

● 大秦重载铁路培训系列丛书

重载铁路工务技术

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

重载铁路工务技术

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。全书共分为七章,主要包括:大秦重载铁路概述、铁路线路平面与纵断面、轨道结构、无缝线路、路基及桥隧建筑物、重载铁路线路修理与线路作业安全。

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

重载铁路工务技术/闻清良主编. —北京:中国铁道出版社,2009. 11
(大秦重载铁路培训系列丛书)
ISBN 978-7-113-10582-2

I. 重… II. 闻… III. 重载铁路—铁路工程—技术培训—教材 IV. U239.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 183534 号

书 名:重载铁路工务技术

作 者:闻清良 主编

责任编辑:刘红梅 电话:010-51873133 电子信箱:mm2005td@126.com

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:河北省遵化市胶印厂

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:10.75 字数:263 千

印 数:1~4 300 册

书 号:ISBN 978-7-113-10582-2/U·2570

定 价:21.00 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 王全猷 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 works 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。大秦铁路分两期建成,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,1997 年完成。2006 年对全线进行了 2 亿 t 扩能改造。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管辖。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 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 5000 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。作为中国铁路改革发展的标志性、示范性和样板性工程,大秦铁路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 个省区市以及世界 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,务真求实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。

本系列教材共七册,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《重载铁路工务技术》为系列丛书之一,由牛春年、李荣平编写第一章,李荣平编写第二章、第三章第一~四、六节、第四章,董瑞荣编写第三章第五节、第六章,梁素花编写第五章、第七章。全书由梁素花统稿,王光建、李江、马金凤、赵旭华审稿。本书在编写过程中得到太原铁路局相关业务处室和站段的大力支持与帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编写时间较紧,本教材可能存在一些不足,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
复习思考题.....	9
第二章 铁路线路平面与纵断面	10
第一节 线路平面	10
第二节 线路纵断面	21
复习思考题	23
第三章 轨道结构	24
第一节 钢轨	24
第二节 轨枕	27
第三节 联结零件	30
第四节 道床	35
第五节 道岔	41
第六节 轨道几何形位	61
复习思考题	63
第四章 无缝线路	65
第一节 概述	65
第二节 无缝线路基本原理	66
第三节 无缝线路的稳定性	70
第四节 跨区间无缝线路	71
第五节 无缝线路应力放散或应力调整	74
复习思考题	79
第五章 路基及桥隧建筑物	81
第一节 路基	81
第二节 桥梁	86
第三节 隧道	90
复习思考题	95

第六章 重载铁路线路修理	96
第一节 重载铁路线路的修理特点	96
第二节 重载线路养护修理管理	97
第三节 重载铁路线路检查	103
第四节 重载铁路养护修理	113
第五节 “线路三维定位”系统	129
复习思考题	133
第七章 线路作业安全	135
第一节 人身安全	135
第二节 作业安全	142
复习思考题	160
参考文献	161

第一章 大秦重载铁路概述

重载铁路是世界各国铁路货运发展的方向,也是我国目前解决铁路运输能力紧张的重要举措。大秦铁路是国家为解决华东和华南地区能源缺乏,缓解能源运输能力不足对国民经济发展的制约,于20世纪80年代初,决策建设的北煤南运大通道,也是我国第一条开通万吨重载单元列车的双线电气化铁路。

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2000万t及以上,列车牵引重量至少为5000t,列车中车辆轴重达到21t。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5000t的单元或组合列车;
- (2) 在长度至少为150km的铁路区段上,年计费货运量最少达到2000万t及以上;
- (3) 经常、定期或准备开行轴重25t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8000t(以前为5000t);轴重(或计划轴重)为27t及以上(以前为25t);在至少150km线路区段上年运量超过4000万t(以前为2000万t)。

我国重载铁路运输的发展经历了四个阶段:

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实验领导小组,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,是将普通3700t的列车合并成一列,采用ND5型机车双机牵引总重达7400t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C62A,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)。实验成功后,与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7 000 t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7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6 500 t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7 000~8 000 t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411 km的大同至大石庄一期工程完工。1992年底,大石庄至秦皇岛242 km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实验。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1 620 m的万t实验列车。并于1992年分别正式开行了单机牵引6 000 t、双机牵引10 000 t的单元式重载列车,车辆为C63A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21 t,钢轨为60 kg/m。由于当时技术不够完善,万t列车出现过断钩现象。实际运营列车牵引质量在5 000~6 000 t。

第三阶段(1992~2002年):改造繁忙干线,开行5 000 t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1 050 m,开行5 000 t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率总重超过5 000 t的实验列车。1993年4月1日起京沪、京广线部分区段5 000 t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5 000 t重载列车运行线。至此,我国三大繁忙干线都开行了5 000 t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~至今):大秦铁路开行2万t重载组合列车,繁忙干线开行了5 500~6 000 t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,与2006年3月28日在大秦铁路正式开行两万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。两万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记录。

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5 000 t提高到5 500~6 000 t,进一步提高了繁忙干线运输能力。据初步估算,全国5 000 t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3 105 t,比2000年2 675 t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、大秦重载铁路概况

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,是我国北部煤炭运输的主要通道。大秦线西起山西省大同市,在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、怀柔区,与京承铁路立体交叉,经平谷区过三河市,在大石庄站通过联络线与京秦线段甲岭站相接;途经天津蓟县,河北遵化市、迁西、抚宁等县跨黎河、滦河、青龙河、洋河等河流,最后到达大秦线终点站秦皇岛柳村南站。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(3 000 m 以上的隧道有:军都山隧道全长 8 640 m,是我国 20 世纪 80 年代第 2 座长大双线隧道,白家湾隧道 5 058 m,景忠山隧道 3 760 m,花果山隧道 3 741 m,大尖团隧道 3 333 m,河南寺隧道 3 284 m,另外还有多个 3 000 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路线),线路最小曲线半径为 400 m。

大秦铁路沿线地质复杂,工程艰巨。尤其是桑干河峡谷及军都山至摩天岭长约 80 km 的山岳地段,峰回路转,隧道成串,并有流沙、滑坡、涌水、泥石流和瓦斯,施工难度很大。全线路基土石方达 6 200 多万立方,隧道有 54 座 67.85 双线公里,桥梁 421 座 63 双线公里,涵渠 49.4 km。仅路基土石方量,若铺成高 1 m 宽 1 m 高的长堤,可绕地球一圈半。大秦铁路拥有国内外先进技术和设备 91 项,采用光纤通信,敷设光缆 425 km,运用遥控技术进行行车指挥,形成微机化调度系统。它是我国第一条全线采用光纤通信系统,第一条全线采用微型计算机集中调度的铁路,是目前在国内现代化程度最高的铁路。

大秦铁路始建于 1985 年,由铁道第三勘察设计院集团有限公司(原铁道部第三勘测设计院)担任总体设计,全线共分 3 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,缓解了丰沙大同路运输紧张的状况。

大秦铁路一期工程主要技术条件为:

线路等级 I 级;限制坡度上行(向秦皇岛)4‰,下行(向大同)12‰;最小曲线半径,一般地段 800 m,困难地段 400 m;采用 SS₄ 型电力机车牵引,在 SS₄ 型机车未批量生产前,用 SS₁ 型机车过渡;上行重载单元列车牵引定数 6 000 t 及 10 000 t,普通货物列车 4 000 t,下行 2 350 t;到发线有效长 1 050 m,会让站有效长 1 700 m;正线使用 60 kg 钢轨,钢筋混凝土枕,预留 75 kg/m 钢轨条件;闭塞方式采用微机控制的调度集中,实现双线双方向行车自动闭塞;机车交路采用长交路轮乘制。全部工程建成后,设计运量近期 5 500 万 t,远期 10 000 万 t。投资 39.58 亿元。

大秦铁路一期工程主要工程量:

正站线路基土石方 3 782 万 m³,桥梁 295 座/74 401 延长米(其中:特大桥 17 座,大桥 56 座,中桥 108 座,小桥 114 座),涵渠 123 座/30 632 横延米,隧道 45 座/55 847 成洞米,正线铺轨 842.7 km,站线 184 km,道岔 581 组,房屋 42.2 万 m²。

大秦铁路由铁道第三勘察设计院集团有限公司为总体设计单位。参加设计的还有中铁电气化工程局集团有限公司(电气化部分),中国中铁隧道股份有限公司(军都山隧道土建),中铁工程设计咨询集团有限公司(郑重庄特大桥)以及北京铁路局(运营信息管理系统)等单位。参加科研攻关的有中国铁道科学研究院、中国铁路通信信号集团公司、齐齐哈

尔轨道交通装备有限责任公司等数十个单位。参加一期工程建设的有:中铁一局集团有限公司、中铁三局集团有限公司、中铁建十六局有限公司、中铁建十七局有限公司、中铁建十八局有限公司、中国中铁隧道股份有限公司、中铁电气化工程局集团有限公司、北京、哈尔滨铁路局。

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,不再绕行京秦铁路。

大秦铁路二期工程由铁道第三勘察设计院集团有限公司负责总体设计,中铁电气化工程局集团有限公司天津电化设计院负责电气化工程设计;中铁一局集团有限公司、中铁三局集团有限公司、中铁建十六局有限公司、中铁建十七局有限公司、中铁建十八局有限公司、中铁建隧道股份有限公司、中铁电气化局集团有限公司负责施工;铁道部大秦铁路建设办公室组织建设;北京铁路局负责现场监理。

三期工程为年数总能力 1 亿 t 配套工程,1995 年开工,至 1998 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 1 万 t 单元重载列车;2004 年 6 月 25 日,在大秦线开行 1 万 t 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(LO-COTROL)和铁路综合数字移动通信系统(GSM-R)系统的集成,成功开行了 2 万 t 重载组合列车,特别是自主研制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 1 万 t 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。

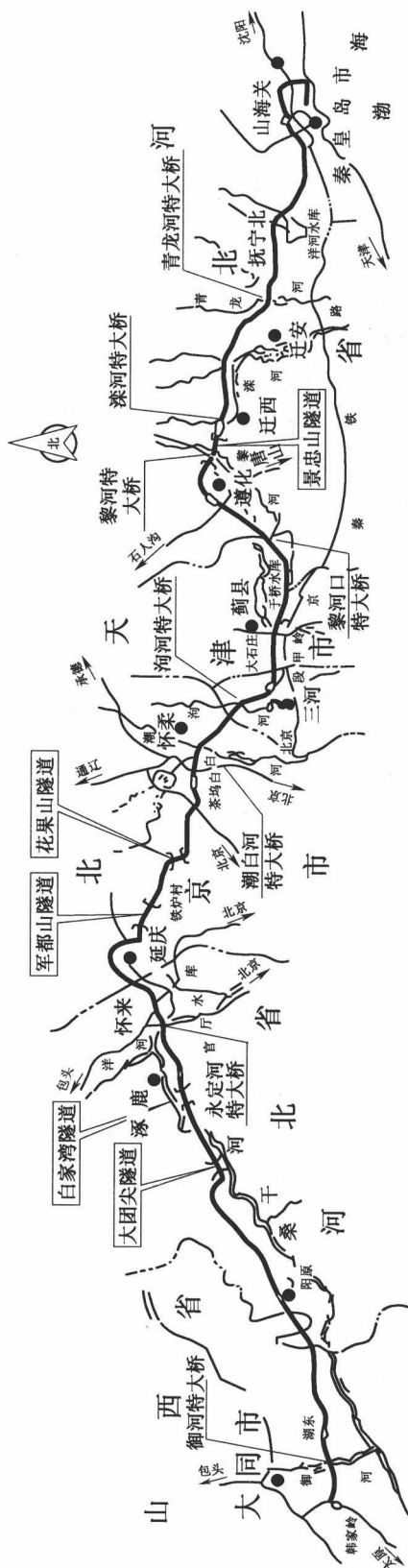


图 1-1 大同—秦皇岛铁路平面示意图

三、大秦(大同一秦皇岛)铁路平面示意图(图 1-1)

四、大秦重载铁路线路设备特点

由于重载列车的机车和车辆轴重、列车总重和长度都比普通列车增加,对线路、桥梁设备的破坏力加大;并且,长大重载列车长期大运量运营,对线路桥梁等工务设备的承载能力和疲劳寿命都会造成很大影响。为保证重载列车的安全运行,减少维修成本,必须强化重载线路和桥梁的承载能力,使其具有高度的耐久性、可靠性和平顺性。

(一)重载运输对铁路线路设备的要求

大秦重载线路采用 60 kg/m 及以上钢轨和 III 型混凝土轨枕的重型轨道结构;具有高强度全长淬火钢轨的强强化轨道材质;超长轨条无缝线路和可动心轨道岔的先进轨道结构形式;以及建设成良好的排水和防水系统、边坡防护工程、优质基床和路堤下填料的高强度、高稳定型路基。有效地克服大轴重和大运量对轨道的垂直磨耗、疲劳损伤、表面接触损伤、部件破坏、线路几何状态破坏和路基破坏性变形等不良影响。同时,配备现代化的线路检测设备和机械化养路设备以保持线路质量良好。

1. 采用高强度重型钢轨,铺设无缝线路,加强道床基础和改进轨枕结构

铁路线路变形下沉主要是由道床破坏所致,而道床破坏程度又与道床应力的 3~4 次方成正比,所以重载运输线路,必须尽快改善铁路路基、轨道的工作状态。

(1) 铁路路基是铁路线路的基础,它直接承受列车荷载,必须具备坚固、稳定、耐久的良好性能,大秦重载线路路基标准采用定型化设计。

(2) 钢轨选用 60~75 kg/m 的重型钢轨,并通过强化钢轨的材质来提高钢轨的强度,延长钢轨的使用寿命和减少维修工作量;为减少钢轨和车轮轮缘磨耗,保持线路的平顺性和减少列车运行阻力,还可采用钢轨涂油润滑和钢轨打磨技术。

(3) 采用钢筋混凝土轨枕和配套的弹性扣件。

(4) 为提高线路稳定性、平顺性,铺设无缝线路、无缝道岔,并发展超长轨节无缝线路。

(5) 通过增加道砟厚度和密实度,铺设优质道砟道床,来改善线路结构的整体承载能力,以提高线路稳定性,使线路荷载较均匀地分布在路基上。

2. 改善线路的基本参数,提高线路的平顺性

在长大陡坡和小曲线半径区段,开行重载列车,轨头侧面磨耗、轨顶表面波浪形磨耗以及疲劳断裂更加严重,基床病害增多,对线路平顺性、稳定性破坏加剧。可通过改善线路基本参数,包括减缓线路的限制坡度、加大最小曲线半径、采用大号码的新型道岔等措施来提高线路平顺性。

3. 检测现代化、养路机械化

为保证重载线路质量及列车运行安全,重载轨道采用现代化手段检测,在轨检车上安装先进的检测装置,及时实时地察看轨道几何状态,保证列车运行安全。

养路机械分大修机械、维修机械、检查机械和修理机械。采用大型清筛机和配套的维修机械、钢轨打磨列车、钢轨探伤车、轨道检查车等养路机械,提高作业效率和维修检查质量,从而提高线路质量和保证行车安全。

(二)大秦重载铁路轨道

大秦线重载运输车流密度大,列车重量大,年通过总重大,使轨道承受较大荷载,将造成轨

道结构及其部件的成倍破损和线路变形,因此,必须选择与大秦线运量、轴重相匹配的轨道结构及其部件。

1. 使用高强度重型钢轨

大秦线煤运量一直以每年 5 000 万 t 的幅度递增,为减少钢轨磨耗,稳定线路基础,降低钢轨疲劳断裂的发生概率,延长换轨大修周期,大秦线正线重车方向采用 75 kg/m 重型、高强全长淬火钢轨。

2. 铺设新型道岔

大秦正线全面采用 75 kg/m, 12 号可动心轨道岔,消灭有害空间,提高列车过岔速度和安全稳定性,减少道岔养护工作量。

3. 铺设跨区间无缝线路

为提高线路的稳定性和平顺性,克服因重载列车高速通过钢轨接头时造成的纵向冲击以及对列车运行安全的影响,减轻线路维修保养尤其是钢轨修理的压力,降低维修成本,大秦线铺设跨区间超长无缝线路,给重载列车提供了一个安全稳定的运行环境。

4. 优化轨枕结构

根据有关资料,每根Ⅲ型混凝土枕比Ⅱ型混凝土枕的支承面积略大 17.2%,不仅可以减少轨道弹性下沉及道床应力 22% 左右,而且可以减少 3.9% 的钢轨应力与大量减少道床维修作业工作量。因此,大秦线全线配套使用Ⅲ型混凝土轨枕和新型混凝土桥枕,轨道整体装备水平较高。

5. 采用优质道砟

道床的变化和状态恶化一方面与列车通过总重有关,另一方面也与道床厚度和道砟质量有关。大秦线采用优质道砟取代现有的石灰岩道砟,减缓道床板结状况,增加道床刚性,从而达到减缓轨道破损和降低线路维修成本的目的;另一方面确保大秦正线道床厚度必须达到土质路基 450 mm 以上和石质路基 300 mm 以上的标准,以确保与重型轨道结构配套,减少道床维修工作量。

线路维修采用大型养路机械化维修。

五、国外铁路重载运输概况

自 20 世纪 60 年代以来,发展铁路重载运输得到世界上越来越多国家的重视。一些幅员辽阔资源丰富,煤炭、矿石等大宗货物运量占较大比例的国家,发展尤为迅速。

各国铁路运营条件、技术装备水平不同,发展重载运输的着眼点不一样,采用的重载列车运输形式和组织方法也各有特点。在第三届国际重载铁路会议上提出的国际重载铁路协会章程中,综合各国重载运输发展水平,确定重载铁路运输的定义为年运量为 2 000 万 t 的线路、列车重量达到 5 000 t、车列中车辆轴重在 21 t 以上,具备以上条件之二者,可视为重载运输。

在一定的技术装备条件下,扩大列车编组长度,增加车辆轴重,大幅度提高列车重量,采用大功率内燃机车或电力机车(单机、双机或多机)牵引,这种重载运输方式,能够充分发挥铁路集中、大宗、长距离、全天候的运输优势,达到提高线路的输送能力,实现多运快运货物的目的。

现在世界上开行的重载列车,习惯上分为北美型重载单元列车和前苏联型铁路重载列车(包括超长超重列车和合并列车)两种基本类型,美国和前苏联的重载列车运输方式,已经成为世界铁路重载运输技术发展的基本模式。各国都注意吸取他们的特点,结合本国情况采用并发展相应的重载列车运输形式。

美国是重载运输比较发达的国家,是重载单元列车的发源地。1958年,美国南太平洋铁路公司采用由85辆载重量为90.7 t的矿石车编成总重近万吨的列车,从矿区直达钢厂进行循环运输,首创重载单元列车的运输模式,并在许多铁路公司推广应用,特别是在60年代后期发展很快。据统计,1982年重载单元列车运煤量占铁路煤炭总运量的60%左右,一些大的铁路公司几乎全部采用重载单元列车来运输煤炭矿石及其他散装货物,以提高效率,降低成本,力图保持铁路在竞争中的地位。

重载单元列车采用两台或多台大功率机车与一定数量的同型大型专用货车固定编组,组成一个长、大、重的运输单元,实行专列运输,从一个始发站的装卸线不停车地装载同一品种货物,列车按时刻表定点定线开行,中途不换挂机车,不解编车辆,到达卸车点上不停车卸车。卸后的空车列返回原装车地,再进行下一次循环运转。美国重载单元列车通常编成辆数70~150辆,车辆载重量为90.7~125 t,列车总重量达6 000~15 000 t。

加拿大的重载运输,基本上类似美国铁路重载运输方式,两国一些铁路跨国界互相延伸,自成系统,因此在这两个国家中开行的重载单元列车,统称为北美型单元列车。

从20世纪60年代后期起,加拿大铁路公司开始采用单元列车的方式运输煤炭,70年代以后,加拿大铁路重载运输有了较快发展。

澳大利亚重载运输,是在引进北美重载单元列车运输技术基础发展起来的,一种是修建重载专运线,按开行万t以上重载单元列车设计、修建,而且通过不断的技术改进措施,列车的编组数量高达230辆,轴重高达34 t。另一种是改造强化旧线,变轻载为重载的客货混运线。

南非铁路从20世纪60年代后期引进北美重载单元列车运输技术用于米轨上,并结合自己的特点,进行必要的技术改造,开发了货车径向转向架等技术,在米轨铁路上开行了重载列车,取得了较好的效果。

北美型重载单元列车运输从诞生起,就显示出强大的生命力,而且随着各项新技术的采用,这种重载列车的编组在不断扩大,车辆轴重也在不断增加,运输效率不断提高。

前苏联铁路的特点是客货混线,运输能力一直比较紧张,铁路的发展采用客货兼顾,重量和密度兼顾,适当提高列车速度的方针。

前苏联在发展重载运输上坚持走自己的道路,根据本国的运营具体条件和实际需要,依靠先进装备,并充分挖掘和利用现有设备的潜力,创造性地组织开行了以超长超重列车及合并列车为主的重载列车,取得了很大的成功。普里伏尔加铁路局在1969年率先组织开行了合并列车(当时是为了解决运营线上因施工封锁区间后正常运输秩序被打乱而采取的临时性措施),其具体做法是把两列(或以上)普通货物列车连挂在一起运行,这种行车组织方法很快在其他铁路局推广应用。当局部区段通过能力不足时,也可通过采用合并列车的方法,提高繁忙干线区段的运输能力。

莫斯科铁路局在充分挖掘设备潜力、综合配套及改革行车组织管理的基础上,于1979年开行了编组75辆、总重6 000 t的超重超长列车。这是在既有技术设备水平综合提高的条件下,最大限度利用机车牵引力,按普通货物列车牵引方式超长编组,重量大大超过固定列车重量标准的重载列车,很快在全国推广,得到了很大的效益。

为了适应铁路运量持续增长的要求,其全国铁路重载列车的开行区段不断扩大,列车重量和长度进一步增加,编组方式也更加灵活。许多铁路局为开行重载列车在运行图上安排了固定运行线,组织开行6 000~8 000 t超重超长列车。不少区段的列车重量突破万吨,并进一步把重量提高到1.6~1.8万t。1986年,试验开行了43 047 t的重载列车,充分显示出其管理、