

铁路职业教育铁道部规划教材

区间信号

QUJIANXINHAO

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

林瑜筠 主编

中专

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

(中 专)

区间信号

林瑜筠 主 编

杨建光 主 审

中国铁道出版社

2008年·北 京

内 容 简 介

本书全面系统地阐述了铁路区间信号设备的基本知识和基本原理。全书共分五章,包括半自动闭塞和自动站间闭塞、自动闭塞基本知识、UM71 系列自动闭塞、ZPW-2000 系列自动闭塞、自动闭塞改变运行方向电路。本书内容密切结合现场实际,并收纳了最新的科技成果。

本书主要作为中专学校铁道信号专业教材,还可作为成人教育以及现场工程技术人员和信号维修人员的培训教材或参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

区间信号/林瑜筠主编. —北京:中国铁道出版社,
2008.5

铁路职业教育铁道部规划教材. 中专

ISBN 978-7-113-08268-0

I. 区… II. 林… III. 铁路信号-专业学校-教材
IV. U284

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 045841 号

书 名: 区间信号

作 者: 林瑜筠 主编

责任编辑: 武亚雯 刘红梅 电话: 010-51873134 电子邮箱: mm2005@tom.com

封面设计: 陈东山

责任校对: 张玉华

责任印制: 金洪泽

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号, 100054)

印 刷: 三河市华丰印刷厂

版 次: 2008年5月第1版 2008年5月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 12.5 插页: 2 字数: 316 千

书 号: ISBN 978-7-113-08268-0/TP·2555

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,请与本社读者发行部调换。

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

前言

本书为铁路职业教育铁道部规划教材,是根据铁路中专教育铁道信号专业教学计划“区间信号”课程教学大纲编写的。

随着我国铁路发展的进程,尤其是提速战略的实施,加快了区间信号设备发展的步伐。我国铁路正在进行自动闭塞制式的统一,交流计数电码自动闭塞和国产4信息、8信息、18信息移频自动闭塞均存在较多缺陷,不能满足运输生产的需求,必须加速淘汰,代之以ZPW-2000(UM)系列自动闭塞。自动闭塞均设计为双线双向四显示自动闭塞。

2002年出版的铁路职业教育教材《区间信号自动控制》,是以国产8信息和18信息移频自动闭塞为主要内容,已无法适应技术发展和教学面向现代化的需要。因此,在急需适用教材的情况下,本教材应运而生。

本教材编写的宗旨是密切结合铁路现场实际,紧跟现代化信号技术的发展步伐。教材中除了介绍目前仍大量使用的64D型继电半自动闭塞外,并在其基础上介绍计轴自动站间闭塞。自动闭塞部分是本教材的重点,包括UM系列自动闭塞和ZPW-2000系列自动闭塞。自动闭塞电路以双线双向四显示自动闭塞为主,不仅介绍自动闭塞与6502继电集中的结合,而且介绍自动闭塞与计算机联锁的结合。改变运行方向电路则介绍四线制。以上内容基本上覆盖了当前我国铁路区间闭塞设备的绝大部分。

教材中四显示自动闭塞电路根据铁道部的要求按通信信号集团公司研究设计院提供的举例设计作为依据,进行编写。

对于已经淘汰或行将淘汰的64F型继电半自动闭塞,4信息、8信息、18信息移频自动闭塞,交流计数电码自动闭塞,本教材不予介绍。若有个别学校需要介绍这些内容时,请自行补充。

本教材中的主要电路均由插图呈现,不再专编电路图册。

关于机车信号和站内轨道电路电码化的内容已纳入《列车运行控制系统》,本教材不再介绍。

本教材由南京铁道职业技术学院林瑜筠主编,并编写了第一章、第二章、第四章、第五章,锦州铁路运输学校张铁增编写了第三章。洛阳铁路信息工程学校杨建光主审。2007年3月在柳州召开了教材审编会,参加审稿的有:柳州运输职业技术学院李崇芬、孙昆、吴昕慧,南京铁道职业技术学院徐彩霞,天津铁道职业技术学院张万莲,西安铁路职业技术学院李玉冰,武汉铁路职业技术学院冯晓宁,湖南交通工程职业技术学院刘孝凡,华东交通大学职业技术学院涂序跃,兰州交通大学王蓓,内江铁路机械学校姚晓钟。与会老师提出了不少有益的意见。在本教材编写过程中,还得到全路许多单位和同志的支持和帮助,于此一并表示感谢。

由于编者水平有限,资料搜集不全,再加上时间仓促,书中疏漏、不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2008年2月

目 录

绪 论	1
第一章 半自动闭塞与自动站间闭塞	4
第一节 半自动闭塞概述	4
第二节 64D 型继电半自动闭塞	6
第三节 自动站间闭塞	34
思考题	50
第二章 自动闭塞基本知识	52
第一节 自动闭塞概述	52
第二节 区间通过信号机的设置	62
思考题	66
第三章 UM 系列自动闭塞	67
第一节 概述	67
第二节 UM71 轨道电路	71
第三节 UM71 发送器	78
第四节 UM71 接收器	89
第五节 UM71 结合电路	97
第六节 WG-21A 型自动闭塞	103
第七节 UM2000 数字轨道电路	105
思考题	111
第四章 ZPW-2000 系列自动闭塞	112
第一节 ZPW-2000 系列自动闭塞概述	112
第二节 ZPW-2000A 型自动闭塞	116
第三节 ZPW-2000R 型自动闭塞	165
思考题	178
第五章 自动闭塞改变运行方向电路	180
第一节 改变运行方向的办理	180
第二节 改变运行方向电路工作原理	182
思考题	194
参考文献	195

绪 论

区间信号自动控制是铁路区间信号、闭塞及区段自动控制、远程控制技术的总称。所谓区间,是指两个车站(或线路所)之间的铁路线路。相邻两站之间的区间称为站间区间;车站与线路所之间的区间称为所间区间。根据区间线路的数目,分为单线区间、双线区间及多线区间(如三线区间、四线区间)。

车站向区间发车时,必须确认区间无车。在单线区间又必须防止两站同时向一个区间发车,为此要求按照一定的方法组织列车在区间的运行。用信号或凭证,保证列车按照空间间隔制运行的技术方法称为行车闭塞法,简称闭塞。用以完成闭塞作用的设备称为闭塞设备。

最初采用的闭塞制度是时间间隔法,即前行列车和追踪列车之间必须保持一定时间间隔的行车方法。当先行列车出发后,经过一定的时间,才允许后续列车出发。由于先行列车可能在途中减速或因故停留在区间,而且列车运行速度可能和预定计划不一致,故此方法很不可靠。由于列车晚点会打乱行车时间表,因此要求用路票的办法予以辅助。电报和电话应用于铁路行车即所谓电报或电话闭塞,曾起过重要的作用。但当联系错误时,危及行车安全,必须采用两站间闭塞设备互相联锁的办法,即空间间隔法。

空间间隔法是控制前行列车和追踪列车之间保持一定距离的行车方法。一般以相邻两车站之间作为一个区间,或将区间的铁路线路划分为若干个独立的区间(称为“闭塞分区”),一个区间或一个闭塞分区同时只能允许一列列车运行,因此能保证行车安全。它与时间间隔法相比,是一个很大的进步。

行车闭塞制式大致经历了:电报或电话闭塞→路签或路牌闭塞→半自动闭塞→自动闭塞的发展过程。目前我国铁路,双线多采用自动闭塞,单线多为半自动闭塞,路牌闭塞已不存在,路签闭塞也已绝迹。电话闭塞则是当上述基本闭塞设备不能使用时,根据列车调度员的命令所采用的代用闭塞方法。

路签(牌)闭塞是以路签(牌)作为占用区间的凭证,相邻两站都设有电气路签(牌)机,非经两站同意,并办理一定手续,不能从中取出路签(牌);在取出一个路签(牌)后,不能取出第二个。这就保证了同时只有一列列车在区间内运行。

半自动闭塞是以出站信号机或线路所的通过信号机显示的进行信号作为列车占用区间的凭证,发车站的出站信号机或线路所的通过信号机必须经两站同意,办理闭塞手续后才能开放,列车进入区间后自动关闭;而且在列车未到达接车站以前,向该区间发车用的所有信号都不得开放,这就保证了两站间的区间内同时只有一列列车运行。半自动闭塞均由继电电路构成,故称继电半自动闭塞。

但是,半自动闭塞因没有区间空闲检查设备,列车完整到达需要人为确认,存在不安全因素。在半自动闭塞的基础上增加区间空闲检查设备——计轴器或长轨道电路,可完成闭塞手续和到达复原的自动办理,构成自动站间闭塞。

自动闭塞是在列车运行中自动完成闭塞作用的,它将一个区间划分为若干个闭塞分区,每个闭塞分区的起点装设通过信号机,列车运行借助车轮与轨道电路接触发生作用,自动控制通过信号机的显示。这种方式不需要办理闭塞手续,又可开行追踪列车,既保证了行车安全,又

提高了运输效率。自动闭塞比其他各种闭塞方式都要优越,是一种先进的闭塞方式。

自动闭塞技术经济效果显著,受到各国的普遍重视,在技术上不断完善和提高。为适应我国铁路运输现代化的需要,应大力发展自动闭塞。

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。即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。UM71型无绝缘移频自动闭塞,采用谐振式无绝缘轨道电路,工作稳定可靠,具有抗电气化干扰能力强、防雷性能好,有断轨检查功能,能满足速差式自动闭塞和列车运行超速防护的需要。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-2000系列自动闭塞更有新的突破,解决了关键技术问题,性能高于UM71。

移频自动闭塞和国外标准相近,在作进一步改进方面很有前途,应充分引进先进的技术,扩大信息量,完成轨道电路的无绝缘化,采用集成电路、微型计算机等新型器件,在系统的技术性能、可靠性指标、监测功能、双机故障倒换及器件结构等方面有大幅度的提高,形成新一代的国产移频自动闭塞系统。8信息移频自动闭塞和18信息移频自动闭塞就在这种情况下应运而生。

ZP-89型移频自动闭塞是在原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化和非电化通用,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。

ZP·Y1-18型和ZP·Y2-18型均为18信息移频自动闭塞。由于采用微型计算机和数字信号处理等先进技术,成功地解决了信息量少、信干比低、应变时间长等技术难题,实现了多信息、高可靠、高抗干扰、应变速度快等目标。具有18种低频信息,不仅可满足四显示自动闭塞的需要,且可为列车运行超速防护系统提供必要的信息。安全设计为双软件、双CPU、双A/D及安全与门等冗余结构,并具有故障检测报警等功能,符合故障—安全原则,抗干扰能力强,在各种条件下信干比在1:1以上,应变速度快,信息的转换时间不大于2s。通用性强,可在电化和非电化区段通用。

ZP·W1-18型18信息无绝缘移频自动闭塞是在ZP·Y2-18型基础上研制而成的,采用

频标、微型计算机和微电子技术,为电压发送、电流接收、一送一受、自然衰耗式无绝缘轨道电路,较好地解决了轨道电路越区传输和交叉干扰等问题,没有提前分路情况,列车接近分界点明确,有效地缩短了轨道电路二次分路和滞后恢复长度。采用数字信号处理技术,具有较强的抗电化干扰和邻线干扰能力,轨道发送变压器具有轨间电流平衡作用,适用于电化区段。采用自然衰耗隔离方式,适用于低道床电阻轨道电路。系统的接收和发送电子盘 4 种载频通用,实现了设备单一化,采用 $n+1$ 热备工作方式。

但 8 信息、18 信息移频自动闭塞由于载频选择、调制频偏的固有缺陷,使轨道电路存在传输特性差、邻线干扰、半边侵入等问题,尤其是没有断轨检查功能,必须进行技术改造,代之以 ZPW-2000 系列自动闭塞。

在 UM71 国产化的进程中,我国自行开发了具有自主知识产权的 ZPW-2000 系列无绝缘移频自动闭塞。ZPW-2000 系列对 UM71 进行了重大改进,并且予以创新,除采用单片微机和数字信号处理技术外,还解决了调谐区断轨检查、谐振单元断线和调谐区死区长度以及拍频干扰等技术难题,有较高的安全度、可靠的分路保证、断轨检查功能,能抗电气化大电流干扰,传输特性好,适用于无缝线路、双方向、四显示以及发展列车自动控制的要求。ZPW-2000 系列自动闭塞是目前性能最为先进的制式,是我国统一制式的主流自动闭塞,在铁路快速发展的进程中,获得了迅速的发展,已在我国许多主要干线上运用,短短几年已超过 13 000 km,对铁路扩能、提速、提效起着非常重要的作用。必须采用 ZPW-2000 系列统一我国铁路自动闭塞制式,这是今后一个时期自动闭塞发展的基本技术政策。因此,今后在自动闭塞基建、更新改造和大修工程中,应统一采用 ZPW-2000 系列,加速淘汰交流计数电码、极频、4 信息、8 信息、18 信息移频自动闭塞。

建国以来,我国铁路的闭塞设备有了很大的发展。1949 年,我国铁路有 72% 的线路没有闭塞设备,仅在天津一张贵庄间有 10 km 电机半自动闭塞,沈阳一大石桥间有 143 km 的二元三位式交流自动闭塞(两者相加不到营业里程的 2%)以及少量的路牌闭塞。大部分铁路采用的是电话、电报闭塞,行车安全毫无保证。而到 2006 年底,全路有自动闭塞 25 630 km,占闭塞里程的 39.4%。

在铁路快速发展的进程中,自动闭塞设备要提高安全性、可靠性,增加信息量,向数字化方向发展。新建双线区段应同步建设自动闭塞;既有双线半自动闭塞,应进行自动闭塞改造。单线提速及繁忙单线区段,应积极发展单线自动闭塞或者自动站间闭塞,并与 CTC 结合,开辟单线安全扩能的新途径。

第一章

半自动闭塞与自动站间闭塞

第一节 半自动闭塞概述

一、半自动闭塞的基本概念

半自动闭塞是用人工来办理闭塞及开放出站信号机,而由出发列车自动关闭出站信号机并实现区间闭塞的一种闭塞方式。

继电半自动闭塞是以继电电路的逻辑关系来完成两站间闭塞作用的闭塞方式。我国单线铁路采用的是 64D 型继电半自动闭塞。

图 1-1 是单线继电半自动闭塞示意图。在一个区间的相邻两站设一对半自动闭塞机(BB),并经过两站间的闭塞电话线连接起来,通过两站半自动闭塞机的相互控制,保证一个区间同时只有一列车运行。半自动闭塞机应能完成以下作用:

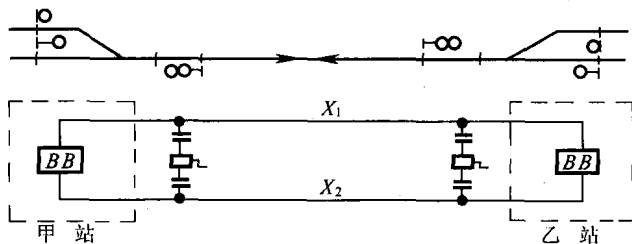


图 1-1 单线继电半自动闭塞示意图

(1)甲站要向乙站发车,必须区间空闲并得到乙站同意后,才能开放出站信号机;

(2)列车从甲站出发后,区间闭塞,两站都不能向该区间发车;

(3)列车到达乙站,车站值班员确认列车整列到达,办理到达复原后,区间才能解除闭塞。

64D 型继电半自动闭塞是结合我国铁路运输的实际情况研制的,它的主要特点是:

(1)发车站和接车站值班员按照“请求—同意”方式共同办理闭塞,大大提高了设备的可靠性。

(2)采用三个不同极性的脉冲构成允许发车信号,而且请求发车信号检查了接车站闭塞机和外线的良好状态,从而提高了闭塞设备的安全性。

(3)在办理闭塞后、开放进站或出站信号机前,允许进行站内调车、变更进路和取消闭塞,因而提高了车站作业效率,适应我国铁路运输的需要。

(4)闭塞电路设计严密,办理手续简便,表示方式清楚。闭塞外线可与既有的闭塞电话线共用;使用的继电器和元件类型少;功耗低,可以用于无交流电源区段;能与各种车站信号设备相结合。

64D 型继电半自动闭塞适应我国单线铁路站间距短、列车成对运行的特点,得到了迅速的发展,在保证行车安全、提高运输效率、改善劳动条件等方面发挥了显著的作用,取得了突出的技术经济效益。

二、半自动闭塞的技术要求

为了保证行车安全,提高运输效率,方便使用和经济,对单线继电半自动闭塞提出以下技术要求:

1. 保证行车安全方面

(1)单线继电半自动闭塞,只有在区间空闲时,由发车站发出请求发车信号并收到接车站的同意接车信号之后,发车站的闭塞机才能开通,出站信号机才能开放。接车站发出同意接车信号后,闭塞机应处于闭塞状态。

(2)当列车出发进入发车轨道电路区段时,双方站的闭塞机均处于闭塞状态。

(3)列车到达接车站,进入并出清轨道电路区段,接车进路解锁并办理到达复原后,才能使双方站的闭塞机复原。

(4)闭塞机处于闭塞状态后,在接车站未发送到达复原信号或事故复原信号之前,当发生各种故障或错误办理时,均不能使接车站闭塞机复原,更不能使发车站闭塞机开通。

(5)发车站闭塞机开通并开放出站信号后,如果轨道电路发生故障,应使双方站闭塞机处于闭塞状态;列车到达接车站,如果轨道电路发生故障,允许使用事故按钮办理事故复原。

(6)继电半自动闭塞专用的轨道电路,其长度不少于 25 m。半自动闭塞专用的轨道电路最好能避免人为无意分路的影响。

(7)继电半自动闭塞的外线,任何一处发生断线、接地、混线、混电以及外电干扰故障时,或错误办理时,均应保证闭塞机不能错误开通。

(8)继电半自动闭塞与站间闭塞电话共用外线时,应保证电话振铃电流不干扰闭塞机的正常运用;使用闭塞机时也不应降低通话质量和影响振铃信号。

(9)继电半自动闭塞电源设备停电恢复时,闭塞机应处于闭塞状态。只有两站值班员确认区间空闲后,用事故按钮才能使闭塞机复原。

2. 提高行车效率方面

(1)闭塞机开通后和列车未出发之前,允许发车站,在出站信号机关闭状态下取消已办好的闭塞或变更发车进路。

(2)闭塞机开通后,在发车站未开放出站信号或接车站未开放进站信号之前,允许进行站内调车作业。

(3)闭塞机应动作迅速,办理简便,表示清楚。具有请求、开通、闭塞、列车出发通知和列车到达等表示。

(4)闭塞机能区分一般通话的呼叫信号和请求发车信号。

(5)闭塞机具有便于检查闭塞设备、轨道电路和外线的性能,以便及时发现故障,迅速修复,保证正常运用。

(6)在保证故障—安全原则下,应尽量减少元件,简化电路,提高闭塞机的可靠性,保证设备安全运用。

三、半自动闭塞的技术改造

半自动闭塞存在的主要问题是区间没有空闲检查设备,须由人工确认列车的整列到达,遇有区间遗留车辆、溜逸等情况,再加上事故复原的安全操作得不到保证,所以行车安全程度不高,并影响运输效率,所以必须对半自动闭塞进行技术改造。

对于繁忙单线,应发展单线自动闭塞。

对于其他单线,应逐步配套区间空闲检查设备,构成自动站间闭塞。自动站间闭塞不同于自动闭塞,它不划分闭塞分区,而把两站间的线路区间作为一个闭塞区间;又不同于半自动闭塞,它可以监督区间的空闲和占用,可以确认列车整列到达,到达复原是自动完成的。

区间空闲检查设备有计轴设备和长轨道电路两种。

计轴器通过设置在区间两端的计轴点,对驶入区间和驶离区间的列车轴数进行记录,并经过传输线将各自的轴数传输到对端进行校核。当两端所记录的轴数一致时,则确认列车完整到达、区间空闲。它具有不受轨道状况、线路状况的影响及抗电化干扰能力强等优点。它不需安装轨道绝缘和绝缘轨距杆,而控制长度可达 20 km,这是轨道电路无法比拟的,因而安装使用及维修均较方便。

长轨道电路方式将区间分为三个轨道电路区段,两端为原上、下行接近区段轨道电路,中间一段采用 25 Hz 轨道电路。只有这三段轨道电路都空闲,才能办理闭塞。列车到达接车站后,只有其全部出清区间,并完成列车进路的两点检查,半自动闭塞设备才能复原。出站信号机开放后,若区间轨道电路发生故障,便自动关闭。25 Hz 长轨道电路发送端的铁磁分频器将 50 Hz 交流电分频为 25 Hz 作为信号源送至轨面,接收端是电子继电器,经其内部的控制电路动作轨道继电器。当区间空闲、线路状态良好时,轨道电路衰耗很小,轨道继电器吸起。当区间被占用时,轨道电路衰耗很大,轨道继电器落下。25 Hz 长轨道电路是目前我国使用的各型轨道电路中在相同钢轨和道砟漏泄条件下,传输距离最长的一种,一般可达 5~6 km。

采用计轴装置检查区间空闲的自动站间闭塞称为计轴自动站间闭塞,采用长轨道电路检查区间空闲的自动站间闭塞称为长轨道电路自动站间闭塞。

在自动站间闭塞区间,原有半自动闭塞可作为备用闭塞设备:区间检查设备正常,区间空闲未办理闭塞时,经操作,自动站间闭塞方式与半自动闭塞方式可以互相转换;区间检查设备故障停用后,经确认区间空闲并具备行车条件后,可按规定作业程序改为半自动闭塞。

第二节 64D 型继电器自动闭塞

一、电路构成原理

在继电半自动闭塞区段,出站信号机显示的绿色信号是列车向区间运行的凭证,所以对出站信号机必须实行严密的控制。在单线区段,为确保“一个区间同时只允许一列列车运行”的原则,首先应排除区间两端的出站信号机同时开放的可能性,当区间内已有一列列车运行时,两站的出站信号机应不能开放。

因此,为了保证行车安全,64D 型单线继电半自动闭塞电路按下列原则进行设计:

(1)为了防护外界电流的干扰,采用“+、-、+”三个不同极性的直流脉冲组合构成允许发车信号。即发车站要发车时,先向接车站发送一个正极性脉冲的请求发车信号;随后由接车站自动发回一个负极性脉冲的回执信号;并且要求收到接车站发来一个正极性脉冲的同意接车信号之后,发车站的出站信号机才能开放。

(2)列车自发车站出发,进入发车站轨道电路区段时,使发车站的闭塞机闭塞,并自动地向接车站发送一个正极性脉冲的列车出发通知信号。这个信号断开接车站的复原继电器电路,保证在列车未到达接车站之前,任何外界电流干扰或发车站错误办理,既不能构成发车站允许发车条件,也不能构成接车站闭塞机的复原条件,从而保证了列车在区间运行的安全。

(3)只有列车到达,并出清接车站轨道电路区段,车站值班员确认列车完整到达,并发送负极性脉冲的到达复原信号之后,才能使两站闭塞机复原,区间才能解除闭塞。

(4) 闭塞机的开通和闭塞等控制电路,是以闭路式原理构成的,并采用安全型继电器,因此当发生瞬间停电或断线等故障时,均能满足“故障—安全”要求。

根据单线继电半自动闭塞电路构成原理的要求,并考虑到当发车站办理请求发车后的取消复原,以及当闭塞设备发生故障时的事故复原,两站间应该传送以下七种闭塞信号:

- (1) 请求发车信号 +; (2) 自动回执信号 -;
- (3) 同意接车信号 +; (4) 出发通知信号 +;
- (5) 到达复原信号 -; (6) 取消复原信号 -;
- (7) 事故复原信号 -。



▷ 手动控制 ▶ 自动控制 ▼ 列车控制

图 1-2 64D 型继电半自动闭塞
两站间传送的闭塞信号

在 64D 型单线继电半自动闭塞中,用正极性脉冲作为办理闭塞用的信号,用负极性脉冲作为闭塞机的复原信号。为了提高安全性,在请求发车和同意接车两个正极性信号之间,又增加一个负极性的自动回执信号。因此,构成允许发车条件,必须具有“+、-、+”三个直流脉冲的组合;而接发一列列车,应在线路上顺序传送“+、-、+、+、-”五个直流脉冲的组合。所以,如果外来单一极性脉冲或多个不同顺序的脉冲干扰,既不能构成允许发车条件,也不能完成一次列车的接发车过程。单线继电半自动闭塞两站间传送的闭塞信号如图 1-2 所示。

二、闭塞设备

64D 型继电半自动闭塞设备由半自动闭塞机、半自动闭塞用的轨道电路、操纵和表示设备以及闭塞电源、闭塞外线等部分组成。此外,在控制电路中还包括了车站的进、出站信号机的控制条件,它们之间以电线相连,借以实现彼此间的电气联系。为了实现闭塞设备之间的相互联系与控制,在相邻两车站上属于同一区间的两台闭塞机之间,用两条外线连接。64D 型继电半自动闭塞设备之间的联系如图 1-3 所示。

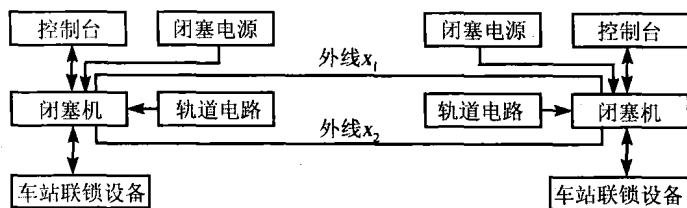


图 1-3 64D 型继电半自动闭塞设备间的联系示意图

1. 轨道电路

64D 型继电半自动闭塞,在每个车站两端进站信号机的内方需装设一段不小于 25 m 的轨道电路。其作用,一是监督列车的出发,使发车站闭塞机闭塞;二是监督列车的到达,然后由接车站值班员办理到达复原。由于这两个作用(尤其是第一个作用)的重要性,即轨道电路的动作直接影响行车安全,所以要求轨道电路不仅能稳定可靠地工作,而且要能满足故障—安全的要求。

在电气集中车站,用进站信号机内方的轨道电路作为半自动闭塞用的轨道电路。

2. 操作和表示设备

单线继电半自动闭塞的操纵和表示设备有:按钮、表示灯、电铃和计数器等。这些元件安装在信号控制台上。

(1) 按钮

为了办理两站间的闭塞和复原要设:

①闭塞按钮 *BSA*:二位自复式按钮,办理请求发车或同意接车时按下。

②复原按钮 *FUA*:二位自复式按钮,办理到达复原或取消复原时按下。

③事故按钮 *SGA*:二位自复式按钮,平时加铅封。当闭塞机因故不能正常复原时,破封按下,使闭塞机复原。

(2)表示灯

车站的每一个接发车方向各设继电半自动闭塞表示灯两组。

①发车表示灯 *FBD*:由黄、绿、红三个光点式表示灯组成。表示灯经常熄灭,黄灯点亮表示本站请求发车,绿灯点亮表示对方站同意发车,红灯点亮表示发车闭塞。

②接车表示灯 *JBD*:由黄、绿、红三个光点式表示灯组成。表示灯经常熄灭,黄灯点亮表示对方站请求接车,绿灯点亮表示本站同意接车,红灯点亮表示接车闭塞。当接、发车表示灯同时点亮红灯时,表示列车到达。

每组三个表示灯用箭头围在一起,箭头表示列车运行的方向。表示灯的排列顺序为,从箭头方向起为黄、绿、红。若车站为计算机联锁采用显示器时,在屏幕上分别用黄、绿、红箭头作为半自动闭塞联系信号,接车方向箭头指向本站,发车方向箭头指向对方站。

(3)电铃 *DL*

电铃是闭塞机的音响信号,在闭塞电路中采用直流 24 V 电铃,它装在控制台里。

当对方站办理请求发车、同意接车或列车从对方站出发时,本站电铃鸣响;当对方站办理取消复原或到达复原时,本站电铃也鸣响。此外,如果接车站轨道电路发生故障时,当列车自发车站出发后,接车站电铃一直鸣响(但此时因电路中串联一个电阻,音量较小),以提醒接车站及时修复轨道电路,准备接车。

为了区别运行方向,车站两端的闭塞电铃可调成不同的音响(可以调整电铃上的螺丝,或在电路中适当地串联一个电阻)。

(4)计数器 *JSQ*

计数器用来记录车站值班员办理事故复原的次数。每按一次 *SGA*, *JSQ* 自动转换一个数字。因为事故复原是在闭塞设备发生故障时的一种特殊复原方法,当使用事故按钮使闭塞机复原时,行车安全完全由车站值班员人为保证,因此必须严加控制。使用时要登记,用后要及时加封,而且由计数器自动记录使用的次数。

3. 闭塞机

闭塞机是闭塞设备的核心,它由继电器和电阻、电容器等元器件组成。在电气集中联锁车站,采用组合式,即将插入式继电器和电阻、电容器安装在组合架上。

(1)继电器

64D 型继电半自动闭塞机每台有 13 个继电器,它们构成继电电路,完成闭塞作用。它们的名称和作用如下:

①正线路继电器 *ZXJ*,接收正极性的闭塞信号。

②负线路继电器 *FXJ*,接收负极性的闭塞信号。

③正电继电器 *ZDJ*,发送正极性的闭塞信号。

④负电继电器 *FDJ*,发送负极性的闭塞信号。

⑤闭塞继电器 *BSJ*,监督和表示闭塞机的状态。闭塞机在定位状态时它吸起,表示区间空闲;作为发车站时当列车占用区间时它落下,作为接车站时发出同意接车信号后它落下,表示区间闭塞。

⑥选择继电器 *XZJ*,选择并区分自动回执信号和复原信号;在办理发车时,监督出站信号

机是否开放。

⑦准备开通继电器 ZKJ , 记录对方站发来的自动回执信号。

⑧开通继电器 KTJ , 记录接车站发来的同意接车信号, 并控制出站信号机的开放。

⑨复原继电器 FUJ , 接收复原信号, 使闭塞机复原。

⑩回执到达继电器 HDJ , 和 TJJ 一起构成自动回执电路发送回执信号以及记录列车到达。

⑪同意接车继电器 TJJ , 记录对方站发来的请求发车信号并使闭塞机转入接车状态, 以及与 HDJ 一起构成自动回执电路。

⑫通知出发继电器 TCJ , 记录对方站发来的列车出发通知信号。

⑬轨道继电器 GDJ , 是现场轨道继电器的复示继电器, 监督列车出发和到达。

这 13 个继电器中, 除了 ZXJ 和 FXJ 采用偏极继电器 ($JPXC-1000$ 型) 外, 其余均为直流无极继电器 ($JWXC-1700$ 型)。

(2) 电阻器和电容器

电阻器和电容器的作用是使继电器缓放。将它们串联后并接在继电器的线圈上, 即构成继电器的缓放电路。电阻器用来限制电容器的充放电电流, 只要适当选择它们的数值, 便可获得较长的缓放时间。这里, 电阻器的规格为 $510\ \Omega/2W$, 电容器为 CDM 型 $100\ \mu F$ 、 $200\ \mu F$ 和 $500\ \mu F$ 三种, 耐压 $25\ V$ 以上。电容器除了上述作用外, 还串接在闭塞电话电路中, 以防止闭塞信号的直流电流影响通话, 一般采用 $2\ \mu F$ 的 CZM 型密封纸介质电容器。

4. 闭塞电源

闭塞电源应连续不间断地供电, 且应保证继电器的端电压不低于工作值的 120% , 以保证闭塞机的可靠动作。64D 型继电半自动闭塞采用直流 $24\ V$ 电源, 可用交流电源整流供电。

继电半自动闭塞的电源分为线路电源和局部电源, 前者用于向邻站发送闭塞信号, 后者供本站闭塞电路用。当站间距离较长, 外线环线电阻超过 $250\ \Omega$ 时, 允许适当提高线路电源电压。

一个车站两端的闭塞机电源应分别设置, 为的是若一端的电源发生故障, 不影响另一端。

半自动闭塞设备的供电视所在车站联锁设备供电的不同而不同。半自动闭塞的局部电源可以和电气集中继电器控制电源合用。凡是电源屏中设置半自动闭塞线路电源的, 可直接引用。若电源屏中未设半自动闭塞线路电源, 则必须在半自动闭塞组合中设一台整流器, 原使用 $ZG-130/0.1$ 型整流器专供线路电源。 $ZG-130/0.1$ 型整流器的交流输入电压 $220\ V$ 或 $110\ V$, 输出功率 $10\ W$, 直流输出电压有 50 、 80 、 $130\ V$ 三种, 可根据需要选用。后研制了专用的 $ZG_1-42/0.5$ 型整流器, 包括变压器、桥式整流器和电容器三部分, 额定容量 $21\ W$, 输入电压交流 $220\ V$, 额定输出电流 $0.5\ A$, 直流输出电压有 24 、 28 、 32 、 36 、 $42\ V$ 五挡。

5. 闭塞机外线

继电半自动闭塞的外线原是与站间闭塞电话线共用的。为了防护外界电源对闭塞机的干扰, 提高闭塞电话的通话质量, 应采用两根外线。当采用电缆作为闭塞外线时, 应将闭塞机外线和闭塞电话外线分开。

闭塞外线的任一处发生断线、接地、混线、混电以及外电干扰故障时, 均不应使闭塞机发生危险侧故障。

由于通信传输手段的现代化, 光纤传输和无线传输越来越普遍, 于是出现了将闭塞信号通过编码, 由光缆或无线进行传输, 以代替电缆传输。

三、办理闭塞手续

单线继电半自动闭塞要求两个车站的值班员共同办理闭塞手续, 其办理手续分为正常办

理、取消复原和事故复原三种。根据列车运行情况 and 设备状态分别采用之。

1. 正常办理

所谓正常办理是指两站间列车的正常运行及闭塞机处于正常状态时的办理方法,共有五个步骤。设甲站为发车站,乙站为接车站,办理步骤如下:

(1) 甲站请求发车

甲站要向乙站发车,甲站值班员应先检查控制台上的接、发车表示灯处于灭灯状态,并确认区间空闲后,通过闭塞电话与乙站联系,然后按下闭塞按钮,向乙站发送请求发车信号。此时,乙站电铃鸣响。当甲站值班员松开闭塞按钮后,乙站自动向甲站发送自动回执信号,使甲站发车表示灯亮黄灯,同时电铃鸣响。当发完自动回执信号后,乙站接车表示灯也亮黄灯。这说明甲站办理请求发车的手续已完成。

(2) 乙站同意甲站发车

乙站如果同意甲站发车,乙站值班员在确认接车表示灯亮黄灯后,按下闭塞按钮,向甲站发送同意接车信号。此时,乙站接车表示灯黄灯熄灭,绿灯点亮,甲站发车表示灯黄灯也熄灭,改亮绿灯,同时电铃鸣响。

至此,两站间完成了一次列车占用区间的办理闭塞手续。闭塞机处于“区间开通”状态,表示乙站同意甲站发车,甲站至乙站方向区间开通,甲站出站信号机可以开放。

(3) 列车从甲站出发

甲站值班员看到发车表示灯亮绿灯,即可办理发车进路,开放出站信号机。当出发列车驶入出站信号机内方,出站信号机自动关闭。当列车驶入进站信号机内方第一个轨道区段时,使甲站发车表示灯变为点红灯,并自动向乙站发送出发通知信号,使乙站接车表示灯也变点红灯,同时电铃鸣响。

至此,双方站的闭塞机均处于“区间闭塞”状态,表明该区间内有一列列车在运行,此时双方站的出站信号机均不能再次开放。

(4) 列车到达乙站

乙站值班员在同意接车后,应准备好列车进路。当接车表示灯由绿变红及电铃鸣响后(说明列车已从邻站开出),应根据列车在区间运行时分的长短,及时建立接车进路,开放进站信号机,准备接车。当列车到达乙站,进入乙站进站信号机内方第一个轨道区段时,乙站的发车表示灯和接车表示灯都亮红灯,表示列车到达。此时,乙站进站信号机自动关闭。

(5) 到达复原

列车全部进入乙站股道后,接车进路解锁。乙站值班员在确认列车完整到达后,按下复原按钮,办理到达复原。此时,乙站接、发车表示灯的红灯均熄灭,同时向甲站发送到达复原信号,使甲站的发车表示灯红灯熄灭,电铃鸣响。

至此,两站闭塞机均恢复定位状态。两站间正常办理闭塞步骤、闭塞机状态示意图如图1-4所示。

2. 取消复原

取消复原是指办理闭塞手续后,列车因故不能发车时,而采用的取消闭塞的方法。取消复

办理闭塞步骤	甲站(发车站)				线路脉冲	乙站(接车站)					
	GD	BSA	DL	FBD		JBD	FBD	DL	FUA	BSA	GD
1. 甲站请求发车		$\downarrow$	$\ominus$	$\otimes$	$\oplus \rightarrow$	$\otimes$		$\ominus$			
2. 乙站同意接车			$\ominus$	$\otimes$	$\leftarrow \oplus$	$\otimes$				$\downarrow$	
3. 列车出发	$\rightarrow$			$\otimes$	$\oplus \rightarrow$	$\otimes$		$\ominus$			
4. 列车到达				$\otimes$		$\otimes$	$\otimes$				$\rightarrow$
5. 到达复原			$\ominus$		$\leftarrow \ominus$				$\downarrow$		

图 1-4 正常办理步骤与闭塞机状态示意图

原有以下三种情况:

(1)发车站请求发车,收到接车站的回执信号后取消复原

此时,发车站的发车表示灯、接车站的接车表示灯均亮黄灯,如果接车站不同意对方站发车,或发车站需取消发车时,经双方联系后可由发车站值班员按下复原按钮办理取消复原。

(2)发车站收到对方站的同意接车信号后,但其出站信号机尚未开放以前取消复原

这时发车站的发车表示灯和接车站的接车表示灯均亮绿灯,如需取消闭塞,也须经两站值班员联系后,由发车站值班员按下复原按钮,办理取消复原。

(3)在电气集中联锁的车站,发车站开放出站信号机后,列车尚未出发之前取消复原

此时若要取消复原,须经两站值班员电话联系后,确认列车未出发,发车站值班员先办理发车进路的取消或人工解锁(视列车接近的情况)。在出站信号机关闭,发车进路解锁后,再按下复原按钮,办理取消复原。

以上三种情况的取消复原,执行者均为发车站值班员,如由接车站值班员办理取消复原,则是无法实现的。

3. 事故复原

使用事故按钮使闭塞机复原的方法,叫事故复原。事故复原是在闭塞机不能正常复原时,所采用的一种特殊复原方法。由于事故复原不检查任何条件,行车安全全靠人为保证,因此两站车站值班员必须共同确认区间没有被占用(列车没有出发、区间没有车运行、列车整列到达),双方出站信号机均关闭,并应在《行车设备检查登记簿》中登记,然后由发生故障一方的车站值班员打开铅封,按下事故按钮使闭塞机复原。

在下列情况下,允许使用事故按钮办理事故复原:

- (1)闭塞电源断电后重新恢复供电时;
- (2)列车到达接车站,因轨道电路故障不能办理到达复原时;
- (3)装有钥匙路签的车站,必须由区间返回原发车站的路用列车时。

加封的事故按钮,破封后不准连续使用。装有计数器的事故按钮,破封后可以继续使用。无论装不装计数器,每办理一次事故复原,车站值班员都应在《行车设备检查登记簿》中登记,并在交接班时登记计数器上的数字,以便明确责任。事故按钮使用后,应及时加封。

四、电路动作程序

64D型继电半自动闭塞机在定位状态时,除BSJ吸起外,其他继电器均处于落下状态;两站的发车表示灯FBD和接车表示灯JBD都熄灭。为了便于叙述,以甲站为发车站,乙站为接车站,按办理闭塞手续的顺序说明电路动作程序。

1. 正常办理

(1)甲站请求向乙站发车

单线继电半自动闭塞,由于相邻两站间的区间用一对闭塞机。因此在闭塞电路设计上,既可作为发车站,又可作为接车站使用。当甲站先按下闭塞按钮时,甲站就成为发车站,而乙站则成为接车站;反之亦然。

甲站要向乙站发车,甲站值班员按下BSA,此时甲站的ZDJ吸起。ZDJ吸起后,一方面使本站的XZJ吸起并自闭,给电容器C₃充电;另一方面向乙站发送一个正极性脉冲的请求发车信号,使乙站的ZXJ吸起。

在乙站,ZXJ吸起后,一方面接通电铃电路,使电铃鸣响;另一方面使HDJ吸起,并给电

容器 C_2 充电。

当甲站值班员松开 BSA 后, ZDJ 因电容器 C_1 的放电而缓放落下后, 请求发车信号结束, 使乙站的 ZXJ 落下, 电铃停响, 并断开了 HDJ 的励磁电路。在 ZXJ 落下和 HDJ 缓放(因 C_2 放电)的时间里接通了 TJJ 电路, 使 TJJ 吸起并自闭。 TJJ 吸起后与 HDJ (在缓放) 共同接通 FDJ 的励磁电路, FDJ 吸起后向甲站发送一个负极性脉冲的自动回执信号。

在甲站, 当收到自动回执信号时 FXJ 吸起。 FXJ 吸起后, 一方面使电铃鸣响, 另一方面经 XZJ 的前接点使 ZKJ 吸起并自闭。 ZKJ 吸起后一方面给电容器 C_2 充电, 另一方面接通了 GDJ 的励磁电路, 使 FBD 亮黄灯, 表示请求发车。

在乙站, 当 HDJ 缓放落下后, 一方面断开了 FDJ 的励磁电路, 当 FDJ 因电容器 C_1 的放电而缓放落下后, 结束自动回执信号; 另一方面使 JBD 亮黄灯, 表示对方站请求发车。

至此, 甲站闭塞机中有 BSJ 、 XZJ 、 ZKJ 和 GDJ 吸起, FBD 亮黄灯, 表示本站请求发车; 乙站闭塞机中有 BSJ 和 TJJ 吸起, JBD 亮黄灯, 表示邻站请求发车。

甲站请求向乙站发车的电路动作程序如图 1-5 所示。

(2) 乙站同意甲站发车

乙站值班员看到接车表示灯亮黄灯, 待电铃停止鸣响后, 按下 BSA , 表示同意接车。此时, 由于乙站的 TJJ 已吸起, 所以使 BSJ 落下。 BSJ 落下后, 一方面使 JBD 亮绿灯, 另一方面接通 ZDJ 电路。

ZDJ 吸起后, 向甲站发送一个正极性脉冲的同意接车信号。

在甲站, 当收到同意接车信号后, ZXJ 吸起, 一方面接通电铃电路使之鸣响, 另一方面接通 KTJ 电路, 使 KTJ 吸起并自闭, 且接通 FBD 的绿灯电路, 使其亮绿灯, 表示邻站同意发车。

当乙站值班员松开 BSA 后, ZDJ 经电容器 C_1 放电而缓放落下后, 停止发送同意接车信号, 使甲站的 ZXJ 落下。

至此, 甲站有 BSJ 、 XZJ 、 ZKJ 、 KTJ 、 GDJ 吸起, FBD 亮绿灯; 乙站只有 TJJ 吸起, JBD

亮绿灯, 表示从甲站至乙站方向的区间开通。

乙站同意甲站发车的电路动作程序如图 1-6 所示。

(3) 列车从甲站出发

甲站值班员看到发车表示灯亮绿灯, 即可办理发车进路, 开放出站信号机, 此时 XZJ 落下。当列车出发驶入出站信号机内

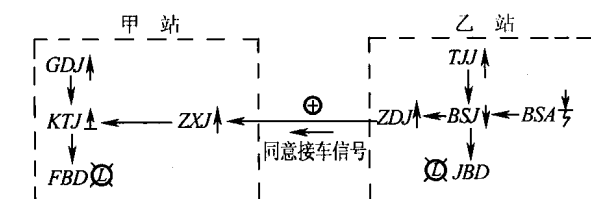


图 1-6 乙站同意甲站发车时的电路动作程序

方, 出站信号机自动关闭。当列车驶入进站信号机内方第一个轨道区段时, 由于 GDJ 落下, 使 BSJ 、 ZKJ 和 KTJ 相继落下。因为 ZKJ 的缓放(电容器 C_2 放电所致), 其落下后才使 KTJ 落下, 所以在 BSJ 已落下和 KTJ 尚未落下的时间里, 使 ZDJ 吸起, 向乙站发送一个正极性脉冲的出发通知信号。

在乙站, 收到出发通知信号后, 使 ZXJ 吸起并接通 TCJ 励磁电路, 使 TCJ 吸起并自闭。 TCJ

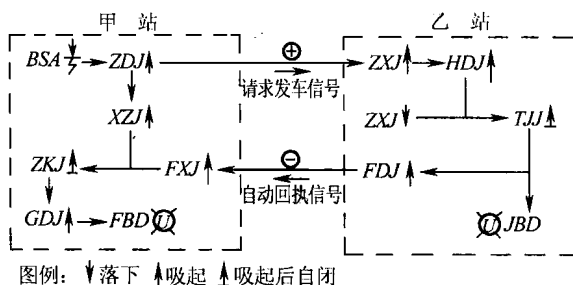


图 1-5 甲站向乙站请求发车的电路动作程序