP 匹配条件 。如果 expr 满足匹配条件，返回 1；如果不满足，则返回 0。若 expr 或匹配条件任意一个为 NULL，则结果为 NULL。

REGEXP 运算符在进行匹配时，常用的有下面几种通配符：

（1）‘ ^ ’匹配以该字符后面的字符开头的字符串。

（2）‘ $ ’匹配以该字符前面的字符结尾的字符串。

（3）‘ . ’匹配任何一个单字符。

（4）“ [...] ”匹配在方括号内的任何字符。例如，“ [abc] ”匹配“ a ”或“ b ”或“ c ”。为了命名字符的范围，使用一 个‘ - ’。“ [a - z] ”匹配任何字母，而“ [0 - 9] ”匹配任何数字。

（5）‘ * ’匹配零个或多个在它前面的字符。例如，“ x* ”匹配任何数量的‘ x ’字符，“ [0 - 9]* ”匹配任何数量的数字， 而“ * ”匹配任何数量的任何字符。

SQL 语句示例如下：

```
mysql> SELECT 'shkstart' REGEXP '^s', 'shkstart' REGEXP 't$', 'shkstart' REGEXP 'hk';
+-----------------------+----------------------+-----------------------+
| 'shkstart' REGEXP '^s' | 'shkstart' REGEXP 't$' | 'shkstart' REGEXP 'hk' |
+-----------------------+----------------------+-----------------------+
|             1             |           1           |             1             |
+-----------------------+----------------------+-----------------------+
1 row in set (0.01 sec)
mysql> SELECT 'atguigu' REGEXP 'gu.gu', 'atguigu' REGEXP '[ab]';
+--------------------------+-------------------------+
| 'atguigu' REGEXP 'gu.gu'  | 'atguigu' REGEXP '[ab]' |
+--------------------------+-------------------------+
|                1                |             1             |
+--------------------------+-------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

3.3 逻辑运算符

逻辑运算符主要用来判断表达式的真假，在 MySQL 中，逻辑运算符的返回结果为 1、0 或者 NULL。 MySQL 中支持 4 种逻辑运算符如下：

运算符	作 用	示 例
NOT 或 !	逻辑非	SELECT NOT A
AND 或 &&	逻辑与	SELECT NOT A AND B SELECT A && B
OR 或 ||	逻辑或	SELECT NOT A OR B SELECT A || B
XOR	逻辑异或	SELECT NOT A XOR B

3.3.1 逻辑非运算符

逻辑非（NOT 或 !）运算符表示当给定的值为 0 时返回 1；当给定的值为非 0 值时返回 0；当给定的值为 NULL 时，返回 NULL。

```
mysql> SELECT NOT 1, NOT 0, NOT(1+1), NOT !1, NOT NULL;
+--------+--------+-----------+---------+------------+
| NOT 1  | NOT 0  | NOT(1+1)  | NOT !1  | NOT NULL   |
+--------+--------+-----------+---------+------------+
|   0    |   1    |     0     |    1    |    NULL    |
+--------+--------+-----------+---------+------------+
1 row in set, 1 warning (0.00 sec)
```

```
SELECT last_name, job_id
FROM employees
WHERE job_id NOT IN ('IT_PROG', 'ST_CLERK', 'SA_REP');
```


3.3.2 逻辑与运算符

逻辑与（AND 或 &&）运算符是当给定的所有值均为非 0 值，并且都不为 NULL 时，返回 1；当给定的一个值或者多个值为 0 时则返回 0；否则返回 NULL。

```
mysql> SELECT 1 AND -1, 0 AND 1, 0 AND NULL, 1 AND NULL;
+-----------+---------+--------------+--------------+
| 1 AND -1  | 0 AND 1 | 0 AND NULL   | 1 AND NULL   |
+-----------+---------+--------------+--------------+
|     1     |    0    |      0       |     NULL     |
+-----------+---------+--------------+--------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

```
SELECT employee_id, last_name, job_id, salary
FROM employees
WHERE salary >=10000
AND job_id LIKE '%MAN%';
```

3.3.3 逻辑或运算符

逻辑或（OR 或 ||）运算符是当给定的值都不为 NULL，并且任何一个值为非 0 值时，则返回 1，否则返回 0；当一个值为 NULL，并且另一个值为非 0 值时，返回 1，否则返回 NULL；当两个值都为 NULL 时，返回 NULL。

```
mysql> SELECT 1 OR -1, 1 OR 0, 1 OR NULL, 0 || NULL, NULL || NULL;
+----------+---------+-------------+-----------+---------------+
| 1 OR -1  | 1 OR 0  | 1 OR NULL   | 0 || NULL | NULL || NULL  |
+----------+---------+-------------+-----------+---------------+
|     1    |    1    |      1      |    NULL   |     NULL      |
+----------+---------+-------------+-----------+---------------+
1 row in set, 2 warnings (0.00 sec)
```

```
# 查询基本薪资不在 9000-12000 之间的员工编号和基本薪资
SELECT employee_id,salary  FROM employees
WHERE NOT (salary >= 9000  AND salary <= 12000);

SELECT employee_id,salary  FROM employees
WHERE salary <9000  OR salary > 12000;

SELECT employee_id,salary  FROM employees
WHERE salary  NOT BETWEEN 9000 AND 12000;

SELECT employee_id, last_name, job_id, salary
FROM employees
WHERE salary >= 10000
OR job_id LIKE '%MAN%';
```

注意：

OR 可以和 AND 一起使用，但是在使用时要注意两者的优先级，由于 AND 的优先级高于 OR，因此先对 AND 两边的操作数进行操作，再与 OR 中的操作数结合。

3.3.4 逻辑异或运算符

逻辑异或（XOR）运算符是当给定的值中任意一个值为 NULL 时，则返回 NULL；如果两个非 NULL 的值都是 0 或者都不等于 0 时，则返回 0；如果一个值为 0，另一个值不为 0 时，则返回 1。

```
mysql> SELECT 1 XOR -1, 1 XOR 0, 0 XOR 0, 1 XOR NULL, 1 XOR 1 XOR 1, 0 XOR 0 XOR 0;
+----------+---------+---------+-------------+----------------+----------------+
| 1 XOR -1 | 1 XOR 0 | 0 XOR 0 | 1 XOR NULL | 1 XOR 1 XOR 1 | 0 XOR 0 XOR 0 |
+----------+---------+---------+-------------+----------------+----------------+
|        0 |       1 |       0 |        NULL |              1 |              0 |
+----------+---------+---------+-------------+----------------+----------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

```
SELECT last_name,department_id,salary
FROM employees
WHERE department_id in (10,20) XOR salary > 8000;
```


3.4 位运算符

位运算符是在二进制数上进行计算的运算符。位运算符会先将操作数变成二进制数，然后进行位运算，最后将计算结果从二进制变回十进制数。

MySQL 支持的位运算符如下：

运算符	作用	示例
&	按位与（位AND）	SELECT A & B
|	按位或（位OR）	SELECT A | B
^	按位异或（位XOR）	SELECT A ^ B
~	按位取反	SELECT ~ A
>>	按位右移	SELECT A >> B
<<	按位左移	SELECT A << B

3.4.1 按位与运算符

按位与（&）运算符将给定值对应的二进制数逐位进行逻辑与运算。当给定值对应的二进制位的数值都为 1 时，则该位返回 1，否则返回 0。

```
mysql> SELECT 1 & 10, 20 & 30;
+--------+---------+
| 1 & 10 | 20 & 30 |
+--------+---------+
|      0 |      20 |
+--------+---------+
1 row in set (0.00 sec)
```

1 的二进制数为 0001，10 的二进制数为 1010，所以 1 & 10 的结果为 0000，对应的十进制数为 0。20 的二进制数为 10100，30 的二进制数为 11110，所以 20 & 30 的结果为 10100，对应的十进制数为 20。

3.4.2 按位或运算符

按位或（|）运算符将给定的值对应的二进制数逐位进行逻辑或运算。当给定值对应的二进制位的数值有一个或两个为 1 时，则该位返回 1，否则返回 0。

```
mysql> SELECT 1 | 10, 20 | 30;
+--------+---------+
| 1 | 10 | 20 | 30 |
+--------+---------+
|    11  |    30   |
+--------+---------+
1 row in set (0.00 sec)
```

1 的二进制数为 0001，10 的二进制数为 1010，所以 1 | 10 的结果为 1011，对应的十进制数为 11。20 的二进制数为 10100，30 的二进制数为 11110，所以 20 | 30 的结果为 11110，对应的十进制数为 30。

3.4.3 按位异或运算符

按位异或（^）运算符将给定的值对应的二进制数逐位进行逻辑异或运算。当给定值对应的二进制位的数值不同时，则该位返回 1，否则返回 0。

```
mysql> SELECT 1 ^ 10, 20 ^ 30;
+--------+---------+
| 1 ^ 10 | 20 ^ 30 |
+--------+---------+
|    11  |    10   |
+--------+---------+
1 row in set (0.00 sec)
```

1 的二进制数为 0001，10 的二进制数为 1010，所以 1 ^ 10 的结果为 1011，对应的十进制数为 11。20 的二进制数为 10100，30 的二进制数为 11110，所以 20 ^ 30 的结果为 01010，对应的十进制数为 10。

再举例：

```
mysql> SELECT 12 & 5, 12 | 5,12 ^ 5 FROM DUAL;
+--------+--------+--------+
| 12 & 5 |  12 | 5 | 12 ^ 5 |
+--------+--------+--------+
|    4   |   13   |    9   |
+--------+--------+--------+
1 row in set (0.00 sec)
```


3.4.4 按位取反运算符

按位取反（~）运算符将给定的值的二进制数逐位进行取反操作，即将 1 变为 0，将 0 变 为 1。

```
mysql> SELECT 10 & ~1;
+----------+
| 10 & ~1 |
+----------+
|     10     |
+----------+
1 row in set (0.00 sec)
```

由于按位取反（~）运算符的优先级高于按位与（&）运算符的优先级，所以 10 & ~1，首先，对数字 1 进行按位取反操作，结果除了最低位为 0，其他位都为 1，然后与 10 进行按位与操作，结果为 10。

3.4.5 按位右移运算符

按位右移（>>）运算符将给定的值的二进制数的所有位右移指定的位数。右移指定的位数后，右边低位的数值被移出并丢弃，左边高位空出的位置用 0 补齐。

```
mysql> SELECT 1 >> 2, 4 >> 2;
+--------+--------+
| 1 >> 2 | 4 >> 2 |
+--------+--------+
|    0   |    1   |
+--------+--------+
1 row in set (0.00 sec)
```

1 的二进制数为 0000 0001，右移 2 位为 0000 0000，对应的十进制数为 0。4 的二进制数为 0000 0100，右移 2 位为 0000 0001，对应的十进制数为 1。

3.4.6 按位左移运算符

按位左移（<<）运算符将给定的值的二进制数的所有位左移指定的位数。左移指定的位数后，左边高位的数值被移出并丢弃，右边低位空出的位置用 0 补齐。

```
mysql> SELECT 1 >> 2, 4 >> 2;
+--------+--------+
| 1 << 2 | 4 << 2 |
+--------+--------+
|      4 |     16 |
+--------+--------+
1 row in set (0.00 sec)
```

1 的二进制数为 0000 0001，左移两位为 0000 0100，对应的十进制数为 4。4 的二进制数为 0000 0100，左移两位为 0001 0000，对应的十进制数为 16。

3.5 运算符的优先级

优先级	运算符
1	:=，=（赋值）
2	||，OR，XOR
3	&&，AND
4	NOT
5	BETWEEN，CASE，WHEN，THEN 和 ELSE
6	=（比较运算符），<=>，>=，>，<=，<，<>，!= IS，LIKE，REGEXP 和 IN
7 |
8	&
9	<< 与 >>
10	- 和 +
11	*，/，DIV，%或MOD
12	^
13	-（负号）和~（按位取反）
14	!
15	0

数字编号越大，优先级越高，优先级高的运算符先进行计算。可以看到，赋值运算符的优先级最低，使用“ () ”括起来的表达式的优先级最高。

四　排序与分页

4.1　排序数据

排序规则：

如果没有使用排序操作，默认情况下查询返回的数据都是按照添加数据的顺序显示。

· 使用 ORDER BY 子句排序：
　　· ASC（ascend）：升序
　　· DESC（descend）：降序
· ORDER BY 子句在 SELECT 语句的结尾。

单列排序：

```
SELECT employee _id, last_name, salary
FROM employees
ORDER BY salary;
# 如果在 ORDER BY 后没有显示指明排序方式的话，则默认按照升序排列。

# 2  我们可是使用列的别名，进行排序
SELECT employee _id, salary, salary * 12 annual_sal
FROM employees
WHERE annual_sal

# 列的别名只能在 ORDER BY 中使用，不能 WHERE 中使用。
# 如下操作报错!
SELECT employee _id, salary, salary * 12 annual_sal
FROM employees
WHERE annual_sal > 81600;

# 3  强调格式：WHERE 需要声明在 FROM 之后，ORDER BY 之前。
SELECT employee _id, salary
FROM employees
WHERE department_id IN (50, 60, 70)
ORDER BY department_id DESC;
```



```
# 4  二级排序
# 显示员工信息，按照 department_id 的降序排列，salary 的升序排序
SELECT employee _id, salary, department_id
FROM employees
ORDER BY department_id DESC; salary ASC;
```

多列排序：

```
SELECT last_name, department_id, salary
FROM employees
ORDER BY department_id, salary DESC;
```

可以使用不在 SELECT 列表中的列排序。

在对多列进行排序的时候，首先排序的第一列必须有相同的列值，才会对第二列进行排序。如果第一列数据中所有值都是唯一的，将不再对第二列进行排序。

4.2 分页

分页原理：

所谓分页显示，就是将数据库中的结果集，一段一段显示出来需要的条件。

MySQL 中使用 LIMIT 实现分页

格式：

[位置偏移量 ,] 行数

第一个“ 位置偏移量 ”参数指示 MySQL 从哪一行开始显示，是一个可选参数，如果不指定“ 位置偏移量 ”，将会从表中的第一条记录开始（第一条记录的位置偏移量是 0，第二条记录的位置偏移量是 1，以此类推）；第二个参数“ 行数 ”指示返回的记录条数。

MySQL 8.0 中可以使用“ LIMIT 3 OFFSET 4 ”，意思是获取从第 5 条记录开始后面的 3 条记录，和“ LIMIT 4,3; ”返回的结果相同。

分页显式公式：（当前页数 -1）* 每页条数，每页条数

```
SELECT * FROM table
LIMIT(PageNo - 1)*PageSize,PageSize;
```

注意：LIMIT 子句必须放在整个 SELECT 语句的最后！

使用 LIMIT 的好处。

约束返回结果的数量可以减少数据表的网络传输量，也可以提升查询效率。如果我们知道返回结果只有 1 条，就可以使用 LIMIT 1，告诉 SELECT 语句只需要返回一条记录即可。这样的好处就是 SELECT 不需要扫描完整的表，只需要检索到一条符合条件的记录即可返回。

拓展：

在不同的 DBMS 中使用的关键字可能不同。在 MySQL、PostgreSQL、MariaDB 和 SQLite 中使用 LIMIT 关键字，而且需要放到 SELECT 语句的最后面。

如果是 SQL Server 和 Access，需要使用 TOP 关键字，比如：

```
SELECT TOP 5 name, hp_max FROM heros ORDER BY hp_max DESC
```

如果是 DB2，使用 FETCH FIRST 5 ROWS ONLY 这样的关键字：

```
SELECT name, hp_max FROM heros ORDER BY hp_max DESC FETCH FIRST 5 ROWS ONLY
```

如果是 Oracle，你需要基于 ROWNUM 来统计行数：

```
SELECT rownum,last_name,salary FROM employees WHERE rownum < 5 ORDER BY salary DESC;
```

需要说明的是，这条语句是先取出来前 5 条数据行，然后再按照 hp_max 从高到低的顺序进行排序。但这样产生的结果和上述方法的并不一样。我会在后面讲到子查询，你可以使用：


```
SELECT rownum, last_name,salary
FROM (
	SELECT last_name,salary
	FROM employees
	ORDER BY salary DESC)
WHERE rownum < 10;     # 得到与上述方法一致的结果。
```

1. MySQL 使用 limit 实现数据的分页显示。

```
# 每页显示 20 条记录，此时显示第 1 页;
SELECT employee_id, last_name
FROM employees
LIMIT 0, 20

# 每页显示 20 条记录，此时显示第 2 页;
SELECT employee_id, last_name
FROM employees
LIMIT 20, 20

# 每页显示 20 条记录，此时显示第 3 页;
SELECT employee_id, last_name
FROM employees
LIMIT 40, 20

# 每页显示 pageSize 条记录，此时显示第 pageNo 页;
# LIMIT (pageNo - 1 ) * pageSize, pageSize;
```

2. WHERE …… ORDER BY …… LIMIT 声明顺序：

LIMIT 的格式：严格来说：LIMIT 位置偏移量，条目数，
结构 "LIMIT 0，条目数 " 等价于 "LIMIT 条目数 "。

```
SELECT employee_id, last_name, salary
FROM employees
WHERE salary > 6000
ORDER BY salary DESC
# limit 0, 10
LIMIT 10,
```

3. MySQL 8.0 新特性：LIMIT … OFFSET … 。

```
# 表里有 107 条数据，只显示 32,33 条数据;
SELECT employee_id, last_name
FROM employees
LIMIT 2 OFFSET 31
```

五　多表查询

5.1　一个案例引发的多表连接

5.1.1　案例说明

1. 熟悉常见的几个表：

DESC employees;
DESC departments;
DESC locations;

```
# 查询员工名为 'Able' 的人在那个城市工作?
SELECT *
FROM employees
WHERE last_name = 'Able';

SELECT *
FROM departments
WHERE departments

SELECT *
FROM locations
WHERE locations_id = 2500
```

5.1.2　笛卡尔积（或交叉连接）的理解

笛卡尔乘积是一个数学运算。假设我有两个集合 X 和 Y，那么 X 和 Y 的笛卡尔积就是 X 和 Y 的所有可能组合，也就是第一个对象来自于 X，第二个对象来自于 Y 的所有可能。组合的个数即为两个集合中元素个数的乘积数。

SQL92 中，笛卡尔积也称为 交叉连接，英文是 CROSS JOIN。在 SQL99 中也是使用 CROSS JOIN 表示交叉连接。它的作用就是可以把任意表进行连接，即使这两张表不相关。在 MySQL 中如下情况会出现笛卡尔积：

```
# 查询员工姓名和所在部门名称
SELECT last_name,department_name FROM employees,departments;
SELECT last_name,department_name FROM employees CROSS JOIN departments;
SELECT last_name,department_name FROM employees INNER JOIN departments;
SELECT last_name,department_name FROM employees JOIN departments;
```



```
# 2 出现笛卡尔积的错误
错误原因：缺少了多表的链接条件
错误的实现方式：每个员工都与每个部门匹配了一遍
SELECT employee_id, department_name
FROM employees, departments; # 查询出 2889 条记录

# 错误的方式
SELECT employee_id, department_name
FROM employees CROSS JOIN departments;  # 查询出 2889 条记录

SELECT *
FROM employees,   #107 条数据

SELECT 2889 / 107
FROM DUAL;

SELECT *
FROM departments;  # 27 条记录
```

5.1.3　案例分析与问题解决

- 笛卡尔积的错误会在下面条件下产生：
  - 省略多个表的连接条件（或关联条件）
  - 连接条件（或关联条件）无效
  - 所有表中的所有行互相连接
- 为了避免笛卡尔积， 可以在 WHERE 加入有效的连接条件。
- 加入连接条件后，查询语法：

```
SELECT table1.column, table2.column
FROM table1, table2
WHERE table1.column1 = table2.column2; # 连接条件
```

  - 在 WHERE 子句中写入连接条件。
- 正确写法：

```
# 案例：查询员工的姓名及其部门名称
SELECT last_name, department_name
FROM employees, departments
WHERE employees.department_id = departments.department_id;
```

- 在表中有相同列时，在列名之前加上表名前缀。

```
# 3 多表查询的正确方式：需要有链接条件
SELECT employee_id, department_name
FROM employees, departments
# 两个表的链接条件
WHERE employees.`department_id` = departments.department_id;

# 4 如果查询语句中出现了多个表中都存在的字段，则必须指明次字段所在的表。
SELECT employees.employee_id, departments.department_name, employees.department_id
FROM employees, departments
WHERE employees.`department_id` = departments.department_id;
# 建议：从 sql 优化的角度，建议多个表查询是，每个字段前都指明其所在的表。

# 5 可以给表起别名，在 SELECT 和 WHERE 中使用表的别名。
SELECT emp.employee_id, dept.department_name, emp.department_id
FROM employees emp, departments dept
WHERE emp.`department_id` = dept.department_id;
# 如果给表起了别名，一旦在 SELECT 和 WHERE 中使用表名的话，则必须使用表的别名，而不能再使用表的原名。
# 如下的操作是错误的：
SELECT emp.employee_id, departments.department_name, emp.department_id
FROM employees emp, departments dept
WHERE emp.`department_id` = departments.department_id;

# 6 如果有 n 个表实现多个表的查询，则需要 n-1 个连接条件
# 练习：查询员工的 employee_id, last_name, department_name, city
SELECT e.employee_id, e.last_name, d.department_name, l.city
e.department_id, l.location_id
FROM employees e, departments d, location l
WHERE e.`department_id` = d.`department_id`
AND d.`location_id` = l.`location_id`;

# 演绎式：提出问题 --> 解决问题，提出问题 --> 解决问题 ……

# 归纳式：总 -- 分
```


5.2 多表查询的分类

角度 1：等值连接 VS 非等值连接

角度 2：自连接 VS 非自连接

角度 3：内连接 VS 外连接

5.2.1 等值连接 VS 非等值连接

```
SELECT *
FROM job_grades;

SELECT e.last_name, e.salary, j.grade_leve1
FROM employee e, job_grades j
# WHERE e.`salary` between j.`lowest_sal` AND j.`highest_sal`;
WHERE e.`salary` >= j.`lowest_sal` AND e.`salary` <= j.`highest_sal`;
```

5.2.2 自连接 VS 非自连接

```
SELECT * FROM employees;

# 自连接的例子：
# 练习 L 查询员工 id，员工姓名及其管理者的 id 和姓名
SELECT emp.employee_id, emp.last_name, mgr.employee_id
mgr.last_name
FROM employee emp, employee mgr
WHERE emp.`manager_id` = mgr.`employee_id`;
```

5.2.2 内连接 VS 外连接

```
# 内连接：合并具有同一列的两个以上的表的行，结果集中不包含一个表与另一个表不匹配的行
SELECT employee_id, department_name
FROM employee e, departments d
WHERE e.`department_id` = d.department_id  # 只有 106 条记录

# 外连接：合并具有同一列的两个以上的表的行，结果集中除了包含一个表与另一个表匹配的行之外，还查询到了左表或右表中不匹配的行。
# 外连接的分类：左外连接、右外连接、满外连接
```

```
# 左外连接：两个表在连接过程中除了返回满足连接条件的行以外还返回左表中不满足条件的行，这种连接称为左外连接。
# 右外连接：两个表在连接过程中除了返回满足连接条件的行以外还返回右表中不满足条件的行，这种连接称为右外连接。

# 查询所有的员工的 last_name, department_name 信息
SELECT employee_id, department_name
FROM employees e, departments d
WHERE e.`department_id` = d.department_id;  # 需要使用左外连接

# SQL92 语法实现内连接：见上
# SQL92 语法实现外连接：使用 + -----MySQL 不支持 SQL92 语法中外连接的写法!
SELECT employee_id, department_name
FROM employees e, departments d
WHERE e.`department_id` = d.department_id(+)
```


5.3 SQL99 语法实现多表查询

SQL99 语法中使用 JOIN~ON 的方式实现多表查询。这种方式也能解决外连接的问题。MySQL 是支持此种方式的。

使用 JOIN...ON 子句创建连接的语法结构：

```
SELECT table1.column, table2.column,table3.column
FROM table1
    JOIN table2 ON table1 和 table2 的连接条件
        JOIN table3 ON table2 和 table3 的连接条件
```

它的嵌套逻辑类似我们使用的 FOR 循环：

```
for t1 in table1:
    for t2 in table2:
        if cONditiON1:
            for t3 in table3:
                if cONditiON2:
                    output t1 + t2 + t3
```

SQL99 采用的这种嵌套结构非常清爽、层次性更强、可读性更强，即使再多的表进行连接也都清晰可见。如果你采用 SQL92，可读性就会大打折扣。

· 语法说明：

· 可以使用 ON 子句指定额外的连接条件。

· 这个连接条件是与其它条件分开的。

· ON 子句使语句具有更高的易读性。

· 关键字 JOIN、INNER JOIN、CROSS JOIN 的含义是一样的，都表示内连接。

内连接 (INNER JOIN) 的实现

```
SELECT 字段列表
FROM A 表 INNER JOIN B 表
ON 关联条件
WHERE 等其他子句 ;
```

外连接 (OUTER JOIN) 的实现

左外连接 (LEFT OUTER JOIN)

```
# 实现查询结果是 A
SELECT 字段列表
FROM A 表 LEFT JOIN B 表
ON 关联条件
WHERE 等其他子句 ;
```

右外连接 (RIGHT OUTER JOIN)

```
# 实现查询结果是 B
SELECT 字段列表
FROM A 表 RIGHT JOIN B 表
ON 关联条件
WHERE 等其他子句 ;
```

满外连接 (FULL OUTER JOIN)

满外连接的结果 = 左右表匹配的数据 + 左表没有匹配到的数据 + 右表没有匹配到的数据。

SQL99 是支持满外连接的。使用 FULL JOIN 或 FULL OUTER JOIN 来实现。

需要注意的是，MySQL 不支持 FULL JOIN，但是可以用 LEFT JOIN UNION RIGHT join 代替。

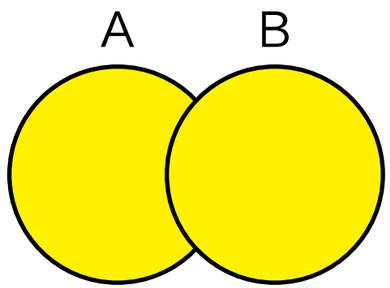
```
# SQL99 语法实现内连接：
SELECT last_name, department_name
FROM employees e JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`

SELECT last_name, department_name, city
FROM employees e JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`
JOIN locations l
ON d.`location_id` = l.`location_id`

# SQL99 语法实现外连接：
# 练习：查询所有的员工的 last_name, department_name 信息
# 左外连接
SELECT last_name, department_name
FROM employees e LEFT JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`;

右外连接：
SELECT last_name, department_name
FROM employees e RIGHT OUTER JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`;

满外连接：MySQL 不支持 FULL OUTER JOIN
SELECT last_name, department_name
FROM employees e FULL OUTER JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`
```


5.4 UNION 的使用

合并查询结果 利用 UNION 关键字，可以给出多条 SELECT 语句，并将它们的结果组合成单个结果集。合并时，两个表对应的列数和数据类型必须相同，并且相互对应。各个 SELECT 语句之间使用 UNION 或 UNION ALL 关键字分隔。

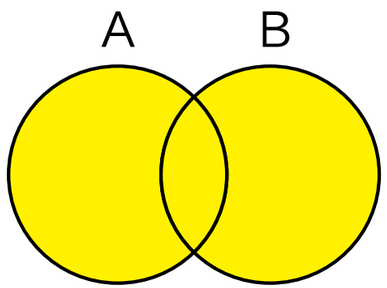
```
SELECT column,... FROM table1
UNION [ALL]
SELECT column,... FROM table2
```

UNION 操作符



UNION 操作符返回两个查询的结果集的并集，去除重复记录。

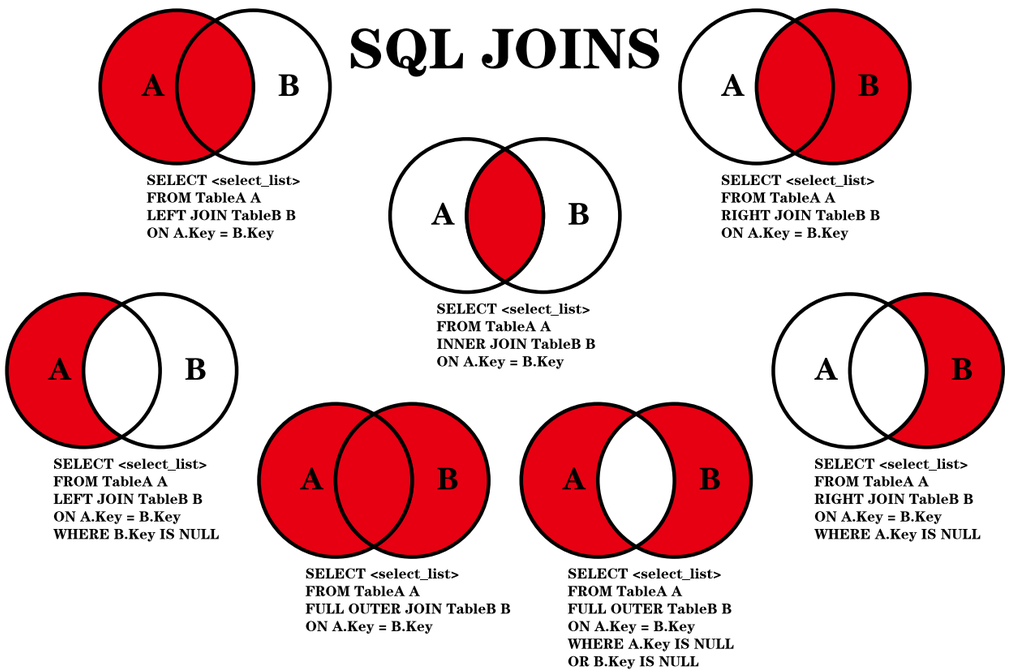
UNION ALL 操作符



UNION ALL 操作符返回两个查询的结果集的并集。对于两个结果集的重复部分，不去重。

注意：执行 UNION ALL 语句时所需要的资源比 UNION 语句少。如果明确知道合并数据后的结果数据不存在重复数据，或者不需要去除重复的数据，则尽量使用 UNION ALL 语句，以提高数据查询的效率。

5.5 7种 SQL JOINS 的实现




```
# 中图：内连接
SELECT employee_id, department_name
FROM employees e JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`

# 左上图：左外连接
SELECT employee_id,last_name,department_name
FROM employees e LEFT JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`;

# 右上图：右外连接
SELECT employee_id,last_name,department_name
FROM employees e RIGHT JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`;

# 左中图：A - A ∩ B
SELECT employee_id,last_name,department_name
FROM employees e LEFT JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`
WHERE d.`department_id` IS NULL
```



```
# 右中图：B-A ∩ B
SELECT employee_id,last_name,department_name
FROM employees e RIGHT JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`
WHERE e.`department_id` IS NULL

# 左下图：满外连接
# 左中图 + 右上图 A ∪ B
SELECT employee_id,last_name,department_name
FROM employees e LEFT JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`
WHERE d.`department_id` IS NULL
UNION ALL # 没有去重操作，效率高
SELECT employee_id,last_name,department_name
FROM employees e RIGHT JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`;

# 右下图
# 左中图 + 右中图 A ∪ B- A ∩ B 或者 (A - A ∩ B) ∪ (B - A ∩ B)
SELECT employee_id,last_name,department_name
FROM employees e LEFT JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`
WHERE d.`department_id` IS NULL
UNION ALL
SELECT employee_id,last_name,department_name
FROM employees e RIGHT JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`
WHERE e.`department_id` IS NULL
```

5.6 SQL99 语法新特性

SQL99 在 SQL92 的基础上提供了一些特殊语法，比如 NATURAL JOIN 用来表示自然连接。我们可以把自然连接理解为 SQL92 中的等值连接。它会帮你自动查询两张连接表中 所有相同的字段，然后进行等值连接 。

在 SQL92 标准中：

```
SELECT employee_id, last_name, department_name
FROM employees e JOIN departments d
ON e.`department_id` = d.`department_id`
AND e.`manager_id` = d.`manager_id`;
```

在 SQL99 中你可以写成：

```
SELECT employee_id,last_name, department_name
FROM employees e NATURAL JOIN departments d;
```

USING 连接

当我们进行连接的时候，SQL99 还支持使用 USING 指定数据表里的同名字段 进行等值连接。但是只能配合 JOIN 一起使用。比如：

```
SELECT employee_id,last_name,department_name
FROM employees e JOIN departments d
USING (department_id);
```

你能看出与自然连接 NATURAL JOIN 不同的是，USING 指定了具体的相同的字段名称，你需要在 USING 的括号 () 中填入要指定的同名字段。同时使用 JOIN...USING 可以简化 JOIN ON 的等值连接。它与下面的 SQL 查询结果是相同的：

```
SELECT employee_id,last_name,department_name
FROM employees e ,departments d
WHERE e.department_id = d.department_id;
```

章节小结

表连接的约束条件可以有三种方式：

· WHERE, ON, USING WHERE：适用于所有关联查询

· ON ：只能和 JOIN 一起使用，只能写关联条件。虽然关联条件可以并到 WHERE 中和其他条件一起写，但分开写可读性更好。

· USING：只能和 JOIN 一起使用，而且要求两个关联字段在关联表中名称一致，而且只能表示关联字段值相等。


```
# 关联条件
# 把关联条件写在 WHERE 后面
SELECT last_name,department_name
FROM employees,departments
WHERE employees.department_id = departments.department_id;

# 把关联条件写在 ON 后面，只能和 JOIN 一起使用
SELECT last_name,department_name
FROM employees INNER JOIN departments
ON employees.department_id = departments.department_id;

SELECT last_name,department_name
FROM employees CROSS JOIN departments
ON employees.department_id = departments.department_id;

SELECT last_name,department_name
FROM employees JOIN departments
ON employees.department_id = departments.department_id;
```

```
# 把关联字段写在 using() 中，只能和 JOIN 一起使用
# 而且两个表中的关联字段必须名称相同，而且只能表示 =
# 查询员工姓名与基本工资
SELECT last_name,job_title
FROM employees INNER JOIN jobs USING(job_id);

#n 张表关联，需要 n-1 个关联条件 # 查询员工姓名，基本工资，部门名称
SELECT last_name,job_title,department_name
FROM employees,departments,jobs
WHERE employees.department_id = departments.department_id
AND employees.job_id = jobs.job_id;

SELECT last_name,job_title,department_name
FROM employees INNER JOIN departments INNER JOIN jobs
ON employees.department_id = departments.department_id
AND employees.job_id = jobs.job_id;
```

常用的 SQL 标准有哪些

在正式开始讲连接表的种类时，我们首先需要知道 SQL 存在不同版本的标准规范，因为不同规范下的表连接操作是有区别的。

SQL 有两个主要的标准，分别是 SQL92 和 SQL99。92 和 99 代表了标准提出的时间，SQL92 就是 92 年提出的标准规范。当然除了 SQL92 和 SQL99 以外，还存在 SQL-86、SQL-89、SQL：2003、SQL：2008、SQL：2011 和 SQL：2016 等其他的标准。

这么多标准，到底该学习哪个呢？实际上最重要的 SQL 标准就是 SQL92 和 SQL99。一般来说 SQL92 的形式更简单，但是写的 SQL 语句会比较长，可读性较差。而 SQL99 相比于 SQL92 来说，语法更加复杂，但可读性更强。我们从这两个标准发布的页数也能看出，SQL92 的标准有 500 页，而 SQL99 标准超过了 1000 页。实际上从 SQL99 之后，很少有人能掌握所有内容，因为确实太多了。就好比我们使用 Windows、Linux 和 Office 的时候，很少有人能掌握全部内容一样。我们只需要掌握一些核心的功能，满足日常工作的需求即可。

SQL92 和 SQL99 是经典的 SQL 标准，也分别叫做 SQL-2 和 SQL-3 标准。也正是在这两个标准发布之后，SQL 影响力越来越大，甚至超越了数据库领域。现如今 SQL 已经不仅仅是数据库领域的主流语言，还是信息领域中信息处理的主流语言。在图形检索、图像检索以及语音检索中都能看到 SQL 语言的使用。

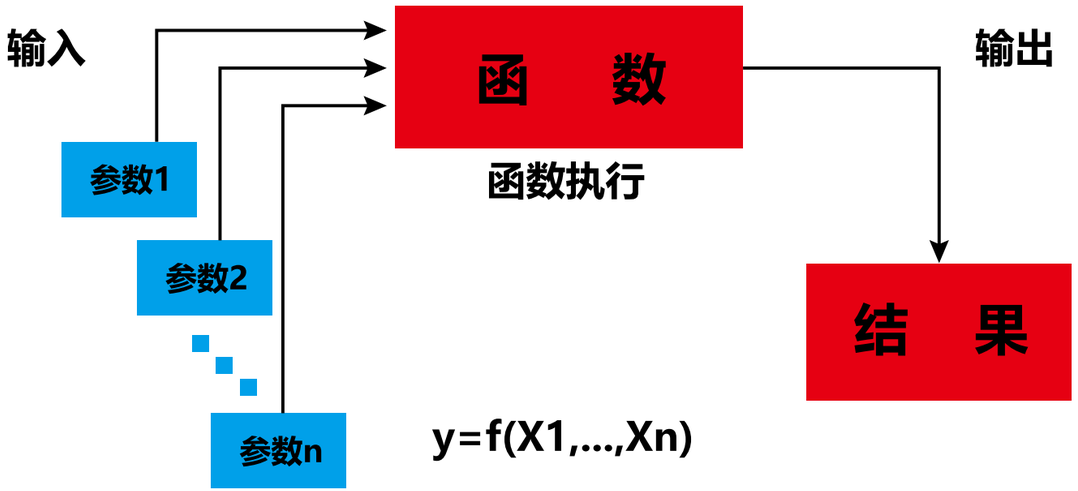
六　单行函数

6.1　函数的理解

6.1.1　什么是函数

函数在计算机语言的使用中贯穿始终，函数的作用是什么呢？它可以把我们经常使用的代码封装起来，需要的时候直接调用即可。这样既提高了代码效率，又提高了可维护性。在 SQL 中我们也可以使用函数对检索出来的数据进行函数操作。使用这些函数，可以极大地提高用户对数据库的管理效率。

从函数定义的角度出发，我们可以将函数分成内置函数和自定义函数。在 SQL 语言中，同样也包括了内置函数和自定义函数。内置函数是系统内置的通用函数，而自定义函数是我们根据自己的需要编写的，本章及下一章讲解的是 SQL 的内置函数。



6.1.2　不同 DBMS 函数的差异

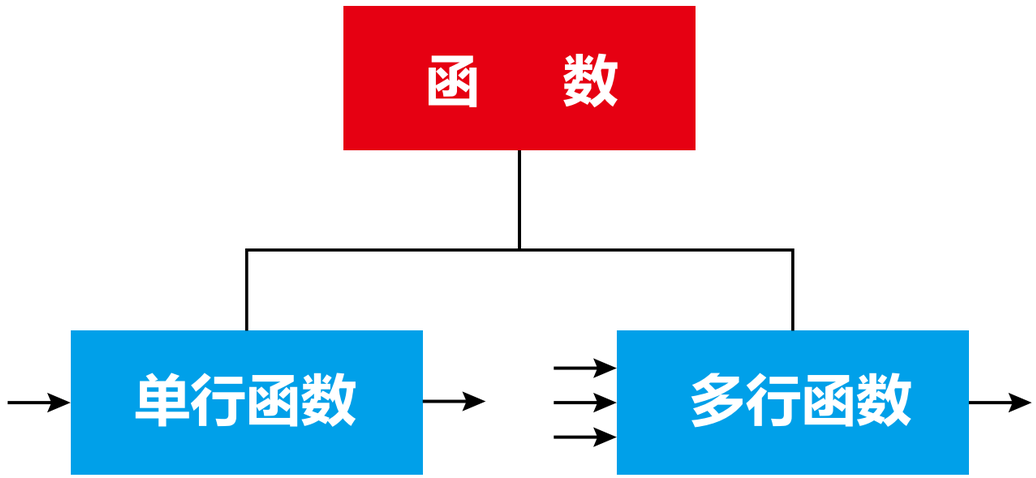
我们在使用 SQL 语言的时候，不是直接和这门语言打交道，而是通过它使用不同的数据库软件，即 DBMS。DBMS 之间的差异性很大，远大于同一个语言不同版本之间的差异。实际上，只有很少的函数是被 DBMS 同时支持的。比如，大多数 DBMS 使用（||）或者（+）来做拼接符，而在 MySQL 中的字符串拼接函数为 concat()。大部分 DBMS 会有自己特定的函数，这就意味着采用 SQL 函数的代码可移植性是很差的，因此在使用函数的时候需要特别注意。

6.1.3 MySQL 的内置函数及分类

MySQL 提供了丰富的内置函数，这些函数使得数据的维护与管理更加方便，能够更好地提供数据的分析与统计功能，在一定程度上提高了开发人员进行数据分析与统计的效率。

MySQL 提供的内置函数从 实现的功能角度 可以分为数值函数、字符串函数、日期和时间函数、流程控制函数、加密与解密函数、获取 MySQL 信息函数、聚合函数等。这里，我将这些丰富的内置函数再分为两类：单行函数、聚合函数（或分组函数）。

两种 SQL 函数



单行函数

- 操作数据对象
- 接受参数返回一个结果
- 只对一行进行变换
- 每行返回一个结果
- 可以嵌套
- 参数可以是一列或一个值

6.2 数值函数

6.2.1 基本函数

函　数	用　法
ABS(x)	返回x的绝对值
SIGN(X)	返回X的符号。正数返回1，负数返回-1，0返回0
PI()	返回圆周率的值
CEIL(x)，CEILING(x)	返回大于或等于某个值的最小整数
FLOOR(x)	返回小于或等于某个值的最大整数
LEAST(e1,e2,e3…)	返回列表中的最小值
GREATEST(e1,e2,e3…)	返回列表中的最大值
MOD(x,y)	返回X除以Y后的余数
RAND()	返回0~1的随机值
RAND(x)	返回0~1的随机值，其中x的值用作种子值，相同的X值会产生相同的随机数
ROUND(x)	返回一个对x的值进行四舍五入后，最接近于X的整数
ROUND(x,y)	返回一个对x的值进行四舍五入后最接近X的值，并保留到小数点后面Y位
TRUNCATE(x,y)	返回数字x截断为y位小数的结果
SQRT(x)	返回x的平方根。当X的值为负数时，返回NULL

```
SELECT ABS(-123),ABS(32),SIGN(-23),SIGN(43),PI(),CEIL(32.32),CEILI
NG(-43.23),FLOOR(32.32),
FLOOR(-43.23),MOD(12,5)
FROM DUAL;
```

ABS(-123)	ABS(32)	SIGN(-23)	SIGN(43)	PI()	CEIL(32.32)	CEILING(-43.23)	FLOOR(32.32)	FLOOR(-43.23)	MOD(12,5)
123	32	-1	1	3.141593	33	-43	32	-44	2

```
SELECT RAND(),RAND(),RAND(10),RAND(10),RAND(-1),RAND(-1)
FROM DUAL;
```

RAND()	RAND()	RAND(10)	RAND(10)	RAND(-1)	RAND(-1)
0.27774592701135753	0.04671648335337311	0.6570515219653505	0.6570515219653505	0.9050373219931845	0.9050373219931845

```
SELECT ROUND(12.33),ROUND(12.343,2),ROUND(12.324,-1),TRUNCA
TE(12.66,1),TRUNCATE(12.66,-1)
FROM DUAL;
```

ROUND(12.33)	ROUND(12.343, 2)	ROUND(12.324, -1)	TRUNCATE(12.66, 1)	TRUNCATE(12.66, -1)
12	12.34	10	12.6	10

```
# 单行函数可以嵌套
SELECT TRUNCATE(ROUND(123.456, 2), 0)
FROM DUAL;
```

6.2.2 角度与弧度互换函数

函数	用法
RADIANS(x)	将角度转化为弧度，其中，参数x为角度值
DEGREES(x)	将弧度转化为角度，其中，参数x为弧度值

```
SELECT RADIANS(30),RADIANS(60),RADIANS(90),DEGREES(2*PI()),DE
GREES(RADIANS(90))
FROM DUAL;
```


6.2.3 三角函数

函数	用法
SIN(x)	返回x的正弦值，其中，参数x为弧度值
ASIN(x)	返回x的反正弦值，即获取正弦为x的值。 如果x的值不在-1到1之间，则返回NULL
COS(x)	返回x的余弦值，其中，参数x为弧度值
ACOS(x)	返回x的反余弦值，即获取余弦为x的值。 如果x的值不在-1到1之间，则返回NULL
TAN(x)	返回x的正切值，其中，参数x为弧度值
ATAN(x)	返回x的反正切值，即返回正切值为x的值
ATAN2(m,n)	返回两个参数的反正切值
COT(x)	返回x的余切值，其中，X为弧度值

举例：

ATAN2(M,N) 函数返回两个参数的反正切值。与 ATAN(X) 函数相比，ATAN2(M,N) 需要两个参数，例如有两个点 point(x1,y1) 和 point(x2,y2)，使用 ATAN(X) 函数计算反正切值为 ATAN((y2-y1)/(x2-x1))，使用 ATAN2(M,N) 计算反正切值则为 ATAN2(y2-y1,x2-x1)。由使用方式可以看出，当 x2-x1 等于 0 时，ATAN(X) 函数会报错，而 ATAN2(M,N) 函数则仍然可以计算。

ATAN2(M,N) 函数的使用示例如下：

```
SELECT SIN(RADIANS(30)),DEGREES(ASIN(1)),TAN(RADIANS(45)),DEG
REES(ATAN(1)),DEGREES(ATAN2(1,1) )
FROM DUAL;
```

6.2.4 指数与对数

函 数	用 法
POW(x,y)，POWER(X,Y)	返回x的y次方
EXP(X)	返回e的X次方，其中e是一个常数，2.718281828459045
LN(X)，LOG(X)	返回以e为底的X的对数，当X <= 0 时，返回的结果为NULL
LOG10(X)	返回以10为底的X的对数，当X <= 0 时，返回的结果为NULL
LOG2(X)	返回以2为底的X的对数，当X <= 0 时，返回NULL

```
mysql> SELECT POW(2,5),POWER(2,4),EXP(2),LN(10),LOG10(10),LOG2(4)
-> FROM DUAL;
+----------+-------------+-------------------+-------------------+------------+---------+
| POW(2,5) | POWER(2,4) |       EXP(2)       |       LN(10)       | LOG10(10) | LOG2(4) |
+----------+-------------+-------------------+-------------------+------------+---------+
|     32     |        16      | 7.38905609893065 | 2.302585092994046 |       1      |     2     |
+----------+-------------+-------------------+-------------------+------------+---------+
1 row in set (0.00 sec)
```

6.2.5 进制间的转换

函 数	用 法
BIN(x)	返回x的二进制编码
HEX(x)	返回x的十六进制编码
OCT(x)	返回x的八进制编码
CONV(x,f1,f2)	返回f1进制数变成f2进制数

```
mysql> SELECT BIN(10),HEX(10),OCT(10),CONV(10,2,8)
    -> FROM DUAL;
+---------+---------+----------+---------------+
| BIN(10) | HEX(10) | OCT(10) | CONV(10,2,8) |
+---------+---------+----------+---------------+
|   1010   |     A    |     12     |        2       |
+---------+---------+----------+---------------+
1 row in set (0.00 sec)
```


6.3 字符串函数

函 数	用 法
ASCII(S)	返回字符串S中的第一个字符的ASCII码值
CHAR_LENGTH(s)	返回字符串s的字符数。作用与CHARACTER_LENGTH(s)相同
LENGTH(s)	返回字符串s的字节数，和字符集有关
CONCAT(s1,s2,.....,sn)	连接s1,s2,.....,sn为一个字符串
CONCAT_WS(x,s1,s2,..,sn)	同CONCAT(s1,s2,...)函数，但是每个字符串之间要加上x
INSERT(str, idx, len, replacestr)	将字符串str从第idx位置开始，len个字符长的子串替换为字符串replacestr
REPLACE(str, a, b)	用字符串b替换字符串str中所有出现的字符串a
UPPER(s) 或 UCASE(s)	将字符串s的所有字母转成大写字母
LOWER(s) 或LCASE(s)	将字符串s的所有字母转成小写字母
LEFT(str,n)	返回字符串str最左边的n个字符
RIGHT(str,n)	返回字符串str最右边的n个字符
LPAD(str, len, pad)	用字符串pad对str最左边进行填充，直到str的长度为len个字符
RPAD(str ,len, pad)	用字符串pad对str最右边进行填充，直到str的长度为len个字符
LTRIM(s)	去掉字符串s左侧的空格
RTRIM(s)	去掉字符串s右侧的空格
TRIM(s)	去掉字符串s开始与结尾的空格
TRIM(s1 FROM s)	去掉字符串s开始与结尾的s1
TRIM(LEADING s1 FROM s)	去掉字符串s开始处的s1
TRIM(TRAILING s1 FROM s)	去掉字符串s结尾处的s1
REPEAT(str, n)	返回str重复n次的结果
SPACE(n)	返回n个空格
STRCMP(s1,s2)	比较字符串s1,s2的ASCII码值的大小
SUBSTR(s,index,len)	返回从字符串s的index位置其len个字符，作用与SUBSTRING(s,n,len)、MID(s,n,len)相同
LOCATE(substr,str)	返回字符串substr在字符串str中首次出现的位置，作用于POSITION(substr IN str)、INSTR(str,substr)相同。未找到，返回0
ELT(m,s1,s2,...,sn)	返回指定位置的字符串，如果m=1，则返回s1，如果m=2，则返回s2，如果m=n，则返回sn
FIELD(s,s1,s2,...,sn)	返回字符串s在字符串列表中第一次出现的位置
FIND_IN_SET(s1,s2)	返回字符串s1在字符串s2中出现的位置。其中，字符串s2是一个以逗号分隔的字符串
REVERSE(s)	返回s反转后的字符串
NULLIF(value1,value2)	比较两个字符串，如果value1与value2相等，则返回NULL，否则返回value1

注意：MySQL 中，字符串的位置是从 1 开始的。

```
mysql> SELECT FIELD('mm','hello','msm','amma'),FIND_IN_SET
('mm','hello,mm,amma')
-> FROM DUAL;
+-----------------------------------+-------------------------------------+
| FIELD('mm','hello','msm','amma')  | FIND_IN_SET('mm','hello,mm,amma') |
+-----------------------------------+-------------------------------------+
|                 0                 |                  2                  |
+-----------------------------------+-------------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT NULLIF('mysql','mysql'),NULLIF('mysql', '');
+---------------------------+----------------------+
|  NULLIF('mysql','mysql')  |  NULLIF('mysql', '')  |
+---------------------------+----------------------+
|           NULL            |         mysql        |
+---------------------------+----------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

6.4　日期和时间函数数

6.4.1　获取日期、时间

函　数	用　法
CURDATE()，CURRENT_DATE()	返回当前日期，只包含年、月、日
CURTIME()，　CURRENT_TIME()	返回当前时间，只包含时、分、秒
NOW() / SYSDATE() / CURRENT_TIMESTAMP() / LOCALTIME() /LOCALTIMESTAMP()	返回当前系统日期和时间
UTC_DATE()	返回UTC（世界标准时间）日期
UTC_TIME()	返回UTC（世界标准时间）时间

```
SELECT
CURDATE(),CURTIME(),NOW(),SYSDATE()+0,UTC_DATE(),UTC_
DATE()+0,UTC_TIME(),UTC_TIME()+0
FROM DUAL;
```


6.4.2　日期与时间戳的转换

函　数	用　法
UNIX_TIMESTAMP()	以UNIX时间戳的形式返回当前时间。 SELECT UNIX_TIMESTAMP() ->1634348884
UNIX_TIMESTAMP(date)	将时间date以UNIX时间戳的形式返回。
FROM_UNIXTIME(timestamp)	将UNIX时间戳的时间转换为普通格式的时间

```
mysql> SELECT UNIX_TIMESTAMP(now());
+---------------------------+
| UNIX_TIMESTAMP(now()) |
+---------------------------+
|         1576380910        |
+---------------------------+
1 row in set (0.01 sec)
mysql> SELECT UNIX_TIMESTAMP(CURDATE());
+-----------------------------------+
|  UNIX_TIMESTAMP(CURDATE())  |
+-----------------------------------+
|            1576339200             |
+-----------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT UNIX_TIMESTAMP(CURTIME());
+-----------------------------------+
| UNIX_TIMESTAMP(CURTIME()) |
+-----------------------------------+
|            1576380969             |
+-----------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT UNIX_TIMESTAMP('2011-11-11 11:11:11')
+-----------------------------------------------+
|  UNIX_TIMESTAMP('2011-11-11 11:11:11')  |
+-----------------------------------------------+
|                1320981071                     |
+-----------------------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

```
mysql> SELECT FROM_UNIXTIME(1576380910);
+---------------------------------+
| FROM_UNIXTIME(1576380910) |
+---------------------------------+
|        2019-12-15 11:35:10        |
+---------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

6.4.3 获取月份、星期、星期数、天数等函数

函 数	用 法
YEAR(date) / MONTH(date) / DAY(date)	返回具体的日期值
HOUR(time) / MINUTE(time) /SECOND(time)	返回具体的时间值
MONTHNAME(date)	返回月份：January，...
DAYNAME(date)	返回星期几：MONDAY，TUESDAY.....SUNDAY
WEEKDAY(date)	返回周几，注意，周1是0，周2是1，。。。周日是6
QUARTER(date)	返回日期对应的季度，范围为1～4
WEEK(date)， WEEKOFYEAR(date)	返回一年中的第几周
DAYOFYEAR(date)	返回日期是一年中的第几天
DAYOFMONTH(date)	返回日期位于所在月份的第几天
DAYOFWEEK(date)	返回周几，注意：周日是1，周一是2，。。。周六是7

```
SELECT YEAR(CURDATE()),MONTH(CURDATE()),DAY(CURDATE()),
HOUR(CURTIME()),MINUTE(NOW()),SECOND(SYSDATE())
FROM DUAL;
```

YEAR(CURDATE())	MONTH(CURDATE())	DAY(CURDATE())	HOUR(CURTIME())	MINUTE(NOW())	SECOND(SYSDATE())
2021	10	25	21	34	50

```
SELECT MONTHNAME('2021-10-26'),DAYNAME('2021-10-26'),
WEEKDAY('2021-10-26'),
QUARTER(CURDATE()),WEEK(CURDATE()),DAYOFYEAR(NOW()),
DAYOFMONTH(NOW()),DAYOFWEEK(NOW())
FROM DUAL;
```


6.4.4 日期的操作函数

函 数	用 法
EXTRACT(type FROM date)	返回指定日期中特定的部分，type 指定返回的值

type取值	含义
MICROSECOND	返回毫秒数
SECOND	返回秒数
MINUTE	返回分钟数
HOUR	返回小时数
DAY	返回天数
WEEK	返回日期在一年中的第几个星期
MONTH	返回日期在一年中的第几个月
QUARTER	返回日期在一年中的第几个季度
YEAR	返回日期的年份
SECOND_MICROSECOND	返回秒和毫秒值
MINUTE_MICROSECOND	返回分钟和毫秒值
MINUTE_SECOND	返回分钟和秒值
HOUR_MICROSECOND	返回小时和毫秒值
HOUR_SECOND	返回小时和秒值
HOUR_MINUTE	返回小时和分钟值
DAY_MICROSECOND	返回天和毫秒值
DAY_SECOND	返回天和秒值
DAY_MINUTE	返回天和分钟值
DAY_HOUR	返回天和小时
YEAR_MONTH	返回年和月

```
SELECT EXTRACT(MINUTE FROM NOW()),EXTRACT( WEEK FROM
NOW()),
EXTRACT( QUARTER FROM NOW()),EXTRACT( MINUTE_SECOND
FROM NOW())
FROM DUAL;
```

6.4.5 时间和秒钟转换的函数

函 数	用 法
TIME_TO_SEC(time)	将 time 转化为秒并返回结果值。转化的公式为： 小时*3600+分钟*60+秒
SEC_TO_TIME(seconds)	将 seconds 描述转化为包含小时、分钟和秒的时间

```
mysql> SELECT TIME_TO_SEC(NOW());
+--------------------------+
| TIME_TO_SEC(NOW()) |
+--------------------------+
|              78774 |
+--------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT SEC_TO_TIME(78774);
+--------------------------+
|  SEC_TO_TIME(78774)  |
+--------------------------+
|              21:52:54 |
+--------------------------+
1 row in set (0.12 sec)
```


6.4.6 计算日期和时间的函数

函 数	用 法
DATE_ADD(datetime, INTERVAL expr type)， ADDDATE(date,INTERVAL expr type)	返回与给定日期时间相差INTERVAL时间段的日期时间
DATE_SUB(date,INTERVAL expr type)， SUBDATE(date,INTERVAL expr type)	返回与date相差INTERVAL时间间隔的日期

上述函数中 type 的取值：

函 数	用 法	函 数	用 法
HOUR	小时	DAY_HOUR	日和小时
MINUTE	分钟	DAY_MINUTE	日和分钟
SECOND	秒	DAY_SECOND	日和秒
YEAR	年	HOUR_MINUTE	小时和分钟
MONTH	月	HOUR_SECOND	小时和秒
DAY	日	MINUTE_SECOND	分钟和秒
YEAR_MONTH	年和月		

```
SELECT DATE_ADD(NOW(), INTERVAL 1 DAY) AS col1,DATE_
ADD('2021-10-21 23:32:12',INTERVAL 1 SECOND) AS col2,
ADDDATE('2021-10-21 23:32:12',INTERVAL 1 SECOND) AS col3,
DATE_ADD('2021-10-21 23:32:12',INTERVAL '1_1' MINUTE_SECOND)
AS col4, DATE_ADD(NOW(), INTERVAL -1 YEAR) AS col5, # 可以是负数
DATE_ADD(NOW(), INTERVAL '1_1' YEAR_MONTH) AS col6 # 需要单引
号
FROM DUAL;

SELECT DATE_SUB('2021-01-21',INTERVAL 31 DAY) AS col1,
SUBDATE('2021-01-21',INTERVAL 31 DAY) AS col2,
DATE_SUB('2021-01-21 02:01:01',INTERVAL '1 1' DAY_HOUR) AS col3
FROM DUAL;
```

函 数	用 法
ADDTIME(time1,time2)	返回time1加上time2的时间。当time2为一个数字时，代表的是秒，可以为负数
SUBTIME(time1,time2)	返回time1减去time2后的时间。当time2为一个数字时，代表的是秒，可以为负数
DATEDIFF(date1,date2)	返回date1 - date2的日期间隔天数
TIMEDIFF(time1, time2)	返回time1 - time2的时间间隔
FROM_DAYS(N)	返回从0000年1月1日起，N天以后的日期
TO_DAYS(date)	返回日期date距离0000年1月1日的天数
LAST_DAY(date)	返回date所在月份的最后一天的日期
MAKEDATE(year,n)	针对给定年份与所在年份中的天数返回一个日期
MAKETIME(hour,minute,second)	将给定的小时、分钟和秒组合成时间并返回
PERIOD_ADD(time,n)	返回time加上n后的时间

```
SELECTADDTIME(NOW(),20),SUBTIME(NOW(),30),SUBTIME(NOW(),'1:
1:3'),DATEDIFF(NOW(),'2021-10-01'),
TIMEDIFF(NOW(),'2021-10-25 22:10:10'),FROM_DAYS(366),TO_
DAYS('0000-12-25'),
LAST_DAY(NOW()),MAKEDATE(YEAR(NOW()),12),MAKETIME(10,21,23
),PERIOD_ADD(20200101010101,10)
FROM DUAL;
```

```
mysql> SELECT ADDTIME(NOW(), 50);
+-------------------------+
| ADDTIME(NOW(), 50) |
+-------------------------+
| 2019-12-15 22:17:47 |
+-------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT ADDTIME(NOW(), '1:1:1');
+----------------------------+
| ADDTIME(NOW(), '1:1:1') |
+----------------------------+
| 2019-12-15 23:18:46 |
+----------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```



```
mysql> SELECT SUBTIME(NOW(), '1:1:1');
+----------------------------+
| SUBTIME(NOW(), '1:1:1') |
+----------------------------+
| 2019-12-15 21:23:50 |
+----------------------------+
1 row in set (0.00 sec)

mysql> SELECT SUBTIME(NOW(), '-1:-1:-1');
+-----------------------------+
| SUBTIME(NOW(), '-1:-1:-1') |
+-----------------------------+
| 2019-12-15 22:25:11 |
+-----------------------------+
1 row in set, 1 warning (0.00 sec)

mysql> SELECT FROM_DAYS(366);
+--------------------+
| FROM_DAYS(366) |
+--------------------+
| 0001-01-01 |
+--------------------+
1 row in set (0.00 sec)

mysql> SELECT MAKEDATE(2020,1);
+------------------------+
| MAKEDATE(2020,1) |
+------------------------+
| 2020-01-01 |
+------------------------+
1 row in set (0.00 sec)

mysql> SELECT MAKEDATE(2020,32);
+------------------------+
| MAKEDATE(2020,32) |
+------------------------+
| 2020-02-01 |
+------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

```
mysql> SELECT MAKETIME(1,1,1);
+--------------------+
|  MAKETIME(1,1,1)   |
+--------------------+
|       01:01:01     |
+--------------------+
1 row in set (0.00 sec)

mysql> SELECT PERIOD_ADD(20200101010101,1);
+--------------------------------------+
|  PERIOD_ADD(20200101010101,1)        |
+--------------------------------------+
|              20200101010102          |
+--------------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT TO_DAYS(NOW());
+--------------------+
|  TO_DAYS(NOW())    |
+--------------------+
|       737773       |
+--------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

举例：查询 7 天内的新增用户数有多少？

```
SELECT COUNT(*) as num FROM new_user WHERE TO_DAYS(NOW())-TO_DAYS(regist_time)<=7
```

6.4.7　日期的格式化与解析

函　数	用　法
DATE_FORMAT(date,fmt)	按照字符串fmt格式化日期date值
TIME_FORMAT(time,fmt)	按照字符串fmt格式化时间time值
GET_FORMAT(date_type,format_type)	返回日期字符串的显示格式
STR_TO_DATE(str, fmt)	按照字符串fmt对str进行解析，解析为一个日期

上述非 GET_FORMAT 函数中 fmt 参数常用的格式符：

格式符	说　明	格式符	说　明
%Y	4位数字表示年份	%p	AM或PM
%M	月名表示月份（January,....）	%y	表示两位数字表示年份
%b	缩写的月名（Jan.，Feb.，....）	%m	两位数字表示月份（01,02,03...）
%D	英文后缀表示月中的天数（1st,2nd,3rd,...）	%c	数字表示月份（1,2,3,...）
%e	数字形式表示月中的天数（1,2,3,4,5.....）	%d	两位数字表示月中的天数(01,02...)
%H	两位数字表示小数，24小时制（01,02..）	%h和%I	两位数字表示小时，12小时制（01,02..）
%k	数字形式的小时，24小时制(1,2,3)	%l	数字形式表示小时，12小时制（1,2,3,4....）
%i	两位数字表示分钟（00,01,02）	%S和%s	两位数字表示秒(00,01,02...)
%W	一周中的星期名称（Sunday...）	%a	一周中的星期缩写（Sun.,Mon.,Tues.，..）
%w	以数字表示周中的天数 (0=Sunday,1=Monday....)	%U	以数字表示年中的第几周，（1,2,3...） 其中Sunday为周中第一天
%j	以3位数字表示年中的天数(001,002...)	%r	12小时制
%u	以数字表示年中的第几周，（1,2,3...） 其中Monday为周中第一天	%%	表示%
%T	24小时制		

GET_FORMAT 函数中 date_type 和 format_type 参数取值如下：

日期类型	格式化类型	返回的格式化字符串
DATE	USA	%m.%d.%Y
DATE	JIS	%Y-%m-%d
DATE	ISO	%Y-%m-%d
DATE	EUR	%d.%m.%Y
DATE	INTERNAL	%Y%m%d
TIME	USA	%h:%i:%s %p
TIME	JIS	%h:%i:%s
TIME	ISO	%h:%i:%s
TIME	EUR	%h.%i.%s
TIME	INTERNAL	%h%i%s
DATETIME	USA	%Y-%m-%d %H.%i.%s
DATETIME	JIS	%Y-%m-%d %H:%i:%s
DATETIME	ISO	%Y-%m-%d %H:%i:%s
DATETIME	EUR	%Y-%m-%d %H.%i.%s
DATETIME	INTERNAL	%Y%m%d%H%i%s

```
mysql> SELECT DATE_FORMAT(NOW(), '%H:%i:%s');
+---------------------------------------+
| DATE_FORMAT(NOW(), '%H:%i:%s') |
+---------------------------------------+
| 22:57:34 |
+---------------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
SELECT STR_TO_DATE('09/01/2009','%m/%d/%Y')
FROM DUAL;
SELECT STR_TO_DATE('20140422154706','%Y%m%d%H%i%s')
FROM DUAL;
SELECT STR_TO_DATE('2014-04-22 15:47:06','%Y-%m-%d %H:%i:%s')
FROM DUAL;
mysql> SELECT GET_FORMAT(DATE, 'USA');
+-----------------------------+
| GET_FORMAT(DATE, 'USA') |
+-----------------------------+
| %m.%d.%Y |
+-----------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
SELECT DATE_FORMAT(NOW(),GET_FORMAT(DATE,'USA')),
FROM DUAL;
mysql> SELECT STR_TO_DATE('2020-01-01 00:00:00','%Y-%m-%d');
+-----------------------------------------------------+
| STR_TO_DATE('2020-01-01 00:00:00','%Y-%m-%d') |
+-----------------------------------------------------+
| 2020-01-01 |
+-----------------------------------------------------+
1 row in set, 1 warning (0.00 sec)
```


6.5 流程控制函数

流程处理函数可以根据不同的条件，执行不同的处理流程，可以在SQL 语句中实现不同的条件选择。

MySQL 中的流程处理函数主要包括 IF()、IFNULL() 和 CASE() 函数。

函 数	用 法
IF(value,value1,value2)	如果value的值为TRUE，返回value1，否则返回value2
IFNULL(value1, value2)	如果value1不为NULL，返回value1，否则返回value2
CASE WHEN 条件1 THEN 结果1 WHEN 条件2 THEN 结果2.... [ELSE resultn] END	相当于Java的if...else if...else...
CASE expr WHEN 常量值1 THEN 值1 WHEN 常量值1 THEN值1 .... [ELSE 值n] END	相当于Java的switch...case...

```
SELECT IF(1 > 0,' 正确 ',' 错误 ')
-> 正确
SELECT IFNULL(null,'Hello Word')
->Hello Word
SELECT CASE
       WHEN 1 > 0
       THEN '1 > 0'
       WHEN 2 > 0
       THEN '2 > 0'
       ELSE '3 > 0'
       END
->1 > 0
SELECT CASE 1
       WHEN 1 THEN ' 我是 1'
       WHEN 2 THEN ' 我是 2'
ELSE ' 你是谁 '

SELECT employee_id,salary, CASE WHEN salary>=15000 THEN ' 高薪 '
       WHEN salary>=10000 THEN ' 潜力股 '
       WHEN salary>=8000 THEN ' 屌丝 '
       ELSE ' 草根 ' END " 描述 "
FROM employees;
```

```
SELECT oid,`status`, CASE `status` WHEN 1 THEN ' 未付款 '
       WHEN 2 THEN ' 已付款 '
       WHEN 3 THEN ' 已发货 '
       WHEN 4 THEN ' 确认收货 '
       ELSE ' 无效订单 ' END
FROM t_order;
```

```
mysql> SELECT CASE WHEN 1 > 0 THEN 'yes' WHEN 1 <= 0 THEN
'no' ELSE 'unknown' END;
+-------------------------------------------------------------------+
|      CASE WHEN 1 > 0 THEN 'yes' WHEN 1 <= 0 THEN 'no' ELSE 'unknown' END     |
+-------------------------------------------------------------------+
|                                    yes                                    |
+-------------------------------------------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT CASE WHEN 1 < 0 THEN 'yes' WHEN 1 = 0 THEN 'no'
ELSE 'unknown' END;
+-------------------------------------------------------------------+
|      CASE WHEN 1 < 0 THEN 'yes' WHEN 1 = 0 THEN 'no' ELSE 'unknown' END     |
+-------------------------------------------------------------------+
|                                   unknown                                 |
+-------------------------------------------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT CASE 1 WHEN 0 THEN 0 WHEN 1 THEN 1 ELSE -1
END;
+-----------------------------------------------------------+
|   CASE 1 WHEN 0 THEN 0 WHEN 1 THEN 1 ELSE -1 END   |
+-----------------------------------------------------------+
|                                  1                                  |
+-----------------------------------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT CASE -1 WHEN 0 THEN 0 WHEN 1 THEN 1 ELSE -1
END;
+-----------------------------------------------------------+
|    CASE -1 WHEN 0 THEN 0 WHEN 1 THEN 1 ELSE -1 END    |
+-----------------------------------------------------------+
|                                  -1                                 |
+-----------------------------------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```



```
SELECT employee_id,12 * salary * (1 + IFNULL(commission_pct,0))
FROM employees;
SELECT last_name, job_id, salary,
       CASE job_id WHEN 'IT_PROG'       THEN 1.10*salary
                   WHEN 'ST_CLERK'      THEN 1.15*salary
                   WHEN 'SA_REP'        THEN 1.20*salary
                   ELSE salary          END "REVISED_SALARY"
FROM employees;
```

6.6 加密与解密函数

加密与解密函数主要用于对数据库中的数据进行加密和解密处理，以防止数据被他人窃取。这些函数在保证数据库安全时非常有用。

函 数	用 法
PASSWORD(str)	返回字符串str的加密版本，41位长的字符串。 加密结果不可逆，常用于用户的密码加密。
MD5(str)	返回字符串str的md5加密后的值，也是一种 加密方式。若参数为NULL，则会返回NULL。
SHA(str)	从原明文密码str计算并返回加密后的密码 字符串，当参数为NULL时，返回NULL。 SHA加密算法比MD5更加安全。
ENCODE(value,password_seed)	返回使用password_seed作为加密密码加密value
DECODE(value,password_seed)	返回使用password_seed作为加密密码解密value

ENCODE(value,password_seed) 函数与 DECODE(value,password_seed) 函数互为反函数。举例：

```
mysql> SELECT PASSWORD('mysql'), PASSWORD(NULL);
+-------------------------------------------+-------------------+
|              PASSWORD('mysql')            | PASSWORD(NULL) |
+-------------------------------------------+-------------------+
| *E74858DB86EBA20BC33D0AECAE8A8108C56B17FA |                   |
+-------------------------------------------+-------------------+
1 row in set, 1 warning (0.00 sec)
```

```
SELECT md5('123')
->202cb962ac59075b964b07152d234b70
SELECT SHA('Tom123')
->c7c506980abc31cc390a2438c90861d0f1216d50
mysql> SELECT ENCODE('mysql', 'mysql');
+----------------------------+
| ENCODE('mysql', 'mysql') |
+----------------------------+
|            íg   ¼   ìÉ        |
+----------------------------+
1 row in set, 1 warning (0.01 sec)

mysql> SELECT DECODE(ENCODE('mysql','mysql'),'mysql');
+-----------------------------------------------+
| DECODE(ENCODE('mysql','mysql'),'mysql') |
+-----------------------------------------------+
|                          mysql                          |
+-----------------------------------------------+
1 row in set, 2 warnings (0.00 sec)
```

6.7 MySQL 信息函数

MySQL 中内置了一些可以查询 MySQL 信息的函数，这些函数主要用于帮助数据库开发或运维人员更好地对数据库进行维护工作。

函 数	用 法
VERSION()	返回当前MySQL的版本号
CONNECTION_ID()	返回当前MySQL服务器的连接数
DATABASE()，SCHEMA()	返回MySQL命令行当前所在的数据库
USER()，CURRENT_USER()、SYSTEM_USER()，SESSION_USER()	返回当前连接MySQL的用户名，返回结果格式为“主机名@用户名”
CHARSET(value)	返回字符串value自变量的字符集
COLLATION(value)	返回字符串value的比较规则


```
mysql> SELECT DATABASE();
+--------------+
| DATABASE() |
+--------------+
|       test       |
+--------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT DATABASE();
+--------------+
| DATABASE() |
+--------------+
|       test       |
+--------------+
1 row in set (0.00 sec)

mysql> SELECT USER(), CURRENT_USER(), SYSTEM_USER(),SESSION_
USER();
+----------------+----------------+---------------+----------------+
|       USER()       | CURRENT_USER() | SYSTEM_USER() | SESSION_USER() |
+----------------+----------------+---------------+----------------+
| root@localhost | root@localhost | root@localhost | root@localhost |
+----------------+----------------+---------------+----------------+

mysql> SELECT CHARSET('ABC');
+------------------+
| CHARSET('ABC') |
+------------------+
|      utf8mb4       |
+------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT COLLATION('ABC');
+----------------------+
|  COLLATION('ABC')  |
+----------------------+
| utf8mb4_general_ci |
+----------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

6.8 其他函数

函 数	用 法
FORMAT(value,n)	返回对数字value进行格式化后的结果数据。n表示四舍五入后保留
CONV(value,from,to)	到小数点后n位
INET_ATON(ipvalue)	将value的值进行不同进制之间的转换
INET_NTOA(value)	将以点分隔的IP地址转化为一个数字
BENCHMARK(n,expr)	将数字形式的IP地址转化为以点分隔的IP地址
CONVERT(value USING	将表达式expr重复执行n次。用于测试MySQL处理expr表达式所耗费的时间
char_code)	将value所使用的字符编码修改为char_code

```
# 如果 n 的值小于或者等于 0，则只保留整数部分
mysql> SELECT FORMAT(123.123, 2), FORMAT(123.523, 0),
FORMAT(123.123, -2);
+------------------+------------------+-------------------+
| FORMAT(123.123, 2) | FORMAT(123.523, 0) | FORMAT(123.123, -2) |
+------------------+------------------+-------------------+
|       123.12       |         124        |         123         |
+------------------+------------------+-------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT CONV(16, 10, 2), CONV(8888,10,16), CONV(NULL, 10,
2);
+----------------+-------------------+-------------------+
| CONV(16, 10, 2) | CONV(8888,10,16) | CONV(NULL, 10, 2) |
+----------------+-------------------+-------------------+
|      10000       |          22B8        |          NULL       |
+----------------+-------------------+-------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT INET_ATON('192.168.1.100');
+-----------------------------+
| INET_ATON('192.168.1.100') |
+-----------------------------+
|            3232235876          |
+-----------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```



```
# 以“192.168.1.100”为例，计算方式为 192 乘以 256 的 3 次方，加上
168 乘以 256 的 2 次方，加上 1 乘以 256，再加上 100。
mysql> SELECT INET_NTOA(3232235876);
+---------------------------+
| INET_NTOA(3232235876) |
+---------------------------+
|         192.168.1.100         |
+---------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT BENCHMARK(1, MD5('mysql'));
+---------------------------------+
| BENCHMARK(1, MD5('mysql')) |
+---------------------------------+
|                    0                    |
+---------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT BENCHMARK(1000000, MD5('mysql'));
+-----------------------------------------+
| BENCHMARK(1000000, MD5('mysql')) |
+-----------------------------------------+
|                      0                      |
+-----------------------------------------+
1 row in set (0.20 sec)

mysql> SELECT CHARSET('mysql'), CHARSET(CONVERT('mysql'
USING 'utf8'));
+-----------------+--------------------------------------+
| CHARSET('mysql') | CHARSET(CONVERT('mysql' USING 'utf8')) |
+-----------------+--------------------------------------+
|       utf8mb4      |                    utf8                    |
+-----------------+--------------------------------------+
1 row in set, 1 warning (0.00 sec)
```

七　聚合函数

7.1　聚合函数介绍

·什么是聚合函数

聚合函数作用于一组数据，并对一组数据返回一个值。

聚合函数类型

- **AVG()**
- **SUM()**
- **MAX()**
- **MIN()**
- **COUNT()**

聚合函数语法：

```
SELECT      [column, ]   group function(colum),  ...
FROM        table
[WHERE      condition]
[GROUP BY   column]
[ORDER BY   column];
```

聚合函数不能嵌套调用。比如不能出现类似“ AVG(SUM(字段名称)) ”形式的调用。

7.1.1　AVG 和 SUM 函数

可以对数值型数据使用 AVG 和 SUM 函数。

```
SELECT AVG(salary), MAX(salary),MIN(salary), SUM(salary)
FROM employees
WHERE job_id LIKE '%REP%';
```

AVG(SALARY)	MAX(SALARY)	MIN(SALARY)	SUM(SALARY)
8150	11000	6000	32600

7.1.2　MIN 和 MAX 函数

可以对任意数据类型的数据使用 MIN 和 MAX 函数。

```
SELECT MIN(hire_date), MAX(hire_date)
FROM employees;
```

MIN(HERE_	MAX(HERE_
17-JUN-87	29-JAN-00

7.1.3　COUNT 函数

COUNT(*) 返回表中记录总数，适用于任意数据类型。

```
SELECT COUNT(*)
FROM employees
WHERE department_id = 50;
```

COUNT(*)
5

COUNT(expr) 返回 expr 不为空的记录总数。

```
SELECT COUNT(commission_pct)
FROM employees
WHERE department_id = 50;
```

COUNT(COMMISSION_PCT)
3

· 问题：用 count(*)，count(1)，count(列名) 谁好呢 ?

其实，对于 MyISAM 引擎的表是没有区别的。这种引擎内部有一计数器在维护着行数。

Innodb 引擎的表用 count(*),count(1) 直接读行数，复杂度是 O(n)，因为 innodb 真的要去数一遍。但好于具体的 count(列名)。

· 问题：能不能使用 count(列名) 替换 count(*)?

不要使用 count(列名) 来替代 count(*)， count(*) 是 SQL92 定义的标准统计行数的语法，跟数据库无关，跟 NULL 和非 NULL 无关。

说明：count(*) 会统计值为 NULL 的行，而 count(列名) 不会统计此列为 NULL 值的行。

7.2 GROUP BY

7.2.1 基本使用

可以使用 GROUP BY 子句将表中的数据分成若干组

```
SELECT column, group_function(column)
FROM table
[WHERE condition]
[GROUP BY group_by_expression]
[ORDER BY column];
```

· 明确：WHERE 一定放在 FROM 后面

在 SELECT 列表中所有未包含在组函数中的列都应该包含在 GROUP BY 子句中

```
SELECT department_id, AVG(salary)
FROM employees
GROUP BY department_id ;
```

DEPARTMENT_ID	AVG(SALARY)
10	4400
20	9500
50	3500
60	6400
80	10033.3333
90	19333.3333
110	10150
	7000

包含在 GROUP BY 子句中的列不必包含在 SELECT 列表中

```
SELECT AVG(salary)
FROM employees
GROUP BY department_id ;
```

AVG(SALARY)
4400
9500
3500
6400
10033.3333
19333.3333
10150
7000

7.2.1 使用多个列分组

```
SELECT department_id dept_id, job_id, SUM(salary)
FROM employees
GROUP BY department_id, job_id ;
```

DEPT_ID	JOB_ID	SUM(SALARY)
10	AD_ASST	4400
20	MK_MAN	13000
20	MK_REP	6000
50	ST_CLERK	11700
50	ST_MAN	5800
60	IT_PROG	19200
80	SA_MAN	10500
80	SA_REP	19600
90	AD_PRES	24000
90	AD_VP	34000
110	AC_ACCOUNT	8300
110	AC_MGR	12000
	SA_REP	7000

7.2.3 GROUP BY 中使用 WITH ROLLUP

```
SELECT department_id,AVG(salary)
FROM employees
WHERE department_id > 80
GROUP BY department_id WITH ROLLUP;
```

注意：

当使用 ROLLUP 时，不能同时使用 ORDER BY 子句进行结果排序，即 ROLLUP 和 ORDER BY 是互相排斥的。

7.3 HAVING

7.3.1 基本使用

过滤分组：HAVING 子句：

1. 行已经被分组。
2. 使用了聚合函数。
3. 满足 HAVING 子句中条件的分组将被显示。
4. HAVING 不能单独使用，必须要跟 GROUP BY 一起使用。

```
SELECT        column,  group_function
FROM          table
[WHERE        condition]
[GROUP BY     group by expression]
[HAVING       group_condition]
[ORDER BY     column];
```

```
SELECT department_id, MAX(salary)
FROM employees
GROUP BY department_id
HAVING MAX(salary)>10000 ;
```

DEPARTMENT_ID	MAX(SALARY)
20	13000
80	11000
90	24000
110	12000

非法使用聚合函数 ： 不能在 WHERE 子句中使用聚合函数。如下：

```
SELECT department_id, AVG(salary)
FROM employees
WHERE AVG(salary) > 8000
GROUP BY department_id;
```

```
WHERE AVG(salary) > 8000
      *
ERROR at line 3:
ORA-00934: group function is not allowed here
```

7.3.2 WHERE 和 HAVING 的对比

区别 1：WHERE 可以直接使用表中的字段作为筛选条件，但不能使用分组中的计算函数作为筛选条件；HAVING 必须要与 GROUP BY 配合使用，可以把分组计算的函数和分组字段作为筛选条件。

这决定了，在需要对数据进行分组统计的时候，HAVING 可以完成 WHERE 不能完成的任务。这是因为，在查询语法结构中，WHERE 在 GROUP BY 之前，所以无法对分组结果进行筛选。HAVING 在 GROUP BY 之后，可以使用分组字段和分组中的计算函数，对分组的结果集进行筛选，这个功能是 WHERE 无法完成的。另外，WHERE 排除的记录不再包括在分组中。

区别 2：如果需要通过连接从关联表中获取需要的数据，WHERE 是先筛选后连接，而 HAVING 是先连接后筛选。

这一点，就决定了在关联查询中，WHERE 比 HAVING 更高效。因为 WHERE 可以先筛选，用一个筛选后的较小数据集和关联表进行连接，这样占用的资源比较少，执行效率也比较高。HAVING 则需要先把结果集准备好，也就是用未被筛选的数据集进行关联，然后对这个大的数据集进行筛选，这样占用的资源就比较多，执行效率也较低。

小结如下：

	优点	缺点
WHERE	先筛选数据再关联，执行效率高	不能使用分组中的计算函数进行筛选
HIVING	可以使用分组中的计算函数	在最后的结果集中进行筛选，执行效率较低

开发中的选择：

WHERE 和 HAVING 也不是互相排斥的，我们可以在一个查询里面同时使用 WHERE 和 HAVING。包含分组统计函数的条件用 HAVING，普通条件用 WHERE。这样，我们就既利用了 WHERE 条件的高效快速，又发挥了 HAVING 可以使用包含分组统计函数的查询条件的优点。当数据量特别大的时候，运行效率会有很大的差别。

7.4 SELECT 的执行过程

7.4.1 查询的结构程

```
# 方式 1：
SELECT ...,...,...
FROM ...,...,...
WHERE 多表的连接条件
AND 不包含组函数的过滤条件
GROUP BY ...,...
HAVING 包含组函数的过滤条件
ORDER BY ... ASC/DESC
LIMIT ...,...
```

```
# 方式 2：
SELECT ...,...,...
FROM ... JOIN ...
ON 多表的连接条件
JOIN ...
ON ...
WHERE 不包含组函数的过滤条件
AND/OR 不包含组函数的过滤条件
GROUP BY ...,...
HAVING 包含组函数的过滤条件
ORDER BY ... ASC/DESC
LIMIT ...,...
```

```
# 其中：
#（1）from：从哪些表中筛选
#（2）on：关联多表查询时，去除笛卡尔积
#（3）where：从表中筛选的条件
#（4）group by：分组依据
#（5）having：在统计结果中再次筛选
#（6）order by：排序
#（7）limit：分页
```

7.4.2 4.2 SELECT 执行顺序

你需要记住 SELECT 查询时的两个顺序：

1. 关键字的顺序是不能颠倒的：

SELECT ... FROM ... WHERE ... GROUP BY ... HAVING ... ORDER BY ... LIMIT...

2. SELECT 语句的执行顺序（在 MySQL 和 Oracle 中，SELECT 执行顺序基本相同）：

FROM -> WHERE -> GROUP BY -> HAVING -> SELECT 的字段 -> DISTINCT -> ORDER BY -> LIMIT

```
1. FROM <left_table>
2. ON <join_condition>
3. <join_type> JOIN <right_table>
4. WHERE <where_condition>
5. GROUP BY<group_by_list>
6. HAVING <having_condition>
7. SELECT
8. DISTINCT <SELECT_lest>
9. ORDER BY <order_by_condition>
10. LIMIT <limit_number>
```

比如你写了一个 SQL 语句，那么它的关键字顺序和执行顺序是下面这样的：

```
SELECT DISTINCT player_id, player_name, count(*) as num # 顺序 5
FROM player JOIN team ON player.team_id = team.team_id # 顺序 1
WHERE height > 1.80 # 顺序 2
GROUP BY player.team_id # 顺序 3
HAVING num > 2 # 顺序 4
ORDER BY num DESC # 顺序 6
LIMIT 2 # 顺序 7
```

在 SELECT 语句执行这些步骤的时候，每个步骤都会产生一个虚拟表，然后将这个虚拟表传入下一个步骤中作为输入。需要注意的是，这些步骤隐含在 SQL 的执行过程中，对于我们来说是不可见的。

7.4.3 SQL 的执行原理

SELECT 是先执行 FROM 这一步的。在这个阶段，如果是多张表联查，还会经历下面的几个步骤：

1. 首先先通过 CROSS JOIN 求笛卡尔积，相当于得到虚拟表 vt（virtual table）1-1；

2. 通过 ON 进行筛选，在虚拟表 vt1-1 的基础上进行筛选，得到虚拟表 vt1-2；

3. 添加外部行。如果我们使用的是左连接、右链接或者全连接，就会涉及到外部行，也就是在虚拟表 vt1-2 的基础上增加外部行，得到虚拟表 vt1-3。

当然如果我们操作的是两张以上的表，还会重复上面的步骤，直到所有表都被处理完为止。这个过程得到是我们的原始数据。

当我们拿到了查询数据表的原始数据，也就是最终的虚拟表 vt1 ，就可以在此基础上再进行 WHERE 阶段。在这个阶段中，会根据 vt1 表的结果进行筛选过滤，得到虚拟表 vt2 。

然后进入第三步和第四步，也就是 GROUP 和 HAVING 阶段。在这个阶段中，实际上是在虚拟表 vt2 的基础上进行分组和分组过滤，得到中间的虚拟表 vt3 和 vt4 。

当我们完成了条件筛选部分之后，就可以筛选表中提取的字段，也就是进入到 SELECT 和 DISTINCT 阶段。

首先在 SELECT 阶段会提取想要的字段，然后在 DISTINCT 阶段过滤掉重复的行，分别得到中间的虚拟表 vt5-1 和 vt5-2 。

当我们提取了想要的字段数据之后，就可以按照指定的字段进行排序，也就是 ORDER BY 阶段，得到虚拟表 vt6 。

最后在 vt6 的基础上，取出指定行的记录，也就是 LIMIT 阶段，得到最终的结果，对应的是虚拟表 vt7 。

当然我们在写 SELECT 语句的时候，不一定存在所有的关键字，相应的阶段就会省略。

同时因为 SQL 是一门类似英语的结构化查询语言，所以我们在写 SELECT 语句的时候，还要注意相应的关键字顺序，所谓底层运行的原理，就是我们刚才讲到的执行顺序。

八　子查询

子查询指一个查询语句嵌套在另一个查询语句内部的查询，这个特性从 MySQL 4.1 开始引入。

SQL 中子查询的使用大大增强了 SELECT 查询的能力，因为很多时候查询需要从结果集中获取数据，或者需要从同一个表中先计算得出一个数据结果，然后与这个数据结果（可能是某个标量，也可能是某个集合）进行比较。

8.1　需求分析与问题解决

8.1.1　实际问题

由一个具体的需求，引入子查询

Main Query:

谁的工资比 Able 高？

现有解决方式：

```
# 方式一：
SELECT salary
FROM employees
WHERE last_name = 'Abel';
SELECT last_name,salary
FROM employees
WHERE salary > 11000;

# 方式二：自连接
SELECT e2.last_name,e2.salary
FROM employees e1,employees e2
WHERE e1.last_name = 'Abel'
AND e1.`salary` < e2.`salary`
```



```
# 方式三：子查询
SELECT last_name,salary
FROM employees
WHERE salary > (
            SELECT salary
            FROM employees
            WHERE last_name = 'Abel'
            );
```

LAST_NAME
King
Kochhar
De Haan
Hartstein
Higgins

8.1.2　子查询的基本使用

子查询的基本语法结构：

```
SELECT      SELECT_list
FROM        table
WHERE       expr operator
                (SELECT     SELECT_list
                 FROM       table);
```

称谓的规范：外查询（或主查询）、内查询（或子查询）

- 子查询（内查询）在主查询之前一次执行完成。
- 子查询的结果被主查询（外查询）使用 。
- 注意事项：
  - 子查询要包含在括号内；
  - 将子查询放在比较条件的右侧；
  - 单行操作符对应单行子查询，多行操作符对应多行子查询。

8.1.3　子查询的分类

分类方式 1：从内查询返回的结果的条目数
　　单行子查询 vs 多行子查询

分类方式 2：内查询是否被执行多次
　　相关子查询 vs 不相关子查询

比如：相关子查询的需求：查询工资大于本部门平均工资的员工信息。
　　不相关子查询的需求：查询工资大于本公司平均工资的员工信息。

分类方式 1：

我们按内查询的结果返回一条还是多条记录，将子查询分为单行子查询、多行子查询。

· 单行子查询：

· 多行子查询：

分类方式 2：

我们按内查询是否被执行多次，将子查询划分为相关 (或关联) 子查询和不相关 (或非关联) 子查询。

子查询从数据表中查询了数据结果，如果这个数据结果只执行一次，然后这个数据结果作为主查询的条件进行执行，那么这样的子查询叫做不相关子查询。

同样，如果子查询需要执行多次，即采用循环的方式，先从外部查询开始，每次都传入子查询进行查询，然后再将结果反馈给外部，这种嵌套的执行方式就称为相关子查询。

子查询的编写技巧（或步骤）：① 从里往外写　② 从外往里写。

8.2　单行子查询

8.2.1　单行比较操作符

操作符	含　义
=	equal to
>	greater than
>=	greater than or equal to
<	less than
<=	less than or equal to
<>	not equal to

8.2.2　代码示例

题目：查询工资大于 149 号员工工资的员工的信息

```
SELECT      last_name
FROM        employees
WHERE       salary  >
                (SELECT   salary
                 FROM     employees
                 WHERE    employee_id = 149);
```

LAST_NAME
King
Kochhar
De Haan
Able
Hartstein
Higgins

题目：返回 job_id 与 141 号员工相同，salary 比 143 号员工多的员工姓名，job_id 和工资

```
SELECT last_name, job_id, salary
FROM employees
WHERE job_id =
                (SELECT job_id
                 FROM employees
                 WHERE employee_id = 141)
AND salary >
                (SELECT salary
                 FROM employees
                 WHERE employee_id = 143);
```

LAST_NAME	JOB_ID	SALARY
Rajs	ST_CLERK	3500
Davies	ST_CLERK	3100

题目：返回公司工资最少的员工的 last_name,job_id 和 salary

```
SELECT last_name, job_id, salary
FROM employees
WHERE salary =
                (SELECT MIN(salary)
                 FROM employees);
```

LAST_NAME	JOB_ID	SALARY
Vargas	ST_CLERK	2500

题目：查询与 141 号或 174 号员工的 manager_id 和 department_id 相同的其他员工的 employee_id，manager_id，department_id

实现方式 1：不成对比较

```
SELECT employee_id, manager_id, department_id
FROM employees
WHERE manager_id IN
                (SELECT manager_id
                 FROM employees
                 WHERE employee_id IN (174,141))
AND department_id IN
                (SELECT department_id
                 FROM employees
                 WHERE employee_id IN (174,141))
AND employee_id NOT IN(174,141);
```


实现方式 2：成对比较

```
SELECT employee_id, manager_id, department_id
FROM employees
WHERE (manager_id, department_id) IN
                (SELECT manager_id, department_id
                 FROM employees
                 WHERE employee_id IN (141,174))
AND employee_id NOT IN (141,174);
```

8.2.3 HAVING 中的子查询

- 首先执行子查询。
- 向主查询中的 HAVING 子句返回结果。

题目：查询最低工资大于 50 号部门最低工资的部门 id 和其最低工资

```
SELECT department_id, MIN(salary)
FROM employees
GROUP BY department_id
HAVING MIN(salary) >
                (SELECT MIN(salary)
                 FROM employees
                 WHERE department_id = 50);
```

8.2.4 CASE 中的子查询

在 CASE 表达式中使用单列子查询：

题目：显式员工的 employee_id,last_name 和 location。

其中，若员工 department_id 与 location_id 为 1800 的 department_id 相同，则 location 为 ’ Canada ’ ，其余则为 ’ USA ’ 。

```
SELECT employee_id, last_name,
            (CASE department_id
            WHEN
                        (SELECT department_id FROM departments
                         WHERE location_id = 1800)
                         THEN 'Canada' ELSE 'USA' END) location
FROM employees;
```

8.2.5 子查询中的空值问题

```
SELECT last_name, job_id
FROM employees
WHERE job_id =
                (SELECT job_id
                 FROM employees
                 WHERE last_name = 'Haas');
```

no rows selected

子查询不返回任何行

8.2.6 非法使用子查询

```
SELECT employee_id, last_name
FROM employees
WHERE salary =
                (SELECT MIN(salary)
                 FROM employees
                 GROUP BY department_id);
```

错误代码：1242
Subquery returns more whan 1 row
多行子查询使用单行比较符

8.3 多行子查询

- **也称为集合比较子查询**
- **内查询返回多行**
- **使用多行比较操作符**

8.3.1 多行比较操作符

操作符	含 义
IN	等于列表中的任意一个
ANY	需要和单行比较操作符一起使用，和子查询返回的某一个值比较
ALL	需要和单行比较操作符一起使用，和子查询返回的所有值比较
SOME	实际上是 ANY 的别名，作用相同，一般常使用 ANY

体会 ANY 和 ALL 的区别

8.3.2 代码示例

题目：返回其它 job_id 中比 job_id 为‘IT_PROG’部门任一工资低的员工的员工号、姓名、job_id 以及 salary

```
SELECT    employee_id, last_name, job_id, salary
FROM      employees
WHERE     salary < ANY
                (SELECT   salary
                 FROM     employees
                 WHERE    job_id = 'IT_PROG')
AND       job_id <> 'IT_PROG';
```

EMPLOYEE_ID	LAST_NAME	JOB_ID	SALARY
124	Mourgos	ST_MAN	5800
141	Rajs	ST_CLERK	3500
142	Davies	ST_CLERK	3100
143	Matos	ST_CLERK	2600
144	Vargas	ST_CLERK	2500

题目：返回其它 job_id 中比 job_id 为‘ IT_PROG ’部门所有工资都低的员工的员工号、姓名、job_id 以及 salary

```
SELECT    employee_id, last_name, job_id, salary
FROM      employees
WHERE     salary < ALL
                (SELECT   salary
                 FROM     employees
                 WHERE    job_id = 'IT_PROG')
AND       job_id <> 'IT_PROG';
```

EMPLOYEE_ID	LAST_NAME	JOB_ID	SALARY
141	Rajs	ST_CLERK	3500
142	Davies	ST_CLERK	3100
143	Matos	ST_CLERK	2600
144	Vargas	ST_CLERK	2500

题目：查询平均工资最低的部门 id

```
# 方式 1：
SELECT department_id
FROM employees
GROUP BY department_id
HAVING AVG(salary) = (
                SELECT MIN(avg_sal)
                FROM (
                      SELECT AVG(salary) avg_sal
                      FROM employees
                      GROUP BY department_id
                      ) dept_avg_sal
                )

# 方式 2：
SELECT department_id
FROM employees
GROUP BY department_id
HAVING AVG(salary) <= ALL (
                SELECT AVG(salary) avg_sal
                FROM employees
                GROUP BY department_id
)
```


8.3.2 空值问题

```
SELECT last_name
FROM employees
WHERE employee_id NOT IN (
                SELECT manager_id
                FROM employees
                );
```

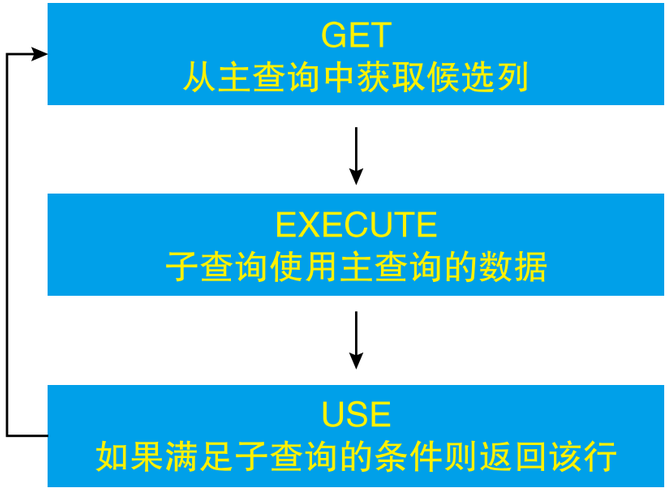
no rows selected

8.4 相关子查询

8.4.1 相关子查询执行流程

如果子查询的执行依赖于外部查询，通常情况下都是因为子查询中的表用到了外部的表，并进行了条件关联，因此每执行一次外部查询，子查询都要重新计算一次，这样的子查询就称之为关联子查询。

相关子查询按照一行接一行的顺序执行，主查询的每一行都执行一次子查询。



```
SELECT    column1, column2,  ...
FROM      table1      outer
WHERE     column1  operator
              (SELECT   column1, column2
               FROM     table2
               WHERE    expr1 =
                            outer.expr2);
```

说明：子查询中使用主查询中的列

8.4.2 代码示例

题目：查询员工中工资大于本部门平均工资的员工的 last_name,salary 和其 department_id

方式一：相关子查询

```
SELECT    last_name, salary, department_id
FROM      employees      outer
WHERE     salary >
              (SELECT   AVG(salary)
               FROM     employees
               WHERE    department_id =
                            outer.department_id);
```

方式二：在 FROM 中使用子查询

```
SELECT last_name,salary,e1.department_id
FROM employees e1,(
                    SELECT department_id,AVG(salary) dept_avg_sal
                    FROM employees
                    GROUP BY department_id) e2
WHERE e1.`department_id` = e2.department_id
AND e2.dept_avg_sal < e1.`salary`;
```

from 型的子查询：子查询是作为 from 的一部分，子查询要用 () 引起来，并且要给这个子查询取别名， 把它当成一张 “ 临时的虚拟的表 ” 来使用。

在 ORDER BY 中使用子查询：

题目：查询员工的 id,salary, 按照 department_name 排序

```
SELECT employee_id,salary
FROM employees e
ORDER BY (
                SELECT department_name
                FROM departments d
                WHERE e.`department_id` = d.`department_id`
                );
```

题 目： 若 employees 表 中 employee_id 与 job_history 表 中 employee_id 相同的数目不小于 2， 输出这些相同 id 的员工的 employee_id,last_name 和其 job_id

```
SELECT e.employee_id, last_name,e.job_id
FROM employees e
WHERE 2 <= ( SELECT COUNT(*)
                FROM job_history
                WHERE employee_id = e.employee_id);
```

8.4.3 EXISTS 与 NOT EXISTS 关键字

· 关联子查询通常也会和 EXISTS 操作符一起来使用，用来检查在子查询中是否存在满足条件的行。

· 如果在子查询中不存在满足条件的行：

  · 条件返回 FALSE

  · 继续在子查询中查找

· 如果在子查询中存在满足条件的行：

  · 不在子查询中继续查找

  · 条件返回 TRUE

· NOT EXISTS 关键字表示如果不存在某种条件，则返回 TRUE，否则返回 FALSE。

题目：查询公司管理者的 employee_id，last_name，job_id，department_id 信息

方式一：

```
SELECT employee_id, last_name, job_id, department_id
FROM employees e1
WHERE EXISTS ( SELECT *
               FROM   employees e2
               WHERE  e2.manager_id =
                      e1.employee_id);
```

方式二：自连接

```
SELECT DISTINCT e1.employee_id, e1.last_name, e1.job_id,
e1.department_id
FROM employees e1 JOIN employees e2
WHERE e1.employee_id = e2.manager_id;
```

方式三：

```
SELECT employee_id,last_name,job_id,department_id
FROM employees
WHERE employee_id IN (
                      SELECT DISTINCT manager_id
                      FROM employees
                      );
```


题目：查询 departments 表中，不存在于 employees 表中的部门的 department_id 和 department_name

```
SELECT department_id, department_name
FROM departments d
WHERE NOT EXISTS (SELECT 'X'
                  FROM employees
                  WHERE department_id = d.department_id);
```

DEPARTMENT_ID	DEPARTMENT_NAME
190	Contracting

8.4.4 相关删除

```
DELETE FROM table1 alias1
WHERE column operator (SELECT expression
                       FROM table2 alias2
                       WHERE alias1.column = alias2.column);
```

使用相关子查询依据一个表中的数据删除另一个表的数据。

题目：删除表 employees 中，其与 emp_history 表皆有的数据

```
DELETE FROM employees e
WHERE employee_id in
                    (SELECT employee_id
                     FROM emp_history
                     WHERE employee_id = e.employee_id);
```

结论：在 SELECT 中，除了 GROUP BY 和 LIMIT 之外，其他位置都可以声明子查询！

SELECT .... , ... , ...(存在聚合函数)
FROM ... (LEFT / RIGHT)JOIN ....ON 多表的连接条件
(LEFT / RIGHT)JOIN ... ON ....
WHERE 不包含聚合函数的过滤条件
GROUP BY ... , ...
HAVING 包含聚合函数的过滤条件
ORDER BY .... , ...(ASC / DESC)
LIMIT ... , ...

8.5 抛一个思考题

问题：谁的工资比 Abel 的高？
解答：

```
# 方式 1：自连接
SELECT e2.last_name,e2.salary
FROM employees e1,employees e2
WHERE e1.last_name = 'Abel'
AND e1.`salary` < e2.`salary`

# 方式 2：子查询
SELECT last_name,salary
FROM employees
WHERE salary > (
                SELECT salary
                FROM employees
                WHERE last_name = 'Abel'
                );
```

问题：以上两种方式有好坏之分吗？
解答：自连接方式好！

题目中可以使用子查询，也可以使用自连接。一般情况建议你使用自连接，因为在许多 DBMS 的处理过程中，对于自连接的处理速度要比子查询快得多。

可以这样理解：子查询实际上是通过未知表进行查询后的条件判断，而自连接是通过已知的自身数据表进行条件判断，因此在大部分 DBMS 中都对自连接处理进行了优化。

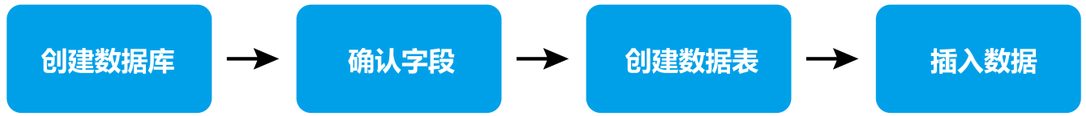
九 创建和管理表

9.1 基础知识

9.1.1 一条数据存储的过程

存储数据是处理数据的第一步。只有正确地把数据存储起来，我们才能进行有效的处理和分析。否则，只能是一团乱麻，无从下手。

那么，怎样才能把用户各种经营相关的、纷繁复杂的数据，有序、高效地存储起来呢？在 MySQL 中，一个完整的数据存储过程总共有 4 步，分别是创建数据库、确认字段、创建数据表、插入数据。



我们要先创建一个数据库，而不是直接创建数据表呢？

因为从系统架构的层次上看，MySQL 数据库系统从大到小依次是 数据库服务器 、 数据库 、 数据表 、数据表的 行与列 。

MySQL 数据库服务器之前已经安装。所以，我们就从创建数据库开始。

9.1.2 标识符命名规则

· 数据库名、表名不得超过 30 个字符，变量名限制为 29 个；
· 必须只能包含 A-Z, a-z, 0-9, 一共 63 个字符；
· 数据库名、表名、字段名等对象名中间不要包含空格；
· 同一个 MySQL 软件中，数据库不能同名；同一个库中，表不能重名；同一个表中，字段不能重名；
· 必须保证你的字段没有和保留字、数据库系统或常用方法冲突。如果坚持使用，请在 SQL 语句中使用`（着重号）引起来；
· 保持字段名和类型的一致性：在命名字段并为其指定数据类型的时候一定要保证一致性，假如数据类型在一个表里是整数，那在另一个表里可就别变成字符型了。

9.1.3 MySQL 中的数据类型

类型	类型举例
整数类型	TINYINT、SMALLINT、MEDIUMINT、INT(或INTEGER)、BIGINT
浮点类型	FLOAT、DOUBLE
定点数类型	DECIMAL
位类型	BIT
日期时间类型	YEAR、TIME、DATE、DATETIME、TIMESTAMP
文本字符串类型	CHAR、VARCHAR、TINYTEXT、TEXT、MEDIUMTEXT、LONGTEXT
枚举类型	ENUM
集合类型	SET
二进制字符串类型	BINARY、VARBINARY、TINYBLOB、BLOB、MEDIUMBLOB、LONGBLOB
JSON类型	JSON对象、JSON数组
空间数据类型	单值：GEOMETRY、POINT、LINESTRING、POLYGON； 集合：MULTIPOINT、MULTILINESTRING、MULTIPOLYGON、 GEOMETRYCOLLECTION

其中，常用的几类类型介绍如下：

数据类型	描述
INT	从-2^31到2^31-1的整型数据。存储大小为 4个字节
CHAR(size)	定长字符数据。若未指定，默认为1个字符，最大长度255
VARCHAR(size)	可变长字符数据，根据字符串实际长度保存，必须指定长度
FLOAT(M,D)	单精度，占用4个字节，M=整数位+小数位，D=小数位。 D<=M<=255,0<=D<=30，默认M+D<=6
DOUBLE(M,D)	双精度，占用8个字节，D<=M<=255,0<=D<=30，默认M+D<=15
DECIMAL(M,D)	高精度小数，占用M+2个字节，D<=M<=65，0<=D<=30， 最大取值范围与DOUBLE相同。
DATE	日期型数据，格式'YYYY-MM-DD'
BLOB	二进制形式的长文本数据，最大可达4G
TEXT	长文本数据，最大可达4G

9.2 创建和管理数据库

9.2.1 创建数据库

方式 1：创建数据库
```
CREATE DATABASE 数据库名 ;
```

方式 2：创建数据库并指定字符集
```
CREATE DATABASE 数据库名 CHARACTER SET 字符集 ;
```

方式 3：判断数据库是否已经存在，不存在则创建数据库（推荐）
```
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS 数据库名 ;
```

如果 MySQL 中已经存在相关的数据库，则忽略创建语句，不再创建数据库。

注意：DATABASE 不能改名。一些可视化工具可以改名，它是建新库，把所有表复制到新库，再删旧库完成的。

9.2.2 使用数据库

查看当前所有的数据库
```
SHOW DATABASES; # 有一个 S，代表多个数据库
```

查看当前正在使用的数据库
```
SELECT DATABASE(); # 使用的一个 mysql 中的全局函数
```

查看指定库下所有的表
```
SHOW TABLES FROM 数据库名 ;
```

查看数据库的创建信息
```
SHOW CREATE DATABASE 数据库名 ; 或者：
SHOW CREATE DATABASE 数据库名 \G
```

使用 / 切换数据库
```
USE 数据库名 ;
```

注意：要操作表格和数据之前必须先说明是对哪个数据库进行操作，否则就要对所有对象加上“ 数据库名 . ”。

9.2.3 修改数据库

更改数据库字符集

```
ALTER DATABASE 数据库名 CHARACTER SET 字符集 ;
# 比如：gbk、utf8 等
```

9.2.4 删除数据库

方式 1：删除指定的数据库

```
DROP DATABASE 数据库名 ;
```

方式 2：删除指定的数据库（ 推荐）

```
DROP DATABASE IF EXISTS 数据库名 ;
```

如果要删除的数据库存在，则删除成功，如果不存在，则直接结束，不会报错。

9.3 创建表

9.3.1 创建方式 1

必须具备：

CREATE TABLE 权限

存储空间

语法格式：

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] 表名 (
        字段 1, 数据类型 [ 约束条件 ] [ 默认值 ],
        字段 2, 数据类型 [ 约束条件 ] [ 默认值 ],
        字段 3, 数据类型 [ 约束条件 ] [ 默认值 ],
        ……
        [ 表约束条件 ]
);
```

加上了 IF NOT EXISTS 关键字，则表示：如果当前数据库中不存在要创建的数据表，则创建数据表；如果当前数据库中已经存在要创建的数据表，则忽略建表语句，不再创建数据表。

必须指定：

表名

列名 (或字段名)，数据类型，长度

可选指定：

约束条件

默认值

创建表举例 1：

```
-- 创建表
CREATE TABLE emp (
        -- int 类型
        emp_id INT,
        -- 最多保存 20 个中英文字符
        emp_name VARCHAR(20),
        -- 总位数不超过 15 位
        salary DOUBLE,
        -- 日期类型
        birthday DATE
);
DESC emp;
```

MySQL 在执行建表语句时，将 id 字段的类型设置为 int(11)，这里的 11 实际上是 int 类型指定的显示宽度，默认的显示宽度为 11。也可以在创建数据表的时候指定数据的显示宽度。

创建表举例 2：

```
CREATE TABLE dept(
        -- int 类型，自增
        deptno INT(2) AUTO_INCREMENT,
        dname VARCHAR(14),
        loc VARCHAR(13),
        -- 主键
        PRIMARY KEY (deptno)
);
DESCRIBE dept;
```

在 MySQL 8.x 版本中，不再推荐为 INT 类型指定显示长度，并在未来的版本中可能去掉这样的语法。

9.3.2 创建方式 2

使用 AS subquery 选项，将创建表和插入数据结合起来

```
CREATE TABLE table
                [(column, column...)]
AS  subquery;
```

指定的列和子查询中的列要一一对应
通过列名和默认值定义列

```
CREATE TABLE emp1 AS SELECT * FROM employees;
CREATE TABLE emp2 AS SELECT * FROM employees WHERE 1=2;
-- 创建的 emp2 是空表
CREATE TABLE dept80
AS
SELECT employee_id, last_name, salary*12 ANNSAL, hire_date
FROM employees
WHERE department_id = 80;
DESCRIBE dept80;
```


9.3.3 查看数据表结构

在 MySQL 中创建好数据表之后，可以查看数据表的结构。MySQL 支持使用 DESCRIBE/DESC 语句查看数据表结构，也支持使用 SHOW CREATE TABLE 语句查看数据表结构。

语法格式如下：

```
SHOW CREATE TABLE 表名 \G
```

使用 SHOW CREATE TABLE 语句不仅可以查看表创建时的详细语句，还可以查看存储引擎和字符编码。

9.4 修改表

修改表指的是修改数据库中已经存在的数据表的结构。
使用 ALTER TABLE 语句可以实现：

- **向已有的表中添加列**
- **修改现有表中的列**
- **删除现有表中的列**
- **重命名现有表中的列**

9.4.1 追加一个列

语法格式如下：

```
ALTER TABLE 表名 ADD 【COLUMN】
字段名 字段类型 【FIRST|AFTER 字段名】;
```

举例：

```
ALTER TABLE dept80
ADD job_id varchar(15);
```

9.4.2 修改一个列

可以修改列的数据类型，长度、默认值和位置
修改字段数据类型、长度、默认值、位置的语法格式如下：

```
ALTER TABLE 表名 MODIFY【COLUMN】字段名 1 字段类型 【DEFAULT 默认值】【FIRST|AFTER 字段名 2】;
```

举例：

```
ALTER TABLE dept80
MODIFY last_name VARCHAR(30);
ALTER TABLE dept80
MODIFY salary double(9,2) default 1000;
```

对默认值的修改只影响今后对表的修改
此外，还可以通过此种方式修改列的约束。这里暂先不讲。

9.4.3 重命名一个列

使用 CHANGE old_column new_column dataType 子句重命名列。
语法格式如下：

```
ALTER TABLE 表名 CHANGE 【column】 列名 新列名 新数据类型 ;
```

举例：

```
ALTER TABLE dept80
CHANGE department_name dept_name varchar(15);
```

9.4.4 删除一个列

删除表中某个字段的语法格式如下：

```
ALTER TABLE 表名 DROP 【COLUMN】字段名
```

举例：

```
ALTER TABLE dept80
DROP COLUMN job_id;
```


9.5 重命名表

方式一：使用 RENAME

```
RENAME TABLE emp
TO myemp;
```

方式二：

```
ALTER table dept
RENAME [TO] detail_dept; -- [TO] 可以省略
```

必须是对象的拥有者

9.6 删除表

在 MySQL 中，当一张数据表没有与其他任何数据表形成关联关系时，可以将当前数据表直接删除。

- 数据和结构都被删除
- 所有正在运行的相关事务被提交
- 所有相关索引被删除
- 语法格式：

```
DROP TABLE [IF EXISTS] 数据表 1 [, 数据表 2, ..., 数据表 n];
```

IF EXISTS 的含义为：如果当前数据库中存在相应的数据表，则删除数据表；如果当前数据库中不存在相应的数据表，则忽略删除语句，不再执行删除数据表的操作。

举例：

```
DROP TABLE dept80;
```

DROP TABLE 语句不能回滚。

9.7 清空表

· TRUNCATE TABLE 语句：
　　· 删除表中所有的数据
　　· 释放表的存储空间
举例：

```
TRUNCATE TABLE detail_dept;
```

· TRUNCATE 语句不能回滚，而使用 DELETE 语句删除数据，可以回滚
· 对比：

```
SET autocommit = FALSE;
DELETE FROM emp2;
#TRUNCATE TABLE emp2;
SELECT * FROM emp2;
ROLLBACK;
SELECT * FROM emp2
```

DCL 中 COMMIT 和 ROLLBACK

COMMIT：提交数据。一旦执行 COMMIT，则数据就被永久的保存在了数据库中，意味着数据不可以回滚。

ROLLBACK：回滚数据。一旦执行 ROLLBACK，则可以实现数据的回滚。回滚到最近的一次 COMMIT 之后。

对比 TRUNCATE TABLE 和 DELETE FROM

相同点：都可以实现对表中所有数据的删除，同时保留表结构。

不同点：

TRUNCATE TABLE：一旦执行此操作，表数据全部清除。同时，数据是不可以回滚的。

DELETE FROM：一旦执行此操作，表数据可以全部清除（不带 WHERE）。同时，数据是可以实现回滚的。

DDL 和 DML 的说明

① DDL 的操作一旦执行，就不可回滚。指令 SET autocommit = FALSE 对 DDL 操作失效。(因为在执行完 DDL 操作之后，一定会执行一次 COMMIT。而此 COMMIT 操作不受 SET autocommit = FALSE 影响的。)

② DML 的操作默认情况，一旦执行，也是不可回滚的。但是，如果在执行 DML 之前，执行了 SET autocommit = FALSE，则执行的 DML 操作就可以实现回滚。

9.8 内容拓展

拓展 1：阿里巴巴《Java 开发手册》之 MySQL 字段命名

· 【强制】表名、字段名必须使用小写字母或数字，禁止出现数字开头，禁止两个下划线中间只出现数字。数据库字段名的修改代价很大，因为无法进行预发布，所以字段名称需要慎重考虑。
　　· 正例：aliyun_admin，rdc_config，level3_name
　　· 反例：AliyunAdmin，rdcConfig，level_3_name
· 【强制】禁用保留字，如 desc、range、match、delayed 等，请参考 MySQL 官方保留字。
· 【强制】表必备三字段：id, gmt_create, gmt_modified。
　　· 说明：其中 id 必为主键，类型为 BIGINT UNSIGNED、单表时自增、步长为 1。gmt_create, gmt_modified 的类型均为 DATETIME 类型，前者现在时表示主动式创建，后者过去分词表示被动式更新
· 【推荐】表的命名最好是遵循“ 业务名称 _ 表的作用 ”。
　　· 正例：alipay_task、force_project、trade_config 【推荐】库名与应用名称尽量一致。
· 【参考】合适的字符存储长度，不但节约数据库表空间、节约索引存储，更重要的是提升检索速度。
　　· 正例：无符号值可以避免误存负数，且扩大了表示范围。

拓展 2：如何理解清空表、删除表等操作需谨慎？！

表删除操作将把表的定义和表中的数据一起删除，并且 MySQL 在执行删除操作时，不会有任何的确认信息提示，因此执行删除操时应当慎重。在删除表前，最好对表中的数据进行备份，这样当操作失误时可以对数据进行恢复，以免造成无法挽回的后果。

同样的，在使用 ALTER TABLE 进行表的基本修改操作时，在执行操作过程之前，也应该确保对数据进行完整的备份，因为数据库的改变是无法撤销的，如果添加了一个不需要的字段，可以将其删除；相同的，如果删除了一个需要的列，该列下面的所有数据都将会丢失。

拓展 3：MySQL8 新特性—DDL 的原子化

在 MySQL 8.0 版本中，InnoDB 表的 DDL 支持事务完整性，即 DDL 操作要么成功要么回滚。DDL 操作回滚日志写入到 data dictionary 数据字典表 mysql.innodb_ddl_log（该表是隐藏的表，通过 show tables 无法看到）中，用于回滚操作。通过设置参数，可将 DDL 操作日志打印输出到 MySQL 错误日志中。

分别在MySQL 5.7版本和MySQL 8.0版本中创建数据库和数据表，结果如下：

```
CREATE DATABASE mytest;
USE mytest;
CREATE TABLE book1(
        book_id INT ,
        book_name VARCHAR(255)
);

SHOW TABLES;
```

（1）在 MySQL 5.7 版本中，测试步骤如下：删除数据表 book1 和数据表 book2，结果如下：

```
mysql> DROP TABLE book1,book2;
ERROR 1051 (42S02): Unknown table 'mytest.book2'
```

再次查询数据库中的数据表名称，结果如下：

```
mysql> SHOW TABLES;
Empty set (0.00 sec)
```

从结果可以看出，虽然删除操作时报错了，但是仍然删除了数据表 book1。

（2）在 MySQL 8.0 版本中，测试步骤如下： 删除数据表 book1 和数据表 book2，结果如下：

```
mysql> DROP TABLE book1,book2;
ERROR 1051 (42S02): Unknown table 'mytest.book2'
```

再次查询数据库中的数据表名称，结果如下：

```
mysql> show tables;
+------------------+
| Tables_in_mytest |
+------------------+
|       book1      |
+------------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

从结果可以看出，数据表 book1 并没有被删除。

十　数据处理之增删改

10.1　插入数据

10.1.1　实际问题

向表中插入新记录

解决方式：使用 INSERT 语句向表中插入数据。

10.1.2　方式 1：VALUES 的方式添加

使用这种语法一次只能向表中插入一条数据。

情况 1：为表的所有字段按默认顺序插入数据

```
INSERT INTO 表名
VALUES (value1,value2,....);
```

值列表中需要为表的每一个字段指定值，并且值的顺序必须和数据表中字段定义时的顺序相同。

举例：

```
INSERT INTO departments
VALUES (70, 'Pub', 100, 1700);

INSERT INTO departments
VALUES (100, 'Finance', NULL, NULL);
```

情况 2：为表的指定字段插入数据

```
INSERT INTO 表名 (column1 [, column2, ..., columnn])
VALUES (value1 [,value2, ..., valuen]);
```

为表的指定字段插入数据，就是在 INSERT 语句中只向部分字段中插入值，而其他字段的值为表定义时的默认值。

在 INSERT 子句中随意列出列名，但是一旦列出，VALUES 中要插入的 value1,....valuen 需要与 column1,...columnn 列一一对应。如果类型不同，将无法插入，并且 MySQL 会产生错误。

举例：

```
INSERT INTO departments(department_id, department_name)
VALUES (80, 'IT');
```

情况 3：同时插入多条记录

INSERT 语句可以同时向数据表中插入多条记录，插入时指定多个值列表，每个值列表之间用逗号分隔开，基本语法格式如下：

```
INSERT INTO table_name
VALUES
(value1 [,value2, ..., valuen]),
(value1 [,value2, ..., valuen]),
......
(value1 [,value2, ..., valuen]);
```

或者

```
INSERT INTO table_name(column1 [, column2, ..., columnn])
VALUES
(value1 [,value2, ..., valuen]),
(value1 [,value2, ..., valuen]),
......
(value1 [,value2, ..., valuen]);
```

举例：

```
mysql> INSERT INTO emp(emp_id,emp_name)
    -> VALUES (1001,'shkstart'),
    -> (1002,'atguigu'),
    -> (1003,'Tom');
Query OK, 3 rows affected (0.00 sec)
Records: 3 Duplicates: 0 Warnings: 0
```


使用 INSERT 同时插入多条记录时，MySQL 会返回一些在执行单行插入时没有的额外信息，这些信息的含义如下：

- Records：表明插入的记录条数。
- Duplicates：表明插入时被忽略的记录，原因可能是这些记录包含了重复的主键值。
- Warnings：表明有问题的数据值，例如发生数据类型转换。

一个同时插入多行记录的 INSERT 语句等同于多个单行插入的 INSERT 语句，但是多行的 INSERT 语句在处理过程中效率更高。因为 MySQL 执行单条 INSERT 语句插入多行数据比使用多条 INSERT 语句快，所以在插入多条记录时最好选择使用单条 INSERT 语句的方式插入。

小结：

- VALUES 也可以写成 VALUE，但是 VALUES 是标准写法。
- 字符和日期型数据应包含在单引号中。

10.1.3 方式 2：将查询结果插入到表中

INSERT 还可以将 SELECT 语句查询的结果插入到表中，此时不需要把每一条记录的值一个一个输入，只需要使用一条 INSERT 语句和一条 SELECT 语句组成的组合语句即可快速地从一个或多个表中向一个表中插入多行。

基本语法格式如下：

```
INSERT INTO 目标表名
(tar_column1 [, tar_column2, ..., tar_columnn])
SELECT
(src_column1 [, src_column2, ..., src_columnn])
FROM 源表名
[WHERE condition]
```

- 在 INSERT 语句中加入子查询。
- 不必书写 VALUES 子句。
- 子查询中的值列表应与 INSERT 子句中的列名对应。

举例：

```
INSERT INTO emp2
SELECT *
FROM employees
WHERE department_id = 90;

INSERT INTO sales_reps(id, name, salary, commission_pct)
SELECT employee_id, last_name, salary, commission_pct
FROM employees
WHERE job_id LIKE '%REP%';
```


10.2 更新数据

更新表

使用 UPDATE 语句更新数据。语法如下：

```
UPDATE table_name
SET column1=value1, column2=value2, ... , column=valuen
[WHERE condition]
```

- 可以一次更新多条数据。
- 如果需要回滚数据，需要保证在 DML 前，进行设置：
  SET AUTOCOMMIT = FALSE;
- 使用 WHERE 子句指定需要更新的数据。

```
UPDATE employees
SET department_id = 70
WHERE employee_id = 113;
```

如果省略 WHERE 子句，则表中的所有数据都将被更新。

```
UPDATE copy_emp
SET department_id = 110;
```

更新中的数据完整性错误

```
UPDATE employees
SET department_id = 55
WHERE department_id = 110;
```

10.3 删除数据

从表中删除一条记录

使用 DELETE 语句从表中删除数据

```
DELETE FROM      table
[WHERE           condition];
```

```
DELETE FROM table_name [WHERE <condition>];
```

table_name 指定要执行删除操作的表；“ [WHERE] ”为可选参数，指定删除条件，如果没有 WHERE 子句，DELETE 语句将删除表中的所有记录。

· 使用 WHERE 子句删除指定的记录。

```
DELETE FROM departments
WHERE department_name = 'Finance';
```

如果省略 WHERE 子句，则表中的全部数据将被删除

```
DELETE FROM copy_emp;
```

删除中的数据完整性错误

```
DELETE FROM departments
WHERE department_id = 60;
```


10.4 MySQL8 新特性：计算列

什么叫计算列呢？简单来说就是某一列的值是通过别的列计算得来的。例如，a 列值为 1、b 列值为 2，c 列不需要手动插入，定义 a+b 的结果为 c 的值，那么 c 就是计算列，是通过别的列计算得来的。

在 MySQL 8.0 中，CREATE TABLE 和 ALTER TABLE 中都支持增加计算列。下面以 CREATE TABLE 为例进行讲解。

举例：定义数据表 tb1，然后定义字段 id、字段 a、字段 b 和字段 c，其中字段 c 为计算列，用于计算 a+b 的值。

首先创建测试表 tb1，语句如下：

```
CREATE TABLE tb1(
id INT,
a INT,
b INT,
c INT
GENERATED ALWAYS AS (a + b) VIRTUAL
);
```

插入演示数据，语句如下：

```
INSERT INTO tb1(a,b) VALUES (100,200);
```

查询数据表 tb1 中的数据，结果如下：

```
mysql> SELECT * FROM tb1;
+------+------+------+------+
|   id |    a |    b |    c |
+------+------+------+------+
| NULL|  100 |  200 |  300 |
+------+------+------+------+
1 row in set (0.00 sec)
```

更新数据中的数据，语句如下：

10.5 综合案例

字段名	字段说明	数据类型
id	书编号	INT
name	书名	VARCHAR(50)
authors	作者	VARCHAR(100)
price	价格	FLOAT
pubdate	出版日期	YEAR
note	说明	VARCHAR(100)
num	库存	INT

id	name	authors	price	pubdate	note	num
1	Tal of AAA	Dickes	23	1995	novel	11
2	EmmaT	Jane lura	35	1993	joke	22
3	Story of Jane	Jane Tim	40	2001	novel	0
4	Lovey Day	George Byron	20	2005	novel	30
5	Old land	Honore Blade	30	2010	law	0
6	The Battle	Upton Sara	30	1999	medicine	40
7	Rose Hood	Richard haggard	28	2008	cartoon	28


```
#1、创建数据库 test01_library
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS test01_library
CHARACTER SET 'utf8';
# 指定使用哪个数据库
USE test01_library;
#2、创建表 books
CREATE TABLE books(
        id INT,
        name VARCHAR(50),
        `authors` VARCHAR(100) ,
        price FLOAT,
        pubdate YEAR ,
        note VARCHAR(100),
        num INT
);
#3、向 books 表中插入记录
#       1）不指定字段名称，插入第一条记录
INSERT INTO books
VALUES(1,'Tal of AAA','Dickes',23,1995,'novel',11);
#       2）指定所有字段名称，插入第二记录
INSERT INTO books (id,name,`authors`,price,pubdate,note,num)
VALUES(2,'EmmaT','Jane lura',35,1993,'Joke',22);
#       3）同时插入多条记录（剩下的所有记录）
INSERT INTO books (id,name,`authors`,price,pubdate,note,num)
VALUES
(3,'Story of Jane','Jane Tim',40,2001,'novel',0),
(4,'Lovey Day','George Byron',20,2005,'novel',30),
(5,'Old land','Honore Blade',30,2010,'Law',0),
(6,'The Battle','Upton Sara',30,1999,'medicine',40),
(7,'Rose Hood','Richard haggard',28,2008,'cartoon',28);
# 4、将小说类型 (novel) 的书的价格都增加 5。
UPDATE books SET price=price+5 WHERE note = 'novel';
# 5、将名称为 EmmaT 的书的价格改为 40，并将说明改为 drama。
UPDATE books SET price=40,note='drama' WHERE name='EmmaT';
# 6、删除库存为 0 的记录。
DELETE FROM books WHERE num=0;
# 7、统计书名中包含 a 字母的书
SELECT * FROM books WHERE name LIKE '%a%';
# 8、统计书名中包含 a 字母的书的数量和库存总量
SELECT COUNT(*),SUM(num) FROM books WHERE name LIKE '%a%';
```

```
# 9、找出“novel”类型的书，按照价格降序排列
SELECT * FROM books WHERE note = 'novel' ORDER BY price DESC;
# 10、查询图书信息，按照库存量降序排列，如果库存量相同的按照 note
升序排列
SELECT * FROM books ORDER BY num DESC,note ASC;
# 11、按照 note 分类统计书的数量
SELECT note,COUNT(*) FROM books GROUP BY note;
# 12、按照 note 分类统计书的库存量，显示库存量超过 30 本的
SELECT note,SUM(num) FROM books GROUP BY note HAVING
SUM(num)>30;
# 13、查询所有图书，每页显示 5 本，显示第二页
SELECT * FROM books LIMIT 5,5;
# 14、按照 note 分类统计书的库存量，显示库存量最多的
SELECT note,SUM(num) sum_num FROM books GROUP BY note
ORDER BY sum_num DESC LIMIT 0,1;
# 15、查询书名达到 10 个字符的书，不包括里面的空格
SELECT * FROM books WHERE CHAR_LENGTH(REPLACE(name,'
','',''))>=10;
/*
16、查询书名和类型，
其中 note 值为 novel 显示小说，law 显示法律，medicine 显示医药，
cartoon 显示卡通，joke 显示笑话
*/
SELECT name AS " 书名 " ,note, CASE note
WHEN 'novel' THEN ' 小说 '
WHEN 'law' THEN ' 法律 '
WHEN 'medicine' THEN ' 医药 '
WHEN 'cartoon' THEN ' 卡通 '
WHEN 'joke' THEN ' 笑话 '
END AS " 类型 "
FROM books;
# 17、查询书名、库存，其中 num 值超过 30 本的，显示滞销，大于 0 并
低于 10 的，显示畅销，为 0 的显示需要无货
SELECT name,num,CASE
WHEN num>30 THEN ' 滞销 '
WHEN num>0 AND num<10 THEN ' 畅销 '
WHEN num=0 THEN ' 无货 '
ELSE ' 正常 '
END AS " 库存状态 "
FROM books;
```



```
# 18、统计每一种 note 的库存量，并合计总量
SELECT IFNULL(note,' 合计总库存量 ') AS note,SUM(num) FROM books
GROUP BY note WITH
ROLLUP;
# 19、统计每一种 note 的数量，并合计总量
SELECT IFNULL(note,' 合 计 总 数 ') AS note,COUNT(*) FROM books
GROUP BY note WITH ROLLUP;
# 20、统计库存量前三名的图书
SELECT * FROM books ORDER BY num DESC LIMIT 0,3;
# 21、找出最早出版的一本书
SELECT * FROM books ORDER BY pubdate ASC LIMIT 0,1;
# 22、找出 novel 中价格最高的一本书
SELECT * FROM books WHERE note = 'novel' ORDER BY price DESC
LIMIT 0,1;
# 23、找出书名中字数最多的一本书，不含空格
SELECT * FROM books ORDER BY CHAR_LENGTH(REPLACE(name,' ',''))
DESC LIMIT 0,1;
```

十一　MySQL 数据类型精讲

11.1　MySQL 中的数据类型

类型	类型举例
整数类型	TINYINT、SMALLINT、MEDIUMINT、INT(或INTEGER)、BIGINT
浮点类型	FLOAT、DOUBLE
定点数类型	DECIMAL
位类型	BIT
日期时间类型	YEAR、TIME、DATE、DATETIME、TIMESTAMP
文本字符串类型	CHAR、VARCHAR、TINYTEXT、TEXT、MEDIUMTEXT、LONGTEXT
枚举类型	ENUM
集合类型	SET
二进制字符串类型	BINARY、VARBINARY、TINYBLOB、BLOB、 MEDIUMBLOB、LONGBLOB
JSON类型	JSON对象、JSON数组
空间数据类型	单值类型：GEOMETRY、POINT、LINESTRING、POLYGON； 集合类型：MULTIPOINT、MULTILINESTRING、MULTIPOLYGON、 GEOMETRYCOLLECTION

常见数据类型的属性，如下：

MySQL关键字	含义
NULL	数据列可包含NULL值
NOT NULL	数据列不允许包含NULL值
DEFAULT	默认值
PRIMARY KEY	主键
AUTO_INCREMENT	自动递增，适用于整数类型
UNSIGNED	无符号
CHARACTER SET name	指定一个字符集

11.2　整数类型

11.2.1　类型介绍

整数类型一共有 5 种，包括

TINYINT
SMALLINT
MEDIUMINT
INT（INTEGER）
BIGINT

它们的区别如下表所示：

整数类型	字节	有符号数取值范围	无符号数取值范围
TINYINT	1	-128~127	0~255
SMALLINT	2	-32768~32767	0~65535
MEDIUMINT	3	-8388608~8388607	0~16777215
INT、INTEGER	4	-2147483648~2147483647	0~4294967295
BIGINT	8	-9223372036854775808~9223372036854775807	0~18446744073709551615

11.2.2　可选属性

整数类型的可选属性有三个：

①：M

M：表示显示宽度，M 的取值范围是 (0，255)。例如 int(5)：当数据宽度小于 5 位的时候在数字前面需要用字符填满宽度。该项功能需要配合“ ZEROFILL ”使用，表示用“ 0 ”填满宽度，否则指定显示宽度无效。

如果设置了显示宽度，那么插入的数据宽度超过显示宽度限制，会不会截断或插入失败？

答案：不会对插入的数据有任何影响，还是按照类型的实际宽度进行保存，即显示宽度与类型可以存储的值范围无关。从 MySQL 8.0.17 开始，整数数据类型不推荐使用显示宽度属性。

整型数据类型可以在定义表结构时指定所需要的显示宽度，如果不指定，则系统为每一种类型指定默认的宽度值。

举例：

```
CREATE TABLE test_int1 ( x TINYINT,  y SMALLINT,  z MEDIUMINT,
m INT,  n BIGINT );
```

查看表结构 （MySQL5.7 中显式如下，MySQL8 中不再显式范围）

```
mysql> desc test_int1;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
x	tinyint(4)	YES		NULL	
y	smallint(6)	YES		NULL	
z	mediumint(9)	YES		NULL	
m	int(11)	YES		NULL	
n	bigint(20)	YES		NULL	

```
5 rows in set (0.00 sec)
```

TINYINT 有符号数和无符号数的取值范围分别为 -128~127 和 0~255，由于负号占了一个数字位，因此 TINYINT 默认的显示宽度为 4。同理，其他整数类型的默认显示宽度与其有符号数的最小值的宽度相同。

举例：

```
CREATE TABLE test_int2(
        f1 INT,
        f2 INT(5),
        f3 INT(5) ZEROFILL
)
DESC test_int2;
INSERT INTO test_int2(f1,f2,f3)
VALUES(1,123,123);
INSERT INTO test_int2(f1,f2)
VALUES(123456,123456);
INSERT INTO test_int2(f1,f2,f3)
VALUES(123456,123456,123456);
mysql> SELECT * FROM test_int2;
```

f1	f2	f3
1	123	00123
123456	123456	NULL
123456	123456	123456

```
3 rows in set (0.00 sec)
```


②：UNSIGNED

UNSIGNED：无符号类型（非负），所有的整数类型都有一个可选的属性 UNSIGNED（无符号属性），无符号整数类型的最小取值为 0。所以，如果需要在 MySQL 数据库中保存非负整数值时，可以将整数类型设置为无符号类型。

int 类型默认显示宽度为 int(11)，无符号 int 类型默认显示宽度为：int(10)。

```
CREATE TABLE test_int3(
        f1 INT UNSIGNED
);
mysql> desc test_int3;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
f1	int(10) unsigned	YES		NULL	

```
1 row in set (0.00 sec)
```

③ ZEROFILL

ZEROFILL：0 填充，（如果某列是 ZEROFILL，那么 MySQL 会自动为当前列添加 UNSIGNED 属性），如果指定了 ZEROFILL 只是表示不够 M 位时，用 0 在左边填充，如果超过 M 位，只要不超过数据存储范围即可。

原来，在 int(M) 中，M 的值跟 int(M) 所占多少存储空间并无任何关系。int(3)、int(4)、int(8) 在磁盘上都是占用 4 bytes 的存储空间。也就是说，int(M)，必须和 UNSIGNED ZEROFILL 一起使用才有意义。如果整数值超过 M 位，就按照实际位数存储。只是无须再用字符 0 进行填充。

11.2.3 适用场景

TINYINT：一般用于枚举数据，比如系统设定取值范围很小且固定的场景。

SMALLINT：可以用于较小范围的统计数据，比如统计工厂的固定资产库存数量等。

MEDIUMINT：用于较大整数的计算，比如车站每日的客流量等。

INT、INTEGER：取值范围足够大，一般情况下不用考虑超限问题，用得最多。比如商品编号。

BIGINT：只有当你处理特别巨大的整数时才会用到。比如双十一的交易量、大型门户网站点击量、证券公司衍生产品持仓等。

11.2.4 如何选择?

在评估用哪种整数类型的时候，你需要考虑存储空间和可靠性的平衡问题：一方 面，用占用字节数少的整数类型可以节省存储空间；另一方面，要是为了节省存储空间， 使用的整数类型取值范围太小，一旦遇到超出取值范围的情况，就可能引起系统错误，影响可靠性。

举个例子，商品编号采用的数据类型是 INT。原因就在于，客户门店中流通的商品种类较多，而且，每天都有旧商品下架，新商品上架，这样不断迭代，日积月累。

如果使用 SMALLINT 类型，虽然占用字节数比 INT 类型的整数少，但是却不能保证数据不会超出范围 65535。相反，使用 INT，就能确保有足够大的取值范围，不用担心数据超出范围影响可靠性的问题。

你要注意的是，在实际工作中，系统故障产生的成本远远超过增加几个字段存储空间所产生的成本。因此，我建议你首先确保数据不会超过取值范围，在这个前提之下，再去考虑如何节省存储空间。

11.3 浮点类型

11.3.1 类型介绍

浮点数和定点数类型的特点是可以处理小数，你可以把整数看成小数的一个特例。因此，浮点数和定点数的使用场景，比整数大多了。 MySQL 支持的浮点数类型，分别是 FLOAT、DOUBLE、REAL。

· FLOAT 表示单精度浮点数；

· DOUBLE 表示双精度浮点数；

类型	有符号取值范围	无符号取值范围	占有字节数
FLOAT	(-3.402823466E+38, -1.175494351E-38), 0, (1:175494351 E-38, 3.402823466351 E+38)	0, (1.175494351 E-38, 3.402823466 E+38)	4
DOUBLE	(-1.7976931348623157E+308, -2.2250738585072014E-308), 0, (2.2250738585072014E-308, 1.7976931348623157E+308)	0, (2.2250738585072014E-308, 1.7976931348623157E+308)	8

REAL 默认就是 DOUBLE。如果你把 SQL 模式设定为启用“ REAL_AS_FLOAT ”，那 么，MySQL 就认为 REAL 是 FLOAT。如果要启用“ REAL_AS_FLOAT ”， 可以通过以下 SQL 语句实现：

```
SET sql_mode = “REAL_AS_FLOAT”；
```

问题 1：FLOAT 和 DOUBLE 这两种数据类型的区别是啥呢？

FLOAT 占用字节数少，取值范围小；DOUBLE 占用字节数多，取值范围也大。

问题 2：为什么浮点数类型的无符号数取值范围，只相当于有符号数取值范围的一半，也就是只相当于有符号数取值范围大于等于零的部分呢？

MySQL 存储浮点数的格式为： 符号 (S) 、尾数 (M) 和 阶码 (E) 。因此，无论有没有符号，MySQL 的浮点数都会存储表示符号的部分。因此， 所谓的无符号数取值范围，其实就是有符号数取值范围大于等于零的部分。

11.3.2 数据精度说明

对于浮点类型，在MySQL中单精度值使用4个字节，双精度值使用8个字节。

· MySQL允许使用非标准语法（其他数据库未必支持，因此如果涉及到数据迁移，则最好不要这么用）：FLOAT(M,D) 或 DOUBLE(M,D)。这里，M称为精度，D称为标度。(M,D) 中 M=整数位+小数位，D=小数位。D<=M<=255，0<=D<=30。

· 例如，定义为FLOAT(5,2)的一个列可以显示为-999.99-999.99。如果超过这个范围会报错。

· FLOAT和DOUBLE类型在不指定(M,D)时，默认会按照实际的精度（由实际的硬件和操作系统决定）来显示。

· 说明：浮点类型，也可以加UNSIGNED，但是不会改变数据范围，例如：FLOAT(3,2) UNSIGNED仍然只能表示0-9.99的范围。

· 不管是否显式设置了精度(M,D)，这里MySQL的处理方案如下：

· 如果存储时，整数部分超出了范围，MySQL就会报错，不允许存这样的值。

· 如果存储时，小数点部分若超出范围，就分以下情况：

· 若四舍五入后，整数部分没有超出范围，则只警告，但能成功操作并四舍五入删除多余的小数位后保存。例如在FLOAT(5,2)列内插入999.009，近似结果是999.01。

· 若四舍五入后，整数部分超出范围，则MySQL报错，并拒绝处理。如FLOAT(5,2)列内插入999.995和-999.995都会报错。

· 从MySQL 8.0.17开始，FLOAT(M,D)和DOUBLE(M,D)用法在官方文档中已经明确不推荐使用，将来可能被移除。另外，关于浮点型FLOAT和DOUBLE的UNSIGNED也不推荐使用了，将来也可能被移除。

· 举例

```
CREATE TABLE test_double1(
f1 FLOAT,
f2 FLOAT(5,2),
f3 DOUBLE,
f4 DOUBLE(5,2)
);
DESC test_double1;
INSERT INTO test_double1
VALUES(123.456,123.456,123.4567,123.45);
#Out of range value for column 'f2' at row 1
INSERT INTO test_double1
VALUES(123.456,1234.456,123.4567,123.45);
SELECT * FROM test_double1;
```


11.3.3 精度误差说明

浮点数类型有个缺陷，就是不精准。下面我来重点解释一下为什么MySQL的浮点数不够精准。比如，我们设计一个表，有f1这个字段，插入值分别为0.47，0.44，0.19，我们期待的运行结果是：0.47 + 0.44 + 0.19 =1.1。而使用sum之后查询：

```
CREATE TABLE test_double2(
f1 DOUBLE
);
INSERT INTO test_double2
VALUES(0.47),(0.44),(0.19);
mysql> SELECT SUM(f1)
    -> FROM test_double2;
+--------------------+
| SUM(f1)            |
+--------------------+
| 1.0999999999999999 |
+--------------------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT SUM(f1) = 1.1,1.1 = 1.1
    -> FROM test_double2;
+-----------------+---------+
| SUM(f1) = 1.1   | 1.1 = 1.1 |
+-----------------+---------+
|               0 |       1 |
+-----------------+---------+
1 row in set (0.00 sec)
```

查询结果是1.0999999999999999。看到了吗？虽然误差很小，但确实有误差。 你也可以尝试把数据类型改成FLOAT，然后运行求和查询，得到的是， 1.0999999940395355。显然，误差更大了。

那么，为什么会存在这样的误差呢？问题还是出在MySQL对浮点类型数据的存储方式上。

MySQL用4个字节存储FLOAT类型数据，用8个字节来存储DOUBLE类型数据。无论哪个，都是采用二进制的方式来进行存储的。比如9.625，用二进制来表达，就是1001.101，或者表达成1.001101×2^3。如果尾数不是0或5（比如9.624），你就无法用一个二进制数来精确表达。进而，就只好在取值允许的范围内进行四舍五入。

在编程中，如果用到浮点数，要特别注意误差问题，因为浮点数是不准确的，所以我们要避免使用“=”来判断两个数是否相等。同时，在一些对精确度要求较高的项目中，千万不要使用浮点数，不然会导致结果错误，甚至是造成不可挽回的损失。那么，MySQL有没有精准的数据类型呢？当然有，这就是定点数类型：DECIMAL。

11.4 定点数类型

11.4.1 类型介绍

· MySQL 中的定点数类型只有 DECIMAL 一种类型。

数据类型	字节数	含义
DECIMAL(M,D),DEC,NUMERIC	M+2 字节	有效范围由 M 和 D 决定

使用 DECIMAL(M,D) 的方式表示高精度小数。其中，M 被称为精度，D 被称为标度。0<=M<=65，0<=D<=30，D<M。例如，定义 DECIMAL（5,2）的类型，表示该列取值范围是 -999.99~999.99。

· DECIMAL(M,D) 的最大取值范围与 DOUBLE 类型一样，但是有效的数据范围是由 M 和 D 决定的。

DECIMAL 的存储空间并不是固定的，由精度值 M 决定，总共占用的存储空间为 M+2 个字节。也就是说，在一些对精度要求不高的场景下，比起占用同样字节长度的定点数，浮点数表达的数值范围可以更大一些。

· 定点数在 MySQL 内部是以字符串的形式进行存储，这就决定了它一定是精准的。

· 当 DECIMAL 类型不指定精度和标度时，其默认为 DECIMAL(10,0)。当数据的精度超出了定点数类型的精度范围时，则 MySQL 同样会进行四舍五入处理。

· 浮点数 vs 定点数

· 浮点数相对于定点数的优点是在长度一定的情况下，浮点类型取值范围大，但是不精准，适用于需要取值范围大，又可以容忍微小误差的科学计算场景（比如计算化学、分子建模、流体动力学等）

· 定点数类型取值范围相对小，但是精准，没有误差，适合于对精度要求极高的场景 （比如涉及金额计算的场景）

· 举例

```
CREATE TABLE test_decimal1(
f1 DECIMAL,
f2 DECIMAL(5,2)
);
DESC test_decimal1;
INSERT INTO test_decimal1(f1,f2)
VALUES(123.123,123.456);
#Out of range value for column 'f2' at row 1
INSERT INTO test_decimal1(f2)
VALUES(1234.34);
```



```
mysql> SELECT * FROM test_decimal1;
+------+--------+
| f1   | f2     |
+------+--------+
|  123 | 123.46 |
+------+--------+
1 row in set (0.00 sec)
```

举例

我们运行下面的语句，把 test_double2 表中字段“ f1 ”的数据类型修改为 DECIMAL(5,2)：

```
ALTER TABLE test_double2
MODIFY f1 DECIMAL(5,2);
```

然后，我们再一次运行求和语句：

```
mysql> SELECT SUM(f1)
    -> FROM test_double2;
+---------+
| SUM(f1) |
+---------+
|    1.10 |
+---------+
1 row in set (0.00 sec)
mysql> SELECT SUM(f1) = 1.1
    -> FROM test_double2;
+-----------------+
| SUM(f1)= 1.1    |
+-----------------+
|               1 |
+-----------------+
1 row in set (0.00 sec)
```

11.4.2 开发中经验

“ 由于 DECIMAL 数据类型的精准性，在我们的项目中，除了极少数（比如商品编号）用到整数类型外，其他的数值都用的是 DECIMAL，原因就是这个项目所处的零售行业，要求精准，一分钱也不能差。 ”

——来自某项目经理

11.5 位类型：BIT

BIT 类型中存储的是二进制值，类似 010110。

二进制字符串类型	长度	长度范围	占用空间
BIT(M)	M	1 <= M <= 64	约为 (M + 7)/8 个字节

BIT 类型，如果没有指定 (M)，默认是 1 位。这个 1 位，表示只能存 1 位的二进制值。这里 (M) 是表示二进制的位数，位数最小值为 1，最大值为 64。

```
CREATE TABLE test_bit1(
f1 BIT,
f2 BIT(5),
f3 BIT(64)
);
INSERT INTO test_bit1(f1)
VALUES(1);
#Data too long for column 'f1' at row 1
INSERT INTO test_bit1(f1)
VALUES(2);
INSERT INTO test_bit1(f2)
VALUES(23);
```

注意：在向 BIT 类型的字段中插入数据时，一定要确保插入的数据在 BIT 类型支持的范围内。

· 使用 SELECT 命令查询位字段时，可以用 BIN() 或 HEX() 函数进行读取。

```
mysql> SELECT * FROM test_bit1;
```

f1	f2	f3
0x01	NULL	NULL
NULL	0x17	NULL

```
2 rows in set (0.00 sec)
mysql> SELECT BIN(f2),HEX(f2)
    -> FROM test_bit1;
```

BIN(f2)	HEX(f2)
NULL	NULL
10111	17

```
2 rows in set (0.00 sec)
mysql> SELECT f2 + 0
    -> FROM test_bit1;
```

f2 + 0
NULL
23

```
2 rows in set (0.00 sec)
```


11.6 日期与时间类型

日期与时间是重要的信息，在我们的系统中，几乎所有的数据表都用得到。原因是客户需要知道数据的时间标签，从而进行数据查询、统计和处理。

MySQL 有多种表示日期和时间的数据类型，不同的版本可能有所差异，MySQL 8.0 版本支持的日期和时间类型主要有：YEAR 类型、TIME 类型、DATE 类型、DATETIME 类型和 TIMESTAMP 类型。

· YEAR 类型通常用来表示年
· DATE 类型通常用来表示年、月、日
· TIME 类型通常用来表示时、分、秒
· DATETIME 类型通常用来表示年、月、日、时、分、秒
· TIMESTAMP 类型通常用来表示带时区的年、月、日、时、分、秒

类型	名称	字节	日期格式	最小值	最大值
YEAR	年	1	YYYY或YY	1901	2155
TIME	时间	3	HH:MM:SS	-838:59:59	838:59:59
DATE	日期	3	YYYY-MM-DD	1000-01-01	9999/12/3
DATETIME	日期时间	8	YYYY-MM-DD HH:MM:SS	1000-01-01 00:00:00	9999-12-31 23:59:59
TIMESTAMP	日期时间	4	YYYY-MM-DD HH:MM:SS	1970-01-01 00:00:00 UTC	2038-01-19 03:14:07UTC

可以看到，不同数据类型表示的时间内容不同、取值范围不同，而且占用的字节数也不一样，你要根据实际需要灵活选取。

为什么时间类型 TIME 的取值范围不是 -23:59:59 ～ 23:59:59 呢？原因是 MySQL 设计的 TIME 类型，不光表示一天之内的时间，而且可以用来表示一个时间间隔，这个时间间隔可以超过 24 小时。

11.6.1 YEAR 类型

YEAR 类型用来表示年份，在所有的日期时间类型中所占用的存储空间最小，只需要 1 个字节的存储空间。

在 MySQL 中，YEAR 有以下几种存储格式：

· 以 4 位字符串或数字格式表示 YEAR 类型，其格式为 YYYY，最小值为 1901，最大值为 2155。

· 以 2 位字符串格式表示 YEAR 类型，最小值为 00，最大值为 99。

· 当取值为 01 到 69 时，表示 2001 到 2069；

· 当取值为 70 到 99 时，表示 1970 到 1999；

· 当取值整数的 0 或 00 添加的话，那么是 0000 年；

· 当取值是日期 / 字符串的 '0' 添加的话，是 2000 年。

从 MySQL5.5.27 开始，2 位格式的 YEAR 已经不推荐使用。YEAR 默认格式就是 “ YYYY ”，没必要写成 YEAR(4)，从 MySQL 8.0.19 开始，不推荐使用指定显示宽度的 YEAR(4) 数据类型。

```
CREATE TABLE test_year(
    f1 YEAR,
    f2 YEAR(4)
);
mysql> DESC test_year;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
f1	year(4)	YES		NULL	
f2	year(4)	YES		NULL	

```
2 rows in set (0.00 sec)
INSERT INTO test_year
VALUES('2020','2021');
mysql> SELECT * FROM test_year;
```

f1	f2
2020	2021

```
1 rows in set (0.00 sec)
INSERT INTO test_year
VALUES('45','71');
INSERT INTO test_year
VALUES(0,'0');
mysql> SELECT * FROM test_year;
```

f1	f2
2020	2021
2045	1971
0000	2000

```
3 rows in set (0.00 sec)
```

11.6.2 DATE 类型

DATE 类型表示日期，没有时间部分，格式为 YYYY-MM-DD，其中，YYYY 表示年份，MM 表示月份，DD 表示日期。需要 3 个字节的存储空间。在向 DATE 类型的字段插入数据时，同样需要满足一定的格式条件。

· 以 YYYY-MM-DD 格式或者 YYYYMMDD 格式表示的字符串日期，其最小取值为 1000-01-01，最大取值为 9999-12-03。YYYYMMDD 格式会被转化为 YYYY-MM-DD 格式。

· 以 YY-MM-DD 格式或者 YYMMDD 格式表示的字符串日期，此格式中，年份为两位数值或字符串满足 YEAR 类型的格式条件为：当年份取值为 00 到 69 时，会被转化为 2000 到 2069；当年份取值为 70 到 99 时，会被转化为 1970 到 1999。

· 使用 CURRENT_DATE() 或者 NOW() 函数，会插入当前系统的日期。

举例：

创建数据表，表中只包含一个 DATE 类型的字段 f1。

```
CREATE TABLE test_date1(
    f1 DATE
);
Query OK, 0 rows affected (0.13 sec)
```

插入数据：

```
INSERT INTO test_date1
VALUES ('2020-10-01'), ('20201001'),(20201001);
INSERT INTO test_date1
VALUES ('00-01-01'), ('000101'), ('69-10-01'), ('691001'), ('70-01-01'),
('700101'),
('99-01-01'), ('990101');
INSERT INTO test_date1
VALUES (000301), (690301), (700301), (990301);
INSERT INTO test_date1
VALUES (CURRENT_DATE()), (NOW());
SELECT *
FROM test_date1;
```

11.6.3 TIME 类型

TIME 类型用来表示时间，不包含日期部分。在 MySQL 中，需要 3 个字节的存储空间来存储 TIME 类型的数据，可以使用“ HH:MM:SS ”格式来表示 TIME 类型，其中，HH 表示小时，MM 表示分钟，SS 表示秒。

在 MySQL 中，向 TIME 类型的字段插入数据时，也可以使用几种不同的格式。

· （1）可以使用带有冒号的字符串：

比如 ' D HH:MM:SS' 、' HH:MM:SS '、' HH:MM '、' D HH:MM '、' D HH ' 或 ' SS ' 格式，都能被正确地插入 TIME 类型的字段中。其中 D 表示天，其最小值为 0，最大值为 34。如果使用带有 D 格式的字符串插入 TIME 类型的字段时，D 会被转化为小时，计算格式为 D*24+HH。当使用带有冒号并且不带 D 的字符串表示时间时，表示当天的时间，比如 12:10 表示 12:10:00，而不是 00:12:10。

· （2）可以使用不带有冒号的字符串或者数字，格式为：' HHMMSS ' 或者 HHMMSS 。如果插入一个不合法的字符串或者数字，MySQL 在存储数据时，会将其自动转化为 00:00:00 进行存储。比如 1210，MySQL 会将最右边的两位解析成秒，表示 00:12:10，而不是 12:10:00。

· （3）使用 CURRENT_TIME() 或者 NOW() ，会插入当前系统的时间。

举例：

创建数据表，表中包含一个 TIME 类型的字段 f1。

```
CREATE TABLE test_time1(
      f1 TIME
);
Query OK, 0 rows affected (0.02 sec)
INSERT INTO test_time1
VALUES('2 12:30:29'), ('12:35:29'), ('12:40'), ('2 12:40'),('1 05'), ('45');
INSERT INTO test_time1
VALUES ('123520'), (124011),(1210);
INSERT INTO test_time1
VALUES (NOW()), (CURRENT_TIME());
SELECT * FROM test_time1;
```


11.6.4 DATETIME 类型

DATETIME 类型在所有的日期时间类型中占用的存储空间最大，总共需要 8 个字节的存储空间。在格式上为 DATE 类型和 TIME 类型的组合，可以表示为 YYYY - MM - DD HH:MM:SS ，其中 YYYY 表示年份，MM 表示月份，DD 表示日期，HH 表示小时，MM 表示分钟，SS 表示秒。

在向 DATETIME 类型的字段插入数据时，同样需要满足一定的格式条件。

· 以 YYYY - MM - DD HH:MM:SS 格式或者 YYYYMMDDHHMMSS 格式的字符串插入 DATETIME 类型的字段时，最小值为 1000 - 01 - 01 00:00:00，最大值为 9999 - 12 - 03 23:59:59。

· 以 YYYYMMDDHHMMSS 格式的数字插入 DATETIME 类型的字段时，会被转化为 YYYY - MM - DDHH:MM:SS 格式。

· 以 YY - MM - DD HH:MM:SS 格式或者 YYMMDDHHMMSS 格式的字符串插入 DATETIME 类型的字段时，两位数的年份规则符合 YEAR 类型的规则，00 到 69 表示 2000 到 2069；70 到 99 表示 1970 到 1999。

· 使用函数 CURRENT_TIMESTAMP() 和 NOW()，可以向 DATETIME 类型的字段插入系统的当前日期和时间。

举例：

创建数据表，表中包含一个 DATETIME 类型的字段 dt。

```
CREATE TABLE test_datetime1(
      dt DATETIME
);
Query OK, 0 rows affected (0.02 sec)
插入数据：
INSERT INTO test_datetime1
VALUES ('2021-01-01 06:50:30'), ('20210101065030');
INSERT INTO test_datetime1
VALUES ('99-01-01 00:00:00'), ('990101000000'), ('20-01-01 00:00:00'),
('200101000000');
INSERT INTO test_datetime1
VALUES (20200101000000), (200101000000), (19990101000000),
(990101000000);
INSERT INTO test_datetime1
VALUES (CURRENT_TIMESTAMP()), (NOW());
```

11.6.5 TIMESTAMP 类型

TIMESTAMP 类型也可以表示日期时间，其显示格式与 DATETIME 类型相同，都是 YYYY-MM-DD HH:MM:SS，需要 4 个字节的存储空间。但是 TIMESTAMP 存储的时间范围比 DATETIME 要小很多，只能存储“1970-01-01 00:00:01 UTC ”到“ 2038-01-19 03:14:07 UTC ”之间的时间。其中，UTC 表示世界统一时间，也叫作世界标准时间。

· 存储数据的时候需要对当前时间所在的时区进行转换，查询数据的时候再将时间转换回当前的时区。因此，使用 TIMESTAMP 存储的同一个时间值，在不同的时区查询时会显示不同的时间。

向 TIMESTAMP 类型的字段插入数据时，当插入的数据格式满足 YY-MM-DD HH:MM:SS 和 YYMMDDHHMMSS 时，两位数值的年份同样符合 YEAR 类型的规则条件，只不过表示的时间范围要小很多。

如果向 TIMESTAMP 类型的字段插入的时间超出了 TIMESTAMP 类型的范围，则 MySQL 会抛出错误信息。

举例：

创建数据表，表中包含一个 TIMESTAMP 类型的字段 ts。

```
CREATE TABLE test_timestamp1(
    ts TIMESTAMP
);
```

插入数据：

```
INSERT INTO test_timestamp1
VALUES ('1999-01-01 03:04:50'), ('19990101030405'), ('99-01-01 03:04:05'),
('990101030405');
INSERT INTO test_timestamp1
VALUES ('2020@01@01@00@00@00'), ('20@01@01@00@00@00');
INSERT INTO test_timestamp1
VALUES (CURRENT_TIMESTAMP()), (NOW());
#Incorrect datetime value
INSERT INTO test_timestamp1
VALUES ('2038-01-20 03:14:07');
```

TIMESTAMP 和 DATETIME 的区别：

· TIMESTAMP 存储空间比较小，表示的日期时间范围也比较小。

· 底层存储方式不同，TIMESTAMP 底层存储的是毫秒值，距离 1970-1-1 0:0:0 0 毫秒的毫秒值。

· 两个日期比较大小或日期计算时，TIMESTAMP 更方便、更快。

· TIMESTAMP 和时区有关。TIMESTAMP 会根据用户的时区不同，显示不同的结果。而 DATETIME 则只能反映出插入时当地的时区，其他时区的人查看数据必然会有误差的。


```
CREATE TABLE temp_time(
    d1 DATETIME,
    d2 TIMESTAMP
);
INSERT INTO temp_time VALUES('2021-9-2 14:45:52','2021-9-2 14:45:52');
INSERT INTO temp_time VALUES(NOW(),NOW());
mysql> SELECT * FROM temp_time;
```

d1	d2
2021-09-02 14:45:52	2021-09-02 14:45:52
2021-11-03 17:38:17	2021-11-03 17:38:17

```
2 rows in set (0.00 sec)
# 修改当前的时区
SET time_zone = '+9:00';
mysql> SELECT * FROM temp_time;
```

d1	d2
2021-09-02 14:45:52	2021-09-02 15:45:52
2021-11-03 17:38:17	2021-11-03 18:38:17

```
2 rows in set (0.00 sec)
```

11.6.6 开发中经验

用得最多的日期时间类型，就是 DATETIME 。虽然 MySQL 也支持 YEAR（年）、TIME（时间）、DATE（日期），以及 TIMESTAMP 类型，但是在实际项目中，尽量用 DATETIME 类型。因为这个数据类型包括了完整的日期和时间信息，取值范围也最大，使用起来比较方便。毕竟，如果日期时间信息分散在好几个字段，很不容易记，而且查询的时候，SQL 语句也会更加复杂。

此外，一般存注册时间、商品发布时间等，不建议使用 DATETIME 存储，而是使用时间戳，因为 DATETIME 虽然直观，但不便于计算。

11.7 文本字符串类型

在实际的项目中，我们还经常遇到一种数据，就是字符串数据。

MySQL 中，文本字符串总体上分为 CHAR、VARCHAR、TINYTEXT、TEXT、MEDIUMTEXT、LONGTEXT、ENUM、SET 等类型。

文本字符串类型	值的长度	长度范围	占用的存储空间
CHAR(M)	M	0<=M <=255	M个字节
VARCHAR(M)	M	0 <= M <=65535	M+1个字节
TINYTEXT	L	0<=L<=255	L+2个字节
TEXT	L	0<=L<=65535	L+2个字节
MEDIUMTEXT	L	0<=L<=16777215	L+3个字节
LONGTEXT	L	0<=L<=4294967295	L+4个字节
ENUM	L	1<=L<=65535	1或2个字节
SET	L	0<=L<=64	1,2,3,4或8个字节

11.7.1 CHAR 与 VARCHAR 类型

CHAR 和 VARCHAR 类型都可以存储比较短的字符串。

字符串(文本)类型	特点	长度	长度范围	占用的存储空间
CHAR(M)	固定长度	M	0 <= M <= 255	M个字节
VARCHAR(M)	可变长度	M	0 <= M <= 65535	(实际长度 + 1) 个字节

CHAR 类型：

· CHAR(M) 类型一般需要预先定义字符串长度。如果不指定 (M)，则表示长度默认是 1 个字符。

· 如果保存时，数据的实际长度比 CHAR 类型声明的长度小，则会在右侧填充空格以达到指定的长度。当 MySQL 检索 CHAR 类型的数据时，CHAR 类型的字段会去除尾部的空格。

· 定义 CHAR 类型字段时，声明的字段长度即为 CHAR 类型字段所占的存储空间的字节数。


```
CREATE TABLE test_char1(
        c1 CHAR,
        c2 CHAR(5)
);
DESC test_char1;
INSERT INTO test_char1
VALUES('a','Tom');
SELECT c1,CONCAT(c2,'***') FROM test_char1;
INSERT INTO test_char1(c2)
VALUES('a ');
SELECT CHAR_LENGTH(c2)
FROM test_char1;
```

VARCHAR 类型：

· VARCHAR(M) 定义时，必须指定长度 M，否则报错。

· MySQL4.0 版本以下，varchar(20)：指的是 20 字节，如果存放 UTF8 汉字时，只能存 6 个（每个汉字 3 字节）；MySQL5.0 版本以上，varchar(20)：指的是 20 字符。

· 检索 VARCHAR 类型的字段数据时，会保留数据尾部的空格。VARCHAR 类型的字段所占用的存储空间为字符串实际长度加 1 个字节。

```
CREATE TABLE test_varchar1(
        NAME VARCHAR # 错误
);
#Column length too big for column 'NAME' (max = 21845);
CREATE TABLE test_varchar2(
        NAME VARCHAR(65535) # 错误
);
CREATE TABLE test_varchar3(
        NAME VARCHAR(5)
);
INSERT INTO test_varchar3
VALUES(' 尚硅谷 '),(' 尚硅谷教育 ');
#Data too long for column 'NAME' at row 1
INSERT INTO test_varchar3
VALUES(' 尚硅谷 IT 教育 ');
```

哪些情况使用 CHAR 或 VARCHAR 更好？

类型	特点	空间上	时间上	适用场景
CHAR(M)	固定长度	浪费存储空间	效率高	存储不大，速度要求高
VARCHAR(M)	可变长度	节省存储空间	效率低	非CHAR的情况

情况 1：存储很短的信息。比如门牌号码 101，201……这样很短的信息应该用 char，因为 varchar 还要占个 byte 用于存储信息长度，本来打算节约存储的，结果得不偿失。

情况 2：固定长度的。比如使用 uuid 作为主键，那用 char 应该更合适。因为他固定长度，varchar 动态根据长度的特性就消失了，而且还要占个长度信息。

情况 3：十分频繁改变的 column。因为 varchar 每次存储都要有额外的计算，得到长度等工作，如果一个非常频繁改变的，那就要有很多的精力用于计算，而这些对于 char 来说是不需要的。

情况 4：具体存储引擎中的情况：

- **MyISAM** 数据存储引擎和数据列：MyISAM 数据表，最好使用固定长度 (CHAR) 的数据列代替可变长度 (VARCHAR) 的数据列。这样使得整个表静态化，从而使数据检索更快，用空间换时间。
- **MEMORY** 存储引擎和数据列：MEMORY 数据表目前都使用固定长度的数据行存储，因此无论使用 CHAR 或 VARCHAR 列都没有关系，两者都是作为 CHAR 类型处理的。
- **InnoDB** 存储引擎，建议使用 VARCHAR 类型。因为对于 InnoDB 数据表，内部的行存储格式并没有区分固定长度和可变长度列（所有数据行都使用指向数据列值的头指针），而且主要影响性能的因素是数据行使用的存储总量，由于 char 平均占用的空间多于 varchar，所以除了简短并且固定长度的，其他考虑 varchar。这样节省空间，对磁盘 I/O 和数据存储总量比较好。

11.7.2 TEXT 类型

在 MySQL 中，TEXT 用来保存文本类型的字符串，总共包含 4 种类型，分别为 TINYTEXT、TEXT、MEDIUMTEXT 和 LONGTEXT 类型。

在向 TEXT 类型的字段保存和查询数据时，系统自动按照实际长度存储，不需要预先定义长度。这一点和 VARCHAR 类型相同。

每种 TEXT 类型保存的数据长度和所占用的存储空间不同，如下：

文本字符串类型	特点	长度	长度范围	占用的存储空间
TINYTEXT	小文本、可变长度	L	0 <= L <= 255	L + 2 个字节
TEXT	文本、可变长度	L	0 <= L <= 65535	L + 2 个字节
MEDIUMTEXT	中等文本、可变长度	L	0 <= L <= 16777215	L + 3 个字节
LONGTEXT	大文本、可变长度	L	0 <= L<= 4294967295 (相当于4GB)	L + 4 个字节

由于实际存储的长度不确定，MySQL 不允许 TEXT 类型的字段做主键。遇到这种情况，你只能采用 CHAR(M)，或者 VARCHAR(M)。

举例：

创建数据表：

```
CREATE TABLE test_text(
	tx TEXT
);
INSERT INTO test_text
VALUES('atguigu ');
SELECT CHAR_LENGTH(tx)
FROM test_text; #10
```

说明在保存和查询数据时，并没有删除 TEXT 类型的数据尾部的空格。

开发中经验：

TEXT 文本类型，可以存比较大的文本段，搜索速度稍慢，因此如果不是特别大的内容，建议使用 CHAR，VARCHAR 来代替。还有 TEXT 类型不用加默认值，加了也没用。而且 text 和 blob 类型的数据删除后容易导致“ 空洞 ”，使得文件碎片比较多，所以频繁使用的表不建议包含 TEXT 类型字段，建议单独分出去，单独用一个表。

11.8 ENUM 类型

ENUM 类型也叫作枚举类型，ENUM 类型的取值范围需要在定义字段时进行指定。设置字段值时，ENUM 类型只允许从成员中选取单个值，不能一次选取多个值。

其所需要的存储空间由定义 ENUM 类型时指定的成员个数决定。

文本字符串类型	长度	长度范围	占用的存储空间
ENUM	L	1 <= L <= 65535	1或2个字节

· 当 ENUM 类型包含 1 ～ 255 个成员时，需要 1 个字节的存储空间；
· 当 ENUM 类型包含 256 ～ 65535 个成员时，需要 2 个字节的存储空间。
· ENUM 类型的成员个数的上限为 65535 个。

举例：

创建表如下：

```
CREATE TABLE test_enum(
    season ENUM(' 春 ',' 夏 ',' 秋 ',' 冬 ','unknow')
);
```

添加数据：

```
INSERT INTO test_enum
VALUES(' 春 '),(' 秋 ');
# 忽略大小写
INSERT INTO test_enum
VALUES('UNKNOW');
# 允许按照角标的方式获取指定索引位置的枚举值
INSERT INTO test_enum
VALUES('1'),(3);
# Data truncated for column 'season' at row 1
INSERT INTO test_enum
VALUES('ab');
# 当 ENUM 类型的字段没有声明为 NOT NULL 时，插入 NULL 也是有效的
INSERT INTO test_enum
VALUES(NULL);
```


11.9 SET 类型

SET 表示一个字符串对象，可以包含 0 个或多个成员，但成员个数的上限为 64 。设置字段值时，可以取取值范围内的 0 个或多个值。

当 SET 类型包含的成员个数不同时，其所占用的存储空间也是不同的，具体如下：

成员个数范围（L表示实际成员个数）	占用的存储空间
1 <= L <= 8	1个字节
9 <= L <= 16	2个字节
17 <= L <= 24	3个字节
25 <= L <= 32	4个字节
33 <= L <= 64	8个字节

SET 类型在存储数据时成员个数越多，其占用的存储空间越大。注意：SET 类型在选取成员时，可以一次选择多个成员，这一点与 ENUM 类型不同。

举例：

创建表：

```
CREATE TABLE test_set(
    s SET ('A', 'B', 'C')
);
```

向表中插入数据：

```
INSERT INTO test_set (s) VALUES ('A'), ('A,B');
# 插入重复的 SET 类型成员时，MySQL 会自动删除重复的成员
INSERT INTO test_set (s) VALUES ('A,B,C,A');
# 向 SET 类型的字段插入 SET 成员中不存在的值时，MySQL 会抛出错误。
INSERT INTO test_set (s) VALUES ('A,B,C,D');
SELECT *
FROM test_set;
```

举例：

```
CREATE TABLE temp_mul(
    gender ENUM(' 男 ',' 女 '),
    hobby SET(' 吃饭 ',' 睡觉 ',' 打豆豆 ',' 写代码 ')
);
INSERT INTO temp_mul VALUES(' 男 ',' 睡觉 , 打豆豆 '); # 成功
# Data truncated for column 'gender' at row 1
INSERT INTO temp_mul VALUES(' 男 , 女 ',' 睡觉 , 写代码 '); # 失败
# Data truncated for column 'gender' at row 1
INSERT INTO temp_mul VALUES(' 妖 ',' 睡觉 , 写代码 ');# 失败
INSERT INTO temp_mul VALUES(' 男 ',' 睡觉 , 写代码 , 吃饭 '); # 成功
```

11.10 二进制字符串类型

MySQL 中的二进制字符串类型主要存储一些二进制数据，比如可以存储图片、音频和视频等二进制数据。

MySQL 中支持的二进制字符串类型主要包括 BINARY、VARBINARY、TINYBLOB、BLOB、MEDIUMBLOB 和 LONGBLOB 类型。

BINARY 与 VARBINARY 类型：

BINARY 和 VARBINARY 类似于 CHAR 和 VARCHAR，只是它们存储的是二进制字符串。

BINARY (M) 为固定长度的二进制字符串，M 表示最多能存储的字节数，取值范围是 0~255 个字符。如果未指定 (M)，表示只能存储 1 个字节。例如 BINARY (8)，表示最多能存储 8 个字节，如果字段值不足 (M) 个字节，将在右边填充 '\0' 以补齐指定长度。

VARBINARY (M) 为可变长度的二进制字符串，M 表示最多能存储的字节数，总字节数不能超过行的字节长度限制 65535，另外还要考虑额外字节开销，VARBINARY 类型的数据除了存储数据本身外，还需要 1 或 2 个字节来存储数据的字节数。VARBINARY 类型必须指定 (M) ，否则报错。

二进制字符串类型	特点	值的长度	占用空间
BINARY(M)	固定长度	M （0 <= M <= 255）	M个字节
VARBINARY(M)	可变长度	M（0 <= M <= 65535）	M+1个字节

举例：

创建表：

```
CREATE TABLE test_binary1(
	f1 BINARY,
	f2 BINARY(3),
	# f3 VARBINARY,
	f4 VARBINARY(10)
);
```

添加数据：

```
INSERT INTO test_binary1(f1,f2)
VALUES('a','a');
INSERT INTO test_binary1(f1,f2)
VALUES(' 尚 ',' 尚 ');# 失败
INSERT INTO test_binary1(f2,f4)
VALUES('ab','ab');
```



```
mysql> SELECT LENGTH(f2),LENGTH(f4)
    -> FROM test_binary1;
```

LENGTH(f2)	LENGTH(f4)
3	NULL
3	2

```
2 rows in set (0.00 sec)
```

BLOB 类型

BLOB 是一个二进制大对象，可以容纳可变数量的数据。

MySQL 中的 BLOB 类型包括 TINYBLOB、BLOB、MEDIUMBLOB 和 LONGBLOB 4 种类型，它们可容纳值的最大长度不同。可以存储一个二进制的大对象，比如图片、音频和视频等。

需要注意的是，在实际工作中，往往不会在 MySQL 数据库中使用 BLOB 类型存储大对象数据，通常会将图片、音频和视频文件存储到服务器的磁盘上，并将图片、音频和视频的访问路径存储到 MySQL 中。

二进制字符串类型	值的长度	长度范围	占用空间
TINYBLOB	L	0 <= L <= 255	L + 1 个字节
BLOB	L	0 <= L <= 65535（相当于64KB）	L + 2 个字节
MEDIUMBLOB	L	0 <= L <= 16777215 （相当于16MB）	L + 3 个字节
LONGBLOB	L	0 <= L <= 4294967295（相当于4GB）	L + 4 个字节

举例：

```
CREATE TABLE test_blob1(
	id INT,
	img MEDIUMBLOB
);
```

TEXT 和 BLOB 的使用注意事项：

在使用 text 和 blob 字段类型时要注意以下几点，以便更好的发挥数据库的性能。

① BLOB 和 TEXT 值也会引起自己的一些问题，特别是执行了大量的删除或更新操作的时候。删除这种值会在数据表中留下很大的 " 空洞 "，以后填入这些 " 空洞 " 的记录可能长度不同。为了提高性能，建议定期使用 OPTIMIZE TABLE 功能对这类表进行碎片整理。

② 如果需要对大文本字段进行模糊查询，MySQL 提供了前缀索引。但是仍然要在不必要的时候避免检索大型的 BLOB 或 TEXT 值。

例如，SELECT * 查询就不是很好的想法，除非你能够确定作为约束条件的 WHERE 子句只会找到所需要的数据行。否则，你可能毫无目的地在网络上传输大量的值。

③ 把 BLOB 或 TEXT 列分离到单独的表中。在某些环境中，如果把这些数据列移动到第二张数据表中，可以让你把原数据表中的数据列转换为固定长度的数据行格式，那么它就是有意义的。这会减少主表中的碎片，使你得到固定长度数据行的性能优势。它还使你在主数据表上运行 SELECT * 查询的时候不会通过网络传输大量的 BLOB 或 TEXT 值。

11.11 JSON 类型

JSON（JavaScript Object Notation）是一种轻量级的数据交换格式。简洁和清晰的层次结构使得 JSON 成为理想的数据交换语言。它易于人阅读和编写，同时也易于机器解析和生成，并有效地提升网络传输效率。JSON 可以将 JavaScript 对象中表示的一组数据转换为字符串，然后就可以在网络或者程序之间轻松地传递这个字符串，并在需要的时候将它还原为各编程语言所支持的数据格式。

在 MySQL 5.7 中，就已经支持 JSON 数据类型。在 MySQL 8.x 版本中，JSON 类型提供了可以进行自动验证的 JSON 文档和优化的存储结构，使得在 MySQL 中存储和读取 JSON 类型的数据更加方便和高效。创建数据表，表中包含一个 JSON 类型的字段 js 。

```
CREATE TABLE test_json(
    js json
);
```

向表中插入 JSON 数据。

```
INSERT INTO test_json (js)
VALUES ('{"name":"songhk", "age":18, "address":{"province":"beijing",
"city":"beijing"}}');
```

查询 t19 表中的数据。

```
mysql> SELECT *
    -> FROM test_json;
```

js
{"age":18, "name":"songhk", "address":{"province":"beijing", "city":"beijing"}}

当需要检索 JSON 类型的字段中数据的某个具体值时，可以使用“ - > ”和“ - >> ”符号。

```
mysql> SELECT js -> '$.name' AS NAME,js -> '$.age' AS age ,js ->
'$.address.province'
AS province, js -> '$.address.city' AS city
    -> FROM test_json;
```

NAME	age	province	city
"songhk"	18	"beijing"	"beijing"

```
1 row in set (0.00 sec)
```

通过“ - > ”和“ - >> ”符号，从 JSON 字段中正确查询出了指定的 JSON 数据的值。

11.12 空间类型

MySQL 空间类型扩展支持地理特征的生成、存储和分析。这里的地理特征表示世界上具有位置的任何东西，可以是一个实体，例如一座山；可以是空间，例如一座办公楼；也可以是一个可定义的位置，

例如一个十字路口等等。MySQL 中使用 Geometry（几何） 来表示所有地理特征。Geometry 指一个点或点的集合，代表世界上任何具有位置的事物。

MySQL 的空间数据类型（Spatial Data Type）对应于 OpenGIS 类，包括单值类型：GEOMETRY、POINT、LINESTRING、POLYGON 以及集合类型：MULTIPOINT、MULTILINESTRING、MULTIPOLYGON、GEOMETRYCOLLECTION。

Geometry 是所有空间集合类型的基类，其他类型如 POINT、LINESTRING、POLYGON 都是 Geometry 的子类。

Point，顾名思义就是点，有一个坐标值。例如 POINT(121.213342 31.234532)，POINT(30 10)，坐标值支持 DECIMAL 类型，经度（longitude）在前，维度（latitude）在后，用空格分隔。

LineString，线，由一系列点连接而成。如果线从头至尾没有交叉，那就是简单的（simple）；如果起点和终点重叠，那就是封闭的（closed）。例如 LINESTRING(30 10,10 30,4040)，点与点之间用逗号分隔，一个点中的经纬度用空格分隔，与 POINT 格式一致。

Polygon，多边形。可以是一个实心平面形，即没有内部边界，也可以有空洞，类似纽扣。最简单的就是只有一个外边界的情况，例如 POLYGON((0 0,10 0,10 10, 0 10))。

11.13 小结及选择建议

在定义数据类型时，如果确定是整数，就用 INT；如果是小数，一定用定点数类型 DECIMAL(M,D)；如果是日期与时间，就用 DATETIME。

这样做的好处是，首先确保你的系统不会因为数据类型定义出错。不过，凡事都是有两面的，可靠性好，并不意味着高效。比如，TEXT 虽然使用方便，但是效率不如 CHAR(M) 和 VARCHAR(M)。

关于字符串的选择，建议参考如下阿里巴巴的《Java 开发手册》规范：阿里巴巴《Java 开发手册》之 MySQL 数据库：

· 任何字段如果为非负数，必须是 UNSIGNED

· 【强制】小数类型为 DECIMAL，禁止使用 FLOAT 和 DOUBLE。

· 说明：在存储的时候，FLOAT 和 DOUBLE 都存在精度损失的问题，很可能在比较值的时候，得到不正确的结果。如果存储的数据范围超过 DECIMAL 的范围，建议将数据拆成整数和小数并分开存储。

· 【强制】如果存储的字符串长度几乎相等，使用 CHAR 定长字符串类型。

· 【强制】VARCHAR 是可变长字符串，不预先分配存储空间，长度不要超过 5000。如果存储长度大于此值，定义字段类型为 TEXT，独立出来一张表，用主键来对应，避免影响其它字段索引效率。

十二　约　　束

12.1　约束 (constraint) 概述

12.1.1　为什么需要约束

数据完整性（Data Integrity）是指数据的精确性（Accuracy）和可靠性（Reliability）。它是防止数据库中存在不符合语义规定的数据和防止因错误信息的输入输出造成无效操作或错误信息而提出的。

为了保证数据的完整性，SQL 规范以约束的方式对表数据进行额外的条件限制。从以下四个方面考虑：

· 实体完整性（Entity Integrity）：

例如，同一个表中，不能存在两条完全相同无法区分的记录

· 域完整性（Domain Integrity）：

例如：年龄范围 0-120，性别范围“男 / 女”

· 引用完整性（Referential Integrity）：

例如：员工所在部门，在部门表中要能找到这个部门

· 用户自定义完整性（User-defined Integrity）：

例如：用户名唯一、密码不能为空等，本部门经理的工资不得高于本部门职工的平均工资的 5 倍。

12.1.2　什么是约束

约束是表级的强制规定。

可以在创建表时规定约束（通过 CREATE TABLE 语句），或者在表创建之后通过 ALTER TABLE 语句规定约束。

12.1.3　约束的分类

· 根据约束数据列的限制，约束可分为：
  · 单列约束：每个约束只约束一列；
  · 多列约束：每个约束可约束多列数据。
· 根据约束的作用范围，约束可分为：
  · 列级约束：只能作用在一个列上，跟在列的定义后面；
  · 表级约束：可以作用在多个列上，不与列一起，而是单独定义。

	位置	支持的约束类型	是否可以起约束名
列级约束：	列的后面	语法都支持，但外键没有效果	不可以
表级约束：	所有列的下面	默认和非空不支持，其他支持	可以（主键没有效果）

· 根据约束起的作用，约束可分为：
  · NOT NULL 非空约束，规定某个字段不能为空
  · UNIQUE 唯一约束，规定某个字段在整个表中是唯一的
  · PRIMARY KEY 主键 (非空且唯一) 约束
  · FOREIGN KEY 外键约束
  · CHECK 检查约束
  · DEFAULT 默认值约束

注意：MySQL 不支持 check 约束，但可以使用 check 约束，而没有任何效果

· 查看某个表已有的约束

```
#information_schema 数据库名（系统库）
#table_constraints 表名称（专门存储各个表的约束）
SELECT * FROM information_schema.table_constraints
WHERE table_name = ' 表名称 ';
```

12.2 非空约束

12.2.1 作用

限定某个字段 / 某列的值不允许为空

EMPLOYEE ID	LAST NAME	EMAIL	PHONE NUMBER	HIRE DATE	JOB ID	SALARY	DEPARTMENT_ID
100	King	SKING	515.123.4567	31945	AD PRES	24000	90
101	Kochhar	NKOCHHAR	515.123.4568	32772	AD VP	17000	90
102	De Haan	LDEHAAN	515.123.4569	33982	AD VP	17000	90
103	Hunold	AHUNOLD	590.423.4567	32876	IT PROG	9000	60
104	Ernst	BERNST	590.423.4568	33379	IT_PROG	6000	60
178	Grant	KGRANT	011.44.1644.429263	36304	SA REP	7000	
200	Whalen	JWHALEN	515.123.4444	32037	AD ASST	4400	10

NOT NULL 约束　　NOT NULL 约束　　无 NOT NULL 约束

12.2.2 关键字

NOT NULL

12.2.3 特点

· 默认，所有的类型的值都可以是 NULL，包括 INT、FLOAT 等数据类型。

· 非空约束只能出现在表对象的列上，只能某个列单独限定非空，不能组合非空。

· 一个表可以有很多列都分别限定了非空。

· 空字符串 '' 不等于 NULL，0 也不等于 NULL。

12.2.4 添加非空约束

建表时：

```
CREATE TABLE 表名称 (
    字段名 数据类型 ,
    字段名 数据类型 NOT NULL,
    字段名 数据类型 NOT NULL
);
```


举例：

```
CREATE TABLE emp(
    id INT(10) NOT NULL,
    NAME VARCHAR(20) NOT NULL,
    sex CHAR NULL
);
CREATE TABLE student(
    sid int,
    sname varchar(20) not null,
    tel char(11) ,
    cardid char(18) not null
);
insert into student values(1,'张三','13710011002','110222198912032545'); # 成功
insert into student values(2,' 李四 ','13710011002',null);# 身份证号为空
ERROR 1048 (23000): Column 'cardid' cannot be null
insert into student values(2,'李四',null,'110222198912032546');# 成功，tel 允许为空
insert into student values(3,null,null,'110222198912032547');# 失败
ERROR 1048 (23000): Column 'sname' cannot be null
```

建表后

```
alter table 表名称 modify 字段名 数据类型 not null;
```

举例：

```
ALTER TABLE emp
MODIFY sex VARCHAR(30) NOT NULL;
alter table student modify sname varchar(20) not null;
```

12.2.5 删除非空约束

```
alter table 表名称 modify 字段名 数据类型 NULL;# 去掉 not null，相当于修改某个非注解字段，该字段允许为空
或
alter table 表名称 modify 字段名 数据类型 ;# 去掉 not null，相当于修改某个非注解字段，该字段允许为空
```

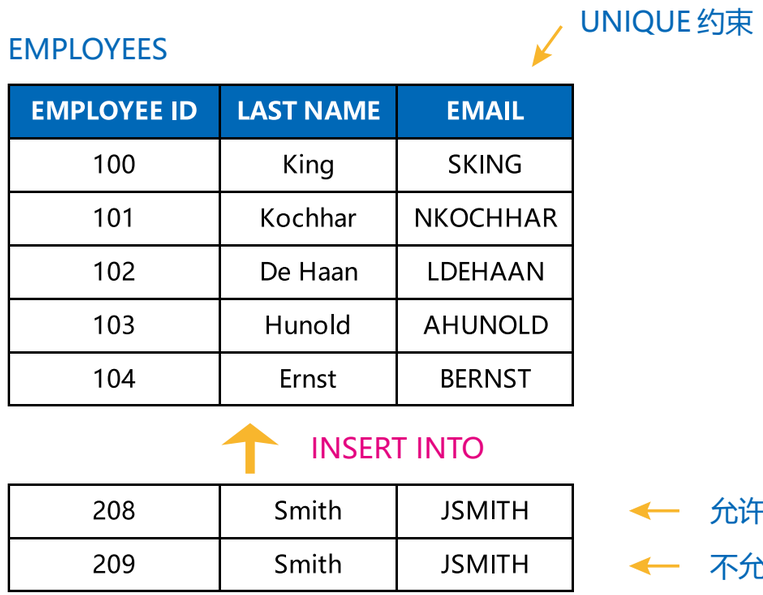
举例：

```
ALTER TABLE emp
MODIFY sex VARCHAR(30) NULL;
ALTER TABLE emp
MODIFY NAME VARCHAR(15) DEFAULT 'abc' NULL;
```

12.3 唯一性约束

12.3.1 作用

用来限制某个字段 / 某列的值不能重复。



唯一约束，允许存在多个空值：NULL。

12.3.2 关键字

UNIQUE

12.3.3 特点

· 同一个表可以有多个唯一约束。
· 唯一约束可以是某一个列的值唯一，也可以多个列组合的值唯一。
· 唯一性约束允许列值为空。
· 在创建唯一约束的时候，如果不给唯一约束命名，就默认和列名相同。
· MySQL 会给唯一约束的列上默认创建一个唯一索引。

12.3.4 添加非空约束

建表时：

```
create table 表名称 (
        字段名 数据类型 ,
        字段名 数据类型 unique,
        字段名 数据类型 unique key,
        字段名 数据类型
);
create table 表名称 (
        字段名 数据类型 ,
        字段名 数据类型 ,
        字段名 数据类型 ,
        [constraint 约束名 ] unique key( 字段名 )
);
```

举例：

```
create table student(
        sid int,
        sname varchar(20),
        tel char(11) unique,
        cardid char(18) unique key
);
CREATE TABLE t_course(
        cid INT UNIQUE,
        cname VARCHAR(100) UNIQUE,
        description VARCHAR(200)
);
CREATE TABLE USER(
        id INT NOT NULL,
        NAME VARCHAR(25),
        PASSWORD VARCHAR(16),
        -- 使用表级约束语法
        CONSTRAINT uk_name_pwd UNIQUE(NAME,PASSWORD)
);
```

表示用户名和密码组合不能重复

```
insert into student values(1,' 张三 ','13710011002','101223199012015623');
insert into student values(2,' 李四 ','13710011003','101223199012015624');
mysql> SELECT * FROM student;
```

sid	sname	tel	cardid
1	张三	13710011002	101223199012015623
2	李四	13710011003	101223199012015624

```
2 rows in set (0.00 sec)
insert into student values(3,'王五','13710011004','101223199012015624'); # 身份证号重复
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '101223199012015624' for key 'cardid'
insert into student values(3,'王五','13710011003','101223199012015625');
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '13710011003' for key 'tel'
```

建表后指定唯一键约束

```
# 字段列表中如果是一个字段，表示该列的值唯一。如果是两个或更多个字段，那么复合唯一，即多个字段的组合是唯一的
# 方式 1：
alter table 表名称 add unique key( 字段列表 );
# 方式 2：
alter table 表名称 modify 字段名 字段类型 unique;
```

举例：

```
ALTER TABLE USER
ADD UNIQUE(NAME,PASSWORD);
ALTER TABLE USER
ADD CONSTRAINT uk_name_pwd UNIQUE(NAME,PASSWORD);
ALTER TABLE USER
MODIFY NAME VARCHAR(20) UNIQUE;
```

举例：

```
create table student(
        sid int primary key,
        sname varchar(20),
        tel char(11) ,
        cardid char(18)
);
alter table student add unique key(tel);
alter table student add unique key(cardid);
```


12.3.5 关于复合唯一约束

```
create table 表名称 (
        字段名 数据类型 ,
        字段名 数据类型 ,
        字段名 数据类型 ,
        unique key( 字段列表 ) # 字段列表中写的是多个字段名，多个字段名用逗号分隔，表示那么是复合唯一，即多个字段的组合是唯一的
);
# 学生表
create table student(
        sid int, # 学号
        sname varchar(20), # 姓名
        tel char(11) unique key, # 电话
        cardid char(18) unique key # 身份证号
);
# 课程表
create table course(
        cid int, # 课程编号
        cname varchar(20) # 课程名称
);
# 选课表
create table student_course(
        id int,
        sid int,
        cid int,
        score int,
        unique key(sid,cid) # 复合唯一
);
insert into student values(1,'张三','13710011002','101223199012015623');# 成功
insert into student values(2,'李四','13710011003','101223199012015624');# 成功
insert into course values(1001,'Java'),(1002,'MySQL');# 成功
mysql> SELECT * FROM student;
```

sid	sname	tel	cardid
1	张三	13710011002	101223199012015623
2	李四	13710011003	101223199012015624

```
2 rows in set (0.00 sec)
```

```
mysql> SELECT * FROM course;
```

cid	cname
1001	Java
1002	MySQL

```
2 rows in set (0.00 sec)
insert into student_course values
(1, 1, 1001, 89),
(2, 1, 1002, 90),
(3, 2, 1001, 88),
(4, 2, 1002, 56);# 成功
mysql> SELECT * FROM student_course;
```

id	sid	cid	score
1	1	1001	89
2	1	1002	90
3	2	1001	88
4	2	1002	56

```
4 rows in set (0.00 sec)
insert into student_course values (5, 1, 1001, 88);# 失败
# ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '1-1001' for key 'sid'
# 违反 sid-cid 的复合唯一
```

12.3.6 删除唯一约束

· 添加唯一性约束的列上也会自动创建唯一索引。
· 删除唯一约束只能通过删除唯一索引的方式删除。
· 删除时需要指定唯一索引名，唯一索引名就和唯一约束名一样。
· 如果创建唯一约束时未指定名称，如果是单列，就默认和列名相同；如果是组合列，那么默认和 () 中排在第一个的列名相同。也可以自定义唯一性约束名。

```
SELECT * FROM information_schema.table_constraints WHERE table_
name = ' 表名 '; # 查看都有哪些约束
ALTER TABLE USER
DROP INDEX uk_name_pwd;
```

注意：可以通过 show index from 表名称 ; 查看表的索引

12.4 PRIMARY KEY 约束

12.4.1 作用

用来唯一标识表中的一行记录。

12.4.2 关键字

PRIMARY KEY

12.4.3 特点

· 主键约束相当于唯一约束 + 非空约束的组合，主键约束列不允许重复，也不允许出现空值。

DEPARTMENTS

PRIMARY KEY

DEPARTMENT ID	DEPARTMENT NAME	MANAGER ID	LOCATION ID
10	Administration	200	1700
20	Marketing	201	1800
50	Shipping	124	1500
60	IT	103	1400
80	Sales	149	2500

不允许 (空值)　　INSERT INTO

	Public Accounting		1400
50	Finance	124	1500

不允许 (50 已经存在)

· 一个表最多只能有一个主键约束，建立主键约束可以在列级别创建，也可以在表级别上创建。
· 主键约束对应着表中的一列或者多列（复合主键）
· 如果是多列组合的复合主键约束，那么这些列都不允许为空值，并且组合的值不允许重复。
· MySQL 的主键名总是 PRIMARY，就算自己命名了主键约束名也没用。
· 当创建主键约束时，系统默认会在所在的列或列组合上建立对应的主键索引（能够根据主键查询的，就根据主键查询，效率更高）。如果删除主键约束了，主键约束对应的索引就自动删除了。
· 需要注意的一点是，不要修改主键字段的值。因为主键是数据记录的唯一标识，如果修改了主键的值，就有可能会破坏数据的完整性。

12.4.4 添加主键约束

（1）建表时指定主键约束

```
create table 表名称 (
        字段名 数据类型 primary key, # 列级模式
        字段名 数据类型 ,
        字段名 数据类型
);
create table 表名称 (
        字段名 数据类型 ,
        字段名 数据类型 ,
        字段名 数据类型 ,
        [constraint 约束名 ] primary key( 字段名 ) # 表级模式
);
```

举例：

```
create table temp(
        id int primary key,
        name varchar(20)
);
mysql> desc temp;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	int(11)	NO	PRI	NULL	
name	varchar(20)	YES		NULL	

```
2 rows in set (0.00 sec)
insert into temp values(1,' 张三 ');# 成功
insert into temp values(2,' 李四 ');# 成功
mysql> SELECT * FROM temp;
```

id	name
1	张三
2	李四

```
2 rows in set (0.00 sec)
insert into temp values(1,' 张三 ');# 失败
ERROR 1062 (23000): Duplicate（重复） entry（键入，输入） '1' for
key 'PRIMARY'
insert into temp values(1,' 王五 ');# 失败
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '1' for key 'PRIMARY'
insert into temp values(3,' 张三 ');# 成功
mysql> SELECT * FROM temp;
```

id	name
1	张三
2	李四
3	张三

```
3 rows in set (0.00 sec)
insert into temp values(4,null);# 成功
insert into temp values(null,' 李琦 ');# 失败
ERROR 1048 (23000): Column 'id' cannot be null
mysql> SELECT * FROM temp;
```

id	name
1	张三
2	李四
3	张三
4	NULL

```
4 rows in set (0.00 sec)
# 演示一个表建立两个主键约束
create table temp(
        id int primary key,
        name varchar(20) primary key
);
ERROR 1068 (42000): Multiple（多重的） primary key defined（定义）
```

再举例：列级约束

```
CREATE TABLE emp4(
        id INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT ,
        NAME VARCHAR(20)
);
```

表级约束

```
CREATE TABLE emp5(
        id INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
        NAME VARCHAR(20),
        pwd VARCHAR(15),
        CONSTRAINT emp5_id_pk PRIMARY KEY(id)
);
```

（2）建表后增加主键约束

```
ALTER TABLE 表名称 ADD PRIMARY KEY( 字段列表 ); # 字段列表可以是
一个字段，也可以是多个字段，如果是多个字段的话，是复合主键
ALTER TABLE student ADD PRIMARY KEY (sid);
ALTER TABLE emp5 ADD PRIMARY KEY(NAME,pwd);
```

12.4.5 关于复合主键

```
create table 表名称 (
        字段名 数据类型 ,
        字段名 数据类型 ,
        字段名 数据类型 ,
        primary key( 字段名 1, 字段名 2) # 表示字段 1 和字段 2 的组合是唯一的,
也可以有更多个字段
);
# 学生表
create table student(
        sid int primary key, # 学号
        sname varchar(20) # 学生姓名
);
# 课程表
create table course(
        cid int primary key, # 课程编号
        cname varchar(20) # 课程名称
);
# 选课表
create table student_course(
        sid int,
        cid int,
        score int,
        primary key(sid,cid) # 复合主键
);
insert into student values(1,' 张三 '),(2,' 李四 ');
insert into course values(1001,'Java'),(1002,'MySQL');
mysql> SELECT * FROM student;
```

id	name
1	张三
2	李四

```
2 rows in set (0.00 sec)
mysql> SELECT * FROM course;
```

cid	cname
1001	Java
1002	MySQL

```
2 rows in set (0.00 sec)
insert into student_course values(1, 1001, 89),(1,1002,90),(2,1001,88),
(2,1002,56);
mysql> SELECT * FROM student_course;
```

sid	cid	score
1	1001	89
1	1002	90
2	1001	88
2	1002	56

```
4 rows in set (0.00 sec)
insert into student_course values(1, 1001, 100);
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '1-1001' for key 'PRIMARY'
mysql> desc student_course;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
sid	int(11)	NO	PRI	NULL	
cid	int(11)	NO	PRI	NULL	
score	int(11)	YES		NULL	

```
3 rows in set (0.00 sec)
```

再举例

```
CREATE TABLE emp6(
        id INT NOT NULL,
        NAME VARCHAR(20),
        pwd VARCHAR(15),
        CONSTRAINT emp7_pk PRIMARY KEY(NAME,pwd)
);
```

12.4.6 删除主键约束

```
alter table 表名称 drop primary key;
```

举例：

```
ALTER TABLE student DROP PRIMARY KEY;
ALTER TABLE emp5 DROP PRIMARY KEY;
```

说明：删除主键约束，不需要指定主键名，因为一个表只有一个主键，删除主键约束后，非空还存在。

12.5 自增列：AUTO_INCREMENT

12.5.1 作用

某个字段的值自增。

12.5.2 关键字

AUTO_INCREMENT

12.5.3 特点和要求

（1）一个表最多只能有一个自增长列。
（2）当需要产生唯一标识符或顺序值时，可设置自增长。
（3）自增长列约束的列必须是键列（主键列，唯一键列）。
（4）自增约束的列的数据类型必须是整数类型。
（5）如果自增列指定了 0 和 null，会在当前最大值的基础上自增；如果自增列手动指定了具体值，直接赋值为具体值。

错误演示：

```
create table employee(
	eid int auto_increment,
	ename varchar(20)
);
# ERROR 1075 (42000): Incorrect table definition; there can be only one auto column and it must be defined as a key
create table employee(
	eid int primary key,
	ename varchar(20) unique key auto_increment
);
# ERROR 1063 (42000): Incorrect column specifier for column 'ename'
因为 ename 不是整数类型
```


12.5.4 如何指定自增约束

（1）建表时

```
create table 表名称 (
	字段名 数据类型 primary key auto_increment,
	字段名 数据类型 unique key not null,
	字段名 数据类型 unique key,
	字段名 数据类型 not null default 默认值 ,
);
create table 表名称 (
	字段名 数据类型 default 默认值 ,
	字段名 数据类型 unique key auto_increment,
	字段名 数据类型 not null default 默认值 ,,
	primary key( 字段名 )
);
create table employee(
	eid int primary key auto_increment,
	ename varchar(20)
);
mysql> desc employee;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
eid	int(11)	NO	PRI	NULL	auto_increment
ename	varchar(20)	YES		NULL	

2 rows in set (0.00 sec)

（2）建表后

```
alter table 表名称 modify 字段名 数据类型 auto_increment;
例如：
create table employee(
	eid int primary key ,
	ename varchar(20)
);
alter table employee modify eid int auto_increment;
mysql> desc employee;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
eid	int(11)	NO	PRI	NULL	auto_increment
ename	varchar(20)	YES		NULL	

2 rows in set (0.00 sec)

12.5.5 如何删除自增约束

```
#alter table 表名称 modify 字段名 数据类型 auto_increment;# 给这个字段增加自增约束
alter table 表名称 modify 字段名 数据类型 ; # 去掉 auto_increment 相当于删除
alter table employee modify eid int;
mysql> desc employee;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
eid	int(11)	NO	PRI	NULL	
ename	varchar(20)	YES		NULL	

2 rows in set (0.00 sec)

12.5.6 MySQL 8.0 新特性—自增变量的持久化

在 MySQL 8.0 之前，自增主键 AUTO_INCREMENT 的值如果大于 max(primary key)+1，在 MySQL 重启后，会重置 AUTO_INCREMENT= max(primary key)+1，这种现象在某些情况下会导致业务主键冲突或者其他难以发现的问题。下面通过案例来对比不同的版本中自增变量是否持久化。

在 MySQL 5.7 版本中，测试步骤如下：

创建的数据表中包含自增主键的 id 字段，语句如下：

```
CREATE TABLE test1(
    id INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT
);
```

插入 4 个空值，执行如下：

```
INSERT INTO test1
VALUES(0),(0),(0),(0);
```

查询数据表 test1 中的数据，结果如下：

```
mysql> SELECT * FROM test1;
```

id
1
2
3
4

4 rows in set (0.00 sec)

删除 id 为 4 的记录，语句如下：

```
DELETE FROM test1 WHERE id = 4;
```

再次插入一个空值，语句如下：

```
INSERT INTO test1 VALUES(0);
```


查询此时数据表 test1 中的数据，结果如下：

```
mysql> SELECT * FROM test1;
```

id
1
2
3
5

4 rows in set (0.00 sec)

从结果可以看出，虽然删除了 id 为 4 的记录，但是再次插入空值时，并没有重用被删除的 4，而是分配了 5。删除 id 为 5 的记录，结果如下：

```
DELETE FROM test1 where id=5;
```

重启数据库，重新插入一个空值。

```
INSERT INTO test1 values(0);
```

再次查询数据表 test1 中的数据，结果如下：

```
mysql> SELECT * FROM test1;
```

id
1
2
3
4

4 rows in set (0.00 sec)

从结果可以看出，新插入的 0 值分配的是 4，按照重启前的操作逻辑，此处应该分配 6。出现上述结果的主要原因是自增主键没有持久化。在 MySQL 5.7 系统中，对于自增主键的分配规则，是由 InnoDB 数据字典内部一个计数器来决定的，而该计数器只在内存中维护，并不会持久化到磁盘中。当数据库重启时，该计数器会被初始化。

在 MySQL 8.0 版本中，上述测试步骤最后一步的结果如下：

```
mysql> SELECT * FROM test1;
```

id
1
2
3
6

4 rows in set (0.00 sec)

从结果可以看出，自增变量已经持久化了。

MySQL 8.0 将自增主键的计数器持久化到重做日志中。每次计数器发生改变，都会将其写入重做日志中。如果数据库重启，InnoDB 会根据重做日志中的信息来初始化计数器的内存值。

12.6 FOREIGN KEY 约束

12.6.1 作用

限定某个表的某个字段的引用完整性。
比如：员工表的员工所在部门的选择，必须在部门表能找到对应的部分。

DEPARTMENTS

DEPARTMENT ID	DEPARTMENT_NAME	MANAGER ID	LOCATION_ID
10	Administration	200	1700
20	Marketing	201	1800
50	Shipping	124	1500
60	ПТ	103	1400
80	Sales	149	2500

PRIMARY KEY

EMPLOYEES

EMPLOYEE_ID	LAST NAME	DEPARTMENT ID
100	King	90
101	Kochhar	90
102	De Haan	90
103	Hunold	60
104	Ernst	60
107	Lorentz	60

FOREIGN KEY

INSERT INTO

200	Ford	9	不存在 (9) 不存在
201	Ford	60	允许

12.6.2 关键字

FOREIGN KEY

12.6.3 主表和从表 / 父表和子表

主表（父表）：被引用的表，被参考的表
从表（子表）：引用别人的表，参考别人的表
例如：员工表的员工所在部门这个字段的值要参考部门表：部门表是主表，员工表是从表。
例如：学生表、课程表、选课表：选课表的学生和课程要分别参考学生表和课程表，学生表和课程表是
主表，选课表是从表。

12.6.4 特点

（1）从表的外键列，必须引用 / 参考主表的主键或唯一约束的列
为什么？因为被依赖 / 被参考的值必须是唯一的。
（2）在创建外键约束时，如果不给外键约束命名，默认名不是列名，而是自动产生一个外键名（例如 student_ibfk_1;），也可以指定外键约束名。
（3）创建 (CREATE) 表时就指定外键约束的话，先创建主表，再创建从表。
（4）删表时，先删从表（或先删除外键约束），再删除主表。
（5）当主表的记录被从表参照时，主表的记录将不允许删除，如果要删除数据，需要先删除从表中依赖该记录的数据，然后才可以删除主表的数据。
（6）在“从表”中指定外键约束，并且一个表可以建立多个外键约束。
（7）从表的外键列与主表被参照的列名字可以不相同，但是数据类型必须一样，逻辑意义一致。如果类型不一样，创建子表时，就会出现错误“ERROR 1005 (HY000): Can't create table'database.tablename'(errno: 150) ”。
例如：都是表示部门编号，都是 int 类型。
（8）当创建外键约束时，系统默认会在所在的列上建立对应的普通索引。但是索引名是外键的约束名。（根据外键查询效率很高）
（9）删除外键约束后，必须手动删除对应的索引

12.6.5 添加外键约束

（1）建表时

```
create table 主表名称 (
        字段 1 数据类型 primary key,
        字段 2 数据类型
);
create table 从表名称 (
        字段 1 数据类型 primary key,
        字段 2 数据类型 ,
        [CONSTRAINT < 外键约束名称 >] FOREIGN KEY (从表的某个字段)
references 主表名 ( 被参考字段 )
);
#( 从表的某个字段 ) 的数据类型必须与主表名 ( 被参考字段 ) 的数据类型一致，逻辑意义也一样
#( 从表的某个字段 ) 的字段名可以与主表名 ( 被参考字段 ) 的字段名一样，也可以不一样
-- FOREIGN KEY: 在表级指定子表中的列
-- REFERENCES: 标示在父表中的列
create table dept( # 主表
did int primary key, # 部门编号
dname varchar(50) # 部门名称
);
create table emp(# 从表
eid int primary key, # 员工编号
ename varchar(5), # 员工姓名
deptid int, # 员工所在的部门
foreign key (deptid) references dept(did) # 在从表中指定外键约束
#emp 表的 deptid 和和 dept 表的 did 的数据类型一致，意义都是表示部门的编号
);
```

说明：

（1）主表 dept 必须先创建成功，然后才能创建 emp 表，指定外键成功。

（2）删除表时，先删除从表 emp，再删除主表 dept

（2）建表后

一般情况下，表与表的关联都是提前设计好了的，因此，会在创建表的时候就把外键约束定义好。不过，如果需要修改表的设计（比如添加新的字段，增加新的关联关系），但没有预先定义外键约束，那么，就要用修改表的方式来补充定义。

格式：

```
ALTER TABLE 从表名 ADD [CONSTRAINT 约束名 ] FOREIGN KEY ( 从表的字段 ) REFERENCES 主表名 ( 被引用
字段 ) [on update xx][on delete xx];
```

举例：

```
ALTER TABLE emp1
ADD [CONSTRAINT emp_dept_id_fk] FOREIGN KEY(dept_id)
REFERENCES dept(dept_id);
```

举例：

```
create table dept(
        did int primary key, # 部门编号
        dname varchar(50) # 部门名称
);
create table emp(
        eid int primary key, # 员工编号
        ename varchar(5), # 员工姓名
        deptid int # 员工所在的部门
);
# 这两个表创建时，没有指定外键的话，那么创建顺序是随意
alter table emp add foreign key (deptid) references dept(did);
```

12.6.6 演示问题

（1）失败：不是键列

```
create table dept(
        did int , # 部门编号
        dname varchar(50) # 部门名称
);
create table emp(
        eid int primary key, # 员工编号
        ename varchar(5), # 员工姓名
        deptid int, # 员工所在的部门
        foreign key (deptid) references dept(did)
);
#ERROR 1215 (HY000): Cannot add foreign key constraint 原因是 dept 的 did 不是键列
```

（2）失败：数据类型不一致

```
create table dept(
	did int primary key, # 部门编号
	dname varchar(50) # 部门名称
);
create table emp(
	eid int primary key, # 员工编号
	ename varchar(5), # 员工姓名
	deptid char, # 员工所在的部门
	foreign key (deptid) references dept(did)
);
#ERROR 1215 (HY000): Cannot add foreign key constraint 原因是从表的 deptid 字段和主表的 did 字段的数据类型不一致，并且要它俩的逻辑意义一致
```

（3）成功，两个表字段名一样

```
create table dept(
	did int primary key, # 部门编号
	dname varchar(50) # 部门名称
);
create table emp(
	eid int primary key, # 员工编号
	ename varchar(5), # 员工姓名
	did int, # 员工所在的部门
	foreign key (did) references dept(did)
#emp 表的 deptid 和和 dept 表的 did 的数据类型一致，意义都是表示部门的编号是否重名没问题，因为两个 did 在不同的表中
);
```


（4）添加、删除、修改问题

```
create table dept(
	did int primary key, # 部门编号
	dname varchar(50) # 部门名称
);
create table emp(
	eid int primary key, # 员工编号
	ename varchar(5), # 员工姓名
	deptid int, # 员工所在的部门
	foreign key (deptid) references dept(did)
#emp 表的 deptid 和和 dept 表的 did 的数据类型一致，意义都是表示部门的编号
);
insert into dept values(1001,' 教学部 ');
insert into dept values(1003, ' 财务部 ');
insert into emp values(1,' 张三 ',1001); # 添加从表记录成功，在添加这条记录时，要求部门表有 1001 部门
insert into emp values(2,' 李四 ',1005);# 添加从表记录失败
ERROR 1452 (23000): Cannot add（添加） or update（修改） a child row: a foreign key constraint fails (`atguigudb`.`emp`, CONSTRAINT `emp_ibfk_1` FOREIGN KEY (`deptid`) REFERENCES `dept` (`did`)) 从表 emp 添加记录失败，因为主表 dept 没有 1005 部门
mysql> SELECT * FROM dept;
```

did	dname
1001	教学部
1003	财务部

```
2 rows in set (0.00 sec)
mysql> SELECT * FROM emp;
```

eid	ename	deptid
1	张三	1001

```
1 row in set (0.00 sec)
```

```
update emp set deptid = 1002 where eid = 1;# 修改从表失败
ERROR 1452 (23000): Cannot add（添加） or update（修改） a child
row（子表的记录）: a
foreign key constraint fails（外键约束失败）(`atguigudb`.`emp`,
CONSTRAINT `emp_ibfk_1`
FOREIGN KEY (`deptid`) REFERENCES `dept` (`did`)) # 部门表 did 字段
现在没有 1002 的值，所以员工表中不能修改员工所在部门 deptid 为 1002
update dept set did = 1002 where did = 1001;# 修改主表失败
ERROR 1451 (23000): Cannot delete（删除） or update（修改） a
parent row（父表的记录）: a
foreign key constraint fails (`atguigudb`.`emp`, CONSTRAINT `emp_
ibfk_1` FOREIGN KEY
(`deptid`) REFERENCES `dept` (`did`)) # 部门表 did 的 1001 字段已经被
emp 引用了，所以部门表的 1001 字段就不能修改了。
update dept set did = 1002 where did = 1003;# 修改主表成功 因为部
门表的 1003 部门没有被 emp 表引用，所以可以修改
delete FROM dept where did=1001; # 删除主表失败
ERROR 1451 (23000): Cannot delete（删除） or update（修改） a
parent row（父表记录）: a
foreign key constraint fails (`atguigudb`.`emp`, CONSTRAINT `emp_
ibfk_1` FOREIGN KEY
(`deptid`) REFERENCES `dept` (`did`)) # 因为部门表 did 的 1001 字段已
经被 emp 引用了，所以部门表的 1001 字段对应的记录就不能被删除
```

总结：约束关系是针对双方的

- 添加了外键约束后，主表的修改和删除数据受约束。
- 添加了外键约束后，从表的添加和修改数据受约束。
- 在从表上建立外键，要求主表必须存在。
- 删除主表时，要求从表从表先删除，或将从表中外键引用该主表的关系先删除。

12.6.7 约束等级

Cascade 方式：在父表上 update/delete 记录时，同步 update/delete 掉子表的匹配记录。

Set null 方式：在父表上 update/delete 记录时，将子表上匹配记录的列设为 null，但是要注意子表的外键列不能为 not null。

No action 方式：如果子表中有匹配的记录，则不允许对父表对应候选键进行 update/delete 操作。

Restrict 方式：同 no action，都是立即检查外键约束。

Set default 方式（在可视化工具 SQLyog 中可能显示空白）：父表有变更时，子表将外键列设置成一个默认的值，但 Innodb 不能识别

如果没有指定等级，就相当于 Restrict 方式。

对于外键约束，最好是采用：ON UPDATE CASCADE ON DELETE RESTRICT 的方式。

（1）演示 1：on update cascade on delete set null

```
create table dept(
    did int primary key, # 部门编号
    dname varchar(50) # 部门名称
);
create table emp(
    eid int primary key, # 员工编号
    ename varchar(5), # 员工姓名
    deptid int, # 员工所在的部门
    foreign key (deptid) references dept(did) on update cascade on
delete set null
# 把修改操作设置为级联修改等级，把删除操作设置为 set null 等级
);
insert into dept values(1001,' 教学部 ');
insert into dept values(1002, ' 财务部 ');
insert into dept values(1003, ' 咨询部 ');
insert into emp values(1,' 张三 ',1001); # 在添加这条记录时，要求部门表
有 1001 部门
insert into emp values(2,' 李四 ',1001);
insert into emp values(3,' 王五 ',1002);
mysql> SELECT * FROM dept;
mysql> SELECT * FROM emp;
```

```
# 修改主表成功，从表也跟着修改，修改了主表被引用的字段 1002 为 1004，从表的引用字段就跟着修改为 1004 了
mysql> update dept set did = 1004 where did = 1002;
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)
Rows matched: 1 Changed: 1 Warnings: 0
mysql> SELECT * FROM dept;
```

did	dname
1001	教学部
1003	咨询部
1004	财务部

```
# 原来是 1002，修改为 1004
3 rows in set (0.00 sec)
mysql> SELECT * FROM emp;
```

eid	ename	deptid
1	张三	1001
2	李四	1001
3	王五	1004

```
# 原来是 1002，跟着修改为 1004
3 rows in set (0.00 sec)
# 删除主表的记录成功，从表对应的字段的值被修改为 null
mysql> delete FROM dept where did = 1001;
Query OK, 1 row affected (0.01 sec)
mysql> SELECT * FROM dept;
```

did	dname
1003	咨询部
1004	财务部

```
# 记录 1001 部门被删除了
2 rows in set (0.00 sec)
mysql> SELECT * FROM emp;
```

eid	ename	deptid
1	张三	NULL
2	李四	NULL
3	王五	1004

```
# 原来引用 1001 部门的员工，deptid 字段变为 null
3 rows in set (0.00 sec)
```


（2）演示 2：on update set null on delete cascade

```
create table dept(
        did int primary key, # 部门编号
        dname varchar(50) # 部门名称
);
create table emp(
        eid int primary key, # 员工编号
        ename varchar(5), # 员工姓名
        deptid int, # 员工所在的部门
        foreign key (deptid) references dept(did) on update set null on delete cascade
# 把修改操作设置为 set null 等级，把删除操作设置为级联删除等级
);
insert into dept values(1001,' 教学部 ');
insert into dept values(1002, ' 财务部 ');
insert into dept values(1003, ' 咨询部 ');
insert into emp values(1,' 张三 ',1001); # 在添加这条记录时，要求部门表有 1001 部门
insert into emp values(2,' 李四 ',1001);
insert into emp values(3,' 王五 ',1002);
mysql> SELECT * FROM dept;
```

did	dname
1001	教学部
1003	咨询部
1004	财务部

```
3 rows in set (0.00 sec)
mysql> SELECT * FROM emp;
```

eid	ename	deptid
1	张三	1001
2	李四	1001
3	王五	1002

```
3 rows in set (0.00 sec)
# 修改主表，从表对应的字段设置为 null
mysql> update dept set did = 1004 where did = 1002;
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)
Rows matched: 1 Changed: 1 Warnings: 0
```

```
mysql> SELECT * FROM dept;
```

did	dname
1001	教学部
1003	咨询部
1004	财务部

```
# 原来 did 是 1002
3 rows in set (0.00 sec)
mysql> SELECT * FROM emp;
```

eid	ename	deptid
1	张三	1001
2	李四	1001
3	王五	NULL

```
# 原来 deptid 是 1002，因为部门表 1002 被修改了，1002 没有对应的了，就设置为 null
3 rows in set (0.00 sec)
# 删除主表的记录成功，主表的 1001 行被删除了，从表相应的记录也被删除了
mysql> delete FROM dept where did=1001;
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)
mysql> SELECT * FROM dept;
```

did	dname
1003	咨询部
1004	财务部

```
# 部门表中 1001 部门被删除
2 rows in set (0.00 sec)
mysql> SELECT * FROM emp;
```

eid	ename	deptid
3	王五	NULL

```
# 原来 1001 部门的员工也被删除了
1 row in set (0.00 sec)
```


（3）演示：on update cascade on delete cascade

```
create table dept(
        did int primary key, # 部门编号
        dname varchar(50) # 部门名称
);
create table emp(
        eid int primary key, # 员工编号
        ename varchar(5), # 员工姓名
        deptid int, # 员工所在的部门
        foreign key (deptid) references dept(did) on update cascade on delete cascade
# 把修改操作设置为级联修改等级，把删除操作也设置为级联删除等级
);
insert into dept values(1001,' 教学部 ');
insert into dept values(1002, ' 财务部 ');
insert into dept values(1003, ' 咨询部 ');
insert into emp values(1,' 张三 ',1001); # 在添加这条记录时，要求部门表有 1001 部门
insert into emp values(2,' 李四 ',1001);
insert into emp values(3,' 王五 ',1002);
mysql> SELECT * FROM dept;
```

did	dname
1001	教学部
1003	咨询部
1004	财务部

```
3 rows in set (0.00 sec)
mysql> SELECT * FROM emp;
```

eid	ename	deptid
1	张三	1001
2	李四	1001
3	王五	1002

```
3 rows in set (0.00 sec)
# 修改主表，从表对应的字段自动修改
mysql> update dept set did = 1004 where did = 1002;
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)
Rows matched: 1 Changed: 1 Warnings: 0
```

```
mysql> SELECT * FROM dept;
```

did	dname
1001	教学部
1003	咨询部
1004	财务部

```
# 部门 1002 修改为 1004
3 rows in set (0.00 sec)
mysql> SELECT * FROM emp;
```

eid	ename	deptid
1	张三	1001
2	李四	1001
3	王五	1004

```
3 rows in set (0.00 sec)
# 删除主表的记录成功，主表的 1001 行被删除了，从表相应的记录也被删除了
mysql> delete FROM dept where did=1001;
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)
mysql> SELECT * FROM dept;
```

did	dname
1003	咨询部
1004	财务部

```
#1001 部门被删除了
2 rows in set (0.00 sec)
mysql> SELECT * FROM emp;
```

eid	ename	deptid
3	王五	NULL

```
#1001 部门的员工也被删除了
1 row in set (0.00 sec)
```


12.6.8 删除外键约束

流程如下：

（1）第一步先查看约束名和删除外键约束 SELECT * FROM information_schema.table_constraints WHERE table_name = '表名称';# 查看某个表的约束名 ALTER TABLE 从表名 DROP FOREIGN KEY 外键约束名；

（2）第二步查看索引名和删除索引。（注意，只能手动删除）SHOW INDEX FROM 表名称；# 查看某个表的索引名 ALTER TABLE 从表名 DROP INDEX 索引名；

举例：

```
mysql> SELECT * FROM information_schema.table_constraints WHERE table_name = 'emp';

mysql> alter table emp drop foreign key emp_ibfk_1;
Query OK, 0 rows affected (0.02 sec)
Records: 0 Duplicates: 0 Warnings: 0

mysql> show index FROM emp;
mysql> alter table emp drop index deptid;
Query OK, 0 rows affected (0.01 sec)
Records: 0 Duplicates: 0 Warnings: 0
mysql> show index FROM emp;
```

12.6.9 开发场景

问题 1：如果两个表之间有关系（一对一、一对多），比如：员工表和部门表（一对多），它们之间是否一定要建外键约束？
答：不是的

问题 2：建和不建外键约束有什么区别？
答：建外键约束，你的操作（创建表、删除表、添加、修改、删除）会受到限制，从语法层面受到限制。例如：在员工表中不可能添加一个员工信息，它的部门的值在部门表中找不到。
不建外键约束，你的操作（创建表、删除表、添加、修改、删除）不受限制，要保证数据的 引用完整 性，只能依 靠程序员的自觉，或者是 在 Java 程序中进行限定 。例如：在员工表中，可以添加一个员工的信息，它的部门指定为一个完全不存在的部门。

问题 3：那么建和不建外键约束和查询有没有关系？
答：没有

在 MySQL 里，外键约束是有成本的，需要消耗系统资源。对于大并发的 SQL 操作，有可能会不适合。比如大型网站的中央数据库，可能会因为外键约束的系统开销而变得非常慢。所以，MySQL 允许你不使用系统自带的外键约束，在应用层面完成检查数据一致性的逻辑。也就是说，即使你不用外键约束，也要想办法通过应用层面的附加逻辑，来实现外键约束的功能，确保数据的一致性。

12.6.10 阿里开发规范

【强制】不得使用外键与级联，一切外键概念必须在应用层解决。
说明：（概念解释）学生表中的 student_id 是主键，那么成绩表中的 student_id 则为外键。如果更新学生表中的 student_id，同时触发成绩表中的 student_id 更新，即为级联更新。外键与级联更新适用于单 机低并发，不适合分布式、 高并发集群；级联更新是强阻塞，存在数据库更新风暴的风险；外键影响数据库的插入速度 。

12.7 CHECK 约束

12.7.1 作用

检查某个字段的值是否符号 xx 要求，一般指的是值的范围。

12.7.2 关键字

CHECK

12.7.3 说明：MySQL 5.7 不支持

MySQL5.7 可以使用 check 约束，但 check 约束对数据验证没有任何作用。添加数据时，没有任何错误或警告但是 MySQL 8.0 中可以使用 check 约束了。

```
create table employee(
    eid int primary key,
    ename varchar(5),
    gender char check (' 男 ' or ' 女 ')
);

insert into employee values(1,' 张三 ',' 妖 ');
mysql> SELECT * FROM employee;
```

eid	ename	gender
1	张三	妖

```
1 row in set (0.00 sec)
```

再举例

```
CREATE TABLE temp(
    id INT AUTO_INCREMENT,
    NAME VARCHAR(20),
    age INT CHECK(age > 20),
    PRIMARY KEY(id)
)
```

再举例

```
age tinyint check(age >20) 或 sex char(2) check(sex in(‘男’,‘女’))
```

再举例

```
CHECK(height>=0 AND height<3)
```

12.8 DEFAULT 约束

12.8.1 作用

给某个字段 / 某列指定默认值，一旦设置默认值，在插入数据时，如果此字段没有显式赋值，则赋值为默认值。

12.8.2 关键字

DEFAULT

12.8.3 如何给字段加默认值

（1）建表时

```
create table 表名称 (
    字段名 数据类型 primary key,
    字段名 数据类型 unique key not null,
    字段名 数据类型 unique key,
    字段名 数据类型 not null default 默认值 ,
);

create table 表名称 (
    字段名数据类型 default 默认值 ,
    字段名数据类型 not null default 默认值 ,
    字段名 数据类型 not null default 默认值 ,
    primary key( 字段名 ),
    unique key( 字段名 )
);
```

说明：默认值约束一般不在唯一键和主键列上加

```
create table employee(
    eid int primary key,
    ename varchar(20) not null,
    gender char default ' 男 ',
    tel char(11) not null default '' # 默认是空字符串
);
```



```
mysql> desc employee;
```

Field	Type	Null	key	Default	Extra
eid	int(11)	NO	PRI	NULL	
ename	varchar(20)	NO		NULL	
gender	char(1)	YES		男	
tel	char(11)	NO			

```
4 rows in set (0.00 sec)
insert into employee values(1,' 汪飞 ',' 男 ','13700102535'); # 成功
mysql> SELECT * FROM employee;
```

eid	ename	gender	tel
1	汪飞	男	13700102535

```
1 row in set (0.00 sec)
insert into employee(eid,ename) values(2,' 天琪 '); # 成功
mysql> SELECT * FROM employee;
```

eid	ename	gender	tel
1	汪飞	男	13700102535
2	天琪	男	

```
2 rows in set (0.00 sec)
insert into employee(eid,ename) values(3,' 二虎 ');
#ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '' for key 'tel'
# 如果 tel 有唯一性约束的话会报错，如果 tel 没有唯一性约束，可以添加成功
```

再举例：

```
CREATE TABLE myemp(
    id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    NAME VARCHAR(15),
    salary DOUBLE(10,2) DEFAULT 2000
);
```

（2）建表后

```
alter table 表名称 modify 字段名 数据类型 default 默认值 ;
# 如果这个字段原来有非空约束，你还保留非空约束，那么在加默认值约束时，还得保留非空约束，否则非空约束就被删除了
# 同理，在给某个字段加非空约束也一样，如果这个字段原来有默认值约束，你想保留，也要在 modify 语句中保留默认值约束，否则就删除了
alter table 表名称 modify 字段名 数据类型 default 默认值 not null;
```

```
create table employee(
        eid int primary key,
        ename varchar(20),
        gender char,
        tel char(11) not null
);

mysql> desc employee;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
eid	int(11)	NO	PRI	NULL	
ename	varchar(20)	YES		NULL	
gender	char(1)	YES		NULL	
tel	char(11)	NO		NULL	

```
4 rows in set (0.00 sec)
alter table employee modify gender char default ' 男 ';
# 给 gender 字段增加默认值约束
alter table employee modify tel char(11) default '';
# 给 tel 字段增加默认值约束
mysql> desc employee;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
eid	int(11)	NO	PRI	NULL	
ename	varchar(20)	YES		NULL	
gender	char(1)	YES		男	
tel	char(11)	YES			

```
4 rows in set (0.00 sec)
alter table employee modify tel char(11) default '' not null;
# 给 tel 字段增加默认值约束，并保留非空约束
mysql> desc employee;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
eid	int(11)	NO	PRI	NULL	
ename	varchar(20)	YES		NULL	
gender	char(1)	YES		男	
tel	char(11)	NO			

```
4 rows in set (0.00 sec)
```


12.8.4 如何删除默认值约束

```
alter table 表名称 modify 字段名 数据类型 ;
# 删除默认值约束，也不保留非空约束
alter table 表名称 modify 字段名 数据类型 not null;
# 删除默认值约束，保留非空约束
alter table employee modify gender char;
# 删除 gender 字段默认值约束，如果有非空约束，也一并删除
alter table employee modify tel char(11) not null;
# 删除 tel 字段默认值约束，保留非空约束
mysql> desc employee;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
eid	int(11)	NO	PRI	NULL	
ename	varchar(20)	YES		NULL	
gender	char(1)	YES		NULL	
tel	char(11)	NO		NULL	

```
4 rows in set (0.00 sec)
```

12.9 面试

面试 1、为什么建表时，加 not null default '' 或 default 0

答：不想让表中出现 null 值。

面试 2、为什么不想要 null 的值

答：（1）不好比较。null 是一种特殊值，比较时只能用专门的 is null 和 is not null 来比较。碰到运算符，通常返回 null。

（2）效率不高。影响提高索引效果。因此，我们往往在建表时 not null default '' 或 default 0

面试 3、带 AUTO_INCREMENT 约束的字段值是从 1 开始的吗？ 在 MySQL 中，默认 AUTO_INCREMENT 的初始值是 1，每新增一条记录，字段值自动加 1。设置自增属性（AUTO_INCREMENT）的时候，还可以指定第一条插入记录的自增字段的值，这样新插入的记录的自增字段值从初始值开始递增，如在表中插入第一条记录，同时指定 id 值为 5，则以后插入的记录的 id 值就会从 6 开始往上增加。添加主键约束时，往往需要设置字段自动增加属性。

面试 4、并不是每个表都可以任意选择存储引擎？外键约束（FOREIGN KEY）不能跨引擎使用。MySQL 支持多种存储引擎，每一个表都可以指定一个不同的存储引擎，需要注意的是：外键约束是用来保证数据的参照完整性的，如果表之间需要关联外键，却指定了不同的存储引擎，那么这些表之间是不能创建外键约束的。所以说，存储引擎的选择也不完全是随意的。

十三　视　　图

13.1　常见的数据库对象

对象	描述
表(TABLE)	表是存储数据的逻辑单元，以行和列的形式存在，列就是字段，行就是记录
数据字典	就是系统表，存放数据库相关信息的表。系统表的数据通常由数据库系统维护，程序员通常不应该修改，只可查看
约束(CONSTRAINT)	执行数据校验的规则，用于保证数据完整性的规则
视图(VIEW)	一个或者多个数据表里的数据的逻辑显示，视图并不存储数据
索引(INDEX)	用于提高查询性能，相当于书的目录
存储过程(PROCEDURE)	用于完成一次完整的业务处理，没有返回值，但可通过传出参数将多个值传给调用环境
存储函数(FUNCTION)	用于完成一次特定的计算，具有一个返回值
触发器(TRIGGER)	相当于一个事件监听器，当数据库发生特定事件后，触发器被触发，完成相应的处理

13.2　视图概述

13.2.1　为什么使用视图?

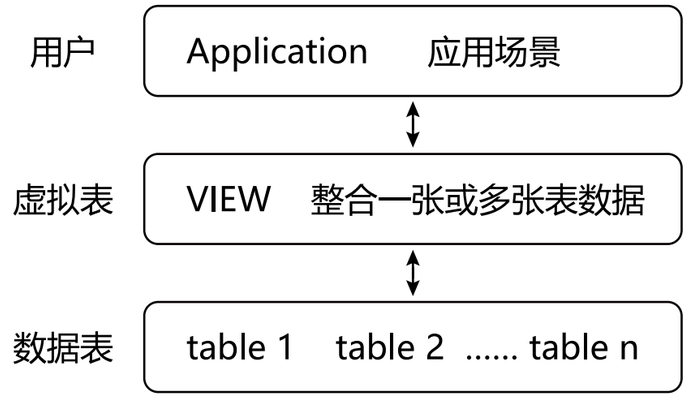
视图一方面可以帮我们使用表的一部分而不是所有的表，另一方面也可以针对不同的用户制定不同的查询视图。比如，针对一个公司的销售人员，我们只想给他看部分数据，而某些特殊的数据，比如采购的价格，则不会提供给他。再比如，人员薪酬是个敏感的字段，那么只给某个级别以上的人员开放，其他人的查询视图中则不提供这个字段。

刚才讲的只是视图的一个使用场景，实际上视图还有很多作用。最后，我们总结视图的优点。

13.2.2　视图的理解

· 视图是一种虚拟表，本身是不具有数据的，占用很少的内存空间，它是 SQL 中的一个重要概念。

· 视图建立在已有表的基础上，视图赖以建立的这些表称为基表。



· 向视图提供数据内容的语句为 SELECT 语句，可以将视图理解为存储起来的 SELECT 语句

· 在数据库中，视图不会保存数据，数据真正保存在数据表中。当对视图中的数据进行增加、删除和修改操作时，数据表中的数据会相应地发生变化；反之亦然。

· 视图，是向用户提供基表数据的另一种表现形式。通常情况下，小型项目的数据库可以不使用视图，但是在大型项目中，以及数据表比较复杂的情况下，视图的价值就凸显出来了，它可以帮助我们把经常查询的结果集放到虚拟表中，提升使用效率。理解和使用起来都非常方便。

13.3 创建视图

在 CREATE VIEW 语句中嵌入子查询

```
CREATE [OR REPLACE]
[ALGORITHM = {UNDEFINED | MERGE | TEMPTABLE}]
VIEW 视图名称 [( 字段列表 )]
AS 查询语句
[WITH [CASCADED|LOCAL] CHECK OPTION]
```

精简版

```
CREATE VIEW 视图名称
AS 查询语句
```

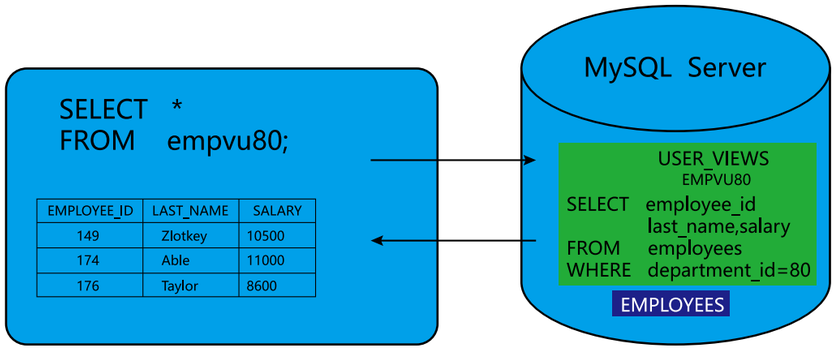
13.3.1 创建单表视图

举例：

```
CREATE VIEW empvu80
AS
SELECT employee_id, last_name, salary
FROM employees
WHERE department_id = 80;
```

查询视图：

```
SELECT *
FROM salvu80;
```



举例：

```
CREATE VIEW emp_year_salary (ename,year_salary)
AS
SELECT ename,salary*12*(1+IFNULL(commission_pct,0))
FROM t_employee;
```

查询视图：

```
CREATE VIEW salvu50
AS
SELECT employee_id ID_NUMBER, last_name NAME,salary*12 ANN_
SALARY
FROM employees
WHERE department_id = 50;
```

说明 1：实际上就是我们在 SQL 查询语句的基础上封装了视图 View，这样就会基于 SQL 语句的结果集形成一张虚拟表。

说明 2：在创建视图时，没有在视图名后面指定字段列表，则视图中字段列表默认和 SELECT 语句中的字段列表一致。如果 SELECT 语句中给字段取了别名，那么视图中的字段名和别名相同。

13.3.2 创建多表联合视图

举例：

```
CREATE VIEW empview
AS
SELECT employee_id emp_id,last_name NAME,department_name
FROM employees e,departments d
WHERE e.department_id = d.department_id;
CREATE VIEW emp_dept
AS
SELECT ename,dname
FROM t_employee LEFT JOIN t_department
ON t_employee.did = t_department.did;
CREATE VIEW dept_sum_vu
(name, minsal, maxsal, avgsal)
AS
SELECT d.department_name, MIN(e.salary), MAX(e.salary),AVG(e.
salary)
FROM employees e, departments d
WHERE e.department_id = d.department_id
GROUP BY d.department_name;
```

· 利用视图对数据进行格式化

我们经常需要输出某个格式的内容，比如我们想输出员工姓名和对应的部门名，对应格式为 emp_name(department_name)，就可以使用视图来完成数据格式化的操作：

```
CREATE VIEW emp_depart
AS
SELECT CONCAT(last_name,'(',department_name,')') AS emp_dept
FROM employees e JOIN departments d
WHERE e.department_id = d.department_id
```

13.3.3 基于视图创建视图

当我们创建好一张视图之后，还可以在它的基础上继续创建视图。

举例：联合“ emp_dept ”视图和“ emp_year_salary ”视图查询员工姓名、部门名称、年薪信息创建“ emp_dept_ysalary ”视图。

```
CREATE VIEW emp_dept_ysalary
AS
SELECT emp_dept.ename,dname,year_salary
FROM emp_dept INNER JOIN emp_year_salary
ON emp_dept.ename = emp_year_salary.ename;
```

13.4 查看视图

语法 1：查看数据库的表对象、视图对象

```
SHOW TABLES;
```

语法 2：查看视图的结构

```
DESC / DESCRIBE 视图名称 ;
```

语法 3：查看视图的属性信息

```
# 查看视图信息（显示数据表的存储引擎、版本、数据行数和数据大小等）
SHOW TABLE STATUS LIKE ' 视图名称 '\G
```

执行结果显示，注释 Comment 为 VIEW，说明该表为视图，其他的信息为 NULL，说明这是一个虚表。

语法 4：查看视图的详细定义信息

```
SHOW CREATE VIEW 视图名称 ;
```


13.5 更新视图的数据

13.5.1 一般情况

MySQL 支持使用 INSERT、UPDATE 和 DELETE 语句对视图中的数据进行插入、更新和删除操作。当视图中的数据发生变化时，数据表中的数据也会发生变化，反之亦然。

举例：UPDATE 操作

```
mysql> SELECT ename,tel FROM emp_tel WHERE ename = ' 孙洪亮 ';
```

ename	tel
孙洪亮	13789098765

```
1 row in set (0.01 sec)
mysql> UPDATE emp_tel SET tel = '13789091234' WHERE ename = '
孙洪亮 ';
Query OK, 1 row affected (0.01 sec)
Rows matched: 1 Changed: 1 Warnings: 0
mysql> SELECT ename,tel FROM emp_tel WHERE ename = ' 孙洪亮 ';
```

ename	tel
孙洪亮	13789098765

```
1 row in set (0.00 sec)
```

举例：DELETE 操作

```
mysql> SELECT ename,tel FROM emp_tel WHERE ename = ' 孙洪亮 ';
```

ename	tel
孙洪亮	13789098765

```
1 row in set (0.00 sec)
mysql> DELETE FROM emp_tel WHERE ename = ' 孙洪亮 ';
Query OK, 1 row affected (0.01 sec)
mysql> SELECT ename,tel FROM emp_tel WHERE ename = ' 孙洪亮 ';
Empty set (0.00 sec)
mysql> SELECT ename,tel FROM t_employee WHERE ename = ' 孙洪
亮 ';
Empty set (0.00 sec)
```

13.5.2 不可更新的视图

要使视图可更新，视图中的行和底层基本表中的行之间必须存在一对一的关系。另外当视图定义出现如下情况时，视图不支持更新操作：

· 在定义视图的时候指定了“ ALGORITHM = TEMPTABLE ”，视图将不支持 INSERT 和 DELETE 操作；

· 视图中不包含基表中所有被定义为非空又未指定默认值的列，视图将不支持 INSERT 操作；

· 在定义视图的 SELECT 语句中使用了 JOIN 联合查询，视图将不支持 INSERT 和 DELETE 操作；

· 在定义视图的 SELECT 语句后的字段列表中使用了数学表达式或子查询，视图将不支持 INSERT，也不支持 UPDATE 使用了数学表达式、子查询的字段值；

· 在定义视图的 SELECT 语句后的字段列表中使用 DISTINCT 、聚合函数、GROUP BY 、HAVING 、UNION 等，视图将不支持 INSERT、UPDATE、DELETE；

· 在定义视图的 SELECT 语句中包含了子查询，而子查询中引用了 FROM 后面的表，视图将不支持 INSERT、UPDATE、DELETE；

· 视图定义基于一个不可更新视图；

· 常量视图。

举例：

```
mysql> CREATE OR REPLACE VIEW emp_dept
    -> (ename,salary,birthday,tel,email,hiredate,dname)
    -> AS SELECT ename,salary,birthday,tel,email,hiredate,dname
    -> FROM t_employee INNER JOIN t_department
    -> ON t_employee.did = t_department.did ;
Query OK, 0 rows affected (0.01 sec)
mysql> INSERT INTO emp_dept(ename,salary,birthday,tel,email,hired
ate,dname)
    -> VALUES(' 张三 ',15000,'1995-01-08','18201587896',
    -> 'zs@atguigu.com','2022-02-14',' 新部门 ');
#ERROR 1393 (HY000): Can not modify more than one base table
through a join view 'atguigu_chapter9.emp_dept'
```

从上面的 SQL 执行结果可以看出，在定义视图的 SELECT 语句中使用了 JOIN 联合查询，视图将不支持更新操作。

虽然可以更新视图数据，但总的来说，视图作为虚拟表，主要用于方便查询，不建议更新视图的数据。对视图数据的更改，都是通过对实际数据表里数据的操作来完成的。

13.6 修改、删除视图

13.6.1 修改视图

方式 1：使用 CREATE OR REPLACE VIEW 子句修改视图

```
CREATE OR REPLACE VIEW empvu80
(id_number, name, sal, department_id)
AS
SELECT employee_id, first_name || ' ' || last_name, salary, department_
id
FROM employees
WHERE department_id = 80;
```

说明：CREATE VIEW 子句中各列的别名应和子查询中各列相对应。

方式 2：ALTER VIEW

修改视图的语法是：

```
ALTER VIEW 视图名称
AS
查询语句
```

13.6.2 删除视图

删除视图只是删除视图的定义，并不会删除基表的数据。

删除视图的语法是：

```
DROP VIEW IF EXISTS 视图名称 ;
DROP VIEW IF EXISTS 视图名称 1, 视图名称 2, 视图名称 3,...;
```

举例：

```
DROP VIEW empvu80;
```

说明：基于视图 a、b 创建了新的视图 c，如果将视图 a 或者视图 b 删除，会导致视图 c 的查询失败。这样的视图 c 需要手动删除或修改，否则影响使用。

13.7 总 结

13.7.1 视图优点

1. 操作简单

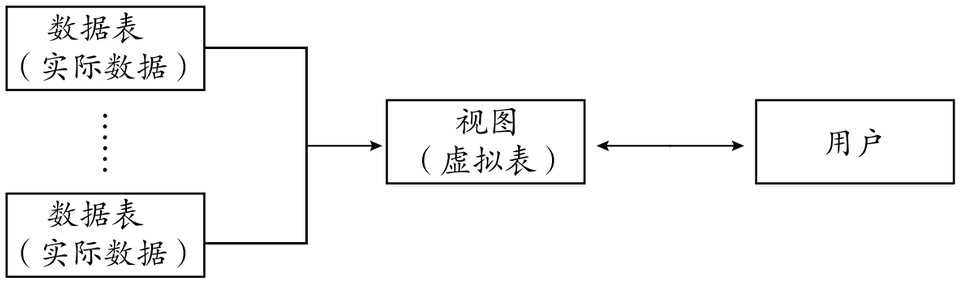
将经常使用的查询操作定义为视图，可以使开发人员不需要关心视图对应的数据表的结构、表与表之间的关联关系，也不需要关心数据表之间的业务逻辑和查询条件，而只需要简单地操作视图即可，极大简化了开发人员对数据库的操作。

2. 减少数据冗余

视图跟实际数据表不一样，它存储的是查询语句。所以，在使用的时候，我们要通过定义视图的查询语句来获取结果集。而视图本身不存储数据，不占用数据存储的资源，减少了数据冗余。

3. 数据安全

MySQL 将用户对数据的访问限制在某些数据的结果集上，而这些数据的结果集可以使用视图来实现。用户不必直接查询或操作数据表。这也可以理解为视图具有隔离性。视图相当于在用户和实际的数据表之间加了一层虚拟表。



同时，MySQL 可以根据权限将用户对数据的访问限制在某些视图上，用户不需要查询数据表，可以直接通过视图获取数据表中的信息。这在一定程度上保障了数据表中数据的安全性。

4. 适应灵活多变的需求

当业务系统的需求发生变化后，如果需要改动数据表的结构，则工作量相对较大，可以使用视图来减少改动的工作量。这种方式在实际工作中使用得比较多。

5. 能够分解复杂的查询逻辑

数据库中如果存在复杂的查询逻辑，则可以将问题进行分解，创建多个视图获取数据，再将创建的多个视图结合起来，完成复杂的查询逻辑。

13.7.2 视图不足

如果我们在实际数据表的基础上创建了视图，那么，如果实际数据表的结构变更了，我们就需要及时对相关的视图进行相应的维护。特别是嵌套的视图（就是在视图的基础上创建视图），维护会变得比较复杂，可读性不好，容易变成系统的潜在隐患。因为创建视图的 SQL 查询可能会对字段重命名，也可能包含复杂的逻辑，这些都会增加维护的成本。

实际项目中，如果视图过多，会导致数据库维护成本的问题。

所以，在创建视图的时候，你要结合实际项目需求，综合考虑视图的优点和不足，这样才能正确使用视图，使系统整体达到最优。

十四　存储过程与函数

14.1　存储过程概述

14.1.1　理解

含义：存储过程的英文是 Stored Procedure 。它的思想很简单，就是一组经过 预先编译 的 SQL 语句的封装。

执行过程：存储过程预先存储在 MySQL 服务器上，需要执行的时候，客户端只需要向服务器端发出调用存储过程的命令，服务器端就可以把预先存储好的这一系列 SQL 语句全部执行。

好处：

1、简化操作，提高了 sql 语句的重用性，减少了开发程序员的压力；

2、减少操作过程中的失误，提高效率；

3、减少网络传输量（客户端不需要把所有的 SQL 语句通过网络发给服务器）

4、减少了 SQL 语句暴露在网上的风险，也提高了数据查询的安全性

和视图、函数的对比：

它和视图有着同样的优点，清晰、安全，还可以减少网络传输量。不过它和视图不同，视图是虚拟表，通常不对底层数据表直接操作，而存储过程是程序化的 SQL，可以直接操作底层数据表，相比于面向集合的操作方式，能够实现一些更复杂的数据处理。

一旦存储过程被创建出来，使用它就像使用函数一样简单，我们直接通过调用存储过程名即可。相较于函数，存储过程是没有返回值 的。

14.1.2　分类

存储过程的参数类型可以是 IN、OUT 和 INOUT。

根据这点分类如下：

1、没有参数（无参数无返回）；

2、仅仅带 IN 类型（有参数无返回）；

3、仅仅带 OUT 类型（无参数有返回）；

4、既带 IN 又带 OUT（有参数有返回）；

5、带 INOUT（有参数有返回）；

注意：IN、OUT、INOUT 都可以在一个存储过程中带多个。

14.2　创建存储过程

14.2.1　语法分析

语法：

```
CREATE PROCEDURE
存储过程名 (IN|OUT|INOUT 参数名 参数类型 ,...) [characteristics ...]
BEGIN
        存储过程体
END
```

类似于 Java 中的方法：

```
修饰符 返回类型 方法名 ( 参数类型 参数名 ,...){
    方法体 ;
}
```

说明：

1、参数前面的符号的意思

· IN：当前参数为输入参数，也就是表示入参；

存储过程只是读取这个参数的值。如果没有定义参数种类， 默认就是 IN，表示输入参数。

· OUT：当前参数为输出参数，也就是表示出参；

执行完成之后，调用这个存储过程的客户端或者应用程序就可以读取这个参数返回的值了。

· INOUT：当前参数既可以为输入参数，也可以为输出参数。

2、形参类型可以是 MySQL 数据库中的任意类型。

3、characteristics 表示创建存储过程时指定的对存储过程的约束条件，其取值信息如下：

```
LANGUAGE SQL
 | [NOT] DETERMINISTIC
 | { CONTAINS SQL | NO SQL | READS SQL DATA | MODIFIES SQL
DATA }
 | SQL SECURITY { DEFINER | INVOKER }
 | COMMENT 'string'
```

· LANGUAGE SQL ：说明存储过程执行体是由 SQL 语句组成的，当前系统支持的语言为 SQL。

· [NOT] DETERMINISTIC：指明存储过程执行的结果是否确定。DETERMINISTIC 表示结果是确定的。每次执行存储过程时，相同的输入会得到相同的输出。NOT DETERMINISTIC 表示结果是不确定的，相

同的输入可能得到不同的输出。如果没有指定任意一个值，默认为 NOT DETERMINISTIC。

· { CONTAINS SQL | NO SQL | READS SQL DATA | MODIFIES SQL DATA } ：指明子程序使用 SQL 语句的限制。

· CONTAINS SQL 表示当前存储过程的子程序包含 SQL 语句，但是并不包含读写数据的 SQL 语句；

· NO SQL 表示当前存储过程的子程序中不包含任何 SQL 语句；

· READS SQL DATA 表示当前存储过程的子程序中包含读数据的 SQL 语句；

· MODIFIES SQL DATA 表示当前存储过程的子程序中包含写数据的 SQL 语句。

· 默认情况下，系统会指定为 CONTAINS SQL。

· SQL SECURITY { DEFINER | INVOKER } ：执行当前存储过程的权限，即指明哪些用户能够执行当前存储过程。

· DEFINER 表示只有当前存储过程的创建者或者定义者才能执行当前存储过程；

· INVOKER 表示拥有当前存储过程的访问权限的用户能够执行当前存储过程。

· 如果没有设置相关的值，则 MySQL 默认指定值为 DEFINER。

· COMMENT 'string' ：注释信息，可以用来描述存储过程。

4、存储过程体中可以有多条 SQL 语句，如果仅仅一条 SQL 语句，则可以省略 BEGIN 和 END 编写存储过程并不是一件简单的事情，可能存储过程中需要复杂的 SQL 语句。

1. BEGIN...END：BEGIN...END 中间包含了多个语句，每个语句都以（;）号为结束符。
2. DECLARE：DECLARE 用来声明变量，使用的位置在于 BEGIN...END 语句中间，而且需要在其他语句使用之前进行变量的声明。
3. SET：赋值语句，用于对变量进行赋值。
4. SELECT... INTO：把从数据表中查询的结果存放到变量中，也就是为变量赋值。

5、需要设置新的结束标记

```
DELIMITER 新的结束标记
```

因为 MySQL 默认的语句结束符号为分号 ‘ ; ’ 。为了避免与存储过程中 SQL 语句结束符相冲突，需要使用 DELIMITER 改变存储过程的结束符。

比如：“ DELIMITER // ” 语句的作用是将 MySQL 的结束符设置为 //，并以 “ END // ” 结束存储过程。存储过程定义完毕之后再使用 “ DELIMITER ; ” 恢复默认结束符。DELIMITER 也可以指定其他符号作为结束符。

当使用 DELIMITER 命令时，应该避免使用反斜杠（ ‘ \ ’ ）字符，因为反斜线是 MySQL 的转义字符。

示例：

```
DELIMITER $
CREATE PROCEDURE 存储过程名 (IN|OUT|INOUT 参数名 参数类型 ,...)
[characteristics ...]
BEGIN
    sql 语句 1;
    sql 语句 2;
END $
```

14.2.2 代码举例

举例 1：创建存储过程 select_all_data()，查看 emps 表的所有数据

```
DELIMITER $
CREATE PROCEDURE SELECT_all_data()
BEGIN
    SELECT * FROM emps;
END $
DELIMITER;
```

举例 2：创建存储过程 avg_employee_salary()，返回所有员工的平均工资

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE avg_employee_salary ()
BEGIN
SELECT AVG(salary) AS avg_salary FROM emps;
END //
DELIMITER;
```

举例 3：创建存储过程 show_max_salary()，用来查看“ emps ”表的最高薪资值。

```
CREATE PROCEDURE show_max_salary()
LANGUAGE SQL
NOT DETERMINISTIC
CONTAINS SQL
SQL SECURITY DEFINER
COMMENT ' 查看最高薪资 '
BEGIN
SELECT MAX(salary) FROM emps;
END //
DELIMITER;
```

举例 4：创建存储过程 show_min_salary()，查看“ emps ”表的最低薪资值。并将最低薪资通过 OUT 参数“ ms ”输出

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE show_min_salary(OUT ms DOUBLE)
    BEGIN
        SELECT MIN(salary) INTO ms FROM emps;
    END //
DELIMITER;
```

举例 5：创建存储过程 show_someone_salary()，查看“ emps ”表的某个员工的薪资，并用 IN 参数 empname 输入员工姓名。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE show_someone_salary(IN empname
VARCHAR(20))
    BEGIN
        SELECT salary FROM emps WHERE ename = empname;
    END //
DELIMITER ;
```

举例 6：创建存储过程 show_someone_salary2()，查看“ emps ”表的某个员工的薪资，并用 IN 参数 empname 输入员工姓名，用 OUT 参数 empsalary 输出员工薪资。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE show_someone_salary2(IN empname
VARCHAR(20),OUT empsalary DOUBLE)
    BEGIN
        SELECT salary INTO empsalary FROM emps WHERE ename
= empname;
    END //
DELIMITER
```

举例 7：创建存储过程 show_mgr_name()，查询某个员工领导的姓名，并用 INOUT 参数“ empname ”输入员工姓名，输出领导的姓名。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE show_mgr_name(INOUT empname
VARCHAR(20))
BEGIN
SELECT ename INTO empname FROM emps
WHERE eid = (SELECT MID FROM emps WHERE ename=empname);
END //
DELIMITER ;
```


14.3 调用存储过程

14.3.1 调用格式

存储过程有多种调用方法。存储过程必须使用 CALL 语句调用，并且存储过程和数据库相关，如果要执行其他数据库中的存储过程，需要指定数据库名称，例如 CALL dbname.procname。

```
CALL 存储过程名 ( 实参列表 )
```

格式：

1、调用 in 模式的参数：

```
CALL sp1(' 值 ');
```

2、调用 out 模式的参数：

```
SET @name;
CALL sp1(@name);
SELECT @name;
```

3、调用 inout 模式的参数：

```
SET @name= 值 ;
CALL sp1(@name);
SELECT @name;
```

14.3.2 代码举例

举例 1：

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE CountProc(IN sid INT,OUT num INT)
BEGIN
    SELECT COUNT(*) INTO num FROM fruits
    WHERE s_id = sid;
END //
DELIMITER ;
```

调用存储过程：

```
mysql> CALL CountProc (101, @num);
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)
```

查看返回结果：

```
mysql> SELECT @num;
```

该存储过程返回了指定 s_id=101 的水果商提供的水果种类，返回值存储在 num 变量中，使用 SELECT 查看，返回结果为 3。

举例 2：创建存储过程，实现累加运算，计算 1+2+…+n 等于多少。具体的代码如下：

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE `add_num`(IN n INT)
BEGIN
    DECLARE i INT;
    DECLARE sum INT;
    SET i = 1;
    SET sum = 0;
    WHILE i <= n DO
    SET sum = sum + i;
    SET i = i +1;
    END WHILE;
    SELECT sum;
END //
DELIMITER ;
```

如果你用的是 Navicat 工具，那么在编写存储过程的时候，Navicat 会自动设置 DELIMITER 为其他符号，我们不需要再进行 DELIMITER 的操作。

直接使用 CALL add_num(50)；即可。这里我传入的参数为 50，也就是统计 1+2+…+50 的积累之和。

14.3.3 如何调试

在 MySQL 中，存储过程不像普通的编程语言（比如 VC++、Java 等）那样有专门的集成开发环境。因此，你可以通过 SELECT 语句，把程序执行的中间结果查询出来，来调试一个 SQL 语句的正确性。调试成功之后，把 SELECT 语句后移到下一个 SQL 语句之后，再调试下一个 SQL 语句。这样逐步推进，就可以完成对存储过程中所有操作的调试了。当然，你也可以把存储过程中的 SQL 语句复制出来，逐段单独调试。

14.4 存储函数的使用

前面学习了很多函数，使用这些函数可以对数据进行的各种处理操作，极大地提高用户对数据库的管理效率。MySQL 支持自定义函数，定义好之后，调用方式与调用 MySQL 预定义的系统函数一样。

14.4.1 语法分析

学过的函数：LENGTH、SUBSTR、CONCAT 等

语法格式：

```
CREATE FUNCTION 函数名 ( 参数名 参数类型 ,...)
RETURNS 返回值类型
[characteristics ...]
BEGIN
    函数体 # 函数体中肯定有 RETURN 语句
END
```

说明：

1、参数列表：指定参数为 IN、OUT 或 INOUT 只对 PROCEDURE 是合法的，FUNCTION 中总是默认为 IN 参数。

2、RETURNS type 语句表示函数返回数据的类型；

RETURNS 子句只能对 FUNCTION 做指定，对函数而言这是强制的。它用来指定函数的返回类型，而且函数体必须包含一个 RETURN value 语句。

3、characteristic 创建函数时指定的对函数的约束。取值与创建存储过程时相同，这里不再赘述。

4、函数体也可以用 BEGIN…END 来表示 SQL 代码的开始和结束。如果函数体只有一条语句，也可以省略 BEGIN…END。

14.4.2 调用存储函数

在 MySQL 中，存储函数的使用方法与 MySQL 内部函数的使用方法是一样的。换言之，用户自己定义的存储函数与 MySQL 内部函数是一个性质的。区别在于，存储函数是用户自己定义的，而内部函数是 MySQL 的开发者定义的。

```
SELECT 函数名 ( 实参列表 )
```

14.4.3 代码举例

举例 1：

创建存储函数，名称为 email_by_name()，参数定义为空，该函数查询 Abel 的 email，并返回，数据类型为字符串型。

```
DELIMITER //
CREATE FUNCTION email_by_name()
RETURNS VARCHAR(25)
DETERMINISTIC
CONTAINS SQL
BEGIN
RETURN (SELECT email FROM employees WHERE last_name = 'Abel');
END //
DELIMITER;
```

调用：

```
SELECT email_by_name();
```

举例 2：

创建存储函数，名称为 email_by_id()，参数传入 emp_id，该函数查询 emp_id 的 email，并返回，数据类型为字符串型。

```
DELIMITER //
CREATE FUNCTION email_by_id(emp_id INT)
RETURNS VARCHAR(25)
DETERMINISTIC
CONTAINS SQL
BEGIN
RETURN (SELECT email FROM employees WHERE employee_id = emp_id);
END //
DELIMITER ;
```

调用：

```
SET @emp_id = 102;
SELECT email_by_id(102);
```


举例 3：

创建存储函数 count_by_id()，参数传入 dept_id，该函数查询 dept_id 部门的员工人数，并返回，数据类型为整型。

```
DELIMITER //
CREATE FUNCTION count_by_id(dept_id INT)
RETURNS INT
LANGUAGE SQL
NOT DETERMINISTIC
READS SQL DATA
SQL SECURITY DEFINER
COMMENT ' 查询部门平均工资 '
BEGIN
RETURN (SELECT COUNT(*) FROM employees WHERE department_id = dept_id);
END //
DELIMITER ;
```

调用：

```
SET @dept_id = 50;
SELECT count_by_id(@dept_id);
```

注意：

若在创建存储函数中报错“ you might want to use the less safe log_bin_trust_function_creators variable ”，有两种处理方法：

· 方式 1：加上必要的函数特性“ [NOT] DETERMINISTIC ”和“ {CONTAINS SQL | NO SQL | READS SQL DATA |MODIFIES SQL DATA} ”

· 方式 2：

```
mysql> SET GLOBAL log_bin_trust_function_creators = 1;
```

14.4.4 对比存储函数和存储过程

	关键字	调用语法	返回值	应用场景
存储过程	PROCEDURE	CALL 存储过程 ()	理解为有 0 个或多个	一般用于更新
存储函数	FUNCTION	SELECT 函数 ()	只能是一个	一般用于查询结果为一个值并返回时

此外，存储函数可以放在查询语句中使用，存储过程不行。反之，存储过程的功能更加强大，包括能够执行对表的操作（比如创建表，删除表等）和事务操作，这些功能是存储函数不具备的。

14.5 存储过程和函数的查看、修改、删除

14.5.1 查看

创建完之后，怎么知道我们创建的存储过程、存储函数是否成功了呢？

MySQL 存储了存储过程和函数的状态信息，用户可以使用 SHOW STATUS 语句或 SHOW CREATE 语句来查看，也可直接从系统的 information_schema 数据库中查询。这里介绍 3 种方法。

1. 使用 SHOW CREATE 语句查看存储过程和函数的创建信息

基本语法结构如下：

```
SHOW CREATE {PROCEDURE | FUNCTION} 存储过程名或函数名
```

举例：

```
SHOW CREATE FUNCTION test_db.CountProc \G
```

2. 使用 SHOW STATUS 语句查看存储过程和函数的状态信息

基本语法结构如下：

```
SHOW {PROCEDURE | FUNCTION} STATUS [LIKE 'pattern']
```

这个语句返回子程序的特征，如数据库、名字、类型、创建者及创建和修改日期。

[LIKE 'pattern']：匹配存储过程或函数的名称，可以省略。当省略不写时，会列出 MySQL 数据库中存在的所有存储过程或函数的信息。 举例：SHOW STATUS 语句示例，代码如下：

```
mysql> SHOW PROCEDURE STATUS LIKE 'SELECT%' \G
*************************** 1. row ***************************
Db: test_db
Name: SELECTAllData
Type: PROCEDURE
Definer: root@localhost
Modified: 2021-10-16 15:55:07
Created: 2021-10-16 15:55:07
Security_type: DEFINER
Comment:
character_set_client: utf8mb4
collation_connection: utf8mb4_general_ci
Database Collation: utf8mb4_general_ci
1 row in set (0.00 sec)
```


3. 从 information_schema.Routines 表中查看存储过程和函数的信息

MySQL 中存储过程和函数的信息存储在 information_schema 数据库下的 Routines 表中。可以通过查询该表的记录来查询存储过程和函数的信息。其基本语法形式如下：

```
SELECT * FROM information_schema.Routines
WHERE ROUTINE_NAME=' 存储过程或函数的名 ' [AND ROUTINE_TYPE = {'PROCEDURE|FUNCTION'}];
```

说明：如果在 MySQL 数据库中存在存储过程和函数名称相同的情况，最好指定 ROUTINE_TYPE 查询条件来指明查询的是存储过程还是函数。

举例：从 Routines 表中查询名称为 CountProc 的存储函数的信息，代码如下：

```
SELECT * FROM information_schema.Routines
WHERE ROUTINE_NAME='count_by_id'  AND  ROUTINE_TYPE = 'FUNCTION' \G
```

14.5.2 修改

修改存储过程或函数，不影响存储过程或函数功能，只是修改相关特性。使用 ALTER 语句实现。

```
ALTER {PROCEDURE | FUNCTION} 存储过程或函数的名 [characteristic ...]
```

其中，characteristic 指定存储过程或函数的特性，其取值信息与创建存储过程、函数时的取值信息略有不同。

```
{CONTAINS SQL | NO SQL | READS SQL DATA | MODIFIES SQL DATA }
 | SQL SECURITY { DEFINER | INVOKER }
 | COMMENT 'string'
```

· CONTAINS SQL，表示子程序包含 SQL 语句，但不包含读或写数据的语句。

· NO SQL，表示子程序中不包含 SQL 语句。

· READS SQL DATA，表示子程序中包含读数据的语句。

· MODIFIES SQL DATA，表示子程序中包含写数据的语句。

· SQL SECURITY { DEFINER | INVOKER }，指明谁有权限来执行。

· DEFINER，表示只有定义者自己才能够执行。

· INVOKER，表示调用者可以执行。

· COMMENT 'string'，表示注释信息。

修改存储过程使用 ALTER PROCEDURE 语句，修改存储函数使用 ALTER FUNCTION 语句。但是，这两个语句的结构是一样的，语句中的所有参数也是一样的。

举例 1：

修改存储过程 CountProc 的定义。将读写权限改为 MODIFIES SQL DATA，并指明调用者可以执行，代码如下：

```
ALTER PROCEDURE CountProc
MODIFIES SQL DATA
SQL SECURITY INVOKER;
```

查询修改后的信息：

```
SELECT specific_name,sql_data_access,security_type
FROM information_schema.`ROUTINES`
WHERE routine_name = 'CountProc' AND routine_type = 'PROCEDURE';
```

结果显示，存储过程修改成功。从查询的结果可以看出，访问数据的权限（SQL_DATA_ ACCESS）已经变成 MODIFIES SQL DATA，安全类型（SECURITY_TYPE）已经变成 INVOKER。

举例 2：

修改存储函数 CountProc 的定义。将读写权限改为 READS SQL DATA，并加上注释信息“ FIND NAME ”，代码如下：

```
ALTER  FUNCTION  CountProc
READS SQL DATA
COMMENT 'FIND NAME' ;
```

存储函数修改成功。从查询的结果可以看出，访问数据的权限（SQL_DATA_ACCESS）已经变成 READSSQL DATA，函数注释（ROUTINE_COMMENT）已经变成 FIND NAME。

14.5.3 删除

删除存储过程和函数，可以使用 DROP 语句，其语法结构如下：

```
DROP {PROCEDURE | FUNCTION} [IF EXISTS] 存储过程或函数的名
```

IF EXISTS：如果程序或函数不存储，它可以防止发生错误，产生一个用 SHOW WARNINGS 查看的警告。

举例：

```
DROP PROCEDURE CountProc;
DROP FUNCTION CountProc;
```


14.6 关于存储过程使用的争议

尽管存储过程有诸多优点，但是对于存储过程的使用，一直都存在着很多争议，比如有些公司对于大型项目要求使用存储过程，而有些公司在手册中明确禁止使用存储过程，为什么这些公司对存储过程的使用需求差别这么大呢？

14.6.1 优点

1、存储过程可以一次编译多次使用。存储过程只在创建时进行编译，之后的使用都不需要重新编译，这就提升了 SQL 的执行效率。

2、可以减少开发工作量。将代码封装成模块，实际上是编程的核心思想之一，这样可以把复杂的问题拆解成不同的模块，然后模块之间可以重复使用，在减少开发工作量的同时，还能保证代码的结构清晰。

3、存储过程的安全性强。我们在设定存储过程的时候可以设置对用户的使用权限，这样就和视图一样具有较强的安全性。

4、可以减少网络传输量。因为代码封装到存储过程中，每次使用只需要调用存储过程即可，这样就减少了网络传输量。

5、良好的封装性。在进行相对复杂的数据库操作时，原本需要使用一条一条的 SQL 语句，可能要连接多次数据库才能完成的操作，现在变成了一次存储过程，只需要连接一次即可。

14.6.2 缺点

基于上面这些优点，不少大公司都要求大型项目使用存储过程，比如微软、IBM 等公司。但是国内的阿里并不推荐开发人员使用存储过程，这是为什么呢？

阿里开发规范：
【强制】禁止使用存储过程，存储过程难以调试和扩展，更没有移植性。

存储过程虽然有诸如上面的好处，但缺点也是很明显的。

1、可移植性差。存储过程不能跨数据库移植，比如在 MySQL、Oracle 和 SQL Server 里编写的存储过程，在换成其他数据库时都需要重新编写。

2、调试困难。只有少数 DBMS 支持存储过程的调试。对于复杂的存储过程来说，开发和维护都不容易。虽然也有一些第三方工具可以对存储过程进行调试，但要收费。

3、存储过程的版本管理很困难。比如数据表索引发生变化了，可能会导致存储过程失效。我们在开发软件的时候往往需要进行版本管理，但是存储过程本身没有版本控制，版本迭代更新的时候很麻烦。

4、它不适合高并发的场景。高并发的场景需要减少数据库的压力，有时数据库会采用分库分表的方式，而且对可扩展性要求很高，在这种情况下，存储过程会变得难以维护， 增加数据库的压力，显然就不适用了。

小结：存储过程既方便，又有局限性。尽管不同的公司对存储过程的态度不一，但是对于我们开发人员来说，不论怎样，掌握存储过程都是必备的技能之一。

十五　变量、流程控制与游标

15.1　变量

在 MySQL 数据库的存储过程和函数中，可以使用变量来存储查询或计算的中间结果数据，或者输出最终的结果数据。

在 MySQL 数据库中，变量分为 系统变量 以及 用户自定义变量 。

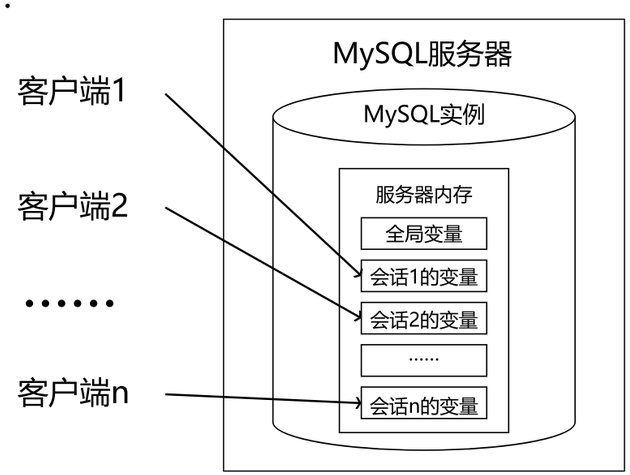
15.1.1　系统变量

系统变量分类

变量由系统定义，不是用户定义，属于 服务器 层面。启动 MySQL 服务，生成 MySQL 服务实例期间，MySQL 将为 MySQL 服务器内存中的系统变量赋值，这些系统变量定义了当前 MySQL 服务实例的属性、特征。这些系统变量的值要么是 编译 MySQL 时参数 的默认值，要么是 配置文件 （例如 my.ini 等）中的参数值。大家可以通过网址 https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/server-system-variables.html 查看 MySQL 文档的系统变量。

系统变量分为全局系统变量（需要添加 global 关键字）以及会话系统变量（需要添加 session 关键字），有时也把全局系统变量简称为全局变量，有时也把会话系统变量称为local变量。如果不写，默认会话级别。静态变量（在 MySQL 服务实例运行期间它们的值不能使用 set 动态修改）属于特殊的全局系统变量。

每一个 MySQL 客户机成功连接 MySQL 服务器后，都会产生与之对应的会话。会话期间，MySQL 服务实例会在 MySQL 服务器内存中生成与该会话对应的会话系统变量，这些会话系统变量的初始值是全局系统变量值的复制。如下图：



· 全局系统变量针对于所有会话（连接）有效，但 不能跨重启；
· 会话系统变量仅针对于当前会话（连接）有效。会话期间，当前会话对某个会话系统变量值的修改，不会影响其他会话同一个会话系统变量的值。
· 会话 1 对某个全局系统变量值的修改会导致会话 2 中同一个全局系统变量值的修改。

在 MySQL 中有些系统变量只能是全局的，例如 max_connections 用于限制服务器的最大连接数；有些系统变量作用域既可以是全局又可以是会话，例如 character_set_client 用于设置客户端的字符集；有些系统变量的作用域只能是当前会话，例如 pseudo_thread_id 用于标记当前会话的 MySQL 连接 ID。

查看系统变量

· 查看所有或部分系统变量：

```
# 查看所有全局变量
SHOW GLOBAL VARIABLES;
# 查看所有会话变量
SHOW SESSION VARIABLES;
或 SHOW VARIABLES;
# 查看满足条件的部分系统变量。
SHOW GLOBAL VARIABLES LIKE '% 标识符 %';
# 查看满足条件的部分会话变量 S
HOW SESSION VARIABLES LIKE '% 标识符 %';
```

举例：

```
SHOW GLOBAL VARIABLES LIKE 'admin_%';
```

· 查看指定系统变量

作为 MySQL 编码规范，MySQL 中的系统变量以 两个 “ @ ” 开头，其中 “ @@global ” 仅用于标记全局系统变量，“ @@session ” 仅用于标记会话系统变量。“ @@ ” 首先标记会话系统变量，如果会话系统变量不存在，则标记全局系统变量。

```
# 查看指定的系统变量的值
SELECT @@global. 变量名 ;
# 查看指定的会话变量的值
SELECT @@session. 变量名 ;
# 或者
SELECT @@ 变量名 ;
```


修改系统变量的值

有些时候，数据库管理员需要修改系统变量的默认值，以便修改当前会话或者 MySQL 服务实例的属性、特征。具体方法：

方式 1：修改 MySQL 配置文件，继而修改 MySQL 系统变量的值（该方法需要重启 MySQL 服务）。

方式 2：在 MySQL 服务运行期间，使用 “ set ” 命令重新设置系统变量的值。

```
# 为某个系统变量赋值
# 方式 1:
 SET @@global. 变量名 = 变量值 ;
# 方式 2:
SET GLOBAL 变量名 = 变量值 ;
# 为某个会话变量赋值
# 方式 1:
SET @@session. 变量名 = 变量值 ;
# 方式 2:
SET SESSION 变量名 = 变量值 ;
```

举例：

```
SELECT @@global.autocommit; SET GLOBAL autocommit=0;
SELECT @@session.tx_isolation;
SET @@session.tx_isolation='read-uncommitted';
SET GLOBAL max_connections = 1000;
SELECT @@global.max_connections;
```

15.1.2 用户变量

用户变量分类

· 用户变量是用户自己定义的，作为 MySQL 编码规范，MySQL 中的用户变量以一个“ @ ”开头。根据作用范围不同，又分为会话用户变量和局部变量 。

· 会话用户变量：作用域和会话变量一样，只对当前连接会话有效。

· 局部变量：只在 BEGIN 和 END 语句块中有效。局部变量只能在存储过程和函数中使用。

会话用户变量

变量的定义

```
# 方式 1：  “=” 或 “:=”
SET @ 用户变量 = 值;
SET @ 用户变量 := 值;

# 方式 2：  “:=” 或 INTO 关键字
SELECT @ 用户变量 := 表达式 [FROM 等子句 ];
SELECT 表达式 INTO @ 用户变量 [FROM 等子句 ];
```

查看用户变量的值 （查看、比较、运算等）

```
SELECT @ 用户变量
```

举例

```
SET @a = 1;
SELECT @a;
SELECT @num := COUNT(*) FROM employees;
SELECT @num;
SELECT AVG(salary) INTO @avgsalary FROM employees;
SELECT @avgsalary;
SELECT @big;
# 查看某个未声明的变量时，将得到 NULL 值
```


局部变量

· 定义：可以使用 DECLARE 语句定义一个局部变量

· 作用域：仅仅在定义它的 BEGIN ... END 中有效

· 位置：只能放在 BEGIN ... END 中，而且只能放在第一句

```
BEGIN
    # 声明局部变量
    DECLARE 变量名 1 变量数据类型 [DEFAULT 变量默认值 ];
    DECLARE 变量名 2, 变量名 3,... 变量数据类型 [DEFAULT 变量默认值 ];
    # 为局部变量赋值
    SET 变量名 1 = 值 ;
    SELECT 值 INTO 变量名 2 [FROM 子句 ];
    # 查看局部变量的值
    SELECT 变量 1, 变量 2, 变量 3;
END
```

1. 定义变量

```
DECLARE 变量名 类型 [default 值 ]; # 如果没有 DEFAULT 子句，初始值为 NULL
```

举例：

```
DECLARE myparam INT DEFAULT 100;
```

2. 变量赋值

方式 1：一般用于赋简单的值

```
SET 变量名 = 值 ;
SET 变量名 := 值 ;
```

方式 2：一般用于赋表中的字段值

```
SELECT 字段名或表达式 INTO 变量名 FROM 表 ;
```

3. 使用变量（查看、比较、运算等）

```
SELECT 局部变量名 ;
```

举例 1：声明局部变量，并分别赋值为 employees 表中 employee_id 为 102 的 last_name 和 salary

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE set_value()
BEGIN
	DECLARE emp_name VARCHAR(25);
	DECLARE sal DOUBLE(10,2);
	SELECT last_name,salary INTO emp_name,sal
	FROM employees
	WHERE employee_id = 102;
	SELECT emp_name,sal;
END //
DELIMITER ;
```

举例 2：声明两个变量，求和并打印 （分别使用会话用户变量、局部变量的方式实现）

```
# 方式 1：使用用户变量
SET @m=1;
SET @n=1;
SET @sum=@m+@n;
SELECT @sum;

# 方式 2：使用局部变量
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE add_value()
BEGIN
	# 局部变量
	DECLARE m INT DEFAULT 1;
	DECLARE n INT DEFAULT 3;
	DECLARE SUM INT;
	SET SUM = m+n;
	SELECT SUM;
END //
DELIMITER ;
```


举例 3：创建存储过程 “ different_salary ” 查询某员工和他领导的薪资差距，并用 IN 参数 emp_id 接收员工 id，用 OUT 参数 dif_salary 输出薪资差距结果。

```
# 声明
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE different_salary(IN emp_id INT,OUT dif_salary DOUBLE)
BEGIN
	# 声明局部变量
	DECLARE emp_sal,mgr_sal DOUBLE DEFAULT 0.0;
	DECLARE mgr_id INT;
	SELECT salary INTO emp_sal FROM employees WHERE employee_id = emp_id;
	SELECT manager_id INTO mgr_id FROM employees WHERE employee_id = emp_id;
	SELECT salary INTO mgr_sal FROM employees WHERE employee_id = mgr_id;
	SET dif_salary = mgr_sal - emp_sal;
END //
DELIMITER ;
# 调用
SET @emp_id = 102;
CALL different_salary(@emp_id,@diff_sal);
# 查看
SELECT @diff_sal;
```

对比会话用户变量与局部变量

	作用域	定义位置	语法
会话用户变量	当前会话	会话的任何地方	加 @ 符号，不用指定类型
局部变量	定义它的 BEGIN END 中	BEGIN END 的第一句话	一般不用加 @，需要指定类型

15.2 定义条件与处理程序

定义条件是事先定义程序执行过程中可能遇到的问题， 处理程序定义了在遇到问题时应当采取的处理方式，并且保证存储过程或函数在遇到警告或错误时能继续执行。这样可以增强存储程序处理问题的能力，避免程序异常停止运行。

说明：定义条件和处理程序在存储过程、存储函数中都是支持的。

15.2.1 案例分析

案例分析：创建一个名称为“ UpdateDataNoCondition ”的存储过程。代码如下：

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE UpdateDataNoCondition()
BEGIN
SET @x = 1;
UPDATE employees SET email = NULL WHERE last_name = 'Abel';
SET @x = 2;
UPDATE employees SET email = 'aabbel' WHERE last_name = 'Abel';
SET @x = 3;
END //
DELIMITER ;
```

调用存储过程：

```
mysql> CALL UpdateDataNoCondition();
ERROR 1048 (23000): Column 'email' cannot be null
mysql> SELECT @x;
+----+
| @x |
+----+
|  1 |
+----+
1 row in set (0.00 sec)
```

可以看到，此时 @x 变量的值为 1。结合创建存储过程的 SQL 语句代码可以得出：在存储过程中未定义条件和处理程序，且当存储过程中执行的 SQL 语句报错时，MySQL 数据库会抛出错误，并退出当前 SQL 逻辑，不再向下继续执行。

15.2.2 定义条件

定义条件就是给 MySQL 中的错误码命名，这有助于存储的程序代码更清晰。它将一个错误名字和指定的错误条件关联起来。这个名字可以随后被用在定义处理程序的 DECLARE HANDLER 语句中。

定义条件使用 DECLARE 语句，语法格式如下：

```
DECLARE 错误名称 CONDITION FOR 错误码（或错误条件）
```

错误码的说明：

- MySQL_error_code 和 sqlstate_value 都可以表示 MySQL 的错误。
  - MySQL_error_code 是数值类型错误代码。
  - sqlstate_value 是长度为 5 的字符串类型错误代码。
- 例如，在 ERROR 1418 (HY000) 中，1418 是 MySQL_error_code，'HY000' 是 sqlstate_value。
- 例如，在 ERROR 1142（42000）中，1142 是 MySQL_error_code，'42000' 是 sqlstate_value。

举例 1：定义“ Field_Not_Be_NULL ”错误名与 MySQL 中违反非空约束的错误类型是“ ERROR 1048 (23000) ”对应。

```
# 使用 MySQL_error_code
DECLARE Field_Not_Be_NULL CONDITION FOR 1048;
# 使用 sqlstate_value
DECLARE Field_Not_Be_NULL CONDITION FOR SQLSTATE '23000';
```

举例 2：定义 "ERROR 1148(42000)" 错误，名称为 command_not_allowed。

```
# 使用 MySQL_error_code
DECLARE command_not_allowed CONDITION FOR 1148;
# 使用 sqlstate_value
DECLARE command_not_allowed CONDITION FOR SQLSTATE '42000';
```

15.2.3 定义处理程序

可以为 SQL 执行过程中发生的某种类型的错误定义特殊的处理程序。定义处理程序时，使用 DECLARE 语句的语法如下：

```
DECLARE 处理方式 HANDLER FOR 错误类型 处理语句
```

· 处理方式：处理方式有 3 个取值：CONTINUE、EXIT、UNDO。

· CONTINUE ：表示遇到错误不处理，继续执行。

· EXIT ：表示遇到错误马上退出。

· UNDO ：表示遇到错误后撤回之前的操作。MySQL 中暂时不支持这样的操作。

· 错误类型（即条件）可以有如下取值：

· SQLSTATE ' 字符串错误码 ' ：表示长度为 5 的 sqlstate_value 类型的错误代码；

· MySQL_error_code ：匹配数值类型错误代码；

· 错误名称：表示 DECLARE ... CONDITION 定义的错误条件名称。

· SQLWARNING ：匹配所有以 01 开头的 SQLSTATE 错误代码；

· NOT FOUND ：匹配所有以 02 开头的 SQLSTATE 错误代码；

· SQLEXCEPTION ： 匹 配 所 有 没 有 被 SQLWARNING 或 NOT FOUND 捕获的 SQLSTATE 错误代码；

· 处理语句：如果出现上述条件之一，则采用对应的处理方式，并执行指定的处理语句。语句可以是像 “ SET 变量 = 值 ” 这样的简单语句，也可以是使用 BEGIN ... END 编写的复合语句。

定义处理程序的几种方式，代码如下：

```
# 方法 1：捕获 sqlstate_value
DECLARE CONTINUE HANDLER FOR SQLSTATE '42S02' SET @info = 'NO_SUCH_TABLE';
# 方法 2：捕获 mysql_error_value
DECLARE CONTINUE HANDLER FOR 1146 SET @info = 'NO_SUCH_TABLE';
# 方法 3：先定义条件，再调用
DECLARE no_such_table CONDITION FOR 1146;
DECLARE CONTINUE HANDLER FOR NO_SUCH_TABLE SET @info = 'NO_SUCH_TABLE';
# 方法 4：使用 SQLWARNING
DECLARE EXIT HANDLER FOR SQLWARNING SET @info = 'ERROR';
# 方法 5：使用 NOT FOUND
DECLARE EXIT HANDLER FOR NOT FOUND SET @info = 'NO_SUCH_TABLE';
# 方法 6：使用 SQLEXCEPTION
DECLARE EXIT HANDLER FOR SQLEXCEPTION SET @info = 'ERROR';
```


15.2.4 案例解决

在存储过程中，定义处理程序，捕获 sqlstate_value 值，当遇到 MySQL_error_code 值为 1048 时，执行 CONTINUE 操作，并且将 @proc_value 的值设置为 -1。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE UpdateDataNoCondition()
    BEGIN
        # 定义处理程序
        DECLARE CONTINUE HANDLER FOR 1048 SET @proc_value = -1;
        SET @x = 1;
        UPDATE employees SET email = NULL WHERE last_name = 'Abel';
        SET @x = 2;
        UPDATE employees SET email = 'aabbel' WHERE last_name = 'Abel';
        SET @x = 3;
    END //
DELIMITER ;
```

调用过程：

```
mysql> CALL UpdateDataWithCondition();
Query OK, 0 rows affected (0.01 sec)
mysql> SELECT @x,@proc_value;
```

@x	@proc_value
3	-1

```
1 row in set (0.00 sec)
```

举例：

创建一个名称为“ InsertDataWithCondition ”的存储过程，代码如下。

在存储过程中，定义处理程序，捕获 sqlstate_value 值，当遇到 sqlstate_value 值为 23000 时，执行 EXIT 操作，并且将 @proc_value 的值设置为 -1。

```
# 准备工作
CREATE TABLE departments
AS
SELECT * FROM atguigudb.`departments`;
ALTER TABLE departments
ADD CONSTRAINT uk_dept_name UNIQUE(department_id);
DELIMITER //

CREATE PROCEDURE InsertDataWithCondition()
	BEGIN
	DECLARE duplicate_entry CONDITION FOR SQLSTATE '23000' ;
	DECLARE EXIT HANDLER FOR duplicate_entry SET @proc_value
= -1;
	SET @x = 1;
	INSERT INTO departments(department_name) VALUES(' 测试 ');
	SET @x = 2;
	INSERT INTO departments(department_name) VALUES(' 测试 ');
		SET @x = 3;
	END //
DELIMITER ;
```

调用存储过程：

```
mysql> CALL InsertDataWithCondition();
Query OK, 0 rows affected (0.01 sec)
mysql> SELECT @x,@proc_value;
```

@x	@proc_value
2	-1

```
1 row in set (0.00 sec)
```


15.3 流程控制

解决复杂问题不可能通过一个 SQL 语句完成，我们需要执行多个 SQL 操作。流程控制语句的作用就是控制存储过程中 SQL 语句的执行顺序，是我们完成复杂操作必不可少的一部分。只要是执行的程序，流程就分为三大类：

· 顺序结构：程序从上往下依次执行

· 分支结构：程序按条件进行选择执行，从两条或多条路径中选择一条执行

· 循环结构：程序满足一定条件下，重复执行一组语句

针对于 MySQL 的流程控制语句主要有 3 类。注意：只能用于存储程序。

· 条件判断语句：IF 语句和 CASE 语句

· 循环语句：LOOP、WHILE 和 REPEAT 语句

· 跳转语句：ITERATE 和 LEAVE 语句

15.3.1 分支结构之 IF

· IF 语句的语法结构是：

```
IF 表达式 1 THEN 操作 1
[ELSEIF 表达式 2 THEN 操作 2].....
[ELSE 操作 N]
END IF
```

· 根据表达式的结果为 TRUE 或 FALSE 执行相应的语句。这里“ [] ”中的内容是可选的。

· 特点：① 不同的表达式对应不同的操作 ② 使用在 begin end 中

举例 1：

```
IF val IS NULL
THEN SELECT 'val is null';
ELSE SELECT 'val is not null';
END IF;
```

举例 2：声明存储过程“ update_salary_by_eid1 ”，定义 IN 参数 emp_id，输入员工编号。判断该员工薪资如果低于 8000 元并且入职时间超过 5 年，就涨薪 500 元；否则就不变。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE update_salary_by_eid1(IN emp_id INT)
BEGIN
	DECLARE emp_salary DOUBLE;
	DECLARE hire_year DOUBLE;
	SELECT salary INTO emp_salary FROM employees WHERE
employee_id = emp_id;
	SELECT DATEDIFF(CURDATE(),hire_date)/365 INTO hire_year
	FROM employees WHERE employee_id = emp_id;
	IF emp_salary < 8000 AND hire_year > 5
	THEN UPDATE employees SET salary = salary + 500 WHERE
employee_id = emp_id;
	END IF;
END //
DELIMITER ;
```

举例 3：声明存储过程“ update_salary_by_eid2 ”，定义 IN 参数 emp_id，输入员工编号。判断该员工薪资如果低于 9000 元并且入职时间超过 5 年，就涨薪 500 元；否则就涨薪 100 元。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE update_salary_by_eid2(IN emp_id INT)
BEGIN
	DECLARE emp_salary DOUBLE;
	DECLARE hire_year DOUBLE;
	SELECT salary INTO emp_salary FROM employees WHERE
employee_id = emp_id;
	SELECT DATEDIFF(CURDATE(),hire_date)/365 INTO hire_year
	FROM employees WHERE employee_id = emp_id;
	IF emp_salary < 8000 AND hire_year > 5
		THEN UPDATE employees SET salary = salary + 500
WHERE employee_id =emp_id;
	ELSE
		UPDATE employees SET salary = salary + 100 WHERE
employee_id = emp_id;
	END IF;
END //
DELIMITER ;
```


举例 4：声明存储过程“ update_salary_by_eid3 ”，定义 IN 参数 emp_id，输入员工编号。判断该员工薪资如果低于 9000 元，就更新薪资为 9000 元；薪资如果大于等于 9000 元且低于 10000 的，但是奖金比例为 NULL 的，就更新奖金比例为 0.01；其他的涨薪 100 元。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE update_salary_by_eid3(IN emp_id INT)
BEGIN
	DECLARE emp_salary DOUBLE;
	DECLARE bonus DECIMAL(3,2);
	SELECT salary INTO emp_salary FROM employees WHERE
employee_id = emp_id;
	SELECT commission_pct INTO bonus FROM employees WHERE
employee_id = emp_id;
	IF emp_salary < 9000
		THEN UPDATE employees SET salary = 9000 WHERE
employee_id = emp_id;
	ELSEIF emp_salary < 10000 AND bonus IS NULL
		THEN UPDATE employees SET commission_pct = 0.01
WHERE employee_id =emp_id;
	ELSE
		UPDATE employees SET salary = salary + 100 WHERE
employee_id = emp_id;
	END IF;
END //
DELIMITER ;
```

15.3.2 分支结构之 CASE

CASE 语句的语法结构 1：

```
# 情况一：类似于 switch
CASE 表达式
WHEN 值 1 THEN 结果 1 或语句 1( 如果是语句，需要加分号 )
WHEN 值 2 THEN 结果 2 或语句 2( 如果是语句，需要加分号 )
...
ELSE 结果 n 或语句 n( 如果是语句，需要加分号 )
END [case]（如果是放在 begin end 中需要加上 case，如果放在 SELECT 后面不需要）
```

CASE 语句的语法结构 2：

```
# 情况二：类似于多重 if
CASE
WHEN 条件 1 THEN 结果 1 或语句 1( 如果是语句，需要加分号 )
WHEN 条件 2 THEN 结果 2 或语句 2( 如果是语句，需要加分号 )
...
ELSE 结果 n 或语句 n( 如果是语句，需要加分号 )
END [case]（如果是放在 begin end 中需要加上 case，如果放在 SELECT 后面不需要）
```

举例 1：

使用 CASE 流程控制语句的第 1 种格式，判断 val 值等于 1、等于 2，或者两者都不等。

```
CASE val
        WHEN 1 THEN SELECT 'val is 1';
        WHEN 2 THEN SELECT 'val is 2';
        ELSE SELECT 'val is not 1 or 2';
END CASE;
```

举例 2：

使用 CASE 流程控制语句的第 2 种格式，判断 val 是否为空、小于 0、大于 0 或者等于 0。

```
CASE
        WHEN val IS NULL THEN SELECT 'val is null';
        WHEN val < 0 THEN SELECT 'val is less than 0';
        WHEN val > 0 THEN SELECT 'val is greater than 0';
        ELSE SELECT 'val is 0';
END CASE;
```


举例 3：声明存储过程“ update_salary_by_eid4 ”，定义 IN 参数 emp_id，输入员工编号。判断该员工薪资如果低于 9000 元，就更新薪资为 9000 元；薪资大于等于 9000 元且低于 10000 的，但是奖金比例为 NULL 的，就更新奖金比例为 0.01；其他的涨薪 100 元。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE update_salary_by_eid4(IN emp_id INT)
BEGIN
        DECLARE emp_sal DOUBLE;
        DECLARE bonus DECIMAL(3,2);
        SELECT salary INTO emp_sal FROM employees WHERE
employee_id = emp_id;
        SELECT commission_pct INTO bonus FROM employees WHERE
employee_id = emp_id;
        CASE
        WHEN emp_sal<9000
                THEN UPDATE employees SET salary=9000 WHERE
employee_id = emp_id;
        WHEN emp_sal<10000 AND bonus IS NULL
                THEN UPDATE employees SET commission_pct=0.01
WHERE employee_id = emp_id;
        ELSE
                UPDATE employees SET salary=salary+100 WHERE
employee_id = emp_id;
        END CASE;
END //
DELIMITER ;
```

举例 4：声明存储过程 update_salary_by_eid5，定义 IN 参数 emp_id，输入员工编号。判断该员工的入职年限，如果是 0 年，薪资涨 50；如果是 1 年，薪资涨 100；如果是 2 年，薪资涨 200；如果是 3 年，薪资涨 300；如果是 4 年，薪资涨 400；其他的涨薪 500。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE update_salary_by_eid5(IN emp_id INT)
BEGIN
	DECLARE emp_sal DOUBLE;
	DECLARE hire_year DOUBLE;
	SELECT salary INTO emp_sal FROM employees WHERE
employee_id = emp_id;
	SELECT ROUND(DATEDIFF(CURDATE(),hire_date)/365) INTO
hire_year FROM employees WHERE employee_id = emp_id;
	CASE hire_year
		WHEN 0 THEN UPDATE employees SET salary=salary+50
WHERE employee_id = emp_id;
		WHEN 1 THEN UPDATE employees SET salary=salary+100
WHERE employee_id = emp_id;
		WHEN 2 THEN UPDATE employees SET salary=salary+200
WHERE employee_id = emp_id;
		WHEN 3 THEN UPDATE employees SET salary=salary+300
WHERE employee_id = emp_id;
		WHEN 4 THEN UPDATE employees SET salary=salary+400
WHERE employee_id = emp_id;
		ELSE UPDATE employees SET salary=salary+500 WHERE
employee_id = emp_id;
	END CASE;
END //
DELIMITER ;
```


15.3.3 循环结构之 LOOP

LOOP 循环语句用来重复执行某些语句。LOOP 内的语句一直重复执行直到循环被退出（使用 LEAVE 子句），跳出循环过程。

LOOP 语句的基本格式如下：

```
[loop_label:] LOOP
循环执行的语句
END LOOP [loop_label]
```

其中，loop_label 表示 LOOP 语句的标注名称，该参数可以省略。

举例 1：

使用 LOOP 语句进行循环操作，id 值小于 10 时将重复执行循环过程。

```
DECLARE id INT DEFAULT 0;
add_loop:LOOP
	SET id = id +1;
	IF id >= 10 THEN LEAVE add_loop;
	END IF;
END LOOP add_loop;
```

举例 2：当市场环境变好时，公司为了奖励大家，决定给大家涨工资。声明存储过程“update_salary_loop()”，声明 OUT 参数 num，输出循环次数。存储过程中实现循环给大家涨薪，薪资涨为原来的 1.1 倍。直到全公司的平均薪资达到 12000 结束。并统计循环次数。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE update_salary_loop(OUT num INT)
BEGIN
	DECLARE avg_salary DOUBLE;
	DECLARE loop_count INT DEFAULT 0;
	SELECT AVG(salary) INTO avg_salary FROM employees;
	label_loop:LOOP
		IF avg_salary >= 12000 THEN LEAVE label_loop;
		END IF;
		UPDATE employees SET salary = salary * 1.1;
		SET loop_count = loop_count + 1;
		SELECT AVG(salary) INTO avg_salary FROM employees;
	END LOOP label_loop;
	SET num = loop_count;
END //
DELIMITER ;
```

15.3.4 循环结构之 WHILE

WHILE 语句创建一个带条件判断的循环过程。WHILE 在执行语句执行时，先对指定的表达式进行判断，如果为真，就执行循环内的语句，否则退出循环。WHILE 语句的基本格式如下：

```
[while_label:] WHILE 循环条件 DO
    循环体
END WHILE [while_label];
```

while_label 为 WHILE 语句的标注名称；如果循环条件结果为真，WHILE 语句内的语句或语句群被执行，直至循环条件为假，退出循环。

举例 1：

WHILE 语句示例，i 值小于 10 时，将重复执行循环过程，代码如下：

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE test_while()
BEGIN
    DECLARE i INT DEFAULT 0;
    WHILE i < 10 DO
    SET i = i + 1;
    END WHILE;
    SELECT i;
END //
DELIMITER ;
# 调用
CALL test_while();
```

举例 2：市场环境不好时，公司为了渡过难关，决定暂时降低大家的薪资。声明存储过程“ update_salary_while() ”，声明 OUT 参数 num，输出循环次数。存储过程中实现循环给大家降薪，薪资降为原来的 90%。直到全公司的平均薪资达到 5000 结束。并统计循环次数。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE update_salary_while(OUT num INT)
BEGIN
    DECLARE avg_sal DOUBLE ;
    DECLARE while_count INT DEFAULT 0;
    SELECT AVG(salary) INTO avg_sal FROM employees;
    WHILE avg_sal > 5000 DO
        UPDATE employees SET salary = salary * 0.9;
        SET while_count = while_count + 1;
        SELECT AVG(salary) INTO avg_sal FROM employees;
    END WHILE;
    SET num = while_count;
END //
DELIMITER ;
```


15.3.5 循环结构之 REPEAT

REPEAT 语句创建一个带条件判断的循环过程。与 WHILE 循环不同的是，REPEAT 循环首先会执行一次循环，然后在 UNTIL 中进行表达式的判断，如果满足条件就退出，即 END REPEAT；如果条件不满足，则会就继续执行循环，直到满足退出条件为止。

REPEAT 语句的基本格式如下：

```
[repeat_label:] REPEAT
        循环体的语句
UNTIL 结束循环的条件表达式
END REPEAT [repeat_label]
```

repeat_label 为 REPEAT 语句的标注名称，该参数可以省略；REPEAT 语句内的语句或语句群被重复，直至 expr_condition 为真。

举例 1：

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE test_repeat()
BEGIN
    DECLARE i INT DEFAULT 0;
    REPEAT
        SET i = i + 1;
    UNTIL i >= 10
    END REPEAT;
    SELECT i;
END //
DELIMITER ;
```

举例 2：当市场环境变好时，公司为了奖励大家，决定给大家涨工资。声明存储过程“ update_salary_repeat() ”，声明 OUT 参数 num，输出循环次数。存储过程中实现循环给大家涨薪，薪资涨为原来的 1.15 倍。直到全公司的平均薪资达到 13000 结束。并统计循环次数。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE update_salary_repeat(OUT num INT)
BEGIN
	DECLARE avg_sal DOUBLE ;
	DECLARE repeat_count INT DEFAULT 0;
	SELECT AVG(salary) INTO avg_sal FROM employees;
	REPEAT
		UPDATE employees SET salary = salary * 1.15;
		SET repeat_count = repeat_count + 1;
		SELECT AVG(salary) INTO avg_sal FROM employees;
	UNTIL avg_sal >= 13000
	END REPEAT;
	SET num = repeat_count;
END //
DELIMITER ;
```

对比三种循环结构：

1、这三种循环都可以省略名称，但如果循环中添加了循环控制语句（LEAVE 或 ITERATE）则必须添加名称。

2、 LOOP：一般用于实现简单的 " 死 " 循环 WHILE：先判断后执行 REPEAT：先执行后判断，无条件至少执行一次

15.3.6 跳转语句之 LEAVE 语句

LEAVE 语句：可以用在循环语句内，或者以 BEGIN 和 END 包裹起来的程序体内，表示跳出循环或者跳出程序体的操作。如果你有面向过程的编程语言的使用经验，你可以把 LEAVE 理解为 break。

基本格式如下：

```
LEAVE 标记名
```

其中，label 参数表示循环的标志。LEAVE 和 BEGIN ... END 或循环一起被使用。

举例 1：创建存储过程 “ leave_begin() ”，声明 INT 类型的 IN 参数 num。给 BEGIN...END 加标记名，并在 BEGIN...END 中使用 IF 语句判断 num 参数的值。

如果 num<=0，则使用 LEAVE 语句退出 BEGIN...END；
如果 num=1，则查询 “ employees ” 表的平均薪资；
如果 num=2，则查询 “ employees ” 表的最低薪资；
如果 num>2，则查询 “ employees ” 表的最高薪资。
IF 语句结束后查询 “ employees ” 表的总人数。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE leave_begin(IN num INT)
	begin_label: BEGIN
		IF num<=0
			THEN LEAVE begin_label;
		ELSEIF num=1
			THEN SELECT AVG(salary) FROM employees;
		ELSEIF num=2
			THEN SELECT MIN(salary) FROM employees;
		ELSE
			SELECT MAX(salary) FROM employees;
		END IF;
		SELECT COUNT(*) FROM employees;
	END //
DELIMITER ;
```

举例 2：
当市场环境不好时，公司为了渡过难关，决定暂时降低大家的薪资。声明存储过程 “ leave_while() ”，声明 OUT 参数 num，输出循环次数，存储过程中使用 WHILE 循环给大家降低薪资为原来薪资的 90%，直到全公司的平均薪资小于等于 10000，并统计循环次数。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE leave_while(OUT num INT)
BEGIN
    DECLARE avg_sal DOUBLE;# 记录平均工资
    DECLARE while_count INT DEFAULT 0; # 记录循环次数
    SELECT AVG(salary) INTO avg_sal FROM employees; # ① 初始化条件
    while_label:WHILE TRUE DO # ② 循环条件
        # ③ 循环体
        IF avg_sal <= 10000 THEN
        LEAVE while_label;
        END IF;
        UPDATE employees SET salary = salary * 0.9;
        SET while_count = while_count + 1;
        # ④ 迭代条件
        SELECT AVG(salary) INTO avg_sal FROM employees;
    END WHILE;
    # 赋值
    SET num = while_count;
END //
DELIMITER ;
```


15.3.7 跳转语句之 ITERATE 语句

ITERATE 语句：只能用在循环语句（LOOP、REPEAT 和 WHILE 语句）内，表示重新开始循环，将执行顺序转到语句段开头处。如果你有面向过程的编程语言的使用经验，你可以把 ITERATE 理解为 continue，意思为 “ 再次循环 ”。

语句基本格式如下：

```
ITERATE label
```

label 参数表示循环的标志。ITERATE 语句必须跟在循环标志前面。

举例： 定义局部变量 num，初始值为 0。循环结构中执行 num + 1 操作。

如果 num < 10，则继续执行循环；

如果 num > 15，则退出循环结构；

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE test_iterate()
BEGIN
    DECLARE num INT DEFAULT 0;
    my_loop:LOOP
        SET num = num + 1;
        IF num < 10
        THEN ITERATE my_loop;
        ELSEIF num > 15
            THEN LEAVE my_loop;
        END IF;
        SELECT ' 尚硅谷：让天下没有难学的技术 ';
    END LOOP my_loop;
END //
DELIMITER ;
```

15.4 游标

15.4.1 什么是游标（或光标）

虽然我们也可以通过筛选条件 WHERE 和 HAVING，或者是限定返回记录的关键字 LIMIT 返回一条记录，但是，却无法在结果集中像指针一样，向前定位一条记录、向后定位一条记录，或者是随意定位到某一条记录，并对记录的数据进行处理。

这个时候，就可以用到游标。游标，提供了一种灵活的操作方式，让我们能够对结果集中的每一条记录进行定位，并对指向的记录中的数据进行操作的数据结构。游标让 SQL 这种面向集合的语言有了面向过程开发的能力。

在 SQL 中，游标是一种临时的数据库对象，可以指向存储在数据库表中的数据行指针。这里游标充当了指针的作用，我们可以通过操作游标来对数据行进行操作。

MySQL 中游标可以在存储过程和函数中使用。

比如，我们查询了 employees 数据表中工资高于 15000 的员工都有哪些：

```
SELECT employee_id,last_name,salary FROM employees
WHERE salary > 15000;
```

这里我们就可以通过游标来操作数据行，如图所示此时游标所在的行是“ 108 ”的记录，我们也可以在结果集上滚动游标，指向结果集中的任意一行。

15.4.2 使用游标步骤

游标必须在声明处理程序之前被声明，并且变量和条件还必须在声明游标或处理程序之前被声明。

如果我们想要使用游标，一般需要经历四个步骤。不同的 DBMS 中，使用游标的语法可能略有不同。

第一步，声明游标

在 MySQL 中，使用 DECLARE 关键字来声明游标，其语法的基本形式如下：

```
DECLARE cursor_name CURSOR FOR select_statement;
```

这个语法适用于 MySQL，SQL Server，DB2 和 MariaDB。如果是用 Oracle 或者 PostgreSQL，需要写成：

```
DECLARE cursor_name CURSOR IS SELECT_statement;
```

要使用 SELECT 语句来获取数据结果集，而此时还没有开始遍历数据，这里 select_statement 代表的是 SELECT 语句，返回一个用于创建游标的结果集。

比如：

```
DECLARE cur_emp CURSOR FOR
SELECT employee_id,salary FROM employees;
DECLARE cursor_fruit CURSOR FOR
SELECT f_name, f_price FROM fruits ;
```

第二步，打开游标

打开游标的语法如下：

```
OPEN cursor_name
```

当我们定义好游标之后，如果想要使用游标，必须先打开游标。打开游标的时候 SELECT 语句的查询结果集就会送到游标工作区，为后面游标的逐条读取结果集中的记录做准备。

```
OPEN cur_emp ;
```

第三步，使用游标（从游标中取得数据）

语法如下：

这句的作用是使用 cursor_name 这个游标来读取当前行，并且将数据保存到 var_name 这个变量中，游标指针指到下一行。如果游标读取的数据行有多个列名，则在 INTO 关键字后面赋值给多个变量名即可。

注意：var_name 必须在声明游标之前就定义好。

```
FETCH    cur_emp INTO emp_id, emp_sal ;
```

注意：游标的查询结果集中的字段数，必须跟 INTO 后面的变量数一致，否则，在存储过程执行的时候，MySQL 会提示错误。

第四步，关闭游标

```
CLOSE cursor_name
```

有 OPEN 就会有 CLOSE，也就是打开和关闭游标。当我们使用完游标后需要关闭掉该游标。因为游标会占用系统资源，如果不及时关闭，游标会一直保持到存储过程结束，影响系统运行的效率。而关闭游标的操作，会释放游标占用的系统资源。

关闭游标之后，我们就不能再检索查询结果中的数据行，如果需要检索只能再次打开游标。

```
CLOSE cur_emp;
```

15.4.3 举例

创建存储过程“ get_count_by_limit_total_salary() ”，声明 IN 参数 limit_total_salary，DOUBLE 类型；声明 OUT 参数 total_count，INT 类型。函数的功能可以实现累加薪资最高的几个员工的薪资值，直到薪资总和达到 limit_total_salary 参数的值，返回累加的人数给 total_count。

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE get_count_by_limit_total_salary(IN limit_total_salary DOUBLE,OUT total_count INT)
BEGIN
    DECLARE sum_salary DOUBLE DEFAULT 0; # 记录累加的总工资
    DECLARE cursor_salary DOUBLE DEFAULT 0; # 记录某一个工资值
    DECLARE emp_count INT DEFAULT 0; # 记录循环个数
    # 定义游标
    DECLARE emp_cursor CURSOR FOR SELECT salary FROM employees ORDER BY salary DESC;
    # 打开游标
    OPEN emp_cursor;
    REPEAT
        # 使用游标（从游标中获取数据）
        FETCH emp_cursor INTO cursor_salary;
        SET sum_salary = sum_salary + cursor_salary;
        SET emp_count = emp_count + 1;
        UNTIL sum_salary >= limit_total_salary
    END REPEAT;
    SET total_count = emp_count;
    # 关闭游标
    CLOSE emp_cursor;
END //
DELIMITER ;
```

15.4.4 小结

游标是 MySQL 的一个重要的功能，为逐条读取结果集中的数据，提供了完美的解决方案。跟在应用层面实现相同的功能相比，游标可以在存储程序中使用，效率高，程序也更加简洁。

但同时也会带来一些性能问题，比如在使用游标的过程中，会对数据行进行加锁，这样在业务并发量大的时候，不仅会影响业务之间的效率，还会消耗系统资源，造成内存不足，这是因为游标是在内存中进行的处理。

建议：养成用完之后就关闭的习惯，这样才能提高系统的整体效率。

补充：MySQL 8.0 的新特性—全局变量的持久化

在 MySQL 数据库中，全局变量可以通过 SET GLOBAL 语句来设置。例如，设置服务器语句超时的限制，可以通过设置系统变量 max_execution_time 来实现：

```
SET GLOBAL MAX_EXECUTION_TIME=2000;
```

使用 SET GLOBAL 语句设置的变量值只会临时生效。数据库重启后，服务器又会从 MySQL 配置文件中读取变量的默认值。 MySQL 8.0 版本新增了 SET PERSIST 命令。例如，设置服务器的最大连接数为 1000：

```
SET PERSIST global max_connections = 1000;
```

MySQL 会将该命令的配置保存到数据目录下的 mysqld-auto.cnf 文件中，下次启动时会读取该文件，用其中的配置来覆盖默认的配置文件。

举例：

查看全局变量 max_connections 的值，结果如下：

```
mysql> show variables like '%max_connections%';
```

Variable_name	Value
max_connections	151
mysqlx_max_connections	100

```
2 rows in set, 1 warning (0.00 sec)
```

设置全局变量 max_connections 的值：

```
mysql> set persist max_connections=1000;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)
```

重启 MySQL 服务器，再次查询 max_connections 的值：

```
mysql> show variables like '%max_connections%';
```

Variable_name	Value
max_connections	1000
mysqlx_max_connections	100

```
2 rows in set, 1 warning (0.00 sec)
```

十六　触发器

在实际开发中，我们经常会遇到这样的情况：有 2 个或者多个相互关联的表，如商品信息和库存信息分别存放在 2 个不同的数据表中，我们在添加一条新商品记录的时候，为了保证数据的完整性，必须同时在库存表中添加一条库存记录。

这样一来，我们就必须把这两个关联的操作步骤写到程序里面，而且要用事务包裹起来，确保这两个操作成为一个原子操作，要么全部执行，要么全部不执行。要是遇到特殊情况，可能还需要对数据进行手动维护，这样就很容易忘记其中的一步，导致数据缺失。

这个时候，咱们可以使用触发器。你可以创建一个触发器，让商品信息数据的插入操作自动触发库存数据的插入操作。这样一来，就不用担心因为忘记添加库存数据而导致的数据缺失了。

16.1　触发器概述

MySQL 从 5.0.2 版本开始支持触发器。MySQL 的触发器和存储过程一样，都是嵌入到 MySQL 服务器的一段程序。

触发器是由事件来触发某个操作，这些事件包括INSERT、UPDATE、DELETE 事件。所谓事件就是指用户的动作或者触发某项行为。如果定义了触发程序，当数据库执行这些语句时候，就相当于事件发生了，就会自动激发触发器执行相应的操作。

当对数据表中的数据执行插入、更新和删除操作，需要自动执行一些数据库逻辑时，可以使用触发器来实现。

16.2　触发器的创建

16.2.1　创建触发器语法

创建触发器的语法结构是：

```
CREATE TRIGGER 触发器名称
{BEFORE|AFTER} {INSERT|UPDATE|DELETE} ON 表名
FOR EACH ROW
触发器执行的语句块；
```

说明：

- 表名：表示触发器监控的对象。
- BEFORE|AFTER：表示触发的时间。BEFORE 表示在事件之前触发；AFTER 表示在事件之后触发。
- INSERT|UPDATE|DELETE ：表示触发的事件。
  - INSERT 表示插入记录时触发；
  - UPDATE 表示更新记录时触发；
  - DELETE 表示删除记录时触发。
  - 触发器执行的语句块：可以是单条 SQL 语句，也可以是由 BEGIN…END 结构组成的复合语句块。

2.2 代码举例

举例 1：

1、创建数据表：

```
CREATE TABLE test_trigger (
id INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
t_note VARCHAR(30)
);
CREATE TABLE test_trigger_log (
id INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
t_log VARCHAR(30)
);
```

2、创建触发器：创建名称为 before_insert 的触发器，向 test_trigger 数据表插入数据之前，向 test_trigger_log 数据表中插入 before_insert 的日志信息。

```
DELIMITER //
CREATE TRIGGER before_insert
BEFORE INSERT ON test_trigger
FOR EACH ROW
BEGIN
INSERT INTO test_trigger_log (t_log)
VALUES('before_insert');
END //
DELIMITER ;
```

3、向 test_trigger 数据表中插入数据

```
INSERT INTO test_trigger (t_note) VALUES (' 测试 BEFORE INSERT 触发器 ');
```

4、查看 test_trigger_log 数据表中的数据

```
mysql> SELECT * FROM test_trigger_log;
```

id	t_log
1	before_insert

```
1 row in set (0.00 sec)
```

举例 2：

1、创建名称为 after_insert 的触发器，向 test_trigger 数据表插入数据之后，向 test_trigger_log 数据表中插入 after_insert 的日志信息。

```
DELIMITER //
CREATE TRIGGER after_insert
AFTER INSERT ON test_trigger
FOR EACH ROW
BEGIN
        INSERT INTO test_trigger_log (t_log)
        VALUES('after_insert');
END //
DELIMITER ;
```


2、向 test_trigger 数据表中插入数据。

```
INSERT INTO test_trigger (t_note) VALUES (' 测试 AFTER INSERT 触发器 ');
```

3、查看 test_trigger_log 数据表中的数据

```
mysql> SELECT * FROM test_trigger_log;
```

id	t_log
1	before_insert
2	before_insert
3	after_insert

```
3 rows in set (0.00 sec)
```

举例 3：定义触发器“ salary_check_trigger ”，基于员工表“ employees ”的 INSERT 事件，在 INSERT 之前检查将要添加的新员工薪资是否大于他领导的薪资，如果大于领导薪资，则报 sqlstate_value 为 'HY000' 的错误，从而使得添加失败。

```
DELIMITER //
CREATE TRIGGER salary_check_trigger
BEFORE INSERT ON employees FOR EACH ROW
BEGIN
        DECLARE mgrsalary DOUBLE;
        SELECT salary INTO mgrsalary FROM employees WHERE employee_id = NEW.manager_id;
        IF NEW.salary > mgrsalary THEN
                SIGNAL SQLSTATE 'HY000' SET MESSAGE_TEXT = ' 薪资高于领导薪资错误 ';
        END IF;
END //
DELIMITER ;
```

上面触发器声明过程中的 NEW 关键字代表 INSERT 添加语句的新记录。

16.3 查看、删除触发器

16.3.1 查看触发器

查看触发器是查看数据库中已经存在的触发器的定义、状态和语法信息等。

方式 1：查看当前数据库的所有触发器的定义

```
SHOW TRIGGERS\G
```

方式 2：查看当前数据库中某个触发器的定义

```
SHOW CREATE TRIGGER 触发器名
```

方式 3：从系统库 information_schema 的 TRIGGERS 表中查询“ salary_check_trigger ”触发器的信息。

```
SELECT * FROM information_schema.TRIGGERS;
```

16.3.2 删除触发器

触发器也是数据库对象，删除触发器也用 DROP 语句，语法格式如下：

```
DROP TRIGGER IF EXISTS 触发器名称 ;
```


16.4 触发器的优缺点

16.4.1 优点

1、触发器可以确保数据的完整性。

假设我们用进货单头表（demo.importhead）来保存进货单的总体信息，包括进货单编号、供货商编号、仓库编号、总计进货数量、总计进货金额和验收日期。

用进货单明细表（demo.importdetails）来保存进货商品的明细，包括进货单编号、商品编号、进货数量、进货价格和进货金额。

每当我们录入、删除和修改一条进货单明细数据的时候，进货单明细表里的数据就会发生变动。这个时候，在进货单头表中的总计数量和总计金额就必须重新计算，否则，进货单头表中的总计数量和总计金额就不等于进货单明细表中数量合计和金额合计了，这就是数据不一致。

为了解决这个问题，我们就可以使用触发器，规定每当进货单明细表有数据插入、修改和删除的操作时，自动触发 2 步操作：

1）重新计算进货单明细表中的数量合计和金额合计；

2）用第一步中计算出来的值更新进货单头表中的合计数量与合计金额。

这样一来，进货单头表中的合计数量与合计金额的值，就始终与进货单明细表中计算出来的合计数量与合计金额的值相同，数据就是一致的，不会互相矛盾

。

2、触发器可以帮助我们记录操作日志。

利用触发器，可以具体记录什么时间发生了什么。比如，记录修改会员储值金额的触发器，就是一个很好的例子。这对我们还原操作执行时的具体场景，更好地定位问题原因很有帮助。

3、触发器还可以用在操作数据前，对数据进行合法性检查。

比如，超市进货的时候，需要库管录入进货价格。但是，人为操作很容易犯错误，比如说在录入数量的时候，把条形码扫进去了；录入金额的时候，看串了行，录入的价格远超售价，导致账面上的巨亏……这些都可以通过触发器，在实际插入或者更新操作之前，对相应的数据进行检查，及时提示错误，防止错误数据进入系统。

16.4.2　缺点

1、触发器最大的一个问题就是可读性差。

因为触发器存储在数据库中，并且由事件驱动，这就意味着触发器有可能不受应用层的控制。这对系统维护是非常有挑战的。

比如，创建触发器用于修改会员储值操作。如果触发器中的操作出了问题，会导致会员储值金额更新失败。我用下面的代码演示一下：

```
mysql> update demo.membermaster set memberdeposit=20 where memberid = 2;
ERROR 1054 (42S22): Unknown column 'aa' in 'field list'
```

结果显示，系统提示错误，字段“ aa ”不存在。

这是因为，触发器中的数据插入操作多了一个字段，系统提示错误。可是，如果你不了解这个触发器，很可能会认为是更新语句本身的问题，或者是会员信息表的结构出了问题。说不定你还会给会员信息表添加一个叫“ aa ”的字段，试图解决这个问题，结果只能是白费力。

2、相关数据的变更，可能会导致触发器出错。

特别是数据表结构的变更，都可能会导致触发器出错，进而影响数据操作的正常运行。这些都会由于触发器本身的隐蔽性，影响到应用中错误原因排查的效率。

4.3 注意点

注意，如果在子表中定义了外键约束，并且外键指定了 ON UPDATE/DELETE CASCADE/SET NULL 子句，此时修改父表被引用的键值或删除父表被引用的记录行时，也会引起子表的修改和删除操作，此时基于子表的 UPDATE 和 DELETE 语句定义的触发器并不会被激活。

例如：基于子表员工表（t_employee）的 DELETE 语句定义了触发器 t1，而子表的部门编号（did）字段定义了外键约束引用了父表部门表（t_department）的主键列部门编号（did），并且该外键加了“ ONDELETE SET NULL ”子句，那么如果此时删除父表部门表（t_department）在子表员工表（t_employee）有匹配记录的部门记录时，会引起子表员工表（t_employee）匹配记录的部门编号（did）修改为 NULL，但是此时不会激活触发器 t1。只有直接对子表员工表（t_employee）执行 DELETE 语句时才会激活触发器 t1。