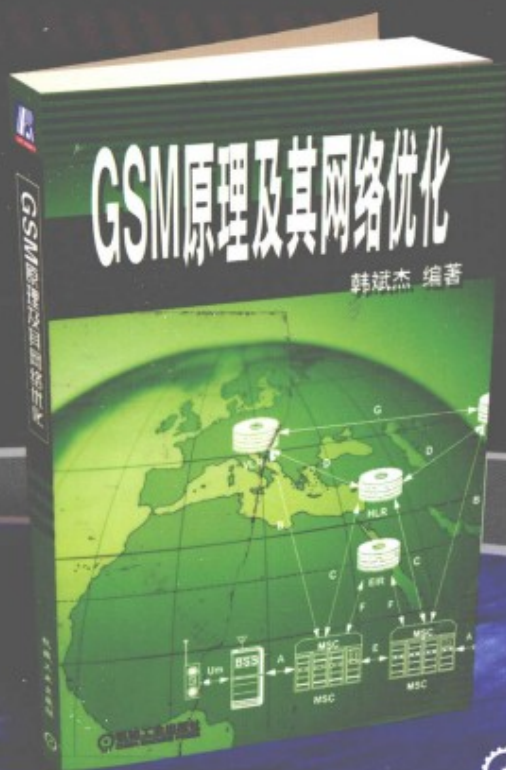


第2版

GSM原理 及其网络优化

韩斌杰 杜新颜 张建斌 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

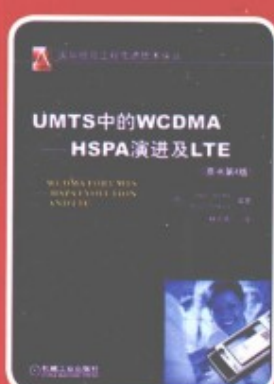
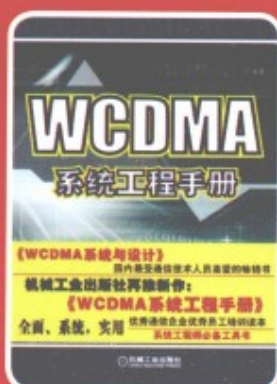
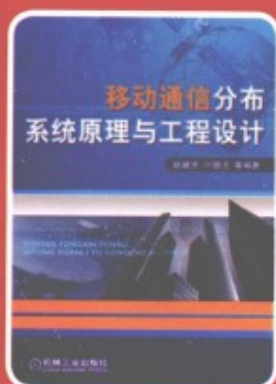


本书第1版自出版以来已经重印9次,深受从事GSM网规、网优、维护、研究、设计等专业人员的喜爱,并得到了他们的肯定,在此对广大读者对本书的厚爱表示衷心的感谢。

GSM技术经过这几年发展已经进入了十分成熟的阶段,为了进一步充实、丰富、完善本书的内容,作者结合生产实践在第1版的基础上对本书进行了修订,增加的章节分别是:

- ◎第3章第7节 短信流程分析
- ◎第8章 直放站原理及工程
- ◎第9章 网络测试
- ◎第10章 交换优化
- ◎第11章 3G引入后对GSM的影响

同时对第5章、第7章和部分图表进行了修订。



UMTS中的WCDMA——HSPA演进及LTE (原书第4版)
移动通信分布系统原理与工程设计
WCDMA系统工程手册
TD-SCDMA网络规划与工程
TD-SCDMA移动通信系统——增强和演进

ISBN 978-7-111-09111-0

策划编辑: 吉玲

封面设计: 鞠杨

编辑热线: (010)88379639

Email: jingcnp@163.com

地址: 北京市百万庄大街22号 邮政编码: 100037
联系电话: (010)68326294 网址: <http://www.cmpbook.com> (机工门户网)
(010)68993821 E-mail: cmp@cmpbook.com
购书热线: (010)88379639 (010)88379641 (010)88379643

定价: 43.00元

上架指导: 工业技术 / 通信技术

ISBN 978-7-111-09111-0



TN929.532/9

GSM 原理及其网络优化

第2版

韩斌杰 杜新颜 张建斌 编著

吴俊岭 审校



机械工业出版社

本书主要从 GSM 原理和网络优化的角度出发, 首先通过对 GSM 移动通信系统的组成、优化流程、无线接口理论的介绍, 使得用户对 GSM 网络原理有一定的理论基础。随后通过对呼叫处理流程的分析、信令协议的介绍, 将 GSM 的 BSS 部分和 NSS 部分有机地结合起来, 使得读者对移动台和网络针对各种通信需要的信令传输过程有了一个全面、深入的认识, 这一部分是 GSM 网络优化所必备的理论知识, 对于初学者来说该部分有一定的深度和难度, 需要逐步地在实践中去摸索才能深刻理解。接着较为详细地介绍了和网络优化实践操作相关的知识, 包括常用参数的优化调整、网络优化中应注意的部分问题、网络故障的处理、直放站相关知识、网络测试、交换优化等, 这一部分是 GSM 网络优化理论的应用和实践。本书附有大量实例, 可以使读者在面对各种疑难的网络故障时找到解决问题的突破口。最后介绍了 3G 引入后对 2G 的影响, 可以使读者对 2G/3G 协同优化的重点和难点有一个初步的认识。

本书较侧重于实用性, 对于广大从事 GSM 网络规划、优化、维护、研究和管理等人员有较强的可读性。

图书在版编目 (CIP) 数据

GSM 原理及其网络优化 / 韩斌杰, 杜新颜, 张建斌编著.
—北京: 机械工业出版社, 2009.1 (2009.4 重印)
ISBN 978-7-111-09111-0

I. G... II. ①韩...②杜...③张... III. 时分多址—移动通信—通信网 IV. TN929.532

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 192912 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 吉 玲 (E-mail: jiling@mail.machineinfo.gov.cn)
责任印制: 乔 宇
北京四季青印刷厂印刷 (三河市兴旺装订厂装订)
2009 年 4 月第 2 版第 2 次印刷
184mm×260mm·22.75 印张·729 千字
标准书号: ISBN 978-7-111-09111-0
定价: 43.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294
购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话: (010) 88379768
封面无防伪标均为盗版

第 1 版前言

GSM 是一个开放的标准系统,自 1992 年投入商用以来,GSM 标准得到不断验证,而且稳步发展,现已到了 2+阶段。这一阶段的核心问题就是数据通信,包括承载业务和 115kbit/s 分组交换数据业务,另外,GSM 将成为最复杂的移动电话系统——覆盖整个地球的卫星系统的基础。GSM 正在不断进入新的应用领域,如开发微蜂窝、微微蜂窝基站,为室内商业环境提供无缝无线接入。

GSM 系统一开始就是从数字化的角度进行设计的,系统采用了模块化结构,若需要提供新业务,只要进行版本升级,增加部分必要的模块,不需对系统进行大的更换,也不用进行大规模的网络重新规划,具有很大的便利性。

为适应因特网和多媒体通信发展的需要,具有更宽带宽、更高速率的第三代移动通信应运而生,国际电联将其称为 IMT2000。第三代技术,使用 WCDMA 空中接口,基于 GSM 网络结构,能利用现有 GSM 基础设施,提供与现有网络完全兼容的高速数据业务,因此,GSM 标准具有非常光明的前景。

随着我国国民经济的提高,人们的消费意识也在发生着翻天覆地的变化,用户对移动网络性能的要求已经越来越高。而且随着我国改革的深入,不同网络运营商之间的竞争也越来越激烈。因而网络质量的好坏已经越来越被人们所重视,这就要求网络维护工作者们将工作重点从以前单纯的设备维护转移到更高层次的网络优化上来,而目前市场上关于 GSM 网络优化的书籍却少之又少,这就远远不能满足网络优化工作者们的需要。本书就是针对这种情况,根据笔者从事移动通信网络优化工作的多年实践经验和理论研究,特意编写而成的,希望能给大家在日后的工作中提供一些参考。

本书系统全面地介绍了 GSM 数字移动通信的基本原理、主要技术,重点倾向于网络优化技术,并结合 GSM 网络共性和突出的疑难问题进行分析解决,具有理论性和应用性相结合的特点。并且通过对信令的详细阐述,将交换网络和基站网络有机地结合起来,有助于让读者对整个移动网络有全面性的认识,以便在网络出现故障时,能准确地进行故障定位,并确定优化措施。全书共分为七章,第 1 章 GSM 移动通信系统及优化概述,主要介绍了 GSM 系统的构成及网络优化的流程;第 2 章 GSM 无线接口理论,主要介绍了无线接口的主要技术,如时分多址技术、跳频技术、源数据的传输过程、DTX 技术等等;第 3 章呼叫处理过程分析,主要介绍了移动台和网络之间信令的主要流程分析,如小区的选择和重选过程、MS 主叫信令流程分析、被叫信令流程分析、位置更新信令流程分析、切换信令流程分析、无线链路的控制等等;第 4 章信令协议,主要介绍了 GSM 系统的内部接口以及与其他网络的接口所使用的信令协议,还介绍了 GSM 信令网结构、信令网路组织、信令点编码方案等等;第 5 章参数优化,主要介绍了主要系统参数及工程参数的设置原则及优化方案;第 6 章 GSM 优化应注意的部分问题,主要介绍了 GSM 比较深层的原理以及网络优化过程中应注意的部分事项,本章较侧重于网络优化理论的应用;第 7 章网络故障分析,在本章中主要介绍了在网络优化过程中常见的故障分析并提出具有针对性的故障处理和网络优化方法以及用户投诉热点问题的分析。本书还有四个附录,列出了 GSM 常见缩写的含义、各种呼叫处理信令流程的附图、各种信令报文和 MAP 业务的主要内容和功能及系统计时器的介绍。本书主要适合从事 GSM 数字通信规划、网络优化、研究、设计和维护的工程技术人员与管理人员进行参考。

笔者在编著本书过程中,借鉴了大量国内外关于 GSM 的行业标准、技术文件及资料,并结合了笔者在从事 GSM 网络优化的理论研究和实践中所总结出的经验。同时,郭强、柳延强、尚建书同志也为此书出版作出了大量工作,在此表示由衷的感谢。由于笔者水平有限而且时间仓促,书中错漏在所难免,希望广大同行专家指正。

编著者

第 2 版前言

本书第 1 版自出版以来已经重印 9 次，深受从事 GSM 网络规划、网络优化、网络维护、通信研究、设计等专业人员所喜爱，并得到了他们的肯定，在此对广大读者对本书的厚爱表示衷心的感谢。

GSM 技术经过这几年的发展已经进入了十分成熟的阶段，为了进一步充实、丰富、完善本书的内容，作者结合生产实践在第 1 版的基础上对本书进行了修订，增加的章节分别是：第 3 章的 3.7 节短消息流程分析、第 8 章直放站原理及工程、第 9 章网络测试、第 10 章交换优化及第 11 章 3G 引入后对 GSM 网络优化的影响，并对第 5 章、第 7 章和部分图表进行了修订。

新增部分的主要内容如下：第 8 章主要阐述了部分常见直放站和塔放的工作原理以及直放站的工程建设；第 9 章讲述了网络质量评估的主要内容及网络测试的内容和优化案例；第 10 章介绍了交换优化的基础知识、优化分析手段以及交换无线协同优化的主要内容；第 11 章以 WCDMA 为例，介绍了 3G 与 2G 协同优化的原则和案例。其中第 8 章和第 9 章由张建斌编写，第 10 章和第 3 章 3.7 节由杜新颜编写，其余部分由韩斌杰编写。全书由吴俊岭负责审校。此外，江振波也对本书的修订提出了许多有价值的建议，在此表示感谢。

由于作者水平的限制，本书难免有不妥及差错之处，恳请读者指正。

作 者

目 录

第 1 章 GSM 移动通信系统及优化概述	1
1.1 GSM 数字移动通信的发展	1
1.2 GSM 数字移动通信系统	2
1.2.1 GSM 系统的基本特点	2
1.2.2 GSM 系统的组成	2
1.2.3 GSM 系统的业务功能	4
1.3 GSM 系统的编号计划	6
1.3.1 移动用户号码 (MSISDN)	6
1.3.2 国际移动用户识别码 (IMSI)	7
1.3.3 临时移动用户识别码 (TMSI)	7
1.3.4 移动用户漫游号码 (MSRN)	7
1.3.5 位置区识别码 (LAI)	7
1.3.6 全球小区识别码 (CGI)	8
1.3.7 基站识别色码 (BSIC)	8
1.3.8 国际移动设备识别码 (IMEI)	8
1.4 GSM 系统的移动网络功能	9
1.5 GSM 网络优化	9
1.5.1 网络优化的概念	9
1.5.2 网络优化的安排及实施	10
1.5.3 日常优化措施	13
1.5.4 无线网络质量测试	14
第 2 章 GSM 无线接口理论	15
2.1 工作频段的分配	15
2.1.1 我国 GSM 网络的工作频段	15
2.1.2 频道间隔	15
2.1.3 频道配置	15
2.1.4 干扰保护比	16
2.2 时分多址技术 (TDMA)	16
2.2.1 TDMA 信道的概念	16
2.2.2 TDMA 帧	18
2.2.3 突发脉冲序列 (Burst)	18
2.2.4 逻辑信道与物理信道之间的对应关系	20
2.2.5 系统消息介绍	22
2.3 移动环境中的电波传播	23
2.3.1 陆地移动通信环境的特点	23
2.3.2 信号在无线路径上的衰落	23

2.3.3	无线信号的传播损耗	26
2.3.4	信号传播的其他特性	27
2.3.5	分集接收	27
2.4	移动台和基站的时间调整	28
2.5	跳频技术	29
2.5.1	跳频的种类及各自实现的方法	29
2.5.2	跳频的优点	30
2.5.3	跳频序列	30
2.6	源数据的传输过程	31
2.6.1	语音编码	31
2.6.2	信道编码	32
2.6.3	交织技术	33
2.6.4	突发脉冲的形成	35
2.6.5	加密	35
2.6.6	调制和解调	35
第 3 章	GSM 主要信令过程分析	36
3.1	小区的选择与重选	36
3.1.1	过程描述	36
3.1.2	小区选择过程	36
3.1.3	小区重选过程	37
3.1.4	网络对处于空闲模式下 MS 的影响	38
3.1.5	不连续接收模式 DRX 和寻呼信道的定义	38
3.2	立即指配程序	39
3.2.1	信道申请	39
3.2.2	初始信道的分配	40
3.2.3	初始化报文	42
3.2.4	立即指配程序中遇到的异常情况	42
3.3	鉴权加密过程	43
3.3.1	鉴权过程	44
3.3.2	加密程序	45
3.3.3	TMSI 再分配程序	47
3.3.4	识别程序	48
3.3.5	IMSI 分离程序 (IMSI DETACH)	49
3.4	位置更新	49
3.4.1	位置区的概念	49
3.4.2	位置更新的概念	50
3.4.3	正常位置更新流程 (越位置区的位置更新)	50
3.4.4	IMSI 附着过程	51
3.4.5	周期性位置更新过程	51
3.4.6	一般位置更新程序概述 (规范)	52
3.5	MS 主叫信令流程分析	54
3.5.1	呼叫建立程序	54
3.5.2	呼叫释放过程	59

3.6 MS 被叫信令流程分析	61
3.6.1 查询过程	61
3.6.2 寻呼过程	62
3.6.3 被叫的呼叫建立过程	63
3.6.4 呼叫转移等补充业务对路由建立的影响	64
3.7 短消息流程分析	65
3.7.1 概述	65
3.7.2 短消息中心	65
3.7.3 手机提交短消息流程	65
3.7.4 手机接收短消息流程	66
3.7.5 Alert_SC 流程	67
3.8 无线链路控制	68
3.8.1 无线链路故障	68
3.8.2 呼叫重建	70
3.9 切换	73
3.9.1 切换过程	73
3.9.2 切换准备	73
3.9.3 触发切换的原因	75
3.9.4 切换的种类	77
3.9.5 切换流程分析	77
3.10 功率控制与不连续发射	85
3.10.1 功率控制	85
3.10.2 不连续发射	87
第 4 章 信令与协议	89
4.1 信令协议概述	89
4.1.1 接口与协议	89
4.1.2 GSM 通信系统内部接口	90
4.1.3 无线接口信令协议	91
4.1.4 A 接口信令协议	91
4.2 链路层信令协议	92
4.2.1 帧结构	92
4.2.2 检错和纠错	93
4.2.3 复用	94
4.2.4 流量控制	94
4.2.5 LAPD 和 LAPDm 帧比较	94
4.3 网络层信令协议	95
4.3.1 BSS 网络层	95
4.3.2 NSS 网络层	98
4.4 GSM 信令网	100
4.4.1 信令网络结构	100
4.4.2 信令网络组织	100
4.4.3 信令点编码方案	101
4.4.4 信令网寻址方式	102

第5章 参数优化	103
5.1 概述	103
5.1.1 无线参数调整的类型	104
5.1.2 本章的研究内容	104
5.2 网络识别参数	105
5.2.1 移动国家号 (MCC)	106
5.2.2 移动网号 (MNC)	106
5.2.3 位置区码 (LAC)	107
5.2.4 小区识别 (CI)	107
5.2.5 网络色码 (NCC)	108
5.2.6 基站色码 (BCC)	109
5.3 系统控制参数	109
5.3.1 IMSI 结合和分离允许 (ATTACH DETACH ALLOWED, ATT)	110
5.3.2 公共控制信道配置 (CCCH CONF)	111
5.3.3 接入准许保留块数 (BS AG BLKS RES)	112
5.3.4 寻呼信道复帧数 (BS PA MFRMS)	112
5.3.5 周期位置更新定时器 (T3212)	114
5.3.6 小区信道描述 (Cell Channel Description)	115
5.3.7 无线链路超时 (Radio Link Timeout)	115
5.3.8 邻小区描述 (Neighbour Cells Description)	116
5.3.9 允许的网络色码 (NCC PERMITTED)	118
5.3.10 最大重发次数 (MAX RETRANS)	118
5.3.11 发送分布时隙数 (TX INTEGER)	119
5.3.12 小区接入禁止 (CELL BAR ACCESS, CBA)	120
5.3.13 接入等级控制 (AC)	121
5.3.14 等待指示 (WAIT INDICATION, T3122)	122
5.3.15 多频段指示 (Multiband Reporting)	123
5.3.16 干扰带门限 1~5	124
5.4 小区选择与重选参数	125
5.4.1 小区重选滞后 (Cell RESelection Hysteresis)	126
5.4.2 控制信道最大功率电平 (MS TXPWR MAX CCH)	127
5.4.3 允许接入最小接收电平 (RXLEV ACCESS MIN)	128
5.4.4 附加重选参数指示 (ACS)	129
5.4.5 小区重选参数指示 (PI)	130
5.4.6 小区禁止限制 (CELL BAR QUALIFY, CBQ)	130
5.4.7 小区重选偏置 (CELL RESELECT OFFSET, CRO)	131
5.4.8 临时偏置 (TEMPORARY OFFSET, TO)	132
5.4.9 惩罚时间 (PENALTY TIME, PT)	133
5.5 网络功能参数	133
5.5.1 功率控制指示 (PWRC)	134
5.5.2 非连续发送 (DTX)	135
5.5.3 新建原因指示 (NECI)	136
5.5.4 呼叫重建允许 (RE)	136

5.5.5 紧急呼叫允许 (EC)	136
5.5.6 跳频参数 1——跳频应用 (H)	137
5.5.7 跳频参数 2——移动分配索引位置 (MAIO)	137
5.5.8 跳频参数 3——跳频序列号 (HSN)	138
5.6 BSS 的部分计时器	138
5.6.1 T3101	138
5.6.2 T3103	139
5.6.3 T3107	139
5.6.4 T3109	139
5.6.5 T3111	140
5.7 切换参数介绍	140
5.7.1 下行链路信号电平切换门限 (L RXLEV DL H)	140
5.7.2 上行链路信号电平切换门限 (L RXLEV UL H)	140
5.7.3 信号质量下行切换误码率门限 (L RXQUAL DL H)	141
5.7.4 信号质量上行切换误码率门限 (L RXQUAL UL H)	141
5.7.5 小区内部切换允许指示 (INTRACELL USED)	141
5.7.6 邻小区的最小允许接入电平 (RXLEV MIN (n))	142
5.7.7 切换容限 (HO MARGIN)	142
5.7.8 MS 最大接入范围 (MS RANGE MAX HAND)	143
5.8 系统参数表	143
5.8.1 无线资源管理的定时器和计数器	143
5.8.2 移动性管理的定时器	144
5.8.3 电路交换呼叫控制定时器	144
5.9 工程参数的优化	145
5.9.1 天线性能参数的调整	146
5.9.2 小区物理参数的调整	147
5.9.3 频率规划调整	149
5.9.4 小区属性调整	152
第 6 章 GSM 网络优化应注意的部分问题	153
6.1 设置寻呼信道复帧数和接入准许保留块数应注意的事项	153
6.1.1 参数寻呼信道复帧数 (BS PA MFRMS) 对小区重选算法的影响	153
6.1.2 参数接入准许保留块数 (BS AG BLKS RES) 对小区广播消息的影响	154
6.2 呼叫重建的影响	155
6.2.1 呼叫重建对网络容量的影响	155
6.2.2 呼叫重建对掉话的影响	155
6.2.3 呼叫重建的同步	156
6.3 通过参数优化实现话务均衡时应注意的问题	157
6.4 基带跳频与射频跳频	157
6.4.1 基带跳频	157
6.4.2 射频跳频	158
6.5 测量报告的处理	159
6.5.1 对测量报告的处理	159
6.5.2 准则	159

6.6	设立邻小区表和规划 BCC 的原则	160
6.6.1	概述	160
6.6.2	4/12 复用模型	160
6.6.3	1:3 和 1:1 分裂小区的规划	161
6.6.4	切换小区表与重选小区表的比较	161
6.6.5	BSIC 的规划	162
6.7	链路平衡	162
6.7.1	上下行链路组成	162
6.7.2	链路预算	162
6.7.3	上下链路平衡在设计上的考虑	163
6.8	射频跳频的规则	164
6.9	信道分配及其优先权	164
6.9.1	信道分配与优先权 (BSC 控制)	164
6.9.2	排队	165
6.10	双频网优化	167
6.10.1	GSM900/1800 系统介绍	167
6.10.2	双频手机的特点	167
6.10.3	对现有程序的影响	168
6.10.4	双频网层次的划分	169
6.10.5	不同频段电磁波传播特性的差异	169
6.10.6	双频网建设的特点	170
6.10.7	GSM900/1800 话务优化方法	170
6.11	PCH 与 RACH 的控制	172
6.11.1	寻呼命令处理	172
6.11.2	寻呼信道的配置	172
6.11.3	接入请求命令处理	174
6.11.4	接入请求命令重发处理	174
6.12	定义重选邻小区应注意的问题	175
第 7 章	网络故障分析	176
7.1	掉话分析	176
7.1.1	问题描述	176
7.1.2	由于覆盖原因导致的掉话	176
7.1.3	由于切换引起的掉话	178
7.1.4	由设备硬件或系统参数设置不合理引起的掉话	180
7.1.5	由于干扰而导致的掉话	180
7.1.6	由于天馈线原因而导致的掉话	182
7.1.7	由传输故障造成的掉话	183
7.1.8	由于采用直放站而导致的掉话	184
7.2	分配失败率	184
7.2.1	问题描述	184
7.2.2	常见故障分析	185
7.2.3	解决措施	185
7.3	SDCCH/TCH 拥塞	186

7.3.1 问题描述	186
7.3.2 仅 SDCCH 信道有拥塞	187
7.3.3 TCH 信道拥塞	188
7.4 切换失败率分析	191
7.4.1 问题描述	191
7.4.2 常见故障分析和解决措施	192
7.5 切换触发原因所占比例分析	194
7.5.1 下行链路质量触发的切换比例较大	194
7.5.2 上行链路质量切换所占比例较大	195
7.5.3 下行链路电平切换所占比例较大	195
7.5.4 上行链路电平切换所占比例较大	196
7.5.5 距离切换所占比例较大	196
7.6 RACH 接入有效性	197
7.6.1 问题描述	197
7.6.2 常见故障现象	197
7.6.3 常见故障分析	197
7.6.4 故障查找及解决措施	198
7.7 小区没有话务量或切入	198
7.7.1 问题描述	198
7.7.2 常见故障分析及解决措施	199
7.8 射频 (RF) 优化	199
7.8.1 上、下链路的干扰检测	199
7.8.2 上、下链路平衡验证	200
7.9 长途来话接通率	200
7.9.1 寻呼超时 (PAGING TIMEOUT)	200
7.9.2 通信链路建立失败	201
7.9.3 主叫用户过早挂机	202
7.9.4 其他原因	202
7.10 基站覆盖范围减小的原因及解决方法	202
7.10.1 基站侧的原因及相应的解决措施	202
7.10.2 其他原因	203
7.11 用户投诉的热点问题分析及解决	203
7.11.1 被叫 MS 有信号, 但作被叫时录音通知用户不在服务区	203
7.11.2 MS 有信号, 但作被叫时录音通知用户已关机	204
7.11.3 MS 在空闲状态下信号不稳定	205
7.11.4 MS 在通话过程中信号不稳定	206
7.11.5 MS 在通话时的回声问题	206
7.11.6 其他问题	207
7.12 典型疑难案例分析及优化措施	207
7.12.1 案例一	207
7.12.2 案例二	207
7.12.3 案例三	208
7.12.4 案例四	209

7.12.5 案例五	209
7.12.6 案例六	209
7.12.7 案例七	210
7.12.8 案例八	210
第8章 直放站原理及工程	211
8.1 概述	211
8.2 直放站	211
8.2.1 无线宽带直放站	211
8.2.2 无线选频直放站	212
8.2.3 微波移频直放站	213
8.2.4 光纤直放站	215
8.2.5 直放站的适用场合	216
8.3 塔顶放大器	217
8.3.1 接收灵敏度与噪声系数、信噪比之间的关系	218
8.3.2 塔顶放大器的作用	219
8.4 直放站工程	219
8.4.1 工程勘测	219
8.4.2 隔离度与自激	220
8.4.3 噪声问题	222
第9章 网络测试	224
9.1 网络测试概述	224
9.2 网络评估	224
9.2.1 评估测试内容	224
9.2.2 评估测试方法	225
9.2.3 影响评估的因素	225
9.3 DT 测试与 CQT 测试	226
9.3.1 DT	226
9.3.2 CQT	226
9.3.3 测试中的通信过程介绍	227
9.4 语音质量评估	230
9.4.1 MOS 评测标准简介	230
9.4.2 MOS 值的优化	232
9.5 网络测试优化与分析	235
9.5.1 网络测试中的优化分析	235
9.5.2 测试中的案例分析	237
第10章 交换优化	244
10.1 网络结构优化	244
10.1.1 我国话务网的路由组织	244
10.1.2 话务网路由优化原则	244
10.2 交换优化相关补充业务	245
10.2.1 呼叫等待	245
10.2.2 无条件转移 (CFU)	245
10.2.3 不可及转移 (CFNRc)	245

10.2.4 无应答转移 (CFNRy)	247
10.2.5 遇忙转移 (CFB)	249
10.2.6 来电提醒	250
10.3 交换统计分析	252
10.3.1 处理机负荷统计分析	252
10.3.2 呼叫接通率统计分析	252
10.3.3 中继统计分析	253
10.3.4 信令负荷统计分析	254
10.4 录音通知优化	256
10.4.1 录音通知设置原则	257
10.4.2 呼叫失败原因值与录音通知对应关系	259
10.4.3 录音通知优化实例	261
10.5 交换信令监测及分析	261
10.5.1 信令流程	261
10.5.2 设备自身信令追踪功能	263
10.5.3 交换仪表信令监测	265
10.5.4 信令监测系统	265
10.5.5 信令分析优化实例	267
10.6 短消息优化	271
10.6.1 概述	271
10.6.2 终端相关优化	271
10.6.3 网络侧优化	271
10.7 交换无线协同优化	273
10.7.1 计时器协同优化	273
10.7.2 接续时延优化	275
10.7.3 寻呼优化	277
10.7.4 切换优化	278
第 11 章 3G 引入后对 GSM 网络优化的影响	280
11.1 3G 与 GSM 的互操作原则与策略	280
11.1.1 3G 建设初期的组网策略	280
11.1.2 3G 建设初期与 GSM 的互操作原则与策略	280
11.1.3 切换区与邻区设置的原则	280
11.2 小区重选策略研究	281
11.2.1 3G 至 GSM 的小区重选	281
11.2.2 GSM 至 3G 的小区重选	286
11.2.3 3G 与 GSM 小区重选常见的故障与解决措施	287
11.3 系统间切换策略研究	288
11.3.1 系统间切换原理描述	288
11.3.2 3G 至 2G 系统间切换参数的设置原则	293
11.3.3 3G 至 2G 系统间切换常见的故障与解决措施	297
附录	300
附录 A 呼叫信令流程图	300
附录 B GSM 系统缩略语词汇	320

附录 C 无线接口消息..... 336

附录 D MAP 接口部分业务..... 347

第 1 章 GSM 移动通信系统及优化概述

1.1 GSM 数字移动通信的发展

移动通信是达到通信最终目的的有效手段，它在商业市场上所具有的巨大潜力已经越来越多地被人们所认识。移动通信并不是一项很新的技术，但它在最近几十年得到了飞速的发展。20 世纪 80 年代初，随着模拟蜂窝技术的引进，移动通信技术向前迈进了一大步。20 世纪 90 年代开始出现了数字移动通信系统，GSM 系统是欧洲在 20 世纪 80 年代设计、1992 年开通的数字移动通信系统。

第一代移动电话网是由人工操作使移动用户和有线网用户相连接。它的终端庞大、笨重而且昂贵，服务区域也仅限于单个发射台和接收站址的覆盖范围。由于它的可用频率很少，因而系统容量很小，并且很快出现饱和，服务质量也随用户数量的增加而迅速下降，甚至达到死锁的状态。

20 世纪 60 年代随着半导体技术的发展，无线系统发展为自动接续系统，成本也开始降低，但其有所增加的容量与用户的需求相比仍然是远远不够，公众无线电话依然是一种奢侈品，只能被一小部分人所使用。

20 世纪 70 年代，大规模集成电路和微处理器件的发展使实现复杂系统成为可能。由于覆盖区域受到发射功率的限制，系统开始改由一个发射台和多个中继接收站所组成，这种复杂配置扩展了系统的覆盖范围。真正的突破是蜂窝系统的建立，在蜂窝系统中有若干个收发信机，而且每个收发信机所覆盖的范围有一部分是重叠的。蜂窝系统的概念如图 1-1 所示。

蜂窝系统采用频率复用的方式增加其容量。在蜂窝系统中，同一频率可以被相距足够远的几个小区同时使用，在增大了系统容量的同时，系统网络和设备的复杂性也大大增加。蜂窝概念由贝尔实验室提出，20 世纪 70 年代世界上几个不同地方的研究人员对其进行了研究。美国第一个 AMPS (Advanced Mobile Phone Service) 蜂窝系统于 1983 年在芝加哥开通，在欧洲，电信部门和生产厂家推出了旨在覆盖整个北欧的 NMT 系统，此系统于 1981 年在瑞典投入运行，并很快在挪威、芬兰和丹麦开通。20 世纪 80 年代中期，世界上出现了很多基于上述两种系统的移动通信系统，例如，从 AMPS 中派生的 TACS 系统于 1985 年在英国投入使用。

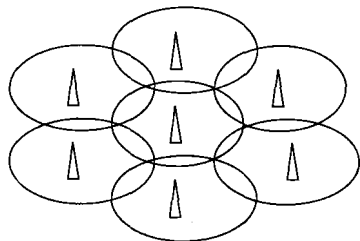


图 1-1 蜂窝系统概念示意图

上述蜂窝系统均是以模拟语音信道传输，采用频率调制，频率在 450MHz 或 900MHz，一般覆盖整个国家，容量在几十万用户左右。欧洲最大的移动网络是英国的网络，它由两个覆盖全国的网络组成，到 1990 年网上用户已过百万。密度最高的是北欧的 NMT 系统，人均拥有量超过 7%，远远高于欧洲平均数字。

移动通信终端设备在 20 世纪 80 年代末得到飞速发展。最初只有车载设备，20 世纪 80 年代中期出现了只有几公斤重的便携式设备，手机大约在 1988 年出现，发展至今，已经出现了重量只有 100~200g 的手机。在重量和体积减小的同时，其价格也迅速下降到大多数人可以接受的水平。

由于不同系统不具有兼容性，用户得到的移动通信只限于某个系统内而不是更广的范围，例如，TACS 终端不能接入 NMT 网，NMT 的终端也不能接入 TACS 网。早在 20 世纪 80 年代初期，当模拟蜂窝移动通信系统刚投放市场时，欧洲的电信运营部门便发觉，5~6 种移动通信系统将整个欧洲的蜂窝系统分割成四分五裂的状态，无法形成快速增长的市场所需求的规模经济。面对这一现状，欧洲电信管理部门 (CEPT) 成立了一个被称为 GSM 的移动特别小组，开始制定使用于泛欧各国的一种数字移动通信系统的技术规范。新诞生的“GSM”举行第一次会议是在 1982 年 11 月，在斯德哥尔摩，大会主席是来自瑞典电信管理部门的 Thomas Haug，11 个国家的 31 位代表出席了这次会议。