

|||||

[cdma2000 技术丛书]

中国电信北京研究院全力打造

关注3G FDD的一个重要分支：cdma2000 Rev.A版本

从空中接口→呼叫流程→系统架构→指标体系

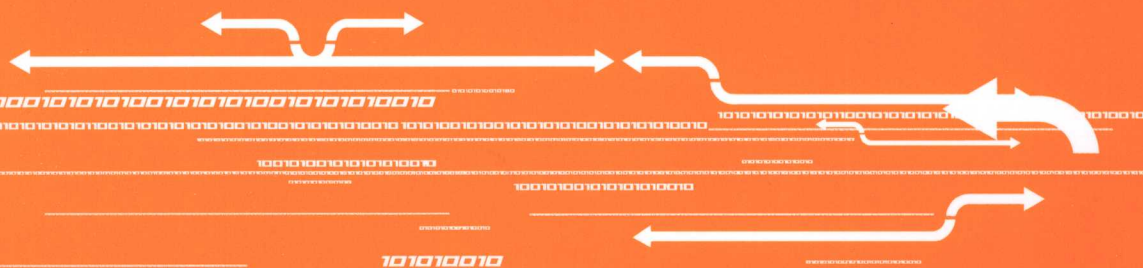
供您参考、为您解惑、助您提升

cdma2000 1x EV-DO Rev.A

系统、接口与实现

杨峰义 主编

王建秀 于化龙 赵勇 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

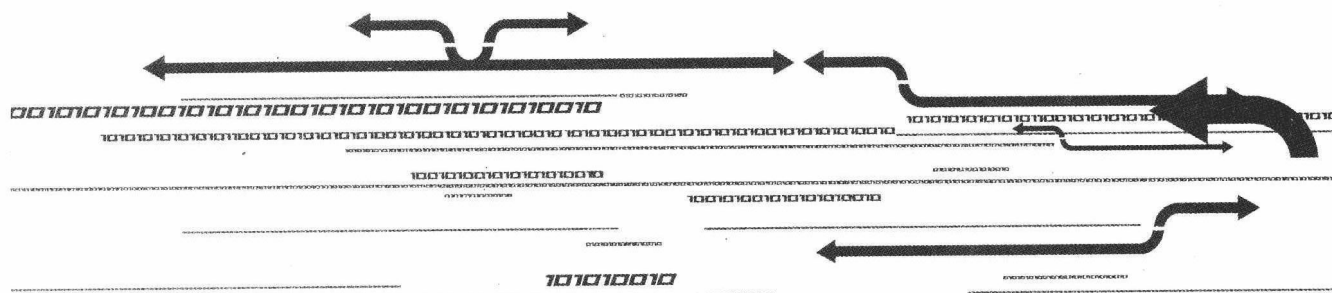
cdma2000 技术丛书

cdma2000 1x EV-DO Rev.A

系统、接口与实现

杨峰义 主编

王建秀 于化龙 赵勇 编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

cdma2000 1x EV-DO Rev.A系统、接口与实现 / 杨峰
义主编 ; 王建秀, 于化龙, 赵勇编著. — 北京 : 人民
邮电出版社, 2010.1

(cdma2000技术丛书)

ISBN 978-7-115-21620-5

I. ①c… II. ①杨… III. ①码分多址—移动通信—
通信系统—基本知识 IV. ①TN929.533

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第185070号

内 容 提 要

本书主要介绍 cdma2000 1x EV-DO Rev.A 无线网络技术方面的规范、设备和信令流程, 内容包括空中接口、IOS 接口与呼叫流程、无线接入子系统、QoS 保障机制、无线指标体系与参数、CDMA 后续演进等方面。

本书可供从事 CDMA 规划、网络建设、运营维护等方面的技术或管理人员使用, 也可作为高等院校通信工程专业高年级学生和研究生的参考读物。

cdma2000 技术丛书

cdma2000 1x EV-DO Rev.A 系统、接口与实现

-
- ◆ 主 编 杨峰义
 - 编 著 王建秀 于化龙 赵 勇
 - 责任编辑 李 强
 - ◆ 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>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 11.75
字数: 282 千字 2010 年 1 月第 1 版
印数: 1-3 500 册 2010 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-21620-5

定价: 38.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前言

2008年5月24日和2009年1月7日注定要成为中国电信史上里程碑式的重要日子。2008年5月24日,工业和信息化部、国家发改委、财政部联合发布的《关于深化电信体制改革的通告》拉开了运营商重组的大幕,国内6家运营企业重组为3家。虽然重组并没有从根本上降低这个行业的竞争难度,甚至竞争还可能更加激烈,但是3家运营企业都获得了全业务运营的资质,从此中国电信行业进入了全业务竞争时代。2009年1月7日,工业和信息化部为中国电信、中国移动、中国联通发放3张第三代移动通信(3G)运营牌照,此举标志着,在中国,3G的3种制式在终端、系统、运营等各方面的条件已经成熟,中国正式步入3G时代。

3G虽然在中国刚起步,但在全球已经得到了广泛应用。用现在的眼光来看待3G,3G在很多方面没有达到我们当初设想的目标,我们也没有看到可以替代语音应用或者可以与语音业务相类比的杀手级应用,但是从全球移动通信行业的大势来看,3G确实给运营商和用户都带来了价值的提高。

从全球主要的3G运营商的运营实践来看,在移动语音业务每用户平均收入(ARPU)值持续下滑的时候,3G的数据业务适时地使总体的ARPU值得到了提升,而且数据业务增长的速度越来越快(虽然业务量的增长和收入的增长并不成比例)。在发达国家中,移动数据业务的ARPU值在业务总体ARPU值中接近25%~26%,而且年增长率超过了40%。由此可见,虽然移动语音业务下滑,但是移动数据业务具有更加广阔的发展空间。

从移动宽带需求方面来看,国外权威机构的预测是到2012年全球的移动宽带用户数量可能达到10亿以上,相对今天的移动宽带用户规模(不到4亿户)而言,市场潜力巨大。

互联网的发展给传统电信行业带来了巨大的冲击,电信行业也在这种冲击中,积极寻求转型并成功地找到了新的生存模式。互联网和移动网络共有的个性化特征,使得我们对互联网和移动网络的结合充满期待。移动互联网必定是一片新的天地,能够给我们的工作、生活、娱乐带来更大的变化,使得互联网不仅仅是休闲消费的工具,更重要的是成为价值的创造者。

移动网络技术的进步会使移动业务的应用形式发生重大的变化。有些在第二代(2G、2.5G)网络上提供起来非常困难的业务,因为网络技术的进步而变得十分容易,而很多在过去网络上流行的应用也很可能就因此而淡出人们的视线。相信随着3G在中国的逐渐应用和普及,3G将会成为我们工作和生活的伴侣,从而大大地改变我们的生活和工作习惯。

本书主要介绍3G FDD的一个重要分支——cdma2000方向的3G无线技术中的cdma2000 1x EV-DO Rev.A的有关内容,全书共分7章。第1章概述了CDMA技术、标准的发展历程,同时描述了CDMA系统中几个公共的基本参数。第2章主要分析了cdma2000 1x EV-DO Rev.A空中接口,包括协议结构、物理层、MAC层、安全层、连接层、会话层、流层、应用层等具体内容。第3章介绍了IOS接口与呼叫流程方面的内容,包括IOS功能介绍、数据呼叫流程等部分。第4章主要涉及无线接入子系统中基站、基站控制器的结构和功能。第5章讨论了QoS保障机制,主要包括QoS评价指标、端到端的QoS体系结构、1x EV-DO Rev.A的QoS实现机制等。第6章给出了cdma2000 1x EV-DO Rev.A无线指标体系与参数,主要包

括指标体系、主要指标、系统参数等内容。第 7 章研究了 CDMA 网络的后续演进，主要包括空中接口演进、核心网络架构的演进和演进后业务的互操作等问题。

CDMA 技术和系统技术经过多年的发展，标准版本众多，且涉及面很广，限于篇幅，本书不可能一一涉及。对 CDMA 发展过程和相关标准感兴趣的读者可以在 3GPP2 的网站上自行下载相关文献阅读。

本书由杨峰义主编，参加编写的还有王建秀、于化龙、赵勇同志。第 1、4、5、7 章由杨峰义编写，第 2 章由王建秀编写，第 3 章由于化龙编写，第 6 章由赵勇编写，全书由杨峰义负责统稿。在本书的完成过程中，得到了华为技术有限公司、中兴通讯有限公司的大力支持和帮助，在此一并致谢。

由于作者学识有限，写作时间仓促，书中谬误之处在所难免，敬请读者不吝赐教。

作 者

目 录

第 1 章 CDMA 技术的发展	1
1.1 概述	1
1.2 CDMA 技术的标准演进	2
1.2.1 IS-95	2
1.2.2 cdma2000	2
1.2.3 cdma2000 1x EV	3
1.3 CDMA 系统的几个基本参数	4
1.3.1 CDMA 系统时间 ^[3]	4
1.3.2 CDMA 网络的 PN offset	4
1.3.3 CDMA 系统工作频段	5
参考文献	5
第 2 章 1x EV-DO Rev.A 空中接口	6
2.1 EV-DO Rev.A 空中接口协议结构	6
2.1.1 空中接口协议栈模型	6
2.1.2 空口协议通信方式	6
2.1.3 协议状态及实例	8
2.2 物理层	8
2.2.1 物理层分组格式	9
2.2.2 前向信道	9
2.2.3 反向信道	15
2.3 MAC 层	24
2.3.1 MAC 层协议功能	24
2.3.2 控制信道 MAC 协议	24
2.3.3 接入信道 MAC 协议	27
2.3.4 前向业务信道 MAC 协议	31
2.3.5 反向业务信道 MAC 协议	34
2.4 安全层	37
2.4.1 安全层协议功能	37
2.4.2 数据封装	38
2.4.3 安全协议	38
2.4.4 密钥交换协议	39
2.4.5 加密协议	40
2.4.6 鉴权协议	41
2.5 连接层	41

2.5.1 连接层协议功能	41
2.5.2 数据封装	42
2.5.3 空中链路管理协议	42
2.5.4 初始化状态协议	44
2.5.5 空闲状态协议	45
2.5.6 连接状态协议	47
2.5.7 路由更新协议	48
2.6 会话层	51
2.6.1 会话层协议功能	51
2.6.2 会话管理协议	52
2.6.3 地址分配协议	53
2.6.4 会话配置协议	55
2.6.5 多模能力发现协议	57
2.7 流层	57
2.7.1 流层协议功能	57
2.7.2 缺省流层协议	58
2.7.3 通用虚拟流协议	58
2.8 应用层	58
2.8.1 缺省信令应用	58
2.8.2 缺省分组应用	59
2.8.3 多流分组应用 (MFPA)	62
参考文献	63
第3章 IOS 接口与呼叫流程	64
3.1 IOS 概述	64
3.1.1 参考模型	64
3.1.2 1x EV-DO 的微移动性和宏移动性	66
3.1.3 IOS 支持的业务特性	66
3.2 主要 IOS 接口功能	68
3.2.1 A8/A9 接口功能	68
3.2.2 A10/A11 接口功能	70
3.2.3 A12 接口功能概述	72
3.2.4 A13 接口功能概述	73
3.2.5 A16、A21 接口功能概述	73
3.3 1x EV-DO 数据呼叫流程	75
3.3.1 分组数据会话状态	75
3.3.2 1x EV-DO 数据呼叫流程概述	75
3.3.3 涉及 AT 的主要数据呼叫流程	76
参考文献	92
第4章 cdma2000 1x EV-DO Rev.A 无线接入网络	93

4.1 概述	93
4.1.1 cdma2000 1x EV-DO Rev.A 系统模型	93
4.1.2 基本网络模型	94
4.1.3 无线接入网	96
4.2 BSC 功能与系统架构	98
4.2.1 BSC 功能	98
4.2.2 BSC 系统架构	99
4.2.3 操作维护管理	102
4.3 BTS 功能与系统架构	105
4.3.1 BTS 功能介绍	105
4.3.2 系统架构	106
4.3.3 主要模块的工作原理	109
4.3.4 CPRI 接口	112
4.3.5 基站功放线性化技术 ^[1]	115
参考文献	119
第 5 章 QoS 保障机制	121
5.1 概述	121
5.2 1x EV-DO Rev.A 端到端 QoS 架构	122
5.3 1x EV-DO Rev.A 接入网的 QoS 机制	123
5.3.1 多流映射关系	123
5.3.2 承载映射的处理	124
5.3.3 多流映射流程	125
5.3.4 接入网定义的 QoS 属性参数	126
5.4 1x EV-DO Rev.A 空中接口的 QoS 机制	130
5.4.1 空中接口定义的 QoS 属性参数	130
5.4.2 空中接口 QoS 的协商和激活流程	131
5.4.3 空中接口 QoS 的撤销和去激活流程	132
5.5 1x EV-DO Rev.A 的 QoS 控制策略	132
5.5.1 准入控制	132
5.5.2 负载控制	133
5.5.3 流量控制	133
5.5.4 无线资源管理或预留	133
5.5.5 前向调度	133
5.5.6 反向调度	133
5.6 1x EV-DO Rev.A QoS 解决方案	134
5.6.1 用户间 (Inter-user) QoS	134
5.6.2 用户内 (Intra-user) QoS	134
5.6.3 用户间 QoS 和用户内 QoS 之间的关系	135
参考文献	135

第 6 章 1x EV-DO Rev.A 无线网络性能指标体系与系统参数	136
6.1 1x EV-DO Rev.A 的无线网络性能指标体系	136
6.1.1 概述	136
6.1.2 会话性能指标	136
6.1.3 接入鉴权性能指标	137
6.1.4 寻呼性能指标	138
6.1.5 连接性能指标 ^[2]	139
6.1.6 移动性能指标	142
6.1.7 覆盖性能指标	144
6.1.8 话务性能指标	145
6.1.9 数据流量性能指标	146
6.1.10 资源占用率指标	146
6.2 1x EV-DO Rev.A 网络系统参数	147
6.2.1 系统参数	147
6.2.2 信道参数	149
6.2.3 切换参数	154
6.2.4 功控参数	157
6.2.5 前向调度参数	158
6.2.6 反向调度参数	163
6.3 小结	166
参考文献	166
第 7 章 CDMA 网络后续演进	167
7.1 无线接入网络演进 ^[1]	167
7.1.1 概述	167
7.1.2 1x/EV-DO 增强型技术 ^{[2],[3]}	168
7.1.3 LTE 技术 ^{[4],[5]}	169
7.2 CDMA 核心网络向演进分组系统 (EPS) 网络架构演进 ^[6]	171
7.2.1 概述	171
7.2.2 CDMA 网络分阶段向 EPS 演进	172
7.3 CDMA 与 E-UTRAN 业务互操作技术 ^[12]	174
7.3.1 引言	174
7.3.2 E-UTRAN-eHRPD 互操作	175
7.3.3 E-UTRAN 和 1x 互操作 (SRVCC)	176
7.3.4 E-UTRAN 和 1x RTT CS 互操作 (CS Fallback)	177
参考文献	179

第 1 章 CDMA技术的发展

1.1 概 述

码分多址 (CDMA, Code Division Multiple Access) 是在军事通信的扩频通信技术基础上发展起来的一种无线通信技术。CDMA 技术的原理是基于扩频技术, 将需要传送的具有一定信号带宽的信息数据, 用一个带宽远大于信号带宽的伪随机序列进行调制, 使原始数据信号的带宽被扩展, 再经载波调制后发送出去。接收端使用完全相同的伪随机序列, 与接收的宽带信号做相关处理, 把宽带信号换成原信息数据的窄带信号即解扩, 以实现信息通信。

早在 20 世纪 40 年代, 扩频通信就应用于军事通信中以起到抗干扰的作用, 但直到 20 世纪 70 年代末期才建议将扩频通信用于蜂窝移动通信系统中。CDMA 技术在蜂窝系统中的应用几乎是和 TDMA 技术同时被提出来的, 但一直没有得到重视, 其中的最主要原因在于: 理论上 CDMA 系统的基站接收机只有在所有用户的接收信号电平都相同的情况下, 才能达到系统最大的容量; 当一个用户的接收信号电平过高时, 虽然自身的通信质量可能更好, 但是对其他用户就是一个更大的干扰, 而在实际的蜂窝网络中, 由于不同用户到基站接收机间的距离不同, 在用户发射功率相同的情况下, 基站接收到的用户信号也有很大差异。统计意义上讲, 近端用户信号电平可能较高, 远端用户的信号电平就很低, 近端用户可以保证良好的通信质量, 但对远端用户会产生较强干扰 (这种效果就是所谓的“远近效应”问题)。在 CDMA 系统中, 为保证系统可以有最大的容量, 同时每个用户都能获得相同的通信质量, 必须在对每个用户保证相同的业务质量的前提下 (业务种类也相同时), 对其发射功率进行精确限定, 使得基站接收机接收到的不同用户的信号电平相同; 同时由于用户可能随时处在移动状态, 通信信道情况可能随时会发生变化, 要求发射功率还要能够根据信道的变化情况快速进行调整, 也就是说 CDMA 系统需要有高速、精确的功率控制, 否则整个系统将难以理想地工作甚至出现系统崩溃。在 FDMA 和 TDMA 系统中, 虽然也存在远近效应问题, 但是由于不同用户在频域或者时域上是正交的, 用户间的这种干扰可以完全消除, 因而对功率控制的精度就没有必要严格限定。而在码域, 由于不同码道伪随机序列间的互相关不可能完全为零, 因此这种干扰问题就变得十分突出。这种高速、精确的功率控制技术在当时的技术条件下还难以有效解决。直到 20 世纪 80 年代末、90 年代初期, 美国 Qualcomm 公司系统地解决了这一难题, 同时从理论上证明 CDMA 系统的容量比 FDMA 和 TDMA 系统更大 (典型的数据是在语音业务的情况下, 理论容量可以达到 AMPS (高级移动电话系统) 系统容量的 20 倍^[1]), 并在美国的现场实验初步验证了相关结论, 使得 CDMA 技术很快成为全球无线通信界的热点。

Qualcomm 公司的功率控制解决方案^{[1]、[2]}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情况下达到最小, 一方面减轻了对其他用户的干扰, 同时有助于克服衰落; 另一方面为了克服小区间的同频码域干扰, Qualcomm 公司创造性地提出了采用宏分集/软切换技术^[1]解决用户在小区边缘的通信和切换问题。精确、高速的功率控制技术和宏分集/软切换技术的应用, 使得 CDMA 技术应用于公用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规模商用的大幕, 进而使 CDMA 技术成为第三代移动通信系统的主流多址方式。

1.2 CDMA 技术的标准演进

Qualcomm 公司于 1990 年 7 月公布了最早的 CDMA 标准, 经过移动通信运营商和制造厂家的协商讨论, 于 1990 年 9 月发布了建议标准的修订版本, 并于 1990 年 10 月公布了暂行规定。1993 年 7 月, 美国 ANSI 和 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”, 并于 1995 年公布其修订版本 IS-95A 标准(窄带 CDMA 标准 A)。IS-95A 由此成为世界上商用 CDMA 系统的第一个正式的标准版本。

CDMA 系统的空中接口从 IS-95 开始, 经历了 IS-95、IS-95A、IS-95B 到 cdma2000 建议和 IS-2000 标准的发展历程。现在一般认为, IS-95A、IS-95B 属于第二代移动通信技术标准, IS-2000 为第三代移动通信系统的标准。

1.2.1 IS-95

IS-95A 是 CDMA 标准系列中第一个规模商用的标准。主要支持语音业务, 也支持基于电路方式的低速率数据业务。IS-95A 系统采用的一些关键技术, 如功率控制、软切换、宏分集、Rake 接收成为了后来所有 CDMA 系统的核心技术。

IS-95A 商用以后, 市场对数据业务的需求逐渐上升, 在这种条件下, TIA(美国电信工业协会)制定了 IS-95B 标准。IS-95B 并没有引进新技术, 主要的改进是在下行链路上, 将多个低速信道捆绑在一起提供中高速的数据业务。当要进行高速数据传输时, 移动台被指配最大 8 个码分信道(1 个基本信道, 7 个辅助编码信道, 辅助信道的功率控制源于基本信道), 最高可以提供 76.8kbit/s 或者 115.2kbit/s 的数据传输速率, 同时所有的码分信道都以全速率传输数据, 当不使用辅助业务信道时, IS-95B 与 IS-95A 基本相同, 可以共存于同一个载波中。由于高速数据业务实现的成本较高, IS-95B 在全球的商用很少。

1.2.2 cdma2000

cdma2000 是 1998 年美国向 ITU 提出的第三代移动通信空中接口标准的建议, 是 IS-95 标准向第三代演进的技术体制方案。IS-2000 则是采用 cdma2000 技术的正式标准总称。

cdma2000 是 IS-95 标准的演进和发展。按使用的载波数划分, cdma2000 技术有 1x(单

载波)、3x (三载波)等工作方式。目前国际上商用的 cdma2000 系统都采用了 cdma2000 1x 技术。与 IS-95 相比, cdma2000 1x 增加了反向导频信道, 提高了反向链路容量; 前向链路采用快速功率控制和发射分集技术, 降低了前向链路的干扰, 提高了信道的抗衰落能力; 引入快速寻呼信道, 提高了移动台的待机时间; 数据业务信道采用 Turbo 编码。使得 cdma2000 1x 系统的容量比 IS-95 大为提高, 在相同条件下, 对普通语音业务而言, cdma2000 1x 的容量大致为 IS-95 系统的 2 倍。

cdma2000 3x 属于多载波技术。后来的研究证明, 载波数增加, 会使得系统硬件的复杂性和成本大大提高, 所以在这个领域的研究很少, 厂商和运营商都没有选用这个系统。

1.2.3 cdma2000 1x EV

cdma2000 1x EV 是 cdma2000 1x 的演进版本。

第一个 cdma2000 1x EV 的版本为 cdma2000 1x EV-DO (以下简称为 1x EV-DO), 来源于 Qualcomm 公司 1997 年提出的高数据速率(HDR, High Data Rate)技术。2000 年 3 月 Qualcomm 以 cdma2000 1x EV-DO 的名称向 3GPP2 提交了正式的技术建议方案, 并于同年 10 月获得通过, 正式的标准名称为《cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification》, 一般将此版本简称为 1x EV-DO Rel.0 (1x EV-DO 的名称是由 Qualcomm 公司提出的, 而 3GPP2 相关各项标准通常采用 HRPD, 在本书的叙述中, 我们一般采用 1x EV-DO 的名称)。需要说明的是, 这里 DO 的意思初期为 DATA ONLY, 后来为了更好地表达此项技术的含义, 改为 Data Optimized, 表示 EV-DO 是对 cdma2000 1x 技术在数据业务能力方面的一个增强。1x EV-DO Rel.0 采用与语音分离的信道传输数据, 支持平均速率为 650kbit/s、峰值速率为 2.4Mbit/s 的高速数据业务; 同时引入一系列不同于 cdma2000 1x 的关键技术, 其中包括前向时分复用技术、快速自适应编码技术、反向负载控制技术、HARQ 技术、速率控制及调度算法、虚拟切换等。1x EV-DO 系统的射频特性与 cdma2000 1x 的射频特性一致, 可以重用原有的基站射频设备, 保持了网络的向后兼容性。由于语音和数据用户不共享同一载波, 资源控制实现简单。

1x EV-DO 的空中接口标准后来又演进为 A 和 B 版本, 分别称为 1x EV-DO Rev.A (2004 年) 和 1x EV-DO Rev.B (2006 年)。Rel.0 和 Rev.A 系统在全球得到了广泛应用, Rev.B 目前尚未有商用。由于 Rel.0 网络在中国没有应用, 目前商用的是 Rev.A 网络, 因此本书的主要内容就聚焦在 1x EV-DO Rev.A (简称 DOA) 方面 (Rev.B 的相关介绍在本书的最后一章, 这里也不再赘述)。对 Rel.0 相关的内容, 感兴趣的读者可以从 3GPP2 的网站上获取相关资料^[3]。

cdma2000 1x EV 的另外一个重要方向是 1x EV-DV。在 1x EV-DO 中, 由于语音和数据业务使用不同的载波, 数据用户无法利用语音用户处于静默期间空闲出来的系统资源; 当分组数据业务量不是很小时, DO 载波的利用率就不够充分; 另外由于语音和数据业务使用不同载波, 造成支持 1x EV-DO 双模终端在这两种系统间的业务切换为硬切换。为了克服这些不足, Lucent、Nokia、Qualcomm、Samsung 等公司联合提出 1x EV-DV 方案, 并于 2002 年 5 月在 3GPP2 通过。但由于 Qualcomm 的 1x EV-DO 提出在先, 并在现网中已经得到应用, 1x EV-DV 的引入需要对现有网络架构、无线资源管理算法等进行较大调整; 同时 Qualcomm 公司在核心芯片上的不投入, 导致 1x EV-DV 空有标准, 而无实际设备可以使用, 成了真正

的“纸上标准”。

1.3 CDMA 系统的几个基本参数

如上节所述,在 CDMA 技术和标准的发展过程中,始终强调平滑演进。演进过程中不同版本的很多系统参数(如扩频速率、系统同步、工作频段等)都与 IS-95 标准的系统参数保持一致。本书后续章节主要介绍 1x EV-DO Rev.A 的相关技术,而对一些 CDMA 系统共性的参数没有过多涉及,为了方便读者全面了解 1x EV-DO 的整体情况,而又不至于要去查阅过多的参考资料,我们将 CDMA 系统中的几个共同性的基本参数在本节做一概述。

1.3.1 CDMA 系统时间^[3]

CDMA 系统是同步系统,所有基站同步于一个共同的时间基准——GPS(全球定位系统)时间。GPS 时间跟踪并同步到 UTC(世界协调时)时间,GPS 时间与 UTC 时间相差整数秒,其跳秒校正数是从 UTC 时间 1980 年 1 月 6 日开始的跳秒数。

CDMA 系统的开始时间是 1980 年 1 月 6 日的 UTC 时间 00:00:00,该时间也是 GPS 时间的起始点。CDMA 系统时间通过跳秒校正跟踪到 UTC 时间,但是并不对 CDMA 系统的定时时钟进行物理调整。接入网络的零偏置导频 PN 序列和接入终端的公共短码 PN 序列在 CDMA 系统的起始时间时处于初始状态。

所有基站将在 GPS 时间的每个偶秒起始时刻(或在此之后 80ms 整数倍处)作为零偏置 PN 码(周期为 80/3ms)的初始状态,即在此之前恰好输出了 1 个“1”和连续 15 个“0”这样的 PN 码片。

所有基站需将 1980 年 1 月 6 日零时(GPS 起始时间)作为 m 序列长码的初始状态,即在此之前恰好输出了一个“1”和 41 个连续的“0”码片。

1.3.2 CDMA 网络的 PN offset

CDMA 系统采用的短扰码序列是唯一的。不同基站/扇区使用相同的短码序列进行扩频调制,但不同基站/扇区采用的短码序列的初始相位偏置(PN offset)不同。PN offset 用于区分不同的基站/扇区。CDMA 系统中的短扰码长度为 32 768 个码片,定义 PN offset 的最小单元为 64 个码片,因此系统最多有 512 个 PN offset(0~511)可用。

在实际网络中,这 512 个 PN offset 值并不一定能全部被使用,需要根据网络规模等实际情况,在确定了步长(Pilot Inc)后才能最终确定可以使用的 PN offset 值,这样不同基站/扇区 PN 间的实际初始相位偏移量为 $\text{Pilot Inc} \times 64 \text{ chip}$ 。

Pilot Inc 的取值范围为 1~15,在实际运营的网络中,常用值为 2、3、4。步长取值越大,PN offset 之间的隔离就越大,但相应可用的 PN offset 数目越少。一般来说:

Pilot Inc=2,可用 PN offset 值 256 个,适用于基站密集区域;

Pilot Inc=3,可用 PN offset 值 170 个,适用于基站较密集区域;

Pilot Inc=4, 可用 PN offset 值 128 个, 基站站距较大时使用;

Pilot Inc>4, 可用 PN offset 值少, 一般在中小城市、远郊区县使用。

CDMA 系统中的 PN offset 规划与 GSM 系统中的频率规划有些类似, 其目的就是为了避免不同扇区 PN offset 间的相互干扰。这种干扰主要来源于传播延迟引起的 PN 码相位偏移, 如果偏移过大就会造成 PN offset 识别的错误。

1.3.3 CDMA 系统工作频段

为了支持全球应用, CDMA 系列标准中定义了 800MHz、1 900MHz、TACS、JTACS、韩国 PCS、450MHz、2GHz、700MHz、1 800MHz、900MHz、次 800MHz、欧洲 400MHz PAMR (Public Access Mobile Radio)、欧洲 800MHz PAMR 等 13 个工作频段。

在中国, CDMA 两个最重要的工作频段分别为频段 0 中的 A 系统的子频段 0 (即 824.025~835.005MHz (上行)/869.025~880.005MHz (下行) 频段) 和频段 6 (2GHz 频段)。对 800MHz 频段, CDMA 信道的中心频率定义为:

上行发射载频的中心频率 = $0.030 \times N + 825.000$ (MHz), 这里 $1 \leq N \leq 799$

下行发射载频的中心频率 = 上行发射载频的中心频率 + 45 (MHz)

对 2GHz 频段, CDMA 信道的中心频率定义为:

上行发射载频的中心频率 = $0.050 \times N + 1\,920.000$ (MHz), 这里 $0 \leq N \leq 1\,199$

下行发射载频的中心频率 = 上行发射载频的中心频率 + 190 (MHz)

另外, 射频部分的很多参数, 在不同版本的 CDMA 系统中基本保持了相同的技术要求, 如频率稳准度、发射机的发射特性、基带滤波特性、长/短扰码发生器、信道编码器等。这样, 在很大程度上保证 CDMA 系统在发展的同时, 很好地实现了技术、设备的兼容性。对相关参数感兴趣的读者可以查阅 3GPP2^[3]的相关网站, 获取相关标准资料。

参 考 文 献

- [1] A.J.Viterbi 著. CDMA 扩频通信原理. 李世鹤, 译. 北京: 人民邮电出版社, 1997.
- [2] 胡捍英, 杨峰义. 第三代移动通信系统. 北京: 人民邮电出版社, 2001.
- [3] <http://www.3GPP2.org>.

第 2 章 1x EV-DO Rev.A 空中接口

为了提高分组数据的无线传送速率，1x EV-DO Rev.A 在 1x EV-DO Rev.0 的基础上对前向和反向业务信道进行了相关的功能增强，包括物理层分组格式的扩展、多流能力的支持等，本章将详细介绍 1x EV-DO Rev.A 的空中接口^[1]。

2.1 EV-DO Rev.A 空中接口协议结构

2.1.1 空中接口协议栈模型

1x EV-DO Rev.A 空中接口采用了分层结构，按照功能划分由 7 个协议层构成，自下而上依次为：物理层、MAC 层、安全层、连接层、会话层、流层和应用层。每层包含了一个或多个协议，每个协议都可以在空口两侧的 AT 和 AN 之间进行独立协商。分层的优点是对某层或某个协议的修改不会对其他层和其他协议产生影响。各协议层按功能划分，各层之间没有严格的上下级承载关系：在时间上，各层协议可以同时存在，也不存在严格的先后关系；在数据封装上，业务数据自上而下进行封装，可以跨越部分协议层。

1x EV-DO Rev.A 空口协议栈存在 3 种配置，分别称为 Subtype 0、Subtype 1 和 Subtype 2。Subtype 0 为缺省配置，Subtype 1 和 Subtype 2 为非缺省配置。协议栈构成如图 2.1 和图 2.2 所示。各层含义如下。

物理层规定了前反向物理信道的信道结构、频率、输出功率、调制、编码方式等，详细内容见 2.2 节。

MAC 层完成对物理信道的访问控制功能，详细内容见 2.3 节。

安全层完成空口的鉴权、加密功能。密钥交换、数据加密和空口鉴权等功能的详细内容见 2.4 节。

连接层完成空口链路的连接建立和保持功能，详细内容见 2.5 节。

会话层完成空口的地址管理、协议协商、协议配置和状态维护等功能，详细内容见 2.6 节。

流层完成不同应用的流复用，详细内容见 2.7 节。

应用层完成分组应用和信令应用数据分组的收发及其控制功能，详细内容见 2.8 节。

2.1.2 空口协议通信方式

1x EV-DO Rev.A 空中接口不同协议层之间及对等协议层之间的通信方式如图 2.3 所示，包含以下 4 类通信接口。

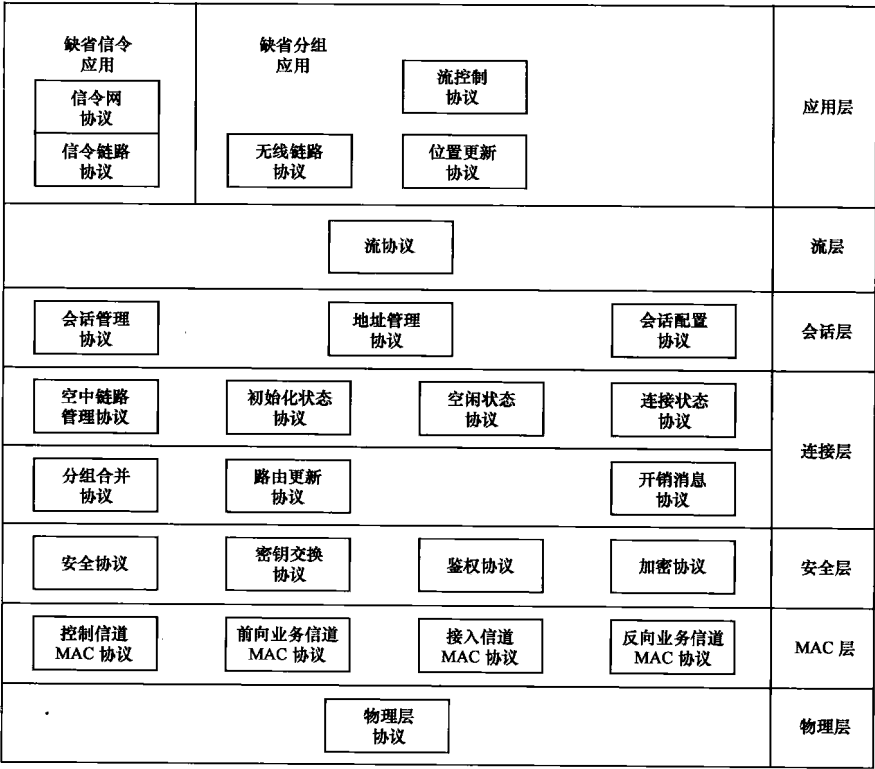


图 2.1 缺省协议栈配置

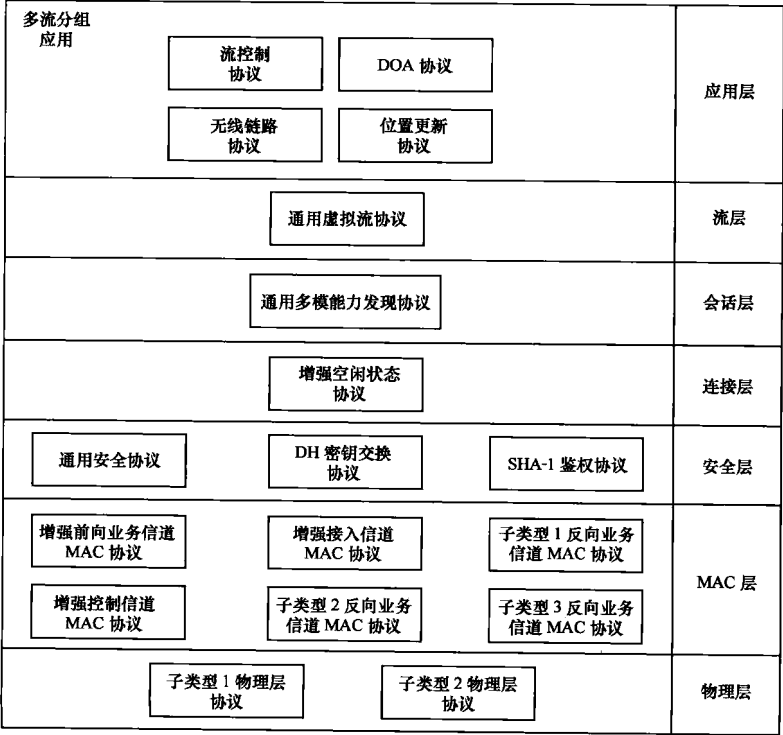


图 2.2 非缺省协议栈配置

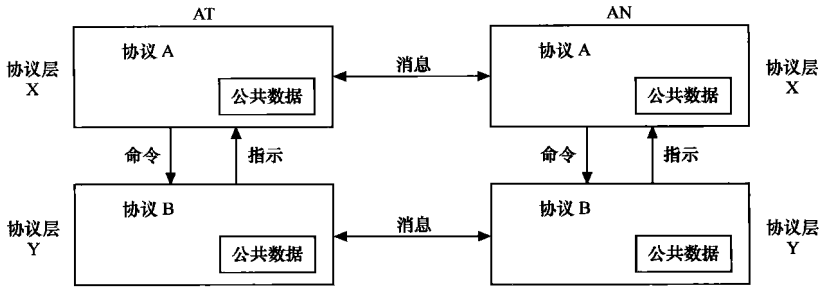


图 2.3 空口协议通信方式

- ① 消息 (Message) 型接口：用于 AT 和 AN 同层协议之间的通信。
- ② 命令 (Command) 型接口：用于 AT 或 AN 内高层协议向低层协议下发命令消息。
- ③ 指示 (Indication) 型接口：用于 AT 或 AN 内低层协议向高层协议上报发生的事件。
- ④ 公共数据 (Public Data) 型接口：用于对等协议层之间或不同层协议之间的数据共享。

2.1.3 协议状态及实例

协议随环境变化而展现不同的行为，例如连接是开还是关，会话是开还是关，每种行为我们称之为状态，行为的变化就称做状态迁移。状态迁移需要事件触发。如果协议有 1 种以上的状态，除了非激活状态 (Inactive state) 外，其余状态都是激活的，并且赋予每种状态一个名称。

一个协议/应用的实例只有两种：InUse 实例和 InConfiguration 实例。各层的 InConfiguration 实例是在会话初始化阶段由会话配置协议生成。

1x EV-DO Rev.A 的空中接口协议中用到两个概念，会话 (Session) 和连接 (Connection)。会话是指接入终端 (AT) 和接入网络 (AN) 之间的一种共享状态。共享状态定义了双方用于通信的协议及协议配置。连接则是指接入终端和接入网络之间空中接口已经分配前向业务信道、反向业务信道和特定 MAC 信道的一种特定状态。

空中接口支持 4 个并行的应用流。第一个流 (Stream 0) 通常承载信令，其余 3 个流承载有不同 QoS 要求的应用流。

2.2 物理层

1x EV-DO 物理层主要规定了前反向物理信道的信道结构、频率、输出功率、调制、编码等过程。

1x EV-DO 与 cdma2000 1x 可使用相同的频段 (Band Class)，但需要使用不同的频点。1x EV-DO 也可以工作在 ITU 规定的其他频段上 (如 2GHz 核心频段)。另外，1x EV-DO 系统的码片速率、载波带宽、发射功率及基带成形滤波器系数等与 cdma2000 1x 一致。因此，1x EV-DO 系统的 RF 与 cdma2000 1x 兼容。目前商用设备已经可以做到对 cdma 1x 和 1x EV-DO 的同时支持。