# Java异常

## 1.Java异常概述

异常指不期而至的各种状况，如：文件找不到、网络连接失败、非法参数等。异常是一个事件，它发生在程序运行期间，干扰了正常的指令流程。Java通 过API中Throwable类的众多子类描述各种不同的异常。因而，Java异常都是对象，是Throwable子类的实例，描述了出现在一段编码中的 错误条件。当条件生成时，错误将引发异常。

Java异常类层次结构图：



在Java中，所有的异常都有一个共同的祖先Throwable（可抛出）。Throwable指定代码中可用异常传播机制通过 Java 应用程序传输的任何问题的共性。

**Throwable：** 有两个重要的子类：Exception（异常）和 Error（错误），二者都是 Java 异常处理的重要子类，各自都包含大量子类。

**Error（错误）:**是程序无法处理的错误，表示运行应用程序中较严重问题。大多数错误与代码编写者执行的操作无关，而表示代码运行时 JVM（Java 虚拟机）出现的问题。例如，Java虚拟机运行错误（Virtual MachineError），当 JVM 不再有继续执行操作所需的内存资源时，将出现 OutOfMemoryError。这些异常发生时，Java虚拟机（JVM）一般会选择线程终止。

这些错误表示故障发生于虚拟机自身、或者发生在虚拟机试图执行应用时，如Java虚拟机运行错误（Virtual MachineError）、类定义错误（NoClassDefFoundError）等。这些错误是不可查的，因为它们在应用程序的控制和处理能力之 外，而且绝大多数是程序运行时不允许出现的状况。对于设计合理的应用程序来说，即使确实发生了错误，本质上也不应该试图去处理它所引起的异常状况。在 Java中，错误通过Error的子类描述。

**Exception（异常）:**是程序本身可以处理的异常。

Exception 类有一个重要的子类 RuntimeException。RuntimeException 类及其子类表示“JVM 常用操作”引发的错误。例如，若试图使用空值对象引用、除数为零或数组越界，则分别引发运行时异常（NullPointerException、ArithmeticException）和 ArrayIndexOutOfBoundException。

注意：异常和错误的区别：异常能被程序本身可以处理，错误是无法处理。

## 2.Java异常的分类

### 2.1 Java异常分类

通常，Java的异常(包括Exception和Error)分为**可查的异常（checked exceptions）和不可查的异常（unchecked exceptions）**。

可查异常（编译器要求必须处置的异常）：正确的程序在运行中，很容易出现的、情理可容的异常状况。可查异常虽然是异常状况，但在一定程度上它的发生是可以预计的，而且一旦发生这种异常状况，就必须采取某种方式进行处理。

除了RuntimeException及其子类以外，其他的Exception类及其子类都属于可查异常。这种异常的特点是Java编译器会检查它，也就是说，当程序中可能出现这类异常，要么用try-catch语句捕获它，要么用throws子句声明抛出它，否则编译不会通过。

不可查异常(编译器不要求强制处置的异常):包括运行时异常（RuntimeException与其子类）和错误（Error）。

### 2.2 Exception异常分类

Exception异常分两大类运行时异常和非运行时异常(编译异常)。

**运行时异常：**都是RuntimeException类及其子类异常，如NullPointerException(空指针异常)、IndexOutOfBoundsException(下标越界异常)等，这些异常是不检查异常，程序中可以选择捕获处理，也可以不处理。这些异常一般是由程序逻辑错误引起的，程序应该从逻辑角度尽可能避免这类异常的发生。

运行时异常的特点是Java编译器不会检查它，也就是说，当程序中可能出现这类异常，即使没有用try-catch语句捕获它，也没有用throws子句声明抛出它，也会编译通过。

**非运行时异常 （编译异常）：**是RuntimeException以外的异常，类型上都属于Exception类及其子类。从程序语法角度讲是必须进行处理的异常，如果不处理，程序就不能编译通过。如IOException、SQLException等以及用户自定义的Exception异常，一般情况下不自定义检查异常。

## 3. 异常处理机制

在 Java 应用程序中，异常处理机制为：抛出异常，捕捉异常。

**抛出异常**：当一个方法出现错误引发异常时，方法创建异常对象并交付运行时系统，异常对象中包含了异常类型和异常出现时的程序状态等异常信息。运行时系统负责寻找处置异常的代码并执行。

**捕获异常**：在方法抛出异常之后，运行时系统将转为寻找合适的异常处理器（exception handler）。潜在的异常处理器是异常发生时依次存留在调用栈中的方法的集合。当异常处理器所能处理的异常类型与方法抛出的异常类型相符时，即为合适的异常处理器。运行时系统从发生异常的方法开始，依次回查调用栈中的方法，直至找到含有合适异常处理器的方法并执行。当运行时系统遍历调用栈而未找到合适的异常处理器，则运行时系统终止。同时，意味着Java程序的终止。

对于运行时异常、错误或可查异常，Java技术所要求的异常处理方式有所不同。

由于运行时异常的不可查性，为了更合理、更容易地实现应用程序，Java规定，运行时异常将由Java运行时系统自动抛出，允许应用程序忽略运行时异常。

对于方法运行中可能出现的Error，当运行方法不欲捕捉时，Java允许该方法不做任何抛出声明。因为，大多数Error异常属于永远不能被允许发生的状况，也属于合理的应用程序不该捕捉的异常。

对于所有的可查异常，Java规定：一个方法必须捕捉，或者声明抛出方法之外。也就是说，当一个方法选择不捕捉可查异常时，它必须声明将抛出异常。

### 3.1 捕捉异常

#### 3.1.1 try-catch语句

在Java中，异常通过try-catch语句捕获。其一般语法形式为：

try **{**

    // 可能会发生异常的程序代码

**}** catch **(**Type1 id1**){**

    // 捕获并处置try抛出的异常类型Type1

**}**

catch **(**Type2 id2**){**

     //捕获并处置try抛出的异常类型Type2

**}**

##### **3.1.1.1**捕捉throw语句抛出的“除数为0”异常

public class TestException **{**

    public static void main**(**String**[]** args**)** **{**

        int a **=** 6**;**

        int b **=** 0**;**

        try **{** // try监控区域

            if **(**b **==** 0**)** throw new ArithmeticException**();**

// 通过throw语句抛出异常

            System**.**out**.**println**(**"a/b的值是：" **+** a **/** b**);**

**}**

        catch **(**ArithmeticException e**)** **{** // catch捕捉异常

            System**.**out**.**println**(**"程序出现异常，变量b不能为0。"**);**

**}**

        System**.**out**.**println**(**"程序正常结束。"**);**

**}**

**}**

**运行结果：程序出现异常，变量b不能为0。**

**程序正常结束。**

在try监控区域通过if语句进行判断，当“除数为0”的错误条件成立时引发ArithmeticException异常，创建 ArithmeticException异常对象，并由throw语句将异常抛给Java运行时系统，由系统寻找匹配的异常处理器catch并运行相应异 常处理代码，打印输出“程序出现异常，变量b不能为0。”try-catch语句结束，继续程序流程。

事实上，“除数为0”等ArithmeticException，是RuntimException的子类。而运行时异常将由运行时系统自动抛出，不需要使用throw语句。

##### 3.1.1.2捕捉运行时系统自动抛出“除数为0”引发的ArithmeticException异常

public static void main**(**String**[]** args**)** **{**

int a **=** 6**;**

int b **=** 0**;**

try **{**

    System**.**out**.**println**(**"a/b的值是：" **+** a **/** b**);**

**}** catch **(**ArithmeticException e**)** **{**

    System**.**out**.**println**(**"程序出现异常，变量b不能为0。"**);**

**}**

System**.**out**.**println**(**"程序正常结束。"**);**

**}**

**运行结果：程序出现异常，变量b不能为0。**

**程序正常结束。**

System.out.println("a/b的值是：" + a/b); 在运行中出现“除数为0”错误，引发ArithmeticException异常。运行时系统创建异常对象并抛出监控区域，转而匹配合适的异常处理器catch，并执行相应的异常处理代码。

由于检查运行时异常的代价远大于捕捉异常所带来的益处，运行时异常不可查。Java编译器允许忽略运行时异常，一个方法可以既不捕捉，也不声明抛出运行时异常。

##### 3.1.1.3不捕捉、也不声明抛出运行时异常

public class TestException **{**

    public static void main**(**String**[]** args**)** **{**

        int a**,** b**;**

        a **=** 6**;**

        b **=** 0**;** // 除数b 的值为0

        System**.**out**.**println**(**a **/** b**);**

**}**

**}**

**运行结果：**

**Exception in thread "main" java.lang.ArithmeticException: / by zero**

**at Test.TestException.main(TestException.java:8)**

##### 3.1.1.4程序可能存在除数为0异常和数组下标越界异常

public class TestException **{**

    public static void main**(**String**[]** args**)** **{**

        int**[]** intArray **=** new int**[**3**];**

        try **{**

            for **(**int i **=** 0**;** i **<=** intArray**.**length**;** i**++)** **{**

                intArray**[**i**]** **=** i**;**

                System**.**out**.**println**(**"intArray[" **+** i **+** "] = " **+** intArray**[**i**]);**

                System**.**out**.**println**(**"intArray[" **+** i **+** "]模 " **+** **(**i **-** 2**)** **+** "的值:  " **+** intArray**[**i**]** **%** **(**i **-** 2**));**

**}**

**}** catch **(**ArrayIndexOutOfBoundsException e**)** **{**

            System**.**out**.**println**(**"intArray数组下标越界异常。"**);**

**}** catch **(**ArithmeticException e**)** **{**

            System**.**out**.**println**(**"除数为0异常。"**);**

**}**

        System**.**out**.**println**(**"程序正常结束。"**);**

**}**

**}**

**运行结果：**

**intArray[0] = 0**

**intArray[0]模 -2的值:  0**

**intArray[1] = 1**

**intArray[1]模 -1的值:  0**

**intArray[2] = 2**

**除数为0异常。**

**程序正常结束**。

程序可能会出现除数为0异常，还可能会出现数组下标越界异常。程序运行过程中ArithmeticException异常类型是先行匹配的，因此执行相匹配的catch语句：

catch **(**ArithmeticException e**){**

      System**.**out**.**println**(**"除数为0异常。"**);**

**}**

需要注意的是，一旦某个catch捕获到匹配的异常类型，将进入异常处理代码。一经处理结束，就意味着整个try-catch语句结束。其他的catch子句不再有匹配和捕获异常类型的机会。

对于有多个catch子句的异常程序而言，应该尽量将捕获底层异常类的catch子 句放在前面，同时尽量将捕获相对高层的异常类的catch子句放在后面。否则，捕获底层异常类的catch子句将可能会被屏蔽。

RuntimeException异常类包括运行时各种常见的异常，ArithmeticException类和ArrayIndexOutOfBoundsException类都是它的子类。因此，RuntimeException异常类的catch子句应该放在 最后面，否则可能会屏蔽其后的特定异常处理或引起编译错误。

#### 3.1.2 try-catch-finally语句

try-catch语句还可以包括第三部分，就是finally子句。它表示无论是否出现异常，都应当执行的内容。try-catch-finally语句的一般语法形式为：

try **{**

    // 可能会发生异常的程序代码

**}** catch **(**Type1 id1**)** **{**

    // 捕获并处理try抛出的异常类型Type1

**}** catch **(**Type2 id2**)** **{**

    // 捕获并处理try抛出的异常类型Type2

**}** finally **{**

    // 无论是否发生异常，都将执行的语句块

**}**

##### **3.1.2.1**带finally子句的异常处理程序

public class TestException **{**

public static void main**(**String args**[])** **{**

int i **=** 0**;**

String greetings**[]** **=** **{** " Hello world !"**,** " Hello World !! "**,**" HELLO WORLD !!!" **};**

while **(**i **<** 4**)** **{**

            try **{**

                // 特别注意循环控制变量i的设计，避免造成无限循环

                System**.**out**.**println**(**greetings**[**i**]);**i**++;**

**}** catch **(**ArrayIndexOutOfBoundsException e**)** **{**

                System**.**out**.**println**(**"数组下标越界异常"**);**

**}** finally **{**

                System**.**out**.**println**(**"--------------------------"**);**

**}**

**}**

**}**

**}**

**运行结果：**

**Hello world !**

**--------------------------**

**Hello World !!**

**--------------------------**

**HELLO WORLD !!!**

**--------------------------**

**数组下标越界异常**

**--------------------------**

请特别注意try子句中语句块的设计，如果设计为如下，将会出现死循环。

try **{**

      System**.**out**.**println **(**greetings**[**i**]);** i**++;**

**}**

因为当i为3的时，访问greetings**[**3**]**会产生数组越界异常，i**++**并没有执行，所以i一直为3。

##### 3.1.2.2 finally中的return带来的困惑

在finally中使用return会引起很多意外的问题。

public class Ex1 **{**

    public static void main**(**String**[]** args**)** **{**

        System**.**out**.**println**(**Ex1**.**getResult**());**

**}**

    public static int getResult**(){**

        int a **=**100**;**

        try**{**

            return a**+**10**;**

//注意，java的基础数据类型是值传递，这里的返回值已经和上面的a没有关系

**}**catch**(**Exception e**){**

            e**.**printStackTrace**();**

**}**finally**{**

            return a**;**

//最后再把值重定向到a(相当于将try中的返回值覆盖掉)，所以输出还是100

**}**

**}**

**}**

在上面的例子中，finally中的return覆盖了try中的return。

再看一个例子

public class Ex1 **{**

    public static void main**(**String**[]** args**)** **{**

        try**{**

        System**.**out**.**println**(**Ex1**.**getResult**());**

**}**catch**(**Exception e**){**

            e**.**printStackTrace**();**

            System**.**out**.**println**(**"截获异常catch"**);**

**}**finally**{**

            System**.**out**.**println**(**"异常处理finally"**);**

**}**

**}**

    public static int getResult**()** throws Exception**{**

        int a **=**100**;**

        try**{**

            a**=**a**+**10**;**

            throw new RuntimeException**();**

**}**catch**(**Exception e**){**

            System**.**out**.**println**(**"截获异常并重新抛出异常"**);**

            throw new Exception**();**

**}**finally**{**

            return a**;**

**}**

**}**

**}**

**输出如下：**

**截获异常并重新抛出异常**

**110**

**异常处理finally**

关键的“截获异常catch”却没有执行！！！

原因是在getResult()的finally中return一个值，等同于告诉编译器该方法没有异常,但实际上异常是有的，这样的结果是该方法的调用者却捕获不到异常，相对于异常被无端的被吃掉了，隐藏杀机啊！！

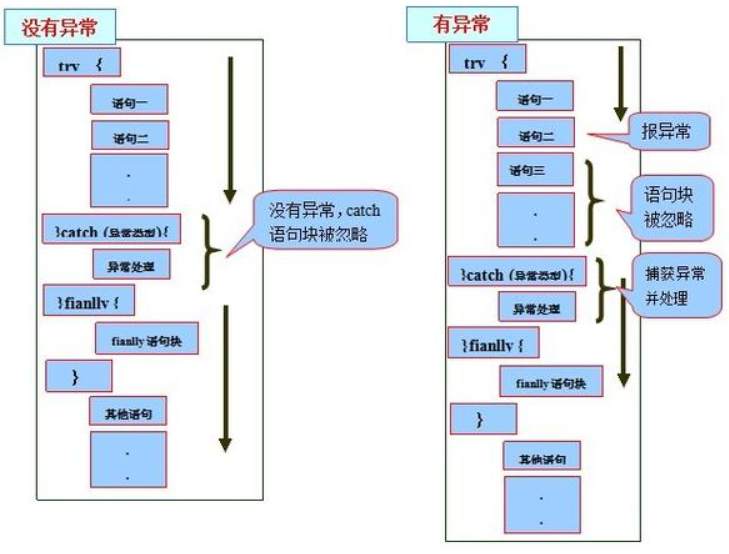
结论：不要再finally中试图return一个值，这样可能会导致一些意想不到的逻辑错误，finally就是用来释放资源的！！

##### 3.1.2.3 **try、catch、finally语句块的执行顺序**

1)当try没有捕获到异常时：try语句块中的语句逐一被执行，程序将跳过catch语句块，执行finally语句块和其后的语句；

2)当try捕获到异常，catch语句块里没有处理此异常的情况：当try语句块里的某条语句出现异常时，而没有处理此异常的catch语句块时，此异常将会抛给JVM处理，finally语句块里的语句还是会被执行，但finally语句块后的语句不会被执行；

3)当try捕获到异常，catch语句块里有处理此异常的情况：在try语句块中是按照顺序来执行的，当执行到某一条语句出现异常时，程序将跳到catch语句块，并与catch语句块逐一匹配，找到与之对应的处理程序，其他的catch语句块将不会被执行，而try语句块中，出现异常之后的语句也不会被执行，catch语句块执行完后，执行finally语句块里的语句，最后执行finally语句块后的语句；



### 3.2 抛出异常

任何Java代码都可以抛出异常，如：自己编写的代码、来自Java开发环境包中代码，或者Java运行时系统。无论是谁，都可以通过Java的throw语句抛出异常。从方法中抛出的任何异常都必须使用throws子句。

#### 3.2.1 throws声明异常

任何Java代码都可以抛出异常，如：自己编写的代码、来自Java开发环境包中代码，或者Java运行时系统。无论是谁，都可以通过Java的throw语句抛出异常。从方法中抛出的任何异常都必须使用throws子句。

methodname throws Exception1**,**Exception2**,..,**ExceptionN

**{**

**}**

方法名后的throws Exception1,Exception2,...,ExceptionN为**声明**要抛出的异常列表。当方法抛出异常列表的异常时，方法将不对这些类型及其子类类型的异常作处理，而抛向调用该方法的方法，由他去处理。

import java**.**lang**.**Exception**;**

public class TestException **{**

    static void pop**()** throws NegativeArraySizeException **{**

        // 定义方法并抛出NegativeArraySizeException异常

        int**[]** arr **=** new int**[-**3**];** // 创建数组

**}**

    public static void main**(**String**[]** args**)** **{** // 主方法

        try **{** // try语句处理异常信息

            pop**();** // 调用pop()方法

**}** catch **(**NegativeArraySizeException e**)** **{**

            System**.**out**.**println**(**"pop()方法抛出的异常"**);**// 输出异常信息

**}**

**}**

**}**

使用throws关键字将异常抛给调用者后，如果调用者不想处理该异常，可以继续向上抛出，但最终要有能够处理该异常的调用者。

**Throws抛出异常的规则：**

1) 如果是不可查异常（unchecked exception），即Error、RuntimeException或它们的子类，**那么可以不使用throws关键字来声明要抛出的异常，编译仍能顺利通过，但在运行时会被系统抛出。**

2）必须声明方法可抛出的任何可查异常（checked exception）。即如果一个方法可能出现受可查异常，要么用try-catch语句捕获，要么用throws子句声明将它抛出，否则会导致编译错误

3)仅当抛出了异常，该方法的调用者才必须处理或者重新抛出该异常。当方法的调用者无力处理该异常的时候，应该继续抛出，而不是囫囵吞枣。

4）调用方法必须遵循任何可查异常的处理和声明规则。若覆盖一个方法，则不能声明与覆盖方法不同的异常。声明的任何异常必须是被覆盖方法所声明异常的同类或子类。

#### 3.2.2 使用throw抛出异常

throw总是出现在函数体中，用来抛出一个Throwable类型的异常。程序会在throw语句后立即终止，它后面的语句执行不到，然后在包含它的所有try块中（可能在上层调用函数中）从里向外寻找含有与其匹配的catch子句的try块。

如果抛出了检查异常，则还应该在方法头部声明方法可能抛出的异常类型。该方法的调用者也必须检查处理抛出的异常。

如果所有方法都层层上抛获取的异常，最终JVM会进行处理，处理也很简单，就是打印异常消息和堆栈信息。如果抛出的是Error或RuntimeException，则该方法的调用者可选择处理该异常。

package Test**;**

import java**.**lang**.**Exception**;**

public class TestException **{**

static int quotient**(**int x**,** int y**)** throws MyException **{**

// 定义方法抛出异常

        if **(**y **<** 0**)** **{** // 判断参数是否小于0

            throw new MyException**(**"除数不能是负数"**);** // 异常信息

**}**

        return x**/**y**;** // 返回值

**}**

    public static void main**(**String args**[])** **{** // 主方法

        int  a **=**3**;**

        int  b **=**0**;**

        try **{** // try语句包含可能发生异常的语句

            int result **=** quotient**(**a**,** b**);** // 调用方法quotient()

**}** catch **(**MyException e**)** **{** // 处理自定义异常

            System**.**out**.**println**(**e**.**getMessage**());** // 输出异常信息

**}** catch **(**ArithmeticException e**)** **{**

// 处理ArithmeticException异常

            System**.**out**.**println**(**"除数不能为0"**);** // 输出提示信息

**}** catch **(**Exception e**)** **{** // 处理其他异常

            System**.**out**.**println**(**"程序发生了其他的异常"**);** // 输出提示信息

**}**

**}**

**}**

class MyException extends Exception **{** // 创建自定义异常类

    String message**;** // 定义String类型变量

    public MyException**(**String ErrorMessagr**)** **{** // 父类方法

        message **=** ErrorMessagr**;**

**}**

    public String getMessage**()** **{** // 覆盖getMessage()方法

        return message**;**

**}**

**}**

#### 3.2.3 异常链

异常链顾名思义就是将异常发生的原因一个传一个串起来，即把底层的异常信息传给上层，这样逐层抛出。

Java API文档中给出了一个简单的模型：

try **{**

 lowLevelOp**();**

**}** catch **(**LowLevelException le**)** **{**

  throw **(**HighLevelException**)**

  new HighLevelException**().**initCause**(**le**);**

**}**

当程序捕获到了一个底层异常le，在处理部分选择了继续抛出一个更高级别的新异常给此方法的调用者。这样异常的原因就会逐层传递。这样，位于高层的异常递归调用getCause()方法，就可以遍历各层的异常原因。

这就是Java异常链的原理。异常链的实际应用很少，发生异常时候逐层上抛不是个好注意，上层拿到这些异常又能奈之何？而且异常逐层上抛会消耗大量资源，因为要保存一个完整的异常链信息.

#### 3.2.4 Throwable类中的常用方法

getCause**()**：返回抛出异常的原因。如果 cause 不存在或未知，则返回 null。

getMessage**()**：返回异常的消息信息。

printStackTrace**()**：对象的堆栈跟踪输出至错误输出流，作为字段 System**.**err 的值。

## 4.常见的异常

runtimeException子类:

java**.**lang**.**ArrayIndexOutOfBoundsException

数组索引越界异常。当对数组的索引值为负数或大于等于数组大小时抛出。

java**.**lang**.**ArithmeticException

算术条件异常。譬如：整数除零等。

java**.**lang**.**NullPointerException

空指针异常。当应用试图在要求使用对象的地方使用了null时，抛出该异常。譬如：调用null对象的实例方法、访问null对象的属性、计算null对象的长度、使用throw语句抛

出null等等

java**.**lang**.**ClassNotFoundException

找不到类异常。当应用试图根据字符串形式的类名构造类，而在遍历CLASSPAH之后找不到对应名称的class文件时，抛出该异常。

java**.**lang**.**NegativeArraySizeException 数组长度为负异常

java**.**lang**.**ArrayStoreException 数组中包含不兼容的值抛出的异常

java**.**lang**.**SecurityException 安全性异常

java**.**lang**.**IllegalArgumentException 非法参数异常

IOException

IOException：操作输入流和输出流时可能出现的异常。

EOFException   文件已结束异常

FileNotFoundException   文件未找到异常

其他

ClassCastException    类型转换异常类

ArrayStoreException  数组中包含不兼容的值抛出的异常

SQLException   操作数据库异常类

NoSuchFieldException   字段未找到异常

NoSuchMethodException   方法未找到抛出的异常

NumberFormatException    字符串转换为数字抛出的异常

StringIndexOutOfBoundsException 字符串索引超出范围抛出的异常

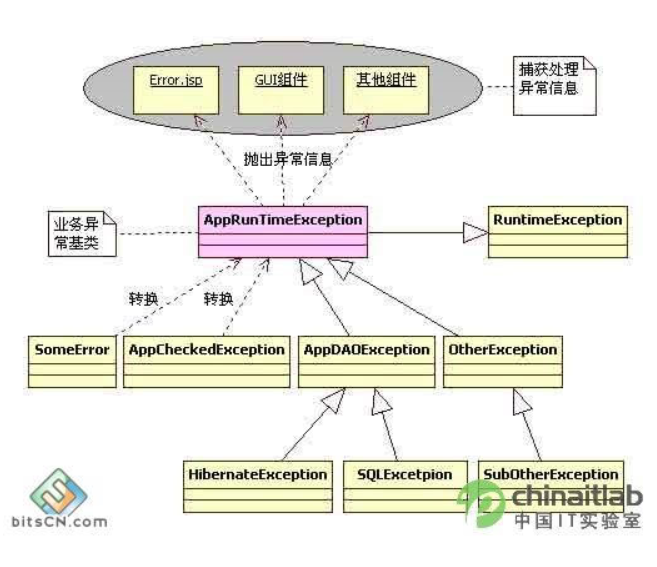
IllegalAccessException  不允许访问某类异常

InstantiationException  当应用程序试图使用Class类中的newInstance**()**方法创建一个类的实例，而指定的类对象无法被实例化时，抛出该异常

## 5. 设计一个高效合理的异常处理框架

对于一个应用系统来说，发生所有异常在用户看来都是应用系统内部的异常。因此应该设计一套应用系统的异常框架，以处理系统运行过程中的所有异常。

基于这种观点，可以设计一个应用系统的异常比如叫做AppException。并且对用户来说，这些异常都是运行应用系统运行时发生的，因此AppException应该继承RuntimeException，这样系统中所有的其他异常都转译为AppException，当异常发生的时候，前端接收到AppExcetpion并做统一的处理。



在这个设计图中，AppRuntimeException是系统异常的基类，对外只抛出这个异常。这个异常可以由前端（客户端）接收处理，当异常发生时，客户端的相关组件捕获并处理这些异常，将"友好"的信息展示给客户。在AppRuntimeException下层，有各种各样的异常和错误，最终都转译为AppRuntimeException。