

现代 **移动** 通信技术丛书

CDMA2000 1X

网络规划与优化

李怡滨 万晓榆 管文明 金 勇 樊自甫 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

现代移动通信技术丛书

CDMA2000 1X 网络规划与优化

李怡滨 万晓榆 管文明 金 勇 樊自甫 编著

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

CDMA2000 1X 网络规划与优化 / 李怡滨等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2005.5
(现代移动通信技术丛书)

ISBN 7-115-12871-5

I. C... II. 李... III. 码分多址—宽带通信系统 IV. TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 014195 号

内 容 提 要

本书全面介绍了 CDMA 技术的最新发展, 详细阐述了 CDMA2000 1X 技术相对于 CDMA IS-95 的技术进步 (着重点在于数据业务方面的巨大优势), 进而根据这些差异提出了 CDMA2000 1X 网络规划与优化方法, 其中重点讲解了 CDMA2000 1X 网络规划中必须遵循的业务流程和业务模型, 以及在 CDMA2000 1X 网络优化中涉及到的一些关键问题, 并在此基础上介绍了第三代移动通信 (3G) 网络规划与优化的方法。

本书可供电信运营商、设备制造商和网络建设单位的工程师阅读, 也可供高等院校通信工程专业师生参考。

现代移动通信技术丛书

CDMA2000 1X 网络规划与优化

◆ 编 著 李怡滨 万晓榆 管文明 金 勇 樊自甫
责任编辑 陈万寿

◆ 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>

读者热线 010-67129258

河北涞水华艺印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 18.5

字数: 456 千字

印数: 1—3 500 册

2005 年 5 月第 1 版

2005 年 5 月河北第 1 次印刷

ISBN 7-115-12871-5/TN · 2380

定价: 37.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)67129223

前 言

《CDMA 移动通信网络优化》(书号 11444, 定价 20 元)自 2003 年 8 月人民邮电出版社出版以来受到了广大读者的青睐与关心,创造了良好的社会效益。根据部分读者的反馈信息和要求,我们查阅了国内外一些最新的规范和工程技术资料,并请教了工程经验丰富的工程师,编写了这本《CDMA2000 1X 网络规划与优化》。

经过两年多的建设和发展,中国联通 CDMA 网络的容量已经达到 3500 万户,覆盖了全国的绝大部分地区,同时原先的 CDMA IS-95 网络已经全面平滑升级过渡到 CDMA2000 1X 网络。CDMA2000 1X 网络的建设有着非常重要的意义。这标志着我国的移动通信网络从第二代(2G)向第三代(3G)的过渡迈出了关键的一步,移动业务将逐渐从语音为主转向语音数据业务并重,并为不久的将来建设 3G 网络打下坚实的基础。

然而,与 IS-95 相比,CDMA2000 1X 网络的规划设计与优化更加复杂。如何在尽可能减少网络建设成本的前提下提供理想的覆盖、优良的语音质量、分等级、可靠的数据业务,成为工程技术人员面临的一个难题。如果不关注并解决好这些难题,CDMA2000 1X 的技术优势就不能转化为市场竞争的优势,而且由于 CDMA 网络的特殊性,这些技术的优势甚至有可能转化为网络的弱点。本书就是为了解决这一难题而编写的。

本书可以看成是《CDMA 移动通信网络优化》一书的续篇,但与《CDMA 移动通信网络优化》的内容并不冲突,而且重复之处极少。《CDMA 移动通信网络优化》侧重于语音业务的优化,而本书主要强调 CDMA2000 1X 的技术优势——高速分组数据业务的规划与优化,并增加了 3G 网络规划与优化方面的内容,可以说两本书相互补充、相得益彰。

本书的编写工作主要由中国联通重庆分公司副总经理李怡滨女士、网络优化中心经理金勇先生和重庆邮电学院下一代网络(NGN)应用技术研究所的万晓榆、管文明、樊自甫、常大为等同志完成。另外,参加本书编写工作的还有张洪、景运瑜、史宝萍、翟圆圆等同志,以及上海贝尔阿尔卡特大学的万敏老师、中兴通讯的张志勇老师、重邮信科的唐毅女士等。最后,再一次向关心此书的广大读者表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在不足之处,希望相关领域的广大同仁和读者予以指正。

作 者

目 录

第 1 章 CDMA2000 1X 系统概述	1
1.1 CDMA2000 国际标准的发展	1
1.1.1 无线部分	2
1.1.2 电路交换部分	2
1.1.3 分组交换部分	2
1.1.4 智能网部分	2
1.1.5 短消息部分	3
1.1.6 WAP 部分	3
1.1.7 定位部分	3
1.2 CDMA2000 1X 系统	3
1.2.1 CDMA2000 1X 系统指标	4
1.2.2 系统网络结构及接口	6
1.2.3 CDMA2000 1X 与 GPRS 的对比	7
1.3 CDMA2000 1X/EV-DO 系统	10
1.3.1 1X/EV-DO 技术产生的背景	10
1.3.2 1X/EV-DO 的技术特点	10
1.3.3 1X/EV-DO 的信道结构	12
1.3.4 1X/EV-DO 的网络结构	14
1.4 CDMA2000 1X/EV-DV 系统	15
1.4.1 1X/EV-DV 技术产生的背景	15
1.4.2 1X/EV-DV 的技术特点	15
1.4.3 1X/EV-DV 的信道结构	17
1.4.4 1X/EV-DV 的网络结构	18
1.5 小结	18
第 2 章 CDMA2000 1X 引入的关键技术	20
2.1 CDMA2000 1X 中引入的新技术概述	20
2.1.1 引言	20
2.1.2 CDMA2000 1X 采用的主要新技术	20
2.1.3 小结	22
2.2 Turbo 码技术	23
2.2.1 Turbo 码的关键技术	23

2.2.2	Turbo 码与其他技术的结合	24
2.2.3	Turbo 码的实际应用	26
2.2.4	小结	27
2.3	前向链路快速功率控制技术	27
2.3.1	概述	27
2.3.2	快速前向功率控制实现机制	28
2.3.3	小结	30
2.4	移动 IP 技术在 CDMA2000 1X 中的应用	30
2.4.1	背景	30
2.4.2	移动 IP 网络的架构	30
2.4.3	工作原理	31
2.4.4	移动 IP 的特殊性	35
2.4.5	安全问题	35
2.4.6	小结	35
2.5	无线资源管理技术	36
2.5.1	功率控制技术	36
2.5.2	信道分配	36
2.5.3	调度技术	37
2.5.4	切换技术	37
2.5.5	呼叫准入控制	38
2.5.6	端到端 QoS 保障	38
2.6	网络安全技术	39
2.6.1	网络面临的安全威胁	39
2.6.2	接入网的安全机制	40
2.6.3	核心网电路域的安全机制	42
2.6.4	核心网分组域的安全机制	43
2.6.5	应用层安全机制	44
2.6.6	小结	44
第 3 章	CDMA2000 1X 数据业务呼叫处理	45
3.1	CDMA2000 1X 网络结构和接口	45
3.1.1	概述	45
3.1.2	CDMA2000 1X 网络的重要网元功能	45
3.1.3	CDMA2000 1X 空中接口协议栈分析	46
3.1.4	CDMA2000 1X R-P 接口协议栈分析	47
3.2	CDMA2000 1X 中的逻辑信道所经过的处理	48
3.2.1	LAC 子层的处理	48
3.2.2	MAC 子层的处理	50

3.2.3	CDMA2000 1X 的 MAC 子层协议介绍	51
3.3	第 2 层的质量控制机制	52
3.3.1	复用与 QoS 控制子层中的质量控制措施	52
3.3.2	RLP 子层的质量控制	53
3.3.3	LAC 子层的质量控制	54
3.4	CDMA2000 1X 的接入过程状态控制	55
3.5	CDMA2000 1X 分组数据服务流程	58
3.5.1	CDMA2000 1X 分组数据服务模型	58
3.5.2	CDMA2000 1X 分组数据服务的操作	61
3.6	CDMA2000 1X 数据业务的进行	64
3.7	CDMA2000 1X 分组数据业务主要参数分析	68
3.7.1	补充信道运行参数	68
3.7.2	快速前向功率控制参数	71
3.7.3	反向功率控制参数	76
3.7.4	业务配置消息字段	77
第 4 章	CDMA2000 1X 网络规划	79
4.1	CDMA 网络规划概述	79
4.1.1	CDMA 网络发展的几个阶段	79
4.1.2	不同网络发展时期网络规划的技术要求	80
4.1.3	今后网络规划中应注意的问题	81
4.2	CDMA2000 1X 无线网络规划	83
4.2.1	CDMA2000 1X 无线网络的构成	83
4.2.2	CDMA2000 1X 的升级	83
4.2.3	CDMA2000 1X 网络的组网方案	84
4.2.4	CDMA2000 1X 基站覆盖问题的分析	87
4.3	CDMA2000 1X 移动数据业务无线网络的规划与设计	88
4.3.1	移动数据业务概述	89
4.3.2	无线网络对移动数据业务的支持能力	90
4.3.3	移动数据业务的用户模型	90
4.3.4	CDMA2000 1X 的无线规划设计概述	93
4.3.5	CDMA2000 1X 的容量分析	95
4.3.6	数据业务的数学计算模型	101
4.3.7	数据业务链路预算	104
4.4	CDMA2000 1X 数据业务网络规划案例 1	107
4.5	CDMA2000 1X 数据业务网络规划案例 2	111
4.5.1	概述	111
4.5.2	CDMA2000 1X 分组网总体技术方案	111

4.5.3	CDMA2000 1X 分组网网元设置方案	118
4.5.4	分组域网络的扩展方案	120
4.5.5	网络组织方案	120
4.5.6	其他系统的建设	124
4.5.7	IP 地址的分配	125
4.5.8	安全方案	126
4.6	CDMA2000 1X 与 WLAN 的融合	127
4.6.1	WLAN 简介	127
4.6.2	CDMA2000 1X 引入 WLAN 接入解决方案	127
4.6.3	融合中存在的问题和解决措施	129
第 5 章	CDMA2000 1X 无线网络优化	130
5.1	概述	130
5.2	软切换问题分析	130
5.2.1	概述	130
5.2.2	无线网络设计对 CDMA 系统切换因素的影响及控制	131
5.2.3	CDMA2000 1X 系统中的软切换与参数设置	132
5.2.4	软切换失败原因分析	137
5.2.5	数据业务的软切换参数优化	139
5.3	导频污染问题分析	143
5.3.1	概述	143
5.3.2	CDMA 网络的导频污染问题	143
5.3.3	某地 CDMA 网络优化的实例	144
5.3.4	小结	146
5.4	干扰问题分析	147
5.4.1	概述	147
5.4.2	干扰来源	147
5.4.3	干扰的测试和定位	148
5.4.4	干扰的处理	151
5.4.5	小结	152
5.5	接入失败问题分析	152
5.5.1	接入失败的定义与接入过程的解析	152
5.5.2	接入失败原因的分析	153
5.5.3	小结	156
5.6	掉话及话务拥塞问题分析	156
5.6.1	产生掉话的原因	156
5.6.2	解决掉话的方法	157
5.6.3	产生拥塞的原因	158

5.6.4	解决拥塞的方法	158
5.7	容量优化问题分析	159
5.7.1	容量优化的原理	159
5.7.2	容量优化的方法	160
5.7.3	CDMA2000 1X 系统的容量评估	163
5.7.4	小结	164
5.8	多载频问题分析	164
5.8.1	空闲状态时终端守候方式	165
5.8.2	多载频网络业务信道的分配	167
5.8.3	多载频边界区域的硬切换	169
5.9	Walsh 码资源管理问题分析	171
5.9.1	Walsh 码的产生	171
5.9.2	CDMA2000 1X 的 Walsh 码树结构	171
5.9.3	Walsh 码的分配策略	172
第 6 章	CDMA2000 1X 数据业务网络优化	174
6.1	CDMA2000 1X 数据业务的性能分析	174
6.1.1	CDMA2000 1X 数据业务的性能指标	174
6.1.2	影响数据业务性能的关键因素	176
6.2	CDMA2000 1X 分组域核心设备性能指标分析	178
6.2.1	CDMA2000 1X 分组域网络拓扑结构	179
6.2.2	PDSN 设备性能分析	180
6.2.3	RADIUS 性能分析	181
6.2.4	网络总体性能考虑	182
6.3	CDMA2000 1X 数据业务网络优化	182
6.3.1	数据业务速率基本概念	183
6.3.2	影响数据业务传输速率的基本因素	184
6.3.3	CDMA2000 1X 中的 TCP 参数优化	188
6.3.4	CDMA2000 1X 中 RLP 参数优化	189
6.3.5	数据业务优化实例	190
6.3.6	CDMA2000 1X 数据业务优化小结	192
6.4	短消息业务优化实例	193
6.4.1	短消息业务的基本结构及流程	193
6.4.2	短消息投递延迟问题分析	194
6.5	CDMA2000 1X 数据业务优化工程实例一	198
6.5.1	对 RLP 缓冲区 (Buffer) 门限设置的调整	198
6.5.2	最终参数设置及观察结果	204
6.5.3	BTS 资源优化案例	206

6.6	CDMA2000 1X 数据业务优化工程实例二	215
6.6.1	PPP 基本原理	215
6.6.2	PPP 建立失败原因分析	216
6.6.3	小结	219
6.7	CDMA2000 1X 数据业务优化工程实例三	219
6.7.1	现网概况	220
6.7.2	283 载波改造	221
6.7.3	三载波规划设计	222
6.7.4	具体实施方案	227
6.7.5	小结	228
第 7 章	3G 网络的规划与优化	229
7.1	CDMA2000 和 WCDMA 的比较	229
7.1.1	CDMA2000 和 WCDMA 标准制定情况	229
7.1.2	CDMA2000 和 WCDMA 的技术特点	230
7.1.3	CDMA2000 和 WCDMA 的系统性能比较	231
7.1.4	CDMA2000 和 WCDMA 业务提供能力比较	232
7.2	3G 网络规划概述	233
7.2.1	GSM 向 WCDMA 的演进策略	233
7.2.2	WCDMA 网络规划与 GSM 网络规划的区别	234
7.2.3	UTMS 概述	236
7.2.4	WCDMA 无线接入网的常规规划过程	238
7.2.5	CDMA2000 1X 网络建设问题剖析及其借鉴	249
7.2.6	WCDMA 一期工程建设总体规划原则及流程指导	251
7.3	3G 无线网络覆盖问题分析	251
7.3.1	影响 WCDMA 小区覆盖的主要因素	251
7.3.2	覆盖估算和测试结果对比分析	254
7.4	3G 无线直放站链路预算	257
7.4.1	CDMA 上下行不同速率对应的 E_b/N_0 的目标值	257
7.4.2	WCDMA 上下行不同速率的容量计算	258
7.4.3	WCDMA 接收机灵敏度计算	259
7.4.4	WCDMA 无线直放站下行链路预算	260
7.4.5	WCDMA 无线直放站上行链路预算	262
7.5	无线网络的小区规划举例	263
7.5.1	规划流程	263
7.5.2	话音业务规划流程	264
7.5.3	数据业务的规划	266
7.5.4	话音与数据混合业务的容量计算方法	267

7.5.5 初始站点选择	268
7.5.6 无线网络仿真	269
7.5.7 WCDMA 与 CDMA2000 无线网络规划的区别	270
7.5.8 小结	270
7.6 3G 网络优化概述	270
缩略语	273
参考文献	281

第1章 CDMA2000 1X 系统概述

1.1 CDMA2000 国际标准的发展

在第3代移动通信三大技术中，CDMA2000 技术是商用进度最快的一种。截至2005年10月，全球使用CDMA2000技术的用户数已经达到1.8亿，其中包括采用CDMA2000 1X技术和CDMA2000 1X/EV-DO技术的用户。全球大部分CDMA运营商都已经将他们原有的CDMA网络升级为CDMA2000网络。

CDMA2000 技术之所以能够快速实现商用化，与它制定的演进策略是密不可分的。

CDMA2000 的网络组织方式为模块化方式，系统分成若干个相对独立的模块。每个模块按照自身的技术发展水平进行演进，单个模块的升级要求尽可能小地影响其他模块。这与GSM系统的演进方式是完全不同的。GSM采用全系统升级的方式，每一阶段升级都需要更新整个系统所有的组成部分。

CDMA2000 的这种演进方式保证了系统的演进根据技术的实际发展而进行，不强求更新不需要升级的组成部分，从而使整个系统的升级具有平滑性。图1.1是经过简化的CDMA2000系统结构框图。

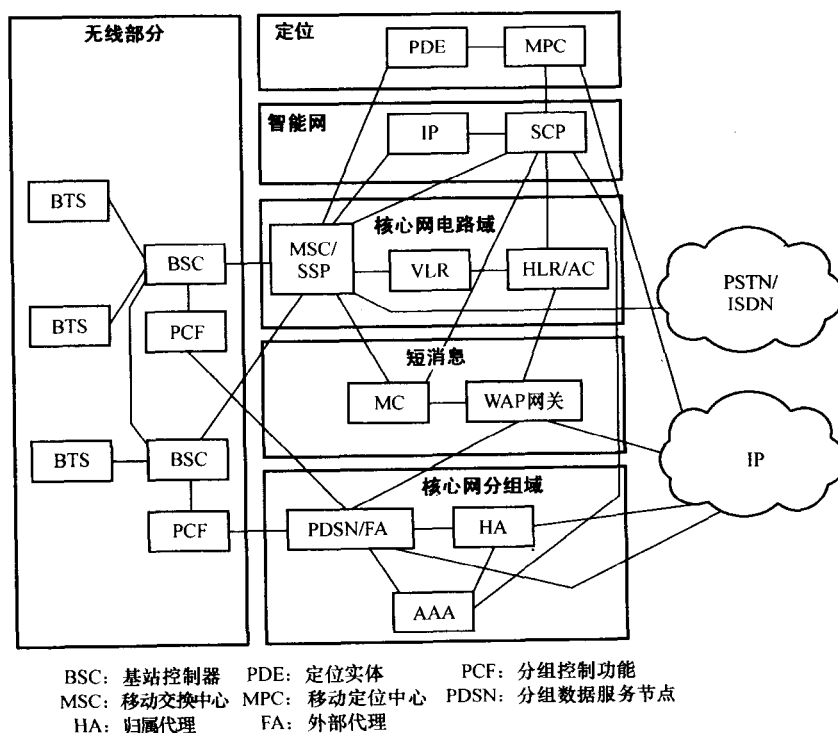


图 1.1 CDMA2000 系统结构简化框图

通常,一个基本的蜂窝移动通信系统包括无线部分、电路交换部分和分组交换部分。在这3个部分的基础上,为了提供多种业务,还需要有短消息、智能网、WAP 以及定位等组成部分。

1.1.1 无线部分

无线部分是 CDMA2000 技术体系中最活跃的部分。到目前为止,经历了 IS-95A、IS-95B、CDMA2000 1X 和 CDMA2000 1X/EV-DO 等几个发展阶段,新的 CDMA2000 1X/EV-DV 技术也正在研究过程中。

IS-95A 是这个系列的初始阶段,诞生于 20 世纪 90 年代初期。IS-95A 主要是针对语音业务设计的,以后逐步增加了简单的低速数据业务。

为了支持中速数据业务,国际电信联盟制定了 IS-95B 标准。IS-95B 在关键性能上没有重大的技术进步,主要的改进是采用信道捆绑方式,将 8 个普通信道捆绑在一起以提供中速数据业务。

为了适应第 3 代移动通信发展的需要,在原有 IS-95 系列标准的基础上,引进了一系列的新技术,其中包括前向功率控制、Turbo 码等,形成了 CDMA2000 1X 技术。这些新技术的运用,使 CDMA2000 1X 的综合性能有了很大的提高,其中关键的语音容量指标提高了接近一倍,数据业务中,数据传输速率提高到 153.6kbit/s。

CDMA2000 技术进一步发展的重点放在了数据业务上,CDMA2000 1X/EV-DO 技术引入了 TDMA 的一些概念,将前向数据传输速率提高到了 2.4Mbit/s。这是一个新的技术高度。目前正在研究的 CDMA2000 1X/EV-DV 技术致力于同时提高数据业务性能和语音业务性能。

1.1.2 电路交换部分

与无线部分形成鲜明对比的是,电路交换部分是 CDMA2000 体系中非常不活跃的部分。

对于普通语音业务,CDMA2000 系统仍然采用传统的电路交换方式,控制信令仍然是电话/综合业务用户部分(TUP/ISUP),用户管理和漫游管理一直延续使用 ANSI 41 信令。

从 CDMA 时代开始,ANSI 41 信令使用 D 版本。在 CDMA2000 时代,电路交换技术没有关键性的进步,所以仍然沿用 D 版本。CDMA2000 1X EV/DV 技术也准备使用 D 版本。

ANSI 41 的 E 版本目前正在研究过程中,主要是对 D 版本的完善和提高,仍没有技术的跃进。

1.1.3 分组交换部分

分组交换部分是配合 CDMA2000 空中接口技术新增加的分组数据业务网络实体。分组部分的第 1 个版本比较简单,主要是确定了以 IP 技术为基础的网络结构,其中包括简单 IP 技术、移动 IP 技术以及与移动通信有关的计费和分组技术等。在版本 B 中,增加了服务质量控制、永远在线业务和 IPv6 等关键功能,但没有改变基于 IP 技术的基本概念。

版本 C 主要增加了预付费业务等附加功能。这些附加功能使 CDMA2000 分组网得到了充分完善。

需要说明的是,分组网的这些进步与空中接口是无关的。CDMA2000 1X、CDMA2000 1X/EV-DO 和 CDMA2000 1X/EV-DV 空中接口技术都可以使用这几个版本的分组网。

1.1.4 智能网部分

CDMA2000 的智能网部分也比较活跃,到目前为止已经经历了 3 个发展阶段。

第1阶段确立了移动智能网的基本框架体系,第2阶段制定了包括预付费业务、虚拟专用网业务在内的一系列业务,第3阶段主要是定位业务和智能网业务的结合。

智能网部分的技术发展仍然遵循了 CDMA2000 技术发展的一贯原则,即独立于其他组成部分的发展。这3个阶段的智能网技术都可以提供给各种无线接口使用,包括 CDMA IS-95 和 CDMA2000。

1.1.5 短消息部分

短消息是 CDMA2000 系统中非常稳定的一个部分。从技术上来说,短消息技术已经是一个成熟的技术,其本身已经不再继续发展。因此,从网络结构上来看,无论在 CDMA IS-95 中,还是在 CDMA2000 中,这个部分都是完全相同的。实际上,唯一的不同点是在无线接口上,由于短消息业务量在不断增加,原有的寻呼信道已经不能满足业务量的需求,所以 CDMA2000 增加了新的控制信道类型,以便更好地传递控制信息和短消息。

1.1.6 WAP 部分

WAP 是目前移动通信中广泛使用的浏览器技术。在 CDMA2000 系统中也使用这项技术。在 CDMA2000 系统中使用的 WAP 有两个版本——1.x 系列和 2.x 系列。这两个版本都可以通过电路型数据和分组型数据传递到用户端。当然,采用低速电路型数据的时候,用户的感受会很差,但不影响基本功能的实现。这是分模块演进策略的一个重要特点。

1.1.7 定位部分

定位业务是 CDMA2000 系统新增加的业务之一。为了支持这个新的业务,需要分析和计算移动台发送给网络的很多信息,其中包括全球定位系统(GPS)卫星信息和信号传播时延信息。因此,新增加了一个网络功能实体——定位实体(PDE)。另外,为了对用户的位置信息进行有效的管理,防止涉及个人隐私的信息落入不恰当的人手中,系统中还增加了移动定位中心(MPC)。

这些功能实体是为了新增加的业务而增加的。与这些新增加的功能实体对应,移动交换中心(MSC)和拜访位置寄存器(HLR)都进行了相应的软件升级,以便管理用户业务信息和用户位置信息。

1.2 CDMA2000 1X 系统

IS-95 系统以其高语音质量、稳定的性能以及空中接口的大容量而被广泛应用,但它的不足就在于它无法向用户提供更高的比特率、更灵活的而且具有不同服务质量等级的业务,也无法为一个用户同时提供多种业务。基于 IS-95 技术具有较好的后向兼容性,可以从 IS-95A 到 IS-95B,再到 CDMA2000 1X,或跳过 IS-95B,直接过渡到 CDMA2000 1X。

实际上,CDMA2000 1X 系统属于 2.5G 的概念,它的实施,标志着 CDMA 系统已经从第二代平滑进入第三代移动通信系统 CDMA2000 的第一阶段,即采用 1.25MHz 的带宽,使静态或移动应用的最高数据速率达到 153.6kbit/s,同时语音业务将有很大增强,使语音容量提高了将近一倍,在电池寿命方面,采用快速寻呼信道 1/8 速率选通传输,从而使电池使用时间延长了一倍。

1.2.1 CDMA2000 1X 系统指标

CDMA2000 标准规定了用于满足第三代无线通信系统（3G）要求的 CDMA 技术的扩展频谱无线接口技术标准。对于前向链路而言，不同系统的前向链路在同一载频上可以保持正交，因此可以重叠部署，以实现目前窄带系统向宽带系统的平滑演进。而且，由于 CDMA2000 1X 在采用 QPSK 方式调制时，I 路和 Q 路上总的可用正交函数的数目比 IS-95 多了大约 1 倍，所以对于相同条件下的普通语音业务而言，其容量大致是 IS-95 系统的 2 倍。对于数据业务，CDMA2000 采用了更为灵活的 MAC 层和多种数据速率，加上不同的信道组合以及动态信道分配，同时采用了变长的正交函数，数据速率高的用户占用较短的正交函数，也就是较多的码信道资源，而数据速率低的用户占用较长的正交函数，即较少的码信道资源，这样就使得 CDMA2000 的无线资源的利用效率更高。

CDMA2000 1X 标准结构主要包括物理层、媒体接入控制层、链路接入控制层和上层信令，如图 1.2 所示。

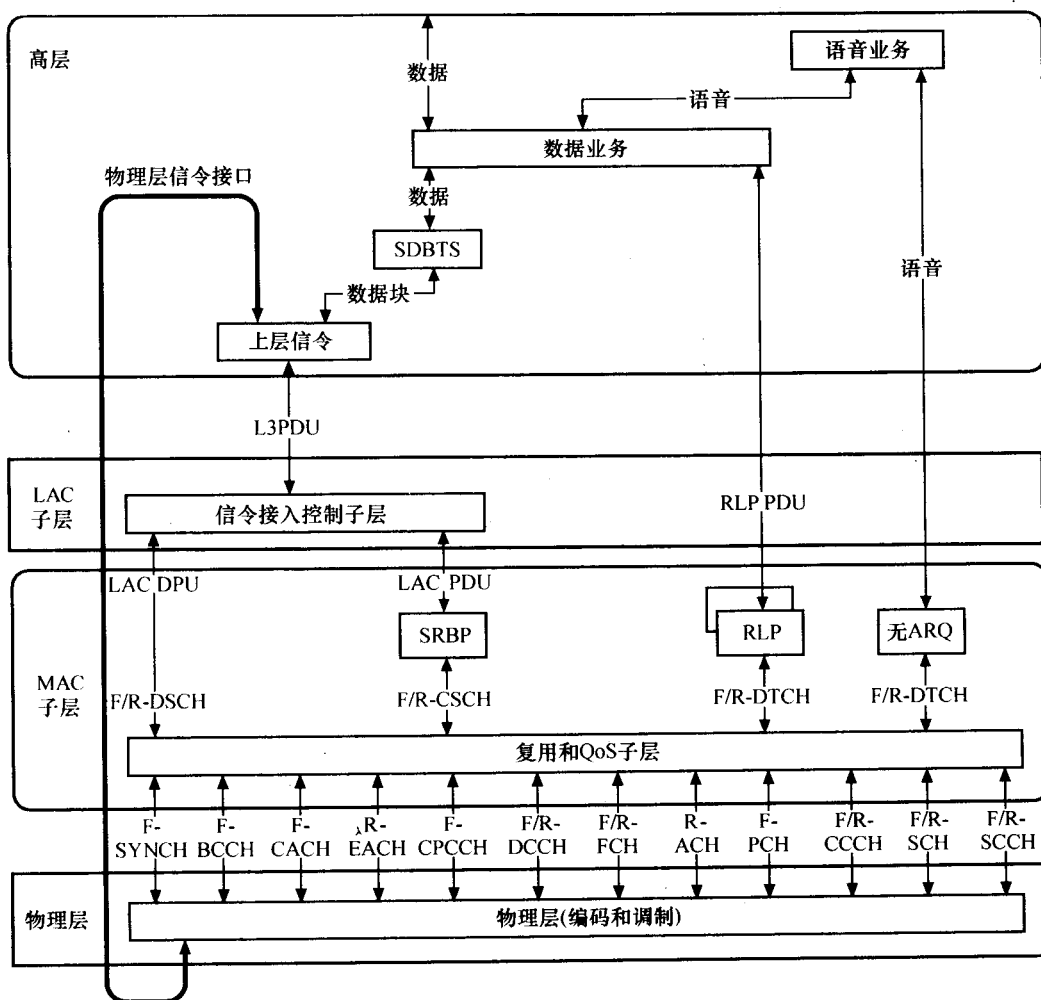


图 1.2 CDMA2000 1X 体系结构

由于窄带 CDMA 最早要求与模拟移动通信系统 AMPS 兼容,因此频点编号继承了 AMPS 的频点编号, 频点编号 N 与载频 f (单位为 MHz) 的关系如下:

$$f_{\text{上行}} = 825 + 0.03 \times N$$

$$f_{\text{下行}} = 870 + 0.03 \times N$$

目前, 我国大部分地区的联通 CDMA 网络使用了 283 与 201 号频点, 个别高话务量地区增加了 242 频点。根据上述公式, 283 频点的上行频率为 833.49MHz, 下行频率为 878.49MHz; 201 频点的上行频率为 831.03MHz, 下行频率为 876.03MHz; 242 频点的上行频率为 832.26MHz, 下行频率为 877.26MHz。上行和下行频率差固定为 45MHz。

与 GSM 系统相比, CDMA 系统使用的频点数量少得多。不过, CDMA 系统每个频点占用了 1.23MHz 的带宽, 远远超过 GSM 一个频点的带宽。

由于 CDMA2000 1X 与窄带 IS-95 CDMA 兼容, 因此有一些空中接口的参数与窄带 CDMA 是一致的, CDMA2000 1X 的主要技术参数如表 1.1 所示:

表 1.1 **CDMA2000 1X 的主要技术参数**

工作频段	CDMA2000 1X 有多达 10 个工作频段, 分布在从 450MHz~2.1GHz 的范围内。这主要是因为各个国家和地区使用的频段有差别。 我国目前使用的频段为: 上行: 825MHz~835MHz 下行: 870MHz~880MHz
上下行间隔	45MHz
频点宽度	1.23MHz
双工方式	频分双工 FDD
码片速率	1.2288Mchip/s
话音编码	码激励线性预测编码 CELP
话音编码速率	8kbit/s
帧长和结构	帧长和交织长度为 5、10、20、40、80ms
数据调制	上行: BPSK 下行: QPSK
扩频调制	上行: QPSK 下行: QPSK
解调	导频辅助相干解调
扰码	长 m 序列码和短 PN 码
信道编码	约束长度为 9, 速率为 1/2、1/3、1/4 或 1/6 的卷积码 约束长度为 4, 速率为 1/2、1/3、1/4 的 Turbo 码
功率控制	开环和 800Hz 的快速闭环功率控制
随机接入机制	基本接入、功率控制接入、预约接入或指定接入
基站同步	同步 (GPS)

CDMA 标准中规定了 9 种无线配置 (RC, Radio Configuration) 其中 RC1 和 RC2 对应了 IS-95 中的速率集 1 和 2, 也就是普通语音业务, RC3~RC5 对应了 CDMA2000 1X 的速率。在支持 1 个补充业务信道 (SCH) 的情况下, RC3 定义的数据速率为 153.6kbit/s, RC4 定义的数据速率为 307.2kbit/s。

目前大部分厂家的设备只能支持 RC3, 并且只能同时给用户分配 1 个 SCH, 这样, 每个用户的最大数据传输速率为 153.6kbit/s。在传输数据业务时, 用户除了占用系统分配 1 个 SCH 外, 还要固定占用 1 个速率为 9.6kbit/s 的基本业务信道 (FCH)。可见, 如果 FCH 也能够传输数据, 那么系统支持的物理层传输速率峰值将达到 163.2kbit/s, 现网的平均速率可以达到 70~80kbit/s。

另外, 在 CDMA2000 规范中经常可以看到 SR (Spreading Rate, 扩频速率), 其中 SR1 就是 1X 技术, 码片速率也是 1.2288Mchip/s, 而 SR3 就是 3X 技术, 码片速率是 3.6864Mchip/s。本书内容只涉及属于 SR1 的 CDMA2000 1X 技术。

1.2.2 系统网络结构及接口

CDMA2000 1X 网络主要是由 BTS、BSC 和 PCF、PDSN 等节点组成。基于 ANSI-41 核心网的系统结构如图 1.3 所示。

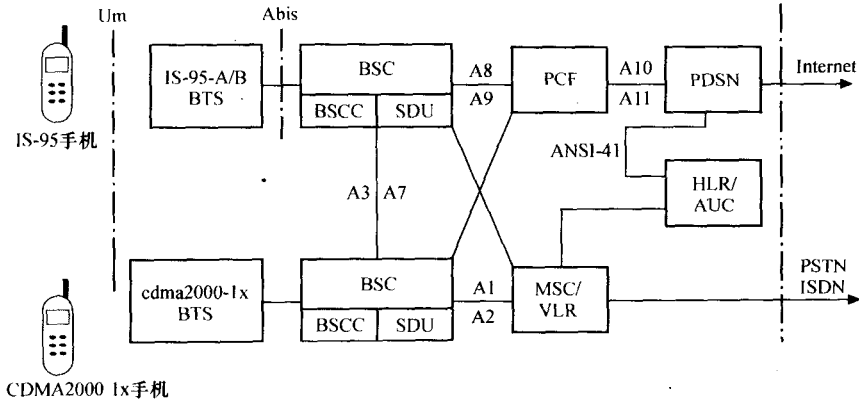


图 1.3 CDMA2000 1X 系统的网络结构

其中 PCF 为分组控制单元, PDSN 为分组数据服务器, SDU 为业务交换数据单元模块, BSCC 为基站控制器连接。从图 1.3 可以看出, 与 IS-95 相比, 网络结构中的 PCF 和 PDSN 是两个新增的模块, PCF 用于转发无线子系统和 PDSN 分组控制单元之间的消息, PDSN 节点为 CDMA2000 1X 接入 Internet 的接口模块, PCF 和 PDSN 通过支持移动 IP 的 A10、A11 接口互连, 可以支持分组数据业务传输。而以 MSC/VLR 为核心的网络部分, 支持语音和增强的电路交换型数据业务, 与 IS-95 一样, MSC/VLR 与 HLR/AUC 之间的接口基于 ANSI-41 协议。BTS 在小区建立无线覆盖区域用于移动台通信, 移动台可以是基于 IS-95 或 CDMA2000 1X 制式的手机。BSC 可对多个 BTS 进行控制, Abis 接口用于连接 BTS 和 BSC, A1 接口用于传输 MSC 与 BSC 之间的信令信息, A2 接口用于传输 MSC 与 BSC 之间的语音信息, A3 接口用于传输 BSC 与 SDU 之间的用户话务 (包括语音和数据) 和信令; A7 接口用于传输 BSC 之间的信令, 支持 BSC 之间的软切换。以上这些接口与 IS-95 系统的需求是相同的, 其中 A8、A9、A10、A11 是新增的接口。A8 接口用于传输 BSC 和 PCF 之间的用户业务, A9