

铁路班组长培训系列教材

铁路班组长 电务技术

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

铁路班组长电务技术

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

铁路班组长电务技术/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 7-113-07386-7

I. 电… II. 武… III. ①铁路通信-技术培训-教材
②铁路信号-技术培训-教材 IV. U28

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 097459 号

书 名: 铁路班组长培训系列教材
铁路班组长电务技术

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: 崔忠文

封面设计: 冯龙彬

印 刷: 北京市彩桥印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/32 印张: 12.625 插页: 3 字数: 286 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 7-113-07386-7/U·1943

定 价: 25.00 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: (市) 010-51873146 发行部电话: (市) 010-63545969

(路) 021-73146

(路) 021-73169

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《铁路班组长电务技术》为铁路班组长系列培训教材之十一，由常润仙编写，宋钢主审。在编写过程中得到了刘仓、杜红梅、井海田、薛时敏、王建武、秦政生、侯变英等有关人员的具体帮助。

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 闭塞设备	1
第一节 移频自动闭塞基本知识.....	2
第二节 8 信息移频自动闭塞	14
第三节 ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞	32
第四节 ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞的 应用	77
第五节 站内轨道电路预叠加 ZPW-2000A 电码化	88
思考题	97
第二章 计算机联锁系统	98
第一节 概 述	98
第二节 硬件结构.....	105
第三节 软件简介.....	118
第四节 JD-1A 型计算机联锁系统.....	122
第五节 EI32-JD 型计算机联锁系统	146
思考题.....	179
第三章 驼峰设备	180
第一节 驼峰调车场运营基础知识.....	180
第二节 自动化驼峰概述.....	185
思考题.....	191
第四章 道岔转辙设备	192
第一节 安装提速道岔的意义.....	192
第二节 ZY4 型电动液压转辙机	193

第三节	ZY(ZYJ)7 型电动液压转辙机	200
第四节	道岔外锁闭装置	221
思考题		226
第五章	调度集中与列车调度指挥系统	228
第一节	FZJ-CTC 型分散自律调度集中系统	228
第二节	列车调度指挥系统(TDCS)	259
思考题		275
第六章	机车信号	276
第一节	通用式机车信号	277
第二节	JT1-CZ2000 型主体化机车信号	291
思考题		361
第七章	97 型 25 Hz 相敏轨道电路	362
第一节	电路原理	362
第二节	组成元件及其作用	364
思考题		369
第八章	信号微机监测系统	370
第一节	LWJ98A 型信号微机监测系统简介	370
第二节	LWJ98A 型信号微机监测系统采集原理 及方式	383
第三节	LWJ98A 型信号微机监测系统使用与 维护	385
第四节	LWJ98A 型信号微机监测系统站机的 操作	389
思考题		392
参考文献		393

第一章 闭塞设备

闭塞设备是保证列车在区间运行安全的一种信号设备。目前普遍采用的有半自动闭塞设备和自动闭塞设备两种。半自动闭塞设备一般用于单线区段,采用 64D 型继电半自动闭塞设备;双线区段一般采用自动闭塞设备。自动闭塞设备与半自动闭塞设备相比,不需办理闭塞手续,并可开行追踪列车,既能保证行车安全,又提高了运输效率。随着我国经济的快速发展,要求铁路运输要高速、高密、重载、现代化,大力发展自动闭塞就成为一个方向。

我国以前运用的自动闭塞主要是交流计数电码自动闭塞、极性频率脉冲自动闭塞(简称极频)、移频自动闭塞三种。交流计数电码自动闭塞是 20 世纪 50 年代后期从前苏联引进的,极频、移频自动闭塞是我国 60 年代自行研制的。它们的共同缺点是可靠性不够高,信息量太少,抗干扰能力不够强,不能满足列车提速、增加行车密度、增大载重量和电气化的需要。随着铁路运输的发展,需要发展四显示自动闭塞、双线双向自动闭塞以及列车运行超速防护,而原有自动闭塞不能满足这些要求,急需研制新型自动闭塞。

新型自动闭塞必须适应提高列车运行速度和行车密度的需要,适应重载运输的需要,适应电气化铁路发展的需要;提高设备的可靠性和安全性,并逐步建立起我国的自动闭塞、机车信号和列车运行超速防护的完整体系。但如果丢开现有的发展基础,从头开始研制新制式,无论从时间上和技术发展上都不现实,无疑会延误我们的发展进程。为此应选择一条适

合我国国情的较为便捷的道路:在现有自动闭塞的基础上,吸收国外先进技术,对现有制式作进一步改进和提高。于是,在京广线郑武段电气化工程中引进了法国的 UM71 和 TVM300,引进后进行了二次开发,以适应我国铁路客货混运、股道没有保护区段等特点,通过消化吸收迅速实现国产化。WG-21A 型无绝缘轨道电路移频自动闭塞就是完全国产化的创新产品,它不仅保留了 UM71 设备的优点,而且频率精度、抗干扰能力等指标还优于国外设备。ZPW-2000A 型自动闭塞更有新的突破,解决了关键技术问题,性能高于 UM71。

ZP-89 型移频自动闭塞也是一种新型自动闭塞,它是在原 4 信息移频自动闭塞的基础上研制而成的。在满足系统和器件故障—安全及抗干扰性能的基础上采用集成器件,以减小设备体积,提高可靠性。低频信息增加到 8 个,以满足四显示自动闭塞和速差式机车信号的信息要求。低频和移频振荡电路均采用石英晶体振荡器,以提高频率的稳定度和精度,从而提高了系统的稳定性。在电路结构上考虑电气化和非电气化通用,当电气化改造时,只需将轨道变压器改为扼流变压器,及在接收端增设一个滤波器盘即可。

本书将着重介绍 8 信息移频自动闭塞和 ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞及其预叠加式电码化设备。

第一节 移频自动闭塞基本知识

一、概 述

(一) 发展自动闭塞的必要性

铁路信号设备的主要功能,是保证行车安全和提高运输效率。信号设备可以分为车站信号设备和区间信号设备两大类。自动闭塞设备,是属于铁路区间信号的一种主要设备。

区间信号设备的作用,原来是为了保证在一个区间内,只能有一列列车运行,以防止在区间内发生列车正面冲突和追尾事故,因而就这一点来说,区间闭塞设备是保证列车在区间内安全运行的一种手段。随着铁路运输事业的不断发展和闭塞设备的不断改进,它已经发展为提高区间通过能力的一种极为有效的手段。

1985 年以前,我国铁路区间闭塞设备大量采用的是 64D 和 64F 型继电半自动闭塞,继电半自动闭塞制式,不论闭塞区间长短,只准许运行一列列车,因而它的效能要受很大的限制。当铁路的运量增大,每昼夜列车的运行对数超过一定限度时,半自动闭塞显然已不能满足运输的需要。

自动闭塞不需要办理闭塞手续,并可开行追踪列车,既能保证行车安全,又能提高运输效率。与半自动闭塞相比,自动闭塞具有以下优点:

(1) 两站间的区间允许续行列车追踪运行,可大幅度地提高行车密度,显著地提高区间通过能力。

(2) 不需要办理闭塞手续,简化了办理接发列车的程序,因此既提高了通过能力,又大大减轻了车站值班人员的劳动强度。

(3) 通过信号机的显示能直接反映运行前方列车所在位置以及线路的状态,因而确保了列车在区间运行的安全。

(4) 自动闭塞还能为列车运行超速防护提供连续的速度信息,构成更高层次的列车运行控制系统,保证列车高速运行的安全。

由于自动闭塞具有明显的技术经济效益,所以广泛应用于各国铁路(尤其是双线铁路),同时自动闭塞便于与列车自动控制、行车指挥自动化等系统相结合,已成为现代化铁路不可缺少的基础设备。

(二) 自动闭塞的技术要求

(1) 自动闭塞制式分为三显示和四显示两种。列车运行速度在 120 km/h 以上的区段应采用四显示自动闭塞。

(2) 电气化区段的双线或多线自动闭塞,运输需要时可按双方向运行设计,其他区段的自动闭塞亦宜按双方向运行设计。

双线双方向运行的自动闭塞反方向运行时,可采用自动站间闭塞或自动闭塞。

(3) 客货列车混运的双线自动闭塞区段,列车追踪运行间隔应符合下列规定:

① 双线三显示自动闭塞区段宜采用 7 min 或 8 min,有条件的区段可采用 6 min。

② 采用四显示自动闭塞时,其列车追踪间隔宜采用 5~6 min。

③ 单线三显示自动闭塞宜采用 8 min。

④ 闭塞分区的划分根据实际情况可按规定的列车追踪间隔时间增加或减少,当根据需要增加时不得超过规定追踪时间的 10%。

(4) 三显示自动闭塞宜在规定的列车追踪间隔时间内划分三个闭塞分区排列通过信号机。在区间内遇有困难的上坡道或从车站发车时划分三个闭塞分区有困难时,可按两个闭塞分区划分(按两个闭塞分区设置通过信号机,不得增加规定的列车追踪间隔时间,包括司机确认信号变换显示的时间)。从车站发车还应考虑确认出站信号机显示、车站值班员指示发车信号、车长指示发车信号及列车起动所需的时间。

三显示自动闭塞分区的最小长度,应满足列车的制动距离(该制动距离包括机车信号自动停车装置动作过程中列车所行走的距离,其动作时间不应大于 14 s),其长度不应小于

1 200 m,但采用不大于 8 min 运行间隔时间时,不得小于 1 000 m。进站信号机前方第一个闭塞分区长度,一般不大于 1 500 m。

四显示自动闭塞在规定的运行间隔时间内按四个闭塞分区排列通过信号机。四显示自动闭塞每个闭塞分区的长度,应满足速差制动所需的列车制动距离。列车运行速度超过 120 km/h 时,紧急制动距离由两个及其以上闭塞分区长度来保证。

双线双方向运行的自动闭塞反方向运行时,宜沿用正方向运行时划分的闭塞分区,当闭塞分区的长度不能满足列车制动距离时,可将相邻两闭塞分区合并。反向运行的列车追踪间隔时间可大于正向运行的列车追踪间隔时间。

(5) 自动闭塞通过信号机的设置,除应满足列车牵引计算的有关规定外,还应符合下列原则:

①通过信号机应设在闭塞分区或所间区间的分界处,不应设在停车后可能脱钩的处所,并尽可能不设在启动困难的地点。

②在规定的运行间隔内按三个或四个闭塞分区排列通过信号机,应使列车经常在绿灯状态下运行。

(6) 自动闭塞的通过信号机采用经常点灯方式,并能连续反映所防护闭塞分区的空闲和占用情况。

在单线自动闭塞区段,当一个方向的通过信号机开放后,另一方向的通过信号机须在灭灯状态,与其衔接的车站向区间发车的出站信号机开放后,对方站不能向该区间开放出站信号机。

(7) 当进站或通过信号机红灯灭灯时,其前一架通过信号机应自动显示红灯。

(8) 在自动闭塞区段,当闭塞分区被占用或有关轨道电

路设备失效时,防护该闭塞分区的通过信号机应自动关闭。

在双向运行区段,有关设备失效时,经两站有关人员确认后,可通过规定手续改变运行方向。

(9) 自动闭塞应有与本轨道电路信息相适应的连续式机车信号。四显示自动闭塞必须有超速防护设备。

(10) 在自动闭塞区段内,当货物列车在设于上坡道上的通过信号机前停车后启动困难时,在该信号机上应装容许信号。但在进站信号机前方第一架通过信号机上不得装设容许信号。

(11) 自动闭塞电路及设备应满足铁路信号故障—安全原则。

(12) 自动闭塞必须采用闭路式轨道电路。轨道电路应能实现一次调整。在空闲状态下,当道碴电阻为最小标准值、钢轨阻抗为最大标准值,且交流电源电压为最低标准值时,轨道电路设备应稳定可靠工作。当电源电压和道碴电阻为最大标准值时,用标准分路电阻在轨道电路任意点进行分路,接收设备应确保不工作。

轨道电路的设计长度应不大于极限传输长度的 80%。

轨道电路钢轨绝缘破损时,通过信号机不应出现升级显示。

轨道电路在工频交流、断续电流和迷流干扰的作用下,应有可靠的防护性能。

在电气化区段发生扼流变压器断线时,在两根轨条中无牵引电流及最不利道碴电阻的条件下,接收设备应确保不工作,若不能满足此要求,也应满足扼流变压器断线条件下轨道电路的分路要求。

(13) 当自动闭塞设备故障或外电干扰时,不使敌对信号机开放。

(14) 自动闭塞信号显示应变时间不应大于4 s。

(15) 三显示自动闭塞信息量不应少于4个信息,四显示自动闭塞信息量不应少于5个信息。

(16) 自动闭塞的故障监测和报警设备应满足以下要求:

①监测和报警设备发生故障时,应不影响自动闭塞正常工作。

②监测设备应能连续监督有关设备工作状态。无论主机或副机发生故障均应报警,在双机并联使用时,其中一机故障应不中断系统的正常工作,当采用主、副机倒换方式时,若主机发生故障,应能自动接入副机工作。

(17) 自动闭塞设备应集中装设。

(18) 自动闭塞应有防雷措施,并符合铁路信号有关防雷的规定。

(三) 自动闭塞的种类

自动闭塞在长期发展的过程中,出现过许多不同的制式,总体上它的分类是根据运营上和技术上的特征来进行的。

1. 单向自动闭塞和双向自动闭塞

在单线区段,只有一条线路,既要运行上行列车,又要运行下行列车。为了调整双方向列车的运行,在线路的两侧都要装设通过信号机,这种自动闭塞称为单线双向自动闭塞。

在双线区段,一般采用列车的单方向运行方式,就是一条线路只允许一个方向列车运行。这样在每一条线路的一侧安装通过信号机,被称为双线单向自动闭塞。为了提高运输能力,在双线区段的每一条线路上都设计了双方向运行电路,被称为双线双方向自动闭塞。

单向自动闭塞,只防护列车的尾部;双向自动闭塞,必须对列车的尾部和头部两个方向进行防护。为了防止两方向的列车正面冲突,平时规定一个方向的通过信号机亮灯,另一个

方向的通过信号机灭灯(或双线区段另一个方向的机车信号没有信息),只有在需要改变运行方向,而且在区间空闲的条件下,由车站值班员办理一定的手续后才能允许反方向的列车运行。

2. 三显示自动闭塞和四显示自动闭塞

三显示自动闭塞的通过信号机具有三种显示,能预告列车运行前方两个闭塞分区的状态。当通过信号机所防护的闭塞分区被列车占用时显示红灯;只有它所防护的闭塞分区空闲时显示黄灯;其运行前方有两个及以上的闭塞分区空闲时显示绿灯。三显示自动闭塞,能使列车经常按规定速度在绿灯下运行,并能得到前方一架通过信号机显示的预告,基本上能满足运行要求,又能保证行车安全,得到了较广泛的应用。

列车运行在三显示自动闭塞区段,越过显示黄灯的通过信号机时开始减速,至次架显示红灯的通过信号机前停车,因此要求每个闭塞分区的长度必须不能小于列车的制动距离。随着列车的不断提速,为了提高区间通过能力,采用了四显示自动闭塞。

四显示自动闭塞是在三显示自动闭塞的基础上增加了一种绿黄显示,它能预告列车运行前方三个闭塞分区的状态,允许列车以规定的速度越过绿黄显示后必须减速。

四显示自动闭塞的信号显示具有明确的速差含义,是真正意义的速差式自动闭塞,列车按规定的速度运行,能确保行车安全。四显示自动闭塞能缩短列车运行间隔,缩短闭塞分区长度,提高运输效率。

3. 分散安装式自动闭塞和集中安装式自动闭塞

分散安装式自动闭塞的设备都放置在每个信号点处。分散安装方式优点是造价低,但由于设备安装在铁路沿线,受环境影响大,故其工作稳定性差,故障率较高,也不利于维护。

集中安装式自动闭塞的设备集中放置在车站继电器室内,用电缆与通过信号机相联系。集中安装式自动闭塞极大地改善了设备的工作条件,提高了设备的稳定性和可靠性,十分便于维修,但需大量的电缆,造价较高。

4. 交流计数电码自动闭塞、极频自动闭塞和移频自动闭塞

交流计数电码自动闭塞以交流计数电码轨道电路为基础,以钢轨作为传输通道传递信息,不同信息的特征靠电码脉冲和间隔构成不同的电码组合来区分。

极性频率脉冲自动闭塞(简称极频自动闭塞)以极性频率脉冲轨道电路为基础,以钢轨作为传输通道传递信息,不同信息的特征是靠两种不同极性和每个周期内不同数目的脉冲来区分的。

移频自动闭塞以移频轨道电路为基础,以钢轨作为传输通道传递信息。它是一种选用频率参数作为信息的制式,利用调制方法把规定的调制信号(低频信息)搬移到载频上并形成振荡,由上下边频构成交替变化的移频波形,其交替变化的速率就是低频信息的频率。采用不同载频交叉来防护相邻轨道电路绝缘节的破损、上下行邻线的串漏、站内相邻区段的干扰。对工频及其谐波的防护,采用避开的方法,站内将载频选在工频的偶次谐波上,区间选在奇次谐波上。移频自动闭塞抗干扰性能强,适用于电气化和非电气化区段。但在站内相邻线路干扰和绝缘节破损的情况下,因轨道电路载频单边互相侵入曾发生过险性事故;另外,因频率较高,轨道电路长度受到限制,故已不采用。

5. 有绝缘自动闭塞和无绝缘自动闭塞

随着铁路现代化发展和列车提速的需要,线路不断向长钢轨、无缝化方向发展,但是钢轨绝缘的设置制约了线路向长