

铁路职工岗位培训教材

铁路通信工

(通用基础知识)

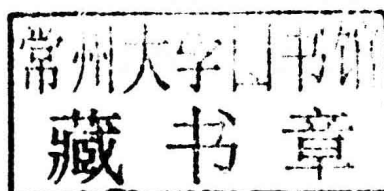
铁路职工岗位培训教材
编审委员会

铁路职工岗位培训教材

铁路通信工

(通用基础知识)

铁路职工岗位培训教材编审委员会



中国铁道出版社

2014年·北京

内 容 简 介

本书为铁路通信工岗位培训教材之一,按照铁路通信工国家职业技能标准和铁路职业技能培训规范编写。全书分为六章,包括:铁道通信概论、电工电子技术基础、通信原理、通信和计算机网络、行车通信业务、仪器仪表使用。书中每节列有思考题,每章列有复习思考题。

本书针对铁路职工岗位培训、职业技能鉴定进行编写,是各单位组织职工进行各级各类岗位培训、技能鉴定的必备用书,对各类职业院校相关师生也有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

铁路通信工. 通用基础知识/《铁路职工岗位培训教材》编审委员会编著. —北京:中国铁道出版社, 2014.6 (2014.7重印)

铁路职工岗位培训教材
ISBN 978-7-113-18643-2

I. ①铁… II. ①铁… III. ①铁路通信—岗位培训—教材 IV. ①U285

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 109673 号

书 名: 铁路职工岗位培训教材
铁路通信工(通用基础知识)
作 者: 铁路职工岗位培训教材编审委员会

责任编辑: 崔忠文 编辑部电话: (路) 021-73146
(市) 010-51873146

电子信箱: dianwu@vip.sina.com

封面设计: 崔丽芳
责任校对: 龚长江
责任印制: 陆 宁 高春晓

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: 北京大兴县新魏印刷厂

版 次: 2014年6月第1版 2014年7月第2次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 16 字数: 399 千

书 号: ISBN 978-7-113-18643-2

定 价: 42.00 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



目 录

第一章 铁道概论	1
第一节 铁路发展史和中国铁路现状	1
第二节 铁路通信技术发展及在铁路上的应用	3
第三节 铁路通信设施应用现状	6
第四节 铁路行车设备和主要工种(岗位)的相关知识	9
复习思考题	12
第二章 电工电子技术基础	13
第一节 电路和电路模型	13
第二节 欧姆定律	17
第三节 电阻的串联、并联和混联	19
第四节 电容、电感基础知识	23
第五节 正弦交流电的基本概念	28
第六节 基尔霍夫定律	36
第七节 电磁感应基本知识	38
第八节 半导体基础知识	44
第九节 交直流供电方式	66
第十节 数字电路基础知识	71
复习思考题	87
第三章 通信原理	88
第一节 通信系统的基本知识	88
第二节 模拟调制系统	95
第三节 模拟信号的数字传输	103
第四节 数字基带传输原理	109
第五节 二进制数字调制	119
第六节 多路复用和多址技术	128
第七节 信道编码	137
第八节 同步技术	142
复习思考题	150
第四章 通信和计算机网络	151
第一节 计算机基本知识	151

第二节 数据通信网基本知识	157
第三节 计算机网络基本知识	164
第四节 通信网络在铁路中的运用	178
复习思考题	182
第五章 行车通信业务	183
第一节 列车调度指挥系统(TDCS)	183
第二节 调度集中(CTC)系统	184
第三节 信号微机监测系统	186
第四节 运输管理信息系统(TMIS)	187
第五节 列车运行控制系统(CTCS)	188
第六节 电力电牵 SCADA	190
第七节 自然灾害及异物侵限监测系统	191
第八节 客票系统	192
第九节 旅客服务信息系统	193
第十节 道岔融雪系统	194
第十一节 5T 系统	195
第十二节 半自动闭塞	196
复习思考题	197
第六章 仪器仪表使用	198
第一节 万 用 表	198
第二节 接地电阻测试仪	200
第三节 兆 欧 表	202
第四节 钳形电流表	203
第五节 电 平 表	204
第六节 振 荡 器	205
第七节 光 源	208
第八节 光功率计	210
第九节 光时域反射仪	211
第十节 2 M 误码测试仪	216
第十一节 视频综合测试仪	221
第十二节 网线测试仪	223
第十三节 天馈线测试仪	225
第十四节 GSM-R 测试手机	227
第十五节 蓄电池容量测试仪	235
第十六节 经 纬 仪	240
复习思考题	245
参考文献	246

第一章 铁道概论

铁路是国民经济大动脉、是国家交通运输的支柱。铁路运输在推进我国经济社会发展,构建社会主义和谐社会中发挥着重要作用。本章简要介绍了中国铁路及铁路专用通信的发展历史和现状,以及铁路行车设备和主要工种(岗位)的相关知识。

第一节 铁路发展史和中国铁路现状

一、世界铁路发展

从世界上第一条铁路(1825年)正式运营到现在,已经有180多年的历史。铁路的兴起和发展与科学技术和社会的进步密不可分。与此同时,铁路的技术进步和现代化进程,又在深刻影响着世界经济的发展,推动着人类社会的文明进步。16世纪中叶,英国开始兴起了采矿业,为了将煤炭和矿石运到港口,便铺了两根平行的木材作为轨道。17世纪才逐步将木轨换成角铁形的板轨,经过多年不断的改进,逐渐形成今日的钢轨。因为现在的钢轨是从铁轨演变而来的,所以世界各国都习惯地把它叫做“铁路”。

1825年正式运营的从斯托克顿至达林顿铁路,是世界上第一条蒸汽机车牵引的铁路。它的出现标志着近代铁路运输业的开端,使陆上交通运输迈入了以蒸汽机为动力的新纪元。铁路及火车一经发明,便以其迅速、便利、经济等优点,深受人们的重视。

19世纪70年代后,以电的应用和电动机、内燃机的发明为主要标志的第二次工业革命,推动了铁路牵引动力的革命性变化。1879年德国发明了世界第一台3马力的电力机车,1891年德国制成世界第一台4马力的内燃机车,1893年瑞典建成11 km长的世界第一条电气化铁路,1925年美国在中央铁路首次投入运用300马力的内燃机车;到20世纪20年代,世界铁路网规模已经达到127万 km。铁路的快速发展,带动了世界钢铁、建材以及机械制造业的迅猛发展,为人类社会从工业化初期迈入重工业化阶段奠定了坚实基础。

从20世纪50年代开始,随着大功率电力机车和内燃机车、大轴重大容量货车的使用,铁路重载运输迅速成为世界铁路发展的一个重要趋势。

1964年,世界上第一条高速铁路——东海道新干线在日本诞生。经过40多年的发展,世界上已有日本、法国、德国、西班牙、中国等十余个国家拥有了高速铁路。

高速铁路是高新技术在铁路上的集中反映,具有速度高、运输能力大、安全可靠、乘坐舒适方便、受气候影响小、对环境污染少、占用土地面积少等特点。

二、中国铁路发展及现状

1876年在上海修建的吴淞铁路是中国领土上出现的第一条铁路,该铁路从上海至吴淞镇,全长14.5 km。1881年修建的唐胥(唐山到胥各庄)铁路是中国自己创办的第一条铁路,铁路全长约10 km,采用15 kg/m的钢轨,轨距采用1 435 mm的“标准轨距”。后来我国铁路绝大部分都采用了这种轨距。

1909年建成的京张铁路(北京至张家口)是在杰出的铁路工程师詹天佑领导下,由中国工程技术人员主持、设计、施工的。由于途经的燕山山脉地势很陡,坡度很大,为使列车安全通过山岭,詹天佑在青龙桥车站设计了“人”字形爬坡线路解决了这一难题。京张铁路设计和建设的成就,充分显示了中国人民的智慧和力量,在中国铁路史上写下了光辉的篇章。

从1876年至1949年,我国共修建铁路2.69万km。1949年新中国成立前夕能维持通车的线路只有1.1万多公里。通信信号设备少得可怜,能用的机车不过1700多台,车辆也只有3万多辆。

1949年新中国成立以后,为了尽快恢复生产,发挥铁路在国民经济建设中的作用,铁路工人和铁道兵一起迅速恢复了受战争破坏的1万多公里铁路。从1950年6月13日修建成渝铁路开始,打响了修建全国铁路的第一战役。接着修建了“蜀道难,难于上青天”的宝成铁路,以及天兰、包兰、兰青、兰新等铁路。20世纪60年代,展开了气势恢弘的西南铁路大会战,很快建成了连接云贵川三省的铁路骨架——川黔、贵昆、成昆铁路。进入70年代后,又相继建成了湘黔、枝柳、襄渝等铁路。这期间,全国铁路进行了技术改造,全国铁路标准统一,设备改善,管理不断加强,运能也有较大增加。

在改革开放的新形势下,国家加大投资力度,支持铁路发展,加快铁路建设。“七五”期间,夺得了“南攻衡广、北战大秦、中取华东”三大战役的胜利。1987年,在我国南北铁路大动脉的京广铁路上修建了长14.295km大瑶山隧道,结束了我国不能修建10km以上隧道的历史,标志着我国隧道建设技术达到了世界先进水平。1989年在我国铁路网中有“铁路心脏”之称的郑州北站,建成了亚洲最大的铁路综合自动化编组站,标志着我国铁路编组站现代化技术迈进了世界先进行列。“八五”期间,加强六大通道建设(京广、京沪、京哈、陇海、沪杭、浙赣),修建了宝中铁路、兰新复线等。仅用不到4年时间,就建成了纵贯我国南北全长2122km的京九铁路。“九五”期间,以“大战西南,强攻煤运;打通限制口,配套大干线”为奋斗目标,建设了南昆铁路、西安安康铁路等。

进入21世纪以后,我国铁路建设进入了黄金机遇期,铁路现代化建设事业发展更为显著,取得了世人瞩目的辉煌成就。粤海铁路的建成,结束了海南省与大陆间不通火车的历史;青藏铁路的建成,突破了多年冻土、高寒缺氧、生态脆弱这三大世界难题,是世界铁路建设史上的宏伟工程。京津城际高速铁路的建成,标志着我国开始进入高速铁路时代。

在“十五”期间,为了解决繁忙通道既有线路运输能力紧张的问题,适应运输数量增长和质量提高的要求,提出了由京沪、京哈、沿海、京九、京广、大湛、包柳、兰昆“八纵”和京兰(藏)、煤运北、煤运南、陆桥、宁西、沿江、沪昆(成)、西南出海“八横”组成的“八纵八横”铁路运输大通道。一个横贯东西、沟通南北、干支结合的具有相当规模的铁路运输网络逐步趋于完善。

2004年1月,我国铁路第一个《中长期铁路网规划》经国务院常务会议审议通过,并开始实施。2008年,国家发改委根据国家总体发展战略以及建设资源节约型和环境友好型社会的根本要求,对《中长期铁路网规划》确定的铁路网总规模和布局进行了优化调整。规划到2020年,全国铁路营业里程达到12万km以上。并提出建立省会城市及大中城市间的快速客运通道,规划建设以京沪、京广、京哈(含哈大)、沪厦深及徐州—兰州、上海—长沙、青岛—太原、沪汉蓉“四纵四横”铁路快速客运通道以及三个城际快速客运系统。

2011年,我国开始实施《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》。“十二五”期间,我国铁路按照科学、可持续发展的原则,继续实施《中长期铁路网规划》;重点任务之一是继续发展高速铁路,建成4.5万km的快速铁路网,其中高速铁路将达到1.6万km。同时,进一步

明确了高速铁路的建设标准和开通运营速度,以满足经济社会发展和人民群众的不同需求。

至 2013 年底,全国铁路营运里程突破 10 万 km;高速铁路突破 1 万 km,使中国成为世界上高速铁路营运里程最长的国家。

思考题

1. 世界上第一条铁路是哪年开始运营的?
2. 世界上第一条高速铁路是哪一条?
3. 我国历史上第一条铁路是哪一条?
4. “八纵八横”和“四纵四横”铁路是指哪几条铁路线?
5. 简述我国铁路的发展历程。

第二节 铁路通信技术发展及在铁路上的应用

世界上自有铁路以来通信就是不可缺少的重要技术。同时,现代铁路的发展也大大推动了通信技术的进步。中国铁路通信经历了初创期、区域性网络和全路网络形成期及模拟通信至数字通信发展期几个阶段,它始终跟踪通信领域的发展前沿,至今已形成技术先进、功能齐全、自成系统的通信网。随着计算机技术的发展,贯通中国铁路的数据通信网络也正在铁路上发挥着巨大的作用。

一、以架空明线为主的建设和技术发展时期

从 1876 年到 20 世纪 60 年代,我国铁路通信主要采用架空明线。这一时期经历了建国前后近 100 年之久,从技术发展看大致可划分为以下 3 个阶段。

(一)铁路通信的初创阶段

这一阶段的特点是从简单的单线弯钩通信电线路逐步发展为双线横担线路;从以电报通信为主逐步发展为电报、电话并用,且以双线电话通信为主。

1896 年我国京奉铁路开始在电报线上开通风拿波式电话,1899 年开始采用磁石电话作为各站电话。为进一步适应铁路运输增长的需要,20 世纪初,一些铁路开始改造通信线路,增设了行车管理和调度指挥用的铜电话线,提高了电线路的技术标准,增加了线条数量,逐步从以电报通信为主转为电话、电报并用,并以音频电话通信为主。

(二)铁路区域性通信网形成和发展阶段

1930 年 3 月“满铁”在沈阳—大连间安装开通了铁路上第一条 3 路载波电路,开始了架空电线路的频率复用。1940 年前后,铁路通信在东北、华北地区已形成了较完整的区域性传输网。

这一阶段,在地区通信方面,东北、华北、华东等铁路逐步将铁路局和主要站所在地的人工交接机改为步进制自动交换机。到建国前,建成的自动交换局约有 20 多处,总数约 10 000 多线。在行车专用通信方面,逐步完善了各种系统,普遍采用的有列车、货运调度电话,站间行车电话(电报),各站电话,工务(养路)电话,扳道电话,子母钟等。个别铁路局还采用了局线会议电话、旅客站扩音设备、列车无线电话及列车广播设备。在共线电话技术方面,1921 年“满铁”首次在大连—长春间安装开通了西电式脉冲选号列车调度电话,进一步提高了指挥效率和通

话质量。

(三)铁路通信网形成和明线多路复用化阶段

1949年初中共中央军事委员会成立铁道部(新中国成立后改为“中央人民政府铁道部”),统一领导全国铁路运输和修建工作,这就要求铁路有一个完善的通信指挥系统。铁道部组织全路电务人员有计划地整修恢复被长年内战破坏的电线路。到1952年底,全路通信电线路全面整修完毕,杆路总长度达22 000 km,并沟通了铁道部至东北地区和南、北方6个铁路局间以及各铁路局对所辖分局、站段的话路。

1953年,随着铁路新线铁路大规模建设,铁道部决定全面提高架空明线的性能,对既有架空明线有计划地改造。1958年后又两次发布有关通信网规划的文件,使铁路通信网建设有序发展。

这一阶段,在专用通信方面,全路调度、各站、养路等通信系统改造为铁线支流脉冲选叫方式,提高了通信效率;站内扳道电话改为共电式辐射方式总、分机,保证了安全,提高了接转速度;开始了列车和站内无线调度电话的研究试点工作,建设、建成了沪宁、沪杭、宝鸡—凤州等线的无线列调电话。在电话交接方面,开始大量发展步进制自动交换机及人工长途台。

二、电路模拟通信为主的建设和技术发展时期

1960年我国建成了第一条自己设计施工的,高屏蔽、高低频混合对称长途电缆线路,为铁路通信建设由架空明线转向电缆迈出了关键性的一步,这是我国铁路通信建设史上的第一个里程碑。

20世纪60年代末期研制成功了小同轴综合电缆,并于1975年在成昆铁路(成都—燕岗段)正式交付使用,这是我国自行设计、自行施工、采用自己研制的设备建成的第一条小同轴电缆线路。1977年沿焦枝线建成了北京—洛阳—襄樊1 170 km的长距离小同轴电缆线路。小同轴综合电缆系统的开发成功,为铁路电缆多路模拟通信建设奠定了基础,是我国铁路通信建设史上第二个里程碑。

到20世纪90年代初,全路建成的小同轴综合电缆线路有15 623 km,对称电缆线路约20 000皮长千米。京沪、京哈、京广、西陇海等10多条干线建成了小同轴电缆线路,实现了电缆多路化模拟通信。

这一阶段,在专用通信方面,主要是推广音频选叫调度、各站、养路电话,取代原有的直流脉冲选叫方式。电缆区段推广了区间电话自动接续设备,并采用短途、漏泄等载波设备增加中间站的通路。站内电话推广了电话集中机。同时,无线列调在20世纪70年代中期,随着150 MHz晶体管专用电台的定型生产,开始在平原地区建设应用。20世纪80年代初,利用漏泄同轴电缆等措施解决了山区电波覆盖问题,多种制式的无线列调在平原、山区工程中得到应用,使用的区段增多。20世纪90年代,无线列调基本上覆盖了全部铁路干线,对保证列车安全、正点运行,提高通过能力,防止事故等起到了重要作用。

三、光缆数字通信建设和技术发展时期

20世纪70年代末,国外铁路开始应用光纤技术。我国铁路光缆、数字通信的研究和试点在20世纪80年代初期起步。铁路光数字通信的建设和发展大致可分3个阶段。

(一)光、数字通信建设的起步阶段

1983年6月,铁道科学院、北京铁路局和路外光通信研制单位合作在北京铁路局至北京



站间建成了一条长 12 km 的短波长多模光缆线路,开通 8 Mbit/s 光传输系统,作为地区电话中继线使用,这是我国铁路第一条实用化通信线路。

1988 年底建成开通了大秦铁路第一期工程。该工程是我国铁路第一条长途干线光缆通信线路,共有通信站 6 处、中间通信站 14 处,是当时国内最长的一条长途光缆线路,具有示范意义。它使铁路通信技术实现了一次新的突破,也掀开了光数字通信在我国铁路发展的序幕,并对国内其他部门的光数字通信建设起了带动作用,成为铁路通信建设史上的第三个里程碑。

(二) 准同步数字系列(PDH)光缆数字通信建设阶段

20 世纪 90 年代铁路采用光缆数字通信的工程增多。新建铁路通信干线均按光缆建设,既有线通信繁忙或通信容量不足的区段也纷纷改建为加快或地下光缆线路。1991—1995 年建成的光缆线路约有 30 条左右,总长约 7 000 km。这一时期建设的光缆线路采用的光缆芯数较少,一般为 8 芯;设备都是准同步光数字系列,容量不大,繁忙主要干线采用 140 Mbit/s,一般干线采用 34 Mbit/s,区段通信采用 8 Mbit/s。

(三) 同步数字系列(SDH)大容量光数字通信建设阶段

国际电报电话咨询委员会(CCITT)于 20 世纪 80 年代末至 90 年代初制定了克服 PDH 系列缺点的 SDH 建议,规范化并制定了一系列标准。因此铁道部在 20 世纪 90 年代设计的广深、京九、合九、郑徐、京沈、兰新等线的光缆数字通信系统都采用了 SDH 系列。京九铁路通信干线包括连接武汉、天津枢纽的两条联络线,全长达 2500 多千米,全段采用 20 芯光缆,是我国铁路一次建成开通的芯数最多、速率最高、距离最长的 SDH 光数字系列通信线路,为建设高速率的 SDH 系列积累了经验。

到 1999 年底,全路建成的长途光缆通信线路累计达 39 000 km,数字微波线路 2 730 km,基本形成了铁路骨干光数字通信网。这一时期建设的主要干线大多采用 20 芯光缆,一般干线采用 12 芯光缆,干线传输采用 622 Mbit/s,短途及区段通信采用 155 Mbit/s,并开始采用接入网技术解决区段、地区通信,向大容量建设迈开了步子,成为铁路通信发展史上的第四个里程碑。

这一时期除光缆建设迅速发展以外,其他数字通信建设也得到了相应的发展。在交换方面,曾成批引进数批程控交换机,随着国产大容量程控交换机的定型生产,开始大量采用国产程控交换设备。到 1999 年底,全路数字程控交换机已发展到约 160 万线,基本上实现了铁路局、铁路分局及主要干线的数字程控交换化,全路长途交换网基本形成。在数据交换方面,根据铁路运输管理信息系统(TMIS)、客票预定和发售信息系统及铁路其他信息业务的需要,建设了铁路第一个分组交换数据网。在卫星通信方面,建成了铁道部直属通信处为中心的各铁路局及太原分局共 16 座卫星地球站,1 座可移动地球站。1996 年底,铁道部还利用光缆和卫星系统建成开通了铁道部至各铁路局 14 个会场的电视会议系统。在专用通信方面,由于光数字分插设备的应用,区段通信电缆数大幅度增加,中间站通信条件大为提高。调度等共线电话也推广采用了程控共线设备。在应急通信方面,已开通便携式卫星移动电话 20 台,部直属通信处及各铁路局间开通了短波自适应电台。

四、铁路通信全面数字化时期

2000 年以后随着我国铁路的发展,铁路通信网基本形成了由通信线路(光缆、电缆)、传输网、数据通信网、移动通信网、电话交换网、调度通信网、电报网、视频监控系統、会议电视网、应急通信网等构成的通信网络架构,能提供基本的语音、数据、图像通信,满足铁路运输生产及运

营指挥必要的通信需求。

目前铁路通信传输骨干网主要由 DWDM(波分复用传送系统)系统构成五大环网,即京沪穗环、西南环、西北环、东北环、东南环,提供 2.5 G 或 10 G 颗粒的光接口业务。五大环覆盖铁路总公司和 18 个铁路局及全国各省会城市。电层传输网主要由 SDH 设备利用五大环 DWDM 系统的光波道构成,分布在五大环覆盖的区域,共有 SDH 环和链 60 个系统,用于提供 2 M、155 M、622 M 颗粒的接口业务。

2004 年第 5 版《铁路主要技术政策》正式确定将 GSM-R 铁路数字移动通信系统作为我国铁路移动通信的发展方向。同年,铁道部分别在大秦线、青藏线和胶济线开展 GSM-R 试验线建设,2005 年完成测试,并于 2006 年开始相继正式投入运用。全路 GSM-R 无线网络随着高速铁路建设,线路覆盖总里程累计 1 万多公里。全路已在 11 个铁路局所在地(北京、武汉、广州、太原、西安、上海、成都、南昌、济南、西宁、沈阳)及拉萨共 12 处设置了核心网设备;其他 7 个铁路局所在地核心网均已纳入新建铁路建设工程。已在太原、沈阳 GSM-R 本地移动交换中心建立了冗余备份机制。

目前,无线列调已覆盖 7 万多公里。大部分站场无线通信系统采用 400 MHz 频段无线通信系统或常规无线对讲系统。但随着铁路运输发展,运输生产对铁路移动通信提出越来越多的需求,高速铁路除传统话音通信外,列车运行控制、调度指挥、列车运行安全监控等的数据通信需求呈不断上升的趋势,无线列调系统已经很难满足需要,正在逐步向 GSM-R 网络改造。

随着 IP 网络、铁路运输管理信息系统(TMIS)、铁路列车调度指挥系统(TDCS)、客票发售和预订系统(PMIS)、货车管理信息系统(CMIS)等的建设和光纤通信、光传感器、智能网、第三代移动通信、软交换及下一代网络的发展及应用,使得铁路通信的技术水平正逐步向世界先进水平靠拢,在“三网合一”以及通信、信号、电力“三电一体”的大趋势下,必将有质的突破,一个崭新的通信体制也必将推动铁路事业的大发展。

思考题

1. 我国铁路通信共经历了哪几个发展阶段?
2. 我国铁路通信建设史上的四个里程碑是什么?
3. 我国最早使用 GSM-R 数字移动通信网的三条铁路线分别是哪几条?
4. 我国铁路通信五大传输环网中都有哪些环网?
5. 什么是“三电一体”?

第三节 铁路通信设施应用现状

沿着铁路线建设的中国铁路通信网,现已基本形成了由传输网、电话交换网、接入网、电报传真和数据通信网、会议电话和会议电视网、综合视频监控系統、同步网和信令网、无线通信专用网的通信网络架构,能提供基本的语音、数据、图像通信,满足铁路运输生产及运营指挥必要的通信需求。

一、传输网

传输网是承载多种通信业务的公用传输网络。它为交换中心之间提供链路构成通信业务



网和支撑网,为通信终端设备之间提供信道构成通信系统。

随着铁路运输生产发展的需要,传输网不仅容量在增大,而且经历了架空明线、对称电缆和小同轴综合电缆、光纤等的传输介质的不断更新,网络布局也不断优化。在 20 世纪 80 年代中期以前,传输的信息仍以话音为主,传输网主要为长途电话、区段电话、普通电报、确报提供通道。进入 80 年代中期以后,多种数据业务以及图文业务、可视会议电话、事故救援等图像业务相继投入使用,要求传输网能为它们提供更安全、可靠的通道。

铁路骨干传输网目前已形成由京沪穗、东南、东北、西南、西北五大光缆环网组成的高速骨干光传输网。该网络采用 DWDM 技术,最高传输速率达 400 Gbit/s,覆盖全国 31 个省市、自治区的绝大部分城市,总长 10 万 km。例如京沪穗环覆盖 3 个直辖市、11 个省,线路全长 8 080 km,包括 25 个骨干节点,101 个通信站。现已形成一个以光缆为传输媒介的大容量、高速率全国统一的数字化传输网络。

目前铁路通信建设采用三层组网方式,第一层为骨干层,提供铁路局之间的长途通道,采用 10 G 或 2.5 G SDH/MSTP 光传输系统;第二层是汇聚层,提供铁路局以下各通信端站的中继通道,通常采用 622 M SDH/MSTP 光传输系统;第三层是接入层,提供本地接入通道,多采用 622 M 或 155 M SDH/MSTP 光传输系统。

二、电话交换网

铁路电话交换网由长途电话交换网和本地电话交换网组成。铁路长途电话交换网由一级交换中心 C_1 和二级交换中心 C_2 组成;必要时设三级交换中心 C_3 。铁路长途电话交换网内,采用长途、地区合一交换设备的上级电话所具有下级电话所的功能。铁路电话交换网与公用网本地电话交换网互联互通。

一个本地电话交换网为一个长途编号区,设一个长途交换中心。铁路本地电话交换网由汇接电话所和分电话所组成。铁路沿线中间站的用户通过接入网纳入铁路本地电话交换网。

铁路部门从 1984 年开始引进数字程控交换设备。1989 年,铁道部总枢纽长市合一的 5ESS 数字程控交换机开通,实现了干线长途自动电话汇接,标志着铁路长途自动电话交换网开始形成。随着国内厂家研制出一些技术先进、质量可靠、拥有自主知识产权的大型局用交换机后,铁路开始大量使用国产程控交换机。数字程控交换机大大改善了铁路通信能力,为进一步发展打下了良好的基础。

三、接入网

接入网是将铁路各信息应用系统接入通信平台重要通信手段,采用传统的 OLT+ONU 结构,通过 V5 接口接入本地程控交换机,主要提供语音业务。目前存在端口数量和容量不足,不具备多业务接入能力等问题;全路尚有上万公里的铁路线路没有光接入网。

四、电报、传真和数据通信网

电报是伴随铁路出现的最早的铁路通信系统,电报在铁路中的基本功能可分为三类:用于站间形成闭塞的闭塞电报,用于铁路公务通信的普通电报(普报)和用于确认列车编组信息的确报电报。随着铁路信号闭塞系统的发展,其他闭塞系统(路签闭塞、半自动闭塞和自动闭塞系统)已完全取代了电报闭塞方式。20 世纪 80 年代后期,普报业务量呈下降趋势,确报电报达到了业务量的最高峰。20 世纪 80 年代开始发展的铁道部运输管理信息系统(TMIS)实现

用电子计算机解决运输管理信息的采集、传递和处理,其中就包括确报子系统。随着 TMIS 确报系统在各铁路局逐渐投入运用,已取代传统的确报电报系统。

为满足运输调度人员直接发送书面调度命令和通知的需要,传真通信首先被引入铁路干、局线调度通信系统使用,用作铁路普报业务的传真机开通在铁路电话交换网上。随着铁路传输线路和交换机数字化进程的发展,不少铁路部门的电话用户自行安装了用户传真机,在电话交换网上开展用户传真业务,效果较好。

数据通信是计算机技术和通信技术相结合的一种新的通信方式,它是各类型计算机网络赖以建立的基础,我国铁路部门探索数据通信应用的工作开展较早,已有 40 多年历史,1991 年铁道部进行分组交换数据网国际采购招标,长远规划的最终目标是建立一个以支持铁路信息化业务的网络平台。2000 年后,随着铁路的发展,各局已逐步建成基于 TCP/IP 的数据通信网,承载的业务逐步增加,主要业务有红外轴温监测系统、公安系统、GPRS、综合视频监控、视频会议、动力环境监控、客运专线旅服系统、应急通信等。

五、会议电话和会议电视网

我国铁路会议电话网由中国铁路总公司、各铁路局、铁路局以下的汇接点呈星型结构汇接而成。第一级由铁路总公司至各铁路局,第二级由各铁路局至各路局所属站、段。该网只具有电话功能。会议电话的传输通路由音频通路按四线制构成。地区部分电线路条件不具备时,也可采用二线收听。铁路总公司、铁路局间设专用主、备用会议电话通路,铁路局以下设专用会议电话通路。

铁路会议电视网采用两级管理的方式,铁路总公司和铁路局设有会议电视专用的网管设备。铁路会议电视网能分别满足以铁路总公司、铁路局等为中心召开多种形式的电视会议的需要,并能为各级与会者实时地提供双向语音、彩色活动图像和静止图文等业务。

铁路总公司——铁路局专线会议电视网满足国际 ITU-TH. 320 建议,多点控制单元 MCU 设备间的传输通道设双向专用传输通道,并应设置固定的备用通道。铁路局——站段 IP 会议电视网满足国际 ITU-TH. 323 建议,终端与 MCU 间为非固定连接,专线会议电视网与 IP 会议电视网通过网关互通。

六、综合视频监控系统

视频监控系统采用了网络化、数字化视频监控技术,为铁路多业务部门和信息系统提供所需的音视频信息,实现音视频资源共享。

视频系统主要功能包括音视频的采集、处理、实时监控、存储、回放、云镜控制、音视频分发及转发、视频内容分析、告警、业务管理和设备管理、与其他业务系统联动和互联、电子地图辅助功能等。

七、同步网和信令网

同步网和信令网都属于通信网的支撑网。

随着信网中节点和通道的数字化,通信业务从单一的电话业务向综合的数字业务发展,这样同步网的重要性就越突出了。

1993 年,铁道部制定了《铁路数字网时钟和同步设备的进网要求》,同时对数字程控交换机的时钟配置等级做了规定。时钟等级定为二级(A、B 类)、三级和四级时钟,并规定电话交

换网各级时钟采用主从同步方式。1999 年铁道部明确了铁路数字同步网由三级构成。

铁路电话交换网广泛使用 No. 7 信令, 不仅支持电话业务, 还能支持 ISDN 综合业务、智能网业务和数字移动通信业务。铁路 No. 7 信令网为 HSTP(高速信令转接点)和 SP(信令点)二级网。根据业务发展的需要和数字通道条件, 在铁路局范围内增设 LSTP(低速信令转接点)或 HSTP, 最终建成铁路三级 No. 7 信令网。全国划分为 6 个主信令区。设 6 对 HSTP, 每对 HSTP 设于不同城市。6 对 HSTP 按照 AB 平面配置, 在同一平面内, 6 个 HSTP 之间按网状连接。

八、无线通信专用网

随着公网移动通信业务的快速发展, 铁路无线通信专用网也已经从话音为主的调度电话发展到综合话音和数据业务的移动通信网络, 铁路专用数字移动通信系统已成为现代铁路的重要支柱。

20 世纪 70 年代中后期, 列车无线调度通信系统作为保障铁路行车安全的重要手段大量使用。80 年代后期无线通信在全路陆续普及。主要应用于无线列调、平面调车、对讲机、道口无线、无线车次号校核、尾部风压无线传输、红外轴温无线传输等方面。

铁路现代化对综合无线通信系统的迫切需求及 GSM-R 系统在欧洲的成功经验促使了 GSM-R 在中国铁路的发展。目前, GSM-R 无线通信技术广泛应用于我国高速铁路, 基本建成了数字化的铁路移动通信平台, 形成集调度指挥、信息传输、列车控制等为一体的综合移动通信系统。

思考题

1. 铁路通信系统传输组网方式是什么?
2. 铁路上使用数据通信网承载的业务主要有哪些?
3. 铁路通信系统电话交换网主要使用什么中继信令?
4. 简述铁路电话交换网的组成。
5. 铁路上使用无线通信的业务有哪些?

第四节 铁路行车设备和主要工种(岗位)的相关知识

铁路是一个综合性的庞大企业, 为了办理客、货运输业务, 必须拥有各种相关的运输设备、人员和一整套铁路运输生产计划和调度指挥系统。本节简要介绍了铁路运输主要行车设备和主要的工种(岗位)知识。

一、铁路行车设备

铁路行车设备是铁路完成运输任务的基础, 必须经常保持良好状态。为了进行各种行车设备的保养和检修工作, 铁路设置了不同专业的修理工厂、业务段和检修所。只有使行车设备经常处于完好状态, 才能确保安全和运输工作进行。

铁路行车设备包含铁路线路、铁路车辆、铁路机车、铁路车站、铁路牵引供电、铁路信号与通信。

(一)铁路线路

铁路线路是机车车辆和列车运行的基础。它直接承受机车车辆轮对传来的压力,为了保证列车能按规定的最高速度安全、平稳和不间断地运行,使铁路运输部门能够质量完好地完成客货运输任务,铁路线路必须经常保持完好状态。

铁路线路是由路基、桥隧建筑物(包括桥梁、涵洞、隧道等)和轨道(包括钢轨、轨枕、联结零件、道床、防爬设备和道岔等)组成的一个整体的工程结构。

(二)铁路车辆

铁路车辆是铁路运送旅客和货物的设备。它一般没有动力装置,必须由机车牵引才能沿线路运行。铁路车辆按用途可分为客车、货车和特种车三大类。

(三)铁路机车

铁路机车是用来牵引客运或货运列车在钢轨上运行的装备,在车站进行车辆的转线以及货场取送车辆等各项调车作业,也都要由机车完成。

铁路采用的机车类型很多,可有不同的分类。按运用,可分为客运机车、货运机车、调车机车;按牵引动力,可分为蒸汽机车、内燃机车、电力机车等;按列车动力轮对分布和驱动设备的设置来分,可分为动力集中型和动力分散型;按列车转向架布置和车辆联结方式来分,可分为独立式转向架和铰接式转向架。

(四)铁路车站

车站既是铁路办理客、货运输的基地,又是铁路系统的一个基层生产单位。在车站除办理旅客和货物运输的各项作业外,还办理和列车运行有关的各项作业。为了完成上述作业,车站上设有客货运输设备及与列车运行有关的各项技术设备,还配备了客运、货运、行车、装卸等方面的工作人员。

我国铁路上不同规模、不同性质的车站其办理的作业、服务的对象及重点有所不同。车站的分类方法有多种。按照办理业务性质分为客运站、货运站、客货运站;按技术作业的不同分为中间站、区段站、编组站;此外,无论哪种车站,按照所担负的任务量及在国家政治、经济中的地位,车站分为特等、一、二、三、四、五等站六个等级。车站数量每年都在变化之中,当新线开通时,会增加若干车站;当旧线改造后,也可能减少若干车站。核定车站等级应依据《铁路车站等级核定办法》相关规定。

(五)铁路信号与通信

铁路信号与通信设备是组织指挥列车运行,保证列车安全,提高运输效率,传递信息,改善铁路运输人员劳动条件的关键设施,也是铁路主要技术装备之一,其装备水平和技术水平是铁路现代化的重要标志。

铁路信号设备是铁路信号、车站联锁、区间闭塞等设备的总称,其主要作用是保证列车运行与调车工作的安全和提高铁路通过能力,同时对增加铁路运输经济效益、改善铁路职工劳动条件起着重要作用。

铁路通信设备为运输指挥和经营管理提供稳定、可靠、畅通的通信手段,并提供语音、数据、图像等业务,应能做到迅速、准确、安全、可靠。

铁路的通信系统随着数字通信的快速发展,正在朝着移动化、数字化、多功能化迅速发展。

(六)铁路牵引供电系统

电气化铁道的牵引供电系统是将电能从电力系统传送到电力机车的电力设备总称。牵引供电系统主要包括变电所和电力传输线。发电厂发出的电能,需先在升压变电站进行升压,变

成 110 kV 或 220 kV 高压电能后,再通过高压输电线送到铁路沿线的牵引变电所。在牵引变电所里把电流变换成所需要的电流或电压后,再送到邻近区间和站场线路的接触网上,供电力机车使用。

二、铁路主要工种(岗位)相关知识

(一)机务系统

机车司机的主要职责是平稳操纵机车,保质保量地完成作业任务;搞好机车的保养工作;掌握机车的各部件名称、结构、工作原理,机车的运用特点、易损件和关键部位;熟悉机车各种故障的判断及应急处理,对乘务作业的过程全面负责。

(二)供电系统

1. 接触网工

接触网工是从事铁路电气化牵引供电接触网设备安装、调试、检修、保养的人员。从事的具体工作有:支柱安装、支柱装配、线索架设、悬挂安装、悬挂调整、拉线安装等。

2. 电力线路工

电力线路工是运行、维护、保养电力线路及相关设备的工种。从事的具体工作有:电力线路下部工程施工测量;安装、维护变(配)电所电力设备设施;安装、维护变压器、开关柜、动力箱等高、低压电器设备;立杆、立塔、安装架空线、导线及附属设备;进行电力线路停送电及变(配)电所倒闸作业并排除故障。

(三)工务系统

1. 桥隧工

桥隧是铁路工务设备中永久性的大型结构物,也是铁路行车设施的重要组成部分和确保铁路运输安全畅通的关键设备,具有结构复杂、技术性强、修建困难、造价较高的特点。一旦损坏,轻则限速减载,重则中断行车。

桥隧工是使用工具、设备对铁路桥梁、涵洞、隧道等设施进行工程施工、维修和改建的工种。按业务范围和工作性质可分为检查、保养、维修和大修等内容。

2. 线路工

线路工是指铁路上以从事铁路线路设施的施工、大修、维修及巡守的人员,承担铁路线路维修保养任务。在日常中,线路工要对所负责维护的铁轨线路进行经常性巡视和定期检查,这是线路工的重要工作内容,是保证铁路线安全运行的关键。在巡视检查线路的过程中,线路工要仔细检查线路的道岔、钢轨、轨枕等线路设备,及时发现可能存在的各种隐患,并制定维修和养护方案。

(四)电务系统

1. 信号工

信号工是指对铁路信号的设备进行安装,维护,测试;并在铁路信号设备出现故障时,能组织抢修、进行应急处理的职业工种。

对已经投入使用的铁路信号设施,信号工要经常性的巡视和维护,及时发现潜在的安全隐患,并有计划有重点地对超过规定使用周期的设备进行更换,以保持铁路信号系统时刻处于正常运行状态。

2. 通信工

通信工是从事铁路通信线路施工、设备安装和维修的工种。通信工主要负责安装、调试、

开通、维护铁路专用通信及附属设备和故障处理;维护保养通信设备、专用工具、仪器仪表等。

(五)车务系统

车站值班员是铁路运输接发列车工作的统一组织者,直接担负着铁路运输行车指挥协调、组织管理的重要职责。这是铁路运输生产管理的关键岗位,车站值班员素质的高低,直接影响铁路的安全和效益。

(六)车辆系统

1. 检车员

检车员主要是负责运用中客车或货车车辆的状态,消除车辆隐患,确保列车运车安全。检查部位主要是轮对及轴箱装置、车钩缓冲装置、基础制动装置、弹簧悬挂装置。

2. 动车组机械师

动车组机械师是从事动车组运行检修、乘务及故障处理的人员。主要负责动车组车顶、驾驶室室内、车底及车体两侧设备的检查,故障处理;同时担当车组乘务工作,监控运行技术状态、管理动车组客车内设备、应急处理途中突发故障,承担部分行车组织职能。

思考题

1. 铁路行车设备指的是什么?
2. 工务系统主要有哪些工种?
3. 铁路通信工的主要工作内容是什么?
4. 动车组机械师的主要工作有哪些?
5. 车辆系统主要有哪些工种?

? 复习思考题

1. 世界上第一条铁路是哪年开始运营的?
2. “八纵八横”和“四纵四横”铁路是指哪几条铁路线?
3. 简述我国铁路的发展历程。
4. 我国铁路通信经历哪几个发展阶段?
5. 我国铁路通信建设史上的四个里程碑是什么?
6. 我国最早使用 GSM-R 数字移动通信网的三条铁路线分别是哪几条?
7. 铁路通信系统传输骨干环网包括哪些环?
8. 铁路上使用数据通信网技术承载的业务主要有哪些?
9. 铁路行车设备指的是什么?
10. 铁路通信工的主要工作内容是什么?