

CDMA2000

高速分组数据传输技术

罗兴国 主 编
唐晓梅 郭淑明 赵海波 等编著



國防工業出版社

National Defense Industry Press



CDMA2000 高速分组 数据传输技术

		罗兴国	主编
唐晓梅	郭淑明	赵海波	编著
张 静	许明艳	张汝云	
	郭淑明	赵海波	审校

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书介绍第三代移动通信系统主流技术之一——CDMA2000 的高速分组数据传输技术及其应用,包括 CDMA2000 高速分组数据传输的体系结构,重点阐述了空中接口及其关键技术,并对网络覆盖和系统容量、应用业务与 QoS 进行了讨论,对 EV-DO 技术(包括 Rev A 版本)进行了较全面的阐述。

全书按顺序分为四篇:第一篇介绍了 HRPD 技术的由来及发展历程,并简单介绍了 CDMA2000 1x 对分组数据的支持;第二篇介绍了空中接口分层结构以及各层协议的详细内容;第三篇介绍了网络接口规范和主要的呼叫流程、安全和计费机制;第四篇讨论了 HRPD 业务应用及 QoS、网络覆盖和系统容量等,并对广播多播业务的体系结构和空中接口的广播协议簇作了介绍。

本书可供从事电信工作,特别是移动通信系统的工程技术人员和管理人员阅读,也可高等院校通信专业的高年级本科生和研究生提供教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

CDMA2000 高速分组数据传输技术 / 罗兴国主编;唐晓梅等编著. —北京:国防工业出版社, 2007. 1
ISBN 7-118-04814-3

I. C... II. ①罗...②唐... III. 码分多址-移动通信-通信系统-数据传输 IV. TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 120161 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17¼ 字数 402 千字
2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 30.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

随着信息时代的来临,移动数据业务渗入了人们生活的方方面面,给人们的生活带来了极大的便利。人们可以通过手机畅玩互动游戏、收看多媒体新闻、了解实时交通信息、进行视频点播、发送电子邮件、观看实时证券股票信息以及各种基于位置的服务等。

由于多媒体业务对数据传输速率的要求不断提高,CDMA2000 1x 系统提供的前、反向链路不高于 153.6Kb/s 的数据传输能力已不能满足数据业务的发展需求。为了解决空中接口数据传输速率低的问题,Qualcomm 公司提出了 HDR 的概念并于 2000 年 3 月以 CDMA2000 1xEV-DO(Evolution-Data Optimized)的名称向 3GPP2 提交了正式的技术建议方案,同年 10 月 3GPP2 投票表决通过并将该标准定为 C. S0024,简称 HRPD(High Rate Packet Data)。到 2006 年 6 月,3GPP2 已经发布了空中接口标准 Release 0、Release A 和 Release B 三个版本,而网络部分则采用了基于 IP 技术的分组网络。

HRPD 或 EV-DO(以下描述中 HRPD 和 EV-DO 均指同一技术)是一种 1x 增强型技术,是专门针对移动数据应用进行了优化的无线传输技术,更能适合 3G 多媒体业务的需求。EV-DO 占用一个 1.25MHz 的 CDMA 载频,采用了新的高阶调制技术,充分利用数据传输上下行业务不对称和对实时性要求不高的特征,前向链路时分复用,且采用“机会主义”调度算法,实现多用户分集;反向链路采用辅助导频、功率控制等技术,从而极大地提高了系统的数据吞吐率。2005 年 10 月,Verizon Wireless 与 Qualcomm 公司合作进行了业界第一次 CDMA2000 1xEV-DO 版本 A 的网络和手机间端对端呼叫,装配有 MSM6800 芯片组的 EV-DO 版本 A 手机大幅度提高了数据下载性能,前向链路数据传输速率达到 3.1Mb/s,反向链路数据传输速率为 1.8Mb/s,同时支持下一代无线多媒体业务所迫切需要的更高系统容量。

EV-DO 与 IS-95A/CDMA2000 1x 具有相同的 RF 特性,如:码片速率、功率要求、覆盖区域等,EV-DO 基站可以共享 CDMA2000 1x 基站的射频发射设备、放大器和滤波器,因此能最大限度地保护了运营商的现有投资。

EV-DO 技术在国外已经有了很成熟的应用。据 3Gtoday 网站数据显示,截至 2006 年 6 月,全球已有 1xEV-DO 运营商 35 个,签约用户数超过 3.3 亿。这足以从侧面证明 CDMA2000 1x 到 EV-DO 的演进给运营商提供了网络和业务上的平滑过渡。与此同时,3GPP2 于 2006 年 6 月发布的 HRPD 版本 B 标准,通过在更广泛的频段内动态分配多重射频载波,将前向链路和反向链路的数据吞吐量分别提高到 73.5Mb/s 和 27Mb/s。

本书对 EV-DO 技术进行了全面而深入的介绍。全书按其自然结构分为四篇:第一篇进行了系统整体介绍,结合 3G 发展介绍了 EV-DO 技术的由来和高速分组数据传输的体系结构,并且为了方便读者进行比较,简要介绍了 CDMA2000 1x 分组数据技术;第二

篇介绍了 HRPD 空中接口协议结构,描述了物理层、媒体接入层、安全层、连接层、会话层、流层和应用层各个协议层的详细内容,对速率控制、多用户成帧、虚拟软切换、分组调度等关键技术及其对系统性能的影响进行了分析;第三篇对 HRPD 网络接口、主要的呼叫流程以及安全和计费机制进行了系统描述;第四篇讨论了 HRPD 业务应用,如 VOIP、PTT、视频会议等业务及其 QoS,分析了链路覆盖、网络容量等网络性能,最后对广播多播业务体系结构及空中接口广播协议簇作了介绍。

本书力图对 EV - DO 技术的各个方面进行清晰而准确的介绍,从而为需要了解该领域技术的读者提供尽可能大的帮助。同时,本书内容还涉及了高速分组传输技术应用方面的知识,可供从事移动通信工作的技术人员、网络设计和运营管理人员阅读,以提供有益的参考。此外,本书也可作为各类移动通信技术培训班的教材或通信院校相关专业师生的教学参考书。

本书编写人员有:罗兴国、唐晓梅、郭淑明、赵海波、张静、张汝云和许明艳。由郭淑明和赵海波对全书做了审校。对本书编写做出贡献的人员还有:葛宝忠、王建东、季新生、郭倩、李印海、王军、丁大钊和郑晓辉等,同时本书的编写得到了解放军信息工程大学信息工程学院信息技术研究所的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

CDMA2000 1xEV - DO 技术涉及多个领域,包含多项关键技术,由于作者学识有限、经验不足、写作时间仓促,错误和不当之处在所难免,敬请广大读者不吝赐教。

编著者
2006 年 8 月

目 录

第一篇 系统介绍

第 1 章 概述	2
1.1 移动通信发展简述	2
1.2 CDMA 标准体系	4
1.3 CDMA2000 1x 分组数据	6
1.4 CDMA2000 1xEV-DO 技术	7
1.4.1 1xEV-DO 技术的产生背景	7
1.4.2 1xEV-DO 技术的设计思想	7
1.4.3 1xEV-DO 技术的发展	8
1.4.4 1xEV-DO 技术的特点	10
1.4.5 1xEV-DO 技术的应用	11
1.5 本章小结	11
参考文献	11
第 2 章 HRPD 体系结构	13
2.1 网络模型	13
2.2 接入终端	13
2.3 无线接入域	14
2.3.1 无线接入网络结构	14
2.3.2 无线接入网络单元	16
2.4 核心网分组域	17
2.5 接入终端的移动性	19
参考文献	21
第 3 章 CDMA2000 1x 分组数据业务	22
3.1 CDMA2000 1x 空中接口	22
3.1.1 CDMA2000 1x 空中接口协议的物理层	22
3.1.2 CDMA2000 1x 空中接口协议的第二层	24
3.1.3 CDMA2000 1x 空中接口协议的第三层	25
3.2 CDMA2000 1x 分组业务的协议栈	25
3.2.1 协议栈结构	25
3.2.2 数据封装	26

3.3 CDMA2000 1x 分组业务的呼叫流程	27
3.3.1 分组呼叫状态	27
3.3.2 分组呼叫的流程	27
3.4 本章小结	29
参考文献	29

第二篇 空中接口协议及其关键技术

第4章 空中接口协议概述	31
4.1 概述	31
4.2 协议的通信接口	36
参考文献	38
第5章 物理信道	39
5.1 概述	39
5.2 反向链路信道	41
5.2.1 接入信道	42
5.2.2 反向业务信道	45
5.2.3 小结	57
5.3 前向链路	57
5.3.1 前向链路结构	57
5.3.2 前向信道标识	58
5.3.3 前向导频信道	63
5.3.4 前向 MAC 信道	63
5.3.5 前向业务信道和控制信道	64
5.3.6 小结	69
5.4 物理层对 HRPD 关键技术的支持	70
5.4.1 功率控制	70
5.4.2 物理层对速率控制的支持	71
5.4.3 HARQ 技术	72
5.4.4 物理层对虚拟软切换技术的支持	74
5.4.5 小结	75
参考文献	75
第6章 MAC 层	76
6.1 MAC 层概述	76
6.2 控制信道 MAC	77
6.2.1 控制信道消息的协议封装	78
6.2.2 控制信道发送	80
6.2.3 终端捕获和监控控制信道	82

6.3 接入信道 MAC	82
6.3.1 接入信道 MAC 分组结构	82
6.3.2 接入信道参数	83
6.3.3 终端接入过程	84
6.3.4 接入信道长码掩码	87
6.4 前向业务信道 MAC	88
6.4.1 分组结构	89
6.4.2 地址匹配	91
6.4.3 前向数据速率选择	92
6.4.4 软切换	95
6.4.5 分组传送模式	96
6.4.6 前向分组调度	98
6.5 反向业务信道 MAC	99
6.5.1 分组结构和反向数据速率	100
6.5.2 反向业务信道长码掩码	101
6.5.3 反向链路静默机制	101
6.5.4 反向速率控制	102
6.6 本章小结	111
参考文献	111
第7章 安全层	112
7.1 协议功能	112
7.2 密钥交换协议	112
7.3 安全协议	113
7.4 鉴权协议	115
7.5 加密协议	116
7.5.1 对连接层分组的加密过程	116
7.5.2 对分组的解密过程	117
7.6 本章小结	117
参考文献	117
第8章 连接层	119
8.1 协议结构和功能	119
8.2 空中链路管理协议	120
8.2.1 协议状态机	120
8.2.2 连接的打开和关闭	121
8.3 初始化状态协议	122
8.3.1 AT 的协议状态机	122
8.3.2 系统时间的确定	123

8.4	空闲状态协议	123
8.4.1	协议状态机	123
8.4.2	连接建立过程	125
8.4.3	协议工作模式	126
8.4.4	增强空闲状态协议	127
8.5	连接状态协议	128
8.6	分组合并协议	129
8.6.1	分组合并的格式	129
8.6.2	分组合并的优先级	129
8.7	路径更新协议	130
8.7.1	协议状态机	130
8.7.2	导频集的管理	131
8.7.3	切换过程	132
8.8	开销消息协议	135
8.8.1	开销消息的关联机制	136
8.8.2	协议参数的说明	136
第9章	会话层	137
9.1	协议结构和功能	137
9.2	接入终端标识	138
9.3	会话管理协议	139
9.3.1	会话管理协议运行机制	139
9.3.2	KeepAlive 功能	140
9.4	地址管理协议	141
9.4.1	地址管理协议运行机制	141
9.4.2	UATI 初始请求过程	143
9.5	会话配置协议	144
9.5.1	协议运行机制	144
9.5.2	会话协商和配置过程	144
9.5.3	个性化配置	145
9.5.4	属性更新协议	147
9.6	多模能力发现协议	148
9.7	本章小结	150
	参考文献	151
第10章	流层和应用层	152
10.1	流层	152
10.2	应用层	153
10.2.1	应用层协议概述	153

10.2.2	缺省信令应用协议	154
10.2.3	缺省分组应用协议	163
10.2.4	多流分组应用协议	167
10.2.5	增强多流分组应用协议	173
10.2.6	3G1x 电路业务通知应用	175
10.3	应用层及流层封装举例	177
10.3.1	信令消息封装	177
10.3.2	业务数据封装	179
	参考文献	180

第三篇 HRPD 网络接口

第 11 章	HRPD 系统呼叫流程	182
11.1	概述	182
11.1.1	参考模型	182
11.1.2	接口协议栈	183
11.1.3	接口间关系	184
11.2	IOS 接口	184
11.2.1	A8/A9(AN-PCF)接口	184
11.2.2	A10/A11(PCF-PDSN)接口	186
11.2.3	A12(PCF-AN-AAA)接口和终端鉴权	187
11.2.4	A13(PCF-PCF)接口	187
11.2.5	A14(AN-PCF)接口	188
11.2.6	A15(AN-AN)接口	189
11.2.7	Ax(AN-PCF)接口	189
11.3	基本呼叫流程	190
11.3.1	分组数据会话状态	190
11.3.2	AT 发起的呼叫建立	190
11.3.3	连接释放	193
11.3.4	数据传输	194
11.3.5	HRPD 会话释放	198
11.3.6	PDSN 发起的分组数据会话释放	200
11.4	移动性管理	200
11.4.1	同一 PDSN 下 PCF 间的切换	200
11.4.2	休眠态下 AT 的路由更新	202
11.4.3	休眠态下 PCF 发起保持会话激活规程	202
11.5	混合操作模式	203
11.5.1	激活态下并发响应语音业务	203

11.5.2 激活态下 HRPD 系统到 1x 系统切换	205
11.5.3 休眠态下 1x 系统到 HRPD 系统切换	205
11.5.4 休眠态下 HRPD 系统到 1x 系统切换	206
11.6 本章小结	207
参考文献	207
第 12 章 HRPD 网络安全和计费机制	208
12.1 概述	208
12.2 空中接口安全措施	208
12.3 接入鉴权	209
12.3.1 基于 MD5 算法的接入鉴权	210
12.3.2 基于 CAVE 算法的接入鉴权	210
12.4 分组网鉴权	211
12.5 核心网数据保护	212
12.6 计费	213
12.7 本章小结	215
参考文献	215

第四篇 业务和网络性能

第 13 章 广播多播业务	217
13.1 体系结构	217
13.1.1 网络参考模型	217
13.1.2 BCMCS 流承载路径	220
13.1.3 BCMCS	222
13.1.4 BCMCS_Flow_ID 的结构	223
13.2 BCMCS 呼叫流程	223
13.2.1 注册和 RAN 会话发现	224
13.2.2 承载路径建立	224
13.2.3 承载路径释放	226
13.2.4 寻呼集维护	228
13.3 BCMCS 空中接口	228
13.3.1 广播物理层协议	229
13.3.2 广播 MAC 协议	230
13.3.3 广播安全协议	234
13.3.4 广播成帧协议	236
13.3.5 广播控制协议	237
13.4 BCMCS 业务安全	237
13.4.1 BCMCS 安全功能架构	238

13.4.2 广播接入密钥管理	241
13.4.3 BCMCS 安全算法	241
参考文献	242
第 14 章 系统业务与 QoS	243
14.1 新型数据业务	243
14.1.1 VOIP 业务	243
14.1.2 PTT 业务	244
14.1.3 移动视频业务	244
14.2 系统业务的分类	245
14.3 端到端 QoS 的体系架构	246
14.3.1 体系架构	246
14.3.2 链路层服务	247
14.4 系统 QoS 的模型	248
14.5 系统 QoS 的实现	249
14.5.1 无线接入网的 QoS 机制	250
14.5.2 核心网的 QoS 机制	251
14.5.3 外部网的 QoS 机制	251
14.6 本章小结	252
参考文献	252
第 15 章 网络覆盖和系统容量	254
15.1 网络覆盖	254
15.1.1 影响网络覆盖的因素	254
15.1.2 1xEV-DO 前向链路预算	259
15.1.3 1xEV-DO 反向链路预算	260
15.2 1xEV-DO 系统容量	260
15.2.1 1xEV-DO 前向链路系统容量	260
15.2.2 1xEV-DO 反向链路系统容量	262
15.3 1xEV-DO 链路覆盖以及系统容量的受限分析	264
参考文献	264
英文缩写对照	266

第一篇

系统介绍

本篇结合 3G 发展介绍了 CDMA2000 1xEV - DO 技术的由来和 HRPD 的体系结构及其功能单元和接口,并对 CDMA2000 1x 的高速分组业务的传输技术进行了介绍。

第 1 章 概 述

随着社会的发展,人们对通信的需求日益迫切,对通信的要求也越来越高。理想的目标是能在任何时候、在任何地方、与任何人都能及时沟通联系、交流信息。显然,没有移动通信,这种愿望是无法实现的。

1.1 移动通信发展简述

移动通信可以说从无线电通信发明之日就产生了。1897 年,马可尼所完成的无线通信试验就是在固定站与一艘拖船之间进行的,距离为 18 海里。然而,现代意义上的移动通信的发展则始于 20 世纪 20 年代,大致经历了 5 个发展阶段。

第一阶段为 20 世纪 20 年代到 40 年代,为早期发展阶段。在这期间,首先在短波几个频段上开发出专用移动通信系统,其代表是美国底特律市警察使用的车载无线电系统。这是第一种可以有效工作的移动通信系统,工作频率为 2MHz,到 40 年代工作频率被提高到 30MHz~40MHz。可以认为这个阶段是现代移动通信的起步阶段,特点是专用系统开发,工作频率较低、语音质量差,自动化程度低,未能与公众网络互通。

第二阶段为 20 世纪 40 年代中期至 60 年代初期。在此期间,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,贝尔系统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,频率间隔为 120kHz,通信方式为单工。随后,德、法、英等国相继研制了公用移动电话系统。这一阶段的特点是从专用移动网向公用移动网过渡,但接续方式为人工,通信网的容量小。

第三阶段为 20 世纪 60 年代中期至 70 年代中期。在此期间,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并能够自动接续到公用电话网。可以说,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,实现了自动选频与自动接续。

第四阶段为 20 世纪 70 年代中期至 80 年代中期,这是移动通信蓬勃发展时期。1978 年底,美国贝尔实验室研制成功高级移动电话系统(AMPS, Advanced Mobile Phone Service),这是第一种真正意义上的具有随时随地通信能力的大容量的蜂窝移动通信网。AMPS 采用频率复用技术,可以保证移动终端在整个覆盖区域内自动接入公用电话网(PSTN),具有更大的容量和更好的语音质量,很好地解决了公用移动通信系统所面临的大容量与频谱资源限制的矛盾。自 1983 年首次在芝加哥投入商用开始,在短短的两年时间里,服务区域扩大到美国的 47 个地区,用户数达到 10 万。AMPS 以优异的性能和服务质量赢得了广大用户的好评。其他工业化国家也相继开发出自己的蜂窝式移动通信网络,如日本推出频段为 800MHz 的汽车电话系统 HAMTS;联邦德国完成的频段为 450MHz

的 C 网;英国开发出的 900MHz 频段的全地址通信系统(TACS, Total Access Communication System)以及瑞典等北欧 4 国于 1980 年开发出的频段为 450MHz 的 NMT-450 移动通信系统等。这些系统的共同特点是,采用模拟制式的频分双工(FDD, Frequency Division Duplex)技术和蜂窝组网形式,习惯上人们将其称为第一代蜂窝移动通信系统。

在此阶段,蜂窝移动通信网成为实用的通信系统,并在世界各地迅速发展。究其原因,除了用户需求迅猛增加这一主要推动力外,还由于其建立在多种技术发展所提供的基础之上。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地推出。其次,提出并形成了新的移动通信体制。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,由于实现了频率再用,大大提高了系统容量。可以说,蜂窝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,尽管不断有新型的移动通信技术体制涌现,但蜂窝网络的组织结构一直延续到现在。此外,随着大规模集成电路的发展,微处理器技术日趋成熟,再加上计算机技术的迅猛发展,为大型通信网络的管理与控制提供了技术手段。

第五阶段则始于 20 世纪 80 年代中期。这是数字移动通信系统的发展和成熟时期。以 AMPS 和 TACS 为代表的第二代蜂窝移动通信网由于采用模拟体制,存在一系列的问题,如频谱利用率低、移动设备复杂、费用较高、业务种类受限且通话易被窃听等,而最主要的问题是容量已不能满足日益增长的移动用户需求。为解决这些问题,人们研制开发了新一代数字式蜂窝移动通信系统。数字无线传输的频谱利用率高,可大大提高系统容量。另外,数字通信网能提供语音、数据多种业务服务。实际上,早在 20 世纪 70 年代末期,当模拟蜂窝系统还处于开发阶段时,一些发达国家就已开始着手采用数字调制方式的蜂窝移动通信系统的研究。到目前为止,已相继开发出了第二代、第三代移动通信系统,而对第四代移动通信系统的研究正如火如荼地进行。

第二代移动通信系统的典型代表是欧洲的 GSM 和美国的 IS-95。20 世纪 80 年代中期,欧洲率先推出了采用时分多址(TDMA, Time Division Multiplex Access)接入方式的全球移动通信系统(GSM, Global System Mobile)。由于性能优异,GSM 网络在全球范围内迅速开设,用户数一度超过全球蜂窝系统用户总数的 70%。此后,1993 年,美国推出了基于码分多址(CDMA, Code Division Multiplex Access)接入技术的 IS-95 系统。该系统由于采用了扩频、多径接收、功率控制、软切换、自适应编码等关键技术,从而具有良好的语音质量和抗干扰能力,在系统容量方面也有大的提高。理论上 CDMA 移动网比模拟网大 20 倍,实际要比模拟网大 10 倍,比 GSM 要大 4 倍~5 倍。由于 CDMA 技术在提高系统容量、抗干扰、抗衰落方面的明显优势,使其成为第三代移动通信系统的核心技术。与第一代系统相比较,第二代系统以传送语音和低速数据为目的,具有频谱效率高、系统容量大、保密性好的特点。

在第二代移动通信的发展过程中,通信标准的多样性制约了移动通信后期全球性的进一步开拓,由于所用频带以及技术体制上的差异,使得“全球通”漫游业务很难真正实现。为此,国际电信联盟(ITU)于 1985 年首次提出了未来陆地移动通信系统(FPLMTS)的概念,后将其更名为国际电信 2000(IMT-2000),即第三代移动通信系统(3G)。目前,在 ITU 发布的 IMT-2000 无线传输技术(RTT)中,主流的技术标准有 3 个:欧洲和日本提

出的 WCDMA,北美提出的 CDMA2000 以及我国政府提出的 TD-SCDMA。3G 的优势在于充足的带宽、良好的安全性及对多媒体业务的有效支持,且设计的一致性好,前后向兼容。在无线接口的传输速率方面,IMT-2000 规范要求快速移动(120km/h)环境中要达到 144Kb/s;室外步行环境下达到 384Kb/s;室内静止环境下要达到 2Mb/s。

当第三代移动通信技术还在发展时,下一代移动通信技术的研究已经开始。ITU 已将 3G 之后的移动通信技术定义为后 3G(Systems Beyond IMT-2000),有些国家称为 4G。1999 年成立的 ITU-R 的 WP&F 工作组的主要任务是负责 3G 未来发展和后 3G 的研究。在 2001 年 10 月日本举行的第六次会议上讨论提出了“IMT-2000 未来发展及超 IMT-2000 的远景框架及总目标(IMT-VIS)”,该文件定义的目标数据传输速率为:IMT-2000 的未来发展,在 2005 年左右实现最高约 30Mb/s 的速率,而超 3G 在 2010 年左右在高速移动环境支持最高约 100Mb/s 的速率,在低速移动环境达到 1Gb/s 速率。后 3G 的技术支撑主要是宽带(broad band)接入和分布网络,优势在于通话质量及数据传输速度的提高。另外,还将努力减少投资成本,降低商用后的通信费用。

总之,未来移动通信系统将提供全球性的优质服务,真正实现在任何时间、任何地点、向任何人提供通信服务这一移动通信的最高目标。

1.2 CDMA 标准体系

CDMA 在蜂窝系统中的应用几乎是和 GSM 同时被提出来的,但一直没有得到重视,其中的主要原因在于 CDMA 的蜂窝网属于自干扰系统,必须具有高速、精确的功率控制,否则整个系统很难理想地工作甚至可能出现系统崩溃。功率控制技术在当时的条件下还难以攻破,直到 Qualcomm 公司解决了这一难题后这一状况才有所变化。该解决方案主要是通过测量移动台和基站的接收功率,利用开环和闭环相结合的功率控制方式,命令移动台调整发射功率,使移动台输出的功率电平在维持适当性能的前提下达到最小。这样做一方面减轻了对其他用户的干扰,同时有助于克服衰落,使得 CDMA 码分多址技术应用于蜂窝移动通信成为可能,并由此拉开了 CDMA 数字蜂窝移动通信系统蓬勃发展的序幕。

CDMA 系统的无线接口经历了 IS-95、IS-95A、IS-95B、CDMA2000 1x 和 1xEV-DV 及 1xEV-DO 几个发展阶段。Qualcomm 公司于 1990 年 7 月公布了最早的 CDMA 标准,经过许多移动通信运营商和制造厂家的协商讨论、修改后,于同年 10 月公布了暂行规定,成为此后一段时间内被广泛认可的主要规范。1993 年 7 月,美国 ANSI TIA 再次征集各方面的建议,经会议讨论后正式将其确认为 IS-95 标准,即“双模式宽带扩频蜂窝系统的移动台—基站兼容标准”。IS-95 标准由此成为 CDMA 移动通信的核心标准,世界上许多国家以此为蓝本生产和建设码分多址数字移动通信系统。经过多年的开发修订,以 IS-95 为代表的窄带 CDMA 系列标准已经日趋完善。IS-95 系列标准的发展先后经历了 IS-95、IS-95A、TSB74、IS-95B(ANSI95)等多种标准,但是,真正在全球得到广泛应用的第一个 CDMA 标准是 IS-95A,即 2G 的 CDMA 技术,主要提供语音业务和简单的数据业务。这一标准支持 8K 编码语音服务。其后又分别公布了 13K 语音编码器的 TSB74 标准,支持 1.9GHz 的 CDMA PCS 系统的 STD-008 标准,其中 13K 编码话音服务质量已

非常接近有线电话的话音质量。在发布 IS-95B 后仅半年的时间就发布了 CDMA2000 标准,所以,大多数运营商都选择跳过 IS-95B,直接使用 CDMA2000 的过渡方式。从技术上来说,IS-95B 也没有大的进步,主要改进在于采用信道捆绑方式提供中速的数据业务。一般将基于 IS-95 标准的各种 CDMA 制造厂商的产品和不同运营商的网络统称为 CDMAOne,这也是国际 CDMA 发展组织(CDG)的一个品牌。

然而 CDMAOne 系统也仅能提供的最高为 64Kb/s 的数据业务,依然不能满足人们的多媒体通信要求,为了能进一步提升数据传输速度以及通信网络的系统容量,3GPP2 制定并发布了 IS-2000 技术标准,该标准完全兼容 IS-95 系列标准,其最高传输速率达到 384Kb/s,单位通信成本得以下降,系统容量得到提升。

在 CDMA2000 技术体制研究的前期,提出了 1x 和 3x 的发展策略。如果系统分别独立使用每个带宽为 1.25MHz 的载频,则被叫做 1x 系统;如果系统将 3 个载频捆绑使用,则叫做 3x 系统。但随后的研究表明,1x 和 1x 增强型技术代表了未来发展方向。而同是 1x,在 CDMA2000 向前发展的过程中,技术又出现了两个分支:1xEV-DO 和 1xEV-DV,且这两种技术均能满足 ITU 对第三代移动通信系统的要求(如最高数据传输速率达到 2Mb/s)。

CDMA2000 1xEV-DO 标准最早起源于 Qualcomm 公司的高速数据(HDR)技术。早在 1997 年的时候,Qualcomm 就向 CDG 提出了 HDR 的概念,此后经过不断地完善和实验在 2000 年 3 月以 CDMA2000 1xEV-DO 的名称向 3GPP2 提交了正式的技术建议方案。1xEV 的意思是“Evolution”,表示 CDMA2000 技术的发展,DO 的意思为 Data Only(后来为了更好地表达此项技术的含义,把 Data Only 改为 Data Optimized,表示 EV-DO 技术是对 CDMA2000 1x 技术在提供数据业务方面的一个有效的增强)。同年 10 月份,3GPP2 投票表决通过了 1xEV-DO 的空中接口技术标准《CDMA2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification》(简称为 HRPD),标准编号为 C. S0024,相应的美国国家标准组织(ANSI)的标准编号为 IS-856。在 2001 年 12 月在 ITU 的会议上,CDMA2000 1xEV-DO 技术作为 CDMA2000 家族的一个分支被吸纳为 IMT-2000 标准之一。到目前为止,3GPP2 已经完成了 1xEV-DO 的空中接口标准的 Rev 0 和 Rev A 两个版本,而网络部分则采用了基于 IP 技术的分组网络。但是,1xEV-DO 由于采用独立的载频,因此终端只能通过双模的互操作来实现语音业务与数据业务的共同服务。

需要指出的是,由于 1xEV-DO 技术是由美国 Qualcomm 公司提出的,因此,相关技术标准一般是在美国国内通过并制定为 IS 系列标准后,才被提交给 3GPP2 组织经表决通过后才颁布。在技术标准的名称上,通常将其称呼为 1xEV-DO,但在 3GPP2 组织制定的相关各项标准中,通常采用简称:HRPD。在本书的后续章节中,根据叙述的内容,采用 HRPD 或 1xEV-DO。

把两种业务分别放在两个独立的载波上承载,这是 1xEV-DO 技术的基本思想。从系统开发角度看,这样做极大地简化了系统软件的设计难度,避免了复杂的资源调度算法。虽然 1xEV-DO 使用单独的载波来传输数据业务,但是从射频角度来看,IS-95/CDMA2000 1x 与 1xEV-DO 是完全兼容的,这就意味着两者系统的基站的射频单元是可以通用的,这对设备制造商来说就不会增加相应设备在研制、生产和采购上的难度;而对运营商来说,就有可能在进行网络的升级时保留现有 IS-95/CDMA2000 1x 射频部分,从