

铁路班组长培训系列教材

铁路班组长 机务技术

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

铁路班组长机务技术

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

铁路班组长机务技术/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 7-113-07383-2

I. 机… II. 武… III. 机车-技术培训-教材 IV. U26

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 097462 号

书 名: 铁路班组长培训系列教材
铁路班组长机务技术

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: 聂清立

封面设计: 冯龙彬

印 刷: 北京市兴顺印刷厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/32 印张: 3.375 插页: 2 字数: 79 千

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

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 7-113-07383-2/U·1940

定 价: 7.00 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: 021-73138(路)

发行部电话: 021-73174(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《铁路班组长机务技术》为铁路班组长系列培训教材之八，由黎永红编写第一、二章；张卫俊编写第三章；王国正编写第四章。由张海真主审。

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

第一章 概 述	1
第一节 机车的发展.....	1
第二节 动车组	16
第三节 磁悬浮列车	26
第四节 气悬浮列车	28
思考题	29
第二章 相关理论知识	31
第一节 电力机车基本工作原理	31
第二节 晶闸管变流技术及逆变	37
第三节 电传动机车调压整流	47
第四节 多种制动方式	63
思考题	67
第三章 应急故障处理	68
第一节 概 述	68
第二节 整备应急故障处理	69
第三节 运行中应急故障处理	74
第四节 库内故障处理	76
思考题	79
第四章 安全与规章	80
第一节 机务安全	80
第二节 机务规章	93
思考题	97

第一章 概 述

第一节 机车的发展

一、机车类型

机车是牵引旅客列车、货物列车和调车作业的动力。按动力源不同分为蒸汽机车、内燃机车、电力机车。

蒸汽机车由锅炉、汽机、走行部、车架、煤水车、车钩缓冲装置和制动装置等部分组成。蒸汽机车构造简单、成本低廉、坚固耐用、维修方便、燃料丰富,但因其热效率低、功率低、噪声大、污染重、工作条件恶劣,已不再生产。

内燃机车是以内燃机为动力,并通过传动装置驱动车轮的机车。内燃机分为柴油机和燃气轮机。一般内燃机车都是指柴油机车。内燃机车主要由柴油机、传动装置、走行部、车体底架、车钩缓冲装置、制动装置及辅助装置等组成。内燃机车结构复杂、成本高、制造与修理工艺要求高,但内燃机车的热效率较高,燃料、水的需要量少,另外,内燃机车改善了乘务员的劳动条件,因而被广泛应用。

电力机车直接从接触网获得电能,通过机车上的牵引电动机将电能转换为机械功,再通过动轮与钢轨的相互作用使机车运行。电力机车功率大、效率高、起动快、爬坡能力强、乘务条件好。

二、我国机车的发展

我国早期铁路机车全部为蒸汽机车,20 世纪 50 年代我

国开始自行设计、生产内燃机车和电力机车。目前我国 7 万多公里营业里程的铁路上,共有机车 1.5 万台左右,主要是内燃机车和电力机车,其中内燃机车 1 万多台,电力机车 4 000 多台。内燃、电力机车具有整备作业简单、运行距离长、乘务员劳动强度低、热效率高、对环境污染小等优点。有着广阔的发展前景。

(一) 内燃机车

内燃机车主要型号有:东风_{4B}型、东风_{4C}型、东风_{4D}型、东风₅型、东风_{7B}型、东风_{7C}型、东风_{7D}型、东风₈型、东风_{8B}型、东风₁₁型、东风_{11G}型(客运、双机重联、单司机室、大功率、长交路、列车供电、 C_0-C_0 、160 km/h)以及进口的 ND₅型(美国)、ND₂型(罗马尼亚)、ND₃型(罗马尼亚)等。

东风_{8B}型大功率交流传动内燃机车是我国设计制造的首台具有自主知识产权的大功率交流传动内燃机车,该机车采用了交流传动、计算机控制、电子喷射等先进技术,机车装用 16V2802JG 型电喷柴油机,装车功率 4 000 kW,是我国目前单机功率最大的干线内燃机车。

东风_{8B}型 9001 号、东风_{8B}型 9002 号两台专为青藏铁路设计的机车被命名为“雪域神舟”号,2002 年 11 月 15 日出厂。青藏铁路格拉段地处青藏高原腹地,具有海拔高、气压低、缺氧、高寒温差大、风沙大等恶劣的气候条件和冻土层这一独特的地质结构,其海拔之高、高海拔区段之长、坡道之长都是世界铁路史无前例的。铁路沿线大都是无人居住区,要求列车快速通过,机车采用特长交路。“雪域神舟”号机车技术参数见下表。

尽管交—直—交电传动系统与交—直电传动、液力传动相比,技术上具有无可比拟的优越性,但由于其在我国平原地区还没有成熟运用的经验,青藏高原内燃机车样车没有采用

交一直一交电传动系统,而是采用了我国目前普遍采用的比较成熟可靠的交一直电传动系统。

机车主要技术参数表

用 途	高原货运
传动方式	交一直流电传动
轨距(mm)	1 435
轴式	C ₀ —C ₀
轮径(mm)	1 050
轴重(t)	23
计算整备重量(t)	138
柴油机装车功率(kW)	2 700(海拔5 100 m处) 3 400(海拔2 800 m处)
牵引齿轮传动比	77/17
机车速度(km/h,按动轮直径半磨耗计算)	100(最大速度) 22.3(持续速度)
机车轮周牵引力(kN)	442(最大起动牵引力) 339(持续牵引力)
通过最小曲线半径(m)	145
燃油箱容量(L)	8 000 7 500(燃油可用容积)
机油装载量(kg)	1 200
水装载量(kg)	1 200
砂装载量(kg)	1 000

(二) 电力机车

1. 电力机车主要型号有:韶山₁型、韶山₃型、韶山₄型、韶山₆型、韶山_{6B}型、韶山₇型、韶山_{7B}型、韶山_{7C}型、韶山_{7D}型、韶山_{7E}型、韶山₈型、韶山₉型以及进口的8G型(前苏联)、8K型(法国)、6K型(日本)、DJ1型(德国)等。

2. 我国电力机车的发展

我国电力机车实现韶山型系列化,自1958年株洲电力机车厂生产出第一台干线韶山₁型电力机车开始,截止到2002

年8月2日,该厂已生产韶山型电力机车3 000台。目前我国电力机车已形成韶山型系列化,可根据不同地形、不同牵引吨位和速度的需要,选用不同型号的电力机车。

单相工频交流电力牵引是目前国际公认的、应用最广的一种牵引制。而整流器式电力机车又是单相工频交流电力机车中应用最普遍,又最具有代表性的一种类型,我国生产的就是这种电力机车。

从轴列式和功率系列看,我国干线电力机车已基本形成了4、6、8轴和2 000 kW、4 800 kW和6 400 kW功率系列。

1958—1984年间,生产了韶山₁型和韶山₃型调压开关式6轴电力机车。1958年,我国首次成功地生产了6Y1型1号引燃管整流器式电力机车。1966年,6Y1型004号机车以大功率硅半导体整流器取代了引燃管。

1976年制成了韶山₁型131号机车,从此韶山₁型电力机车基本定型。1988年,韶山₁型电力机车停止生产,共计生产了826台,成为我国电气化铁路干线的首批主型机车。

1966年,仿制法国6Y2型机车生产的韶山₂型0001号电力机车样机落成。该车高压侧调节器压和弹性齿轮传动均完全仿制6Y2型机车。

1978年,韶山₃型0001号机车样机研制成功,该机车在韶山₁型电力机车的基础上,将机车小时功率从4 200 kW提高到4 800 kW。从1983年起,韶山₃型电力机车投入小批量生产,1988年投入大批量生产,最后取代了韶山₁型电力机车。截止到1991年底共生产了547台,成为韶山₁型电力机车以后的第二种主型机车。

1985年,韶山₄型6 400 kW、8轴货运电力机车样机研制成功,该车是国内功率最大、牵引力最大的机车。它已成为我国重载货运机车的主型机车。该机车主电路采用四段经济半

控桥式整流电路,功率因数较高,采用二轴转向架改善了曲线通过性能并减少了轮轨磨损。

1990年,我国首次研制成功了最高时速140 km、功率为3 200 kW的韶山₅型4轴(B₀—B₀)客运电力机车样机2台。该机车消化吸收了进口的8K型电力机车的先进技术,可施行再生制动,还可施行无级磁场削弱。加装了功率因数补偿装置并可兼滤部分谐波,牵引电机采用空心轴传动全悬挂方式,以适应高速运行。

在1991—1995年期间研制了韶山₆型电力机车。该机车在韶山₅型电力机车的基础上,消化吸收了8K与6K型电力机车的部分先进技术,主电路采用两段半控桥式整流电路,两级电阻制动,加装了功率因数补偿装置,机车功率4 800 kW。到1998年底共生产了83台。

韶山_{6B}型电力机车是1992年为郑宝铁路电气化工程提供的国际招标第三批电力机车。它是由株机厂和株洲所共同研制开发的6轴干线用交传动相控电力机车。该型机车的设计,以国内外交传动相控电力机车成熟的技术和经验为基础,并根据铁道部“关于开展电力机车简化、系列化”的精神,较大范围内采用和吸收了韶山₄型和韶山₆型电力机车的技术。样车于1992年12月完成。

在1990—1991年间还设计了韶山₇型、轴列式为B₀—B₀—B₀的6轴电力机车,填补了我国干线电力机车轴系的空白。该车全面消化吸收了8K与6K型机车的先进技术,主电路采用两段桥,再生制动,功率因数补偿,牵引电机采用了复励方式,便于无级磁场削弱。

韶山_{7B}型重载货运电力机车是由大同机车厂1996年设计完成,1997年试制成功的一种新型的重载货运电力机车。

韶山_{7D}型客运电力机车是由大同机车厂、株洲电力机车

研究所、成都机车车辆厂联合研制的适应我国铁路提速需要的新产品,是目前国内技术水平最为先进的交直传动客运电力机车。

韶山_{7E}型客运电力机车是最新开发的客运机车。

为发展我国的准高速客运技术,研制成功韶山₈型、时速160 km的准高速4轴电力机车,它是在韶山₅型客运电力机车的基础上改变了传动比,对走行部分的动力学性能作了改进,对机车的外形作了改变,更符合空气动力学的要求,以及增加了分级速度控制及高速制动安全停车能力等设计的。于1998年6月24日在京广线的郑州至漯河区段创造了时速240 km的我国铁路史上的最高速度。

韶山₉型干线客运电力机车。以成熟的韶山型系列电力机车技术为基础,采用了许多国际客运机车先进技术,是我国干线铁路牵引旅客列车功率最大的机车。机车持续功率4800 kW,最高速度170 km/h。

1996年6月中国自行研制的第一台交流传动电力机车诞生,标志着我国电力机车有望从直流传动向交流传动过渡,为赶上世界先进水平打下了坚实的基础。

DJ型交流传动高速客运电力机车于2000年研制成功。其具有优异的运行性能:节能效率高,通信干扰小,具有良好的可靠性与可维修性和全寿命成本低等优点。最高速度每小时220 km。

DJ1型机车为株洲电力机车厂与西门子公司合资,采用欧洲标准为中国制造的新型货运电力机车,已生产出的20台(40节)机车最高速度为120 km/h。

DJ2型交流传动客运电力机车是我国第一台具有自主知识产权的商用交流传动电力机车。主要用于既有干线客运牵引和高速专线牵引,并能覆盖普速、快速、高速区段的通用型

客运电力机车。最高速度200 km/h。

我国也从国外购买了不少型号的电力机车,主要有 1971 年罗马尼亚制造的 6G 型,1988 年从前苏联进口的 8G 型,1986 年进口的 8K 型,1987 至 1988 年由日本进口的 6K 型。

8K 型机车是由欧洲 50 Hz 集团专门为中国铁路设计制造的一种干线货运电力机车。该机车采用准恒速相控调压,再生制动,机车额定持续功率为 6 400 kW,最高速度为 100 km/h,通过最小曲线半径为 125 m,机车整备重量为 2×92 t,机车轴列式为 $2(B_0-B_0)$,即机车由两节完全相同的 4 轴车组成。一般由两节车联挂在一起工作,也可单节工作。两节之间的高压电源通过高压连接器可自动连接在一起。每节机车有两个独立的两轴转向架,转向架构架采用钢板压型焊接结构。轴箱是无导框滚柱轴承式,用轴箱拉杆与构架连接。每根轴由一台 6 极串励牵引电动机驱动,额定功率为 1 000 kW,采用滚动抱轴承半悬挂方式。牵引力或制动力采用低重心拉杆进行传递。

每节车设单端司机室,室内装有空调装置,司机室的后部是机械室,机械室为双走廊贯通式,中间为中央柜,柜内设主电路、辅助电路和控制电路的电气器件,中央柜可以整体吊装。车体采用侧墙与底架联合承载的非对称框架式结构。

机车牵引变压器、平波电抗器、滤波电抗器装在一个油箱内,并悬置在车体下部两转向架中间,与中央柜共用一套风冷却系统。

每节车设两台牵引电机用的通风机,每台通风机供两台牵引电机通风冷却。空气压缩机、空气干燥器等设在机车的尾部。

每个转向架上的两台牵引电机在电路中为串联连接。机车主电路为两段串联相控整流桥(一段全控桥,一段半控桥)。

牵引工况时,两段桥串联,向两台牵引电机供电;再生制动工况时,全控桥作为再生逆变桥,半控桥为牵引电机发电用的励磁控制桥。

为进一步提高机车的运转速度,采用了磁场削弱方法,但是牵引电机的磁场削弱采用的是晶闸管进行无级调节。

机车辅助电源采用单一三相,交—直—交静止变流器向辅助电机供电。

机车装有防空转装置、轮缘自动喷油装置及3次、5次谐波滤波装置。

空气制动系统采用具有阶段制动与阶段缓解功能的PBL-2型电空制动机,可与EL-14、26-L、JZ-7等型制动机重联工作。当控制电源或控制系统发生故障时,可由电控位转换到手动空气制动位。机车还装有断钩自动保护装置。

电制动采用再生制动,额定制动功率为5 600 kW,并具有电—空联合制动功能。当司机进行制动操作时,机车进行再生制动;当电制动失控或制动力不足时,能自动补充气压进行制动。

6K型机车是由三菱电机和川崎重工联合生产的6轴电力机车。机车持续功率为4 800 kW,最大速度为100 km/h,通过最小曲线半径为125 m,机车整备重量为138 t,机车轴列式为 $B_0-B_0-B_0$,调压方式为三段半控桥恒压限流或准恒速相控调压,电阻制动。

机车两端司机室的前窗为电热玻璃,并装有空调装置。车体采用特有的内巡回式走廊,有两个机械室、两个高压室,中间为牵引变压器室。车体为整体承载式结构,采用下作用式E型车钩,车钩与车体的连接有超载保护措施。转向架为无端梁压型板焊接结构。牵引力由低重心Z字形拉杆经机车构架和车钩来传递。为使机车通过曲线性能良好,中间转

向架最大横动量为230 mm。转向架上装有离心式轮缘润滑装置。

牵引电机为加复励脉流电机,额定功率为800 kW,采用抱轴式半悬挂方式,单边直齿传动。

机车装有法国制造的轻型结构受电弓和日立公司制造的真空断路器,牵引变压器为壳式结构的一次侧测量变压器。平波电抗器和功率因数补偿电抗器均装在牵引变压器箱内,冷却方式为强迫油循环、风冷。辅助电路采用旋转劈相机供电。机车控制系统和保护系统全部采用微机控制,主整流桥为风冷大容量三段不等桥。

空气制动系统采用26-L型空气制动机,能与EL-14、JZ-7、PBL-2、DK-1型制动机重联使用,具有超速保护、断钩保护、快速充风、自动保压等功能。基础制动采用双侧闸瓦踏面制动,装有闸瓦间隙自动调节装置。电制动采用电阻制动,轮周制动功率为3 600 kW。

该机车驾驶台上装有两种故障显示器,通过它可使司机和副司机了解和掌握各种设备的工作状态、故障内容及其处理方法。位于司机前方的显示器,显示故障内容概要及其处理方法(再次闭合、解除等)。位于副司机前方的显示器能显示各种设备的详细故障内容。而且各故障内容可以存储在电子控制装置中,在必要时可重现故障显示。

司机利用故障显示器上的级位显示器在定电压运行时显示级位号码,在定速度运行时显示指令速度。在坡度变化多的地段及急坡道上起动时,可采用定电压方式运行。为抑制加速中发生空转,能自动减少运行方向前方的3台牵引电动机电流和增加后方的3台牵引电动机电流。亦即自动进行轴重补偿控制,排除空转。

该机车还能定速运行。司机将驾驶台上的运行方式转换

开关调至“恒速”位置后,操纵主控制器手柄,就能按指定的速度运行。在下坡道等情况下,机车速度超过指定速度时,机车的电阻制动自动发挥作用而减速。其制动力的大小由指定速度与机车实际速度的差值所决定。如在长大下坡道的情况下,单靠机车电阻制动仍减速不下来时,此时的实际速度仍比指定速度高出10 km/h时,故障显示器的“用空气制动”灯亮,这时必须迅速使整个列车的空气制动发挥作用,以降低速度。

此外,各司机室的顶部均装有空调机,自动控制制冷与取暖。司机及副司机的座位下部还装有辅助取暖器。

3. 国产主型电力机车

(1) 韶山_{3B}型电力机车

韶山_{3B}型电力机车是大功率客、货运干线电力机车,它采用了大功率硅整流管和晶闸管组成的桥式全波整流电路、晶闸管相控平滑调压和恒流准恒速限压控制,使机车具有无级加速特性,起动平稳,加速度大。由于牵引电动机采用了补偿绕组,虽然功率与韶山₃型电力机车相同,但比韶山₁型电力机车提高14.3%,使机车具有更大的牵引力。同时,韶山_{3B}型电力机车具有加馈电阻制动,强化了机车低速工况下的制动能力,比韶山₃型机车具有更优越的制动性能。所谓加馈电阻制动,是指当机车行驶在较低速度范围时,牵引电机处在发电机状态下的制动电流下降,电阻制动的作用随之减弱,这时利用机车的整流电路,对牵引电机注入电枢电流,以补充制动电流的不足,从而在低速范围也能进行电阻制动。理论上加馈制动可使速度为0,但是为了避免造成机车向后牵引的事故,一般控制在10 km/h为限。因此,机车的电阻制动实际上是两个制动区,一个是发电制动区,另一个是加馈制动区。所以,加馈电阻制动,强化了机车在低速工况下的制动能力。

韶山_{3B}型电力机车的调压方式采用主变压器低压侧晶闸