

铁路班组长培训系列教材

铁路班组长 供电技术

主 编 武 汛



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路班组长培训系列教材

铁路班组长供电技术

主 编 武 汛

副主编 郭文强

中国铁道出版社

2006年·北京

图书在版编目(CIP)数据

铁路班组长供电技术/武汛主编、郭文强副主编. —北京:
中国铁道出版社, 2006. 8
(铁路班组长培训系列教材)
ISBN 7-113-07384-0

I. 供… II. 武… III. 电气化铁道-供电-技术培训-
教材 IV. U223

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 097461 号

书 名: 铁路班组长培训系列教材
铁路班组长供电技术

作 者: 武汛主编 郭文强副主编

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)

策划编辑: 王 健 江新锡 黄 燕

责任编辑: 王风雨

封面设计: 冯龙彬

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/32 印张: 7.25 字数: 169 千

版 本: 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1~2 000 册

书 号: ISBN 7-113-07384-0/U·1941

定 价: 13.00 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, 请与本社发行部调换。

编辑部电话: 021-73139(路)

发行部电话: 021-73169(路)

编委会名单

主 任：武 汛

副 主 任：杨国秀 闻清良 刘树旺

俞 蒙 王全献 王启铭

郭文强

委 员：薛建东 张海真 郝春明

刘 俊 杨占虎 梁永军

赵 昕 陆 印 赵洪雁

任 勇 宋 刚 闫晓民

主 编：武 汛

副 主 编：郭文强

策 划：薛建东 张海真

—— 前 言 ——

职工教育是铁路运输企业具有战略性、先导性的重要基础工作。落实科学发展观和实现铁路跨越式发展,对铁路职工教育、技能人才培养和职工队伍建设提出了新的更高的要求。新的太原铁路局成立以来,面对新体制、新形势、新任务、新挑战,面对大秦线、侯月线扩能改造,重载运输的新考验,始终坚持“五个不动摇”的指导思想,全面推行“1233 工作法”,牢固树立“跨越发展,人才强企”、“安全是天,教育为本”的责任意识,围绕安全生产、扩能增量、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,为建设国铁强局,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。

随着铁路跨越式发展的深入推进,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,编印一套适应铁路运输生产发展需要的职工培训教材迫在眉睫。按照路局领导“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,在 2005 年 7 月编制了 9 个行车主要工种的《业务知识问答》的基础上,今年又会同各业务处室组织编写了 14 个工种的《铁路职工岗位培

训丛书》、7个工种的《铁路职工安全培训丛书》和12种的《铁路班组长培训系列教材》，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了基础。

本套教材多采用问答形式，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。

《铁路班组长培训系列教材》全套共十二册，分为《铁路班组长管理基本知识》、《铁路班组长岗位理想与创新》、《铁路班组长法规基本知识》、《铁路班组长计算机应用基础》、《铁路班组长客运技术》、《铁路班组长货运技术》、《铁路班组长车务技术》、《铁路班组长机务技术》、《铁路班组长供电技术》、《铁路班组长工务技术》、《铁路班组长电务技术》、《铁路班组长车辆技术》。本册教材《铁路班组长供电技术》为铁路班组长系列培训教材之九，由牛安乐编写，陈潮高主审。

在本套教材编写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。

编 者
2006年7月

绪论 电气化铁路的发展及其优越性	1
一、铁路建设的总目标	1
二、铁路新线建设	2
三、既有铁路技术改造	3
四、铁路建设会战的开始	5
五、电气化铁路运输的优越性	6
第一章 牵引变电所	8
一、牵引供电系统组成	8
二、牵引变电所和供电臂	8
三、牵引变电所外部电源	8
四、牵引变电所变压器及类型	9
五、开闭所	12
六、分区所	12
七、AT 所	12
八、牵引变电所主接线	12
九、牵引变电所断路器	20
十、隔离开关	20
十一、牵引变电所互感器	21
十二、并联电容补偿装置	21
十三、10 kV 变配电室接线方式	22
十四、变电所防雷	34
思考题	47
第二章 牵引供电装置的新技术新动态	49

一、ARAS2000D 电气化铁路综合自动化系统	49
二、XT9000 牵引变电所综合自动化系统	55
三、变电所综合自动化的结构模式及通信总线选择	57
四、电气化铁道牵引变电所微机保护装置(71 系列) ...	61
五、WKH-3 电气化铁道馈线保护装置	62
六、阿继电器公司生产的微机保护、监控、故障 探测装置	64
七、高压大功率变频器在我国市场的发展	65
八、关于既有牵引变电所远动功能技术改造的研究	66
九、广深铁路准高速双线电气化工程	75
十、“十五”电气化铁路的发展	76
思考题	79
第三章 牵 引 网	80
一、牵引供电方式分类	80
二、牵引供电检修管理体制	82
三、接触网的组成	83
四、接触悬挂的类型	84
五、接触网供电方式	85
六、接触网的特点及要求	86
七、支柱及基础	86
八、接触网支柱的侧面限界	87
九、接触网支柱及定位装置	87
十、接触网吊弦	88
十一、接触网导线	88
十二、接触网导线高度	89
十三、接触线的磨耗	89
十四、接触线之字值和拉出值	90
十五、接触网用绝缘子	90

十六、接触网中心锚结	91
十七、接触网线岔的作用	92
十八、接触网线岔的结构	92
十九、接触网锚段关节	93
二十、补偿装置的作用	93
二十一、补偿置的组成	94
二十二、接触网分段绝缘器	94
二十三、分相绝缘装置	95
二十四、接触网隔离开关	95
二十五、软 横 跨	96
二十六、接触网限界门	96
二十七、接触网的弹性及提高弹性的措施	97
二十八、接触网与受电弓的配合	98
二十九、硬横跨	98
三十、桥梁接触网设备	99
三十一、隧道内接触悬挂	101
三十二、接触网的附属电线路	109
三十三、接触网的地线	111
三十四、接触网的避雷器	114
三十五、吸流变压器与回流线	118
思考题	120
第四章 接触网运行管理及检修	121
一、接触网的运行管理	121
二、接触网的检修	124
三、接触网的带电作业	133
四、接触网事故与抢修	140
思考题	146
第五章 外线电力工	147

一、变压器、柱上油开关、避雷器	147
二、高压熔断器	150
三、线路运行中几种常见故障	151
四、导线中电压损耗的计算	158
五、配电线路能损耗计算	161
思考题	164
第六章 给水自动控制和微机控制系统的运行管理	165
一、概述	165
二、自动化传感器及检测装置	166
三、给水自动化电气控制线路及保护装置	177
四、给水所远动控制	184
五、给水所自动化装置的管理	189
六、给水微机控制系统的运行	191
七、给水微机控制设备的日常保养	197
八、给水微机控制设备的故障及处理	198
思考题	202
第七章 水质处理及消毒设备的运行管理	203
一、消毒的目的和要求	203
二、水的需氯量及加氯量	204
三、消毒的方法和设备	207
四、消毒设备的运行管理	209
五、消毒的指标计算	216
思考题	220

绪论 电气化铁路的发展及其优越性

1879年,德国建造了世界上第一条电气化铁路。电气化铁路运输以其巨大的经济效益受到世界各国的普遍重视。进入21世纪,我国铁路实施跨越式发展战略。2004年1月,国务院批准了《中国长期铁路网规划》,2004年6月29日铁道部又发布修订后的《铁路主要技术政策》,确定了铁路跨越式发展的建设任务,扩大建设规模,完善路网结构,快速扩充运输能力和提高铁路装备水平。

一、铁路建设的总目标

截止2004年,世界铁路总长约120万km,中国大约7.5万km。我国在“九五”时期提出“八纵八横”的大格局。

八纵:京广通道、京九通道、京沪通道、京哈通道、沿海通道、包柳通道、大湛通道、兰昆通道。

八横:陆桥通道、京兰通道、煤运北通道(大秦、神骅)、煤运南通道(青岛、日照)、宁西通道、沿江通道、沪昆成通道、西南出海通道(昆湛)。

根据《中长期铁路网规划》的安排,铁路建设总目标是:到2020年铁路网规模又有较大的发展,西部路网形成骨架,繁忙干线实现客货分流,人口密集地区发展城际客运系统,提高路网质量,扩大运输能力,形成功能完善、点线协调的客货运输网络。从2005年起至2020年的16年间,要新建铁路2.6万km(含客运专线),修建复线1.3万km,电气化铁路1.6万km。至2020年全国铁路营业里程要达到10万km,其中

客运专线 1.2 万 km,复线铁路 5 万 km,电气化铁路 5 万 km (占总铁路 50%)。铁路技术装备以客运快速、高速和货运、快捷重载为重点,使中国铁路机车、车辆、路基、桥梁、隧道、信号、供电牵引网等技术装备和安全设施达到国际水平,适应快速、便捷、重载运输的需要。

《铁路主要技术政策》第三条也指出:铁路技术发展的总目标是实现铁路现代化。依靠科技进步与创新,建立客运高速、货运重载、行车高密度协调发展,高新技术与适用技术并举,不同等级技术装备并存的具有中国铁路特点的技术体系;建设大能力、高质量、高效率、安全可靠、环保型和全面信息化的现代化铁路。技术发展方向是:旅客运输高速化、快速化,货物运输重载化、快捷化,运营管理信息化,安全装备系统化,工程建设现代化,经营管理科学化。

二、铁路新线建设

铁路新线建设的重点是构建快速铁路网络,在运能紧张的繁忙干线修建四线或多线,实行客货分线运输。在大中城市之间,修建四纵四横客运专线和城际快速客运系统,以及完善路网必要的铁路新线建设,扩大西部铁路网规模,完善中东部铁路网结构。

四纵:京沪、京广、京哈(大)、杭州—宁波—福州—深圳。

四横:徐州—兰州、杭州—长沙、青岛—太原、南京—重庆—成都。

城际客运系统:修建环渤海地区(京津线)、长江三角洲地区(宁沪线、沪杭线)、珠江三角洲地区(广深线等)的城际客运系统,覆盖区域内主要城镇。

完善路网:规划新建铁路 1.6 万 km 打通或开辟新的路网通道,如下规划。

1. 中吉乌铁路,喀什—吐尔尕特段。
2. 改建中越通道,昆明—河口段。
3. 新建中老通道,昆明—景洪—磨憨段。
4. 中缅通道,大理—瑞丽段。

以上形成西北、西南国际通道。

5. 新建兰州(或西宁)—重庆(成都)线,形成西北至西南新通道。

6. 新建太原—中卫(银川)线,形成西北至华北新通道。
7. 新建临河—哈密线,形成西北至新疆新通道。
8. 新建库尔勒—格尔木线。
9. 新建龙岗—敦煌—格尔木线。

以上形成两条新疆至青海西藏通道。

10. 完善西部地区铁路网:新建精河—伊宁、奎屯—阿勒泰、林芝—拉萨—日喀则、大理—香格里拉、永川—玉林、柳州—肇庆、桑根达来—张家口、准格尔—呼和、集宁—张家口等铁路。

11. 完善东部地区路网:新建桐陵—九江、九江—景德镇—衢州、赣州—韶关、龙岩—厦门、湖州—嘉兴—乍浦、金华—台州等铁路。

三、既有铁路技术改造

加强既有线提速、扩能、电气化改造,完善枢纽结构,强化重点客、货站建设,优化编组站布局,强化路网性编组站建设,提高既有铁路网质量和运输能力。

发展煤炭运输网,集装箱运输网和快捷货运网。

建设高起点、高标准、高质量的高原铁路,实现旅客列车运行时间最短,运营设备少维修和沿线基本无人化管理。具体布置有以下几方面。

1. 加大煤运通道能力。对既有铁路扩能改造,在大同、神府、太原、晋南、晋东南、陕西、贵州、河南、兖州、两淮、黑龙江等十个煤炭外运基地,形成大能力煤运通道。

优先对大秦线扩能、北同蒲改造、黄骅至大家洼建设和石太线扩能。例如大秦线年运量今年达 2.5 亿 t, 明年达到 3 亿 t, 09 年达到 4 亿 t。大秦线已对轨道及变电所、接触网进行改造,机车采用 SS₄ 改进型和德、法进口的,车辆采用 C₇₀ 和 C₈₀ 型,一列车牵引 200 多节车辆,长达 2.7 km, 2 万 t 位。平均每 5~6 min 一列,已成为全国运量最大的铁路线。

2. 增建二线和修建电气化铁路。结合客运专线的建设,对既有京哈、京沪、京广、京九、陆桥、沪汉蓉、沪昆等 7 条主要干线进行复线建设和电气化改造。

3. 改扩建枢纽和编组站。以北京、上海、广州、武汉、成都、西安为重点,调整编组站、改造客运站、建设机车车辆检修基地,完善枢纽布局。例如武汉编组站已动工修建,投资 23 亿元。

另外,在列车速度、密度、重量方面,《铁路主要技术政策》第九条行车速度指出:

客运专线:200~350 km/h;

客货运共线:主要干线 $\leq$ 200 km/h;

一般干线: $\leq$ 160 km/h;

其他线路: $\leq$ 120 km/h;

即有线提速改造,应努力达到运行速度 200 km/h;

货物列车运行速度:快运货物列车 $\leq$ 160 km/h;

普通货物列车 $\leq$ 120 km/h。

第十条行车密度指出:追踪列车间隔时间,客运专线按 3~4 min 设计;其他双线自动闭塞区段按 5~6 min 设计。单线区段平行运行图最小周期一般按 30 min 设计。

第十一条列车重量,指出主要干线应逐步实现牵引定数 5 000 t,车站到发线有效长度 1 050 m。运煤专线可开行 10 000 t或20 000 t的重载货物列车,部分车站到发线有效长度分别为 1 700 m 和 2 700 m,快运货物列车重量不大于1 500 t。

第三十五条指出,大力发展电力牵引技术,提高电力牵引的换算周转量比重。客运专线、运煤专线、主要干线及长大坡道、长隧道、高海拔地区等线路,采用电力牵引。积极发展交流传动技术,加快完成直流传动向交流传动的转换。

第三十九条指出,电气化铁通供电能力必须与线路运输能力相适应,供电设施应预留发展条件。发展牵引供电系统综合整治技术,提高电气化铁道的供、用电质量。实现牵引供电系统监控自动化、远动化和运行管理智能化。

提高电气化铁道的运行可靠性,接触网的结构稳定性和抗灾能力。采用高强度、耐腐蚀,少维修或免维修的接触网零件,优化牵引供电系统与机车设备的绝缘配合,改善弓网关系,积极采用自动过分相装置和弓网安全监测装置,开发新型接触网施工、检修装备。

四、铁路建设会战的开始

1. 烟台—大连轮渡项目已启动,投资 23 亿元,2006 年建成,天津船厂生产的轮渡船已下海。

2. 温州—福州铁路已开工。

3. 沪杭电气化改造工程开工。

4. 广州新客站动工兴建。

5. 石太客运专线 2005 年 6 月 11 日动工兴建,投资 126.37 亿元。

6. 武广客运专线 2005 年 6 月 23 日动工兴建,投资 930

亿元。

7. 京津城际列车专线于 2005 年 7 月 4 日开工,投资 123.4 亿元,2008 年 6 月前开通运营,届时可以每 3 min 开行一趟车,半小时到达。

2005 年国家投资 5 000 亿元完成新线铺轨 714 km,复线铺轨 523 km,电气化投产 875 km。

2006 年,京沪专线等相继招标开工。国家“十一五”规划对铁路建设投资大大加重。

到 2010 年,我国将建成 2.6 万 km 电气化铁路,成为世界第二大电气化铁路强国(俄罗斯第一,5 万 km)。2020 年我国达到 5 万 km 电气化铁路。

五、电气化铁路运输的优越性

1. 电力牵引可节约能源,并能综合利用能源。

电气牵引的热效率和总功率最高为 30%,内燃机车为 20%,蒸气机车为 6%。可综合利用能源,可使用水力、劣质煤、核能等发电。我国用于电力牵引的电量只占全国总发量的 1%左右。电力牵引无污染,对线路、环境保护好。

2. 电力牵引可以提高列车牵引重量,提高列车运行速度。

适合繁忙的铁路干线、运煤专线、长大坡道、长隧道等线路,适合重载列车,也适合客运专线的高速运行。

3. 电力牵引制动性能好,运行安全性强。

电力机车既有空气制动,又有电阻制动,比内燃机车制动力、制动功率都大,可满足列车运行安全的需要。

4. 电气化铁路运输成本低。

电力机车可采用长交路、轮乘制,机车运用效率高。电能价格相对油、煤低廉。乘务人员劳动条件也得到改善。

根据俄罗斯、日本、德国等一些国家的资料统计,它们电气化率平均为 40%,却承担客货运量的 85%以上。因此世界许多国家都把发展电气化铁路作为国策。我国也不例外,实施铁路跨越式发展战略,必将把我国电气化铁路建设推向高潮,使我国成为电气化铁路强国。