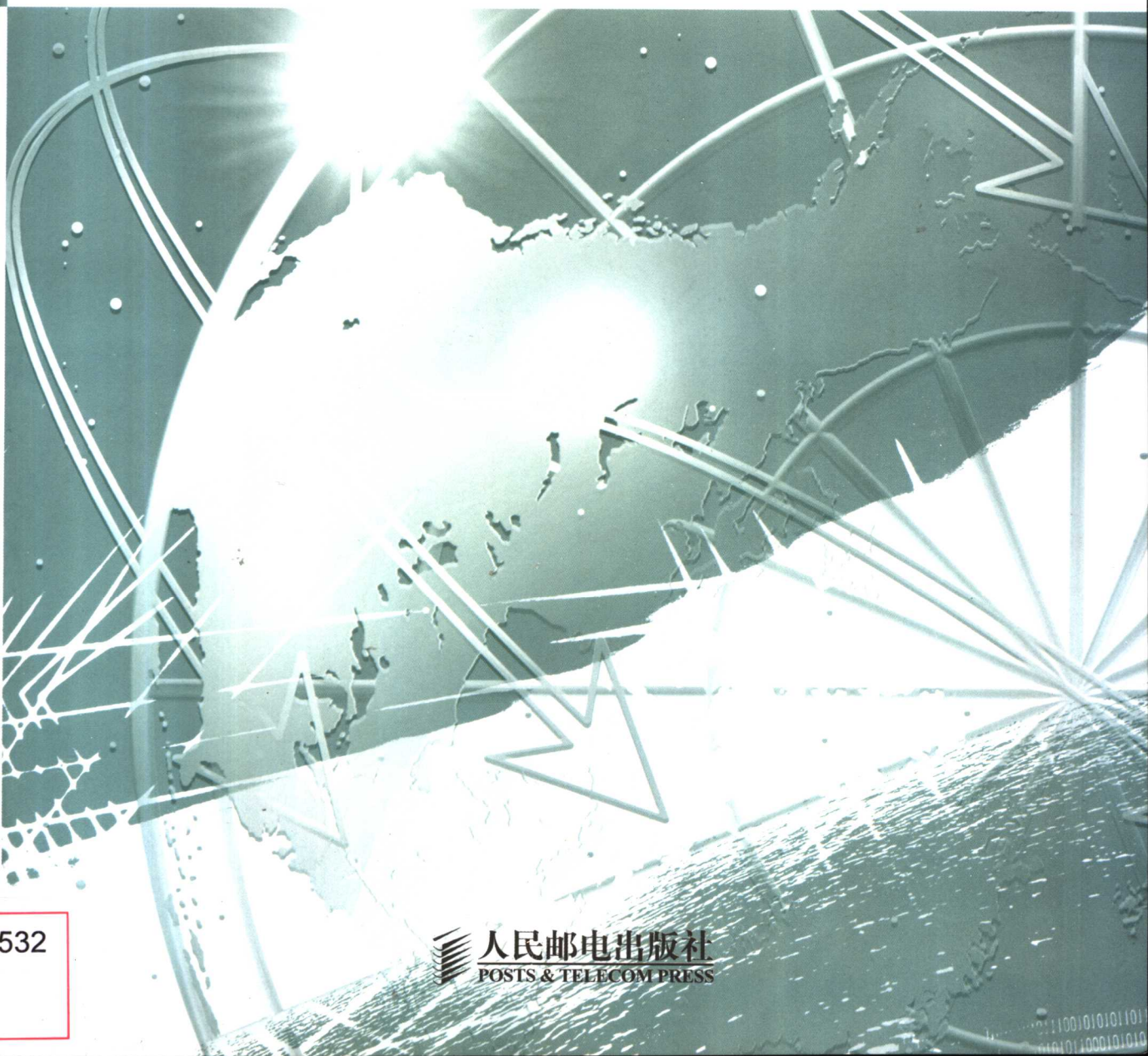


无线网络规划与优化技术丛书

# GSM

## 无线网络规划与优化

华为技术有限公司 编著



532

人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

110010101010101  
101010101010101

无线网络规划与优化技术丛书

# GSM无线网络规划与优化

华为技术有限公司 编著

人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

GSM 无线网络规划与优化/华为技术有限公司编.

北京: 人民邮电出版社, 2004.6

ISBN 7-115-12295-4

I.G… II.华… III.时分多址—移动通信—通信网—最佳化 IV.TN929.532

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 045015 号

### 内容提要

本书系统全面地介绍了 GSM/GPRS 无线网络规划与优化技术。全书共分为 11 章, 从 GSM 发展史、系统原理及信令流程入手, 接着依次介绍了无线传播理论、天线系统应用、GSM 无线网络规划、GSM 频率规划、GSM 参数设计与调整、GSM 无线网络优化、GSM-R 无线网络规划、GPRS 无线网络规划与优化, 最后对 WCDMA 无线网络规划技术进行了介绍。

本书内容实用, 理论联系实际, 是集体智慧的结晶。它适合于从事移动通信工作的工程技术、研究人员和通信管理人员阅读参考, 也可作为高等院校有关专业的课本或教学参考用书。

无线网络规划与优化技术丛书

### GSM 无线网络规划与优化

- ◆ 编 著 华为技术有限公司  
责任编辑 王建军
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京崇文区夕照寺街 14 号 A 座  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
读者热线 010-67132692  
地质印刷厂印刷  
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 28.25  
字数: 700 千字 2004 年 6 月 第 1 版  
印数: 1-4 000 册 2004 年 6 月 北京第 1 次印刷  
ISBN 7-115-12295-4/TN·2283

定价: 45.00 元

# 序

从第一代模拟移动通信系统到目前的第三代数字移动通信系统，蜂窝移动通信已经历了20余年的发展历程，无线网络规划与优化也伴随着移动通信技术的发展从无到有，从简单到复杂，一个新兴的产业正在兴起，这个产业始终紧紧地围绕着一个目标——在满足业务需求的前提下，平衡网络覆盖、质量和成本之间的关系。

无线网络规划与优化是一门理论和实践紧密结合的综合性技术，一个优秀的网络规划与优化工程师不仅需要扎实的通信理论基础，还需要熟悉各种制式的移动通信系统工作原理、技术体制、频谱规划、小区规划、通信协议、电波传播、电磁兼容理论和技术经济评价等知识，更需要有丰富的实际规划优化经验。

无线网络规划的目标在于充分利用频谱资源，周密规划，在满足业务需求的前提下，用最小的分期动态投入实现最大的技术经济效益。网络覆盖满足客户和技术规范双重要求，具有较强的前后向兼容能力；容量和质量满足市场需要，具有灵活的扩容能力和质量持续改进能力；网络的管理、控制、升级和换代都力求方便快捷；系统内和系统间具有良好的干扰协调措施；技术经济上兼顾企业经济效益和社会效益，有利于我国多运营商、多制式、多系统的共存和发展。

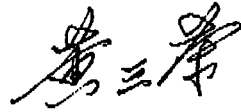
无线网络规划与优化是无线通信工程建设和运行的重要环节，其技术领域包括传送网、交换网、业务支撑网和无线接入网等；同时，项目投资财务评价决定着网络的经营效益和风险，也是网络规划与优化的重要课题；此外，还涉及国家相关技术政策、互联互通、法律法规以及网络安全等。正确地处理和平衡上述各种因素的关系是网络规划与优化的核心理念。“无线网络规划与优化技术丛书”为了解决无线网络规划的关键环节和技术，着重论述无线网络接入部分的规划与优化。

无线网络规划在系统容量和频谱资源确定的情况下，应充分掌握网络所在地域的业务模型、传播模型和干扰模型。业务模型的时空分布是网络分期建设时期评价的依据和基础，传播模型和干扰模型是平衡网络覆盖和质量的技术保证。一个技术先进、经济合理、高效优质的网络规划，必然是一个优化的网络规划。完善的规划将为持续的网优奠定良好的基础，而网优则是对网络运行质量的人为持续改进过程。

随着我国移动通信事业的蓬勃发展，运营商越来越重视无线网络规划与优化工作，并且不断地组建自己的网络规划与优化队伍。此外，由于网优市场巨大，国内已经出现了上百家专业网优公司。但是就系统地阐述网络规划与优化理论和技术的专业书籍来说，目前国内图书市场上还很少见，与我国移动通信事业的高速发展不相适应。

华为公司多年来持续投入了大量的人力和物力，从事无线网络规划与优化的研究，吸取全球多数无线运营商的网络规划与优化的丰富经验，形成了自己的网络规划与优化思路 and 理念。这次华为公司无线网络规划部的工程师在系统总结国内外实际工程经验的基础上，与业界专家

密切合作，编著了“无线网络规划与优化技术丛书”，系统地阐述了 GSM/GPRS、CDMA、WCDMA 网络规划与优化的理论和技术。希望通过该丛书的传播和应用能缩短国内网络规划与优化人才培养的周期，促进网络规划与优化产业的发展。



2004年3月于郑州

# 前 言

两年前，华为公司先后内部出版了《无线网络规划》和《GSM 无线网络规划与优化技术汇编》两本 GSM 网络规划与优化资料，受到业界专业技术人员的欢迎。为了向更多读者系统地介绍 GSM 无线网络规划优化技术，我们在原内部出版物的基础上，结合近两年来最新研究成果和实践经验，邀请业界专家一起进行修改、补充成“无线网络规划与优化技术丛书”共三册公开出版。《GSM 无线网络规划与优化》是这套丛书的第一册，此外还有《CDMA 无线网络规划与优化》和《WCDMA 无线网络规划与优化》两册。

自 20 世纪 80 年代初以来，蜂窝移动通信从第一代模拟蜂窝移动通信系统发展成第二代的数字蜂窝移动通信系统。作为欧洲数字蜂窝移动通信标准的 GSM 系统于 1991 年正式在欧洲面世，由于其公开的规范标准以及强大的漫游能力，GSM 获得了空前的发展。据全球移动通信系统协会估计：2004 年年初全世界 GSM 用户数达 10 亿，漫游超过 206 个国家和地区。GSM 系统主要提供语音业务和低速数据业务。与第一代移动通信系统相比，GSM 突出的特点是保密性好、抗干扰能力强、频谱效率高、容量大和平均频率复用系数达到 7 以下。

在今后较长的一段时间里，GSM/GPRS 网络将继续存在，提供话音业务和低速数据业务。因而，持续对 GSM/GPRS 网络进行优化和完善，系统地总结 GSM/GPRS 无线网络规划与优化经验为 3G 建设所用，是一项长期的任务。

无线网络规划的目标就是，在一定的成本下和满足网络服务质量的前提下，建设一个容量和覆盖范围都尽可能大的无线网络，并能适应未来网络发展和扩容的要求。网络规划是一项系统工程，从技术体制对比到无线传播理论的研究，从天馈系统设备指标分析到网络能力预测，从工程详细设计到网络性能测试以及系统参数调整优化，贯穿了整个网络建设的全部过程。大到技术体制覆盖容量特性、无线网络总体设计思想，小到每一个小区参数，都需要用到从有线通信到无线通信多方面的知识，需要积累大量的实际经验，所以网络规划又是一门综合技术。无线网络规划与优化技术是无线网络通信技术体系的核心部分之一。本书只是对 GSM 无线网络规划技术的通用和重要部分进行了介绍，希望有助于读者建立起无线网络规划与优化的整体概念和知识体系，其他众多相关知识还需要参考相关文献、书籍和 GSM 协议。

本书由华为技术有限公司的赵其勇和司法忠主笔。本书第 1、3、5 章由赵其勇撰写，第 2 章由孙正阳撰写，第 4、6 章由何群撰写，第 7 章由司法忠撰写，第 8 章由黎霞和司法忠撰写，第 9 章由李胜利撰写，第 10 章由董恒山撰写，第 11 章由陈静撰写。曾淑慧对第 5、6 章提供了宝贵意见，王勇翔和徐龙祥参与了本书的写作和审校，赵其勇和司法忠对本书全部书稿进行了统稿和审核。中讯邮电设计院的总工程师、中国工程设计大师黄三荣先生审阅了本书全部书稿并为本书作序，同时提出了许多宝贵意见。中国电波传播研究所的江长荫研究员审阅了本书第 3 章无线传播理论，提供了许多有益的参考意见。在此特别向两位老专家表示感谢！本书同时凝聚着关心和从事华为公司网络规划事业的所有同事的心血，是他们多年的努力和实践才有

了这本书的丰富内容。在这里，我们也感谢支持本书出版的人民邮电出版社。

在编写本书的过程中，我们还参考了业界专家、同行的著作，在此也一并致谢。

由于时间仓促和作者的水平有限，书中可能存在疏漏的地方甚至错误，敬请读者和专家同仁批评指正。

华为技术有限公司无线网络规划部

2004年5月于深圳

# 目 录

第 1 章 概述 .....	1
1.1 GSM 发展历史 .....	1
1.1.1 GSM 发展 .....	1
1.1.2 GPRS 发展 .....	1
1.1.3 向 3G 演进之路 .....	2
1.2 无线网络规划优化流程和难点 .....	3
1.2.1 无线网络规划优化流程 .....	4
1.2.2 无线网络规划难点 .....	5
第 2 章 GSM 系统原理及信令流程 .....	7
2.1 GSM 频段划分 .....	7
2.2 多址技术与逻辑信道 .....	7
2.2.1 GSM 多址技术 .....	7
2.2.2 TDMA 帧 .....	8
2.2.3 突发脉冲 .....	9
2.2.4 逻辑信道 .....	12
2.3 数据传输 .....	14
2.3.1 语音编码 .....	14
2.3.2 信道编码 .....	15
2.3.3 交织 .....	16
2.3.4 加密 .....	17
2.3.5 调制和解调 .....	18
2.4 时间提前 .....	18
2.5 系统消息 .....	19
2.6 小区选择与重选 .....	20
2.6.1 小区选择 .....	20
2.6.2 小区选择过程 .....	21
2.6.3 下行信令链路故障 .....	22
2.6.4 小区重选过程 .....	22
2.7 跳频技术 .....	23
2.7.1 跳频种类 .....	23
2.7.2 跳频算法 .....	25
2.7.3 跳频作用 .....	27



2.8	不连续接收模式 DRX 和不连续发射模式 DTX .....	28
2.8.1	DRX 和寻呼信道 .....	28
2.8.2	DTX .....	30
2.9	功率控制 .....	31
2.9.1	功率控制概述 .....	31
2.9.2	移动台功率控制 .....	32
2.9.3	基站功率控制 .....	33
2.9.4	功控处理过程 .....	33
2.10	立即指配流程 .....	34
2.10.1	网络许可及随机接入申请 .....	35
2.10.2	初始立即指配 .....	36
2.10.3	初始化消息 .....	36
2.10.4	立即指配异常 .....	37
2.11	鉴权加密流程 .....	38
2.11.1	鉴权流程 .....	38
2.11.2	加密流程 .....	40
2.11.3	TMSI 重新分配流程 .....	41
2.11.4	异常情况 .....	42
2.12	位置更新 .....	43
2.12.1	正常位置更新流程（跨位置区的位置更新） .....	43
2.12.2	周期性位置更新流程 .....	44
2.12.3	IMSI 附着和分离过程 .....	45
2.12.4	位置更新异常 .....	46
2.13	移动台主叫流程 .....	47
2.13.1	被叫号码分析过程 .....	48
2.13.2	话音信道指配过程（接续分配） .....	48
2.13.3	呼叫连接过程 .....	50
2.13.4	呼叫释放过程 .....	51
2.13.5	移动台主叫过程中的异常情况 .....	52
2.14	移动台被叫流程 .....	54
2.14.1	查询过程 .....	54
2.14.2	寻呼过程 .....	54
2.14.3	被叫的呼叫建立过程 .....	55
2.14.4	呼叫转移对路由的影响 .....	56
2.14.5	移动台被叫过程中的异常情况 .....	57
2.15	切换 .....	58
2.15.1	切换准备 .....	59
2.15.2	切换的种类 .....	61
2.15.3	切换流程分析 .....	62

2.15.4 切换异常情况 .....	69
2.16 呼叫重建 .....	70
2.16.1 呼叫重建功能 .....	70
2.16.2 移动台呼叫重建流程 .....	70
2.16.3 异常流程 .....	72
2.17 短消息流程 .....	72
2.17.1 SDCCH 上的短消息主叫流程 .....	72
2.17.2 SDCCH 上的短消息被叫流程 .....	73
2.17.3 SACCH 上的短消息主叫流程 .....	73
2.17.4 SACCH 上的短消息被叫流程 .....	73
2.18 小区广播 .....	74
2.18.1 小区广播业务实现 .....	75
2.18.2 BSC-BTS 消息发送方式 .....	76
<b>第 3 章 无线传播理论 .....</b>	<b>77</b>
3.1 无线传播基本原理 .....	77
3.2 无线传播环境 .....	78
3.2.1 频段划分 .....	78
3.2.2 快衰落与慢衰落 .....	78
3.2.3 传播损耗 .....	81
3.3 无线传播模型 .....	82
3.3.1 宏蜂窝模型 .....	84
3.3.2 COST231 Walfish Ikegami 模型 .....	86
3.3.3 地球曲率影响 .....	87
3.4 传播模型校正 .....	88
3.4.1 CW 测试原理 .....	88
3.4.2 CW 测试方法 .....	88
3.4.3 传播模型校正及实例 .....	89
3.5 多普勒效应及对切换的影响 .....	91
3.6 菲涅尔区 .....	93
<b>第 4 章 天馈系统应用 .....</b>	<b>95</b>
4.1 概述 .....	95
4.2 天线的基本概念 .....	95
4.2.1 天线的分类 .....	95
4.2.2 天线的工作原理 .....	96
4.2.3 天线的重要技术特性 .....	97
4.2.4 天线的分集 .....	101
4.2.5 天线波瓣宽度与增益之间的关系 .....	103
4.3 天线的倾角规划 .....	104
4.3.1 天线倾角设计 .....	104

4.3.2	实际运用 .....	106
4.4	天线的选择 .....	108
4.4.1	天线使用中存在的问题 .....	108
4.4.2	城区基站天线应用原则 .....	108
4.4.3	郊区基站天线应用原则 .....	109
4.4.4	乡村基站天线应用原则 .....	109
4.4.5	公路覆盖天线应用原则 .....	109
4.4.6	天线应用的其他考虑 .....	110
4.4.7	天线选用参考 .....	111
4.5	合分路单元 .....	111
4.5.1	合分路单元的原理 .....	111
4.5.2	合分路单元的配置 .....	113
4.6	塔顶放大器 .....	113
4.7	馈线 .....	114
4.8	分布式天线系统 .....	115
4.8.1	分布式天线系统的组成原理 .....	115
4.8.2	分布式天线系统的类型 .....	116
4.8.3	器件的关键技术指标 .....	118
4.9	天线新技术——智能天线简介 .....	121
4.9.1	智能天线 .....	121
4.9.2	智能天线的应用 .....	123
<b>第5章</b>	<b>GSM无线网络规划 .....</b>	<b>127</b>
5.1	概述 .....	127
5.2	规划依据 .....	128
5.2.1	覆盖容量目标确认 .....	128
5.2.2	性能目标确认 .....	129
5.3	覆盖分析 .....	130
5.3.1	区域划分 .....	130
5.3.2	无线环境勘测 .....	131
5.4	网络结构分析 .....	131
5.4.1	中层站 .....	131
5.4.2	高层站 .....	132
5.4.3	低层站 .....	132
5.5	话务分析 .....	132
5.5.1	话务预测与小区分裂 .....	132
5.5.2	话音信道分配 .....	134
5.5.3	控制信道分配 .....	136
5.6	基站数量确定 .....	138
5.6.1	城区三扇区基站特点 .....	138

5.6.2	部分基站参数设计参考 .....	140
5.6.3	上下行平衡 .....	140
5.6.4	小区覆盖估算 .....	145
5.6.5	基站布局规划 .....	147
5.6.6	覆盖预测 .....	147
5.7	站址详细设计 .....	148
5.7.1	站址设计 .....	148
5.7.2	工程参数确定 .....	149
5.8	位置区设计 .....	157
5.8.1	位置区定义 .....	157
5.8.2	位置区规划 .....	158
5.8.3	其他 .....	161
5.9	双频网设计 .....	161
5.9.1	组建双频网的必要性 .....	161
5.9.2	GSM1800 MHz 网络的覆盖方案 .....	162
5.9.3	双频网位置区划分 .....	164
5.9.4	双频网话务引导与控制 .....	165
5.9.5	双频网工程实施 .....	166
5.10	室内覆盖解决方案 .....	168
5.10.1	室内覆盖特点 .....	168
5.10.2	室内天线系统设计 .....	169
5.10.3	容量分析和设计 .....	174
5.10.4	频率规划 .....	176
5.10.5	话务控制 .....	176
5.11	隧道覆盖解决方案 .....	176
5.11.1	隧道覆盖特点 .....	176
5.11.2	隧道覆盖解决方案 .....	178
5.11.3	采用同轴分布式天线系统的隧道覆盖方案 .....	179
5.11.4	采用泄漏电缆系统的隧道覆盖方案 .....	181
5.11.5	不同长度隧道覆盖具体解决方案 .....	186
5.12	直放站规划 .....	188
5.12.1	直放站运用背景 .....	188
5.12.2	直放站工作原理 .....	190
5.12.3	直放站网络规划 .....	192
5.13	小结 .....	201
第 6 章	GSM 频率规划 .....	203
6.1	概述 .....	203
6.2	频率划分和载干比要求 .....	203
6.2.1	频率划分 .....	203

6.2.2	载干比	204
6.3	频率规划原则	206
6.4	常规频率复用技术	207
6.4.1	4×3 复用的载干比	207
6.4.2	10MHz 带宽 4×3 复用	208
6.4.3	19MHz 带宽 4×3 复用	209
6.4.4	6MHz 带宽 4×3 复用	209
6.4.5	4×3 复用小结	210
6.5	紧密的频率复用技术	210
6.5.1	3×3 频率复用方式	210
6.5.2	2×6 频率复用方式	212
6.5.3	2×3 频率复用方式	213
6.5.4	1×3 频率复用方式	214
6.5.5	1×1 频率复用方式	217
6.5.6	A+B 频率复用方式	217
6.6	同心圆技术	218
6.6.1	同心圆技术概述	218
6.6.2	普通同心圆 GUO	219
6.6.3	智能同心圆 IUO	219
6.6.4	同心圆技术的特点	220
6.7	多重频率复用 MRP 技术	221
6.7.1	基本原理	221
6.7.2	连续的 MRP 分组	223
6.7.3	间隔的 MRP 分组	224
6.7.4	MRP 技术的主要特点	225
6.7.5	MRP 与 1×3 复用方式的比较	226
6.8	各种频率复用方式容量比较	226
<b>第 7 章</b>	<b>GSM 参数设计与调整</b>	<b>227</b>
7.1	网络及小区识别	227
7.1.1	小区全球识别码	227
7.1.2	基站识别码	228
7.2	寻呼及接入控制参数	230
7.2.1	接入允许保留块数	230
7.2.2	相同寻呼间帧数编码	231
7.2.3	公共控制信道配置	232
7.2.4	扩展传输时隙数	233
7.2.5	RACH 最小接入电平	234
7.2.6	随机接入错误门限	234
7.2.7	接入控制等级	235

7.2.8	最大重发次数 .....	236
7.2.9	MS 最大发射功率控制等级 .....	236
7.2.10	功率偏移 .....	237
7.2.11	IMSI 附着和分离允许 .....	237
7.2.12	直接重试 .....	238
7.3	小区选择与小区重选的系列参数 .....	239
7.3.1	小区接入禁止 .....	239
7.3.2	小区禁止限制 .....	240
7.3.3	移动台允许接入的最小接收电平 .....	240
7.3.4	附加重选参数指示 .....	241
7.3.5	小区重选参数指示 .....	241
7.3.6	小区重选偏置、临时偏置和惩罚时间 .....	242
7.3.7	小区重选滞后 .....	243
7.4	影响网络功能的参数 .....	244
7.4.1	新建原因指示 .....	244
7.4.2	功率控制指示 .....	244
7.4.3	上行非连续发射 .....	245
7.4.4	下行非连续发射 .....	245
7.4.5	呼叫重建允许 .....	246
7.4.6	紧急呼叫允许 .....	246
7.4.7	早期类标发送控制 .....	246
7.5	跳频参数 .....	247
7.5.1	跳频序列号 .....	247
7.5.2	移动分配 .....	248
7.5.3	移动分配索引偏置 .....	248
7.6	距离控制参数 .....	249
7.6.1	呼叫清除 .....	249
7.6.2	TA 切换门限 .....	249
7.6.3	TA 限制 .....	249
7.7	无线链路失败过程和参数 .....	250
7.7.1	无线链路失效计数器 .....	250
7.7.2	SACCH 复帧数 .....	251
7.8	切换及切换相关参数 .....	252
7.8.1	PBGT 切换门限 .....	252
7.8.2	切换候选小区最小下行功率 .....	252
7.8.3	上行链路边缘切换门限 .....	253
7.8.4	下行链路边缘切换门限 .....	253
7.8.5	紧急切换下行链路质量限制 .....	253
7.8.6	紧急切换上行链路质量限制 .....	254

7.8.7	干扰切换上行链路质量门限 .....	254
7.8.8	干扰切换下行链路质量门限 .....	254
7.8.9	干扰切换上行链路接收功率门限 .....	255
7.8.10	干扰切换下行链路接收功率门限 .....	255
7.8.11	物理消息最大重复次数 .....	255
7.8.12	多频段指示 .....	256
7.8.13	允许的网络色码 .....	257
7.9	功控及其相关参数 .....	257
7.9.1	移动台最大发送功率 .....	257
7.9.2	下行功率增加接收电平阈值 .....	258
7.9.3	上行功率增加接收电平阈值 .....	259
7.9.4	下行功率增加接收质量阈值 .....	259
7.9.5	上行功率增加接收质量阈值 .....	260
7.9.6	下行功率减少接收电平阈值 .....	260
7.9.7	上行功率减少接收电平阈值 .....	261
7.9.8	下行功率减少接收质量阈值 .....	261
7.9.9	上行功率减少接收质量阈值 .....	262
7.9.10	功率控制间隔 .....	262
7.9.11	功率递增步长 .....	263
7.9.12	功率递减步长 .....	263
7.10	系统重要定时器和计数器 .....	263
7.10.1	参数 T3101 .....	263
7.10.2	参数 T3103 .....	264
7.10.3	参数 T3105 .....	264
7.10.4	参数 T3107 .....	265
7.10.5	参数 T3109 .....	265
7.10.6	参数 T3111 .....	266
7.10.7	参数 T3212 .....	266
7.10.8	参数 T3122 .....	267
7.10.9	参数 T3124 .....	267
7.10.10	T11 .....	268
7.10.11	T200 .....	268
7.10.12	N200 .....	269
<b>第 8 章</b>	<b>GSM 无线网络优化 .....</b>	<b>271</b>
8.1	网络优化流程 .....	271
8.2	网络优化工具 .....	272
8.2.1	测试手机 .....	272
8.2.2	路测软件 .....	272
8.2.3	信令分析仪 .....	273

8.2.4	网络优化软件	274
8.3	网络性能评估	274
8.3.1	DT 测试	275
8.3.2	CQT 测试	275
8.3.3	网络运行指标	276
8.4	话务统计指标分析	276
8.4.1	整体分析思路	277
8.4.2	掉话率高的分析	277
8.4.3	TCH 拥塞率高的分析	279
8.4.4	SDCCH 拥塞率高的分析	280
8.4.5	切换成功率低分析	281
8.5	网络问题解决	283
8.5.1	覆盖问题	283
8.5.2	干扰问题	290
8.5.3	掉话问题	296
8.5.4	切换问题	304
8.5.5	拥塞问题	308
8.5.6	其他问题	310
<b>第 9 章</b>	<b>GSM-R 无线网络规划</b>	<b>313</b>
9.1	概述	313
9.2	GSM-R 基本业务功能介绍	313
9.2.1	eMLPP 业务	313
9.2.2	VGCS 业务	314
9.2.3	VBS 业务	314
9.3	GSM-R 小区设计	314
9.4	GSM-R 天线的选择	315
9.5	GSM-R 覆盖设计	315
9.5.1	小区覆盖重叠设计要求	316
9.5.2	GSM-R 弱场覆盖解决	316
9.6	列车出入隧道切换分析	317
9.7	GSM-R 频率规划	317
9.7.1	干扰分析	317
9.7.2	GSM-R 频率规划分析	318
9.8	GSM-R 容量规划	320
9.8.1	点对点用户容量	321
9.8.2	组呼呼叫容量	321
9.8.3	广播呼叫容量	322
9.8.4	数据业务	322
9.8.5	GSM-R 一般车站话务量	323



9.9	GSM-R 网络规划特殊参数 .....	323
9.10	GPRS 在 GSM-R 中的应用 .....	323
9.11	GSM-R 业务发展 .....	324
<b>第 10 章</b>	<b>GPRS 无线网络规划与优化 .....</b>	<b>325</b>
10.1	GPRS 基本原理 .....	325
10.1.1	网络结构及实体功能 .....	325
10.1.2	业务功能及编号计划 .....	329
10.1.3	主要接口及相关协议 .....	340
10.1.4	无线信道及重要特性 .....	345
10.1.5	系统消息及主要流程 .....	352
10.1.6	参数说明及优化应用 .....	365
10.2	GPRS 网络规划 .....	370
10.2.1	容量规划 .....	371
10.2.2	覆盖规划 .....	376
10.2.3	频率规划 .....	378
10.3	GPRS 网络优化 .....	379
10.3.1	网络优化目标及原则 .....	380
10.3.2	网络优化指标 .....	380
10.3.3	网络优化问题分析 .....	384
<b>第 11 章</b>	<b>WCDMA 无线网络规划简介 .....</b>	<b>387</b>
11.1	第三代系统中的 WCDMA .....	387
11.1.1	WCDMA 的技术特点 .....	387
11.1.2	WCDMA 与 GSM 空中接口的区别 .....	388
11.2	WCDMA 系统原理 .....	388
11.2.1	WCDMA 系统网络构成 .....	389
11.2.2	WCDMA 关键技术 .....	391
11.3	WCDMA 业务特性 .....	402
11.3.1	WCDMA 业务分类 .....	402
11.3.2	不同业务阻塞率计算方法 .....	403
11.4	WCDMA 与 GSM 网络规划比较 .....	404
<b>附录 A</b>	<b>GSM 协议导读 .....</b>	<b>409</b>
A.1	Um 接口相关协议 .....	409
A.2	Abis 接口相关协议 .....	410
A.3	A 接口相关协议 .....	410
A.4	GPRS 相关协议 .....	410
A.5	UMTS RTT 主要相关协议 .....	411
<b>附录 B</b>	<b>GSM 系统常用定时器 .....</b>	<b>413</b>
B.1	无线资源管理的定时器 .....	413
B.2	移动性管理的定时器 .....	414