课程主题

动态代理设计模式&AoP源码阅读

课程目标

7. 熟练编写JDK和CGLIB的动态代理代码
8. 重点掌握aop底层的原理之动态代理机制的概述及差别
9. 重点掌握JDK代理技术之产生代理对象和代理对象执行逻辑分析
10. 重点掌握Cglib代理技术之产生代理对象和代理对象执行逻辑分析
11. 认识Spring AOP中底层常用的一些核心类
12. 源码阅读之查找aop相关的BeanDefinitionParser流程

课程回顾

AOP产生代理对象的方式（织入方式）：

- 静态织入（编译时织入）：AspectJ（AOP实现产品）
- 动态织入（运行时织入）：Spring AOP、Spring整合AspectJ

课程内容

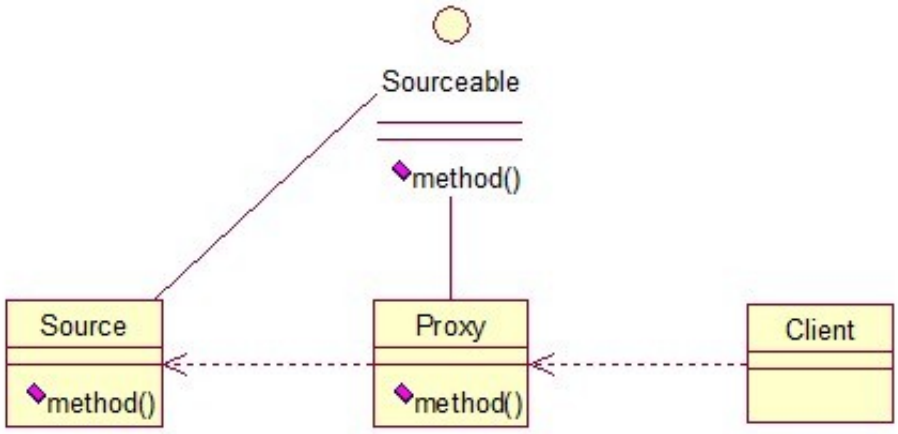
一、代理模式

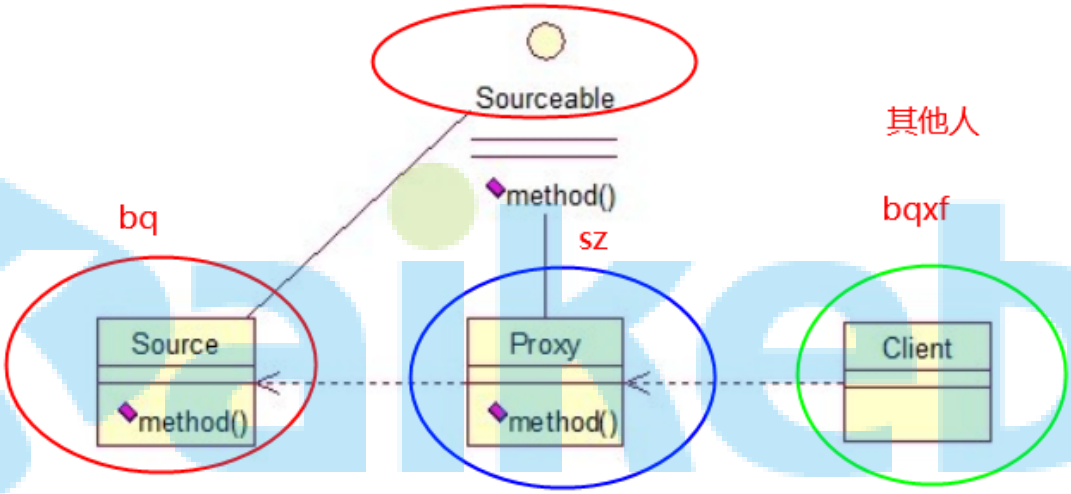
其实每个模式名称就表明了该模式的作用，代理模式就是多一个代理类出来，替原对象进行一些操作。代理又分为动态代理和静态代理

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!");
    }
}
```

静态代理的重点：

- 需要为源类手动编写一个代理类
- 代理类和源类实现同一接口。
- 代理对象持有源对象的引用。

静态代理的缺点：

- 会产生大量的代理类。

```
public class Proxy implements Sourceable {
    // 持有源对象的引用
    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

> 动态代理在编译期间，不需要为源类去手动编写一个代理类。
>
> 只会再运行期间，去为源对象产生一个代理对象。

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?

2.1 JDK动态代理

方式1

产生代理对象

```
public class JDKProxyFactory {

  // 只能为实现了接口的类产生代理对象
  public Object getProxy(Object target) {
    // 1.目标类的类加载器
        // 2.目标类的接口集合
        // 3.代理对象被调用时的调用处理器
    Object proxy = Proxy.newProxyInstance(target.getClass().getClassLoader(),

 target.getClass().getInterfaces(),
```

```
                                                new
MyInvocationHandler(target));

        // 底层原理分析
        // 第一步：JDK编写java源代码
        // 第二步：编译源代码（JDK自带API）

    return proxy;
  }
}
```

底层原理分析

```
// 1.JDK在运行时根据代理类的规则以及目标类相关信息，编写代理类的源代码（.java）
// 2.JDK对java源代码进行编译（.class）
// 3.JDK根据目标类的类加载器，去将代理类的class文件加载到JVM中
// 4.JVM会根据加载到的class信息，产生一个代理对象

Object proxy = Proxy.newProxyInstance(target.getClass().getClassLoader(),

 target.getClass().getInterfaces(),
                                                new
MyInvocationHandler(target));
```

程序员A使用静态代理思路推演：

- 只有目标类

```
public interface UserService {

  //原对象target
  void saveUser() ;
}
```

```
public class UserServiceImpl implements UserService {

  @Override
  public void saveUser() {
    System.out.println("添加用户");
  }
}
```

- 会根据需求写出代理类

```
getSourceCode(){
  StringBuffer sb;


}
```

```
public class $Proxy6 implements 目标类的接口集合{

    // 构造注入
    private InvocationHandler h;

    private Method m1;

    // 遍历接口中的方法
    public void saveUser() {
    this.h.invoke(this,m1, saveUser方法参数);
    }

    static{
        m1 = Class.forName("目标类的全限定名").getDeclearMethod("saveUser");
    }

    // ...

}
```

> 以上代码，只需要传递给它目标类的接口集合，以及InvocationHandler的实现类，那么代理类的代码，JDK就可以自行写出。

执行代理对象方法

```
// [代理对象]方法调用处理器
public class MyInvocationHandler 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 MyInvocationHandler(Object target) {
    super();
    this.target = target;
  }

  /**
   * 代理对象会执行的方法
   * 1.代理对象
```

```
     * 2.目标对象方法
     * 3.方法参数
     */
    @Override
    public Object invoke(Object proxy, Method method, Object[] args) throws
Throwable {
            // 增强代码....(日志记录)

        // 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);

            // 增强代码....(性能监控)

        return returnValue;
    }
}
```

方式2（推荐）

```
// [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;
    }

    // 只能为实现了接口的类产生代理对象
    public Object getProxy() {
        // 1.目标类的类加载器
            // 2.目标类的接口集合
            // 3.代理对象被调用时的调用处理器
        Object proxy = Proxy.newProxyInstance(target.getClass().getClassLoader(),

 target.getClass().getInterfaces(),
                                                this);

        return proxy;
    }

    /**
     * 代理对象会执行的方法
     * 1.代理对象
```

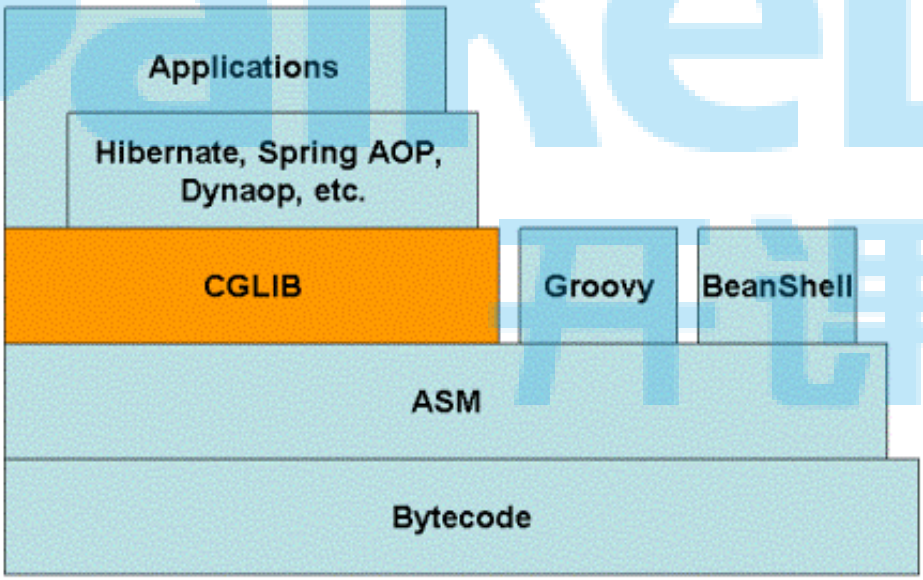
```
     * 2.目标对象方法
     * 3.方法参数
     */
    @Override
    public Object invoke(Object proxy, Method method, Object[] args) throws
Throwable {
            // 增强代码....(日志记录)

        // 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);

            // 增强代码....(性能监控)

        return returnValue;
    }
}
```

2.2 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。

方式1

产生代理对象的代码：

```
public class CgLibProxyFactory {

  /**
   * @param clazz
   * @return
   */
  public Object getProxy(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(new MyMethodInterceptor());
    // 获取增强之后的代理对象
    return enhancer.create();
  }
}
```

执行代码对象方法的代码：

```
public class MyMethodInterceptor implements MethodInterceptor {

  /***
   * 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;
  }
}
```

方式2

```
public class CgLibProxyFactory implements MethodInterceptor {
```

```
    /**
     * @param clazz
     * @return
     */
    public Object getProxy(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;
    }
}
```

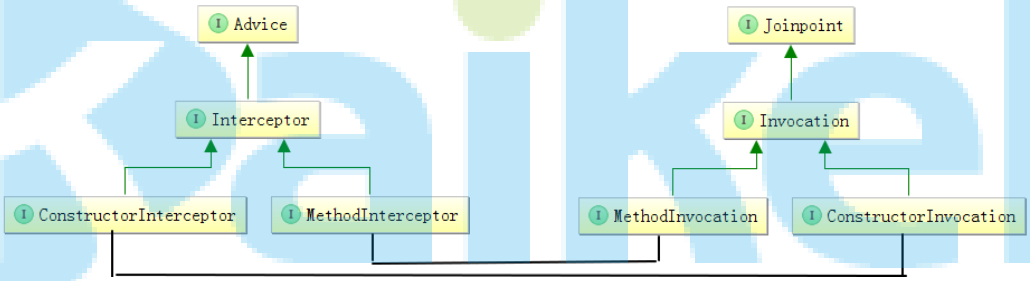
二、AOP源码阅读

2.1 Spring AOP核心类解析

2.1.1 SpringAOP基础解析类

类名	作用概述
AopNamespaceHandler	AOP命名空间解析类。我们在用AOP的时候，会在Spring配置文件的beans标签中引入：xmlns:aop
AspectJAutoProxy**BeanDefinitionParser**	解析<aop:aspectj-autoproxy />标签的类。在AopNamespaceHandler中创建的类。
Config**BeanDefinitionParser**	解析<aop:config /> 标签的类。同样也是在AopNamespaceHandler中创建的类。
AopNamespaceUtils	AOP命名空间解析工具类，在上面两个中被引用。
AopConfigUtils	AOP配置工具类。主要是向Spring容器中注入可以生成Advisor和创建代理对象的bean

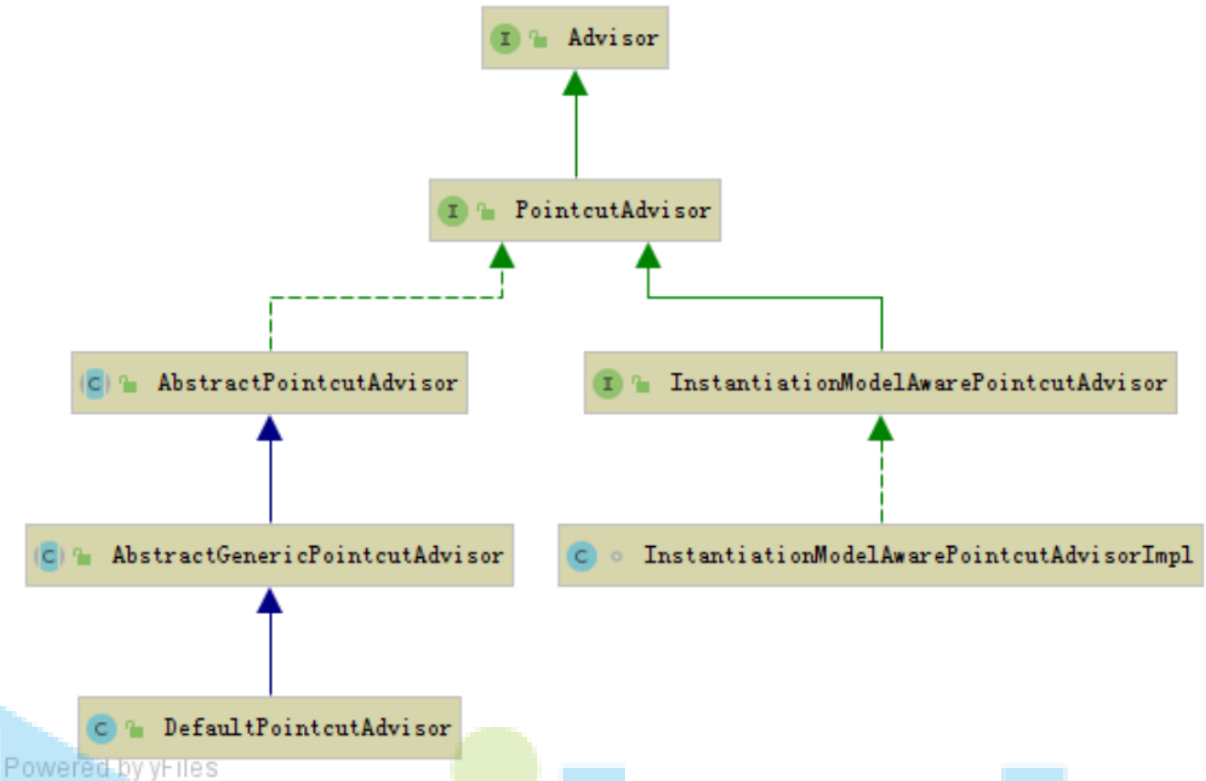
2.1.2 AOP联盟定义的类



类名	作用概述
Advice	AOP联盟中的一个标识接口。 通知和Interceptor顶级类。我们说的各种通知类型都要实现这个接口。
Interceptor	AOP联盟中进行方法拦截的一个标识接口。是Advice的子类。
MethodInterceptor	方法拦截器。是Interceptor的一个重要子类。 主要方法：invoke。入参为：MethodInvocation
ConstructorInterceptor	构造方法拦截器。是Interceptor的另一个重要的子类。在AOP联盟中是可以对构造方法进行拦截的。这样的场景我们应该很少用到。主要方法为:construct入参为ConstructorInvocation
分割线--分割线	
Joinpoint	AOP联盟中的连接点类。主要的方法是：proceed()执行下一个拦截器。getThis()获取目标对象。
Invocation	AOP拦截的执行类。是Joinpoint的子类。主要方法：getArguments()获取参数。
MethodInvocation	Invocation的一个重要实现类。真正执行AOP方法的拦截。主要方法：getMethod()目标方法。
ConstructorInvocation	Invocation的另一个重要实现类。执行构造方法的拦截。主要方法：getConstructor()返回构造方法。

2.1.3 SpringAOP中定义的类

Advisor系列(重点)

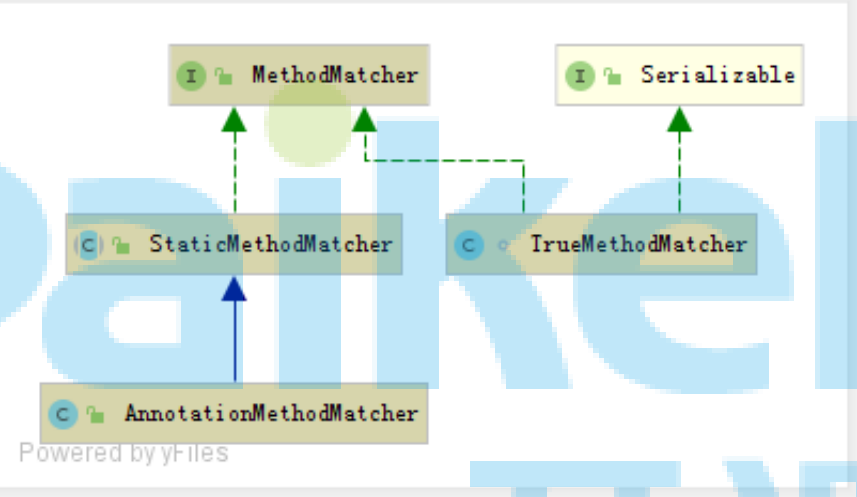


类名	作用概述
Advisor	SpringAOP中的核心类。组合了Advice。
PointcutAdvisor	SpringAOP中Advisor的重要子类。组合了切点Pointcut和Advice。
InstantiationModelAwarePointcutAdvisorImpl	PointcutAdvisor的一个重要实现子类。
DefaultPointcutAdvisor	PointcutAdvisor的另一个重要实现子类。可以将Advice包装为Advisor。在SpringAOP中是以Advisor为主线。向Advice靠拢。

Pointcut系列（重点）

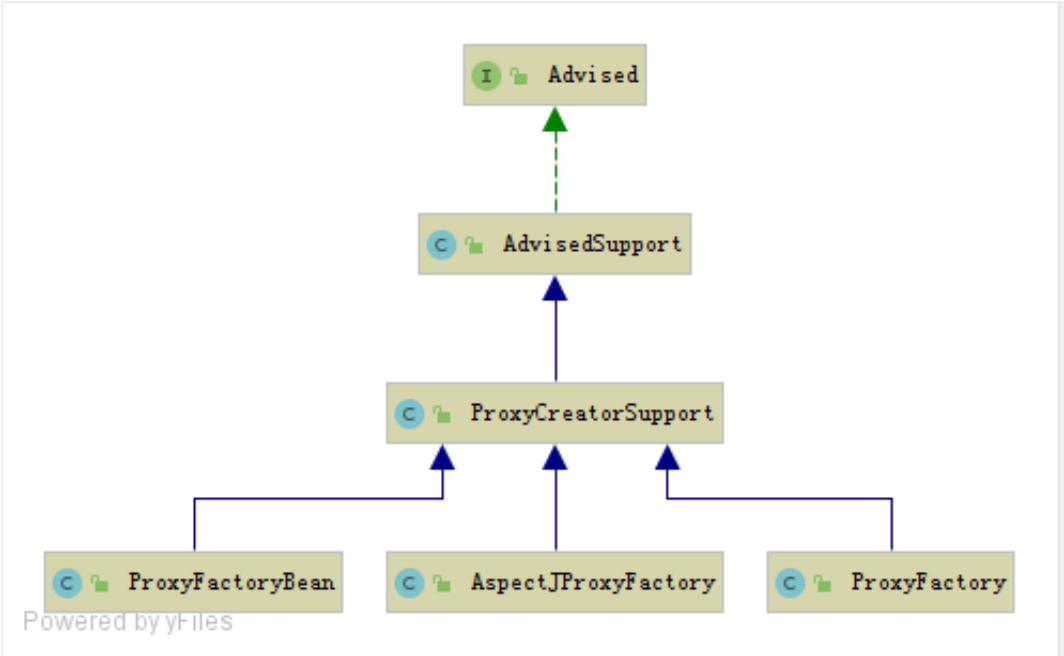
类名	作用概述
Pointcut	SpringAOP中切点的顶级抽象类。
TruePointcut	Pointcut的一个重要实现类。在DefaultPointcutAdvisor中使用的是TruePointcut。在进行切点匹配的时候永远返回true
AspectJExpressionPointcut	Pointcut的一个重要实现类。AspectJ语法切点类。**同时实现了MethodMatcher，AspectJ语法切点的匹配在这个类中完成。**
AnnotationMatchingPointcut	Pointcut的一个重要实现类。注解语法的切点类。
JdkRegexpMethodPointcut	Pointcut的一个重要实现类。正则语法的切点类。

MethodMatcher系列（重点）



类名	作用概述
MethodMatcher	切点匹配连接点的地方。即类中的某个方法和我们定义的切点表达式是否匹配、能不能被AOP拦截
TrueMethodMatcher	用于返回true
AnnotationMethodMatcher	带有注解的方法的匹配器

Advised系列



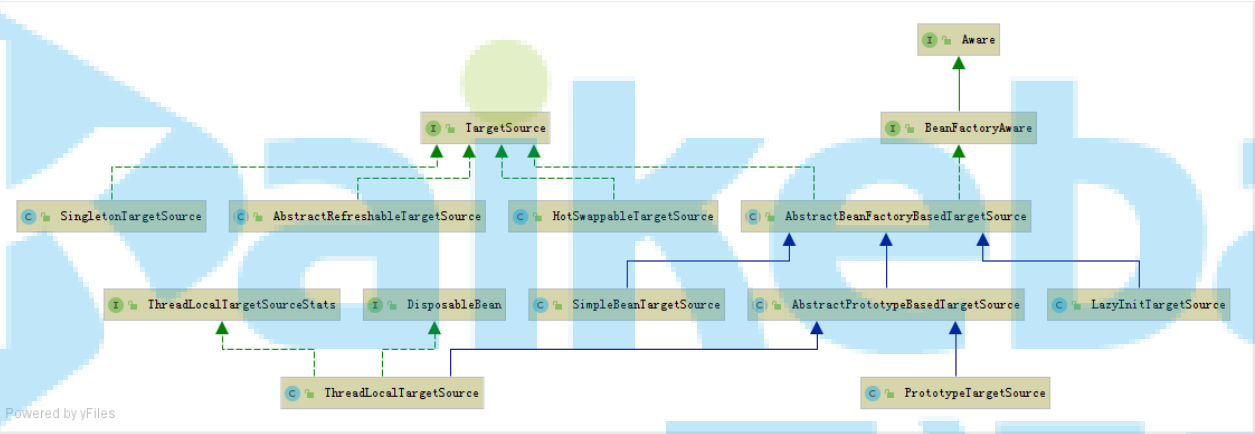
类名	作用概述
Advised	SpringAOP中的又一个核心类。它组合了Advisor和TargetSource即目标对象
AdvisedSupport	Advised的一个实现类。SpringAOP中的一个核心类。继承了**ProxyConfig**实现了Advised。
ProxyCreatorSupport	AdvisedSupport的子类。引用了AopProxyFactory用来创建代理对象。
ProxyFactory	ProxyCreatorSupport的子类。用来创建代理对象。在SpringAOP中用的最多。
ProxyFactoryBean	ProxyCreatorSupport的子类。用来创建代理对象。它实现了BeanFactoryAware、FactoryBean接口
AspectJProxyFactory	ProxyCreatorSupport的子类。用来创建代理对象。使用AspectJ语法。

> 注意：
>
> ProxyFactory、ProxyFactoryBean、AspectJProxyFactory这三个类的使用场景各不相同。但都是生成Advisor和TargetSource、代理对象的关系。

ProxyConfig系列

类名	作用概述
ProxyConfig	SpringAOP中的一个核心类。 在Advised中定义了一系列的配置接口，像：是否暴露对象、是否强制使用CGlib等。 ProxyConfig是对这些接口的实现，但是ProxyConfig却不是Advised的实现类
ProxyProcessorSupport	ProxyConfig的子类
AbstractAutoProxyCreator	ProxyProcessorSupport的重要子类。SpringAOP中的核心类。**实现了SmartInstantiationAwareBeanPostProcessor**、BeanFactoryAware接口。自动创建代理对象的类。我们在使用AOP的时候基本上都是用的这个类来进程Bean的拦截，创建代理对象。
AbstractAdvisorAutoProxyCreator	AbstractAutoProxyCreator的子类。SpringAOP中的核心类。用来创建Advisor和代理对象。
AspectJAwareAdvisorAutoProxyCreator	AbstractAdvisorAutoProxyCreator的子类。使用AspectJ语法创建Advisor和代理对象。
AnnotationAwareAspectJAutoProxyCreator	AspectJAwareAdvisorAutoProxyCreator的子类。使用AspectJ语法创建Advisor和代理对象的类。<aop:aspectj-autoproxy />标签默认注入到SpringAOP中的BeanDefinition。
InfrastructureAdvisorAutoProxyCreator	AbstractAdvisorAutoProxyCreator的子类。SpringAOP中的核心类。基础建设类。Spring事务默认的创建代理对象的类。

TargetSource系列



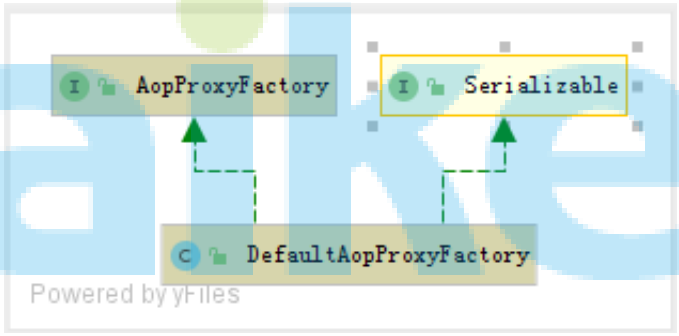
类名	作用概述
TargetSource	持有目标对象的接口。
SingletonTargetSource	TargetSource的子类。适用于单例目标对象。
HotSwappableTargetSource	TargetSource的子类。支持热交换的目标对象
AbstractRefreshableTargetSource	TargetSource的子类。支持可刷新的热部署的目标对象。
AbstractBeanFactoryBasedTargetSource	TargetSource的子类。实现了BeanFactoryAware接口。
SimpleBeanTargetSource	AbstractBeanFactoryBasedTargetSource的子类。从BeanFactory中获取单例Bean。
LazyInitTargetSource	AbstractBeanFactoryBasedTargetSource的子类。从BeanFactory中获取单例Bean。支持延迟初始化。
AbstractPrototypeBasedTargetSource	AbstractBeanFactoryBasedTargetSource的子类。对Prototype类型的Bean的支持。
ThreadLocalTargetSource	AbstractPrototypeBasedTargetSource的子类。和线程上下文相结合的类。
PrototypeTargetSource	AbstractPrototypeBasedTargetSource的子类。从BeanFacory中获取Prototype类型的Bean。

AopProxy系列（重点）

类名	作用概述
AopProxy	生成AOP代理对象的类。
JdkDynamicAopProxy	AopProxy的子类。使用JDK的方式创建代理对象。它持有Advised对象。实现了AopProxy接口和InvocationHandler接口。
CglibAopProxy	AopProxy的子类。使用Cglib的方法创建代理对象。它持有Advised对象。
ObjenesisCglibAopProxy	CglibAopProxy的子类。使用Cglib的方式创建代理对象。它持有Advised对象。

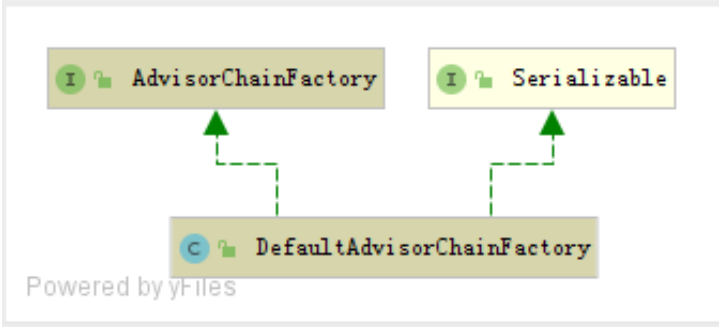
> Object getProxy(); ----由JDK或者CGLIB实现

AopProxyFactory系列



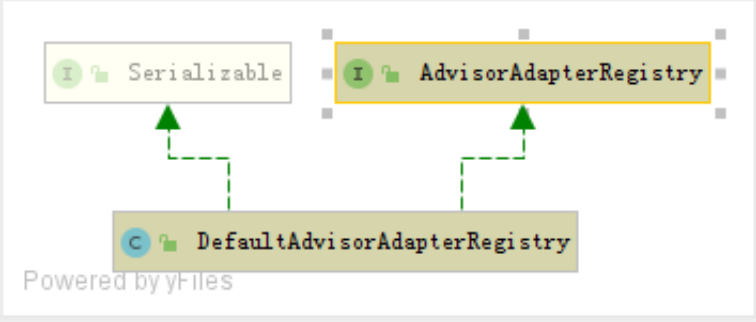
类名	作用概述
AopProxyFactory	创建AOP代理对象的工厂类。选择使用JDK还是Cglib的方式来创建代理对象。
DefaultAopProxyFactory	AopProxyFactory的子类，也是SpringAOP中唯一默认的实现类。

AdvisorChainFactory系列



类名	作用概述
AdvisorChainFactory	获取Advisor链的接口。
DefaultAdvisorChainFactory	AdvisorChainFactory的实现类。也是SpringAOP中唯一默认的实现类。

AdvisorAdapterRegistry系列



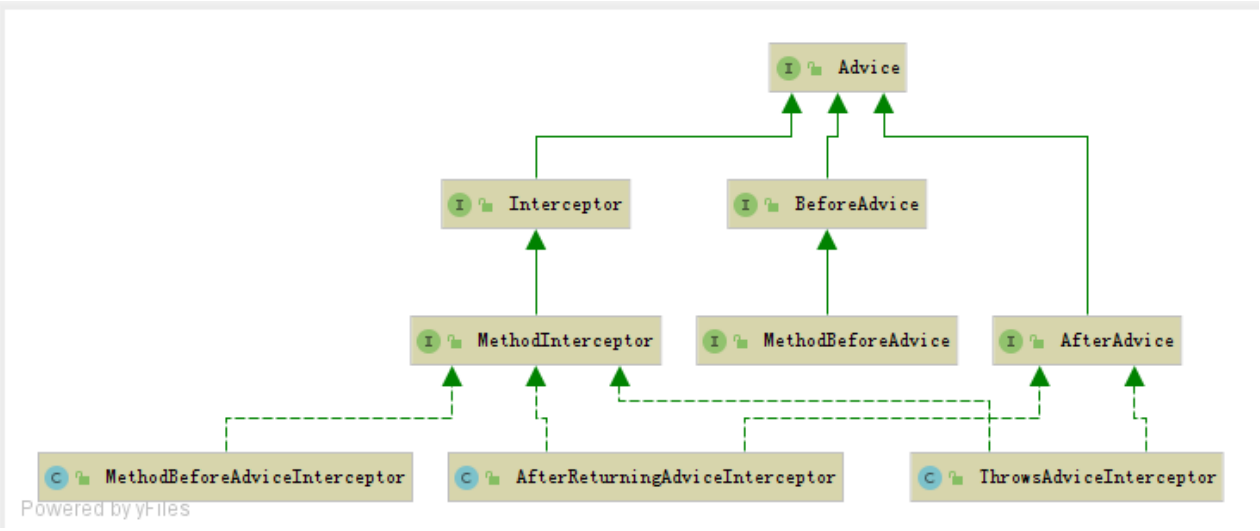
类名	作用概述
AdvisorAdapterRegistry	Advisor适配注册器类。用来将Advice适配为Advisor。将Advisor适配为**MethodInterceptor**。
DefaultAdvisorAdapterRegistry	AdvisorAdapterRegistry的实现类。也是SpringAOP中唯一默认的实现类。持有：MethodBeforeAdviceAdapter、AfterReturningAdviceAdapter、ThrowsAdviceAdapter实例。

AutoProxyUtils系列

类名	作用概述
AutoProxyUtils	SpringAOP自动创建代理对象的工具类。

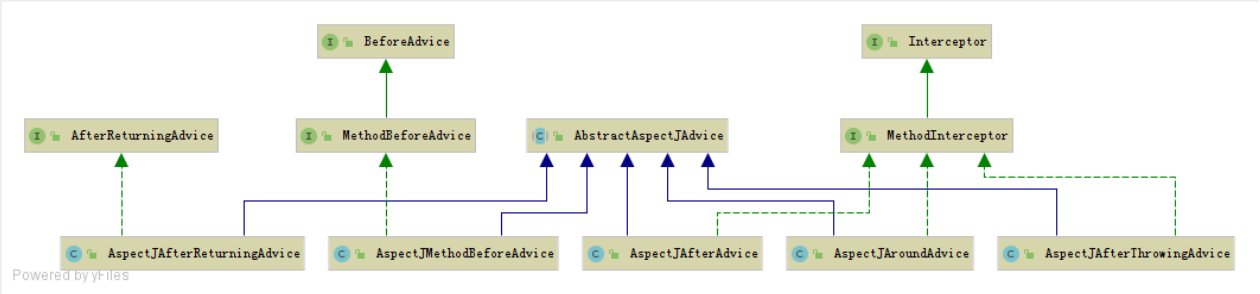
Advice实现系列（重点）

> AspectJ有五种通知类型，其中三种是直接可以强转成MethodInterceptor接口。



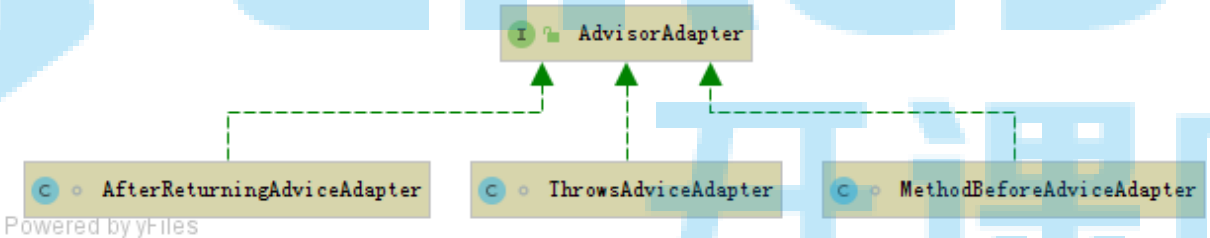
类名	作用概述
BeforeAdvice	前置通知类。直接继承了Advice接口。
MethodBeforeAdvice	BeforeAdvice的子类。定义了方法before。执行前置通知。
MethodBeforeAdviceInterceptor	MethodBefore前置通知Interceptor。实现了MethodInterceptor接口。持有MethodBefore对象。
AfterAdvice	后置通知类。直接继承了Advice接口。
ThrowsAdvice	后置异常通知类。直接继承了AfterAdvice接口。
AfterReturningAdvice	后置返回通知类。直接继承了AfterAdvice接口。
AfterReturningAdviceInterceptor	后置返回通知Interceptor。实现了MethodInterceptor和AfterAdvice接口。持有AfterReturningAdvice实例
ThrowsAdviceInterceptor	后置异常通知Interceptor。实现了MethodInterceptor和AfterAdvice接口。要求方法名为：afterThrowing

AbstractAspectJAdvice系列（重点）



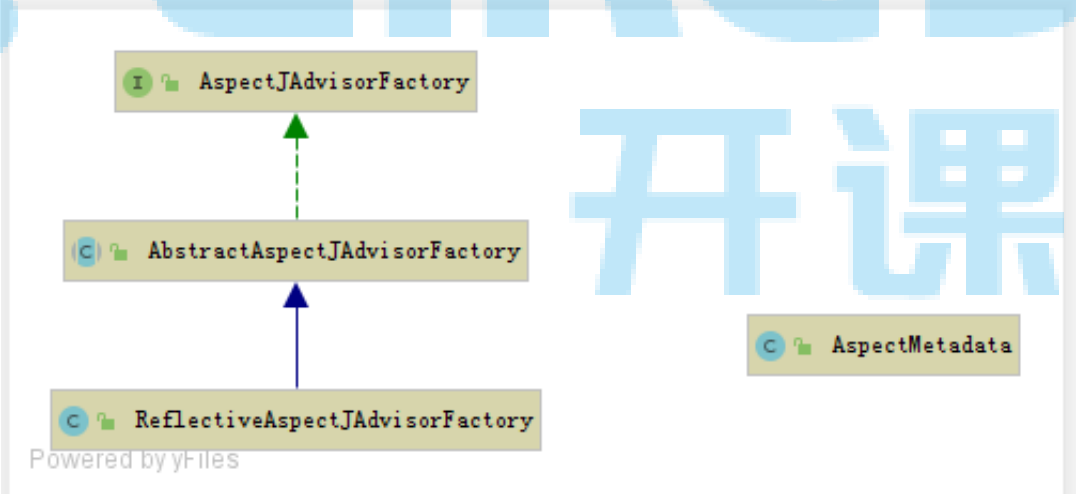
类名	作用概述
AbstractAspectJAdvice	使用AspectJ注解的通知类型顶级父类
AspectJMethodBeforeAdvice	使用AspectJ Before注解的前置通知类型。实现了MethodBeforeAdvice继承了AbstractAspectJAdvice。
AspectJAfterAdvice	使用AspectJ After注解的后置通知类型。实现了MethodInterceptor、AfterAdvice接口。继承了AbstractAspectJAdvice。
AspectJAfterReturningAdvice	使用AspectJ AfterReturning注解的后置通知类型。实现了AfterReturningAdvice、AfterAdvice接口。继承了AbstractAspectJAdvice。
AspectJAroundAdvice	使用AspectJ Around注解的后置通知类型。实现了MethodInterceptor接口。继承了AbstractAspectJAdvice。
AspectJAfterThrowingAdvice	使用AspectJ Around注解的后置通知类型。实现了MethodInterceptor、AfterAdvice接口。继承了AbstractAspectJAdvice。

AdvisorAdapter系列(重点)



类名	作用概述
AdvisorAdapter	Advisor适配器。判断此接口的是不是能支持对应的Advice。五种通知类型，只有三种通知类型适配器。这里可以想一下为什么只有三种。
MethodBeforeAdviceAdapter	前置通知的适配器。支持前置通知类。有一个getInterceptor方法：将Advisor适配为MethodInterceptor。Advisor持有Advice类型的实例，获取MethodBeforeAdvice，将MethodBeforeAdvice适配为MethodBeforeAdviceInterceptor。AOP的拦截过程通过MethodInterceptor来完成。
AfterReturningAdviceAdapter	后置返回通知的适配器。支持后置返回通知类。有一个getInterceptor方法：将Advisor适配为MethodInterceptor。Advisor持有Advice类型的实例，获取AfterReturningAdvice，将AfterReturningAdvice适配为AfterReturningAdviceInterceptor。AOP的拦截过程通过MethodInterceptor来完成。
ThrowsAdviceAdapter	后置异常通知的适配器。支持后置异常通知类。有一个getInterceptor方法：将Advisor适配为MethodInterceptor。Advisor持有Advice类型的实例，获取ThrowsAdvice，将ThrowsAdvice适配为ThrowsAdviceInterceptor。AOP的拦截过程通过MethodInterceptor来完成。

AspectJAdvisorFactory系列

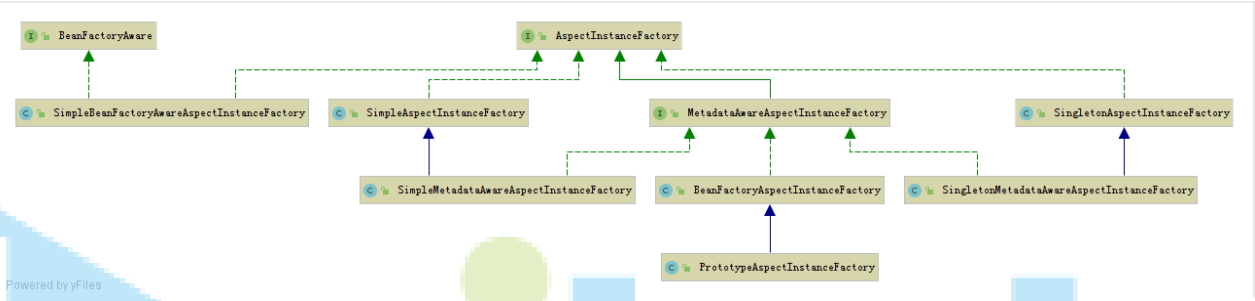


类名	作用概述
AspectJAdvisorFactory	使用AspectJ注解 生成Advisor工厂类
AbstractAspectJAdvisorFactory	AspectJAdvisorFactory的子类。使用AspectJ注解 生成Advisor的工厂类
ReflectiveAspectJAdvisorFactory	AbstractAspectJAdvisorFactory的子类。使用AspectJ注解 生成Advisor的具体实现类。
AspectMetadata	使用AspectJ Aspect注解的切面元数据类。

BeanFactoryAspectJAdvisorsBuilder系列

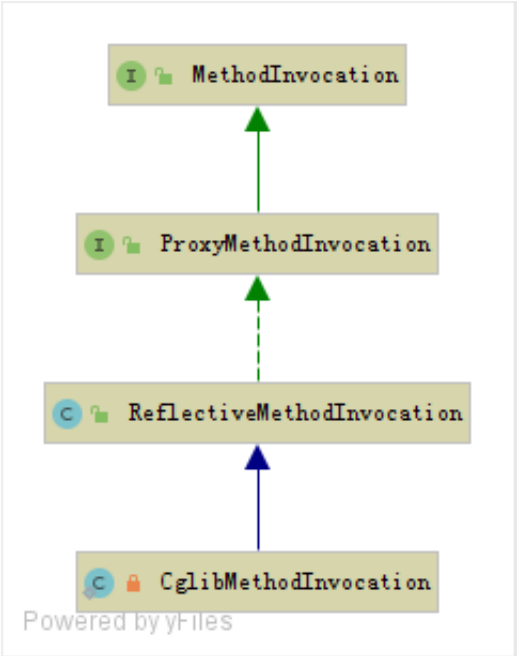
类名	作用概述
BeanFactoryAspectJAdvisorsBuilder	工具类。负责构建Advisor、Advice。SpringAOP核心类

AspectInstanceFactory系列



类名	作用概述
AspectInstanceFactory	Aspect实例工厂类
MetadataAwareAspectInstanceFactory	AspectInstanceFactory的子类。含有Aspect注解元数据 Aspect切面实例工厂类。
BeanFactoryAspectInstanceFactory	MetadataAwareAspectInstanceFactory的子类。持有BeanFactory实例。从BeanFactory中获取Aspect实例。
PrototypeAspectInstanceFactory	BeanFactoryAspectInstanceFactory的子类。获取Prototype类型的Aspect实例。
SimpleMetadataAwareAspectInstanceFactory	MetadataAwareAspectInstanceFactory的实例。在AspectJProxyFactory中有使用。
SingletonMetadataAwareAspectInstanceFactory	MetadataAwareAspectInstanceFactory的子类。继承了SimpleAspectInstanceFactory。单例Aspect实例类。在AspectJProxyFactory中有使用。
SimpleBeanFactoryAwareAspectInstanceFactory	AspectInstanceFactory的子类。实现了BeanFactoryAware接口。和aop:config配合使用的类。

ProxyMethodInvocation系列



类名	作用概述
ProxyMethodInvocation	含有代理对象的。MethodInvocation的子类。
ReflectiveMethodInvocation	ProxyMethodInvocation的子类。AOP拦截的执行入口类。
CglibMethodInvocation	ReflectiveMethodInvocation的子类。对Cglib反射调用目标方法进行了一点改进。

ClassFilter系列（重点）

2.2 查找BeanDefinitionParser流程分析

> 根据自定义标签，找到对应的BeanDefinitionParser，比如aop:config标签，就对应着ConfigBeanDefinitionParser。

> 阅读经验分享：
>
> 根据自定义标签名称冒号前面的值去直接找NamespaceHandler，然后再根据自定义标签名称冒号后面的值去找BeanDefinitionParser。

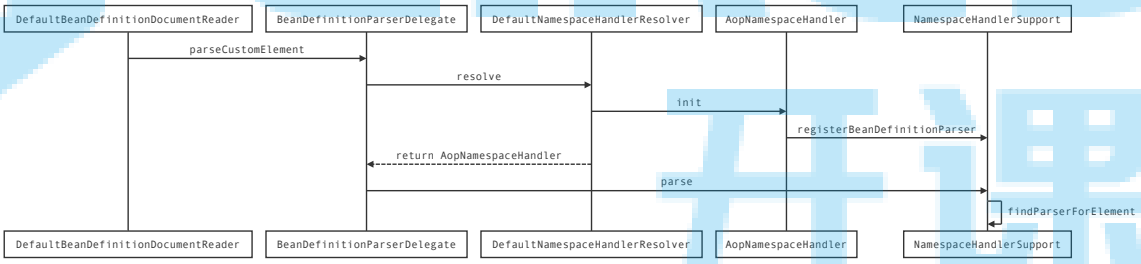
2.2.1 找入口

`DefaultBeanDefinitionDocumentReader#parseBeanDefinitions`方法的*第16行或者23行*:

```
  protected void parseBeanDefinitions(Element root,
BeanDefinitionParserDelegate delegate) {
    // 加载的Document对象是否使用了Spring默认的XML命名空间（beans命名空间）
    if (delegate.isDefaultNamespace(root)) {
      // 获取Document对象根元素的所有子节点（bean标签、import标签、alias标签和其他自定义标签context、aop等）
      NodeList nl = root.getChildNodes();
```

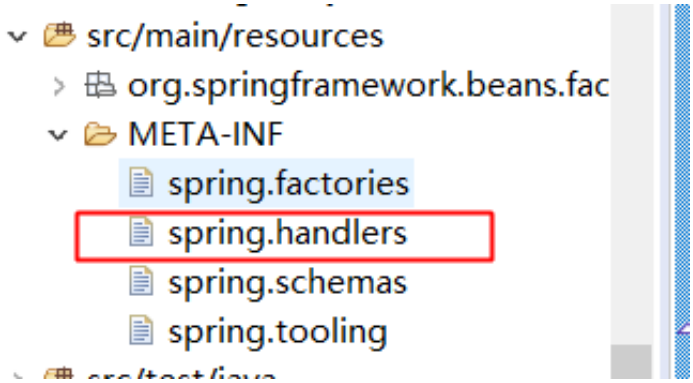
```
        for (int i = 0; i < nl.getLength(); i++) {
          Node node = nl.item(i);
          if (node instanceof Element) {
            Element ele = (Element) node;
            // bean标签、import标签、alias标签，则使用默认解析规则
            if (delegate.isDefaultNamespace(ele)) {
              parseDefaultElement(ele, delegate);
            }
            //像context标签、aop标签、tx标签，则使用用户自定义的解析规则解析元素节点
            else {
              delegate.parseCustomElement(ele);
            }
          }
        }
      }
      else {
        // 如果不是默认的命名空间，则使用用户自定义的解析规则解析元素节点
        delegate.parseCustomElement(root);
      }
    }
```

2.2.2 流程图



2.2.3 流程相关类的说明

2.2.4 流程解析



```
http\://www.springframework.org/schema/c=org.springframework.beans.factory.xml
.SimpleConstructorNamespaceHandler
http\://www.springframework.org/schema/p=org.springframework.beans.factory.xml
.SimplePropertyNamespaceHandler
http\://www.springframework.org/schema/util=org.springframework.beans.factory.
xml.UtilNamespaceHandler
```

BeanDefinitionParserDelegate#parseCustomElement

```
@Nullable
  public BeanDefinition parseCustomElement(Element ele, @Nullable
BeanDefinition containingBd) {
    // 获取命名空间URI（就是获取beans标签的xmlns:aop或者xmlns:context属性的值）
    // http://www.springframework.org/schema/aop
    String namespaceUri = getNamespaceURI(ele);

    // 根据不同的命名空间URI,去匹配不同的NamespaceHandler(一个命名空间对应一个
NamespaceHandler)
    // 此处会调用DefaultNamespaceHandlerResolver类的resolve方法
    // 两步操作：查找NamespaceHandler 、调用NamespaceHandler的init方法进行初始化（针
对不同自定义标签注册相应的BeanDefinitionParser）
    NamespaceHandler handler =
this.readerContext.getNamespaceHandlerResolver().resolve(namespaceUri);


    // 调用匹配到的NamespaceHandler的解析方法
    return handler.parse(ele, new ParserContext(this.readerContext, this,
containingBd));
  }
```

DefaultNamespaceHandlerResolver#resolve

```
public NamespaceHandler resolve(String namespaceUri) {
    // 读取spring所有工程的META-INF/spring.handlers文件,
      // 获取namespaceUri和NamespaceHandler的映射关系
    Map<String, Object> handlerMappings = getHandlerMappings();
    // 获取 指定namespaceUri对应的namespaceHandler
    Object handlerOrClassName = handlerMappings.get(namespaceUri);

        // META-INF/spring.handlers文件中存储的value都是String类型的类名
        String className = (String) handlerOrClassName;
        try {
            // 根据类名通过反射获取到NamespaceHandler的Class类对象
```

```
            Class<?> handlerClass = ClassUtils.forName(className,
this.classLoader);


            // 实例化NamespaceHandler
            NamespaceHandler namespaceHandler =
                  (NamespaceHandler) BeanUtils.instantiateClass(handlerClass);
            // 调用NamespaceHandler类的init方法，
            // 初始化一些专门处理指定标签的BeanDefinitionParsers类
            namespaceHandler.init();
            // 将namespaceUri对应的String类型的类名，替换为NamespaceHandler对象
            // 下一次再获取的话，就不会重复创建实例
            handlerMappings.put(namespaceUri, namespaceHandler);
            return namespaceHandler;


    }
  }
```

AopNamespaceHandler#init()

```
public void init() {
    // In 2.0 XSD as well as in 2.1 XSD.
    // <aop:config></aop:config>对应的BeanDefinitionParser
    registerBeanDefinitionParser("config", new ConfigBeanDefinitionParser());
    registerBeanDefinitionParser("aspectj-autoproxy", new
AspectJAutoProxyBeanDefinitionParser());
    registerBeanDefinitionDecorator("scoped-proxy", new
ScopedProxyBeanDefinitionDecorator());

    // Only in 2.0 XSD: moved to context namespace as of 2.1
    registerBeanDefinitionParser("spring-configured", new
SpringConfiguredBeanDefinitionParser());
  }
```

至此，找到了解析<aop:config></aop:config>对应的BeanDefinitionParser

2.3 执行BeanDefinitionParser流程分析

> 解析aop:config标签，最终解析10个类对应的BeanDefinition。
>
> - 产生代理对象的类对应的BeanDefinition（一种）：AspectJAwareAdvisorAutoProxyCreator
> - 通知BeanDefinition（五种）：AspectJMethodBeforeAdvice、AspectJAfterAdvice、AspectJAfterReturningAdvice、AspectJAfterThrowingAdvice、AspectJAroundAdvice
> - 通知器BeanDefinition（一

种）：DefaultBeanFactoryPointcutAdvisor、AspectJPointcutAdvisor
- 切入点BeanDefinition（一种）：AspectJExpressionPointcut
- 自定义增强功能（BeanDefinition，是由ioc流程确定的BeanDefinition，不是我们这个环节确定的）

```
* 类的实例
* 方法（一个方法对应一个增强功能）    反射调用  [method]().invoke([bean](),args);
```

- 用于产生自定义增强类实例的类对应的BeanDefinition 实例工厂去产生自定义功能对应的类的实例

SimpleBeanFactoryAwareAspectInstanceFactory----增强类的实例。

- 用于调用自定义增强类方法对应的BeanDefinition 使用一个封装增强方法的BeanDefinition去封装Method方法

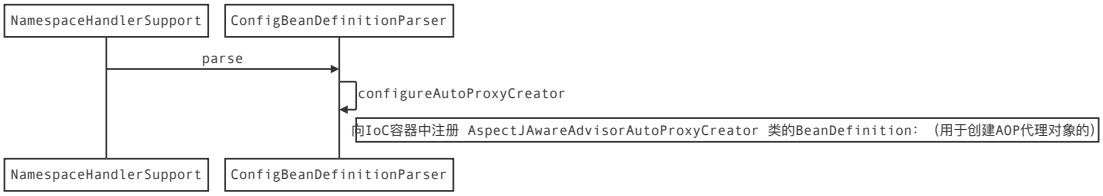
MethodLocatingFactoryBean---Method对象

2.3.1 找入口

NamespaceHandlerSupport类的`parse`方法*第6行代码*:

```
  public BeanDefinition parse(Element element, ParserContext parserContext) {
    // NamespaceHandler里面初始化了大量的BeanDefinitionParser来分别处理不同的自定义标签
    // 从指定的NamespaceHandler中，匹配到指定的BeanDefinitionParser
    BeanDefinitionParser parser = findParserForElement(element, parserContext);
    // 调用指定自定义标签的解析器，完成具体解析工作
    return (parser != null ? parser.parse(element, parserContext) : null);
  }
```

2.3.2 流程图



2.3.3 流程相关类的说明

2.3.4 流程解析

ConfigBeanDefinitionParser#parse

```
public BeanDefinition parse(Element element, ParserContext parserContext) {


    // 向IoC容器中注册 AspectJAwareAdvisorAutoProxyCreator 类的BeanDefinition:（用于创建AOP代理对象的）
    // BeanPostProcessor可以对实例化之后的bean进行一些操作
    // AspectJAwareAdvisorAutoProxyCreator 实现了BeanPostProcessor接口,可以对目标对象实例化之后，创建对应的代理对象
    configureAutoProxyCreator(parserContext, element);

    // 获取<aop:config>标签的子标签<aop:aspect>、<aop:advisor> 、<aop:pointcut>
    List<Element> childElts = DomUtils.getChildElements(element);
    for (Element elt: childElts) {
      // 获取子标签的节点名称或者叫元素名称
      String localName = parserContext.getDelegate().getLocalName(elt);
      if (POINTCUT.equals(localName)) {
        // 解析<aop:pointcut>标签
        // 产生一个AspectJExpressionPointcut的BeanDefinition对象，并注册
        parsePointcut(elt, parserContext);
      }
      else if (ADVISOR.equals(localName)) {
        // 解析<aop:advisor>标签
        // 产生一个DefaultBeanFactoryPointcutAdvisor的BeanDefinition对象，并注册
        parseAdvisor(elt, parserContext);
      }
      else if (ASPECT.equals(localName)) {
        // 解析<aop:aspect>标签
        // 产生了很多BeanDefinition对象
        // aop:after等标签对应5个BeanDefinition对象
        // aop:after标签的method属性对应1个BeanDefinition对象
        // 最终的AspectJPointcutAdvisor BeanDefinition类

        parseAspect(elt, parserContext);
      }
    }

    return null;
  }
```

ConfigBeanDefinitionParser#parsePointcut

```
private AbstractBeanDefinition parsePointcut(Element pointcutElement,
ParserContext parserContext) {
```

```
    // 此处创建一个 AspectJExpressionPointcut 类对应的BeanDefinition对象，处理
pointcut
    pointcutDefinition = createPointcutDefinition(expression);


    return pointcutDefinition;
}

protected AbstractBeanDefinition createPointcutDefinition(String expression) {
    RootBeanDefinition beanDefinition =
        new RootBeanDefinition(AspectJExpressionPointcut.class);

    // 设置切入点表达式
    beanDefinition.getPropertyValues().add(EXPRESSION, expression);
    return beanDefinition;
}
```

spring-aop.xml配置文件

```
<aop:config>
    <aop:aspect ref="myAdvice">
        <aop:after method="after"
                   pointcut="execution(* *..*.*ServiceImpl.*(..))" />

        <aop:before method="before"
                    pointcut="execution(* *..*.*ServiceImpl.*(..))" />
    </aop:aspect>
</aop:config>
```

ConfigBeanDefinitionParser#parseAspect

```
private void parseAspect(Element aspectElement, ParserContext parserContext) {
    try {

        // 获取<aop:aspect>标签的所有子标签
        NodeList nodeList = aspectElement.getChildNodes();
        boolean adviceFoundAlready = false;
        for (int i = 0; i < nodeList.getLength(); i++) {
            Node node = nodeList.item(i);
            // 判断是否是<aop:before>、<aop:after>、<aop:after-returning>、
            // <aop:after-throwing method="">、<aop:around method="">这五个标签
            if (isAdviceNode(node, parserContext)) {
                // 解析<aop:before>等五个子标签
                // 方法主要做了三件事：
                //  1、根据织入方式（before、after这些）创建RootBeanDefinition，
```

```
                //  名为adviceDef即advice定义
                //  2、将上一步创建的RootBeanDefinition写入一个新的
RootBeanDefinition,
                // 构造一个新的对象，名为advisorDefinition，即advisor定义
                //  3、将advisorDefinition注册到DefaultListableBeanFactory中
                AbstractBeanDefinition advisorDefinition =
                    parseAdvice(aspectName, i, aspectElement, (Element) node,
                                parserContext, beanDefinitions,
beanReferences);

            }
        }


        // 得到所有<aop:aspect>下的<aop:pointcut>子标签
        List<Element> pointcuts =
            DomUtils.getChildElementsByTagName(aspectElement, POINTCUT);
        for (Element pointcutElement : pointcuts) {
            // 解析<aop:pointcut>子标签
            parsePointcut(pointcutElement, parserContext);
        }

    }
}
```

```
public class MyAdvice {

  // 演示前置通知
  public void before() {
    System.out.println("前置通知...");
  }

  // 演示后置通知
  public void afterReturing() {
    System.out.println("后置通知...");
  }

  // 演示最终通知
  public void after() {
    System.out.println("最终通知...");
  }

  // 演示异常抛出通知
```

```
  public void afterThrowing() {
    System.out.println("异常抛出通知...");
  }

  /**
   * 环绕通知 场景使用：事务管理
   *
   * @param joinPoint
   * @throws Throwable
   */
  public void aroud(ProceedingJoinPoint joinPoint) {
    System.out.println("环绕通知---前置通知");
    try {
      // 调用目标对象的方法
      joinPoint.proceed();
      System.out.println("环绕通知---后置通知");
    } catch (Throwable e) { // 相当于实现异常通知
      System.out.println("环绕通知---异常抛出配置");
      e.printStackTrace();
    } finally {
      System.out.println("环绕通知---最终通知");
    }
  }

}
```

ConfigBeanDefinitionParser#parseAdvice（产生了8个BeanDefinition）

```
private AbstractBeanDefinition parseAdvice(
      String aspectName, int order, Element aspectElement,
        Element adviceElement, ParserContext parserContext,
      List<BeanDefinition> beanDefinitions, List<BeanReference>
beanReferences) {

    try {

        // create the method factory bean
        // 创建方法工厂Bean的BeanDefinition对象：用于获取Advice增强类的Method对象
        RootBeanDefinition methodDefinition =
            new RootBeanDefinition(MethodLocatingFactoryBean.class);
        // 设置MethodLocatingFactoryBean的targetBeanName为advice类的引用名称
        methodDefinition.getPropertyValues().add("targetBeanName",
aspectName);
        // 设置MethodLocatingFactoryBean的methodName为<aop:after>标签的method属性
值（也就是advice方法名称）
        methodDefinition.getPropertyValues().add("methodName",

 adviceElement.getAttribute("method"));
```

```
        // create instance factory definition
        // 创建实例工厂BeanDefinition：用于创建增强类的实例
        RootBeanDefinition aspectFactoryDef =
          new
RootBeanDefinition(SimpleBeanFactoryAwareAspectInstanceFactory.class);
        // 设置SimpleBeanFactoryAwareAspectInstanceFactory的aspectBeanName为
advice类的引用名称
        aspectFactoryDef.getPropertyValues().add("aspectBeanName",
aspectName);


        //以上的两个BeanDefinition的作用主要是通过反射调用Advice对象的指定方法
        // method.invoke(obj,args)

        // register the pointcut
        // 通知增强类的BeanDefinition对象（核心）
        AbstractBeanDefinition adviceDef = createAdviceDefinition(
            adviceElement, parserContext, aspectName, order, methodDefinition,
            aspectFactoryDef, beanDefinitions, beanReferences);

        // configure the advisor
        // 通知器类的BeanDefinition对象
        RootBeanDefinition advisorDefinition =
            new RootBeanDefinition(AspectJPointcutAdvisor.class);

        // 给通知器类设置Advice对象属性值
        advisorDefinition.getConstructorArgumentValues()
                .addGenericArgumentValue(adviceDef);

        if (aspectElement.hasAttribute(ORDER_PROPERTY)) {
            advisorDefinition.getPropertyValues().add(
                ORDER_PROPERTY, aspectElement.getAttribute(ORDER_PROPERTY));
        }

        return advisorDefinition;
    }
}
```

ConfigBeanDefinitionParser#createAdviceDefinition

```
private AbstractBeanDefinition createAdviceDefinition(
      Element adviceElement, ParserContext parserContext, String aspectName,
int order,
      RootBeanDefinition methodDef, RootBeanDefinition aspectFactoryDef,
```

```
      List<BeanDefinition> beanDefinitions, List<BeanReference>
beanReferences) {

    // 根据通知类型的不同，分别创建对应的BeanDefinition对象(可以去看看getAdviceClass方
法)
    RootBeanDefinition adviceDefinition =
            new RootBeanDefinition(getAdviceClass(adviceElement,
parserContext));


    // 设置构造参数
    ConstructorArgumentValues cav =
adviceDefinition.getConstructorArgumentValues();
    // 设置第一个构造参数：方法工厂对象的BeanDefinition
    cav.addIndexedArgumentValue(METHOD_INDEX, methodDef);

    // 解析<aop:before>、<aop:after>、<aop:after-returning>标签中的pointcut或者
pointcut-ref属性
    Object pointcut = parsePointcutProperty(adviceElement, parserContext);
    // 设置第二个构造参数：切入点BeanDefinition
    if (pointcut instanceof BeanDefinition) {
      cav.addIndexedArgumentValue(POINTCUT_INDEX, pointcut);
      beanDefinitions.add((BeanDefinition) pointcut);
    }
    else if (pointcut instanceof String) {
      RuntimeBeanReference pointcutRef = new RuntimeBeanReference((String)
pointcut);
      cav.addIndexedArgumentValue(POINTCUT_INDEX, pointcutRef);
      beanReferences.add(pointcutRef);
    }
    // 设置第三个构造参数：实例工厂BeanDefinition
    cav.addIndexedArgumentValue(ASPECT_INSTANCE_FACTORY_INDEX,
aspectFactoryDef);

    return adviceDefinition;
  }
  private Class<?> getAdviceClass(Element adviceElement, ParserContext
parserContext) {
    // 获取标签名称，比如aop:before标签对应的标签名是before
    String elementName =
parserContext.getDelegate().getLocalName(adviceElement);
    // 处理<aop:before>标签
    if (BEFORE.equals(elementName)) {
      return AspectJMethodBeforeAdvice.class;
    }
    // 处理<aop:after>标签
    else if (AFTER.equals(elementName)) {
      return AspectJAfterAdvice.class;
    }
```

```
    // 处理<aop:after-returning>标签
    else if (AFTER_RETURNING_ELEMENT.equals(elementName)) {
      return AspectJAfterReturningAdvice.class;
    }
    // 处理<aop:after-throwing>标签
    else if (AFTER_THROWING_ELEMENT.equals(elementName)) {
      return AspectJAfterThrowingAdvice.class;
    }
    // 处理<aop:aroud>标签
    else if (AROUND.equals(elementName)) {
      return AspectJAroundAdvice.class;
    }

  }
```

2.4 产生AOP代理流程分析

2.4.1 AspectJAwareAdvisorAutoProxyCreator的继承体系

```
|-BeanPostProcessor
  postProcessBeforeInitialization---初始化之前调用
  postProcessAfterInitialization---初始化之后调用

|--InstantiationAwareBeanPostProcessor
  postProcessBeforeInstantiation---实例化之前调用
  postProcessAfterInstantiation---实例化之后调用
  postProcessPropertyValues---后置处理属性值

|---SmartInstantiationAwareBeanPostProcessor
  predictBeanType
  determineCandidateConstructors
  getEarlyBeanReference

|----AbstractAutoProxyCreator
  postProcessBeforeInitialization
  postProcessAfterInitialization----AOP功能入口
  postProcessBeforeInstantiation
  postProcessAfterInstantiation
  postProcessPropertyValues
  ...
|-----AbstractAdvisorAutoProxyCreator
  getAdvicesAndAdvisorsForBean
  findEligibleAdvisors
  findCandidateAdvisors
  findAdvisorsThatCanApply
```

```
|------AspectJAwareAdvisorAutoProxyCreator
  extendAdvisors
  sortAdvisors
```

2.4.2 找入口

AbstractAutoProxyCreator类的`postProcessAfterInitialization`方法*第6行代码*:

```
  public Object postProcessAfterInitialization(@Nullable Object bean, String
beanName) throws BeansException {
    if (bean != null) {
      Object cacheKey = getCacheKey(bean.getClass(), beanName);
      if (!this.earlyProxyReferences.contains(cacheKey)) {
        // 使用动态代理技术，产生代理对象
        return wrapIfNecessary(bean, beanName, cacheKey);
      }
    }
    return bean;
  }
```

2.4.2 流程图

2.5 代理对象执行流程

主要去针对Jdk产生的动态代理对象进行分析，其实就是去分析InvocationHandler的invoke方法

入口：JdkDynamicAopProxy#invoke方法