Keep looking until you find it.

spring

★ 帮助读者**快速熟悉**Spring源码，以便对Spring源码进行**扩展**或**修改**，从而满足业务需求

★ 所有知识点均以**HelloWorld级别示例**为切入点，描述**简单**之后的复杂

★ 对于**复杂逻辑的讲解**采用**剥洋葱**似的方式，层层**分解复杂度**，便于读者理解和掌握

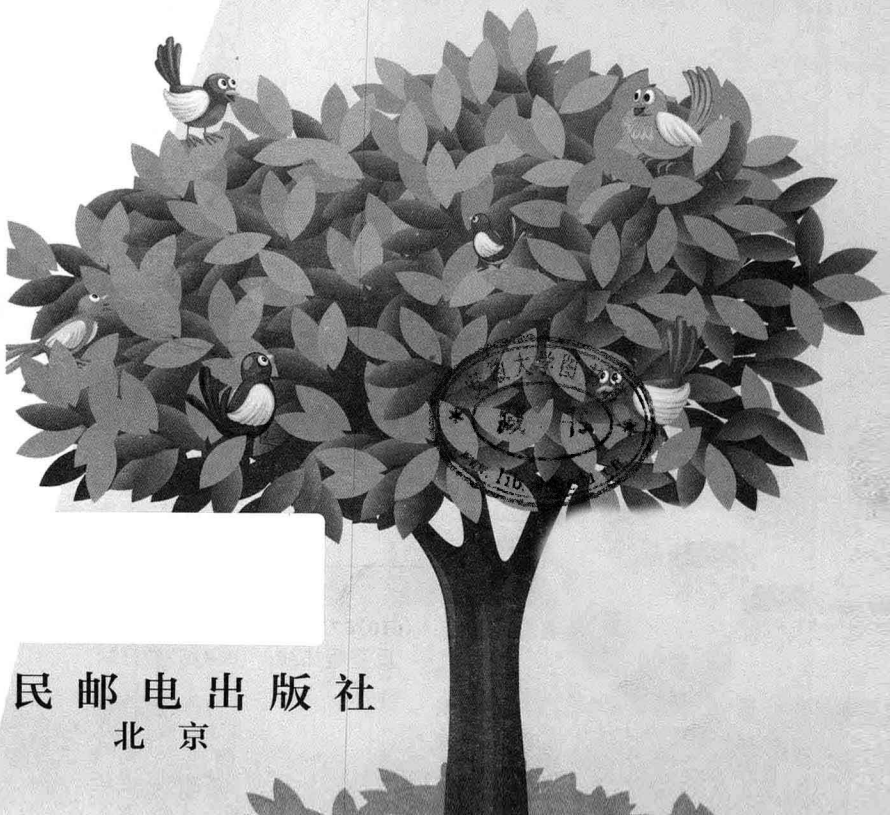
Spring 源码深度解析

郝佳 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Spring
源码深度解析

● 郝佳 编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目（CIP）数据

Spring源码深度解析 / 郝佳编著. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2013.9
ISBN 978-7-115-32568-6

Ⅰ. ①S… Ⅱ. ①郝… Ⅲ. ①JAVA语言－程序设计
Ⅳ. ①TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第165971号

内 容 提 要

本书从核心实现和企业应用两个方面，由浅入深、由易到难地对 Spring 源码展开了系统的讲解，包括 Spring 的设计理念和整体架构、容器的基本实现、默认标签的解析、自定义标签的解析、bean 的加载、容器的功能扩展、AOP、数据库连接 JDBC、整合 MyBatis、事务、SpringMVC、远程服务、Spring 消息服务等内容。

本书不仅介绍了使用 Spring 框架开发项目必须掌握的核心概念，还指导读者如何使用 Spring 框架编写企业级应用，并针对在编写代码的过程中如何优化代码、如何使得代码高效给出切实可行的建议，从而帮助读者全面提升实战能力。

本书语言简洁，示例丰富，可帮助读者迅速掌握使用 Spring 进行开发所需的各种技能。本书适合于已具有一定 Java 编程基础的读者，以及在 Java 平台下进行各类软件开发的开发人员、测试人员等。

◆ 编　　著　郝　佳
责任编辑　杜　洁
责任印制　程彦红　杨林杰
◆ 人民邮电出版社出版发行　　北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编　100061　　电子邮件　315@ptpress.com.cn
网址　http://www.ptpress.com.cn
北京艺辉印刷有限公司印刷
◆ 开本：800×1000　1/16
印张：24.75
字数：545 千字　　2013 年 9 月第 1 版
印数：1－3 000 册　　2013 年 9 月北京第 1 次印刷

定价：69.00 元

读者服务热线：(010)67132692　印装质量热线：(010)67129223
反盗版热线：(010)67171154

前言

源代码的重要性

Java 开发人员都知道，阅读源码是一个非常好的学习方式，在我们日常工作中或多或少都会接触一些开源代码，比如说最常用的 Struts、Hibernate、Spring，这些源码的普及与应用程度远远超过我们的想象，正因为很多人使用，也在推动着源码不断地去完善。这些优秀的源码中有着多年积淀下来的精华，这些精华是非常值得我们学习的，不管我们当前是什么水平，通过反复阅读源码能力能有所提升，小到对源码所提供的功能上的使用更加熟练，大到使我们的程序设计更加完美优秀。但是，纵观我们身边的人，能够做到通读源码的真的是少之又少，究其原因不外乎以下几点。

- 阅读源码绝对算得上是一件费时费力的工作，需要读者耗费大量的时间去完成。而作为开发人员，毕竟精力有限，实在没办法拿出太多的时间放在源码的阅读上。
- 源码的复杂性。任何一款源码经历了多年的发展与提炼，其复杂程度可想而知。当我们阅读源码的时候，大家都知道需要通过工具来跟踪代码的运行，进而去分析程序。但是，当代码过于复杂，环环相扣绕来绕去的时候，跟进了几十个甚至几百个函数后，这时我们已经不知道自己所处的位置了，不得不再重来，但是一次又一次的，最终发现自己根本无法驾驭它，不得不放弃。
- 有些源码发展多年，会遇到各种各样的问题，并对问题进行了解决，而这些问题有的对于我们来说甚至可以用莫名其妙来修饰，有时候根本想不出会在什么情况下会发生。我们选择各种查阅资料，查询无果，失去耐心，最终放弃。

无论基于什么样的原因，放弃阅读源码始终不是一个明智的选择，因为你失去了一个跟大师学习的机会。而且，当你读过几个源码之后你会发现，他们的思想以及实现方式是相通的。这就是开源的好处。随着各种开源软件的发展，各家都会融合别家优秀之处来不断完善自己，这样，到最后的结果就是所有的开源软件从设计上或者实现上都会

变得越来越相似，也就是说当你读完某个优秀源码后再去读另一个源代码，速度会有很大提升。

以我为例，Spring 是我阅读的第一个源码，几乎耗尽了我将近半年的时间，其中各种煎熬可想而知，但是当我读完 Spring 再去读 MyBatis 只用了两周时间。当然，暂且不论它们的复杂程度不同，至少我阅读的时候发现有很多相通的东西。当你第一次阅读的时候，你的重点一定是在源码的理解上，但是，当你读完第一个源码再去读下一个的时候，你自然而然地会带着批判或者说挑剔的眼光去阅读：为什么这个功能在我之前看的源码中是那样实现的，而在这里会是这样实现的？这其中的道理在哪里，哪种实现方式更优秀呢？而通过这样的对比及探索，你会发现，自己的进步快得难以想象。

我们已经有些纠结了，既然阅读源码有那么多的好处，但是很多同学却因为时间或者能力的问题而不得不放弃，岂不是太可惜？为了解决这个问题，我撰写了本书，总结了自己的研究心得和实际项目经验，希望能对正在 Spring 道路上摸索的同仁们提供一些帮助。

本书特点

本书完全从开发者的角度去剖析源码，每一章都会提供具有代表性的实例，并以此为基础进行功能实现的分析，而不是采取开篇就讲解什么容器怎么实现、AOP 怎么实现之类的写法。在描述的过程中，本书尽可能地把问题分解，使用剥洋葱的方式一层一层地将逻辑描述清楚，帮助读者由浅入深地进行学习，并把这些难点和问题各个击破，而不是企图一下让读者理解一个复杂的逻辑。

在阅读源码的过程中，我们难免会遇到各种各样的生僻功能，这些功能在特定的场合会非常有用，但是可能多数情况下并不是很常用，甚至都查阅不到相关的使用资料。本书中重点针对这种情况提供了相应的实用示例，让读者更加全面地了解 Spring 所提供的功能，对代码能知其然还知其所以然。

本书按照每章所提供的示例跟踪 Spring 源码的流程，尽可能保证代码的连续性，使读者的思维不被打乱，让读者看到 Spring 的执行流程，旨在尽量使读者在阅读完本书后即使在不阅读 Spring 源码的情况下也可以对 Spring 源码进行优化，甚至通过扩展源码来满足业务需求，这对开发人员来说是一个很高的要求。本书就希望能帮助读者全面提升实战能力。

本书结构

本书分为两部分：核心实现和企业应用。

- 第一部分　核心实现（第 1～7 章）：是 Spring 功能的基础，也是企业应用部分的基础，主要对容器以及 AOP 功能实现做了具体的分析，如果读者之前没有接触过 Spring 源代码，建议认真阅读这个部分，否则阅读企业应用部分时

会比较吃力。

- 第二部分　企业应用（第 8～13 章）：在核心实现部分的基础上围绕企业应用常用的模块进行讨论，这些模块包括 Spring 整合 JDBC、Spring 整合 MyBatis、事务、SpringMVC、远程服务、Spring 消息服务等，旨在帮助读者在日常开发中更加高效地使用 Spring。

本书适用的 Spring 版本

截至完稿，Spring 已经发布了 4.0.0.M1 版本。本书虽然是基于 Spring 3.2 版本编写的，但所讨论的内容都属于 Spring 的基础和常用的功能，这些功能都经过长时间、大量用户的验证，已经非常成熟，改动的可能性相对较小。而且从目前 Spring 的功能规划来看，本书所涉及的内容并不在 Spring 未来改动的范围内，因此在未来的很长一段时间内本书都不会过时的。

感谢

创作的过程是痛苦的，持续时间也远远超乎了我的想象，而本以为自己对 Spring 已经非常的熟悉，但是在写作的过程中还是会遇到各种各样的问题，但是我很幸运我能坚持下来，在这里我首先应该感谢爸爸妈妈，虽然他们不知道儿子在忙忙碌碌地写些什么，但是他们对我始终如一的支持与鼓励使我更加坚定信心，在这里祝他们身体健康，同时还要感谢我最好的朋友孙亚超在我低落时给予我的关心与问候，当然要感谢的还有张雨绮同学，虽然并不是明星，但是却有着堪比明星般的美丽笑容，与她在一起的讨论总是让我受益匪浅，同时也感谢妹子王晶对稿件提供的建议与意见。最后感谢郭维云、郝云勃、郝俊、李兴全、梁晓颖、陈淼、孙伟超、王璐、刘瑞、单明、姚佳林、闫微微、李娇、时宇、李平、唐广亮、刘阳、黄思文、金施源等在整个编写过程中给予的支持与帮助。

联系作者

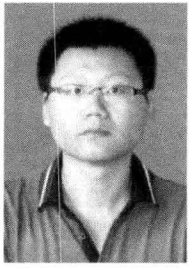
在编写本书过程中，以“够用就好”为原则，尽量覆盖到 Spring 开发的常用功能。所有观点都出自作者的个人见解，疏漏、错误之处在所难免，欢迎大家指正。读者如果有好的建议或者学习本书过程中遇到问题，请发送邮件到 haojia_007@163.com，希望能够与大家一起交流和进步。

在看得见的地方学习知识，在看不到的地方学习智慧。祝愿大家在 Spring 的学习道路上顺风顺水。

作者

2013 年 7 月

作者简介



郝佳

计算机专业硕士学位，曾发表过多篇论文先后被 EI、SCI 收录，2008 年辽宁省教育厅科技计划项目研究人之一；长期奋斗于 J2EE 领域，曾任职于某互联网公司软件架构师，擅长系统的性能优化，目前正投身于开发一款基于 Java 并发多线程管理的开源框架；热衷于研究各种优秀的开源代码并从中进行总结，从而实现个人技能的提高，尤其对 Spring、Hibernate、MyBatis、JMS、Tomcat 等源码有着深刻的理解和认识。

目录

第一部分　核心实现

第一部分　核心实现

第 1 章　Spring 整体架构和环境搭建

Spring 是于 2003 年兴起的一个轻量级的 Java 开源框架，由 Rod Johnson 在其著作《Expert One-On-One J2EE Development and Design》中阐述的部分理念和原型衍生而来。Spring 是为了解决企业应用开发的复杂性而创建的，它使用基本的 JavaBean 来完成以前只可能由 EJB 完成的事情。然而，Spring 的用途不仅限于服务器端的开发。从简单性、可测试性和松耦合的角度而言，任何 Java 应用都可以从 Spring 中受益。

1.1 Spring 的整体架构

Spring 框架是一个分层架构，它包含一系列的功能要素，并被分为大约 20 个模块，如图 1-1 所示。

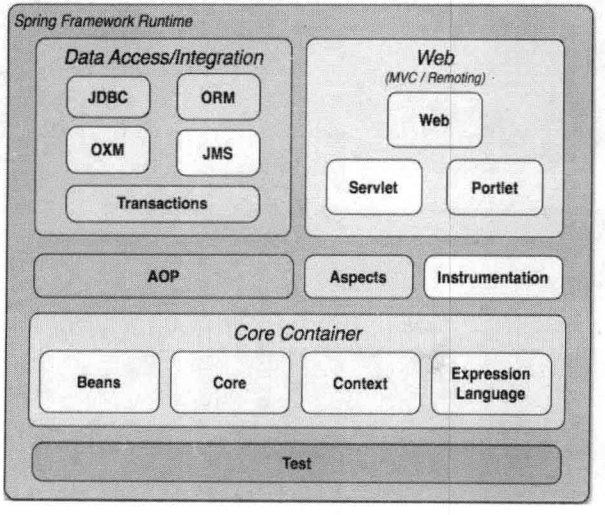


图 1-1　Spring 整体架构图

这些模块被总结为以下几部分。

（1）Core Container。

Core Container（核心容器）包含有 Core、Beans、Context 和 Expression Language 模块。

Core 和 Beans 模块是框架的基础部分，提供 IoC（转控制）和依赖注入特性。这里的基础概念是 BeanFactory，它提供对 Factory 模式的经典实现来消除对程序性单例模式的需要，并真正地允许你从程序逻辑中分离出依赖关系和配置。

- Core 模块主要包含 Spring 框架基本的核心工具类，Spring 的其他组件要都要使用到这个包里的类，Core 模块是其他组件的基本核心。当然你也可以在自己的应用系统中使用这些工具类。
- Beans 模块是所有应用都要用到的，它包含访问配置文件、创建和管理 bean 以及进行 Inversion of Control / Dependency Injection（IoC/DI）操作相关的所有类。
- Context 模块构建于 Core 和 Beans 模块基础之上，提供了一种类似于 JNDI 注册器的框架式的对象访问方法。Context 模块继承了 Beans 的特性，为 Spring 核心提供了大量扩展，添加了对国际化（例如资源绑定）、事件传播、资源加载和对 Context 的透明创建的支持。Context 模块同时也支持 J2EE 的一些特性，例如 EJB、JMX 和基础的远程处理。ApplicationContext 接口是 Context 模块的关键。
- Expression Language 模块提供了一个强大的表达式语言用于在运行时查询和操纵对象。它是 JSP 2.1 规范中定义的 unifed expression language 的一个扩展。该语言支持设置/获取属性的值，属性的分配，方法的调用，访问数组上下文（accessiong the context of arrays）、容器和索引器、逻辑和算术运算符、命名变量以及从 Spring 的 IoC 容器中根据名称检索对象。它也支持 list 投影、选择和一般的 list 聚合。

（2）Data Access/Integration。

Data Access/Integration 层包含有 JDBC、ORM、OXM、JMS 和 Transaction 模块，其中：

- JDBC 模块提供了一个 JDBC 抽象层，它可以消除冗长的 JDBC 编码和解析数据库厂商特有的错误代码。这个模块包含了 Spring 对 JDBC 数据访问进行封装的所有类。
- ORM 模块为流行的对象-关系映射 API，如 JPA、JDO、Hibernate、iBatis 等，提供了一个交互层。利用 ORM 封装包，可以混合使用所有 Spring 提供的特性进行 O/R 映射。如前边提到的简单声明性事物管理。

Spring 框架插入了若干个 ORM 框架，从而提供了 ORM 的对象关系工具，其中包括 JDO、Hibernate 和 iBatisSQL Map。所有这些都遵从 Spring 的通用事务和 DAO 异常层次结构。

- OXM 模块提供了一个对 Object/XML 映射实现的抽象层，Object/XML 映射实现包括 JAXB、Castor、XMLBeans、JiBX 和 XStream。
- JMS（Java Messaging Service）模块主要包含了一些制造和消费消息的特性。
- Transaction 模块支持编程和声明性的事物管理，这些事物类必须实现特定的接口，并且对所有的 POJO 都适用。

（3）Web。

Web 上下文模块建立在应用程序上下文模块之上，为基于 Web 的应用程序提供了上下文。所以，Spring 框架支持与 Jakarta Struts 的集成。Web 模块还简化了处理多部分请求以及将请求参数绑定到域对象的工作。Web 层包含了 Web、Web-Servlet、Web-Struts 和 Web-Porlet 模块，具体说明如下。

- Web 模块：提供了基础的面向 Web 的集成特性。例如，多文件上传、使用 servlet listeners 初始化 IoC 容器以及一个面向 Web 的应用上下文。它还包含 Spring 远程支持中 Web 的相关部分。
- Web-Servlet 模块 web.servlet.jar：该模块包含 Spring 的 model-view-controller（MVC）实现。Spring 的 MVC 框架使得模型范围内的代码和 web forms 之间能够清楚地分离开来，并与 Spring 框架的其他特性集成在一起。
- Web-Struts 模块：该模块提供了对 Struts 的支持，使得类在 Spring 应用中能够与一个典型的 Struts Web 层集成在一起。注意，该支持在 Spring 3.0 中是 deprecated 的。
- Web-Porlet 模块：提供了用于 Portlet 环境和 Web-Servlet 模块的 MVC 的实现。

（4）AOP。

AOP 模块提供了一个符合 AOP 联盟标准的面向切面编程的实现，它让你可以定义例如方法拦截器和切点，从而将逻辑代码分开，降低它们之间的耦合性。利用 source-level 的元数据功能，还可以将各种行为信息合并到你的代码中，这有点像.Net 技术中的 attribute 概念。

通过配置管理特性，Spring AOP 模块直接将面向切面的编程功能集成到了 Spring 框架中，所以可以很容易地使 Spring 框架管理的任何对象支持 AOP。Spring AOP 模块为基于 Spring 的应用程序中的对象提供了事务管理服务。通过使用 Spring AOP，不用依赖 EJB 组件，就可以将声明性事务管理集成到应用程序中。

- Aspects 模块提供了对 AspectJ 的集成支持。
- Instrumentation 模块提供了 class instrumentation 支持和 classloader 实现，使得可以在特定的应用服务器上使用。

（5）Test。

Test 模块支持使用 JUnit 和 TestNG 对 Spring 组件进行测试。

1.2 环境搭建

Spring 已经将源码从 svn 迁移到了 GitHub。而且也改为基于 Gradle 的构建来构建项目，它取代了之前的 Ant+Ivy 系统，所以要构建 Spring 源码环境首先要安装 GitHub 以及 Gradle。

1.2.1 安装 GitHub

首先读者需要到 GitHub 官网去下载安装包，其中 Windows 系统对应的版本下载地址为：

http://windows.github.com/，下载后双击进行安装。安装成功后，快捷菜单中会出现 GitHub 的菜单，如图 1-2 所示。

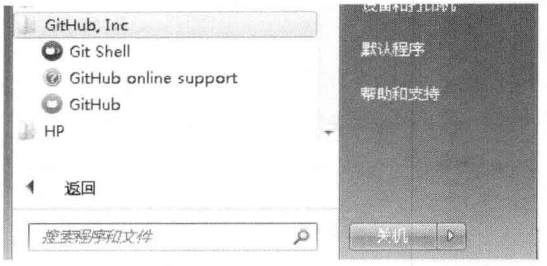


图 1-2 HitHub 安装成功后的启动菜单

1.2.2 安装 Gradle

Gradle 是一个基于 Groovy 的构建工具，它使用 Groovy 来编写构建脚本，支持依赖管理和多项目创建，类似 Maven，但比其更加简单轻便。Gradle 为 Ivy 提供了一个 layer，提供了 build-by-convention 集成，而且它还让你获得许多类似 Maven 的功能。你可以从 http://www.gradle.org/downloads 页面下载 Gradle，下载后将文件解压放到指定目录中（笔者放在了 C:\Program Files 目录下），然后开始进行环境变量的配置。

（1）根据对应目录创建 GRADLE_HOME 系统变量，如图 1-3 所示。

（2）将系统变量加入到 path 中，如图 1-4 所示。

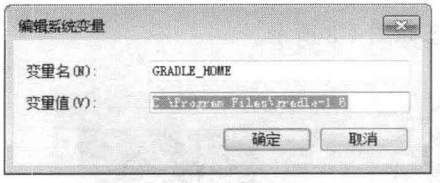


图 1-3 创建对应于 Gralde 的系统变量

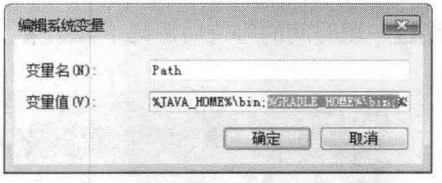


图 1-4 将 Gradle 对应的系统变量加入 path 中

（3）测试。

当完成系统变量的配置后打开命令窗口输入命令“gradle –version”，如果安装成功会出现 Gradle 对应的版本信息，如图 1-5 所示。

图 1-5 测试 Gradle 的环境变量配置

1.2.3　下载 Spring

因为 Spring 源码是通过 GitHub 进行管理的，所以我们首先打开 GitHub，单击快捷菜单中的“Git Shell”选项，如图 1-6 所示。

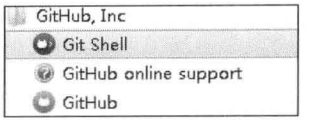


图 1-6　启动 GitHub 启动菜单

打开 GitHub 后，你可以通过 cd 命令将当前操作目录转换到我们想要存储源码的目录，例如，想要将下载的源码存储到 e:\test 下，则可以执行“cd e:\test”。

输入以下命令：

```
git clone git://github.com/SpringSource/Spring-framework.git
```

其中“git://github.com/SpringSource/Spring-framework.git”为 Spring 的源码地址。执行命令后便进入源码下载状态，如图 1-7 所示。

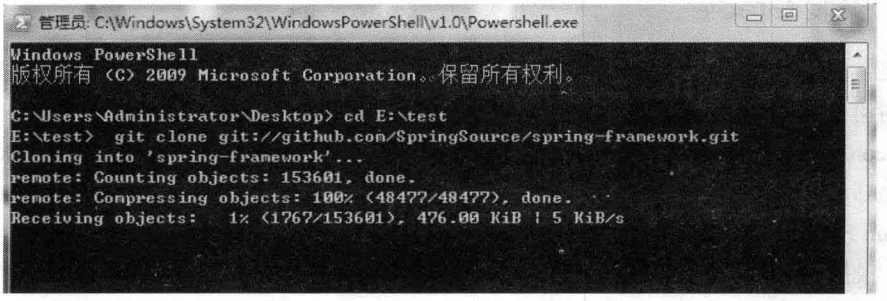


图 1-7　使用 GitHub 开始下载源码

经过一段时间的等待后源码下载结束，窗口状态如图 1-8 所示。

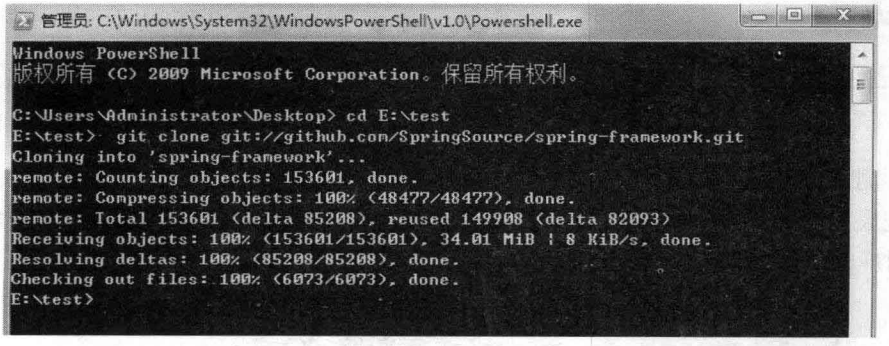


图 1-8　源码下载结束的窗口显示

而这时候我们去查看，对应的文件夹下已经存在了相应的源码信息，如图 1-9 所示。

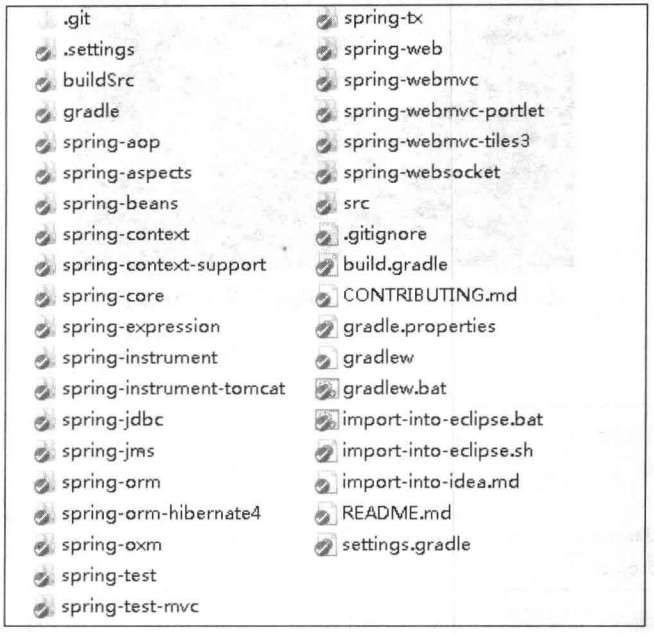


图 1-9 下载的 Spring 源码

但是当前的源码并不可以直接导入 Eclipse 中，我们还需要将源码转换为 Eclipse 可以读取的形式。网上有各种各样的方法，其中出现最多的是告诉大家将所有工程一次性的编译、导入，但是笔者并不推荐这样的方式，因为这样会耗费大量的时间，而且当存在编译错误的时候你不得不重新编译。笔者建议只对我们感兴趣的工程进行 Eclipse 工程转换，比如我们想要查看 Spring 事务部分的源码，打开命令窗口，将当前目录切换至源码所在目录，例如，这里是 Spring-tx 文件夹下，执行命令“gradle cleanidea eclipse”，当窗口出现如下状态说明已经开始执行转换过程，如图 1-10 所示。

```
D:\test\spring-framework\spring-tx>gradle cleanIdea eclipse
:buildSrc:compileJava UP-TO-DATE
:buildSrc:compileGroovy UP-TO-DATE
:buildSrc:processResources UP-TO-DATE
```

图 1-10 Spring 源码转换至 eclipse 工程

经过一段时间后转换成功，如图 1-11 所示。

这时，我们再查看对应的文件夹会发现，已经出现了作为 Eclipse 工程所必须的.project 与.classpath 文件了，如图 1-12 所示。

打开 Eclipse，将工程导入，导入后如图 1-13 所示。