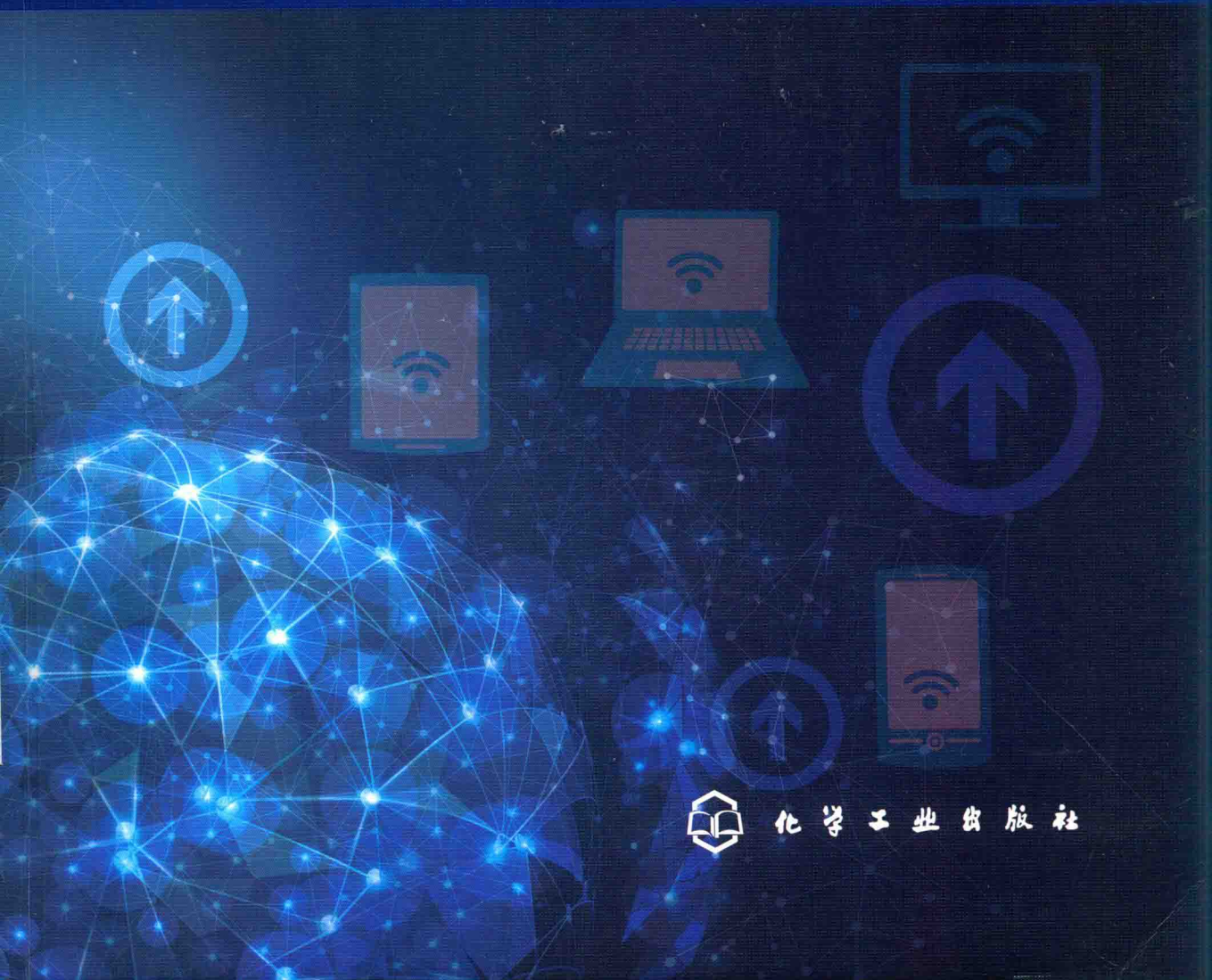


CDMA 2000



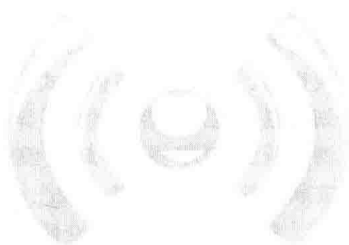
无线网络规划与优化

姚美菱 吴蓬勃 张 星 主编



化学工业出版社

CDMA 2000



无线网络规划与优化

姚美菱 吴蓬勃 张 星 主 编
曲文敬 张晓博 李 明 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书根据职业教育的教学特点,用通俗易懂的语言,讲解了CDMA系统的基本原理和基本技术,着重讲述了无线网络规划和优化基本技能,让读者对CDMA系统规划和优化有一个全面的认识。

本书分为7章:主要介绍了移动通信的发展、CDMA标准的演进、CDMA系统的工作频率、CDMA的基本原理、CDMA系统的特点、CDMA系统的核心技术;IS-95A信道组成及其结构、CDMA 2000-1x信道类型、移动台状态变迁流程;CDMA 2000-1x系统结构、CDMA系统基本信令流程;基站天馈系统、天线概念、无线电波传播方式、衰落、无线电波的传播模型;无线网络规划目标、规划流程、无线网络初规划之覆盖规划和容量规划、详细规划,以及PN短码规划和邻区列表设置;无线网络优化概念和流程、路测分析法、DT测试、CQT测试、网络优化中常调整的参数、常见问题优化思路等;最后是项目实训:鼎立软件的安装与使用。

本书可作为高等职业院校通信类相关专业的教材或教学参考用书,也适合从事移动通信工作的工程技术人员和通信管理人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

CDMA 2000 无线网络规划与优化/姚美菱,吴蓬勃,
张星主编. —北京:化学工业出版社,2018.5

ISBN 978-7-122-31865-7

I. ①C… II. ①姚… ②吴… ③张… III. ①码分多址移动
通信-宽带通信系统-高等职业教育-教材 IV. ①TN929.533

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第061655号

责任编辑:王听讲
责任校对:宋 玮

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京京华铭诚工贸有限公司

装 订:北京瑞隆泰达装订有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张10½ 字数254千字 2018年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:39.00元

版权所有 违者必究

前言

Preface

CDMA 技术是第三代移动通信的核心技术,国内三家运营商的 3G 网络均是基于 CDMA 技术的。其中,中国电信经营的 CDMA 2000 是从其 2G 窄带的 CDMA——IS-95A 系统连贯演进而来,而联通和移动的 WCDMA 和 TD-SCDMA 对应的 2G 基础是 GSM,其发展过程中有革命性的变化。

本书根据职业教育的教学特点,用通俗易懂的语言,基于 CDMA 的基本原理,讲解了 CDMA 系统的基本技术,介绍了中国电信经营的 2G 窄带的 CDMA,包括 IS-95A 系统和 3G 网络 CDMA 2000 系统,着重讲述了无线网络规划和优化基本技能,让读者不但掌握 CDMA 2000 系统基本知识、基本概念,还能探索站点勘察、无线网络规划、测试和无线网络优化的基本技能。通过本书的学习,读者将对 CDMA 系统规划和优化有一个全面的认识。本书各章主要内容如下。

第 1 章 CDMA 系统概述 介绍移动通信的发展、CDMA 标准演进、CDMA 系统的工作频率、CDMA 基本原理、CDMA 系统的特点、CDMA 系统的关键技术等。

第 2 章 CDMA 系统的信道 介绍 IS-95A 信道组成及其结构、CDMA 2000-1x 信道类型,移动台状态变迁流程等。

第 3 章 CDMA 系统的网络结构及信令流程 介绍 IS-95A 和 CDMA 2000-1x 系统结构、CDMA 系统基本信令流程等。

第 4 章 天线与电波传播 介绍基站天馈系统、天线概念、无线电波传播方式、衰落、无线电波的传播模型。

第 5 章 CDMA 系统的无线网络规划 介绍无线网络规划目标、规划流程,无线网络初规划之覆盖规划和容量规划、详细规划之 PN 短码规划和邻区列表设置。

第 6 章 CDMA 系统的无线网络优化 介绍无线网络优化概念和流程、路测分析法、DT 测试、CQT 测试、网络优化中常调整的参数、常见问题优化思路等。

第 7 章 实训:鼎立软件安装及其使用 主要包括鼎立前台路测软件安装、鼎力前台测试软件使用方法和鼎利后台分析软件的使用 3 个实训项目。

本书编写立足学生本位,内容实用、理论联系实际、易教易学,可作为高等职业院校通信类相关专业的教材或教学参考用书,也适合从事移动通信工作的工程技术人员和通信管理人员阅读参考。

本书由石家庄邮电职业技术学院的姚美菱、吴蓬勃、张星担任主编，石家庄邮电职业技术学院曲文敬、石家庄信息工程职业学院张晓博及河北省城乡规划设计研究院李明担任副主编，石家庄邮电职业技术学院韩静和辽宁装备制造职业技术学院乔莉也参加了本书的编写工作。

由于时间仓促及编者学识所限，书中内容难免会有欠妥之处，恳请读者批评指正。读者在使用本书的过程中，如有什么疑问与建议，烦请与我们联系。

编者

目录

Contents

1.1 移动通信的发展 / 001

1.1.1 第一代蜂窝移动通信系统 / 001

1.1.2 第二代蜂窝移动通信系统 / 001

1.1.3 第三代蜂窝移动通信系统 / 002

1.1.4 第四代蜂窝移动通信系统 / 002

1.2 CDMA 标准演进 / 003

1.3 CDMA 2000-1x EV-DO 简介 / 004

1.4 CDMA 系统的工作频率 / 006

1.5 CDMA 的基本原理 / 007

1.5.1 多址技术 / 007

1.5.2 扩频通信技术 / 009

1.5.3 CDMA 通信系统中的码的
类型 / 012

1.5.4 IS-95 系统中的码的选择及作用 / 017

1.5.5 CDMA 2000 系统中的码的选择
及作用 / 019

1.6 CDMA 系统的特点 / 019

1.7 CDMA 系统的关键技术 / 021

1.7.1 功率控制 / 021

1.7.2 软切换 / 024

1.7.3 RAKE 接收 / 025

思考题 / 026

2.1 IS-95A 信道组成及其结构 / 030

2.1.1 前向信道 / 030

2.1.2 反向信道 / 032

第 1 章

CDMA 系统概述

001

第 2 章

CDMA 系统的信道

030



第 3 章

CDMA 系统的网络结构 及信令流程

041

2.2 CDMA 2000-1x 信道类型 / 035

2.2.1 CDMA 2000-1x 的特点 / 035

2.2.2 CDMA 2000 的主要设计改进 / 035

2.2.3 CDMA 2000-1x 的信道组成 / 035

2.3 移动台状态变迁流程 / 037

思考题 / 040

3.1 IS-95 和 CDMA 2000-1x 系统结构 / 041

3.2 CDMA 系统基本信令流程 / 042

3.2.1 语音业务起呼 / 042

3.2.2 语音业务被呼 / 043

3.2.3 切换流程 / 044

3.2.4 移动台发起的语音业务释放 / 049

3.2.5 数据业务起呼 / 050

思考题 / 051

第 4 章

天线与电波传播

053

4.1 基站天线系统 / 053

4.2 天线的概念 / 054

4.2.1 天线的分类 / 054

4.2.2 天线辐射电磁波的基本原理 / 054

4.2.3 天线的参数 / 055

4.2.4 天线选型中需考虑的特性 / 060

4.2.5 不同应用环境下的基站天线选型 / 064

4.3 无线电波的传播方式 / 066

4.4 衰落 / 067

4.5 无线电波的传播模型 / 068

思考题 / 070

5.1 无线网络规划概述 / 072

5.1.1 对 CDMA 2000 规划有影响的
系统特点 / 072

5.1.2 无线网络规划目标 / 073

5.2 无线网络规划流程 / 073

5.2.1 规划准备 / 073

5.2.2 无线网络初规划 / 074

5.2.3 站址选择 / 076

5.2.4 无线网络详细规划 / 078

5.3 无线网络初规划——覆盖规划 / 080

5.3.1 前向链路预算 / 080

5.3.2 反向链路预算 / 080

5.3.3 基站覆盖能力分析 / 084

5.4 无线网络初规划——容量规划 / 086

5.5 详细规划——PN 短码规划 / 086

5.6 详细规划——邻区列表设置 / 089

思考题 / 090

6.1 优化概述 / 094

6.2 无线网络优化流程 / 094

6.2.1 工程优化流程 / 094

6.2.2 运维优化流程 / 095

6.2.3 专题优化 / 096

6.3 路测分析法 / 097

6.4 DT 测试 / 098

6.4.1 路测分析法的特点 / 098

6.4.2 DT 测试分类 / 099

第 5 章

CDMA 系统的无线网络规划 072

第 6 章

CDMA 系统的无线网络优化 094



第 7 章

实训：鼎立软件的安装及其使用

122

6.4.3 DT 测试路线的选定 / 099

6.4.4 测试设备 / 100

6.4.5 测试方法 / 101

6.5 CQT 测试 / 101

6.6 网络优化中常调整的参数 / 103

6.6.1 工程参数 / 103

6.6.2 搜索窗尺寸 / 103

6.6.3 切换参数 / 104

6.6.4 功率控制参数 / 104

6.6.5 接入参数 / 105

6.7 CDMA2000 网络常见问题

优化思路 / 106

6.7.1 无线覆盖优化 / 106

6.7.2 掉话分析 / 110

6.7.3 接续性能优化 / 114

思考题 / 120

实训一 鼎立前台路测软件的安装 / 122

**实训二 鼎力前台测试软件的使用
使用方法 / 123**

实训三 鼎利后台分析软件的使用 / 144

附录 部分思考题参考答案 / 149

参考文献 / 159



第1章 CDMA系统概述

1.1 移动通信的发展

20 世纪 70 年代初，美国贝尔实验室提出了蜂窝系统的概念和理论。蜂窝移动通信系统进入快速发展期，十年一代，目前已经进入了第四代，见表 1-1。

表 1-1 蜂窝移动通信系统的演变

项目	第一代	第二代	第三代	第四代
特征	模拟	数字	多媒体	多媒体
业务	语音	语音、低速数据	语音、高速数据	高速数据
主流标准	AMPS,TACS	GSM,N-CDMA	WCDMA,CDMA 2000, TD-SCDMA	LTE,WIMAX
起始时间	20 世纪 80 年代	20 世纪 90 年代	2000 年	2010 年

1.1.1 第一代蜂窝移动通信系统

20 世纪 70 年代末，第一代蜂窝移动通信系统诞生于美国贝尔实验室，即著名的先进移动电话系统 AMPS。其后，北欧（丹麦、挪威、瑞典、芬兰）和英国相继研制和开发了类似的 NMTS（Nordic Mobile Telephone System）和 TACS（Total Access Communication System）等移动通信系统。

仅仅几年后，采用模拟制式的第一代蜂窝移动通信系统就暴露出了容量不足、业务形式单一、漫游能力差（标准多）、安全性差等严重弊端。

中国在 1987 年开始使用模拟制式蜂窝电话通信。1987 年 11 月，第一个移动电话局在广州开通。

1.1.2 第二代蜂窝移动通信系统

第二代蜂窝移动通信系统（2G）采用数字制式，提供了更高的频谱利用率、更好的数据业务和通信质量以及比第一代系统更先进的漫游功能。

典型的第二代蜂窝移动通信系统包括：居于主导地位的欧洲的 GSM 系统（全球移动通信系统）、美国的 N-CDMA（窄带 CDMA）系统（即 IS-95）。

随着互联网业务的发展，手机上网成为 20 世纪 90 年代人们的期望，于是在第二代系统的基础上架构出了适应上网业务的 2.5 代网络。

基于 GSM 的 2.5 代网络是 GPRS (通用分组无线业务), GPRS 引入了分组交换技术, 仅在实际传送和接收数据时才占用无线资源, 高效传输数据和信令, 优化了网络资源和无线资源的利用。该技术定义了新的无线信道, 分配灵活, 提高了信道利用率, 小区内多个用户可共享一条无线信道同时通信, 若某用户所需传输的数据量大而信道尚有空闲时, 则可同时占用同一载波的多个时隙通信, 满足了数据业务的突发性要求, 最高速率理论值可达 $21.4 \times 8 = 171.2$ (Kbps)。

基于 N-CDMA 的 2.5 代网络是 CDMA 2000-1x, CDMA 2000-1x 与 GPRS 类似, 也引入了分组交换技术、定义了新的信道, 其数据速率可达 153Kbps。

我国的第二代系统始于 1994 年建设的 GSM/GPRS 系统, 常称之为 G 网, G 网工作于 900MHz 频段, 频带比较窄, 随着移动电话用户数量的迅猛增长, 许多地区的 G 网已出现因容量不足而达到饱和的状态。为了满足广大用户的需求, 将 GSM 的工作频段扩展至 1800MHz, 即 DCS 1800 系统 (Digital Cellular system at 1800MHz), 或简称 “D” 网。DCS 1800 系统的基本体制和 GSM 900 系统完全一致, 只是工作于 1800MHz 频段, 现在大部分城市都是 DCS 1800 系统和 GSM 900 系统同时覆盖, 即双频网。目前 GSM 网在中国有两个, 分别由中国移动和中国联通经营。

我国的第二代系统还包括老联通公司在 1998 年建设的 N-CDMA/CDMA 2000-1x, 目前该网由中国电信经营。

1.1.3 第三代蜂窝移动通信系统

固定宽带互联网业务蓬勃发展, 家庭上网带宽从 2Mbps 提升到 4Mbps、8Mbps、10Mbps、20Mbps, 2.5 代移动网络 153Kbps 的网速严重压抑着移动用户上网的需求, 于是推出第三代移动通信系统。

第三代移动通信系统, 称为 IMT-2000, 意即该系统工作在 2000MHz 频段, 最高业务速率可达 2000Kbps, 在 2000 年左右得到商用。主要体制有欧洲的 WCDMA、美国的 CDMA 2000 和我国提出的 TD-SCDMA。

其数据传输速率在车辆上可以达到 144Kbps、在室外步行时可以达到 384Kbps、在建筑物里可以达到 2Mbps。与第二代移动通信系统相比, 能支持多媒体业务, 特别是宽带上网业务。

在中国, 2009 年 1 月, 工业和信息化部正式发放 3G 牌照: 批准中国移动通信集团公司经营基于 TD-SCDMA 技术制式的第三代移动通信 (3G) 业务, 中国电信集团公司经营基于 CDMA 2000 技术制式的 3G 业务, 中国联合网络通信集团公司经营基于 WCDMA 技术制式的 3G 业务。

1.1.4 第四代蜂窝移动通信系统

由于 3G 核心网还没有完全脱离 2G 的核心网结构, 所以普遍认为 3G 是一个从窄带向未来宽带移动通信系统的过渡。很多国家已经部署了第四代移动通信系统。

4G 技术又称 IMT-Advanced 技术, 从 2009 年初开始, ITU 在全世界范围内征集 IMT-Advanced 候选技术。技术标准分为 2 大类, 一类是基于 3GPP 的 LTE (Long Term Evolution, 长期演进) 的技术, 我国提交的 TD-LTE-Advanced 是其中的 TDD 部分。另外一类是基于 IEEE 802.16m 的技术。

2012 年 1 月 18 日, 国际电信联盟在 2012 年无线电通信全会全体会议上, 正式审议通

过将 LTE-Advanced 和 WirelessMAN-Advanced (802.16m) 技术规范确立为 IMT-Advanced (俗称“4G”) 国际标准。主流标准为 LTE-Advanced, 其特征如下。

- (1) 建立在新的频段 (比如 5~8GHz 乃至更高) 上的无线通信系统。
- (2) 基于分组数据的高速率传输, 可实现三维图像高质量传输。在静止条件下, 传输数据速率应为 1Gbps。在运动条件下, 传输数据速率应为 100Mbps。
- (3) 真正的“全球统一”(包括卫星部分) 系统。
- (4) 基于全新网络体制的系统, 或者说其无线部分将是对新网络 (智能的、支持多业务的、可进行移动管理) 的“无线接入”。
- (5) 不再是单纯的 (传统意义上) 的“通信”系统, 而是融合了数字通信、数字音/视频接收和因特网接入的崭新系统。

用户将使用各种各样的移动设备接入 4G 系统中, 各种不同的接入系统结合成一个公共的平台, 它们互相补充、互相协作以满足不同的业务的要求, 移动网络服务趋于多样化, 最终将演变为社会上多行业、多部门、多系统与人们沟通的桥梁。

1.2 CDMA 标准演进

CDMA 2000 标准具有良好的兼容性, CDMA 2000 的标准演进和技术发展现状如图 1-1 所示。

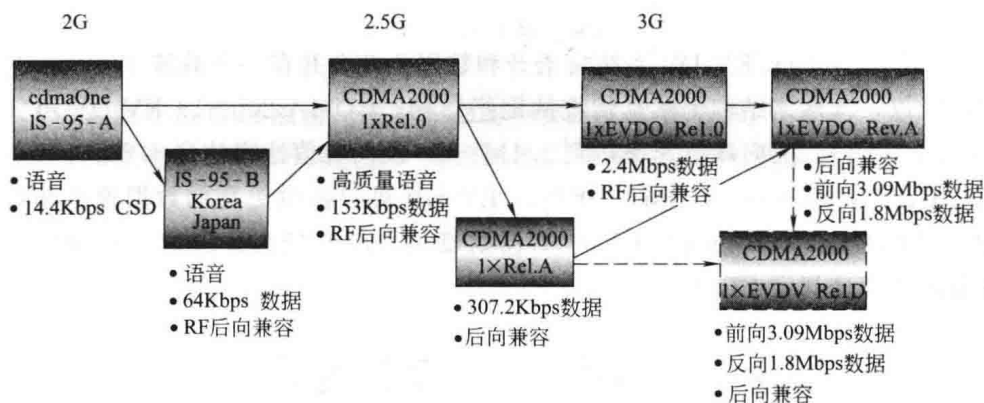


图 1-1 CDMA 2000 的标准演进图

1) CDMA 2000-1x

CDMA 2000-1x 原意是指 CDMA 2000 的第一阶段 (速率高于 IS-95, 低于 2Mbps), 在 3G 领域泛指前向信道和反向信道均用码片速率 1.2288MChip/s 的单载波直接序列扩频方式。它可以方便地与 IS-95 (A/B) 后向兼容, 实现平滑过渡。运营商可在某些需求高速数据业务而导致容量不够的蜂窝 (IS-95) 上, 用相同载波部署 CDMA 2000-1x 系统, 从而减少了用户和运营商的投资。

CDMA 2000-1x 有多个版本。如 CDMA 2000-1x Rel 0 版本支持分组数据业务, 峰值速率可以达到 153.6Kbps; CDMA 2000-1x Rel A 版本可以达到 307.2Kbps。

2) CDMA 2000-1x EV

CDMA 2000-1x EV 是在 CDMA 2000-1x 的基础上进一步提高速率的增强体制, 采用高速率数据技术, 能在 1.25MHz (同 CDMA 2000-1x) 带宽内提供 2Mbps 以上的数据业务。

是依托在 CDMA 2000-1x 基础上的增强型 3G 系统。除基站信号处理部分及用户手持终端不同外,它能与 CDMA 2000-1x 共享原有的系统资源。

CDMA 2000-1x EV 的演进分为两个阶段,第一个阶段是 CDMA 2000-1x EV-DO,第二个阶段是 CDMA 2000-1x EV-DV。

3) CDMA 2000-1x EV-DO

CDMA 2000-1x EV-DO (Data Only) 采用将数据业务和语音业务分离的思想,在独立于 CDMA 2000-1x 的载波上向移动终端提供高速无线数据业务,在这个载波上不支持语音业务。

目前有 3 个版本。Rel 0 (前向最高速率 2.4Mbps, 反向最高速率 153.6Kbps) 针对高速分组数据传输的特点,在前向链路上采用了诸如前向最大功率发送、动态速率控制、自适应编码调制、HARQ、快速调度等多项技术,前向链路速率可达 2.46Mbps;而对于反向链路上的数据传输和 CDMA 2000-1x 基本相同。

Rel A (前向最高速率 3.1Mbps, 反向最高速率 1.8Mbps) 提高了反向速率。

Rel B 支持高达 20MHz 的带宽,支持多达 15 个 1.25MHz 载频 (2x, ..., 15x), 峰值速率达 73.5Mbps, 更高的频谱效率, 低终端功耗, 更长的电池寿命。

4) CDMA 2000-1x EV-DV

CDMA 2000-1x EV-DV (Data and Voice) 克服了 CDMA 2000-1x EV-DO 在资源共享以及组网方面的缺陷,重新将数据业务和语音业务合并到一个载波中,使频率资源得到了有效利用。

由于 CDMA 2000-1x/EV-DV 系统将语音和数据业务合并在一个载波中实现,与传统的方式相同,所以,其网络结构仍然是传统的网络结构,CDMA 2000-1x EV-DV 可完全后向兼容 CDMA 2000-1x,前向峰值速率达到 3.1Mbps,反向峰值速率达到 1.8Mbps。

相比于 CDMA 2000-1x, CDMA 2000-1x EV-DV 可以提供更高的数据速率和更完善的 QoS 机制。但 CDMA 2000-1x EV-DV 技术控制复杂,成本较高,目前只有很少运营商垂青。大部分运营商选择了 CDMA 2000-1x EV-DO。

1.3 CDMA 2000-1x EV-DO 简介

CDMA 2000-1x EV-DO (CDMA 2000-1x RTT EVolution to packet Data Optimized 简称: 1x EV-DO), 为分组数据和分组语音优化设计的第三代移动通信系统。利用单独的载频实现高速数据传输, 1x EV-DO 又叫做 Data Only。其优点: 多个接入终端 (AT) 实际上时分复用所有载频资源进行数据传递, 控制简单, 成本较低; 其缺点: 由于语音和数据呼叫的呼叫模型不同, 可能会导致频率资源浪费。

1) 1x EV-DO 发展现状

1x EV-DO 可以与 IS-95 A、CDMA 2000-1x 处于同一频段。目前有 3 个版本: Rel 0 前向峰值数据速率 2.45Mbps, 反向峰值数据速率 153.6Kbps; Rel A 前向峰值数据速率 3.1Mbps, 反向峰值数据速率 1.8Mbps; Rel B 第一阶段前向峰值数据速率 9.3Mbps; 反向峰值数据速率 5.4Mbps, 前反向速率都是 Rel 0 的 3 倍; Rel B 第二阶段前向峰值数据速率 14.7Mbps, 反向峰值数据速率 5.4Mbps。

CDMA 2000-1x EV-DO 已在全世界范围内大规模商用。CDMA 2000-1x EV-DO Rel 0

版本由于前反向速率的巨大差异,因此适合非对称的高速下载业务场景;CDMA 2000-1x EV-DO Rel A 版本则新引入了多项关键技术,不但大幅提升了反向吞吐量,同时在链路时延方面亦有较大改善,DO Rel A 标准中重点引入了 QOS 技术,在无线带宽一定的前提下,可为用户提供良好的业务体验。

1x EV-DO 可以单独组网,也可以与 CDMA 2000-1x 混合组网弥补 CDMA 2000-1x 数据能力的不足。1x EV-DO 与 CDMA 2000-1x 在无线接入网逻辑功能上是相互独立的,分组核心网可以共用。覆盖上,CDMA 2000-1x 是对称的,1x EV-DO 是不对称的,但二者前反向链路预算相差不多,二者可以共站址、共天馈。二者在频段、带宽、覆盖、规划上有很多共同之处,混合组网可以充分利用 CDMA 2000-1x 的投资、规划经验、优化经验,降低规划、建设、优化、运维成本。

现在中国电信的 1x EV-DO 网络就是基于原来 CDMA 2000-1x 网络建设的。

2) EV-DO Rel A 的特点

CDMA 2000-1x EV-DO Rel A 能够在 1.25MHz 的单载频上提供 3.1Mbps 的峰值速率,能适应有突发性大数据量需求的应用场合。CDMA 2000-1x EV-DO Rel A 对 IP 协议提供了有力的支持,能够承载由 IP 协议支撑的各类主流应用,方便用户在任何时间、任何地点同 Internet/Intranet 交互。综合来讲,具有如下特色。

(1) 系统的特点。使用一个独立的 1.25MHz 载频来提供数据业务,不和语音业务共享资源,控制实现简单;

针对数据业务对时延和抖动不敏感,能容忍一定差错的特点,全面采用 Turbo 编码,以最大化系统吞吐量;

去掉了话音业务的 QoS 限制,针对数据业务提供了多级 QoS;

结构设计和主流的 IP 骨干网相容,网络侧无论硬件还是软件均无需针对无线侧做任何改动;

可以和 IS-95、CDMA 2000-1x 系统共基站,可以重用原系统的射频设备,实现系统的平滑升级,用户借助双模式 AT (Access Terminal, 接入终端),可以分别获得最优的语音和数据业务。

(2) 前向链路的特点。采用时分复用方式,所有属于同一最佳服务扇区的用户共享唯一的数据业务信道,峰值速率可达 3.072Mbps;

没有功率控制的概念,基站在任何时候以全功率发射,并根据 AT 的反馈信息进行动态速率控制;

采用虚拟软切换,当 AT 接收数据时,只接收激活集中一个扇区发送的数据,AT 按照一定的策略选择最佳服务扇区;

采用调度算法,动态调度分组数据的传输。

(3) 反向链路的特点。采用码分复用方式,峰值速率可达 1.8432Mbps;

采用快速动态功率控制和速度控制对反向链路的负荷进行调节;

采用软切换,可同时向多个扇区发送数据;通过反向导频进行相干解调。

(4) CDMA 2000-1x EV-DO 总体网络结构。由于 CDMA 2000-1x EV-DO 技术仅支持数据业务,所以从网络结构上看,其网络结构比较简单。系统仅由 AT、AN、PCF、PDSN、AAA 等设备构成,也就是说,CDMA 2000-1x EV-DO 采用基于 IP 网的结构,不需要 AN-SI-41 的核心网结构。网络结构如图 1-2 所示。

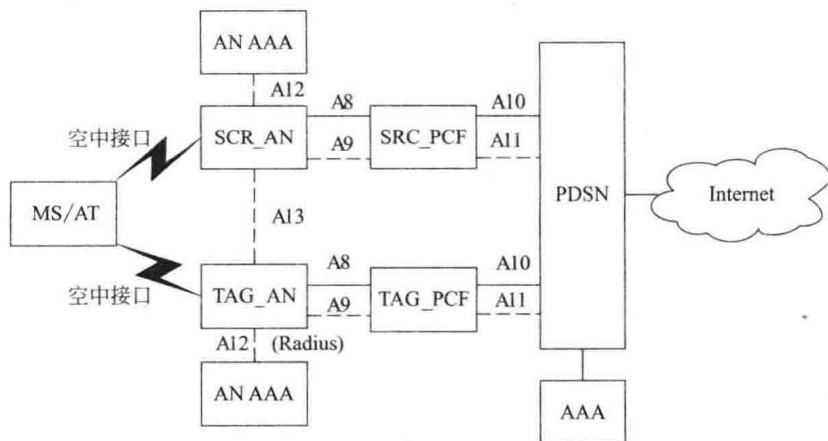


图 1-2 CDMA 2000-1x EV-DO 的网络结构

图 1-2 中 AT 是接入终端，其功能类似于传统网络中的移动台。对于数据业务来说，终端的形式可能是多种多样的（如 PDA 等），并且数据处理部分和数据收发部分可能分开。与接入终端相对应，传统意义上的基站被称为接入网络（AN）。在图 1-2 中，当接入终端发生切换时，源接入网络和目标接入网络分别被叫做 SRC_AN 和 TAG_AN。PCF（分组控制单元）和 PDSN（分组数据服务节点）的功能与 CDMA 2000-1x 系统相同。AAA（认证、授权、计费）负责对用户进行认证，AN AAA 完成 AN 级的认证功能。

接口主要包括空中接口、A8/A9 接口、A12/A13 接口。A8/A9 接口、A10/A11 接口的功能与 CDMA 2000-1x 相同，A12、A13 接口是新增的。其中 A12 接口链接源、目标 AN 与 AN AAA，只传送信令。该接口主要完成 AN 级的认证功能，同时 AN AAA 向 AN 返回 AT 在 A8/A9 接口、A10/A11 接口需要使用的 MN ID（IMSI）。A13 接口也是信令接口，主要用于不同 AN 间切换时，交换 AT 的相关信息。

1x EV-DO 保持了与 CDMA 2000-1x 在设计和网络结构上的兼容性。在无线射频部分，1x EV-DO 具有与 CDMA 2000-1x 相同的射频特性及实现方式，升级时可以直接使用已有的 CDMA 2000-1x 射频部分。但 1x EV-DO 与 1x 不完全兼容，1x EV-DO 单模终端不能在 CDMA 2000-1x 网络中通信，同样 CDMA 2000-1x 单模终端也不能在 1x EV-DO 网络中通信。在组网方面，对于那些只需要分组数据业务的用户，1x EV-DO 可以单独组网，此时的核心网配置可采用基于 IP 协议的、较为简单的网络结构；对于同时需要语音、数据业务的用户，可以与 CDMA 2000-1x 联合组网，同时提供语音与高速分组数据业务，不过这时用户终端需要采用同时支持 1x EV-DO 与 CDMA 2000-1x 的双模终端。

1.4 CDMA 系统的工作频率

CDMA 2000-1x EV-DO 分配的频率是国际电联 ITU 分给 IMT-2000 中 FDD 频段：1920～1980MHz/2110～2170MHz，另外还有补充频段：1755～1785MHz/1850～1880MHz，上下行各占用 60MHz+30MHz（对称频段）。

CDMA 2000-1x EV-DO 应该工作在 ITU 规定的 3G 频段上；但是由于 1x EV-DO 系统的码片速率、带宽、发射功率及基带成形滤波器系数等与 CDMA 2000-1x 一致，CDMA 2000-1x EV-DO 也可以与 CDMA 2000-1x 使用相同的频段和载波带宽，只是在混合组网时

各自使用不同的频点号。

标准未指定 1x EV-DO 工作频段内的首选频点号, 当 1x EV-DO 与 CDMA 2000-1x 工作在相同的频段时, 可以灵活配置工作频点。故目前中国电信 N-CDMA 网、CDMA 2000-1x、CDMA 2000-1x EV-DO 均工作在 800MHz。800MHz 上共有 7 个载波的宽带, 目前频率规划按照 N-CDMA、CDMA 2000-1x 从频段高段往下走, CDMA 2000-1x EV-DO 从低段开始往上走的原则进行, 如图 1-3 所示, 即目前 N-CDMA、CDMA 2000-1x 用 283 号、242 号、201 号等频道, 而 CDMA 2000-1x EV-DO 用 37 号、78 号等频道。

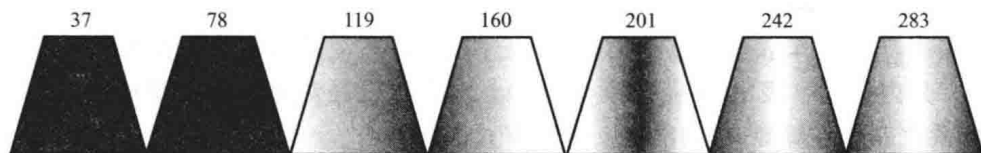


图 1-3 中国电目前 800MHz 宽带的 7 个载波

每个频道的中心频率: 基站收 (上行): $825.00 + 0.03N$ (MHz), 基站发 (下行): $870.00 + 0.03N$ (MHz)。

1.5 CDMA 的基本原理

1.5.1 多址技术

在蜂窝移动通信系统中, 有许多用户要同时通过一个基站和其他用户进行通信。因此存在这样的问题: 基站怎样区分众多用户的信号, 用户怎样从基站发出的信号中识别出自己的信号。这个问题的解决方法就是多址技术。

不论是用户发出的信号, 还是基站发出的信号, 若每个信号都具有不同的特征, 则可根据不同的特征来区分出不同的信号。

信号的特征表现在这样几个方面: 信号的工作频率、信号出现的时间、信号具有的波形、信号出现的空间。根据这些特征, 相对应的有 4 种多址方式, 即频分多址 (FDMA)、时分多址 (TDMA)、码分多址 (CDMA)、空分多址 (SDMA)。

1) 频分多址

频分多址 (Frequency Division Multiple Access, FDMA) 是用信号的不同频率来区分信号。对一个通信系统, 对给定的一个总的频段, 划分成若干个等间隔的频道 (又叫信道), 每个不同频道分配给不同的用户使用。

FDMA 是一种最基本的多址方式, 任何一个移动通信系统中都有应用。WCDMA 系统频道宽带 5MHz, N-CDMA 系统、CDMA 2000 系统频道宽带 1.23MHz, TD-SCDMA 中频道宽带 1.6MHz。通常在 FDMA 的基础上还应用其他的多址技术。

2) 时分多址

时分多址 (Time Division Multiple Access, TDMA) 是基于时间分割信道。即把时间分割成周期性的时间段 (时帧), 对一个时帧再分割成更小的时间段 (间隙), 然后根据一定的分配原则, 使每个用户在每个时帧内只能按指定的时隙收发信号。

用这种“分时复用”的方式, 可以使同频率的用户“同时”工作, 有效地利用了频率资

源，提高了系统的容量。

3) 码分多址

码分多址 (Code Division Multiple Access, CDMA) 的原理是，任何一个发送方都要把自己发送的 01 代码串中的每一位，编码成 m 个码片 (Chip)。通常 m 取 2^n 片，这样将原先要发送的信号速率提高了 2^n 倍。为了简便，现假定码片序列为 8 位，又假定用码片序列 00011011 表示 1，当发送 0 时则用其反码 11100100。但这种码片序列是双极型表示的，即 0 用 -1 表示，1 用 $+1$ 表示。

码分多址系统中每个站点都有自己唯一的码片序列，而且所有站点的码片序列都是两两正交的。如用符号 S 来表示站点 S 的 m 维码片序列，正交意味着如果 S 和 T 是两个不同的码片序列，其内标积 (表示为 $S \cdot T$) 均为 0。内标积就是对 2 个双极型码片序列中相对应的 m 位相乘之和、在除以 m 的结果，可用下式表示：

$$S \cdot T = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i \cdot T_i = 0$$

其正交特性是极其关键的，任何码片序列与自己的内标积均为 1。

$$S \cdot S = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i \cdot S_i = 1$$

CDMA 系统依赖码的正交性，以区分地址，故在频率、时间上都可能重叠，如图 1-4 所示。故其接收端信噪比非常低，如在一个 BS 下有 20 人同时通信，信噪比为 $1/19$ ，一般的接收机难以解调，需要扩频通信技术来提升信噪比。

在实际应用中，一般使用多种基本多址方式的混合方式，如窄带 CDMA 系统是 FDMA/CDMA 多址方式，TD-SCDMA 系统是 FDMA/TDMA/CDMA/SDMA 多址方式。

4) 空分多址 (SDMA)

SDMA 实现的核心技术是智能天线的应用，理想情况下它要求天线给每个用户分配一个点波束，这样根据用户的空间位置，就可以区分每个用户的无线信号，如图 1-5 所示。换句话说，处于不同位置的用户，可以在同一时间使用同一频率和同一码型而不会相互干扰。

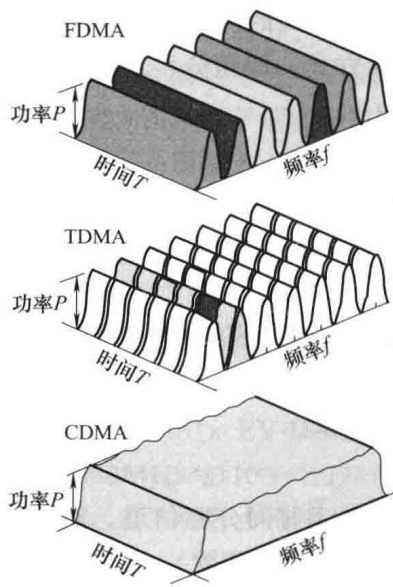


图 1-4 三种多址的比较

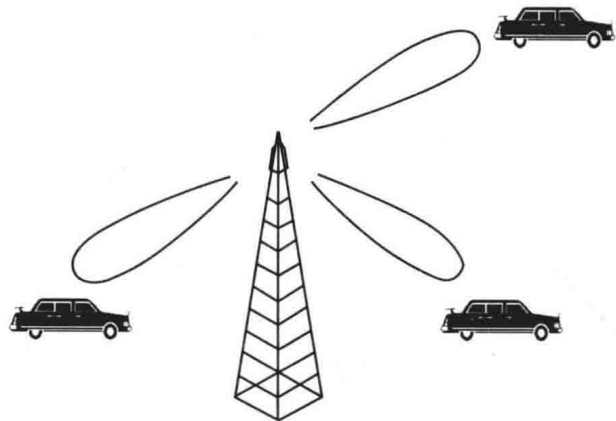


图 1-5 空分多址示意图