Spring 第三天

今天知识点：

Spring 的传统 AOP 编程的案例（计算方法的运行时间）
AspectJ 的集成配置、JdbcTemplate 工具类。

今天的主要内容（AOP）：

1. Spring 的传统 AOP 编程的案例（计算方法的运行时间）
2. Spring 结合 AspectJ 实现 AOP 编程（XML 和注解）
3. JdbcTemplate 编程（连接池的配置(传统连接池)、外部属性文件的引入、实现 DAO 的 CRUD 操作（快捷使用模版类的方法 dao 类））

学习目标：

1. aop 的编程（传统 xml——要会，aspectj 注解——掌握）
2. 其他：外部属性文件引入、连接池、使用 jdbctemplate 操作数据库（jdbctemplateDAO）

1. 传统 Spring AOP 编程案例

传统 SpringAOP 是指 1.2 版本之后开始支持 AOP 编程 。
提示：
老的 AOP 的编程配置过于复杂，这里采用 AspectJ 的切入点语法来讲解。

面向切面编程开发步骤(动态织入)
1、确定目标对象（target—>bean）
2、编写 Advice 通知方法 （增强代码）
3、配置切入点和切面

直接使用 CustomerService（需要接口）和 ProductService（不需要接口）作为 target 目标对象
提示：spring 的所有功能，都是基于 bean 的，下面所说的“目标”，都是 bean。

1.1. 传统 SpringAOP 的 Advice 编写（了解）

传统 Spring AOP 的通知（增强）种类：

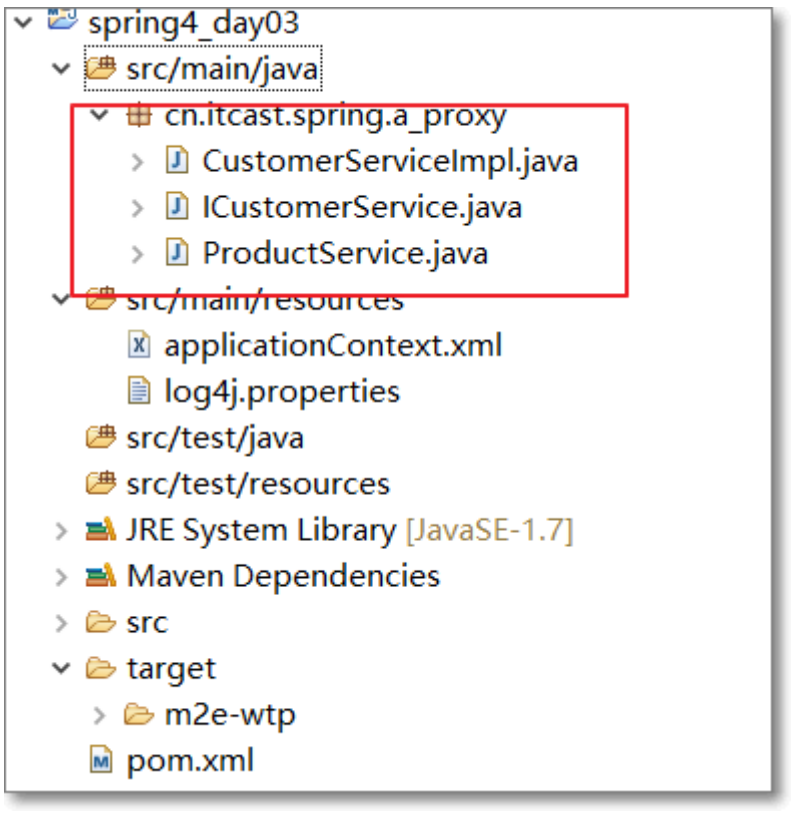
- AOP 联盟为通知 Advice 定义了 org.aopalliance.aop.Interface.Advice
- Spring 按照通知 Advice 在目标类方法的连接点位置，可以分为 5 类
  （1）前置通知 org.springframework.aop.MethodBeforeAdvice
  * 在目标方法执行前实施增强
  （2）后置通知 org.springframework.aop.AfterReturningAdvice
  * 在目标方法执行后实施增强
  （3）环绕通知 org.aopalliance.intercept.MethodInterceptor
  * 在目标方法执行前后实施增强
  （4）异常抛出通知 org.springframework.aop.ThrowsAdvice
  * 在方法抛出异常后实施增强
  （5）引介通知 org.springframework.aop.IntroductionInterceptor
  * 在目标类中添加一些新的方法和属性

简单的说：通知就是增强的方式方法
遵循 aop 联盟规范，传统 Spring AOP 编程的 Advice 有五种（前置通知、后置通知、环绕通知、异常通知、引介通知） ，
传统 SpringAOP 的 Advice 必须实现对应的接口！
【需求】：开发一个记录方法运行时间的例子。将目标方法的运行时间，写入到 log4j 的日志中。
开发步骤：
第一步：引入所需依赖:

```
<!-- spring核心依赖 -->
<dependency>
    <groupId>org.springframework</groupId>
    <artifactId>spring-context</artifactId>
</dependency>

<!-- springaspect集成 -->
<dependency>
```

```
        <groupId>org.springframework</groupId>
        <artifactId>spring-aspects</artifactId>
    </dependency>

    <!-- 单元测试 -->
    <dependency>
        <groupId>junit</groupId>
        <artifactId>junit</artifactId>
        <scope>test</scope>
    </dependency>

    <!-- 日志 -->
    <dependency>
        <groupId>org.slf4j</groupId>
        <artifactId>slf4j-log4j12</artifactId>
    </dependency>

    <!-- spring集成测试 -->
    <dependency>
        <groupId>org.springframework</groupId>
        <artifactId>spring-test</artifactId>
        <version>4.3.13.RELEASE</version>
    </dependency>
```

使用动态代理的代码:



第二步：编写传统 aop 的 Advice 通知类。

创建包：cn.itcast.spring.b_oldaop，创建类 TimeLogInterceptor 。

传统 aop 的通知，必须实现 MethodInterceptor 接口

```
import org.aopalliance.intercept.MethodInterceptor;
import org.aopalliance.intercept.MethodInvocation;
import org.apache.log4j.Logger;
//传统的 aop 的 advice 通知，增强类，必须实现 org.aopalliance.intercept.MethodInterceptor 接口（注意和 cglib 代理接口区分开）
public class TimeLogInterceptor implements MethodInterceptor {



    //回调方法
    //参数：目标方法回调函数的包装类，获取调用方法的相关属性、方法名、调用该方法的对象（即封装方法、目标对象，方法的参数）
    public Object invoke(MethodInvocation methodInvocation) throws Throwable {
        //业务：记录目标的方法的运行时间
        //方法调用之前记录时间
        long beginTime = System.currentTimeMillis();

        //目标对象原来的方法的调用，返回目标对象方法的返回值。
        Object object = methodInvocation.proceed();//类似于 invoke

        //方法调用之后记录时间
        long endTime = System.currentTimeMillis();

        //计算运行时间
```

```
        long runTime=endTime-beginTime;

        //写日志：

        LOG.info("方法名为："+methodInvocation.getMethod().getName()+"的运行时间为："+runTime+"毫秒");

        return object;
    }

}
```

第三步：核心配置文件中，创建 applicationContext.xml 文件：（确定目标和配置通知），仍然使用 CustomerServiceImpl 和 ProductService 进行测试。

```
    <!-- 1.确定了要增强的 target 对象 -->
    <!-- 对于 spring 来说，目标：就是 bean 对象 -->
    <!-- 基于接口类 -->
    <bean id="customerService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.CustomerServiceImpl"/>
    <!-- 基于一般类（没有实现接口的类） -->
    <bean id="productService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.ProductService"/>

    <!-- 2.配置增强：原则 bean 能增强 bean
        Advice:通知，增强
    -->
    <bean id="timeLogAdvice" class="cn.itcast.spring.b_oldaop.TimeLogInterceptor"/>
```

第四步：使用 SpringTest 进行测试

```
//springjunit 集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private ICustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();
        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

第六步：查看执行结果：

```
客户保存了。。。。。
客户查询数量了。。。。。
商品保存了。。。。。
商品查询数量了。。。。。
```

但是发现，此时并没有执行 TimeLogInterceptor 类的 invoke()方法，也就是说，并没有计算执行 Service 类的时间，那怎么办呢？我们往下看，需要在 spring 容器中配置 spring 的 aop。

1.2. 配置切入点和切面

目的：让哪个类（切面）、哪个方法（切入点），进行怎样的增强（通知）。

第一步： 引用 aop 的名称空间
查看：/课前资料/xsd-configuration.html 搜素 aop，发现：

40.2.7 the aop schema

The aop tags deal with configuring all things AOP in Spring: this includes Spring's own proxy-based AOP framework and Spring's integr
covered in the chapter entitled Chapter 10, *Aspect Oriented Programming with Spring*.

In the interest of completeness, to use the tags in the aop schema, you need to have the following preamble at the top of your Spring XML
schema so that the tags in the aop namespace are available to you.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<beans xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xmlns:aop="http://www.springframework.org/schema/aop" xsi:schemaLocation="
        http://www.springframework.org/schema/beans http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans.xsd
        http://www.springframework.org/schema/aop http://www.springframework.org/schema/aop/spring-aop.xsd"> <!--

</beans>
```

需要我们引入 aop 的文件约束。

```
<beans xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
       xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
       xmlns:context="http://www.springframework.org/schema/context"
       xmlns:aop="http://www.springframework.org/schema/aop"
       xsi:schemaLocation="http://www.springframework.org/schema/beans
                           http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans.xsd
                           http://www.springframework.org/schema/context
                           http://www.springframework.org/schema/context/spring-context.xsd
                           http://www.springframework.org/schema/aop
                             http://www.springframework.org/schema/aop/spring-aop.xsd">
```

第二步：配置切入点，让通知关联切入点

```
<beans xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
       xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
       xmlns:context="http://www.springframework.org/schema/context"
       xmlns:aop="http://www.springframework.org/schema/aop"
       xsi:schemaLocation="http://www.springframework.org/schema/beans
                           http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans.xsd
                           http://www.springframework.org/schema/context
                           http://www.springframework.org/schema/context/spring-context.xsd
                           http://www.springframework.org/schema/aop
                             http://www.springframework.org/schema/aop/spring-aop.xsd">
    <!-- 1.确定了要增强的 target 对象 -->
    <!-- 对于 spring 来说，目标：就是 bean 对象 -->
    <!-- 基于接口类 -->
    <bean id="customerService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.CustomerServiceImpl"/>
    <!-- 基于一般类（没有实现接口的类） -->
    <bean id="productService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.ProductService"/>

    <!-- 2.配置增强：
        Advice:通知，增强
    -->
    <bean id="timeLogAdvice" class="cn.itcast.spring.b_oldaop.TimeLogInterceptor"/>

    <!-- 3.配置切入点和切面 :aop:config-->
    <aop:config>
        <!--
            配置切入点：即你要拦截的哪些 连接点（方法）
                * expression：表达式：匹配方法的，语法：使用 aspectj 的语法，相对简单
                * 表达式：bean（bean 的名字），你要对哪些 bean 中的所有方法增强
                * expression=bean(*Service)：在 spring 容器中，所有 id/name 以 Service 单词结尾的 bean 的都能被拦截
                * id="myPointcut"：为切入点定义唯一标识
        -->
            <aop:pointcut expression="bean(*Service)" id="myPointcut"/>

        <!--
                advice-ref="timeLogAdvice"
                * 配置切面:通知（增强的方法）关联切入点（目标对象调用的方法）
                pointcut-ref="myPointcut"
                * 告诉：你要对哪些方法（pointcut），进行怎强的增强 （advice）
         -->
            <aop:advisor advice-ref="timeLogAdvice" pointcut-ref="myPointcut"/>
    </aop:config>
```

```
</beans>
```

第三步：使用 SpringTest.java 进行测试：

```
//springjunit 集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private ICustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();
        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

第四步：查看结果：

```
客户保存了。。。。。
23:23:50,502  INFO TimeLogInterceptor:32 - 方法名为：save的运行时间为：1毫秒
客户查询数量了。。。。。
23:23:50,502  INFO TimeLogInterceptor:32 - 方法名为：find的运行时间为：0毫秒
商品保存了。。。。。
23:23:50,520  INFO TimeLogInterceptor:32 - 方法名为：save的运行时间为：17毫秒
商品查询数量了。。。。。
23:23:50,520  INFO TimeLogInterceptor:32 - 方法名为：find的运行时间为：0毫秒
```

切入点表达式的语法整理如下：

- bean(bean Id/bean name)

  例如 bean(customerService) 增强 spring 容器中定义 id 属性/name 属性为 customerService 的 bean 中所有方法

- execution(<访问修饰符>?<返回类型>空格<方法名>(<参数>)<异常>?)

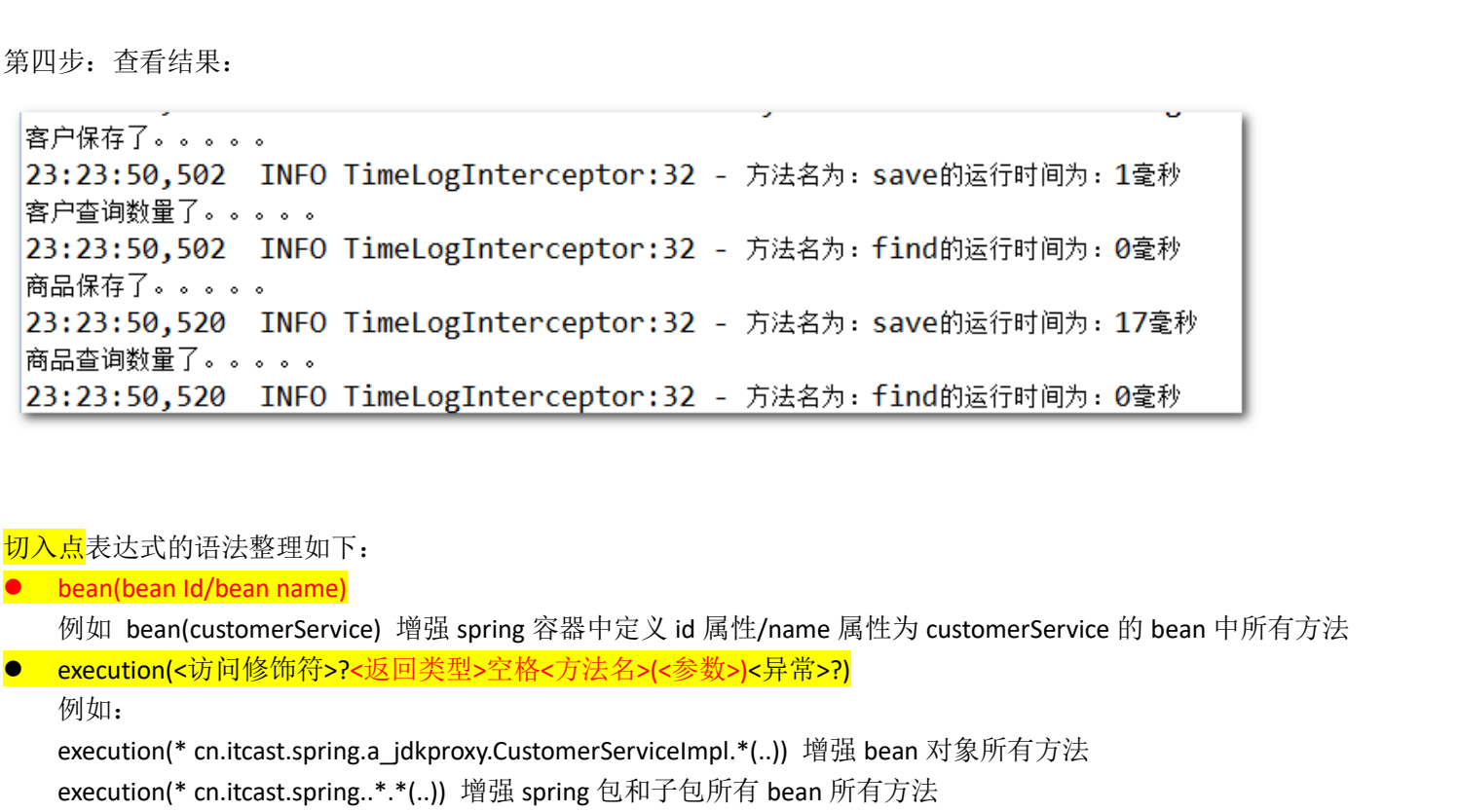
  例如：

  execution(* cn.itcast.spring.a_jdkproxy.CustomerServiceImpl.*(..)) 增强 bean 对象所有方法

  execution(* cn.itcast.spring..*.*(..)) 增强 spring 包和子包所有 bean 所有方法

  提示：最灵活的

参考文档：spring4_day1_课前资料/Spring2.5-中文参考手册.chm



案例应用：

```
切入点的表达式
```

execution(void cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.saveUser(java.lang.String,java.lang.String))
  * 表示：无返回类型，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型

表达式的写法
execution（modifiers-pattern? （非必填项）--<访问修饰符>?
        ret-type-pattern （必填项）--<返回类型>
        declaring-type-pattern? （非必填项）
        name-pattern（param-pattern）（必填项）--<方法名>(<参数>)
        throws-pattern?（非必填项）<异常>?
              ）
一共有 5 个参数
其中的?表示非必填项

文档中写的：
除了返回类型模式（上面代码片断中的 ret-type-pattern），名字模式和参数模式以外， 所有的部分都是可选的。
返回类型模式决定了方法的返回类型必须依次匹配一个连接点。 你会使用的最频繁的返回类型模式是*，它代表了匹配任意的返回类型。
 一个全限定的类型名将只会匹配返回给定类型的方法。名字模式匹配的是方法名。 你可以使用*通配符作为所有或者部分命名模式。
  参数模式稍微有点复杂：()匹配了一个不接受任何参数的方法， 而(..)匹配了一个接受任意数量参数的方法（零或者更多）。
  模式(*)匹配了一个接受一个任何类型的参数的方法。 模式(*,String)匹配了一个接受两个参数的方法，第一个可以是任意类型， 第二个则必须是 String 类型。
更多的信息请参阅 AspectJ 编程指南中 语言语义的部分。

1：modifiers-pattern? （非必填项）：表示方法的修饰符
  execution(public void cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.saveUser(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示：共有方法，无返回类型，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
  execution(private void cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.saveUser(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示：私有方法，无返回类型，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
2：ret-type-pattern （必填项）：表示方法的返回类型
  execution(**void** cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.saveUser(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示：无返回类型，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
   execution(**java.lang.String** cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.saveUser(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示：返回类型 String 类型，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
   execution(* cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.saveUser(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示：返回类型任意，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
3：declaring-type-pattern? （非必填项）：表示包，或者子包的，或者类的修饰符
 execution(* **cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl**.saveUser(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
 execution(* **cn.itcast.e_xml.*.UserServiceImpl**.saveUser(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml 包中的所有子包，包中 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
 execution(* **cn.itcast.e_xml.***.saveUser(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml 包中的所有类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
 execution(* **cn.itcast.e_xml..***.saveUser(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml 包中及其子包中的所有类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
 execution(* ***.saveUser(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示返回类型任意，所有包中的所有类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
 execution(* saveUser(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示返回类型任意，所有包中的所有类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
4：name-pattern（param-pattern）（必填项）：方法的名称（方法的参数）
 （1）方法名称
   execution(* cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.**saveUser**(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
 execution(* cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.**save***(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的以 save 开头的方法，参数 2 个，都是 String 类型
  execution(* cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.***(java.lang.String,java.lang.String))
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的所有方法，参数 2 个，都是 String 类型

 （2）方法的参数
 execution(* cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.saveUser(**java.lang.String,java.lang.String**))
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，都是 String 类型
 execution(* cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.saveUser(**java.lang.String,java.lang.Integer**))
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，参数 1 是 String 类型，参数二是 Integer
 execution(* cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.saveUser(**java.lang.String,***))
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 2 个，参数 1 是 String 类型，参数二是任意类型
 execution(* cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.saveUser(***))
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数 1 个，参数是任意类型
  execution(* cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.saveUser())
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，没有参数
 execution(* cn.itcast.e_xml.a_before.UserServiceImpl.saveUser(**..**))
 * 表示返回类型任意，cn.itcast.e_xml.a_before 包中的 UserServiceImpl 类，类中的 saveUser 方法，参数任意（可以是 0 个，也可以多个）
5：throws-pattern?（非必填项）：方法上抛出的异常

项目开发中表达式（最多用）

1：execution(* cn.itcast.procject.service..*.*(..))
  * 返回类型任意，cn.itcast.procject.service 包及其子包中所有类，类中所有方法，参数任意
2：execution(* *..*.*(..))
  * 返回类型任意，任意包中及其子包中所有类，类中所有方法，参数任意
3：execution(* *(..))
  * 返回类型任意，任意包中及其子包中所有类，类中所有方法，参数任意

下面给出一些通用切入点表达式的例子。

任意公共方法的执行：
execution（public * *（..））

任何一个名字以“set”开始的方法的执行：
execution（* set*（..））

AccountService 接口定义的任意方法的执行：
execution（* com.xyz.service.AccountService.*（..））

在 service 包中定义的任意方法的执行：
execution（* com.xyz.service.*.*（..））

在 service 包或其子包中定义的任意方法的执行：
    execution（* com.xyz.service..*.*（..））

- within(包.类)

例如： within(cn.itcast.spring..*) 增强 spring 包和子包所有 bean“所有方法 ”

- this(完整类型)/target(完整类型)

范围最小，只针对某个类型。

this 对某一个类-（对代理对象有效），target 对代理对象无效(只对目标对象有效)

例如： this(cn.itcast.spring.a_jdkproxy.CustomerServiceImpl) 增强类型所有方法（对代理对象有效）

target(cn.itcast.spring.a_jdkproxy.CustomerServiceImpl)增强类型所有方法（对目标对象有效）

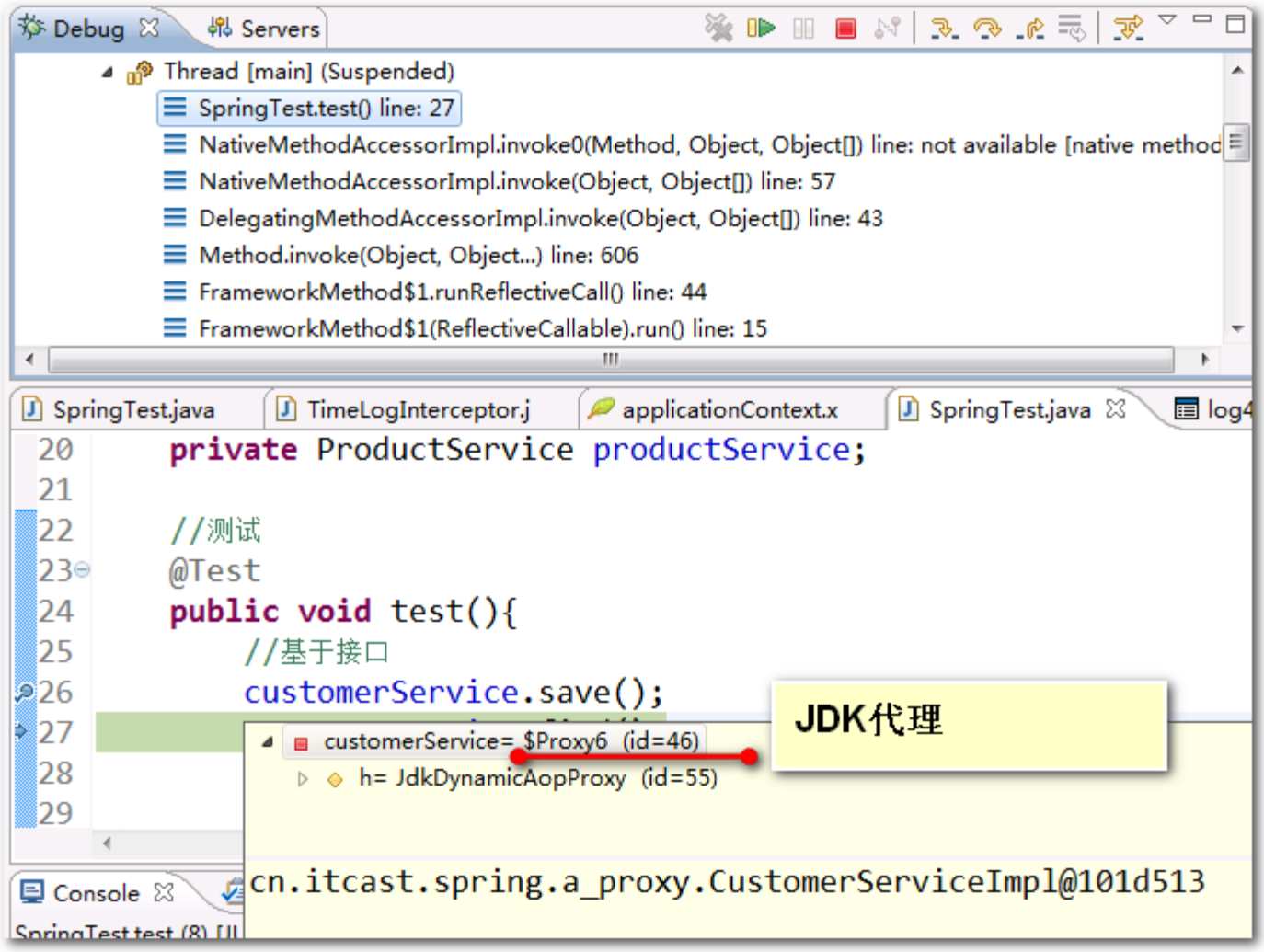
注意：我们一般都对目标对象进行拦截，很少对代理对象进行拦截

【AspectJ 类型匹配的通配符】
*：匹配任何数量字符（一个）；
..：匹配任何数量字符的重复（多个），如在类型模式中匹配任何数量子包；而在方法参数模式中匹配任何数量参数。
+：匹配指定类型的子类型；仅能作为后缀放在类型模式后边。

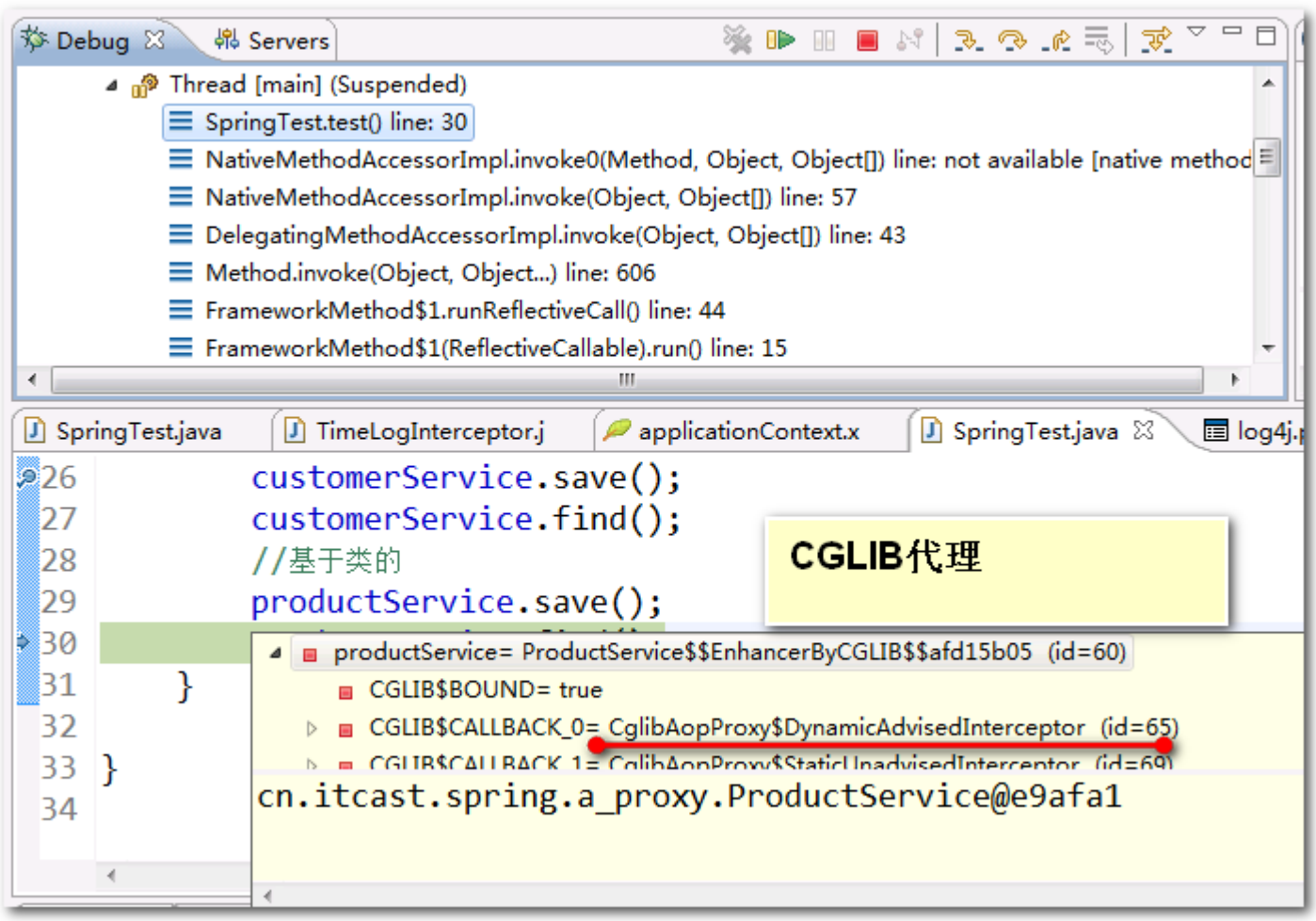
【测试】：在 applicationContext.xml 文件中，测试切入点表达式的写法：

```
<!-- 3.配置切入点和切面 :aop:config-->
    <aop:config>
        <!-- <aop:pointcut expression="bean(*Service)" id="myPointcut"/> -->
        <aop:pointcut expression="execution(* cn.itcast.spring..*.*(..))" id="myPointcut"/>

        <aop:advisor advice-ref="timeLogAdvice" pointcut-ref="myPointcut"/>
    </aop:config>
```

【补充】：事实上，当运行的时候，两个 Service 已经是代理对象了。如：使用 Debug 断点进行调试
（1）有接口的 customerService 类：（jdk 动态代理）



（2）没有接口的 productService：（cglib 动态代理）



2. AspectJ 切面编程（xml 方式）

Xml 配置 aop 开发方法还是三步：

（1）确定目标对象（bean）

（2）编写通知，对目标对象增强（advice）

（3）配置切入点（pointcut）、切面（aspect）

2.1. AspectJ 提供 Advice 类型

普通的 pojo 即可。（不需要实现接口）

AspectJ 提供不同的通知类型：

- Before 前置通知，相当于 BeforeAdvice
- AfterReturning 后置通知，相当于 AfterReturningAdvice

- Around 环绕通知，相当于 MethodInterceptor
- AfterThrowing 抛出通知，相当于 ThrowAdvice
- After 最终 final 通知，不管是否异常，该通知都会执行
- DeclareParents 引介通知，相当于 IntroductionInterceptor (不要求掌握)

相比传统 Spring AOP 通知类型多了 After 最终通知 （类似 finally ）。

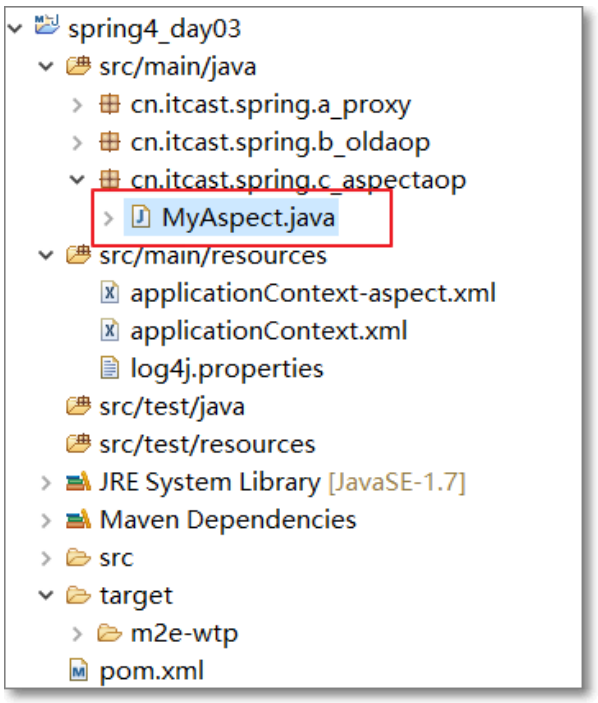
实现步骤：

第一步：确定目标对象，即确定 bean 对象
第二步：advice 通知（编写）
第三步：配置切面（包括切入点），让切入点关联通知

第一步：确定目标对象，即确定 bean 对象：
在 src 下，创建 applicationContext-aspect.xml。

```
<!-- 1.确定了要增强的 target 对象 -->
<!-- 对于 spring 来说，目标对象：就是 bean 对象 -->
<!-- 基于接口类 -->
<bean id="customerService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.CustomerServiceImpl"/>
<!-- 基于一般类 -->
<bean id="productService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.ProductService"/>
```

第二步：编写 Before 前置通知 Advice 增强 ：
创建包：cn.itcast.spring.c_aspectaop
创建类：MyAspect.java



编写 MyAspect.java

```
//aspectj 的 advice 通知增强类，无需实现任何接口
public class MyAspect {

    //前置通知
    //普通的方法。方法名随便，但也不能太随便，一会要在 applicationContext.xml 中配置
    public void firstbefore(){
        System.out.println("------------第一个前置通知执行了。。。");
    }
}
```

将前置通知配置到 spring 的容器中

```
<!-- 2.配置 advice 通知增强 -->
<bean id="myAspectAdvice" class="cn.itcast.spring.c_aspectaop.MyAspect"/>
```

2.2. 配置切入点和切面（让切入点关联通知）

第三步：配置切面（包括切入点），让切入点关联通知
核心配置文件 applicationContext-aspect.xml 中添加：

```
<!-- 2.配置 advice 通知增强 -->
    <bean id="myAspectAdvice" class="cn.itcast.spring.c_aspectaop.MyAspect"/>

    <!-- 3: 配置 aop -->
    <aop:config>
        <!-- 切入点:拦截哪些 bean 的方法 -->
        <aop:pointcut expression="bean(*Service)" id="myPointcut"/>
        <!--
            切面：要对哪些方法进行怎样的增强
            aop:aspect:aspejctj 的方式!
            ref:配置通知
```

```
        -->
        <aop:aspect ref="myAspectAdvice">

            <!-- 第一个前置通知 ： 在访问目标对象方法之前，先执行通知的方法
                method：advice 类中的方法名，
                pointcut-ref="myPointcut"：注入切入点
                目的是让通知关联切入点
            -->
            <aop:before method="firstbefore" pointcut-ref="myPointcut"/>
        </aop:aspect>
    </aop:config>
```

使用 SpringTest 测试代码：

```
//springjunit 集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext-aspect.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private ICustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();
        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

测试结果：

```
------------第一个个前置通知执行了。。。
客户保存了。。。。。
------------第一个个前置通知执行了。。。
客户查询数量了。。。。。
------------第一个个前置通知执行了。。。
商品保存了。。。。。
------------第一个个前置通知执行了。。。
商品查询数量了。。。。。
```

和传统的 aop 配置相比，更灵活，advice 不需要实现接口，简单的 pojo 就可以了；一个通知可以增强多个连接点，一个连接点可以被多次增强。

【扩展优化】：

1. 将切入点放入 aspect 标签里面写，同时配置多个通知方法

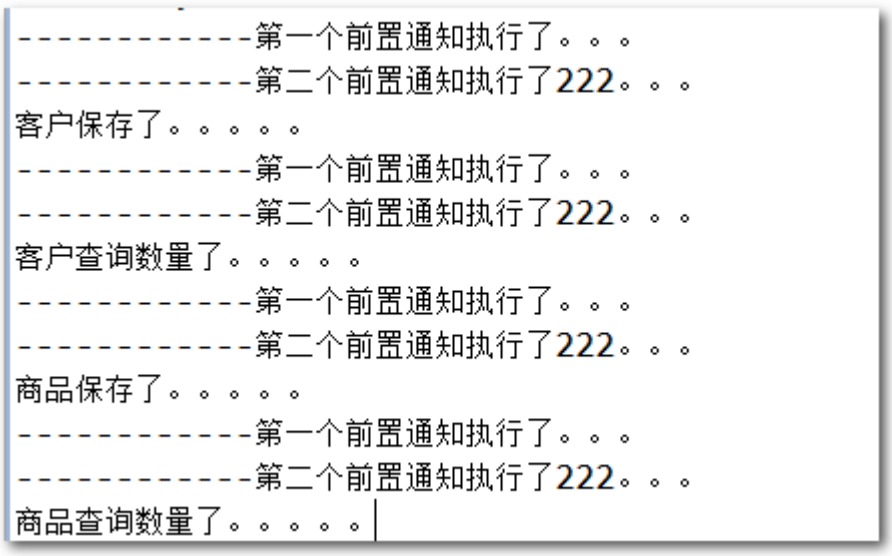
```
<!-- 2.配置 advice 通知增强 -->
    <bean id="myAspectAdvice" class="cn.itcast.spring.c_aspectaop.MyAspect"/>

    <!-- 3：配置 aop -->
    <aop:config>
        <!--
            切面：要对哪些方法进行怎样的增强
            aop:aspect:aspejctj 的方式!
            ref:配置通知
        -->
        <aop:aspect ref="myAspectAdvice">
            <aop:pointcut expression="bean(*Service)" id="myPointcut"/>
            <!-- 第一个前置通知 ： 在访问目标对象方法之前，先执行通知的方法
                method：advice 类中的方法名，
                pointcut-ref="myPointcut"：注入切入点
                                目的是让通知关联切入点
            -->
            <aop:before method="firstbefore" pointcut-ref="myPointcut"/>
            <aop:before method="firstbefore2" pointcut-ref="myPointcut"/>
```

```
        </aop:aspect>
    </aop:config>
```

2.配置多个通知方法：

```
//aspectj 的 advice 通知增强类，无需实现任何接口
public class MyAspect {

    //前置通知
    //普通的方法。方法名随便，但也不能太随便，一会要配置
    public void firstbefore(){
        System.out.println("------------第一个前置通知执行了。。。");
    }

    public void firstbefore2(){
        System.out.println("------------第二个前置通知执行了 222。。。");
    }
}
```

3.执行结果：表示在执行目标对象方法之前执行



AspectJ 切面编程，相比于传统的 SpringAOP，定义的通知方法更多。

2.3. 分析各种通知应用

2.3.1. Before 前置通知

案例应用： 实现权限控制 （即：权限不足的时候，抛出异常）、 记录方法调用信息日志

第一步：配置 MyAspect 类（切面），配置 before 方法（通知）

```
//aspectj 的 advice 通知增强类，无需实现任何接口
public class MyAspect {
    //前置通知的：方法运行之前增强
    //应用： 权限控制 （权限不足，抛出异常）、 记录方法调用信息日志
    //参数：org.aspectj.lang.JoinPoint
    //参数：连接点对象（方法的包装对象:方法，参数，目标对象）
    public void before(JoinPoint joinPoint){
        //分析：抛出异常拦截的
        //当前登录用户
        String loginName = "Rose";
        System.out.println("方法名称："+joinPoint.getSignature().getName());
        System.out.println("目标对象："+joinPoint.getTarget().getClass().getName());
        System.out.println("代理对象："+joinPoint.getThis().getClass().getName());
        //判断当前用户有没有执行方法权限
        if(joinPoint.getSignature().getName().equals("save")){
            if(!loginName.equals("admin")){
                //只有超级管理员 admin 有权限，其他人不能执行某个方法，比如查询方法
                throw new RuntimeException("您没有权限执行方法："+joinPoint.getSignature().getName()+"，类型为：
"+joinPoint.getTarget().getClass().getName());
            }
        }

    }
}
```

通过 JoinPoint 连接点对象，获取目标对象信息 ！

这里注意：引包不要引错了，使用 aspectj 中的连接点（org.aspectj.lang.JoinPoint）：

第二步：Spring 容器中配置，配置 applicationContext-aspect.xml

```xml
<!-- 1.确定了要增强的 target 对象 -->
<!-- 对于 spring 来说，目标对象：就是 bean 对象 -->
<!-- 基于接口类 -->
<bean id="customerService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.CustomerServiceImpl"/>
<!-- 基于一般类的 -->
<bean id="productService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.ProductService"/>
<!-- 2.配置 advice 通知增强 -->
<bean id="myAspectAdvice" class="cn.itcast.spring.c_aspectaop.MyAspect"/>

<!-- 3：配置 aop -->
<aop:config>
    <aop:aspect ref="myAspectAdvice">
        <aop:pointcut expression="bean(*Service)" id="myPointcut"/>
        <!-- 前置通知 -->
        <aop:before method="before" pointcut-ref="myPointcut" />
    </aop:aspect>

</aop:config>
```

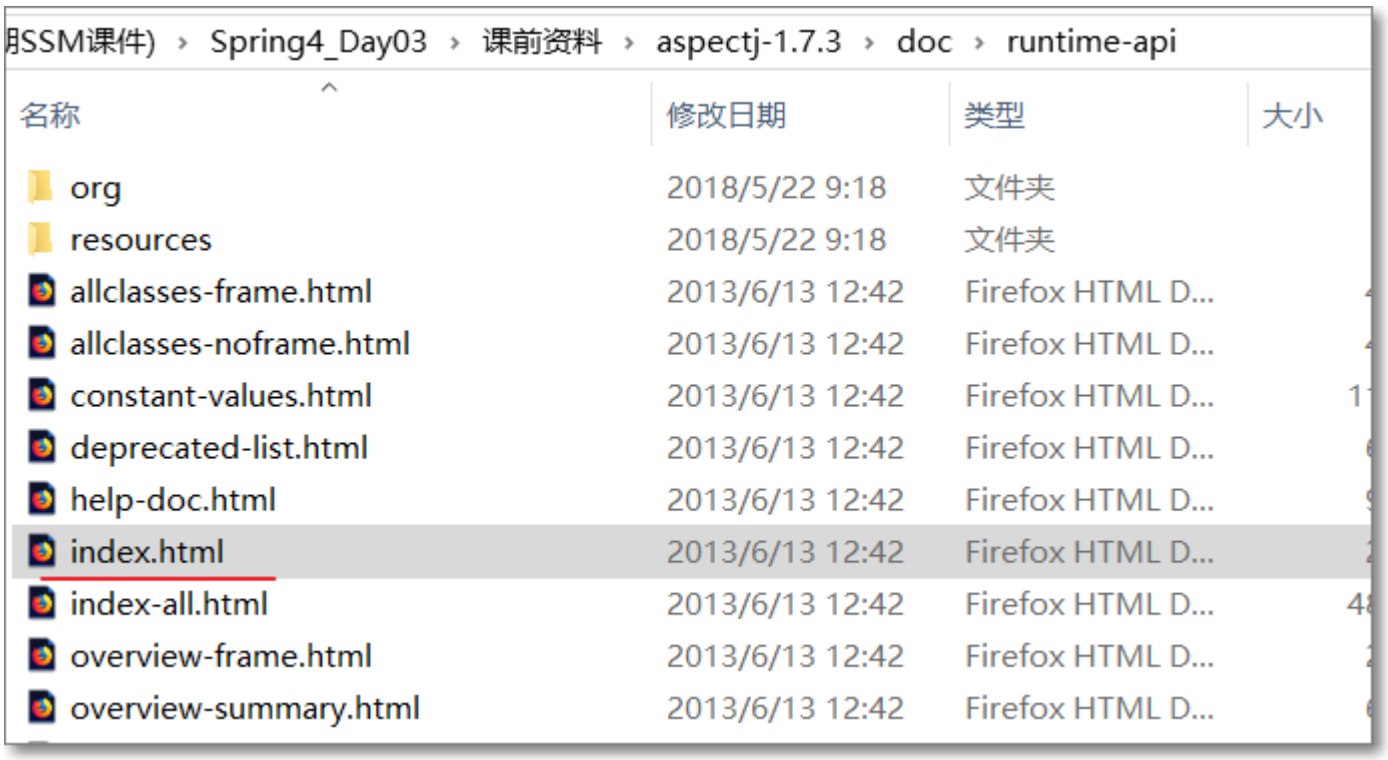
第三步：使用 SpringTest.java 进行测试：

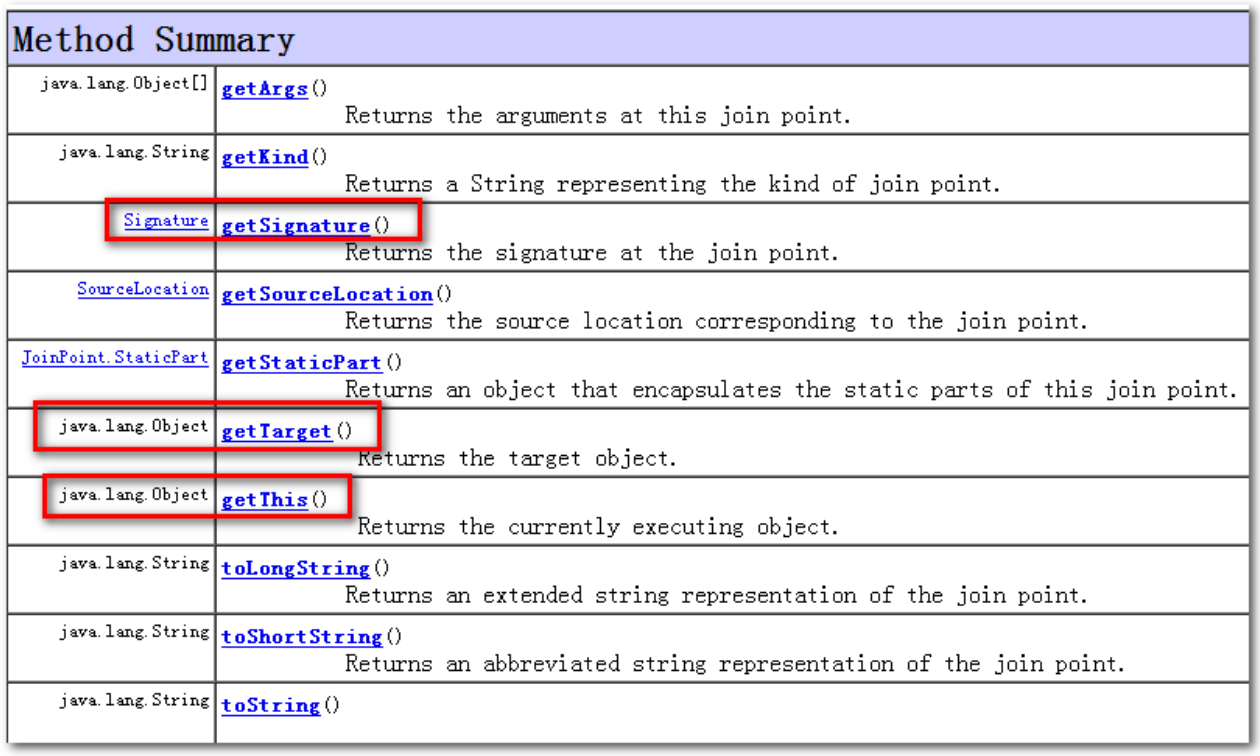
```java
//springjunit 集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext-aspect.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private ICustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();
        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

提示：

Aspectj 的文档

JoinPoint 使用参考文档：\课前资料\aspectj-1.7.3\doc\runtime-api\index.html





2.3.2. AfterReturing 后置通知

特点：在目标方法运行后，返回值后执行通知增强代码逻辑。
应用场景：与业务相关的，如网上营业厅查询余额后，自动下发短信功能。

分析： 后置通知可以获取到目标方法返回值，如果想对返回值进行操作，使用后置通知（但不能修改目标方法返回 ）
第一步：配置 MyAspect 类（切面），配置 afterReturing 方法（通知）

```
//aspectj 的 advice 通知增强类，无需实现任何接口
public class MyAspect {
    //应用场景：与业务相关的，如网上营业厅查询余额后，自动下发短信。
```

```
    //后置通知：会在目标方法执行之后调用通知方法增强。
    //参数 1：连接点对象（方法的包装对象:方法，参数，目标对象）
    //参数 2：目标方法执行后的返回值,类型是 object，“参数名”随便，但也不能太随便，一会要配置
    public void afterReturing(JoinPoint joinPoint,Object returnVal){
        //下发短信:调用运行商的接口，短信猫。。。
        System.out.println("-+++++++++-后置通知-当前下发短信的方法"+"-尊敬的用户，您调用的方法返回余额为：  "+returnVal);

    }
}
```

第二步：Spring 容器中配置，配置 applicationContext-aspect.xml

```
    <!-- 1.确定了要增强的 target 对象 -->
    <!-- 对于 spring 来说，目标对象：就是 bean 对象 -->
    <!-- 基于接口类 -->
    <bean id="customerService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.CustomerServiceImpl"/>
    <!-- 基于一般类的 -->
    <bean id="productService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.ProductService"/>
    <!-- 2.配置 advice 通知增强 -->
    <bean id="myAspectAdvice" class="cn.itcast.spring.c_aspectaop.MyAspect"/>

    <!-- 3：配置 aop -->
    <aop:config>
        <aop:aspect ref="myAspectAdvice">
            <aop:pointcut expression="bean(*Service)" id="myPointcut"/>
            <!-- 后置通知
                returning:配置方法中的参数名字，与通知方法的第二个参数的名字，名字必须对应。
                在运行的时候，spring 会自动将返回值传入该参数中。
            -->
            <aop:after-returning method="afterReturing" returning="returnVal" pointcut-ref="myPointcut"/>
        </aop:aspect>

    </aop:config>
```

第三步：使用 SpringTest.java 进行测试：

```
//springjunit 集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext-aspect.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private ICustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();
        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

2.3.3. Around 环绕通知

特点：目标执行前后，都进行增强（控制目标方法执行）

应用场景：日志、缓存、权限、性能监控、**事务管理**

增强代码的方法要求：

接受的参数：ProceedingJoinPoint（可执行的连接点）

返回值：Object 返回值（即目标对象方法的返回值）

抛出 Throwable 异常。

【示例】

第一步：配置 MyAspect 类（切面），配置 around 方法（通知）

```
//aspectj 的 advice 通知增强类，无需实现任何接口
public class MyAspect {
    //应用场景：日志、缓存、权限、性能监控、事务管理
```

```
    //环绕通知：在目标对象方法的执行前+后，可以增强
    //参数：可以执行的连接点对象 ProceedingJoinPoint（方法），特点是调用 proceed()方法可以随时随地执行目标对象的方法（相当于目标对象的方法执行了）
    //必须抛出一个 Throwable
    public Object around(ProceedingJoinPoint proceedingJoinPoint) throws Throwable{
        //目标：事务的控制：
        //开启事务：
        System.out.println("-----开启了事务。。。。。。。。。");
        //执行了目标对象的方法
        Object resultObject = proceedingJoinPoint.proceed();
        //结束事务
        System.out.println("-----提交了事务。。。。。。。。。");
        return resultObject;//目标对象执行的结果
    }
}
```

第二步：Spring 容器中配置，配置 applicationContext-aspect.xml

```
    <!-- 1.确定了要增强的 target 对象 -->
    <!-- 对于 spring 来说，目标对象：就是 bean 对象 -->
    <!-- 基于接口类 -->
    <bean id="customerService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.CustomerServiceImpl"/>
    <!-- 基于一般类的 -->
    <bean id="productService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.ProductService"/>
    <!-- 2.配置 advice 通知增强 -->
    <bean id="myAspectAdvice" class="cn.itcast.spring.c_aspectaop.MyAspect"/>

    <!-- 3: 配置 aop -->
    <aop:config>
        <aop:aspect ref="myAspectAdvice">
            <aop:pointcut expression="bean(*Service)" id="myPointcut"/>
            <!-- 环绕通知 -->
            <aop:around method="around" pointcut-ref="myPointcut"/>
        </aop:aspect>

    </aop:config>
```

第三步：使用 SpringTest.java 进行测试：

```
//springjunit 集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext-aspect.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private ICustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();
        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

2.3.4. AfterThrowing 抛出通知

作用：目标代码出现异常，通知执行。记录异常日志、通知管理员（短信、邮件）

应用场景：处理异常（一般不可预知），记录日志

【示例】

第一步：配置 MyAspect 类（切面），配置 aterThrowing 方法（通知）

```
//aspectj 的 advice 通知增强类，无需实现任何接口
public class MyAspect {
    //作用：目标代码出现异常，通知执行。记录异常日志、通知管理员（短信、邮件）
    //只有目标对象方法抛出异常，通知才会执行
```

```
    //参数 1：静态连接点（方法对象）
    //参数 2：目标方法抛出的异常，参数名随便，但也不能太随便
    public void afterThrowing(JoinPoint joinPoint,Throwable ex){
        //一旦发生异常，发送邮件或者短信给管理员
        System.out.println("++管理员您好，"+joinPoint.getTarget().getClass().getName()+"的方法："
        +joinPoint.getSignature().getName()+"发生了异常，异常为："+ex.getMessage());
    }
}
```

第二步：Spring 容器中配置，配置 applicationContext-aspect.xml

```
    <!-- 1.确定了要增强的 target 对象 -->
    <!-- 对于 spring 来说，目标对象：就是 bean 对象 -->
    <!-- 基于接口类 -->
    <bean id="customerService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.CustomerServiceImpl"/>
    <!-- 基于一般类的 -->
    <bean id="productService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.ProductService"/>
    <!-- 2.配置 advice 通知增强 -->
    <bean id="myAspectAdvice" class="cn.itcast.spring.c_aspectaop.MyAspect"/>

    <!-- 3：配置 aop -->
    <aop:config>
        <aop:aspect ref="myAspectAdvice">
            <aop:pointcut expression="bean(*Service)" id="myPointcut"/>
            <!-- 抛出通知
                throwing:通知中的方法的第二个参数，异常类型的参数的名字，在运行的时候，spring 会自动将异常传入该参数中。-->
            <aop:after-throwing method="aterThrowing" throwing="ex" pointcut-ref="myPointcut"/>
        </aop:aspect>

    </aop:config>
```

第三步：使用 SpringTest.java 进行测试：

```
//springjunit 集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext-aspect.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private ICustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();
        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

此时发现通知的方法并没有执行。

那我们在目标对象的方法中故意抛出异常，大家看看效果

测试：

在 ProductService.java 中 save 的方法中，制造异常：

```
//没有接口的类
public class ProductService {
    public void save() {
        System.out.println("商品保存了。。。。。");
        //故意制造异常
        int d = 1/0;
    }

    public int find() {
        System.out.println("商品查询数量了。。。。。");
        return 99;
    }
}
```

查看测试结果：

```
客户保存了。。。。。
客户查询数量了。。。。。
商品保存了。。。。。
++管理员您好，cn.itcast.spring.a_proxy.ProductService的方法：save发生了异常，异常为：/ by zero
11:35:25,746  INFO GenericApplicationContext:1042 - Closing org.springframework.conte
```

2.3.5. After 最终通知

作用：不管目标方法是否发生异常，最终通知都会执行（类似于 finally 代码功能）

应用场景：释放资源 （关闭文件、 关闭数据库连接、 网络连接、 释放内存对象 ）

【示例】

第一步：配置 MyAspect 类（切面），配置 after 方法（通知）

```
//aspectj 的 advice 通知增强类，无需实现任何接口
public class MyAspect {
    //应用场景：释放资源 （关闭文件、 关闭数据库连接、 网络连接、 释放内存对象 ）
    //最终通知：不管是否有异常都会执行
    public void after(JoinPoint joinPoint){
        //释放数据库连接
        System.out.println("数据库的 connection 被释放了。。。。。,执行的方法是："+joinPoint.getSignature().getName());
    }
}
```

第二步：Spring 容器中配置，配置 applicationContext-aspect.xml

```
    <!-- 1.确定了要增强的 target 对象 -->
    <!-- 对于 spring 来说，目标对象：就是 bean 对象 -->
    <!-- 基于接口类 -->
    <bean id="customerService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.CustomerServiceImpl"/>
    <!-- 基于一般类的 -->
    <bean id="productService" class="cn.itcast.spring.a_proxy.ProductService"/>
    <!-- 2.配置 advice 通知增强 -->
    <bean id="myAspectAdvice" class="cn.itcast.spring.c_aspectaop.MyAspect"/>

    <!-- 3：配置 aop -->
    <aop:config>
        <aop:aspect ref="myAspectAdvice">
            <aop:pointcut expression="bean(*Service)" id="myPointcut"/>
            <!-- 最终通知 -->
            <aop:after method="after" pointcut-ref="myPointcut"/>
            <!--  以上代码也可以写成：pointcut 切入点表达式:只能给一个通知方法来用，相当于省略了<aop:pointcut expression="bean(*Service)"
id="myPointcut"/>
            <aop:after method="after" pointcut="bean(*Service)"/>-->
        </aop:aspect>

    </aop:config>
```

第三步：使用 SpringTest.java 进行测试：

```
//springjunit 集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext-aspect.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private ICustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();
        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

查看测试结果：

```
客户保存了。。。。。
数据库的connection被释放了。。。。。,执行的方法是：save
客户查询数量了。。。。。
数据库的connection被释放了。。。。。,执行的方法是：find
商品保存了。。。。。
数据库的connection被释放了。。。。。,执行的方法是：save
```

2.3.6. 通知小结

五种通知小结：

（1）只要掌握 Around（环绕通知）通知类型，就可实现其他四种通知效果。

（2）因为你可以在环绕通知的方法中编写如下代码：

```
try {
    //前置通知
    Object result = proceedingJoinPoint.proceed();
    //后置通知
}catch(Exception){
    //抛出通知
}finally{
    //最终通知
}
```

方法格式：

public returnType method (param)

public 返回值类型 方法名 (参数类型 参数名)

返回值类型：void 和 Object

方法名：任意名称（但是也不能太随意）

参数类型：

* 参数类型为 JoinPoint 接口类型，返回值类型为 void
* 参数类型为 ProceedingJoinPoint 接口类型，返回值类型为 Object

具体为：

通知类型	输入参数(可选)	返回值类型	其他
Before 前置通知	JoinPoint（静态连接点信息）	void	
AfterReturning 后置通知	JoinPoint, Object	void	
Around 环绕通知	ProceedingJoinPoint（可执行的连接点信息）	Object	throws Throwable
AfterThrowing 抛出通知	JoinPoint, Throwable	void	
After 最终通知	JoinPoint	void	

3. @Aspectj 注解配置切面编程

3.1. 搭建环境

新建 web 项目 spring4_day03_annotation，引入依赖

```
        <!-- spring核心依赖 -->
        <dependency>
            <groupId>org.springframework</groupId>
            <artifactId>spring-context</artifactId>
        </dependency>

        <!-- springaop相关包 -->
        <dependency>
            <groupId>org.springframework</groupId>
            <artifactId>spring-aspects</artifactId>
        </dependency>

        <!-- 单元测试 -->
        <dependency>
```

```
        <groupId>junit</groupId>
        <artifactId>junit</artifactId>
        <scope>test</scope>
    </dependency>

    <!-- 日志 -->
    <dependency>
        <groupId>org.slf4j</groupId>
        <artifactId>slf4j-log4j12</artifactId>
    </dependency>

    <!-- spring集成测试 -->
    <dependency>
        <groupId>org.springframework</groupId>
        <artifactId>spring-test</artifactId>
        <version>4.3.13.RELEASE</version>
    </dependency>
```

同时导入

applicationContext.xml,

log4j.properties 到工程

3.2.第一步： 编写目标对象 （bean）、spring 容器、测试类

创建包：cn.itcast.spring.a_aspect

（1）：创建接口 CustomerService.java

```
//接口
public interface CustomerService {
    //保存
    public void save();

    //查询
    public int find();

}
```

创建接口的实现类，CustomerServiceImpl

```
//实现类
/**
 * @Service("customerService")
 * 相当于 spring 容器中定义：
 * <bean id="customerService" class="cn.itcast.spring.a_aspectj.CustomerServiceImpl">
 */
@Service("customerService")
public class CustomerServiceImpl implements CustomerService{

    public void save() {
        System.out.println("客户保存了。。。。。");

    }

    public int find() {
        System.out.println("客户查询数量了。。。。。");
        return 100;
    }

}
```

创建类 ProductService.java，不需要实现接口

```
//没有接口的类
/**
 * @Service("productService")
 * 相当于 spring 容器中定义：
 * <bean id="productService" class="cn.itcast.spring.a_aspectj.ProductService">
 */
@Service("productService")
public class ProductService {
    public void save() {
        System.out.println("商品保存了。。。。。");

    }
```

```
    public int find() {
        System.out.println("商品查询数量了。。。。。");
        return 99;
    }
}
```

（2）：配置 applicationContext.xml

引入几个命名空间：bean、aop、context

```
<beans xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
       xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
       xmlns:p="http://www.springframework.org/schema/p"
       xmlns:context="http://www.springframework.org/schema/context"
       xmlns:aop="http://www.springframework.org/schema/aop"
       xsi:schemaLocation="http://www.springframework.org/schema/beans
                           http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans.xsd
                           http://www.springframework.org/schema/context
                           http://www.springframework.org/schema/context/spring-context.xsd
                           http://www.springframework.org/schema/aop
                           http://www.springframework.org/schema/aop/spring-aop.xsd">
```

使用 bean 注解的扫描（自动开启注解功能）

```
<!-- 1。确定目标 -->
    <!-- 扫描 bean 组件 -->
    <context:component-scan base-package="cn.itcast.spring"/>
```

（3）：测试代码 SpringTest.java

```
//springjunit 集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private CustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();

        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

测试结果：

```
客户保存了。。。。。
客户查询数量了。。。。。
商品保存了。。。。。
商品查询数量了。。。。。
```

3.3.第二步： 编写通知，配置切面

1） 编写通知类，在通知类 添加@Aspect 注解，代表这是一个切面类,并将切面类交给 spring 管理（能被 spring 扫描到@Component）。

@Component(“myAspect”)：将增强的类交给 spring 管理，才可以增强

@Aspect：将该类标识为切面类（这里面有方法进行增强），相当于<aop:aspect ref=”myAspect”>

```
//advice 通知类增强类
@Component("myAspect")//相当于<bean id="myAspect" class="cn.itcast.spring.a_aspectj.MyAspect"/>
@Aspect//相当于<aop:aspect ref="myAspect">
public class MyAspect {
```

```
}
```

2） 在切面的类，通知方法上添加

```
@AspectJ 提供不同的通知类型
    @Before 前置通知，相当于 BeforeAdvice
    @AfterReturning 后置通知，相当于 AfterReturningAdvice
    @Around 环绕通知，相当于 MethodInterceptor
    @AfterThrowing 抛出通知，相当于 ThrowAdvice
    @After 最终 final 通知，不管是否异常，该通知都会执行
    @DeclareParents 引介通知，相当于 IntroductionInterceptor (不要求掌握)
```

复习回顾：如果是 applicationContext.xml 中配置通知类型：如下：

```
<bean id="myAspectAdvice" class="cn.itcast.spring.c_aspectaop.MyAspect"/>
<aop:config>
    <aop:aspect ref="myAspectAdvice">
        <aop:pointcut expression="bean(*Service)" id="myPointcut"/>
        <!-- 前置通知 -->
        <aop:before method="before" pointcut-ref="myPointcut" />
    </aop:aspect>
</aop:config>
```

等同于：以下是简化的写法！可以省略<aop:pointcut>

```
<bean id="myAspectAdvice" class="cn.itcast.spring.c_aspectaop.MyAspect"/>
<aop:config>
        <aop:aspect ref="myAspectAdvice">
            <!-- 前置通知 -->
            <aop:before method="before" pointcut="bean(*Service)" />
        </aop:aspect>
</aop:config>
```

3） 在 spring 容器中开启 AspectJ 注解自动代理机制

使用<aop:aspectj-autoproxy/>

作用：能自动扫描带有@Aspect 的 bean，将其作为增强 aop 的配置，有点相当于:<aop:config>

```
    <!-- 1。确定目标 -->
    <!-- 扫描 bean 组件 -->
    <context:component-scan base-package="cn.itcast.spring"/>
    <!-- 2:编写通知 -->

    <!-- 3：配置 aop 的 aspectj 的自动代理：
            自动扫描 bean 组件中，含有@Aspect 的 bean，将其作为 aop 管理，开启动态代理     -->
    <aop:aspectj-autoproxy/>
```

3.3.1. 前置通知

在切面的类 MyAspect.java 类中添加通知方法@Before()，

方案一：可以直接将切入点的表达式写到@Before()中

```
    //前置通知
    //相当于：<aop:before method="before" pointcut="bean(*Service)"/>
    //@Before("bean(*Service)")：参数值：自动支持切入点表达式或切入点名字
    @Before("bean(*Service)")
    public void before(JoinPoint joinPoint){
        System.out.println("=======前置通知。。。。。");
    }
```

方案二：可以使用自定义方法，使用@Pointcut 定义切入点

切入点方法的语法要求：

切点方法：private void 无参数、无方法体的方法，方法名为切入点的名称

一个通知方法@Before 可以使用多个切入点表达式，中间使用“||”符合分隔，用来表示多个切入点

```
    //自定义切入点
    //方法名就是切入点的名字
    //相当于<aop:pointcut expression="bean(*Service)" id="myPointcut"/>
    @Pointcut("bean(*Service)")
    private void myPointcut(){}
    //自定义切入点
    //方法名就是切入点的名字
    //相当于<aop:pointcut expression="bean(*Service)" id="myPointcut2"/>
    @Pointcut("bean(*Service)")
    private void myPointcut2(){}
```

```
    //前置通知
    //相当于：<aop:before method="before" pointcut-ref="myPointcut"/>
    //相当于：<aop:before method="before" pointcut-ref="myPointcut2"/>
    @Before("myPointcut()||myPointcut2()")
    public void before(JoinPoint joinPoint){
        System.out.println("=======前置通知。。。。。");
    }
```

使用 SpringTest 进行测试：

```
//springjunit集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private CustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();
        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

测试结果：

```
=======前置通知。。。。。
客户保存了。。。。。
=======前置通知。。。。。
客户查询数量了。。。。。
=======前置通知。。。。。
商品保存了。。。。。
=======前置通知。。。。。
商品查询数量了。。。。。
```

3.3.2. 后置通知

在切面的类 MyAspect.java 类中添加通知方法

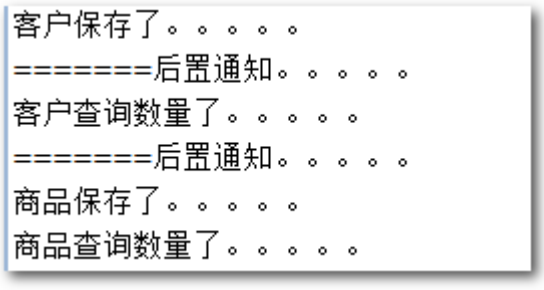
```
//后置通知
    @AfterReturning(value="bean(*Service)",returning="returnVal")
    public void afterReturning(JoinPoint joinPoint,Object returnVal){
        System.out.println("=======后置通知。。。。。");
    }
```

使用 SpringTest 进行测试：

```
//springjunit集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private CustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
```

```
        customerService.find();

        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

查看测试结果：



3.3.3. 环绕通知

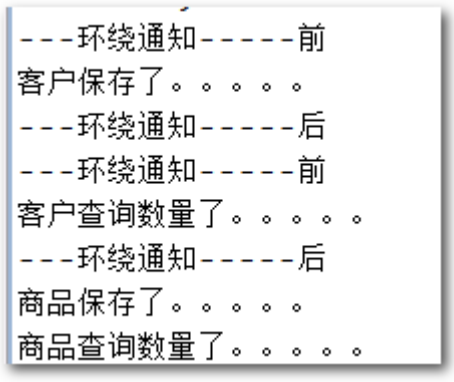
在切面的类 MyAspect.java 类中添加通知方法

```
    //环绕通知:
    @Around("bean(*Service)")
    public Object around(ProceedingJoinPoint proceedingJoinPoint) throws Throwable{
        System.out.println("---环绕通知-----前");
        Object object = proceedingJoinPoint.proceed();
        System.out.println("---环绕通知-----后");
        return object;
    }
```

使用 SpringTest 进行测试：

```
//springjunit集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private CustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();

        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

测试结果：



3.3.4. 抛出通知

在切面的类 MyAspect.java 类中添加通知方法

```
//抛出通知

    @AfterThrowing(value="bean(*Service)",throwing="ex")
    public void afterThrowing(JoinPoint joinPoint ,Throwable ex){
        System.out.println("---抛出通知。。。。。"+"抛出的异常信息："+ex.getMessage());
    }
```

使用 SpringTest 进行测试：

```
//springjunit 集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private CustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();

        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

发现没有执行抛出通知，原因是目标对象没有异常，在 ProductService 添加异常。

```
@Service("productService")
public class ProductService {
    public void save() {
        System.out.println("商品保存了。。。。。");
        int d = 1/0;
    }

    public int find() {
        System.out.println("商品查询数量了。。。。。");
        return 99;
    }
}
```

测试结果：

```
客户保存了。。。。。
客户查询数量了。。。。。
商品保存了。。。。。
---抛出通知。。。。。抛出的异常信息：/ by zero
```

3.3.5. 最终通知

在切面的类 MyAspect.java 类中添加通知方法

```
//最终通知
    //拦截所有以 ice 结尾的 bean
    @After("bean(*ice)")
    public void after(JoinPoint joinPoint){
        System.out.println("+++++++++最终通知。。。。。。。");
    }
```

使用 SpringTest 进行测试：

```
//springjunit 集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
```

```java
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private CustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();

        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();
    }

}
```

测试不管是否抛出异常，都会执行最终通知。

```java
@Service("productService")
public class ProductService {
    public void save() {
        System.out.println("商品保存了。。。。。");
        int d = 1/0;
    }

    public int find() {
        System.out.println("商品查询数量了。。。。。");
        return 99;
    }
}
```

测试结果：

【扩展补充】： 我们的 aop 代理是使用的 Spring 的内部代理机制，默认是如果有接口就优先对接口代理（jdk 动态代理）。
问题：如果目标对象有接口，能否只对实现类代理，而不对接口进行代理呢？

当然可以了
【测试】
第一步：在 CustomerServiceImpl 的子类中添加一个新的方法 update()，而接口中不要定义 update()的方法：

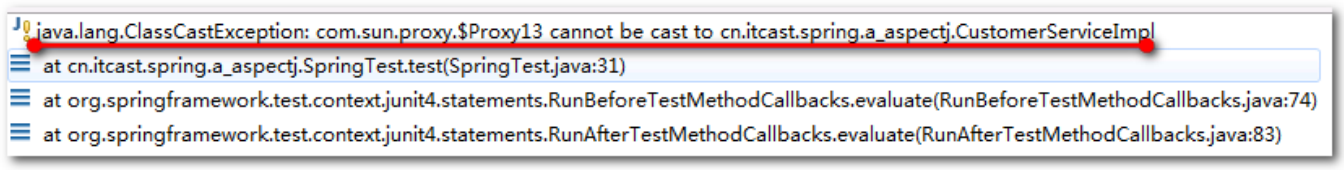
```java
@Service("customerService")
public class CustomerServiceImpl implements CustomerService{

    public void save() {
        System.out.println("客户保存了。。。。。");

    }

    public int find() {
        System.out.println("客户查询数量了。。。。。");
        return 100;
    }

    //子类扩展方法
```

```
    public void update(){
        System.out.println("客户更新了。。。新增方法。。。");
    }

}
```

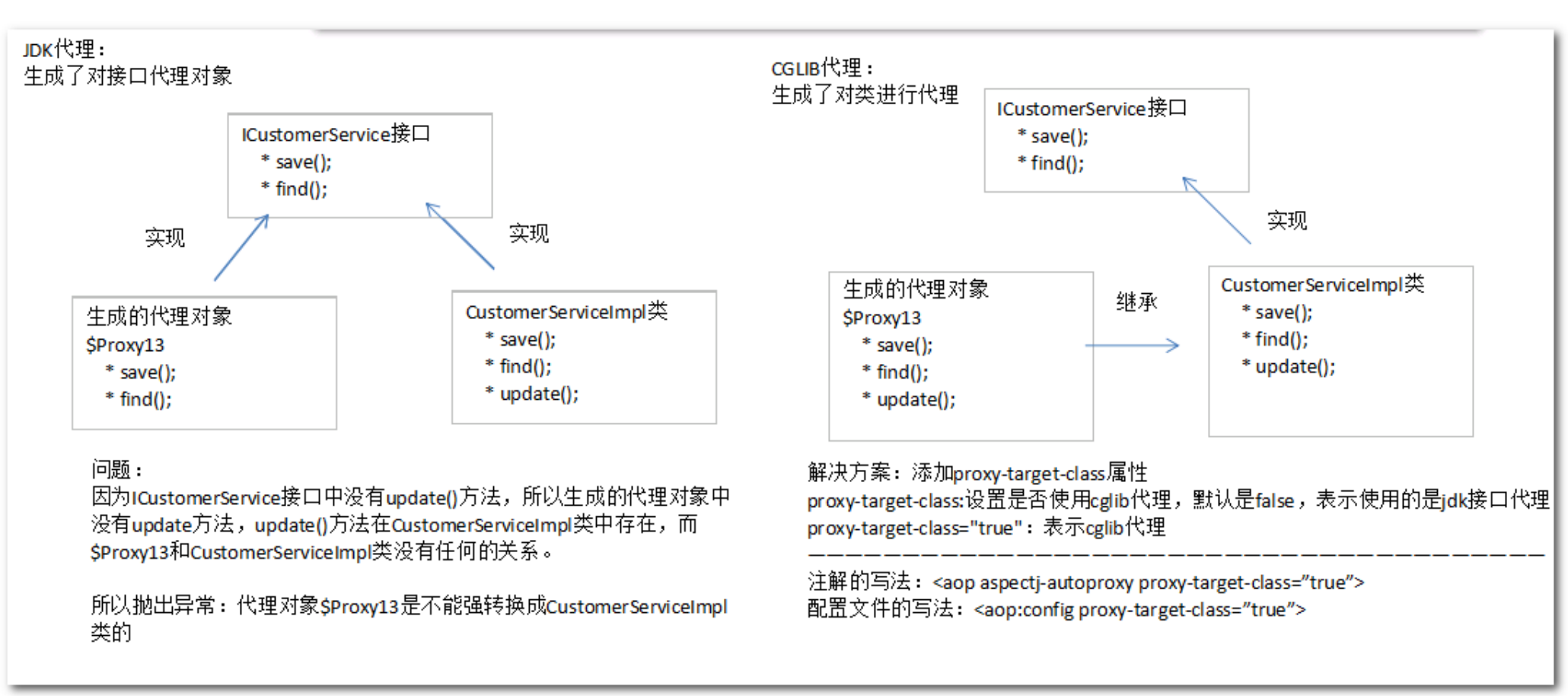
第二步：在测试类中调用子类的扩展方法：

```
//springjunit 集成测试
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private CustomerService customerService;
    @Autowired
    private ProductService productService;

    //测试
    @Test
    public void test(){
        //基于接口
        customerService.save();
        customerService.find();

        //基于类的
        productService.save();
        productService.find();

        //扩展方法执行:customerService 是一个动态代理对象，原因，该对象是接口的子类型的对象
        ((CustomerServiceImpl)customerService).update();
    }

}
```

结果发现异常：



为什么会抛出异常呢？原因是代理的目标对象是接口，无法转换为子类。



设置 proxy-target-class = true

方案一：注解方式：

```
<!-- 配置 aop 的 aspectj 的自动代理：
```

```
            自动扫描 bean 组件中，含有@Aspect 的 bean，将其作为 aop 管理，开启动态代理
                proxy-target-class:设置是否使用 cglib 代理，默认是 false，表示使用的是 jdk 接口代理
                proxy-target-class="true"：表示 cglib 代理
    -->
    <aop:aspectj-autoproxy proxy-target-class="true"/>
```

方案二：配置文件 XML 的方式

```
<!-- 3：配置 aop -->
    <aop:config proxy-target-class="true">
    </aop:config>
```

4. Spring JdbcTemplate 的使用

Spring JdbcTemplate 是一个模板工具类，简化 Jdbc 编程 （类似 Apache DbUtils ）
为了方便 Dao 中注入 JdbcTemplate，Spring 为每一个持久化技术都提供了支持类。
Spring 对不同持久化技术的支持，Spring 为各种支持的持久化技术，都提供了简单操作的模板和回调：

ORM 持久化技术	模板类
JDBC	org.springframework.jdbc.core.JdbcTemplate
Hibernate5.0	org.springframework.orm.hibernate5.HibernateTemplate
IBatis(MyBatis)	org.springframework.orm.ibatis.SqlMapClientTemplate
JPA	org.springframework.orm.jpa.JpaTemplate

4.1. JdbcTemplate 快速入门

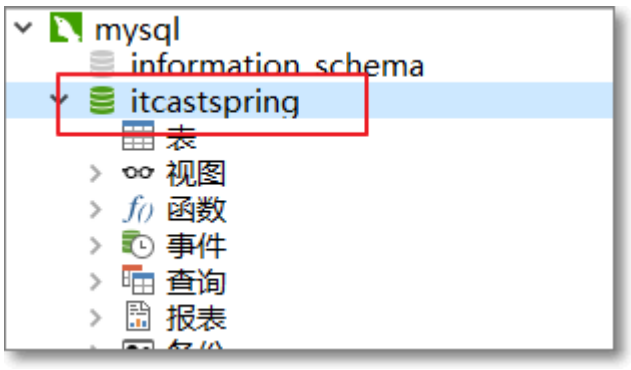
第一步： 基础工程搭建：
新建 web 项目 spring4_day3_jdbctemplate
第二步：引入依赖:

```
        <!-- spring核心依赖 -->
        <dependency>
            <groupId>org.springframework</groupId>
            <artifactId>spring-context</artifactId>
        </dependency>

        <!-- springaop相关包 -->
        <dependency>
            <groupId>org.springframework</groupId>
            <artifactId>spring-aspects</artifactId>
        </dependency>

        <!-- 单元测试 -->
        <dependency>
            <groupId>junit</groupId>
            <artifactId>junit</artifactId>
            <scope>test</scope>
        </dependency>

        <!-- 日志 -->
        <dependency>
            <groupId>org.slf4j</groupId>
            <artifactId>slf4j-log4j12</artifactId>
        </dependency>

        <!-- spring集成测试 -->
        <dependency>
```

```
            <groupId>org.springframework</groupId>
            <artifactId>spring-test</artifactId>
            <version>4.3.13.RELEASE</version>
        </dependency>

        <!-- 操作数据库 -->
        <dependency>
            <groupId>org.springframework</groupId>
            <artifactId>spring-jdbc</artifactId>
        </dependency>

        <!-- MySql -->
        <dependency>
            <groupId>mysql</groupId>
            <artifactId>mysql-connector-java</artifactId>
        </dependency>
```

导入配置文件：在 src 中导入 log4j.properties 和 applicationContiext.xml

第三步： 建立 mysql 数据库，创建 itcastspring



第四步：使用 JDBCTemplate 编写程序（建表） ,基本步骤如下：
1）构建连接池
2）构建 JDBCTemplate
3）调用 JDBCTemplate 的 execute 方法
使用 mysql 数据库，创建包 cn.itcast.spring.test，创建测试类 JdbcTemplateTest.java 进行测试：

```
public class JdbcTemplateTest {

    @Test
    public void test(){
        //目标：使用 jdbctemplate 执行一段 sql
        //1.构建数据源
        //spring 内置了一个数据源
        DriverManagerDataSource dataSource = new DriverManagerDataSource();
        dataSource.setDriverClassName("com.mysql.jdbc.Driver");
        dataSource.setUrl("jdbc:mysql:///itcastspring");
        dataSource.setUsername("root");
        dataSource.setPassword("root");

        //2.创建 jdbctemplate 实例
        JdbcTemplate jdbcTemplate = new JdbcTemplate(dataSource);
        //等同于
//      jdbcTemplate.setDataSource(dataSource)

        //3.执行 sql，创建表 test001
        jdbcTemplate.execute("create table test001(id int,name varchar(20))");

    }

}
```

4.2. 通过 XML 配置创建 JdbcTemplate 对象（多种数据源）

下面将使用几种数据源的方式进行配置。

4.2.1. Spring 内置数据源

目标：将数据源和 jdbcTemplate 都交给 Spring 来管理：
在 applicationContext.xml 中配置 dataSource 连接池和 jdbcTemplate 模版对象。编写 applicationContext.xml 文件

```
<!--
    类似于：DriverManagerDataSource dataSource = new DriverManagerDataSource();
           dataSource.setDriverClassName("com.mysql.jdbc.Driver");
           dataSource.setUrl("jdbc:mysql:///itcastspring");
           dataSource.setUsername("root");
           dataSource.setPassword("root");
     -->
    <!-- 配置内置的数据源 bean -->
    <bean id="dataSource" class="org.springframework.jdbc.datasource.DriverManagerDataSource">
        <property name="driverClassName" value="com.mysql.jdbc.Driver"/>
        <property name="url" value="jdbc:mysql:///itcastspring"/>
        <property name="username" value="root"/>
        <property name="password" value="root"/>
    </bean>
    <!-- jdbctemplate 对象 -->
    <bean id="jdbcTemplate" class="org.springframework.jdbc.core.JdbcTemplate">
        <!-- 注入数据源 -->
        <property name="dataSource" ref="dataSource"/>
    </bean>
```

数据源:DriverManagerDataSource 是 spring 内置的连接池，不建议生产环境使用，可以在测试环境使用

编写测试，使用 SpringTest.java 进行测试

```
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private JdbcTemplate jdbcTemplate;

    @Test
    public void testCreatetable(){
        jdbcTemplate.execute("create table test002(id int,name varchar(20))");
    }

}
```

4.2.2. C3P0 连接池配置

引入 c3p0 依赖:

```
    <!-- c3p0数据源 -->
        <dependency>
            <groupId>c3p0</groupId>
            <artifactId>c3p0</artifactId>
            <version>0.9.1.2</version>
        </dependency>
```

配置 applicationContext.xml 文件

```
<!-- c3p0 连接池 -->
    <bean id="dataSource" class="com.mchange.v2.c3p0.ComboPooledDataSource">
        <property name="driverClass" value="com.mysql.jdbc.Driver"/>
        <property name="jdbcUrl" value="jdbc:mysql:///itcastspring"/>
        <property name="user" value="root"/>
        <property name="password" value="root"/>
    </bean>
    <!-- jdbctemplate 对象 -->
    <bean id="jdbcTemplate" class="org.springframework.jdbc.core.JdbcTemplate">
        <!-- 注入数据源 -->
        <property name="dataSource" ref="dataSource"/>
    </bean>
```

测试类:

```
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private JdbcTemplate jdbcTemplate;

    @Test
    public void testCreatetable(){
        jdbcTemplate.execute("create table test003(id int,name varchar(20))");
```

```
    }

}
```

4.3.外部属性文件的配置

模拟需求：
现在数据源的相关参数配置，是测试环境下的。
现在，要将工程搭建在正式的服务器上，因为测试环境和正式环境的数据库肯定不是一个，所以肯定首先要更改数据源相关的配置。
缺点：必须手动修改 applicationContext.xml 文件，容易造成误操作。
解决方案：不修改。可以将数据源相关配置参数，外置。

目的：可以将 xml 配置中可能要经常修改内容，抽取到一个 properties 文件
应用：使用 properties 文件配置参数，如数据库连接参数等。

第一步： src 新建 db.properties
将经常需要修改变量抽取出来

```
jdbc.driverClass=com.mysql.jdbc.Driver
jdbc.url=jdbc:mysql:///itcastspring
jdbc.username=root
jdbc.password=root
```

第二步： 配置 applicationContext.xml 文件，在 applicationContext.xml 通过
<context:property-placeholder> 引入外部属性文件
通过${key} 引用属性的值

```
<!-- 引入外部属性配置文件-->
    <context:property-placeholder location="classpath:db.properties"/>

    <!-- 配置内置的数据源 bean，使用 db.properties -->
    <bean id="dataSource" class="org.springframework.jdbc.datasource.DriverManagerDataSource">
        <property name="driverClassName" value="${jdbc.driverClass}"/>
        <property name="url" value="${jdbc.url}"/>
        <property name="username" value="${jdbc.username}"/>
        <property name="password" value="${jdbc.password}"/>
    </bean>
```

第三步：使用 SpringTest.java 进行测试

```
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(locations="classpath:applicationContext.xml")
public class SpringTest {
    //注入要测试 bean
    @Autowired
    private JdbcTemplate jdbcTemplate;

    @Test
    public void testCreatetable(){
        jdbcTemplate.execute("create table test004(id int,name varchar(20))");
    }

}
```

知识点：
1、 AspectJ AOP 编程 （XML 或者注解 重点掌握一套 ）
问题：advice（通知增强）、 advisor（传统 aop 切面配置标签） 、aspect（aspectj 的 aop 切面配置的标签） 、aspectj（可以进行 aop 的第三方的开源框架）
Advice 通知 ， 增强代码
Advisor 传统 SpringAOP 切面 ， 只包含一个切入点和一个通知
Aspect AspectJ 定义切面 ， 可以包含多个切入点和多个通知
AspectJ 第三方 AOP 框架
2、 数据源配置
3、 外部属性文件 （context:placehoder）