Java语言高级特性——注解与反射

Java知识是作为Android开发的语言基础，虽然现在已经推出了kotlin，但是基于以下原因我们还是需要好好牢牢掌握java：

1. SDK还是java，kotlin也需要编译成为java运行；
2. Java语言应用不仅仅在Android，就是在后台开发中也是一个最流行的语言；
3. 大公司面试都要求我们有扎实的Java语言基础。

所以，请大家不要轻视提高自己Java基础的机会，请大家认真学习，做好笔记，争取取得更大的进步。

注解

Java 注解（Annotation）又称 Java 标注，是 JDK5.0 引入的一种注释机制。 注解是元数据的一种形式，提供有关于程序但不属于程序本身的数据。注解对它们注解的代码的操作没有直接影响。

注解声明

声明一个注解类型

Java中所有的注解，默认实现`Annotation`接口：

```
package java.lang.annotation;
public interface Annotation {

    boolean equals(Object obj);

    int hashCode();

    String toString();

    Class<? extends Annotation> annotationType();
}
```

与声明一个"**Class**"不同的是，注解的声明使用`@interface`关键字。一个注解的声明如下：

```
public @interface Lance{

}
```

元注解

在定义注解时，注解类也能够使用其他的注解声明。对注解类型进行注解的注解类，我们称之为 meta-annotation（元注解）。一般的，我们在定义自定义注解时，需要指定的元注解有两个：

> 另外还有**@Documented** 与 **@Inherited** 元注解，前者用于被javadoc工具提取成文档，后者表示允许子类继承父类中定义的注解。

@Target

注解标记另一个注解，以限制可以应用注解的 Java 元素类型。目标注解指定以下元素类型之一作为其值：

- `ElementType.ANNOTATION_TYPE` 可以应用于注解类型。
- `ElementType.CONSTRUCTOR` 可以应用于构造函数。
- `ElementType.FIELD` 可以应用于字段或属性。
- `ElementType.LOCAL_VARIABLE` 可以应用于局部变量。
- `ElementType.METHOD` 可以应用于方法级注解。
- `ElementType.PACKAGE` 可以应用于包声明。
- `ElementType.PARAMETER` 可以应用于方法的参数。
- `ElementType.TYPE` 可以应用于类的任何元素。

@Retention

注解指定标记注解的存储方式：

- `RetentionPolicy.SOURCE` - 标记的注解仅保留在源级别中，并被编译器忽略。
- `RetentionPolicy.CLASS` - 标记的注解在编译时由编译器保留，但 Java 虚拟机(JVM)会忽略。
- `RetentionPolicy.RUNTIME` - 标记的注解由 JVM 保留，因此运行时环境可以使用它。

> @Retention 三个值中 SOURCE < CLASS < RUNTIME，即CLASS包含了SOURCE，RUNTIME包含SOURCE、CLASS。下文会介绍他们不同的应用场景。

下面来看例子：

```
//@Target(ElementType.TYPE)  只能在类上标记该注解
@Target({ElementType.TYPE,ElementType.FIELD}) // 允许在类与类属性上标记该注解
@Retention(RetentionPolicy.SOURCE) //注解保留在源码中
public @interface Lance {

}
```

注解类型元素

在上文元注解中，允许在使用注解时传递参数。我们也能让自定义注解的主体包含 *annotation type element (注解类型元素)* 声明，它们看起来很像方法，可以定义可选的默认值。

```
@Target({ElementType.TYPE,ElementType.FIELD})
@Retention(RetentionPolicy.SOURCE)
public @interface Lance {
    String value();  //无默认值
    int age() default 1; //有默认值
}
```

> 注意：在使用注解时，如果定义的注解中的类型元素无默认值，则必须进行传值。

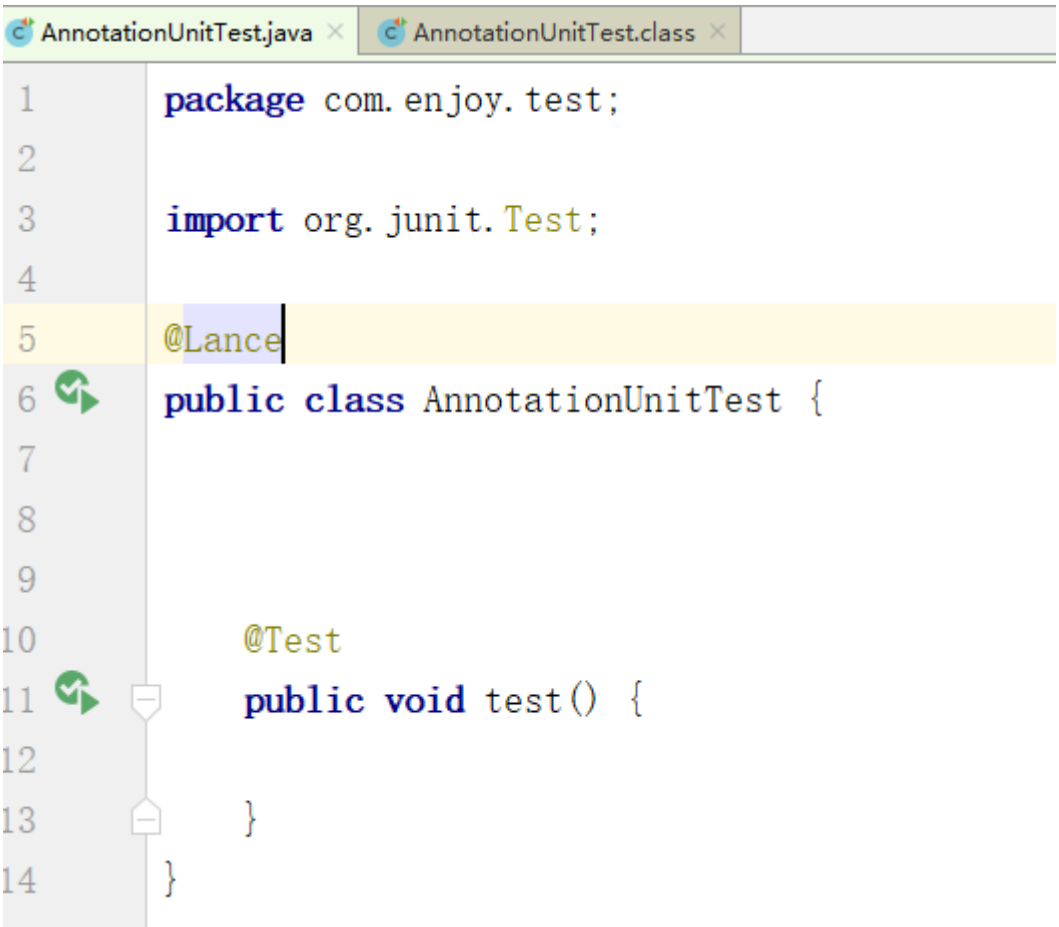
```
@Lance("帅") //如果只存在value元素需要传值的情况，则可以省略:元素名=
@Lance(value="帅",age = 2)
int i;
```

注解应用场景

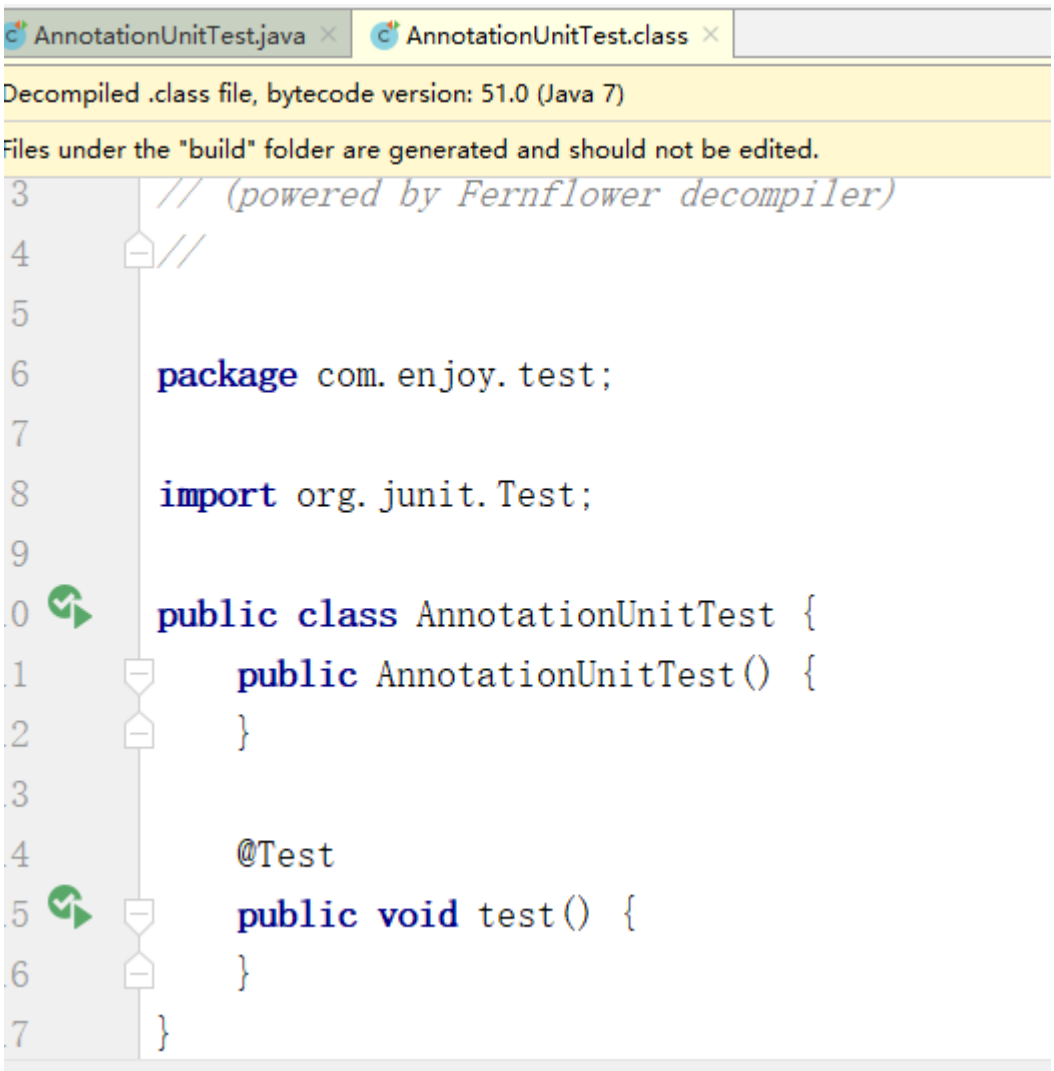
按照**@Retention** 元注解定义的注解存储方式，注解可以被在三种场景下使用：

SOURCE

`RetentionPolicy.SOURCE` ，作用于源码级别的注解，可提供给IDE语法检查、APT等场景使用。



在类中使用`SOURCE`级别的注解，其编译之后的class中会被丢弃。



IDE语法检查

在Android开发中，`support-annotations`与`androidx.annotation)`中均有提供`@IntDef`注解，此注解的定义如下：

```
@Retention(SOURCE)  //源码级别注解
@Target({ANNOTATION_TYPE})
public @interface IntDef {
    int[] value() default {};

    boolean flag() default false;

    boolean open() default false;
}
```

> Java中Enum(枚举)的实质是特殊单例的静态成员变量，在运行期所有枚举类作为单例，全部加载到内存中。比常量多5到10倍的内存占用。

此注解的意义在于能够取代枚举，实现如方法入参限制。

如：我们定义方法`test`，此方法接收参数`teacher`需要在：**Lance**、**Alvin**中选择一个。如果使用枚举能够实现为:

```
public enum Teacher{
    LANCE,ALVIN
}

public void test(Teacher teacher) {

}
```

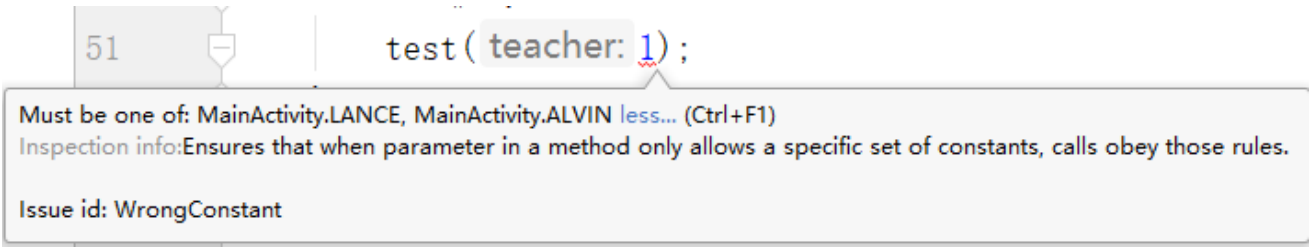
而现在为了进行内存优化，我们现在不再使用枚举，则方法定义为：

```
public static final int LANCE = 1;
public static final int ALVIN = 2;

public void test(int teacher) {

}
```

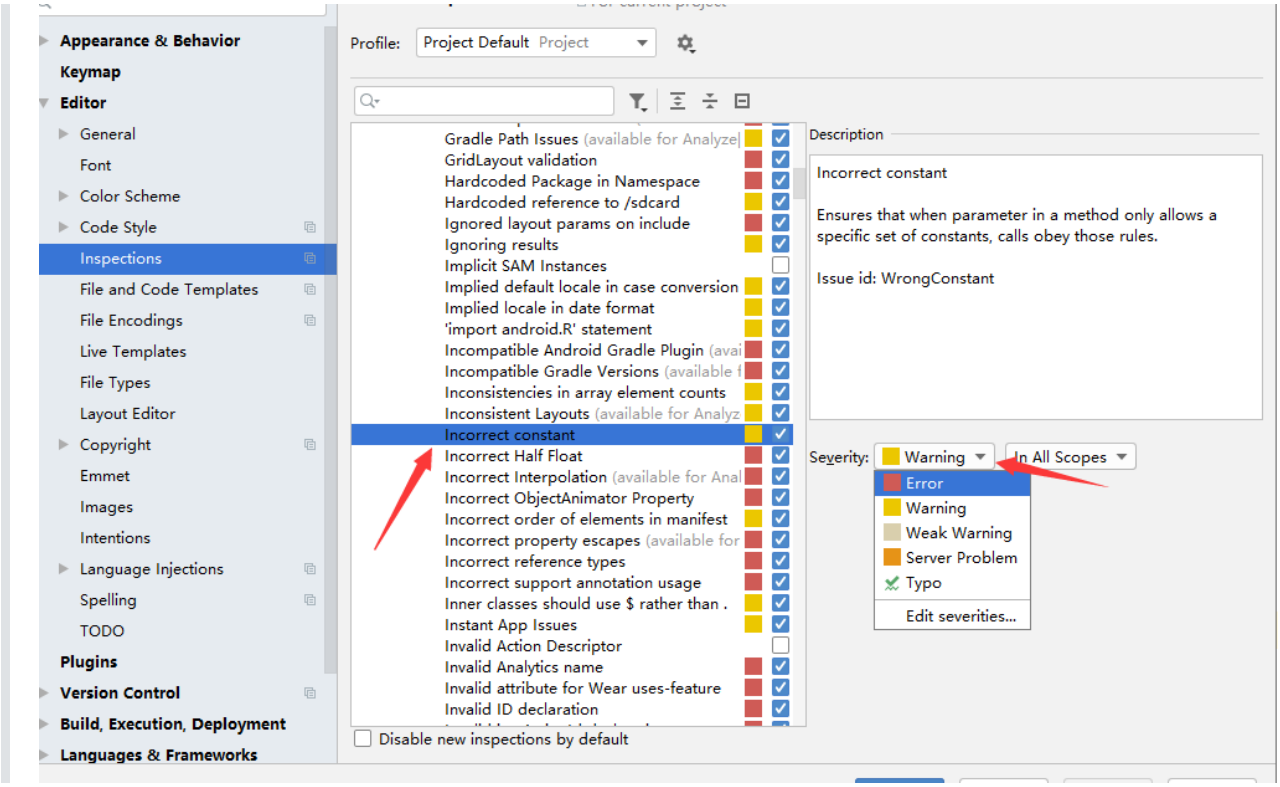
然而此时，调用`test`方法由于采用基本数据类型int，将无法进行类型限定。此时使用@IntDef增加自定义注解：

```
public static final int LANCE = 1;
public static final int ALVIN = 2;

@IntDef(value = {MAN, WOMEN}) //限定为LANCE, ALVIN
@Target(ElementType.PARAMETER)  //作用于参数的注解
@Retention(RetentionPolicy.SOURCE) //源码级别注解
public @interface Teacher {
}

public void test(@Teacher int teacher) {

}
```

此时，我们再去调用`test`方法，如果传递的参数不是`LANCE`或者`ALVIN`则会显示 **Inspection** 警告(编译不会报错)。



> 可以修改此类语法检查级别：



以上注解均为`SOURCE`级别，本身IDEA/AS 就是由Java开发的，工具实现了对Java语法的检查，借助注解能对被注解的特定语法进行额外检查。

APT注解处理器

APT全称为："Anotation Processor Tools"，意为注解处理器。顾名思义，其用于处理注解。编写好的Java源文件，需要经过`javac`的编译，翻译为虚拟机能够加载解析的字节码Class文件。注解处理器是 javac 自带的一个工具，用来在编译时期扫描处理注解信息。你可以为某些注解注册自己的注解处理器。 注册的注解处理器由`javac`调起，并将注解信息传递给注解处理器进行处理。

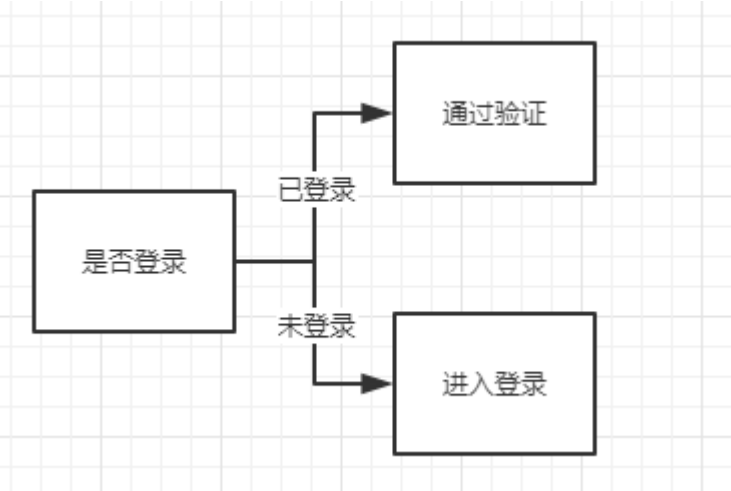
> 注解处理器是对注解应用最为广泛的场景。在Glide、EventBus3、Butterknifer、Tinker、ARouter等等常用框架中都有注解处理器的身影。但是你可能会发现，这些框架中对注解的定义并不是`SOURCE`级别，更多的是`CLASS`级别，别忘了：**CLASS包含了SOURCE，RUNTIME包含SOURCE、CLASS。**

关于注解处理器的实现，在后续课程中会有相当多的介绍。此处先不进行详细介绍。

CLASS

定义为`CLASS`的注解，会保留在class文件中，但是会被虚拟机忽略(即无法在运行期反射获取注解)。此时完全符合此种注解的应用场景为字节码操作。如：AspectJ、热修复Roubust中应用此场景。

所谓字节码操作即为，直接修改字节码Class文件以达到修改代码执行逻辑的目的。在程序中有多处需要进行是否登录的判断。



如果我们使用普通的编程方式，需要在代码中进行`if-else`的判断，也许存在十个判断点，则需要在每个判断点加入此项判断。此时，我们可以借助AOP(面向切面)编程思想，将程序中所有功能点划分为：`需要登录`与`无需登录`两种类型，即两个切面。对于切面的区分即可采用注解。

```
//Java源码
@Target(ElementType.METHOD)
@Retention(RetentionPolicy.CLASS)
public @interface Login {
}


 @Login
public void jumpA(){
    startActivity(new Intent(this,AActivity.class));
}

public void jumpB(){
    startActivity(new Intent(this,BActivity.class));
}
```

在上诉代码中，`jumpA`方法需要具备登录身份。而`Login`注解的定义被设置为`CLASS`。因此我们能够在该类所编译的字节码中获得到方法注解`Login`。在操作字节码时，就能够根据方法是否具备该注解来修改class中该方法的内容加入`if-else`的代码段：

```
//Class字节码

@Login
public void jumpA() {
    if (this.isLogin) {
        this.startActivity(new Intent(this, LoginActivity.class));
    } else {
        this.startActivity(new Intent(this, AActivity.class));
    }
}
```

```
public void jumpB() {
    startActivity(new Intent(this,BActivity.class));
}
```

注解能够设置类型元素(参数)，结合参数能实现更为丰富的场景，如：运行期权限判定等。

RUNTIME

注解保留至运行期，意味着我们能够在运行期间结合反射技术获取注解中的所有信息。

反射

一般情况下，我们使用某个类时必定知道它是什么类，是用来做什么的，并且能够获得此类的引用。于是我们直接对这个类进行实例化，之后使用这个类对象进行操作。

反射则是一开始并不知道我要初始化的类对象是什么，自然也无法使用 new 关键字来创建对象了。这时候，我们使用 JDK 提供的反射 API 进行反射调用。**反射就是在运行状态中,对于任意一个类,都能够知道这个类的所有属性和方法;对于任意一个对象,都能够调用它的任意方法和属性;并且能改变它的属性。**是Java被视为动态语言的关键。

Java反射机制主要提供了以下功能：

- 在运行时构造任意一个类的对象
- 在运行时获取或者修改任意一个类所具有的成员变量和方法
- 在运行时调用任意一个对象的方法（属性）

Class

反射始于Class，**Class是一个类，封装了当前对象所对应的类的信息。**一个类中有属性，方法，构造器等，比如说有一个Person类，一个Order类，一个Book类，这些都是不同的类，现在需要一个类，用来描述类，这就是Class，它应该有类名，属性，方法，构造器等。Class是用来描述类的类。

Class类是一个对象照镜子的结果，对象可以看到自己有哪些属性，方法，构造器，实现了哪些接口等等。对于每个类而言，JRE 都为其保留一个不变的 Class 类型的对象。一个 Class 对象包含了特定某个类的有关信息。 对象只能由系统建立对象，一个类（而不是一个对象）在 JVM 中只会有一个Class实例。

获得 Class 对象

获取Class对象的三种方式

1. 通过类名获取 `类名.class`
2. 通过对象获取 `对象名.getClass()`
3. 通过全类名获取 `Class.forName(全类名)` `classLoader.loadClass(全类名)`

- 使用 Class 类的 `forName` 静态方法

```
public static Class<?> forName(String className)
```

- 直接获取某一个对象的 class

```
Class<?> klass = int.class;
Class<?> classInt = Integer.TYPE;
```

- 调用某个对象的 `getClass()` 方法

```
StringBuilder str = new StringBuilder("123");
Class<?> klass = str.getClass();
```

判断是否为某个类的实例

一般地，我们用 `instanceof` 关键字来判断是否为某个类的实例。同时我们也可以借助反射中 Class 对象的 `isInstance()` 方法来判断是否为某个类的实例，它是一个 native 方法：

```
public native boolean isInstance(Object obj);
```

判断是否为某个类的类型

```
public boolean isAssignableFrom(Class<?> cls)
```

创建实例

通过反射来生成对象主要有两种方式。

- 使用Class对象的newInstance()方法来创建Class对象对应类的实例。

```
Class<?> c = String.class;
Object str = c.newInstance();
```

- 先通过Class对象获取指定的Constructor对象，再调用Constructor对象的newInstance()方法来创建实例。这种方法可以用指定的构造器构造类的实例。

```
//获取String所对应的Class对象
Class<?> c = String.class;
//获取String类带一个String参数的构造器
Constructor constructor = c.getConstructor(String.class);
//根据构造器创建实例
Object obj = constructor.newInstance("23333");
System.out.println(obj);
```

获取构造器信息

得到构造器的方法

```
Constructor getConstructor(Class[] params) -- 获得使用特殊的参数类型的public构造函数(包括父类)
Constructor[] getConstructors() -- 获得类的所有公共构造函数
Constructor getDeclaredConstructor(Class[] params) -- 获得使用特定参数类型的构造函数(包括私有)
Constructor[] getDeclaredConstructors() -- 获得类的所有构造函数(与接入级别无关)
```

获取类构造器的用法与上述获取方法的用法类似。主要是通过Class类的getConstructor方法得到Constructor类的一个实例，而Constructor类有一个newInstance方法可以创建一个对象实例:

```
public T newInstance(Object ... initargs)
```

获取类的成员变量（字段）信息

获得字段信息的方法

```
Field getField(String name) -- 获得命名的公共字段
Field[] getFields() -- 获得类的所有公共字段
Field getDeclaredField(String name) -- 获得类声明的命名的字段
Field[] getDeclaredFields() -- 获得类声明的所有字段
```

调用方法

获得方法信息的方法

```
Method getMethod(String name, Class[] params) -- 使用特定的参数类型，获得命名的公共方法
Method[] getMethods() -- 获得类的所有公共方法
Method getDeclaredMethod(String name, Class[] params) -- 使用特写的参数类型，获得类声明的命名的方法
Method[] getDeclaredMethods() -- 获得类声明的所有方法
```

当我们从类中获取了一个方法后，我们就可以用 `invoke()` 方法来调用这个方法。`invoke` 方法的原型为:

```
public Object invoke(Object obj, Object... args)
```

利用反射创建数组

数组在Java里是比较特殊的一种类型，它可以赋值给一个Object Reference 其中的Array类为java.lang.reflect.Array类。我们通过Array.newInstance()创建数组对象，它的原型是:

```
public static Object newInstance(Class<?> componentType, int length);
```

反射获取泛型真实类型

当我们对一个泛型类进行反射时，需要的到泛型中的真实数据类型，来完成如json反序列化的操作。此时需要通过`Type`体系来完成。`Type`接口包含了一个实现类(Class)和四个实现接口，他们分别是：

- TypeVariable
  - 泛型类型变量。可以泛型上下限等信息；
- ParameterizedType
  - 具体的泛型类型，可以获得元数据中泛型签名类型(泛型真实类型)
- GenericArrayType
  - 当需要描述的类型是**泛型类的数组**时，比如List[],Map[]，此接口会作为Type的实现。
- WildcardType
  - 通配符泛型，获得上下限信息；

TypeVariable

```
public class TestType <K extends Comparable & Serializable, V> {
    K key;
    V value;
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        // 获取字段的类型
        Field fk = TestType.class.getDeclaredField("key");
        Field fv = TestType.class.getDeclaredField("value");

        TypeVariable keyType = (TypeVariable)fk.getGenericType();
        TypeVariable valueType = (TypeVariable)fv.getGenericType();
        // getName 方法
        System.out.println(keyType.getName());                  // K
        System.out.println(valueType.getName());                // V
        // getGenericDeclaration 方法
        System.out.println(keyType.getGenericDeclaration());   // class com.test.TestType
        System.out.println(valueType.getGenericDeclaration()); // class com.test.TestType
        // getBounds 方法
        System.out.println("K 的上界:");                         // 有两个
        for (Type type : keyType.getBounds()) {                 // interface java.lang.Comparable
            System.out.println(type);                           // interface java.io.Serializable
        }
        System.out.println("V 的上界:");                 // 没明确声明上界的，默认上界是 Object
        for (Type type : valueType.getBounds()) {               // class java.lang.Object
            System.out.println(type);
        }
    }
}
```

ParameterizedType

```
public class TestType {
    Map<String, String> map;

    public static void main(String[] args) throws Exception {
        Field f = TestType.class.getDeclaredField("map");
        System.out.println(f.getGenericType());  // java.util.Map<java.lang.String,
java.lang.String>
        ParameterizedType pType = (ParameterizedType) f.getGenericType();
        System.out.println(pType.getRawType());            // interface java.util.Map
        for (Type type : pType.getActualTypeArguments()) {
            System.out.println(type);                     // 打印两遍: class java.lang.String
        }
    }
}
```

GenericArrayType

```
public class TestType<T> {

    List<String>[] lists;

    public static void main(String[] args) throws Exception {
        Field f = TestType.class.getDeclaredField("lists");
        GenericArrayType genericType = (GenericArrayType) f.getGenericType();
        System.out.println(genericType.getGenericComponentType());
    }
}
```

WildcardType

```
public class TestType {
    private List<? extends Number> a;  // 上限
    private List<? super String> b;     //下限

    public static void main(String[] args) throws Exception {
        Field fieldA = TestType.class.getDeclaredField("a");
        Field fieldB = TestType.class.getDeclaredField("b");
        // 先拿到范型类型
        ParameterizedType pTypeA = (ParameterizedType) fieldA.getGenericType();
        ParameterizedType pTypeB = (ParameterizedType) fieldB.getGenericType();
        // 再从范型里拿到通配符类型
        WildcardType wTypeA = (WildcardType) pTypeA.getActualTypeArguments()[0];
        WildcardType wTypeB = (WildcardType) pTypeB.getActualTypeArguments()[0];
        // 方法测试
        System.out.println(wTypeA.getUpperBounds()[0]);   // class java.lang.Number
        System.out.println(wTypeB.getLowerBounds()[0]);   // class java.lang.String
        // 看看通配符类型到底是什么，打印结果为: ? extends java.lang.Number
```

```
        System.out.println(wTypeA);
    }
}
```

Gson反序列化

```
static class Response<T> {
        T data;
        int code;
        String message;

        @Override
        public String toString() {
            return "Response{" +
                    "data=" + data +
                    ", code=" + code +
                    ", message='" + message + '\'' +
                    '}';
        }

        public Response(T data, int code, String message) {

            this.data = data;
            this.code = code;
            this.message = message;
        }
    }

    static class Data {
        String result;

        public Data(String result) {
            this.result = result;
        }

        @Override
        public String toString() {
            return "Data{" +
                    "result=" + result +
                    '}';
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        Response<Data> dataResponse = new Response(new Data("数据"), 1, "成功");

        Gson gson = new Gson();
        String json = gson.toJson(dataResponse);
        System.out.println(json);
```

```
        //为什么TypeToken要定义为抽象类?
        Response<Data> resp = gson.fromJson(json, new TypeToken<Response<Data>>() {
        }.getType());
        System.out.println(resp.data.result);
    }
```

在进行GSON反序列化时，存在泛型时，可以借助`TypeToken`获取Type以完成泛型的反序列化。但是为什么`TypeToken`要被定义为抽象类呢?

因为只有定义为抽象类或者接口，这样在使用时，需要创建对应的实现类，此时确定泛型类型，编译才能够将泛型signature信息记录到Class元数据中。