

高等院校信息技术规划教材

Android应用开发教程

刘志强 主 编
庄旭菲 张 旭 副主编

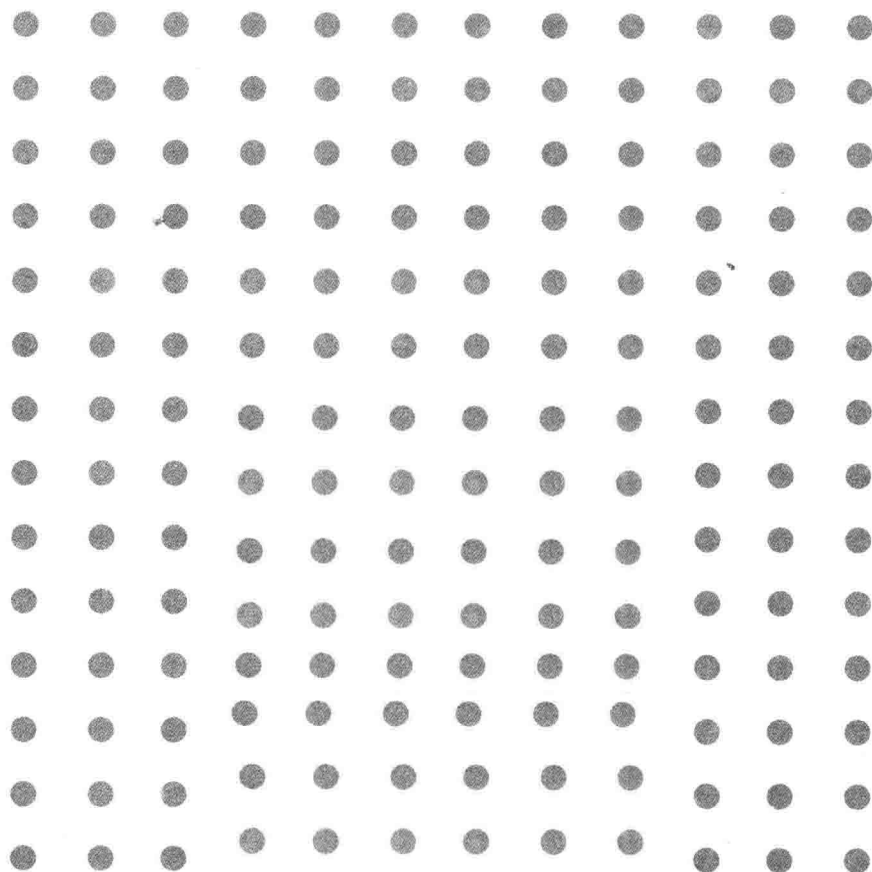


清华大学出版社

高等院校信息技术规划教材

Android应用开发教程

刘志强 主 编
庄旭菲 张 旭 副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从已有 Java 基础的初学者角度出发,以 Android 的应用程序开发为主题,通过通俗易懂的语言,循序渐进、系统地介绍了 Android 平台基础知识以及进行应用程序开发应该掌握的基本技术。全书共分 14 章,内容包括 Android 系统架构、开发环境搭建、Android 开发工具、Android 的界面开发、服务与广播、Android 多媒体、数据存储与数据共享、网络编程、Android 传感器、Android 位置服务与地图应用、综合移动应用项目等。本书的讲述由浅入深,结合了大量的实例,以加深读者对 Android 基础知识和基本应用的理解,帮助读者系统地掌握 Android 应用程序设计的基本技术,为从事基于 Android 的应用软件开发打下坚实的基础。

本书可作为计算机及相关专业基于 Android 平台应用开发的教材,也可供专业技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Android 应用开发教程/刘志强主编. —北京:清华大学出版社,2016

高等院校信息技术规划教材

ISBN 978-7-302-42817-6

I. ①A… II. ①刘… III. ①移动终端—应用程序—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 028492 号

责任编辑:张 玥 薛 阳

封面设计:常雪影

责任校对:时翠兰

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21.75 字 数:503 千字

版 次:2016 年 5 月第 1 版 印 次:2016 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:44.50 元

产品编号:067345-01

由 Google 公司发起的 OHA 联盟,在 2007 年 11 月推出了开放的 Android 平台。Android 是一个流行、免费、开源的移动终端平台,在与其他移动平台的竞争中,一直保持了高速的增长率,众多开发人员已把 Android 应用开发列为重点选择。如何迅速地推广和普及 Android 平台软件开发技术,让越来越多的人参与到 Android 应用的开发中,是国内整个 IT 行业都在关注的一个话题。

本书是一本以 Android 的应用开发为主题的基础教材,面向已经具有 Java 基础的高等院校的学生、开发人员和移动应用开发爱好者,通过对 Android 平台基础知识以及应用程序开发的基本技术的讲解,帮助读者迅速地掌握 Android 应用开发技能,为今后从事基于 Android 的应用软件开发打下坚实的基础。

本书的主要内容

第 1 章介绍了 Android 系统的发展史、系统特性、系统架构及 Android 的开发环境搭建。

第 2 章介绍了 Android 常用的开发调试工具,如何创建、运行 Android 项目,并对 Android 项目结构进行分析。

第 3 章介绍了 Android UI 常用组件及 Android 布局方法。

第 4 章介绍了 Activity 的生命周期、如何创建与注册 Activity、Activity 的启动方式。

第 5 章介绍了 Android UI 高级组件编程,包括 ListView、GridView、Spinner、菜单和对话框。

第 6 章介绍了 Android 的图形绘制、音频和视频播放技术、Android 的动画设计。

第 7 章介绍了 Android 的各种传感器应用。

第 8 章介绍了 Android 服务的生命周期、创建及配置方法。

第 9 章介绍了 Android 广播机制、注册和收发广播方法。

第 10 章介绍了 Android 的偏好设置、文件存储、SQLite 数据库存储和 ContentProvider。

第 11 章介绍了 Android 的网络编程,URLConnection 接口和



HttpClient 接口的使用方法。

第 12 章介绍了 Android 电话管理器和短信管理器。

第 13 章介绍了 Android 位置服务与地图应用。

第 14 章介绍了一个“手机监控”综合项目案例。

本书的读者对象

- 高等院校计算机类、电子类、电气类、控制类专业本科生。
- 学习 Android 应用程序开发的研究生。
- Android 应用程序的开发人员,对移动应用开发有兴趣的爱好者。

作者分工

全书由刘志强主编并编写第 1、2、3、4、8 章,张旭编写第 5、6、7 章、庄旭菲编写第 9、10、11、12、13、14 章。同时刘冬梅、王瑞也参与了本书的编写与校稿。

由于作者水平有限,编写时间仓促,书中难免存在疏漏和不足。敬请读者不吝赐教,对本书给予建议和批评指正,以便我们在改版或再版的时候及时纠正补充。

作 者

2015 年 12 月

目录

Contents

第 1 章 Android 概述	1
1.1 Android 的发展史	1
1.1.1 Android 的起源	1
1.1.2 当前的主流移动操作系统	2
1.1.3 Android 的版本	3
1.2 Android 系统的特性	5
1.3 Android 系统架构	7
1.3.1 Android 应用层	8
1.3.2 Android 应用框架层	8
1.3.3 Android 核心库	9
1.3.4 Android 运行时	10
1.3.5 Linux 内核层	11
1.4 Android 环境搭建	11
1.4.1 Java 开发环境安装与配置	11
1.4.2 安装 Android 开发环境	12
习题 1	18
第 2 章 开发工具介绍及项目结构	19
2.1 Android 开发工具介绍	19
2.1.1 adb	19
2.1.2 AVD	20
2.1.3 DDMS	22
2.2 创建第一个 Android 项目	25
2.2.1 如何创建 Android 项目	26
2.2.2 Android 项目结构	30
2.2.3 案例程序分析	31
2.2.4 Android 的应用程序组件	35



习题 2	37
第 3 章 Android UI 编程	38
3.1 Android 常用 UI 组件	38
3.1.1 View 和 ViewGroup	38
3.1.2 Android UI 开发概述	40
3.1.3 文本框与编辑框	41
3.1.4 按钮与图片视图	47
3.1.5 案例 ImageView 和 ImageButton	48
3.1.6 案例 CheckBox、RadioButton 和 ToggleButton	52
3.2 Android 常用布局	60
3.2.1 线性布局	61
3.2.2 相对布局	63
3.2.3 表格布局	68
3.2.4 帧布局	71
3.2.5 网格布局	72
3.2.6 绝对布局	74
习题 3	75
第 4 章 Android 活动简介	76
4.1 Activity 的创建与注册	76
4.1.1 Activity 的创建	76
4.1.2 Activity 的注册	78
4.2 Activity 的生命周期	79
4.3 Activity 的启动	81
4.3.1 直接启动 Activity	81
4.3.2 启动 Activity 并传递参数	82
4.3.3 带返回值启动 Activity	83
4.4 Activity 的启动模式	84
4.5 案例 lifecycle	87
4.5.1 案例功能描述	87
4.5.2 案例程序结构	87
4.5.3 案例的实现步骤和思路	87
4.5.4 案例参考代码	88
4.5.5 案例运行效果	97
4.5.6 案例程序分析	98
习题 4	101

第 5 章	Android 高级 UI 编程	102
5.1	Adapter 简介	102
5.1.1	ArrayAdapter 简介	103
5.1.2	案例 ArrayAdapter	103
5.1.3	SimpleAdapter 简介	105
5.1.4	案例 SimpleAdapter	106
5.2	ListView 列表控件的功能及使用	109
5.2.1	ListView 常用属性	109
5.2.2	案例 ListView 具体使用	111
5.2.3	响应单击事件	117
5.3	GridView 网格控件的功能及使用	118
5.3.1	GridView 常用属性	118
5.3.2	案例 GridView 具体使用	118
5.4	Spinner 的功能及使用	122
5.4.1	案例功能描述	122
5.4.2	案例程序结构	122
5.4.3	案例的实现步骤和思路	122
5.4.4	案例参考代码	122
5.4.5	案例运行效果	124
5.5	菜单 Menu	125
5.5.1	使用 xml 定义 Menu	125
5.5.2	使用代码定义 Menu	126
5.5.3	使用菜单	127
5.6	案例菜单 Menu	127
5.6.1	案例功能描述	127
5.6.2	案例程序结构	127
5.6.3	案例的实现步骤和思路	127
5.6.4	案例参考代码	128
5.6.5	案例运行效果	130
5.7	对话框 Dialog	130
5.7.1	简单对话框	131
5.7.2	多按钮对话框	131
5.7.3	列表对话框	133
5.7.4	单选列表对话框	134
5.7.5	复选列表对话框	135
5.7.6	自定义对话框	136
5.7.7	进度对话框	137

5.7.8 自定义进度对话框	138
5.8 用 Fragment 分割用户界面	139
5.8.1 Fragment 的生命周期	139
5.8.2 设计基于 Fragment 的应用	140
5.8.3 Android 支持包	148
习题 5	149

第 6 章 Android 多媒体

151

6.1 Android 的图形绘制	151
6.1.1 Canvas	151
6.1.2 Paint	153
6.1.3 温度计绘图案例	155
6.1.4 Bitmap	159
6.1.5 Matrix	161
6.1.6 图片缩放功能案例	161
6.2 Android 多媒体基础	164
6.2.1 基本类	164
6.2.2 权限声明	164
6.2.3 Android 多媒体核心 OpenCore	165
6.2.4 MediaPlayer 类	166
6.3 音频播放	168
6.3.1 播放本地资源	168
6.3.2 播放内部资源	168
6.3.3 播放网络资源	169
6.4 简单音乐播放器案例	170
6.4.1 案例功能描述	170
6.4.2 案例程序结构	170
6.4.3 案例的实现步骤和思路	170
6.4.4 案例参考代码	171
6.4.5 案例运行效果	176
6.5 视频播放	176
6.5.1 使用 MediaPlayer 和 SurfaceView 播放视频	176
6.5.2 使用 MediaPlayer 和 SurfaceView 播放视频案例	177
6.5.3 使用 VideoView 播放视频	182
6.6 实现拍照功能	183
6.6.1 使用系统自带的拍照应用程序	183
6.6.2 自行开发拍照功能	184
6.6.3 Camera 类使用案例	184

6.7	Android 动画设计	189
6.7.1	Android 中的逐帧动画	189
6.7.2	逐帧动画演示案例	189
6.7.3	Android 中的补间动画	192
6.7.4	补间动画演示案例	194
6.7.5	动画监听事件	198
习题 6		199
第 7 章	Android 传感器	200
7.1	传感器的分类	200
7.1.1	移动传感器	200
7.1.2	位置传感器	201
7.1.3	环境传感器	201
7.2	获取传感器事件	203
7.3	传感器坐标系统	206
7.4	详解各种传感器	206
7.4.1	加速度计	206
7.4.2	重力传感器	208
7.4.3	陀螺仪	209
7.4.4	线性加速度	209
7.4.5	方向传感器	209
7.4.6	地磁场传感器	211
7.4.7	距离传感器	212
习题 7		213
第 8 章	Android 服务简介	214
8.1	Service 的创建及配置	214
8.2	Service 的分类及生命周期	215
8.2.1	Service 分类	215
8.2.2	Service 生命周期	215
8.3	启动和停止 Service	217
8.3.1	本地 Service	217
8.3.2	绑定本地 Service	218
8.3.3	Service 案例	218
习题 8		223

第 9 章 Android 广播简介	224
9.1 Android 广播机制	224
9.2 收发广播	224
9.2.1 发送广播	224
9.2.2 接收广播	225
9.2.3 BroadcastReceiver(广播接收者)注册分类	225
9.2.4 静态注册广播案例	226
9.2.5 动态注册广播案例	228
9.3 系统自带的广播	231
9.4 广播分类	232
9.4.1 正常广播	232
9.4.2 有序广播	232
9.4.3 黏滞广播	232
习题 9	233
第 10 章 Android 的数据持久化	234
10.1 SharedPreferences	234
10.1.1 获取 SharedPreferences 对象	234
10.1.2 保存 SharedPreferences	235
10.1.3 读取 SharedPreferences	235
10.1.4 SharedPreferences 案例	235
10.2 文件存储	236
10.2.1 内部存储	237
10.2.2 外部存储	237
10.2.3 文件存储案例	238
10.3 SQLite 数据库存储	242
10.3.1 SQLite 简介	242
10.3.2 SQLiteOpenHelper	243
10.3.3 数据库操作	243
10.3.4 SQLite 案例	244
10.4 ContentProvider	250
10.4.1 ContentProvider 简介	250
10.4.2 访问手机数据信息	250
10.4.3 ContentProvider 案例	251
习题 10	260

第 11 章 Android 网络编程	262
11.1 URL 统一资源定位符	262
11.2 使用 URLConnection 接口	262
11.3 案例 URLConnection	263
11.3.1 案例功能描述	263
11.3.2 案例程序结构	263
11.3.3 案例的实现步骤和思路	263
11.3.4 案例参考代码	263
11.3.5 案例运行效果	265
11.4 使用 HttpClient 接口	266
11.5 案例 HttpClient 接口	266
11.5.1 案例功能描述	266
11.5.2 案例程序结构	266
11.5.3 案例的实现步骤和思路	267
11.5.4 案例参考代码	267
11.5.5 案例运行效果	282
习题 11	282
第 12 章 Android 管理器	283
12.1 电话管理器	283
12.2 案例 TelephonyManager	283
12.2.1 案例功能描述	283
12.2.2 案例程序结构	283
12.2.3 案例的实现步骤和思路	283
12.2.4 案例参考代码	284
12.2.5 案例运行效果	286
12.3 短信管理器	287
12.4 案例 SmsManager	287
12.4.1 案例功能描述	287
12.4.2 案例程序结构	287
12.4.3 案例的实现步骤和思路	287
12.4.4 案例参考代码	288
12.4.5 案例运行效果	290
习题 12	290

第 13 章 LBS 定位服务	291
13.1 LBS 简介	291
13.2 LBS 服务模式	292
13.2.1 社交网络和游戏模式	292
13.2.2 生活信息服务模式	293
13.2.3 电子商务模式	293
13.3 获取位置信息	294
13.4 百度地图使用案例	294
13.4.1 案例概述	294
13.4.2 案例分析	295
13.4.3 案例实现	295
习题 13	305
第 14 章 综合项目之手机监控	306
14.1 项目功能需求分析	306
14.2 应用程序结构设计	307
14.3 应用程序界面设计	308
14.3.1 欢迎界面布局设计	308
14.3.2 主功能界面布局设计	309
14.3.3 ListView 列表项 Item 布局	312
14.4 Activity 类设计	313
14.4.1 欢迎界面 Activity	313
14.4.2 主功能界面 Activity	316
14.5 应用程序主要功能逻辑设计	322
14.5.1 服务类 SMSService	322
14.5.2 获取定位信息类 MyLocationListener	329
14.6 工具类设计	330
14.6.1 缓存类 AppContext	330
14.6.2 动作工具类 ActionUtils	331
习题 14	333
参考文献	334

Android 概述

本章将对 Android 系统进行总体概述,主要介绍 Android 系统的发展史、系统特性、系统架构及 Android 的开发环境搭建。

1.1 Android 的发展史

1.1.1 Android 的起源

Android(中文名安卓)是一个以 Linux 内核为基础的半开源的移动设备操作系统,可以用在手机、平板电脑和其他移动嵌入式设备上,由 Google 领导的 OHA (Open Handset Alliance, 开放手机联盟)维护和开发。Android 的 1.0 Beta 版在 2007 年上市,截至 2012 年底,Android 系统已经成为世界上市场份额最大的手机操作系统。

Android 系统最早由被称为“Android 之父”的 Andy Rubin 带领的一个团队于 2003 年 10 月开始研发,他们当时在美国加州成立了一家高科技公司,叫作 Android Inc. (Android 科技公司),专注于移动设备的智能软件开发。Andy Rubin 和团队中的每个成员都是在科技领域有所建树的技术能手,他们在日夜不停地奋战了两年之后,做出了 Android 系统的整体框架,但却遇到了一个令所有新型公司都为之头疼的难题,就是资金问题。这时,一直与 Rubin 保持着良好私人关系的 Google 公司的两位创始人,向 Android 科技公司伸出了寻求合作的橄榄枝。

2005 年 8 月,Google 低调收购了 Android 科技公司,后者成为 Google 旗下的一部分,Andy Rubin 同时出任 Google 公司工程副总裁,继续负责 Android 项目。

2007 年 11 月,Google 与 84 家硬件制造商、软件开发商和电信运营商联合成立开放手机联盟,来共同研发和改进 Android 系统。紧接着,Google 于 2007 年 11 月发布了 Android 的 1.0 Beta 版,并于次年 9 月发布了 1.0 正式版。此时正值诺基亚的 Symbian 系统在世界手机市场上持续称霸,苹果的 iPhone 也开始大受欢迎,Google 适时成立开放手机联盟并且发布 Android 系统,可以说是为之后的赶超之路打下了坚实的基础。

2010 年末的数据显示,仅正式推出两年的 Android 系统在市场上的占有率已经赶超过了称霸 10 余年的诺基亚 Symbian 系统,成为全球第一大智能手机操作系统。2012 年 6 月,Google 在 2012 Google I/O 大会上表示,全球市场上已有超过 4 亿部被 Google 认

证的 Android 设备被启动,每天约启动一百万台。

1.1.2 当前的主流移动操作系统

Android 作为一款移动操作系统,自然是与其他的移动操作系统有很大的相同之处。移动操作系统相比于桌面操作系统,一般要注重移动性、个性化、多平台支持和网络连通性。下面来看一下当前比较流行的几款移动操作系统及其各自的特点。

1. Windows Mobile/Phone

它是由微软公司推出的移动设备操作系统。随着 Windows 8 的问世,微软在移动市场上开始发力反击。它的一大优势是将用户熟悉的 Windows 桌面环境应用在了移动设备中,这样可以减少用户的适应时间,并能让用户在移动设备上使用到与桌面 Windows 中相同的应用程序。与其桌面操作系统相同,Windows Mobile/Phone 也是不开放源代码的。Windows Mobile/Phone 使用 C# 和 C++ 作为应用开发语言。

2. iOS

它是由苹果公司为 iPhone、iPad 和 iPod Touch 开发的移动操作系统,它的原名叫作 iPhone OS,苹果公司于 2010 年 6 月的 WWDC 大会上宣布将其改为 iOS。iOS 的 1.0 版本于 2007 年 6 月发布,截至目前的最新版是 iOS 9,于 2015 年 6 月在 WWDC 大会上发布。

iOS 操作系统下的游戏和动画程序使用了苹果开发的内置加速器,从而可以获得非常出色的 2D 和 3D 画面效果,同时 iOS 的桌面环境也很美观。与微软的移动操作系统相似,iOS 也是不开源的。iOS 使用 Objective-C 作为应用开发语言。

3. Symbian

大名鼎鼎的 Symbian 操作系统曾经一度称霸手机领域长达数年之久,它的第一代系统 Symbian 5.0 于 1999 年被推出。近些年,Symbian 由于代码滞后、第三方开发难度大、触屏体验不佳和版本兼容性差等缺点,与竞争对手 iOS 和 Android 相比不再具有优势,从而逐渐被对手抢占了市场份额。Symbian 曾开放过一段时间源代码,但后来又封闭了。Symbian 使用 C++ 作为应用开发语言。

4. BlackBerry

中文名为黑莓(不过 RIM 官方一直未认可“黑莓”这个中文名),它是由加拿大的 RIM 公司推出的一种移动电子邮件系统终端,其特点是支持推动式电子邮件、移动电话、文字短信、互联网传真、网页浏览及其他无线信息服务。大部分 BlackBerry 设备都具有全键盘输入功能,BlackBerry 手机特别适合于常处理电话、短信和电子邮件业务的商务人群。BlackBerry 使用 Java 作为应用开发语言。

5. Android

Android 系统具备一套完整的智能手机需要具备的功能,且是开放源代码的,虽然后来被证明了其只算是开放了部分源代码,属于半开源的系统,但它仍然是一份不可多得的、功能完整的可用于学习移动开发技术的优秀素材。Android 使用 Java 作为主要的应用开发语言,在需要更改 Android 的底层功能时,需要使用 C 或 C++。

1.1.3 Android 的版本

Android 项目的创始人 Andy Rubin,过去是一名狂热的机器人爱好者,曾自行设计并制作过小机器人,所以 Android 曾有两个以机器人命名的内部版本代号,分别是 Astro(阿童木,1.0 正式版)和 Bender(发条机器人,1.1 版),这两个版本之后,由于商标问题,Google 将 Android 的版本代号由机器人系列改为现在的甜点系列。

Android 的版本代号有一定规律,它按照英文字母 A、B、C、D 的顺序,以此类推命名,现在最新的版本已经到了字母 L,叫作 Lolipop(棒棒糖),也就是 5.0 版。Android 的版本发布历史如表 1-1 所示。

表 1-1 Android 的版本发布历史

版本号及版本名称	发布时间	重要的更新内容
1.0 Beta	2007-11-12	发布 Android SDK 预览版,供开发者测试使用,并收集用户反馈
1.0 Astro(阿童木)	2008-09-23	发布第一个正式稳定版 Android SDK v1.0,Google 开放了 Android 平台的源代码
1.1 Bender(发条机器人)	2009-02	发布了 Android SDK v1.1
1.5 Cupcake(纸杯蛋糕) 基于 Linux 2.6.27 内核	2009-04-30	支持播放和拍摄影片,并上传到 Youtube;支持立体声蓝牙耳机;采用 WebKit 技术的浏览器;大大提高 GPS 性能;提供屏幕虚拟键盘;Home 界面增加音乐播放器和相册;应用程序自动随着智能手机旋转
1.6 Donut(甜甜圈)内核基 于 Linux 2.6.29	2009-09-15	支持手势;支持 CDMA 网络;重新设计了 Android Market;支持 OpenCore2 引擎
2.0/2.1 Éclair(松饼) 基于 Linux 2.6.29 内核	2009-10-26	支持 HTML5;制作新的联系人程序;Google Maps 升级为 3.1.2 版;支持 Microsoft Exchange;支持蓝牙 2.1;支持内置相机闪光灯;改进虚拟键盘;支持数码变焦
2.2(API-8) Froyo(冻酸奶) 基于 Linux 2.6.32 内核	2010-05-20	支持将软件安装至扩展内存;集成 Chrome 的 V8 JavaScript 引擎到浏览器;支持 Adobe Flash 10.1;支持 USB 分享器;支持 WiFi 热点功能
2.3(API-9,API-10) Gingerbread(姜饼) 基于 Linux 2.6.35 内核	2010-12-07	支持 WXGA 的屏幕尺寸;电话簿集成 Intent Call 功能;支持 NFC(近场通信);优化游戏开发支持;新增下载管理员;从 YAFFS 转变为 EXT4 文件系统;加入屏幕截图功能;加入 Google Talk;修复了 UI

续表

版本号及版本名称	发布时间	重要的更新内容
3.0(API-11) 3.1(API-12) 3.2(API-13) Honeycomb(蜂巢) 基于 Linux 2.6.36 内核	2011-02-02	3.X 都是平板电脑上使用的版本;新版的 Gmail;加入 3D 加速处理;加入专为平板电脑设计的界面;支持多核心处理器;优化了 7 寸平板的显示
4.0(API-14,API-15) Ice Cream SandWich (冰激凌三明治) 基于 Linux 3.0.1 内核	2011-10-19	加入 HOLO 主题,并推荐第三方应用使用该主题;相机自带全景模式;大幅改动用户界面
4.1(API-16) 4.2(API-17) 4.3(API-18) Jelly Bean(果冻豆) 基于 Linux 3.0.31 内核	4.1: 2012-06-28 4.2: 2012-10-30 4.3: 2013-07-24	4.1 版的重要更新内容: 增加“牛油”性能,让用户体验更加顺畅;加入 Google Now 活动通知功能;加入脱机语言输入;Google Play 中加入电视片和电影的购买;大幅改变用户界面设计;集成更多的 Google 云;不再自带 Flash Player 4.2 版的重要更新内容: 支持多用户账户;加入通知中心里的设置键;更新 Google Now;加入手势输入;支持多媒体无线传输 Miracast;加入照片球(球形全景拍摄)功能 4.3 版的重要更新内容: 支持多用户登录;“蓝牙低功耗”功能;支持更多缓冲器对象;新版 OpenGL ES 3.0 着色语言;增加多个纹理的支持;多重渲染目标(Multiple Render Targets);多重采样抗锯齿(MSAA Render To Texture);使用统一的纹理压缩格式 ETC;增加 TRIM 指令;新增 App Opt 功能(默认隐藏)
4.4(API-19) KitKat(奇巧巧克力棒) 基于 Linux 3.10 内核	2013-09-03	4.4 版的重要更新内容: 支持语音打开 Google Now (在主画面说出“OK Google”);在阅读电子书、玩游戏、看电影时支持全屏模式(Immersive Mode);优化存储器使用,在多任务处理时有更佳工作的表现;新的电话通信功能;旧有的 SMS 应用程序集成至新版本的 Hangouts 应用程序;Emoji Keyboard 集成至 Google 本地的键盘;支持 Google Cloud Print 服务;支持第三方 Office 应用程序直接打开及存储用户在 Google Drive 内的文件,实时同步更新文件;支持低电耗音乐播放;全新的原生计步器;全新的 NFC 付费集成;全新的非 Java 虚拟机运行环境 ART(Android Runtime);支持 Message Access Profile (MAP);支持 Chromecast 及新的 Chrome 功能;支持隐闭字幕
5.0(API-21) Lollipop(棒棒糖) 基于 Linux 3.14 内核	2014-06-25	采用全新 Material Design 界面;支持 64 位处理器;全面由 Dalvik 转用 ART(Android Runtime)编译,性能可提升 4 倍;改良的通知界面及新增优先模式;预载省电及充电预测功能;新增自动内容加密功能;新增多人设备分享功能;强化网络及传输连接性;强化多媒体功能;强化“OK Google”功能;改善 Android TV 的支持;提供低视力的设置,以协助色弱人士;改善 Google Now 功能