

框架篇

1. Spring refresh 流程

要求

- 掌握 refresh 的 12 个步骤

Spring refresh 概述

refresh 是 AbstractApplicationContext 中的一个方法，负责初始化 ApplicationContext 容器，容器必须调用 refresh 才能正常工作。它的内部主要会调用 12 个方法，我们把它们称为 refresh 的 12 个步骤：

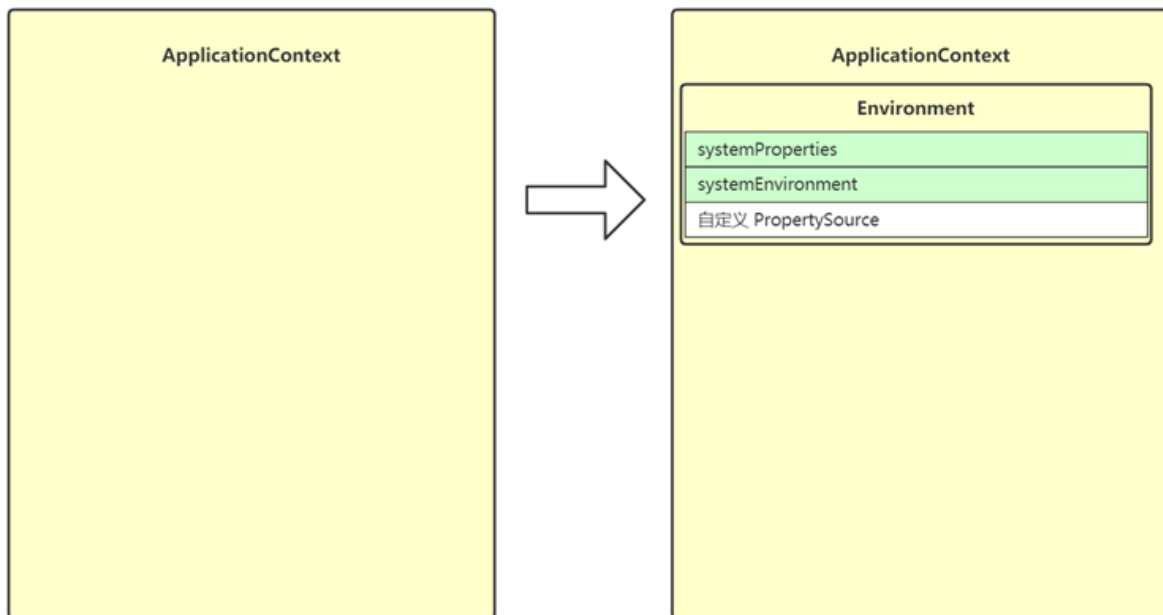
1. prepareRefresh
2. obtainFreshBeanFactory
3. prepareBeanFactory
4. postProcessBeanFactory
5. invokeBeanFactoryPostProcessors
6. registerBeanPostProcessors
7. initMessageSource
8. initApplicationEventMulticaster
9. onRefresh
10. registerListeners
11. finishBeanFactoryInitialization
12. finishRefresh

功能分类

- 1 为准备环境
- 2 3 4 5 6 为准备 BeanFactory
- 7 8 9 10 12 为准备 ApplicationContext
- 11 为初始化 BeanFactory 中非延迟单例 bean

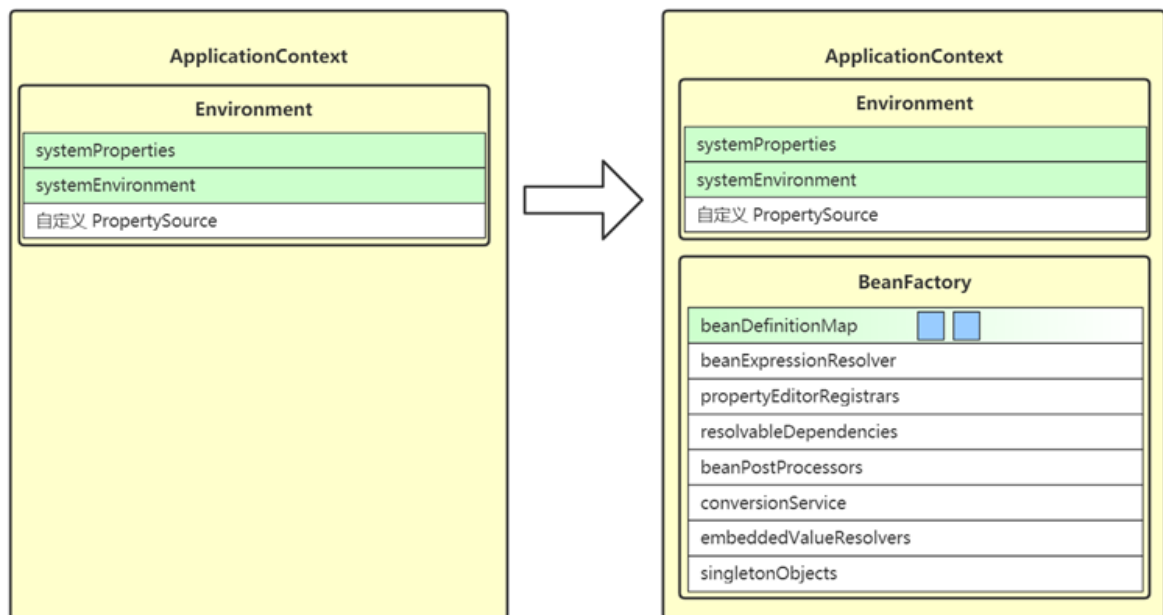
1. prepareRefresh

- 这一步创建和准备了 Environment 对象，它作为 ApplicationContext 的一个成员变量
- Environment 对象的作用之一是为后续 @Value，值注入时提供键值
- Environment 分成三个主要部分
 - systemProperties - 保存 java 环境键值
 - systemEnvironment - 保存系统环境键值
 - 自定义 PropertySource - 保存自定义键值，例如来自于 *.properties 文件的键值



2. obtainFreshBeanFactory

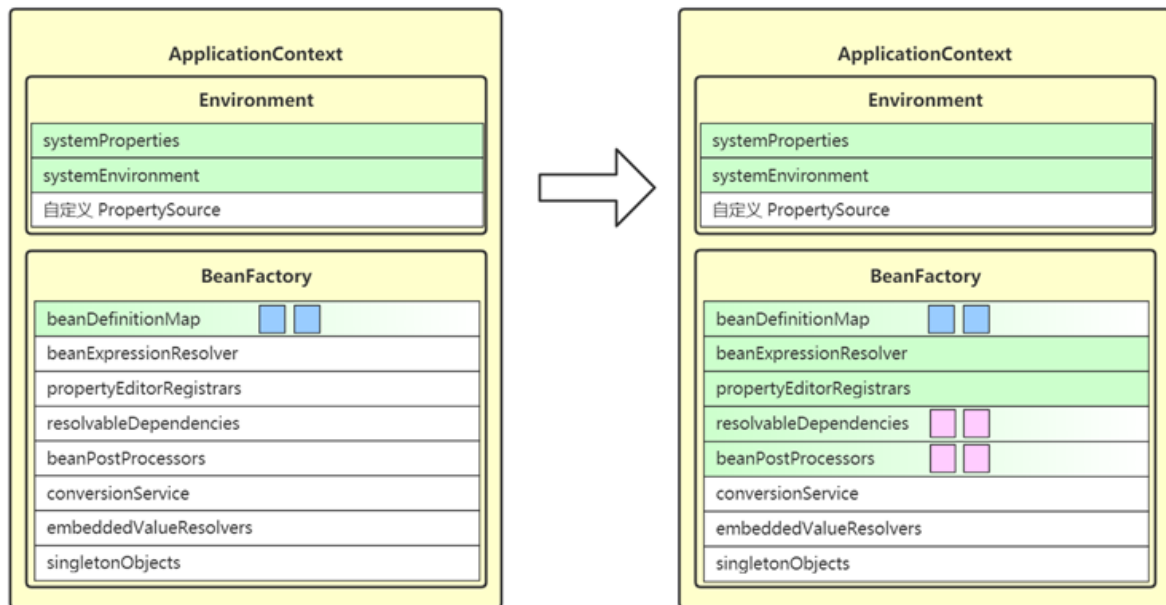
- 这一步获取（或创建） BeanFactory，它也是作为 ApplicationContext 的一个成员变量
- BeanFactory 的作用是负责 bean 的创建、依赖注入和初始化，bean 的各项特征由 BeanDefinition 定义
 - BeanDefinition 作为 bean 的设计蓝图，规定了 bean 的特征，如单例多例、依赖关系、初始销毁方法等
 - BeanDefinition 的来源有多种多样，可以通过 xml 获得、配置类获得、组件扫描获得，也可以是编程添加
- 所有的 BeanDefinition 会存入 BeanFactory 中的 beanDefinitionMap 集合



3. prepareBeanFactory

- 这一步会进一步完善 BeanFactory，为它的各项成员变量赋值
- beanExpressionResolver 用来解析 SpEL，常见实现为 StandardBeanExpressionResolver
- propertyEditorRegistrars 会注册类型转换器
 - 它在这里使用了 ResourceEditorRegistrar 实现类
 - 并应用 ApplicationContext 提供的 Environment 完成 \${ } 解析

- registerResolvableDependency 来注册 beanFactory 以及 ApplicationContext, 让它们也能用于依赖注入
- beanPostProcessors 是 bean 后处理器集合, 会工作在 bean 的生命周期各个阶段, 此处会添加两个:
 - ApplicationContextAwareProcessor 用来解析 Aware 接口
 - ApplicationListenerDetector 用来识别容器中 ApplicationListener 类型的 bean

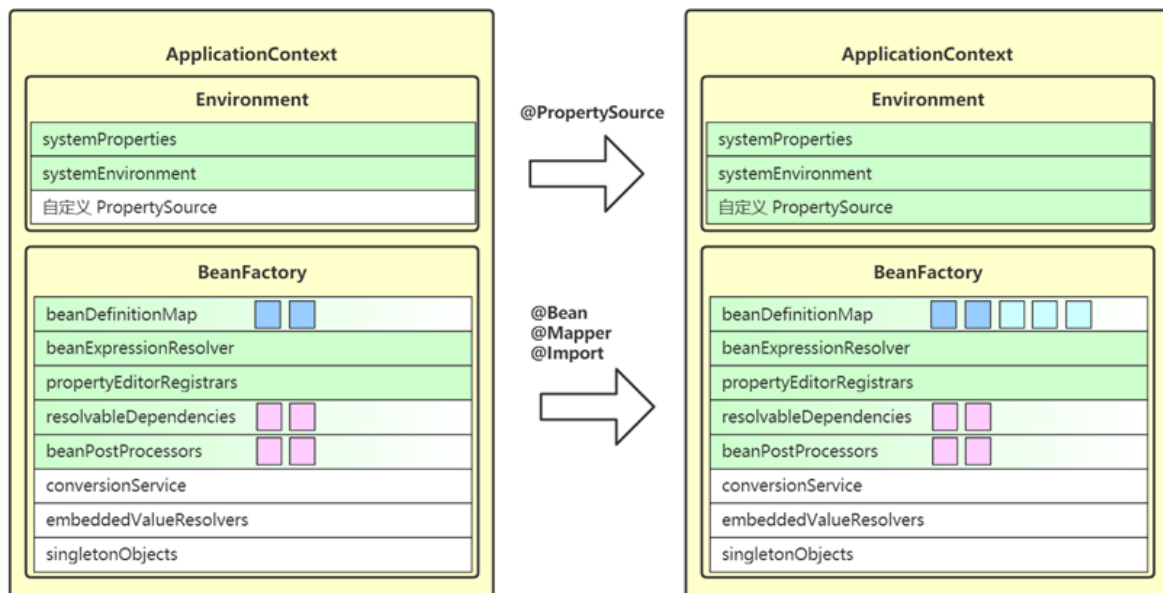


4. postProcessBeanFactory

- 这一步是空实现, 留给子类扩展。
 - 一般 Web 环境的 ApplicationContext 都要利用它注册新的 Scope, 完善 Web 下的 BeanFactory
- 这里体现的是模板方法设计模式

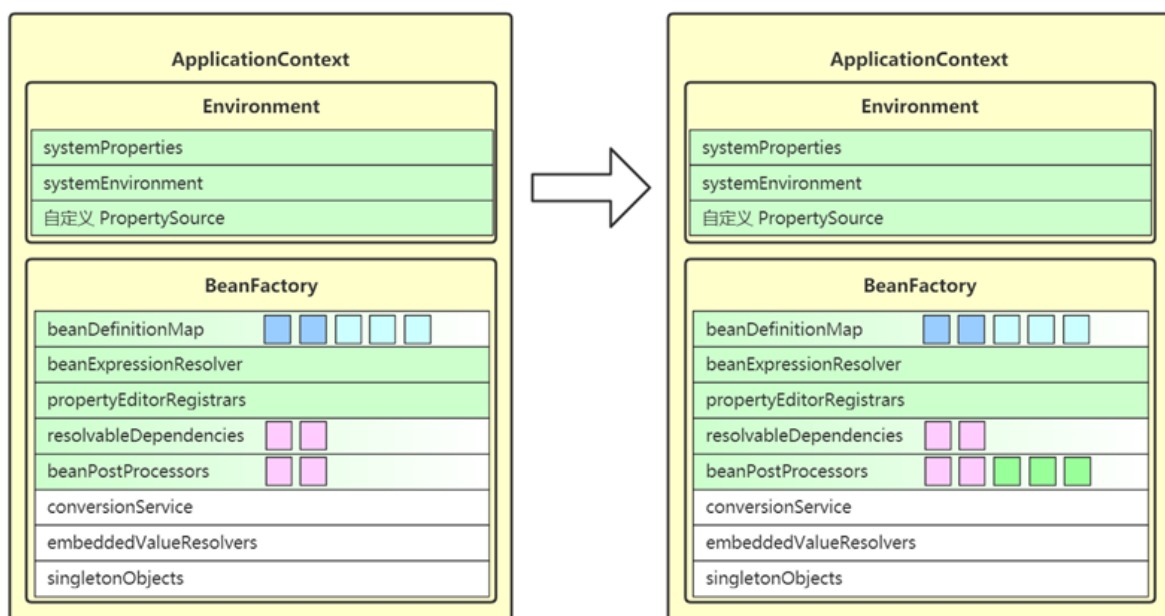
5. invokeBeanFactoryPostProcessors

- 这一步会调用 beanFactory 后处理器
- beanFactory 后处理器, 充当 beanFactory 的扩展点, 可以用来补充或修改 BeanDefinition
- 常见的 beanFactory 后处理器有
 - ConfigurationClassPostProcessor – 解析 @Configuration、@Bean、@Import、@PropertySource 等
 - PropertySourcesPlaceholderConfigurer – 替换 BeanDefinition 中的 \${ }
 - MapperScannerConfigurer – 补充 Mapper 接口对应的 BeanDefinition



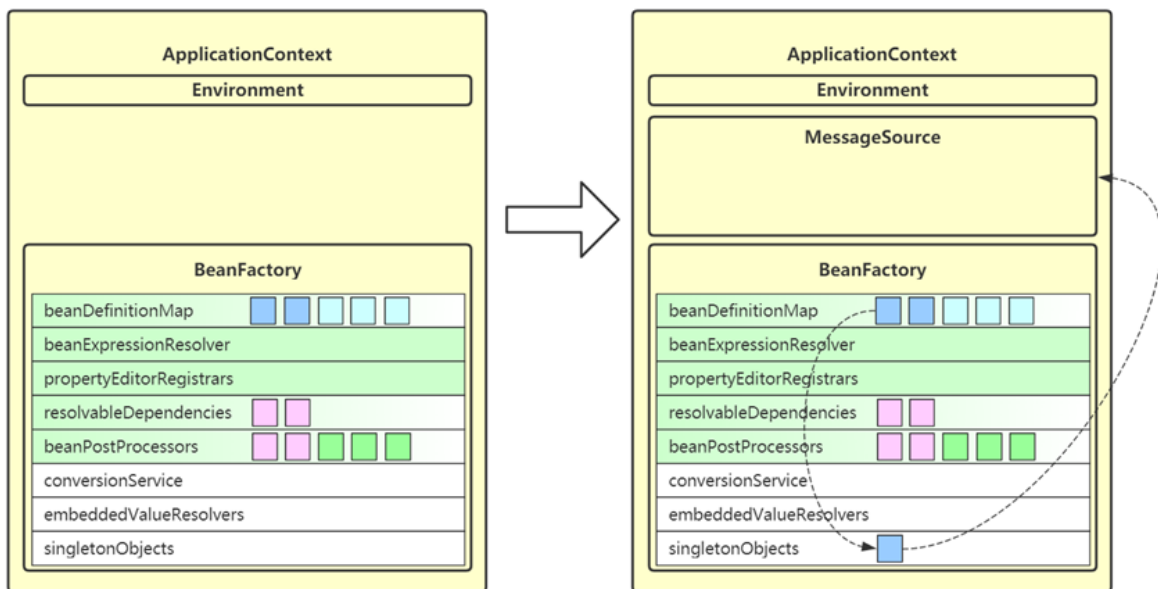
6. registerBeanPostProcessors

- 这一步是继续从 beanFactory 中找出 bean 后处理器，添加至 beanPostProcessors 集合中
- bean 后处理器，充当 bean 的扩展点，可以工作在 bean 的实例化、依赖注入、初始化阶段，常见的有：
 - AutowiredAnnotationBeanPostProcessor 功能有：解析 @Autowired, @Value 注解
 - CommonAnnotationBeanPostProcessor 功能有：解析 @Resource, @PostConstruct, @PreDestroy
 - AnnotationAwareAspectJAutoProxyCreator 功能有：为符合切点的目标 bean 自动创建代理



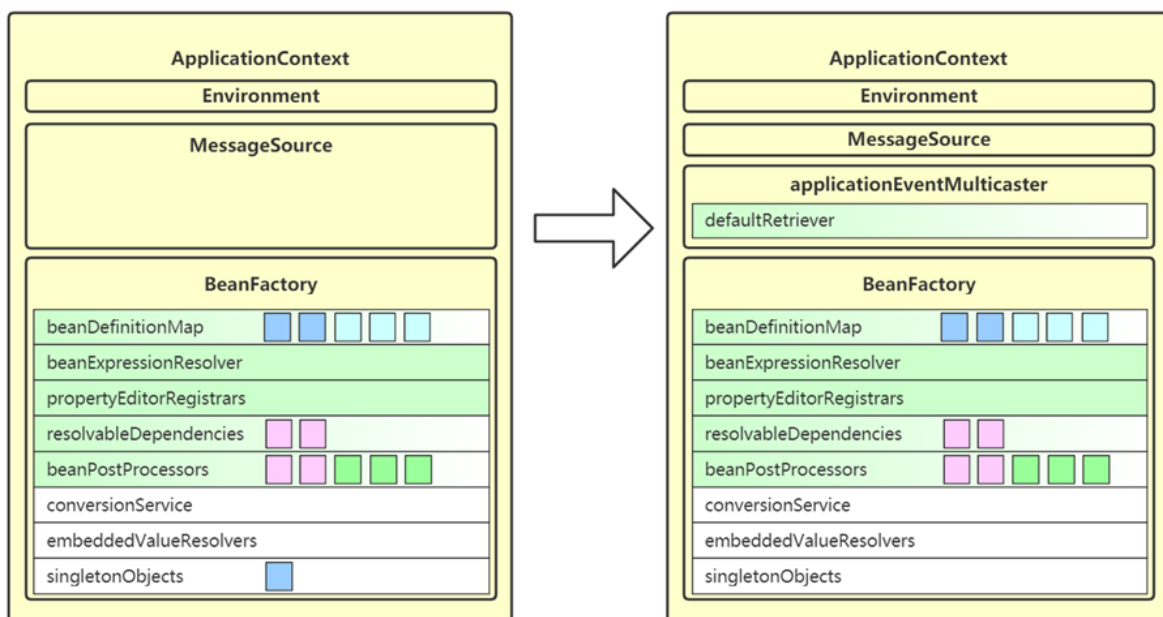
7. initMessageSource

- 这一步是为 ApplicationContext 添加 messageSource 成员，实现国际化功能
- 去 beanFactory 内找名为 messageSource 的 bean，如果没有，则提供空的 MessageSource 实现



8. initApplicationContextEventMulticaster

- 这一步为 `ApplicationContext` 添加事件广播器成员，即 `applicationContextEventMulticaster`
- 它的作用是发布事件给监听器
- 去 `beanFactory` 找名为 `applicationEventMulticaster` 的 bean 作为事件广播器，若没有，会创建默认的事件广播器
- 之后就可以调用 `ApplicationContext.publishEvent(事件对象)` 来发布事件



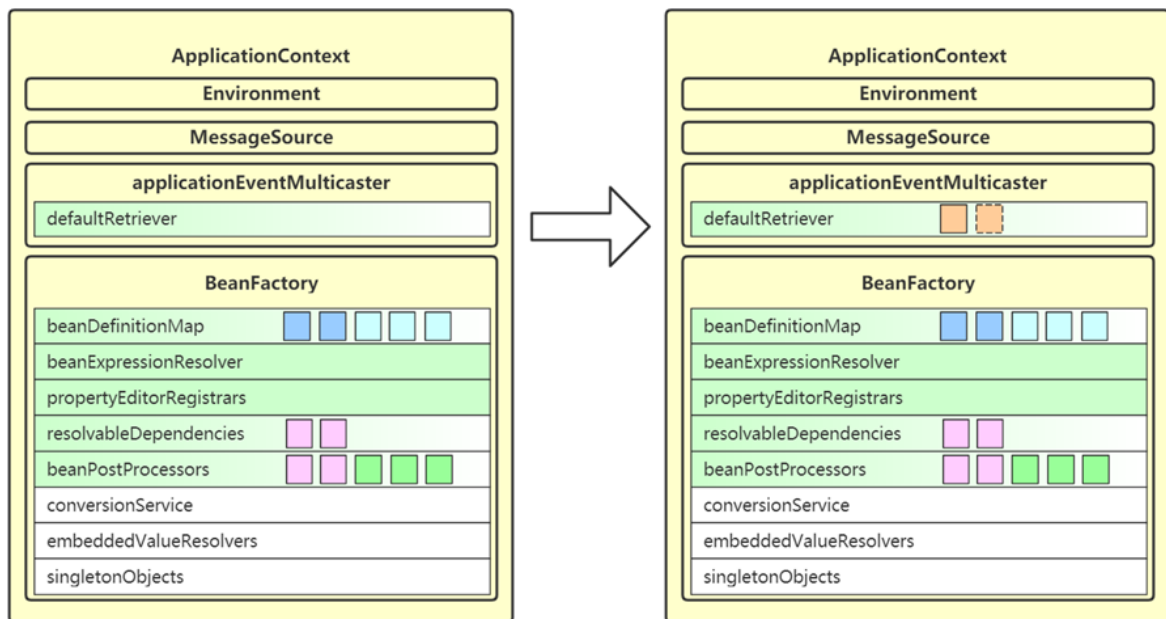
9. onRefresh

- 这一步是空实现，留给子类扩展
 - SpringBoot 中的子类在这里准备了 `WebServer`，即内嵌 web 容器
- 体现的是模板方法设计模式

10. registerListeners

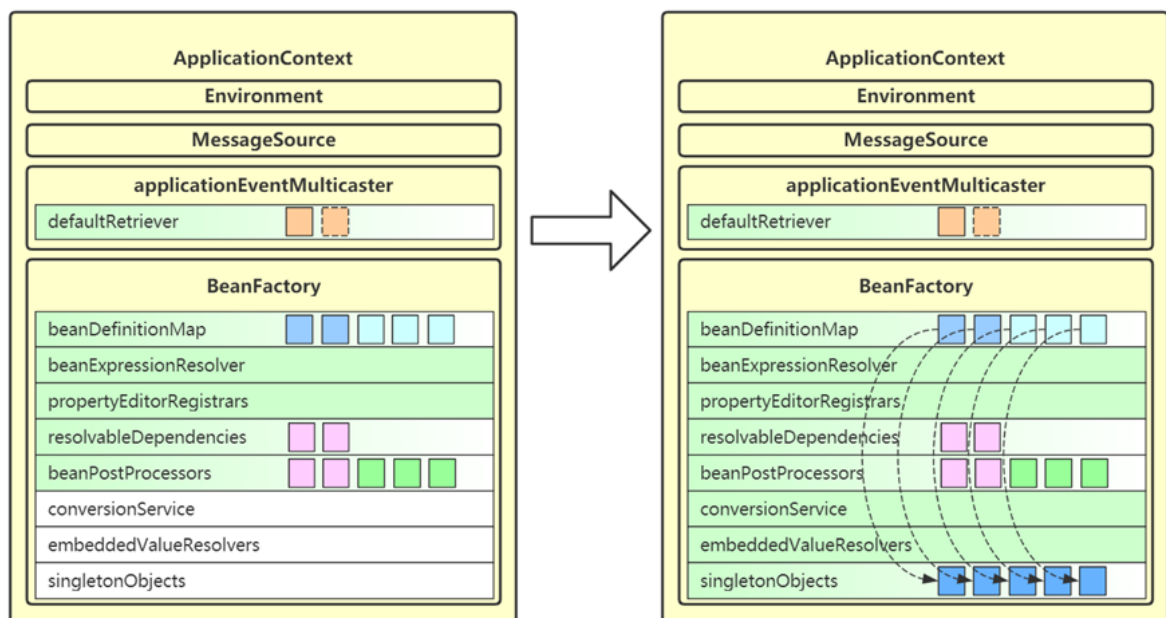
- 这一步会从多种途径找到事件监听器，并添加至 `applicationEventMulticaster`
- 事件监听器顾名思义，用来接收事件广播器发布的事件，有如下来源
 - 事先编程添加的
 - 来自容器中的 bean
 - 来自于 `@EventListener` 的解析

- 要实现事件监听器，只需要实现 ApplicationListener 接口，重写其中 onApplicationEvent(E e) 方法即可



11. finishBeanFactoryInitialization

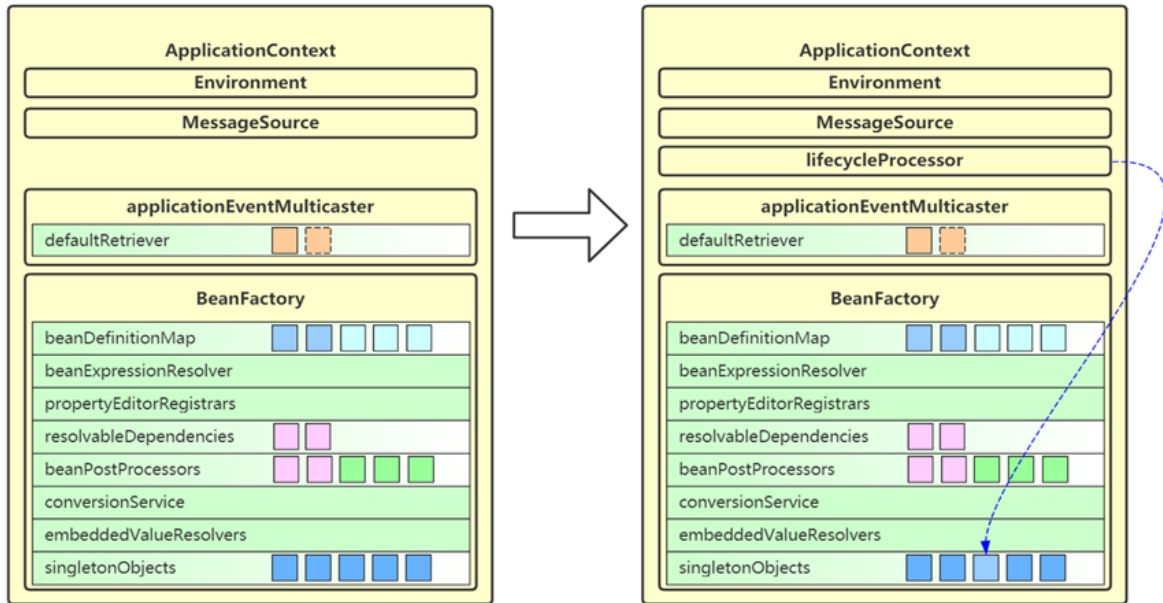
- 这一步会将 beanFactory 的成员补充完毕，并初始化所有非延迟单例 bean
- `conversionService` 也是一套转换机制，作为对 `PropertyEditor` 的补充
- `embeddedValueResolvers` 即内嵌值解析器，用来解析 `@Value` 中的 `${}`，借用的是 `Environment` 的功能
- `singletonObjects` 即单例池，缓存所有单例对象
 - 对象的创建都分三个阶段，每一阶段都有不同的 bean 后处理器参与进来，扩展功能



12. finishRefresh

- 这一步会为 `ApplicationContext` 添加 `lifecycleProcessor` 成员，用来控制容器内需要生命周期管理的 bean
- 如果容器中有名称为 `lifecycleProcessor` 的 bean 就用它，否则创建默认的生命周期管理器
- 准备好生命周期管理器，就可以实现
 - 调用 `context` 的 `start`，即可触发所有实现 `LifeCycle` 接口 bean 的 `start`

- 调用 context 的 stop，即可触发所有实现 LifeCycle 接口 bean 的 stop
- 发布 ContextRefreshed 事件，整个 refresh 执行完成



2. Spring bean 生命周期

要求

- 掌握 Spring bean 的生命周期

bean 生命周期 概述

bean 的生命周期从调用 `beanFactory` 的 `getBean` 开始，到这个 bean 被销毁，可以总结为以下七个阶段：

1. 处理名称，检查缓存
2. 处理父子容器
3. 处理 `dependsOn`
4. 选择 scope 策略
5. 创建 bean
6. 类型转换处理
7. 销毁 bean

注意

- 划分的阶段和名称并不重要，重要的是理解整个过程中做了哪些事情

1. 处理名称，检查缓存

- 这一步会处理别名，将别名解析为实际名称
- 对 `FactoryBean` 也会特殊处理，如果以 `&` 开头表示要获取 `FactoryBean` 本身，否则表示要获取其产品
- 这里针对单例对象会检查一级、二级、三级缓存
 - `singletonFactories` 三级缓存，存放单例工厂对象
 - `earlySingletonObjects` 二级缓存，存放单例工厂的产品对象
 - 如果发生循环依赖，产品是代理；无循环依赖，产品是原始对象

- singletonObjects 一级缓存，存放单例成品对象

2. 处理父子容器

- 如果当前容器根据名字找不到这个 bean，此时若父容器存在，则执行父容器的 getBean 流程
- 父子容器的 bean 名称可以重复

3. 处理 dependsOn

- 如果当前 bean 有通过 dependsOn 指定了非显式依赖的 bean，这一步会提前创建这些 dependsOn 的 bean
- 所谓非显式依赖，就是指两个 bean 之间不存在直接依赖关系，但需要控制它们的创建先后顺序

4. 选择 scope 策略

- 对于 singleton scope，首先到单例池去获取 bean，如果有则直接返回，没有再进入创建流程
- 对于 prototype scope，每次都会进入创建流程
- 对于自定义 scope，例如 request，首先到 request 域获取 bean，如果有则直接返回，没有再进入创建流程

5.1 创建 bean - 创建 bean 实例

要点	总结
有自定义 TargetSource 的情况	由 AnnotationAwareAspectJAutoProxyCreator 创建代理返回
Supplier 方式创建 bean 实例	为 Spring 5.0 新增功能，方便编程方式创建 bean 实例
FactoryMethod 方式 创建 bean 实例	① 分成静态工厂与实例工厂；② 工厂方法若有参数，需要对工厂方法参数进行解析，利用 resolveDependency；③ 如果有多个工厂方法候选者，还要进一步按权重筛选
AutowiredAnnotationBeanPostProcessor	① 优先选择带 @Autowired 注解的构造；② 若有唯一的带参构造，也会入选
mbd.getPreferredConstructors	选择所有公共构造，这些构造之间按权重筛选
采用默认构造	如果上面的后处理器和 BeanDefiniation 都没找到构造，采用默认构造，即使是私有的

5.2 创建 bean - 依赖注入

要点	总结
AutowiredAnnotationBeanPostProcessor	识别 @Autowired 及 @Value 标注的成员，封装为 InjectionMetadata 进行依赖注入
CommonAnnotationBeanPostProcessor	识别 @Resource 标注的成员，封装为 InjectionMetadata 进行依赖注入
resolveDependency	用来查找要装配的值，可以识别：① Optional；② ObjectFactory 及 ObjectProvider；③ @Lazy 注解；④ @Value 注解（\${}, #{}, 类型转换）；⑤ 集合类型（Collection, Map, 数组等）；⑥ 泛型和 @Qualifier（用来区分类型歧义）；⑦ primary 及名字匹配（用来区分类型歧义）
AUTOWIRE_BY_NAME	根据成员名字找 bean 对象，修改 mbd 的 propertyValues，不会考虑简单类型的成员
AUTOWIRE_BY_TYPE	根据成员类型执行 resolveDependency 找到依赖注入的值，修改 mbd 的 propertyValues
applyPropertyValues	根据 mbd 的 propertyValues 进行依赖注入（即 xml 中 <property name ref value/>）

5.3 创建 bean - 初始化

要点	总结
内置 Aware 接口的装配	包括 BeanNameAware, BeanFactoryAware 等
扩展 Aware 接口的装配	由 ApplicationContextAwareProcessor 解析，执行时机在 postProcessBeforeInitialization
@PostConstruct	由 CommonAnnotationBeanPostProcessor 解析，执行时机在 postProcessBeforeInitialization
InitializingBean	通过接口回调执行初始化
initMethod	根据 BeanDefinition 得到的初始化方法执行初始化，即 <bean init-method> 或 @Bean(initMethod)
创建 aop 代理	由 AnnotationAwareAspectJAutoProxyCreator 创建，执行时机在 postProcessAfterInitialization

5.4 创建 bean - 注册可销毁 bean

在这一步判断并登记可销毁 bean

- 判断依据
 - 如果实现了 DisposableBean 或 AutoCloseable 接口，则为可销毁 bean
 - 如果自定义了 destroyMethod，则为可销毁 bean
 - 如果采用 @Bean 没有指定 destroyMethod，则采用自动推断方式获取销毁方法名（close, shutdown）
 - 如果有 @PreDestroy 标注的方法
- 存储位置

- singleton scope 的可销毁 bean 会存储于 beanFactory 的成员当中
- 自定义 scope 的可销毁 bean 会存储于对应的域对象当中
- prototype scope 不会存储，需要自己找到此对象销毁
- 存储时都会封装为 DisposableBeanAdapter 类型对销毁方法的调用进行适配

6. 类型转换处理

- 如果 getBean 的 requiredType 参数与实际得到的对象类型不同，会尝试进行类型转换

7. 销毁 bean

- 销毁时机
 - singleton bean 的销毁在 ApplicationContext.close 时，此时会找到所有 DisposableBean 的名字，逐一销毁
 - 自定义 scope bean 的销毁在作用域对象生命周期结束时
 - prototype bean 的销毁可以通过自己手动调用 AutowireCapableBeanFactory.destroyBean 方法执行销毁
- 同一 bean 中不同形式销毁方法的调用次序
 - 优先后处理器销毁，即 @PreDestroy
 - 其次 DisposableBean 接口销毁
 - 最后 destroyMethod 销毁（包括自定义名称，推断名称，AutoCloseable 接口 多选一）

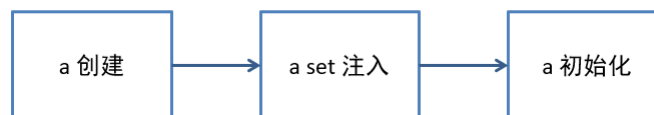
3. Spring bean 循环依赖

要求

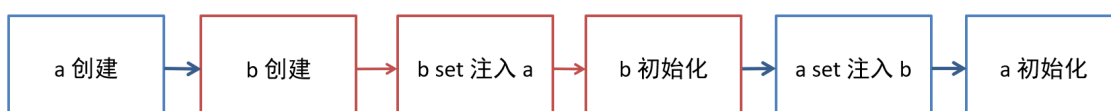
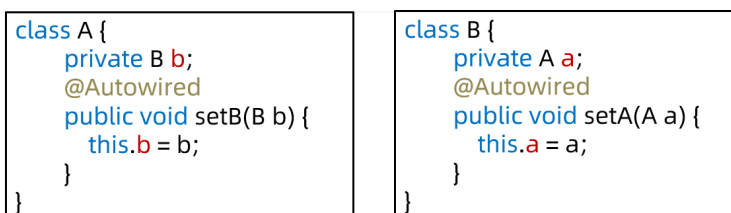
- 掌握单例 set 方式循环依赖的原理
- 掌握其它循环依赖的解决方法

循环依赖的产生

- 首先要明白，bean 的创建要遵循一定的步骤，必须是创建、注入、初始化三步，这些顺序不能乱



- set 方法（包括成员变量）的循环依赖如图所示
 - 可以在【a 创建】和【a set 注入 b】之间加入 b 的整个流程来解决
 - 【b set 注入 a】时可以成功，因为之前 a 的实例已经创建完毕
 - a 的顺序，及 b 的顺序都能得到保障



- 构造方法的循环依赖如图所示，显然无法用前面的方法解决

```

class A {
    private B b;
    public A(B b) {
        this.b = b;
    }
}

class B {
    private A a;
    public B(A a) {
        this.a = a;
    }
}

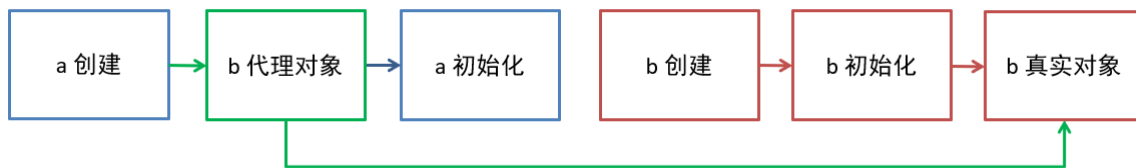
```



构造循环依赖的解决

• 思路1

- a 注入 b 的代理对象，这样能够保证 a 的流程走通
- 后续需要用到 b 的真实对象时，可以通过代理间接访问



• 思路2

- a 注入 b 的工厂对象，让 b 的实例创建被推迟，这样能够保证 a 的流程先走通
- 后续需要用到 b 的真实对象时，再通过 ObjectFactory 工厂间接访问



• 示例1：用 @Lazy 为构造方法参数生成代理

```

public class App60_1 {

    static class A {
        private static final Logger log = LoggerFactory.getLogger("A");
        private B b;

        public A(@Lazy B b) {
            log.debug("A(B b) {}", b.getClass());
            this.b = b;
        }

        @PostConstruct
        public void init() {
            log.debug("init()");
        }
    }

    static class B {
        private static final Logger log = LoggerFactory.getLogger("B");
        private A a;
    }
}

```

```

        public B(A a) {
            log.debug("B({})", a);
            this.a = a;
        }

        @PostConstruct
        public void init() {
            log.debug("init()");
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        GenericApplicationContext context = new GenericApplicationContext();
        context.registerBean("a", A.class);
        context.registerBean("b", B.class);

        AnnotationConfigUtils.registerAnnotationConfigProcessors(context.getDefaultList
        ableBeanFactory());
        context.refresh();
        System.out.println();
    }
}

```

- 示例2: 用 ObjectProvider 延迟依赖对象的创建

```

public class App60_2 {

    static class A {
        private static final Logger log = LoggerFactory.getLogger("A");
        private ObjectProvider<B> b;

        public A(ObjectProvider<B> b) {
            log.debug("A({})", b);
            this.b = b;
        }

        @PostConstruct
        public void init() {
            log.debug("init()");
        }
    }

    static class B {
        private static final Logger log = LoggerFactory.getLogger("B");
        private A a;

        public B(A a) {
            log.debug("B({})", a);
            this.a = a;
        }

        @PostConstruct
        public void init() {
            log.debug("init()");
        }
    }
}

```

```

    public static void main(String[] args) {
        GenericApplicationContext context = new GenericApplicationContext();
        context.registerBean("a", A.class);
        context.registerBean("b", B.class);

        AnnotationConfigUtils.registerAnnotationConfigProcessors(context.getDefaultListableBeanFactory());
        context.refresh();

        System.out.println(context.getBean(A.class).b.getObject());
        System.out.println(context.getBean(B.class));
    }
}

```

- 示例3: 用 @Scope 产生代理

```

public class App60_3 {

    public static void main(String[] args) {
        GenericApplicationContext context = new GenericApplicationContext();
        ClassPathBeanDefinitionScanner scanner = new
ClassPathBeanDefinitionScanner(context.getDefaultListableBeanFactory());
        scanner.scan("com.itheima.app60.sub");
        context.refresh();
        System.out.println();
    }
}

```

```

@Component
class A {
    private static final Logger log = LoggerFactory.getLogger("A");
    private B b;

    public A(B b) {
        log.debug("A(B b) {}", b.getClass());
        this.b = b;
    }

    @PostConstruct
    public void init() {
        log.debug("init()");
    }
}

```

```

@Scope(proxyMode = ScopedProxyMode.TARGET_CLASS)
@Component
class B {
    private static final Logger log = LoggerFactory.getLogger("B");
    private A a;

    public B(A a) {
        log.debug("B({})", a);
    }
}

```

```

        this.a = a;
    }

    @PostConstruct
    public void init() {
        log.debug("init()");
    }
}

```

- 示例4: 用 Provider 接口解决, 原理上与 ObjectProvider 一样, Provider 接口是独立的 jar 包, 需要加入依赖

```

<dependency>
    <groupId>javax.inject</groupId>
    <artifactId>javax.inject</artifactId>
    <version>1</version>
</dependency>

```

```

public class App60_4 {

    static class A {
        private static final Logger log = LoggerFactory.getLogger("A");
        private Provider<B> b;

        public A(Provider<B> b) {
            log.debug("A({})", b);
            this.b = b;
        }

        @PostConstruct
        public void init() {
            log.debug("init()");
        }
    }

    static class B {
        private static final Logger log = LoggerFactory.getLogger("B");
        private A a;

        public B(A a) {
            log.debug("B({})", a);
            this.a = a;
        }

        @PostConstruct
        public void init() {
            log.debug("init()");
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        GenericApplicationContext context = new GenericApplicationContext();
    }
}

```

```

context.registerBean("a", A.class);
context.registerBean("b", B.class);

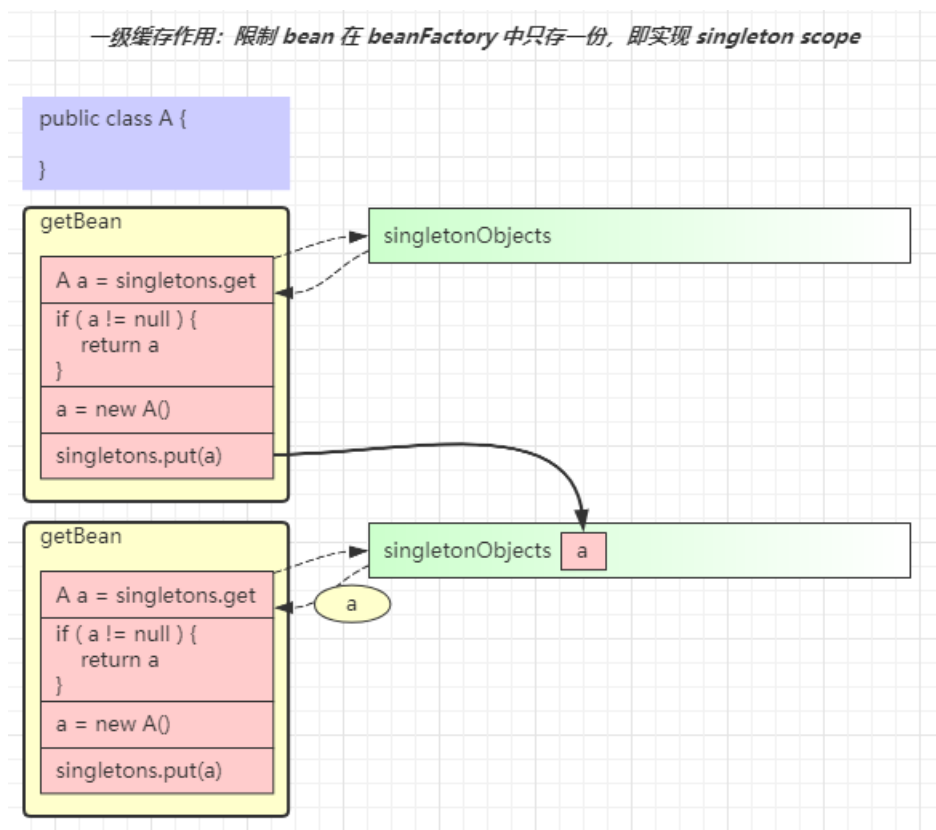
AnnotationConfigUtils.registerAnnotationConfigProcessors(context.getDefaultList
ableBeanFactory());
context.refresh();

System.out.println(context.getBean(A.class).b.get());
System.out.println(context.getBean(B.class));
}
}

```

解决 set 循环依赖的原理

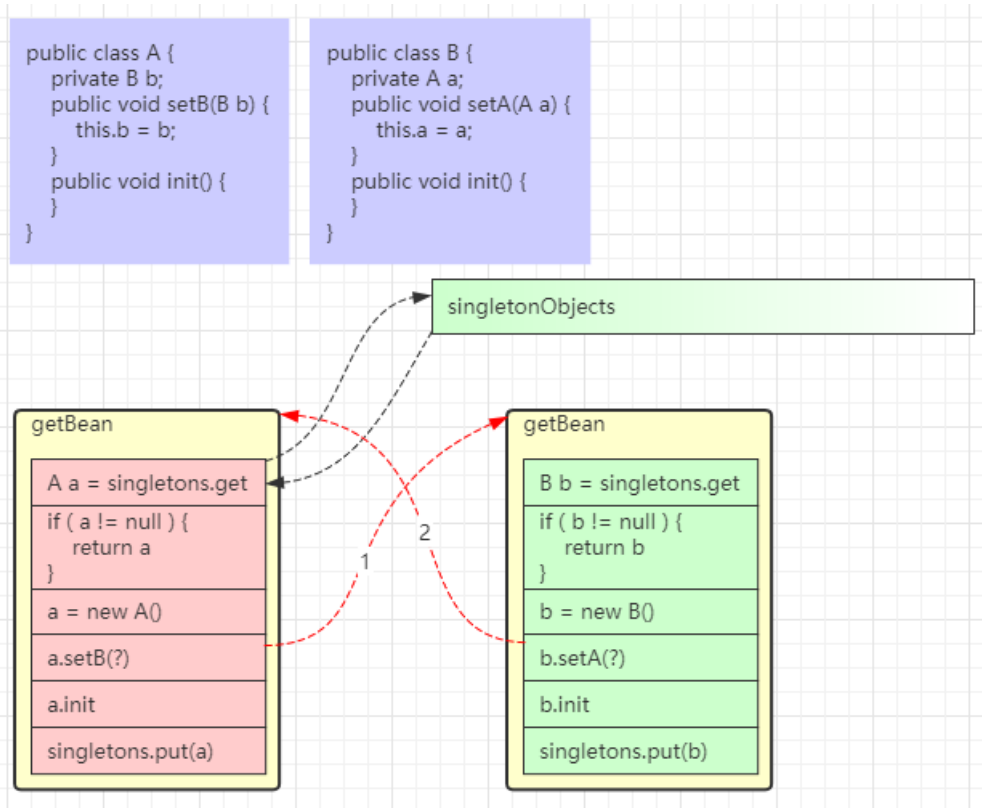
一级缓存



作用是保证单例对象仅被创建一次

- 第一次走 `getBean("a")` 流程后，最后会将成品 `a` 放入 `singletonObjects` 一级缓存
- 后续再走 `getBean("a")` 流程时，先从一级缓存中找，这时已经有成品 `a`，就无需再次创建

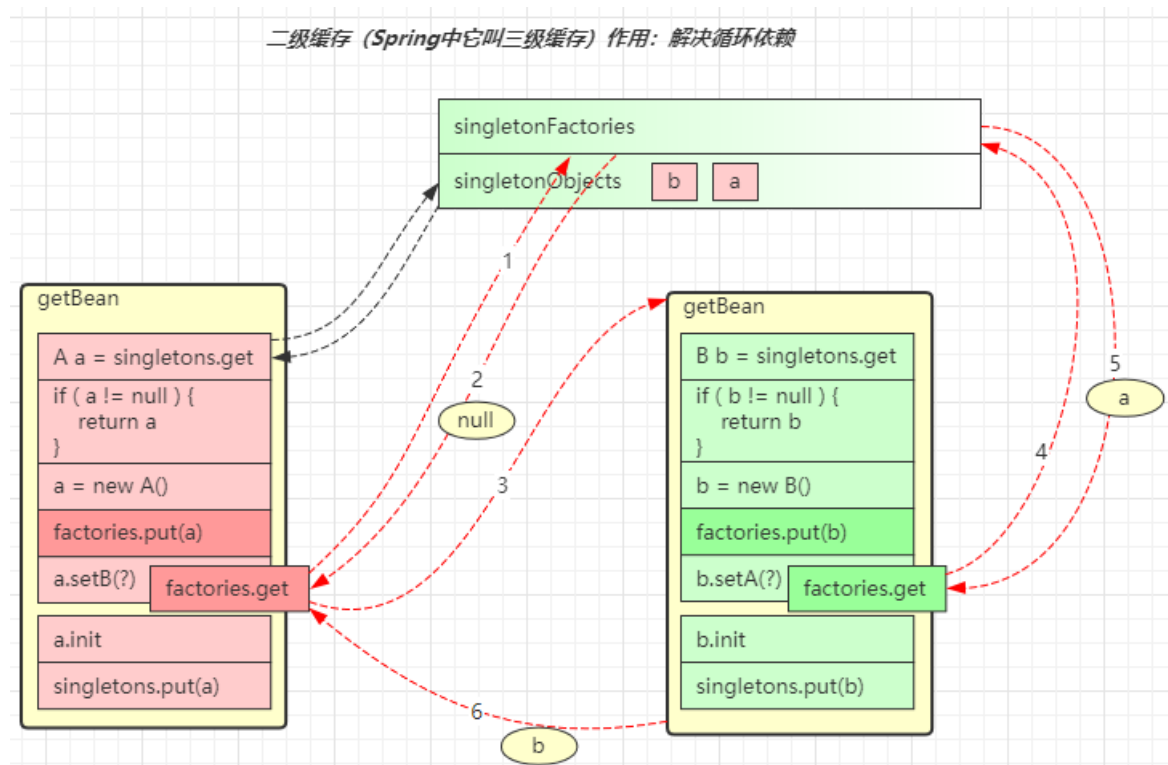
一级缓存与循环依赖



一级缓存无法解决循环依赖问题，分析如下

- 无论是获取 bean a 还是获取 bean b，走的方法都是同一个 getBean 方法，假设先走 `getBean("a")`
- 当 a 的实例对象创建，接下来执行 `a.setB()` 时，需要走 `getBean("b")` 流程，红色箭头 1
- 当 b 的实例对象创建，接下来执行 `b.setA()` 时，又回到了 `getBean("a")` 的流程，红色箭头 2
- 但此时 singletonObjects 一级缓存内没有成品的 a，陷入了死循环

二级缓存



解决思路如下:

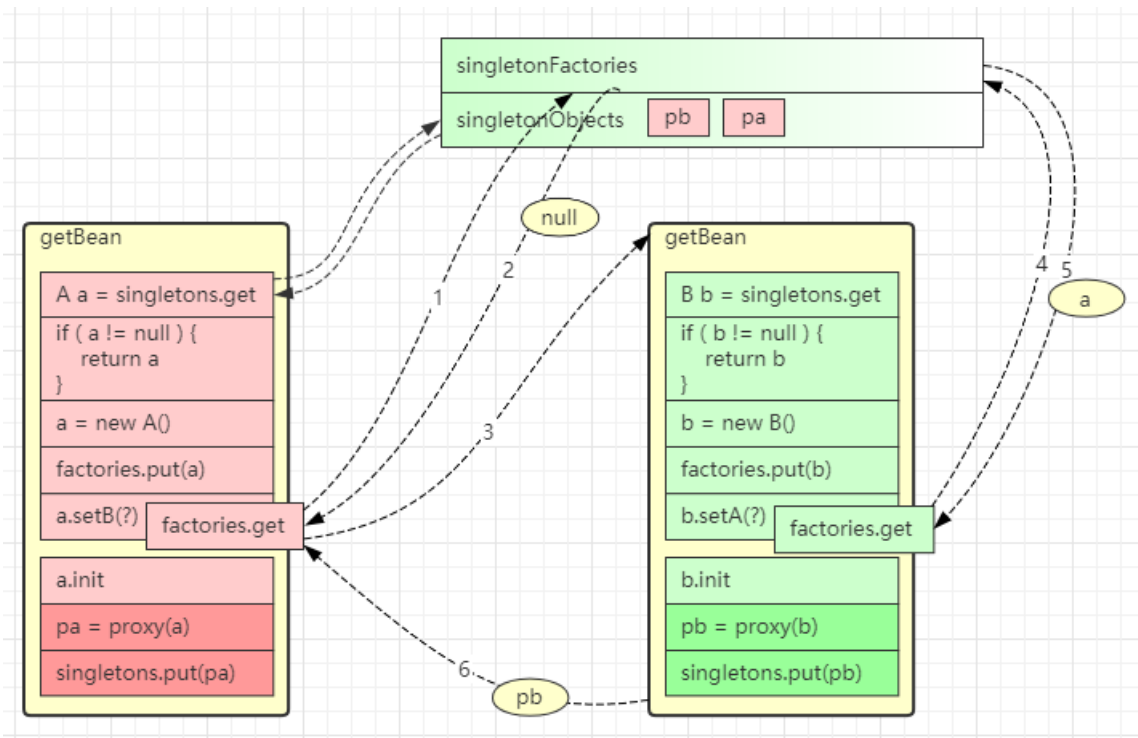
- 再增加一个 singletonFactories 缓存

- 在依赖注入前，即 `a.setB()` 以及 `b.setA()` 将 a 及 b 的半成品对象（未完成依赖注入和初始化）放入此缓存
- 执行依赖注入时，先看看 `singletonFactories` 缓存中是否有半成品的对象，如果有拿来注入，顺利走完流程

对于上面的图

- `a = new A()` 执行之后就会把这个半成品的 a 放入 `singletonFactories` 缓存，即 `factories.put(a)`
- 接下来执行 `a.setB()`，走入 `getBean("b")` 流程，红色箭头 3
- 这回再执行到 `b.setA()` 时，需要一个 a 对象，有没有呢？有！
- `factories.get()` 在 `singletonFactories` 缓存中就可以找到，红色箭头 4 和 5
- b 的流程能够顺利走完，将 b 成品放入 `singletonObject` 一级缓存，返回到 a 的依赖注入流程，红色箭头 6

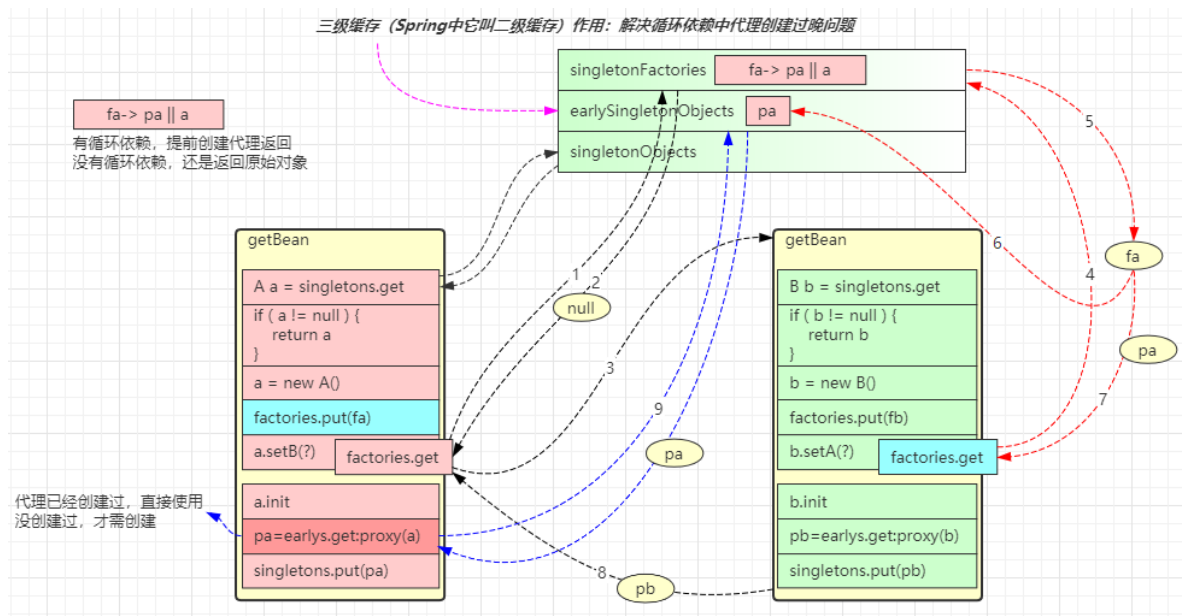
二级缓存与创建代理



二级缓存无法正确处理循环依赖并且包含有代理创建的场景，分析如下

- spring 默认要求，在 `a.init` 完成之后才能创建代理 `pa = proxy(a)`
- 由于 a 的代理创建时机靠后，在执行 `factories.put(a)` 向 `singletonFactories` 中放入的还是原始对象
- 接下来箭头 3、4、5 这几步 b 对象拿到和注入的都是原始对象

三级缓存



简单分析的话, 只需要将代理的创建时机放在依赖注入之前即可, 但 spring 仍然希望代理的创建时机在 init 之后, 只有出现循环依赖时, 才会将代理的创建时机提前。所以解决思路稍显复杂:

- 图中 `factories.put(fa)` 放入的既不是原始对象, 也不是代理对象而是工厂对象 `fa`
- 当检查出发生循环依赖时, `fa` 的产品就是代理 `pa`, 没有发生循环依赖, `fa` 的产品是原始对象 `a`
- 假设出现了循环依赖, 拿到了 `singletonFactories` 中的工厂对象, 通过在依赖注入前获得了 `pa`, 红色箭头 5
- 这回 `b.setA()` 注入的就是代理对象, 保证了正确性, 红色箭头 7
- 还需要把 `pa` 存入新加的 `earlySingletonObjects` 缓存, 红色箭头 6
- `a.init` 完成后, 无需二次创建代理, 从哪儿找到 `pa` 呢? `earlySingletonObjects` 已经缓存, 蓝色箭头 9

当成品对象产生, 放入 `singletonObject` 后, `singletonFactories` 和 `earlySingletonObjects` 就中的对象就没有用处, 清除即可

4. Spring 事务失效

要求

- 掌握事务失效的八种场景

1. 抛出检查异常导致事务不能正确回滚

```
@Service
public class Service1 {

    @Autowired
    private AccountMapper accountMapper;

    @Transactional
    public void transfer(int from, int to, int amount) throws
FileNotFoundException {
        int fromBalance = accountMapper.findBalanceBy(from);
        if (fromBalance - amount >= 0) {
            accountMapper.update(from, -1 * amount);
            new FileInputStream("aaa");
            accountMapper.update(to, amount);
        }
    }
}
```

```

    }
}
}

```

- 原因：Spring 默认只会回滚非检查异常
- 解法：配置 rollbackFor 属性
 - `@Transactional(rollbackFor = Exception.class)`

2. 业务方法内自己 try-catch 异常导致事务不能正确回滚

```

@Service
public class Service2 {

    @Autowired
    private AccountMapper accountMapper;

    @Transactional(rollbackFor = Exception.class)
    public void transfer(int from, int to, int amount) {
        try {
            int fromBalance = accountMapper.findBalanceBy(from);
            if (fromBalance - amount >= 0) {
                accountMapper.update(from, -1 * amount);
                new FileInputStream("aaa");
                accountMapper.update(to, amount);
            }
        } catch (FileNotFoundException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}

```

- 原因：事务通知只有捉到了目标抛出的异常，才能进行后续的回滚处理，如果目标自己处理掉异常，事务通知无法知悉
- 解法1：异常原样抛出
 - 在 catch 块添加 `throw new RuntimeException(e);`
- 解法2：手动设置 TransactionStatus.setRollbackOnly()
 - 在 catch 块添加 `TransactionInterceptor.currentTransactionStatus().setRollbackOnly();`

3. aop 切面顺序导致导致事务不能正确回滚

```

@Service
public class Service3 {

    @Autowired
    private AccountMapper accountMapper;

    @Transactional(rollbackFor = Exception.class)
    public void transfer(int from, int to, int amount) throws
FileNotFoundException {
        int fromBalance = accountMapper.findBalanceBy(from);

```

```

        if (fromBalance - amount >= 0) {
            accountMapper.update(from, -1 * amount);
            new FileInputStream("aaa");
            accountMapper.update(to, amount);
        }
    }
}

```

```

@Aspect
public class MyAspect {
    @Around("execution(* transfer(..))")
    public Object around(ProceedingJoinPoint pjp) throws Throwable {
        LoggerUtils.get().debug("log:{}", pjp.getTarget());
        try {
            return pjp.proceed();
        } catch (Throwable e) {
            e.printStackTrace();
            return null;
        }
    }
}

```

- 原因：事务切面优先级最低，但如果自定义的切面优先级和他一样，则还是自定义切面在内层，这时若自定义切面没有正确抛出异常...
- 解法1、2：同情况2 中的解法:1、2
- 解法3：调整切面顺序，在 MyAspect 上添加 `@Order(Ordered.LOWEST_PRECEDENCE - 1)`（不推荐）

4. 非 public 方法导致的事务失效

```

@Service
public class Service4 {

    @Autowired
    private AccountMapper accountMapper;

    @Transactional
    void transfer(int from, int to, int amount) throws FileNotFoundException {
        int fromBalance = accountMapper.findBalanceBy(from);
        if (fromBalance - amount >= 0) {
            accountMapper.update(from, -1 * amount);
            accountMapper.update(to, amount);
        }
    }
}

```

- 原因：Spring 为方法创建代理、添加事务通知、前提条件都是该方法是 public 的
- 解法1：改为 public 方法
- 解法2：添加 bean 配置如下（不推荐）

```

@Bean
public TransactionAttributeSource transactionAttributeSource() {
    return new AnnotationTransactionAttributeSource(false);
}

```

5. 父子容器导致的事务失效

```

package day04.tx.app.service;

// ...

@Service
public class Service5 {

    @Autowired
    private AccountMapper accountMapper;

    @Transactional(rollbackFor = Exception.class)
    public void transfer(int from, int to, int amount) throws
FileNotFoundException {
        int fromBalance = accountMapper.findBalanceBy(from);
        if (fromBalance - amount >= 0) {
            accountMapper.update(from, -1 * amount);
            accountMapper.update(to, amount);
        }
    }
}

```

控制器类

```

package day04.tx.app.controller;

// ...

@Controller
public class AccountController {

    @Autowired
    public Service5 service;

    public void transfer(int from, int to, int amount) throws
FileNotFoundException {
        service.transfer(from, to, amount);
    }
}

```

App 配置类

```

@Configuration
@ComponentScan("day04.tx.app.service")
@EnableTransactionManagement
// ...
public class AppConfig {
    // ... 有事务相关配置
}

```

Web 配置类

```

@Configuration
@ComponentScan("day04.tx.app")
// ...
public class WebConfig {
    // ... 无事务配置
}

```

现在配置了父子容器，WebConfig 对应子容器，AppConfig 对应父容器，发现事务依然失效

- 原因：子容器扫描范围过大，把未加事务配置的 service 扫描进来
- 解法1：各扫描各的，不要图简便
- 解法2：不要用父子容器，所有 bean 放在同一容器

6. 调用本类方法导致传播行为失效

```

@Service
public class Service6 {

    @Transactional(propagation = Propagation.REQUIRED, rollbackFor =
Exception.class)
    public void foo() throws FileNotFoundException {
        LoggerUtils.get().debug("foo");
        bar();
    }

    @Transactional(propagation = Propagation.REQUIRES_NEW, rollbackFor =
Exception.class)
    public void bar() throws FileNotFoundException {
        LoggerUtils.get().debug("bar");
    }
}

```

- 原因：本类方法调用不经过代理，因此无法增强
- 解法1：依赖注入自己（代理）来调用
- 解法2：通过 AopContext 拿到代理对象，来调用
- 解法3：通过 CTW，LTW 实现功能增强

解法1

```

@Service
public class Service6 {

    @Autowired
    private Service6 proxy; // 本质上是一种循环依赖
}

```

```

    @Transactional(propagation = Propagation.REQUIRED, rollbackFor =
Exception.class)
    public void foo() throws FileNotFoundException {
        LoggerUtils.get().debug("foo");
        System.out.println(proxy.getClass());
        proxy.bar();
    }

    @Transactional(propagation = Propagation.REQUIRES_NEW, rollbackFor =
Exception.class)
    public void bar() throws FileNotFoundException {
        LoggerUtils.get().debug("bar");
    }
}

```

解法2, 还需要在 AppConfig 上添加 `@EnableAspectJAutoProxy(exposeProxy = true)`

```

@Service
public class Service6 {

    @Transactional(propagation = Propagation.REQUIRED, rollbackFor =
Exception.class)
    public void foo() throws FileNotFoundException {
        LoggerUtils.get().debug("foo");
        ((Service6) AopContext.currentProxy()).bar();
    }

    @Transactional(propagation = Propagation.REQUIRES_NEW, rollbackFor =
Exception.class)
    public void bar() throws FileNotFoundException {
        LoggerUtils.get().debug("bar");
    }
}

```

7. @Transactional 没有保证原子行为

```

@Service
public class Service7 {

    private static final Logger logger =
LoggerFactory.getLogger(Service7.class);

    @Autowired
    private AccountMapper accountMapper;

    @Transactional(rollbackFor = Exception.class)
    public void transfer(int from, int to, int amount) {
        int fromBalance = accountMapper.findBalanceBy(from);
        logger.debug("更新前查询余额为: {}", fromBalance);
        if (fromBalance - amount >= 0) {
            accountMapper.update(from, -1 * amount);
            accountMapper.update(to, amount);
        }
    }
}

```

```

    public int findBalance(int accountNo) {
        return accountMapper.findBalanceBy(accountNo);
    }
}

```

上面的代码实际上是有 bug 的，假设 from 余额为 1000，两个线程都来转账 1000，可能会出现扣减为负数的情况

- 原因：事务的原子性仅涵盖 insert、update、delete、select ... for update 语句，select 方法并不阻塞

```

[DEBUG] 12:02:21.810 [t1] - ==> Preparing: select balance from account where accountNo=?
[DEBUG] 12:02:21.810 [t2] - ==> Preparing: select balance from account where accountNo=?
[DEBUG] 12:02:21.842 [t2] - ==> Parameters: 1(Integer)
[DEBUG] 12:02:21.842 [t1] - ==> Parameters: 1(Integer)
[DEBUG] 12:02:21.894 [t2] - <==      Total: 1
[DEBUG] 12:02:21.895 [t1] - <==      Total: 1
[DEBUG] 12:02:21.900 [t2] - 更新前查询余额为: 1000
[DEBUG] 12:02:21.900 [t1] - 更新前查询余额为: 1000

```

- 如上图所示，红色线程和蓝色线程的查询都发生在扣减之前，都以为自己有足够的余额做扣减

8. @Transactional 方法导致的 synchronized 失效

针对上面的问题，能否在方法上加 synchronized 锁来解决呢？

```

@Service
public class Service7 {

    private static final Logger logger =
        LoggerFactory.getLogger(Service7.class);

    @Autowired
    private AccountMapper accountMapper;

    @Transactional(rollbackFor = Exception.class)
    public synchronized void transfer(int from, int to, int amount) {
        int fromBalance = accountMapper.findBalanceBy(from);
        logger.debug("更新前查询余额为: {}", fromBalance);
        if (fromBalance - amount >= 0) {
            accountMapper.update(from, -1 * amount);
            accountMapper.update(to, amount);
        }
    }

    public int findBalance(int accountNo) {
        return accountMapper.findBalanceBy(accountNo);
    }
}

```

答案是不行，原因如下：

- synchronized 保证的仅是目标方法的原子性，环绕目标方法的还有 commit 等操作，它们并未处于 sync 块内
- 可以参考下图发现，蓝色线程的查询只要在红色线程提交之前执行，那么依然会查询到有 1000 足够余额来转账


```

[DEBUG] 12:06:34.101 [t1] - ==> Preparing: select balance from account where accountNo=?
[DEBUG] 12:06:34.130 [t1] - ==> Parameters: 1(Integer)
[DEBUG] 12:06:34.172 [t1] - <==      Total: 1
[DEBUG] 12:06:34.176 [t1] - 更新前查询余额为: 1000
[DEBUG] 12:06:34.179 [t1] - ==> Preparing: update account set balance=balance+? where accountNo=?
[DEBUG] 12:06:34.180 [t1] - ==> Parameters: -1000(Integer), 1(Integer)
[DEBUG] 12:06:34.181 [t1] - <==      Updates: 1
[DEBUG] 12:06:34.181 [t1] - ==> Preparing: update account set balance=balance+? where accountNo=?
[DEBUG] 12:06:34.181 [t1] - ==> Parameters: 1000(Integer), 2(Integer)
[DEBUG] 12:06:34.182 [t1] - <==      Updates: 1
[DEBUG] 12:06:34.183 [t2] - ==> Preparing: select balance from account where accountNo=?
[DEBUG] 12:06:34.183 [t2] - ==> Parameters: 1(Integer)
[DEBUG] 12:06:34.184 [t1] - Initiating transaction commit
[DEBUG] 12:06:34.184 [t1] - Committing JDBC transaction on Connection [HikariProxyConnection@1101849502 wrapping com.
[DEBUG] 12:06:34.186 [t2] - <==      Total: 1
[DEBUG] 12:06:34.187 [t2] - 更新前查询余额为: 1000

```

- 解法1: synchronized 范围应扩大至代理方法调用
- 解法2: 使用 select ... for update 替换 select

5. Spring MVC 执行流程

要求

- 掌握 Spring MVC 的执行流程
- 了解 Spring MVC 的重要组件的作用

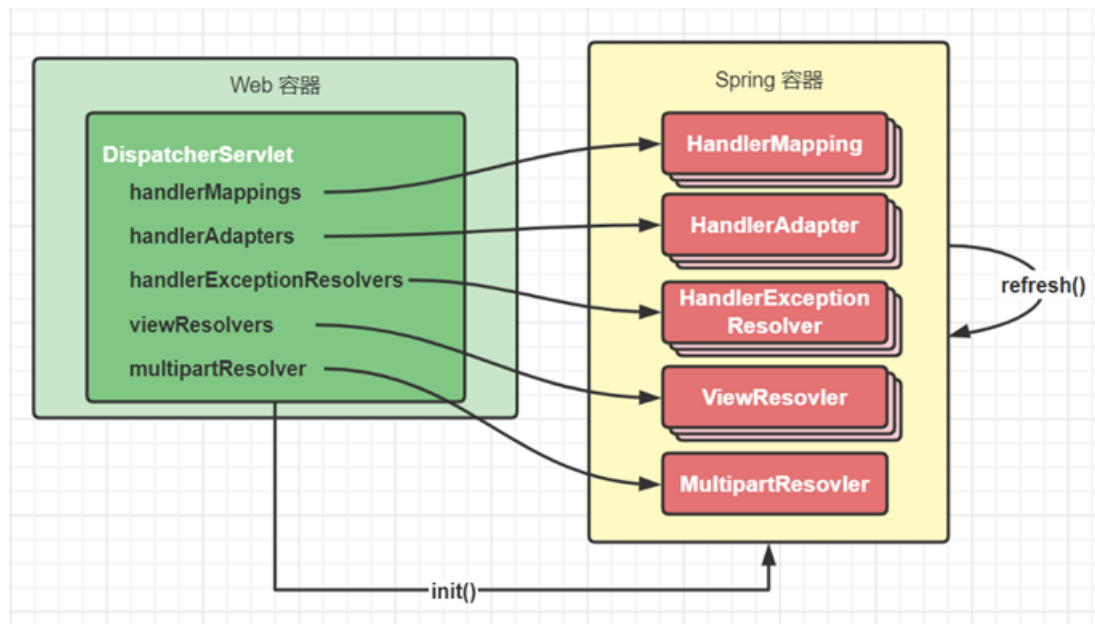
概要

我把整个流程分成三个阶段

- 准备阶段
- 匹配阶段
- 执行阶段

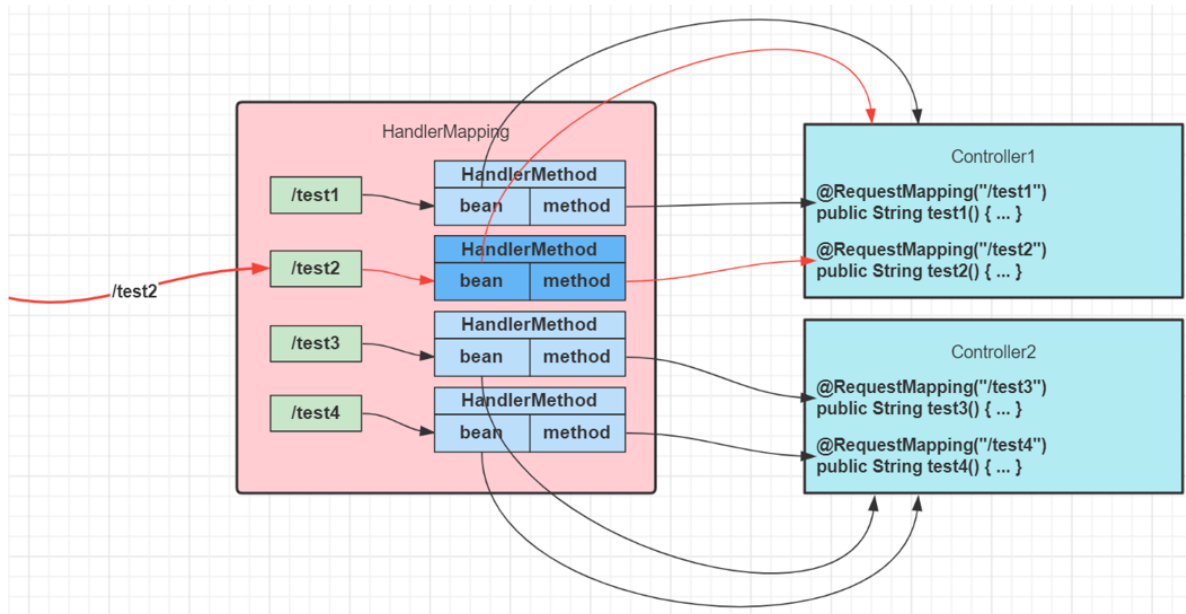
准备阶段

1. 在 Web 容器第一次用到 DispatcherServlet 的时候，会创建其对象并执行 init 方法
2. init 方法内会创建 Spring Web 容器，并调用容器 refresh 方法
3. refresh 过程中会创建并初始化 SpringMVC 中的重要组件，例如 MultipartResolver, HandlerMapping, HandlerAdapter, HandlerExceptionResolver、ViewResolver 等
4. 容器初始化后，会将上一步初始化好的重要组件，赋值给 DispatcherServlet 的成员变量，留待后用

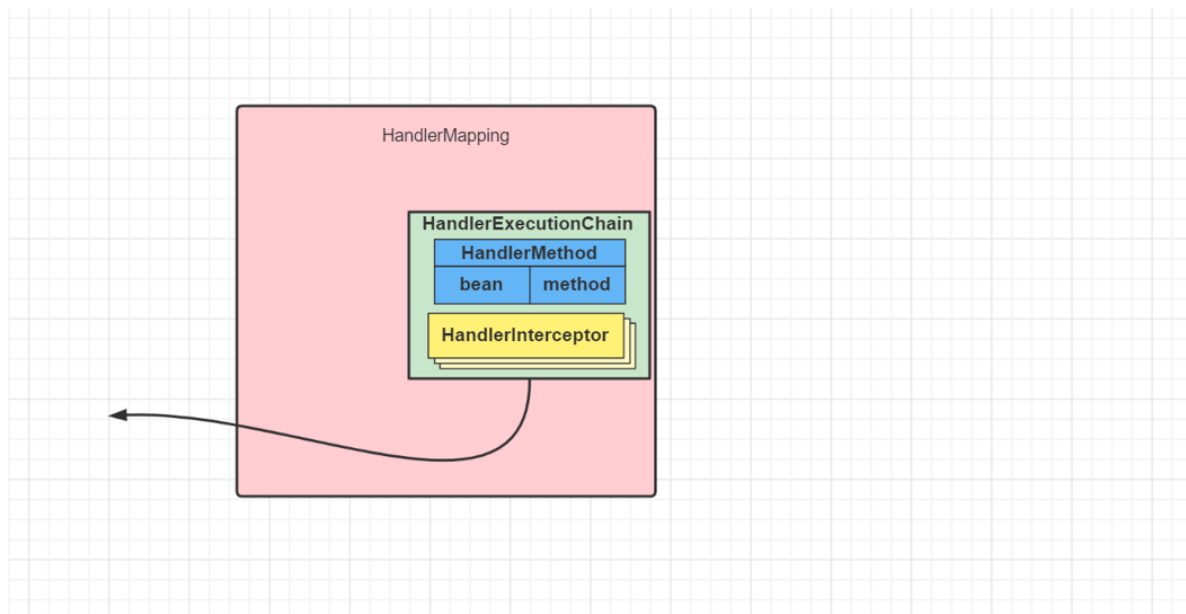


匹配阶段

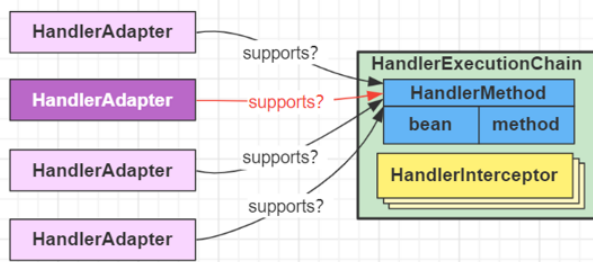
1. 用户发送的请求统一到达前端控制器 DispatcherServlet
2. DispatcherServlet 遍历所有 HandlerMapping，找到与路径匹配的处理器
 - ① HandlerMapping 有多个，每个 HandlerMapping 会返回不同的处理器对象，谁先匹配，返回谁的处理器。其中能识别 @RequestMapping 的优先级最高
 - ② 对应 @RequestMapping 的处理器是 HandlerMethod，它包含了控制器对象和控制器方法信息
 - ③ 其中路径与处理器的映射关系在 HandlerMapping 初始化时就会建立好



3. 将 HandlerMethod 连同匹配到的拦截器，生成调用链对象 **HandlerExecutionChain** 返回

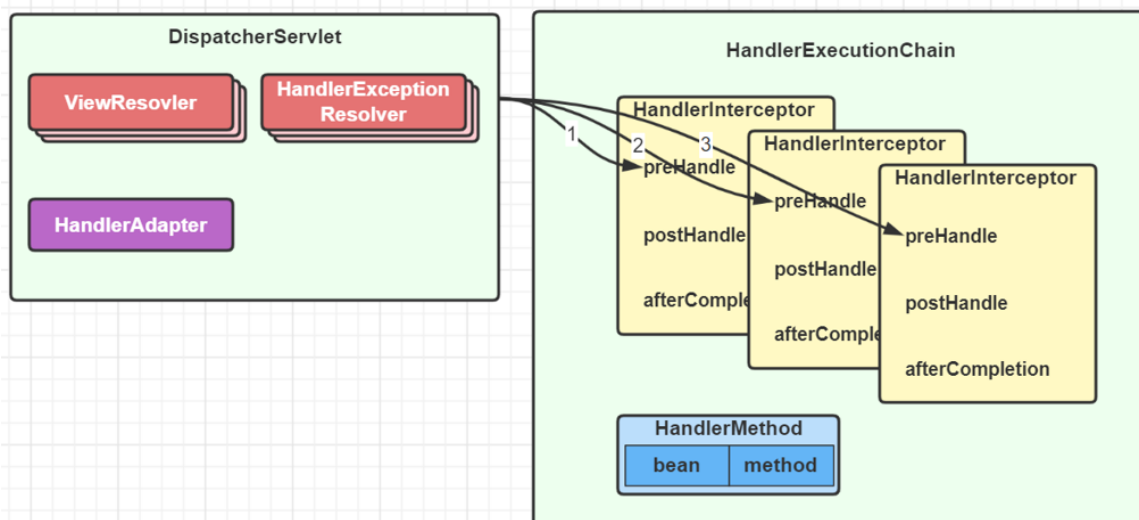


4. 遍历 **HandlerAdapter** 处理器适配器，找到能处理 **HandlerMethod** 的适配器对象，开始调用



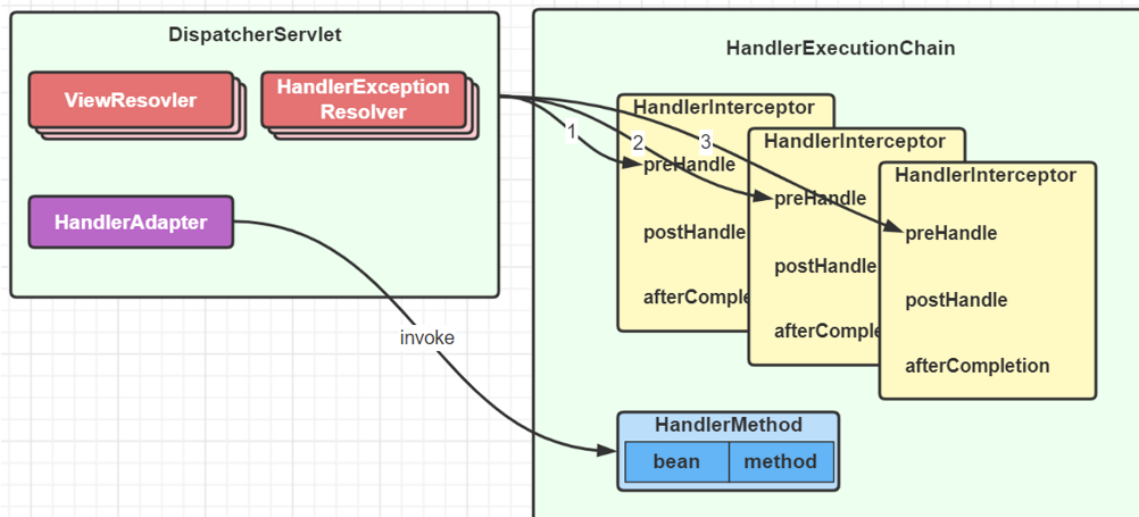
调用阶段

1. 执行拦截器 preHandle



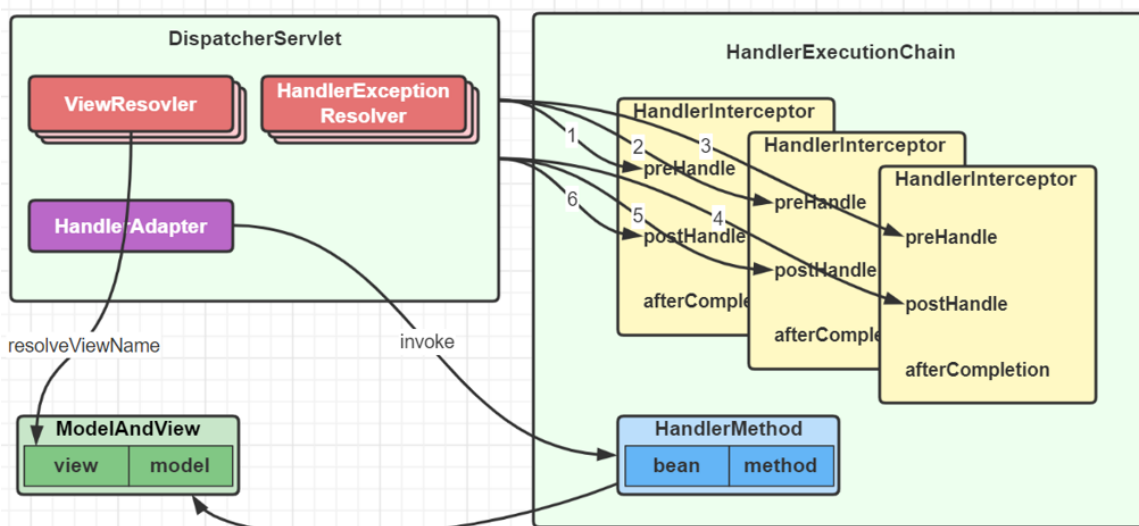
2. 由 HandlerAdapter 调用 HandlerMethod

- ① 调用前处理不同类型的参数
- ② 调用后处理不同类型的返回值

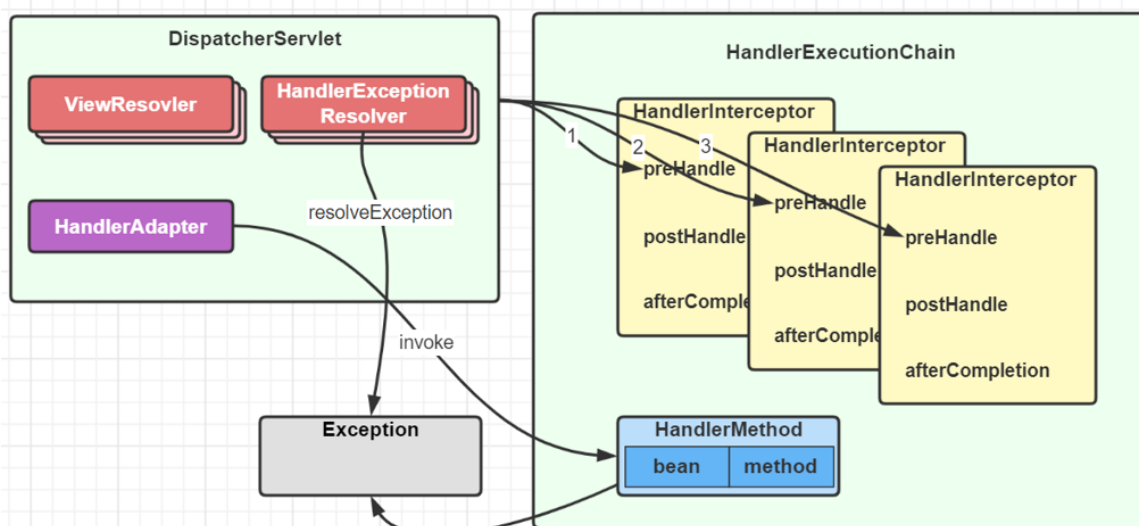


3. 第 2 步没有异常

- ① 返回 ModelAndView
- ② 执行拦截器 postHandle 方法
- ③ 解析视图，得到 View 对象，进行视图渲染



4. 第 2 步有异常，进入 HandlerExceptionResolver 异常处理流程



5. 最后都会执行拦截器的 afterCompletion 方法
6. 如果控制器方法标注了 @ResponseBody 注解，则在第 2 步，就会生成 json 结果，并标记 ModelAndView 已处理，这样就不会执行第 3 步的视图渲染

6. Spring 注解

要求

- 掌握 Spring 常见注解

提示

- 注解的详细列表请参考：面试题-spring-注解.xmind
- 下面列出了视频中重点提及的注解，考虑到大部分注解同学们已经比较熟悉了，仅对个别作简要说明

事务注解

- @EnableTransactionManagement，会额外加载 4 个 bean
 - BeanFactoryTransactionAttributeSourceAdvisor 事务切面类
 - TransactionAttributeSource 用来解析事务属性
 - TransactionInterceptor 事务拦截器
 - TransactionalEventListenerFactory 事务监听器工厂
- @Transactional

核心

- @Order

切面

- @EnableAspectJAutoProxy
 - 会加载 AnnotationAwareAspectJAutoProxyCreator，它是一个 bean 后处理器，用来创建代理
 - 如果没有配置 @EnableAspectJAutoProxy，又需要用到代理（如事务）则会使用 InfrastructureAdvisorAutoProxyCreator 这个 bean 后处理器

组件扫描与配置类

- @Component
- @Controller
- @Service
- @Repository
- @ComponentScan
- @Conditional
- @Configuration
 - 配置类其实相当于一个工厂，标注 @Bean 注解的方法相当于工厂方法
 - @Bean 不支持方法重载，如果有多个重载方法，仅有一个能入选为工厂方法
 - @Configuration 默认会为标注的类生成代理，其目的是保证 @Bean 方法相互调用时，仍然能保证其单例特性

- @Configuration 中如果含有 BeanFactory 后处理器, 则实例工厂方法会导致 MyConfig 提前创建, 造成其依赖注入失败, 解决方法是改用静态工厂方法或直接为 @Bean 的方法参数依赖注入, 针对 Mapper 扫描可以改用注解方式
- @Bean
- @Import
 - 四种用法
 - ① 引入单个 bean
 - ② 引入一个配置类
 - ③ 通过 Selector 引入多个类
 - ④ 通过 beanDefinition 注册器
 - 解析规则
 - 同一配置类中, @Import 先解析 @Bean 后解析
 - 同名定义, 默认后面解析的会覆盖前面解析的
 - 不允许覆盖的情况下, 如何能够让 MyConfig(主配置类) 的配置优先? (虽然覆盖方式能解决)
 - 采用 DeferredImportSelector, 因为它最后工作, 可以简单认为先解析 @Bean, 再 Import
- @Lazy
 - 加在类上, 表示此类延迟实例化、初始化
 - 加在方法参数上, 此参数会以代理方式注入
- @PropertySource

依赖注入

- @Autowired
- @Qualifier
- @Value

mvc mapping

- @RequestMapping, 可以派生多个注解如 @GetMapping 等

mvc rest

- @RequestBody
- @ResponseBody, 组合 @Controller => @RestController
- @ResponseStatus

mvc 统一处理

- @ControllerAdvice, 组合 @ResponseBody => @RestControllerAdvice
- @ExceptionHandler

mvc 参数

- @PathVariable

mvc ajax

- @CrossOrigin

boot auto

- @SpringBootApplication
- @EnableAutoConfiguration
- @SpringBootConfiguration

boot condition

- @ConditionalOnClass, classpath 下存在某个 class 时, 条件才成立
- @ConditionalOnMissingBean, beanFactory 内不存在某个 bean 时, 条件才成立
- @ConditionalOnProperty, 配置文件中存在某个 property (键、值) 时, 条件才成立

boot properties

- @ConfigurationProperties, 会将当前 bean 的属性与配置文件中的键值进行绑定
- @EnableConfigurationProperties, 会添加两个较为重要的 bean
 - ConfigurationPropertiesBindingPostProcessor, bean 后处理器, 在 bean 初始化前调用下面的 binder
 - ConfigurationPropertiesBinder, 真正执行绑定操作

7. SpringBoot 自动配置原理

要求

- 掌握 SpringBoot 自动配置原理

自动配置原理

@SpringBootConfiguration 是一个组合注解, 由 @ComponentScan、@EnableAutoConfiguration 和 @SpringBootConfiguration 组成

1. @SpringBootConfiguration 与普通 @Configuration 相比, 唯一区别是前者要求整个 app 中只出现一次
2. @ComponentScan
 - excludeFilters - 用来在组件扫描时进行排除, 也会排除自动配置类
3. @EnableAutoConfiguration 也是一个组合注解, 由下面注解组成
 - @AutoConfigurationPackage - 用来记住扫描的起始包
 - @Import(AutoConfigurationImportSelector.class) 用来加载 META-INF/spring.factories 中的自动配置类

为什么不使用 @Import 直接引入自动配置类

有两个原因:

1. 让主配置类和自动配置类变成了强耦合, 主配置类不应该知道有哪些从属配置
2. 直接用 @Import(自动配置类.class), 引入的配置解析优先级较高, 自动配置类的解析应该在主配置没提供时作为默认配置

因此, 采用了 @Import(AutoConfigurationImportSelector.class)

- 由 AutoConfigurationImportSelector.class 去读取 META-INF/spring.factories 中的自动配置类, 实现了弱耦合。
- 另外 AutoConfigurationImportSelector.class 实现了 DeferredImportSelector 接口, 让自动配置的解析晚于主配置的解析

8. Spring 中的设计模式

要求

- 掌握 Spring 中常见的设计模式

1. Spring 中的 Singleton

请大家区分 singleton pattern 与 Spring 中的 singleton bean

- 根据单例模式的目的 *Ensure a class only has one instance, and provide a global point of access to it*
- 显然 Spring 中的 singleton bean 并非实现了单例模式，singleton bean 只能保证每个容器内，相同 id 的 bean 单实例
- 当然 Spring 中也用到了单例模式，例如
 - org.springframework.transaction.TransactionDefinition#withDefaults
 - org.springframework.aop.TruePointcut#INSTANCE
 - org.springframework.aop.interceptor.ExposeInvocationInterceptor#ADVISOR
 - org.springframework.core.annotation.AnnotationAwareOrderComparator#INSTANCE
 - org.springframework.core.OrderComparator#INSTANCE

2. Spring 中的 Builder

定义 *Separate the construction of a complex object from its representation so that the same construction process can create different representations*

它的主要亮点有三处：

1. 较为灵活的构建产品对象
2. 在不执行最后 build 方法前，产品对象都不可用
3. 构建过程采用链式调用，看起来比较爽

Spring 中体现 Builder 模式的地方：

- org.springframework.beans.factory.support.BeanDefinitionBuilder
- org.springframework.web.util.UriComponentsBuilder
- org.springframework.http.ResponseEntity.HeadersBuilder
- org.springframework.http.ResponseEntity.BodyBuilder

3. Spring 中的 Factory Method

定义 *Define an interface for creating an object, but let subclasses decide which class to instantiate. Factory Method lets a class defer instantiation to subclasses*

根据上面的定义，Spring 中的 ApplicationContext 与 BeanFactory 中的 getBean 都可以视为工厂方法，它隐藏了 bean（产品）的创建过程和具体实现

Spring 中其它工厂：

- org.springframework.beans.factory.FactoryBean
- @Bean 标注的静态方法及实例方法
- ObjectFactory 及 ObjectProvider

前两种工厂主要封装第三方的 bean 的创建过程，后两种工厂可以推迟 bean 创建，解决循环依赖及单例注入多例等问题

4. Spring 中的 Adapter

定义 *Convert the interface of a class into another interface clients expect. Adapter lets classes work together that couldn't otherwise because of incompatible interfaces*

典型的实现有两处：

- org.springframework.web.servlet.HandlerAdapter – 因为控制器实现有各种各样，比如有

- 大家熟悉的 @RequestMapping 标注的控制器实现
- 传统的基于 Controller 接口（不是 @Controller注解啊）的实现
- 较新的基于 RouterFunction 接口的实现
- 它们的处理方法都不一样，为了统一调用，必须适配为 HandlerAdapter 接口
- org.springframework.beans.factory.support.DisposableBeanAdapter – 因为销毁方法多种多样，因此都要适配为 DisposableBean 来统一调用销毁方法

5. Spring 中的 Composite

定义 *Compose objects into tree structures to represent part-whole hierarchies. Composite lets clients treat individual objects and compositions of objects uniformly*

典型实现有：

- org.springframework.web.method.support.HandlerMethodArgumentResolverComposite
- org.springframework.web.method.support.HandlerMethodReturnValueHandlerComposite
- org.springframework.web.servlet.handler.HandlerExceptionResolverComposite
- org.springframework.web.servlet.view.ViewResolverComposite

composite 对象的作用是，将分散的调用集中起来，统一调用入口，它的特征是，与具体干活的实现实现同一个接口，当调用 composite 对象的接口方法时，其实是委托具体干活的实现来完成

6. Spring 中的 Decorator

定义 *Attach additional responsibilities to an object dynamically. Decorators provide a flexible alternative to subclassing for extending functionality*

典型实现：

- org.springframework.web.util.ContentCachingRequestWrapper

7. Spring 中的 Proxy

定义 *Provide a surrogate or placeholder for another object to control access to it*

装饰器模式注重的是功能增强，避免子类继承方式进行功能扩展，而代理模式更注重控制目标的访问

典型实现：

- org.springframework.aop.framework.JdkDynamicAopProxy
- org.springframework.aop.framework.ObjenesisCglibAopProxy

8. Spring 中的 Chain of Responsibility

定义 *Avoid coupling the sender of a request to its receiver by giving more than one object a chance to handle the request. Chain the receiving objects and pass the request along the chain until an object handles it*

典型实现：

- org.springframework.web.servlet.HandlerInterceptor

9. Spring 中的 Observer

定义 *Define a one-to-many dependency between objects so that when one object changes state, all its dependents are notified and updated automatically*

典型实现：

- org.springframework.context.ApplicationListener
- org.springframework.context.event.ApplicationEventMulticaster
- org.springframework.context.ApplicationEvent

10. Spring 中的 Strategy

定义 *Define a family of algorithms, encapsulate each one, and make them interchangeable. Strategy lets the algorithm vary independently from clients that use it*

典型实现:

- org.springframework.beans.factory.support.InstantiationStrategy
- org.springframework.core.annotation.MergedAnnotations.SearchStrategy
- org.springframework.boot.autoconfigure.condition.SearchStrategy

11. Spring 中的 Template Method

定义 *Define the skeleton of an algorithm in an operation, deferring some steps to subclasses. Template Method lets subclasses redefine certain steps of an algorithm without changing the algorithm's structure*

典型实现:

- 大部分以 Template 命名的类, 如 JdbcTemplate, TransactionTemplate
- 很多以 Abstract 命名的类, 如 AbstractApplicationContext