

[WCDMA 技术丛书]

以通信设备制造商对WCDMA技术的
深入理解和丰富的商用网络实际经验积累为基础。
从WCDMA建网和运营实践的角度，
对一系列典型特殊场景以专题的形式进行全面而深入的分析和探讨。
关注整网协同规划优化是本书的一大特色。

WCDMA

特殊场景覆盖规划与优化

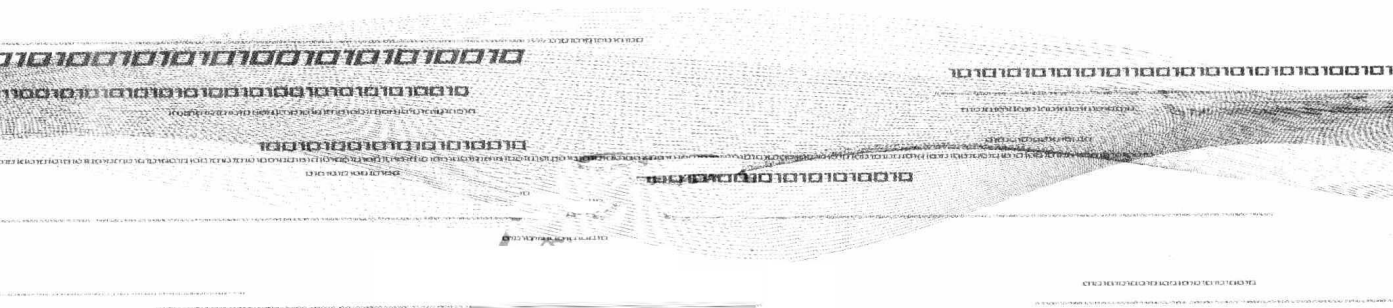
王有为 徐志宇 夏国忠 编著

WCDMA 技术丛书

WCDMA

特殊场景覆盖规划与优化

王有为 徐志宇 夏国忠 编著



人民邮电出版社
北京

前 言

WCDMA 技术作为第三代宽带无线通信技术的主流技术之一,从 2001 年 10 月开始商用,2004 年开始在世界范围内逐步步入规模商用阶段,2009 年 10 月 1 日在国内正式商用。截至 2011 年 7 月,全球 160 多个国家有 400 多张商用 WCDMA/HSPA 网络,WCDMA 用户数已经超过 7 亿;国内 WCDMA 用户已突破 2400 万,平均每月发展用户超过 100 万。为应对数据业务快速增长和用户无所不在的通信需求,WCDMA 网络覆盖正朝着深度覆盖和广度覆盖的方向持续发展。在 WCDMA 网络深化发展历程中,存在室内覆盖、高速铁路覆盖、小区综合覆盖、海面超远覆盖等众多典型的特殊场景覆盖,其规划和优化一直是运营商面临的挑战。

本书首先以 WCDMA 室内覆盖为例。目前 WCDMA 网络建设的重点已经从室外转移到室内,WCDMA 室内覆盖作为网络的重要组成部分,对网络质量有着重要的影响。由于 WCDMA 系统和 GSM 系统有着本质的不同,使得 WCDMA 室内覆盖的规划、建设和优化都发生了本质的改变。WCDMA 室内覆盖具备什么样的特性?如何有效开展 WCDMA 室内覆盖的优化工作?未来有 70%以上的 WCDMA 数据业务将发生在室内,如何进行室内外协同组网实现话务分流?当前备受运营商关注的 Femto 技术如何应用到室内覆盖中去?对于无线数据业务热点,WLAN 网络和 WCDMA 网络应该如何进行融合?

然后以 WCDMA 高速铁路覆盖为例。我国高速铁路建设蓬勃发展,高速铁路网初具规模,未来几年高速铁路将成为我国地面客运的主流。改善高速铁路覆盖质量,对于提升网络质量,提高客户满意度,提升运营品牌形象至关重要。但 WCDMA 高速铁路覆盖面临诸多挑战,高速铁路列车运行速度极快,多普勒频移效应明显,小区变更频繁,对 WCDMA 系统性能造成严重影响;列车采用密闭式厢体设计,穿透损耗大,且沿途场景复杂,增加了高速铁路连续覆盖的难度;高速铁路贯穿大网覆盖的区域,容易相互干扰,必须选择合理的组网策略实现高速铁路和周围大网之间的协同覆盖。

最后以 WCDMA 小区综合覆盖为例。WCDMA 小区综合覆盖的典型场景包含了 CBD、居民区、大学校园、别墅小区和城中村等建筑群,集中了大量的网络用户,是无线网络覆盖的重点,对网络指标提升有着重要的意义。同时,WCDMA 小区综合覆盖又是典型的深度覆盖场景,由于建筑物的分布密度高、内部结构复杂等因素,容易出现无信号、弱覆盖、信号杂乱和信号不稳定等问题,单纯依靠周围宏站无法有效满足深度覆盖需求,而小区内部工程实施难度却很大。针对 WCDMA 小区综合覆盖,需要采取什么样的综合覆盖解决方案?具体的工程施工中,如何准确预测天线的覆盖能力,有效进行天线点位选择?如何进行覆盖分区,实现小区内部和小区内外之间的良好切换?如何控制对周围大网的信号外泄?

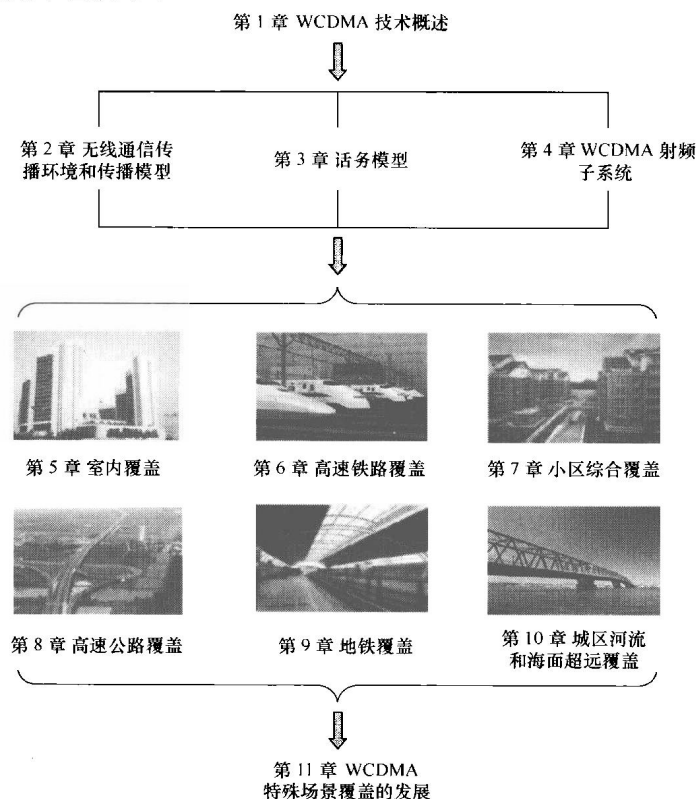
面对 WCDMA 特殊场景覆盖的以上问题,本书将逐一进行分析,结合理论和外场商用经验进行探讨,希望帮助 3G 无线工程的读者提高、加深对 WCDMA 特殊场景覆盖的认识和理解。

作为目前国内外第一本系统介绍 WCDMA 特殊场景覆盖规划和优化的中文图书,本书是以通信设备制造商对 WCDMA 技术的深入理解和丰富的商用网络实际经验积累为基础,站在 WCDMA 建网和运营实践的角度上,对业界普遍关注的室内覆盖、高速铁路覆盖、小区综合

覆盖、地铁覆盖、海面超远覆盖等一系列典型特殊场景以专题的形式进行全面而深入的分析 and 探讨，对当前和未来的 WCDMA 网络建设有着较强的指导作用。

关注整网协同规划优化是本书的一大特色。本书首先介绍了 WCDMA 技术特点，从网络运营的角度提出了日益迫切的特殊场景覆盖需求；接着介绍特殊场景相关知识，从传播模型到话务模型，再到射频子系统，读者可以清晰明了地掌握特殊场景的基本知识；然后以专题的形式，针对各种典型的特殊场景覆盖，从实践的角度进行了规划、建设和优化等全方位的分析及阐述，并重点关注特殊场景和全网之间的协同以及 2G 与 3G 之间的协同；最后还就 Femto 技术、WLAN 和 WCDMA 网络的融合等内容进行了相关的探讨和介绍。

本书各章关系如下图所示。



目前正值国内外 WCDMA 网络建设全面实施之际，特殊场景覆盖需求呈现爆发式增长态势。作为网络重要组成部分的室内覆盖正在持续开展室内外协同规划优化实施话务分流，方兴未艾的高速铁路覆盖更是受到了运营商的高度重视，集中大量用户的小区综合覆盖成为运营商重点突破的城市覆盖场景，作为城市联系纽带的高速公路覆盖有着较高的投资建设优先级，飞速发展的城市地铁交通对地铁通信覆盖提出了严峻的考验，低成本实现广覆盖成为快速拓展网络规模的优选手段。持续深化的 WCDMA 网络对掌握特殊场景覆盖规划、优化的技术人员需求将不断增加。通过对本书的阅读和学习，读者可以全面了解 WCDMA 特殊场景覆盖的整体思路、方法和手段，能在一个较高的起点上开展 WCDMA 网络规划、建设和优化工作，对节省国家投资、提升运营效率和促进 WCDMA 网络的健康有序的发展起到积极的作用，这也是本书出版的主要目的。

本书由中兴通讯副总裁夏国忠和张建国倡导发起、推动，并给予了人力、资金和工作安

排上的支持与指导。在本书的撰写过程中，徐志宇总工程师对全书架构、关键技术点进行了详细分析与审核，WCDMA 网规网优负责人王有为对全书具体内容进行了整理和完善。

在本书的编写过程中，得到了各位专家的大力支持和广大同事的鼎力协助，他们中有蒲迎春、孙毅、霍焱、叶策、王勇平、尹建华、黄萍、靳争团、金康虎、郑浩……在此不一一列举名字了，谨向他们表示衷心的感谢。

真诚欢迎广大读者对本书提出意见和建议，书中不足之处希望广大同仁共同探讨。本书编辑邮箱：liuyang@ptpress.com.cn。

作 者

2011 年 10 月

目 录

第 1 章 WCDMA 技术概述	1
1.1 第三代移动通信发展概述	1
1.2 WCDMA 无线技术的演进	3
1.3 WCDMA 系统特点	4
1.3.1 自干扰系统	4
1.3.2 容量、覆盖和业务质量的关系	4
1.4 WCDMA 网络覆盖容量分析	5
1.5 WCDMA 特殊场景覆盖需求分析	9
1.6 本书主要内容介绍	11
第 2 章 无线通信传播环境和传播模型	12
2.1 无线通信传播环境	12
2.1.1 无线电波的基本传播方式	12
2.1.2 无线通信信道的传播损耗和效应	13
2.2 无线传播模型	14
2.2.1 自由空间传播模型	14
2.2.2 室外传播模型	14
2.2.3 室内传播模型	20
2.3 利用 GSM 路测数据获取 WCDMA 传播模型	23
2.4 本章小结	24
第 3 章 话务模型	25
3.1 业务的 QoS 分类	25
3.2 业务量估计	26
3.2.1 单用户业务模型参数	26
3.2.2 混合业务容量估算方法	27
3.3 话务模型分析	28
3.3.1 业务特征分析	28
3.3.2 业务模型提取	30
3.3.3 典型场景话务分析	31
3.4 本章小结	32
第 4 章 WCDMA 射频子系统	33
4.1 分布式基站的分析	33

4.1.1	分布式基站成为主流	33
4.1.2	多 RRU 合并小区技术	35
4.2	有源设备的应用分析	38
4.2.1	有源设备的分类和工作机制	39
4.2.2	有源设备的噪声引入分析	41
4.2.3	有源设备对覆盖和容量的影响	45
4.2.4	有源设备应用建议	49
4.3	塔放的应用分析	50
4.3.1	塔放的工作原理	50
4.3.2	塔放对系统的影响	51
4.3.3	塔放应用建议	52
4.4	天馈系统工程	52
4.4.1	天线系统	53
4.4.2	馈线及其他辅料	57
4.5	本章小结	61
第 5 章	室内覆盖	62
5.1	室内覆盖简介	62
5.1.1	室内覆盖系统的组成	62
5.1.2	室内场景分类	63
5.2	WCDMA 室内覆盖通信环境分析	64
5.2.1	离散分布	64
5.2.2	信号干扰和泄漏	64
5.2.3	共室内覆盖系统	65
5.2.4	话务分担	65
5.2.5	平滑过渡	65
5.3	WCDMA 室内外协同覆盖关键点	65
5.3.1	室内覆盖引入策略	66
5.3.2	室内外组网频率方案	67
5.3.3	室内外切换研究	72
5.3.4	快速建设室内覆盖	74
5.4	异频组网方案	82
5.4.1	WCDMA 室内外信号干扰分析	83
5.4.2	一层同频全楼异频组网方案	84
5.4.3	全异频组网方案	88
5.4.4	各种异频组网方案的对比	89
5.5	WCDMA 室内覆盖优化	89
5.5.1	覆盖问题	89
5.5.2	切换问题	90

5.5.3	干扰问题	91
5.5.4	数据业务问题	92
5.6	应用案例	93
5.6.1	异频组网应用案例	93
5.6.2	多载波组网应用案例	97
5.6.3	机场应用案例	100
5.6.4	大型体育场馆应用案例	101
5.7	本章小结	105
第 6 章	高速铁路覆盖	106
6.1	高铁覆盖面临的挑战	106
6.1.1	多普勒频移影响	107
6.1.2	高铁列车车体穿透损耗大	109
6.1.3	相邻基站重叠区预留	113
6.2	高铁覆盖增强技术研究	113
6.2.1	RRU 功分方式	114
6.2.2	多 RRU 合并小区技术胜任各种复杂场景	115
6.2.3	RRU 上塔	118
6.2.4	40W 小区功率配置	119
6.2.5	保证天线有效挂高	120
6.3	高铁组网策略研究	120
6.3.1	公网组网研究	120
6.3.2	专网组网研究	122
6.3.3	2G/3G 互操作	127
6.4	高铁覆盖规划	128
6.4.1	高铁覆盖 2G/3G 路测和分析	128
6.4.2	高铁沿线车速分析	129
6.4.3	站址选择	130
6.4.4	站点覆盖能力分析	132
6.5	高铁覆盖测试注意事项	138
6.6	本章小结	139
第 7 章	小区综合覆盖	140
7.1	小区综合覆盖分析	140
7.1.1	场景分类	140
7.1.2	小区覆盖难点分析	142
7.1.3	小区综合覆盖总体思路	142
7.2	楼宇深处引入室内分布系统	143
7.3	周围宏站穿透覆盖小区建筑物外围	147

7.3.1	基站所在大楼对本楼楼内的信号覆盖	148
7.3.2	基站天线正对 150m 内的大楼穿透覆盖	152
7.3.3	基站天线正对 300m 内的大楼穿透覆盖	157
7.3.4	室外宏站穿透覆盖研究结论	162
7.4	室外分布系统覆盖小区内部区域	163
7.4.1	美化天线	163
7.4.2	室外分布系统天线覆盖能力研究	165
7.5	信源选取和分区设计	176
7.6	应用案例 1——锦绣花园覆盖解决方案	178
7.6.1	场景分析	178
7.6.2	锦绣花园小区综合覆盖解决方案	181
7.7	应用案例 2——大学校园覆盖解决方案	189
7.7.1	方案实施策略	189
7.7.2	室外宏站覆盖仿真评估	189
7.7.3	室外分布系统覆盖方案	192
7.8	本章小结	196
第 8 章	高速公路覆盖	197
8.1	高速公路场景分析	197
8.2	高速公路覆盖解决方案	200
8.2.1	规划建议	200
8.2.2	覆盖要点	203
8.2.3	优化建议	205
8.3	应用案例	207
8.3.1	场景介绍	207
8.3.2	公路隧道覆盖链路预算	208
8.3.3	隧道工程设计	209
8.3.4	实测评估	210
8.4	本章小结	211
第 9 章	地铁覆盖	212
9.1	地铁介绍	212
9.1.1	建设方式	212
9.1.2	覆盖范围	212
9.1.3	业务承载	213
9.1.4	Pol 平台	213
9.2	地铁覆盖解决方案	214
9.2.1	地铁覆盖基本原则	214
9.2.2	地铁覆盖思路	214

9.2.3	地铁切换思路	225
9.2.4	LAC 区规划	228
9.3	应用案例——PoI + 收发分缆下的地铁覆盖小区配置	230
9.4	本章小结	231
第 10 章	城区河流和海面超远覆盖	232
10.1	城区河流场景分析	232
10.1.1	滨河绿地	232
10.1.2	水面	233
10.1.3	跨河大桥	233
10.2	城区河流覆盖解决方案	234
10.2.1	城区河流覆盖的基本原则	234
10.2.2	干扰控制	234
10.2.3	专用小区覆盖重点目标	235
10.3	海面超远覆盖的关注点	237
10.3.1	网络干扰大	237
10.3.2	上下行链路损耗大	238
10.3.3	小区搜索能力限制	238
10.3.4	一体化解决方案	239
10.4	海面超远覆盖解决方案	239
10.4.1	天馈工程优化	239
10.4.2	覆盖增强技术	241
10.4.3	协同组网和优化	243
10.5	应用案例 1——香港维多利亚港覆盖	245
10.5.1	场景介绍	245
10.5.2	方案制定	246
10.5.3	效果验证	247
10.6	应用案例 2——福建漳州海面超远覆盖	248
10.6.1	测试简介	248
10.6.2	测试路线	248
10.6.3	业务测试和分析	249
10.6.4	测试总结	252
10.7	本章小结	253
第 11 章	WCDMA 特殊场景覆盖的发展	254
11.1	陆地广覆盖介绍	254
11.1.1	平原	254
11.1.2	草原	255
11.1.3	沙漠	255

- 11.1.4 山区 255
- 11.2 Femto 技术和应用简介 256
 - 11.2.1 Femto 技术特点 256
 - 11.2.2 Femto 的优势和存在的问题 257
- 11.3 WLAN 和 3G 的融合探讨 258
 - 11.3.1 WLAN 网络定位和建设策略 258
 - 11.3.2 WLAN 和 3G 的融合 259
- 11.4 本章小结 261
- 缩略语 262
- 参考文献 266

第 1 章 WCDMA 技术概述

WCDMA 技术是第三代移动通信三大主流标准之一，技术演进到目前为止一共经历了 4 个阶段：从 WCDMA 演进到 R5 HSDPA 和 R6 HSUPA，在 R7/R8 版本中引入了 HSPA+ 标准，并在 R8 版本中引入了 LTE 技术。整个过程的演进趋势是移动通信系统的宽带化、数据化和分组化，技术的发展使人们享受更先进的移动通信服务成为可能。本章 1.1 节介绍了移动通信的历程，1.2 节介绍了标准演进，1.3 节介绍了 WCDMA 系统特点，1.4 节分析了 WCDMA 网络的覆盖和容量之间的关系，1.5 节分析了 WCDMA 特殊场景覆盖需求，1.6 节是本书的主要内容介绍。

1.1 第三代移动通信发展概述

移动通信技术具有移动性、自由性、不受时间与地点限制等特点，正深刻改变着人们的生活和行为方式。近年来，互联网对通信产生了巨大影响，也同样影响和带动了移动通信领域的发展，移动互联网、移动多媒体等将成为移动业务发展的方向，丰富的数据业务需要有一个高数据带宽和服务质量（Quality of Service, QoS）保证的平台^[1]。移动网络开始向提供无线宽带业务的新一代移动通信系统演进。

第一代移动通信系统是基于频分多址（FDMA）技术的模拟通信系统，典型的代表是美国 AMPS 系统和后来的改进型系统 TACS，以及 NMT 和 NTT 等，AMPS 使用模拟蜂窝传输的 800MHz 频段，在美洲和部分环太平洋国家广泛使用；TACS 是 20 世纪 80 年代欧洲的模拟移动通信制式，也是我国 20 世纪 80 年代采用的模拟移动通信制式，使用 900MHz 频段。第一代移动通信系统有很多不足之处，比如容量有限、制式太多、互不兼容、保密性差、通话质量不高、不能提供数据业务、系统间不能提供漫游等。

第二代移动通信系统主要采用时分多址（TDMA）和码分多址（CDMA）的数字通信技术，全球主要有 GSM 和 CDMA IS-95 两大体制。GSM 技术标准是 ETSI 提出的，目前全球绝大多数国家使用这一标准。第二代移动通信系统的核心业务是语音业务，核心网基于电路交换技术，由 TDM 线路承载语音与低速数据业务。两种网络制式之间难以实现漫游，不能满足全球通信的需求。同时，数据通信技术的进步特别是互联网的普及，使多媒体移动通信成为大众可望享受的服务，并成为现代通信发展的主要目标之一。提供全球化漫游和移动多媒体业务成为第二代移动通信面临的主要挑战。

以 GPRS 为代表的 2.5G 技术能够提供理论峰值 171.2kbit/s 的无线数据带宽，其实现方法是在现有的基于电路交换的网络中增加一个平行的分组网络。2.5G 技术只是在原有无线技术

和通信平台上进行改进，业务速率的提高以及提供业务的灵活性等方面都受到很大限制，不能从根本上改变第二代移动通信系统以语音业务和低速数据业务为主的局面。

面对这些问题，人们开始积极研究新一代移动通信技术，国际电信联盟（ITU）提出的第三代移动通信系统成为业界关注的焦点。第三代移动通信系统简称 3G，是由 ITU 在 1985 年提出的工作在 2 000MHz 频段，在 2000 年左右商用的系统。当时称为未来陆地移动通信系统，1996 年正式更名为“2000 年国际移动通信计划”（简称 IMT-2000）^[2]。

与第二代数字移动通信系统相比（见表 1-1），第三代移动通信系统最主要的特征是可以提供移动多媒体业务，其设计目标是为了提供比第二代系统更大的系统容量、更好的通信质量，并能在全球范围内更好地实现无缝漫游及为用户提供包括语音、数据及多媒体等在内的多种业务，同时也要考虑与已有第二代系统良好的兼容性。

表 1-1 GSM、CDMA 和 WCDMA 技术特点比较

	GSM	cdma2000 1x	WCDMA
载频带宽	2×200kHz（双向）	2×1.25MHz（双向）	2×5MHz（双向）
频率复用	可以复用（如 4×3 复用、1×1 跳频、1×3 跳频）	不可复用	不可复用
双工方式	FDD	FDD	FDD
多址接入	TDMA	CDMA	CDMA
功率控制速率	2 次/秒	800 次/秒	1 500 次/秒
帧长	4.615ms	20ms	10ms
业务种类	语音和数据（GPRS/EDGE）	语音和数据	会话类、流类、交互类、背景类
基站同步	同步/异步	同步	同步/异步

ITU 确定的 IMT-2000 技术标准主要包括 WCDMA、cdma2000 及 TD-SCDMA 3 种技术制式，3 种制式的技术比较如表 1-2 所示。

表 1-2 WCDMA、cdma2000、TD-SCDMA 技术比较

	WCDMA	TD-SCDMA	cdma2000
载频带宽	2×5MHz（双向）	1.6MHz（单向）	2×1.25MHz（双向）
码片速率	3.84Mchip/s	1.28Mchip/s	1.228Mchip/s
双工方式	FDD	TDD	FDD
帧长	10ms	10ms（子帧 5ms）	20ms
信道编码	卷积码、Turbo 码	卷积码、Turbo 码	卷积码、Turbo 码
调制方式	QPSK/BPSK， HSDPA 可采用 16QAM	QPSK/8PSK， HSDPA 可采用 16QAM	QPSK/BPSK
功率控制	快速闭环	闭环	快速闭环
功率控制速率	1 500 次/秒	200 次/秒	800 次/秒
基站同步	同步/异步	同步	同步

WCDMA（Wideband Code Division Multiple Access，宽带码分多址）标准是由 3GPP 组

组织制定的, 基于 CDMA 的码分多址接入技术, 采用直接扩频技术, 支持 FDD 双工方式。

TD-SCDMA (Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access, 时分同步码分多址) 标准是由中国提出的, 采用时分双工制式, 并引入智能天线、联合检测和软件无线电等一系列新技术, 进一步提高了移动系统的容量、抗干扰能力和灵活性, 特别适用于不对称的无线接入业务。

cdma2000 则是由 3GPP2 组织制定的, 是从 IS-95 演进而来的第三代移动通信标准。可从原有 IS-95 网络直接升级, 建网成本低廉, 目前部署的主要有中国、日本、韩国和北美等国家和地区。

移动通信体制一直在不断发展, 从今天仍然使用的 IS-95、GSM 等 2G 系统, 逐步发展到支持一定数据业务的 EDGE、CDMA 1X, 以及 3G 的 WCDMA、CDMA EV-DO、TD-SCDMA。为了满足更高的 3G 业务需求, 发展了 HSDPA、HSUPA 和 HSPA+ 技术, 以及在 R8 中引入了 LTE。同时, 以 WLAN、WiMAX 技术为代表的无线局域网、城域网技术也在不断发展与完善, 与 3G 等移动通信技术一起满足不同场景中的快速增长的无线业务, 尤其是无线数据业务的需求。

1.2 WCDMA 无线技术的演进

3GPP (3rd Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴计划) 标准的演进到目前为止一共经历了 4 个阶段: 从 WCDMA 演进到 R5 HSDPA 和 R6 HSUPA, 在 R7/R8 版本中引入了 HSPA+ 标准, 并在 R8 版本中引入了 LTE 技术, 以进一步提升空中接口数据业务处理能力。整个过程的演进趋势是移动通信系统的宽带化、数据化和分组化^[1]。

WCDMA 可适应多种速率的传输, 灵活地提供多种业务, 基站之间无需同步, 优化的分组数据传输方式, 支持软切换和不同载频之间的硬切换, 上、下行采用快速功率控制, 具有良好的接纳控制和负荷控制, WCDMA 在高速数据业务上更具优势。

3GPP R5 中引入了 HSDPA (High Speed Downlink Packet Access, 高速下行链路分组接入)^[4~6], 主要通过引入新的物理层技术以获得更高的下行传输峰值速率。3GPP R6 上行引入 HSUPA (High Speed Uplink Packet Access, 高速上行链路分组接入)^[7], 利用 HSDPA 的相关技术获得更高的上行峰值传输速率。HSDPA 和 HSUPA 通常合称为 HSPA (High Speed Packet Access, 高速分组接入)。HSPA 仍沿用 WCDMA 的码分多址方式, 在下行方向上, UTRAN 专门针对 HSDPA 增加了 HS-DSCH、HS-SCCH 和 HS-DPCCH 3 个物理信道, 同时引入自适应调制编码 (AMC)、混合自动重传请求 (HARQ)、2ms 短帧、多码传输、16QAM 和 Node B 端增加快速分组调度等技术, 使得 HSDPA 实现较高的吞吐量, 其小区下行峰值速率能达到 13.9Mbit/s, 物理层峰值速率达 14.4Mbit/s。HSDPA 支持高速分组传输, 将业务信道从“专用”转为“共享”方式, 提高了资源利用率。HSDPA 采用自适应调制编码技术来替代功率控制, 提高了频谱效率, 即 HSDPA 系统是根据无线链路质量来决定相应的调制机制和编码方式的。在上行方向上, HSUPA 的目标是改善容量和数据吞吐量, 降低专用信道的时延。3GPP 规范通过增加一条新的传输信道——增强专用信道 (E-DCH), 实现小区上行峰值速率能达到 5.76Mbit/s。E-DCH 对应于 5 条新的物理信道: E-DPDCH、E-DPCCH、E-AGCH、

E-RGCH 和 E-HICH。但是, HSUPA 没有增加新的调制方式, 而是使用 QPSK, 也没有实现 AMC。

HSPA+是在 HSPA 基础上的演进, 继续执行后向兼容的稳健路线。HSPA+在关键技术上保留了 HSPA 的特征, 如快速调度、HARQ、下行 2ms 短帧、上行 10ms/2ms 短帧、AMC, 同时保留了 HSDPA/HSUPA 的所有信道及特征, 如 HS-PDSCH、HS-SCCH、HS-DPCCH、E-DPCCH、E-DPDCH、E-RGCH、E-AGCH、E-HICH、F-DPCH 等。因此, HSPA+下行完全兼容 HSPA 技术, 但为了支持更高速率和更丰富的业务, HSPA+也引入了新的技术, 如下行 MIMO (Multiple Input Multiple Output, 多入多出)^[8, 9]、64QAM、DC (Dual-Cell, 双载波) 技术, 在一定的环境下可提供给用户更高的速率; 为了配合下行速率的增加, HSPA+在上行引入 16QAM 的调制方式, 使上行峰值速率从 HSUPA 时的 5.76Mbit/s 提升到 28Mbit/s。

3GPP R8 版本中引入了 LTE (Long Term Evolution, 长期演进) 技术, LTE 的技术指标包括降低时延, 提高用户数据速率, 提高系统容量和覆盖, 以及降低运营商的成本。LTE 的演进考虑部分后向兼容性, 如 3GPP LTE 的采样频率可通过满足 WCDMA 采样频率倍频/降频获得; 而在多址传输技术方面, 则完全摒弃了 CDMA 技术, 3GPP LTE 的下行采用正交频分多址 (OFDMA)^[10], 上行采用单载波频分多址 (SC-FDMA), 降低了发射信号峰均比。与第三代移动通信系统相比, 3GPP LTE 在物理层传输技术、空中接口协议和网络结构方面都发生了革命性的变化。

与 LTE 不同, HSPA+是对现有的 WCDMA 系统的平滑演进, 主要是通过引入一些新的技术, 对基于 CDMA 多址方式的 HSPA 进行改进。HSPA+和现有的 WCDMA/HSPA 有较强的兼容性, 其网络部署采用和现有 WCDMA 相同的频段。HSPA+系统支持无线特征与系统构架的独立演进, 系统构架可选择采用传统构架和扁平构架, 在扁平架构中 RNC 功能被集成在 Node B 中实现。

1.3 WCDMA 系统特点

1.3.1 自干扰系统

WCDMA 系统是自干扰系统, 对于上行而言, 随着用户数的增多, 上行干扰会增加, 用户所需要的上行发射功率也随着增加; 对于下行而言, 同样随着用户数的增多, 下行干扰也会增加, 用户所需要的下行发射功率也随着增加。如果一个用户的功率非常高, 则会导致其他用户的功率攀升, 因此针对 WCDMA 系统的自干扰特点, 采用闭环功率控制、负荷控制等措施, 以避免用户的功率攀升。

1.3.2 容量、覆盖和业务质量的关系

WCDMA 系统是上行干扰受限、下行功率受限系统。衡量移动通信的最重要的性能指标包括网络覆盖、容量和业务质量。任何资源受限系统都必须通过合理的资源分配和调节来平衡系统中各自矛盾的需求。图 1-1 形象地概括了容量、覆盖和业务质量之间的“三角”关系。

容量、覆盖和业务质量都有不同的极限，分布在目标三角形的顶点。为了达到更好的业务质量，会使得容量和覆盖受到影响；同理，为了达到较高的容量，则覆盖和业务质量会发生一定程度的恶化。网络规划的目标是使网络的覆盖、容量和业务质量达到综合最优。

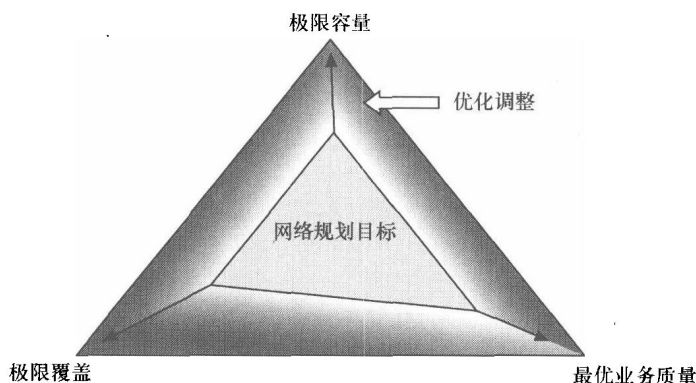


图 1-1 容量、覆盖与业务质量之间的关系

覆盖和容量密切相关。小区容量的增加会导致干扰的攀升，从而导致小区覆盖的收缩。反之，小区容量的下降会带来干扰的下降和覆盖的增加，这就是所谓的“小区呼吸”效应。通过链路预算可知，不同业务因覆盖距离不同所需要的发射功率也不同。对于宏小区，覆盖距离越远，需要上、下行功率越高，小区容量下降。相反，对于微小区，覆盖距离较小，小区能够支持的用户容量相应增加。

业务质量与覆盖和容量同样密切相关。业务质量对应链路性能上的指标是解调 BLER 和吞吐率。在 WCDMA 系统中最终影响这些指标的关键因素是服务链路所消耗的功率和码道等受限资源。一般来说，功率资源配置越高，业务质量越高，覆盖越远，但容量会下降；相反，功率配置越低，业务质量会下降，覆盖降低，但小区支持的容量会上升。

业务质量也是受限于区域覆盖和容量。在规划网络时，需要考虑是否存在覆盖盲区，上、下行链路覆盖是否平衡，在容量要求下通信质量是否依然能够满足要求等，其中就涉及掉话率、呼通率、切换成功率、语音的清晰度、PS 域的时延、吞吐率等各个方面是否满足要求。

1.4 WCDMA 网络覆盖容量分析

覆盖和容量的关系体现在链路预算中所提到的干扰余量配置。

这里以上行干扰受限来考虑覆盖，噪声抬升量（NoiseRise）和上行负荷（用负荷因子 η_{ul} 来表示）的关系式如下：

$$NoiseRise = \frac{1}{1 - \eta_{ul}} \quad (1-1)$$

式（1-1）反映了基站接收端由用户干扰引起的噪声抬升量。

干扰余量也就是所允许的噪声抬升量，也就是说在一定的容量（负荷因子）需求下，其干扰余量是一定的。根据干扰余量就可以得到不同业务的链路损耗，从而可确定业务覆盖范围。

下面给出了 CS12.2k 业务、CS64k 业务和 PS64k 业务的上行容量和噪声抬升量之间的关

系图（见图 1-2）。

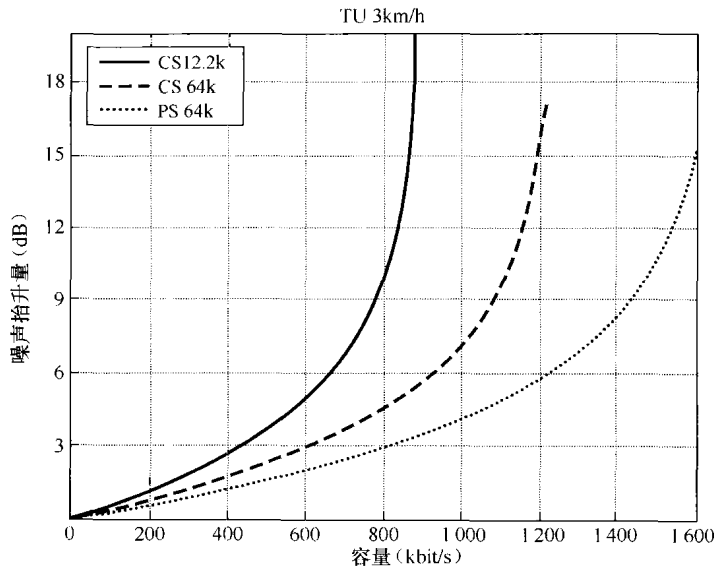


图 1-2 上行容量和噪声抬升量的关系图

由图 1-2 可知，基站上行噪声抬升量和上行容量（负载）呈非线性关系。当上行容量（负载）达到一定门限，噪声抬升急剧攀升。通常在 R99 网络规划中，上行负载设计为 50%，对应 3dB 的噪声抬升量。

WCDMA 网络的上、下行覆盖和容量的能力是不相同的。图 1-3 所示为 CS12.2k 业务的上行链路和下行链路综合覆盖与容量的关系图（下行曲线取基站功率 20W，公共信道功率 4W）。

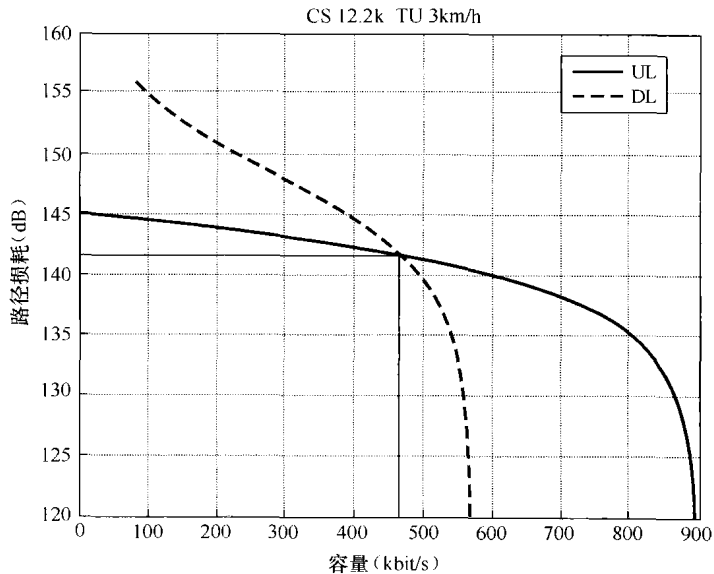


图 1-3 上、下行链路覆盖和容量的关系图（CS12.2k）

总的来说，WCDMA 网络的上、下行覆盖随着容量的增加而范围收缩，且收缩速度不同。对于具体规划来说，以 CS12.2k 业务为例，由于 CS12.2k 业务是上、下行流量对称的业务，由