



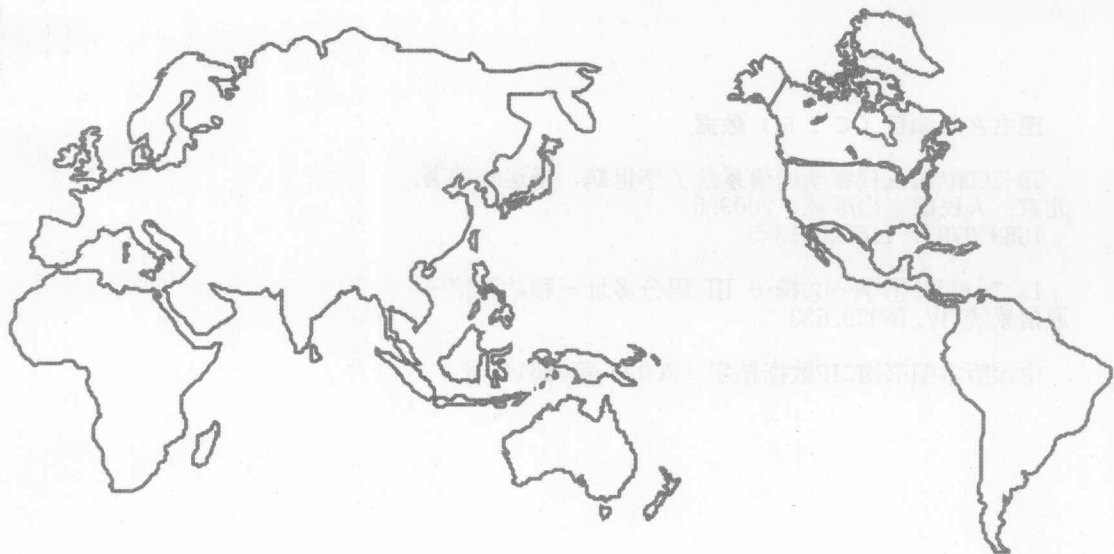
李世鹤 杨运年 编著

TD-SCDMA

第三代移动通信系统



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



李世鹤 杨运年 编著

TD-SCDMA

第三代移动通信系统

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

TD-SCDMA第三代移动通信系统 / 李世鹤, 杨运年编著.
北京: 人民邮电出版社, 2009. 5
ISBN 978-7-115-20713-5

I. T… II. ①李…②杨… III. 码分多址—移动通信—
通信系统 IV. TN929. 533

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第046115号

TD-SCDMA 第三代移动通信系统

- ◆ 编 著 李世鹤 杨运年
责任编辑 王晓明 王亚明
- ◆ 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>
北京铭成印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 23.75
字数: 466 千字
印数: 1 - 5 000 册
- 2009 年 5 月第 1 版
2009 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-20713-5/TN

定价: 68.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

十多年来，随着蜂窝通信网络和宽带无线接入系统的出现和迅速发展，移动通信在电信网络中逐步占有了重要的地位，这一领域是 20 世纪 90 年代以来通信行业中增长最快、商业前景最为看好的领域。蜂窝移动通信以其接入的方便、个人化、可漫游和无处不在的特性已经成为当前人们广泛关注的热点。据有关机构统计，全球蜂窝移动通信用户现在已经达到约 14 亿，超过了有线电话用户数。我国是目前世界上移动通信发展速度最快、用户数量最多的国家，2008 年 6 月末移动通信用户数量就已超过 6 亿。尽管如此，目前我国移动电话普及率仅为 40% 左右，即使是北京、上海等大城市，移动电话普及率与发达国家相比还有较大的差距，所以我国移动通信仍然有很大的发展空间。

众所周知，当前广泛使用的第二代移动通信系统（包括 GSM 和 IS-95 CDMA）只能提供话音和低速率数据业务，而新建的 GPRS 系统所支持的分组数据速率大约为 50kbit/s，远不能支持移动多媒体应用。此外，第二代移动通信系统和 GPRS 系统的频谱利用率都比较低，而频率资源紧张已经成为当前阻碍移动通信发展的重要因素之一。20 世纪 80 年代后期，ITU 已经注意到频谱资源紧张的问题，并开始考虑 21 世纪移动通信的需求。由于社会信息化的发展，近几年 IP 业务正以突飞猛进的速度成倍增长，我国上网人数已经达到 1 亿多，因此，在保证话音业务继续高速增长的同时，开发移动 IP 和宽带多媒体业务已经提到了议事日程上。移动分组数据业务的不断扩大、传输速率的提高和高质量话音业务的发展，将导致频率资源的进一步紧张，迫切需要扩展新的频段并采用更先进的、频谱利用率更高的新的技术体制，开发出能够支持多种业务的更大容量的移动通信系统。CDMA 技术的成熟，以及数字信号处理、智能天线、软件无线电等先进技术的进展研究，为第三代移动通信系统的产生和发展奠定了技术基础。第三代移动通信系统是市场业务需求与技术发展相结合的必然产物。

2000 年，我国提出的 TD-SCDMA 第三代移动通信系统标准被 ITU 和 3GPP 接纳为国际标准，在国内外产生了巨大反响。这是我国电信技术史上的重大突破，标志着我国在移动通信技术领域进入了世界先进行列，也为建立一个强大的 TD-SCDMA 产业链，带动移动通信产业实现群体性的崛起，用具有自主知识产权的系统设备装备我国第三代移动通信网络，并进一步占领国际市场开辟了新的途径，为我国实现从电信大国向电信强国的转变作出了重要的贡献。同时，TD-SCDMA 技术及其产业化的迅速发展，将促进我国高科技的自主创新，带动整个电信及 IT 业的发展，并提供大量的社会就业机会。这对我国新世纪电信产业和国民

经济的发展具有极其重要的战略意义。

2002 年 10 月,我国制订了中国第三代移动通信的频率规划,在安排 WCDMA 和 cdma2000 相应频段的同时,为 TD-SCDMA 安排了 155MHz 带宽。2002 年 10 月 30 日,以大唐、南方高科、华立、华为、联想、中兴、中国电子、中国普天 8 家国内知名通信企业作为首批发起单位的“TD-SCDMA 产业联盟”正式成立。现在,其成员已经扩大到 50 多。同时,许多国际上著名的通信设备制造商,如阿尔卡特、西门子、诺基亚、爱立信等也与国内企业联合,共同开发 TD-SCDMA 系统产品。所有这些,充分体现出政府部门、电信运营商、设备制造商及投资机构对 TD-SCDMA 的关注、支持和期望。一个阵容强大的、开放的、国际化的 TD-SCDMA 产业链已经形成,覆盖了无线接入、终端、核心网、芯片及测试仪表等所有专业领域,构成了由多个设备制造商供货的市场环境。自 2004 年 4 月起,第三代移动通信专家测试小组对 TD-SCDMA 系统先后进行过室内测试、产业化测试和实际应用测试,测试结果表明 TD-SCDMA 的主要系统技术指标达到原设计要求,具有单独组网的能力。

2006 年 3 月由国家主管部门牵头,中国移动、中国电信和原中国网通三大电信运营商分别在青岛、保定和厦门三个城市进行“TD-SCDMA 系统规模网络技术应用试验”。各运营商的测试结果表明,网络系统稳定性基本达到商用要求。各级领导和技术专家对试验网的试验结果给予了充分的肯定和满意的评价:TD-SCDMA 技术已经成熟,产业链具有一定规模,产业化工作已基本就绪,为大规模的商用做好了准备。2007 年,由中国移动负责组织的试验扩大到北京、天津、上海、沈阳、广州、深圳和秦皇岛等 10 个大、中城市,TD-SCDMA 规模网络试验网已建设上万个基站,容量达 2 000 万用户。2008 年我国的 TD-SCDMA 网络进入试商用阶段,并开始建设全国规模的大型网络。实践证明,TD-SCDMA 已具备在全国全域组网的商用能力。

2006 年 8 月 29 日,我国国家发改委与韩国 SK 电讯公司在首尔共同签署了《关于 TD-SCDMA 项目合作谅解备忘录》。2007 年由大唐移动和中兴共同承建韩国首尔南部的盆唐地区的 TD-SCDMA 试验网,标志着 TD-SCDMA 开始进入国际市场。

自 TD-SCDMA 第三代移动通信标准问世以来,随着系统设备及其软、硬件技术的发展,该技术标准的具体内容不断地得到补充、修改和完善。同时,经过系统的室内测试、产业化测试和试验网实际测试,充分验证了 TD-SCDMA 的总体设计是正确的,是经得起网络应用实践考验的。目前,TD-SCDMA 系统的技术特点和组网方面的突出优势已经被国内外业界人士所认识和接受,正在走向商用化,占领国内外市场,其竞争力将大大提高。

在第三代移动通信的三大主流标准中,WCDMA 和 cdma2000 均为频分双工(FDD)方式,上下行工作频率不同,在组网时需要配置成对的频段。而 TD-SCDMA 在全面满足 ITU 关于第三代移动通信的要求的前提下,充分吸收和借鉴其他标准

的优点和经验,提出了一些新的设计思想,具有独特的技术特点。这些技术特点及其组网优势主要有以下几个方面。

1. 采用时分双工(TDD)方式,上下行链路工作在同一频率,组网时不需要成对频段。单载波带宽仅1.6MHz,三个载波共占用5MHz带宽,频谱安排灵活,能够使用各种分散、零碎的空闲频段。更重要的是,在ITU要求的第三代移动通信频率规划中,只有TDD系统的工作频段在全世界绝大多数国家很容易得到安排,而FDD系统所需要的对称工作频段在很多国家却难以配置。也就是说,当前只有TD-SCDMA才可能最好地支持全球漫游。

2. 综合采用CDMA、TDMA、FDMA和SDMA(由智能天线实现空分功能)等各种多址方式,充分发挥各种技术的优越性。其中的TDMA制式能够动态调整上下行时隙,在支持对称的话音业务的同时,可以高效率地满足上下行不对称业务的需求。而未来第三代移动通信系统将主要承担的IP和宽带多媒体业务,其主要特点正是上下行业务量的严重不对称。

3. TD-SCDMA使用了智能天线、联合检测、接力切换、同步CDMA、动态信道分配等多项先进技术,实现了所有码道都能投入业务应用的目的。因此,TD-SCDMA大幅度地提高了CDMA的频谱利用率,从而使该系统具有抗干扰能力强、系统容量大的特点,适合于在大、中城市和人口密集的地区独立建网。

4. TD-SCDMA所使用的扩频系数小(最大16),不同数据速率业务的通信距离变化不大,又没有明显的呼吸效应,便于运营商对网络进行合理规划,减少投资。根据实际需要,采用TD-SCDMA系统可以组建宏蜂窝、微蜂窝或微微蜂窝移动通信网络。

5. TD-SCDMA使用了TDD方式,无需双工器,射频电路简化,使终端和基站的成本下降。同时,使用智能天线可以不用大功率射频线性放大器等昂贵的器件,有效降低了系统成本。

6. 基于我国和世界上大多数国家的80%以上用户在使用GSM系统,TD-SCDMA系统的一个重要设计思想是后向兼容GSM、GPRS系统,使其能够平滑升级,建成一个系统容量大、频谱利用率高、网络成本低的第三代移动通信系统。TD-SCDMA与WCDMA具有相同的高层信令和网络结构,两种制式可以使用同一核心网,采用双频双模终端进行互通漫游。TD-SCDMA系统支持第三代移动通信核心网逐步向全IP方向发展。

7. 为了进一步提高系统支持高速多媒体业务的能力,TD-SCDMA采用了多载波HSPA技术(即HSDPA与HSUPA),使每个小区内有更多的无线资源,能向许多用户同时提供不同速率的业务。为提高峰值传输速率,TD-SCDMA系统可以不扩频而采用较高的数字调制方式。TD-SCDMA系统的HSDPA技术,单载波在1.6MHz带宽情况下,下行速率峰值可达到2.8Mbit/s;使用 N 个载波时,峰值速率为 $2.8+(N-1) \times 3.3(\text{Mbit/s})$ 。如采用10MHz的带宽,6个载波,则峰值速率可达到

19.3Mbit/s, 高于目前 WCDMA 的 14.4Mbit/s 的速率。TD-SCDMA 系统引入 HSDPA 功能的特点是不需要改变硬件, 只进行软件升级即可。

8. 应该指出的是, B3G 技术(如 MIMO、空时编码及 OFDM 等)是以多载波、多天线技术为基础的, 所以 TD-SCDMA 采用的智能天线和多载波方案, 也为其进一步向 B3G 技术的过渡和发展提供了良好的条件。

9. 一个极其重要的问题是我国对 TD-SCDMA 系统的主要技术拥有自主知识产权。随着电信技术的迅速发展和全球互联互通的需要, 通信网络将出现越来越多的标准。标准是以专利技术为基础的, 现代国际社会对知识产权非常重视, 因为它直接涉及各国的经济利益, 发达国家的政府部门都在积极推动基于本国技术形成的国际标准而竭尽全力。TD-SCDMA 标准的确定和系统的研发, 表明我国在第三代移动通信这个高科技领域占领了重要的制高点, 使我国在第三代移动通信知识产权方面与发达国家的大型公司处于平等的地位。同时, TD-SCDMA 系统的研发与应用也为我国移动通信的发展提供了很好的契机, 从产业链的形成到网络规划、设计、工程建设以及为运营商提供技术支持和技术服务等各个方面将有许多有利条件, 会产生无法估量的经济效益和社会效益。

关于 TDD 方式的不足之处, 在 TD-SCDMA 设计中也给予了认真考虑和妥善处理, 取得了满意的结果, 其中主要有如下 3 点。

1. 由于 TDD 采用多时隙的不连续传输, 对抗快衰落和多普勒效应的能力不如 FDD, 限制了用户终端的移动速度。在 TD-SCDMA 系统设计中, 使用了快速频率跟踪技术来对抗多普勒效应产生的频移, 采用先进的联合检测算法来克服快衰落的影响。链路仿真表明, 在 3GPP 移动环境下, 当终端移动速度为 250km/h, TD-SCDMA 全码道都使用时, 系统工作正常。今后还将进一步改进和提高, 力争使终端移动速度达到 500km/h。

2. 关于小区覆盖半径问题。因为 TDD 方式在上下行之间必须要有一个保护时隙, 预留远端用户, 以达到上行同步。根据 TD-SCDMA 的帧结构, 该保护时隙限制 TD-SCDMA 的最大通信距离为 11.25km。这对于一般蜂窝网络已经能够满足需要。如果要求进一步扩大覆盖半径, 可以通过网络管理系统进行设置, 屏蔽主载波的一个上行时隙(TS1), 使保护时隙加长, 从而将最大小区半径扩大到 100km 以上。这时, 对三载波系统通信容量虽然减少了 5%, 但仍然明显高于其他 FDD 系统。

3. 使用 TDD 方式组成大网时, 可能存在基站间干扰。当在一个覆盖数万平方千米的平原地区, 可能需要建设数千个基站, 由于电波是以光速传播, 远距离的基站间如果没有地形或者房屋的遮挡, 发射时隙的发射信号可能落入远距离基站的接收时隙而造成干扰。对此问题, 在工程设计中可以进行综合处理, 从天线设计、网络优化方面着手, 甚至可以屏蔽主载波的一个或两个上行时隙, 牺牲部分容量来解决。

第三代移动通信系统的网络建设是一个巨大的系统工程。许多经济界学者、技术专家和政府部门领导也都纷纷参与我国第三代移动通信系统建设和 TDD、FDD 制式的讨论,从不同角度进行了认真的分析。由于 TD-SCDMA 已经成为国内外移动通信界普遍关注的热点,许多国内外大型企业投入相当多的资金和人力进行 TD-SCDMA 技术研究和设备开发,一些运营商也正在认真研究 TD-SCDMA 系统的组网方案。为了使人们能够对 TD-SCDMA 系统的主要技术和工程组网建设有一个较全面的了解,继《TD-SCDMA 第三代移动通信标准》一书出版后,我们在总结 TD-SCDMA 设备产品开发和试验网工程建设经验的基础上,特编写本书。可以说,本书是大唐移动通信设备有限公司全体员工和所有参与 TD-SCDMA 标准制订、技术理论研究、系统软硬件设备开发及测试的科技工作者的集体智慧和共同劳动的产物。

本书在章节安排方面,首先简要回顾移动通信的发展过程,叙述了第三代移动通信系统标准的基本要求、主要目标、所支持的业务等,比较详细地介绍了 TD-SCDMA 第三代移动通信系统标准的提出、与其他标准的融合及补充完善。第 2 章概括介绍了第三代移动通信系统的基本知识和网络结构,详细地讨论了无线接入网结构及其主要接口功能,着重分析了无线传输技术,包括多址接入方式、CDMA 的原理和特点、双工制式、帧结构、基带信号处理、空中接口及相关协议规范和软件。第 3 章简要地介绍了 TD-SCDMA 系统的主要技术性能和特点,与 WCDMA 和 cdma2000 的比较及其主要优势。由于第三代移动通信标准的主要区别在于空中接口的物理层及相关技术,所以比较详细地阐述了 TD-SCDMA 的协议结构(包括网络层、传输层和物理层)、信道结构、编码复用技术、信号调制、扩频与扰码、帧结构及物理层的程序与测量。第 4 章全面系统地介绍了 TD-SCDMA 所采用的主要先进技术,包括智能天线、联合检测、同步 CDMA、接力切换、动态信道分配等。这些技术的应用是确保 TD-SCDMA 系统具有优良性能的基础。第 5 章讨论 TD-SCDMA 无线产品,包括用户终端、基站、直放站以及射频拉远技术的设计方法。第 6 章主要论述了电波传播对宽带 CDMA 信号的影响,如多径衰落、多径时延扩展、多普勒效应和相关带宽等。在此基础上,介绍了移动通信常用的路径传播损耗预测模型。当前我国在这方面的研究和测试还比较欠缺,有待于进一步加强。第 7 章是关于 TD-SCDMA 网络设计中一些重要问题的讨论。首先介绍了 3G 网络设计建设的基本原则、特点和程序,接着介绍了小区结构、小区覆盖范围、小区容量的设计,以及主要设备如 RNC、SGSN、GGSN 和 MSC 规模的确定。此外,还结合我国实际国情探讨了由第二代/二代半平滑过渡到第三代移动通信系统的一些实际问题。为了便于读者理解核心网的演变,这一章中还介绍了 3GPP 第 4 版、第 5 版(全 IP)核心网结构,同时,简要介绍了第三代移动通信系统网络的 QoS,以及 4 种 QoS 协议。根据第三代移动通信系统技术的最新发展,在第 8 章里介绍了 TD-SCDMA 的技术发展,包括多载波、帧结构的改进、HSDPA 等

主要技术。同时，考虑到向未来技术的过渡和发展，还对 LTE/B3G 的相关技术进行了介绍。

任何一项重大新技术和新系统在产生、形成和发展的过程中，必然要经过认识、实践、再认识、再实践的反复循环过程。虽然 TD-SCDMA 标准已经确定，系统网络也已定型，但许多技术还有待于进一步研究和探讨，特别是需要经过设备开发、系统工程建设和网络运营实践的验证来不断地进行补充、修改和完善，所以本书的出版仅能起到抛砖引玉的作用，希望促进业界同仁对 TD-SCDMA 的关注、指导和帮助。由于我们水平有限，书中的错误在所难免，敬请大家指正。

本书在撰写过程中，先后得到大唐移动通信设备有限公司的领导以及市场部、系统与标准部、战略部、企划部等部门领导和同事们的热情支持和帮助。冯心睿、索士强、胡金铃、张兴胜、张孟、王卫、邓猛、张建辉、单鹏等提供过有关技术资料并对一些问题进行过有益的讨论，杨琳、田强、龚丽娜等协助作者进行书稿的文字处理并绘制部分图表。在本书问世之际，谨向参与和支持本书撰写和出版的所有工作人员和各级领导表示诚挚的谢意。

作 者

2008 年 12 月于北京

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 移动通信发展回顾	1
1.1.1 蜂窝组网理论的提出	1
1.1.2 第一代蜂窝移动通信	2
1.1.3 第二代蜂窝移动通信	3
1.1.4 第三代移动通信系统	4
1.2 第三代移动通信提供的业务	5
1.2.1 第三代移动通信提供的业务简介	6
1.2.2 ITU-R M.816 建议提出的 IMT-2000 的业务类型	6
1.3 ITU 对第三代移动通信的基本要求	7
1.4 第三代移动通信所面临的主要问题	9
1.5 第三代移动通信的发展历程及其标准简介	10
1.6 TD-SCDMA 标准的提出与形成	12
1.6.1 制订 TD-SCDMA 标准的指导思想	12
1.6.2 TD-SCDMA 标准的提出	13
1.6.3 标准的融合与完善	14
第 2 章 第三代移动通信的基本概念	15
2.1 “IMT-2000 家族”概念	15
2.1.1 IMT-2000 家族	15
2.1.2 IMT-2000 的系统组成	16
2.2 第三代移动通信的网络结构	17
2.2.1 UMTS 的物理结构模型	18
2.2.2 IMT-2000 的功能结构模型	20
2.2.3 3GPP 的网络结构	22
2.3 第三代移动通信的工作频段	32
2.3.1 ITU 对第三代移动通信工作频率的规划	32
2.3.2 中国对第三代移动通信频段的划分	33
2.3.3 组建第三代移动通信系统需要占用的基本带宽	35
2.4 IMT-2000 无线传输技术基本知识	35

2.4.1	无线传输技术的基本构成	36
2.4.2	移动通信的多址接入方式	39
2.4.3	CDMA 基本原理	43
2.4.4	CDMA 关键技术评述	46
第3章	TD-SCDMA 空中接口	50
3.1	TD-SCDMA 主要技术概述	50
3.1.1	TD-SCDMA 系统的主要技术性能指标	50
3.1.2	主要技术优点	51
3.1.3	TDD 方式的缺点及其对抗措施	52
3.2	TD-SCDMA 空中接口	54
3.2.1	空中接口的基本结构	54
3.2.2	TD-SCDMA 空中接口概述	55
3.2.3	高层协议简介	56
3.3	物理层技术	68
3.3.1	物理层基本概念	68
3.3.2	物理层的主要功能	68
3.3.3	传输信道与物理信道的映射	69
3.3.4	数据复接和信道编码	70
3.3.5	调制技术	80
3.3.6	扩频与扰码	86
3.3.7	TD-SCDMA 系统物理层结构(帧结构)	92
3.3.8	物理层过程	98
3.3.9	物理层测量	102
3.4	TD-SCDMA 与 UTRA 的比较	105
3.4.1	共同点	105
3.4.2	TD-SCDMA 和 UTRA TDD 的比较	105
3.5	TD-SCDMA 与 WCDMA 的比较	107
3.5.1	技术性能的比较	107
3.5.2	TD-SCDMA 系统中几个重要技术问题的考虑	109
第4章	TD-SCDMA 系统主要技术	112
4.1	智能天线	112
4.1.1	智能天线的基本概念	112
4.1.2	智能天线的工作原理	113
4.1.3	天线阵	117

4.1.4 智能天线的校准	117
4.1.5 智能天线的主要功能	122
4.1.6 使用智能天线出现的新问题	123
4.2 多载波	125
4.2.1 单载波系统的缺陷	125
4.2.2 TD-SCDMA 系统多载波工作方式	127
4.3 同步 CDMA	129
4.4 联合检测技术	130
4.4.1 联合检测的基本概念	131
4.4.2 联合检测的工作原理	131
4.4.3 联合检测的主要优点及缺点	133
4.4.4 联合使用智能天线和联合检测技术	134
4.5 无线资源管理	140
4.5.1 无线资源管理的基本概念	140
4.5.2 CDMA 系统无线资源管理的主要内容	142
4.5.3 TD-SCDMA 系统无线资源管理的特点	147
4.5.4 无线资源的分配	148
4.5.5 通信质量的监控	160
4.5.6 越区切换	175
第 5 章 无线设备	180
5.1 概述	180
5.2 用户终端专用芯片	180
5.2.1 系统构架	181
5.2.2 终端基带芯片的设计考虑	182
5.2.3 多模式工作	184
5.3 无线基站系统	185
5.3.1 常规设计及其问题	185
5.3.2 第三代移动通信基站设计的发展方向	186
5.3.3 射频拉远技术	188
5.3.4 微波传输	193
5.4 天线阵	194
5.4.1 全向环形天线阵	194
5.4.2 线形定向天线阵	195
5.5 直放站	199
5.5.1 应用环境和分类	200

5.5.2 几个必须注意的问题	202
第 6 章 电波传播及链路预算	204
6.1 移动通信电波传播的特点	204
6.2 多径衰落	208
6.2.1 多径瑞利衰落	208
6.2.2 多径瑞利衰落的基本特性	210
6.2.3 工程中有关多径瑞利衰落的几个概念	212
6.2.4 多径时延扩展	213
6.2.5 相关带宽	215
6.2.6 关于多径衰落分布的讨论	216
6.3 慢衰落	217
6.4 传播损耗分析	219
6.4.1 传播损耗的基本概念	219
6.4.2 路径传播损耗预测	220
6.4.3 ITU 简化计算公式	225
6.4.4 建筑物的穿透损耗	226
6.5 超视距电波传播	227
6.5.1 问题的提出	227
6.5.2 视距传输的干扰分析及其克服的方法	228
6.5.3 超远距离传播干扰及其克服方法	229
6.6 移动通信无线链路系统方程	230
第 7 章 TD-SCDMA 移动通信网络设计概要	232
7.1 概述	232
7.1.1 确定第三代移动通信系统建网目标	232
7.1.2 第三代移动通信网络系统建设的基本程序	233
7.1.3 TD-SCDMA 网络的设计特点	235
7.1.4 第三代移动通信网络支持业务的预测	238
7.2 TD-SCDMA 系统设计提要	247
7.2.1 蜂窝小区结构的选择	248
7.2.2 TD-SCDMA 系统提供的宏小区覆盖模式	249
7.2.3 微小区及室内覆盖	250
7.2.4 小区覆盖范围的确定(链路计算)	251
7.2.5 宽带 CDMA 系统小区负荷容量的分析计算	259
7.2.6 TD-SCDMA 小区容量的设计	263

7.2.7 基站和小区配置	266
7.2.8 确定 RNC 数量	266
7.2.9 确定 SGSN 和 GGSN 规模	272
7.2.10 确定 MSC 容量	272
7.3 第三代移动通信系统传输网络设计	273
7.3.1 第三代移动通信系统主要设备的部署与传输网络设计的基本原则与程序	273
7.3.2 基于 3GPP 协议 1999 版本的第三代移动通信传输网络设计	276
7.4 关于我国第三代移动通信网络的建设的建议	277
7.4.1 我国移动通信专业标准规定的公众陆地移动网络结构	277
7.4.2 我国移动通信向第三代移动通信过渡的简要分析	278
7.4.3 我国移动通信向 TD-SCDMA 系统演进的技术方案	279
7.5 第三代移动通信系统核心网的演进	282
7.5.1 第三代移动通信系统核心网向全 IP 演进的必然性	282
7.5.2 VoIP 的有关技术问题	282
7.5.3 3GPP 协议核心网的演进	283
7.6 第三代移动通信网络的服务质量	287
7.6.1 服务质量的总体要求	287
7.6.2 服务质量的业务种类	288
7.6.3 几种服务质量协议的简要介绍	288
第 8 章 TD-SCDMA 向 B3G 的过渡与发展	294
8.1 TD-SCDMA 系统的 HSDPA 技术引入	295
8.1.1 TD-SCDMA HSDPA 的主要特点	296
8.1.2 HSDPA 所采用的基本技术	296
8.2 信道结构	297
8.2.1 HS-DSCH 信道	297
8.2.2 HS-SCCH 信道	299
8.2.3 HS-SICH 信道	299
8.2.4 HSDPA 中的上、下行信令参数	300
8.3 物理层技术	301
8.3.1 自适应调制编码技术	301
8.3.2 混合自动重发请求技术	306
8.4 MAC 层技术	311
8.4.1 HSDPA 的 MAC 层结构及功能	311
8.4.2 HARQ 协议	313

8.5 影响 HSDPA 的其他因素	315
8.6 TD-SCDMA 所采用的接力切换和智能天线等技术对 HSDPA 的 增强	316
8.7 TD-SCDMA HSDPA 的多载波技术方案	316
8.8 TD-SCDMA 系统 HSDPA 传输容量仿真	318
8.8.1 仿真的主要参数和基本条件	318
8.8.2 仿真结果	321
8.9 HSDPA 向 B3G 的过渡与发展	324
8.9.1 MIMO 技术	325
8.9.2 分层空时编码技术	329
8.9.3 格型空时编码技术	335
8.9.4 OFDM 技术	337
英汉术语缩写对照表	347
参考文献	360

第1章 概述

人类社会进入 21 世纪,迎来了信息时代的全面发展。社会的进步、经济的发展、人们生活质量的提高,促进了信息爆炸式地产生、传递和交换。目前,信息已成为新经济时代的脊梁和神经中枢,信息产业也成为国民经济的支柱产业之一。十多年来,移动通信行业是信息领域发展速度最快、经济效益最好、最有前途的行业。从第一代移动通信系统到第二代移动通信系统,经历了从模拟到数字、从纯话音到话音与低速率数据的发展历程,覆盖范围从开始仅在部分大、中城市发展广大农村、边远地区,最终实现全球漫游,移动通信的发展速度大大超过了人们的预料。1999 年,移动通信产品在通信设备市场中所占的份额已超过 50%,目前,该比例还在不断增加。移动手持机的迅速普及必将驱动通信向个人化方向发展,同时因特网用户数以翻番的速度增长又带来了移动数据通信的发展机遇,移动高速数据和移动多媒体业务也已提到了议事日程。所以说,市场的急需和技术的发展是推动第三代(3G)移动通信的原动力。

1.1 移动通信发展回顾

1.1.1 蜂窝组网理论的提出

无线电通信具有长远的发展历史。从第二次世界大战起,军队已经使用各种无线电台,即初期的移动通信应用。蜂窝移动通信的概念是 20 世纪 60 年代由美国贝尔实验室提出的,其基本理论和技术是蜂窝组网和频率的重复使用,即将所需覆盖的地区划分成若干个小的区域,每个相邻的区域使用不同的频率,隔开一定距离后可重复使用同一频率,这样能够解决常规移动通信系统的频谱匮乏、容量小、传输质量差及频谱利用率低等诸多问题,从而使无线移动通信开始进入一个崭新的发展时期。

根据蜂窝组网理论,对于不同制式系统的工作载波频率和不同用户密度选择不同的蜂窝小区。由于第三代移动通信系统工作在 2GHz 频段,根据国际电信联盟(ITU)的讨论结果,蜂窝小区可以划分为以下几种类型(按照小区半径 R 划分):

宏小区($R \geq 0.2\text{km}$)用于覆盖室外、交通道路沿线及农村、郊区等地区;

微小区($R = 0.05 \sim 0.5\text{km}$)用于覆盖城市繁华区等用户密集地区;

微微小区($R < 0.05\text{km}$)用于覆盖办公室、家中等室内移动通信环境。

当蜂窝小区的用户数量增大到一定程度而导致频道数不够用时,可采用小区

分裂方法，将原蜂窝小区分裂成为若干个更小的微蜂窝小区和微微蜂窝小区，这样，就能够有效地扩大系统容量和降低发射功率。

在蜂窝组网理论中，频率复用占有重要的地位。因为电波传输损耗能够提供足够的隔离度，所以某一基站的工作频率可以让相隔一定距离的另一个基站重复使用。频率复用技术似乎可以从有限的原始频率资源分配中提取几乎无限的可用频率，从而为蜂窝网络系统容量的扩大提供了广阔的空间。但在实际工程应用中，由于同频小区之间存在干扰，小区分裂是有一定限度的，即频率资源是有限的。

多信道共用和越区切换也是蜂窝组网理论的重要组成部分。通信用户占用信道是间断性的，由若干信道组成的移动通信系统为支持更多的用户共同使用，采用多址方式使许多用户能够灵活、方便、合理地选择信道，实现信道共用和提高信道利用率。实际上，因为用户的移动性，并不是所有的呼叫都能够在一个小区内完成全部的接续，需要实现多小区接续，所以蜂窝系统必须具有信道转接，即越区切换的功能。

1.1.2 第一代蜂窝移动通信

自从提出蜂窝组网理论以后，直到 20 世纪 70 年代末，由于大规模集成电路的出现和微处理器的应用，才使蜂窝系统成为真正的商用系统（即第一代移动通信系统）。第一代移动通信大约有七八种区域性的国家标准（没有国际标准），由于它们的共同点是采用模拟信号处理技术，所以又称为“模拟蜂窝移动通信系统”。其典型代表有美国的 AMPS、英国的 TACS、北欧 4 国的 NMT 等。

作为移动通信技术的起点，第一代蜂窝移动通信的主要特征是在网络上开始使用了蜂窝小区的概念，其多址方式为频分多址（FDMA），双工方式是频分双工（FDD）。第一代移动通信系统直接对模拟信号进行调制（调频或调相），只能传输模拟话音业务。第一代蜂窝移动通信系统的典型代表为现在仍然使用的 AMPS 和 TACS 制式的系统，以及使用该技术的各种集群电话、无绳电话系统。第一代蜂窝移动通信系统设备在 20 世纪 80 年代末期已完全成熟，并从 20 世纪 80 年代中开始获得广泛应用。但是，第一代蜂窝移动通信系统的技术比较落后，其主要缺点是系统容量小、频谱利用率低、抗干扰能力差、无法承载数字业务、设备复杂、价格较高等等。同时，第一代模拟移动通信系统还受限于多种不同的系统标准，采用不同的频段和不同的技术，移动用户不可能在不同国家进行漫游。

在第一代移动通信发展时期，美国正面临电信体制改革。由于 AT&T 解体，美国没有全国统一的蜂窝移动网络，但每个地区有 2 个运营商，因此开始引入竞争机制。当时（美国）联邦通信委员会（FCC）决定移动通信标准为 AMPS，因此，美国所有的运营商都采用此标准。20 世纪 90 年代以后，由于移动通信市场逐渐增大，价格逐渐降低，到 90 年代中期已经有比较大的应用规模，在第二代移动通信出现后，第一代移动通信系统并没有消亡，并从 1997 年后开始在美国国内进行联