

GSM-R XITONG WEIHU YU YINGYONG



21 世纪高职高专规划教材
高等职业教育规划教材编委会专家审定

GSM-R系统 维护与应用

主 编 鄢江艳 黎雯霞
副主编 梁志媛 朱里奇
主 审 高 荃



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

 21 世纪高职高专规划教材
高等职业教育规划教材编委会专家审定

GSM-R 系统维护与应用

主 编 鄢江艳 黎雯霞
副主编 梁志媛 朱里奇
主 审 高 莹



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书以移动通信为背景,介绍了 GSM-R 系统的工作原理、基本技术和维护方式,较充分地反映了 GSM-R 系统的功能和应用。全书共 8 章,内容包括移动通信的技术、发展、应用,GSM-R 系统的原理、结构和接口协议,GSM-R 系统的铁路业务、发展等。本书内容丰富、概念清晰、取材新颖、理论联系实际,充分反映了 GSM-R 系统的应用和维护方式。书中列举了许多例子,每章附有大量习题。

本书可作为高职院校的通信、通号等专业学生教材,也可作铁路电务技术人员和通信工程相关人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

GSM-R 系统维护与应用 / 鄢江艳, 黎雯霞主编. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-5635-4292-5

I. ①G… II. ①鄢…②黎… III. ①铁路通信—时分多址移动通信—通信系统 IV. ①U285.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 021599 号

书 名: GSM-R 系统维护与应用

著作责任者: 鄢江艳 黎雯霞 主编

责任编辑: 何芯逸

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号 (邮编: 100876)

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫丰华彩印有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 12

字 数: 312 千字

印 数: 1—2 000 册

版 次: 2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4292-5

定 价: 25.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

铁路是我国国民经济的大动脉,铁路的运输能力直接影响着我国国民经济的发展。进入 21 世纪,随着铁路跨越式的发展,列车运输量的日益增长,列车重量加大,列车编组加长等特点,铁路通信系统也迎来了跨时代的转变。当火车越来越多、跑得越快的时候就一定要有一个与之匹配的通信网来为其服务,GSM-R 系统(GSM for Railways)就是这样一个通信网。GSM-R 是基于目前世界最成熟、最通用的公共无线通信系统 GSM 平台上专门为满足铁路应用而开发的数字式无线通信系统。从集群通信的角度来看,GSM-R 是一种数字式的集群系统,能提供无线列调、编组调车通信、应急通信、养护维修组通信等语音通信功能。本书由移动通信基本知识入手,联系实际说明 GSM-R 系统的结构、作用、功能,既包含移动通信的基础知识,又涵盖铁路专业领域,填补了市面上的空缺,将移动通信的原理和 GSM-R 系统维护相结合。本书可以作为高职学生用书、铁路职工培训用书和对 GSM-R 系统感兴趣的读者用书。

全书参考学时为 72 学时,共有 8 章。第 1 章绪论介绍移动通信的原理、分类、现状和发展,突出 GSM-R 系统在国内的地位;第 2 章介绍 GSM-R 数字移动通信的关键技术,使读者了解手机是如何将语音信号变成电磁波,电波在传递过程中会受到哪些因素的影响,将编码、加密、交织、调制、跳频、信道均衡等技术融合在信号变换当中;第 3 章是全书重点,从硬件上分析 GSM-R 的网络结构,介绍每种部件的作用,还分析了我国 GSM-R 网络的规划方案及编号计划;第 4 章描述 GSM-R 系统内部的接口和协议模型,分析用户在漫游、切换时,系统内部数据的传递方式;第 5 章描述 GSM-R 特殊的高级语音业务以及 GSM-R 系统服务铁路的十大应用,结合实际表示 GSM-R 网络的作用;第 6 章从 GSM-R 系统维护进行介绍,说明设备维护准则和故障分析处理步骤;第 7 章简单介绍其他网络,说明公网的应用情况,分析 C 网、3G 网、4G 网,介绍 GSM-R 的下一代网络原型;第 8 章是实验环节,通过使用仿真软件使读者了解基站数据配置的情况,可以判断出手机打不通电话与哪些方面有关。本书由浅入深,紧密结合生活,内容生动,容易理解,适于自学,每章都配有习题。

本书由武汉铁路职业技术学院鄢江艳、黎雯霞、梁志媛老师及武汉职业技术学院朱里奇老师编著。其中第 1 章、第 2 章、第 3 章及全书统稿工作由鄢江艳完成;第 4 章、第 8 章由黎雯霞编著;第 5 章由梁志媛编著;第 6 章、第 7 章由朱里奇编著。全书主审工作由武汉高速铁路职业技能训练段教研部通信工程师高莹完成。

鉴于编者水平、经验有限,书中难免存在错误与不足,敬请读者予以指正。

编 者

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 移动通信概述	1
1.1.1 无线通信与移动通信的关系	1
1.1.2 移动通信发展简史	3
1.1.3 移动通信系统的特点和分类	4
1.2 GSM-R 系统概述	8
1.2.1 GSM-R 与 GSM 的关系	9
1.2.2 GSM-R 系统简介	10
1.2.3 GSM-R 系统在我国的应用	11
习题	12
第 2 章 GSM-R 数字移动通信的关键技术	13
2.1 GSM-R 无线信道电波传播与干扰	13
2.1.1 电波传播特性	13
2.1.2 噪声与干扰	15
2.2 GSM-R 语音处理的主要过程	16
2.2.1 编码技术	17
2.2.2 交织技术	18
2.2.3 加密技术	19
2.2.4 调制解调技术	20
2.3 无线信道的空中接口技术	21
2.3.1 多址方式	21
2.3.2 分集接收技术	25
2.3.3 跳频技术	28
2.3.4 信道均衡	28
2.3.5 不连续发射和不连续接收	29
习题	30
第 3 章 GSM-R 的网络结构	32
3.1 GSM-R 的网络组成	32
3.1.1 移动终端设备	33
3.1.2 BSS 基站子系统	35
3.1.3 直放站和泄漏同轴电缆	39

3.1.4	NSS 网络子系统	40
3.1.5	OSS 操作与维护子系统	47
3.2	GSM-R 网络规划	48
3.2.1	GSM-R 组网技术概述	48
3.2.2	核心网规划	52
3.2.3	无线网规划	56
3.3	GSM-R 系统编号计划	59
3.3.1	GSM 系统编号	59
3.3.2	GSM-R 系统编号类型	62
	习题	65
第 4 章	GSM-R 接口与协议	68
4.1	GSM-R 的主要接口与协议	68
4.2	GSM-R 空中接口物理层	72
4.2.1	GSM-R 的帧结构	72
4.2.2	GSM-R 信道	74
4.2.3	时隙格式	77
4.3	GSM-R 空中接口 Um 无线接口层	78
4.3.1	无线资源管理	79
4.3.2	移动性管理	82
4.3.3	连接管理	85
4.4	呼叫处理流程	86
4.5	GSM-R 的用户数据管理	89
	习题	91
第 5 章	GSM-R 的功能	94
5.1	GSM-R 的业务模型	94
5.1.1	GSM-R 电信业务	95
5.1.2	GSM-R 补充业务	97
5.2	GSM-R 铁路中的应用	100
5.2.1	调度通信	100
5.2.2	车次号传输与列车停稳信息的传送	103
5.2.3	调度命令传送	104
5.2.4	列尾装置信息传送	106
5.2.5	调车机车信号和监控信息系统传输	107
5.2.6	机车同步控制传输	107
5.2.7	CTCS 3 级/ CTCS 4 级	108
5.2.8	区间移动公(工)务通信	109
5.2.9	应急指挥通信话音和数据业务	109
5.2.10	旅客列车移动信息服务通道	109

习题	110
第 6 章 GSM-R 设备维护	111
6.1 GSM-R 系统维护规则	111
6.1.1 技术管理机构	111
6.1.2 设备维护篇	116
6.2 GSM-R 设备常见的故障分析与处理	119
6.2.1 故障处理过程和方法	119
6.2.2 故障分析与定位的常用方法	120
6.2.3 无线网络常见问题	121
6.2.4 无线网络常见问题的原因	121
6.2.5 故障处理案例	122
6.2.6 直放站故障现象	123
习题	124
第 7 章 公网移动通信系统	125
7.1 CDMA 系统	125
7.1.1 扩频技术	126
7.1.2 CDMA 系统的发展与结构	126
7.1.3 CDMA 系统的逻辑信道	130
7.1.4 CDMA 系统的功率控制	132
7.1.5 CDMA 系统的切换方式	133
7.2 3G 系统	133
7.2.1 IMT-2000 系统	134
7.2.2 三种技术的发展	135
7.2.3 第三代移动通信系统的关键技术	136
7.3 4G 系统	136
7.3.1 4G 系统的关键技术	137
7.3.2 4G 系统的标准	138
习题	139
第 8 章 实训指导	140
8.1 认识 BSC 设备	140
8.1.1 任务导入及教学要求	140
8.1.2 教学内容 BSC 设备认知	140
8.1.3 技能训练	151
8.2 认识 BTS 设备	152
8.2.1 任务导入及教学要求	152
8.2.2 教学内容 1 认识 ZXGG10 B8018	153
8.2.3 教学内容 2 认识 ZXGG10-B8112	158

8.2.4	教学内容 3 认识 ZXGG10-M8202	159
8.2.5	技能训练	160
8.3	BSS 数据配置基本操作	161
8.3.1	任务导入及教学要求	161
8.3.2	教学内容 数据配置基本操作	162
8.3.3	技能训练	168
8.4	BSS 数据配置	170
8.4.1	任务导入及教学要求	170
8.4.2	教学内容 1 公共资源数据配置	171
8.4.3	教学内容 2 BSC 物理设备配置	172
8.4.4	教学内容 3 A 接口配置	176
8.4.5	教学内容 4 基站及无线配置	178
8.4.6	教学内容 5 软件装载	180
8.4.7	技能训练	183

第 1 章 概 论

现代移动通信技术的发展始于 20 世纪 20 年代,是 20 世纪的重大成就之一。在不到 100 年的时间中,移动通信得到了巨大的发展,发展速度令人惊叹。移动通信已成为人们生活的一部分。移动通信系统是一个不断演进的系统,各种新技术的发展和应用将推动下一代移动通信系统不断向前迈进。

过去人们常常利用电报和简单的脉冲来传递一些短消息,由此开始了远距离的电通信。此后,大量的先进技术使得信息能够更加可靠、简便、快捷地传输。目前我们使用的移动网络,是一个能完成全球范围内的语音传输以及实现多种业务功能于一体的网络。硬件连接和电子交换使得数字数据信号可靠地传输,互联网的使用使有线通信获得了新的发展空间。在互联网中,声音和数据是主要的处理对象。在有线通信发展的同时,无线传输也在不断地进步。无线传输的实际应用给人们的生活和通信方式带来了巨大的变化。

无线通信的主要目的是实现任何时间、任何地点和任何通信对象之间的通信。从通信网的角度看,移动网可以看成是有线通信网的延伸,它由无线和有线两部分组成。无线部分提供用户终端的接入,利用有限的频率资源在空中可靠地传送话音和数据;有线部分完成网络功能,包括交换、用户管理、漫游、鉴权等,构成公众陆地移动通信网 PLMN。移动通信是指通信双方至少有一方在移动状态中进行信息传输和交换,这包括移动体(车辆、船舶、飞机或行人)和移动体之间的通信,移动体与固定点(固定无线台或有线用户)之间的通信。

1.1 移动通信概述

1.1.1 无线通信与移动通信的关系

无线通信(Wireless Communication)是利用电磁波信号能够在自由空间中传播的特性进行信息交换的一种通信方式。电磁波是一系列不同频率辐射的总称,不同频率(波长)的电磁波,表现差异,因此常将电磁波谱划分成若干波段。按照频率从低到高的顺序可分为 γ 射线、X 射线、紫外线、可见光、红外线与无线电波等。

1. 无线电波的特点

无线电波是在自然空间传播的电磁波,是无线通信信息传输的载体。无线电波主要具有以下特点。

(1) 无线电波是正弦波,具有波的一切特性。它和水波一样能向四周传播,在传播的过程中能够发生折射、反射,它也具有一定的频率、波长和波速。无线电波的传播过程如图 1.1 所示。

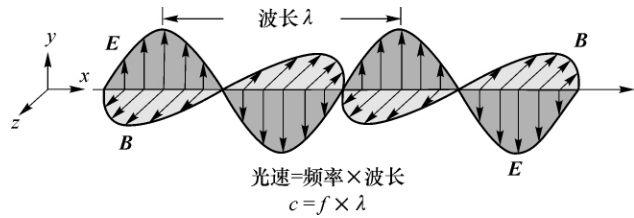


图 1.1 无线电波的传播过程

(2) 无线电波不像其他波那样容易被人们的感官所接收。如光波能被人的眼睛看到，声波能被人的耳朵听到，地震波能被人的身体感觉到，而无线电波则是一种无形的波，谁也看不见、摸不着，只能用仪器接收到。例如，半导体收音机就是一种可以接收无线电波的仪器。

(3) 无线电波具有惊人的运动速度，是世界上跑得最快的物质。每秒钟能跑 30 万公里，而其他物质，如声波，在空气中每秒只能传播 340 米。光波在本质上和无线电波一样，也是一种电磁波，传播的速度也是每秒 30 万公里，但光波是沿直线传播的，而且不能穿过不透明的物体，高山、楼房等障碍物都会把它挡住。而无线电波则可以沿着崎岖不平的地面，翻山越岭，绕过种种障碍向前跑，甚至能够直奔浩瀚无际的太空，在宇宙中飞行。

(4) 无线电波可以在真空中传播。声波、水波只能在一定的介质中传播。如声波需在水中或空气中传播，在真空中就没有声音。无线电波却无处不在，不需要任何介质就能传播。

(5) 无线电波的频率往往比其他波的频率高得多。平时人们听到的汽笛声，频率达几千赫兹，听起来有点刺耳。人类嗓音的频率在几百到几千赫兹之间。女同志讲话，声音尖一些，频率较高，男同志声音显得粗一些，频率较低。无线电波的频率可以达到几万赫兹、几十兆赫兹。无线电波的波长、频率和振幅还可以按照人们的需要用机器来调节。

正因为无线电波具有如上主要特点，所以语言、音乐、图像等种种信息都可以通过它来传播。为了完成通信的任务，满足人类生活的需要，人类制造出了能够发射各种频率的无线电波的机器，这样，不同频率的无线电波就组成了无线电波谱。根据不同频率的无线电波的波长不同，给无线电波起了不同的名字，如超长波（又称甚低频）、长波（又称低频）、中波（又称中频）、短波（又称高频）、超短波（又称甚高频）、微波（又称特高频）等。无线电波谱的频率、波段、传播特性及主要用途如表 1.1 所示。

表 1.1 无线电波谱的频率、波段、传播特性及主要用途

名称	甚低频	低频	中频	高频	甚高频	超高频	特高频	极高频
符号	VLF	LF	MF	HF	VHF	UHF	SHF	EHF
频率	3~30 kHz	30~300 kHz	0.3~3 MHz	3~30 MHz	30~300 MHz	0.3~3 GHz	3~30 GHz	30~300 GHz
波段	超长波	长波	中波	短波	米波	分米波	厘米波	毫米波
波长	10~100 km	1~10 km	100~1 000 m	10~100 m	1~10 m	0.1~1 m	1~10 cm	1~10 mm
传播特性	空间波为主	地波为主	地波与天波	天波与地波	空间波	空间波	空间波	空间波

续 表

名称	甚低频	低频	中频	高频	甚高频	超高频	特高频	极高频
主要用途	海岸潜艇通信; 远距离通信; 超远距离导航	越洋通信; 中距离通信; 地下岩层通信; 远距离导航	船用通信; 业务无线电信通信; 移动通信; 中距离导航	远距离短波通信; 国际定点通信	电离层散射(30~60 MHz); 流星余迹通信; 人造电离层通信(30~144 MHz); 对空间飞行体通信; 移动通信	小容量微波中继通信(352~420 MHz); 对流层散射通信(700~10 000 MHz); 中容量微波通信(1 700~2 400 MHz)	大容量微波中继通信(3 600~4 200 MHz)、(5 850~8 500 MHz); 数字通信; 卫星通信; 国际海事卫星通信(1 500~1 600 MHz)	再入大气层时的通信; 波导通信

无线频率是电磁谱的一部分,是宝贵的自然资源,是无线通信的首要条件。无线频率资源由国家统一管理、分配。使用部门需向国家提出使用申请,获批准后方可使用。移动通信使用的是超高频频段,如无线列调 450 MHz,GSM 使用 900 MHz 和 1 800 MHz。

2. 无线通信与移动通信的相互关系

移动通信就是要保持物体在移动状态中的通信,因而它必须是无线通信。短距离无线通信我们通常称为无线通信;长距离无线通信我们通常称为移动通信,移动通信可以算作无线通信的一个大的分支。

1.1.2 移动通信发展简史

与其他现代技术的发展一样,移动通信技术的发展也呈现加快趋势,目前,当数字蜂窝网正方兴未艾时,关于未来移动通信的讨论已如火如荼地展开。各种方案纷纷出台,其中最热门的是所谓个人移动通信。关于这种系统的概念和结构,各家解释并未一致。但有一点是肯定的,即未来移动通信系统将提供全球性优质服务,真正实现任何时候、任何地点、向任何人提供通信服务这一移动通信的最高目标。

在过去的几十年中,世界电信发生了巨大的变化,移动通信特别是蜂窝小区的迅速发展,使用户彻底摆脱终端设备的束缚,实现完整的个人移动、可靠的传输手段和接续方式。进入 21 世纪,移动通信将逐渐演变成社会发展和进步的必不可少的工具。

第一代移动通信系统(1G)是在 20 世纪 80 年代初提出的,它完成于 20 世纪 90 年代初,如 NMT 和 AMPS,NMT 于 1981 年投入运营。第一代移动通信系统是基于模拟信号传输的,其特点是业务量小、质量差、安全性差、没有加密和速度低。1G 主要基于蜂窝结构组网,直接使用模拟语音调制技术,传输速率约 2.4 kbit/s。不同国家采用不同的工作系统。

第二代移动通信系统(2G)起源于 20 世纪 90 年代初期。欧洲电信标准协会在 1996 年提出了 GSM Phase 2+,目的在于扩展和改进 GSM Phase 1 及 Phase 2 中原定的业务和性能。它主要包括 CMAEL(客户化应用移动网络增强逻辑),S0(支持最佳路由)、立即计费、GSM 900/1800 双频段工作等内容,也包含了与全速率完全兼容的增强型语音编解码技术,使得话音质量得到了质的改进;半速率编解码器可使 GSM 系统的容量提高一倍。在 GSM Phase 2+ 阶段中,采用更密集的频率复用、多复用、多重复用结构技术,引入智能天线技术、双频段等技术,有效地克服了随着业务量剧增所引发的 GSM 系统容量不足的缺陷;自适应语音编码

(AMR)技术的应用,极大提高了系统通话质量;GPRS/EDGE 技术的引入,使 GSM 与计算机通信/Internet 有机结合,数据传送速率可达 115/384 kbit/s,从而使 GSM 功能得到不断增强,初步具备了支持多媒体业务的能力。尽管 2G 技术在发展中不断得到完善,但随着用户规模和网络规模的不断扩大,频率资源已接近枯竭,语音质量不能达到用户满意的标准,数据通信速率太低,无法在真正意义上满足移动多媒体业务的需求。

第三代移动通信系统(3G),也称 IMT 2000,是正在全力开发的系统,其最基本的特征是智能信号处理技术,智能信号处理单元将成为基本功能模块,支持话音和多媒体数据通信,它可以提供前两代产品不能提供的各种宽带信息业务,例如高速数据、慢速图像与电视图像等。WCDMA 的传输速率在用户静止时最大为 2 Mbit/s,在用户高速移动是最大支持 144 kbit/s,所占频带宽度 5 MHz 左右。

但是,第三代移动通信系统的通信标准共有 WCDMA,CDMA2000 和 TD-SCDMA 三大分支,共同组成一个 IMT 2000 家庭,成员间存在相互兼容的问题,因此已有的移动通信系统不是真正意义上的个人通信和全球通信;再者,3G 的频谱利用率还比较低,不能充分地利用宝贵的频谱资源;第三,3G 支持的速率还不够高,如单载波只支持最大 2 Mbit/s 的业务。

这些不足点远远不能适应未来移动通信发展的需要,因此寻求一种既能解决现有问题,又能适应未来移动通信需求的新技术(即新一代移动通信:next generation mobile communication)是必要的。4G 是第四代移动通信及其技术的简称,是集 3G 与 WLAN 于一体并能够传输高质量视频图像以及图像传输质量与高清晰度电视不相上下的技术产品。4G 系统能够以 100 Mbit/s 的速度下载,比拨号上网快 2 000 倍,上传的速度也能达到 20 Mbit/s,并能够满足几乎所有用户对无线服务的要求。而在用户最为关注的价格方面,4G 与固定宽带网络在价格方面不相上下,而且计费方式更加灵活机动,用户完全可以根据自身的需求确定所需的服务。此外,4G 可以在 DSL 和有线电视调制解调器没有覆盖的地方部署,然后再扩展到整个地区。很明显,4G 有着不可比拟的优越性。

1.1.3 移动通信系统的特点和分类

1. 移动通信系统的特点

(1) 移动通信必须利用无线电波进行信息传输

通信中的用户可以在一定范围内自由活动,其位置不受束缚,但传输特性差,有各种损耗且大,会产生多径效应、阴影效应、多普勒效应等。

(2) 通信是在复杂的干扰环境中运行的

除了有一些常见的外部干扰(如天电干扰、工业干扰和信道噪声)外,系统本身和不同系统之间还会产生这样和那样的干扰。例如:(各种)多用户之间、基站与用户之间、各种收发信机之间等产生的干扰,主要包括邻道干扰、互调干扰、共道干扰、多址干扰、远近效应(近地无用强信号压制远地有用弱信号的现象)等。

(3) 移动通信业务量的需求与日俱增

如何提高系统的容量,始终是移动通信发展中的重点。解决的方法是:一方面开辟和启用新的频段;另一方面研究各种新技术和新措施,以压缩信号所占的频带宽度和提高频谱利用率,如:信号处理技术,新的调制解调技术,多址技术,等等。

(4) 移动通信系统的网络结构多种多样,网络管理和控制必须有效

根据通信地区、地形的不同,移动通信网络可以组成带状(如铁路沿线、隧道等)、面状(覆盖一整个城市和地区)、立体状(地面通信设施与中低轨道卫星通信系统一起组网,或由微微蜂窝、微蜂窝和宏蜂窝组成),等等。

(5) 移动通信设备(主要是移动台)必须适于在移动环境中使用

移动终端需要体积小,重量轻,省电,操作简单,携带方便,抗震动、冲击。

2. 移动通信系统的分类

移动通信系统主要有以下分类:

(1) 按使用对象可分为民用设备和军用设备。

(2) 按使用环境可分为陆地通信、海上通信和空中通信。

(3) 按多址方式可分为频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)和码分多址(CDMA)等。

(4) 按接入方式可分为频分双工(FDD)和时分双工(TDD)。

(5) 按覆盖范围可分为宽域网和局域网。

(6) 按业务类型可分为电话网、数据网和综合业务网。

(7) 按工作方式可分为同频单工、异频单工、异频双工和半双工。

(8) 按服务范围可分为专用网和公用网。

(9) 按信号形式可分为模拟网和数字网。

3. 常见的移动通信系统

常见的移动通信系统包括蜂窝移动通信系统、无绳电话系统、集群移动通信系统和卫星移动通信系统等。

(1) 蜂窝移动通信系统

蜂窝移动通信网的概念实质上是一种系统级的概念,利用蜂窝小区结构实现了频率的空间复用。它采用许多小功率的发射机形成的小覆盖区来代替采用大功率发射机形成的大覆盖区,并将大覆盖区内较多的用户分配给不同蜂窝小区的小覆盖区以减少用户间和基站间的干扰,同时再通过区群间空间复用的概念满足用户数量不断增长的需求,从而大大提高了系统的容量,真正解决了公用移动通信系统要求容量大与有限的无线频率资源之间的矛盾。

蜂窝移动通信系统一般由移动台(MS)、基站(BS)、移动交换中心(MSC)及与公用交换电话网(PSTN)相连的中继线等组成,如图 1.2 所示。移动通信系统中各组成部分的定义如表 1.2 所示。

表 1.2 蜂窝移动通信系统各部分的定义

术 语	定 义
移动台	在移动服务网中,在不确定的地点且在移动使用的终端。移动台可以是手持设备,或是安装在移动车辆上的设备。具有收、发信机和天线等设备
基站	移动无线系统中的固定站,用来和移动台进行无线通信。基站建在蜂窝小区内,设有收、发信机和架在塔上的发射、接收天线等设备
移动交换中心	在大范围服务区域中协调通信的中心,能将基站和移动台连到公用电话网上
无线小区	每个基站发射机覆盖的小块地理区域。无线小区的大小取决于基站的发射机功率和天线的高度
用户	使用移动通信服务并付费的使用者
操作维护中心(OMS)	负责管理维护移动交换网络

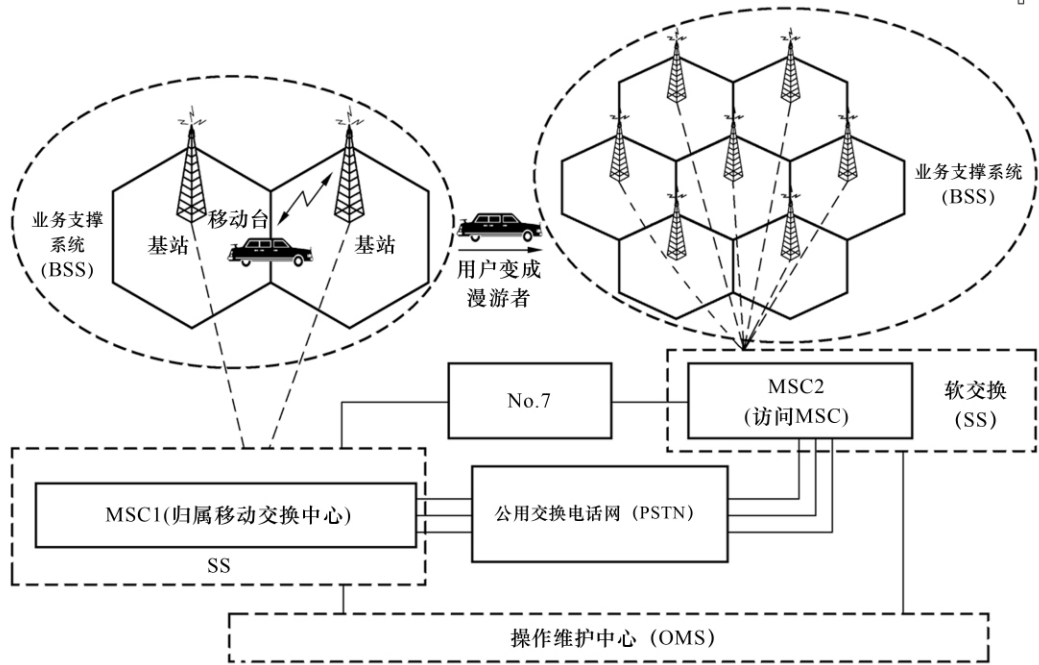


图 1.2 蜂窝移动通信网

(2) 无绳电话系统

无绳电话是指用无线信道代替普通电话线,在限定的业务区内给无线用户提供移动或固定公共交换电话网(PSTN)业务的电话系统,也是一种无线接入系统。它由一个或若干个基站和多部手机组成,允许手机在一组信道内任选一个空闲信道进行通信。一个基站形成一个微蜂窝,多个微蜂窝构成一个服务区,区内的手机都可通过基站得到服务。图 1.3 为无绳电话系统示意图。

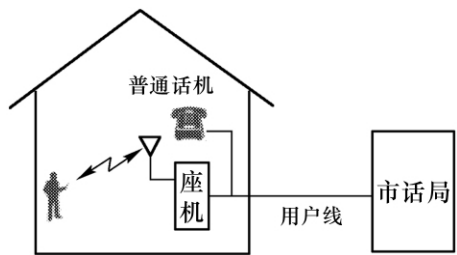


图 1.3 无绳电话系统

(3) 集群移动通信系统

集群移动通信系统(简称集群系统)是一种共用无线频道的专用调度移动通信系统,它采用多信道共用和动态分配信道技术。集群是指无线信道不是仅给某一用户群所专用,而是若干个用户群共同使用。集群移动通信系统所采用的基本技术是频率共用技术。它的一个最重要的目的是尽可能地提高系统的频率利用率,以便在有限的频率空间内为更多用户服务。

① 泛欧数字集群(TETRA)系统的系统构成

图 1.4 为泛欧数字集群系统的系统示意图。

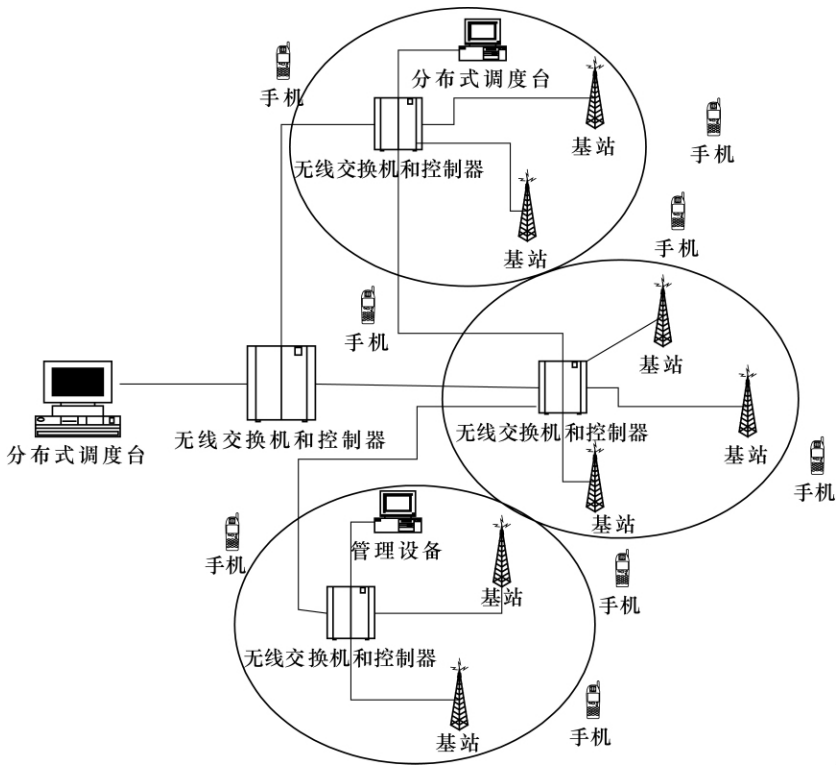


图 1.4 泛欧数字集群系统

② 泛欧数字集群系统的主要功能

泛欧数字集群系统的主要功能如表 1.3 所示。

表 1.3 泛欧数字集群系统的主要功能

常规集群通话功能	单呼功能: TETRA 具有无线单个呼叫无线用户的功能; 组呼功能: 无线用户可同时呼叫同一组内的多个用户, 单网呼叫建立时间小于 300 ms; 广播呼叫: 网内有权无线用户可以呼叫系统中所有用户
特殊功能	组呼确认功能、区域选择功能、接入优先功能、迟入网功能、监听功能、动态重组呼叫功能、显示主叫号码和信道功能、转告第三者功能、用户识别功能、组呼控制功能、计费提示功能、查询呼叫功能和呼叫转移功能
数据传输功能	TETRA 系统最高可传输 28.8 kbit/s 的数据, 可使用电路交换、X. 25 分组交换、IP 分组交换方式传输数据
移动台的直通功能	普通直通功能: 移动台可相互间直接对通。 双监视直通功能: 当移动台在系统覆盖范围内时, 既可以和移动台直通, 又可以监视系统发来的信息。 网关直通功能: 移动台既可以作为转信台对两个脱网移动台起到中继作用, 同时可以将脱网的移动台转信入网, 起到直通网关的作用

(4) 移动卫星通信系统

移动卫星通信系统是利用通信卫星作为中继站, 为移动用户之间或移动用户与固定用户之间提供电信业务的系统。系统一般由通信卫星、关口站、控制中心、基站以及移动终端组成,

如图 1.5 所示。

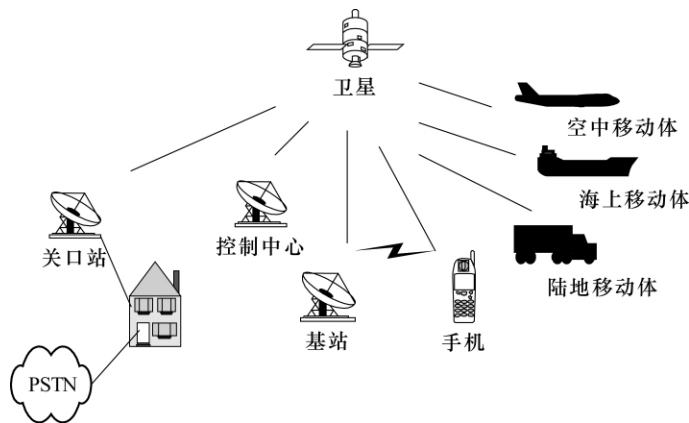


图 1.5 移动卫星通信系统

移动卫星通信系统的主要特点是不受地理环境、气候条件和时间的限制,在卫星覆盖区域内无通信盲区。移动卫星通信可提供移动用户间、移动用户与陆地用户间的语音、数据、寻呼和定位等业务,适用于多种通信终端。利用移动卫星通信业务可以建立范围广大的服务区,成为覆盖地域、空域、海域的超越国境的全球系统。

4. 移动通信系统的业务

移动通信的传统业务是语音通信,随着计算机和通信技术的迅速发展,人们对数据传输的需求不断增加,把语音、图像和数据传输融为一体的移动通信系统,既是技术发展的动力,也是市场需求的驱动,是今后移动通信发展的方向。图 1.6 是移动通信业务种类示意图。

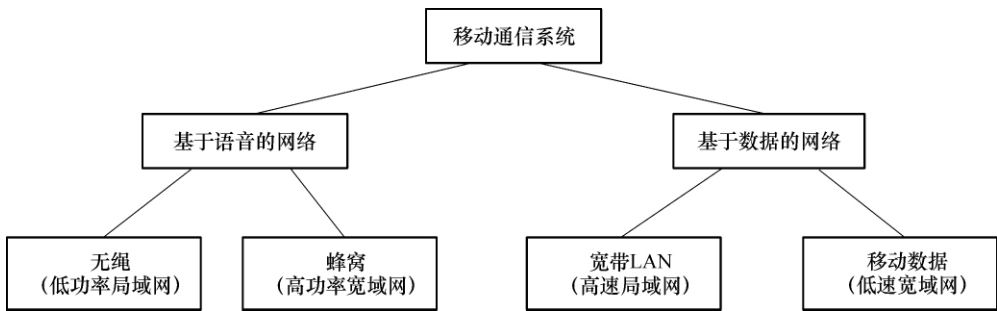


图 1.6 移动通信业务种类

1.2 GSM-R 系统概述

传统的铁路无线通信系统使用单信道模拟制式,无线通信设备主要是为满足话音通信设计的,主要使用 450 MHz 频段,共 58 对频点,固定分配给了无线列调、站调、公安等无线系统使用,各个部门间不能相互共享,造成频率资源的极大浪费。无线通信系统采用频点(信道)固

定分配的方式,信道长期指配给某一系统(通常按专业划分)用户使用,当一个信道遇忙时,其他用户只能等待,往往造成该信道上的用户争抢或者阻塞,通信质量得不到保证。而信道空闲时,别的系统用户也并不能利用该信道进行通信。这无疑是对频率资源的一种浪费,也制约了用户数量的进一步发展。铁路无线通信系统枢纽地区干扰严重不具备网络能力,移动终端对讲距离受限,邻站交界区易发生业务中断,各个无线通信系统分散,不能联合组网,使得各系统之间用户无法进行联络,无线、有线调度网基本独立,无法形成有机融合的整体。无线列调系统是开放系统,并未做任何鉴权加密处理,对用户无须进行身份识别,只要无线终端用户频点和调制方式与无线列调相同,便可以加入到无线列调系统内进行通信。因此话音业务可以被接收或窃听,给行车安全带来极大的隐患。

2006年7月1日,随着青藏铁路的全线通车,我国铁路所使用的一种世界上领先的铁路数字移动通信系统也在青藏线上正式投入使用。这种通信系统就是 GSM-R 铁路全球移动通信系统。GSM-R(Global System For Mobile Communications For Railway)系统是铁路综合调度移动通信系统的简称,专门针对铁路对移动通信的需求而推出的专用系统,它基于 GSM 并在功能上有所超越,是成熟的技术,是通过无线通信方式实现移动话音和数据传输的一种技术体制。

1.2.1 GSM-R 与 GSM 的关系

GSM 全名为 Global System for Mobile Communications,中文为全球移动通信系统,俗称“全球通”,是一种起源于欧洲的移动通信技术标准,是世界上应用最广泛的第二代数字移动通信标准(简称 2G),其开发目的是让全球各地可以共同使用一个移动电话网络标准,让用户使用一部手机就能行遍全球。我国于 20 世纪 90 年代初引进采用此项技术标准。现在正逐步被 3G 技术所取代。

1. GSM 与 GSM-R 的关系

GSM-R 技术是基于成熟、通用的公共移动无线通信系统 GSM 平台,专门为满足铁路应用而开发的数字式移动无线通信技术。GSM-R 技术延续了 GSM 的 TDMA 工作方式,通过不同时隙和基站联系,确保调度通信的正常传输,在结构上增加了组呼寄存器(GCR),能够实现组呼的功能。在列车专用调度通信中,组呼功能是十分重要的,这能让调度员第一时间通知相关区域的用户,及时调度是高速铁路运行的前提要求。除了组呼功能以外,GSM-R 系统还能实现多功能抢占通道能力,在紧急事故发生时,能够强行中断优先级比较弱的通道,建立高优先级通道的链接。这些都是 GSM 系统不具备而 GSM-R 系统为了适应列车通信的要求所增加的特殊功能。GSM 与 GSM-R 的关系如图 1.7 所示,可以说 $\text{GSM-R} = \text{GSM} + \text{集群} + \text{铁路特色功能}$ 。

2. 铁路相对 GSM 公网的特殊需求

- ① 用户级别不同(高级语音呼叫,包括:组呼、小区广播、增强多优先级与强拆)。
- ② 功能寻址(调度)。
- ③ 基于位置的寻址(机车呼叫前方车站、后方车站)。
- ④ 高速情况下的移动通信。
- ⑤ 大量特殊的数据业务需求(列控、列尾、车次号等)。