课程主题

IoC模块源码阅读&AOP核心概念详解

课程目标

7. 可以自主完成阅读Spring框架中BeanDefinition注册流程的源码
8. 可以自主完成阅读Spring框架中Bean实例创建流程的源码
9. 可以自主完成阅读Spring框架中依赖注入流程的源码
10. 可以确定aop流程的源码阅读入口
11. 搞清楚aop相关的核心概念（通知、切面、切入点等）

课程回顾

1. BeanDefinition的注册流程相关类
    1. Resource接口和ClasspathResource实现类
        1. 数据封装类
        2. 封装了资源路径
        3. 通过Resource接口对外提供对资源信息的访问。
    2. **XMLBeanDefinitionReader**
        1. 针对XML形成的InputStream流对象，去读取XML中定义的BeanDefinition
    3. **XMLBeanDefinitionDocumentReader**
        1. 针对Document对象，去解析其中的BeanDefinition对象
    4. **BeanDefinitionValueResolver**
        1. 功能类，主要处理property标签中value值的类型转换
    5. BeanDefinitionRegistry（DefaultListableBeanFactory）
        1. 数据封装类(BeanDefinition)
2. Bean创建流程中相关类有哪些（BeanFactory的接口体系）
    1. BeanFactory接口
    2. ListableBeanFactory接口
    3. AutowireCapableBeanFactory接口
    4. AbstractBeanFactory
        1. 实现了BeanFactory接口的getBean方法
        2. 该类中定义了抽象的createBean方法，留给AbstractAutowireCapableBeanFactory去继承处理
    5. AbstractAutowireCapableBeanFactory、
    6. DefaultListableBeanFactory

7. SingletonBeanRegistry接口和实现类

课程内容

一、IoC源码阅读

1 基础容器的BeanDefinition注册流程源码阅读

> 原来Spring提供了一个基础容器的实现：XMLBeanFactory
>
> 但是后来这个类被遗弃了，使用DefaultListableBeanFactory来代替。

入口1

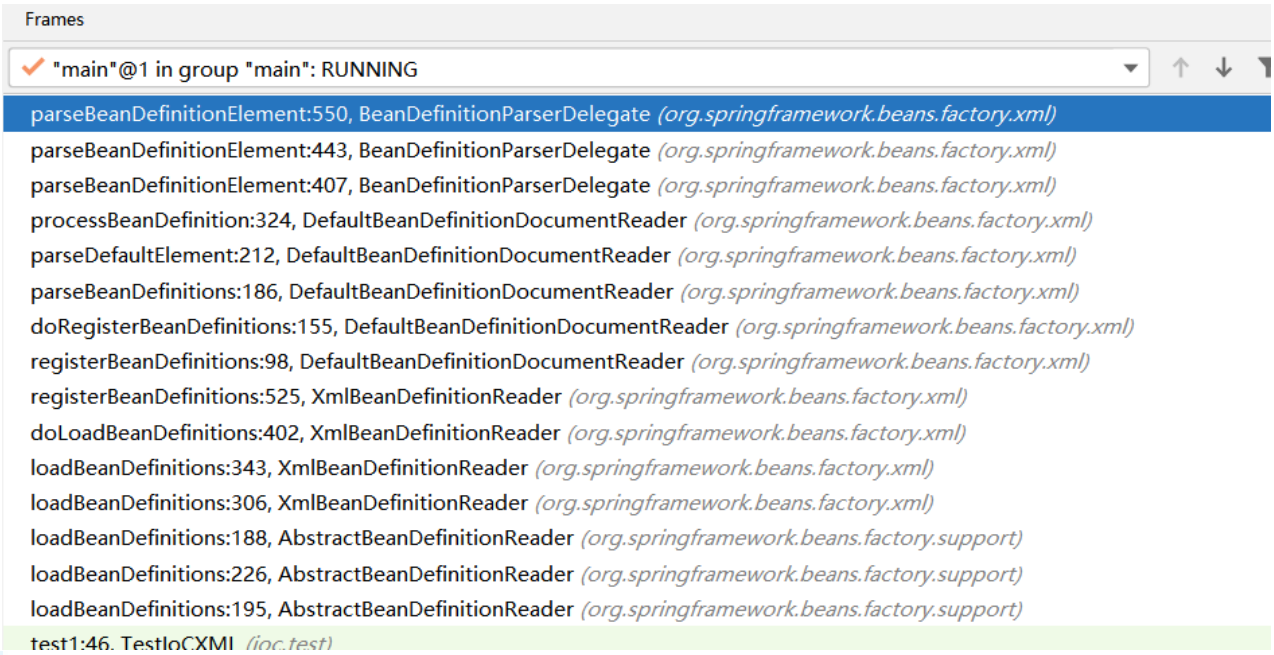
XmlBeanFactory#构造方法中

```
@Test
  public void test11() {
    // 指定XML路径
    String path = "spring/beans.xml";
    Resource resource = new ClassPathResource(path);
    XmlBeanFactory beanFactory = new XmlBeanFactory(resource );
    // Bean实例创建流程
    DataSource dataSource = (DataSource) beanFactory.getBean("dataSource");
    System.out.println(dataSource);
  }
```

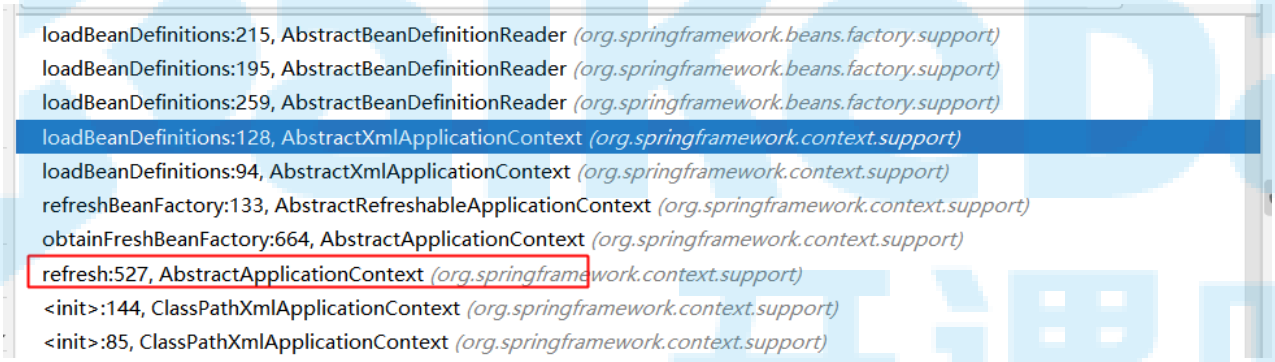
入口2

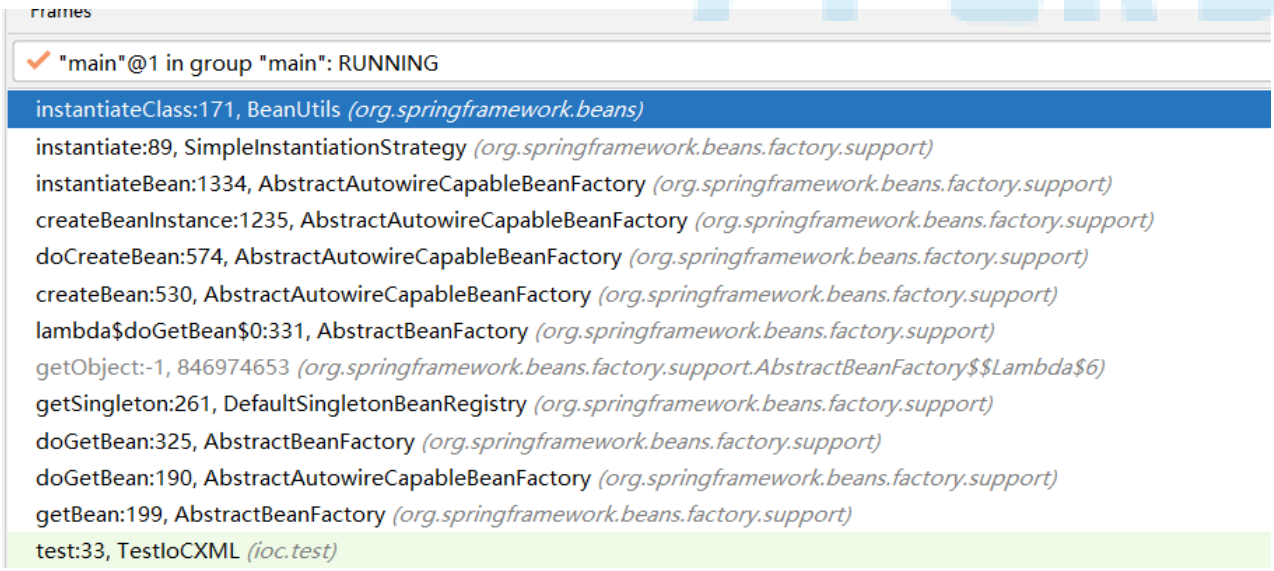
> XmlBeanDefinitionReader#loadBeanDefinitions();

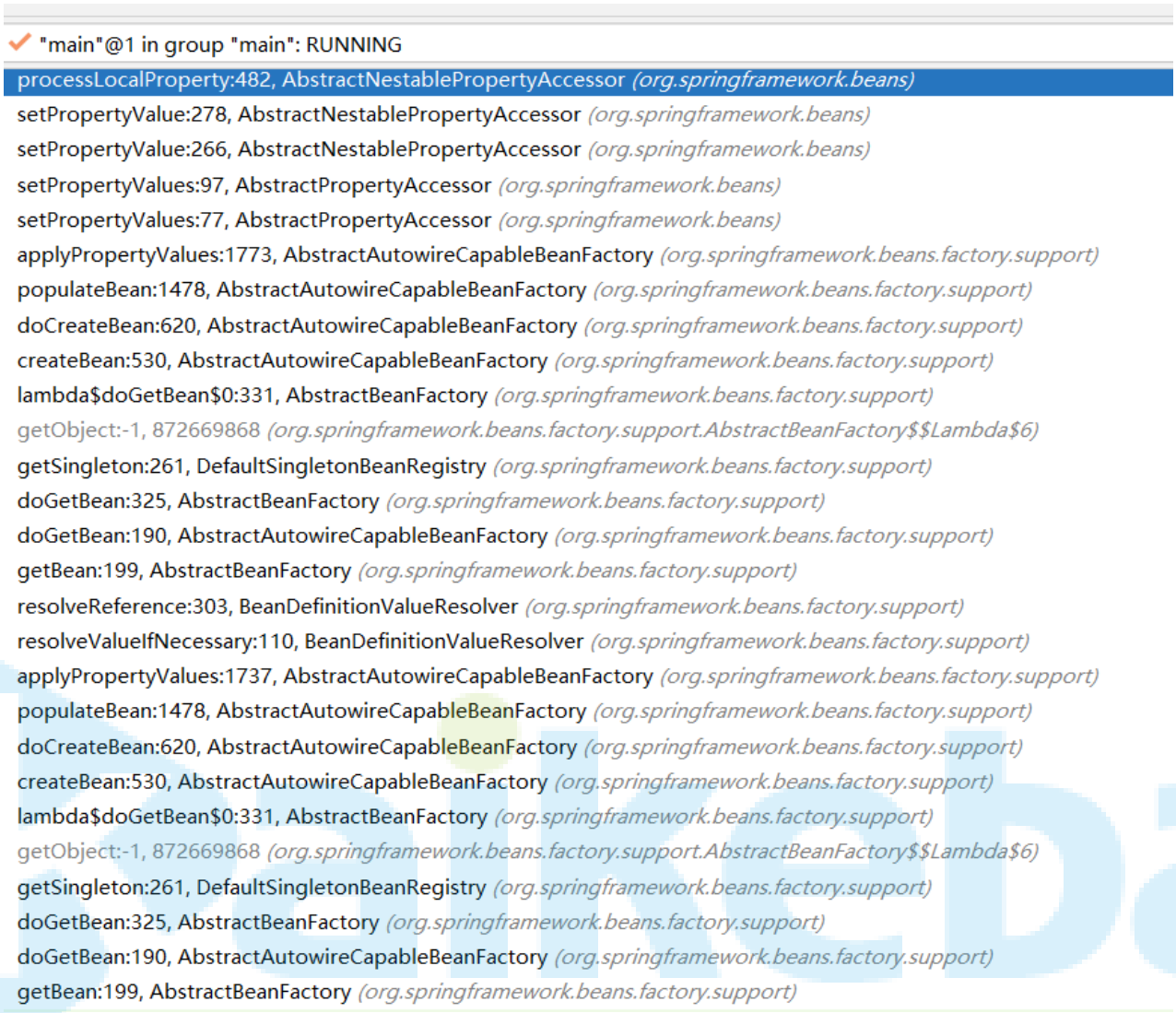
```
  @Test
  public void test1() {
    // 指定XML路径
    String path = "spring/beans.xml";
    // 创建DefaultListableBeanFactory工厂，这也就是Spring的基本容器
    DefaultListableBeanFactory beanFactory = new DefaultListableBeanFactory();
    // 创建BeanDefinition阅读器
    XmlBeanDefinitionReader reader = new XmlBeanDefinitionReader(beanFactory);
    // 进行BeanDefinition注册流程
    reader.loadBeanDefinitions(path);
    // Bean实例创建流程
    DataSource dataSource = (DataSource) beanFactory.getBean("dataSource");
    System.out.println(dataSource);
  }
```



高级容器注册BeanDefinition的流程阅读







2 基础容器的Bean实例创建流程源码阅读

3 高级容器的BeanDefinition注册流程源码阅读

二、Spring容器初始化流程源码分析

1 主流程源码分析

1.1 找入口

- java程序入口

```
ApplicationContext ctx = new ClassPathXmlApplicationContext("spring.xml");
```

- web程序入口

```
<context-param>
  <param-name>contextConfigLocation</param-name>
  <param-value>classpath:spring.xml</param-value>
</context-param>
<listener>
  <listener-class>
        org.springframework.web.context.ContextLoaderListener
    </listener-class>
</listener>
```

> **注意**：不管上面哪种方式，最终都会调`AbstractApplicationContext的refresh方法`，而这个方法才是我们真正的入口。

1.2 流程解析

- **AbstractApplicationContext的`refresh`方法**

```
public void refresh() throws BeansException, IllegalStateException {
    synchronized (this.startupShutdownMonitor) {
      // Prepare this context for refreshing.
            // STEP 1：  刷新预处理
      prepareRefresh();

      // Tell the subclass to refresh the internal bean factory.
            // STEP 2：
            //    a)  创建IoC容器（DefaultListableBeanFactory）
            //    b)  加载解析XML文件（最终存储到Document对象中）
            //    c)  读取Document对象，并完成BeanDefinition的加载和注册工作
      ConfigurableListableBeanFactory beanFactory = obtainFreshBeanFactory();

      // Prepare the bean factory for use in this context.
            // STEP 3：  对IoC容器进行一些预处理（设置一些公共属性）
      prepareBeanFactory(beanFactory);

      try {
        // Allows post-processing of the bean factory in context subclasses.
                // STEP 4：
        postProcessBeanFactory(beanFactory);

        // Invoke factory processors registered as beans in the context.
        // STEP 5：  调用BeanFactoryPostProcessor后置处理器对BeanDefinition处理
                invokeBeanFactoryPostProcessors(beanFactory);

        // Register bean processors that intercept bean creation.
        // STEP 6：  注册BeanPostProcessor后置处理器
                registerBeanPostProcessors(beanFactory);
```

```
        // Initialize message source for this context.
        // STEP 7:  初始化一些消息源（比如处理国际化的i18n等消息源）
                initMessageSource();

        // Initialize event multicaster for this context.
        // STEP 8:  初始化应用事件广播器
                initApplicationEventMulticaster();

        // Initialize other special beans in specific context subclasses.
        // STEP 9:  初始化一些特殊的bean
                onRefresh();

        // Check for listener beans and register them.
        // STEP 10:  注册一些监听器
                registerListeners();

        // Instantiate all remaining (non-lazy-init) singletons.
        // STEP 11:  实例化剩余的单例bean（非懒加载方式）
                // 注意事项：Bean的IoC、DI和AOP都是发生在此步骤
                finishBeanFactoryInitialization(beanFactory);

        // Last step: publish corresponding event.
        // STEP 12:  完成刷新时，需要发布对应的事件
                finishRefresh();
      }

      catch (BeansException ex) {
        if (logger.isWarnEnabled()) {
          logger.warn("Exception encountered during context initialization - "
+
              "cancelling refresh attempt: " + ex);
        }

        // Destroy already created singletons to avoid dangling resources.
        destroyBeans();

        // Reset 'active' flag.
        cancelRefresh(ex);

        // Propagate exception to caller.
        throw ex;
      }

      finally {
        // Reset common introspection caches in Spring's core, since we
        // might not ever need metadata for singleton beans anymore...
        resetCommonCaches();
      }
```

```
    }
  }
```

2 创建BeanFactory流程源码分析

2.1 找入口

AbstractApplicationContext类的`refresh`方法：

```
// Tell the subclass to refresh the internal bean factory.
// STEP 2：
//    a） 创建IoC容器（DefaultListableBeanFactory）
//    b） 加载解析XML文件（最终存储到Document对象中）
//    c） 读取Document对象，并完成BeanDefinition的加载和注册工作
ConfigurableListableBeanFactory beanFactory = obtainFreshBeanFactory();
```

2.2 流程解析

- 进入**AbstractApplication**的`obtainFreshBeanFactory`方法：

  用于创建一个新的`IoC容器`，这个`IoC容器`就是**DefaultListableBeanFactory**对象。

```
  protected ConfigurableListableBeanFactory obtainFreshBeanFactory() {
        // 主要是通过该方法完成IoC容器的刷新
    refreshBeanFactory();
    ConfigurableListableBeanFactory beanFactory = getBeanFactory();
    if (logger.isDebugEnabled()) {
      logger.debug("Bean factory for " + getDisplayName() + ": " +
beanFactory);
    }
    return beanFactory;
  }
```

- 进入**AbstractRefreshableApplicationContext**的`refreshBeanFactory`方法：
  - 销毁以前的容器
  - 创建新的`IoC容器`
  - 加载`BeanDefinition`对象注册到IoC容器中

```
protected final void refreshBeanFactory() throws BeansException {
    // 如果之前有IoC容器，则销毁
    if (hasBeanFactory()) {
```

```
      destroyBeans();
      closeBeanFactory();
    }
    try {
          // 创建IoC容器，也就是DefaultListableBeanFactory
      DefaultListableBeanFactory beanFactory = createBeanFactory();
      beanFactory.setSerializationId(getId());
      customizeBeanFactory(beanFactory);
            // 加载BeanDefinition对象，并注册到IoC容器中（重点）
      loadBeanDefinitions(beanFactory);
      synchronized (this.beanFactoryMonitor) {
        this.beanFactory = beanFactory;
      }
    }
    catch (IOException ex) {
      throw new ApplicationContextException("I/O error parsing bean definition
source for " + getDisplayName(), ex);
    }
  }
```

- 进入**AbstractRefreshableApplicationContext**的`createBeanFactory`方法

```
  protected DefaultListableBeanFactory createBeanFactory() {
    return new DefaultListableBeanFactory(getInternalParentBeanFactory());
  }
```

3 加载BeanDefinition流程分析

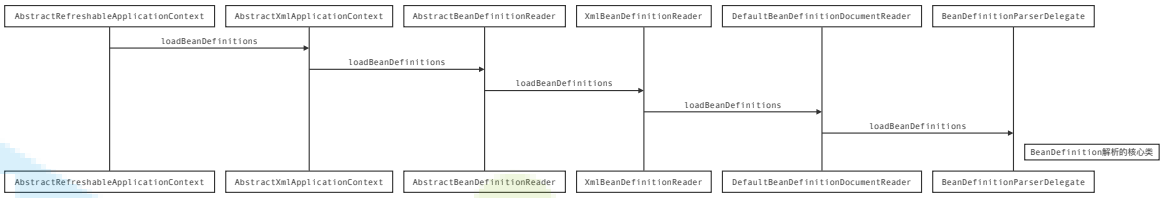
3.1 找入口

AbstractRefreshableApplicationContext类的`refreshBeanFactory`方法中第13行代码：

```
protected final void refreshBeanFactory() throws BeansException {
    // 如果之前有IoC容器，则销毁
      if (hasBeanFactory()) {
      destroyBeans();
      closeBeanFactory();
    }
    try {
          // 创建IoC容器，也就是DefaultListableBeanFactory
      DefaultListableBeanFactory beanFactory = createBeanFactory();
      beanFactory.setSerializationId(getId());
      customizeBeanFactory(beanFactory);
            // 加载BeanDefinition对象，并注册到IoC容器中（重点）
```

```
        loadBeanDefinitions(beanFactory);
        synchronized (this.beanFactoryMonitor) {
          this.beanFactory = beanFactory;
        }
      }
      catch (IOException ex) {
        throw new ApplicationContextException("I/O error parsing bean definition
source for " + getDisplayName(), ex);
      }
    }
```

3.2 流程图



3.3 流程相关类的说明

- **AbstractRefreshableApplicationContext**

  主要用来对**BeanFactory**提供`refresh`功能。包括**BeanFactory**的创建和`BeanDefinition`的定义、解析、注册操作。

- **AbstractXmlApplicationContext**

  主要提供对于`XML资源`的加载功能。包括从Resource资源对象和资源路径中加载XML文件。

- **AbstractBeanDefinitionReader**

  主要提供对于`BeanDefinition`对象的读取功能。具体读取工作交给子类实现。

- **XmlBeanDefinitionReader**

  主要通过`DOM4J`对于`XML资源`的读取、解析功能，并提供对于`BeanDefinition`的注册功能。

- **DefaultBeanDefinitionDocumentReader**

- **BeanDefinitionParserDelegate**

3.4 流程解析

- 进入**AbstractXmlApplicationContext**的loadBeanDefinitions方法：
  - 创建一个**XmlBeanDefinitionReader**，通过阅读XML文件，真正完成BeanDefinition的加载和注册。
  - 配置**XmlBeanDefinitionReader**并进行初始化。
  - 委托给**XmlBeanDefinitionReader**去加载BeanDefinition。

```
  protected void loadBeanDefinitions(DefaultListableBeanFactory beanFactory)
throws BeansException, IOException {
```

```
    // Create a new XmlBeanDefinitionReader for the given BeanFactory.
        // 给指定的工厂创建一个BeanDefinition阅读器
        // 作用：通过阅读XML文件，真正完成BeanDefinition的加载和注册
    XmlBeanDefinitionReader beanDefinitionReader = new
XmlBeanDefinitionReader(beanFactory);

    // Configure the bean definition reader with this context's
    // resource loading environment.
    beanDefinitionReader.setEnvironment(this.getEnvironment());
    beanDefinitionReader.setResourceLoader(this);
    beanDefinitionReader.setEntityResolver(new ResourceEntityResolver(this));

    // Allow a subclass to provide custom initialization of the reader,
    // then proceed with actually loading the bean definitions.
    initBeanDefinitionReader(beanDefinitionReader);

    // 委托给BeanDefinition阅读器去加载BeanDefinition
        loadBeanDefinitions(beanDefinitionReader);
  }

  protected void loadBeanDefinitions(XmlBeanDefinitionReader reader) throws
            BeansException, IOException {
    // 获取资源的定位
    // 这里getConfigResources是一个空实现，真正实现是调用子类的获取资源定位的方法
    // 比如：ClassPathXmlApplicationContext中进行了实现
    //    而FileSystemXmlApplicationContext没有使用该方法
    Resource[] configResources = getConfigResources();
    if (configResources != null) {
      // XML Bean读取器调用其父类AbstractBeanDefinitionReader读取定位的资源
      reader.loadBeanDefinitions(configResources);
    }
    // 如果子类中获取的资源定位为空，则获取FileSystemXmlApplicationContext构造方法中
setConfigLocations方法设置的资源
    String[] configLocations = getConfigLocations();
    if (configLocations != null) {
      // XML Bean读取器调用其父类AbstractBeanDefinitionReader读取定位的资源
      reader.loadBeanDefinitions(configLocations);
    }
  }
```

- `loadBeanDefinitions`方法经过一路的兜兜转转，最终来到了**XmlBeanDefinitionReader**的`doLoadBeanDefinitions`方法：
  - `一个是对XML文件进行DOM解析；`
  - `一个是完成BeanDefinition对象的加载与注册`。

```
protected int doLoadBeanDefinitions(InputSource inputSource, Resource resource)
      throws BeanDefinitionStoreException {
```

```
    try {
            // 通过DOM4J加载解析XML文件，最终形成Document对象
      Document doc = doLoadDocument(inputSource, resource);
      // 通过对Document对象的操作，完成BeanDefinition的加载和注册工作
            return registerBeanDefinitions(doc, resource);
    }
    //省略一些catch语句
    catch (Throwable ex) {
      ......
    }
  }
```

- 此处我们暂不处理DOM4J加载解析XML的流程，我们重点分析BeanDefinition的加载注册流程
- 进入**XmlBeanDefinitionReader**的`registerBeanDefinitions`方法:
  - 创建**DefaultBeanDefinitionDocumentReader**用来解析Document对象。
  - 获得容器中已注册的BeanDefinition数量
  - 委托给**DefaultBeanDefinitionDocumentReader**来完成BeanDefinition的加载、注册工作。
  - 统计新注册的BeanDefinition数量

```
  public int registerBeanDefinitions(Document doc, Resource resource) throws
                        BeanDefinitionStoreException {
    // 创建DefaultBeanDefinitionDocumentReader用来解析Document对象
    BeanDefinitionDocumentReader documentReader =
                        createBeanDefinitionDocumentReader();
    // 获得容器中注册的Bean数量
    int countBefore = getRegistry().getBeanDefinitionCount();
    //解析过程入口，BeanDefinitionDocumentReader只是个接口
        //具体的实现过程在DefaultBeanDefinitionDocumentReader完成
    documentReader.registerBeanDefinitions(doc, createReaderContext(resource));
    // 统计注册的Bean数量
    return getRegistry().getBeanDefinitionCount() - countBefore;
  }
```

- 进入**DefaultBeanDefinitionDocumentReader**的`registerBeanDefinitions`方法:
  - 获得Document的根元素标签
  - 真正实现BeanDefinition解析和注册工作

```
  public void registerBeanDefinitions(Document doc, XmlReaderContext
readerContext
    {
    this.readerContext = readerContext;
    logger.debug("Loading bean definitions");
    // 获得Document的根元素<beans>标签
    Element root = doc.getDocumentElement();
    // 真正实现BeanDefinition解析和注册工作
    doRegisterBeanDefinitions(root);
  }
```

- 进入**DefaultBeanDefinitionDocumentReader** `doRegisterBeanDefinitions` 方法：
  - 这里使用了委托模式，将具体的BeanDefinition解析工作交给了**BeanDefinitionParserDelegate**去完成
  - 在解析Bean定义之前，进行自定义的解析，增强解析过程的可扩展性
  - 委托给**BeanDefinitionParserDelegate**,从Document的根元素开始进行BeanDefinition的解析
  - 在解析Bean定义之后，进行自定义的解析，增加解析过程的可扩展性

```
  protected void doRegisterBeanDefinitions(Element root) {
    // Any nested <beans> elements will cause recursion in this method. In
    // order to propagate and preserve <beans> default-* attributes correctly,
    // keep track of the current (parent) delegate, which may be null. Create
    // the new (child) delegate with a reference to the parent for fallback
purposes,
    // then ultimately reset this.delegate back to its original (parent)
reference.
    // this behavior emulates a stack of delegates without actually
necessitating one.

    // 这里使用了委托模式，将具体的BeanDefinition解析工作交给了
BeanDefinitionParserDelegate去完成
    BeanDefinitionParserDelegate parent = this.delegate;
    this.delegate = createDelegate(getReaderContext(), root, parent);

    if (this.delegate.isDefaultNamespace(root)) {
      String profileSpec = root.getAttribute(PROFILE_ATTRIBUTE);
      if (StringUtils.hasText(profileSpec)) {
        String[] specifiedProfiles = StringUtils.tokenizeToStringArray(
            profileSpec,
BeanDefinitionParserDelegate.MULTI_VALUE_ATTRIBUTE_DELIMITERS);
        if
(!getReaderContext().getEnvironment().acceptsProfiles(specifiedProfiles)) {
          if (logger.isInfoEnabled()) {
```

```
                logger.info("Skipped XML bean definition file due to specified
profiles [" + profileSpec +
                        "] not matching: " + getReaderContext().getResource());
                }
                return;
            }
        }
    }
    // 在解析Bean定义之前，进行自定义的解析，增强解析过程的可扩展性
    preProcessXml(root);
    // 委托给BeanDefinitionParserDelegate,从Document的根元素开始进行BeanDefinition
的解析
    parseBeanDefinitions(root, this.delegate);
    // 在解析Bean定义之后，进行自定义的解析，增加解析过程的可扩展性
    postProcessXml(root);

    this.delegate = parent;
  }
```

4 Bean实例化流程分析

4.1 找入口

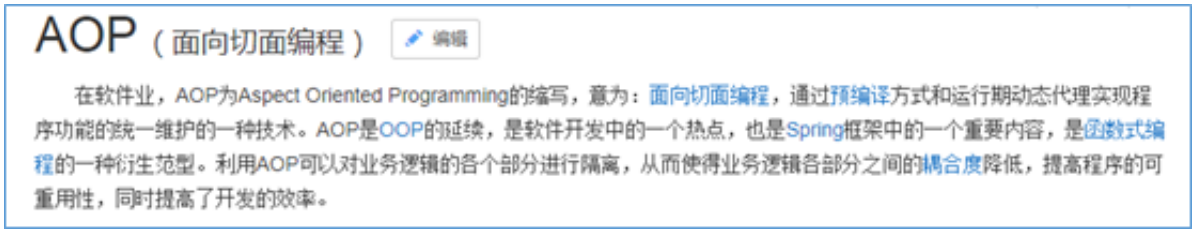
AbstractApplicationContext类的`refresh`方法：

```
  // Instantiate all remaining (non-lazy-init) singletons.
  // STEP 11:  实例化剩余的单例bean（非懒加载方式）
    // 注意事项：Bean的IoC、DI和AOP都是发生在此步骤
    finishBeanFactoryInitialization(beanFactory);
```

4.4.2 流程解析

三、AOP核心概念介绍

1、什么是AOP



- 在软件业，AOP为Aspect Oriented Programming的缩写，意为：面向**切面**编程
- 作用：在不修改目标类代码的前提下，可以通过AOP技术去增强目标类的功能。通过【预编译方式】或者【运行期动态代理】实现程序功能的统一维护的一种技术
    - 对目标类进行无感知的功能增强。
- AOP是一种编程范式，隶属于软工范畴，指导开发者如何组织程序结构
- AOP最早由**AOP联盟的组织提出**的,制定了一套规范。Spring将AOP思想引入到框架中,必须遵守AOP联盟的规范
- AOP是OOP的延续，是软件开发中的一个热点，也是Spring框架中的一个重要内容，是函数式编程的一种衍生范型
- 利用AOP可以对业务代码中【业务逻辑】和【系统逻辑】进行隔离，从而使得【业务逻辑】和【系统逻辑】之间的耦合度降低，提高程序的可重用性，同时提高了开发的效率。

2、为什么使用AOP

- **作用：**

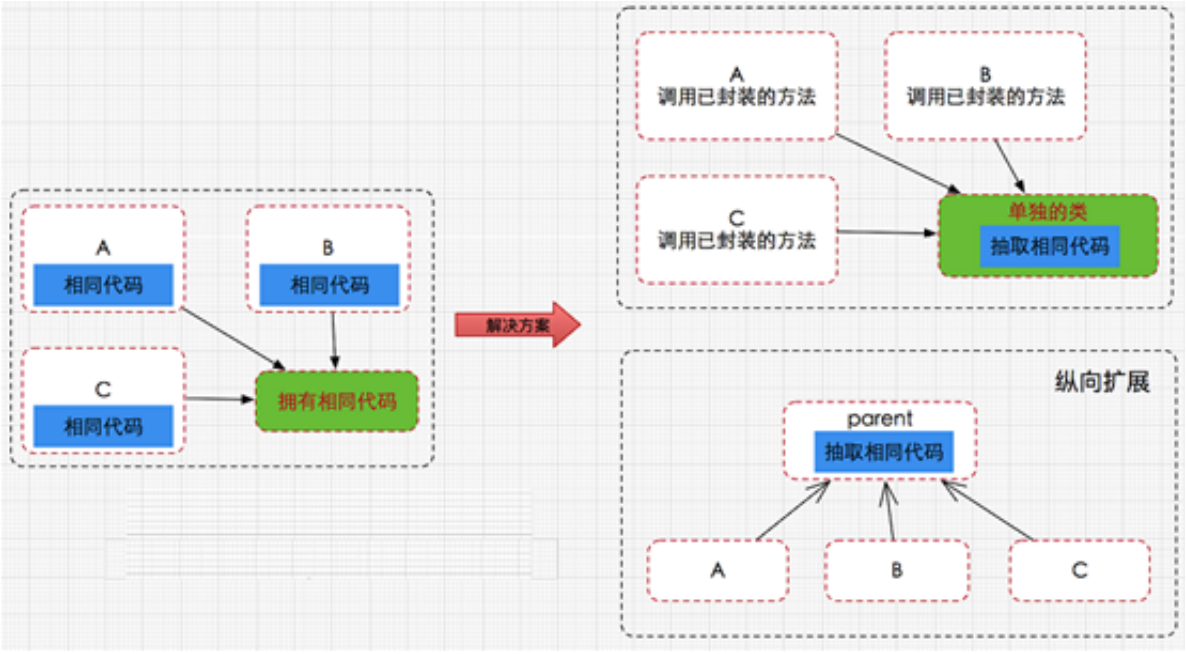
  AOP采取**横向抽取机制**，补充了 传统**纵向继承体系**（OOP）无法解决的重复性代码优化（**性能监视、事务管理、安全检查、缓存**），将业务逻辑和系统处理的代码（关闭连接、事务管理、操作日志记录）解耦。

- **优势：**

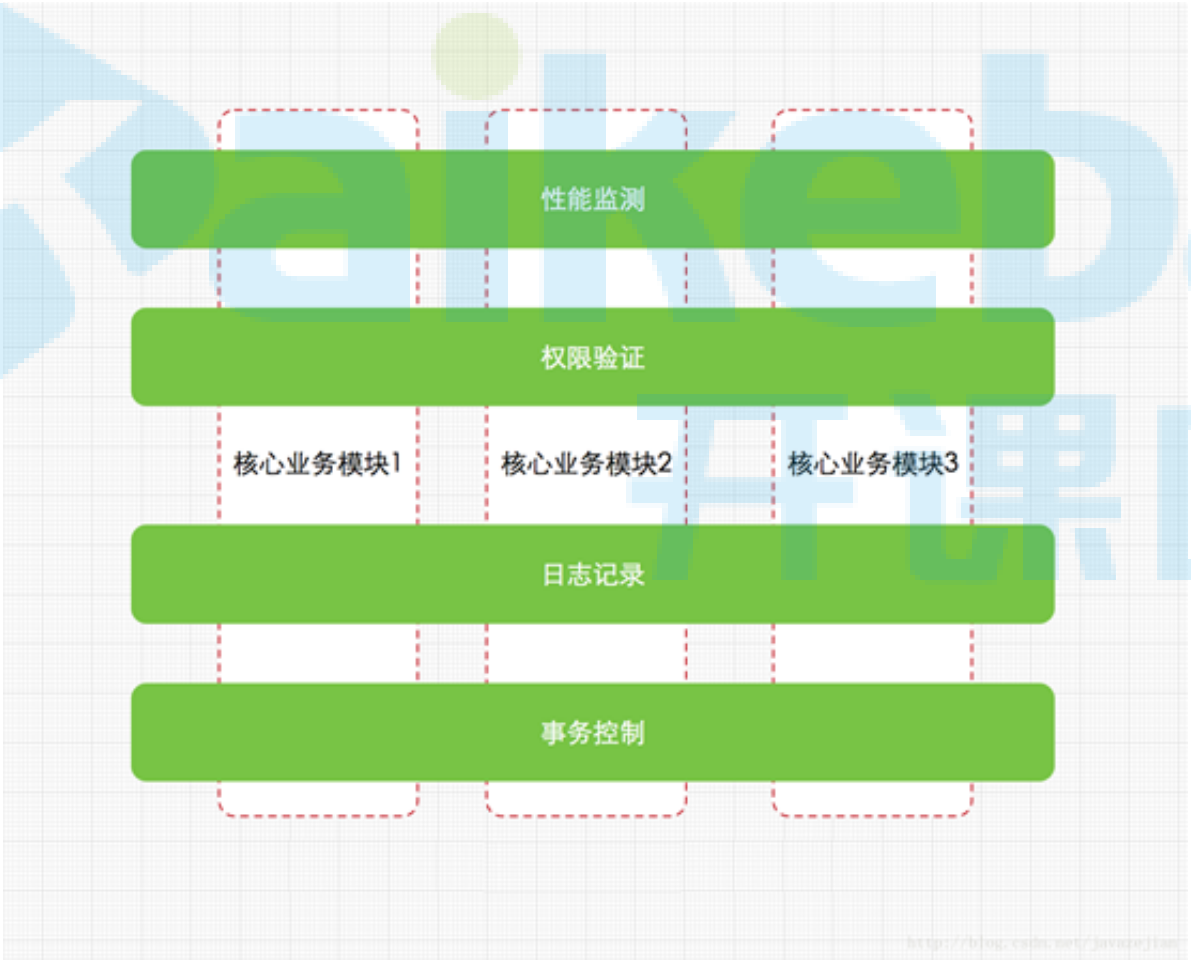
  重复性代码被抽取出来之后，**维护更加方便**

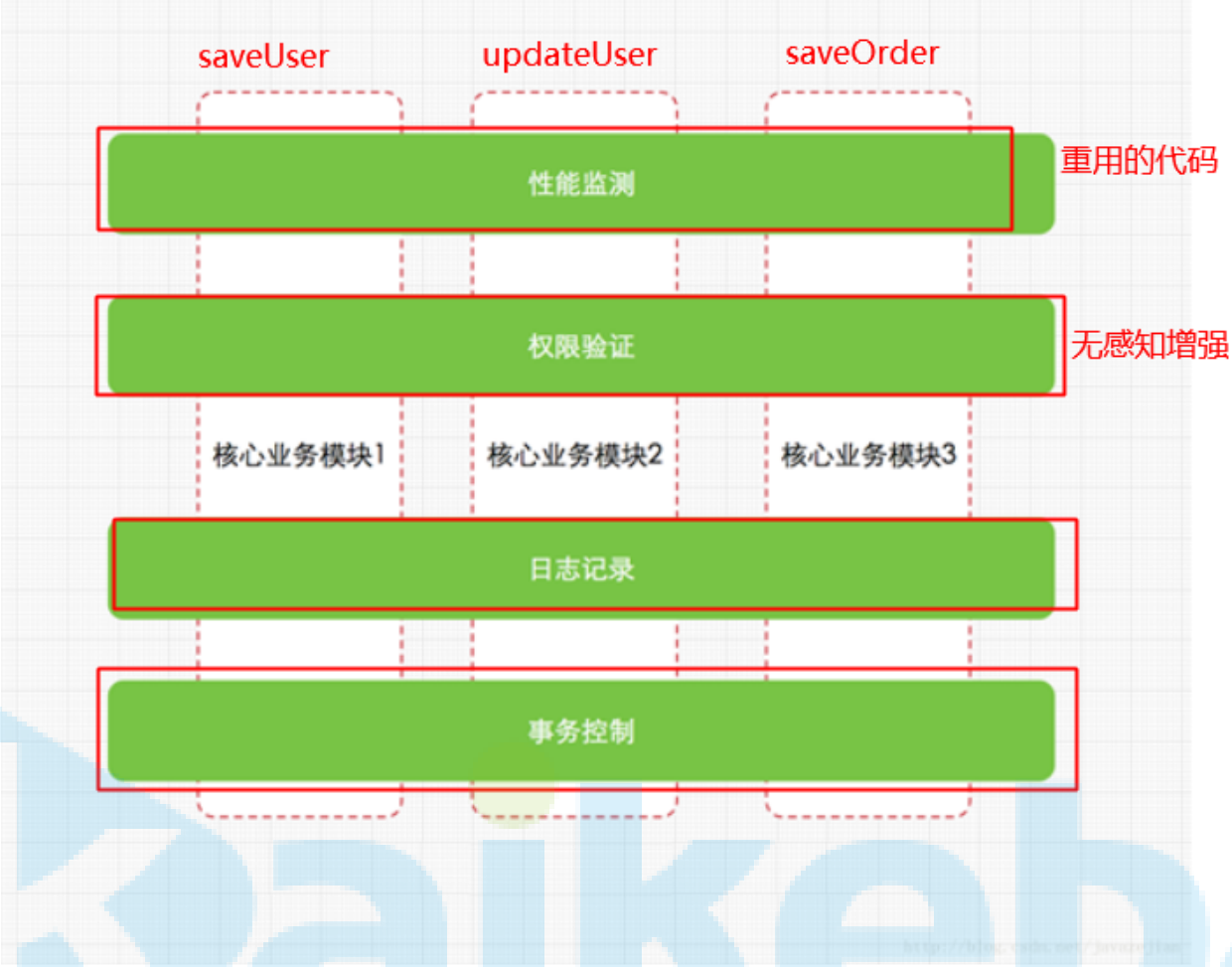
  不想修改原有代码前提下，可以动态横向添加共性代码。

- **纵向继承体系：**


A
相同代码
B
相同代码
C
相同代码
拥有相同代码
解决方案
A
调用已封装的方法
B
调用已封装的方法
C
调用已封装的方法
单独的类
抽取相同代码
纵向扩展
parent
抽取相同代码
A
B
C

- 横向抽取机制：


性能监测
权限验证
核心业务模块1
核心业务模块2
核心业务模块3
日志记录
事务控制



3、AOP相关术语介绍

3.1 术语解释

- **Joinpoint(连接点)**

所谓连接点是指那些被拦截到的点。在spring中,这些点指的是方法,因为spring只支持方法类型的连接点

- **Pointcut(切入点)**

所谓切入点是指我们要对哪些Joinpoint进行拦截的定义

- **Advice(通知/增强)**

所谓通知是指拦截到Joinpoint之后所要做的事情就是通知.通知分为前置通知,后置通知,异常通知,最终通知,环绕通知(切面要完成的功能)

- **Introduction(引介)**

引介是一种特殊的通知在不修改类代码的前提下，Introduction可以在运行期为类动态地添加一些方法或Field

- **Target(目标对象)**

代理的目标对象

- **Weaving(织入)**

是指把增强应用到目标对象来创建新的代理对象的过程

- **Proxy（代理）**

一个类被AOP织入增强后，就产生一个结果代理类

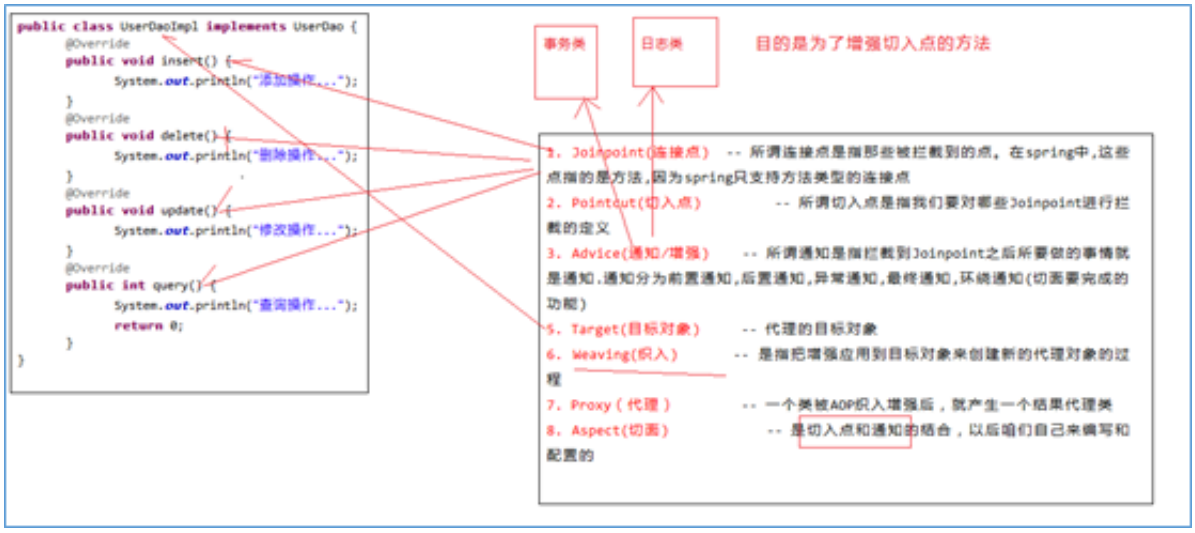
- **Aspect(切面)**

是切入点和通知的结合，以后咱们自己来编写和配置的

- **Advisor（通知器、顾问）**

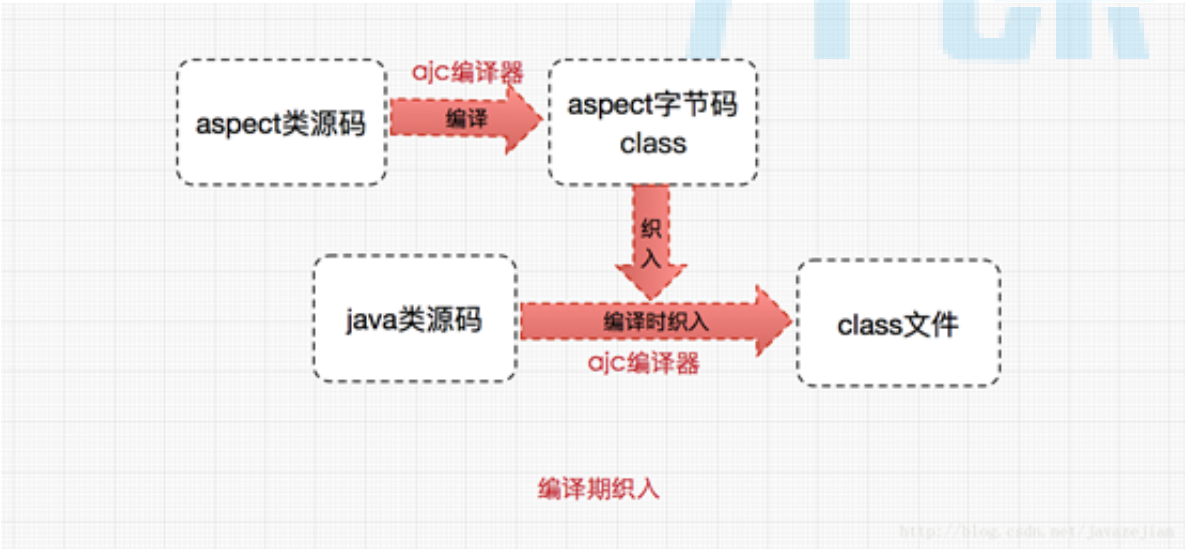
和Aspect很相似

3.2 图示说明



4、AOP实现之AspectJ（了解）

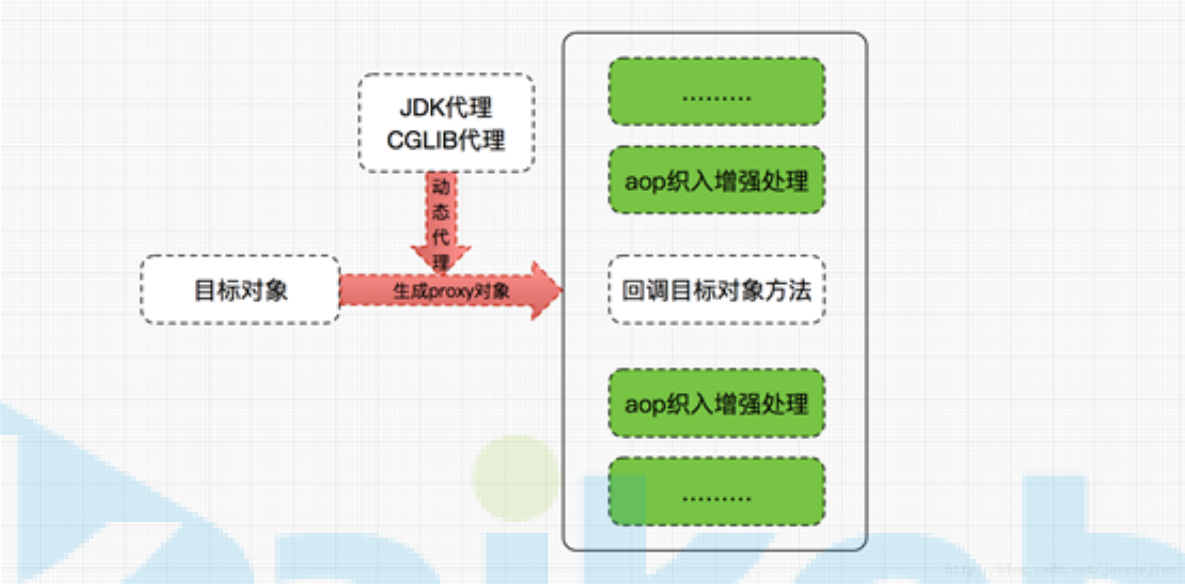
- AspectJ是一个Java实现的AOP框架，它能够对java代码进行AOP编译（一般在编译期进行），让java代码具有AspectJ的AOP功能（当然需要特殊的编译器）
- 可以这样说AspectJ是目前实现AOP框架中最成熟，功能最丰富的语言。更幸运的是，AspectJ与java程序完全兼容，几乎是无缝关联，因此对于有java编程基础的工程师，上手和使用都非常容易。
- 了解AspectJ应用到java代码的过程（这个过程称为织入），对于织入这个概念，可以简单理解为aspect(切面)应用到目标函数(类)的过程。
- 对于织入这个过程，一般分为动态织入和静态织入，动态织入的方式是在运行时动态将要增强的代码织入到目标类中，这样往往是通过动态代理技术完成的，如Java JDK的动态代理(Proxy，底层通过反射实现)或者CGLIB的动态代理(底层通过继承实现)，Spring AOP采用的就是基于运行时增强的代理技术
- ApectJ采用的就是静态织入的方式。ApectJ主要采用的是编译期织入，在这个期间使用AspectJ的acj编译器(类似javac)把aspect类编译成class字节码后，在java目标类编译时织入，即先编译aspect类再编译目标类。



5、AOP实现之Spring AOP(了解)

5.1 实现原理分析

- Spring AOP是通过**动态代理技术**实现的
- 而动态代理是基于**反射**设计的。（关于反射的知识，请自行学习）
- 动态代理技术的实现方式有两种：基于接口的**JDK动态代理**和基于继承的**CGLib动态代理**。



1）JDK动态代理

目标对象必须实现接口

```
// JDK代理对象工厂&代理对象方法调用处理器
public class JDKProxyFactory implements InvocationHandler {

  // 目标对象的引用
  private Object target;

  // 通过构造方法将目标对象注入到代理对象中
  public JDKProxyFactory(Object target) {
    super();
    this.target = target;
  }

  /**
   * @return
   */
  public Object getProxy() {

    // 如何生成一个代理类呢?
    // 1、编写源文件
    // 2、编译源文件为class文件
    // 3、将class文件加载到JVM中(ClassLoader)
    // 4、将class文件对应的对象进行实例化（反射）
```

```
    // Proxy是JDK中的API类
    // 第一个参数：目标对象的类加载器
    // 第二个参数：目标对象的接口
    // 第二个参数：代理对象的执行处理器
    Object object = Proxy.newProxyInstance(target.getClass().getClassLoader(),
target.getClass().getInterfaces(),
        this);

    return object;
  }

  /**
   * 代理对象会执行的方法
   */
  @Override
  public Object invoke(Object proxy, Method method, Object[] args) throws
Throwable {
    Method method2 = target.getClass().getMethod("saveUser", null);
    Method method3 =
Class.forName("com.sun.proxy.$Proxy4").getMethod("saveUser", null);
    System.out.println("目标对象的方法:" + method2.toString());
    System.out.println("目标接口的方法:" + method.toString());
    System.out.println("代理对象的方法:" + method3.toString());
    System.out.println("这是jdk的代理方法");
    // 下面的代码，是反射中的API用法
    // 该行代码，实际调用的是[目标对象]的方法
    // 利用反射，调用[目标对象]的方法
    Object returnValue = method.invoke(target, args);

    return returnValue;
  }
}
```

2）Cglib动态代理

- 目标对象不需要实现接口
- 底层是通过继承目标对象产生代理子对象（代理子对象中继承了目标对象的方法，并可以对该方法进行增强）

```
public class CgLibProxyFactory implements MethodInterceptor {

  /**
   * @param clazz
   * @return
   */
  public Object getProxyByCgLib(Class clazz) {
```

```
        // 创建增强器
        Enhancer enhancer = new Enhancer();
        // 设置需要增强的类的类对象
        enhancer.setSuperclass(clazz);
        // 设置回调函数
        enhancer.setCallback(this);
        // 获取增强之后的代理对象
        return enhancer.create();
    }

    /***
     * Object proxy:这是代理对象，也就是[目标对象]的子类
     * Method method:[目标对象]的方法
     * Object[] arg:参数
     * MethodProxy methodProxy：代理对象的方法
     */
    @Override
    public Object intercept(Object proxy, Method method, Object[] arg,
MethodProxy methodProxy) throws Throwable {
        // 因为代理对象是目标对象的子类
        // 该行代码，实际调用的是父类目标对象的方法
        System.out.println("这是cglib的代理方法");

        // 通过调用子类[代理类]的invokeSuper方法，去实际调用[目标对象]的方法
        Object returnValue = methodProxy.invokeSuper(proxy, arg);
        // 代理对象调用代理对象的invokeSuper方法，而invokeSuper方法会去调用目标类的invoke方
法完成目标对象的调用

        return returnValue;
    }
}
```

ASM API使用：

```
ClassWriter classWriter = new ClassWriter(0);
classWriter.visit(Opcodes.V1_8, Opcodes.ACC_PUBLIC, className, null,
        "java/lang/Object", null);
MethodVisitor initVisitor = classWriter.visitMethod(Opcodes.ACC_PUBLIC, "
<init>",
        "()V", null, null);
initVisitor.visitCode();//访问开始
initVisitor.visitVarInsn(Opcodes.ALOAD, 0);//this指针入栈
initVisitor.visitMethodInsn(Opcodes.INVOKESPECIAL, "java/lang/Object", "
<init>",
        "()V");//调用构造函数
initVisitor.visitInsn(Opcodes.RETURN);
initVisitor.visitMaxs(1, 1);//设置栈长、本地变量数
```

5.2 使用

- 其使用**ProxyFactoryBean**创建:
- 使用`<aop:advisor>`定义通知器的方式实现AOP则需要通知类实现Advice接口
- 增强（通知）的类型有:

```
- 前置通知：org.springframework.aop.MethodBeforeAdvice

- 后置通知：org.springframework.aop.AfterReturningAdvice

- 环绕通知：org.aopalliance.intercept.MethodInterceptor

- 异常通知：org.springframework.aop.ThrowsAdvice
```

四、基于AspectJ的AOP使用

其实就是指的Spring + AspectJ整合，不过Spring已经将AspectJ收录到自身的框架中了，并且底层织入依然是采取的**动态织入方式**。

1 添加依赖

```
    <!-- 基于AspectJ的aop依赖 -->
    <dependency>
      <groupId>org.springframework</groupId>
      <artifactId>spring-aspects</artifactId>
      <version>5.0.7.RELEASE</version>
    </dependency>
    <dependency>
      <groupId>aopalliance</groupId>
      <artifactId>aopalliance</artifactId>
      <version>1.0</version>
    </dependency>
```

2 编写目标类和目标方法

编写接口和实现类（目标对象）

```
UserService接口

UserServiceImpl实现类
```

配置目标类，将目标类交给spring IoC容器管理

```
<context:component-scan base-package="sourcecode.ioc" />
```

3 使用XML实现

1）实现步骤

编写通知（增强类，一个普通的类）

```
public class MyAdvice {

    public void log(){
        System.out.println("记录日志...");
    }
}
```

配置通知，将通知类交给spring IoC容器管理

```
<!-- 配置通知、增强 -->
<bean name="myAdvice" class="cn.spring.advice.MyAdvice"></bean>
```

配置AOP 切面

```
<!-- 配置通知、增强 -->
<bean name="myAdvice" class="cn.spring.advice.MyAdvice"></bean>

<!-- AOP配置 -->
<aop:config>
    <aop:aspect ref="myAdvice">
        <!-- method：指定要增强的方法，也就是指定通知类中的增强功能方法 -->
        <!-- pointcut：指定切入点，需要通过表达式来指定 -->
        <aop:before method="log"
            pointcut="execution(void cn.spring.dao.UserDaoImpl.insert())" />
    </aop:aspect>
</aop:config>
```

2）切入点表达式

切入点表达式的格式：

```
execution([修饰符] 返回值类型 包名.类名.方法名(参数))
```

表达式格式说明：

- execution：必须要
- 修饰符：可省略
- 返回值类型：**必须要**，但是可以使用*通配符
- 包名：

```
** 多级包之间使用.分割

** 包名可以使用*代替，多级包名可以使用多个*代替

** 如果想省略中间的包名可以使用 ..
```

- 类名

```
** 可以使用*代替

** 也可以写成*DaoImpl
```

- 方法名：

```
** 也可以使用*好代替

** 也可以写成add*
```

- 参数：

```
** 参数使用*代替

** 如果有多个参数，可以使用 ..代替
```

3）通知类型

通知类型（五种）：前置通知、后置通知、最终通知、环绕通知、异常抛出通知。

前置通知：

```
  * 执行时机：目标对象方法之前执行通知
  * 配置文件：<aop:before method="before" pointcut-ref="myPointcut"/>
  * 应用场景：方法开始时可以进行校验
```

后置通知：

```
  * 执行时机：目标对象方法之后执行通知，有异常则不执行了
  * 配置文件：<aop:after-returning method="afterReturning" pointcut-
ref="myPointcut"/>
  * 应用场景：可以修改方法的返回值
```

最终通知：

```
  * 执行时机：目标对象方法之后执行通知，有没有异常都会执行
  * 配置文件：<aop:after method="after" pointcut-ref="myPointcut"/>
  * 应用场景：例如像释放资源
```

环绕通知：

```
  * 执行时机：目标对象方法之前和之后都会执行。
  * 配置文件：<aop:around method="around" pointcut-ref="myPointcut"/>
  * 应用场景：事务、统计代码执行时机
```

异常抛出通知：

```
  * 执行时机：在抛出异常后通知
  * 配置文件：<aop:after-throwing method=" afterThrowing " pointcut-
ref="myPointcut"/>
  * 应用场景：包装异常
```

4 使用注解实现

1）实现步骤

编写**切面类**（注意不是**通知类**，因为该类中可以指定**切入点**）

```
/**
 * 切面类（通知+切入点）
 *
 * @author think
 *
 */
// @Aspect：标记该类是一个切面类
@Component("myAspect")
@Aspect
public class MyAspect {

    //@Before：标记该方法是一个前置通知
    //value：切入点表达式
    @Before(value = "execution(* *..*.*DaoImpl.*(..))")
    public void log() {
        System.out.println("记录日志...");
    }
}
```

配置切面类

```
<context:component-scan base-package="com.kkb.spring"/>
```

开启AOP自动代理

```
<!-- AOP基于注解的配置-开启自动代理 -->
<aop:aspectj-autoproxy />
```

2）环绕通知注解配置

@Around

```
作用：
    把当前方法看成是环绕通知。属性：
value：
    用于指定切入点表达式，还可以指定切入点表达式的引用。
```

```java
@Around(value = "execution(* *.*(..))")
public Object aroundAdvice(ProceedingJoinPoint joinPoint) {
    // 定义返回值
    Object rtValue = null;
    try {
        // 获取方法执行所需的参数
        Object[] args = joinPoint.getArgs();
        // 前置通知：开启事务beginTransaction();
        // 执行方法
        rtValue = joinPoint.proceed(args);
        // 后置通知：提交事务commit();
    } catch (Throwable e) {
        // 异常通知：回滚事务rollback(); e.printStackTrace();
    } finally {
        // 最终通知：释放资源release();
    }
    return rtValue;

}
```

3）定义通用切入点

使用@PointCut注解在切面类中定义一个通用的切入点，其他通知可以引用该切入点

```java
// @Aspect：标记该类是一个切面类
@Aspect
public class MyAspect {

    // @Before：标记该方法是一个前置通知
    // value：切入点表达式
    // @Before(value = "execution(* *..*.*DaoImpl.*(..))")
    @Before(value = "MyAspect.fn()")
    public void log() {
        System.out.println("记录日志...");
    }

    // @Before(value = "execution(* *..*.*DaoImpl.*(..))")
    @Before(value = "MyAspect.fn()")
    public void validate() {
        System.out.println("进行后台校验...");
    }

    // 通过@Pointcut定义一个通用的切入点
    @Pointcut(value = "execution(* *..*.*DaoImpl.*(..))")
    public void fn() {
    }
}
```

5 纯注解方式

```java
@Configuration
@ComponentScan(basePackages="com.kkb")
@EnableAspectJAutoProxy
public class SpringConfiguration {
}
```

五、代理模式

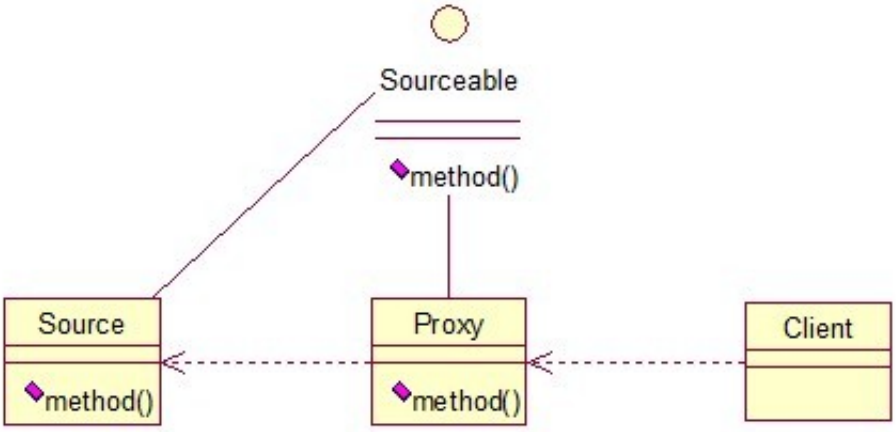
其实每个模式名称就表明了该模式的作用，代理模式就是多一个代理类出来，替原对象进行一些操作。代理又分为动态代理和静态代理

1 静态代理

> 比如我们在租房子的时候回去找中介，为什么呢?
>
> 因为你对该地区房屋的信息掌握的不够全面，希望找一个更熟悉的人去帮你做，此处的代理就是这个意思。

> 再如我们有的时候打官司，我们需要请律师，因为律师在法律方面有专长，可以替我们进行操作，表达我们的想法。

先来看看关系图：



根据上文的阐述，代理模式就比较容易的理解了，我们看下代码：

```
public interface Sourceable {
    public void method();
}
```

```
public class Source implements Sourceable {
    @Override
    public void method() {
        System.out.println("the original method!");
    }
}
```

```
public class Proxy implements Sourceable {
    private Source source;
    public Proxy(){
        super();
        this.source = new Source();
    }
    @Override
    public void method() {
        before();
        source.method();
        atfer();
```

```
    }
    private void atfer() {
        System.out.println("after proxy!");
    }
    private void before() {
        System.out.println("before proxy!");
    }
}
```

测试类：

```
public class ProxyTest {
    public static void main(String[] args) {
        Sourceable source = new Proxy();
        source.method();
    }
}
```

输出：

```
before proxy!
the original method!
after proxy!
```

代理模式的应用场景：

如果已有的方法在使用的时候需要对原有的方法进行改进，此时有两种办法：

1. 修改原有的方法来适应。这样违反了“对扩展开放，对修改关闭”的原则。
2. 就是采用一个代理类调用原有的方法，且对产生的结果进行控制。这种方法就是代理模式。

使用代理模式，可以将功能划分的更加清晰，有助于后期维护！

2 动态代理(运行时产生代理对象)

JDK动态代理和Cglib动态代理的区别：

> 1.JDK动态代理是Java自带的，cglib动态代理是第三方jar包提供的。
> 2.JDK动态代理是针对【拥有接口的目标类】进行动态代理的，而Cglib是【非final类】都可以进行动态代理。但是Spring优先使用JDK动态代理。
> 3.JDK动态代理实现的逻辑是目标类和代理类都实现同一个接口，目标类和代理类是平级的。而Cglib动态代理实现的逻辑是给目标类生个孩子（子类，也就是代理类），目标类和代理类是父子继承关系。
> 4.JDK动态代理在早期的JDK1.6左右性能比cglib差，但是在JDK1.8以后cglib和jdk的动态代理性能

> 基本上差不多。反而jdk动态代理性能更加的优越。

动态代理主要关注两个点：

> 代理对象如何创建的底层原理?
>
> 代理对象如何执行的原理分析?

1）JDK动态代理

基于接口去实现的动态代理

```
// JDK代理对象工厂&代理对象方法调用处理器
public class JDKProxyFactory implements InvocationHandler {

  // 目标对象的引用
  private Object target;

  // 通过构造方法将目标对象注入到代理对象中
  public JDKProxyFactory(Object target) {
    super();
    this.target = target;
  }

  /**
   * @return
   */
  public Object getProxy() {

    // 如何生成一个代理类呢?
    // 1、编写源文件
    // 2、编译源文件为class文件
    // 3、将class文件加载到JVM中(ClassLoader)
    // 4、将class文件对应的对象进行实例化（反射）

    // Proxy是JDK中的API类
    // 第一个参数：目标对象的类加载器
    // 第二个参数：目标对象的接口
    // 第二个参数：代理对象的执行处理器
    Object object = Proxy.newProxyInstance(target.getClass().getClassLoader(),
target.getClass().getInterfaces(),
        this);

    return object;
  }

  /**
   * 代理对象会执行的方法
   */
```

```
    @Override
    public Object invoke(Object proxy, Method method, Object[] args) throws
Throwable {
        Method method2 = target.getClass().getMethod("saveUser", null);
        Method method3 =
Class.forName("com.sun.proxy.$Proxy4").getMethod("saveUser", null);
        System.out.println("目标对象的方法:" + method2.toString());
        System.out.println("目标接口的方法:" + method.toString());
        System.out.println("代理对象的方法:" + method3.toString());
        System.out.println("这是jdk的代理方法");
        // 下面的代码，是反射中的API用法
        // 该行代码，实际调用的是[目标对象]的方法
        // 利用反射，调用[目标对象]的方法
        Object returnValue = method.invoke(target, args);

        return returnValue;
    }
}
```

2）CGLib动态代理(ASM)

是通过子类继承父类的方式去实现的动态代理，不需要接口。

```
public class CgLibProxyFactory implements MethodInterceptor {

    /**
     * @param clazz
     * @return
     */
    public Object getProxyByCgLib(Class clazz) {
        // 创建增强器
        Enhancer enhancer = new Enhancer();
        // 设置需要增强的类的类对象
        enhancer.setSuperclass(clazz);
        // 设置回调函数
        enhancer.setCallback(this);
        // 获取增强之后的代理对象
        return enhancer.create();
    }

    /***
     * Object proxy:这是代理对象，也就是[目标对象]的子类
     * Method method:[目标对象]的方法
     * Object[] arg:参数
     * MethodProxy methodProxy：代理对象的方法
     */
    @Override
```

```
    public Object intercept(Object proxy, Method method, Object[] arg,
MethodProxy methodProxy) throws Throwable {
        // 因为代理对象是目标对象的子类
        // 该行代码，实际调用的是父类目标对象的方法
        System.out.println("这是cglib的代理方法");

        // 通过调用子类[代理类]的invokeSuper方法，去实际调用[目标对象]的方法
        Object returnValue = methodProxy.invokeSuper(proxy, arg);
        // 代理对象调用代理对象的invokeSuper方法，而invokeSuper方法会去调用目标类的invoke方
法完成目标对象的调用

        return returnValue;
    }
}
```

##

1.基础容器源码阅读：基于XML的BeanDefinition注册流程
入口1：XmlBeanFactory#构造方法
|--【XmlBeanDefinitionReader】#loadBeanDefinitions
|--#doLoadBeanDefinitions
|--#doLoadDocument
|--#registerBeanDefinitions
|--【DefaultBeanDefinitionDocumentReader】#registerBeanDefinitions
|--#doRegisterBeanDefinitions
|--#parseBeanDefinitions
|--【BeanDefinitionParserDelegate】#parseCustomElement：解析自定义标签
|--#parseDefaultElement：解析不带有冒号的标签，比如说bean标签
|--#processBeanDefinition
|--【BeanDefinitionParserDelegate】#parseBeanDefinitionElement：经过
几个重载方法
|--#createBeanDefinition：创建出来【GenericBeanDefinition】
入口2：XmlBeanDefinitionReader#loadBeanDefinitions

2.高级容器源码阅读：基于注解的BeanDefinition注册流程
入口：AnnotationConfigApplicationContext#构造方法
|--#scan
|--ClassPathBeanDefinitionScanner#scan：扫描classpath路径下的注解（@Controller、
@Component、@Repository、@Service）
|--#doScan
|--【ClassPathScanningCandidateComponentProvider】#scanCandidateComponents
|--【ScannedGenericBeanDefinition】

3.高级容器源码阅读
入口：ClassPathXmlApplicationContext#构造方法
|--【AbstractApplicationContext】#refresh

|--【AbstractRefreshableApplicationContext】#refreshBeanFactory
|--#createBeanFactory:【DefaultListableBeanFactory】
|--【AbstractXmlApplicationContext】#loadBeanDefinitions
|--【XmlBeanDefinitionReader】#loadBeanDefinitions

4.基础容器：创建bean实例流程
入口：AbstractBeanFactory#getBean
|--#doGetBean
|--【DefaultSingletonBeanRegistry】#getSingleton
|--#getObjectForBeanInstance
|--#getMergedLocalBeanDefinition
|--【AbstractAutowireCapableBeanFactory】#createBean
|--#doCreateBean
|--#createBeanInstance：Bean的实例化
|--#obtainFromSupplier
|--#instantiateUsingFactoryMethod
|--#instantiateBean
|--#populateBean：依赖注入
|--#initializeBean：Bean的初始化

```
//springmvc：页面参数传递

user.id = &user.name=

user.name
orders[0]
orders["key"]
```