

教育部高职高专通信类专业教学指导委员会推荐教材

21世纪高职高专电子信息类规划教材

21 Shiji Gaozhi Gaozhuan Dianzi Xinxilei Guihua Jiaocai

移动基站设备 与维护

魏红 黄慧根 编著

- 全面介绍现代移动基站基本原理和技术
- 系统阐述各类移动基站设备及维护知识
- 内容突出实用性，紧扣行业标准及规范



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

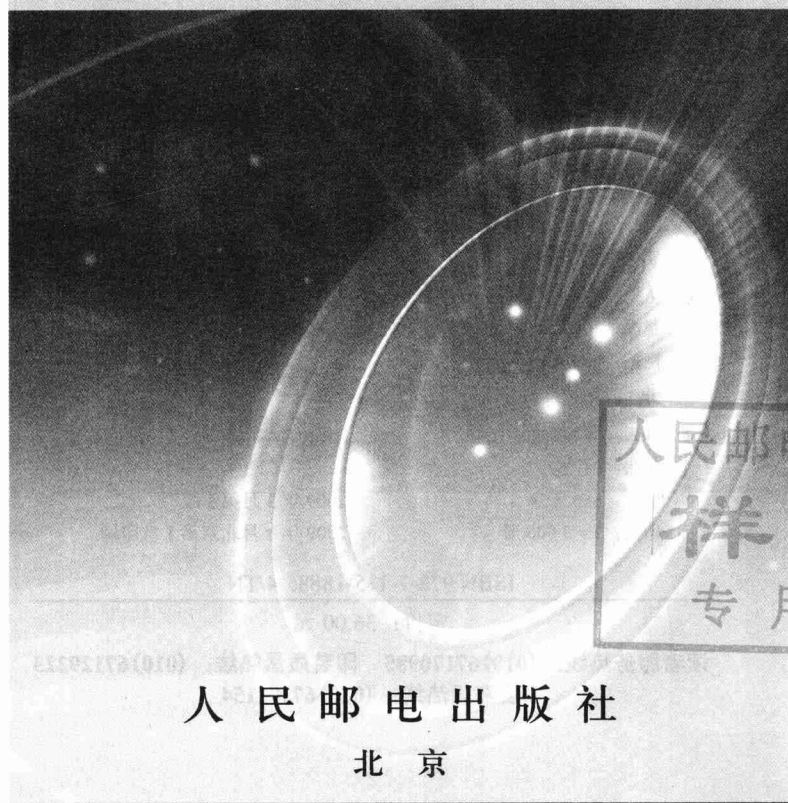
教育部高职高专通信类专业教学指导委员会推荐教材

21世纪高职高专电子信息类规划教材

21 Shiji Gaozhi Gaozhuān Dianzi Xinxilei Guihua Jiaocai

移动基站设备 与维护

魏红 黄慧根 编著



人民邮电出版社

样书

专用章

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

移动基站设备与维护 / 魏红, 黄慧根编著. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 3
21世纪高职高专电子信息类规划教材
ISBN 978-7-115-18885-4

I. 移… II. ①魏…②黄… III. 移动通信—通信设备—维修—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN929. 5

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第155115号

内 容 提 要

本书全面、系统地阐述了现代移动基站的基本原理、基本技术和当今广泛使用的各类设备及维护技术规范, 较充分地反映了当代移动通信的新技术以及应用维护知识。全书共 9 章, 包括 GSM 系统概述、天馈系统概述、基站主设备、直放站和室内分布系统、传输设备、通信电源设备、空调、基站动力与环境监控、基站建设维护规范。

本书结合当前基站综合维护的需求, 紧扣行业标准及规范, 具有较强的实用性及系统性。本书可作为高职高专院校通信技术、移动通信、电子信息等专业移动基站相关课程的教材, 也可作为相关培训教材, 还可作为通信行业工程技术和维护人员的参考书。

21 世纪高职高专电子信息类规划教材

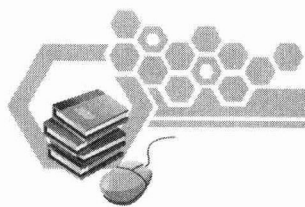
移动基站设备与维护

-
- ◆ 编 著 魏 红 黄慧根
责任编辑 蒋 亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 21.75
字数: 555 千字 2009 年 3 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2009 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18885-4/TN

定价: 36.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



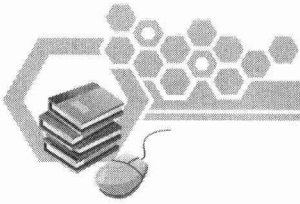
编 委 会

(按姓氏笔画排序)

马晓明	王钧铭	韦泽训	刘建成
孙社文	孙青华	朱祥贤	严晓华
吴柏钦	张立科	李斯伟	周训斌
武凤翔	宫锦文	黄柏江	惠亚爱
滑 玉	蒋青泉	谭中华	

执行编委：蒋 亮

前言



近年来,蜂窝移动通信的发展日新月异,经历了从模拟网到数字网,从频分系统到时分系统和码分系统的发展进程。移动通信的迅速发展,使基站数目急剧增加,因此需要大量的基站建设及维护人员。通信类高职高专院校的成立解决了高级通信技术人才的培养问题,但适合通信类高职高专院校的相关教材却很难找到。目前,各运营商需要较多的综合维护人员,特别是基站的建设及维护人员,这涉及主设备、天馈系统、直放站和室内分布系统、电源、传输、监控、空调等多方面的知识。不同的运营商或不同的地区采用的设备不同,在维护中的要求和规范也会有所区别,但是其维护基本的目的和要求是相同的。基于上述情况,我们根据移动基站维护要求,结合实际应用编写了本书。

本书的教学内容涉及基站机房应用的所有系统和设备,包括天馈系统、基站主设备、直放站和室内分布系统、传输设备、通信电源设备、空调、监控设备等。本书主要介绍了这些系统的基本原理和使用的技术,并以1~2种设备为例,介绍该类设备的维护常识和规范。通过对本书的学习,学生可以掌握基站机房设备所应用的相关原理及维护知识,为将来在运营及施工维护部门工作打下基础。

学习本书需要有一定的电工电子基础知识、通信网基础知识、移动通信基本原理与技术知识,并了解基本的网络构成和一些常用的技术。本书各章节都具有一定的独立性,不同院校可视具体情况节选,不影响教学的完整性。

本书在编写过程中力求简单、全面地阐述各类基站机房设备的基本概念、基本原理、主要技术、设备的维护和基本维护、建设规范,以方便学生掌握。各院校还可根据设备情况开设相应的实训项目,使学生对所学理论知识有一定的感性认识,增强学生的动手能力。

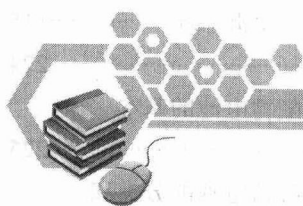
全书共9章,其中第1~5章由魏红编写,第6~9章由黄慧根编写,全书由魏红统稿。

本书在编写过程中,得到了很多企业专家和老师的帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2008年9月



目 录

第1章 GSM系统概述	1	小结	82
1.1 移动通信概述	1	习题	83
1.2 GSM系统概述	2	第3章 基站主设备	85
1.2.1 GSM网络结构	2	3.1 Motorola基站主设备	85
1.2.2 频率复用	7	3.1.1 M-cell 6基站主设备	86
1.2.3 跳频	8	3.1.2 Horizon基站主设备	93
1.3 GSM系统中的信令	9	3.1.3 Horizon II基站主设备	111
1.3.1 No.7信令系统	9	3.1.4 微蜂窝基站设备	119
1.3.2 GSM的信令与协议	9	3.1.5 基站维护基本指令	124
1.4 基站简介	15	3.1.6 基站故障处理	124
1.4.1 基站机房的基本配置	15	3.2 ALCATEL基站主设备	126
1.4.2 基站故障处理流程	15	3.2.1 EVOLIUM基站主设备	127
小结	16	3.2.2 A910基站主设备	132
习题	16	3.2.3 运行与维护	134
第2章 天馈系统概述	18	3.2.4 常见故障及解决方法	136
2.1 无线电波基础知识	18	3.3 NOKIA基站主设备	139
2.1.1 无线电波	18	3.3.1 DE34/DF34基站主设备	139
2.1.2 无线电波的极化	19	3.3.2 UltraSite基站主设备	150
2.1.3 超短波的传播	20	3.3.3 告警及维护	156
2.2 天线基本概念	20	小结	158
2.2.1 基站天馈系统	21	习题	158
2.2.2 天线基本特性	22	第4章 直放站和室内分布系统	161
2.2.3 基站天线的类型	36	4.1 直放站和室内分布系统	161
2.3 传输线基本概念	39	4.1.1 直放站	161
2.3.1 传输线的概念	39	4.1.2 室内分布系统	162
2.3.2 传输线的基本特性	39	4.1.3 常用器件简介	166
2.4 天线的安装和维护	41	4.1.4 常用设备简介	169
2.4.1 移动通信系统天线安装规范	42	4.2 直放站和室内分布系统的维护	175
2.4.2 移动通信系统天线参数调整	44	4.2.1 直放站和室内分布系统在维护 时需考虑的指标	175
2.4.3 塔桅与天馈系统的保养与 维护	46	4.2.2 维护方法	176
2.4.4 基站天馈线系统的测试	59	小结	180
2.4.5 测试仪表	65	习题	180

第5章 传输设备	182	6.2.2 艾默生开关电源系统	215
5.1 SDH 传输概述	182	6.3 蓄电池	224
5.1.1 SDH 的产生	182	6.3.1 阀控式铅酸蓄电池的基本 结构	225
5.1.2 SDH 基本原理	183	6.3.2 阀控式铅酸蓄电池的分类和 性能	225
5.1.3 传输网基础	185	6.3.3 阀控式铅酸蓄电池的基本 原理	226
5.1.4 工程应用和配套设备	187	6.3.4 阀控式铅酸蓄电池维护使用及 注意事项	227
5.1.5 传输节点基站综合架施工维护 技术规范	189	6.4 油机发电机组	231
5.2 传输设备维护基本知识	191	6.4.1 柴油机	232
5.2.1 保养及维护注意事项	191	6.4.2 无刷同步发电机	234
5.2.2 传输设备维护人员必须具备的 基本技能要求	191	6.4.3 便携式(小型)油机发电 机组	234
5.2.3 故障定位的原则	191	6.5 通信局(站)的防雷接地	239
5.2.4 常见故障处理方法	192	6.5.1 接地系统概述	239
5.2.5 传输仪表的使用	193	6.5.2 通信电源系统的防雷	243
5.3 烽火 GF155-03B/C 传输设备	194	6.6 安全用电	246
5.3.1 设备的主要功能	194	6.6.1 安全用电的技术措施	247
5.3.2 主要功能模块	195	6.6.2 安全组织措施	247
5.3.3 机械结构及安装	198	小结	248
5.4 华为 155/622H、155S 传输设备	199	习题	249
5.4.1 华为 155/622H	200	第7章 空调器	251
5.4.2 华为 155S	201	7.1 空调器简介	251
5.4.3 组网实例	201	7.1.1 空调器的组成	251
5.4.4 日常维护操作	202	7.1.2 基本工作原理	252
5.5 朗讯 AM1 和 AM1 Plus 传输设备	203	7.1.3 普通空调器的类型	252
5.5.1 朗讯 AM1 和 AM1 Plus 传输 设备	203	7.1.4 空调器的工作环境与性能 指标	252
5.5.2 组网示例	204	7.2 空调器的制冷系统	254
5.5.3 日常维护	205	7.2.1 制冷工作原理	254
小结	206	7.2.2 制冷系统主要部件	255
习题	206	7.2.3 制冷剂、冷媒、冷冻油	258
第6章 通信电源设备	208	7.3 空调器的风路系统	258
6.1 通信配电	208	7.4 空调设备简介	259
6.1.1 电源在通信中的地位及组成	208	7.4.1 大金空调器使用简介	259
6.1.2 交流供电系统	210	7.4.2 故障检修	259
6.1.3 直流供电系统	211	7.4.3 保养	261
6.1.4 变配电系统的维护	211		
6.2 开关电源	212		
6.2.1 高频开关电源概述	212		



小结	262	9.1 基站维护内容及实施	289
习题	262	9.1.1 基站维护的内容	289
第8章 基站动力与环境监控	264	9.1.2 基站维护工作的实施	289
8.1 动力环境设备基本知识	264	9.1.3 基站维护主要项目与基本要求	291
8.1.1 动力环境设备的分类	265	9.1.4 VIP基站的选择标准、建设及维护要求	295
8.1.2 集中监控的功能	265	9.1.5 基站维护部门仪器仪表和工具的配备	297
8.1.3 常见监控硬件	266	9.1.6 基站维护安全规范	298
8.1.4 监控系统的数据采集	267	9.2 基站设备的维护工作	299
8.1.5 监控内容	267	9.2.1 设备维护及安全清洁方法	299
8.2 监控系统网络与硬件	270	9.2.2 铁塔(桅杆)与天馈系统的安装维护规范	300
8.2.1 系统的分层结构	270	9.2.3 电源、空调系统的维护规程	308
8.2.2 独立监控子系统	270	9.2.4 机房安全管理	318
8.2.3 干接点监控子系统	275	9.3 GSM基站施工技术规范	323
8.2.4 模拟量监控系统	275	9.3.1 基站布局	323
8.3 智能门禁	279	9.3.2 基站设备安装的总体要求	323
8.3.1 智能门禁系统的组成与应用	279	9.4 攀登铁塔安全防护知识	329
8.3.2 智能门禁系统维护	280	9.4.1 安全网	329
8.4 集中监控系统日常使用和维护	281	9.4.2 钢脚手架的防雷避雷措施	330
8.4.1 监控系统的使用	281	9.4.3 个人防护用品	331
8.4.2 监控系统的维护体系	281	9.4.4 攀登铁塔的条件与登塔前准备	332
8.4.3 告警排除及步骤	282	小结	333
8.5 监控系统的工程施工及调测	284	习题	333
8.5.1 工程施工的基本原则	284	附录	335
8.5.2 设备安装	284	参考文献	338
8.5.3 布线	285		
8.5.4 系统供电	286		
8.5.5 系统调测	286		
小结	286		
习题	287		
第9章 基站建设维护规范	289		

第1章

GSM 系统概述

【本章内容简介】 本章主要介绍与基站维护相关的 GSM 系统基本知识、GSM 主要技术；GSM 采用的信令协议及特点；基站机房的设备配置。

【本章重点难点】 移动基站机房的设备配置。

1.1 移动通信概述

移动通信是指通信双方中至少有一方在移动中进行信息交换的通信方式，可以是双向的，也可以是单向的。

移动通信的工作方式分为单工、半双工、(全)双工。在(全)双工方式中，通信双方可以同时收发信号，收发设备同时工作，这对使用电池供电的移动台非常不利。基于这一情况，在移动通信中采用准双工方式，即仅在有信号时发射，而接收机常开，这样既可以为移动台省电，又可以减小空中干扰电平。

移动通信是一种有线和无线相结合的通信方式。其电波传播条件恶劣，存在着严重的多径衰落，需要系统设备具有良好的抗多径衰落能力和储备。移动通信在强干扰条件下工作，主要噪声为人为噪声，需要系统具有抗人为噪声的能力和储备。移动通信的主要干扰有 3 种：存在互调干扰，要求设备具有良好的选择性；存在邻道干扰，要求移动台采用自动功率控制技术；存在同频干扰，要求在组网和频率配置时予以充分的重视。移动通信中由于收发设备间存在着相对速度，具有多普勒效应，会产生频率偏移，需要采用锁相技术。移动通信中可能存在覆盖盲区，需要在组网时、基站设置时予以重视。移动通信中用户经常移动，与基站间没有固定联系，需要采用切换、位置登记和漫游等跟踪交换技术。

移动通信中采用的主要技术有同频复用、多信道共用、多址技术、分集技术、跳频、语音间断传输、切换、位置登记、漫游等。

大型移动公网采用蜂窝小区制结构，在同一无线区群中使用不同的频率，间隔一定

的距离，在不同的无线区群中可重复使用相同的频率；另外，在同一小区中的多个无线信道可以由多个用户共同享用，实现多信道共用，有效提高频率利用率。

为进一步提高系统容量，在移动通信中采用频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）、码分多址（CDMA）等多址技术，其容量 CDMA 最大，其次为 TDMA，FDMA 最小，不同的系统可根据需要组合应用不同的多址技术。当然，在有效提高频率利用率、扩大系统容量的同时，必须采取相应的抗干扰、抗衰落措施（如分集、跳频等）。

分集技术是在发送端把具有独立衰落特性的信号分散传送，接收端对多个分集信号进行集中合并处理。即在发射侧分散传输，在接收侧根据信号的某一特征量所对应的衰落特性的独立性进行集中合并处理。常用的分集技术有极化分集、空间分集、时间分集、频率分集等。

跳频是同一移动台在不同时隙工作在不同的载频上，结合交织、信道编码等技术提高系统的抗衰落能力。

为了提高空中信道的利用率，减少空中干扰，为移动台省电，系统采用语音间断传输技术。

为了保证通信不中断，当移动台从一个小区进入另一个小区时进行频道转换，实现切换。移动台在待机时由一个小区进入另一个小区需进行小区重选。为了能顺利找到移动中的用户，系统要求移动台在开机或进入新的位置区域时进行位置登记。移动台还具有漫游功能，离开注册入网的移动业务交换中心（MSC）服务区，在另外的 MSC 服务区仍能入网使用。

1.2 GSM 系统概述

1.2.1 GSM 网络结构

1. GSM 系统的组成

GSM 系统典型结构可分为 4 个组成部分：网络子系统（NSS）（或交换子系统（SS））、基站子系统（BSS）、操作维护子系统（OSS）和移动台子系统（MS），其基本结构如图 1-1 所示。

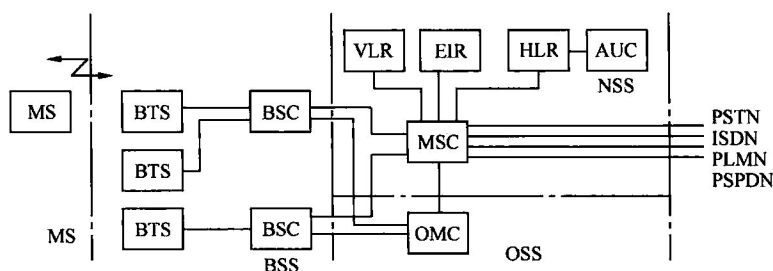


图 1-1 陆地公用数字蜂窝移动通信系统结构

图中 MS 为移动台，BTS 为基站收发信机，BSC 为基站控制器，MSC 为移动业务交换中心，EIR 为设备识别寄存器，VLR 为访问用户位置寄存器，HLR 为归属用户位置寄存器，AUC 为鉴权中心，OMC 为操作维护中心，ISDN 为综合业务数字网，PLMN 为公用陆地移动网，PSTN 为公用电话网，PSPDN 为公用分组交换数据网。一般情况下，VLR 与 MSC 常集成在一起，表示为 MSC/VLR；HLR 与 AUC 集成在一起，表示为 HLR/AUC。



(1) 网络子系统

网络子系统(NSS)主要包含有GSM系统的交换功能和用于用户数据管理、移动性管理、安全性管理、移动设备管理等所需的数据库功能,并对GSM移动用户间通信和GSM移动用户与其他通信网用户间通信起着管理作用。在整个GSM系统内部,NSS的各功能实体间和NSS与BSS间都通过符合No.7信令系统的协议,和GSM规范的No.7信令网络相互通信。NSS由一系列功能实体构成。

① 移动业务交换中心

移动业务交换中心(MSC)是网路的核心,完成系统的电话交换功能。MSC可从3种数据库,即HLR、VLR和AUC获取处理用户位置登记和呼叫请求所需的全部数据。反之,MSC也根据其最新获取的信息请求更新数据库的部分数据。MSC可为移动用户提供一系列业务:电信业务(电话、紧急呼叫、传真和短消息服务等)、承载业务和补充业务(呼叫转移、呼叫限制、呼叫等待、来电显示等)。MSC还支持位置登记、越区切换和自动漫游等移动性能和其他网络功能。

对于容量比较大的移动通信网,一个NSS可包括若干个MSC、VLR和HLR。

MSC有3类,分别为普通MSC、GMSC、TMSC。GMSC为入口移动业务交换中心(或称网关MSC),主要用于和其他电信运营商设备的互联互通。TMSC为汇接MSC,专门用于移动业务的长途转接。在网络中,GMSC与TMSC也可兼有普通MSC的交换与控制功能。

② 归属用户位置寄存器

归属用户位置寄存器HLR是GSM系统的中央数据库,存储着该HLR管理的所有移动用户的相关数据的静态数据库。存储的数据有用户信息(包括用户的人网信息,注册的有关电信业务、传真业务和补充业务等方面的数据)、位置信息。另外还存有兩個号码:IMSI、MSISDN。

③ 访问用户位置寄存器

访问用户位置寄存器(VLR)是服务于其控制区域内移动用户的,存储着进入其控制区域内已登记的移动用户的相关信息的动态用户数据库。一旦移动用户离开该VLR的控制区域,则重新在另一个VLR登记,原来访问的VLR将取消临时记录的该移动用户数据。

④ 鉴权中心

鉴权中心(AUC)存储着鉴权信息和加密密钥,用来防止无权用户接入系统,并保证通过无线接口的移动用户信息的安全。AUC属于HLR的一个功能单元,专用于GSM系统的安全性管理。

⑤ 设备识别寄存器

设备识别寄存器(EIR)存储着移动设备的国际移动设备识别码(IMEI),通过检查白名单、灰名单和黑名单判别准许使用、出现故障需监视的、失窃不准使用的移动设备的IMEI,以防止非法使用偷窃的、有故障的或未经许可的移动设备。目前,我国仅有部分GSM系统开始安装EIR设备,因此网络中仍有大量非法手机在使用。

(2) 基站子系统

基站子系统(BSS)是GSM系统中与无线蜂窝方面关系最直接的基本组成部分,它通过无线接口直接与移动台相接,负责无线信号的收发和无线资源管理。另一方面,基站子系统与网络系统中的移动业务交换中心相连,实现移动用户间或移动用户与固定网用户间的通信连接,传送系统信号和用户信息等。

通常,NSS中的一个MSC监控一个或多个BSC,每个BSC控制多个BTS。

基站控制器 (BSC) 是 BSS 的控制部分, 起着 BSS 的交换设备的作用, 即各种接口的管理、无线资源和无线参数的管理。每次通话过程中, 基站接收机能够监测到各基站的信号强度并送给基站控制器, 使控制器决定什么时刻切换, 切换到哪一个小区; BSC 也具有对移动台的功率控制功能, 调整移动台的发射功率电平, 除提高了移动台本身的传输性能外, 还可延长移动台的工作时间、减少对其他用户的邻道干扰。

BTS 属于基站子系统的无线部分, 是由 BSC 控制并服务于某个小区的无线收发信设备, 完成 BSC 与无线信道间的转接, 实现 BTS 与移动台间的无线传输及相关的控制功能。

(3) 操作维护子系统

操作维护子系统 (OSS) 需完成许多任务, 包括移动用户管理、移动设备管理及网络操作和维护等。

在此所介绍的 OSS 功能主要是管理 BSS 和 NSS 的操作和维护的。完成网络操作与维护管理的设施称为操作与维护中心 (OMC), 具体功能包括: 网络的监视、操作 (告警、处理等)、无线规划 (增加载频、小区等)、交换系统的管理 (软件、数据的修改等)、性能管理 (产生统计报告等)。GSM 网络中每个部件都有机内状态监视和报告功能, OMC 对其反馈结果进行分析, 诊断并自动解决问题, 如将业务切换至备份设备, 针对故障情况采取适当维护措施等。

移动用户管理包括用户数据管理和呼叫计费。用户数据管理一般由 HLR 来完成, SIM 卡的管理采用专门的 SIM 个人化设备完成。呼叫计费可由移动用户所访问的各个 MSC 和 GMSC 分别处理, 也可采用通过 HLR 或独立的计费设备来集中处理计费数据的方式。移动设备管理是由 EIR 完成的。

(4) 移动台

移动台 (MS) 是公用 GSM 移动通信网中用户使用的设备, 也是用户能够直接接触的整个 GSM 系统中的唯一设备。移动台提供通过无线接口接入 GSM 系统的通常的无线处理功能, 及与用户间的接口。移动台可以是单独的移动终端 (MT)、手机、车载台, 或者是由 MT 直接与终端设备 (TE) 相连接而构成, 或者是由 MT 通过相关终端适配器 (TA) 与 TE 相连接而构成。GSM 移动台必须插入用户识别模块 (SIM) 才能进行正常呼叫。SIM 存储所有与用户有关的信息和某些无线接口的信息, 其中也包括鉴权和加密信息, 可以使用户根据自己的需要更换手机, 而不用重新入网注册。

2. GSM 网络结构

我国的 GSM 网络采用二、三级混合结构; 在无线覆盖区域采用无线小区、基站小区、位置区、MSC 区、PLMN 服务区、GSM 服务区的层次结构, 如图 1-2 所示。

3. GSM 系统中的接口

GSM 系统对各功能实体间的接口作了具体的定义, 如图 1-3 所示。

与基站子系统密切相关的接口主要有 3 个: A 接口 (MSC 与 BSC 间接口)、Abis 接口 (BSC 与 BTS 间接口, 是非标准接口)、Um 接口 (BTS 与 MS 的接口)。

(1) 信号处理过程

GSM 系统终端设备信号的形成过程与 GSM 移动台类似, 只是 MS 中的发送信号来自话筒,

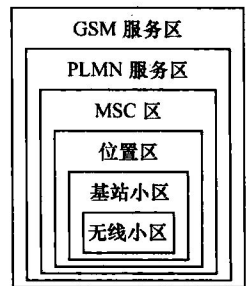


图 1-2 无线覆盖区域结构



而系统终端的发送信号来自交换机数据（64kbit/s 的信号），经对数线性变换器转变成 8kHz（13bit/125 μ S）的信号。移动台信号处理过程如图 1-4 所示。

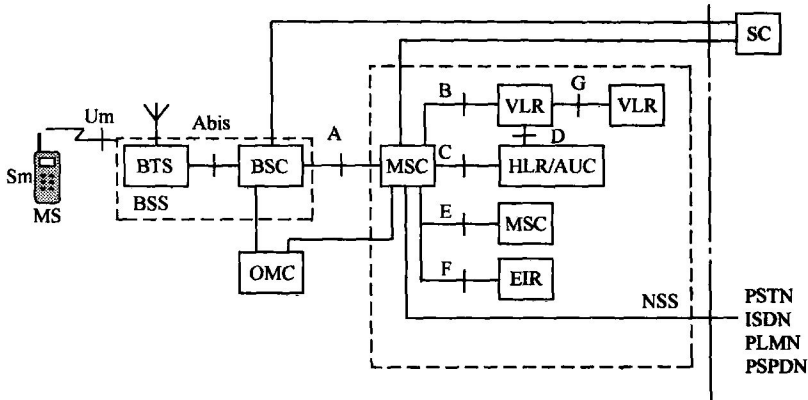


图 1-3 GSM 系统中的接口

发送部分：模/数变换后的 8kHz 的 13bit 的均匀量化数字信号，再按 20ms 分段，每 20ms 段 160 个采样。分段后按有声段和无声段对信号进行分开处理。有声段进行后续的语音编码处理，数字信号经过信道编码、交织、加密、突发脉冲串形成、调制及上变频、功率放大，由天线将信号发射出去。

接收部分：从天线接收下来的射频信号经双工器进入接收通路，高频放大后经一混频、二混频得到中频信号，数字解调后，进行 Viterbi 均衡、去交织、解密、语音解码，恢复出数字化语音信号。

基站子系统中，大部分数字信号处理过程主要在 BSC 侧完成，BTS 中主要进行射频部分信号处理。

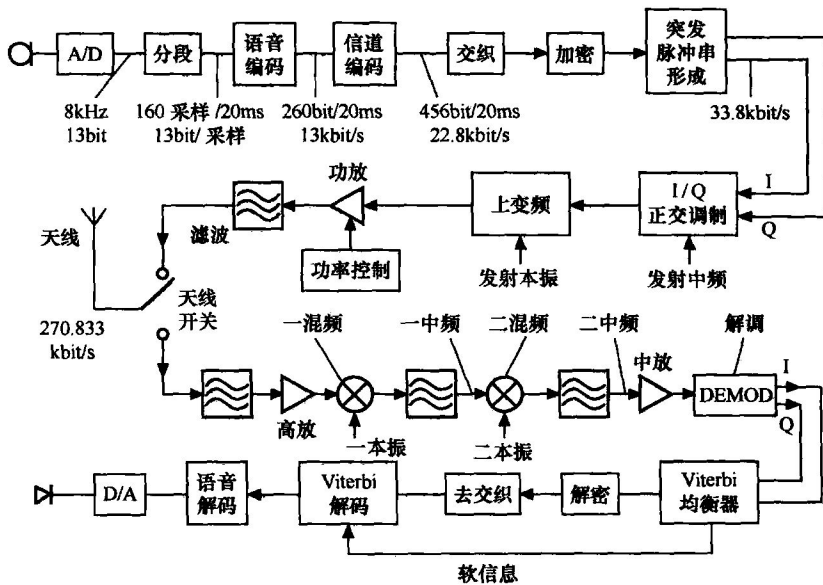


图 1-4 GSM 移动台原理框图

(2) 语音间断传输

GSM 系统中采用 DTX 方式, 在语音信号分段后, 按有声段和无声段分开进行信号处理。无声段并不是简单地关闭发射机, 而是要求在发射机关闭之前, 必须把发端背景噪声参数形成静寂描述帧 (SID) 传送给收端, 收端利用这些参数合成与发端相类似的噪声 (通常称为“舒适噪声”)。为了完成语音信号间断传输, 应使发送侧有语音活动检测器, 有背景噪声的评价, 而接收侧有噪声发生器。

(3) 数字无线接口 Um

① 信道

GSM 系统中, 一个载频上的 TDMA 帧的一个时隙 (TS) 为一个物理信道。GSM 中每个载频分为 8 个时隙, 有 8 个物理信道, 每个用户占用一个时隙传递信息, 在一个时隙中发送的信息称为一个突发脉冲序列。

大量的信息传递于 BTS 与 MS 间, GSM 中根据传递信息的种类定义了不同的逻辑信道。逻辑信道是一种人为的定义, 在传输过程中要被映射到某个物理信道上才能实现信息的传输。逻辑信道可分为两类: 业务信道和控制信道。

业务信道 (TCH): 用于传送编码后的语音或用户数据。

控制信道 (CCH): 为了建立呼叫, GSM 设置了多种控制信道, 除了与模拟蜂窝系统相对应的广播控制信道、寻呼信道和随机接入信道外, 数字蜂窝系统为了加强网络控制能力, 增加了慢速随路控制信道和快速随路控制信道等。控制信道用于传递信令或同步数据, 可分为 3 类: 广播信道、公共控制信道及专用控制信道。

广播信道 (BCH) 可分为频率校正信道 (FCCH)、同步信道 (SCH) 和广播控制信道 (BCCH); 公共控制信道 (CCCH) 是基站与移动台间的点到多点的双向信道, 可分为寻呼信道 (PCH)、随机接入信道 (RACH) 和允许接入信道 (AGCH); 专用控制信道 (DCCH) 可分为独立专用控制信道 (SDCCH)、慢速随路控制信道 (SACCH) 和快速随路控制信道 (FACCH)。

传递各种信息的信道, 在传输过程中要放在不同载频的某个时隙上, 才能实现信息的传送。用于映射控制信道的一般是 C_0 载波, 在 TS_0 下行信道上映射的主要是 FCCH、SCH、BCCH、PCH、AGCH, 上行信道上映射 RACH; 在 TS_1 上映射 SDCCH、SACCH; 其余 $TS_2 \sim TS_7$ 则用作 TCH, 只是上下行信道偏移 3 个时隙。

基站中其余载频, 则均可用作 TCH。也就是说, 同一小区的其他载频, $C_1 \sim C_n$ 频点, 只用于业务信道, 即 $TS_0 \sim TS_7$ 全部是业务信道。因每个小区有一个 C_0 载频, 提供 2 个时隙的控制信道。也就是说, C_0 载频的 6 个时隙 $TS_2 \sim TS_7$ 都是业务信道, 每增加一个载频就增加 8 个业务信道。

② 分级帧结构

映射到 TDMA 帧中的信号, 按分级帧结构逐级形成超高帧。

TDMA 信道上一个时隙中的信息格式称为突发脉冲序列, 突发脉冲序列共有 5 种类型: 普通突发脉冲序列 (NB), 用于除 FCCH、SCH、RACH 外的其余信道; 频率校正突发脉冲序列 (FB), 用于 FCCH; 同步突发脉冲序列 (SB), 用于 SCH; 接入突发脉冲序列 (AB), 用于 RACH; 空闲突发脉冲序列 (DB), 用于在没有信息需发送时, 代替 NB 在信道中传输, 不发给任何 MS, 不携带信息。

基站以时隙为单位将信息插入信道, 每一时隙为 0.577ms, 8 个时隙组成一个 4.62ms 的 TDMA 帧, 同时 26 个语音 TDMA 帧组成一个持续时间为 120ms 的复帧 (在控制信道中 51 个帧组成一



个复帧); 51 个 26 帧的复帧 (或 26 个 51 帧的复帧) 构成一个超帧; 每 2 048 个超帧组成一个超高帧, 总计 2 715 648 个 TDMA 帧, 占时 3 小时 28 分 53.7 秒。GSM 系统中的分级帧结构如图 1-5 所示。

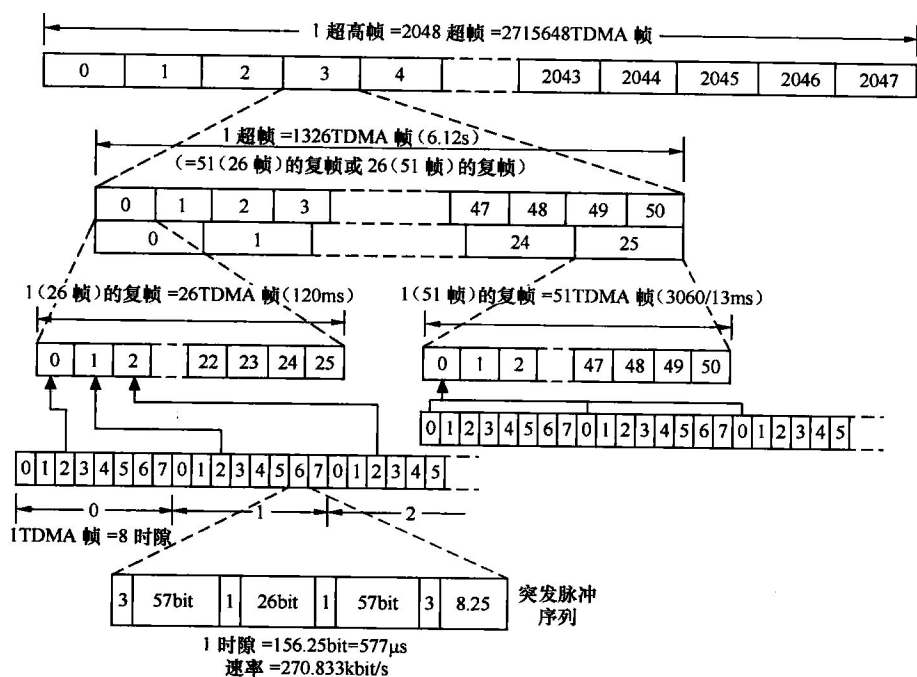


图 1-5 GSM 系统中的分级帧结构

1.2.2 频率复用

频率复用技术是指同一载波的无线信道用于覆盖相隔一定距离的不同区域, 相当于频率资源获得再生。

根据 GSM 体制的推荐, GSM 无线网络规划基本上采用 4×3 频率复用方式, 即每 4 个基站为一群, 每个基站小区分成 3 个三叶草形 60° 扇区或 3 个 120° 扇区。

GSM900MHz 中采用等间隔频道配置的方法: 在 900MHz 频段, 共 25MHz 带宽, 载频间隔 200kHz, 频道序号为 1~124。其中, 中国移动占用 1~94 频道 (890MHz~909 MHz/935 MHz~954MHz); 中国联通占用 95~124 频道 (909 MHz~915 MHz/954 MHz~960MHz)。频道序号和频道标称中心频率关系为

$$\begin{cases} f_1(n) = 890.2 + (n-1) \times 0.2 \text{ MHz} \\ f_h(n) = 935.2 + (n-1) \times 0.2 \text{ MHz} \end{cases} \quad (1-1)$$

因双工间隔为 45 MHz, 所以其下行频率可用上行频率加双工间隔获得

$$f_h(n) = f_1(n) + 45 \text{ MHz} \quad (1-2)$$



重要提示

在 GSM 中一个载频频道包含 8 个信道 (时隙), 信道和频道是不同概念。但在实际工作中, 常把“频道 (频点)”称为“信道”, 在应用时需要加以区分。

GSM1800MHz (又称为 DCS1800) 中采用等间隔频道配置的方法: 在 1800MHz 频段, 共 75MHz 带宽, 载频间隔 200kHz, 频道序号为 512 ~ 885。其中, 中国移动占用前 10MHz, 512 ~ 559 频道; 中国联通占用后 10MHz, 687 ~ 736 频道。频道序号和频道标称中心频率关系为

$$\begin{cases} f_1(n) = 1710.2 + (n - 512) \times 0.2 \text{MHz} \\ f_h(n) = 1805.2 + (n - 512) \times 0.2 \text{MHz} \end{cases} \quad (1-3)$$

与 GSM900MHz 一样, 根据上下行双工间隔, 下行频率也可用式 (1-4) 计算, 即

$$f_h(n) = f_1(n) + 95 \text{MHz} \quad (1-4)$$

1.2.3 跳频

由于移动通信中电波传播的多径效应引起的瑞利衰落与传输的发射频率有关。衰落谷点将因频率的不同而发生在不同的地点。如果在通话期间载频在几个频点上变化, 则可认为在一个频率上只有一个衰落谷点, 那么仅会损失信息的一小部分。采用跳频技术可以改善由多径衰落造成的误码特性。

一般跳频速率越高, 跳频系统的抗衰落性能就越好, 但相应的设备复杂性和成本也越高。跳频有慢跳频和快跳频两种。慢跳频中, 跳频速率低于信息比特率, 即连续几个信息比特跳频一次。GSM 系统中的跳频属于慢跳频, 每帧改变一次频率, 跳频的速率大约为每秒 217 次。

实现跳频的方法有两种: 基带跳频和频率合成器跳频 (又称为射频跳频)。基带信号按照规定路由传送到相应的发射机上即形成基带跳频, 基带信号由一台发射机转到另一台发射机来实现跳频。在这种模式中, 每个收发信机停留在一个频率上, 而是将基带数据通过交换矩阵切换到相应的收发信机上, 从而实现跳频。基带跳频的天线合路器可采用谐振腔、单向星型网络组合成的合路器。频率合成器跳频是采用改变频率合成器的输出载频频率, 而使无线收发信机的工作频率由一个频率跳到另一个频率的。这种方法不必增加收发信机数量, 但需要采用空腔谐振器的组合, 以实现跳频在天线合路器的滤波组合。频率合成器跳频是不断改变收发信机的频率合成器合成的频率而实现跳频的。这种模式需要无线电控制单元 (RCU) 的数目等于需要改变频率的时隙数, 它适合只有少量收发信机的基站。跳频实现原理如图 1-6 所示。

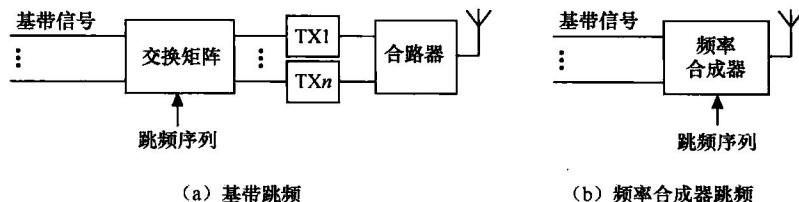


图 1-6 跳频实现示意图



重要提示 在基站中, 某些设备只支持一种跳频实现方式, 有些设备两种跳频实现方式都支持, 但一个基站只能选择一种跳频实现方式。而移动台只能采用频率合成器跳频。



1.3 GSM系统中的信令

1.3.1 No.7 信令系统

No.7 信令系统以功能划分模块,各模块完成相对独立的功能,模块间靠原语传递各种业务信息和网络管理信息,其层次结构如图 1-7 所示。

消息传递部分 (MTP): 包括 3 个功能级,分为信令数据链路 (物理层, MTP 一层)、信令链路功能 (链路层, MTP 二层) 和信令网功能 (网络层, MTP 三层) 3 个层次。

信令连接控制部分 (SCCP): 加强 MTP 部分的功能,提供相当于 OSI 网络层的功能。

电话用户部分 (TUP): 规定有关电话呼叫的建立和释放的功能和程序,还支持部分的用户补充业务。

ISDN 用户部分 (ISUP): 在 ISDN 环境中提供语音和非语音交换所需的功能,以支持基本的承载业务和补充业务。

事务处理能力应用部分 (TCAP): 在网络中的分散的一系列的应用业务在相互通信时提供一组规约和功能。

操作维护管理部分 (OMAP): 具有 No.7 信令系统的监视和测量及管理功能,协议测试及在线监视等功能。

移动应用部分 (MAP): 负责移动网特有的信令,如位置更新、用户漫游、呼叫控制等。

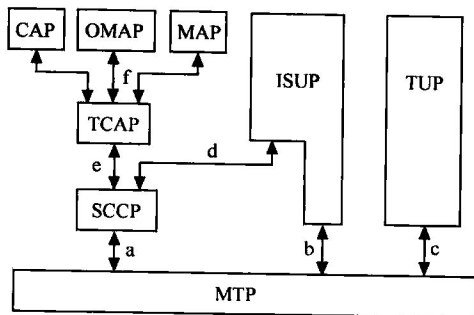
CAMEL 应用部分 (CAP): CAMEL 业务是一种网络功能,而不是补充业务,它采用智能网的原理,通过增加智能网的功能模块,这样即使用户漫游出归属 PLMN,网络运营商也可为用户提供特定的业务。

1.3.2 GSM 的信令与协议

GSM 是基于 No.7 信令系统上的通信系统, GSM 中采用了 OSI 的分层协议结构。其中下一层协议为上层协议提供服务,上一层协议利用下一层所提供的功能,上下层间通过原语进行通信。在建立连接后,对等层间形成逻辑上的通路。在 GSM 信令系统中,也可简单分为物理层、链路层、网络层和各种高层应用, No.7 系统在 GSM 网络中的应用如图 1-8 所示。

(1) GSM 网络接口与协议

网络中的接口是指两个相邻实体间的连接点,可以承载与不同实体有关的消息流,即不同的信令协议。网络协议是接口连接点上交换信息时必须遵守的规则,协议是各个网络功能实体间的共同语言,不同的功能实体通过网络接口,然后在一定的协议规定下方可进行信息数据的传送。如果没有网络协议,不同的设备间就无法进行通信。GSM 系统中的协议如图 1-9 所示。



注: a, b, c 为 MTP 业务原语
e, d 为网络业务原语
f 为 TC 原语

图 1-7 No.7 信令系统的层次结构