

● 大秦重载铁路培训系列丛书

重载铁路电务技术

主 编 闻清良



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

大秦重载铁路培训系列丛书

重载铁路电务技术

主 编 闻清良

副主编 王启铭

中 国 铁 道 出 版 社

2009年·北 京

内 容 简 介

本书为大秦重载铁路培训系列丛书之一。全书共分为六章,主要包括:大秦重载铁路概述、ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞、EI32JD 型计算机联锁系统、FZJCTC 型分散自律调度集中、ZYJ7 型电动液压转辙机、国内铁道电务新技术介绍。

本书可作为铁路职工培训,同时可供相关技术人员、管理干部以及从事重载铁路相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

重载铁路电务技术/闻清良主编. —北京:中国铁道出版社,2009. 10
(大秦重载铁路培训系列丛书)
ISBN 978-7-113-10648-5

I. 重… II. 闻… III. ①重载铁路—铁路通信—技术培训—教材②重载铁路—铁路信号—技术培训—教材
IV. U239. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 184325 号

书 名:重载铁路电务技术

作 者:闻清良 主编

责任编辑:武亚雯 电话:010-51873134 电子信箱:zhuminjie_0@163.com

编辑助理:朱敏洁

封面设计:郑春鹏

责任校对:孙 玫

责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京新魏印刷厂

版 次:2009年11月第1版 2009年11月第1次印刷

开 本:787 mm × 1 092 mm 1/16 印张:9.75 字数:237 千

印 数:1 ~ 3 800 册

书 号:ISBN 978-7-113-10648-5/U · 2581

定 价:19.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

编委会名单

主 任：闻清良

副主任：杨国秀 王全献 俞 蒙 王启铭
王金虎 杨占虎

委 员：薛建东 宁志云 刘 俊 郭善宏
高春明 赵 昕 张书军 王旭荣
邢 东 宋 刚 周毅民 李 江

主 编：闻清良

副主编：王启铭

策 划：薛建东 宁志云

序

职工教育是铁路运输企业的重要基础工作。全面落实科学发展观和实现铁路又好又快的发展,对铁路职工教育管理、高技能人才培养和职工队伍建设提出了新的更高的要求。太原铁路局面对新体制、新形势、新任务、新挑战,深入贯彻“务实、高效、创新、争先”方针,始终坚持“五个不动摇”,全面推行“1233”安全做法,牢固树立“和谐发展,人才强企”、“安全是天,教育为本”的责任意识,围绕安全生产、重载增量、深化企业改革等中心工作,规范管理,强基达标,全方位加强职工教育培训,着力提高全员的实践能力和创新能力,以素质保安全,以素质强质量,以素质上任务,以素质增效益,以素质促发展,为发展新“太铁”,实现新跨越提供了坚实的素质保障和人才支撑。

随着铁路现代化建设与发展的深入推进,运输任务的日益繁重,安全压力的不断加大,新技术、新材料、新设备、新工艺的大量运用,职工培训—考核—使用—待遇一体化机制的全面实施,编印一套适应铁路安全运输生产需要的职工培训教材迫在眉睫。按照铁路局领导“全局上下要牢固树立‘提高素质强安全’的思想,抓紧建立完整配套、针对性强、能够适应新变化、新要求的职工培训教材”的指示要求,本着方便职工学习技术业务,提升职工岗位技能水平,严格标准化作业,确保运输安全,推进整体工作,塑造铁路良好形象的主旨,我局特组织有关人员编写了5册现场实用培训教材和一套大秦重载铁路技术方面的培训教材,从而进一步完善了全局职工培训教材体系,为提高职工教育培训质量奠定基础。

此次编写的教材由浅入深,循序渐进,通俗易懂,可作为职工全员培训、岗位动态达标和任职转岗的培训教材,也可用于职工自学。

在教材编制过程中得到了太原铁路局各业务处、室和基层站段的大力支持,在此一并表示感谢。

书中不妥之处,恳请读者指正。

太原铁路局
2009年8月

前言

大秦铁路是我国第一条重载单元双线电气化运煤专线,全长 653 km,横贯山西、河北两省,北京、天津两市,主要承担着西煤东运任务,在缓解煤、电、油运“瓶颈”制约,促进国民经济又好又快发展中具有重要的作用。大秦铁路分三期建成,一期工程于 1985 年 1 月开工,1988 年 12 月 28 日开通运营。二期工程于 1988 年 6 月开工,1992 年 12 月 21 日开通运营。三期工程为年输送能力 1 亿 t 配套工程,1995 年开工,至 1997 年完成。2006 年对全线进行了 2 亿 t 扩能改造。大秦铁路最初的设计能力为 5 500 万 t/年。

大秦铁路现属于太原铁路局。把大秦铁路建设成为世界一流的重载高效铁路,是铁道部党组贯彻落实科学发展观、加快和谐铁路建设、实施内涵扩大再生产的重大战略举措。2005 年太原铁路局成立以来,始终坚持“五个不动摇”的指导思想,全面推行“1233”安全工作法,在铁道部有关部门和兄弟单位的大力支持下,紧紧围绕大秦线的运营、建设和发展,自主创新谋发展,优化组织提效率,千方百计攻难关,使大秦线运量连续以每年增运 5 000 万 t 的速度发展,2006 年完成了年运量 2.5 亿 t 目标,并成功实现了大秦公司股改上市,实现了铁路运输业在国内资本市场上市的重大突破。2007 年运量达到 3 亿 t,2008 年实现 3.4 亿 t,2009 年运输能力可达到 4 亿 t 以上。这条作为中国铁路改革发展的标志性、示范性和样板性工程,以惊人的发展速度创造了单条铁路重载列车密度最高、运输能力最大、运营效率最好的世界纪录,是目前世界上运输能力最大的重载运输铁路。

大秦铁路作为大能力的煤运通道,上游连接储煤约占全国 60% 的山西、陕西和内蒙古西部,下游辐射我国 26 个省市区以及世界 15 个国家和地区。太原铁路局充分发挥纽带作用,凝聚煤矿、港口、煤炭用户和专用铁路、地方铁路以及相邻铁路局的力量,形成了产运需直接对接、集运疏协调互动的大系统。

大秦铁路采用双线电气化重载技术,机车、车辆、工务、电务、供电、装卸设备以及运输组织均达到或接近世界先进水平。一流的设备和技术,必须拥有一流的职工队伍。太原铁路局一直非常重视职工队伍建设,把职工培训始终作为安全运输生产的先行,建立了培训—考核—使用—待遇一体化的职工培训机制,以“安全取胜、素质为本”和“职工教育是安全生产第一道关口”为思想理念,以“符合现场实际、解决实际问题、职工作业实用”为出发点和落脚点,求真务实地搞好职工教育培训工作。

为进一步加强大秦重载铁路职工培训工作,提高培训质量,太原铁路局决定编写大秦重载铁路职工培训系列丛书作为职工培训的适用教材。我们根据太原铁路局教材编写要求与安排,在广泛深入现场调研的基础上,邀请太原铁路局相关业务处室和站段共同研讨编制了教材编写大纲,按照大纲确定具体编写内容,通过专家与编者共同论证大纲及内容,然后再次调研收集资料写出教材初稿,在专门召开的审稿会上确定修改内容最后审查定稿。

大秦重载铁路培训系列丛书,全面讲述大秦铁路重载技术,体现先进性和适用性,用于大秦铁路职工培训,同时可供技术人员、管理干部以及关心大秦重载铁路的其他读者参考。

本系列丛书共七册,分为《重载铁路行车技术》、《重载铁路机务技术》、《重载铁路工务技术》、《重载铁路电务技术》、《重载铁路车辆技术》、《重载铁路供电技术》、《重载铁路货运技术》。本册《重载铁路电务技术》为系列丛书之四,由韩旭东、牛春年编写第一章;韩旭东编写第二章和第六章;常润仙编写第三章第一节、第五章;雷成效编写第三章第二、三节、第四章。全书由韩旭东统稿,由吉建国、支德龙、张芸审稿。本书在编写过程中得到太原铁路局电务处刘仓,大同电务段技术科、信息技术科的大力支持与帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编写时间较紧,本书可能存在一些不足,请读者批评指正。

编 者

2009年8月

目 录

第一章 大秦重载铁路概述	1
第一节 大秦重载运输发展情况	1
第二节 大秦重载铁路电务技术设备概述	4
复习思考题	6
第二章 ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞	7
第一节 ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞系统概述	7
第二节 ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞系统电路原理	15
第三节 ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞系统安装与维护	22
复习思考题	31
第三章 EI32-JD 型计算机联锁系统	32
第一节 EI32-JD 型计算机联锁系统结构与原理	32
第二节 EI32-JD 型计算机联锁系统使用维护及故障处理	49
第三节 EI32-JD 型计算机联锁电务维修系统软件的使用	59
复习思考题	69
第四章 FZJ-CTC 型分散自律调度集中	70
第一节 调度集中的发展概况	70
第二节 系统构成及各部分作用	72
第三节 系统功能与控制模式	78
第四节 关键技术介绍	85
第五节 CTC 与其他系统接口	88
第六节 电务维护终端	91
复习思考题	103
第五章 ZYJ7 型电液转辙机	104
第一节 ZYJ7 型电液转辙机	104
第二节 道岔外锁闭装置	118
复习思考题	121
第六章 国内铁路电务新技术介绍	122
第一节 CTCS 列车运行控制系统	122

第二节 GSM-R 技术简介	142
复习思考题	144
参考文献	145

第一章 大秦重载铁路概述

本章主要介绍重载运输的基本概念、特点、重载运输的优越性,我国重载运输发展情况,大秦线重载运输的必要性,大秦重载运输发展的历程以及大秦重载铁路电务设备的特点和调度集中指挥系统的特点。

第一节 大秦重载运输发展情况

一、我国重载运输发展情况

客运高速和货运重载是我国铁路发展的两大趋势。

重载运输是指在一定的技术装备条件下,扩大列车编组长度,大幅度提高列车重量,达到提高运输能力和运输效率的运输方式。重载运输是目前世界上许多国家铁路大宗货物运输普遍采取的一种货运发展模式。

1984 年在美国华盛顿成立了非官方组织国际重载铁路协会(简称 IHHR),并由美国、中国、澳大利亚、加拿大和南非的铁路技术专家组成国际重载铁路顾问委员会。

1986 年 10 月在加拿大温哥华召开的第三届国际重载会议上,在综合了各国铁路重载运输发展水平的基础上,国际重载协会(IHHA)通过了铁路重载运输的定义:线路年运量在 2 000 万 t 及以上,列车牵引重量至少为 5 000 t,列车中车辆轴重达到 21 t。具备上述三个条件之二者,可视为铁路重载运输。

1994 年 6 月国际重载运输年会上,对铁路重载运输的定义作了一些修改。凡具备以下三个条件之二者,可视为铁路重载运输线路:

- (1)经常、定期或准备开行总重最少为 5 000 t 的单元或组合列车。
- (2)在长度至少为 150 km 的铁路区段上,年计费货运量最少达到 2 000 万 t 及以上。
- (3)经常、定期或准备开行轴重 25 t 及以上的列车。

2005 年国际重载运输协会的巴西年会上,对重载运输的定义作了新的修订:重载列车牵引重量至少达到 8 000 t(以前为 5 000 t);轴重(或计划轴重)为 27 t 及以上(以前为 25 t);在至少 150 km 线路区段上年运量超过 4 000 万 t(以前为 2 000 万 t)。

我国重载铁路运输的发展经历了以下四个阶段。

第一阶段(1984 年—1986 年):改造既有线路开行重载组合列车。

我国铁路营业里程少,行车密度大,线路负荷重,且客货混跑,长期以来一直是制约国民经济发展的“瓶颈”。1984 年 11 月,铁道部成立了重载组合列车开行试验领导小组,选择晋煤外运北通道——丰沙大线和京秦线作为试点,开行组合式重载列车。1985 年 3 月 20 日正式开行组合列车,将普通 3 700 t 的列车合并成一列,采用 ND5 型机车双机牵引总重达 7 400 t 的重载组合列车。重载组合列车从大同西站出发直达秦皇岛东站,采取了固定品类(煤炭)、固定车底、固定机车、固定到发线、固定运行线的运输组织方式。车辆为 C₆₁ 或 C_{62A},采用了高摩合成闸瓦,103 型制动阀,滚动轴承及 13 号车钩等多项新技术。卸车后原列返回大同。1986 年

4月1日组合列车正式纳入运行图,每天开行6对。

为了扩大重载列车的开行范围,铁道部决定在沈山线试验开行非固定式的重载组合列车(不受车底、车型、制动机型号等限制)。试验成功后,于1985年8月起在山海关到沈阳间下行方向正式开行列车总重7000t的重载组合列车,1986年4月1日组合列车正式纳入运行图,每天开行6列。此后,重载组合列车开行范围扩大:1985年7月,在石家庄至济南间开行了非固定式的重载组合列车;在京广线平顶山至武汉间开行双机牵引6500t的重载组合列车;在京沪线徐州北至南京东间开行双机牵引7000~8000t的重载组合列车。随着重载运输范围的扩大,铁路运输能力显著提高。

第二阶段(1985年—1992年):新建大秦铁路,开行重载单元列车。

为扩大晋煤外运能力,1985年大秦铁路开工建设。大秦铁路是借鉴北美、澳大利亚等国开行重载列车经验后,由我国自行设计建设的第一条双线电气化重载运煤货运专线。全线分三期完成。1988年底全长411km的大同至大石庄一期工程完工。1992年底,大石庄至秦皇岛242km二期工程完工。1997年,全线1亿t配套工程完工。

大秦铁路建成初期即开行重载单元列车,并逐步开展各种重载列车试验。1990年6月大秦铁路开行了由两台SS₃型电力机车牵引、120辆运煤敞车组成,全长1620m的万吨试验列车。并于1992年分别正式开行了单机牵引6000t、双机牵引10000t的单元式重载列车,车辆为C_{63A}型,采用120型制动机、高强度旋转式车钩及大容量缓冲器等多项新技术,车辆轴重为21t,钢轨为60kg/m(后逐步改造为75kg/m)。

第三阶段(1992年—2002年):改造繁忙干线,开行5000t级重载混编列车。

为缓解京沪、京广、京哈等繁忙干线的运输紧张状况,铁道部决定通过调整机车类型和延长车站到发线有效长至1050m,开行5000t级重载混编列车。1992年8月,京沪线徐州北至南京东间、京广线石家庄至郑州北间成功开行了总重超过5000t的试验列车。1993年4月1日起京沪、京广线部分区段5000t重载列车正式纳入列车运行图。1997年4月1日,我国第一次大提速后,京哈线也安排开行了5000t重载列车运行线。至此,我国三大繁忙干线都开行了5000t级整列式重载混编列车,并扩展到哈大、焦枝等既有线以及新建的朔黄线、侯月线。

第四阶段(2002年—至今):大秦铁路开行2万t重载组合列车,繁忙干线开行了5500~6000t重载混编列车。

2003年,铁道部根据国民经济发展的需求,作出了大幅度提高大秦线运输能力的决定。经过两年多的科学论证与实验,通过系统集成创新,于2006年3月28日在大秦铁路正式开行2万t重载组合列车,大幅度提高了大秦线运输能力,使中国铁路重载运输技术水平跨入了世界先进行列。2万t重载组合列车的开行,使大秦铁路仅用4年时间实现了年运量从2002年1亿t到2008年3.4亿t的飞跃,创造了重载铁路年运量的世界纪录。

中国铁路在不断提高大秦铁路运输能力的同时,也不断提高繁忙干线列车牵引质量。2007年4月18日,全国铁路第六次大面积提速后,京沪、京广、京哈等繁忙干线重载列车牵引定数由5000t提高到5500~6000t,进一步提高了繁忙干线运输能力。据初步估算,全国5000t及以上重载线路里程已达1万多公里。2006年货物列车牵引质量达3105t,比2000年2675t提高了16%。重载运输在我国已初具规模,技术水平位居世界重载运输前列。

二、大秦线发展重载运输的必要性

我国煤炭生产和供应以山西、陕西、内蒙古西部“三西”地区为主,其煤炭存储量占全国的

60%,生产量占全国的1/3,净调出占全国的2/3。能源主要消费地则集中于东南沿海,铁路煤炭运输呈现“西煤东运、北煤南运”的格局。大秦铁路作为我国西煤东运的最主要大运输通道,承担着全国铁路18%的煤炭运量,负责全国六大电网、五大发电公司、350多家主要发电厂、十大钢铁公司和6000多家企业生产用煤和民用煤、出口煤的运输任务,肩负着“三西”地区煤炭外运的重要任务。

近年来,随着国民经济的快速发展,社会对能源的需求越来越旺盛,煤、电、油的运输成为当前制约社会经济发展的“瓶颈”。为解决运输能力紧张、能源紧张的问题,铁道部提出了“把大秦线重载扩能工程建设成铁路跨越式发展的标志性工程、现代化重载煤运通道的示范性工程、既有线扩能改造的样板性工程”的目标要求,大秦铁路不断进行站场改造和技术创新,大大突破了世界单条重载铁路年运量不超过2亿t的理论极限;到2008年大秦线运量完成3.4亿t;“十一五”末期,大秦线年运量将实现4亿t。大秦线开通以来运量递增情况见表1-1。

表1-1 大秦运量表

年度	运量(万 t)	年度	运量(万 t)	年度	运量(万 t)	年度	运量(万 t)
1988	2.0	1994	5 174.3	2000	7 469.0	2006	25 378
1989	2 006.9	1995	5 586.8	2001	9 271.8	2007	30 380
1990	3 318.5	1996	5 879.9	2002	10 339	2008	34 000
1991	3 413.6	1997	5 811.7	2003	12 170	“十一五” 末期	40 000(计划)
1992	4 259.9	1998	5 450.0	2004	15 286		
1993	4 658.8	1999	6 163.8	2005	20 302		

由表1-1可以得知,大秦线要完成这样的运量,靠传统的运输方式是绝对无法完成的。以2004年1.5亿t为例,如果以当时开行的5000t/列计算,每日需开行110列,而当时大秦线最大通过能力只能达到96列。办法只有一个,那就是实现铁路运输方式的创新与突破,大力开展重载运输,可见,大秦线发展重载运输是非常必要的。

三、大秦线重载运输发展历程

大秦铁路途经山西、河北、北京、天津四省市,全长653 km,是我国第一条以开行重载单元列车为主的双线自动闭塞电气化铁路运煤专线,是我国北路煤炭运输的主要通道。大秦线西起山西省大同市,于韩家岭站与北同蒲线接轨,向东穿越雁北高原、桑干河峡谷,经山西大同县,河北阳原县、逐鹿县、怀来县过永定河与丰沙、京包铁路立体交叉,沿官厅水库北岸进北京延庆县,穿过军都山隧道,经北京昌平区、怀柔县,与京承铁路立体交叉,经平谷县过三河市,在大石庄站通过联络线与京秦线段甲岭站相接;途径天津蓟县,河北遵化市、迁西县、抚宁县等,跨黎河、滦河、青龙河、洋河等河流,最后到达大秦线终点站柳村南站。大秦线与京承、京秦、京山、迁曹等多条干线接轨,地形复杂、山区多、隧道长(3000 m以上的隧道有:军都山隧道全长8640 m,是当时我国第2座长大双线隧道,白家湾隧道5058 m,景忠山隧道3760 m,花果山隧道3741 m,大尖团隧道3333 m,河南寺隧道3284 m,另外还有多个3000 m以下的隧道)、站间距离大,重车线最大上坡道为4‰,最大下坡道为12‰(化稍营——涿鹿段53.6 km、延庆——茶坞段64.8 km为桥隧连续的长大下坡道线路),线路最小曲线半径为500 m。

大秦铁路始建于1985年,由铁道部第三勘测设计院担任总体设计,全线共分三期建设。一期工程西起大同枢纽北同蒲的韩家岭车站,东至河北省三河县大石庄站,通过联络线与京秦

铁路段甲岭站接轨。正线全长 411 km,1988 年 12 月 28 日开通,一期工程建成后,大同煤可经由本线引入京秦铁路运至秦皇岛,缓解了丰沙大线铁路运输紧张的状况。

二期工程自大石庄站,经过天津蓟县,河北玉田、遵化、迁安、抚宁等县,至柳村南站的三期煤码头,正线全长 242 km。工程于 1992 年 12 月 1 日开通运营,二期工程建成后运煤列车从大同经大石庄,直达秦皇岛三期码头,可不再绕行京秦铁路。

三期工程为年输送能力 1 亿 t 配套工程,1995 年开工,至 1997 年完成。通过扩建湖东编组站、茶坞区段站,增建秦皇岛、大同枢纽疏解线和联络线,完善通信、信号、电力、给排水等配套工程的方式,使大秦线铁路达到 1 亿 t 的输送能力。

2006 年对大秦铁路全线进行 2 亿 t 扩能改造,对大同地区、北同蒲线等煤源装卸地点、湖东编组站、秦皇岛东编组站(包括柳村南站)、及沿线车站装车线、卸车线、到发线进行改造,增加线路有效长(到发线有效长 2 800 m),增设腰岔,大大提高了装卸作业能力、提高了列车编组辆数、牵引重量,保证开行 2 万 t 重载列车的需要,整体提高了大秦铁路运输能力。

大秦铁路通过不断的扩能改造和技术创新,运输能力得到快速提升,扩能不断取得重大成果。1992 年大秦线全线建成通车后,全线列车重量初期为重车 3 500 t,每月开行万吨试验列车 1 列(120 辆 C63 编组,双 8K 牵引),随着运量的增长,又逐步开行 5 000 t、5 500 t、6 000 t 普通重载列车,至 2003 年,正式开行万吨重载列车,2004 年又逐步开行 9 000 t、9 500 t、11 000 t 单元重载列车和万吨组合列车,从 2004 年初,试开行 2 万 t 重载列车,2004 年底 2 万 t 列车试验成功后试运行,2006 年 3 月 28 日,在大秦线正式开行 2 万 t 重载列车。这期间,大秦运量从 2002 年的 1.034 亿 t 上升至 2008 年的 3.4 亿 t。

大秦线是我国铁路开展重载运输的典型代表,有几个值得纪念的日子将永远铭刻在中国重载运输发展史上:2003 年 9 月 1 日,在大秦线正式开行万吨单元重载列车;2004 年 6 月 25 日,在大秦线开行万吨重载组合列车;2006 年 3 月 28 日,在大秦线开行 2 万 t 重载列车。

大秦铁路之所以能够创造奇迹,首先得益于新技术创新,大秦铁路掌握了重载机车、重载货车、重载线路等一系列核心技术。大秦线在世界上首次实现了机车无线同步操纵系统(LOCOTROL)和铁路移动通信系统(GSM-R)的集成,成功开行了 2 万 t 重载组合列车,特别是自主研发生产出和谐型大功率交流传动电力机车,有效提高了运输效率。目前,大秦铁路已经形成了具有自己特色的重载技术体系,重载运输技术水平达到世界先进水平。

为提高大秦线重载运输的集约化程度,形成规模效应,太原铁路局加快建设煤炭战略装车点,逐步取消万吨以下编组列车,实现全线开行 1 万 t 和 2 万 t 重载列车。同时,大秦铁路充分发挥新体制、新装备优势,修改完善规章制度,进一步优化机车乘务制度,实行轮乘制及双司机配班单司机值乘,延长了机车交路,实现了重载直达。

第二节 大秦重载铁路电务技术设备概述

高密度大量开行重载列车,给车务、机务、车辆、工务、电务、供电各系统带来全新的课题。本节主要介绍大秦重载铁路电务技术设备的特点。

在信号及通信设备方面,为适应高密度、高载重需要,大秦线采用了一系列先进的信号、通信及信息系统新设备,并对原有信号配置模式、联锁方式,及调度指挥体系进行必要的升级与更新。

(一) 联锁设备与闭塞设备特点

车站集中设备全部采用计算机联锁。大秦线湖东、茶坞、柳村南站 1996 年左右改造为计算机联锁外,其他各站均为 6502 电气集中,设备老化,强度降低,有时出现信号错误显示,信号升级、配件供应困难,道岔挤岔装置不可靠等问题,无法适应重载行车的要求。2006 年,配合 2 亿 t 站场施工改造,车站联锁方式进行了升级改造,大秦线电气集中设备现已全部改成计算机联锁车站,并实现全程全网监测、远程检测、远程诊断功能。

车站轨道电路方面,原来大秦线车站轨道电路扼流变压器为 600 A,容量已不适应需要,横向回流线截面不足。近几年,各站轨道电路已广泛使用 1 000 A、1 200 A 及以上的大容量扼流变压器,并加装适配器,以提高轨道电路抗干扰能力。

道岔转辙机方面,原 ZYJ-6 型电液转辙机道岔的挤岔装置不可靠,道岔被挤后,方钢、尖端杆、密调杆的弯曲量将密贴尖轨的动程抵消,挤岔装置不动作,道岔表示电路不能被切断,形成挤岔后不断表示,行车人员无法及时发现的严重后果。经过改造,现各站道岔全部改为三相交流电液转辙机,75 kg/m 重型道岔均采用了 ZYJ-7 型带钩式外锁装置的转辙设备。

区间采用先进的四显示集中移频双向自动闭塞。大秦线及相邻区段区间原来为 25 Hz 相敏轨道电路叠加四信息移频机车信号自动闭塞。该系统在使用中存在问题比较突出:轨道继电器不适合在低温环境下工作,经常造成轨道电路红光带;机车信号显示与地面信号显示两套设备分别工作,地面发送信息不能实现闭环检测,机车信号有时不能正确复示地面信号的工作状态;由于移频信息功率大,干扰现象十分严重,曾经出现过许多次错误显示问题;信号设备防尘、防潮性能差,导致隧道内信号设备故障率高;另外,原有闭塞分区平均长度大,采用三显示结构,不利于加大列车运行密度,不利于列车安全操纵。因此,2006 年大秦全线及相关的北同蒲线进行了 ZPW-2000A 型四显示集中移频双向自动闭塞改造,闭塞分区长度缩短至 1 100 ~ 1 200 m 左右,为压缩追踪间隔时分,加大列车密度,以及列车安全运行提供了可靠的区间信号保证。

(二) 调度集中系统特点

在行车指挥方面,大秦线采用新一代分散自律型调度集中系统(CTC)。由北京交大微联科技有限公司研发的新一代分散自律调度集中系统(CTC)已通过了铁道部技术鉴定,该系统经过试运行已于 2007 年底在全线开通使用。该系统只需 3 名调度工作人员,就可完成全线正常的接发列车指挥任务,极大地提高了劳动生产率,又可以针对不同运输情况(如设备故障、施工、救援等)放权到车站,由“分散自律”模式切换到“非常站控”模式,由车站值班员负责指挥本站行车。

采用列车调度指挥系统(TDCS)及分散自律型调度集中系统(CTC),对列车实行集中统一调度、统一指挥行车,有利于发挥最大的运输效能。

(三) 通信设备特点

大秦线已建成铁路移动通信系统(GSM-R)。随着重载成套技术的不断应用,传统信息传输、交换模式已经无法满足全天候、全过程、全覆盖、大流量、高可靠性信息交互的需求,GSM-R 的建成,将满足无线调度、无线传输、无线预警、车机联控、区间公务无线维护通信、区间应急救援无线通信等移动通信的需要,彻底解决枢纽干扰问题,确保车机联控及机车与机车、机车与调度(大三角)通话,满足信号调度集中的使用、实现多机车同步控制,提供车次号、列车运行信息、调度命令传送、列尾信息传送等铁路数据业务,为大秦线重载列车的安全开行提供了可靠的通信保证。

复习思考题

1. 我国重载铁路运输的发展经历了哪四个阶段？
2. 大秦重载铁路电务技术设备有何特点？

第二章 ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞

ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞是在法国 UM71 无绝缘轨道电路技术引进、国产化基础上,结合国情进行的技术再开发。

前者较后者在轨道电路传输安全性、传输长度、系统可靠性、可维修性以及提高技术性能价格比上都有了显著提高。

ZPW-2000A 无绝缘轨道电路由较为完备的轨道电路传输安全性技术及参数优化的传输系统构成。国家知识产权局已受理了有关“钢轨断轨检查”、“多路移频信号接收器”等 8 项专利,成为我国目前安全性高、传输性能好、具有自主知识产权的一种先进自动闭塞制式,为“机车信号作为主体信号”创造了必备的安全基础条件。

第一节 ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞系统概述

一、ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞系统特点

ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞系统有如下特点:

- (1) 充分肯定、保持 UM71 无绝缘轨道电路整体结构上的优势。
- (2) 解决了调谐区断轨检查,实现轨道电路全程断轨检查。
- (3) 减少调谐区分路死区段长度。
- (4) 实现对调谐单元断线故障的检查。
- (5) 实现对拍频干扰的防护。
- (6) 通过系统参数优化,提高了轨道电路传输长度。
- (7) 提高机械绝缘节轨道电路传输长度,实现与电气绝缘节轨道电路等长传输。
- (8) 轨道电路调整按固定轨道电路长度与允许最小道砟电阻方式进行。既满足了 $1\ \Omega \cdot \text{km}$ 标准道砟电阻、低道砟电阻最大传输长度要求,又提高了轨道电路工作稳定性。
- (9) 用 SPT 国产铁路数字信号电缆取代法国 ZCO3 电缆,减小铜芯线径,减少备用芯组,加大传输距离,提高系统技术性能价格比,降低工程造价。
- (10) 采用长钢包铜引接线取代 $75\ \text{mm}^2$ 铜引接线,利于维修。
- (11) 系统中发送器采用 $N+1$ 冗余,接收器采用成对双机并联运用,大幅度提高系统可靠性。

二、ZPW-2000A 型无绝缘轨道电路系统构成

ZPW-2000A 型无绝缘轨道电路系统构成如图 2-1 所示。

(一) 室外部分

1. 调谐区(JES-JES)

按 29 m 设计,实现两相邻轨道电路电气隔绝。

2. 机械绝缘节

由“机械绝缘节空芯线圈”与调谐单元并接而成,其绝缘节特性与电气绝缘节相同。

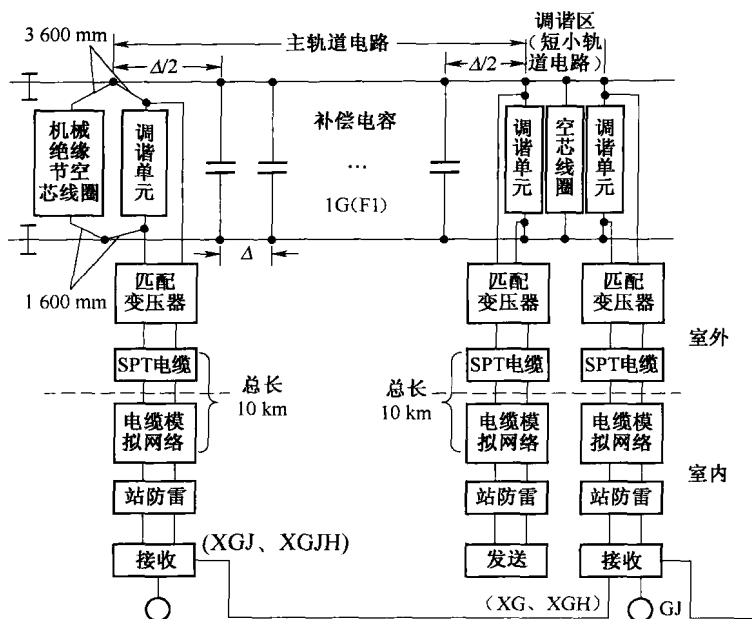


图 2-1 ZPW-2000A 型无绝缘轨道电路系统构成

3. 匹配变压器

一般条件下,按 $0.25 \sim 1.0 \Omega \cdot \text{km}$ 道砟电阻设计,实现轨道电路与 SPT 传输电缆的匹配连接。

4. 补偿电容

根据通道参数兼顾低道砟电阻道床传输,考虑容量,使传输通道趋于阻性,保证轨道电路良好传输性能。

5. 传输电缆

SPT 型铁路信号数字电缆, $\phi 1.0 \text{ mm}$,一般条件下,电缆长度按 10 km 考虑。根据工程需要,传输电缆长度可按 12.5 km、15 km 考虑。

6. 调谐区设备引接线

采用 3 600 mm、1 600 mm 钢包铜引接线构成。用于 BA、SVA、SVA' 等设备与钢轨间的连接。

(二) 室内部分

1. 发送器

用于产生高精度、高稳定移频信号源。系统采用 $N+1$ 冗余设计。故障时,通过 FBJ 接点转至“+1”FS。

2. 接收器

ZPW-2000A 型无绝缘轨道电路将轨道电路分为主轨道电路和调谐区短小轨道电路两个部分,并将短小轨道电路视为列车运行前方主轨道电路的所属“延续段”。

接收器除接收本主轨道电路频率信号外,还同时接收相邻区段小轨道电路的频率信号。接收器采用 DSP 数字信号处理技术,将接收到的两种频率信号进行快速傅氏变换(FFT),获得两种信号能量谱的分布,并进行判决。

上述“延续段”信号由运行前方相邻轨道电路接收器处理,并将处理结果形成小轨道电路轨道继电器执行条件(XG、XGH)送至本轨道电路接收器,作为轨道继电器(GJ)励磁的必要检