

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材



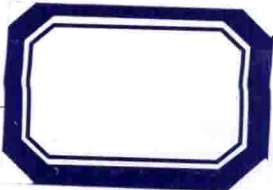
专业关键技术教材

# 高速铁路通信技术 ——无线通信终端

◎ 中国铁路总公司

GAOSU TIELU TONGXIN JISHU  
WUXIAN TONGXIN ZHONGDUAN

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材  
专业关键技术教材

# 高速铁路通信技术 ——无线通信终端

中国铁路总公司



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

## 内 容 简 介

本书为中国铁路总公司组织编写的高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材之一，是通信专业关键技术教材。全书共六章，主要内容包括：无线通信终端主要承载业务、机车综合无线通信设备（CIR）、列车防护报警设备（LBJ）、CIR 出入库检测设备、GSM-R 手持终端。

本书适用于高速铁路通信专业技术人员培训，也可供无线通信终端设备运用管理人员学习，对各类职业院校相关师生学习也有重要的参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

高速铁路通信技术. 无线通信终端/中国铁路总公司  
编著. —北京: 中国铁道出版社, 2014. 2  
高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材  
ISBN 978-7-113-17346-3

I. ①高… II. ①中… III. ①高速铁路—铁路通信—  
无线电通信—技术培训—教材 IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 228943 号

书 名: 高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材  
          **高速铁路通信技术——无线通信终端**  
作 者: 中国铁路总公司

---

责任编辑: 崔忠文 亢嘉豪      编辑部电话: (路) 021-73146      电子信箱: dianwu@vip.sina.com  
(市) 010-51873146

封面设计: 崔丽芳  
责任校对: 马 丽  
责任印制: 陆 宁

---

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)  
网 址: <http://www.tdpress.com>  
印 刷: 三河市华业印装厂  
版 次: 2014 年 2 月第 1 版 2014 年 2 月第 1 次印刷  
开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 13.25 字数: 306 千  
书 号: ISBN 978-7-113-17346-3  
定 价: 80.00 元

---

### 版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社读者服务部联系调换。电话: (010) 51873174 (发行部)  
打击盗版举报电话: 市电 (010) 51873659, 路电 (021) 73659, 传真 (010) 63549480

# Preface 前言

党的十六大以来,在党中央、国务院的正确领导下,我国铁路事业得到了快速发展,目前,中国高速铁路运营里程已经位居世界第一。在建设和运营实践中,我国高速铁路积累了丰富的经验,取得了大量创新成果。将这些经验和成果进行系统总结,编写形成规范的培训教材,对于提高培训质量、确保高速铁路安全有着十分重要的意义。为此,中国铁路总公司组织相关专业的技术力量,统一编写了这套高速铁路管理人员和专业技术人员培训系列教材。

本套培训教材共分高速铁路行车组织、机务、动车组、供电、工务、通信、信号、客运 8 个专业,每个专业分为科普教材、专业关键技术教材和案例教材三大系列。科普教材定位为高速铁路管理人员普及型读物,对本专业及相关专业知识进行概论性介绍,学习后能够基本掌握本专业所需的基本知识、管理重点、安全关键;专业关键技术教材定位为高速铁路专业技术人员使用的学习用书,对本专业关键技术进行系统介绍,学习后能够初步掌握本专业新技术和新设备的运用维护关键技术;案例教材定位为高速铁路岗位人员学习用书,对近年来中国高速铁路运营实践中发生的典型案例及同类问题的处理方法进行总结归纳,学习后能为处理同类问题提供借鉴。

本书为通信专业关键技术教材《高速铁路通信技术——无线通信终端》。无线通信终端以列车无线调度通信系统和 GSM-R 数字移动通信系统为平台,承载了调度通信、列车无线车次号校核信息传送、调度命令信息无线传送、列车尾部安全防护装置信息传送、列车防护报警和客车列尾信息传送等业务,为保障高速铁路安全、高效运输发挥着重要作用。高速铁路无线通信终端分为在列车移动状态下使用的移动终端和在固定地点、非移动状态下使用的无线固定终端两类。移动终端包括机车综合无线通信终端(CIR)、列车防护报警设备(LBJ)、GSM-R 手持终端等;无线固定终端包括 CIR 出入库检测设备。

全书共六章,主要内容包括:无线通信终端主要承载业务、机车综合无线通信设备(CIR)、列车防护报警设备(LBJ)、CIR 出入库检测设备、GSM-R 手持终端。

本书由姜永富、蒋志勇主编,张朝华主审。参加编写人员有:姜永富(第一章),蒋志勇(第二、三章),欧阳智辉(第四、五章),孔庆富(第六章)。参加审定人员有:姜立荣、李旭、丁巧仁。本书编写过程中,还得到了沈京川、徐钧等专家的大力支持和帮助,在此一并表示衷心感谢!

由于近年来高速铁路技术发展较快,同时编者的水平及精力所限,本书内容不全面、不恰当甚至错误的地方在所难免,热忱欢迎使用本书的广大读者以及行业内专家学者对本书提出批评、指正意见,以便编者对本书内容不断地改进和完善。

编者

二〇一三年六月

# Contents 目 录

第一章 绪 论	1
第一节 高速铁路无线通信终端	1
第二节 铁路列车无线通信的发展	2
第三节 列车无线调度通信系统	5
第四节 铁路数字移动通信系统(GSM-R)	9
第二章 无线通信终端主要承载业务	25
第一节 调度通信业务	25
第二节 列车无线车次号校核信息传送业务	42
第三节 调度命令信息无线传送业务	56
第四节 列车尾部安全防护装置信息传送业务	69
第五节 列车防护报警和客车列尾信息传送业务	75
第三章 机车综合无线通信设备	80
第一节 概 述	80
第二节 设备构成	81
第三节 设备功能	85
第四节 主要技术要求	90
第五节 主要承载业务的实现	112
第四章 列车防护报警设备	133
第一节 概 述	133
第二节 设备构成	133
第三节 设备功能	138
第四节 主要技术要求	143
第五节 数据下载及分析	147
第五章 CIR 出入库检测设备	152
第一节 概 述	152

第二节	设备构成	152
第三节	设备功能	156
第四节	设备主要技术要求	157
第五节	检测流程	160
第六节	其他检测设备	167
<b>第六章</b>	<b>GSM-R 手持终端</b>	<b>170</b>
第一节	概 述	170
第二节	设备构成与工作原理	171
第三节	设备功能	177
第四节	设备主要技术要求	182
第五节	设备应用	188
附录	名词术语英(缩略语)中对照	200
参考文献		204



# 第一章 绪 论

我国高速铁路采用 GSM-R 铁路数字移动通信系统(简称 GSM-R 系统)作为无线通信的基础平台,所有与无线通信相关的通信需求均通过 GSM-R 系统实现,包括 CTCS-3 级列车控制信息传送、调度通信、列车无线车次号校核信息传送、调度命令信息无线传送等。同时,其他一些业务应用系统也为保障高速铁路安全、高效运输发挥着重要的作用,如列车防护报警和客车列尾系统等。

我国既有普速铁路主要采用 450 MHz 列车无线调度通信系统(简称 450 MHz 无线列调系统)实现车地之间的话音和数据通信,包括调度通信、列车无线车次号校核信息传送、调度命令信息无线传送等。

在我国高速铁路的建设和发展进程中,存在列车在高速铁路与既有普速铁路之间转线运行的情况。随着列车的运行,列车上的无线通信终端既要满足装备 GSM-R 系统的线路对车地无线通信的需求,又需要满足装备 450 MHz 无线列调系统的线路对车地无线通信的需求。本书以列车调度通信的通信需求为主线,对与列车调度通信、运输指挥直接相关的无线通信终端进行介绍,包括机车综合无线通信设备(CIR)、列车防护报警设备(LBJ)、CIR 出入库检测设备和 GSM-R 手持终端。

本章首先对高速铁路无线通信终端进行定义,然后介绍铁路无线通信技术的发展,并对与无线通信终端密切相关的 450 MHz 无线列调系统和 GSM-R 系统两种无线通信平台进行简单介绍。

## 第一节 高速铁路无线通信终端

无线通信终端是指提供给用户进行直接操作或使用、用来接入无线网络并提供无线通信服务的设备。无线通信终端向用户提供的服务简单地分为话音通信和数据通信,也可同时提供两类服务。

无线通信终端只是无线网络中一个组成部分,无线通信终端各种功能的实现往往受到无线网络的控制和限制。但是,无论是在装备了 GSM-R 系统的线路,还是在装备了 450 MHz 无线列调系统的线路,无线通信网络的强大功能需要通过无线通信终端的具体实现才能有所体现,而与列车运输指挥、管理、设备维护等有关的各种铁路应用系统也必须通过无线通信终端才能实现相关功能,从而达到保证铁路运输正常、高效运行的目的。从这个层面而言,无线通信终端的作用无疑是很重要的。

对于一个终端设备,不管它具体实现的功能是什么,也不管具体的应用场所是何处,如果只有接入无线网络才能实现相关功能,那么将这个终端设备定义为无线通信终端。按照无线通信终端的使用场所,通常可以将其分为在移动状态下使用的移动终端和在非移



动状态下使用的无线固定终端。

### 1. 移动终端

按照使用对象的不同,移动终端可以分为两类:安装在列车或汽车上的车载终端,如机车综合无线通信设备(CIR)、列车尾部安全防护装置、列控系统车载无线终端等;提供给运输指挥和维护管理人员使用的手持终端,如450 MHz手持台、GSM-R通用手持终端(GPH)、GSM-R作业手持终端(OPH)等。

我国高速铁路采用GSM-R系统作为无线通信的基础平台,主要的移动终端有:

- (1)列控系统车载无线终端(MT);
- (2)机车综合无线通信设备(CIR);
- (3)GSM-R手持终端,分为通用手持终端(GPH)和作业手持终端(OPH)。

本书重点介绍了与列车调度指挥直接相关的机车综合无线通信设备(CIR)和GSM-R手持终端的工作原理等内容。

### 2. 无线固定终端

无线固定终端是指安装在固定地点、在非移动状态下使用的无线终端。与移动终端相同,无线固定终端同样通过无线技术接入相应的无线通信网络,可以提供用户需要的话音通信和数据通信服务。例如,安装在机车/动车组出入库(所)检测点的CIR出入库检测设备通过GSM-R系统与CIR进行通信,实现对CIR进行GSM-R话音通信、GSM-R数据通信等检测功能。

## 第二节 铁路列车无线通信的发展

铁路列车无线通信伴随着铁路发展和技术进步,不断前进,不断完善,已成为我国铁路网必不可少的技术手段。

列车无线通信在铁路通信业务分类中属铁路专用通信的区段通信,解决运行中的列车与地面调度和车站间的通信。

早在20世纪50年代,我国铁路就开始试验研究列车无线调度电话,学习前苏联的先进经验,请前苏联专家来华传播新技术,引进前苏联电台(ЖР-3型、ЖР-1型),在北京、天津和沈阳等地进行列车无线调度电话试验。

按照部署,铁路发展无线列车调度通信新技术起始于沪宁线。1958年设计,1964年开通上海—南京列车无线调度电话工程,采用南京无线电厂生产的TW-1型仿苏ЖР-3型2MHz频段窄带调频电台。紧接着,1961年在宝鸡—凤州段采用TW-1型电台用于双机牵引前后机车间的相互通话,解决山区地段急需,并在1965年开通车站电台。这是我国首次在山区电气化区段采用平行双线波导线传播电磁波方式的列车无线调度电话工程。

1965年,西南铁路建设工地指挥部成立了列车无线调度电话战斗组(以下简称战斗组),集中了科研、设计、施工、维护和工厂单位的技术力量。从1965年至1967年,战斗组组织人力到宝凤段、沪宁线进行调查研究,进行了三次现场试验。试验结果表明:TW-1型电台存在抗干扰能力弱、无静噪装置、电平不好控制等问题,通话质量不满意。1969年,战

斗组研制了半导体化同频单工 TW-8 型 150 MHz 频段铁路专用电台样机。1971 年,根据样机现场使用发现的问题,进行了旨在提高设备稳定性、可靠性、整体结构强度及改善电路温度性能的 TW-8A 型电台研制工作。1975 年,铁道部、电子部联合召开 TW-8A 型电台设计、生产定型会议,同意投入批量生产,在铁路运输生产中使用。TW-8A 型电台的问世,标志着中国铁路列车无线调度电话的发展有了新的突破,同时也是西南会战 10 年的硕果。

1981 年,铁道部发布了中国第一个《铁路列车无线调度通信系统制式及设备系列》标准(TB 1420—81)。从此,铁路列车无线调度电话的发展历史揭开了新的一页。

随着 TW-8A 型电台在全铁路的广泛采用,为解决山区和电气化区段频率使用并考虑到国外频率使用情况,1981 年全国无线电管理委员会重新对铁路系统专用频率进行调整,列车调度除同意使用的 150 ~ 151.8 MHz 和 162.6 ~ 163.5 MHz 外,还可以使用 457.200 ~ 458.650 MHz 和 467.200 ~ 468.650 MHz 频段。频率资源的确定和科学分配,对推动铁路列车无线通信系统的发展起到了关键性作用。

借鉴国际铁路联盟 UIC 有关列车无线调度通信的标准,结合中国铁路运输组织特点,铁道部在 1991 年颁布 TB 2294—1991《150、450 MHz 铁路列车无线调度通信系统制式及主要技术条件》,在 1993 年颁布 TB/T 1457—1993《铁路列车无线调度通信系统设备技术条件》,规定了我国铁路 150、450 MHz 频段铁路列车无线调度通信 A、B、C 系统制式、系统设备组成、系统技术条件及系统设备性能,并形成了 A、B、C 三种制式的主流设备。

(1) 同频单工 C 制式无线列调系统。该系统是最早、最简单的无线列调系统,调度员、车站值班员、助理值班员、司机、运转车长之间的通话采用单工方式。如早期的 TW-1 型电台、150 MHz 频段 TW-8A 型系列电台、450 MHz 频段 TW-43 同频单工和 400 kHz 感应式机车无线电话等。

(2) 单双工兼容四频组、半双工独立同步 B 制式无线列调系统。1983 年,单双工兼容制列车无线调度通信系统通过铁道部和四机部联合鉴定。系统中,双工通信采用了四频组频率配置方式,在同一调度区段内各车站电台双工发射频率按  $f_1 f_2 f_3$  的顺序交替配置,机车台接收频率自动扫描,锁定  $f_1 f_2 f_3$  其中一个;机车台发射频率只有一个  $f_4$ ,车站台接收频率也均为  $f_4$ ;这样,  $f_1 f_2 f_3 f_4$  组成了一个四频组。该系统把双工制式通话质量高、操作方便、有利于中继传输等优点和同频单工制组网灵活融为一体,既实现了列车调度员、车站值班员与机车司机之间的双工通信,又保留了车站值班员、机车司机和运转车长间的单工通信,实现了单双工兼容。半双工独立同步列车无线调度通信系统制式在 1979 年通过电子部、铁道部组织的方案论证。系统中的车站电台采用同一频率的双工电台,为解决同频干扰,电台使用高稳定晶体,频率稳定度要求  $1 \times 10^{-8}$ ;车站控制台(既有线/无线转接设备)采用四线制专线传输,设备增加幅度均衡器,均衡器偏差小于或等于  $0.2 N_p$ ;另增加相移网络,相移指标要求表差小于或等于  $15^\circ$ 。

(3) 个别选叫和指令传输、数话兼容 A 制式无线列调系统。个别选叫和指令传输的 A 制式无线列调系统,除具备 B、C 制式的功能外,调度员按车次号个别呼叫司机并通话,调度员可向司机发送指令,司机可向调度员发送报告。

20 世纪 90 年代中期,随着铁路提速和现代化管理的实施,对无线列调提出了更高要

求,除应具有语音业务外,还需具有非话即数据业务。数话兼容列车无线调度通信系统根据国际铁路联盟 UIC 修订的 UIC-751-3 标准研发,不仅满足调度通信的语音需求,还适应信息管理系统和列车安全运行保障系统对列车无线数据传输的新要求。系统通过加大信道载荷,提高信道利用率,采用 DSP 数字语音处理、语音压缩/扩展技术,以数话兼容形式在单信道上(原有无线列调系统的频率配置不变)除进行语音通信外,同时实现双向数据传输。

为了满足铁道部运输生产机车长交路套跑的需求,机车上安装的无线列调机车台需要兼容地面各种制式和不同厂家的车站台,使列车无论在哪个区段运行时,均能够实现司机与调度员、车站值班员、车长的语音通信和调度命令信息、车次号校核信息的传递,通用式机车台应运而生。通用式机车台引入了 GPS 应用:在机车运行过程中,GPS 接收机实时输出地理位置信息,机车台控制单元把从 GPS 得到的地理位置信息与存储的地理数据库线路坐标相比较,得到机车当前位置的模式信息,控制机车台保持或转换为与当前地面车站台一致的工作模式。

2002 年,在对铁路数字移动通信的主流技术体制进行广泛论证和讨论的基础上,铁道部确定采用 GSM-R 数字移动通信系统作为未来铁路无线通信的技术装备政策,并实现铁路无线通信基础平台从 450 MHz 无线列调系统到 GSM-R 系统的逐步有序过渡。同年,在北京召开的 UIC 大会上,铁道部确立中国铁路采用 GSM-R 系统传送列控信息,建设中国 CTCS-3 级列控体系。2003 年,铁道部分别启动青藏铁路格拉段、大秦线 GSM-R 试验工程建设,随后又启动胶济线 GSM-R 试验工程。

GSM-R 是国际铁路联盟 UIC 推荐的欧洲铁路专用移动通信系统,标准由 ETSI 制定。GSM-R 系统除了满足 GSM 技术体制,提供基本移动通信系统的电信业务、承载业务和补充业务外,还针对铁路的特殊要求,引入语音组呼(VGCS)、语音广播(VBS)、紧急呼叫、增强多优先级抢占与强拆业务(eMLPP)等,提供基于功能、位置的寻址,高优先级呼叫确认、调车模式、多方通话、直接脱网模式等。

GSM-R 进入中国已有十余年,经过理论研究、政策审核、标准化建设、网络建设、施工验收等层层考验,最终取得了骄人的成绩。经过近十年来的飞速发展和建设,目前 GSM-R 系统已经发展成为网络化、规模化、多业务应用的移动通信平台,承载多种铁路业务应用系统,为运输调度指挥、设备维护及安全管理提供移动语音通信、短消息、电路域及分组域数据传输业务。GSM-R 系统主要承载了 CTCS-3 级列控信息传送、调度通信、调度命令信息无线传送、列车无线车次号校核信息传送等应用业务。截至 2013 年底,我国完成 19 个规划 GSM-R 核心网节点中 16 个节点的建设 and 开通运用,预计在 2014 年完成全部 19 个 GSM-R 核心网节点的建设、互联互通和开通。据不完全统计,截至 2013 年底,我国开通运用的 GSM-R 系统已覆盖超过 22 500 km 的铁路,包括高速铁路、重载铁路、高寒铁路、新建普速铁路和扩能改造铁路等。GSM-R 系统为我国高速铁路的运输调度指挥、设备维护及安全管理等提供了良好的移动通信基础平台。

与此同时,GSM-R 也面临着新的挑战。在技术、工程上仍然存在未攻克的难点,如 GPRS 技术能否应用于列控,如何解决与公众移动通信网络间的干扰问题等。GSM-R 网络目前仅满足了铁路运输业务的基本需求,增值业务还未纳入发展规划,随着 GSM-R 研究的

深入,GSM-R 还将为中国提供更多完美的、丰富多彩的业务。

半个多世纪以来,铁路无线通信从无到有,从语音到数据,从分立到综合,从单一到系统,为铁路运输生产指挥、安全正点行车、事故抢险救援、信息快速传递等发挥了重要作用。今后,铁路无线通信将朝着宽带、高速和承载更多的铁路业务方向发展。

### 第三节 列车无线调度通信系统

我国的列车无线调度通信系统经过几十年的发展,其技术水平已达到国际先进水平,为调度员、车站值班员、机车司机间提供话音通信,为列车无线车次号校核信息传送和调度命令信息无线传送等提供数据业务,对保障行车安全起到重要作用。

#### 一、系统构成

列车无线调度通信系统(简称无线列调)主要由调度台、调度总机、车站台、机车台、便携台、区间中继设备(如洞口中继器、洞内中继器等)、有线通道和系统管理器等构成,如图 1—1 所示。

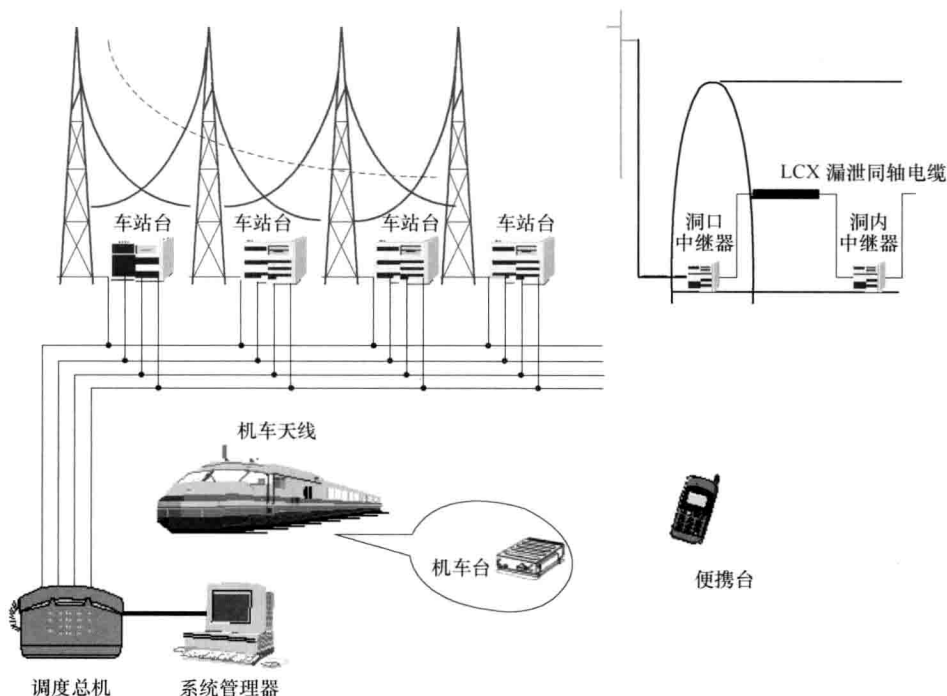


图 1—1 列车无线调度通信系统的构成

图中,调度台和调度总机安装在调度所,调度台由调度员操作使用。车站台安装在沿线车站,由车站值班员操作使用。机车台安装在机车上,由司机操作使用。

便携台提供给车站助理值班员、运转车长等人员使用。

区间中继设备一般安装在隧道、山区等车站台无线信号直接覆盖困难的区段,用来放大中继车站台、机车台和便携台的无线信号。

系统管理器主要用于对调度总机、沿线车站电台及区间中继设备等进行维护和管理。

有线通道用来连接调度总机、沿线车站电台以及系统管理器。

### 二、系统制式及功能

根据组网方式及设备功能的不同,列车无线调度通信系统分为 A、B、C 三种制式。

#### (一) A 制式

##### 1. 组网方式

系统采用有线、无线相结合的组网方式。车站台、机车台、便携台之间的通信采用无线方式,调度台至车站台的有线通道由数字电路或四线制音频话路构成。

##### 2. 系统功能

A 制式无线列调系统具有如下功能:

(1) 调度员按车次号个别呼叫司机并通话,也可对调度区段内的所有机车全呼、通话并发布通告。

(2) 司机呼叫调度员时,调度所设备具有显示、存储机车呼入的功能。

(3) 在紧急情况下,机车司机可向调度员发出紧急呼叫并通话。

(4) 调度员可向司机发送调度指令并显示,司机可向调度员发送报告并显示。

(5) 机车台、车站台、调度所设备之间具有双向数据传输功能,具有实时数据、短数据和报文分包传送的功能。

(6) 调度员与司机间通话时具有在相邻车站台之间越区切换功能。

(7) 系统向下兼容 B、C 制式。

##### 3. 通信方式

调度员、车站值班员与司机之间采用双工通信方式;车站值班员、助理值班员、司机、运转车长之间采用半双工或单工通信方式;移动用户之间采用异频单工通话时,由车站台、区间中继设备进行中转转接(一般称为转信);机车台与调度所设备、车站台之间的数据传输采用双工通信方式。

#### (二) B 制式

B 制式分为单双工兼容四频组方式(简称 B1 制式)和同、异频独立同步半双工方式(简称 B2 制式)。

##### 1. 组网方式

系统同样采用有线、无线相结合的组网方式。车站台、机车台、便携台之间的通信采用无线方式;调度台至车站台的有线通道由数字电路或四线制音频话路构成。

##### 2. 系统功能

B 制式无线列调系统具有如下功能:

(1) 调度员可对该调度区段的所有机车进行呼叫、通话,并发布通告。

(2) 调度员采用选站后语音群呼方式呼叫司机并通话。车站台占用时,向调度台示忙。

在紧急情况下,调度员可优先与司机通话。

- (3) 司机采用信令方式呼叫调度员并通话。
- (4) 车站台、机车台、便携台之间采用信令方式呼叫,也可采用话音直接呼叫便携台。
- (5) 机车台、车站台和调度设备之间具有双向数据传输功能
- (6) 调度员与司机间通话时具有在相邻车站台之间越区切换功能。
- (7) 系统向下兼容 C 制式。

### 3. 通信方式

#### (1) B1 制式

调度员与司机之间采用双工通信方式;车站值班员、助理值班员、司机、运转车长之间采用双工、半双工、单工通信方式;移动用户之间采用异频单工通话时,由车站台、区间中继设备转信;机车台与调度所设备、车站台之间的数据传输采用双工通信方式。

#### (2) B2 制式

调度员、车站值班员与司机之间采用半双工通信方式;车站值班员、助理值班员、司机、运转车长之间采用单工通信方式;移动用户之间采用异频单工通话时,由车站台、区间中继设备转信;机车台与调度所设备、车站台之间的数据传输采用半双工通信方式。

#### (三) C 制式

##### 1. 组网方式

系统同样采用有线、无线相结合的组网方式,车站台、机车台、便携台之间的通信采用无线方式,调度所至车站台的有线通道由数字电路或二线/四线音频话路构成。

##### 2. 系统功能

C 制式无线列调系统具有如下功能:

- (1) 满足调度员、司机间及车站值班员、司机、助理值班员、运转车长之间的通话。
- (2) 车站台、机车台、便携台之间采用信令控制呼叫方式,也可采用话音直接呼叫便携台。
- (3) 系统具有数据传输功能。

##### 3. 通信方式

调度员、车站值班员、助理值班员、司机、运转车长之间的通话采用单工方式。机车台与调度所设备、车站台之间数据传输采用单工通信方式。

## 三、工作频率及工作方式

### (一) 工作频率

列车无线调度通信系统工作在 450 MHz 频段,具体频率配置见表 1—1。

### (二) 频率配置

车站电台根据系统功能、设备制式和线路条件的不同,采用交替配置或单一配置方式。机车电台、便携电台接收频率具有自动扫描和人工设置方式。

(1) 调度员与司机之间的通信,车站电台发射频率采用交替配置时,车站电台发射频率为  $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ ;采用单一配置时,车站电台发射频率为  $f_2$  (异频)或  $f_4$  (同频)。

(2) 司机与车站值班员之间的双工通信,车站电台发射频率采用交替配置时,车站电台

发射频率为  $f_1 \sqrt{f_2 \sqrt{f_3}}$ ; 采用单一配置时, 车站电台发射频率为  $f_2$ 。

(3) 司机与车站值班员之间的单工通信, 车站电台发射频率采用单一配置方式, 为  $f_2$  (异频) 或  $f_4$  (同频)。

(4) 机车台、便携电台的频率和频组根据机车运用交路进行配置, 一般不得少于 4 个工作频组。发射频率为  $f_4$ , 频组内接收扫描频率为  $f_1 \sqrt{f_2 \sqrt{f_3}}$  ( $f_4$ ) 和  $f_2 \sqrt{f_4}$ 。

表 1—1 450 MHz 列车无线调度通信系统工作频率

四频组频率序号								机车台 发射频率 (MHz)	车站台 发射频率 (MHz)	四频组频率序号							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
									467.450	$f_1$							
$f_4$								457.500	467.500	$f_2$	$f_1$						
	$f_4$							457.550	467.550	$f_3$	$f_2$						
									467.600		$f_3$						
									467.650			$f_1$					
		$f_4$						457.700	467.700			$f_2$					
									467.750			$f_3$					
									467.775				$f_1$				
			$f_4$					457.825	467.825				$f_2$				
									467.875			$f_3$	$f_1$				
				$f_4$				457.925	467.925				$f_2$				
									467.950					$f_1$			
									467.975			$f_3$					
					$f_4$			458.000	468.000					$f_2$			
									468.050					$f_3$			
									468.150						$f_1$		
						$f_4$		458.200	468.200						$f_2$	$f_1$	
							$f_4$	458.250	468.250						$f_3$	$f_2$	
									468.300							$f_3$	

(5) 司机、车站值班员之间的异频单工通信, 机车电台呼叫后应自动锁定接收频率。

(6) 机车台发送列车无线车次号校核信息时使用专用工作频率 457.550 MHz。

(7) 进行车站台场强覆盖测试时使用专用工作频率 457.925 MHz (同频系统)、467.925 MHz (异频系统)。

### (三) 工作方式

#### (1) A 制式

沿线车站台的发射频率按  $f_1 \sqrt{f_2 \sqrt{f_3}}$  交替配置, 接收频率为  $f_4$ 。

机车台接收信道按  $f_1 \sqrt{f_2 \sqrt{f_3}}$  自动循环扫描, 并按场强优选或信噪比锁定, 发射频率为  $f_4$ 。

为实现调度与司机通信时在相邻车站台之间越区切换时的自动信道跟踪, 机车台采用



导频信号  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ ，相对应于当前接收频率  $f_1$ 、 $f_2$  或  $f_3$  信道随路发送。

#### (2) B1 制式

车站台发射频率按  $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$  交替循环配置，受控发射，接收频率为  $f_4$ 。

机车台守候接收，信道自动扫描，按场强优选或信噪比锁定，发射频率为  $f_4$ 。

机车台采用导频信号  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  进行越区转换过程中的自动信道跟踪，实现司机与调度的连续通信。

系统为单双工兼容工作方式，根据呼叫信号自动锁定单工或双工信道。

#### (3) B2 制式

系统工作在同、异频半双工信道。车站台发射频率为  $f_2$  或  $f_4$ ，并采用高稳定度晶体，接收频率为  $f_4$ 。

为增强调度对司机全呼功能的可靠性，车站台有线/无线转接单元应具有有线线路相位补偿电路，保证相邻车站台在 300 Hz 时，调制输入信号的相对相位差小于  $15^\circ$ 。

系统为半双工、单工工作方式，车站台为双工。机车台根据呼叫信号接收信道自动锁定在异频单工或同频单工，键控发射  $f_4$ 。

本制式车站台不设高稳定度晶体和相位补偿电路时，称作同频、异频半双工通信系统。

#### (4) C 制式

系统工作在同频单工或异频单工方式。

车站台发射频率  $f_4$  (同频) 或  $f_2$  (异频)，接收频率为  $f_4$ 。

机车台发射频率  $f_4$ ，根据呼叫信号接收信道自动锁定在异频单工或同频单工。

## 第四节 铁路数字移动通信系统 (GSM-R)

GSM-R 是 GSM for Railway 的简称，实际上就是在第二代全球移动通信系统 (Global System for Mobile communication) 的基础上根据铁路的需求和应用特点增加了多种呼叫业务和功能，包括语音组呼 (VGCS)、语音广播 (VBS)、紧急呼叫、增强多优先级抢占与强拆业务 (eMLPP)、基于位置的寻址、基于功能的寻址等。

### 一、GSM-R 网络构成

GSM-R 网络由 GSM-R 系统和中继传输电路组成。GSM-R 系统包括网络子系统 (NSS)、无线子系统 (BSS)、运营与支撑子系统 (OSS) 和终端设备等四个部分。其中，网络子系统包括交换子系统 (SSS)、智能网 (IN) 子系统和通用分组无线业务 (GPRS) 子系统。GSM-R 系统结构如图 1—2 所示。

#### (一) 交换子系统 (SSS)

SSS 主要完成用户的业务交换功能以及用户数据与移动性管理、安全性管理所需的数据库功能。SSS 由一系列功能实体构成，包括 MSC、VLR 和 HLR 等。各功能实体之间通过 No. 7 信令协议互相通信，各功能实体如下：

##### 1. 移动交换中心 (MSC)

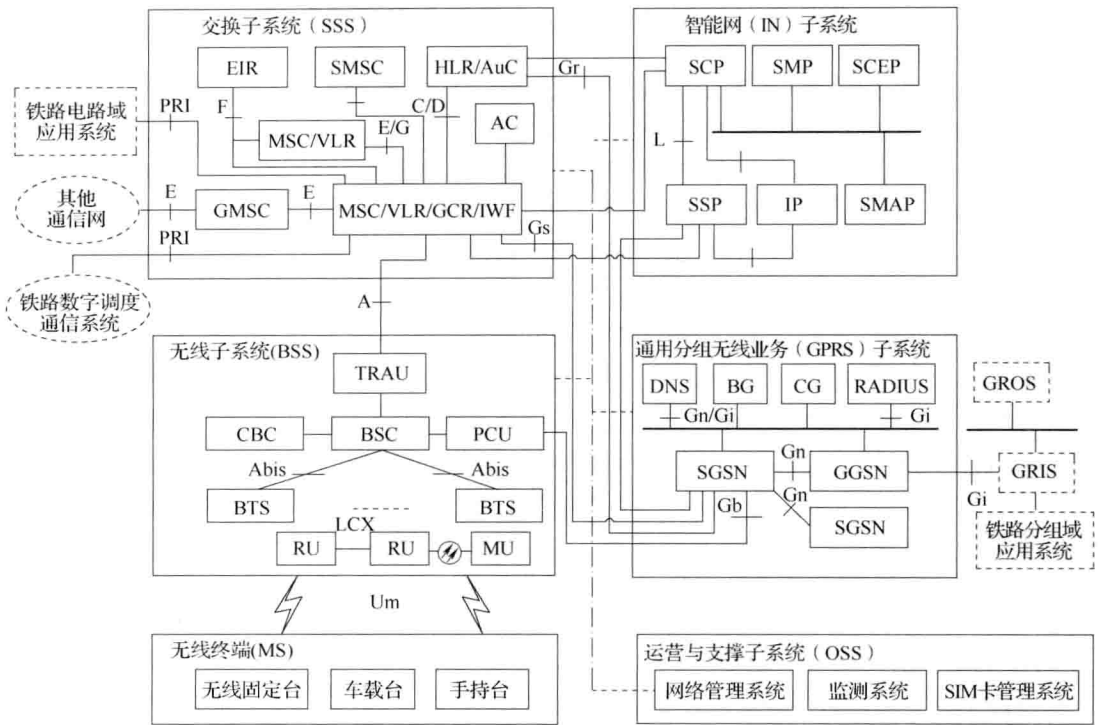


图 1—2 GSM-R 系统结构示意图

MSC 是网络的核心,负责用户的移动性管理和呼叫控制。网关 MSC (GMSC) 是 GSM-R 网与其他通信网互联互通的关口局。

### 2. 拜访位置寄存器 (VLR)

VLR 是一个动态数据库,负责存储进入该控制区域内已登记用户的相关信息,为移动用户提供呼叫接续的必要数据。当 MS 漫游到一个新的 VLR 区域后,该 VLR 向 HLR 发起位置登记,并获取必要的用户数据;当 MS 漫游出控制范围后,需要删除该用户数据。VLR 存有用户所属组的 ID 列表。当用户漫游时,这些信息从归属位置寄存器 (HLR) 中获得。

### 3. 归属位置寄存器 (HLR)

HLR 为 CS 域和 PS 域共用设备,是一个负责管理移动用户的数据库。HLR 存储本归属区的所有移动用户数据,如识别标志、位置信息、签约业务等。当用户漫游时,HLR 接收新位置信息,并要求 VLR 删除用户所有数据;当用户被叫时,HLR 提供路由信息。

### 4. 鉴权中心 (AuC)

AuC 为 CS 域和 PS 域共用设备,是存储用户鉴权算法和加密密钥的实体。AuC 将鉴权和加密数据通过 HLR 发往 VLR、MSC 以及 SGSN,保证通信的合法和安全。每个 AuC 和对应的 HLR 关联,只通过 HLR 和其他网络实体通信。

### 5. 互联功能单元 (IWF)

IWF 负责在 GSM-R 网与固定网络的数据终端之间提供速率和协议的转换,具体功能取