

电信职工培训丛书

GSM数字移动通信网

汪衣冰 龚永平 编著
冯 雄 审



人民邮电出版社

电信职工培训丛书

GSM 数字移动通信网

汪衣冰 龚永平 编著
冯 雄 审

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

GSM 数字移动通信网/汪衣冰, 龚永平编著, —北京:
人民邮电出版社, 1997. 11
ISBN 7-115-06673-6

I. G… II. ①汪… ②龚… III. 数字通信: 移动通信—通信网 IV. TN913. 24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 20472 号

电信职工培训丛书 GSM 数字移动通信网

-
- ◆ 编 著 汪衣冰 龚永平
审 冯 雄
责任编辑 陈万寿
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京崇文区夕照寺街 14 号
北京朝阳门内大街 25 号印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 850×1168 1/32
印张: 10.625
字数: 278 千字 插页: 1 1998 年 1 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 1998 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN7-115-06673-6/TN · 1246

定价: 17.00 元

丛 书 前 言

当今世界通信技术已成为发展最活跃的科技领域之一。今后十年是我国建设社会主义现代化邮电通信网的十分重要的时期。实现邮电通信现代化,一是要依靠科技进步,二是要提高职工素质。现代通信的发展对职工素质和技能的要求越来越高。邮电职工一旦掌握了新的科技知识,其自身的素质和技能就会发生根本性的变化,劳动操作能力必将大大提高。为此,我社组织编写这套“电信职工培训丛书”,陆续出版。

这套丛书紧密结合电信部门的实际,重点介绍近些年来迅速出现、发展起来的新技术、新设备。丛书的特点是结合通信引进、应用、推广和创新的实际,突出实用性,深浅适宜,条理清楚。丛书的主要读者对象是各通信部门的工程技术人员,也可作为相关院校通信专业教学参考用书。

殷切希望广大读者和各有关方面提出宝贵的意见和建议,以便这套丛书日臻完善。

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书主要从 GSM 数字移动通信网路组织的角度出发,通过列举一些工程实例对 GSM 系统、GSM 使用的关键技术、GSM 网结构、网路编号计划、拨号方式、路由组织和选择、GSM 信令网、GSM 网同步、计费管理与监控、SIM 卡和 GSM 网路工程设计等方面的问题进行阐述,系统性地介绍 GSM 数字移动通信网路。

全书文字简练、内容通俗易懂,可供广大从事移动通信工作的工程技术人员和管理人员参阅。

前 言

在我国模拟蜂窝移动通信经过近 10 年的快速发展之后,新一代的数字蜂窝移动通信系统又以它特有的优越性正大踏步地进入中国市场。其中 GSM 标准已成为我国主要的数字移动通信系统标准。因此,为了使广大移动通信工程技术人员,包括移动通信规划设计、施工和维护人员,以及各移动通信运营管理部门的有关人员,对 GSM 移动通信网路有进一步的了解,特编著此书提供参考。

本书力求从 GSM 网路组织角度出发,注重实用性,同时兼顾理论性、系统性和前瞻性,全面地介绍我国 GSM 移动通信网路的建设和发展。全书共分 19 章,第一章概论,主要介绍蜂窝移动通信发展的演变、数字蜂窝移动通信系统的制式和数字蜂窝移动通信在国际市场和我国市场的状况;第二章 GSM 的发展,主要介绍 GSM 发展、MoU 组织和 GSM 系统技术规范;第三章 GSM 通信系统,主要介绍 GSM 系统的组成;第四章 GSM 关键技术,主要介绍 GSM 通信系统和通信网路中使用的关键技术,如时分多址技术、话音编码、信道编码、交织技术、跳频技术等;第五章 GSM 网路结构,主要介绍中国电信 GSM 移动通信网的网路结构、无线覆盖区域结构和与其它网路的连接;第六章编号计划和拨号方式,主要介绍 GSM 系统和网路中使用的各种号码的编号计划和使用网路的拨号方式;第七章呼叫处理,主要介绍客户在使用网路时,网路对各种呼叫所进行的各种业务处理;第八章网路组织及路由选择,主要介绍网路组织原则、电路群的设置及配置标准、路由选择的原则和路由选择;第九章 GSM 网路接口与协议,主要介绍 GSM 系统的内部接口、与其它网路间的接口和接口所使用的信令协议;第十章信令网,主要介绍 GSM 移动通信网的信令网结构、信令网路组织、信令点的编码方案、信令网中的寻

址方式和信令链路的负荷及配置;第十一章 GSM 网路同步,主要介绍 GSM 网路的同步方式和网同步的等级结构;第十二章 GSM 的计费,主要介绍计费原则、计费数据的收集和处理、计费管理;第十三章 GSM 网支持的业务,主要从电信业务、承载业务和补充业务等方面来介绍;第十四章 GSM 网路功能,主要从 GSM 的各网路单元支持的功能来介绍 GSM 的网路功能;第十五章 GSM 网路管理与监控,主要从网路管理、业务管理、客户管理、监控管理网结构及功能等方面对 GSM 网路的管理和监控进行介绍;第十六章 SIM 卡,主要介绍 SIM 卡的功能、SIM 卡的管理和 SIM 卡的前景;第十七章 GSM 网路工程设计,主要从工程设计角度来介绍 GSM 网路的建设;第十八章 GSM 系统设备,鉴于目前国际上可提供 GSM 系统设备的厂家有多家,考虑我国使用的实际情况,本章侧重介绍爱立信 GSM 系统设备、阿尔卡特 GSM 系统设备和摩托罗拉 GSM 系统设备,还对系统设备选型作了简要的介绍;第十九章 GSM 的技术展望,从 GSM 的大容量技术、移动通信的未来和蜂窝移动通信系统的发展趋势等方面对数字移动通信的发展方向进行了展望。另外,书中列举了一些工程实例,以使读者对 GSM 网路组织有直观的了解。

本书第一章至第十八章由汪衣冰撰写,第十九章由龚永平撰写,全部书稿由汪衣冰统编和整理,冯雄审定。

编者在编著本书过程中,借鉴了大量国内外相关技术文件、资料和教材,同时参考了我国移动通信方面的有关技术文件、体制和规定。

由于编著者水平有限,加之时间仓促,书中缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

作者

1997 年 5 月于南京

目 录

第一章 概论	1
1.1 蜂窝移动通信发展的演变	1
1.2 数字蜂窝移动通信三种制式的比较	2
1.3 数字蜂窝移动通信的国际市场及我国市场的状况	5
第二章 GSM 的发展	8
2.1 GSM 的发展史	8
2.2 MoU 组织简介	9
2.3 GSM 系统技术规范	12
第三章 GSM 通信系统	13
3.1 系统的组成	13
3.2 交换网路子系统	15
3.3 无线基站子系统	16
3.4 移动台	16
3.5 操作维护子系统	17
第四章 GSM 关键技术	18
4.1 工作频段的分配	18
4.2 时分多址技术(TDMA)	23
4.3 TDMA 帧	25
4.4 路径的损耗和衰落	36
4.5 空间分集	38

4.6	时间色散和均衡.....	39
4.7	基站与移动台间的时间调整.....	43
4.8	话音编码.....	45
4.9	信道编码.....	48
4.10	交织技术	51
4.11	跳频技术	54
4.12	保密措施	58
第五章	GSM 网路结构.....	66
5.1	移动通信网的网路结构.....	67
5.2	无线覆盖的区域结构.....	75
5.3	与 PSTN、PSPDN 及模拟 PLMN 的连接	76
第六章	编号计划与拨号方式	79
6.1	编号计划.....	79
6.2	拨号方式.....	83
第七章	呼叫处理	86
7.1	客户状态.....	86
7.2	周期性登记.....	88
7.3	初始化.....	89
7.4	位置更新.....	90
7.5	切换.....	93
7.6	寻呼.....	96
7.7	MS 主叫	97
7.8	MS 被叫	98
7.9	释放	100
7.10	主要接续流程.....	100

第八章 网路组织及路由选择	110
8.1 网路组织原则	110
8.2 电路群的设置及配置标准	111
8.3 路由选择的原则	112
8.4 路由的选择	113
8.5 路由计划及接续要求	115
第九章 MSC 网路接口与协议	120
9.1 GSM 通信系统内部接口	120
9.2 与其它网路间的接口	123
9.3 信令协议	124
9.4 无线接口信令协议	126
9.5 A 接口信令协议	128
9.6 NSS 网路层信令协议	131
9.7 GSM 网路中的信令	135
第十章 GSM 信令网	141
10.1 信令网路结构	141
10.2 信令网路组织	145
10.3 信令点编码方案	149
10.4 信令网的寻址方式	151
10.5 信令链路的负荷及配置	153
第十一章 GSM 网路同步	156
11.1 同步的基本概念	156
11.2 GSM 网的同步原则	158
11.3 GSM 网的同步方式	158
11.4 GSM 网同步等级结构	159

11.5	同步设备的进网要求.....	160
第十二章	GSM 的计费	162
12.1	计费概念.....	162
12.2	计费原则.....	164
12.3	计费要求.....	164
12.4	计费数据的收集和处理.....	167
12.5	计费设备主要性能和要求.....	170
12.6	计费管理.....	170
第十三章	GSM 网支持的业务	172
13.1	电信业务.....	174
13.2	承载业务.....	177
13.3	补充业务.....	181
第十四章	GSM 网路功能	191
14.1	网路功能.....	191
14.2	MSC 支持的功能	194
14.3	VLR 支持的功能	198
14.4	HLR 支持的功能	200
14.5	AUC 支持的功能	201
14.6	EIR 支持的功能.....	202
14.7	BSC 支持的功能	203
14.8	TCSM(码型变换器)支持的功能	206
14.9	BTS 支持的功能	207
14.10	移动台支持的功能	208
第十五章	GSM 网路管理与监控	211
15.1	网路管理.....	211

15.2	业务管理.....	213
15.3	客户管理.....	216
15.4	移动台管理.....	217
15.5	监控管理网结构.....	219
15.6	监控管理网的功能.....	220
第十六章	SIM 卡	226
16.1	SIM 卡简介	227
16.2	SIM 卡功能简介	233
16.3	SIM 卡管理简介	237
16.4	SIM 卡的前景	239
第十七章	GSM 网路工程设计	241
17.1	概述.....	241
17.2	系统技术指标与网路质量指标.....	242
17.3	网路容量.....	245
17.4	中继方式和局数据.....	250
17.5	传输链路.....	261
17.6	无线网路设计.....	265
17.7	机房与环境.....	286
第十八章	GSM 系统设备	289
18.1	爱立信系统设备.....	289
18.2	阿尔卡特系统设备.....	299
18.3	摩托罗拉系统设备.....	308
18.4	设备选型.....	310
第十九章	GSM 的技术展望	315
19.1	GSM 的大容量技术	315

19.2	GSM 与 UMTS—移动通信的未来	325
19.3	蜂窝移动通信的发展趋势.....	327

第一章 概 论

当今,人类社会正进入信息时代,人们对通信的要求越来越高,在任何时间、任何地点能和任何对象进行各种信息交流,已是现代通信所追求的目标。移动通信正是实现这一目标的重要组成部分,因而越来越受到人们的关注和偏爱,发展异常迅速。可以说,一个没有移动通信的通信网不是一个完整的通信网。没有移动通信,现代化的通信目标将无法实现。

1.1 蜂窝移动通信发展的演变

在 60 年代末,美国贝尔实验室等单位就提出了蜂窝系统的概念和理论,直到 70 年代,随着大规模集成电路、微处理技术和表面粘贴工艺的广泛应用,才为蜂窝移动通信的实现提供了技术基础。又经过了 10 年,到 70 年代末和 80 年代初,世界上才出现了美国、日本和斯堪的纳维亚地区的三个蜂窝移动通信系统。随后几年,国际上又出现多种不同系统,其中以美国的 AMPS、北欧的 NMT、英国的 TACS、日本的 HCMTS 等系统为代表。蜂窝移动通信的出现是移动通信的一次革命。频率复用大大提高了频率利用率并增大了系统容量,网路的智能化实现了越区转接和漫游功能,扩大了客户的服务范围,因此蜂窝技术的应用可谓是电话发展史上的一个转折点,它改变了通常电话的含义。但是上述系统皆为模拟系统,模拟系统有 4 大致命弱

点:一是各系统间没有公共接口;二是数据承载业务很难开展;三是频谱利用率低,无法适应大容量的需求;四是安全保密性差,易被窃听,易做“假机”。另外,随着客户数量的急剧增加,蜂窝网路容量的需求不断地扩大。一般增加蜂窝网路容量的方法是增加基站和减小基站小区覆盖面积。然而,在特大城市和城市密集区,要增设基站和缩小基站覆盖范围,已经变得非常困难且费用昂贵,网路运营部门希望少增加基站,最大限度降低费用且能够增加网路容量。显然,这些都需要通过采用数字无线电技术来加以解决。因此,80年代初,世界上一些发达国家就开始从事下一代数字移动通信系统规范的研究和开发工作。

1.2 数字蜂窝移动通信三种制式的比较

目前世界上最具有代表性的三种制式是泛欧的 GSM、美国的 ADC 和日本的 JDC 标准。由于开发研究的着眼点不同,三种制式的特点和采用的技术也有所不同,其中 GSM 的发展最引人注目。因为欧洲发展 GSM 的出发点是:放弃现有模拟系统(因为已无法实现与欧洲多种模拟制式相兼容),实现欧洲统一系统,提供客户跨国境的漫游服务;逐步缩小模拟比例,与模拟系统并存互通。主要目标是:与 ISDN 网兼容,协议类似 ISDN,具有 ISDN 一切功能;改善客户加密和实现开放网路结构(ONI)。优点是:接口实现较为容易;网路适合未来数字化要求;系统容量增加,与北美系统相近。缺点是:数模不兼容。

美国数字蜂窝移动通信系统在标准上就存在意见分歧,一种是由 EIA(美国电子工业协会)/TIA(美国电信工业协会)提出的美国数字蜂窝(ADC)系统标准,另一种是得到美国 FCC(美国联邦通信委员会)批准的以码分多址(CDMA)方式为标准的数字蜂窝系统。两种标准长期争论不休,从而延误了美国数字蜂窝系统的开发和运

行进程。美国数字系统 ADC 的目标是:扩大容量和数模兼容。优点是:充分利用现有模拟系统。缺点是:不能与 ISDN 兼容,接口实现较困难。

日本数字蜂窝系统的研究开发虽然起步稍迟,不少功能、技术途径和指标确定得也比较晚,但日本自决定采用类似美国(EIA/TIA)的标准后,目标明确而不像美国在两种标准之间举棋不定,因此进程较快,已于 1993 年投入运营。日本 JDC 系统的情况类似美国的系统,但数模不兼容。

表 1-1 列出了四种标准的特点及目前使用范围。

表 1-1 四种移动通信制式的比较

制 式	GSM	ADC	CDMA	JDC
频段 (MHz)	890~915 935~960	824~849 869~894	824~849 869~894	810~826 940~956
应用国家 和地区	欧洲,澳洲,香港, 新加坡,中国	北美	北美	日本
特 点	1. 开放接口 2. 国际漫游 3. 规范完整 4. 与 ISDN 规范一致 5. 可提高 3 倍容量	1. 手持机可数/ 模兼容 2. 更换基地台 个别插板可提 高 3 倍容量	1. 可增加 10 至 20 倍容量 2. 不需要频率 规划 3. 抗干扰、保密	1. 可增加 6 倍 容量 2. 与 ISDN 规范 一致
备 注	手持机不能数/模兼 容	1. 不是开放接 口 2. 规范不完整	尚未颁布规范	除日本外无其 它国家采用

表 1-2 列出了三种蜂窝移动通信系统的技术指标。

表 1-2 三种数字蜂窝移动通信系统的技术性能

系 统	GSM	D-AMPS (IS-S4)	JDC
发射类别—话务信道	271KF7W	40KOG7WDT	32KOG7WDE
—控制信道	271KF7W	40KOGID	32KOGID

续表

系 统	GSM	D-AMPS (IS-S4)	JDC
发射频段(MHz)			
— 基站发	935~960	869~894	810~826(1429~1453)
— 移动台发	890~915	824~849	940~956(1477~1501)
双工间隔(MHz)	45	45	130(48)
载频间隔(kHz)	200	30	25/50
射频双工频道总数	124	832	640(960)
基站最大 ERP(W)			
— 峰值载波	300	300	未规定
— 话务信道平均	37.5	100	
移动台发射功率(W)	20~2.5	9~3	3
峰值~平均值	8~1.0	4.8~1.6	2
	5~0.625	1.8~0.6	0.8
	2~0.25	待定	0.3
小区半径(km)—最小	0.5	0.5	0.5
— 最大	35(直至 120)	20	20(直至 60)
选址方式			
每载频话务信道数	TDMA	TDMA	TDMA
— 初始值	8	3	3
— 设计容量	16	6	6
调制类型	GMSK (BT = 0.3)	$\pi/4$ 编码 QPSK (滚降 = 0.25)	$\pi/4$ 相移 QPSK (滚降系数=0.5, 均方根式奈奎斯特滤波器)
传输速率(kbit/s)	270.833	48.6	42
信道编码	带有交织和差错检测的 1/2 卷积码	1/2 卷积码	带有 2 时隙交织、差错检测的 9/17 卷积码(话音信道)