

电信职工培训丛书

CME20 GSM

数字蜂窝移动通信系统

李 建 编著 闵有黎 审



人民邮电出版社

电信职工培训丛书

CME20

GSM 数字蜂窝移动通信系统

李 建 编著
闵有黎 审



人民邮电出版社

01143/12
内 容 提 要

本书较系统地介绍了瑞典爱立信公司的 GSM 产品——CME20 以及 AXE 交换系统的系统结构、工作原理,强调了实用性和基本概念,力求通俗易懂,可作为邮电职工继续教育用书、培训教材及大专院校师生参考用书。

电信职工培训丛书

CME20 GSM 数字蜂窝移动通信系统

◆ 编 著 李 建 闵有黎 审
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
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:850×1168 1/32
印张:6.875

字数:180 千字 1997 年 1 月第 1 版
印数:1--4 000 册 1997 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN7-115-06375-3/TN·1156

定价:11.00 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

前 言

数字移动通信是当前电信业发展的一个新热点。我国从 1994 年下半年到 1995 年底,已有 15 个省市开通了 GSM 数字蜂窝移动通信系统。其中爱立信的“CME20 系统”占据了较大的市场份额。编写这本教材的目的是为了帮助广大通信技术人员及管理人员理解和掌握 CME20 系统。全书共分八章,前三章介绍该系统的基本结构、连接关系及基本工作原理,适合于广大管理干部阅读。后五章适用于有进一步学习要求的读者,以及 CME20 设备的操作维护人员、技术管理人员。其中第四章至第七章对系统的各个部分进行了展开讨论,在此基础上第八章作为总结,较详细地讨论了 CME20 的呼叫处理过程,帮助读者建立起系统的整体概念。

本书涉及的内容范围较广,除移动通信外,还包括程控交换、七号信令系统等。本书内容与读者实际需求紧密结合,适宜自学者阅读,它不仅仅局限于 CME20 系统,对于希望了解 GSM 数字移动通信系统的读者都有阅读价值。由于时间仓促、经验不足,书中难免有不妥和错误之处,敬请读者批评指正。

作 者

1996 年 8 月

目 录

第一章 概述	1
1.1 移动通信的发展概况.....	1
1.1.1 发展历史	1
1.1.2 GSM 发展阶段与趋势	3
1.2 CME20(GSM)系统的特点	5
1.2.1 与模拟蜂窝系统的性能比较	5
1.2.2 CME20 系统的技术特点	6
1.2.3 CME20 系统的技术参数	7
第二章 AXE 交换系统	8
2.1 AXE 系统构成	8
2.1.1 系统概述	8
2.1.2 AXE 基本结构.....	10
2.1.3 AXE 交换部分(APT)	14
2.1.4 AXE 控制部分(APZ).....	16
2.1.5 AXE 的应用系统.....	18
2.2 AXE 本地交换机功能	18
2.2.1 用户接入与服务功能	19
2.2.2 交换与信令功能	23
2.2.3 操作维护与管理功能	29
2.2.4 公共控制平台	32
2.3 呼叫处理过程	41
2.4 操作维护简介	50

2.4.1	操作维护的概念	50
2.4.2	人机命令和打印输出	53
2.4.3	AXE 的文件系统	54
2.5	机械结构及电源	55
2.5.1	机械结构	55
2.5.2	电源	56
2.5.3	硬件配置连接图	57
第三章	CME20 系统概论	59
3.1	系统的基本概念	59
3.1.1	基本组成	59
3.1.2	基站与移动台之间的通信	61
3.1.3	几个基本概念	62
3.2	CME20 系统结构	64
3.2.1	交换系统(SS)	65
3.2.2	基站系统	66
3.2.3	操作支援系统(OSS)	67
3.3	CME20 系统的网络结构	67
3.3.1	CME20 系统的网络构成	68
3.3.2	我国数字 PLMN 的网络结构	69
3.4	编号系统	71
3.5	基本接续过程	74
3.6	CME20 系统的业务功能	79
3.7	计费及结算	84
3.8	小区规划	89
3.9	操作支援	96
3.9.1	电信管理及操作系统(TMOS)	97
3.9.2	操作支援系统(OSS)	98
第四章	信令系统	101
4.1	信令的基本概念	101

4.2	七号信令系统	102
4.2.1	基本结构	103
4.2.2	信令单元格式	105
4.2.3	信令结构的发展	107
4.2.4	信令网结构	110
4.3	CME20(GSM)的信令系统	114
4.3.1	移动应用部分(MAP)	114
4.3.2	BSS 应用部分(BSSAP)	116
4.3.3	数据通道链路接入协议(LAPD)	117
4.3.4	LAPDm	118
4.3.5	MTP 硬件配置	119
第五章	无线数字接入	121
5.1	无线数字传输	121
5.2	无线数字信道	133
5.2.1	信道的概念	134
5.2.2	突发脉冲序列	136
5.2.3	逻辑信道映射到物理信道	139
5.3	移动台	144
5.3.1	基本结构与分类	144
5.3.2	客户识别卡(SIM 卡)	147
5.3.3	移动台的基本性能与操作过程	148
第六章	移动交换系统(SS)	152
6.1	移动业务交换中心(MSC/VLR)	152
6.1.1	系统结构	152
6.1.2	移动电话子系统(MTS)	153
6.1.3	入口移动业务交换中心(GMSC)	157
6.1.4	MSC/VLR 的硬件配置	158
6.2	归属位置寄存器(HLR)	159
6.2.1	HLR 功能结构	160

6.2.2	归属位置寄存器子系统(HRS)	162
6.2.3	HLR 的硬件配置	164
6.3	AUC 及 EIR	166
6.3.1	鉴权中心(AUC)	167
6.3.2	设备识别寄存器(EIR)	171
第七章	基站系统(BSS)	174
7.1	基站控制中心(BSC)	175
7.1.1	BSC 的功能	175
7.1.2	BSC 的系统结构	177
7.2	无线基站(RBS)	180
7.2.1	收发信机无线接口(TRI)	180
7.2.2	收发信机子系统(TRS)	183
7.3	BSC、RBS 间的连接关系	185
第八章	CME20 系统的呼叫处理过程	189
8.1	网络节点间接口	189
8.2	移动台与系统的连接	191
8.3	MS 的呼入与呼出处理	196
8.3.1	MS 呼出(作主叫)	196
8.3.2	MS 被呼入	197
8.3.3	呼叫清除	200
8.4	切换	200
8.5	CME20 系统的非话业务	207
8.5.1	短消息业务(SMS)	208
8.5.2	数据通信业务	210

第一章 概 述

移动通信是移动用户与固定用户之间,或移动用户与移动用户之间的通信。在现代通信网中,它已成为发展最快的通信方式之一,其年用户增长速率达 20%~25%,使用的技术也从模拟转向数字。本书将要介绍的 CME20 系统是瑞典爱立信公司 GSM 数字蜂窝移动通信系统的主要产品,该产品目前已用于中国市场。本章将简要介绍移动通信的发展概况以及 GSM 系统的特点。

1.1 移动通信的发展概况

1.1.1 发展历史

移动通信始于本世纪初,最初是用于船舶间的无线电报通信。到 20 年代初,出现了单工的无线电话通信。双工的公用汽车移动电话系统直到 1946 年才在美国首先开通使用。随后,欧洲国家如德国、法国、英国等也相继研制成功,投入运行。但是这些系统的频谱利用率低,覆盖区域有限,无法容纳日益增多的用户。在这种情况下,公众无线电话仍然是一种奢侈品,只能供少数人使用。真正的突破是 80 年代初蜂窝式移动电话通信系统的出现,才较好地解决了容量和覆盖范围的问题,并成为当前世界上无线移动通信的主要模式。

蜂窝式移动电话通信系统是以若干个相邻的蜂房式(六边型)小区来覆盖服务区。“蜂窝式”的概念于 1947 年由美国贝尔实验室提出,1962 年获得论证。1979 年 AMPS 模拟蜂窝移动电话通信系统在

美国试验,并于1983年12月正式投入商用。此后,北欧的NMT系统及日本、法国、德国、意大利等国的系统也相继在80年代投入使用。1985年英国建立了TACS系统,它是AMPS的改进型产品,也是我国从80年代末起引进模拟蜂窝式移动电话的主要产品。

蜂窝式移动电话通信系统通过划分小区、在小区内设置收发信台,小区之间在覆盖范围上部分重叠来扩大覆盖范围;通过频率复用(同一频率可以被相隔距离足够远的不同小区所使用)等方法来扩大容量。当然这也增加了系统的复杂性。目前这种系统覆盖范围仅限于某些国家内部。随着用户需求的不断增长、通信网的数字化,模拟蜂窝系统的弱点开始暴露出来,主要体现在以下四个方面:

1. 频谱利用率不高,容量有限。
2. 制式太多,互不兼容,妨碍了漫游。
3. 提供的业务种类少,受限制多。
4. 保密性差,易产生伪机。

因此,80年代后期,欧、美、日都着手开发数字蜂窝系统。与“模拟”系统相比,“数字”系统是指移动台与基站间传送的是无线数字信号,它不仅能克服上述弱点,而且可与今后的ISDN相兼容。欧洲早在1982年就在欧洲电联下成立了GSM(Group Special Mobile)移动通信特别小组,由16个国家组成,任务是制定GSM标准。1989年底,GSM组织的16个国家和美国、日本分别向国际无线电咨询委员会(CCIR)正式提出了各自的数字蜂窝公用陆地移动通信系统的研究报告。结果,采用900MHz频段的窄带时分多址接入方式TDMA(Time Division Multiple Access)被采纳。在此基础上,欧洲开发了GSM系统(Global System for Mobile Communication)又称全球移动通信系统(全球通)。注意:它与前面的“GSM”缩写相同,意义不同。美国开发了DAMPS(数字化的AMPS)系统,日本开发了DNTT系统。此后,为了适应区域内更高容量以及未来个人通信网的要求,又接受了英国提出的建议,将1800MHz也纳入GSM标准之中,GSM900规范以及DSC1800规范相继确定。1991年第一个

GSM 系统在欧洲开通,1992 年投入商用。我国引进的第一个数字蜂窝移动通信系统是 1994 年 9 月广东省开通的瑞典爱立信公司 CME20 GSM 系统。截止 1995 年底全国已有 15 个省市开通了 GSM,并实现了自动漫游,发展速度很快。产品主要来自瑞典爱立信公司、法国阿尔卡特公司、德国西门子公司及芬兰诺基亚公司。

瑞典爱立信公司产品的主要特点是利用了公用网 AXE-10 交换系统的成功经验,使移动通信系统成为 AXE-10 的一个应用系统,因而产品质量高、可靠性好、比较成熟,有一定的竞争力。

1.1.2 GSM 发展阶段与趋势

最初的 GSM 是专为欧洲设计的,仅被看作“泛欧系统”。但今天它已经成为可在全球范围内联网漫游的“全球通”系统。其发展目前分为两个阶段,如图 1.1 所示。

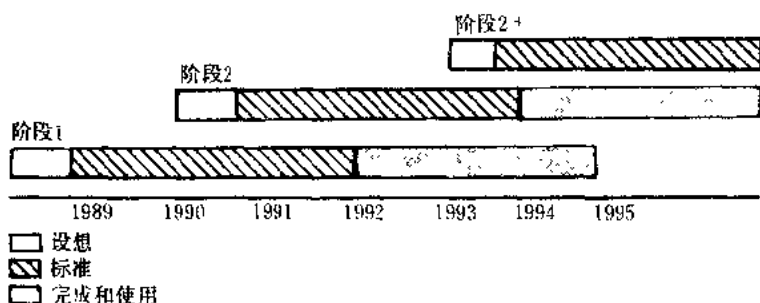


图 1.1 GSM 发展阶段

第一阶段:主要定义了 GSM 应具备的基本功能。它不仅为今后 GSM 的发展奠定了基础,同时也定义了许多新的业务功能。包括一些在模拟蜂窝移动通信系统中使用的功能和一些 GSM 特有的功能。比如:

- 国际漫游功能
- 客户识别卡(SIM 卡)

- 鉴权功能
- 短消息服务功能(SMS)
- 速率高达 9.6kbit/s 的数据通信功能
- 与 ISDN 兼容的功能

在第一阶段与第二阶段之间有一个中间阶段,主要考虑了空间接口上的加密功能。

第二阶段:是在第一阶段基础上的进一步发展。比如频率扩展的定义,更先进的多路鉴权算法的采用以及更多服务功能的定义。在第二阶段,大多数新的服务功能被归纳在补充服务目录中,如呼叫转移、呼叫限制等等。较有特色的有以下 4 种:

1. 主、被叫识别功能:显示主叫或被叫号码。

2. 限制显示主、被叫号码功能。

3. 呼叫等待和呼叫保持功能:使通话中的用户能觉察到有新的呼叫进入,并能保持住原通话用户,转与新的用户通话。

4. 多达 6 方的会议电话。

客户识别卡(SIM 卡)内存储着与用户有关的网络控制信息。在第二阶段,SIM 卡内存储了更多的信息,以提供大量新的功能,例如:

- 信息显示的语言选择功能。
- 计费信息功能。
- 发固定号码功能。
- 第二个人身份码(PIN 码)功能。
- 补充业务控制信息存储功能。

由于系统采用了向后兼容和模块化结构,系统可以从第一阶段平滑地过渡到第二阶段、第二阶段加(Phase2+)以及更高的阶段。“Phase2+”的标准也已制定,它主要包括:

1. 适应于商务方面的特性。
2. 对公众网络总体上的改进。
3. 对 GSM 的专门改进。

4. 虚拟网功能。
5. 数字无绳电话至 GSM 系统的接口。
6. 多用户号码功能。

由此可见:GSM 今后的发展趋势是综合化、小型化和个人化;采用更先进的多址技术、数据语音处理技术进一步提高频率的利用率;提高网络的智能化程度,提供更多的新业务,即除电话业务外,再扩展到数据、传真、图像等多种非话业务,融入到综合业务数字网中,成为将来个人通信网的一个组成部分。

以上讨论了 GSM 系统发展趋势,这种系统采用的是时分多址技术。其频率的利用率只比模拟频分的蜂窝系统高出 2~3 倍。但若采用码分多址技术(CDMA),则系统容量可有更大提高。CDMA 是让不同的移动台占用同一频段,但各带有不同的随机码序列,这些随机码序列是彼此不相关的(正交的),以示区分。这样在一个信道中,可容纳比 TDMA 更多的用户数,而且在频率分配、软容量、软切换、语音激活技术、与模拟蜂窝系统共存等方面有许多优点。目前 CDMA 技术已走向成熟,商用的 CDMA 数字蜂窝系统也已开通运转。由于移动用户快速增长,频率资源日趋紧张,因此采用码分数字蜂窝移动通信系统将是今后的发展方向。

1.2 CME20(GSM)系统的特点

1.2.1 与模拟蜂窝系统的性能比较

通过表 1.1 所列的几个方面我们可以看到 GSM 系统的优越性。

以 CME20 系统为例,其系统组成与爱立信的模拟移动通信系统基本相同,但由于采用时分多址技术,以及性能方面的改进,使得其系统采用的技术较为复杂,例如全网同步方面要求就较高。

表 1.1 GSM 系统与模拟系统的比较

比较内容 \ 制式	模 拟 系 统	GSM 系 统
频 段	900 MHz	900 MHz
频率利用率	低	高
容 量	较 小	较 大
制 式	制式多,互不兼容	制式统一
覆盖范围	限于某一区域内	可全球漫游
漫游功能	有 限	较 强
保密性	差	好
安全性	差,易被并机	好,不易被并机
业务种类	少,基本仅用于电话	多,可与 ISDN 兼容
配合个人通信	差	好

1.2.2 CME20 系统的技术特点

CME20 在技术上有以下特点:

1. 采用了 AXE-10 交换系统的技术。可以将其看作 AXE 的一个应用系统,这就是我们将在第二章专门讨论 AXE 交换系统的原因。

2. 采用 TDMA 时分多址调制技术,可使不同的移动台分时占用同一频率来实现同时通话,目前可以做到 8 个用户同时使用同一频率。采用 TDMA 方式,基站设备中的多个信道可共用一套收发信机,有利于降低成本,增加系统配置的灵活性。

3. 采用高斯滤波最小移频键控频率调制技术(GMSK)。数字调制是用基带数字信号,改变高频载波信号的某一参数以传递数字信号的过程。模拟系统中一般采用移频键控(FSK)方式。而在 GSM 系统中,使用 GMSK 方式,其优点是避开了线性要求,使用非线性功

率放大器可降低移动台的成本。

4. 话音编码方面采用了波形编码和声源编码相结合的混合编码技术,速率可低于 16kbit/s。

GSM 目前采用的是 13kbit/s 全速语音编码,而半速编码技术也已经走向成熟。这可使原来的一个信道变成两个信道(同时传 2 个话路信息),使信道利用率提高一倍。即一个频率可同时为 16 个用户服务。

5. 保密方面采用加密和用户身份鉴别的识别数字化处理技术,安全、保密性能好。

1.2.3 CME20 系统的技术参数

1. 频段:上行:(890~915)MHz 移动台发。

下行:(935~960)MHz 基站发。

2. 频带宽度:25MHz。

3. 上、下行频率间隔:45MHz。

4. 载频间隔:200kHz。

5. 通信方式:全双工。

6. 信道分配:每载频 8 时隙,包含 8 个全速信道,16 个半速信道。

7. 每个时隙信道速率:22.8kbit/s。

8. 信道总速率:270kbit/s。

9. 调制方式:GMSK。

10. 接入方式:TDMA。

11. 话音编码:RPE-LPC 13kbit/s 规则脉冲激励线性预测编码。

12. 分集接收:跳频每秒 217 跳,交错信道编码,自适应均衡。

第二章 AXE 交换系统

前面说到 CME20 移动通信系统有一个重要特色,就是运用了爱立信公用网 AXE-10(可简称 AXE)交换技术。爱立信的移动通信系统无论是模拟的还是数字的,都是 AXE 的一个应用系统,都是通过 AXE-10 交换机基础上增加和减少相应的子系统、功能块来实现的。这样做的好处是移动通信系统可共享 AXE 技术的成熟和进步。实际上若掌握了公用网 AXE 交换系统,CME20 移动通信系统就掌握了一半。因此在讨论移动通信之前,本章专门讨论 AXE 交换系统,它是掌握 CME20 的基础。

2.1 AXE 系统构成

2.1.1 系统概述

AXE-10 是爱立信公司从 70 年代就投入市场的数字程控电话交换系统。至今它已发展成为一种多用途、面向未来的开放式数字交换系统。目前其主要产品及应用如表 2.1 所示。

表 2.1 AXE-10 部分产品及其在电信网中的应用

产 品	在电信网中的应用
本地交换机(LE)	PSTN ISDN IN
长途汇接交换机(TE)	PSTN ISDN IN
入口移动业务交换中心(GMSC)	PLMN