



全国高等职业教育规划教材

移动通信网络测试与分析

贾 跃 编著

- 全面介绍移动网络测试、分析与优化相关知识，淡化理论，注重实践
- 采用任务驱动教学方法，融“教、学、做”为一体
- 通过系统安装、数据采集、性能评估等工作过程，培养学生职业能力



电子课件下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

移动通信网络测试与分析

贾 跃 编著

图书在版编目(CIP)数据

移动通信网络测试与分析 / 贾跃编著. — 北京: 机械工业出版社, 2012.12
ISBN 978-7-111-32616-0
I. ①移… II. ①贾… III. ①移动通信—网络—测试—教材

Ⅰ. ①移…
Ⅱ. ①贾…
Ⅲ. ①移动通信—网络—测试—教材

北京昌泰书业

2012年12月第1版

184mm×260mm

2001—1000册

787mm×1092mm

定价: 29.90元



机械工业出版社

本书从实际工程应用的角度出发,对 CDMA 2000 网络测试方法、测试工具使用和典型测试案例分析做了全面介绍。本书共分为 7 个任务,系统讲述了网络优化测试及分析软件的安装和使用、CDMA 话音业务测试方法和规范、移动网络性能指标和话音业务测试数据的分析、掉话鉴别模板和掉话案例的分析、接入流程和接入失败案例的分析、软切换过程和软切换失败案例的分析以及 FTP 下载业务的测试。

本书结构新颖、内容详尽、可操作性强,以移动网络测试与优化过程为框架,筛选组合知识和技能,形成了相互独立又彼此相关的教学任务,实现了过程化学习。

本书可作为高职高专院校通信技术及相关专业学生的教材,也可作为通信行业中从事网络建设、网络测试维护及网络优化的工程技术人员参考手册。

本书配有授课电子课件,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册,审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信网络测试与分析 / 贾跃编著. —北京: 机械工业出版社,

2015.12

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-52610-0

I. ①移… II. ①贾… III. ①移动网—高等教育—教材

IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 001779 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王颖 责任编辑: 王颖

责任校对: 张艳霞 责任印制: 李洋

北京宝昌彩色印刷有限公司印刷

2016 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·11.75 印张·290 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-52610-0

定价: 29.90 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: (010) 88379833

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: (010) 88379649

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

全国高等职业教育规划教材

电子类专业编委会成员名单

主 任 曹建林

副 主 任 张中洲 张福强 董维佳 俞 宁 杨元挺 任德齐
华永平 吴元凯 蒋蒙安 祖 炬 梁永生

委 员 (按姓氏笔画排序)

于宝明 尹立贤 王用伦 王树忠 王新新 任艳君
刘 松 刘 勇 华天京 吉雪峰 孙学耕 孙津平
孙 萍 朱咏梅 朱晓红 齐 虹 张静之 李菊芳
杨打生 杨国华 汪赵强 陈子聪 陈必群 陈晓文
季顺宁 罗厚军 姚建永 胡克满 钮文良 夏西泉
聂开俊 袁启昌 郭 兵 郭 勇 郭雄艺 高 健
曹 毅 章大钧 黄永定 曾晓宏 程远东 谭克清
戴红霞

秘 书 长 胡毓坚

副秘书长 蔡建军

出版说明

《国务院关于加强发展现代职业教育的决定》指出：到 2020 年，形成适应发展需求、产教深度融合、中职高职衔接、职业教育与普通教育相互沟通，体现终身教育理念，具有中国特色、世界水平的现代职业教育体系，推进人才培养模式创新，坚持校企合作、工学结合，强化教学、学习、实训相融合的教育教学活动，推行项目教学、案例教学、工作过程导向教学等教学模式，引导社会力量参与教学过程，共同开发课程和教材等教育资源。机械工业出版社组织全国 60 余所职业院校（其中大部分是示范性院校和骨干院校）的骨干教师共同策划、编写并出版的“全国高等职业教育规划教材”系列丛书，已历经十余年的积淀和发展，今后将更加结合国家职业教育文件精神，致力于建设符合现代职业教育教学需求的教材体系，打造充分适应现代职业教育教学模式的、体现工学结合特点的新型精品化教材。

“全国高等职业教育规划教材”涵盖计算机、电子和机电三个专业，目前在销教材 300 余种，其中“十五”“十一五”“十二五”累计获奖教材 60 余种，更有 4 种获得国家级精品教材。该系列教材依托于高职高专计算机、电子、机电三个专业编委会，充分体现职业院校教学改革和课程改革的需要，其内容和质量颇受授课教师的认可。

在系列教材策划和编写的过程中，主编院校通过编委会平台充分调研相关院校的课程体系，认真讨论课程教学大纲，积极听取相关专家意见，并融合教学中的实践经验，吸收职业教育改革成果，寻求企业合作，针对不同的课程性质采取差异化的编写策略。其中，核心基础课程的教材在保持扎实的理论基础的同时，增加实训和习题以及相关的多媒体配套资源；实践性较强的课程则强调理论与实训紧密结合，采用理实一体的编写模式；涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法，同时重视企业参与，吸纳来自企业的真实案例。此外，根据实际教学的需要对部分课程进行了整合和优化。

归纳起来，本系列教材具有以下特点：

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度，强调专业技术应用能力的训练，适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述容易理解、清晰简洁，多用图表来表达信息；增加相关技术在生产中的应用实例，引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新，及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念，并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合，提高教学服务水平，为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快，加之我们的水平和经验有限，因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和疏漏。恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息，以利于我们今后不断提高教材的出版质量，为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

随着移动通信技术的发展和以 CDMA 为基础的 3G（第三代移动通信）网络在我国的普及与应用，移动通信网络正越来越广泛地影响着人们的日常生活。近年来，我国移动运营商不断对 3G 网络进行建设、扩容和升级改造，关注的问题已经从网络的规模建设逐渐转移到网络的性能优化上。规模不断增大的移动网络需要大量工程技术人员对其进行网络数据测试、网络性能评估及网络运营优化等工作。

本书从实际工程应用的角度出发，对 CDMA 2000 网络测试方法、测试工具使用和典型测试案例分析做了全面介绍。通过对 Pilot Pioneer 路测软件和 Pilot Navigator 分析软件使用方法的详细介绍，结合 CDMA 网络测试规范和要求，以任务描述、知识准备、任务实施和验收评价的任务驱动形式对实际网络测试中的各种测试方法和测试技能进行讲解，使学生能够直接、感性地学习 CDMA 网络测试知识，并在掌握网络测试要求和规范标准的同时迅速将所学知识转化为实际操作技能。

本书以 CDMA 2000 移动网络测试与优化实际工作环境为依据，按照移动网络运行维护的实施步骤编写，内容包括组建网络优化测试系统、采集话音覆盖数据、评估话音覆盖情况、检测解析掉话故障、观察分析接入数据、观察分析切换数据和测试 FTP 下载业务共 7 个任务。书中系统地讲述了网络优化测试及分析软件的安装和使用、CDMA 话音业务测试方法和规范、移动网络性能指标和话音业务测试数据的分析、掉话鉴别模板和掉话案例的分析、接入流程和接入失败案例的分析、软切换过程和软切换失败案例的分析以及 FTP 下载业务的测试。本书内容细致实用，每部分都结合测试软件对测试关键步骤进行详细讲解。案例部分通过对实际网络中的典型测试案例进行分析，使学生能够将学到的测试方法直接应用到网络测试与性能分析中，能够更深入地掌握网络优化的实用技能。

本书力求改变操作验证原理的传统教材结构，以移动网络测试与优化的过程为框架，对知识和技能进行筛选组合，形成了既具有独立性，彼此间又紧密相连的教学任务，实现了知识和技能的过程化学习。本书可作为高职高专院校通信技术及相关专业学生的教材，也可作为通信行业中从事网络建设、网络测试维护及网络优化的工程技术人员的参考手册。

本书由北京信息职业技术学院贾跃副教授编著，在编写过程中得到了深圳讯方通信科技股份有限公司的大力支持，在此深表感谢。同时，还要感谢所有在本书写作过程中给予指导、帮助和鼓励的朋友，正是有了他们的付出，才使本书得以顺利完成。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，真诚希望广大读者提出宝贵意见，以便进一步修改完善。

编 者

目 录

出版说明

前言

任务 1 组建网络优化测试系统	1
1.1 任务描述	1
1.1.1 网络优化的目标	1
1.1.2 网络优化的内容	2
1.1.3 单站优化的步骤	2
1.1.4 全网优化的流程	2
1.2 知识准备	3
1.2.1 移动通信的发展	3
1.2.2 CDMA 的发展历程	6
1.2.3 CDMA 的特点及优势	8
1.2.4 CDMA 系统频率分配	9
1.2.5 CDMA 网络体系结构	10
1.3 任务实施	14
1.3.1 连接网络优化设备	14
1.3.2 安装网络优化测试软件	16
1.3.3 安装网络优化分析软件	24
1.3.4 安装设备驱动程序	30
1.4 验收评价	33
1.4.1 任务实施评价	33
1.4.2 思考与练习题	33
任务 2 采集话音覆盖数据	34
2.1 任务描述	34
2.1.1 数据采集的内容	34
2.1.2 数据采集工具	35
2.1.3 数据采集的方法和规范	36
2.2 知识准备	39
2.2.1 多址接入技术	39
2.2.2 扩频通信技术	40
2.2.3 CDMA 系统扩频码	42
2.2.4 CDMA 系统信道构成	46
2.3 任务实施	52

2.3.1	网络测试的基本流程	52
2.3.2	采集室外话音覆盖数据	53
2.3.3	采集室内话音覆盖数据	65
2.4	验收评价	66
2.4.1	任务实施评价	66
2.4.2	思考与练习题	67
任务 3	评估话音覆盖情况	68
3.1	任务描述	68
3.1.1	话音业务测试参数	68
3.1.2	话音业务测试指标	70
3.2	知识准备	73
3.2.1	功率控制技术	73
3.2.2	软切换技术	76
3.2.3	分集接收技术	81
3.3	任务实施	82
3.3.1	观察话音业务参数	82
3.3.2	分析话音业务指标	89
3.4	验收评价	97
3.4.1	任务实施评价	97
3.4.2	思考与练习题	97
任务 4	检测解析掉话故障	98
4.1	任务描述	98
4.2	知识准备	98
4.2.1	闭环链路的重要性	98
4.2.2	CDMA 系统的掉话机制	99
4.2.3	掉话分析鉴别模板	99
4.3	任务实施	105
4.3.1	观察掉话参数	105
4.3.2	分析掉话案例	107
4.4	验收评价	116
4.4.1	任务实施评价	116
4.4.2	思考与练习题	116
任务 5	观察分析接入数据	117
5.1	任务描述	117
5.2	知识准备	117
5.2.1	接入失败定义	117
5.2.2	接入信令流程	118
5.2.3	接入试探	118
5.2.4	接入参数	120

52	5.2.5 接入定时器	123
52	5.2.6 接入里程碑	125
52	5.3 任务实施	129
52	5.3.1 观察接入信令流程	129
52	5.3.2 分析接入失败案例	131
52	5.4 验收评价	134
52	5.4.1 任务实施评价	134
52	5.4.2 思考与练习题	135
52	任务6 观察分析切换数据	136
52	6.1 任务描述	136
52	6.2 知识准备	136
52	6.2.1 软切换的概念和分类	136
52	6.2.2 导频集和切换参数	137
52	6.2.3 软切换的信令和过程	140
52	6.2.4 软切换失败分析	143
52	6.3 任务实施	144
52	6.3.1 观察软切换信令流程	144
52	6.3.2 分析软切换失败案例	146
52	6.4 验收评价	151
52	6.4.1 任务实施评价	151
52	6.4.2 思考与练习题	151
52	任务7 测试FTP下载业务	153
52	7.1 任务描述	153
52	7.1.1 数据业务测试方法	153
52	7.1.2 数据采集和记录的要求	155
52	7.2 知识准备	156
52	7.2.1 1x EV-DO 系统概述	156
52	7.2.2 1x EV-DO 协议与物理层技术	158
52	7.2.3 1x EV-DO 空中接口关键技术	163
52	7.2.4 1x EV-DO 数据业务流程	166
52	7.3 任务实施	168
52	7.3.1 创建启动拨号连接	168
52	7.3.2 测试FTP数据下载业务	170
52	7.3.3 查看FTP数据下载结果	178
52	7.4 验收评价	179
52	7.4.1 任务实施评价	179
52	7.4.2 思考与练习题	179
52	参考文献	180

任务1 组建网络优化测试系统

【学习目标】

- ◇ 熟悉移动网络优化的目标、内容和流程。
- ◇ 了解移动通信及 CDMA 系统的发展历程。
- ◇ 了解 CDMA 系统的特点及优势。
- ◇ 掌握 CDMA 系统的频率分配和网络结构。
- ◇ 连接网络优化设备，安装测试和分析软件。

1.1 任务描述

移动网络优化的基础是使用测试系统对数据进行采集和分析。网络优化测试系统由硬件和软件两部分组成，硬件包括测试用计算机、测试用手机、全球定位系统（Global Positioning System, GPS）天线及电源适配器等；软件则包括前台数据采集和后台数据分析两个程序。本次任务完成网络优化设备的连接并安装路测及分析软件，“组建网络优化测试任务”说明如表 1-1 所示。

表 1-1 “组建网络优化测试系统”任务说明

工作内容	连接测试设备	安装路测软件	安装分析软件
硬件设备	测试计算机和手机、GPS 天线、硬件锁	测试计算机和硬件锁	测试计算机和硬件锁
软件工具	手机和 GPS 驱动程序	Pilot Pioneer	Pilot Navigator

1.1.1 网络优化的目标

网络优化是移动通信系统运营中的一项重要工作，其主要目的就是通过数据采集和分析，找出业务质量差或资源利用率不高的原因，并通过参数调整等手段使网络达到最佳运行状态，获得最佳资源效益；同时了解网络的增长趋势，为扩容提供依据。网络优化涉及两个方面的问题，一方面是要对网络运行中存在的质量问题（诸如覆盖不好、话音质量差、掉话、网络拥塞、切换成功率低和数据业务性能不佳等）予以解决；另一方面还要通过优化资源配置，对整个网络的资源进行合理调配和运用，以适应需求的改变，最大程度地发挥设备的潜能，获得最大投资效益。

移动通信网是一个不断变化的网络，系统结构、无线环境、用户分布和使用行为都在不断改变。同时，规模的扩张、覆盖的复杂化、业务模型的变化都会导致网络当前的性能和运行情况偏离最初的设计要求，这些都需要对网络进行调整加以适应。因此，网络优化是一项长期的持续性的系统工程，需要不断探索，积累经验。只有解决好网络中出现的各种问题，优化资源配置，改善运行环境，提高业务质量，才能使网络运行在最佳状态，为移动通信业

务的发展提供有力的技术支持。

1.1.2 网络优化的内容

网络优化是一项贯穿于整个网络发展全过程的长期工程，同时也是一项系统工程，包含了一系列优化方式，如覆盖优化、话务量优化、设备优化、干扰信号分析和资金的优化使用等。网络优化可改善系统的硬件和软件环境。“硬件优化”主要包括天线优化和设备故障排除等工作；“软件优化”主要指频率优化、无线参数调整和配置参数核查等内容。

1.1.3 单站优化的步骤

单站点优化工作大体可分为“现网情况调查”“数据采集”“制定优化方案”和“实施优化方案并测试”4个步骤。

1. 现网情况调查

现网情况调查的主要工作内容是收集网络设计目标和能反映现网总体运行及工程情况的系统数据，通过比较和分析，定位需要优化的对象，为下一步更具体的数据采集、深入分析和问题定位做好准备。

2. 数据采集

数据采集的主要工作内容是通过各种测试手段更有针对性地对网络性能和质量情况进行测试。

3. 制定优化方案

制定优化方案这一步的工作主要是对采集来的系统数据和网络测试数据进行深入系统分析，结合现网运行和工程情况制定出适宜的优化调整方案。

4. 实施优化方案并测试

在完成了前三步之后，就需要对制定的优化方案进行具体实施。系统调整完毕之后，需要重新进行网络测试，并与优化前的测试结果进行比较，以验证优化的效果。

以上过程是一个不断循环反复的过程，在优化方案实施之后，需要重新进行数据采集和分析以验证优化措施的有效性，对于未能解决的网络问题或由于调整不当带来的新问题需要重新优化调整，如此不断循环，才能使网络质量不断提高，保持最佳运行状态。

1.1.4 全网优化的流程

全网优化需要经过单站优化、小区簇（15~20 个小区）级优化和系统级优化 3 个阶段，每一阶段大致都需要完成上述 4 个环节，具体实施步骤包括测试和分析、制定优化方案、优化实施、完成优化报告和优化结果考核等，移动全网优化流程如图 1-1 所示。图中“确保具备优化条件”是指需要确保设备按照设计安装完毕，能完成基本呼叫且系统稳定，需要收集的系統数据资料收集齐备以及优化要用到的软硬件工具已经具备等条件。

每一阶段的优化工作都需要分别进行空载优化和加载优化，空载优化的主要目的是对网络设备的基本运行参数和相邻小区问题进行优化，而加载优化的主要目的是对覆盖盲区和导频污染等系统性能问题进行优化。在网络投入运行一段时间之后，进行空载优化的难度比较大，可以只进行加载优化，但对于网络开通初期和新加基站，进行空载优

化是十分必要的。

网络优化工作是一项技术含量较高的日常维护工作，要求优化人员不仅有精深的移动通信理论知识，还要有丰富的网络维护实践经验。要不断监视网络的各项技术数据，并反复多次进行路测，通过对数据进行全面分析来发现问题。最终通过对设备参数的调整使网络的性能指标达到最佳状态，最大限度地发挥网络能力，提高网络的平均服务质量。

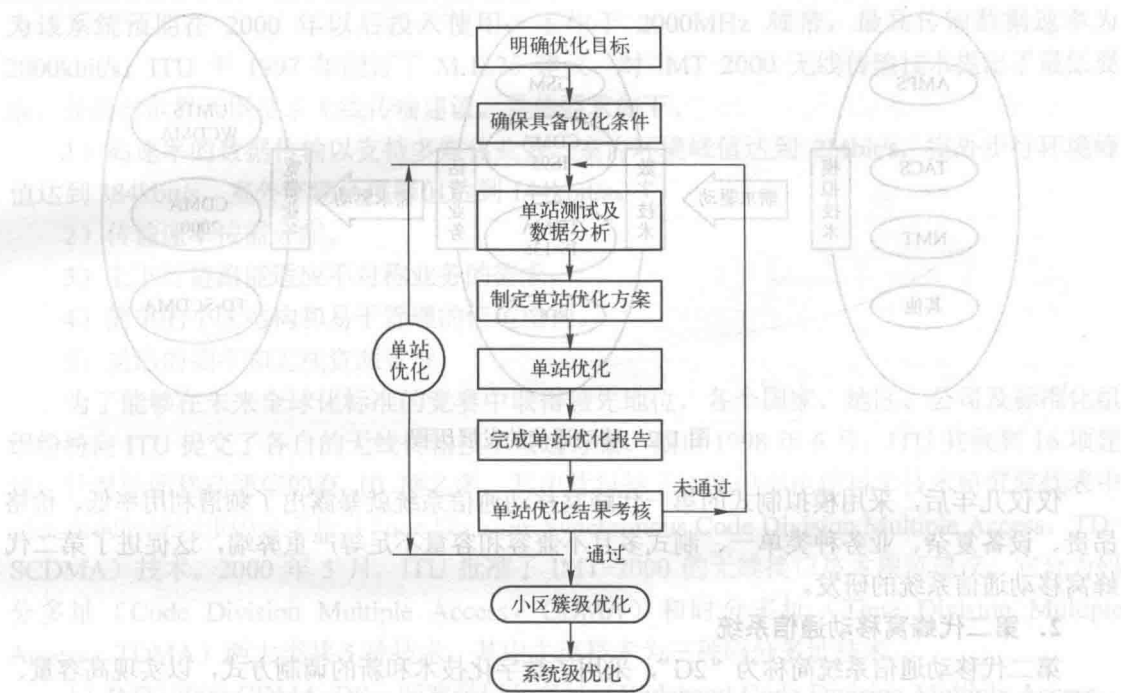


图 1-1 移动全网优化流程

1.2 知识准备

1.2.1 移动通信的发展

移动通信的历史可以追溯到 20 世纪初，但在近 30 年来才得到飞速发展。移动通信技术的发展以开辟新的移动通信频段，有效利用频率和移动台的小型化、轻便化为中心，其中有效利用频率技术是移动通信的核心。1974 年，美国贝尔实验室提出了蜂窝（Cellular）的概念和理论。此后，蜂窝移动通信系统经历了三代演变，移动通信的发展历程如图 1-2 所示。

1. 第一代蜂窝移动通信系统

第一代移动通信系统简称为“1G”，以 1978 年美国贝尔实验室研究开发的高级移动电话系统为标志。同一时期，英国、日本、德国和北欧国家也相继研制和开发了自己的第一代移动通信系统。第一代移动通信系统的主要标准包括美国的高级移动电话系统（Advanced Mobile Phone System, AMPS）、英国的全向接入通信系统（Total Access Communications

System, TACS)、北欧的北欧移动电话 (Nordic Mobile Telephong,NMT)、日本的日本电信 (Nippon Telegraph and Telephone, NTT) 等。1987 年 11 月, 我国第一个 TACS 蜂窝移动电话系统在广东省建成并投入商用。

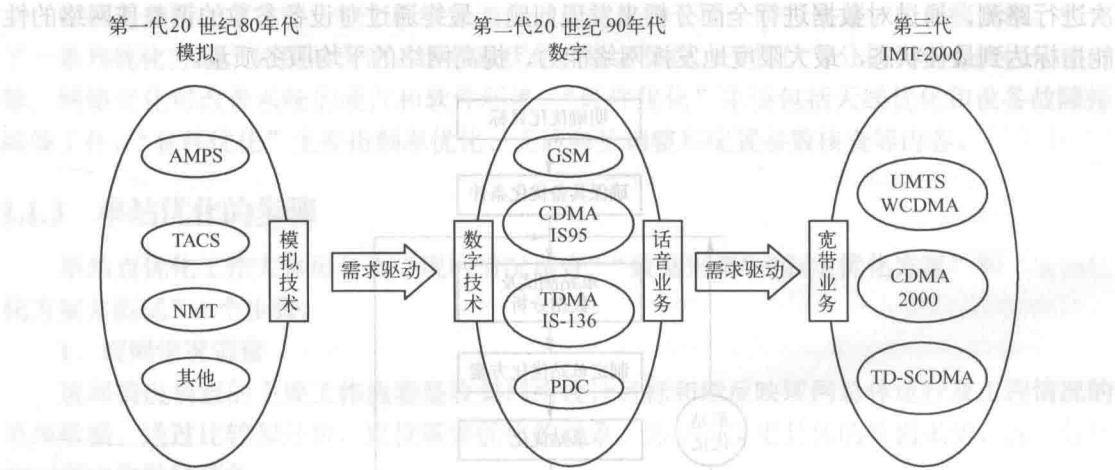


图 1-2 移动通信的发展历程

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频谱利用率低、价格昂贵、设备复杂、业务种类单一、制式多且不兼容和容量不足等严重弊端, 这促进了第二代蜂窝移动通信系统的研发。

2. 第二代蜂窝移动通信系统

第二代移动通信系统简称为“2G”, 采用了数字化技术和新的调制方式, 以实现高容量、低功耗、全球漫游和具备切换能力的目标。第二代移动通信系统的主要标准包括居于市场主导地位的欧洲的全球移动通信系统 (Global System for Mobile Communication, GSM)、美国的数字先进移动电话系统 (Digital Advanced Mobile Phone System, DAMPS) 和码分多址 (Code Division Multiple Access, CDMA) 95 暂时标准 (Interim Standard-95, IS-95)、日本的个人数字蜂窝通信系统 (Personal Digital Cellular Telecommunication System, PDC) 等。其中, IS-95 是美国电子/通信工业协会 (Eecetric/Telecommunications Industries Associations, E/TIA) 于 1993 年确定的蜂窝移动通信标准, 它采用了 Qualcomm 公司推出的 CDMA 技术规范。美国联邦通讯委员会 (Federal Communications Commission, FCC) 要求 IS-95 必须和 AMPS 兼容, 即带宽限制在 AMPS 原有的频带框架内, 因此, IS-95 是一个窄带 CDMA 系统, 只能提供有限的服务。1995 年, 世界上第一个 CDMA 蜂窝移动通信系统在中国香港开通, 标志着 CDMA 走向商业应用。2000 年 9 月, 我国 CDMA 网络建设正式启动。

虽然第二代移动通信系统的系统容量和功能相比于第一代移动通信系统有了很大提高, 但提供的业务仍主要局限于传统话音和低速数据, 不能满足人们对于多媒体数据以及宽带化、智能化、个人化的综合全球通信业务的需求, 用户高速增长与有限系统容量和业务之间的矛盾日趋明显。第二代移动通信系统的巨大成功和业务局限性推动了第三代移动通信系统的研发。

3. 第三代蜂窝移动通信系统

第三代移动通信系统简称为“3G”，其标准化工作开始于1985年，当时被国际电信联盟（International Telecommunication Union, ITU）称为未来公共陆地移动通信系统（Future Public Land Mobile Telecommunications System, FPLMTS），1996年更名为国际移动通信系统—2000（International Mobile Telecommunications System-2000, IMT-2000）。IMT-2000含义为该系统预期在2000年以后投入使用，工作于2000MHz频带，最高传输数据速率为2000kbit/s。ITU于1997年制订了M.1225建议，对IMT-2000无线传输技术提出了最低要求，并面向世界范围征求无线传输建议。具体要求如下。

1) 高速率的数据传输以支持多媒体业务，室内环境峰值达到2Mbit/s，室外步行环境峰值达到384kbit/s，室外车辆环境峰值达到144kbit/s。

2) 传输速率按需分配。

3) 上下行链路能适应不对称业务的需求。

4) 简单的小区结构和易于管理的信道结构。

5) 灵活的频率和无线资源管理。

为了能够在未来全球化标准的竞赛中取得领先地位，各个国家、地区、公司及标准化组织纷纷向ITU提交了各自的无线传输技术候选方案。截止1998年6月，ITU共收到16项建议，针对地面移动通信的有10项之多，其中就包括了原邮电部电信科学技术研究院代表中国提出的时分同步码分多址（Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access, TD-SCDMA）技术。2000年5月，ITU批准了IMT-2000的无线接口技术规范建议，它分为码分多址（Code Division Multiple Access, CDMA）和时分多址（Time Division Multiple Access, TDMA）两大类共5种技术，其中主流技术为三种码分多址技术。

1) IMT-2000 CDMA-DS，即宽带码分多址（Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA），该方案由欧洲国家和日本提出。

2) IMT-2000 CDMA-MC，即码分多址2000（Code Division Multiple Access 2000, CDMA2000），该方案由美国提出。

3) IMT-2000 CDMA TDD，即时分同步码分多址（Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access, TD-SCDMA），该方案由我国提出。

第三代蜂窝移动通信系统可提供包括视频流、音频流、移动互联、移动商务、电子邮件、视频邮件和文件传输等服务，能够真正实现“任何人，在任何地点、任何时间，与任何人”便利通信的目标。目前，已有106个国家的281个运营商选用CDMA 2000作为其3G平台，到2008年底，已有超过50%的CDMA 2000运营商开始提供基于演进单纯数据（Evolution Data Only, EV-DO）的移动宽带服务。

4. 长期演进技术

长期演进（Long Term Evolution, LTE）技术是3G向4G发展的过渡技术。LTE改进并增强了3G的空中接入技术，采用正交频分复用（Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM）和多输入多输出（Multiple-Input Multiple-Output, MIMO）作为其无线网络演进的唯一标准，能显著改善小区边缘用户的性能，提高小区容量和降低系统延迟。与3G相比，LTE的技术特征如下：

1) 提高了通信速率，下行峰值速率可达100Mbit/s、上行可达50Mbit/s。

- 2) 提高了频谱利用率, 下行链路可达 5bit/s/Hz, 上行链路可达 2.5 bit/s/Hz。
 - 3) 以分组域业务为主要目标, 系统整体架构基于分组交换。
 - 4) 通过系统设计和严格的服务质量机制, 保证了实时业务(如网络电话)的服务质量。
 - 5) 系统部署灵活, 支持 1.25~20MHz 间的多种系统带宽。
 - 6) 降低了无线网络时延, 子帧长度为 0.5ms 和 0.675ms。
 - 7) 在保持基站位置不变的情况下增加了小区边界的比特速率。
 - 8) 强调向下兼容, 支持与已有 3G 系统的协同运作。
- 3G 向 LTE 以及未来 4G 发展的演进路线如图 1-3 所示。

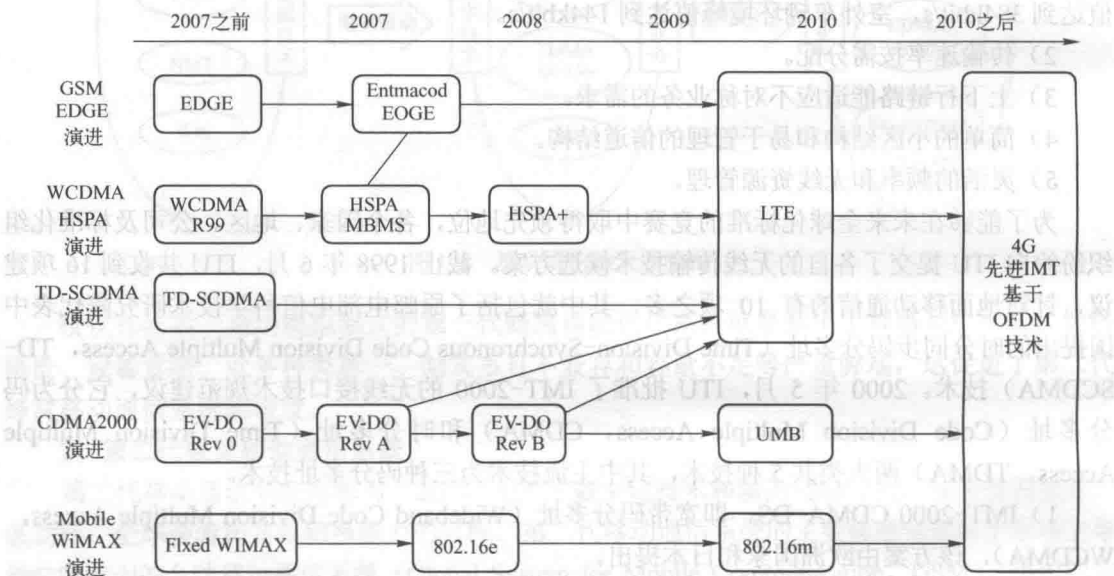


图 1-3 3G 向 LTE 以及未来 4G 发展的演进路线

1.2.2 CDMA 的发展历程

- 1. CDMA 的基本概念

码分多址（CDMA）是一种应用在无线通信领域中以扩频通信为基础的载波调制和多址接入技术。码分多址系统利用具有正交性或准正交性的码序列（地址码）区分不同用户，在同频、同时的条件下，各个接收机根据不同地址码之间的差异分离出需要的信号。码分多址系统为每个用户分配了各自特定的地址码，并利用公共信道传输信息，码分多址通信系统示意图如图 1-4 所示。
- 2. CDMA 标准的演进

CDMA 标准包括属于 2G 的 CDMAOne 标准和属于 3G 的 CDMA 2000 标准。CDMA 2000 标准是一个协议族，包括 CDMA 2000 1x 和 CDMA 2000 1x EV-DO。CDMA 2000 1X EV-DO 简称为 EV-DO，它是 Evolution、Data 和 Only 三个单词的缩写。CDMA 2000 标准的演进路线如图 1-5 所示。

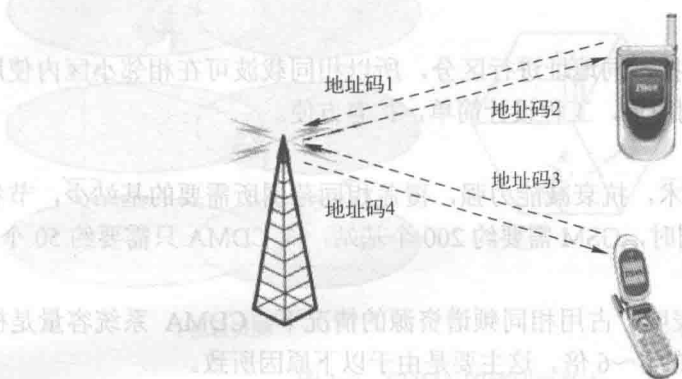


图 1-4 码分多址通信系统示意图

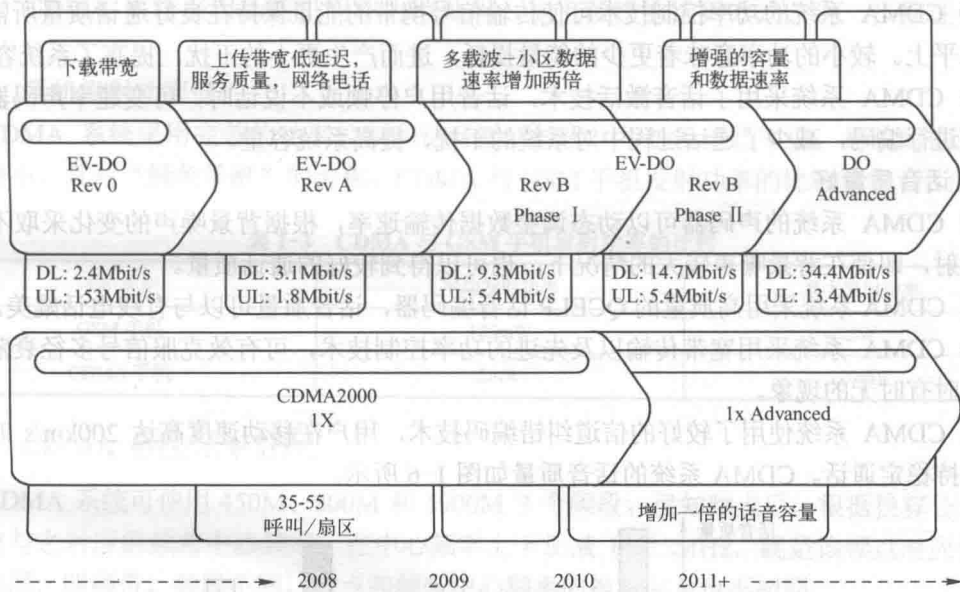


图 1-5 CDMA 2000 标准的演进路线

对应图 1-5，CDMA 标准各阶段特征如表 1-2 所示。

表 1-2 CDMA 标准各阶段特征

标准		速率	业务	阶段
CDMAOne	IS-95A	14.4kbit/s	语音	2G
	IS-95B	64kbit/s		
CDMA2000 1x		上行最大为 307.2kbit/s, 下行最大为 307.2kbit/s	语音/数据	2.5G
CDMA2000 1x EV-DO	Rel 0	上行最大为 153.6kbit/s, 下行最大为 2.4Mbit/s	数据	3G
	Rev A	上行最大为 1.8Mbit/s, 下行最大为 3.1Mbit/s		
	Rev B	上行最大为 5.4Mbit/s, 下行最大为 14.7Mbit/s		

1.2.3 CDMA 的特点及优势

1. 网络规划简单

CDMA 系统中的用户按不同地址进行区分，所以相同载波可在相邻小区内使用，频率复用系数高，无线网络规划简单，工程设计简单，扩容方便。

2. 覆盖范围大

CDMA 是一种码分技术，抗衰减能力强，覆盖相同范围所需要的基站少，节省投资。例如，当覆盖 1000km² 范围时，GSM 需要约 200 个基站，而 CDMA 只需要约 50 个基站。

3. 系统容量大

理论计算和现场试验表明，占用相同频谱资源的情况下，CDMA 系统容量是模拟系统的 8~10 倍，是 GSM 系统的 4~6 倍。这主要是由于以下原因所致。

1) CDMA 系统是自干扰系统，用户数的增加相当于背景噪声的增加，不会出现硬阻塞现象。

2) CDMA 系统的功率控制技术可使传输信号携带的能量保持在良好通话质量所需要的最低水平上。较小的功率意味着更少的能量损耗，进而产生更小的干扰，提高了系统容量。

3) CDMA 系统采用了话音激活技术，话音用户停顿或不说话时，可变速率声码器将以低速率进行编码，减少了通话过程中对系统的干扰，提高系统容量。

4. 话音质量好

1) CDMA 系统的声码器可以动态调整数据传输速率，根据背景噪声的变化采取不同的功率发射，即使在背景噪声较大的情况下，也可以得到较好的通话质量。

2) CDMA 系统采用高质量的 QCELP 话音编码器，话音质量可以与有线电话媲美。

3) CDMA 系统采用宽带传输以及先进的功率控制技术，可有效克服信号多径衰落，避免信号时有时无的现象。

4) CDMA 系统使用了较好的信道纠错编码技术，用户在移动速度高达 200km/s 时仍然可以保持稳定通话。CDMA 系统的话音质量如图 1-6 所示。

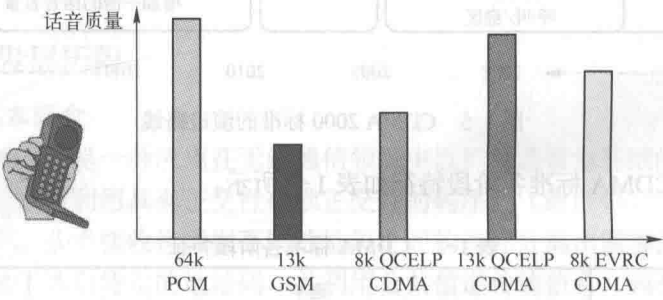


图 1-6 CDMA 系统的话音质量

5. 掉话率低

CDMA 系统采用独特的软切换技术，增强了小区边缘的信号强度，降低了掉话率，保证了长时间移动状态下的通话质量。CDMA 的软切换技术如图 1-7 所示。

6. 保密性好

1) CDMA 是一种扩频通信技术，话音保密性能好是扩频通信的特性之一。