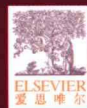




国际电气工程先进技术译丛



移动设备的 电源管理

**Power Management in
Mobile Devices**

(美) Findlay shearer 著
黄小军 刘文 等译

9.5



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TN929.5
X121

国际电气工程先进技术译丛

移动设备的电源管理

(美) Findlay Shearer 著

黄小军 刘文 等译



机械工业出版社

本书主要介绍了移动设备的低功耗设计技术、电源管理技术和电池发展技术。首先介绍了移动设备及其电源的发展状况,以及能量节省技术的层级,包括制作工艺、晶体管以及封装基础等;然后介绍了低功耗的设计技术、移动设备中耗能最大的器件之一的显示器技术、能量优化软件、移动设备的电池技术、电源管理集成电路和能量节省的系统级方法;最后介绍了电源管理的未来发展趋势。

本书适用于覆盖移动设备制造业和学术界全方位技术和产品的各种研究团体。本书读者,亦包括但不局限于技术经理、软件研发工程师、硬件设计工程师、机械工程师、市场营销人员、分析师以及业务经理。本书也可用作以大学高年级学生或研究生的移动和计算机课程的教材,同时适合那些有兴趣关注移动设备制造和相关价值链的人们。

Findlay Shearer: Power Management in Mobile Devices. Authorized translation from the English language edition published by Elsevier. All rights reserved.

本书版权登记号:图字 01-2008-3137 号。

图书在版编目(CIP)数据

移动设备的电源管理/(美)希勒(Shearer, F.)著;黄小军等译. —北京:机械工业出版社,2009.9
(国际电气工程先进技术译丛)
ISBN 978-7-111-28098-9

I. 移… II. ①希…②黄… III. 移动通信—通信设备—电源—研究 IV. TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第148564号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张俊红 责任编辑:蔡家伦

版式设计:张世琴 责任校对:陈延翔

封面设计:马精明 责任印制:杨曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2010年1月第1版第1次印刷

169mm×239mm · 15.5印张 · 299千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-28098-9

定价:68.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教育网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面防伪标均为盗版

译者序

如今，由电池供电的便携式移动设备在我们的生活中非常普及，比如蜂窝手机、便携式媒体播放器（PMP）、便携式音频播放器、便携式导航定位仪（PND）、便携式游戏机、变换器、无绳电话、远程控制设备、数字相机等移动设备已广泛应用。而仅是手机，在具备通话功能的基础上也增添了许多其他业务和功能。现在，手机厂商所生产的手机带有越来越多的新技术，比如蓝牙、WiFi、音频、视频、相机、TV、全球定位系统（GPS）以及其他能融合到手机里的新技术。用户不仅希望手机的功能增多，同时还希望手机的价格尽可能降低，手机的尺寸尽可能变小，而且还希望移动设备的电池使用时间尽可能长。

移动设备功能的增加会带来更大的功耗；移动设备尺寸的减小，有可能要求电池尺寸的减小。在这种情况下，要确保移动设备每次充电后的使用时间不减少，就要对移动设备的电池提出更高的要求。

不幸的是，电池技术的发展速度远远跟不上移动设备对电能需求的发展速度。随着越来越多的功能、更强的计算能力和存储能力在移动设备上的实现，移动设备所具备的功能与电池能够提供的电量之间的矛盾变得越来越大。因此，能量管理对于便携式移动设备来说，已经变成极其重要的需要。

本书主要介绍了移动设备的低功耗设计技术、电源管理技术和电池发展技术，首先介绍了移动设备及其电源的发展状况，以及能量节省技术的层级，包括制作工艺、晶体管以及封装基础等。然后介绍了低功耗的设计技术、移动设备中耗能最大的器件之一的显示器技术、能量优化软件、移动设备的电池技术、电源管理集成电路和能量节省的系统级方法，最后介绍了电源管理的发展趋势。

本书对移动设备电源的长时间、低功耗运行，作了系统的、全方位的讨论。因为此类图书在国内还很少见，我们翻译了本书，与各位读者共享。

全书共分8章，由北京邮电大学黄小军组织翻译、统稿和审校，刘文、杜文、顾明和彭盼盼翻译，黄济青参与审稿。

需要指出的是，本书的内容是译者在尽量忠实于原书的基础上翻译的，书中所述，不代表译者及其所在单位的观点，这点请广大读者注意。

由于译者水平有限以及时间仓促等原因，书中疏漏和错误之处在所难免，敬请广大读者和同行专家批评指正。

前 言

单色屏幕的移动无线手机，能提供上百个小时的待机时间，或者支持一个工作日的连续通话时间，这种手机近似于单纯的通话设备，而今已经过时了。顺应顾客需要的手机需要彩屏且具备更快的响应速度以及更大的存储空间，支持无线局域网、蓝牙技术和辅助全球定位系统（AGPS），甚至随时可以使用宽带无线连接。由于 10Mbit/s 高速下行分组接入（HSPA）的普及，手机电池面临更大的挑战。比如游戏之类的应用、AGPS 还有视频会议都使得移动通信设备极其耗电。

虽然电池经历了从密封铅酸蓄电池、镍镉电池、镍金属锂离子电池到锂离子聚合物电池的发展，但能量密度方面仍跟不上实际的需要。虽然燃料电池提供了一种解决办法，但距离移动设备大规模商用化还有很长的路要走。

对提高电池工作时间而言，能耗管理成为了发展同时支持低消耗和高性能的高级移动设备的一个限制性因素。现在摆在面前的是技术差距。根据摩尔定律，18 个月处理器性能就会翻番；还有香农定律，8.5 个月通信系统的性能就会翻番；电池能量密度却需要 10 年才翻番，这些的确是技术差距的突出表现。

为了解决电池支持与需求的矛盾，来自物理学、化学、机械工程、电子工程、生物学以及计算机科学的科学家和工程师，建立了一个从制作工艺、工具、软件、硬件到电路革新的技术库。这些技术的联合有可能满足用户所期待的需求。

随着移动设备的普及和后续研发资金的投入，科学家和工程师们正在创新性地推出一系列符合商用移动设备需求的解决方案。然而，在没有一个可预知未来的“水晶球”的情况下，只有时间才能验证哪些方案最终会成功解决能量高效利用的问题。

本书的概览：

本书深入地涵盖了移动设备工业必须面对和解决的技术上的新课题，这些课题能有效满足日益增长的客户需要，比如更小封装、低消耗以及电池使用时间长的多功能移动设备。

本书的主要内容框架如图 1 所示。分章内容简述如下：

第 1 章“个人便携式设备电源管理的简介”，首先讲述了电源发展的趋势，其次介绍了移动设备的发展趋势，包括智能手机、便携式媒体播放器、游戏机和便携式导航设备。最后描述了最普及的移动设备即蜂窝手机的系统特点。这包括蜂窝手机的技术操作以及演变，还有怎么用蓝牙和 Wi-Fi 来提供无缝连接。

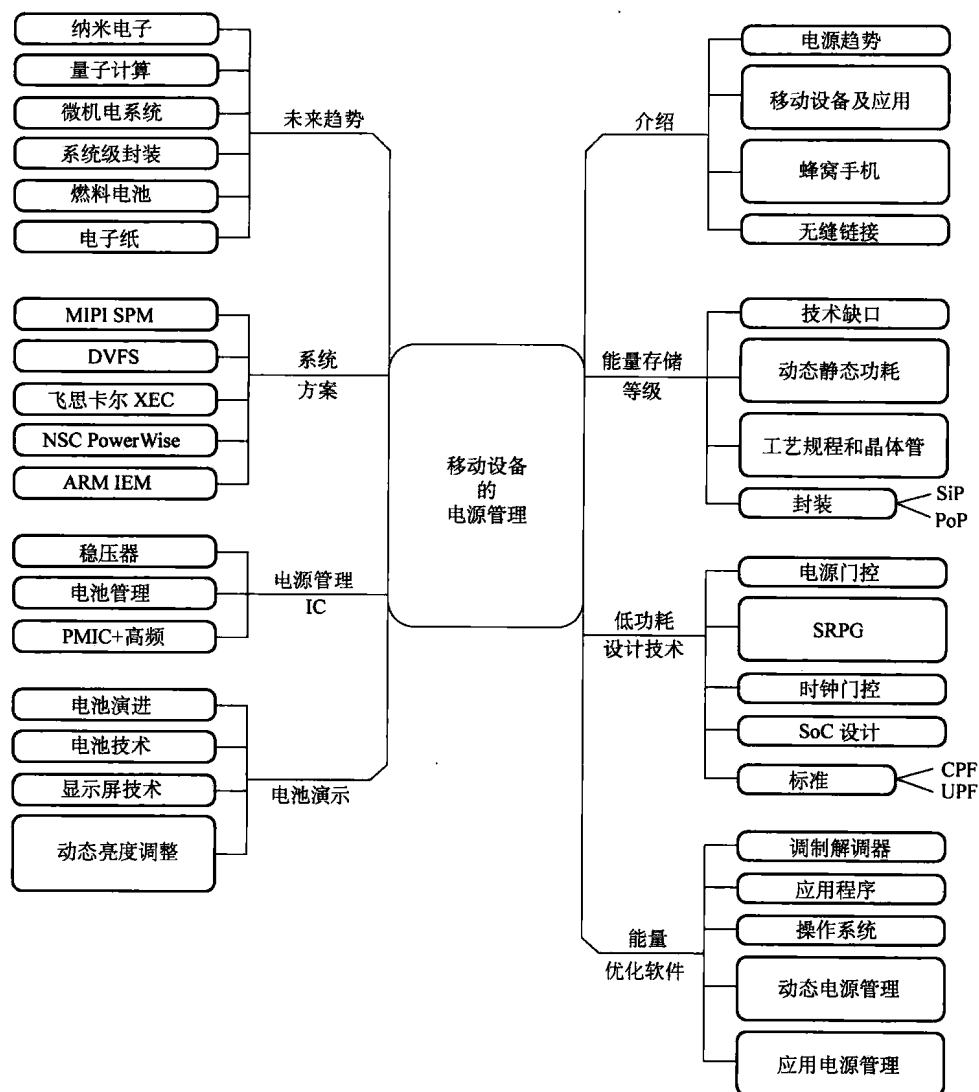


图 1

第 2 章“能量节省的层级综览”，首先提出了由于发展速度不平衡所造成的“技术差距”。造成这些技术差距的元素包括：微处理器和内存带宽，功耗缩减，算法复杂性。其次比较了功率与能量的异同，还指出了动态功耗和静态功耗的要素。再次针对这些差距以及功耗特点，描述了一个自上而下的关于能量节省技术的层级，包括制作工艺、晶体管以及封装基础等方面。也描述了重要技术所涉及的多栅极场效应晶体管、集成电路铜连线技术和低 k 层间介质。最后，着重讲了低功耗的封装技术，比如系统级封装（SiP）和堆叠封装（PoP）。

VI 移动设备的电源管理

第3章“低功耗设计技术、设计方法和工具”，集中讲述了低功耗设计技术，比如动态处理温度补偿、静态处理补偿、电源门控、状态保留电源门控以及时钟门控等不同的技术。还介绍了低功耗系统芯片的设计方法、工具以及标准。在标准方面，回顾了普通功率格式和统一功率格式。

第4章“能量优化软件”，简述一个移动设备的软件平台和部件。其中移动软件平台包括微软 Windows Mobile、Symbian、Linux 和其他实时操作系统 (RTOS)，以及运行中间件 Java 和 Brew。另外，涉及节省能源的软件技术也在本章中有所介绍。这些软件技术包括动态电源管理、节能编译器和程式驱动的功耗管理。通过本章，可以看到当今移动设备中软件获得越来越重要的地位。

第5章“移动设备的电池与显示器”，讲解移动设备中最重要的两个部件，电池和显示器。从密封铅酸蓄电池到锂离子聚合物电池的电池发展进程会在本章有完整的展现。还有对电池的基础架构以及材料选择都做了深入的研究。另外，关于显示器，本章介绍便携式移动设备的显示技术和显示器对电能的巨大损耗。介绍显示的方法，比如发光式、半透半反射式、反射式以及透射式。介绍主要的低功耗的液晶技术，包括动态亮度调节和背光自动调节。

第6章“电源管理集成电路”，着重讲解近年来在移动设备、特点、功能的多样性飞速增长的情况下，电源管理的需求是如何成指数级增长的。如果移动电话仅仅是拨打和接听电话，一套简单的电源管理系统就可基本满足要求。可是如今手机制造厂商致力于手机功能的多样性，这显然需要更好的电源管理。对电源管理的主要器件，比如线性（低压差，low dropout，LDO）和开关稳压器（降压、升压），都有较深入的讲解。还有电池管理功能，比如电量计、充电、鉴定以及保护，也在本章中有所介绍。本章节也包括下一代电池管理芯片组 (PMIC)，这些芯片组超越了简单的信号调理和电能分配。通过集成一些功能，比如带有模拟和数字处理的全功能音频路径、功能强大的音频接口、触摸屏支持技术、支持充放电的纽扣电池以及背光灯、LED 驱动、稳压器，达到量身定做一些特殊应用的目的。

第7章“能量节省的系统级方法”，先讲述节能的完整系统方案是必需的。为了达到我们所要的效果，在大大降低设计复杂度的同时，利用高集成度的系统方法，一个最重要的地方，电源管理集成电路，可以使研发工作者把功耗进行一个系统级别上的优化。众多公司，比如 AMD、Intel、德州仪器、摩托罗拉半导体、ARM、国家半导体、全美达 (Transmeta) 公司，通过使用不同级别的解决能量节省的系统方法，都获得了各自的成果。另外，本章还介绍了商用方案的专利，移动产品处理器接口 (MIPI) 系统电源管理 (SPM) 系统体系结构。

第8章“电源管理的发展趋势”，先描述移动设备过去和未来的需求。100Mbit/s 速率的手机数据下载和一级高清视频都是高耗电的几个例子。本章试

图下一个结论,那就是在未来能量节省中,制作工艺会扮演最重要的角色。普通薄片、Fin-FET、包含高 k 金属栅的半导体材料、微机电系统 (MEMS)、纳米电子、量子计算、基因工程等技术都会被用来优化能量节省。另外,封装技术,比如 Freescale 的重分布芯片封装技术和系统级封装技术,都将在未来节能的研究中扮演极其重要的角色。最后,本章强调了燃料电池技术和电子纸显示技术在节能中的重要性。

读者对象

本书可能适用于覆盖移动设备制造业和学术界全方位技术和产品的各种研究团体。本书读者,亦包括但不限于局限于技术经理、软件研发工程师、硬件设计工程师、机械工程师、市场营销人员、分析师以及业务经理。本书也可用来当作以大学高年级学生或研究生的移动和计算机课程的教材,同时适合那些有兴趣关注移动设备制造和相关价值链的朋友。

iPhone 和 iPod 是苹果公司的注册商标。Bluetooth 是 Bluetooth SIG 公司的注册商标。Iriver Clix 是 Reigncom 公司的注册商标。Motorola、Dynatac 是摩托罗拉公司的注册商标。FLO 是高通公司的注册商标。Gameboy 是美国 Nintendo 公司的注册商标。Sun、java、J2ME、J2SE、J2EE 是 Sun Microsystems 公司的注册商标。Nokia (N95、S60) 是诺基亚公司的注册商标。Sansa 是 SanDisk 公司的注册商标。Microsoft、Windows Mobile 是微软公司的注册商标。Cadence、VoltageStorm、Verilog、Incisive、Encounter 是 Cadence Design Systems 公司的注册商标。Synopsis、VCS、Design Compiler Ultra、TetraMAX、PrimeTime、VHDL、JupiterXT、HSIMplus 是 Synopsis 公司的注册商标。ARM 是 ARM 公司的注册商标。SystemC 是 Open SystemC 创造单位的注册商标。Wi-Fi 是 Wireless Ethernet Compatibility 联盟的注册商标。Linux 是在美国和其他国家的 Linus Torvalds 的注册商标。Sony、PSP 和 Memory Stick 是索尼公司的注册商标。AMD 是 Advanced Micro Devices 公司的注册商标。Fujitsu 是富士公司的注册商标。National Semiconductor、PowerWise、PWI 是 National Semiconductor 公司的注册商标。Qualcomm、BREW 是高通公司的注册商标。Symbian、UIQ 是塞班软件公司的注册商标。Research In Motion 是 Research In Motion 公司的注册商标。Intel、Intel SpeedStep 是 Intel 公司的注册商标。Toshiba 是东芝公司的注册商标。Palm 是 Palm 公司的注册商标。DoCoMo 是 DoCoMo 公司的注册商标。Compaq 是康柏计算机公司的注册商标。Realplayer 是 Progressive Networks 公司的注册商标。Applied Materials 是 Applied Materials 公司的注册商标。IEEE 是美国电气及电子工程师学会的注册商标。Calypso 是 Calypso Design Systems 公司的注册商标。Freescale 是飞思卡尔半导体公司的注册商标。Trans-

VIII 移动设备的电源管理

meta、Crusoe、Code Morphing、LongRun、Efficeon 是 Transmeta 公司的注册商标。MIPI 是 MIPI 联盟的注册商标。RadicShack 是 TRS Quality 公司的注册商标。Flickr 是雅虎公司的注册商标。

此处提到的实际公司和产品的名字可能是他们各自所有者的注册商标。

关于作者

作者，Findlay Shearer，拥有 Glasgow Caledonian 大学电气工程学士学位以及位于 Austin 的 Texas 大学的电气工程硕士和工商管理硕士学位。目前担任飞思卡尔半导体公司的高级产品经理。

目 录

译者序

前言

第 1 章 个人便携式设备电源管理的简介	1
1.1 电源发展的趋势	3
1.2 移动设备及其应用	4
1.2.1 蜂窝手机	5
1.2.2 便携式媒体播放器	11
1.2.3 便携式数字音频播放器	12
1.2.4 便携式导航设备	13
1.3 蜂窝手机	14
1.3.1 蜂窝系统概览	14
1.3.2 小区系统的演化	15
1.3.3 蜂窝手机的结构	18
1.3.4 无缝移动：网络性	20
1.4 小结	26
参考文献	27
 第 2 章 能量节省的层级综览	28
2.1 难题和挑战	28
2.1.1 缩短技术上的差距	28
2.1.2 持续工作、持续连接与便携的矛盾	29
2.1.3 用性能和价格平衡电池的工作时间	29
2.2 功率与能量的异同	30
2.2.1 功率损耗的要素	32
2.2.2 动态和静态功耗的要素	32
2.3 能量节省技术的层级	33
2.4 低功耗的发展过程与晶体管技术	36
2.4.1 加工工艺调节	37
2.4.2 晶体管和互连	39
2.5 低功耗封装工艺	50
2.5.1 简介	50

X 移动设备的电源管理

2.5.2 系统级封装	51
2.5.3 堆叠封装	51
2.5.4 SiP 与 PoP 的比较	52
2.6 小结	53
参考文献	55

第3章 低功耗设计技术、设计方法和工具

3.1 低功耗设计技术	57
3.1.1 动态处理温度补偿	57
3.1.2 静态处理补偿	58
3.1.3 电源门控	58
3.1.4 状态保留电源门控	60
3.2 低功耗结构的子系统技术	61
3.2.1 时钟门控	61
3.2.2 异步技术: GALS	62
3.2.3 节能模式	65
3.3 低功耗 SoC 设计方法、工具和标准	66
3.3.1 简介	66
3.3.2 低功耗设计过程	68
3.3.3 EDA 厂商关于低功耗设计的主要方法	71
3.3.4 低功耗格式化标准	78
3.4 小结	83
参考文献	84

第4章 能量优化软件

4.1 移动软件平台	85
4.1.1 调制解调器软件	86
4.1.2 应用软件	89
4.1.3 手机设备的操作系统	90
4.1.4 操作系统及应用程序执行环境	92
4.2 节能软件	94
4.2.1 动态电源管理	95
4.2.2 节能编译器	97
4.2.3 应用主导的电源管理	100
4.2.4 高级电源管理	100
4.2.5 高级配置与功率接口	101
4.2.6 应用主导的电源管理的要求	102

4.3 小结.....	105
参考文献	105
第5章 移动设备的电池与显示器	107
5.1 简介.....	107
5.1.1 电池面临的挑战.....	107
5.1.2 电池技术的革新.....	109
5.2 电池原理.....	110
5.3 电池工艺.....	112
5.3.1 密封铅酸蓄电池.....	112
5.3.2 镍镉电池.....	112
5.3.3 镍氢电池.....	112
5.3.4 锂离子电池.....	112
5.3.5 锂离子聚合物电池.....	112
5.3.6 其他锂离子电池类型.....	113
5.4 电池化学材料的选择.....	113
5.5 便携式设备显示屏技术.....	117
5.5.1 移动设备功率分布.....	117
5.5.2 背光源.....	119
5.5.3 显示屏技术.....	120
5.6 低功率的 LCD 显示技术	124
5.6.1 动态亮度调节.....	124
5.6.2 扩展 DLS	126
5.6.3 背光源自动调整.....	128
5.6.4 帧缓存压缩.....	128
5.6.5 动态颜色深度.....	128
5.7 小结.....	129
5.7.1 电池.....	129
5.7.2 显示屏.....	130
参考文献	130
第6章 电源管理集成电路	132
6.1 简介.....	132
6.2 稳压器.....	134
6.2.1 控制回路操作.....	134
6.2.2 线性稳压器.....	135
6.2.3 开关稳压器.....	137

XII 移动设备的电源管理

6.2.4 线性稳压器与开关稳压器的比较	143
6.3 电池管理：电量计、充电、鉴定	146
6.3.1 电量计	147
6.3.2 电池充电管理	147
6.3.3 锂离子电池安全性	149
6.3.4 电池鉴权	150
6.3.5 电池管理系统的范例以及电池保护	151
6.4 PMIC 和音频	153
6.4.1 音频	155
6.4.2 线性 and 开关稳压器	155
6.4.3 电池管理	156
6.5 小结	156
参考文献	158

第 7 章 能量节省的系统级方法

7.1 简介	159
7.2 低功耗系统的框架	160
7.2.1 高级的能量管理方案	160
7.2.2 自优化系统的软件	161
7.3 低功耗系统/软件技术	161
7.3.1 动态频率调节	162
7.3.2 动态电压调节	163
7.3.3 动态处理和温度补偿	164
7.3.4 控制空闲模式	164
7.4 软件技术和智能算法	164
7.4.1 操作系统	165
7.4.2 经典的 DVFS 算法	166
7.4.3 无线应用的范畴	166
7.5 飞思卡尔 (Freescale) 公司的 XEC：技术特性的智能算法	166
7.6 ARM 的智能能量管理	169
7.6.1 IEM 的策略以及操作系统的事件	170
7.6.2 策略模式	171
7.6.3 普通的 IEM 解决办法	172
7.6.4 智能能量控制器	173
7.6.5 电压岛	174
7.7 国家半导体公司：PowerWise 系列技术	174
7.7.1 PowerWise 技术	174

7.7.2 自适应功率控制器	175
7.7.3 PowerWise 接口规范	176
7.7.4 PowerWise PMU/EMU: 电源/能量管理单元	177
7.7.5 动态电压调节	178
7.7.6 自适应电压调节	179
7.8 能量节省合作伙伴	181
7.9 德州仪器公司: SmartReflex 技术	182
7.9.1 硅 IP	182
7.9.2 系统级芯片	183
7.9.3 系统软件	183
7.10 英特尔公司的 SpeedStep 技术	184
7.10.1 使用模式	184
7.10.2 功率控制架构	185
7.10.3 SpeedStep 的动态频率管理	185
7.10.4 SpeedStep 的动态电压管理	186
7.11 Transmeta LongRun 节能技术及其第二代节能技术 LongRun2	186
7.11.1 Transmeta LongRun 第二代节能技术的 IP	187
7.11.2 衬底偏压控制器	188
7.11.3 衬底偏压分布	188
7.11.4 衬底偏压产生器	188
7.11.5 监控电路	188
7.12 移动产品处理器接口: 系统电源管理	188
7.12.1 系统电源管理	189
7.12.2 系统电源管理的结构	189
7.13 小结	190
参考文献	191
第 8 章 电源管理的发展趋势	193
8.1 融合的移动设备	193
8.2 未来工艺	195
8.2.1 纳米技术和纳米电子	195
8.2.2 量子计算	202
8.2.3 微机电系统	204
8.2.4 生物学的 DNA	206
8.3 未来移动设备的封装	208
8.3.1 系统封装的演进	208
8.3.2 重分布芯片封装技术	209
8.3.3 系统级封装	211

XIV 移动设备的电源管理

8.4 未来用于移动设备的能量来源..... 212

8.5 未来移动设备的显示器..... 219

8.6 小结..... 222

参考文献 224

缩略词..... 226

第 1 章 个人便携式设备电源管理的简介

每年出售的个人便携式设备的数量增长迅速，蜂窝手机如今也相当普遍。2007 年全球范围的销售如图 1.1 所示^[1]。移动电话在全球消费类电子（CE）产品中所占比例最大。蜂窝手机已取代了个人电脑成为我们日常生活中应用最广泛的技术。工业分析师推断蜂窝手机数量将达到个人电脑的 5 倍之多。

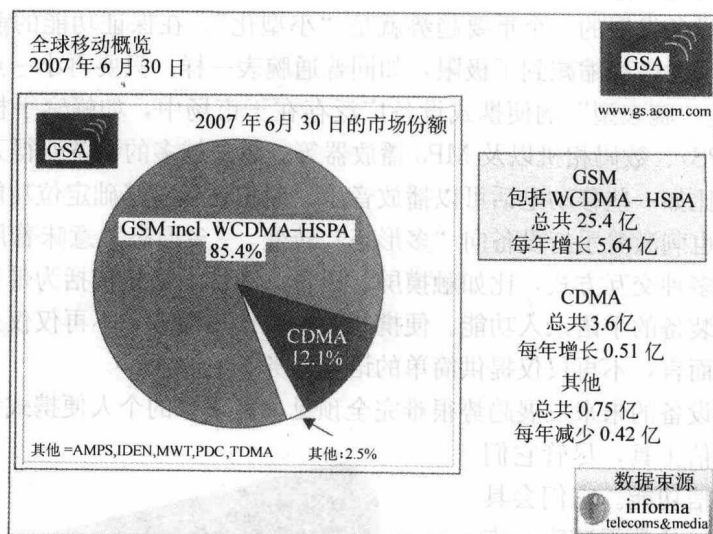


图 1.1 移动蜂窝手机的概览

个人移动设备日益超出仅仅具有语音通信功能的范畴，成为包含网络功能、企事业助手以及多媒体处理等一系列特征的集合体。

个人便携式设备应用方面的另一个增长点是娱乐。便携式媒体播放器（PMP）、FM 收音机、MP3 播放器、便携式游戏机，如今几乎在每个电子产品商店里都能找到。音乐播放器自盒带式以来，已获得迅速的发展，现在 500h 的音乐可以轻松地在衣兜里的迷你播放器里播放。

另外，游戏机也提供便携的娱乐方式。任天堂的 Gameboy 在便携式游戏设备中处于领先地位。随着技术的进步，游戏设备从简单的玩具演变成了功能强大的计算机。这些游戏机把孩子们变成了具有数字思考和享受移动设备市场的年轻消费者。图 1.2 显示了索尼公司的

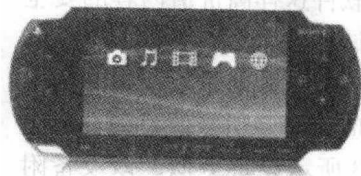


图 1.2 便携式游戏机——索尼 PSP

来源: <http://www.sony.com>

2 移动设备的电源管理

PSP 游戏机,这类游戏机具备游戏、音乐、视频功能,且支持 Wi-Fi 连接。

信息的存储、加工和处理也是便携式设备的重要市场。抛弃纸质日历的人们越来越习惯用便携式设备来安排他们的日常生活。

模拟相机已经被相应的数字产品所取代。笔记本电脑价格的降低也使得很多人都能用得起。笔记本电脑几乎成为工作的必备品。带有无线功能的通过 Wi-Fi 或者小区网络连接至因特网的笔记本电脑也出现在人们的视野中,这些笔记本电脑不光增添了移动性,也使得用户能像电缆或数字用户线(DSL)一样获得足够的带宽。笔记本电脑的因特网入口向用户提供了一系列丰富的服务,当然便携式小型设备的信息数据存取功能还正在研发过程之中。

便携式设备发展的一个重要趋势就是“小型化”。在保证功能的前提下,便携式设备的尺寸已经缩减到了极限,如同普通腕表一样。只要再小一点就有可能影响可用性。“腕表型”的便携式设备广泛存在于市场中,如蜂窝手机、全球定位系统(GPS)、数码相机以及 MP3 播放器等。越来越多的设备变得万能、可编程和灵活。比如一些移动电话可以播放音乐、照相还具有基础定位功能。

多功能也刺激着手持设备向“多形态”转变。“多形态”意味着用户界面支持与设备的多种交互方式,比如触摸屏、语音、动作,甚至包括为带有摄像头的便携式设备装备的手语录入功能。便携式设备对信息而言,不再仅仅是简单的文本,对通信而言,不再仅仅提供简单的语音服务。

便携式设备的未来发展趋势很难完全预见,但未来的个人便携式设备绝不仅仅是语音通信工具,尽管它们仍有语音通信功能。它们会具备 100Mbit/s 的数据速率、支持 E-mail、因特网冲浪和电子商务,某种程度上可代替笔记本电脑。它们会有全方位的多媒体功能,包括 8Mpix 的照相机、摄像机、高清视频、电视播放以及具有保护类似电影和软件这样高价值内容的安全存储能力。

在这种前景下,未来的主流应该是多功能的设备,与图 1.3 所示设备类似。该设备附带许多应用。

但是,便携式设备也面临



图 1.3 多功能的移动手机——i-mate JASJAR

来源: <http://www.mymobilepc.com>