Spring源码-DI的过程

接下来我们分析下Spring源码中Bean初始化过程中的DI过程。也就是属性的依赖注入。

一、构造参数依赖

1. 如何确定构造方法

在Spring中生成Bean实例的时候默认是调用对应的无参构造方法来处理。

```
@Component
public class BeanK {

    private BeanE beanE;
    private BeanF beanF;


    public BeanK(BeanE beanE) {
        this.beanE = beanE;
    }

    public BeanK(BeanE beanE, BeanF beanF) {
        this.beanE = beanE;
        this.beanF = beanF;
    }
}
```

声明了两个构造方法，但是没有提供无参的构造方法。这时从容器中获取会报错。

这时我们需要在显示使用的构造方法中添加@Autowired注解即可

```java
public class BeanK {

    private BeanE beanE;
    private BeanF beanF;

    @Autowired
    public BeanK(BeanE beanE) {
        this.beanE = beanE;
    }

    public BeanK(BeanE beanE, BeanF beanF) {
        this.beanE = beanE;
        this.beanF = beanF;
    }
}
```

源码层面的核心

```java
    protected BeanWrapper createBeanInstance(String beanName, RootBeanDefinition mbd, @Nullable Object[] args) {
        // Make sure bean class is actually resolved at this point.
        // 确认需要创建的bean实例的类可以实例化
        Class<?> beanClass = resolveBeanClass(mbd, beanName);

        // 确保class不为空，并且访问权限是public
        if (beanClass != null && !Modifier.isPublic(beanClass.getModifiers()) && !mbd.isNonPublicAccessAllowed()) {
            throw new BeanCreationException(mbd.getResourceDescription(), beanName,
                    "Bean class isn't public, and non-public access not allowed: " + beanClass.getName());
        }

        // 判断当前beanDefinition中是否包含实例供应器，此处相当于一个回调方法，利用回调方法来创建bean
        Supplier<?> instanceSupplier = mbd.getInstanceSupplier();
        if (instanceSupplier != null) {
            return obtainFromSupplier(instanceSupplier, beanName);
        }

        // 如果工厂方法不为空则使用工厂方法初始化策略
        if (mbd.getFactoryMethodName() != null) {
            return instantiateUsingFactoryMethod(beanName, mbd, args);
        }

        // 一个类可能有多个构造器，所以Spring得根据参数个数、类型确定需要调用的构造器
        // 在使用构造器创建实例后，Spring会将解析过后确定下来的构造器或工厂方法保存在缓存中，避免再次创建相同bean时再次解析
```

```
        // Shortcut when re-creating the same bean...
        // 标记下，防止重复创建同一个bean
        boolean resolved = false;
        // 是否需要自动装配
        boolean autowireNecessary = false;
        // 如果没有参数
        if (args == null) {
            synchronized (mbd.constructorArgumentLock) {
                // 因为一个类可能由多个构造函数，所以需要根据配置文件中配置的参数或传入的参数
来确定最终调用的构造函数。
                // 因为判断过程会比较，所以spring会将解析、确定好的构造函数缓存到
BeanDefinition中的resolvedConstructorOrFactoryMethod字段中。
                // 在下次创建相同时直接从RootBeanDefinition中的属性
resolvedConstructorOrFactoryMethod缓存的值获取，避免再次解析
                if (mbd.resolvedConstructorOrFactoryMethod != null) {
                    resolved = true;
                    autowireNecessary = mbd.constructorArgumentsResolved;
                }
            }
        }
        // 有构造参数的或者工厂方法
        if (resolved) {
            // 构造器有参数
            if (autowireNecessary) {
                // 构造函数自动注入
                return autowireConstructor(beanName, mbd, null, null);
            }
            else {
                // 使用默认构造函数构造
                return instantiateBean(beanName, mbd);
            }
        }

        // Candidate constructors for autowiring?
        // 从bean后置处理器中为自动装配寻找构造方法，有且仅有一个有参构造或者有且仅有
@Autowired注解构造
        Constructor<?>[] ctors =
determineConstructorsFromBeanPostProcessors(beanClass, beanName);
        // 以下情况符合其一即可进入
        // 1、存在可选构造方法
        // 2、自动装配模型为构造函数自动装配
        // 3、给BeanDefinition中设置了构造参数值
        // 4、有参与构造函数参数列表的参数
        if (ctors != null || mbd.getResolvedAutowireMode() ==
AUTOWIRE_CONSTRUCTOR ||
                mbd.hasConstructorArgumentValues() ||
!ObjectUtils.isEmpty(args)) {
            return autowireConstructor(beanName, mbd, ctors, args);
        }

        // Preferred constructors for default construction?
        // 找出最合适的默认构造方法
        ctors = mbd.getPreferredConstructors();
        if (ctors != null) {
            // 构造函数自动注入
            return autowireConstructor(beanName, mbd, ctors, null);
        }
```

```
        // No special handling: simply use no-arg constructor.
        // 使用默认无参构造函数创建对象，如果没有无参构造且存在多个有参构造且没有@AutoWired注解构造，会报错
        return instantiateBean(beanName, mbd);
    }
```

2. 循环依赖

接下来我们看看在构造注入的情况下。对循环依赖的检测是怎么做的。前面我们分析过，在构造注入的情况下，对于循环依赖是没有办法解决的。只能检测，然后抛出对应的异常信息。

```
@Component
public class BeanL {

    private BeanM beanM;

    @Autowired
    public BeanL(BeanM beanM) {
        this.beanM = beanM;
    }
}

@Component
public class BeanM {
    private BeanL beanL;

    @Autowired
    public BeanM(BeanL beanL) {
        this.beanL = beanL;
    }
}
```

然后启动代码看到循环依赖的报错

然后我们来看看他是如何实现循环检测的。

```
public Object getSingleton(String beanName, ObjectFactory<?> singletonFactory) {
    Assert.notNull(beanName, message: "Bean name must not be null");
    synchronized (this.singletonObjects) {
        Object singletonObject = this.singletonObjects.get(beanName);
        if (singletonObject == null) {
            if (this.singletonsCurrentlyInDestruction) {
                throw new BeanCreationNotAllowedException(beanName,
                        "Singleton bean creation not allowed while singletons of this factory are in destruction " +
                        "(Do not request a bean from a BeanFactory in a destroy method implementation!)");
            }
            if (logger.isDebugEnabled()) {
                logger.debug( o: "Creating shared instance of singleton bean '" + beanName + "'");
            }
            beforeSingletonCreation(beanName);
            boolean newSingleton = false;
            boolean recordSuppressedExceptions = (this.suppressedExceptions == null);
            if (recordSuppressedExceptions) {
                this.suppressedExceptions = new LinkedHashSet<>();
            }
            try {
                singletonObject = singletonFactory.getObject();
                newSingleton = true;
            }
            catch (IllegalStateException ex) {
                // Has the singleton object implicitly appeared in the meantime ->
```

进入到这个 `beforeSingletonCreation` 方法中。

```
    protected void beforeSingletonCreation(String beanName) {
        // 如果当前在创建检查中的排除bean名列表中不包含该beanName且将beanName添加到当前正在
创建的bean名称列表后，出现
        // beanName已经在当前正在创建的bean名称列表中添加过
        if (!this.inCreationCheckExclusions.contains(beanName) &&
!this.singletonsCurrentlyInCreation.add(beanName)) {
            // 抛出当前正在创建的Bean异常
            throw new BeanCurrentlyInCreationException(beanName);
        }
    }
```

然后当对象创建完成后。会异常对应的检测

```
                    throw ex;
                }
                finally {
                    // 如果没有抑制异常记录
                    if (recordSuppressedExceptions) {
                        // 将抑制的异常列表置为null，因为suppressedExceptions是对应单个bean的异常记录，置为nul
                        // 可防止异常信息的混乱
                        this.suppressedExceptions = null;
                    }
                    // 创建单例后的回调,默认实现将单例标记为不在创建中
                    afterSingletonCreation(beanName);
                }
                // 生成了新的单例对象
                if (newSingleton) {
                    // 将beanName和singletonObject的映射关系添加到该工厂的单例缓存中:
                    addSingleton(beanName, singletonObject);
                }
            }
            // 返回该单例对象
            return singletonObject;
        }
    }

    /**
```

```
    protected void afterSingletonCreation(String beanName) {
        // 如果当前在创建检查中的排除bean名列表中不包含该beanName且将beanName从当前正在创建的bean名称列表异常后，出现
        // beanName已经没在当前正在创建的bean名称列表中出现过
        if (!this.inCreationCheckExclusions.contains(beanName) && !this.singletonsCurrentlyInCreation.remove(beanName)) {
            // 抛出非法状态异常：单例'beanName'不是当前正在创建的
            throw new IllegalStateException("Singleton '" + beanName + "' isn't currently in creation");
        }
    }
```

当然上面的针对单例的处理，如果是原型的话。我们继续来看

```
// 原型模式的bean对象创建
                else if (mbd.isPrototype()) {
                    // It's a prototype -> create a new instance.
                    // 它是一个原型 -> 创建一个新实例
                    // 定义prototype实例
                    Object prototypeInstance = null;
                    try {
                        // 创建Prototype对象前的准备工作，默认实现将beanName添加到prototypesCurrentlyInCreation中
                        beforePrototypeCreation(beanName);
                        // 为mbd(和参数)创建一个bean实例
                        prototypeInstance = createBean(beanName, mbd, args);
                    }
                    finally {
                        // 创建完prototype实例后的回调，默认是将beanName从prototypesCurrentlyInCreation移除
                        afterPrototypeCreation(beanName);
                    }
                    // 从beanInstance中获取公开的Bean对象，主要处理beanInstance是FactoryBean对象的情况，如果不是
                    // FactoryBean会直接返回beanInstance实例
                    bean = getObjectForBeanInstance(prototypeInstance, name, beanName, mbd);
                }
```

```
else if (mbd.isPrototype()) {
    // It's a prototype -> create a new instance.
    Object prototypeInstance = null;
    try {
        beforePrototypeCreation(beanName);
        prototypeInstance = createBean(beanName, mbd, args);
    }
    finally {
        afterPrototypeCreation(beanName);
    }
    bean = getObjectForBeanInstance(prototypeInstance, name, beanName, mbd);
}
```

而且我们可以发现在原型对象的检测中使用的是ThreadLocal来存储了

```
Names of beans that are currently in creation.
private final ThreadLocal<Object> prototypesCurrentlyInCreation =
        new NamedThreadLocal<>("Prototype beans currently in creation");
```

二、属性依赖

然后我们来看看Bean的属性依赖的处理。属性依赖的具体方法是 `polulateBean`

```
    protected void populateBean(String beanName, RootBeanDefinition mbd,
@Nullable BeanWrapper bw) {
        // 如果beanWrapper为空
        if (bw == null) {
            // 如果mbd有需要设置的属性
            if (mbd.hasPropertyValues()) {
                // 抛出bean创建异常
                throw new BeanCreationException(
                        mbd.getResourceDescription(), beanName, "Cannot apply
property values to null instance");
            }
            else {
                // Skip property population phase for null instance.
                // 没有可填充的属性，直接跳过
                return;
            }
        }

        // Give any InstantiationAwareBeanPostProcessors the opportunity to
modify the
        // state of the bean before properties are set. This can be used, for
example,
        // to support styles of field injection.
        // 给任何实现了InstantiationAwareBeanPostProcessors的子类机会去修改bean的状态再
设置属性之前，可以被用来支持类型的字段注入

        // 否是"synthetic"。一般是指只有AOP相关的pointCut配置或者Advice配置才会将
synthetic设置为true
        // 如果mdb是不是'syntheic'且工厂拥有InstantiationAwareBeanPostProcessor
        if (!mbd.isSynthetic() && hasInstantiationAwareBeanPostProcessors()) {
            //遍历工厂中的BeanPostProcessor对象
            for (BeanPostProcessor bp : getBeanPostProcessors()) {
                //如果 bp 是 InstantiationAwareBeanPostProcessor 实例
                if (bp instanceof InstantiationAwareBeanPostProcessor) {
                    InstantiationAwareBeanPostProcessor ibp =
(InstantiationAwareBeanPostProcessor) bp;
                    // //postProcessAfterInstantiation：一般用于设置属性
                    if
(!ibp.postProcessAfterInstantiation(bw.getWrappedInstance(), beanName)) {
                        return;
                    }
                }
            }
        }
        //PropertyValues：包含以一个或多个PropertyValue对象的容器，通常包括针对特定目标
Bean的一次更新
        //如果mdb有PropertyValues就获取其PropertyValues
```

```
        PropertyValues pvs = (mbd.hasPropertyValues() ? mbd.getPropertyValues()
: null);

        // 获取 mbd 的 自动装配模式
        int resolvedAutowireMode = mbd.getResolvedAutowireMode();
        // 如果 自动装配模式 为 按名称自动装配bean属性 或者 按类型自动装配bean属性
        if (resolvedAutowireMode == AUTOWIRE_BY_NAME || resolvedAutowireMode ==
AUTOWIRE_BY_TYPE) {
            //MutablePropertyValues：PropertyValues接口的默认实现。允许对属性进行简单操
作，并提供构造函数来支持从映射 进行深度复制和构造
            MutablePropertyValues newPvs = new MutablePropertyValues(pvs);
            // Add property values based on autowire by name if applicable.
            // 根据autotowire的名称(如适用)添加属性值
            if (resolvedAutowireMode == AUTOWIRE_BY_NAME) {
                //通过bw的PropertyDescriptor属性名，查找出对应的Bean对象，将其添加到
newPvs中
                autowireByName(beanName, mbd, bw, newPvs);
            }
            // Add property values based on autowire by type if applicable.
            // 根据自动装配的类型(如果适用)添加属性值
            if (resolvedAutowireMode == AUTOWIRE_BY_TYPE) {
                //通过bw的PropertyDescriptor属性类型，查找出对应的Bean对象，将其添加到
newPvs中
                autowireByType(beanName, mbd, bw, newPvs);
            }
            //让pvs重新引用newPvs,newPvs此时已经包含了pvs的属性值以及通过
AUTOWIRE_BY_NAME，AUTOWIRE_BY_TYPE自动装配所得到的属性值
            pvs = newPvs;
        }

        //工厂是否拥有InstiationAwareBeanPostProcessor
        boolean hasInstAwareBpps = hasInstantiationAwareBeanPostProcessors();
        //mbd.getDependencyCheck()，默认返回 DEPENDENCY_CHECK_NONE，表示 不检查
        //是否需要依赖检查
        boolean needsDepCheck = (mbd.getDependencyCheck() !=
AbstractBeanDefinition.DEPENDENCY_CHECK_NONE);

        //经过筛选的PropertyDesciptor数组,存放着排除忽略的依赖项或忽略项上的定义的属性
        PropertyDescriptor[] filteredPds = null;
        //如果工厂拥有InstiationAwareBeanPostProcessor,那么处理对应的流程，主要是对几个
注解的赋值工作包含的两个关键子类是
CommonAnnoationBeanPostProcessor,AutowiredAnnotationBeanPostProcessor
        if (hasInstAwareBpps) {
            //如果pvs为null
            if (pvs == null) {
                //尝试获取mbd的PropertyValues
                pvs = mbd.getPropertyValues();
            }
            //遍历工厂内的所有后置处理器
            for (BeanPostProcessor bp : getBeanPostProcessors()) {
                //如果 bp 是 InstantiationAwareBeanPostProcessor 的实例
                if (bp instanceof InstantiationAwareBeanPostProcessor) {
                    //将bp 强转成 InstantiationAwareBeanPostProcessor 对象
                    InstantiationAwareBeanPostProcessor ibp =
(InstantiationAwareBeanPostProcessor) bp;
                    //postProcessProperties:在工厂将给定的属性值应用到给定Bean之前，对
它们进行后处理，不需要任何属性扫描符。该回调方法在未来的版本会被删掉。
                    // -- 取而代之的是 postProcessPropertyValues 回调方法。
```

```
                    // 让ibp对pvs增加对bw的Bean对象的propertyValue，或编辑pvs的
proertyValue
                    PropertyValues pvsToUse = ibp.postProcessProperties(pvs,
bw.getWrappedInstance(), beanName);
                    //如果pvs为null
                    if (pvsToUse == null) {
                        //如果filteredPds为null
                        if (filteredPds == null) {
                            //mbd.allowCaching:是否允许缓存，默认时允许的。缓存除了可以
提高效率以外，还可以保证在并发的情况下，返回的PropertyDesciptor[]永远都是同一份
                            //从bw提取一组经过筛选的PropertyDesciptor,排除忽略的依赖项
或忽略项上的定义的属性
                            filteredPds =
filterPropertyDescriptorsForDependencyCheck(bw, mbd.allowCaching);
                        }
                        //postProcessPropertyValues:一般进行检查是否所有依赖项都满足，
例如基于"Require"注释在 bean属性 setter，
                        //  -- 替换要应用的属性值，通常是通过基于原始的PropertyValues创
建一个新的MutablePropertyValue实例， 添加或删除特定的值
                        //  -- 返回的PropertyValues 将应用于bw包装的bean实例 的实际属
性值（添加PropertyValues实例到pvs 或者 设置为null以跳过属性填充）
                        //回到ipd的postProcessPropertyValues方法
                        pvsToUse = ibp.postProcessPropertyValues(pvs,
filteredPds, bw.getWrappedInstance(), beanName);
                        //如果pvsToUse为null，将终止该方法精致，以跳过属性填充
                        if (pvsToUse == null) {
                            return;
                        }
                    }
                    //让pvs引用pvsToUse
                    pvs = pvsToUse;
                }
            }
        }
        //如果需要依赖检查
        if (needsDepCheck) {
            //如果filteredPds为null
            if (filteredPds == null) {
                //从bw提取一组经过筛选的PropertyDesciptor,排除忽略的依赖项或忽略项上的定
义的属性
                filteredPds = filterPropertyDescriptorsForDependencyCheck(bw,
mbd.allowCaching);
            }
            //检查依赖项：主要检查pd的setter方法需要赋值时,pvs中有没有满足其pd的需求的属性
值可供其赋值
            checkDependencies(beanName, mbd, filteredPds, pvs);
        }

        //如果pvs不为null
        if (pvs != null) {
            //应用给定的属性值，解决任何在这个bean工厂运行时其他bean的引用。必须使用深拷贝，
所以我们 不会永久地修改这个属性
            applyPropertyValues(beanName, mbd, bw, pvs);
        }
    }
```

1. 提前暴露

然后来看看是如何处理循环依赖的。

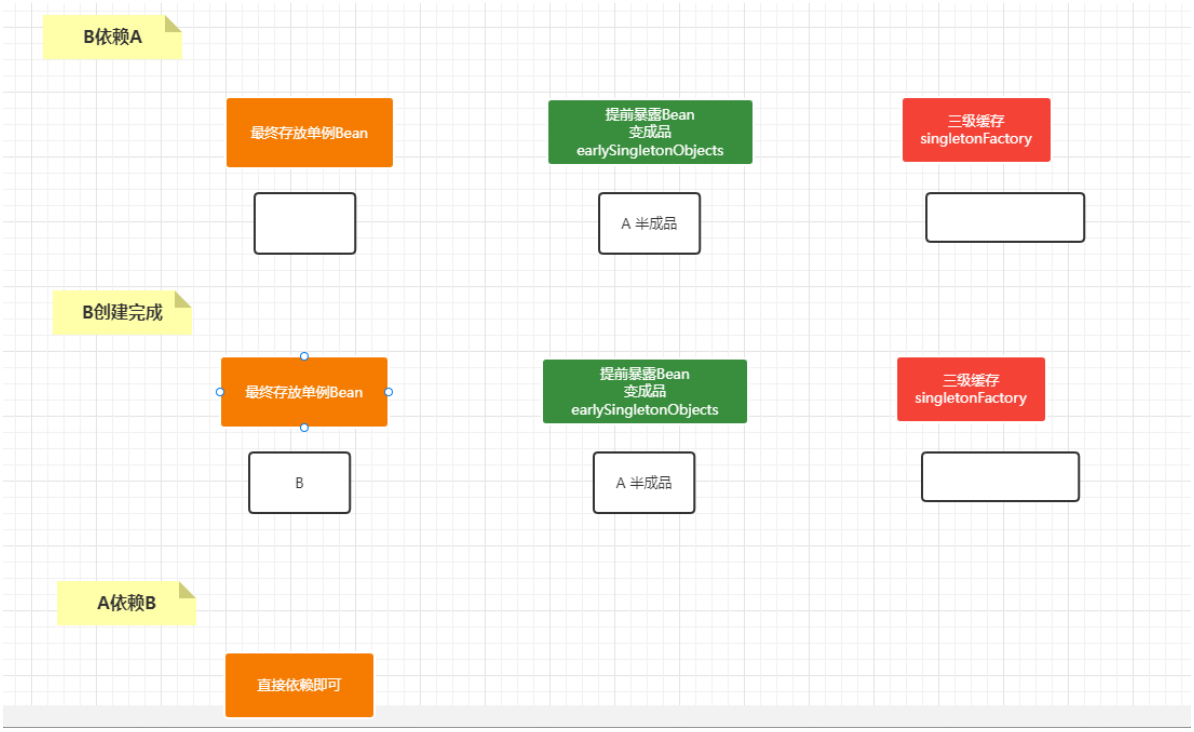
```
// Eagerly cache singletons to be able to resolve circular references
// even when triggered by lifecycle interfaces like BeanFactoryAware.
boolean earlySingletonExposure = (mbd.isSingleton() && this.allowCircularReferences &&
        isSingletonCurrentlyInCreation(beanName));     判断是否支持循环依赖
if (earlySingletonExposure) {
    if (logger.isTraceEnabled()) {
        logger.trace( o: "Eagerly caching bean '" + beanName +
                "' to allow for resolving potential circular references");
    }
    addSingletonFactory(beanName, () -> getEarlyBeanReference(beanName, mbd, bean));
}                提前暴露

// Initialize the bean instance.
```

对应的 `addSingletonFactory` 方法

```
    protected void addSingletonFactory(String beanName, ObjectFactory<?>
singletonFactory) {
        Assert.notNull(singletonFactory, "Singleton factory must not be null");
        // 使用singletonObjects进行加锁，保证线程安全
        synchronized (this.singletonObjects) {
            // 如果单例对象的高速缓存【beam名称-bean实例】没有beanName的对象
            if (!this.singletonObjects.containsKey(beanName)) {
                // 将beanName,singletonFactory放到单例工厂的缓存【bean名称 -
ObjectFactory】
                this.singletonFactories.put(beanName, singletonFactory);
                // 从早期单例对象的高速缓存【bean名称-bean实例】 移除beanName的相关缓存对
象
                this.earlySingletonObjects.remove(beanName);
                // 将beanName添加已注册的单例集中
                this.registeredSingletons.add(beanName);
            }
        }
    }
```

2. 循环依赖

循环依赖的图解



相关代码介绍

```
            if (logger.isTraceEnabled()) {
                logger.trace( o: "Eagerly caching bean '" + beanName +
                        "' to allow for resolving potential circular references");
            }
            addSingletonFactory(beanName, () -> getEarlyBeanReference(beanName, mbd, bean));
        }

        // Initialize the bean instance.
        Object exposedObject = bean;
        try {
            populateBean(beanName, mbd, instanceWrapper);
            exposedObject = initializeBean(beanName, exposedObject, mbd);
        }
        catch (Throwable ex) {
            if (ex instanceof BeanCreationException && beanName.equals(((BeanCreationException) ex).getBeanName())
                throw (BeanCreationException) ex;
            }
            else {
                throw new BeanCreationException(
                        mbd.getResourceDescription(), beanName, "Initialization of bean failed", ex);
            }
        }

        if (earlySingletonExposure) {
            Object earlySingletonReference = getSingleton(beanName,  allowEarlyReference: false);
            if (earlySingletonReference != null) {
                if (exposedObject == bean) {
```

提前暴露

循环依赖引用

getEarlyBeanReference方法

```
    Returns: the object to expose as bean reference
protected Object getEarlyBeanReference(String beanName, RootBeanDefinition mbd, Object bean) {
    Object exposedObject = bean;
    if (!mbd.isSynthetic() && hasInstantiationAwareBeanPostProcessors()) {
        for (BeanPostProcessor bp : getBeanPostProcessors()) {
            if (bp instanceof SmartInstantiationAwareBeanPostProcessor) {
                SmartInstantiationAwareBeanPostProcessor ibp = (SmartInstantiationAwareBeanPostProcessor) bp;
                exposedObject = ibp.getEarlyBeanReference(exposedObject, beanName);
            }
        }
    }
    return exposedObject;
}
```

通过BeanPostProcessor 对 半成品的A 做代理

getSingleton方法

```java
@Nullable
protected Object getSingleton(String beanName, boolean allowEarlyReference) {
    // Quick check for existing instance without full singleton lock
    Object singletonObject = this.singletonObjects.get(beanName);
    if (singletonObject == null && isSingletonCurrentlyInCreation(beanName)) {
        singletonObject = this.earlySingletonObjects.get(beanName);
        if (singletonObject == null && allowEarlyReference) {
            synchronized (this.singletonObjects) {
                // Consistent creation of early reference within full singleton lock
                singletonObject = this.singletonObjects.get(beanName);
                if (singletonObject == null) {
                    singletonObject = this.earlySingletonObjects.get(beanName);
                    if (singletonObject == null) {
                        ObjectFactory<?> singletonFactory = this.singletonFactories.get(beanName);
                        if (singletonFactory != null) {
                            singletonObject = singletonFactory.getObject();
                            this.earlySingletonObjects.put(beanName, singletonObject);
                            this.singletonFactories.remove(beanName);
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
    return singletonObject;
}
```

获取 半成品 的对象