

现代  通信技术丛书

3G终端

硬件技术与开发

李香平 张智江 方 刚 龙文祥 顾旻霞 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TN929.533/48

2008

现代移动通信技术丛书

3G 终端硬件技术与开发

李香平 张智江 方 刚 龙文祥 顾旻霞 编著

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

3G 终端硬件技术与开发/李香平等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.1

(现代移动通信技术丛书)

ISBN 978-7-115-16811-5

I. 3… II. 李… III. 码分多址—移动通信—终端设备—硬件—研究 IV. TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 143152 号

内 容 提 要

本书介绍了第三代移动终端的发展概况、处理器芯片技术、第三代移动终端的硬件架构与设计 (包括射频电路设计、基带电路设计、外围设备的设计)、第三代移动终端中的新技术、第三代移动终端的设计调试方法, 是一本有关移动终端硬件技术方面较全面的参考书。

本书结构清晰, 内容翔实, 适合于通信、电子与 IT 行业中从事移动通信终端设计、开发、生产、制造、应用及项目管理工作的人员阅读。本书也可供高校通信、电子和计算机等专业的师生参考。

现代移动通信技术丛书

3G 终端硬件技术与开发

- ◆ 编 著 李香平 张智江 方 刚 龙文祥 顾旻霞
责任编辑 刘 洋
- ◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13
字数: 309 千字
印数: 1—3 500 册
- 2008 年 1 月第 1 版
2008 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16811-5/TN

定价: 36.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223

前 言

在传统的移动通信终端产业链中,应用/中间件提供商、平台提供商、芯片厂商和 OEM、手机制造商、运营商各个环节独立存在,缺乏主导性;而在 3G 时代,需要有丰富的移动数据业务带动产业链的繁荣。提供区别个性的差异化服务,并实现终端的互通性将成为竞争的焦点。3G 时代的产业链中,运营商以终端定制为有力的杠杆,将上述诸多环节整合,以运营商为核心的产业价值链的竞争将取代各个环节各自为战的竞争方式。因此,移动终端对移动通信产业的发展将具有越来越重要的作用。

本书第 1 章首先对移动终端进行了国内外市场分析,然后介绍了移动终端的分类,以及移动终端的体系结构,最后分析了第三代移动终端的发展趋势。

第 2 章论述了移动终端的处理器芯片,包括其软件体系结构与编程模式,最后介绍了 ARM 的多核/多处理器技术。

第 3 章分别介绍了 WCDMA、cdma2000 移动终端的硬件架构与设计,包括其基带发送/接收电路设计与射频发送/接收电路设计。

第 4 章论述了 3G 移动终端的外围接口设备技术与标准,并逐一分析了其设计方法,包括摄像头等 9 类,共计 20 余种。

第 5 章系统地介绍了移动终端中的新技术:接收分集、发送分集、双/多模的关键技术以及 MIMO 技术。

第 6 章详尽地介绍了 3G 终端的开发与调试技术,包括其通用开发模式与技术、常用硬件平台的开发与调试、BSP 的开发与调试、面向测试的设计、面向生产的设计技术等。

移动终端的技术也在不断发展之中,本书介绍的主要内容都是基于截稿日之前的发展情况。本书在编写过程中,引用了部分材料,在此一并表示感谢。

本书在编写过程中,得到了中国联通通信有限公司技术部和 UT 斯达康公司的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,加上时间仓促,书中难免有错误与不足之处,敬请读者批评指正。

本书责任编辑的电子邮箱为 liuyang@ptpress.com.cn。

目 录

第1章 3G 移动终端发展概况	1
1.1 移动通信技术发展简介	1
1.2 国内外的移动终端市场分析	4
1.2.1 GSM/CDMA 终端产业链对比分析	4
1.2.2 终端技术发展状况分析	6
1.3 移动终端的分类与体系结构	8
1.4 3G 移动终端发展趋势	10
第2章 3G 移动终端处理器芯片	14
2.1 ARM 介绍	14
2.2 ARM 处理器系列	15
2.2.1 ARM7 系列	16
2.2.2 ARM9 系列	16
2.2.3 ARM9E 系列	17
2.2.4 ARM10 系列	18
2.2.5 SecurCore SC100	18
2.2.6 StrongARM	18
2.2.7 XScale	18
2.3 ARM 处理器核的分类和扩充标识	19
2.3.1 处理器核的分类	19
2.3.2 处理器核的扩充标识	19
2.4 ARM 处理器结构介绍	19
2.4.1 RISC 体系结构	19
2.4.2 ARM 和 Thumb 状态	21
2.4.3 寄存器	21
2.4.4 ARM 指令集概述	22
2.4.5 Thumb 指令集概述	22
2.5 ARM 体系结构的版本和变量	22
2.5.1 ARM 体系结构的版本	22
2.5.2 ARM 体系结构的变量	23
2.5.3 ARM/Thumb 体系结构版本的命名	24
2.6 ARM 编程模型	25
2.6.1 数据类型	25

2.6.2	处理器模式	25
2.7	多核/多处理器技术	25
2.7.1	多核/多处理器概述	25
2.7.2	多核 DSP 处理器技术	26
2.7.3	多核 DSP 处理器的基础技术	26
2.7.4	多核处理器的计算技术	27
2.7.5	多核 DSP 处理器分类	27
2.7.6	多核处理器的国内、外应用	29
2.7.7	多核 DSP 处理器的发展趋势	30
	参考文献	32
第 3 章	3G 移动终端的硬件架构与设计	33
3.1	WCDMA 移动终端的系统架构与设计	33
3.1.1	WCDMA 终端的 RAKE 接收机设计	34
3.1.2	WCDMA 终端的射频电路设计	36
3.1.3	WCDMA 终端的基带电路设计	42
3.2	cdma2000 终端的系统架构与设计	46
3.2.1	cdma2000 终端的发展	46
3.2.2	cdma2000 终端的系统硬件架构	48
3.2.3	cdma2000 终端射频和基带电路设计	68
第 4 章	3G 移动终端的外围设备	84
4.1	音频和视频设备	84
4.1.1	摄像头	84
4.1.2	音频播放设备	87
4.1.3	视频播放设备	89
4.2	数据连接设备	90
4.2.1	蓝牙	90
4.2.2	红外 (IrDA)	93
4.2.3	无线局域网 (802.11b/g)	95
4.2.4	USB	98
4.2.5	RFID 与 NFC	101
4.3	智能卡	104
4.3.1	智能卡的概述	104
4.3.2	SIM/UIM 卡的功能与应用	106
4.3.3	3G 时代的卡	108
4.3.4	SIM/UIM 卡的设计	109
4.4	内置存储设备	110
4.4.1	RAM	110

4.4.2 闪存 (Flash Memory)	111
4.4.3 3G 移动终端内置存储设备的设计	111
4.5 3G 移动终端的存储卡 (MMC、CF、SD)	112
4.5.1 MMC 卡	112
4.5.2 SD 卡	113
4.5.3 Memory Stick	114
4.5.4 微硬盘	115
4.5.5 微硬盘与传统硬盘的比较	115
4.5.6 微硬盘与 NAND Flash 的比较	116
4.6 LCD	116
4.6.1 LCD 的发展、分类及应用	116
4.6.2 LCM (液晶显示模块) 的硬件电路设计	119
4.7 触摸屏	123
4.7.1 触摸屏的结构	124
4.7.2 触摸屏的分类与工作原理	124
4.8 电池	127
4.8.1 移动终端电池的概述与现状	127
4.8.2 锂电池的结构	128
4.8.3 移动终端电池技术的发展与展望	129
4.9 3G 移动终端键盘	131
4.9.1 移动终端键盘的发展与现状	131
4.9.2 3G 时代的移动终端键盘	132
参考文献	134
第 5 章 3G 移动终端中的新技术	135
5.1 3G 终端新技术——接收分集	135
5.1.1 传统的分集接收方式	135
5.1.2 第三代移动通信中的分集接收方式	138
5.2 3G 终端新技术——发射分集	143
5.2.1 终端应用发射分集的进展	143
5.2.2 终端发射分集的技术实现	145
5.2.3 终端发射分集技术改善网络性能的验证	147
5.3 双/多模手机的发展	150
5.3.1 模式切换技术	151
5.3.2 电源管理技术	152
5.3.3 双模卡识别技术	152
5.4 MIMO 技术	153
5.4.1 MIMO 发展现状	153
5.4.2 MIMO 技术的研究热点	154

5.4.3 MIMO 在 3G 中的应用	156
参考文献	157
第 6 章 3G 终端的设计开发	158
6.1 通用开发模式和技术概述	158
6.1.1 3G 移动终端的开发流程	158
6.1.2 常用硬件设计和调试工具	159
6.1.3 现阶段终端设计开发中的难点	163
6.2 平台开发与调试实例	164
6.2.1 德州仪器 (TI) 的 OMAP (开放式多媒体应用平台) 系列	164
6.2.2 英特尔 (Intel) 的 PXA800F (Manitoba) 芯片组	166
6.2.3 摩托罗拉 (Motorola) 的 Innovative Convergence 开发平台	169
6.3 BSP 的开发与调试技术	169
6.4 DFT	171
6.4.1 测试的流程	171
6.4.2 测试设计全部阶段	171
6.5 DFM	175
6.5.1 射频测试	176
6.5.2 功能测试	177
6.5.3 多元化发展趋势	177
常用技术缩略语	179

第1章 3G 移动终端发展概况

移动通信可以说从无线电发明之日起就产生了,1897年马可尼所完成的无线通信实验就是在固定站与一艘拖船之间进行的。现代移动通信技术的发展始于20世纪20年代,而蜂窝移动通信的发展是20世纪70年代中期以后的事。移动通信综合利用了有线、无线的传输方式,为人们提供了一种快速便捷的通信手段。

由于电子技术尤其是半导体集成电路和计算机技术的发展,以及市场的推动,物美价廉、轻便可靠、性能优越的移动通信设备的出现成为可能。现代移动通信技术发展至今主要走过了两代,而第三代现在正处于发展阶段。

1.1 移动通信技术发展简介

1. 早期的移动通信发展

20世纪20年代至40年代为移动通信的早期发展阶段。在此期间,首先在短波的几个频段上开发出了专用移动通信系统,有代表性的是美国底特律市警察使用的车载无线电系统。该系统的工作频率为2MHz,到40年代提高到30~40MHz。这个阶段是现代移动通信的起步阶段,其特点是专用系统开发,工作频率较低。

20世纪40年代中期至60年代初期,公用移动通信业务开始问世。1946年,根据美国联邦通信委员会(FCC)的计划,贝尔公司在圣路易斯城建立了世界上第一个公用汽车电话网,称为“城市系统”。当时使用3个频道,间隔为120kHz,通信方式为单工。随后,前西德(1950年)、法国(1956年)、英国(1959年)等国相继研制了公用移动电话系统。美国贝尔实验室解决了人工交换系统的接续问题。这一阶段的特点是从专用移动网向公用移动网过渡,接续方式为人工,网络容量较小。

20世纪60年代中期至70年代中期,美国推出了改进型移动电话系统(IMTS),使用150MHz和450MHz频段,采用大区制、中小容量,实现了无线频道自动选择的功能,并能够自动接续到公用电话网。德国也推出了具有同等技术水平的B网。这一阶段是移动通信系统改进与完善的阶段,其特点是采用大区制、中小容量,使用450MHz频段,实现了自动选频和自动接续。

2. 第一代移动通信技术

20世纪70年代中期至80年代中期是移动通信蓬勃发展的时期,也是我们所说的第一代移动通信的开始。1978年底,美国贝尔试验室研制成功先进移动电话系统(AMPS),建成了蜂窝式移动通信网,大大提高了系统容量。1983年,该系统首次在芝加哥投入商用;同年12月,在华盛顿也开始启用;之后,其服务区域在美国逐渐扩大,到1985年3月已扩展到47个地区,约10万移动用户。其他工业化国家也相继建成蜂窝式公用移动通信网。日本于1979年推出800MHz汽车电话系统(HAMTS),在东京、神户等地投入商用。前西德于1984年建成C网,频段为450MHz。英国在1985年开发出全址通信系统(TACS),首先在伦敦投入

使用,以后逐渐覆盖到全国,频段为 900MHz。法国开发出 450 系统。加拿大推出 450MHz 移动电话系统(MTS)。瑞典等北欧 4 国于 1980 年建成 NMT-450 移动通信网,并投入商用,频段为 450MHz。

这一阶段的特点是蜂窝式移动通信网成为实用系统,并在世界各地迅速发展。移动通信大发展的原因,除了用户需求迅猛增加这一主要推动力之外,还有几方面技术进展所提供的条件。首先,微电子技术在这一时期得到长足发展,这使得通信设备的小型化、微型化成为可能,各种轻便电台被不断推出。其次,提出并形成了移动通信新体制。随着用户数量的增加,大区制所能提供的容量很快饱和,这就必须探索新体制。在这方面最重要的突破是贝尔试验室在 20 世纪 70 年代提出的蜂窝网的概念。蜂窝网,即所谓小区制,由于实现了频率复用,大大提高了系统容量。可以说,蜂窝网概念真正解决了公用移动通信系统要求容量大与频率资源有限的矛盾。第三方面进展则是随着大规模集成电路的发展,微处理器技术日趋成熟,计算机技术迅猛发展,从而为大型通信网的管理与控制提供了技术手段。

第一代移动通信系统的典型代表是美国的 AMPS 系统(先进移动电话系统)和后来的改进型系统 TACS(全址通信系统)。AMPS 使用 800MHz 频段,在北美、南美和部分环太平洋国家广泛使用;TACS 使用 900MHz 频段,欧洲和部分亚洲国家广泛使用此标准。

第一代移动通信系统的主要特点是采用频分多址(FDMA)模拟制式,语音信号为模拟调制,30kHz/25kHz 为一个模拟用户信道。第一代移动通信系统在商业上取得了巨大的成功,但是其弊端也日渐显露出来。它的缺点主要表现在以下几个方面:

- (1) 频谱利用率低;
- (2) 业务种类有限;
- (3) 无高速数据业务;
- (4) 保密性差,易被窃听和盗号;
- (5) 设备成本高;
- (6) 体积大、重量大。

3. 第二代移动通信技术

为了解决模拟系统中存在的上述根本性技术缺陷,数字移动通信技术应运而生,这就是以 GSM 和 IS-95 为代表的第二代(2G)移动通信系统,时间是从 20 世纪 80 年代中期开始。模拟蜂窝网虽然取得了很大的成功,但其频谱利用率低、业务种类受限、通话易被窃听,难以满足移动通信系统的发展。到了 80 年代中期,欧洲首先推出了泛欧数字移动通信网 GSM 体系,随后美国和日本也制订了各自的数字移动通信体制。数字移动通信网相对于模拟移动通信网而言,提高了频谱利用率,支持多种业务。第二代移动通信系统以传输语音和低速数据业务为目的,因此又称为窄带数字通信系统,典型代表是美国的 DAMPS 系统、IS-95 系统和欧洲的 GSM 系统。

GSM(全球移动通信系统)发源于欧洲,它是为全球数字蜂窝通信的 TDMA 标准而设计的,支持 64kbit/s 的数据速率。GSM 使用 900MHz 频段,使用 1800MHz 频段的称为 DCS1800。GSM 采用 FDD 双工方式和 TDMA 多址方式,每载频支持 8 个信道,信号带宽为 200kHz。GSM 标准体制较为完善,技术相对成熟;不足之处是,相对于模拟系统其容量增加不多,仅仅为模拟系统的两倍左右,无法和模拟系统兼容。DAMPS(先进的数字移动电话系统)也称 IS-54,使用 800MHz 频段,是两种北美数字蜂窝标准中推出较早的一种,使用 TDMA 多址方式。

IS-95 是北美的另一种数字蜂窝标准, 使用 800MHz 或 1900MHz 频段, 使用 CDMA 多址方式, 已成为美国 PCS (个人通信系统) 网的首选技术。由于第二代移动通信以传输话音和低速数据业务为目的, 从 1996 年开始, 为了解决中速数据传输问题, 又出现了第 2.5 代的移动通信系统, 如 GPRS 和 IS-95B CDMA 系统, 容量大, 相当于模拟系统的 10~20 倍, 与第二代系统的兼容性好。美国、韩国、中国香港等国家和地区已经开通了窄带 CDMA 系统, 为用户提供服务。由于窄带 CDMA 技术比 GSM 成熟晚等原因, 其在世界范围内的应用远不及 GSM, 但从发展前景看, 由于其自身的技术优势, CDMA 技术已经成为第三代移动通信的核心技术。

当今社会已经进入了一个信息化的社会, 没有信息的传递和交流, 人们就无法适应现代化的快节奏的生活和工作, 人们期望随时随地、及时可靠、不受时空限制地进行信息交流, 提高工作效率和经济效益。目前, 数字蜂窝网刚刚进入实用阶段, 方兴未艾, 各种方案纷纷出台, 其中最热门的是所谓的个人移动通信网。关于这种系统的概念和结构, 各家解释并不一致。

4. 第三代移动通信技术

(1) 第三代移动通信标准的发展

第三代 (3G) 移动通信系统最早由国际电信联盟 (ITU) 于 1985 年提出, 当时称为未来公众陆地移动通信系统 (FPLMTS, Future Public Land Mobile Telecommunication System), 1996 年更名为国际移动通信—2000, 即 IMT-2000 (International Mobile Telecommunication-2000), 计划 2000 年左右得到商用。

1999 年 11 月 5 日国际电联会议通过了 IMT-2000 无线接口技术规范建议, 其中我国提出的 TD-SCDMA 技术写在了第三代无线接口规范建议的 IMT-2000 CDMA TDD 部分。

2000 年 5 月, 国际电联 (ITU) 在土耳其召开全会, 对 IMT-2000 无线接口技术标准 10 个候选方案的频谱效率、网络接口、QoS、技术复杂性、覆盖率、灵活性和设备体积等诸多方面进行全面评估, 正式确认了 3 种标准作为主流标准: cdma2000 1x EV-DO、WCDMA (FDD)、TD-SCDMA (TDD)。

1998 年 10 月, 第三代伙伴计划 (3GPP) 出台, 该标准化组织由欧洲的 ETSI、中国的 CWTS、日本的 ARIB、韩国的 TTA 和美国的 TTA 等组成, 宗旨是制定以 GSM 为核心网, UTRA 为无线接口的标准。

1999 年 1 月, 3GPP2 正式成立, 该组织包括美国的 TTA、中国的 CWTS、日本的 ARIB、韩国的 TTA 等, 宗旨是制定以 cdma2000 1x EV-DO、cdma2000 1x EV-DV 为无线接口的标准。

3G 技术的标准化工作由 3GPP 和 3GPP2 来推动与实施。3GPP 主要负责 WCDMA 与 TD-SCDMA 技术的发展。3GPP2 主要采用 cdma2000 技术设计新的第三代移动通信系统。两种技术都是在现有的第二代通信网的核心网基础上平滑演进。

(2) 第三代移动通信技术的特点

① 能提供多种业务。提供话音、可变速率的数据、活动视频会话等业务, 特别是多媒体业务。

② 可以综合现有的公共交换电话网 (PSTN), 综合业务数字网, 无绳系统, 地面移动通信系统, 卫星通信系统来提供无缝隙的覆盖。

③ 同时提供高速电路交换与分组交换业务。在窄带 CDMA 与 GSM 移动通信业务中, 也能提供电路交换与分组交换, 但两者却很难同时提供, 而 3G 系统可以很方便地解决这一

难题。每个终端可以同时使用多种业务,可同时进行语音通话和数据收发。

④ 具有足够的系统容量、强大的多种用户管理能力、高保密性能、高质量的服务和高的频谱利用率。

为实现上述目标,其无线传输技术需满足以下要求。

① 高速传输以支持多媒体业务:

(a) 室内环境至少 2Mbit/s;

(b) 室内外步行环境至少 384kbit/s;

(c) 室外车辆运动中至少 144kbit/s;

(d) 卫星移动环境至少 9.6kbit/s。

② 传输速率能够按需分配。

③ 上下行链路能适应不对称需求。

1.2 国内外的移动终端市场分析

1.2.1 GSM/CDMA 终端产业链对比分析

1. GSM 终端产业链

中国的 GSM 终端产业链主要由手机厂商、渠道、消费者、设计公司以及芯片厂商等手机的上游厂商构成,整个价值链见图 1-1。手机主要通过渠道到达消费者,整个市场呈现一种很强的开放性。

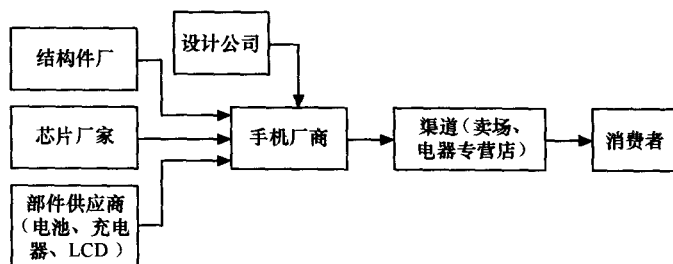


图 1-1 中国 GSM 终端产业链

(1) GSM 终端厂商

正是由于这样的开放性,导致了 GSM 终端市场的竞争门槛偏低,刺激了大量的公司进入这个市场,终端厂商的大量增加也拉动了设计公司的发展。但 GSM 市场的这种开放性也导致了完全、过度的竞争,为了在这种白热化的竞争环境中生存下来,无论国内还是国际厂商,都被迫不断改进产品质量,改进设计,不断推出新的手机型号。

国际厂商为了获取或保持在中国的市场份额,也总是将中国市场视为全球最重要的市场之一,第一时间投入最新的手机产品。从消费者的角度来看,这样的竞争格局意味着 GSM 手机市场产品型号的极大丰富;而从手机厂商的角度来看,激烈的竞争意味着竞争力不强的手机厂商将会被淘汰出局。

(2) GSM 终端芯片厂商

GSM 主芯片厂商比较多, TI、ADI、Philips、Infineon、EMP、Freescale、MTK 等公司

都能提供系统解决方案，并为手机厂商提供 GSM 主芯片。众多厂商参与竞争带来了设计方案的丰富和价格的下降，繁荣了 GSM 市场。

(3) GSM 终端设计公司

设计公司也是中国 GSM 终端产业链的重要一环，它们为众多刚刚进入手机市场，但又缺乏技术积累的厂商提供了众多的选择。国内的很大一部分 GSM 手机厂商都是依靠设计公司发展起来的，它们从成立开始就从设计公司购买方案自己生产，然后在不断的盈利和成长中开始培养自己的研发力量。在波导等公司的成长历程中，设计公司起到了重要作用。据不完全统计，国内 GSM 手机公司已经多达几十家。

(4) 运营商

从图 1-1 可以看到，终端厂商主要是通过渠道进行销售，运营商采购几乎为零。2004 年以来，中国移动为了推广其业务和品牌，加强了在 GSM 手机方面的采购。但总体来说，渠道销售仍然是 GSM 市场的主流销售渠道，运营商在这条价值链中起的影响相对较小。

2. CDMA 终端产业链

(1) CDMA 终端厂商

和国内市场 GSM 终端厂商上百家的竞争局面相比，中国 CDMA 终端市场只有 LG、三星、Motorola、中兴等十几家终端厂商在竞争。偏少的 CDMA 终端厂商导致了国内 CDMA 终端在种类、价格上无法和 GSM 相比，这是中国联通的 CDMA 网络发展比较艰难的一个重要原因。

(2) CDMA 终端设计公司

CDMA 终端设计公司不超过 10 家。

(3) CDMA 终端芯片厂商

CDMA 终端的主芯片提供商主要为 Qualcomm。Nokia 虽然自己研发、生产芯片，但主要供其自己使用，难以获得更大的规模优势，同时 Nokia 日前已经决定逐渐退出 CDMA 手机市场。而像 VIA 这样的芯片提供商，发展时间短，产品队列不完整，同时还要从 Qualcomm 获得授权，所以无法产生大的影响。

CDMA 主芯片市场基本上由 Qualcomm 主导，这种局面在为 Qualcomm 带来巨大的市场份额和利润的同时，也在很大程度上限制了竞争和市场的发展。

(4) 运营商

和 GSM 市场不同，中国的 CDMA 市场则完全由中国联通主导，CDMA 手机价值链见图 1-2。和 GSM 市场相比，中国联通成了 CDMA 手机市场最主要的采购、分销机构，整个市场呈现出较强的封闭性。

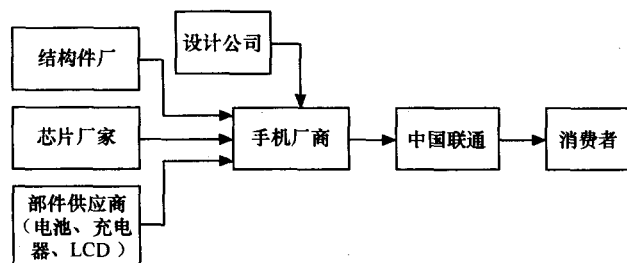


图 1-2 中国 CDMA 终端产业链

CDMA 与 GSM 的竞争是整个终端产业链之间的竞争, 和芯片厂商、设计公司、手机厂商、渠道都有关系。CDMA 终端设计公司不超过 10 家, 主芯片提供商只有 Qualcomm, 和 GSM 手机产业链相比, CDMA 手机产业链显得还不够“强壮”。

预计在中国发放 3G 牌照初期, 运营商为了推动放号, 吸引消费者, 将会大量采购终端, 并通过自己的渠道进行销售。在这个阶段, 终端产业链和图 1-2 比较相似, 都是运营商在产业链里起主导作用, 运营商的发展策略、资费政策等都会对整个产业链产生极大的影响。

1.2.2 终端技术发展状况分析

如表 1-1 所示, 截止到 2006 年第二季度, cdma2000 网络已经发展到 164 个, 覆盖了 72 个国家, 用户数也发展到了 2.75 亿, 同时终端数量达到了 1250 个。1x EV-DO 网络数量已经发展到 41 个, 终端数量达到了 282 个。WCDMA 网络数量已经达到了 112 个, 覆盖 49 个国家, 其中以欧洲和亚洲为主要覆盖地区, 而 WCDMA 的终端数量也有比较大的发展, 达到了 407 个。HSDPA 网络数量达到了 48 个, 覆盖 33 个国家, 终端数量达到了 51 个。

表 1-1 3G 网络和用户情况 (截至 2006 年第二季度)

	cdma2000	1x EV-DO	WCDMA	HSDPA
布署 (网络个数)	164	41	112	48
国家	72	28	49	33
用户 (百万)	275	35	80	N/A
手持终端	1250	282	407	51

数据来源: CDMA Development Group and Global Mobile Suppliers Organization, July 2006

1. cdma2000 终端市场发展现状

无论是 cdma2000 1x RTT 终端还是 cdma2000 1x EV-DO 终端, 都已经在北美、南美、亚洲、东欧等地区得到了广泛的商业论证。和 WCDMA、TD-SCDMA 相比, cdma2000 终端技术比较成熟, 终端款式也比较丰富。但 cdma2000 升级后可能会碰到改频的问题, 这是因为运营商在获得 cdma2000 标准的 3G 牌照后, 需要在 2.1GHz 频段上提供业务, 芯片厂商、终端厂商都必须开发支持这一频段的终端。

目前在北美地区, 无论是 cdma2000 1x EV-DO 手机终端, 还是网卡, 都已经有数量可观的产品上市, 这对于推动 cdma2000 1x EV-DO 产业链的发展起到了重要的作用。同时, 基于 cdma 1x EV-DO Rev A 技术的 3G 终端也会在 2007 年上市。截至 2006 年 8 月 3 日, 全球共有 1245 款 cdma2000 终端投入商用, 其中包括 280 款 cdma2000 1x EV-DO 终端。

cdma2000 在推动 3G 终端低价化方面, 也作出了突出贡献。cdma2000 长期致力于向印度等地区的入门级用户, 提供性价比不断提升的低端 3G 手机。现在, cdma2000 入门级手机平均低于 50 美元的售价已经逼近 GSM 入门级手机; 与此同时, 款式众多的 cdma2000 入门级手机相比 GSM, 还为用户提供了更为丰富的选择。此外, 部分 cdma2000 入门级手机还配备了 BREW 功能, 能够下载铃声和壁纸等。除了 cdma2000 终端之外, 得益于成熟的终端产业以及规模效应, cdma2000 1x EV-DO 入门级终端的价格, 有望到 2009 年降至 33 美元。

2. WCDMA 终端市场发展现状

截至 2006 年 8 月, 全球共有 49 个国家部署了共计 112 个 WCDMA 商用网络, 全球的

WCDMA 网络用户数逐渐逼近 8000 万。WCDMA 终端数量偏少曾经是制约 WCDMA 用户数发展的主要问题之一，但随着更多终端厂商的加入和参与，这一问题已经逐渐得到了解决。2006 年 8 月，GSA 发布了一项名为“3G/WCDMA-HSDPA 设备的种类与可用性”的调查报告。GSA 在该报告中指出，截至 2006 年 8 月，全球共有 44 家手机制造商提供了 407 款 WCDMA 终端。WCDMA 终端已经取得的显著进步，不仅体现为终端数量的激增，还包括 WCDMA 终端制造商数量的日益增多：仅在过去的 12 个月内，新推出的 3G/WCDMA 终端数量就达到 207 款，增长率高达 120%；WCDMA 终端制造商也由以前的 26 家增至今天的 44 家。

尽管大多数 WCDMA 系统都采用了 IMT-2000 的 1920~1980MHz 和 2110~2170MHz 对称频段，但仍然有相当一部分 WCDMA 运营商采用了 850MHz 频段，并有更多的运营商对该频段表示了关注。因此，为了迎合 WCDMA 系统的频段选择趋势，9 家 WCDMA 终端制造商共提供了 18 款能够支持 850MHz 频段 WCDMA 系统的终端新品，其中的大多数新品同时也支持 HSDPA，具有全频段工作能力。

同时支持 GSM/EDGE 的 WCDMA 终端数量已经增长至 77 款，是 2005 年 8 月同类终端数量的 5 倍多。数量不断增多的双模终端，能够更好地帮助那些采取了 WCDMA 与 EDGE 混合组网方案的 3G 运营商，为用户提供最佳的话音业务、互联网接入以及移动多媒体服务的应用体验。来自 GSA 的调查数据显示，GSM/EDGE 网络在全球的部署目前已经达到 204 个，遍布 113 个国家；分布在 88 个国家的 151 个网络已经推出了商用服务。

作为 WCDMA 演进的第一阶段，带来全新移动宽带体验的 HSDPA 商用网络也在全球陆续开通。截至 2006 年 8 月，全球共部署了 108 个 HSDPA 网络，并且 33 个国家的 48 个 HSDPA 网络已经投入商用；到 2006 年底，HSDPA 商用网络数量有望达到 80 个。伴随着 HSDPA 商用步伐的加快，HSDPA 商用终端的数量也在快速增长，在短短的 5 个月时间内就翻了一番：截至 2006 年 8 月，HSDPA 的终端数量已经达到了 51 款，而截至 2005 年 8 月仅有 12 款。HSDPA 终端设备包括了手机、用于计算机的数据卡（PCMCIA 和 ExpressCard）、USB Modem 和无线宽带路由器等。约 40% 的 HSDPA 终端，同时支持 GSM/EDGE，从而保证了业务的连续性以及最佳的移动宽带应用体验；约 16% 的 HSDPA 终端支持目前主要被澳大利亚以及北美运营商选用的 850MHz 频段。

3. TD-SCDMA 终端市场发展现状

TD-SCDMA 终端，无论在芯片层，还是在性能上都取得了长足进步，商用 TD-SCDMA 终端尤其令人期待。

多家 TD-SCDMA 终端芯片厂商在该领域的持续投入和前瞻性规划，改变了 TD-SCDMA 终端一度进展缓慢的局面。目前，以 T3G、ADI、凯明公司以及射频芯片厂商美欣公司等为主力，TD-SCDMA 终端芯片产业不断发展壮大。T3G 公司目前已经能够提供第一代 GSM/TD-SCDMA 双模解决方案，其第二代产品可支持 HSDPA 解决方案，第三代产品将基于 GSM/WCDMA/TD-SCDMA 三模解决方案，由 3 块芯片组成，集成度也将更高；ADI 于 2004 年 11 月和大唐移动结成战略合作伙伴，宣布用 SOFTPHON 平台支持 TD-SCDMA，随后发布了一系列相关的解决方案和参考设计；凯明公司已经推出了两代芯片组，并在 TD-SCDMA 外场测试中表现良好。

基于不断发展壮大的芯片产业，TD-SCDMA 终端产业也在不断取得新的成绩，有越来越多的终端制造商加入 TD-SCDMA 终端阵营。大唐移动在 TD-SCDMA 终端开发方面投入了巨

大的力量，其开发的 TD-SCDMA 终端解决方案已经取得了很大成功。中兴、LG、华立、波导等多家终端制造商均将按照市场的需要和我国 3G 业务的发展进程，与芯片厂商密切合作，适时推出满足市场需要的 TD-SCDMA 终端产品。TD-SCDMA 终端性能也得到了相当大的提升，例如，TD-SCDMA 的耗电性能已经得到了明显改善。不过，由于尚未进入实际的商用阶段，TD-SCDMA 终端仍有待于市场和用户的考验。

2006 年上半年，中兴通讯发布了全球第一款 TD-SCDMA/GSM 双模双待机手机 ZTE U350，它可以同时支持 GSM/TD 双 SIM 卡，双网之间自由切换，而且实现了同时待机，让消费者自由享受 2G、3G 两张网络带来的超值服务，真正体验到“双网在线、自由切换”的好处。

TD-SCDMA 系统与终端相关的主要特点如下：

- (1) 前相链路可采用发射分集方式，提高信道的抗衰落能力；
- (2) 增加了前向快速功控，提高了前向信道的容量。在 IS-95 系统中，前向链路只支持慢速功控；
- (3) 业务信道可采用比卷积码更高效的 Turbo 码，使容量进一步提高；
- (4) 引入了快速寻呼信道，减少了移动台功耗，提高了移动台的待机时间。

1.3 移动终端的分类与体系结构

无线移动终端在其发展过程中经历着巨大的变革。传统手机主要作为语音通信工具，功能比较单一，移动通信高速发展到今天，手机已成为基于语音、数据、图像等多种应用和业务的承载平台。一个移动通信终端的逻辑体系结构如图 1-3 所示。

目前，大致可将移动终端分为三类：

一类是以语音为主的手机，芯片组围绕一个单一的基带处理器搭建，该处理器处理通信、人机界面和其他简单应用任务。

另一类是增值服务手机，也叫多功能手机，是目前市场占有率最大的手机。这类手机没有高度复杂的

操作系统，一般采用封闭式实时嵌入式操作系统，如 Nucleus、OSE 等，同时还可以下载简单的 Java 程序（很小的应用程序，如一些可以在安装 Java 虚拟机上运行的简单游戏）。

可将以上两类终端归结为普通终端。普通终端的硬件平台主要由射频模块（RF）和基带处理模块两部分组成，如图 1-4 所示。射频模块（RF）主要负责射频信号的滤波、放大、调制解调等功能。基带部分又分为模拟基带（ABB）和数字基带（DBB）两部分：

1. ABB 部分主要完成诸如语音 A/D、D/A 转换，以及数字控制信号的 D/A 转换（如功率放大器的控制电压形成）等工作。
2. DBB 部分包括微控制器（MCU）、数字信号处理器（DSP）、存储器（MEM）和硬件逻辑（Logic）等：

(1) MCU 一般采用 ARM7 处理器，负责完成应用层、网络层和数据链路层的处理，控制移动终端的外围电路（键盘、显示屏等）连接，以及整个通信协议栈的实现，倾向于系统

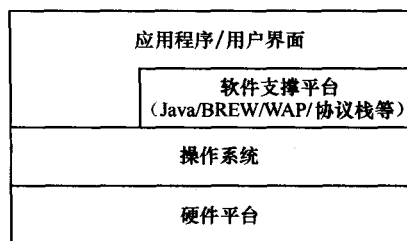


图 1-3 移动终端逻辑体系结构

控制;

(2) DSP 主要用于物理层、数据链路层的处理,负责语音信号的处理(编/解码),倾向于数字基带信号的处理;

(3) MEM 包括 ROM 和 RAM;

(4) Logic 部分主要指外围的一些电路,包括键盘控制电路、显示电路、各种外部接口电路等。

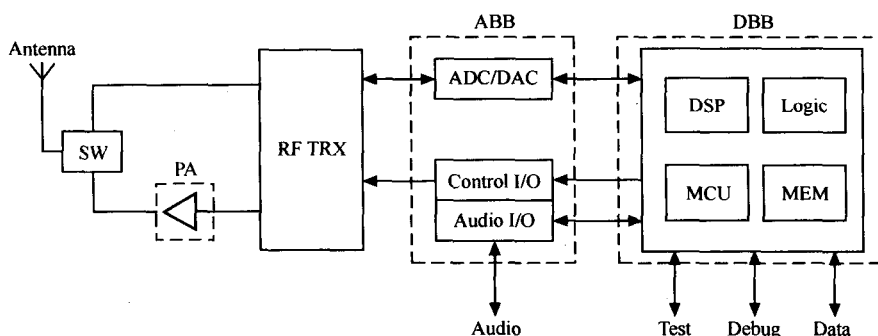


图 1-4 普通终端的结构

第三类是智能终端,曾被定义为“拥有开放式操作系统并能扩展第三方应用功能的移动终端”。智能终端与普通终端的根本区别是:智能终端采用开放式操作系统,可下载大量第三方应用软件,实现功能和所支持业务的自身扩展,同时具有更复杂的用户界面和多媒体/数据业务功能。智能终端一般为双 CPU 结构,如图 1-5 所示。但近年来随着芯片技术的发展,有的单 CPU 芯片已经能够完全胜任智能终端的功能,如高通 MSM7000 系列芯片,并且已有相应智能终端问世。

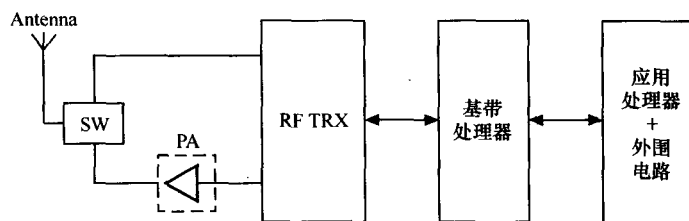


图 1-5 智能终端的结构

双 CPU 形成移动智能终端中的两个子系统:通信子系统和应用子系统。应用子系统通过 AT 指令与通信子系统进行控制和交互。

通信子系统处理器即 C-CPU,它保留了普通手机中的数字基带部分,即 MCU+DSP 的结构。MCU 实现高层协议,DSP 完成基带功能,适应各种无线接口协议标准,选择适当的移动通信网络,建立和维持网络连接,实现语音和数据通信。

应用处理系统器即 A-CPU,它采用嵌入式操作系统,并加载多种协议,以支持各种业务,如 MPEG-4、MP3、VoIP 以及 JPEG2000 等,并负责管理存储器、外围设备、外部接口等系统资源,运行应用程序,提供用户界面,此外还包括终端的电源管理。

第三代移动终端(以下简称 3G 移动终端)仍然将涵盖以上三类终端。智能化是移动终