

蜂窝式移动电话原理·使用·检修

蜂窝式移动电话

原理·使用·检修

● 戴志贤 主编



福建科

IN929.5

社

福建科学技术出版社

(闽)新登字 03 号

蜂窝式移动电话原理·使用·检修

戴志贤 主编

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州东水路 76 号)

各地新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

沙县印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 11.25 印张 2 插页 263 千字

1997 年 5 月第 1 版

1997 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—8 000

ISBN 7-5335-1123-9/TN · 144

定价:14.30 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

前 言

近10多年来,现代通信技术及其应用的发展令人赞叹。在我国,自开放、改革以来,现代化通信业的发展尤为世人瞩目。曾几何时,各大中城市“打电话难”已成历史,而如今,百万门电子程控电话交换机、光纤通信、卫星通信、移动通信以及部分信息高速公路均已投入营运,成为我国社会主义现代化建设成就的一个重要标志。“大哥大”和BB传呼机成为司空见惯的大众通信工具。所谓“大哥大”者,正名应为蜂窝式移动电话手持机。

技术应用的普及并不完全等同于科技知识的普及。许多拥有移动通信设备的用户,只能简单地拨打或接听电话,而未能较深入地了解设备的原理与功能,乃至不能充分发挥这些设备的作用。其中一个原因就是这方面的科技知识的普及教育不够广泛。本书的编写,希望对此有所补益。

本书在简要叙述蜂窝式移动通信系统基本理论的基础上,着重介绍其手持机,即所谓“大哥大”的原理结构、电路特点、工作方式及通信过程管理、控制等技术问题,让读者对其有较深的把握。继而,阐述市面上较为流行的,有代表性的不同系统、不同型号手持机的使用方法。这些方法的掌握,有助于使用者更好地发挥所拥有的手持机的潜能,从而带来极大的方便。

本书的后半部分叙述了有关手持机的使用安全和检修问题。尤其是后者,占用了较大篇幅,分别从软件故障和硬件故障加以阐释,有实际指导意义。书中有些内容作为技术资料,是读者于现有出版物中较难找到的,颇为珍贵。

在编写过程中,我们尽可能地考虑到本书的可读性和应用性两者的有机结合。可读性是指对非专业读者能够激发兴趣,读得懂;应用性是指内容符合应用实际,包括手持机的选型和叙述内容的选材,均能结合蜂窝式移动通信的实际和手持机检修的需要。

参加本书编写有官春华、施惟贤、田士臣、裘铭、吴有莘诸同志。

鉴于时间仓促和编著者水平有限,谬误之处在所难免,敬请读者教正。值此,对本书所引用的文献资料的作者,致以衷心的感谢。

编著者

于1996年8月

目 录

第一章 蜂窝式移动电话的基本原理	(1)
第一节 蜂窝式结构的含义	(1)
第二节 蜂窝式移动电话网的组成方式	(2)
第三节 移动环境下电波传播特点	(4)
第四节 蜂窝式模拟移动电话系统	(6)
第五节 蜂窝式数字移动电话系统	(10)
第六节 信令在移动电话通话过程中的作用	(14)
第七节 移动电话过区切换与漫游	(18)
第二章 蜂窝式手持机的工作原理	(20)
第一节 手持机的技术特点	(20)
第二节 手持机造型的新潮流	(23)
第三节 手持机的基本组成	(25)
第四节 手持机工作过程的控制	(27)
第五节 手持机功能电路的基本原理	(30)
第六节 数字系统的编码和解码技术	(38)
第七节 数字系统的调制与解调技术	(42)
第八节 OKI-900 型手持机工作原理	(45)
第九节 摩托罗拉 8800X 型手持机工作原理	(49)
第十节 摩托罗拉 9800X 型手持机工作原理	(52)
第十一节 摩托罗拉 168VA 型手持机工作原理	(57)
第十二节 NEC-P688 手持机工作原理	(62)
第十三节 数字式 GSM 系统手持机构成	(67)
第三章 移动电话一般使用方法	(70)
第一节 关于移动电话的业务与漫游管理	(70)
第二节 移动电话号码构成和防盗码并机	(72)
第三节 GSM 数字系统移动电话身分识别卡的使用	(73)
第四节 手持机电池及其使用	(75)
第五节 手持机使用注意事项	(78)
第六节 手持机工作与人体关系	(81)
第四章 模拟式手持机的使用操作方法	(83)
第一节 摩托罗拉 8800/8900 型手持机的使用操作方法	(83)
第二节 摩托罗拉 9800/9900 手持机使用操作方法	(87)
第三节 日本 NEC-P688 手持机使用操作方法	(89)

第四节 摩托罗拉 168 型手持机使用操作方法	(95)
第五章 数字式 GSM 手持机的操作使用方法	(102)
第一节 GSM 制数字式手持机使用要点	(102)
第二节 摩托罗拉数字式 8200 手持机使用方法	(103)
第三节 诺基亚数字式 2110 手持机使用方法	(105)
第四节 爱立信 GH337 手持机使用方法	(108)
第五节 爱立信 GH/GF388 手持机使用方法	(115)
第六节 西门子 S4 手持机使用方法	(124)
第六章 手持机的故障检修	(131)
第一节 手持机检修要则	(131)
第二节 手持机自测试模式及其应用	(131)
第三节 通信综合分析仪在手持机检修中的应用	(137)
第四节 手持机软件故障与硬件故障	(139)
第五节 手持机常见故障现象及检修前的检查	(140)
第六节 手持机故障的检修方法	(147)
第七节 手持机故障自我处理方法	(156)
第八节 手持机配件检修方法	(158)
第九节 手持机常用的元器件简介	(160)
第七章 蜂窝式手持机性能测试方法	(163)
第一节 综合测试仪功能简介	(163)
第二节 手持机性能测试方法	(164)
附录 移动通信术语中英文对照及其释义	(167)

第一章 蜂窝式移动电话的基本原理

第一节 蜂窝式结构的含义

移动通信得以实现的基础是借助无线电媒介。这样，移动台与基地台的位置关系不会像有线电话那样，受到各自所在位置的严格约束。

但无线信道的建立，至少要受到信道允许占用频率和发射功率的限制。因此，对于无线信道所覆盖的区域必须加以规划。这样所建立的无线信道才能不相互影响而相安无事地工作。无线电通信，按信道的区域覆盖范围大小，可以分为大区制和小区制两种。近来发展还有微小区制。若按工作方式，又划分成有中心和无中心两种。大区制区域覆盖范围受发射功率和频率选择限制，功率大者自然传输距离大（这是指同等的传输条件而言），可达数十公里(km)至数百公里(km)不等。小区制则将信道的工作范围限制在小区域内，作用半径仅1~10公里(km)。区内各移动台间的通信实现是通过小区的基地台转驳。当通信范围超出小区的限时，通过过区切换信道而维持通信。大区域的联网，则要求系统有所谓“漫游功能”。这在以后叙述中将详细介绍。这种系统属于有中心系统，基地台即为小区的**中心。小区范围划分的几何结构，见图1-1所示。这些工作范围所划分的小区，需选用多组工作频率交替安排，才能避免相互干扰。各小区的几何形状的设计可以是正三角形、正方形及正六边形等。可以证明，只有正六边形所构成的各小区的**中心间隔最大，覆盖面积也最广(见图1-2所示)。移动通信正是应用这种正六边形的区域排列方式，组成蜂窝式网系统(Cellularsystem)。图1-3绘出几种蜂窝式网的组成形式。这种网内各小区面积均相等，呈均匀配置。各区工作频率

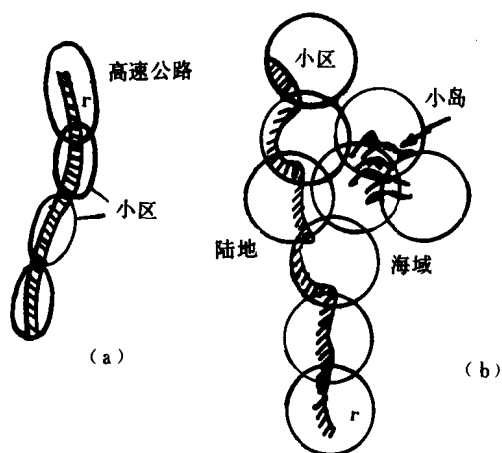


图 1-1 通信区域划分方式

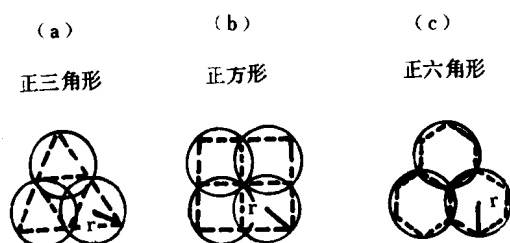


图 1-2 小区几何图形结构

的分配由图 1-3 看出,具有频率重复使用的优点,使有限的频率资源得到了有效的发挥,即频谱利用率高。这种均匀配置小区网的缺点在于当小区内的用户密度不同时,各小区的呼损率大小不一,会造成服务等级的下降。如城区用户密度较郊区大,城区的呼损率要大。要获得相同呼损率,方法是把城区的小区范围划小些,这方面的代价是基地台的数量要增加,从而增大成本,网的结构也复杂。

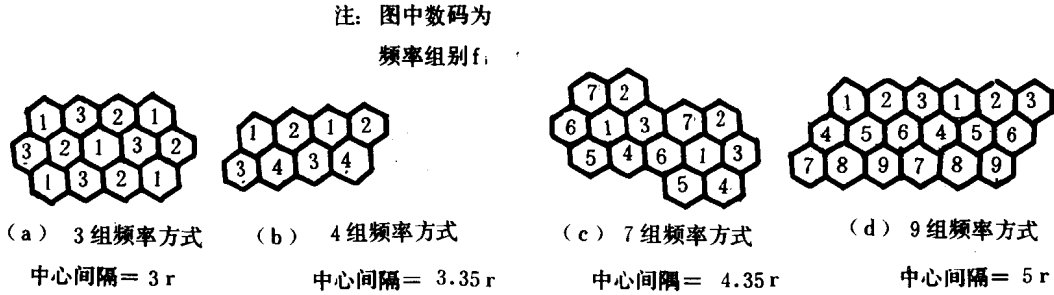


图 1-3 蜂房小区网的频率组合方式

第二节 蜂窝式移动电话网的组成方式

由上节我们知道,蜂窝式的结构是以小区为单位,每个小区应设有一个小区基地台以为区内各移动台建立通信链路。但一个小区的范围毕竟太小了,移动台如汽车上的车载台或乘客的手持台,活动范围是要大大超出一个小区。当移动台从一个小区进入另一个小区时,其通信信道的建立应该从原来小区的信道转换到新区的基地台所确定的信道上,通过新区的基地台重建与原用户间的通信链路。这样便需有一个协调过区切换的监管机构。蜂窝式移动通信系统正是把若干个相连一片的小区划分成一个管理区,在同一个管理区内的这些基地台同受一个移动交换局(MTSO)的控制。

当移动通信范围要扩展到不同管理区,且保持其电话号码不变而能通话时,则要求相关的管理区移动交换局必须建立一定的联系,否则是没法进行跨区移动台的通信。这是蜂窝式移动通信系统所特有的一种漫游功能。

按照上述,蜂窝式移动电话系统的设备布局,应如图 1-4 所示,这些设备的要求和作用分述如下:

(1) 移动电台(MSS) 分为车载式、便携式和手持机几种。

(2) 基地台(MBS) 各小区应有一个。

(3) 移动电话交换局(MTSO,亦称MCS) 为移动电话交换中心,作用相当于市话交换局。它管理多个小区,核心设备是一台移动电话程控交换机,不过其功能比市话程控交换机要复杂得多。

(4) 移动电话自动交换中心(AMC) 此为移动电话汇接局,负责管理若干个MTSO,这些MTSO构成一个管理区。这是一种典型的四级体制结构,而有的网只采用三级体制,它们不设移动汇接局。

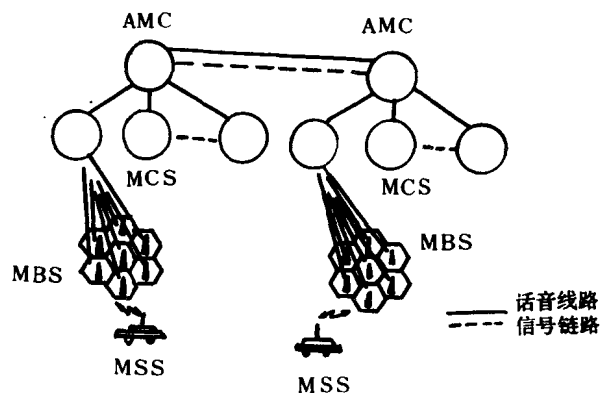


图 1-4 多局制移动通信网结构示意图

移动电话系统不仅仅是自身成网，它还要求与公共市话网相互联。这样，移动台间能够通话，而移动台与市话用户电话也能通话。这一功能的实现是靠移动通信网与公共市话网建立一种汇接关系。

移动通信网和市话网之间的连接方式，往往因移动通信网的用户数量不等而有所差异。但都必须满足市话用户呼叫移动用户，和移动用户呼叫市话用户的双向电路的接续与自动交换的要求。其方式有以下两种。

1. 中继线方式

这是在移动通信网与市话网间设置若干对中继线路，以实现两者间的双向自动接续。当移动用户呼叫市话用户时，移动通信网电话程控交换机先根据被叫用户电话号码识别出局向号码，然后完成无线信道与出局中继线路间的通话路由的选择和接续。同时，按所接局向的交换设备制式发送相应的局际信号。当市话用户呼叫移动用户时，移动通信网电话程控交换机先由入局中继线电路接收被叫用户电话号码，然后选择出空闲的无线信道与入局的中继线电路相连接，同时用接收到的被叫用户号码向控制设备发出选呼信号。以这样方式使被叫和主叫用户间建立起一条通信链路。

2. 用户集中器方式

这种方式是将移动用户通过市话通信网的用户电路接入市话通信网，而移动用户与市话用户线路之间的交换是由市话通信网的用户集中器完成的。在用户集中器中，市话用户线对的数目与移动用户的数量应是一一对应的；但移动用户的信道不是被独立占用，而是随机式占用。所能实现的仅仅是市话用户与移动用户（无线信道）之间的交换，不能实现市话用户之间或移动用户之间的交换。也就是说，市话用户之间的接续只能由市话通信网中的电话程控交换机完成，而移动用户与市话用户之间的交换接续则由移动网中心和市话通信网用户集中器和电话程控交换机共同动作来完成的。当市话用户呼叫移动用户时，市话通信网的用户集中器将根据用户线路的铃流来判断出被叫为移动用户，并选择出空闲的无线信道与用户线路相连接起来，同时向无线设备发出相应的被叫移动用户的选呼信号。当移动用户呼叫市话用户时，市话通信网的用户集中器将根据移动用户发出的选呼信号，将该呼叫的移动用户信

道与相对应的市话通信网的用户线路接通，同时将移动用户发出的呼叫信号转换成市话通信网的拨号数码脉冲或双音多频编码信号，最后由程控交换机接通被叫的市话用户。

模拟式移动电话自 70 年代第一代系统问世以来，因其发展背景不同，发达国家推出各自的系统也不相同，且多不能相互兼容。其中最有代表性的系统汇列于表 1-1，大体反映了各系统的技术参数是不相同的。

表 1-1 3 种主要蜂窝式移动电话系统比较

系统名称		TACS (英国)	AMPS (美国)	NTT (日本)
参 数				
双工工作频段 (MHz)		890~960	825~890	870~940
信道间隔 (kHz)		25	30	25
双工间隔 (MHz)		45	45	55
总信道数		1000	660	600
基地台功率 (W)		40~100	20~100	25
用户移动台功率 (W)		16/4/1.6/0.6	4/0.6	5
小区半径 (km)		5~20	5~20	5~20
话 音	调制方式	PM	PM	PM
	峰值频偏 (kHz)	9.5	12	5
信 令	调制方式	FSK	FSK	FSK
	传输速率 (kb/s)	8	10	0.3
	纠错编码方式	BCH	BCH	BCH
正式起用时间		1983.12	1983.12	1978.12

此外，还有北欧的 NMT、法国的 RD-2000 和德国的 C 网系统。它们工作频段分别为 454~468、406~430 和 451~466 (MHz)。北欧 NMT-900 系统工作频段现改为 890~960MHz。

第三节 移动环境下电波传播特点

移动通信的信息传播媒介是无线电波，因此有必要了解在移动环境下无线电波传播的特点，从而扬长避短，以求得最好的通信效果。同时，从使用角度来说，对于环境变化而引起的通话话音质量的变化也有所了解，避免了使用中的盲目性。

移动环境下所应考虑的电波传输特性包括：信号的衰落、信号的多径时延效应、多卜勒效应以及电波穿透建筑物的损耗特性等。我们在此作简要地阐述，使读者有所了解。

一、电波信号的衰落

这是指在移动环境下，电台的天线所接收到的无线电信号场强迅速而随机地发生变化。研究表明，这种变化的速率是与电台移动的速度及电波的频率密切相关。变化范围可达数十分

贝 (dB), 其原因在很大程度上是与不同的地段及建筑物等对电波的吸收和反射有关。

有一种衰落称为快衰落。它是指接收同源发射的电波时, 在天线的移动过程中, 经周围地形、地物所反射或散射而从不同方向、不同路径来的电波到达天线时的相对相位角发生了变化, 以致它们的总合成的电波场强发生大的起伏。这种衰落也称为多径衰落。它与移动中所形成的慢衰落是有区别的。后者是由地形地物沿途变化, 在接收处的电波部分地受到遮挡或某些强烈的反射出现与消失而造成的衰落。这种衰落又称为阴影衰落。这两种衰落都对移动通信产生较大的影响。

二、电波信号的多径时延

这是指移动台收到同一信号源通过不同的路径而来的信号。这些信号到达天线的时间顺序有先后, 强度也不尽相同。若以接收脉冲信号为例, 可以明显地看出, 不同路径到达的同源脉冲与其中相对路径最短的一路到达的脉冲之间表现出了不同的时间差。我们把这一时间差值称作多径时延或差分时间。多个不同时间差所构成的多径时延的扩展 Δ , 在陆地环境下能达到数微秒(μs)级。这一数值一般与电波的频率无关, 仅与电波传播的环境地形、地物有关。从图 1-5 看出, 这种时延的存在对移动通信, 特别是数字式系统的工作有着重要的影响, 将会增大系统的传输误码率。

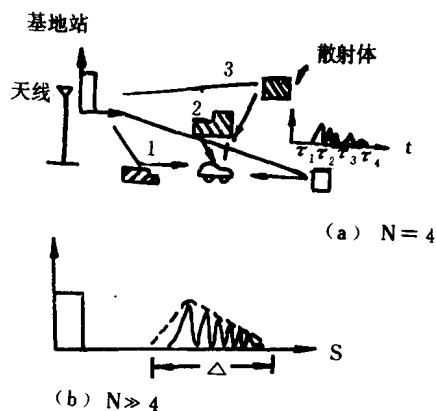


图 1-5 传播时延图例

三、多卜勒效应

这是指移动台相对基地台运动时, 移动台所收到的电波频率发生变化, 即产生了多卜勒频移。其频移值由下式决定:

$$\Delta f = \frac{V}{\lambda} \cos \theta$$

式中, V 为移动台的移动速度, λ 为电波波长, θ 为移动台运动方向与指向基地台的直线所构成的夹角。当运动方向朝向基地台时, Δf 规定为正值, 反之为负值。 Δf 的最大值即为 V/λ , 称为最大多卜勒频偏。一般, 由于移动台的移动速度都不大, 此效应对于蜂窝式移动通信系统可以不考虑, 不过对于高速飞行的飞机和地球卫星等, 都不能予以忽略。

以上我们说的是, 移动台接收时可能受到的影响。根据天线互易原理, 基地台接收移动台时所受的影响亦然。

对于移动通信系统的设计, 不能不考虑到上述电波传播的特点。其影响程度与当地的地形、地物关系, 最真实的估计是要通过实地实测。另一种方法则是计算机场强预测法, 这涉及到场强建模等理论问题, 超出本书叙述的范围, 兹不赘述。

四、关于建筑物内和穿透建筑物的电波传播特性

由于移动通信的发展, 在室内的环境下用手持机互相通信的应用愈来愈多。这类有两种类型

的电波传播要加以研究。一是电波自建筑物之外向建筑物穿透而传播；二是电波只限在建筑物内传播。后者主要为通常工作的无绳电话情形，此处将不予论述。我们仅分析第一种情形。

电磁波对建筑物的穿透损耗是指当发射源在室外时，建筑物内外场强之比。它既与建筑物结构的材质、室内的位置（有近窗、建筑物的深处，以及楼宇的层次和地下室等区别）有关，又与电磁波的频率有关。一般而言，频率低，损耗要大，频率高，则损耗小些。钢筋混凝土结构的损耗要大于砖土或土木结构。建筑物深处损耗也大。层次区别，以一楼为准，楼愈高损耗愈小。在1~13层范围内，穿透损耗的实测表明，大体上依楼高而直线下降，且每层约按2~2.7dB的规律下降。但楼高于13层，大约高度每增加一倍，场强才增加7dB，影响减弱。必须注意的是楼宇的遮挡效应。按报道，当大楼直接遮挡电波的传播路径时，其阴影区的遮挡损耗将达27dB（对于800MHz而言），且频率愈高愈严重。

第四节 蜂窝式模拟移动电话系统

这种系统的设计沿袭了传统的话音模拟传输技术，即话音为模拟信号。至于信令，除模拟单音信令外，也有部分数字信令。这些数字信令基本上是以频键控（FSK）方式调制传输的。这样的系统自20世纪70年代末研制，其后投入使用，有较大的地域覆盖。它也称为第一代蜂窝式移动通信系统。就我国而论，邮电部于1987年，在有关城市引进系统建网运行的基础上，通过比较论证，确定以TACS制为我国的模拟制蜂窝式移动电话的标准。TACS制其实是AMPS制的一种修改版本，所不同在于频段、频道间隔、频偏和信令速率等指标，其它基本一致。

不同制式移动网与固定的公共电话网的联网方式是有不同的。比如AMPS制采用由端局就近入网方式，见图1-6。这种方式主要依靠原有的各级长途网连接移动交换中心，故电话用户编号容量受限制较少，但信号质量及用户漫游都不易解决。德国和日本系统是由较高级的区域长途中心接入，故话音质量较高，处理漫游用户呼叫也较易实现。我国体制规定就近入网方式，移动交换中心可分别接入1、2级或3级的长话交换中心，但由于必须采用（90）局号，使编号容量受到大的限制。

在现行的系统中，信道编码大都采用截短BCH码，TACS系统也不例外。BCH码是一种特殊循环码。循环码所具有的特点是任一码字每一次向左（或右）循环移位，可得另一码字。

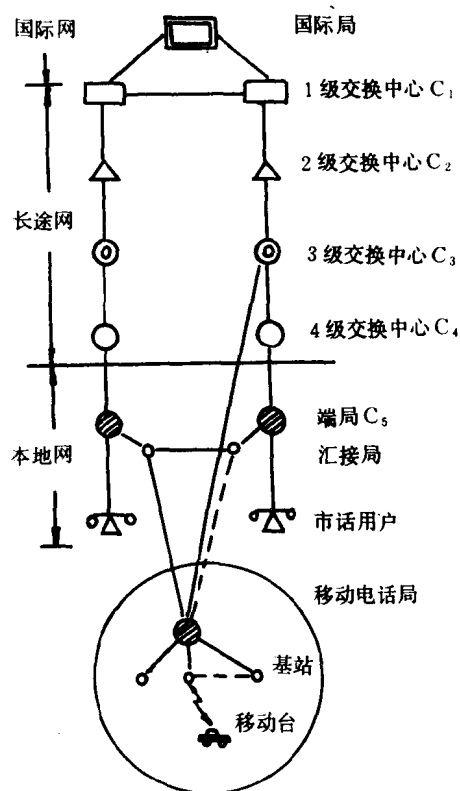


图 1-6 移动网与固定网由端局联网方式

而 BCH 是一种能够纠正多个随机差错的特殊循环码,其名称是由 3 个发明人的名字首字母组合而成。其截短码或称缩短码是将信息元的前若干位令之为 0,而构成的 BCH 码。由于这些确定的 0 码元不需发送,从而减少了码长,但其监督位数不变,故纠错能力仍保留。这种信道编码方式使用较多。在 TACS 制中,可实现纠正一个差错,检出两个以上差错。在数据发送中,系统采用多次(5~11)重复发送,接收端按大数判决,以降低误码率。

以下我们以 TACS 系统作介绍。

TACS 制将频段分为两段: A 系统和 B 系统。在一个地区, A、B 两系统可同时运行。A 系统信道从第 1~359 信道, B 系统从第 361~800 信道; 其中第 23~43 信道为 A 系统专用的控制信道, 第 383~403 信道为 B 系统的专用控制信道。移动台使用时, 必须先将这两组控制信道的号码贮存在机内存贮器, 才能进行有效的信道扫描。各信道的间隔是 25kHz。

TACS 制具有的模拟单音信令有两种连续单音, 它们是随话路使用以对移动台进行检测。有单音存在表示为“1”, 反之为“0”, 可实现逻辑组合, 表示不同的状态。一种称为 SAT 的监测音, 频率为 5970、6000 和 6030Hz, 各相差 30Hz, 分配给不同区群使用。不同区群在保持隔离下可以复用。它可作小区的身分标志, 故相邻小区 SAT 监测音的频率应该不同。另一种称 ST 的信令音, 其频率为 8000Hz, 用作用户切换信道或挂机、拆线等信号用。

通常工作时, SAT 是由基地台在信道中连续发出, 移动台于扫描中收到后便自动将它经由上行信道再发给基地台, 表示移动台工作正常。这样, 基地台就对移动台进行了监测。当基地台收到 SAT 信令的同时又收到 ST 信令, 根据系统约定的 SAT 和 ST 的逻辑组合, 可以判断移动台的不同状态。如收到 SAT 和 ST, 表示移动台挂机; 只收 SAT 未收 ST, 表示移动台摘机; ST 脉冲送来则表示振铃信号。ST 的不同持续期也表示不同的含义。如移动台越区切换, 信道送 ST50ms; 越区守候, 送 ST500ms; 话终拆线, 送 ST1.8s。

TACS 的数字信令格式分为上行(移动台→基地台即 MS→BS)和下行(基地台→移动台即 BS→MS)。下行的信道称寻呼信道, 或前向控制信道; 上行信道称接入信道, 或反向控制信道。

数字信令编码采用曼彻斯特(Monchester)码, 这是一种相位编码方法, 以 0° 相位和 180° 相位分别代表逻辑“1”和“0”。如上所述, 信道编码是 BCH 短截码。无线信道传输采用速率为 8kb/s 的 FSK 调制方式。

一、上行的控制信道

数字格式示于图 1-7。该图中前 48 个 bit(比特)为前置头, 包括 30bit(比特)的位同步码、11bit(比特)的帧同步码及 7bit(比特)的数字色码(DCC)。数字色码有 4 种状态, 作检测移动台捕获基地台的数字信号。DCC 是一种由基地台发出的, 移动台收后又转发给基地台, 并向基地台表示了它所收到的是哪一个基地台的信号, 以及移动台当前所在哪个基地台的辖区内。

其后的 5 个数组表示为 A、B、C、D、E。每个数组均为 48bit 个数据, 重复 5 次(共为 240bit)所组成。为提高传输可靠性, 每 48bit 中包含了 36 个 bit 信息和 12 个 bit 的校验码, 校验码为 BCH(48, 36)的纠错码, 属信道编码。5 个数组中 48 个 bit 的各部分定义说明如下。

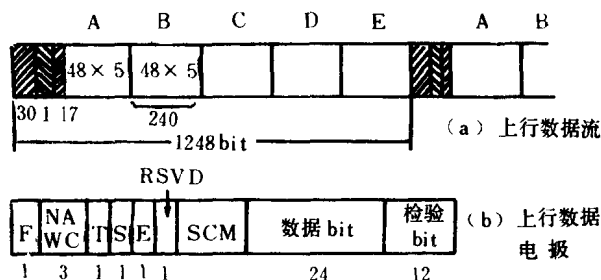


图 1-7 TACS 制上行控制数字信令格式

F: 1bit, 首字识别, “1” 表示为第 1 个字, “0” 表示为随后重复字。

NAWC: 3bit 表示即将到来的附加字的字数。

T: 1bit 表示信息的性质, “1” 表示发起呼叫, “0” 表示寻呼响应。

S: 1bit 表示是否为移动台的序号, “1” 表示为移动台序号, “0” 表示为其他。

E: 1bit, 表示是否为展长地址, “1” 表示送出展长地址, “0” 表示未送出展长地址。

RSVD: 保留备用 bit。

SCM: 4bit, 表示移动台功率类别, 共分 4 类 I、II、III 和 IV 等级, 8 种状态。

在上行控制信道的数组中传输的信息有 4 种:

- (1) 寻呼响应: 移动台收到基地台寻呼后对基地台的回应, T 为 “0”。
- (2) 发起呼叫: 移动台主叫时, 在此信道发出 “请求接入” 的信息, 此时 T 为 “1”。
- (3) 指令肯定: 移动台对基地台指令的响应, 表示已收到指令。
- (4) 指令: 移动台发出要基地台或 MTSO 执行的指令。

A~E5 个数组的意义在于:

A 字为缩位地址, 用作移动台的识别。

B 字是展长的地址字, 它应基地台的要求发送, 或在漫游状态时发送。

C 字是移动台序号, 用来证明此台是否为有权用户。

D 字是被叫地址 (电话号码) 中的第一个字。

E 字是被叫地址中的第二个字。

二、下行控制信道

信令的格式见图 1-8。按该图示, 下行数据流包括以下各部分:

前置头: 10bit 位同步、11bit 帧同步。

字 A 和字 B: 各为 40bit, 其中 28bit 信息加 12bit 校验码。校验码编成 BCH (40、28) 码, 它与上行的 BCH (48、16) 码一样, 都是 BCH (63、51) 码截短而得。字 A 和字 B 传输中重复 5 次。

信道的数据流中, 还有显示信道忙与闲的 bit, 每 10bit 数据插入一个忙闲 bit。“0” 示忙, “1” 示闲。它们是对移动台显示控制信道的忙闲状态, 且只当闲时, 移动台才可占用接入。一旦移动台接入控制信道, 基地台即将示闲 bit 从 “1” 改写为 “0” 而示忙。

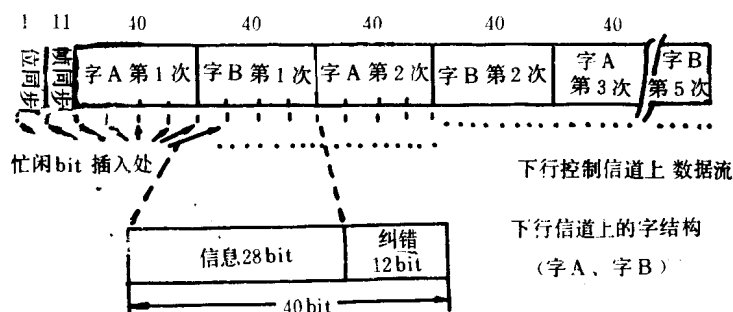


图 1-8 下行控制信道的信令格式

下行控制信道发送的字 A、字 B 的信息包含有以下几个内容。

1. 对移动台控制的信令

它由 1、2 或 4 个字组成。字 1 表示缩位地址 (见图 1-9), 其中 T_1T_2 表示所发字数。 $T_1T_2=00$ 时, 只发一个字, $T_1T_2=01$ 表示发送多个字, 而在以后所增发的字 (字 2~字 4) 中, $T_1T_2=10$ 。

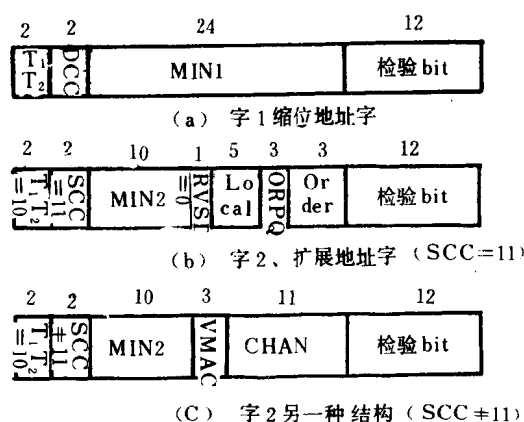


图 1-9 下行控制信道的字结构

DCC 为数字色码, 共 2bit, 移动台接收后, 译成 7bit 的 DCC 码发回基地台, 基地台借此检查移动台是否收妥。

字 2~字 4 表示展长的地址字。此时 $T_1T_2=10$ 。SCC 是 SAT 和 ST 组成的单音识别码, 当 SAT 和 ST 信号均有时, 即 $SCC=11$, 有两种结构, 如图 1-9 (b) 和 (c) 所示, 该图中各字母含义如下:

MIN1 移动台识别号之第一部分;

MIN2 移动台识别号之第二部分;

ORDER 为指令组 (5bit), 可表示寻呼、释放、重拨、改变功率电平等等级;

ORPQ 为指令限定组,即限定指令确认为一特定行为;

LOCAL 为本区场,作确定指令组,置于本区控制;

RSVD 保留备用 (1bit);

VMAC 为移动电台话音衰落码,指示移动台应调整的功率电平;

CHAN 信道号码,表明所指配的信道号。

2. 传送开销电文 (Overhead Message)

它传送一些有关系统的报文 (此时 $T_1T_2=11$)。这些报文包括以下内容:

系统参数。以每 (0.8 ± 0.3) S 送出系统识别字 (SID),它由 2 个字组成,字 1 为 SID,字 2 为寻呼信道号码与接入信道号码。

识别号登记信息。全局作用信息。有关登记增量、新接入信道的开始点、最大忙次数的限定、最多接续尝试次数等信息。

控制信道的填充。它是下行控制信道无报文可发时,作填充用,由一个字组成,指示移动台是否要等候开销电文等。

以上的信息各司其责,达到系统协调和控制的目的。比如区域识别码,它自基地站发出后,移动台收悉,即与本身存贮的区码相比较,一致时,说明移动台置身于登记的业务区内工作;不一致时,则说明移动台越区了,此时仅当漫游登记手续完备才能工作。

又如电台功率电平控制,这是为避免高电平造成的干扰而对接收电平进行监视。当基地台发现移动台的功率电平高出门限值时,即发送降调功率电平指令;移动台收核后,便按指令调整发射功率,并给基地台送出一个确认信息。

整个系统通过上、下行控制信道频繁来往,相互沟通,系统才能有效地工作。这当然要依赖现代的计算机信息处理与控制技术,否则不可能设计这样一种系统。

第五节 蜂窝式数字移动电话系统

数字系统是时分多址 (TDMA) 系统。如上所述,在同等的条件下,它能使网路的容量、增加一倍以上,且抗干扰性能比模拟系统提高 $5\sim 6$ dB。基地站发射部分只需一个射频信道设备,能令系统造价降至同等规模的模拟系统造价的 $1/5\sim 1/7$ 。更重要的是它具有数据传输能力,便于和现代化的综合服务数据网 (ISDN) 等相连接,也便于加密和开放非话务之业务。这种种优越性,使数字系统作为蜂窝式移动电话的第二代系统,表现出了较强的生命力,其发展趋势是要替代模拟系统。

数字系统有若干代表性产品。我国鉴于现有模拟系统采用 TACS 制,其频率与数字 GSM 系统相同,或许算作其中一种原因,确定数字系统选择 GSM 系统。我国浙江嘉兴市于 1992 年第一个引进 GSM 系统。该系统包括 1 个交换中心,6 个基地台,总容量达 1000 户,可在整个嘉兴地区漫游。随后发展势头更猛,上海等地也陆续开通了 GSM 制移动通信局。

GSM 系统工作频段 900 MHz,为 TDMA 多址。移动台发射频率 890~915 MHz,基地台发射 935~960 MHz,带宽 25 MHz,载波间隔 200 kHz。每载波分成 8 个时隙,8 个时隙成一帧,帧长 4.62 ms,传输 270.833 kb/s 的数据流。系统采用 GMSK 调制,即高斯滤波的最小频移键控调制,占据带宽 200 kHz。

每个时隙即每个时分信道的结构，如图 1-10。其中，用户的话音信息包括信道编码的校验码在内共 114bit，分作两段，各占 57bit。中间插入的同步码 26bit；同步码两侧各有 1bit 的标识码，用来区别它的两侧是 57bit 的信息码。在时隙的头、尾各有 3bit 的尾码，码型均为 000。最后留有 30μs（相当 8.25bit）的保护时间，避免不同移动台在两时隙间，因距基地台远近不同而可能出现的码元互相重叠。因此，一个时隙总共有 156.25bit 的时间宽度。

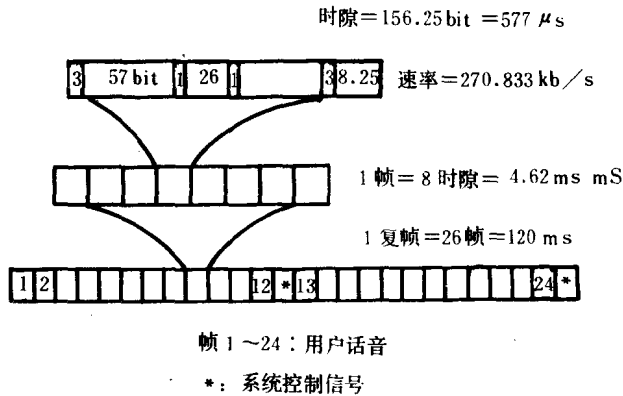


图 1-10 GSM 时分信道数据结构

每 8 个时隙作 1 帧；每 26 帧组成一个复帧（时长 120ms）。26 帧内有 24 帧传送语音信息，另 2 帧为传送控制信息的控制帧。控制帧同样每帧 8 个时隙，每个时隙就是一个慢速控制信道，传送有关信令。

GSM 系统还有一种复帧结构。它包含 51 帧，时长 235.38ms，并以每 10 帧为一组，分 5 组，占 50 帧长度，是专供控制信道用。这些控制信道划分成频率纠错信道（F）、同步信道（S）、公共控制信道（C）和广播控制信道等。复帧中的最后一帧即第 51 帧是空闲帧，用作区别复帧的尾。控制复帧的具体安排，见图 1-11。

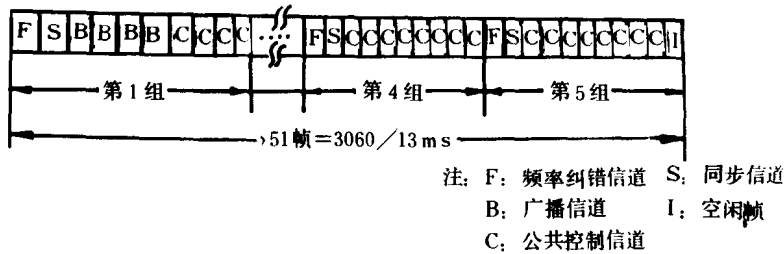


图 1-11 GSM 控制复帧

在 GSM 系统中，控制信道专门有一个载波。

有关控制信道的详细内容，我们不作介绍，因为种类很多。但要提及的是所谓慢速联用控制信道（SACCH），用来传输一些在通话中的特定信息，如功率和帧调整的控制信息及

测量数据等。这是最主要的控制信道，于 120ms 内占据 2 帧，信息为 184bit，经信道编码交织后成 456bit，需占用 4 个时隙才能发送完毕。

在 GSM 中，不同信道中每个时隙传输的数据结构也略有不同，共分 5 类。图 1-10 所表示的只是普通话音信道传输结构，为此 5 类之一。其他 4 类分别为频率纠错信道、同步信道、虚设脉冲序列和接入脉冲序列。

作为数字系统，所传输的话音是经过模/数转换的。系统采用 RPE—LTP 编码方案。这一编码方案名为“规则脉冲激励、长时限预测编码”。这一话音编码特性，见表 1-2。

表 1-2 RPE—LTP 话音编码特性

比特率	13kb/s
语言帧长	20ms
抽样窗	20ms 矩形窗
LPC 分析:	
滤波器阶数	8
算法	schur 迭代法
系数编码	36bit
逆滤波器型式	格型
激励脉冲	规则脉冲
脉冲编码	3bit/脉冲

如果加上纠错编码，每 20ms 总的输出是 456bit，纠错使用 1/2 码率的卷积码。

话音编码输出的话音数据流，为了抗传输中不可避免的衰落而引发的突发误码，则以 40ms 输出的 $2 \times 456 = 916\text{bit}$ 信息组成 8×114 的矩阵进行交织处理，即对 $8 \times 114\text{bit}$ 矩阵方式作横行写入，纵列读出。读出分成 8 帧，每帧 114bit。这个交织有 40ms 延时，把编码的数据分成了 8 帧，目的为分散突发误码的影响。交织过程，示意于图 1-12。

关于 GSM 的信道配置，从上述看出，应是一种频分多址与时分多址的混合，即 FDMA/TDMA。系统在 25MHz 带内，分配了 125 个载波，每个载波传 8 个时隙（信道），故实际最大可用信道数达 $8 \times 125 = 1000$ 个。

图 1-13 示出信道配置情况。

图 1-14 示出 GSM 的网络结构。该图中文字的意义为：

TE 终端设备	MS 移动台
BS 基站	MSC 移动业务交换中心
SP 信令点	HLR 本地用户位置寄存器
VLR 外来用户位置寄存器	OMC 运行维护中心
SS7 7 号信令系统	PDS 公用数据网
PSTN 公用电话（市话）网	ISDN 综合服务数据网

网络中基站和移动业务交换中心的连接，是码速率为 64kb/s 的通信链路，话音在基地站的控制器中被转换成 64kb/s 的数字信号传输。其目的是使 GSM 网便于和公共电话网及综