



主编 何泾沙 周悦

Mobile Intelligent Systems Testing: Principles and Practices

移动智能系统测试 原理与实践



机械工业出版社
China Machine Press

Mobile Intelligent Systems Testing: Principles and Practices

移动智能系统测试

原理与实践

主编 何涇沙 周悦



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

移动智能系统测试原理与实践 / 何泾沙, 周悦主编. —北京: 机械工业出版社, 2016.6
(移动开发)

ISBN 978-7-111-53830-1

I. 移… II. ①何… ②周… III. 移动通信 - 智能系统 - 系统测试 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 104468 号

移动智能系统测试原理与实践

出版发行: 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: 曲 熠

责任校对: 殷 虹

印 刷: 北京诚信伟业印刷有限公司

版 次: 2016 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 186mm×240mm 1/16

印 张: 27.5

书 号: ISBN 978-7-111-53830-1

定 价: 79.00 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) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

华章IT
HZBOOKS | Information Technology



随着信息化系统建设复杂度的提高、网络与数据库的迅速发展及其应用的不断广泛和深入, 社会对信息和信息技术的依赖程度不断增强, 移动智能系统开始应用在社会生活的各个方面。移动智能系统在移动网络中引入具有智能功能的实体, 是实现移动通信智能控制的一种网络系统。它是现有的移动网络与智能终端的结合, 通过在移动网中引入移动业务交换点, 使低层移动网与高层智能网相连, 将移动交换与业务分离, 形成移动智能网。移动智能网作为移动网的高层业务网, 能够快速、方便、灵活、经济、有效地为移动网生成和实现各种新的业务, 使客户对网络有更强的控制功能, 方便、灵活地获取所需的信息。

本书以移动智能系统的基础理论知识、信息安全的基础知识、移动智能系统测试的基础知识为背景, 以移动智能系统、移动智能终端和服务平台端测试知识为支撑, 重点介绍功能测试、可靠性测试、可移植性测试、安全测试、性能测试、可维护性测试以及通信测试, 使读者能够系统地了解并掌握移动智能系统测试的理论与方法, 达到理论与实践相结合的学习效果。

本书由四个部分构成。第一部分包括第1~3章, 主要介绍移动智能系统的基本概念、信息安全的相关知识、移动智能系统测试的基础知识, 为后面的内容进行必要的准备和铺垫。第二部分包括第4~8章, 系统地介绍移动智能终端测试的测试内容、测试方法、测试流程、测试工具等相关知识。第三部分包括第9~11章, 详细介绍移动智能系统服务平台端测试的测试内容、测试方法、测试流程、测试工具等相关知识。第四部分包括第12~13章, 重点介绍移动智能终端和移动智能系统服务平台端交互测试方面的内容。另外, 附录介绍了国内外移动智能系统测试方面的相关标准。

本书旨在为读者提供移动智能系统测试相关的基础理论, 并分别探讨了移动智能终端和智能服务平台端在功能测试、可靠性测试等方面的测试内容、测试方法和测试工具, 最后介

绍了双方交互测试方面的相关内容，并介绍国内外移动智能系统测试相关标准。全书涉及的内容十分广泛，既可供专业测试人员参考，也可供高等院校计算机、软件工程等专业的学生学习。

本书由北京工业大学何涇沙教授和北京软件产品质量检测检验中心周悦担任主编，由北京工业大学张伊璇担任副主编。北京工业大学周博、杜江浩、白鑫和北京软件产品质量检测检验中心孙陶、王欣鹏参与了第一部分的编写；北京工业大学高梦晨、李亚萌、方静、肖起、常成月和北京软件产品质量检测检验中心孙陶、郑丽娜、康艳艳参与了第二部分的编写；北京工业大学朱星烨、陈奕州、张亚君和北京软件产品质量检测检验中心郑丽娜、王坤、黄佳参与了第三部分的编写；北京工业大学郭军、轩兴刚参与了第四部分的编写；北京工业大学黄娜参与了本书的校稿。另外，北京软件产品质量检测检验中心王威、楼莉、郭澍、宋红波、任佩和北京市信息资源管理中心高顺尉参与了书中部分内容的编写和校稿工作，中国科学院软件研究所朱娜斐参与了本书的前期策划讨论、文献收集整理以及部分内容的编写工作。在此向每一位参编和参校人员以及所有为本书的编写做出贡献或提供过帮助的人表示衷心的感谢。本书的编写还得到以下科技项目或课题的支持：国家高技术研究发展计划（863计划）（2015AA017204）、国家自然科学基金（61272500）、国家科技支撑计划（2015BAK32B00）、北京市自然科学基金（4142008）。

本书在编写过程中参考了国内外许多相关领域的文献，也从其他同行的工作中得到了启发，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平及编写时间所限，书中难免存在疏漏与不足之处，敬请广大读者和同行专家批评指正。

编者

2016年4月

前言

第一部分 基础知识

第1章 移动智能系统 2

1.1 移动智能系统概述 2

1.1.1 移动智能系统的概念 2

1.1.2 移动智能系统架构 3

1.2 移动智能终端的组成 4

1.2.1 硬件 4

1.2.2 操作系统 5

1.2.3 行业标准 6

1.2.4 测试指标 7

1.3 服务平台体系结构 7

1.3.1 移动运维服务体系 8

1.3.2 移动应用开发体系 8

1.3.3 硬件支持 8

1.3.4 测试指标 9

1.4 相关通信技术 10

1.4.1 语音编解码技术 10

1.4.2 调制与解调技术 10

1.4.3 扩频通信技术 13

1.4.4 分集接收技术 14

1.4.5 链路自适应技术 19

1.4.6 OFDM 技术 19

1.4.7 软件无线电技术 21

1.4.8 智能天线技术 23

1.4.9 MIMO 技术 24

1.4.10 移动通信技术的发展历程 ... 27

本章小结 28

第2章 信息安全 29

2.1 信息系统安全威胁 29

2.1.1 信息系统安全概述 30

2.1.2 信息系统面临的威胁 31

2.1.3 信息系统的脆弱性 33

2.1.4 移动智能终端系统安全
威胁 36

2.2 加密技术 37

2.2.1 加密技术概述 37

2.2.2 标准加密算法 39

2.2.3 密钥管理 41

2.2.4 移动智能终端加密和保护
技术 43

2.3 认证技术 45

2.3.1 身份与认证 45

2.3.2 身份验证技术 47

2.3.3 移动智能终端认证技术 49

2.4 安全管理 51

2.4.1 信息系统安全管理策略 51

2.4.2 移动智能终端安全管理策略	54	4.1.1 测试目的	88
本章小结	58	4.1.2 测试要求	89
第3章 移动智能系统测试	59	4.1.3 测试准备	89
3.1 软件测试基础	59	4.2 移动智能终端功能测试内容	90
3.1.1 软件测试的发展	60	4.2.1 软件功能测试内容	90
3.1.2 软件错误类型及出现原因	61	4.2.2 硬件功能测试内容	95
3.1.3 软件测试的定义	62	4.3 移动智能终端功能测试方法与流程	95
3.1.4 软件测试的对象	62	4.3.1 软件功能测试方法与流程	95
3.1.5 软件测试的目的	63	4.3.2 硬件功能测试方法与流程	99
3.1.6 软件测试的原则	63	4.4 移动智能终端功能测试工具	100
3.1.7 软件测试的重要性	64	4.4.1 软件功能测试工具	100
3.1.8 软件测试的复杂性	65	4.4.2 硬件功能测试工具	102
3.1.9 软件测试的经济性	65	4.5 测试案例与分析	102
3.2 移动智能系统测试概述	66	4.5.1 项目背景	102
3.2.1 移动平台的特性	66	4.5.2 被测软件及实施方案	103
3.2.2 移动智能系统测试简介	67	本章小结	105
3.3 移动智能系统测试方法	68	第5章 移动智能终端可靠性测试	106
3.3.1 黑盒测试	68	5.1 移动智能终端可靠性测试概述	106
3.3.2 白盒测试	69	5.1.1 测试目的	107
3.3.3 静态测试	70	5.1.2 测试要求	107
3.3.4 动态测试	72	5.1.3 测试准备	107
3.3.5 单元测试	73	5.2 移动智能终端可靠性测试内容	108
3.3.6 集成测试	74	5.2.1 可靠性测试指标	108
3.3.7 系统测试	75	5.2.2 软件可靠性测试内容	109
3.4 移动智能系统测试流程	77	5.2.3 硬件可靠性测试内容	111
3.4.1 测试流程概述	77	5.3 移动智能终端可靠性测试方法	115
3.4.2 测试流程分析	78	5.3.1 可靠性指标测试方法	115
本章小结	85	5.3.2 软件可靠性测试方法	116
第二部分 移动智能终端测试		5.3.3 硬件可靠性测试方法	120
第4章 移动智能终端功能测试	88		
4.1 移动智能终端功能测试概述	88		

5.4 移动智能终端可靠性测试	
流程	124
5.4.1 软件可靠性测试流程	124
5.4.2 硬件可靠性测试流程	126
5.5 移动智能终端可靠性测试	
工具	129
5.5.1 软件可靠性测试工具	130
5.5.2 硬件可靠性测试工具	132
5.6 测试案例与分析	134
5.6.1 项目背景	134
5.6.2 被测软件及实施方案	134
本章小结	137

第6章 移动智能终端可移植性测试

6.1 移动智能终端可移植性测试	
概述	138
6.1.1 测试目的	139
6.1.2 测试要求	139
6.1.3 测试准备	140
6.2 移动智能终端可移植性测试	
内容	141
6.2.1 适应性测试	142
6.2.2 易安装性测试	143
6.2.3 兼容性测试	145
6.2.4 共存性测试	147
6.3 移动智能终端可移植性测试	
方法	148
6.3.1 适应性测试方法	148
6.3.2 易安装性测试方法	153
6.3.3 兼容性测试方法	157
6.3.4 共存性测试方法	161
6.4 移动智能终端可移植性测试	
流程	163
6.4.1 适应性测试流程	165

6.4.2 易安装性测试流程	166
6.4.3 兼容性测试流程	166
6.4.4 共存性测试流程	167
6.5 移动智能终端可移植性测试	
工具	167
6.5.1 TestDirector	168
6.5.2 TestQuest	169
6.5.3 Bugzilla	171
6.6 测试案例与分析	171
6.6.1 项目背景	171
6.6.2 被测软件及实施方案	171
本章小结	174

第7章 移动智能终端安全测试

7.1 移动智能终端安全测试概述	175
7.1.1 测试目的	175
7.1.2 测试要求	176
7.1.3 测试准备	177
7.2 移动智能终端硬件安全测试	179
7.2.1 移动智能终端硬件安全测试	
内容	179
7.2.2 移动智能终端硬件安全测试	
方法	181
7.2.3 移动智能终端硬件安全测试	
流程	182
7.2.4 移动智能终端硬件安全测试	
工具	184
7.2.5 测试案例与分析	184
7.3 移动智能终端系统安全测试	185
7.3.1 移动智能终端系统安全测试	
内容	185
7.3.2 移动智能终端系统安全测试	
方法	187
7.3.3 移动智能终端系统安全测试	

流程	189
7.3.4 移动智能终端系统安全测试	
工具	191
7.3.5 测试案例与分析	193
7.4 移动智能终端软件安全测试	195
7.4.1 移动智能终端软件安全测试	
内容	195
7.4.2 移动智能终端软件安全测试	
方法	197
7.4.3 移动智能终端软件安全测试	
流程	198
7.4.4 移动智能终端软件安全测试	
工具	204
7.4.5 测试案例与分析	205
7.5 移动支付安全测试	208
7.5.1 移动支付安全测试内容	209
7.5.2 移动支付安全测试方法	209
7.5.3 移动支付安全测试流程	209
7.5.4 移动支付安全测试工具	211
7.5.5 测试案例与分析	212
本章小结	215

第8章 面向移动智能终端的其他测试

8.1 移动智能终端性能测试	216
8.1.1 性能测试的概念	217
8.1.2 性能测试内容与方法	218
8.1.3 性能测试流程与工具	220
8.2 移动智能终端易用性测试	223
8.2.1 易用性测试的概念	223
8.2.2 易用性测试内容	227
8.2.3 易用性测试方法	232
8.3 移动智能终端可维护性测试	236
8.3.1 可维护性测试的概念	236
8.3.2 可维护性测试内容	239

8.3.3 可维护性测试方法	241
8.4 测试案例与分析	244
8.4.1 项目背景	244
8.4.2 被测软件及实施方案	245
本章小结	247

第三部分 服务平台端测试

第9章 服务平台端性能测试

9.1 服务平台端性能测试概述	250
9.1.1 服务平台端	250
9.1.2 服务器性能	252
9.1.3 服务器性能瓶颈	254
9.1.4 服务器性能测试	254
9.2 服务平台端性能测试内容	254
9.2.1 用户并发测试	254
9.2.2 疲劳强度测试	256
9.2.3 资源监控与数据采集	257
9.3 服务平台端性能测试方法	259
9.4 服务平台端性能测试流程	261
9.4.1 性能需求调研分析	261
9.4.2 确定测试方案	262
9.4.3 设计测试场景	263
9.4.4 确定测试计划	263
9.4.5 准备测试工具、脚本及	
测试数据	264
9.4.6 制定测试策略	265
9.4.7 搭建测试环境	266
9.4.8 执行性能测试	269
9.4.9 性能测试诊断与分析	270
9.4.10 性能测试结果交付	271
9.5 服务平台端性能测试工具	271
9.5.1 LoadRunner	272
9.5.2 Webload	274

9.5.3	QALoad	275	10.7.2	关键测试项目分析	326
9.5.4	其他性能测试工具	276	10.7.3	对整体测评的理解	328
9.6	测试案例与分析	277	10.7.4	整体测评结论	328
9.6.1	项目背景	277	10.7.5	测试工具	329
9.6.2	被测软件及实施方案	278	本章小结		329
	本章小结	280			
第10章	服务平台端安全测试	281	第11章	服务平台端其他测试技术 ...	330
10.1	服务平台端安全测试概述	281	11.1	服务平台端功能测试技术	330
10.1.1	服务器分类	281	11.1.1	测试目的	330
10.1.2	服务器安全	284	11.1.2	测试内容	331
10.2	常见安全威胁与漏洞	285	11.1.3	测试方法	333
10.2.1	常见安全威胁	285	11.2	服务平台端可靠性测试	
10.2.2	常见漏洞	286	技术	335	
10.3	服务平台端安全测试内容	287	11.2.1	测试目的	335
10.3.1	物理安全	288	11.2.2	可靠性技术	336
10.3.2	网络安全	290	11.2.3	测试内容	338
10.3.3	主机安全	293	11.2.4	测试方法	342
10.3.4	应用安全	296	11.3	服务平台端可维护性测试	
10.3.5	数据安全	299	技术	344	
10.3.6	管理安全	300	11.3.1	测试目的	344
10.4	服务平台端测试方法	301	11.3.2	测试内容	345
10.4.1	测试原则	301	11.3.3	测试方法	347
10.4.2	测试方法	301	11.4	服务平台端易用性测试	
10.5	服务平台端测试流程	302	技术	351	
10.5.1	物理安全测试流程	302	11.4.1	测试目的	351
10.5.2	网络安全测试流程	307	11.4.2	测试内容	352
10.5.3	主机安全测试流程	311	11.4.3	测试方法	354
10.5.4	应用安全测试流程	315	11.5	服务平台端可移植性测试	
10.5.5	数据安全测试流程	320	技术	355	
10.5.6	管理安全测试流程	322	11.5.1	测试目的	355
10.6	服务平台端测试工具	325	11.5.2	测试内容	356
10.7	测试案例与分析	325	11.5.3	测试方法	357
10.7.1	服务平台测试流程	326	本章小结		359

第四部分 交互测试

第12章 数据推送和接收测试 362

12.1 数据推送的基本概念 362

12.1.1 推送相关知识 363

12.1.2 移动智能终端的推送 363

12.1.3 服务器的推送 365

12.1.4 推送方案的评价标准 365

12.2 移动智能终端到服务平台的 数据传输测试 366

12.2.1 移动通信网络的安全 标准 366

12.2.2 移动环境 367

12.2.3 测试面临的挑战 368

12.2.4 传输测试原理 368

12.2.5 基于 JSON 技术的数据 传输测试 369

12.2.6 Wi-Fi、3G 数据传输能耗 测试 371

12.2.7 USB、红外、蓝牙测试 373

12.3 服务平台到移动智能终端的 数据传输测试 374

12.3.1 服务器推送技术的发展 374

12.3.2 服务器推送技术实现 方式 376

12.3.3 基于 SOAP 协议的网络 性能测试 377

12.3.3 Web 服务器负载测试 380

12.3.4 Web 服务器压力测试 385

本章小结 386

第13章 通信安全测试 387

13.1 无线通信与移动通信的基本 概念 388

13.1.1 无线通信基本技术 388

13.1.2 无线通信网络的分类 389

13.2 无线通信安全基础 390

13.2.1 无线通信安全历史 390

13.2.2 无线通信网的主要安全 威胁 392

13.2.3 移动通信系统的安全 要求 395

13.2.4 移动通信系统的安全 体系 396

13.3 数据加密测试 399

13.3.1 网络通信与数据加密技术的 内涵 399

13.3.2 常见的数据加密方法 400

13.3.3 常见的数据安全加密 技术 400

13.3.4 加密协议 401

13.3.5 加密协议测试与内存模糊 测试 402

13.3.6 协议安全测试 408

13.4 安全信道测试 412

13.4.1 安全信道的设计 412

13.4.2 安全信道分析 413

13.4.3 可信信道分析 414

13.5 4G 网络简介 416

13.5.1 4G 的核心技术 416

13.5.2 4G 的特点 417

13.5.3 4G 面临的问题 419

本章小结 420

附录 移动智能系统测试相关标准 421

参考文献 427



第一部分 *Part 1*

基础知识

- 第1章 移动智能系统
 - 第2章 信息安全
 - 第3章 移动智能系统测试
- 

移动智能系统

本章导读

本章首先介绍移动智能系统相关的基本概念、定义及结构，然后对组成移动智能系统的主要部分——企业移动服务平台和个人移动智能终端进行详细的讲解，最后阐述移动智能系统中各部件之间进行通信时所采用的一些关键技术。

应掌握的知识要点：

- 移动智能系统的概念
- 移动智能系统架构
- 个人移动终端的组成原理
- 企业服务平台结构体系
- 相关的移动通信关键技术
- 移动通信技术的发展历程

1.1 移动智能系统概述

如今，手机等移动通信设备的使用随处可见，人们通过个人数字助理设备和具有无线连接功能的笔记本电脑就能连接网络获取信息，这种称为移动计算的应用正在全球范围内迅速增加。各大移动手机生产商竞相发布各自产品的最新版本。这对于必须紧跟信息服务以获得商业优势的移动服务提供商来说是一个巨大的挑战。

1.1.1 移动智能系统的概念

无线技术的快速发展造就了移动计算模式。它引入了随时随地的计算概念，由此诞生

的应用具有广阔前景。但是在计算机真正实现其潜力之前,仍有一些重要的问题需要解决,如存储容量受限、断线频率、带宽窄、安全问题、非对称通信费用和带宽以及小屏幕尺寸等。计算智能是一种在研究中用于分析各种问题的强大的、不可或缺的方法,它通过学习、自适应或演化计算来构建方案,在某种意义上可称为智能方案。这种方法已经用于解决各种不同领域的问题,如安全、市场营销、图像质量预测以及风险评估等。因此,利用它来解决移动计算的问题也颇具潜力。

将计算智能方法应用到移动模式具有广阔的应用前景,二者的结合产生了一个新的概念,即移动智能。移动智能可使许多应用获益,包括数据库的查询处理、多媒体、网络安全、信息检索、电子商务系统、网络流量与应用以及搜索引擎等。

移动智能系统(mobile intelligence system)由硬件和软件两部分组成。硬件主要包括服务设备和便携式终端设备;软件是服务设备与终端设备上运行的程序以及相应的文档,这些程序及文档使硬件设备具有了接收和存储信息、按程序快速计算和判断并输出处理结果等能力,进而能够使整个系统产生近似人类智能的行为。

对“智能”一词很难给出一个完整确切的定义,但一般可做如下表述:智能是人类大脑的较高级活动的体现,至少应具备自动地获取和应用知识的能力、思维与推理的能力、问题求解的能力和自动学习的能力。

1.1.2 移动智能系统架构

由于实际情况的不同,现实中遇到的移动智能系统均存在或大或小的差异,但是就本质而言,它们的基本架构体系是十分相似的。只要掌握了移动智能系统最基本的架构,在遇到实际的问题时就可以有章可循地分析问题并解决问题。一般情况下,移动智能系统的基本架构如图 1-1 所示。

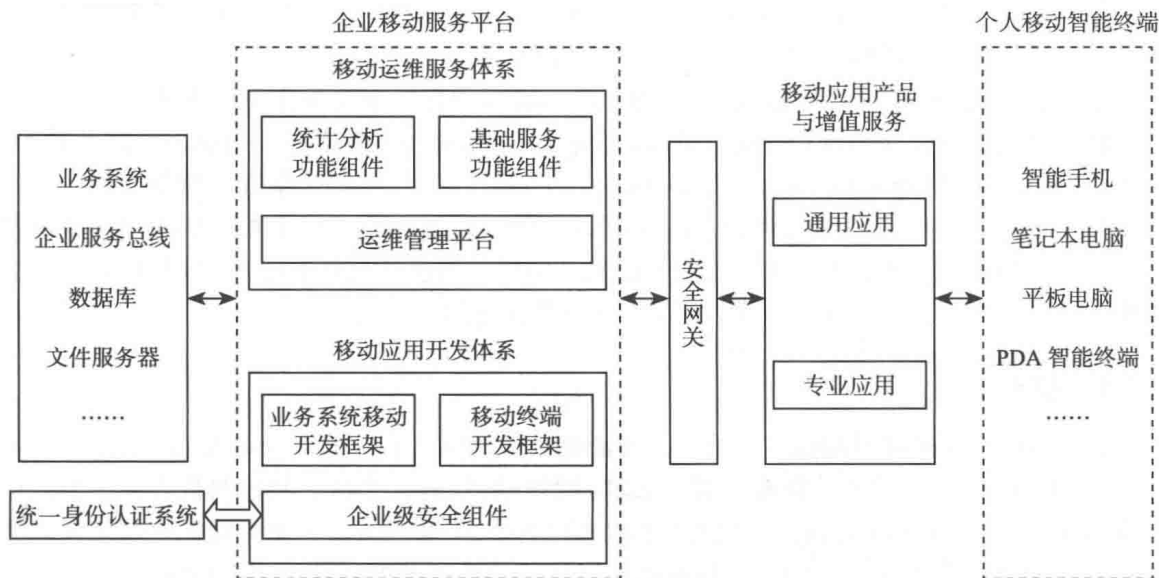


图 1-1 移动智能系统架构

在移动智能系统架构中,两个最为重要的组成部分为企业移动服务平台和个人移动智能终端。在企业移动服务平台端,设有认证用户以及管理员身份的统一认证系统以及其他辅助企业移动服务平台正常运行的子系统,主要包括业务系统、企业服务总线、数据库和文件服务器等。另外,企业移动服务平台和个人移动智能终端之间,设有保护企业移动服务平台免受外部攻击的安全网关,以及支持个人移动智能终端功能扩展的移动应用产品与增值服务。

目前,移动智能系统凭借其可移动性以及海量用户的优势,正逐渐地改变人们的生活状态以及互联网产业的格局。而移动智能系统构架也在应用过程中通过用户与市场的反馈不断改变着自身的结构。但无论如何改变,企业移动服务平台和个人移动智能终端都是移动智能系统中不可或缺的两部分,因此,进一步了解这两个部分的组成原理是十分必要的。

接下来的两节将对移动智能系统的两个不可或缺的组成部分——移动智能终端和服务平台体系作更加详细的介绍。

1.2 移动智能终端的组成

移动智能终端(mobile intelligent terminal)即为安装有开放式操作系统,可装载相应的程序来实现相应的功能的设备。其主要代表为智能手机、笔记本电脑、平板电脑、POS机、车载计算机等,但多数情况下是指具有多种应用功能的智能手机和平板电脑。这些移动智能终端的主要特点为:①本身是开放性的OS平台;②基本上均具备PDA(Personal Digital Assistant,个人数字助理)的功能;③都可以无线接入互联网;④可扩展性强,功能强大。

目前的移动智能终端已具有较好的处理能力、内存、存储介质和操作系统,是一个完整的超小型计算机系统,可以完成较为复杂的处理任务。不同的移动智能终端完全或部分实现了通话、拍照、听音乐、玩电子游戏、定位、信息处理、指纹扫描、身份证扫描、条码扫描、IC卡、智能卡扫描和酒精含量检测等功能,因此被广泛地应用于移动办公、移动执法、快递、保险、通信等领域。

移动智能终端的逻辑结构通常可分为三层:底层硬件、中层操作系统及上层应用。底层硬件主要包括中央处理器(Central Processing Unit, CPU)、存储器(memory)以及输入/输出设备(Input/Output Device, I/O Device),中层操作系统主要是指开放智能操作系统以及操作平台,上层应用常见的有Email、Office、GPS以及SNS。由于对上层应用的测试属于应用软件测试的范畴,而本书的主要目的是介绍移动智能终端基本配置(底层硬件和中层操作系统)的测试方法,所以不再对上层应用的测试作过多陈述。

1.2.1 硬件

移动智能终端的硬件构成主要有三大核心部件:CPU、存储器以及输入/输出设备。

CPU。CPU是一块集成电路,是一台移动智能终端的运算核心和控制核心,主要包括运算器(Arithmetic Logic Unit, ALU)和高速缓冲存储器(cache)及实现它们之间联系的数据、控制及状态的总线(bus)。目前移动智能终端中的CPU主要采用ARM架构,主流主频在1GHz以上并已经向多核领域发展。

存储器。存储器是移动智能系统中的记忆设备，用来存放程序和数据。移动智能终端中的全部信息，包括输入的原始数据、计算机程序、中间运行结果和最终运行结果都保存在存储器中。它根据控制器指定的位置存入和取出信息。有了存储器，移动智能终端才有记忆功能，才能保证正常工作。目前移动智能终端中所使用的存储器分为只读存储器（Red Only Memory, ROM）和随机存储器（Random Access Memory, RAM），相当于计算机的硬盘和内存。

输入 / 输出设备。输入设备是人或外部与计算机进行交互的一种装置，用于把原始数据和处理这些数据的程序输入计算机。它是计算机与用户或其他设备通信的桥梁，也是用户和计算机系统之间进行信息交换的主要装置之一。键盘、鼠标、摄像头、扫描仪、光笔、手写输入板、游戏杆、语音输入装置等都属于输入设备。输出设备也是人与计算机交互的一种部件，用于数据的输出。它把各种计算结果数据或信息以数字、字符、图像、声音等形式表示出来，常见的有显示器、打印机、绘图仪、影像输出系统、语音输出系统、磁记录设备等。

1.2.2 操作系统

移动操作系统（Mobile Operating System, Mobile OS）是指在移动设备上运作的操作系统，它近似在台式机上运行的操作系统，但通常较为简单，而且提供了无线通信的功能。

在移动操作系统出现前，移动设备如手提电话一般使用嵌入式系统运作。1993年，IBM推出了首台智能型手机 IBM Simon。其后 Palm 及 Microsoft 公司先后于 1996 年推出 Palm OS 及 Windows CE，开启移动操作系统争霸的局面。Nokia、Black Berry（黑莓）公司在手机上发展了移动操作系统，以争夺市场。2007 年，Apple 公司推出 iPhone，搭载 iOS 操作系统，着重于应用触控式面板，改进用户接口与用户体验。9 月，Google 成立开放手持设备联盟，推出 Android 操作系统。

由于 Apple iOS 以及 Google Android 的推波助澜，智能手机曾呈现爆量的增加，至今各厂商已推出不同的移动操作系统，包括 Google 的 Android、Apple 的 iOS、Microsoft 的 Windows Phone 等。市场调研机构 Gartner 的报告显示，从 2015 年 5 月到 2016 年 4 月，iOS 的市场份额总体有明显的下滑趋势，2015 年 7 月份为 20.41% 左右，10 月份下跌到 17.7%，11 月份稍微上升，此后的表现几乎维持在 18.8% 不变。而 Android 操作系统的市场份额由 2015 年 5 月的 64% 一直增长到 10 月份的 67.15%，11 月份虽出现了小幅下滑，但很快又恢复了增长的势头。

Android。Android 是一个基于开源代码的 Linux 平台的操作系统，受 Google 及参与开放手持设备联盟的主要硬件和软件开发商（如 Intel、HTC、ARM 公司、Samsung、Motorola 等）的支持。Android 至今最新为 6.0 版本，其中一个特色是每一个发布版本的开发代号均与甜点有关，如 1.6 版本的甜甜圈（Donut）和 2.2 版本的霜冻优格（Froyo）等。大多数主要移动服务供应商均有支持 Android 设备使用的网络。自推出首台设备 HTC Dream 后，使用 Android 的设备数量一直大幅度增长。Android 系统的主要优缺点如表 1-1 所示。