

 WILEY

► 21世纪通信网络技术丛书

SM
G
DMA

移动通信前沿技术系列

UMTS无线网络 规划与优化(第2版)

Radio Network Planning and
Optimisation for UMTS, Second Edition

[芬兰] Jaana Laiho Achim Wacker Tomáš Novosad 主编

郭莉 王钢 等译



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

21 世纪通信网络技术丛书

——移动通信前沿技术系列

UMTS 无线网络规划与优化 (第 2 版)

Radio Network Planning and Optimisation for UMTS, Second Edition

[芬兰] Jaana Laiho Achim Wacker Tomáš Novosad 主编

郭 莉 王 钢 等译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书首先介绍了网络规划和优化的需求,并对 UMTS 的结构进行了综述。讨论了用于无线网络定制和规划的 WCDMA 规定的链路性能指示器。然后对无线网络的规划、无线资源的管理、WCDMA 和 GSM 的联合规划、小区的配置和部署策略进行了讨论,并对覆盖和容量的增强技术进行了分析。接着,对高层无线网络的优化过程进行了讨论,并描述了 UMTS 关于模型、需求、业务特性的服务质量和 QoS 管理规则,以及无线接入的自动调节和高级监控,以及其他 3G 无线接入技术。

本书可作为从事第三代移动通信系统和设备的研发人员、网络运营商、网络规划者和操作者的技术指导用书,也可作为无线通信专业的大学生和研究生的参考读物。

Radio Network Planning and Optimisation for UMTS, Second Edition

Jaana Laiho, Achim Wacker, Tomáš Novosad

All rights reserved. This translation published under license

Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Ltd.

本书简体中文版专有翻译出版权由 John Wiley & Sons, Ltd. 授予电子工业出版社。未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2005-6517

图书在版编目(CIP)数据

UMTS 无线网络规划与优化:第2版/(芬)莱奥(Laiho, J.), (芬)瓦克尔(Wacker, A.), (芬)诺萨德(Novosad, T.) 主编; 郭莉, 王钢等译. —北京: 电子工业出版社, 2008.9

(21 世纪通信网络技术丛书——移动通信前沿技术系列)

书名原文: Radio Network Planning and Optimisation for UMTS, Second Edition

ISBN 978-7-121-07278-9

I. U… II. ①莱…②瓦…③诺…④郭…⑤王… III. 移动通信—通信网 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 129035 号

责任编辑: 雷洪勤 特约编辑: 范 晓

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂
装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 31.75 字数: 812 千字

印 次: 2008 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

出版说明

通信网络技术是当今发展最快、应用最广和最前沿的通信领域之一。通信技术发展到今天,已经不是传统意义上的充满神秘色彩的深奥技术了,它已经与日常的应用密不可分。可以说,网络的出现,使通信技术得以有了广阔的用武之地。正是由于有了固定电话网、移动通信网和 Internet,使通信技术的应用在这些平台上有了用武之地,渗透到了我们日常生活的方方面面。

为了促进和推动我国通信产业的发展,电子工业出版社通信分社特策划了一套《21 世纪通信网络技术丛书》。这套丛书根据不同的层面,又细分为三个系列:《移动通信前沿技术系列》、《3GPP LTE 无线通信新技术系列》和《网络通信与工程应用系列》。

《移动通信前沿技术系列》是从移动通信技术(3G 技术)的应用现状与发展情况出发,全面介绍当今移动通信领域涉及的关键技术与热点技术,例如:软件无线电;移动 IP 技术;移动数据通信;WCDMA;TD-SCDMA;CDMA2000 移动通信系统网络规划与优化;智能天线技术;认知无线电技术;WiMAX, WiFi, ZigBee 宽带无线接入技术;UWB 技术;UMTS 技术;Ad Hoc 技术等。

《3GPP LTE 无线通信新技术系列》是以 3GPP 中 LTE 标准的关键技术在无线、宽带、高速、资源的有效管理和利用,以及在 B3G/4G 无线通信领域的应用为主。LTE 作为 3G 技术的一个重要的长期演进计划,代表了国际无线通信领域的最新发展需求和解决方案,例如:基于 OFDM 的上、下行(HSxPA)的多址接入技术、随机接入技术、多天线 MIMO 技术、多链路自适应技术、多播技术、功率控制技术、宽带无线网络的安全性、可移动性、可管理性;高效信源与信道编码和调制 MQAM 技术等。

《网络通信与工程应用系列》是以技术为先导,以构建网络的体系结构、标准、协议为目标所开展的对现代无线、移动、宽带通信网络的规划与优化,以及结合工程应用的方向所提出来的。例如:无线网状网、WLAN、无线传感器网络、B3G/4G 通信网工程设计与优化、卫星移动通信网、三网融合技术、网络新安全技术与策略、RFID 应用网络、下一代基于 SIP 的统一通信、光网络与光通信等。

本套丛书依托各高等院校在通信领域从事科研、教学、工程、管理的具有丰富的理论与实践经验的专家、教授;各研究院所的研究员;国内有一定规模和研发实力的科技公司的研发人员,以及国外知名研究实验室的专家、学者等组成编写和翻译队伍,力求实现内容的先进性、实用性和系统性;力求内容组织循序渐进、深入浅出、理论阐述概念清晰、层次分明、经典实例源于实践;力求很强的可读性和可操作性。

本套丛书的主要读者对象是广大从事通信网络技术工作的各科研院所和公司的广大工程技术人员;各高等院校的专业教师和研究生;刚走上工作岗位的大学毕业生;以及与此相关的其他学科的技术人员阅读和参考。

本套丛书从 2008 年上半年开始将陆续推出,希望广大读者能关注它,多对本套丛书提出宝贵意见与建议,欢迎通过电子邮箱 wchn@phei.com.cn 进行探讨、交流和指正,以便今后为广大读者奉献更多、更好的优秀通信技术类图书。

电子工业出版社
通信分社

译者序

第三代(3G)移动通信的实施、商用及其发展是目前电信领域的一个热点。UMTS, 即通用移动通信系统, 主要由欧洲电信标准委员会(ETSI)提出, 符合全球化的第三代移动通信系统标准。UMTS 系统不仅能为用户带来高达数兆比特每秒的数据传输速率, 还可以通过有效利用带宽, 顺畅地处理声音和图像数据, 与互联网快速连接等。此外, UMTS 和 MPEG-4 技术结合还可处理动态图像。使得人们之间的沟通更加便捷、真实和形象化了。同时, 移动通信网络规划与优化是其实现的重要一环, 它对确保实现网络建设目标、发挥新技术优势和取得良好的经济效益起着关键作用。基于此, 我们翻译出版《UMTS 无线网络规划与优化》(第二版)是非常及时和必要的。

本书译自由 Jaana Laiho, Achim Wacker, Tomáš Novosad 主编的《Radio Network Planning and Optimisation for UMTS》(第二版)。第二版的推出是在第一版获得畅销并广为引证的基础上, 根据 3GPP 的版本升级和新技术的不断涌现, 对原有内容进行了较大程度的更新, 增加了许多新的内容, 特别是增加了高速下行链路分组接入(HSDPA)的部分内容。从而为那些需要对 UMTS 无线网络规划和优化的原理进行深入了解的射频(RF)工程专业人员和其他有关人员提供了丰富的信息和有用的实践指导。

本书首先介绍了网络规划和优化的需求, 并对 UMTS 的结构进行了综述, 给出了直接影响无线网络规划的接口和功能, 讨论了用于无线网络定制和规划的 W-CDMA 规定的链路性能指示器。然后对无线网络的规划、无线资源管理、W-CDMA 和 GSM 的联合规划、小区的配置和部署策略进行了讨论, 并对覆盖和容量的各种增强技术(波束形成、多重分集接收、发送分集、MIMO 技术、杆顶(天线)放大器、中继器、初始优化配置、扇区化等)进行了分析。接着, 对高层无线网络的优化过程进行了讨论, 并描述了 3GPP 版本 5 关于模型、需求、业务特性的服务质量和 QoS 管理规则, 以及无线接入的自动调节和高级监控的概念及模型。最后, 介绍了不同于 WCDMA FDD 模式的两种技术, 即 GSM 技术中的 GPRS 分支和 WCDMA 的时分双工(TDD)模型。

由此可以看出, 本书几乎囊括了 UMTS 无线网络规划和优化的所有问题。在叙述上言简意赅, 深入简出, 理论和实践并重。同时还附以大量的图表和丰富的实例来加强对理论的叙述, 便于读者参考和查阅。本书的翻译出版, 为我国从事第三代移动通信系统和设备的研发人员、网络运营商、网络规划者和操作者、无线通信专业的大学生和研究生, 以及移动通信爱好者, 提供了一本很有价值的参考资料。

本书主要由郭莉、王钢等翻译。由孙献璞等同志翻译的本书第一版为第二版的翻译工作提供了大量有用的参考, 在此表示衷心的感谢。由于本书涉及的知识面很广, 内容也很新, 加之译者水平有限, 译文中存在不妥或错误之处在所难免, 望读者批评指正。

译者

2006年7月

前 言

第二代移动通信系统使得话音业务实现了无线工作方式。但其更重要的是实现了标准化、兼容性和国际透明性,这在以前的模拟系统的电信设备中是做不到的。由于在许多国家蜂窝电话的渗透率很高,第二代系统的这些特点帮助它在全球得到了快速的发展。蜂窝网络使得某类大规模(密集)的通信成为可能,这在以前是不可能的或者至少是受限制的。在网络的发展和扩展领域,主要的进步是对网络的无线和传输部分的规划,以及对现存的正在运行的网络的运作所必需的优化处理和优化活动。

称之为通用移动通信系统(UMTS)的第三代系统,在空中接口引入了大范围内可变的数据速率,以及无线接入的低层结构与业务平台的独立的概念。对于用户来讲,它使得宽频带的电路交换或分组数据业务通过新开发的称做宽带码分多址(WCDMA)的高比特速率的无线技术成为可能。空中接口上的可变比特速率和业务的多样性,为运营者和用户都提供了全新的可能性,但是也为网络规划和网络优化提出了新的挑战。

本书对 UMTS 无线网络的规划和优化进行了详细的描述,该 UMTS 网络是基于 3GPP 标准化工作组版本 5 的频分双工(FDD)WCDMA 技术的。第 2 版中主要增加了高速下行链路分组接入(HSDPA)的部分内容。本书用了一章的内容致力于介绍 WCDMA 的通用分组无线系统(GPRS)和时分双工(TDD)接入模型。然而,在优化和服务质量方面,与单纯的 WCDMA 或 CDMA 技术相比,具有较宽的范围。

第 1 章简要介绍了蜂窝通信系统的历史、网络规划和优化的需求,以及网络规划、优化对运营者和无线电工业通向第三代(3G)系统的挑战,同时简介了面向未来的 4G 系统。

第 2 章分为三个部分。第一部分介绍了扩展频谱的一般背景知识。其后是有关第三代通用合作计划(3GPP)的部分,对直接影响无线网络规划的 UMTS 结构、接口和功能进行了综述;也介绍了 3GPP 版本 5 中 HSDPA 物理层的特性。第三部分讨论了用于无线网络定制和规划的 WCDMA 规定的链路性能指示器。

第 3 章详细介绍 WCDMA 无线网络规划,它包括 HSDPA 网络定制、详细规划、规划工具的参数、WCDMA 使用的计算算法和无线网络设计的优化。也介绍了网络定制、详细的网络规划和动态网络仿真之间的关系。最后以频率数和网络结构来讨论小区开发策略结束本章,所讨论的内容以案例的形式进行。

第 4 章涵盖了从无线资源利用的观点出发的无线资源管理,包括功率控制、切换控制、阻塞控制(容许控制、负载控制和分组调度)、资源管理,以及这些功能对网络性能的特殊影响,还增加了 HSDPA RRM 的一节内容。

在第 5 章中,首先介绍了噪声测量的有关背景知识,然后向读者介绍了涉及到 WCDMA 和全球移动通信系统(GSM)的联合规划的问题,特别对系统间干扰与动态接收特性对网络性能的影响进行了介绍。但这些方法和结果的应用不局限于 WCDMA-GSM 情况。

第 6 章论述了各种覆盖和容量增强技术(波束形成、多重分集接收、发送分集、MIMO 技术、杆顶(天线)放大器、中继器、初始优化配置、扇区化等)。该章是基于广泛的案例

研究的，并且包含了实例和结论。

第7章介绍了统计优化的概念，讨论了3GPP版本5在管理域（包括配置管理和性能管理）的新成果；然后简要介绍了电信管理论坛增强的电信运行图模型（TMF eTOM）；也为多制造商环境引入了3GPP管理模型；最后给出了管理系统在网络优化中的作用。

第8章描述了3GPP版本5中的UMTS QoS机理，并给出了在网元级实现QoS的实例；然后介绍了运营商QoS的区别能力；最后介绍了优化环路从网络层到服务层的扩展。

第9章讨论了先进的分析方法和自动优化过程。引入了几种用于分析网络性能的新方法；在UMTS的移动性管理、容许接入判决优化和容量优化方面，给出了统计学的自动优化的几个实例。

最后，第10章介绍了不同于WCDMA FDD模式的两种技术。第一种技术是GSM技术中的GPRS分支。它已经将可变速率分组数据业务引入到了原来的电路交换和单一数据速率的面向业务的技术之中。第二种技术是WCDMA的时分双工（TDD）模型，对高数据速率的室内用户描述了一种有趣的技术。

本书的读者对象是无线电运营者、网络和终端制造商、大学学生、频率管理实体，以及所有对无线网络规划和优化感兴趣者，特别是网络系统RF工程的专业技术人员。

致 谢

编者要对那些对本书作出贡献的同事们在精力和时间上的投入表示感谢,他们是来自诺基亚及其外界的。除了编者之外,作出贡献的有 Pauli Aikio, Simon Browne, Ted Buot (阿德莱德大学), Markus Djupsund, Pauli Erätuuli, Josef Fuhl, Jochen Grandell, Kari Heiska, Outi Hiironniemi, Albert Höglund, Ann-Louise Johansson, Chris Johnson, Tero Kola, Anneli Kortenien, Martin Kristensson, Mats Larsson, Peter Muszynski, Terhi Rautiainen, Jussi Reunanen, Kari Sipilä, Jussi Sipola, David Soldani, Wolfgang Stefens, Kimmo Terävä, Mikko Toivonen 和 Juha Ylitalo。

编者感谢 Tero Ojanperä 和 Peter Muszynski 对本书第 1 版内容的评阅和评论。在本书第 2 版的研究过程中,我们的许多同事从不同的诺基亚站点在建议改进、找出错误或者提供图像或编辑上的忠告方面提供了支持和帮助。编者特别是要对 Kati Ahvonen, Erkka Ala-Tauriala, Renaud Cuny, Outi Hiironniemi, Zhi-Chun Honkasalo, Salla Huttunen, Christian Joergensen, Janne Keranen, Mika Kiikkila, Outi Keski-Oja, Pekka Kohonen, Thomas Lammert, Jani Lakkakorpi, Joni Lehtinen, Klaus Rasmussen, Mikko Rinne, Juha Rasanen, Anna Sillanpaa, Kristian Skinne, Antti Toskala 和 Werner Trapp 表达感激之情。

由 Mark Hammond 领导的 John Wiley & Sons 有限公司的出版组在出版本书的过程中作出了突出的工作。我们特别感激 Sarah Hinton 的指导和协助。

我们也要对我们的雇主——诺基亚网络所给予的许可、支持和鼓励,以及提供的一些演示,表示特别的感谢。

我们也希望对优化者和网络系统研究组以及规划服务的同仁的成就表示感谢,感谢他们在面向数个城市和全球环境的 3G 规划研究中的实践工作,以及他们在该领域的有价值的投入。

最后,我们希望对我们的家庭和朋友,以及所有作者和评阅者的家庭和朋友,在该计划的整个过程中的容忍和支持,大声地说“谢谢你们”。

编者和作者欢迎对本书在将来可能的修订中进行改进和完善提出评论和建议。

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 蜂窝网历史概要	(1)
1.2 无线网络规划演进	(2)
1.3 无线网规划及 UMTS 最优化概要	(4)
1.4 未来发展趋势	(6)
1.4.1 面向服务驱动的网络管理	(7)
1.4.2 无线局域网 (WLAN)	(8)
1.4.3 下一代移动通信系统	(10)
参考文献	(11)
第 2 章 应用于 UMTS 中的 WCDMA	(13)
2.1 扩频 CDMA 系统的数学背景	(13)
2.1.1 多址接入	(13)
2.1.2 扩频调制	(14)
2.1.3 对窄带干扰的容限	(14)
2.2 直接序列扩频系统	(15)
2.2.1 调制示例	(16)
2.2.2 对宽带干扰的容限	(17)
2.2.3 多径环境中的操作	(18)
2.3 CDMA 在无线蜂窝网中的应用	(19)
2.3.1 频率再用	(19)
2.3.2 软切换	(19)
2.3.3 功率控制	(20)
2.4 WCDMA 的逻辑、传输和物理信道	(21)
2.4.1 UMTS 高层结构模型	(21)
2.4.2 无线接口协议结构和逻辑信道	(22)
2.4.3 传输信道	(27)
2.4.4 物理信道以及传输信道的映射 (FDD)	(34)
2.4.5 高速下行分组接入 (HSDPA)	(46)
2.4.6 UTRAN 中的定时和同步 (FDD) 承载	(50)
2.4.7 扩频、扰码和信道化概念	(53)
2.5 WCDMA 无线链路性能指标	(58)
2.5.1 定义	(58)
2.5.2 根据多径信道的条件和业务进行分类	(61)

2.5.3	链路层仿真原理	(64)
2.5.4	实际网络中支持链路层性能测量的物理层测量	(69)
参考文献		(70)
第3章 WCDMA 无线网络规划		(72)
3.1	度量	(73)
3.1.1	在无线链路预算中特殊的 WCDMA 问题	(73)
3.1.2	接收机灵敏度估计	(76)
3.1.3	阴影效应的容限和软切换增益估算	(76)
3.1.4	小区范围和小区覆盖面积的估计	(78)
3.1.5	在初始规划阶段的容量和覆盖分析	(79)
3.1.6	提供 HSDPA 的 WCDMA 网络的测量	(79)
3.1.7	无线网络控制器的度量	(82)
3.2	详细的规划	(84)
3.2.1	对无线网络规划工具的一般要求	(86)
3.2.2	初始化: 定义无线网络层	(97)
3.2.3	详细的上行链路和下行链路的迭代	(100)
3.2.4	相邻信道干扰的计算	(106)
3.2.5	后期处理: 网络覆盖的估计和公共信道的分析	(108)
3.3	用静态模拟器对测量进行校验	(110)
3.3.1	宏小区网络设计	(111)
3.3.2	模拟器参数介绍	(111)
3.4	用动态模拟器对静态模拟器的校验	(116)
3.4.1	动态模拟器介绍	(116)
3.4.2	结果比较	(117)
3.5	无线网络规划的优化	(120)
3.5.1	理想的情况	(120)
3.5.2	Shinjuku 实例	(123)
3.6	多运营商环境下 WCDMA 的干扰	(128)
3.6.1	相邻信道的干扰源 (ACI)	(128)
3.6.2	最小连接损耗	(129)
3.6.3	盲区	(130)
3.6.4	相邻信道干扰的模拟情况	(131)
3.6.5	避免相邻信道干扰的无线链路规划指南	(137)
3.7	小区配置策略	(138)
3.7.1	网络构建	(139)
3.7.2	WCDMA 网络的分层小区结构	(140)
参考文献		(155)
第4章 无线资源的利用		(158)

4.1	无线资源管理简介	(158)
4.2	功率控制	(158)
4.2.1	开环功率控制	(159)
4.2.2	下行链路公共信道的功率控制	(160)
4.2.3	内环功率控制	(161)
4.2.4	外环功率控制	(166)
4.2.5	压缩模式下的功率控制	(168)
4.2.6	用传输功率控制命令的错误进行功率控制	(169)
4.2.7	快速功率控制和用户终端速度	(169)
4.3	切换控制	(169)
4.3.1	系统内一频率内软切换	(170)
4.3.2	系统内一频率内硬切换	(171)
4.3.3	系统内一频率间切换	(171)
4.3.4	系统间切换	(172)
4.3.5	切换测量报告	(173)
4.3.6	压缩模式	(179)
4.3.7	系统间切换过程	(180)
4.4	拥塞控制	(187)
4.4.1	空中接口负载的定义	(187)
4.4.2	允许控制	(188)
4.4.3	分组方案	(190)
4.4.4	负载控制	(195)
4.5	资源管理	(196)
4.5.1	下行链路中的正交信道编码码树	(197)
4.5.2	码字管理	(197)
4.6	HSDPA 中的 RRU	(200)
4.6.1	HSDPA 的功率控制	(201)
4.6.2	HSDPA 的拥塞控制	(202)
4.6.3	HSDPA 的切换控制与移动性管理	(203)
4.6.4	HSDPA 的资源管理	(204)
4.7	无线网络资源的利用对网络性能的影响	(204)
4.7.1	快速功率控制和软切换对网络性能的影响	(204)
4.7.2	无线资源管理最优化的例子	(213)
4.7.3	呼叫设置延迟	(220)
参考文献		(221)
第 5 章 WCDMA-GSM 联合规划问题		(224)
5.1	无线电频率问题	(224)
5.1.1	热噪声	(224)

5.1.2	人为噪声	(225)
5.1.3	干扰的情况	(226)
5.1.4	降低干扰的方法	(227)
5.2	噪声测量	(229)
5.2.1	可接受的 RF 环境	(229)
5.2.2	在实际环境中导电测量方法	(230)
5.2.3	测量结果	(232)
5.2.4	结论	(234)
5.3	无线网络的规划问题	(235)
5.3.1	协同设计的过程	(236)
5.3.2	传输规划	(241)
5.3.3	终端用户对不同技术的需求	(242)
5.3.4	不同技术密集利用频谱	(242)
5.4	窄带系统和 WCDMA 系统在邻近频率波段中的运行	(243)
5.4.1	干扰机制	(244)
5.4.2	最差情况分析	(247)
5.4.3	静态模拟器的模拟案例研究	(248)
5.4.4	容量的降低	(259)
5.4.5	总结和无线网络规划指导原则	(262)
参考文献		(264)
第 6 章 提高容量及覆盖范围的方法		(265)
6.1	引言	(265)
6.2	提高覆盖范围的技术	(265)
6.2.1	上、下行链路覆盖范围受限情况	(266)
6.2.2	链路开销分析	(267)
6.3	提高容量的技术	(268)
6.3.1	上、下行链路容量受限情形	(268)
6.3.2	负载方程分析	(268)
6.3.3	确定链路受限情况	(270)
6.4	上行链路小区负载和基站发射功率	(270)
6.4.1	上行链路小区负载的影响	(271)
6.4.2	基站发射功率的影响	(272)
6.5	附加载波和扰码	(273)
6.5.1	附加载波的效果	(274)
6.5.2	附加扰码的效果	(275)
6.6	天线前置放大器和有源天线	(276)
6.6.1	数学基础	(276)
6.6.2	天线前置放大器及有源天线的效果	(278)

6.6.3	实际应用考虑	(279)
6.7	远端射频前置放大器	(279)
6.7.1	数学基础	(280)
6.7.2	远端射频前置放大器的影响	(280)
6.7.3	实际应用考虑	(281)
6.8	高阶接收分集	(281)
6.8.1	高阶接收分集的效果	(282)
6.8.2	实际应用考虑	(283)
6.9	发射分集	(284)
6.9.1	发射分集的效果	(286)
6.9.2	实际应用考虑	(287)
6.10	UTRA FDD 中的 MIMO	(287)
6.10.1	数学基础	(288)
6.10.2	MIMO 的效果	(289)
6.10.3	实际应用考虑	(289)
6.10.4	3GPP 标准中的候选 MIMO 算法	(290)
6.10.5	UTRA FDD 上行链路中的 MIMO	(292)
6.11	波束形成	(293)
6.11.1	数学基础	(293)
6.11.2	波束形成的效果	(294)
6.11.3	实际应用考虑	(295)
6.11.4	基于 RRM 算法的固定波束方案的效果	(296)
6.12	准最佳配置	(297)
6.12.1	准最佳配置的效果	(298)
6.12.2	实际应用考虑	(300)
6.13	扇区化	(300)
6.13.1	扇区化的效果	(300)
6.13.2	实际应用考虑	(302)
6.14	中继器	(302)
6.14.1	中继器的效果	(304)
6.14.2	实际应用考虑	(305)
6.15	微小区部署	(305)
6.16	容量扩充流程	(308)
6.17	提高覆盖范围和容量的方法总结	(309)
参考文献		(312)
第 7 章 无线网络的最优化		(313)
7.1	无线网络最优化概述	(313)
7.1.1	运行系统在最优化过程中的作用	(315)

7.2	TMN 模型概述	(324)
7.3	优化工具	(327)
7.3.1	规划工具级优化	(328)
7.3.2	网管系统中的配置管理	(331)
7.3.3	网元和操作系统中的性能管理	(334)
7.3.4	测量在网元和网管系统中的应用	(346)
7.3.5	使用操作系统工具进行优化	(354)
7.3.6	现场测量工具	(355)
	小结	(359)
	参考文献	(360)
第 8 章	UMTS 服务质量	(362)
8.1	服务质量的定义	(362)
8.2	终端用户服务分类	(362)
8.3	服务特点和要求	(364)
8.3.1	一般问题	(364)
8.3.2	数据传输	(365)
8.3.3	交互式数据传输	(365)
8.3.4	消息传输	(366)
8.3.5	流传输	(366)
8.3.6	会议媒体传输	(367)
8.4	3GPP 承载概念	(367)
8.4.1	结构实体	(368)
8.4.2	承载层	(369)
8.4.3	数据包协议环境特点	(369)
8.4.4	关于 3GPP 承载的一些说明	(370)
8.5	3GPP 服务质量体系结构	(370)
8.5.1	3GPP 服务质量体系结构	(370)
8.5.2	IP 多媒体子系统支持平台	(372)
8.5.3	外部承载服务	(374)
8.6	UMTS 服务质量管理	(374)
8.6.1	服务质量管理问题介绍	(374)
8.6.2	UMTS 业务类的无线承载映射	(377)
8.6.3	UMTS 域服务质量的应用	(378)
8.7	总结	(399)
	参考文献	(400)
第 9 章	高级分析方法与无线接入网自动调节	(402)
9.1	简介	(402)
9.2	蜂窝网的高级分析方法	(403)

9.2.1	数据开采	(403)
9.2.2	数据库知识发现和数据开采	(403)
9.2.3	分类树	(406)
9.2.4	用分类树进行异常检测	(408)
9.2.5	自组织图	(408)
9.2.6	使用自组织图的性能监控: GSM 网络	(409)
9.2.7	使用自组织图的性能监控: UMTS 网络	(412)
9.2.8	使用网络性能数据进行高级性能分析: 案例研究	(419)
9.3	自动的最优化	(425)
9.3.1	自动调节最优化实例	(428)
9.3.2	成本函数算法中应用的网络场景和数据	(428)
9.3.3	用于算法的测量和成本	(429)
9.3.4	在移动性管理子系统自动调节	(431)
9.3.5	允许控制子系统的自动调节	(438)
9.3.6	容量优化及业务量平衡	(445)
9.4	小结	(451)
参考文献		(451)
第 10 章 其他 3G 无线接入技术		(454)
10.1	GSM 数据包服务	(454)
10.1.1	简介	(454)
10.1.2	调制与编码设计	(455)
10.1.3	EGPRS 无线链路的性能	(457)
10.1.4	GPRS 无线链路的性能	(461)
10.1.5	覆盖	(462)
10.1.6	容量的设计	(465)
10.1.7	移动管理	(472)
10.1.8	跳频技术	(474)
10.1.9	结论	(476)
10.1.10	EDGE 性能评价	(476)
10.1.11	EGPRS 服务的质量和性能的优化	(478)
10.2	WCDMA (UTRA TDD) 的时分双工模式 (TDD)	(480)
10.2.1	时分双工的一些特性	(480)
10.2.2	系统情况	(481)
10.2.3	小区的同步	(483)
10.2.4	单运营商的 TDD 网络	(483)
10.2.5	在多个运营商 TDD 网络中的同步	(484)
10.2.6	TDD 网络的爱尔兰容量——每个小区容量估计的一种简单方法	(485)
10.2.7	TDD 和 FDD 网络的共存	(485)

10.2.8	共存的和靠近本地的 BS	(486)
10.2.9	无线通信性能	(486)
10.2.10	TDD 的处理增益	(487)
10.2.11	TDD 链路预算举例	(487)
10.2.12	一些其他重要参数和它们在链路估算中的影响	(489)
10.2.13	小结	(490)
参考文献		(490)

10.3	UMTS 服务质量	10.3
10.3.1	服务质量的意义	10.3.1
10.3.2	服务用户服务等级	10.3.2
10.3.3	服务特性和要求	10.3.3
10.3.4	服务质量模型	10.3.4
10.3.5	服务质量测量	10.3.5
10.3.6	服务质量管理	10.3.6
10.3.7	服务质量保障	10.3.7
10.3.8	服务质量测试	10.3.8
10.3.9	服务质量优化	10.3.9
10.3.10	服务质量评估	10.3.10
10.3.11	服务质量改进	10.3.11
10.3.12	服务质量保障	10.3.12
10.3.13	服务质量测试	10.3.13
10.3.14	服务质量优化	10.3.14
10.3.15	服务质量评估	10.3.15
10.3.16	服务质量改进	10.3.16
10.3.17	服务质量保障	10.3.17
10.3.18	服务质量测试	10.3.18
10.3.19	服务质量优化	10.3.19
10.3.20	服务质量评估	10.3.20
10.3.21	服务质量改进	10.3.21
10.3.22	服务质量保障	10.3.22
10.3.23	服务质量测试	10.3.23
10.3.24	服务质量优化	10.3.24
10.3.25	服务质量评估	10.3.25
10.3.26	服务质量改进	10.3.26
10.3.27	服务质量保障	10.3.27
10.3.28	服务质量测试	10.3.28
10.3.29	服务质量优化	10.3.29
10.3.30	服务质量评估	10.3.30
10.3.31	服务质量改进	10.3.31
10.3.32	服务质量保障	10.3.32
10.3.33	服务质量测试	10.3.33
10.3.34	服务质量优化	10.3.34
10.3.35	服务质量评估	10.3.35
10.3.36	服务质量改进	10.3.36
10.3.37	服务质量保障	10.3.37
10.3.38	服务质量测试	10.3.38
10.3.39	服务质量优化	10.3.39
10.3.40	服务质量评估	10.3.40
10.3.41	服务质量改进	10.3.41
10.3.42	服务质量保障	10.3.42
10.3.43	服务质量测试	10.3.43
10.3.44	服务质量优化	10.3.44
10.3.45	服务质量评估	10.3.45
10.3.46	服务质量改进	10.3.46
10.3.47	服务质量保障	10.3.47
10.3.48	服务质量测试	10.3.48
10.3.49	服务质量优化	10.3.49
10.3.50	服务质量评估	10.3.50
10.3.51	服务质量改进	10.3.51
10.3.52	服务质量保障	10.3.52
10.3.53	服务质量测试	10.3.53
10.3.54	服务质量优化	10.3.54
10.3.55	服务质量评估	10.3.55
10.3.56	服务质量改进	10.3.56
10.3.57	服务质量保障	10.3.57
10.3.58	服务质量测试	10.3.58
10.3.59	服务质量优化	10.3.59
10.3.60	服务质量评估	10.3.60
10.3.61	服务质量改进	10.3.61
10.3.62	服务质量保障	10.3.62
10.3.63	服务质量测试	10.3.63
10.3.64	服务质量优化	10.3.64
10.3.65	服务质量评估	10.3.65
10.3.66	服务质量改进	10.3.66
10.3.67	服务质量保障	10.3.67
10.3.68	服务质量测试	10.3.68
10.3.69	服务质量优化	10.3.69
10.3.70	服务质量评估	10.3.70
10.3.71	服务质量改进	10.3.71
10.3.72	服务质量保障	10.3.72
10.3.73	服务质量测试	10.3.73
10.3.74	服务质量优化	10.3.74
10.3.75	服务质量评估	10.3.75
10.3.76	服务质量改进	10.3.76
10.3.77	服务质量保障	10.3.77
10.3.78	服务质量测试	10.3.78
10.3.79	服务质量优化	10.3.79
10.3.80	服务质量评估	10.3.80
10.3.81	服务质量改进	10.3.81
10.3.82	服务质量保障	10.3.82
10.3.83	服务质量测试	10.3.83
10.3.84	服务质量优化	10.3.84
10.3.85	服务质量评估	10.3.85
10.3.86	服务质量改进	10.3.86
10.3.87	服务质量保障	10.3.87
10.3.88	服务质量测试	10.3.88
10.3.89	服务质量优化	10.3.89
10.3.90	服务质量评估	10.3.90
10.3.91	服务质量改进	10.3.91
10.3.92	服务质量保障	10.3.92
10.3.93	服务质量测试	10.3.93
10.3.94	服务质量优化	10.3.94
10.3.95	服务质量评估	10.3.95
10.3.96	服务质量改进	10.3.96
10.3.97	服务质量保障	10.3.97
10.3.98	服务质量测试	10.3.98
10.3.99	服务质量优化	10.3.99
10.3.100	服务质量评估	10.3.100

第1章 绪论

1.1 蜂窝网历史概要

移动通信的历史开始于无线电领域的最早先驱者。18 世纪赫兹的实验引起马可尼开始研究新的商品市场。第一次和第二次世界大战对通信的需求也加速了蜂窝无线通信的研究。最早的商用系统非常简单,操作者需要在定点进行呼叫。在早期的移动呼叫,也需要人工建立一条空闲信道^[1]。贝尔实验室最早引入大家熟知的蜂窝概念,他们于 1972 年正式公布了如何设计蜂窝系统^[2]。

世界上第一个蜂窝系统于 1979 年在日本东京投入运营。该网络由 NTT 公司,这个著名的宽带码分多址接入(WCDMA)蜂窝系统运营商来经营。系统在 800MHz 频段上提供了 600 个双工信道,频率间隔为 25kHz。日本的另一个模拟蜂窝系统是 JTACS(Japanese Total Access Communication System)。在 20 世纪 80 年代,人们意识到从用户的角度来考虑,需要有一个统一的空中接口来提供漫游功能。于是日本政府于 1989 年开始研制,并于 1991 年提出了一个新的数字系统——太平洋数字蜂窝网(PDC)。

欧洲于 1981 年进入蜂窝系统时代,晚日本两年。在斯堪的纳维亚半岛(Scandinavia),北欧移动电话开始在 450MHz 的频段上投入运行(NMT-450 系统)。1982 年英国推出了全接入通信系统(TACS),并于 1985 年开始广泛商用。随后于 1985 年 9 月德国引入了 C-450 蜂窝系统。这样,到 20 世纪 80 年代末,欧洲已经配备了几种不同类型的互不兼容的蜂窝系统。很明显,这时第一代蜂窝系统已经逐渐过时了,因为集成电路技术已经使得数字通信不但实用,而且比模拟技术更经济。20 世纪 90 年代初,第二代(数字)蜂窝系统开始在全球范围发展。欧洲最先提出了全球移动通信系统(Global System for Mobile communication, GSM)。GSM 的目的是为欧洲提供一个唯一的统一标准,通过国际漫游为泛欧提供无缝的语音业务。

与欧洲情况有所不同,美国第一代模拟系统只有于 1983 年开始商用的先进移动电话系统(AMPS)。美国有三条发展数字蜂窝系统的路线。1992 年出现了第一个数字系统 IS-54(北美 TDMA 数字蜂窝网),1996 年又提出了一种支持附加业务(IS-136)的新版本。在此期间,1993 年引入了 IS-95(CDMAOne)。这些标准都工作在与 AMPS 相同的频段上。同时,美国联邦通信委员会(FCC)拍卖了 1900MHz 频段上的一段新频谱(PCS),从而允许 GSM1900 打进美国市场。关于 GSM 及其向 3G 的演进可详见文献[3]。

在过去的十年间,由于各种技术和政治原因,电信界发生了戏剧性的变化。数字技术的广泛应用使得业务以及网络发生了根本的变化。此外,随着时间的推移世界变得越来越小:因为全球化需要蜂窝技术具有覆盖全球的能力,所以仅仅在日本漫游、在欧洲漫游或在美国漫游已无法满足用户的需求。另外,目前通过移动终端无线接入因特网也推动了对全球化标准的需求,这就是著名的全球移动电信系统(Universal Mobile Telecommunication System, UMTS)^[4~6]。这些新的第三代(3G)网络的发展集成了电信