



普通高等教育铁道部规划教材

铁路信号基础

郭进 主编 覃燕 主审



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁道信号系列教材

铁路信号基础

铁路信号可靠性与安全性

现代铁路信号中的通信技术

铁路信号电磁兼容技术

车站信号自动控制

列车运行控制系统

铁路行车调度指挥自动化系统

编组站综合自动化

郭 进

程荫杭

李开成

杨世武

徐洪泽

唐 涛

蔡伯根

李国宁



TIELU XINHAO JICHU



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

地址：北京市宣武区右安门西街8号

邮编：100054

网址：www.tdjiaocai.com

责任编辑：武亚雯 朱敏洁

封面设计：崔丽芳

ISBN 978-7-113-11084-0



9 787113 110840 >

定 价：50.00 元

普通高等教育铁道部规划教材

铁路信号基础

郭 进 主 编
王晓明 副主编
覃 燕 主 审

中国铁道出版社

2010年·北京



内 容 简 介

本书是普通高等教育铁道部规划教材。本书根据铁路信号技术的最新发展现状,结合铁路信号高级技术人才的培养需求,介绍了当前我国铁路信号技术的基本原理与应用情况。全书共分十三章,分别介绍了铁路信号系统发展概况、信号继电器、信号机和信号表示器、转辙机、轨道电路、车站联锁、区间闭塞、列车运行控制系统、列车调度指挥系统和调度集中、编组站自动化、信号微机监测、防雷和接地装置、城市轨道交通信号设备等。

本书可供铁道信号相关专业的本科生和研究生学习使用,也可供铁道信号工程技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

铁路信号基础/郭进主编. —北京:中国铁道出版社,2010.5

普通高等教育铁道部规划教材

ISBN 978-7-113-11084-0

I. ①铁… II. ①郭… III. ①铁路信号-高等学校-教材 IV. ①U284

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 074056 号

书 名:铁路信号基础

作 者:郭 进 主 编

责任编辑:武亚雯 电话:010-51873134 电子信箱:zhuminjie_0@163.com 教材网址:www.tdjiaocai.com

编辑助理:朱敏洁

特邀编辑:林瑜筠

封面设计:崔丽芳

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:北京鑫正大印刷有限公司

版 次:2010年5月第1版 2010年5月第1次印刷

开 本:787mm×960mm 1/16 印张:26.5 插页:1 字数:572千

印 数:1~3 000册

书 号:ISBN 978-7-113-11084-0

定 价:50.00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

前 言

本书是普通高等教育铁道部规划教材,是由铁道部教材开发领导小组组织编写,并经铁道部相关业务部门审定,适用于高等院校铁路特色专业教学以及铁路专业技术人员使用。本书为铁道信号系列教材之一。

铁路信号技术经历了一百多年的发展历史,逐步成为今天的以保证行车安全、提高运输效率和改善劳动条件为目标的现代化铁路信号系统。在铁路运输系统中,铁路信号肩负着指挥列车运行和调车作业,向行车有关人员指示运行条件,是对行车运行方向、运行间隔、运行进路以及运行速度进行控制的重要基础设施。铁路信号是以电子技术、通信技术、计算机技术、现代控制技术等为手段,根据铁路的特点而形成的一门应用性极强的综合性信息应用学科。它研究的理论和技术是围绕着保证铁路列车运行安全、提高铁路运输效率、及时和准确地提供铁路列车运行信息等方面展开的。

随着铁路运输产业的不断发展,铁路信号逐步发展成为有别于其他控制领域的特殊行业,具有特殊的设计原则,例如“故障—安全”原则,采用各种专用的信号设备,具有特殊的控制方法。为了适应铁道信号技术的发展,满足高等学校铁道信号相关专业学生及铁道信号专业人员对信号基础知识的学习,我们编写本书作为教材及参考书。

本书共分十三章,第一章介绍了铁路信号的发展、作用与基本用途;第二章介绍信号继电器的基本知识与继电电路的设计方法;第三章介绍信号机和信号表示器的显示制度、显示方法与各种信号机的用途;第四章介绍转辙机的基本知识、几种广泛应用转辙机的基本原理与系统构成及道岔锁闭的基本方法;第五章介绍轨道电路基本知识、几种典型轨道电路的原理与应用;第六章介绍车站联锁系统;第七章介绍区间闭塞的原理和几种常用的闭塞方式;第八章介绍列车运行控制系统,包括 CTCS-2 及 CTCS-3 级列控;第九章介绍列车调度指挥系统和调度集中的



结构及原理；第十章介绍编组站自动化技术；第十一章介绍信号微机监测的系统组成和基本原理；第十二章介绍信号设备防雷和接地装置的结构和基本原理；第十三章介绍城市轨道交通信号设备的组成、特点和基本原理。

对于铁道信号专业的本科生，可选择本书第一章至第五章作为铁路信号基础课程的教材，第六章至第十三章作为后续课程的参考内容；对于非铁道信号专业的本科生及研究生，可选择本书作为学习铁道信号技术的教材。

本书由西南交通大学郭进主编，兰州交通大学王晓明副主编。全书由铁道部运输局覃燕主审。西南交通大学王黎、刘利芳、魏艳、杨扬，兰州交通大学李国宁，华东交通大学涂序跃参加了编写。具体编写分工如下：第一章、第七章、第八章由郭进、王黎编写；第二章、第三章、第九章由刘利芳编写；第四章、第五章由魏艳编写，第六章由杨扬编写；第十章由李国宁编写；第十一章、第十二章由涂序跃编写。在教材编写中，林瑜筠提出了一些修改意见，改写和增补了部分内容，并编写了第十三章。

本书编写过程得到了北京全路通号公司设计院、西安铁路信号工厂的支持，在此表示感谢。

由于时间仓促、作者水平有限，书中难免疏漏与错误，恳请读者批评指正。

编者

2010年1月



目 录

第一章 概 述	1
第一节 铁路信号的组成.....	1
第二节 铁路信号的作用.....	5
第三节 铁路信号系统的产生与发展.....	7
第四节 与铁路信号技术密切相关的信息技术	10
第五节 铁路信号的发展趋势与特征	12
复习思考题	13
第二章 信号继电器	15
第一节 继电器概述	15
第二节 安全型继电器	16
第三节 其他类型的继电器	29
第四节 继电器的接点	33
第五节 继电器电路的设计及应用	40
复习思考题	51
第三章 信号机和信号表示器	53
第一节 铁路信号分类	53
第二节 色灯信号机	54
第三节 信号显示制度与方式	58
第四节 信号机的设置	63
第五节 信号表示器	72
复习思考题	74
第四章 转 辙 机	75
第一节 转辙机概述	75
第二节 ZD6 系列电动转辙机	78



第三节	外锁闭装置	88
第四节	S700K 型电动转辙机	93
第五节	ZD(J)9 系列电动转辙机	102
第六节	ZY 系列电液转辙机	105
	复习思考题	111
第五章	轨道电路	113
第一节	轨道电路概述	113
第二节	轨道电路的基本工作状态和基本参数	119
第三节	轨道电路区段划分和极性交叉	123
第四节	工频交流连续式轨道电路	126
第五节	25 Hz 相敏轨道电路	127
第六节	移频轨道电路	136
	复习思考题	144
第六章	车站联锁系统	145
第一节	车站联锁基础	145
第二节	联锁图表	153
第三节	6502 继电集中联锁	161
第四节	计算机联锁	176
	复习思考题	190
第七章	区间闭塞	191
第一节	闭塞概述	191
第二节	半自动闭塞	192
第三节	自动站间闭塞	200
第四节	自动闭塞	204
	复习思考题	210
第八章	列车运行控制系统	212
第一节	列控系统概述	212
第二节	机车信号	219
第三节	列车运行监控记录装置	223
第四节	CTCS-2 系统	226



第五节 CTCS-3 系统	235
第六节 TVM430 列车自动控制系统	248
第七节 站内轨道电路电码化	251
复习思考题	254
第九章 列车调度指挥系统和调度集中	255
第一节 列车调度指挥系统	255
第二节 调度集中	267
复习思考题	279
第十章 编组站自动化	280
第一节 编组站概述	280
第二节 调车驼峰	283
第三节 驼峰信号基础设备	288
第四节 自动化驼峰	294
第五节 峰尾调车集中联锁	309
第六节 编组站综合自动化	312
复习思考题	318
第十一章 信号微机监测	319
第一节 信号微机监测概述	319
第二节 TJWX-2000 型信号微机监测系统	322
第三节 TJWX-2006 型信号微机监测系统	330
第四节 转辙机缺口报警装置	341
复习思考题	343
第十二章 防雷和接地装置	345
第一节 信号设备防雷	345
第二节 信号设备接地装置	359
复习思考题	365
第十三章 城市轨道交通信号设备	366
第一节 城市轨道交通信号设备概述	366
第二节 信号基础设备	373



第三节 联锁设备	386
第四节 列车自动控制(ATC)系统	388
复习思考题	411
参考文献	412



第一章

概 述

铁路信号技术已经历了一百多年的发展,形成了今天的现代铁路信号系统。它是计算机技术、现代通信技术和控制技术在铁路运输生产过程中的具体应用。信号设备是保证行车安全、提高运输效率、改善劳动条件和提升运营管理水平的重要设备,也是铁路实现集中统一指挥的重要手段。现代信号技术已成为实现列车有效控制、提高铁路通过能力、向运输人员提供实时信息的必备手段,是列车提速与发展高速铁路的关键技术之一。铁路信号技术在进入信息时代的今天,已逐步与通信技术、计算机技术走向一体化。随着信息技术和网络技术的发展,铁路信号的传统理念正在改变,信号的功能逐步扩大,铁路信号和通信已由过去的铁路运输的“眼睛”和“耳朵”变成了铁路的“中枢神经”,发挥着越来越重要的作用。在现代铁路运输系统中,由铁路信号构成的信息与控制系统,在铁路运输中占有非常重要的地位,它的发展水平已成为铁路现代化的重要标志之一。

第一节 铁路信号的组成

铁路信号是保证行车安全,提高区间和车站通过能力以及编组站编解能力的自动控制及远程控制技术的总称,其主要功能是保证行车安全,提高运输效率。铁路信号担负着铁路各种行车设备的控制和行车信息的传输,是铁路信息技术的重要组成部分。铁路信号曾经历过机械化、电气化阶段,如今向自动化发展。尤其是随着微电子技术、计算机技术、数传技术的飞跃发展,出现了自动化程度更高、控制范围更大、更集中化的新型信号系统。它们具有网络化、综合化、数字化、智能化的技术特点。

铁路信号包括信号系统和信号设备、器材两个层次。信号系统包括车站联锁、区间闭塞、列车运行控制、行车调度指挥控制、驼峰调车控制、道口信号、信号微机监测等系统。信号设备、器材包括继电器、信号机、轨道电路、转辙机、控制台、电源屏等。

一、信号系统

1. 车站联锁

车站联锁用来控制和监督车站的道岔、进路和信号,并实现它们之间的联锁关系,操纵道



岔和信号机。目前,联锁系统主要有继电集中联锁和计算机联锁。

用继电的方法集中控制和监督全站的道岔、进路和信号机,并实现它们之间联锁的设备称为继电集中联锁。继电集中联锁的全部联锁关系是通过继电电路实现的。车站值班员通过控制台办理进路,自动转换道岔、锁闭进路、开放信号。

计算机联锁是用计算机和其他一些电子、继电器件组成具有故障—安全性能的实时控制系统。计算机联锁的全部联锁关系是通过计算机程序实现的。它与继电集中联锁相比具有十分明显的技术经济优势,它是车站联锁设备的发展方向。

2. 区间闭塞

为保证区间行车安全,要求按照一定的方法组织列车在区间的运行,称为行车闭塞法,简称闭塞。区间闭塞是保证区间行车安全、提高运输效率的系统。

按闭塞方式的不同,闭塞设备主要有半自动闭塞、自动站间闭塞和自动闭塞。

半自动闭塞以出站信号机的允许信号显示作为发车凭证,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,列车进入区间自动关闭。继电半自动闭塞是以继电电路的逻辑关系完成区间的闭塞作用的。必须人工办理闭塞和到达复,因此是半自动的。

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闭塞分区,每个闭塞分区的起点装设通过信号机,列车运行时借助车轮与轨道电路接触发生作用,自动控制信号机的显示。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。

自动站间闭塞在半自动闭塞的基础上,增加区间空闲检查设备,自动检查区间占用或空闲,实现列车到达后的自动复原,构成自动站间闭塞。自动站间闭塞不同于半自动闭塞,其不必人工办理闭塞和到达复原;也不同于自动闭塞,其区间不划分闭塞分区,不设通过信号机。

半自动闭塞主要用于单线铁路,自动闭塞主要用于双线铁路。为满足铁路运输发展的需要,半自动闭塞除繁忙区段改建成自动闭塞外,主要应解决区间空闲检查的问题,构成自动站间闭塞。自动闭塞则逐步改造为高可靠、多信息、四显示的统一制式移频自动闭塞。

3. 列车运行控制

机车信号、列车运行监控记录装置和列车运行超速防护系统都属于列车运行控制系统。列车运行控制系统自动控制列车运行,用来保证行车安全,并以最佳运行速度驾驶列车。

机车信号,是用设在司机室的机车信号机自动反映运行条件,指示司机运行的信号显示制度。机车信号能复示地面信号机的显示,改善司机的瞭望条件。随着机车信号可靠性的不断提高,其逐渐作为行车凭证。为使机车信号在站内也能连续显示,就需在原轨道电路的基础上加设移频信号发送设备,即进行站内轨道电路的电码化。站内轨道电路电码化是列车运行控制系统不可或缺的地面发送设备。



列车运行监控记录装置的功能是监控列车速度,在司机欠清醒或失控的情况下,对列车实施紧急制动,并且可记录运行情况,了解机车运用质量和司机操作水平,对保证列车运行安全,改善对司机、机车的管理发挥着积极作用。

列车运行超速防护系统,包括 CTCS-2 和 CTCS-3。CTCS-2 级列控系统是基于轨道电路加应答器传输列车运行信息的点连式系统,CTCS-3 级列控系统是基于 GSM-R 传输信息的列控系统,它们都是采用目标距离模式监控列车安全运行的列车运行控制系统。

4. 行车调度指挥控制

包括列车调度指挥系统和调度集中的行车调度指挥控制系统,是铁路信号发展的关键性技术,是随着微电子技术、现代通信技术的发展而发展起来的。无论在信息交换、实时控制及调度决策,还是在控制范围上,越来越显示出其优越性,它代表了铁路行车信息与控制技术的发展趋势。

列车调度指挥系统(TDCS)为调度人员提供先进的调度指挥和处理手段,及时提供丰富、可靠的信息和决策依据,提高其应变能力。从而充分发挥现有铁路运输设备的能力,提高了行车指挥的技术水平,并改善调度人员的工作条件和环境,改善铁路运输服务质量。并且为铁道部领导的决策提供真实可靠的信息,实现了调度指挥工作的现代化管理模式。

调度集中(CTC)除了 TDCS 的功能外,主要要完成遥控功能,即自动或由行车调度员在调度所远距离地集中控制本区段内各站的信号机和道岔,办理接、发车进路。

5. 驼峰调车控制

编组站(以及区段站)装备现代化信号设备,是提高解编能力的最有效手段。在编组站信号设备现代化的进程中,重点是驼峰调车的自动化,主要包括驼峰推峰机车速度自动控制、溜放车辆进路自动控制和溜放车辆速度自动控制。

6. 道口信号

道口信号是指示道路上的车辆、行人通过或禁止通过道口的听觉和视觉信号。道口信号是保证道口安全的重要设备。在无人看守道口,它向道路方面显示能否通过道口的信号。在有人看守的道口,它自动通知看守人员列车的接近。

7. 信号微机监测

信号微机监测是运用计算机等技术监测并记录信号设备的主要运行状态,为电务部门掌握设备的运用质量和故障分析提供科学依据。信号微机监测系统是保证行车安全、加强信号设备结合部管理、监测铁路信号设备运用质量的重要行车设备。

二、信号设备、器材

信号设备、器材包括继电器、控制台、电源屏、信号机、轨道电路、转辙机等。

1. 继电器

继电器是一种电励开关,就是一个带接点的电磁铁,是自动控制中常用的电器。它用于接



通或断开电路,构成信号逻辑电路,控制信号机和转辙机等动作。在铁路信号系统中广泛使用各种继电器。

2. 控制台

控制台是车站值班员指挥列车运行和调车作业的控制中心,用来控制道岔的转换和信号的开放,并对进路、信号、道岔进行监督。

3. 电源屏

电源屏是信号系统的供电装置,供给稳定、可靠、符合使用条件的各种交、直流电源。

4. 信号机

为指示列车运行及调车作业的命令,铁路必须根据需要设置各种信号机和信号表示器,它们是各种信号系统中不可缺少的组成部分,信号机用以形成信号显示,防护进路,指示列车和调车车列的运行条件。地面信号是设于车站或区间固定地点的信号机或信号表示器,用来防护站内进路或区间闭塞分区以及道口。机车信号设于机车驾驶室内,用来复示地面信号显示,以及逐步成为行车凭证使用。

5. 轨道电路

轨道电路是利用钢轨作为导体,两端加以机械绝缘(或电气绝缘),接上送电和受电设备构成的,使电流在轨道的一定范围内流通而构成的电路。它用来监督线路上是否有车占用、线路是否完整,以及将列车运行与信号显示等联系起来,即通过轨道电路向列车传递行车信息。轨道电路是铁路信号的重要基础设备,它的性能直接影响行车安全和运输效率。

6. 转辙机

道岔的转换和锁闭,是直接关系行车安全的关键设备。道岔转换的电动方式,是由各类动力转辙机转换和锁闭道岔,易于集中操纵,实现自动化。转辙机是转辙装置的核心和主体,除转辙机本身外,还包括外锁闭装置和各类杆件、安装装置,它们共同完成道岔的转换,改变道岔开通方向,锁闭道岔尖轨(和可动心轨),反映道岔位置。转辙机是重要的信号基础设备,它对于保证行车安全,提高运输效率,改善行车人员的劳动强度,起到非常重要的作用。

三、各种信号系统、设备的关系

在信号系统中,列车运行控制和行车调度指挥控制是关系铁路现代化最重要、最关键的技术,前者直接控制列车的运行速度,后者直接进行列车的调度指挥。车站联锁和区间闭塞是列车运行控制和行车调度指挥控制系统的基础设备。车站联锁提供列车运行的许可,区间闭塞提供列车运行的信息。列车调度指挥系统和调度集中通过车站联锁和区间闭塞采集行车信息,调度集中通过车站联锁完成遥控功能。

车站联锁系统的基础设备包括继电器、信号机、轨道电路、转辙机、控制台、电源屏等,它们和车站联锁主机(继电电路或者计算机)共同构成车站联锁系统,完成联锁功能。

区间闭塞的基础设备也包括继电器、信号机、轨道电路、电源屏等,它们和区间闭塞主机



(继电电路或者计算机)共同构成区间闭塞系统,完成闭塞功能。

车站联锁和区间闭塞必须相互结合,共同完成保证行车安全的功能。

驼峰调车控制的基础设备包括继电器、信号机、轨道电路、转辙机、控制台、电源屏,以及车辆减速器、各种测量设备等,共同构成驼峰调车控制系统,完成驼峰推峰机车速度自动控制、溜放车辆进路自动控制和溜放车辆速度自动控制的功能。

道口信号的基础设备包括继电器、信号机、轨道电路、电源等,它们和道口信号电路共同构成道口信号系统,完成防护道口的功能。

信号微机监测则对各种信号设备进行监测,保证设备的运用质量。

铁路信号的组成和相互关系如图 1-1 所示。

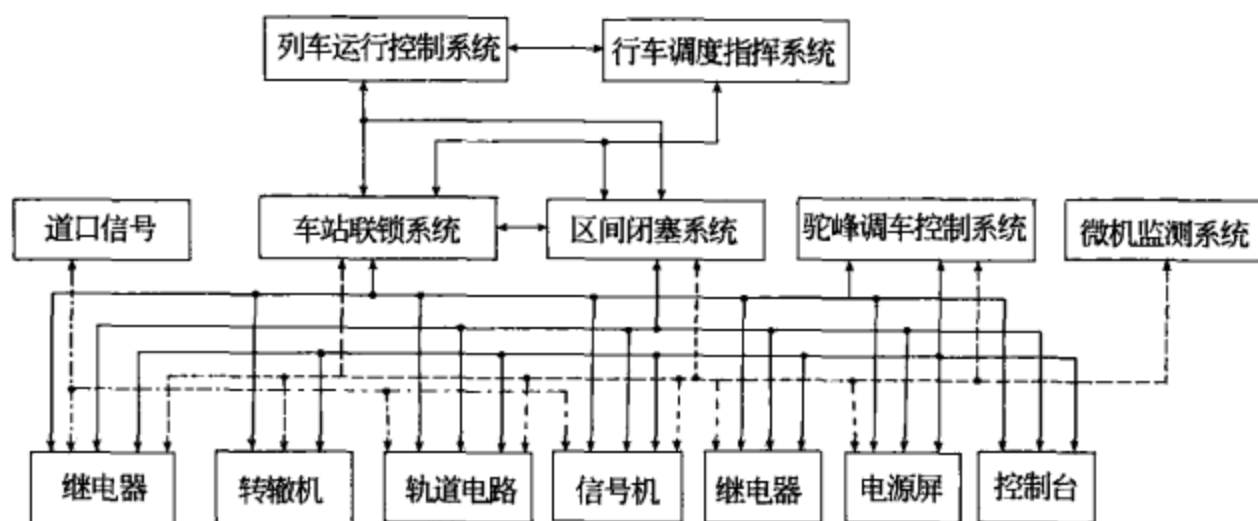


图 1-1 铁路信号的组成和相互关系

第二节 铁路信号的作用

铁路信号的作用主要包括:统一调度指挥列车运行、保证行车安全、提高运输效率、改善劳动强度。铁路信号的任务包括:按照运输计划与运输方案指挥行车,进行进路控制、速度控制,实现列车安全运行,提高列车运行速度和密度;提供车列编组与解体的自动化手段,提高列车编组、解体作业效率,缩短车辆周转时间。

一、保障铁路运输安全

铁路运输的基本任务是运送旅客,运送工农业生产和国防建设所需要的货物。因为要切实保证旅客和货物平安完整地运送到目的地,所以,运输的安全是运输业中永恒的主题。

在运输实践中,即使铁路线路、桥梁、机车和车辆等设备在良好的情况下,也会发生列车冲突和颠覆事故。发生列车冲突的原因可能是两列或多列列车同时占用一个空间造成的,或是由于道岔位置不正确而导致列车驶入异线而造成冲撞。另外,列车速度超过了线路限制速度



也会引起颠覆事故。为保证安全,把铁路线路划分成若干段,每一段为一个空间,在一个空间内只允许一列列车按规定速度运行。怎么能保证一个空间只允许一列列车运行?就要在划定的空间入口处设置信号机以指挥列车能否驶入该空间。信号机的开放,必须检查线路的空闲、道岔位置的正确和敌对信号的关闭,防止人为错误操作等,安全技术与信号控制技术相结合,就构成了铁路信号安全系统。

信号机的显示作为列车安全运行的凭证,显示运行信号,允许列车驶入所防护的空间;显示禁止信号,则不准列车驶入该空间,当信号设备发生故障时,应立即关闭信号,给出禁止信号,禁止列车驶入信号机防护的空间,这就是铁路信号系统中的故障—安全原则。

铁路信号的另一种意义是对行车人员发出指示列车运行和调车工作的命令,行车人员必须按照信号的指示行事。目前主要采用视觉信号,这种信号只指明安全运行条件,而列车运行的安全在很大程度上掌握在司机手中。当铁路运输发展到高速、高密和重载的情况时,增大了识别信号和驾驶的难度,甚至发生冒进信号的事故。因此,仅靠视觉信号显示,来保证行车安全就不能满足实际需要了,而需要将视觉信号转换成电信号,作为列车速度控制系统的一个参量,即使在人工驾驶失控时,至少可防止列车冒进信号。于是就出现了超速防护和速度自动调整等列车速度控制系统。这些列车速度控制系统也必须是故障—安全的,即系统发生故障时,必须使列车减速甚至停车。

总之,铁路信号系统是为了保证运输安全而诞生和发展的,系统的第一使命是保证行车安全,也可以这样说,没有铁路信号,也就没有铁路运输的安全。

二、提高运输效率、改善劳动条件、提高服务质量

在铁路运输中,如何能提高铁路运输效率,达到高速、高密和重载,这是运输业追求的目标。铁路信号技术的发展对提高列车密度和运输能力具有重要作用。例如:自动闭塞的应用,使得组织追踪运行成为可能,从而增加了列车密度。双线自动闭塞提高通过能力尤为明显,按8 min、7 min、6 min 间隔计算,每昼夜平行运行能力,可由半自动闭塞的40对分别提高到180对、205对、240对。采用CTCS-2级列控系统,可以使追踪间隔缩短至3 min,提高车站电气集中的装备率,可以增加车站通过能力。电气集中与非集中联锁比较,咽喉通过能力可提高50%~80%,到发线通过能力可提高15%~20%。发展自动化驼峰编组场,可提高编解能力15%左右,使点线能力得到协调。

铁路信号技术的发展还为行车部门提高了劳动生产率,节省了大量行车人员。据统计,电务部门装备使行车人员劳动生产率10年提高了50%,至少减少6万人,同时在减轻劳动强度与风险、减少人员伤亡等方面也取得明显的社会效益,给铁路增产不增人奠定了一定的物质基础。

铁路信号技术的发展促进了旅客服务系统、货运查询系统等技术进步,可以向旅客提供有关列车到、发信息服务,为货主及时掌握货物达到时间提供极大方便。



三、铁路信息化系统基础信息采集

现代化铁路的标志是信息化,铁路信息化离不开基础信息的采集,因此,信号技术发展的一个新要求是为铁路管理系统中其他子系统,如,旅客服务子系统、货运管理子系统等提供基础信息服务。铁路信号系统作为底层信息采集及控制执行部分,能够快速而且准确地完成各种行车设备状况的信息采集和传输,用信号系统采集的信息能保证安全运输和最大限度地发挥各种行车设备的能力,并且为实现铁路信息化奠定基础,有助于提高运营效率及服务质量。

第三节 铁路信号系统的产生与发展

一、铁路信号发展历程

1825年,铁路在英国诞生,由于火车只能在固定的轨道上跑,如果在列车行驶的路径中,出现“第二者”,后果不堪设想。因此,最早的列车运行时,用一人持信号旗骑马前行,引导列车前进。随着列车速度提高,这种方式很快被淘汰。1832年,美国在纽卡斯尔—法兰西堂铁路线上开始使用球形固定信号装置,如果列车准时到达,则悬挂白球,如晚点,则挂黑球,这种信号机每隔5 km安装一架。铁路员工用望远镜瞭望,沿线互传消息,以传达列车运行的消息。1841年英国人古利高里发明了安装在一个高柱上的长方形的臂板式信号机,以臂板放水平位表示停车,向下倾斜45°表示行进。以后由于夜间行车需要又出现了色灯信号机。早期的信号操纵是由人站在机柱下扳动,以后改为将导线连到值班房进行操纵,减轻了工人劳动强度。1872年美国人W·鲁宾逊发明了轨道电路,开始了列车自动控制信号的新时代。以前的铁路信号主要解决基本的“视力”问题。地面信号向司机提供视觉信号,但由于地形和气候条件的影响,司机往往不能在规定的距离上及时瞭望到前方信号机的显示,因而有产生冒进信号的危险。因此,发明了机车信号设备,将地面的视觉信号引入司机室,改善了司机的瞭望条件。但是,机车信号无法防止由于司机失去警惕而发生危及列车运行安全,于是就研制了列车自动停车ATS(Automatic Train Stop)设备,其功能是当地面信号的“禁止命令”未被司机接受就强迫列车自动停车。随着列车速度提高,特别是高速铁路的发展,为了克服由于列车超速而产生的列车颠覆事故,列车超速防护设备ATP得到发展,并被广泛使用。随着自动控制技术及其他技术的发展,列车运行自动控制系统已经应用于轨道交通系统。因此,铁路信号已经从最初阶段提供“视力”的传统信号逐步演变成为一个列车闭环自动控制系统。

为了提高运输能力,行车密度逐步增加,提出了安全行车间隔问题,产生了闭塞技术及相关区间信号技术。1851年英国铁路用电报机实行闭塞制度,区间信号技术经历了电话、电气路签、电气路牌闭塞,到后来的半自动闭塞、自动闭塞的发展历程,正在向移动闭塞技术发展。