

中华通信技术研究与应用丛书

方海鹰 主编

现代通信网络工程设计 理论与实践 ²

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中华通信技术研究与应用丛书

现代通信网络工程设计理论与实践 (2)

方海鹰 主编

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

现代通信网络工程设计理论与实践. 2 / 方海鹰主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.3
(中华通信技术研究与应用丛书)

ISBN 978-7-115-14473-7

I. 现... II. 方... III. 移动通信—通信技术 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 002949 号

内 容 提 要

本书是中网华通设计咨询有限公司的网络规划与设计工程技术人员将通信理论知识、通信新技术与长期的工程设计实践相结合的结晶, 在通信网络的规划与设计方面为同行提供了较丰富的实践经验与体会。它包括无线通信网络、核心网络、传输网络以及电源与配套方面的规划与设计, 无线网络性能评估及网络优化。在无线通信网络中涵盖了 GSM、CDMA 网络, 以及 3G 中的 WCDMA 和 TD-SCDMA 无线网络。

本书既包括通信理论与通信新技术, 也有实际设计工作经验的总结, 可供通信网络规划和工程设计人员阅读, 也可供高等院校通信专业研究生参考。

中华通信技术研究与应用丛书

现代通信网络工程设计理论与实践 (2)

◆ 主 编 方海鹰

责任编辑 陈万寿

◆ 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>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 700×1000 1/16

印张: 17

字数: 349 千字

印数: 1—1 300 册

2007 年 3 月第 1 版

2007 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-14473-7/TN

定价: 38.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

《中华通信技术研究与应用丛书》编委会

顾 问：吴龙云

主 编：方海鹰

副主编：王伯仲 朱志勇

编 委：	应俊焕	李明春	黄峰云	丁军毅
	辛志敏	吴志仑	黄思华	王利果
	窦连增	陈 滨	于新雁	宋波涛
	阎 敏	胡建宇	范绍凯	于浩淼
	应 杰	惠绍明	王丽英	胡志刚
	石 峰	董 军	余向阳	张朝晖
	许 兰	吴守阳		

《中华通信技术研究与应用丛书》编写说明

当今社会正在经受信息技术迅猛发展浪潮的冲击,现代通信技术发展迅猛,日新月异,尤其是随着网络化时代的到来,人们对信息的需求与日俱增。要将用户所需要的信息传送给用户,就需要对信息进行搜索、筛选、分类、编辑、整理等处理过程,将其加工成信息产品,并最终传送给终端用户。这个过程是围绕着高速信息通信网络进行的。这个高速信息通信网络是以光纤通信网、微波通信网、卫星通信网等骨干通信网为传输基础,由公众电话网、公众数据网、移动通信网、有线电视网等业务网组成。

现代通信网络的发展特点就是全程全网以及各种技术和各种网络的融合,也是通信技术与计算机技术、控制技术、数字信号处理技术相结合。现代通信技术的发展趋势是通信技术数字化、通信业务综合化、网络互通融合化、通信网络宽带化、网络管理智能化、通信服务个人化。

移动通信是当今通信领域内最为活跃和发展最快的通信领域之一,也是将在 21 世纪对人类社会和社会发展有重大影响的科学技术领域之一。移动通信系统经历了第一代的模拟电话系统、第二代的数字蜂窝系统,将步入到第三代移动通信系统。

一个完整的通信网络可以分为核心网络部分和接入网络部分。用户需要通过接入网络来获得服务。基本的接入方式有 3 种:光纤接入、电缆接入和无线接入。而移动通信方式是最主要的无线接入方式。移动通信网络的接入网部分不仅包括无线空中接口,而且还有相当多的地面有线电路。核心网络部分主要由交换、传输以及网络管理构成。移动通信网络的核心网有别于固定网络的核心网,主要在于它能向移动用户提供漫游管理。随着通信技术的不断发展,移动通信网络的核心网和接入网已经成为两个可以独立发展的部分。

中华通信系统有限公司是经国家经贸委批准设立,在国家工商局注册登记,享受北京市高新技术企业优惠政策的国有股份制公司。公司原为电子部、信息产业部的直属企业,现隶属于中国电子科技集团公司管理。公司的注册资本为 3.2 亿元。

中华通信系统有限公司经过十多年的发展,已经成为可提供通信系统工程勘察设计、网络优化、企业管理和项目咨询、电子工程施工、电子通信工程监理和通信设备制造等业务的综合电信服务商。公司现有员工近 600 人,本科以上学历占 85%,拥有 5 位享受国务院特殊津贴的通信专家,凝聚了一支具有良好素质、经验丰富、年轻有为、富于创新的技术和管理队伍。

中网华通设计咨询有限公司(简称“中网华通公司”)由中华通信系统有限公司设计

院改制成立，是国家认定的通信工程勘察设计综合性甲级设计单位，目前拥有建设部颁发的“通信工程勘察甲级”及“通信工程设计甲级”证书等多项相关业务的资质证书，并通过了 ISO9000 质量体系认证。中网华通公司设立了咨询、有线、无线、交换、信息工程、电源、网络优化等门类齐全的专业工程咨询与设计部门。

中网华通公司技术力量雄厚，经验丰富，设计手段先进，装备精良。公司承担的业务范围现已包括全国各类通信工程勘察设计（含移动通信工程、有线传输通信工程、无线传输通信工程、电信交换工程、邮政工程、信息工程、通信电源及配套工程等）、通信网络规划、项目可行性研究、移动通信网络优化、信息系统集成、通信工程科研开发服务、技术咨询等。

多年来，中网华通公司先后出色完成了国家重点通信建设项目的勘察设计任务数十项，为中国联通、中国移动通信公司等多家电信运营商提供了优质的重大通信网络工程勘察设计任务 100 多项，其中 50 余项的投资额在亿元以上，总投资额超过 300 亿元。得到了业界的一致认可。近年来，公司还承揽了十多个国家移动通信网的规划咨询、勘察设计及网络优化等几十项工程，积累了丰富的国际通信工程服务的经验。公司认真跟踪、吸收和消化国内外通信领域的新技术、新产品，同时也进行专业科研和标准规范工作，多次承担了相关行业及部门的部分技术标准、技术规范的编制和修订工作。为中国通信事业的飞速发展做出了积极的贡献。

中华通信系统有限公司曾参与发起组建中国联通公司，是中国联通除国家股外的大股东和董事单位。并直接实施了中国联通湖南、江西、山西和吉林四省的移动通信网络的投资建设、运营和管理的工作，积累了相当丰富的通信网络工程建设、运行维护和电信运营经验。

中华通信设计的主要优势就是能为运营商提供网络发展战略、工程设计、运行维护等方面的系统解决方案，也就是“网络战略+通信技术”的通信工程设计。公司的理念是不仅要为客户提供优秀的设计，还要把价值观念带给客户，为提高中国现代通信网络的质量水平做出我们应有的贡献。

任何技术的实际应用都需要理论基础提供支持，了解通信网络的理论基础可以帮助我们更好地进行移动网络的设计。因此中华通信系统有限责任公司编写这套丛书的目的就是帮助员工掌握好通信理论中的基本概念、基本原理，不仅要了解移动通信网络的结构、功能和所能提供的各种业务。还要了解为什么要这样设计这种通信网络？知其然，知其所以然。

网络设计水平的提高要通过知识的积累来实现。例如无线通信网络有其独特的特点，即无线传播路径非常复杂，从简单的视距传播到各种复杂的具有各种各样障碍物的反射、绕射和散射路径，无线信道的传播特性具有极大的随机性。无线传播环境是一种随时间、环境和其他外部因素而变化的环境。因此，在网络设计中除了解基本理论外，实际经验也非常重要，需要将这些经验进行总结，使大家能共同分享这些经验，以达到共同提高的目的。

的，使我们的设计水平能够上一个新台阶。

这套丛书今后的发展方向将会坚持理论与应用并重的思路，一方面要介绍通信理论和前沿技术，如各种第三代移动通信技术；另一方面要介绍与网络设计相关的应用技术，使其能够对网络设计有帮助。在技术分类方面，将会与我们的专业紧密相关，会逐步介绍无线、传输、交换、电源及配套、信息系统、网络规划及优化方面的技术与应用。另外，还会介绍一些特定的专题技术，例如室内覆盖系统的设计与优化、直放站的设计与优化、切换方面的问题等。

这套丛书编委会的顾问是中华通信系统有限公司吴龙云总经理。主编为方海鹰第一副总经理，副主编为王伯仲副总经理、朱志勇副总经理。

衷心地希望这套丛书能够为中华通信系统有限公司的发展，为我国通信工程设计水平的提升起到其应有的作用。

《中华通信技术研究与应用丛书》编委会

2006年11月于北京

本书编写说明

随着无线通信的迅速发展和技术的不断进步,人们越来越多地享受到无线通信带来的便捷,但无线通信系统是资源受限的系统,系统中的无线资源(例如频带、终端的功率等)却日见稀缺。随着人们物质文化水平的进一步提高,对移动通信业务的数量需求越来越大,质量需求越来越高。为了满足用户对系统容量和质量不断增长的需求,一方面要不断采用新的通信技术,例如从第一代的模拟系统到第二代的数字系统,现在已经发展到第三代移动通信系统。另一方面要精心规划与设计无线通信网络,使网络的容量和质量达到最优,这一点在第三代移动通信系统中尤为重要。

现代通信网络需要许多通信技术来实现,因此通信网络的设计也涉及到许多专业,包括通信网络规划、无线网络、信息与交换网络、线路和传输通信工程、通信电源及其他辅助设施专业,这些专业关系密切,只有将这几部分密切结合在一起,才能形成性能良好的通信网络。

通信技术的进步,已使通信网络由过去的分级结构向无级化方向发展,这要求通信网络的设计也要有相应的变化,从而适应这种网络结构的变化。

通信网络工程设计要解决的问题就是将通信理论和通信技术工程化,将通信设备有机地连接在一起,为用户提供优质的服务。现在的通信网络处于快速扩展阶段,如何充分地利用网络资源是通信网络工程设计要解决的关键问题。

中网华通设计咨询有限公司经过近十年的发展,已经成为可提供通信系统工程勘察设计、网络优化、企业管理和项目咨询、通信和电子工程施工、通信和电子工程监理等业务的综合电信服务商,为多家电信运营商提供过优质的通信工程等服务。

中网华通设计咨询有限公司的目标是为运营商提供综合性的技术服务,首先是提供综合性的通信工程勘察设计服务,将网络规划、无线网络、信息与交换网络、线路与传输通信工程、通信电源及其他辅助设施的设计和技术咨询业务有机地综合起来,为客户提供全方位的服务;其次是将通信系统工程勘察设计业务与通信网络优化业务综合在一起,有通信系统工程勘察设计做基础,使得通信网络优化业务更有优势,而通信网络优化的经验又反过来对通信系统工程勘察设计有指导作用;第三是将通信项目规划与投资咨询业务与上述两项业务有机地综合在一起,使通信项目规划与投资咨询更具有前瞻性、科学性。

现在国内通信市场竞争激烈,通信网络规划与设计市场的竞争也非常激烈,作为为通信运营商提供设计、咨询服务的中网华通设计咨询有限公司,只有不断提升技术水平,才能在电信设计、咨询市场占有一席之地,并更好地为客户提供优质的服务。公司采用多种

方式来提高员工的技术水平和设计水平,并取得了很好的效果。2004年10月实施了为期1年的“双百计划”。“双百计划”的目标就是对通信技术进行专题研究,培养出一批各专业的技术带头人。本论文集就是“双百计划”中评选出来的优秀论文。

本论文集集中的作者均为中网华通设计咨询有限公司的设计人员,多年来承担了大量的网络工程设计,他们既有理论基础,又有实际工作经验,大多数论文是实际工作经验的总结,是现代通信工程设计实践的总结。

本论文集集中的论文涵盖了通信网络规划、无线网络设计、信息与交换网络设计、线路与传输通信工程设计、通信电源及其他辅助设施的设计等专业。它包括无线通信网络、核心网络、传输网络以及电源与配套方面的规划与设计,无线网络性能评估及网络优化。在无线通信网络中涵盖了 GSM、CDMA 网络,以及 3G 中的 WCDMA 和 TD-SCDMA 无线网络。

相信这本论文集对提高中网华通设计咨询有限公司的设计水平,提高我国通信网络工程设计水平能起到应有的作用。

由于现代通信技术的发展日新月异,加上我们的水平所限,文章中难免有各种缺憾和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2006年11月于北京

目 录

1. CDMA 多载波网络设计	1
2. CDMA 直放站设计	15
3. WCDMA 扰码规划	32
4. WCDMA 接口及链路计算	41
5. TD-SCDMA 无线网络组网方案	58
6. 半速率语音信道在提高 GSM 网络容量上的研究与应用	70
7. GSM900/DCS1800 双频网间平衡	85
8. GSM 网络测试与评估	95
9. 小区覆盖技术发展研究	107
10. 中国联通综合业务网 (MISN) 与下一代网络 (NGN) 比较综述	114
11. 话务模型取定及主机处理能力的计算	129
12. 电信应用软件体系结构与实现方法——联通 CDMA 计费系统	144
13. 网络安全产品的统一和融合	164
14. MSTP 传输设备在本地传输网中的应用	177
15. 传输网综合网管系统的设计	193
16. 挖、填光缆沟等的定额量的计算	204
17. 移动通信基站太阳能电源系统的设计	236
18. 非对称管制政策对电信资费的影响	248

1. CDMA 多载波网络设计

李 洋

摘要: 本文着重分析了多载波的演进和多载波技术应用时的考虑因素, 为工程设计提供了依据, 并着重探讨了在 CDMA 网络设计时, 如何考虑终端的接入方式、业务信道的分配和切换算法等解决方案。

关键词: CDMA; IS-95A; CDMA 1X; 多载频配置; 守候方式; 信道分配; 硬切换接入策略; 切换算法; 伪导频

1. 引言

CDMA 技术在中国商用已经四年, 得到了飞速的发展。目前中国 CDMA 网络的用户突破了 3400 万用户, 成为世界第一大 CDMA 网。

随着移动通信业务的不断发展, 无线网络需要通过扩容来满足这种增长需求。CDMA 有多种扩容方式, 包括在原有基础上增加功率、增加新扇区和新载波来实现。虽然增加新基站可以在很大程度上解决容量问题, 但是考虑到建设成本和对已部署基站的可能影响, 采用这种方式需要慎重考虑。在网络建设初期, 随着用户数的增长, 运营商可以不新增载波, 通过对现有基站进行最大限度的扩容来满足本期话音及数据容量的需求, 如此可以对现有网络进行平滑的过渡, 工程量相对较小。但是当用户语音及数据增加产生的无线话务密度超过单载波基站在满足覆盖的前提下所能提供的容量密度时, 使用多载波便成为一种有效的基站扩容途径。

2. 多载波分析

2.1 多载波网络演进

在网络建设的初期, 虽然直接规划多载波网络可以解决覆盖和容量的长期需求, 但是考虑到建设成本, 运营商还是会选择建设单载波网络满足网络运营初期的低业务容量需求。在这个阶段满足一定的网络覆盖率是网络建设的最主要目标, 所以基本以宏蜂窝基站为主, 边缘站为辅, 此外, 以微蜂窝基站解决热点地区的高容量业务需求。

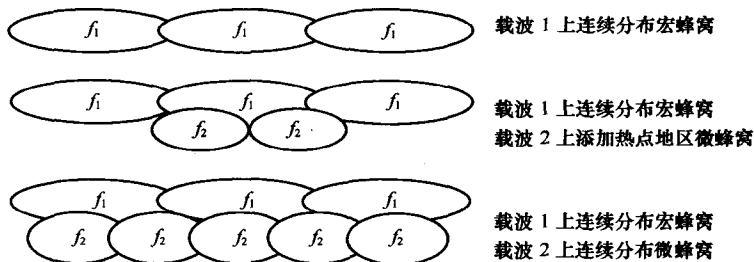


图1 多载波网络进化过程举例

随着新业务类型的开展和网络容量的增长,此时单载波网络开始出现局部负载过重现象。尤其是数据业务本身的突发性和高速率性,会占用较多的系统资源,导致系统资源紧张。在这些问题区域,给基站配置新载波可以解决区域性容量不足问题。通常设置第二载波为孤岛型多载波分布,即第二载波在一个小区域内连续分布。在这种多层网络结构的载波边界,存在两种频率间硬切换的方式:同扇区载波间切换(Handdown)和不同扇区载波间的切换(Handover)。

第三个阶段是建立两个载波的宏蜂窝和微蜂窝多层结构。每个载波都可以提供连续的网络覆盖。运营商可以根据运营策略需要,选择每个载波承载的业务类型以及载波间业务分配方法。在这个阶段,如果需要增加第三个载波,既可以在宏蜂窝层也可以在微蜂窝层加入。宏蜂窝层还能够提供高速移动用户的连续覆盖,而不需进行过多切换。

随着网络建设的进一步深入,此时的网络建设目的就是要为用户提供高容量的无线网络。

2.2 CDMA 网络多载波配置

目前 CDMA 网络建设阶段中,在原有 IS-95A 技术的基础上,引入了 CDMA 1X 技术。CDMA 1X 和 IS-95A 可以共享信道,利用一个载波同时提供 IS-95A 和 CDMA 1X 系统的业务支持。但是随着 CDMA 1X 新数据业务的开展,往往会占用更多的系统资源,因此在热点区域需配置一个独立的 CDMA 1X 载波,提高该区域的业务支持能力。

按照上述原则,新增加的 CDMA 1X 系统和原 IS-95A 系统可能有三种关系,参见图 2。一类区域为市区热点区域,设置双载波(多载波)基站,其中,第二载波(多载波)为 CDMA 1X 信道,第一载波为 IS-95A/CDMA 1X 混插信道;二类区域为市区周围及县城等有数据需求区域,设置单载波基站,为纯 CDMA 1X 或 IS-95A/CDMA 1X 混插信道;三类区域为乡镇等暂时无数据需求区域,设置 IS-95A 单载波基站。随着网络的发展,数据需求的不断增长,IS-95A 设备将逐步淘汰,这时第一载波可以升级为 CDMA 1X 系统,对少量 IS-95A 移动台可以采取前向兼容的方式支持。三种方式的说明如下。

1. CDMA 多载波网络设计

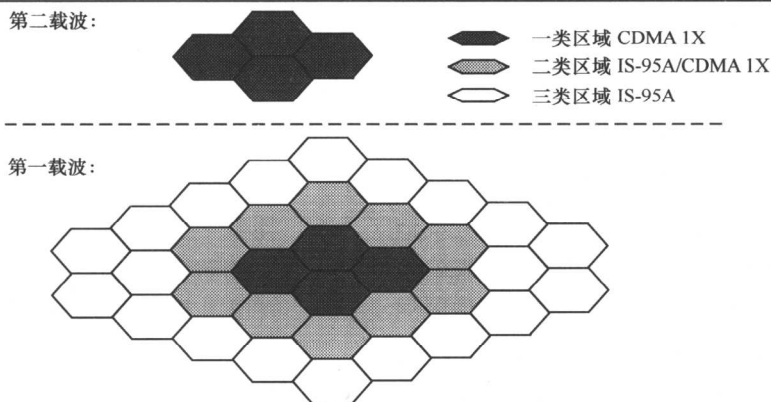


图2 CDMA 网络配置示意图

(1) 在话务量较高的地区,从容量角度来说,已经需要使用两个载波。对这类地区,应当首先对控制系统进行升级,增加新的 CDMA 1X 系统设备,包括新的载波和信道板。在控制信道上应当能够正确地指示支持 IS-95A 业务信道的载波和支持 CDMA 1X 业务信道的载波的位置。在分配业务信道的时候,应当能够根据移动台的类型、当前基站配置等信息灵活地分配 IS-95A 业务信道或 CDMA 1X 业务信道。原有的 IS-95A 设备(如信道板)应当可以在 CDMA 1X 的控制系统下工作。

为了保证 CDMA 1X 系统的性能(如容量),可以将 IS-95A 的业务信道集中到第一载波上,而将 CDMA 1X 的业务信道集中到第二载波上。

在这类地区,可能需要增加基站以解决覆盖问题。如果需要配置两个载波(如宏蜂窝),同样按照上述两载波配置,即控制系统统一为 CDMA 1X,第一载波的业务信道配置为 IS-95A,第二载波的业务信道配置为 CDMA 1X 系统。

(2) 在话务量不高,不需要使用两个载波,但对数据业务有需求的地区。由于需要支持数据业务,系统应当完全升级为 CDMA 1X 系统。在这个地区,IS-95A 和 CDMA 1X 混合在同一个载波中,可以支持 CDMA 1X 的数据业务,但 CDMA 1X 系统的性能(如容量等)将会受到限制。

(3) 在话务量不高,且对数据业务没有迫切需求的地区。由于对数据业务没有迫切的要求,所以不必强行升级为 CDMA 1X 系统,仍然可以使用原有的 IS-95A 系统。

当移动台开机或漫游进入一个新的基站覆盖区时,它将在第一载波信道寻求控制信道。在有 CDMA 1X 服务的地区(如上述一类地区),控制信道将分别指示 IS-95A 载波和 CDMA 1X 载波的位置。两种不同类型的移动台将根据这个指示分别进入各自的载波。

当支持 CDMA 1X 的移动台没有收到 CDMA 1X 载波位置指示时(如上述三类地区),它将进入 IS-95A 的载波中,工作在前向兼容状态。

当移动台在不同类型的区域中移动时,会发生不同类型的切换。

- 一类和二类地区的 CDMA 1X 系统配置在不同的载波上, 而软切换只能在同一类地区内部实现, 所以两类地区之间移动的 CDMA 1X 移动台需要使用不同载波间的硬切换;

- 从二类地区进入三类地区时, CDMA 1X 移动台需要执行 1X 技术到 IS-95A 技术间的切换;

- CDMA 1X 的移动台, 当其从三类地区进入一类和二类地区时, 由于在三类地区是工作在前向兼容状态, 所以切换过程是采用 IS-95A 技术的软切换过程;

- 对于 IS-95A 移动台, 在各类地区间漫游将始终使用 IS-95A 技术进行切换。

2.3 多载波容量分析

多载波对于系统的影响不仅取决于系统是上行受限还是下行受限, 还取决于载波之间的功率分配策略以及资源管理算法是否支持载波间的负载平衡调度。虽然配置多载波能够充分利用网络资源, 但是运营商通常从硬件成本以及实施复杂度的角度考虑, 选择在小区不能满足容量需求的时候才会考虑增加载波。

多载波对于业务覆盖的影响很大程度上取决于小区原有的上行链路负载。只能在原小区上行链路负载较重的情况下, 才能体现多载波对于覆盖性能的改进效果。新载波的增加可以减小每个载波的上行链路负载, 因此会改进网络覆盖性能。

当基站下行容量受限时, 通过多载波共享基站发射功率可以实现系统容量的最大化。例如, 两个配置为 10W 的载波能够提供的容量要比一个 20W 的载波所能提供的容量大, 所以不需增加总发射功率即可解决容量受限问题。

多载波间的业务分配是影响多载波性能的一个重要因素。一种分配方法是非业务平衡方法, 即当新的用户呼叫到达时, 如果发现第一载波的容量已经达到设计容量上限 (通常为理论上限的 70%), 那么将该用户分配到第二载波, 依次类推, 直至所有的载波均达到容量上限时, 就会发生呼叫阻塞。第二种分配方法时业务平衡方法, 即当新用户呼叫到达时, 选择需分配功率最小的载波进行接入。当所有的载波同时达到功率过载时, 出现呼叫阻塞。经过仿真, 发现采用业务平衡算法的多载波网络容量扩容效果更好, 从负载和发射功率角度来看, 空中接口的资源利用率最高。

如果增加一个配置完全相同而且独立的新载波, 那么容量至少会翻倍。如果再考虑载波间负载平衡带来的中继效率增益, 那么容量将大于单载波的两倍。每个新增加的载波都占用相同的带宽, 而且载波之间的干扰比较小, 可以忽略。在新增载波之后, CDMA 系统的容量究竟能够达到多少, 这是备受关注的一个问题。对于运营商来讲, 能够知道加载波之后的增容速率, 就可以对第二载波和第三载波进行扩容规划。

在以往的多址系统中, 比如在 TDMA 或 FDMA 系统中, 小区信道数是不变的而且独立于其他小区的负载, 因此可以根据 Erlang B 公式计算容量。根据 Erlang B 公式, 在载波数成倍增加时, 小区承载的容量也会翻倍。但是 CDMA 不同于以往的多址系统, 系统的容

量不仅仅是由系统的信道资源决定，还取决于很多因素（FER、地物、小区负载、移动台分布以及其他小区的负载情况等），所以不完全符合 Erlang B 公式，只能通过系统仿真方式得到。

2.4 多载波边界分析

当考虑同时部署多个载波的情况，需要分析每个载波是否存在覆盖上不连续的区域，以及在该不连续区域内是否可以切换至其他载波，以保证整个系统的连续覆盖。

在 CDMA 网络规划过程中的多载波分析主要侧重于多载波边界分析，即对硬切换可能区域的分析。多载波切换门限是确定硬切换区域的重要因素。表 1 是硬切换门限的建议取值。

表 1 硬切换参数取定表

序 号	名 称	默 认 值	建 议 区 间
1	Handover 门限/dB	-6.0	-50.0~20.0
2	Handdown 门限/dB	-4.0	-50.0~20.0

目标载波的导频 E_c/I_0 低于 Handdown 门限，同时至少有一个来自同一扇区的其他载波的导频 E_c/I_0 大于 E_c/I_0 门限，则该位置属于 Handdown 的可能区域；如果同时至少有一个来自其他扇区的其他载波的导频 E_c/I_0 大于 E_c/I_0 门限，则该位置属于 Handover 的可能区域。

3. 多载波网络设计

上面我们已经初步了解了多载波网络的配置以及容量等情况，下面就在实际中多载波的网络设计作一简要描述。

实施多载波时，无线网的设计应综合考虑以下因素：终端的接入策略、业务信道分配、切换算法等。这些因素将直接影响多载频 CDMA 网络效能的发挥和网络的质量。

3.1 终端接入策略

考虑到国内 CDMA 系统的建设情况，多载波区域存在以下三种情况（以双载波为例）：

① 全部区域都存在第一载波，只在话务密度较高的市区中心等处存在第二载波，这是网络达到一定规模时一种常见的情况；

② 在不同的区域使用不同的单一载波，这有可能是不同的区域可用频点不同，或者解决两个区域间固有的干扰问题（如两个厂家设备系统间的干扰）；

③ 系统的全部区域均采用多个载波，这时的网络规模已经较大，故采用双载波。

现在国内同时存在 IS-95A 和 CDMA 1X 手机，因此系统采用的终端接入策略建议如下：

① 二载波区域：

手机开机时，系统根据移动台的版本号判定为 95 手机或 1X 手机，让 95 手机守候在

第一载波上,根据 Hashing 算法让 1X 手机随机守候在第一和第二载波上。当 95 手机发起呼叫或被叫时,占用第一载波,守候在第一载波上的 1X 手机发起语音呼叫或被叫时,占用第一载波,如果第一载波负载达到 80%时,新发起的语音主叫或被叫则占用第二载波。当守候在第二载波上的 1X 手机发起语音呼叫或被叫,占用第二载波,当守候在第一或第二载波上的 1X 手机发起数据呼叫时,都占用第二载波。

② 单载波区域:

手机开机时,全部守候在第一载波上,发起呼叫时,占用第一载波。

3.1.1 空闲状态时终端守候方式

在目前的多载频 CDMA 网络中,选用恰当的终端守候方式,主要是解决空中寻呼信道(PCH)资源紧张的问题。寻呼信道的资源占用包括移动终端的寻呼、注册、位置更新等消息内容和短信息的内容两个方面。可见,终端的数量以及用户的短信息量都将直接影响 PCH(寻呼信道)的使用情况。

在现有的网络技术水平支持下,移动终端空闲模式时的守候方式主要有以下 4 种:

(1) 所有终端均守候在第一频点(如 283 频点)

所有终端均守候在第一频点时,随着 CDMA 用户的逐渐增加,寻呼信道中的系统消息内容势必随之增加。虽然短信息的内容可以通过控制字节的长短,将字节数超出门限设定的短消息内容分摊到业务信道(TCH)传送,但在现有的设备情况和软件版本下,单一频点内支持多个 PCH 仍无法实现。这样,随着用户的增加,PCH 中传送的用户系统信息及短信息内容的总量将越来越多。如果不采用恰当的终端守候方式将这些消息内容分摊到不同载频上的 PCH 中,必然会造成某一频点 PCH 信道拥塞,从而严重影响网络质量。

由此可见,第一种方式无法满足目前多载频网络的要求,必须把终端分配到不同的频点上守候。

(2) 采用 Hashing 算法分配终端

Hashing 算法是根据终端的 ESN 号码以及当前网络中的频点数量,通过相关性算法计算守候的频点号,并将终端指配到该载频守候。

该算法在理论上将尽可能保持各载频守候终端数目的均衡,并且在条件不变的前提下,使计算结果始终唯一。

(3) 根据终端类型(Servers Option)分配终端

根据终端类型分配需要,在基本频点(如 283 频点)的寻呼信道中增加扩展信道列表信息(Extend CDMA Channel List Message)。IS-95A 终端无法识别扩展信道列表,所以只能按照基本信道列表信息(CDMA Channel List Message)提供的频点(如 283 频点)守候;1X 终端则忽略基本信道列表信息,根据扩展信道列表信息进行定向,从而指配到相应的 1X 载频(如 201 频点)守候,这样便能达到使不同类型的终端守候在不同载频上的目的。

(4) 采用 Hashing 和终端类型分配的组合算法分配终端

采用 Hashing 和终端类型分配的组合算法分配终端, 是上两种方法的组合, 主要用于载频数量更多的 1X 和 IS-95A 的混合系统, 可以更加灵活地按照设计思路指配终端守候的频点。

在这种方式下, IS-95A 终端按照基本信道列表信息中的频点组进行 Hashing 分配; 1X 终端按照扩展信道列表信息中的频点组进行 Hashing 分配。

3.1.2 守候方式选择

分配方式的选择最主要是看能否解决 PCH 资源紧张的问题。

采用 Hashing 算法分配终端时, 终端的寻呼消息会根据归属位置寄存器 (HLR) 中的位置区信息 (LAC), 由交换机 (MSC) 传送到相关的基站控制器 (BSC)、基站 (BTS) 群。每个 BTS 则根据该小区的载频配置, 采用 Hashing 算法计算出终端应该守候的频点, 并在该频点的 PCH 中发送寻呼消息。因此, 能够有效地解决单一频点 PCH 资源紧张的问题。

根据终端类型分配频点时, 由于系统设备中 (无论是 HLR 还是 MSC 等网元) 均没有记录终端类型的信息, 因此无线子系统 (BSS) 无法判断被叫终端的类型以及守候的频点, 系统发出的终端寻呼消息也只能在所有频点的 PCH 中同时发送。这样显然无法解决 PCH 资源紧张的问题, 达不到分摊寻呼信息的目的。这个问题的解决, 还需要各厂家在系统软件方面进行相应的修改和调整。

有鉴于此, 目前采用 Hashing 算法分配终端是较为简便、有效的方案。

3.1.3 可能存在的问题

网络采用 Hashing 算法的终端守候方式时, 在多载频的边界区还可能出现一个新问题。即终端在待机模式下, 由多载频区域移动到单载频区域 (如郊区、室内覆盖区域等) 时, 若原来终端被指配到 201 频点守候, 则该终端移动到单载频区域后, 由于 201 频点信号消失, 将会出现掉网现象。而终端将自动进行重新搜索, 并重新守候到基本频点 (283 频点)。重新搜索所需要的时间与终端的类型等有关。

对于这个问题, 目前还没有好的解决办法, 即使边界区域的基站设置有伪导频设备, 问题仍无法得到解决。因为伪导频信号中并没有控制信道, 终端也无法从中获取系统信息。

这种情况出现的比例比较低, 仅仅发生在边界区域, 而在这个短暂掉网的时间内被寻呼的概率更低, 因此相比不采用 Hashing 算法造成无线网络 PCH 拥塞而言, 对网络 and 用户感觉的影响都较小。但当用户沿多载频区的边界线移动时, 这种情况的发生将会比较频繁, 因此在网络设计时应慎重考虑多载频边界区的选取, 以保证网络质量。

此外, 采用 Hashing 算法的终端守候方式在具体应用时还可能遇到网络中存在少量旧版本终端不支持 Hashing 算法和不同厂家设备的支持情况不尽相同的问题。这样, 选择守候方式时还需要考虑网络的实际情况。