HZ BOOKS
华章科技

完全立足于Android系统源代码，深度解析Android内核的架构设计与实现原理
透彻分析Android内核层、硬件抽象层和系统运行库层的各功能模块的底层机制

移动开发

杨丰盛◎著

Android Internals: System

Android技术内幕

系统卷

机械工业出版社
China Machine Press

移动开发

Android Internals: System

Android技术内幕

系统卷

杨丰盛◎著

机械工业出版社
China Machine Press

国内首本系统对 Android 的源代码进行深入分析的著作。

全书将 Android 系统从构架上依次分为应用层、应用框架层、系统运行库层、硬件抽象层和 Linux 内核层 5 个层次，旨在通过对 Android 系统源代码的全面分析来帮助开发者加深对 Android 系统架构设计和实现原理的认识，从而帮助他们解决开发中遇到的更加复杂的问题。

全书分为两卷："系统卷"主要分析了 Linux 内核层、硬件抽象层和系统运行库层的各个模块的底层原理和实现细节；"应用卷"主要分析了应用层和应用框架层的各个模块的底层原理和实现细节。

具体而言，"系统卷"第 1 章首先从宏观上介绍了 Android 系统的构架，以及各个层次之间的关系，然后介绍了如何获取 Android 源代码并搭建 Android 源代码开发环境和阅读环境的方法；第 2 章针对性地剖析了 Android 的内核机制和结构，以及 Android 对 Linux 内核的改动和增强；第 3 章分析了 Binder 的架构和工作机制，以及 Binder 驱动的实现原理；第 4 章分析了 Android 电源管理模块的机制与实现；第 5 章全面地剖析了 Android 硬件设备驱动（显示、视频、音频、MTD、Event、蓝牙、WLAN 等）的工作原理和实现，掌握这部分内容即可修改和编写基于 Android 的设备驱动程序；第 6 章深刻阐述了 Android 原生库的原理及实现，涉及系统 C 库、功能库、扩展库和原生的 Server 等重要内容；第 7 章系统地讲解了硬件抽象层的原理与实现，掌握这部分内容即可编写适合特定硬件设备驱动的抽象层接口；第 8 章和第 9 章是对系统运行库层的分析，主要讲解了 Dalvik 虚拟机的架构、原理与实现，以及 Android 的核心库相关的知识，掌握这部分内容即可完成对 Android 运行库的移植和修改。

本书适合高级 Android 应用开发工程师、Android 系统开发工程师、Android 移植工程师、Android 系统架构师，以及所有对 Android 源码实现感兴趣的读者。

图书在版编目（CIP）数据

Android 技术内幕 • 系统卷 / 杨丰盛著. —北京：机械工业出版社，2011.5

ISBN 978-7-111-33727-0

Ⅰ. A…　Ⅱ. 杨…　Ⅲ. 移动通信－携带电话机－应用程序－程序设计　Ⅳ. TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 039946 号

机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街 22 号　邮政编码　100037）
责任编辑：白　宇
北京市荣盛彩色印刷有限公司印刷
2011 年 6 月第 1 版第 1 次印刷
186mm×240mm • 34.25 印张
标准书号：ISBN 978-7-111-33727-0
定价：69.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
客服热线：（010）88378991；88361066
购书热线：（010）68326294；88379649；68995259
投稿热线：（010）88379604
读者信箱：hzjsj@hzbook.com

前　言

经过三年的发展，Android 已经从最初的智能电话领域逐渐进入教育、医疗、军事、汽车、家居等重要领域。它一路披荆斩棘，攻城拔寨，发展势头有目共睹，已经成为移动平台领域当之无愧的王者。目前，已有众多设备开始选择使用 Android 系统，比如智能手机、智能电视、平板电脑、上网本、MP3、MP4、智能相机等；相信在不久的未来，还将有更多采用 Android 系统的高科技产品进入我们的生活。这些设备将产生各种各样的应用需求，尤其是与 Android 系统底层相关的应用，这将给开发者带来大量的机会，尤其是系统级应用开发工程师。

Android 基于 Linux 内核，但它并不是标准的 Linux。因为 Google 为了让 Android 更适合移动手持设备，对 Linux 内核进行了各种优化和增强，这些增强的部分也正是从事 Android 系统开发的嵌入式系统工程师所急需了解的内容；同时 Android 的源代码不仅复杂，而且代码量巨大，各模块之间联系紧密。这让大多数 Android 应用开发者不知从何处入手，他们都希望能够有一本系统且全面的，对 Android 内核的构架和实现原理进行分析的书，而国内目前分析 Android 底层实现的书籍甚少。因此，笔者对自身的实战经验进行了总结和整理，编写了本书，希望能够帮助众多 Android 应用开发者更快、更深入地理解 Android 各个部分的具体实现，从而为开发各种系统级的应用做好准备。

本书分为两卷，系统卷和应用卷。系统卷主要分析 Android 系统层的实现，包括 Android 系统构架中的下面三层：Linux 内核层、硬件抽象层、系统运行库层；应用卷介绍 Android 系统构架中的上面两层，重在分析 Android 应用层的实现，包括应用程序框架层和应用层。具体如图 1 所示：

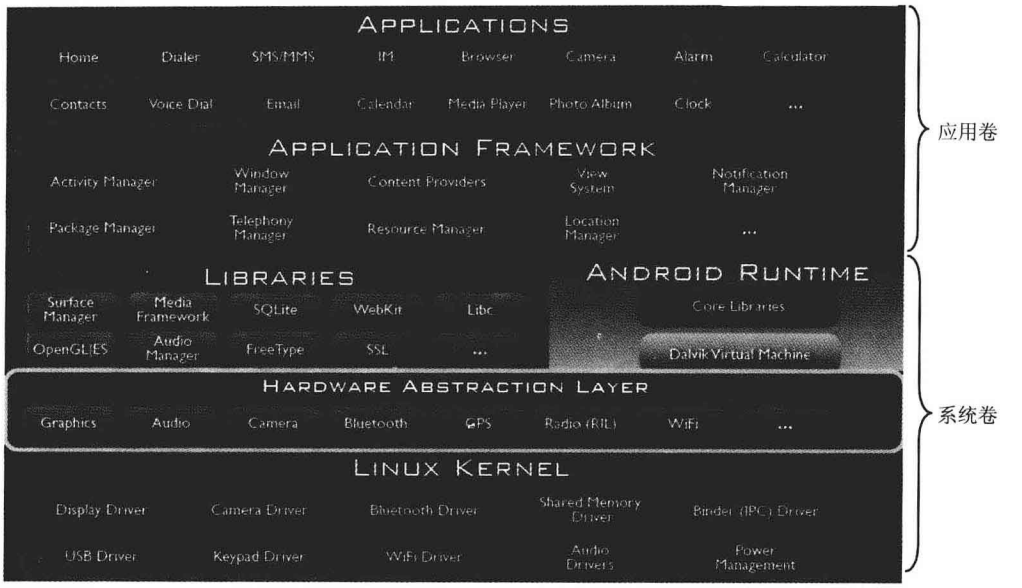


图 1　Android 系统构架[⊖]

图中 Linux 内核（Kernel）部分是本书系统卷第一部分的内容，主要分析 Android 的核心驱动程序的实现，包括驱动程序的系统构架、原理和实现。掌握这部分内容后，读者将能够修改和编写 Android 的各个设备驱动程序。紧接着上面则是硬件抽象层，本书第 7 章通过大量篇幅深入分析了 Android 中各个模块的硬件抽象层实现，使读者在掌握 Android 中已有的硬件设备接口实现的同时，能够独立编写适合自己的硬件设备驱动的抽象层接口。图中的 Libraries 部分即本书的第 6 章，分析了 Android 的系统库、程序库和功能库的具体实现，它能让读者在理解 Android 的各种功能的底层实现的同时，还能按照功能需求进行扩展和优化。最后，图中的 Android 运行时（Runtime）部分又分为 Dalvik 虚拟机和核心库两部分，分别在本书的第 8 章和第 9 章介绍，剖析了 Dalvik 虚拟机的构架与实现，以及 Android 核心库和 API 的运作机制，使读者能够完成 Android 运行库的移植和修改。

本书面向的读者

本书（系统卷）主要分析了 Android 系统底层的构架与实现原理，从源代码的获取和系统开发环境的搭建，到 Android Kernel 的核心实现，再到硬件抽象层和 Android 运行库等各个模块的细节实现，让读者可以从更深的层次去理解 Android 的系统构架，并对 Android 系统进行移植和二次开发。阅读本书的一个必要条件是对 Linux 内核有一定了解，因此本书（系统卷）非常适

⊖ 一般而言，Android 系统在构架上分为 4 层，分别为：应用层、应用框架层、系统运行库层和 Linux 内核层；为了使分析更加深入透彻，本书将系统运行库层和 Linux 内核层之间与硬件及其驱动相关的内容单独划分为一层——硬件抽象层。

合以下开发人员阅读：

- Android 系统开发/移植工程师
- Android 驱动开发/移植工程师
- Android 系统构架师
- 嵌入式系统工程师

应用卷则重在分析 Android 的应用层和应用程序框架层的运作机制，从基础的应用程序剖析入手，到应用程序 API 的实现，再到各模块的原理，让读者对 Android 有更深入、更全面的认识，同时结合商业案例的分析，让读者不仅能使用 API 开发应用，更能对 API 功能进行扩展，从而满足开发中的各种需求。因此，应用卷非常适合以下人员阅读：

- Android 应用开发/移植工程师
- Android 游戏开发/移植工程师
- Android 构架师

如何阅读本书

在编写本书之前，笔者收到很多《Android 应用开发揭秘》一书的读者发来的邮件，他们都希望有一本能深入讲解 Android 实现原理的书籍，因此编写了本书，旨在帮助众多开发者晋级。本书分为两册，如果是进行系统级开发，建议阅读本卷；如果是进行应用开发，建议阅读应用卷。

本书是以 Android 源码为基础进行分析的，因为源码内容很多，不能全部列出来，因此笔者建议在阅读本书的同时，最好能对照查看 Android 的源码实现（本书的所有代码清单都指明了它在源码中的路径，以方便大家查看）；另外，本书中有多处标记为“注意”、“扩展学习”的内容，都是一些实战经验。最后，虽然 Android 的各部分联系紧密，但各个部分的讲解都较为完整，大家仍然可以根据需要调整阅读顺序。

致谢

感谢所有在本书写作过程中给予过我指导、帮助和鼓励的朋友，尤其是本书的策划编辑杨福川，他不仅对本书提出了宝贵的写作建议，而且还和他的同事曾珊对书稿进行了仔细的审阅。

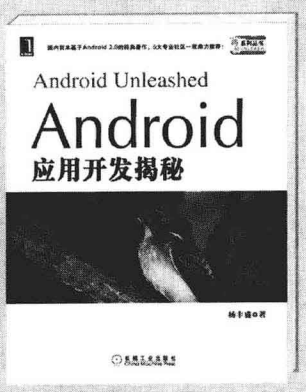
感谢一直以来信任、鼓励和支持我的父母和其他亲人。

最后还要感谢我的女友，正是你的爱与支持，才使我有了今天的收获。

虽然我热切地希望与广大读者朋友分享 Android 系统的底层实现技术，但由于时间有限，书中难免存在疏漏与错误，诚恳地希望各位读者批评和指正。如果发现书中有任何问题，或是想与我交流关于 Android 开发的相关话题，欢迎通过 Android.Yarin@gmail.com 与我联系。希望能结识更多的朋友，大家共同进步。

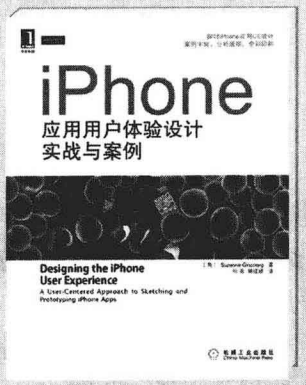
华章移动开发系列图书

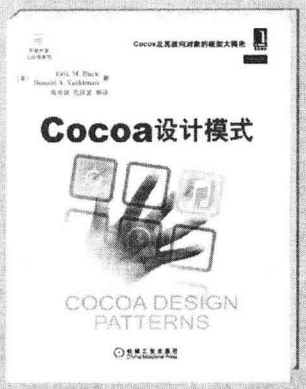

Android技术内幕
系统卷

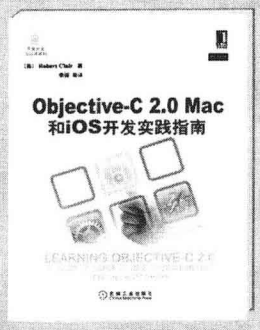

Android Unleashed
Android
应用开发揭秘

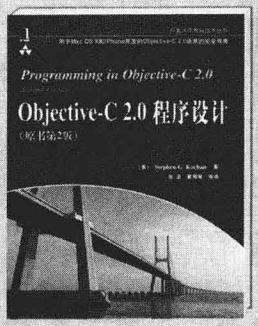

Android 2.3
应用开发实战


iPad
应用开发实战


iPhone
应用用户体验设计
实战与案例
Designing the iPhone
User Experience


Cocoa设计模式
COCOA DESIGN
PATTERNS


Objective-C 2.0 Mac
和iOS开发实践指南


Programming in Objective-C 2.0
Objective-C 2.0 程序设计


iPhone SDK 3 Visual QuickStart Guide
iPhone SDK 3
开发快速上手


黑莓
(BlackBerry)
开发从入门到精通

www.hzbook.com

填写读者调查表　加入华章书友会
获赠精彩技术书　参与活动和抽奖

尊敬的读者：

感谢您选择华章图书。为了聆听您的意见，以便我们能够为您提供更优秀的图书产品，敬请您抽出宝贵的时间填写本表，并按底部的地址邮寄给我们（您也可通过www.hzbook.com填写本表）。您将加入我们的“华章书友会”，及时获得新书资讯，免费参加书友会活动。我们将定期选出若干名热心读者，免费赠送我们出版的图书。请一定填写书名书号并留全您的联系信息，以便我们联络您，谢谢！

书名：　　书号：7-111-(　　)

姓名：	性别：☐男　☐女	年龄：	职业：
通信地址：		E-mail：	
电话：	手机：	邮编：	

1. 您是如何获知本书的：

☐朋友推荐　☐书店　☐图书目录　☐杂志、报纸、网络等　☐其他

2. 您从哪里购买本书：

☐新华书店　☐计算机专业书店　☐网上书店　☐其他

3. 您对本书的评价是：

技术内容	☐很好	☐一般	☐较差	☐理由_____
文字质量	☐很好	☐一般	☐较差	☐理由_____
版式封面	☐很好	☐一般	☐较差	☐理由_____
印装质量	☐很好	☐一般	☐较差	☐理由_____
图书定价	☐太高	☐合适	☐较低	☐理由_____

4. 您希望我们的图书在哪些方面进行改进？

_____

_____

5. 您最希望我们出版哪方面的图书？如果有英文版请写出书名。

_____

_____

6. 您有没有写作或翻译技术图书的想法？

☐是，我的计划是_____　☐否

7. 您希望获取图书信息的形式：

☐邮件　☐信函　☐短信　☐其他_____

请寄：北京市西城区百万庄南街1号　机械工业出版社　华章公司　计算机图书策划部收

邮编：100037　电话：（010）88379512　传真：（010）68311602　E-mail: hzjsj@hzbook.com

目　录

第 1 章

准备工作

本章主要内容

- 您认识 Android 吗?
- 开发者能基于 Android 做些什么?
- 如何才能更好地利用 Android 这个开源项目?
- 如何搭建 Android 源码开发环境?

自 2007 年 11 月发布以来，Android 已经经历了数个版本的更新，市面上采用该系统的移动设置数量也在飞速增长，目前，它已经是一个强大而成熟的系统，但是 Google 并没有停止，也没有减慢研发速度，而是在更加努力地将它做得更好、更完美！让我们带着前面的问题重新审视 Android，一起迎接移动互联网的未来。

1.1 深入认识 Android

首先，我们有必要对 Android 进行深入的认识。如果你或多或少对 Android 有一些了解，我仍然建议大家仔细地阅读本章的内容，因为你能从不同的侧面和深度重新认识 Android，这些内容是开发者必须了解的。如果你之前对 Android 没有任何了解，也不必担心，我们将仔细地为你讲解 Android 的每一个知识点。

这一节我们将为大家解答本章开头列出的部分问题，首先，将分析 Android 的众多技术亮点，让你对 Android 的概念以及它的功能有一个全面的了解；其次，分析 Android 的系统构架、剖析 Android 的初始化流程以及各个层次之间的关系，让你能够看到 Android 更真实的一面；最后，介绍了 Android 系统开发和应用开发相关的基础概念。

内容为大家准备得够丰富吧！是不是有些迫不及待了，让我们一起开始吧。

1.1.1 Android 的系统构架

要深入学习 Android，首先需要学习 Android 的系统构架。Android 的系统构架和其操作系统一样，采用了分层的构架，层次非常清晰，因此要掌握它的构架并不难。前言中的图 1 为 Android 的系统构架图，如果你对该图已经不陌生，并且理解图中所示的构架，那么你可以跳过这部分内容（或者快速浏览）；如果你是第一次见到该图，建议你详细阅读该部分内容，因为整本书的内容都是以这幅图为基础的。我们会对图中的每一个模块进行详细地分析，让你真正掌握 Android 的技术内幕。

从前言中的图 1 可以看出，Android 分为五层，从高层到低层分别是应用程序层（Applications）、应用程序框架层（Application Framework）、系统运行库层（Libraries 和 Android Runtime）和 Linux 内核层（Linux Kernel）。下面分别来看各个层次为我们提供了什么功能，以及如何来运用这些功能。

1. 应用程序层

Android 会与核心应用程序包一起发布，该应用程序包包括图 1 为大家展示的主屏（Home）、E-mail 客户端、SMS/MMS 短消息程序、日历、地图、浏览器、联系人管理程序等。所有的应用程序都是使用 Java 语言编写的，通过调用应用程序框架层（Application Framework）所提供的 API 来完成。当然，你也可以使用 Java 通过 JNI 的方式，配合 Android NDK 来开发原生的应用程序，这样可以提高应用程序的效率，但是难度也大大增加——你需要精通 C 和 C++等语言，并且对 Android NDK 所提供的为数不多的功能有很深的认识。因为 Android NDK 提供的

功能不是太多，为了避免你做了很久之后才发现——原来 NDK 不支持某项功能，大家可以根据自己的需求来选择是否采用 NDK 开发原生程序。

2．应用程序框架层

应用程序框架层为开发人员提供了可以完全访问核心应用程序所使用的 API 框架。该应用程序的构架设计简化了组件的重用，任何一个应用程序（以及任何其他应用程序）都可以发布自己的功能模块（在遵循框架的安全性限制的前提下）。同样，该应用程序重用机制也使用户可以方便地替换程序组件。下面来看一下该层的每一个模块为我们提供的组件，如表 1-1 所示。

表 1-1　应用程序框架层提供的组件及其功能描述

名　称	功能描述
活动管理器（Activity Manager）	管理应用程序生命周期并提供常用的导航回退功能。比如：开启应用程序需要的资源和退出应用程序时需要释放资源
窗口管理器（Window Manager）	管理所有开启的窗口程序
内容提供器（Content Providers）	使应用程序可以访问另一个应用程序的数据（如联系人数据库），或者共享它们自己的数据
视图系统（View System）	可以用来构建应用程序，它包括列表（list）、网格（grid）、文本框（text box）、按钮（button）、图形绘制等，以及可嵌入的 web 浏览器
通知管理器（Notification Manager）	使应用程序可以在状态栏中显示自定义的提示信息
包管理器（Package Manager）	管理所有安装在 Android 系统中的应用程序。比如：信息查看和卸载应用程序等
资源管理器（Resource Manager）	提供各种资源供应用程序使用。比如：字符串资源、图像资源、音频资源等
硬件服务（Hardware Services）	Telephony Manager　电话拨打和接听等相关功能 Location Manager　管理地图服务的相关功能 Blutooth Sefvice　有关蓝牙服务的相关功能 WIFI Service　WIFI 服务相关功能 USB Service　USB 服务相关功能 Sensor Service　传感器服务相关功能

3．系统运行库层

系统运行库层包括程序库和 Android 运行库两部分，下面分别来介绍这两个部分。

（1）程序库

Android 包含一些 C/C++库，这些库能被 Android 系统中的不同组件使用，它们通过应用程序框架为开发者提供服务，表 1-2 给出了这些核心库的功能介绍。

表 1-2　系统运行库层包含的核心库及其功能描述

名　称	功能描述
Surface Manager	对显示子系统进行管理，并且为多个应用程序提供了 2D 和 3D 图层的无缝融合