

铁路职业教育铁道部规划教材

调度集中和列车调度指挥系统

DIAODU JIZHONG HE LIECHE DIAODU ZHIHUI XITONG

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

侯启同 / 主编 张国侯 / 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

调度集中和列车 调度指挥系统

侯启同 主 编
张国侯 副主编
刘湘国 主 审

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

本教材为铁路职业教育铁道部规划教材。本书系统地介绍了铁路列车调度指挥系统(TDCS)和新一代调度集中 CTC 系统。主要内容包括:铁路运输调度系统概述、远程控制系统的基本知识、铁路列车调度指挥系统(TDCS)、分散自律调度集中(CTC)系统。讲述了 TDCS 和 CTC 系统的网络结构、设备构成、工作原理、系统功能、设备的维护和故障处理方法。

本书主要作为铁道职业教育信号专业教材,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技术参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

调度集中和列车调度指挥系统/侯启同主编. —北京:
中国铁道出版社,2008. 11
铁路职业教育铁道部规划教材
ISBN 978-7-113-09182-8

I. 调… II. 侯… III. 铁路行车—运输调度—管理
信息系统—职业教育—教材 IV. U284. 59

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 163697 号

书 名:调度集中和列车调度指挥系统

作 者:侯启同 主编

责任编辑:武亚雯 刘红梅 电话:(010)51873132 电子信箱:WYW716@163.com

特邀编辑:林瑜筠

封面设计:陈东山

责任校对:孙 玫

责任印制:金洪泽 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:中国铁道出版社印刷厂

版 次:2008年11月第1版 2008年11月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:11.5 字数:288 千

书 号:ISBN 978-7-113-09182-8/TP·2972

定 价:23.00 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

本教材由铁道部教材开发小组统一规划,为铁路职业教育规划教材。本教材是根据铁路高职教育铁道信号专业教学计划“调度集中和列车调度指挥系统”课程教学大纲编写的,由铁路职业教育铁道信号专业教学指导委员会组织,并经铁路职业教育铁道信号专业教材编审组审定。

铁路信息化建设是铁路快速发展的重要任务,现代化的铁路运输调度指挥方法是铁路运输管理现代化的重要标志,也是铁路运输信息化建设和应用的重点。铁路列车调度指挥系统(TDCS)以信息技术改变了传统的调度指挥模式,实现了透明指挥。新一代的调度集中系统则是改变了传统调度控制模式,解决了调车控制权频繁交换的瓶颈问题。铁路列车调度指挥系统(TDCS)已在全路迅速普及,新一代分散自律调度集中系统也在蓬勃发展,TDCS/CTC是铁路发展的重点技术,也是信号工作人员必须掌握的信号新技术。

本教材根据高职职业教育的特点,按照铁路职业教育的能力培养目标进行编写。全教材分为四章,第一章介绍了列车调度指挥和调度集中系统的发展历史阶段,在铁路运输和铁路信息化建设中的主要作用和重要地位;第二章是相关基础知识,主要讲述铁道信号远程控制技术的概念、数字通信的基础知识和系统特点;第三章是列车调度指挥系统,主要讲述系统的体系结构、工作原理、功能特点、系统管理和网络安全管理、与其他系统的接口、系统的维护和故障诊断等;第四章是新一代分散自律调度集中系统,主要讲述分散自律调度集中系统的结构特征、工作原理、功能特点、系统组网要求、配套设备、与其他系统的接口、系统的维护和故障诊断。

本教材中用楷体编排的部分,中专可以选学。

本教材由天津铁道职业技术学院侯启同主编,南京铁道职业技术学院张国侯副主编,湖南交通工程职业技术学院刘湘国主审。参加编写的还有武汉铁道职业技术学院余红梅,柳州运输职业技术学院徐成贵,天津铁道职业技术学院王素倩。其中侯启同编写第一章、第三章第一节~第七节,侯启同、徐成贵、余红梅、王素倩编写第三章第八节~第九节,余红梅编写第二章,张国侯编写第四章第一节~第七节,张国侯、余红梅编写第四章第八节。该教材2008年4月在长沙召开了审稿会,参加审稿的有铁道信号专业委员会姚晓钟(内江铁路机械学校),翟红兵(辽宁铁道职业技术学院),张仕雄(武汉铁路职业技术学院),李玉冰(西安铁路职业技术学院),陈红霞(南京铁道职业技术学院),于久成(重庆铁路高级技工学校)。

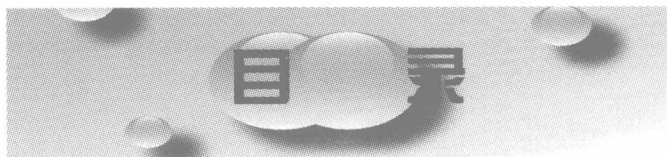
在教材编写过程中,特别感谢铁道部运输局基础部李萍和靳俊在百忙之中给与审核、指导,并提出宝贵意见。另外,感谢铁道科学研究院通号所秦燕燕、王壮锋、路越,北京全路通信信号研究设计院张晓莉、农宏义,北京交大微联公司单冬,卡斯柯信号有限公司李鹏、杨英,天津电务段赵燕、韩伟等给与的支持和帮助。在查找文献和技术资料的过程中,得到了天津铁路职业技术学院赵丽娟和吕华的帮助,在此一并表示感谢。

教材初稿完成后,在南京铁道职业技术学院林瑜筠指导下,进行了一次全面的修改。

由于编者水平有限,资料收集不全,再加上时间较为仓促以及设备更新发展较快,书中疏漏、不妥之处恳请广大读者予以批评指正。

编者

2008年10月



第一章 概 述	1
第一节 铁路运输调度的组织管理	1
第二节 铁路运输调度指挥自动控制系统	4
复习思考题	10
第二章 远程控制系统的的基础知识	11
第一节 远程控制系统的的基本概念	11
第二节 数据通信基础知识	14
第三节 差错控制和电码结构	26
复习思考题	35
第三章 铁路列车调度指挥系统(TDCS)	36
第一节 TDCS 概述	36
第二节 TDCS 的体系结构	40
第三节 铁道部调度指挥中心 TDCS	45
第四节 铁路局调度所 TDCS	50
第五节 车站 TDCS	65
第六节 局间分界口 TDCS	90
第七节 TDCS 与其他系统的接口	92
第八节 TDCS 的网络管理与网络安全	96
第九节 TDCS 的维护与故障处理	103
复习思考题	120
第四章 分散自律调度集中(CTC)系统	122
第一节 CTC 系统概述	122
第二节 CTC 系统体系结构	124
第三节 CTC 系统功能与基本原理	130
第四节 铁路局调度中心 CTC 设备	140
第五节 车站自律机	144
第六节 CTC 系统的控制	148
第七节 CTC 与其他系统的结合	159
第八节 CTC 系统的维护	170
复习思考题	174
附 录 相关名词术语(缩略词)英中对照	176
参考文献	178

第一章

概 述

第一节 铁路运输调度的组织管理

铁路运输生产过程是在全国纵横交错的铁路网上进行的,我国铁路网拥有数万公里线路,几千个车站,配有大量的技术装备,设置了各种职能部门。铁路运输生产具有线长、点多、面广、多工种联合作业的特点,而且铁路运输生产昼夜不停,因此被形容为一架庞大的联动机。为维护铁路运输正常秩序,全面完成铁路运输任务,就要坚持高度集中、统一领导,使各个环节紧密联系协同动作,才能把与运输有关的各部门连成一个统一的整体,保证安全、迅速、准确、经济地完成客货运输任务。

铁路运输的核心工作就是运输组织工作——协调各生产环节和专业部门,组织运输生产。为此建立了一套铁路运输调度机构,通过调度工作对日常运输生产进行计划、调整、组织、监督、协调、指挥。尤其是对列车运行,进行不间断地组织、指挥与监督,从而使全路能够连续、均衡、合理、高效地进行运输生产。也就是说只要是与铁路运输相关的各部门、各工种都必须在运输调度的统一组织指挥下进行生产活动。

铁路运输调度的基本任务是:正确地编制和执行运输工作日常计划;科学组织客流、货流和车流,搞好均衡运输;经济合理地使用机车、车辆及其他运输设备;组织与运输有关的各部门紧密配合、协同动作,挖掘运输潜力,提高运输效率,努力完成铁路运输任务,为社会主义经济建设和国防建设服务。

一、铁路行车组织

1. 行车组织

铁路运输组织工作主要由客运组织、货运组织和行车组织三大部分组成。行车组织主要是组织列车按运行计划行车,凡与列车运行、机车和调车车列移动有关的各项作业和工作都属于行车组织的范围。行车组织是铁路运输组织工作的主要内容,是铁路运输生产组织最核心的部分,是综合运用各种运输技术装备、组织协调运输生产活动的技术业务。它通过采用先进的行车方式和组织方法,密切与铁路内部各专业部门和铁路外部各企业单位间的联合协作,建立正常稳定的运输生产秩序,充分发挥各种运输技术设备的效能,保证安全、正点、优质、高效地完成客、货运输任务。行车组织工作成果,是完成运输生产活动中各部门的共同成果,直接影响铁路运输的经济效益。

全国铁路行车组织工作,应根据《铁路技术管理规程》(以下简称《技规》)规定办理。各铁路局应根据规程规定的原则,结合管内具体条件,制定《行车组织规则》(以下简称《行规》)。铁路行车组织工作,必须贯彻安全生产的方针,坚持高度集中、统一领导、逐级负责的

原则,发扬协作精神,车务、机务、车辆、供电、工务、电务等部门要主动配合,协同动作,完成铁路运输任务。

行车组织主要包括:车站技术作业组织、车流组织、列车运行图、铁路运输工作技术计划和调度工作。其中列车运行图是铁路行车组织工作的基础,所有与列车运行有关的铁路各部门,必须按列车运行图的要求,组织本部门的工作,以保证列车按运行图运行。

2. 行车指挥

车站值班员是车站行、调车工作的领导人和组织者,他负责组织和指挥车站的行、调车活动,以实现班生产计划。凡划分车场的车站,车场间接发列车进路互有关联的行车事项,由指定的车站值班员统一指挥。列车或单机在车站时,所有乘务人员应按车站值班员的指挥进行工作。在调度集中区段,有关行车工作由该区段列车调度员直接指挥,但转为车站控制时,由车站值班员指挥。车站值班员直接担负着铁路运输行车指挥协调、组织管理的重要职责。其指挥接发车工作包括:接受预告;填写《行车日志》;确定接车进路、发车进路;通知助理值班员,听取复诵;开放信号;接发车;列车通过;填写《行车日志》;向列车调度员报点。

列车调度员负责组织实现列车运行图、编组计划、运输方案。铁路局间的行车调度由铁道部列车调度员指挥,铁路局管内各区段间的行车调度由铁路局列车调度员指挥,一个调度区段内由本区段列车调度员统一指挥。有关行车人员必须执行列车调度员命令,服从调度指挥,并认真执行车机联控制度。

二、铁路运输调度管理体制

根据铁路运输组织工作的需要,目前,我国铁路运输调度实行分级管理、集中统一指挥的原则。我国铁路目前的管理体制实行的是铁道部——铁路局——站段三级管理,铁路运输调度的设置为:铁道部运输局设调度处,铁路局设调度所,技术站段设调度室。

铁路运输调度工作,实行分级管理、统一指挥的原则。有关铁路运输人员必须服从各级调度的统一指挥,各级调度都必须上级调度的统一指挥下,负责各级调度指挥,从而保证逐级完成统一的运输计划。

1. 铁道部运输局调度处主要职责范围

铁道部运输局调度部主要负责全国铁路的日常运输组织指挥工作,主要职责为:

(1)集中统一管理全路运输调度指挥,负责组织全路的货流、车流,平衡各铁路局的运用车保有量,经济合理地使用机车车辆及其他运输设备,充分利用通过能力,编制全路运输工作日常计划并组织各铁路局完成。

(2)监督、检查各铁路局按列车编组计划编组列车、按列车运行图行车、按运输方案组织运输,督促组织各铁路局按部批计划均衡地完成局间分界站列车、车辆的交接任务,及时处理局间分界口出现的问题。

(3)负责全路日常运输工作完成情况的分析及技术教育工作,不断提高全路调度组织指挥水平。

(4)按阶段收取各铁路局调度工作报告,检查日常运输工作完成情况。

2. 铁路局调度所主要职责范围

由铁路局调度所负责组织指挥全铁路局的日常运输组织指挥工作,主要职责为:

(1)负责全铁路局管内的货流、车流组织及车流调整,按阶段均衡地完成铁道部下达的车流调整计划,经济合理地使用机车车辆以及其他运输设备,平衡各站段的运用车保有量,充分

利用通过能力,编制全铁路局运输工作日常计划并组织站段完成。

(2) 监督、检查各站段按列车编组计划编组列车、按列车运行图行车、按运输方案组织运输,督促组织各站段按部批计划组织列车在分界口均衡完成交接任务,及时洽商、处理分界口出现的问题。

(3) 负责全铁路局日常运输工作完成情况的分析及技术教育工作,不断改进全铁路局调度工作,提高运输组织指挥水平。

(4) 及时收取、上报调度工作报告,检查日常运输工作完成情况。

3. 车站调度室主要职责范围

(1) 及时掌握货源、货流、车流,根据铁路局下达的日(班)计划,正确编制和组织实现车站的班计划和阶段计划,按时完成每班阶段计划的任务。

(2) 经济合理地运用车站技术设备和能力,组织有关部门、单位密切配合,协同动作,按作业计划、技术作业过程和各项时间标准,完成编组和解体列车的任务。

(3) 及时收集到达列车的预、确报,掌握车流变化,正确推算现车和指标,按阶段向铁路局调度所汇报车流和车站作业情况、向邻站作出正确的列车预报。

(4) 认真分析考核车站日常作业计划的兑现情况和日常运输生产完成情况,及时向铁路局上报调度工作报告。

三、传统行车指挥方法与行车指挥自动控制

在传统的行车指挥中,行车调度的工作过程以人工方式为主,即是以调度电话为主要工具,建立在人与人之间,通过口头联系完成的。调度员通过调度电话向车站值班员下达列车运行计划和调度命令,了解和监视列车的运行情况,同时记录列车运行实绩,并手工画出列车实绩运行图;通过实绩运行图和计划运行图的比较,确定列车交会、越行的地点;而列车在两站之间(区间)的位置,调度员只能进行估算。当列车受干扰偏离计划运行图,例如列车在区间晚点,必须等列车到达下一个车站时,通过该站值班员电话报告才能知道晚点多少,然后再调整计划,并下达至车站,命令车站值班员按调整计划接发列车,并转告司机。

传统指挥方式是间接了解运行情况后作出判断的,因此可形容其为“看不见摸不着情况下的行车指挥”,这种行车指挥方法的主要缺点就是行车信息延迟和传递时可能发生差错,而且劳动强度大。

为了改变这种状况,及时了解每次列车的运行情况,采用了行车指挥自动控制技术,通过铁路信号系统,自动收集列车运行情况、车站信号设备状态,将列车在整个管辖区段内运行线路的状态、各车站信号机显示的状态、道岔位置、其他列车占用线路的情况等及时准确地反映到本调度管辖区段的调度所里,实现对铁路沿线设备状态的监视和控制,这样,调度员就能够及时了解每次列车的运行情况,调度指挥工作也由间接了解情况转变为直接监视和控制,相当于调度员的眼和手的作用范围扩大了,调度员能及时根据所掌握的相关信息及现场情况进行分析判断,统一指挥列车的运行和作业,使行车指挥工作水平和调度工作质量大大提高,改善了调度员的工作环境,从而更好地、更有效地完成行车指挥工作,达到预期的效益。

铁路行车指挥自动控制系统就是采用先进的科学技术,对一定地域范围内运行的全部列车进行集中监视和实时控制,是收集列车运行信息和控制行车设备的主要系统,使列车调度员能对所管辖范围内的区段,或整个枢纽内运行的列车进行实时集中调度指挥,使之成为行车调度员所需的看得见、管得住、可对话、能自动记录列车运行实绩的现代化行车指挥技术装备。

行车指挥自动控制系统是行车指挥向自动化、信息化发展的重要手段,它使集中调度的区段长度由几百公里扩展到几千公里,形成行车指挥控制中心。随着我国铁路运输向高速、高密、重载发展的要求,行车指挥自动控制系统对于提高铁路行车调度指挥效率和质量有着非常重要意义。

四、信号系统在铁路运输调度指挥中的作用和地位

随着对铁路运输组织工作要求的不断提高,铁路信号系统在铁路运输中的地位和作用越来越重要。铁路信号系统已逐步扩展到提高铁路行车效率、改善经营管理、降低调度人员劳动强度的重要方面,使铁路行车指挥实现了向信息化方式的重大突破和质的飞跃,彻底摆脱了落后的人工方式,告别了传统,迈入现代化。特别是随着远程控制技术、计算机技术、现代通信技术的飞速发展,铁路信号系统,包括行车调度指挥自动化系统获得了长足的进步,有效地促进了铁路现代化的进程,在铁路运输中起着越来越重要的不可替代的作用。

第二节 铁路运输调度指挥自动控制系统

一、铁路运输调度指挥自动控制系统

铁路运输指挥自动控制系统是指为满足铁路运输调度指挥的要求,利用自动控制技术、远程控制技术和信息技术等,通过对铁路车站信号设备、区间信号设备等进行远程控制和监测,从而对一定地域范围内运行的全部列车进行集中监视、实时控制和管理的设备。

随着信息技术和计算机技术的发展,各国铁路一方面将行车调度指挥系统作为铁路运输调度指挥的核心设备,配套增加调度管理自动化的功能,发展控制功能更为完善的系统;另一方面,以行车调度指挥系统作为一个主要系统,配套设备管理自动化,发展综合行车指挥自动化系统。由于这些系统标准不同,功能不一,强调的主体也不同,再加上不同时期、不同国家的情况不一样,因此,研制系统的命名各式各样。但是名称虽然不同,系统所要达到的目标却是一致的:实现行车调度指挥自动化,改善调度工作人员的工作条件,提高工作效率和质量,实现铁路运输调度指挥现代化和信息化。

铁路行车指挥自动控制系统最初被命名为调度集中(英文缩写为 CTC)系统,该设备以远程控制理论为基础,是建立在局部自动化基础上的遥控遥信系统,是远程控制技术在铁路行车指挥工作中的具体应用。目前 CTC 的功能不断扩展,逐步涵盖行车调度指挥自动化的各个方面,但仍沿用调度集中的命名。

铁路行车指挥自动控制系统的控制对象是车站联锁设备和区间闭塞设备,从最初采用布线逻辑和编码通信技术,到采用微机在线实时监控,都是通过远距离进行信息交换,完成了对列车实时追踪、实时控制、实时管理,加大行车密度,从而挖掘运输潜能。使列车调度员可以通过行车指挥控制设备了解列车实际位置和运行状态,并在此基础上集中控制列车进路,对所管辖范围内的区段,或整个枢纽内运行的所有列车实现实时集中调度,从而使铁路运输的分散性、连续性和运营管理的集中性和实时性能有机地紧密结合起来。

行车指挥自动控制系统利用信号显示直接对各种列车下达行车命令,由于实现了集中控制,调度员与车站值班员的配置和职权都发生了较大的变化。与传统行车组织方法不同,运输管理中有关行车规章也须做相应变化,列车运行的规章制度、统计规则均应相应变化。

行车指挥自动控制系统简化了办理行车的手续,节省了时间,又利用自动控制设备来保证行车安全,从而提高了列车运行安全程度,降低了事故率;由于能迅速恢复打乱了的列车运行图,减少了列车晚点;提高了线路通过能力和列车旅行速度;改善了调度员的劳动条件,提高了行车指挥工作质量、效率和劳动生产率。因此有明显的经济效益与社会效果。

二、铁路运输调度指挥自动控制系统的分类

铁路运输调度自动控制系统,在未进行信息化以前,按功能分为调度监督和调度集中。调度监督是遥信系统,它的主要功能是对列车运行进行监视和追踪。调度集中是遥控系统,除了具有调度监督的功能外,主要是对列车运行进路进行集中控制(由调度员在调度所进行控制)。它们可称为传统的调度监督/调度集中。20世纪70年代以后,一些国家的铁路利用计算机来模拟调度员的工作,自动完成运输计划的编制、运行自动调整和自动排列进路,构成行车调度自动化系统。

20世纪90年代铁路实施信息化、网络化后,将调度监督进行入网改造,并增加运输计划编制和运行自动调整功能,构成铁路运输调度指挥系统(TDCS)。进入21世纪,对调度集中进行现代化改造,以TDCS为平台,增加自动排列进路功能,而且对列车进路和调车进路具有自律功能,构成新一代的分散自律调度集中系统。因此,目前铁路运输调度指挥自动控制系统,就功能而言,分为TDCS和CTC两类。

至于在铁路运输调度指挥自动控制系统发展过程中,曾经出现的采用不同元器件不同方式构成的系统,以至微机化、网络化等不同时代出现的系统,就不存在分类的意义了。

三、世界行车指挥自动控制系统的发展

行车指挥自动控制系统的发展经历了继电器、半导体分立元件、集成电路和微机化等阶段。1927年世界上第一套调度集中系统是由美国通用信号公司生产的单线制调度集中,安装在美国纽约中央铁路的斯坦利—伯威克之间,其中有单线和双线铁路,以无人管理(不设闭塞设备)的车站为主,命令的产生和发送是利用连续的直流电来控制远方的道岔和信号机。

调度集中系统在美国铁路运用以后,作为铁路信号的一项重要技术装备,受到世界各国的广泛关注,各国对此看法不一,欧洲国家普遍持反对态度。但是在第二次世界大战以后,随着铁路运量的增加以及通信技术的快速发展,调度集中系统开始得到广泛的应用和发展,人们逐渐认识到调度集中不仅能解决一般的列车运行控制,而且还可以提高单线通过能力,用在双线、枢纽地区铁路也可发挥同样作用,提高运输效率。在20世纪30年代,法国、苏联、瑞典和瑞士均相继使用了调度集中设备。

到了20世纪50年代后期,随着电子技术的发展,各国的调度集中逐步实现全电子化,出现了电子式调度集中系统,信息传输由直流电码转向频率电码。到了20世纪60年代后期,随着计算机的发展和应用,调度集中系统进入应用计算机进行研究、开发的阶段。调度集中系统进一步扩大了系统的信息处理能力,使其不仅可以人工操作,还能实现列车进路自动控制、列车自动跟踪、列车交汇和越行的预测,同时也使系统的控制范围进一步扩大,出现了能控制1 000~2 000 km的铁路行车指挥控制中心,这一时期有30多个国家的铁路使用了调度集中,运用里程达七万多公里。

20世纪80年代起,世界各国铁路均相继开发和应用了以计算机为基础的铁路行车指挥自动控制系统,开始建立调度工作一体化的综合型调度指挥管理中心,借助于遥控遥信技术扩

大其控制和监视范围,并向智能化方向发展。比较典型的有:

1. 控制中心

例如,美国奥马哈控制中心、美国佛罗里达州 CSX 铁路监控中心、日本东海道山阳新干线的综合调度中心、瑞典的斯德哥尔摩控制中心等。

2. 监视中心

例如,加拿大国铁蒙特利尔运行管理中心、俄罗斯交通部调度管理中心等。

上述系统从技术上均以计算机网络构成分布式系统,显示方式采用单元拼接式模拟表示盘、显示板和大屏幕投影等方式。

进入 20 世纪 90 年代后,各国铁路均积极推进调度指挥管理中心的建设,将行车指挥自动控制作为推进铁路现代化的必要手段。美国、加拿大、前苏联、日本分别有 25%、60%、30% 和 70% 以上的铁路都安装了调度集中系统。

随着计算机技术、通信技术和智能决策技术的发展,调度集中系统逐步向综合化、智能化和网络化的大型信息管理系统发展,新建高速铁路、城市轨道交通系统,一般都毫无例外地装设调度集中设备。

四、我国铁路运输调度指挥自动控制系统的的发展

行车指挥自动控制系统的普及程度,标志着铁路运输调度指挥管理工作的现代化水平,也是保证铁路运输安全和提高效率的重要环节。为改变我国铁路运输中一支笔、一张纸、一部电话的传统行车指挥方式,我国行车指挥自动控制系统的发展经历了漫长而曲折的过程。

我国行车指挥自动控制系统的发展经历了传统调度集中/调度监督、TDCS(铁路列车调度指挥系统)和分散自律调度集中三个阶段。

1. 传统调度集中/调度监督阶段

(1) 传统调度集中的发展简况

我国列车调度指挥系统研制工作是从 1958 年开始的,先仿制前苏联极性频率制调度集中系统,1962 年在宝成线宝鸡—凤州之间安装了仿苏的极性频率制调度集中,为继电式系统。

20 世纪 60 年代开始研制电子式调度集中,1967 年研制 DD-1 型晶体管分立元件的单线调度集中设备,于 1969 年在成昆线成都南—燕岗间单线区段投入使用。1970 年又生产出改进型设备——DD-2 型调度集中,该设备于 1971 年在浙赣线向塘西—新余间安装。1972 年在陇海铁路的开封—商丘间单线自动闭塞区段也安装了一套 DD-2 型调度集中,取得了提高通过能力、减少行车事故、延缓双线建设的明显效果。还研制了在双线区段使用的调度集中,被命名为 DD-3 型,后改进发展成 DD-4 型调度集中。

1975 年又研制出了 D4·D 型调度集中,采用 PMOS 集成电路,于 1977 年在高寒地带的滨洲线博克图—免渡河之间安装试用,一年后通过铁道部鉴定。

随着通信技术和计算机技术的飞速发展,我国出现了以微处理器为基础的行车指挥控制系统,1991 年在宝成线的宝鸡—凤州段开通了我国第一条微机化调度集中系统,使用的是 D4 型单线调度集中。随后,我国开始研制和使用计算机调度集中,其中有作为国家重大技术装备科技攻关项目的 D5 型双线调度集中,于 1993 年底在大秦线使用。在兰新线柳园—哈密段使用的卡斯柯公司引进的 CTC4000 型调度集中设备,于 1995 年 2 月开通使用。2001 年 11 月,青藏线哈尔盖—格尔木段开通的 ITC-2000 型调度集中系统,以及 2003 年 1 月在秦沈客运专线运用的 D6 型全微机调度集中系统。这些调度集中设备在当时技术水平下还是比较先进

的。由于各种原因,调度集中的使用效果较差,控制部分未能真正投入正式使用。导致调度集中系统在我国的发展十分缓慢,并且几乎所有为数不多的调度集中系统最终都被当作调度监督使用,严重妨碍了我国铁路信息化的发展。

(2) 调度监督系统的发展

与调度集中发展相比,我国铁路的调度监督发展较快。

我国是 1960 年前后开始研制调度监督系统的,其主要设备有 DJ-1 型调度监督。计算机调度监督系统的典型设备主要有 DJ4 型、DSS-3000 型、TY-DJ 型等。铁道部科学研究院研制的 DJ4 型微机调度监督系统,是一套通用的、能基本满足当时我国铁路运营要求、反映现代科技水平的监督系统。TY-DJ 型微机调度监督系统,开始是作为枢纽调度监督系统开发的,后来扩展到分界口和区段。DSS-3000 型双线调度监督设备是卡斯柯公司引进美国 GRS 公司以通用型计算机为基础的调度监督设备。

由于调度监督系统可以向调度所实时提供站场设备状况和列车运行情况,使调度员对所管辖区段情况一目了然,而且减轻了调度员收集行车信息的工作量,因此受到行车指挥人员的一致欢迎。

到 2003 年底,我国曾建有调度监督 1.9 万余公里,占设备里程的 30% 以上,另有枢纽和分界口近 80 处。

2. 铁路列车调度指挥系统(TDCS)的发展

我国为发展现代化的铁路运输调度指挥管理系统经历了漫长而曲折的历程,为了改变我国传统落后的调度方式,科学合理地进行运输组织和调度列车运行,提高管理水平、调度指挥能力和运输效率,最大限度地发挥现有路网的运输能力,实现全国铁路系统内有关列车运行、数据统计、运行调整及数据资料的数据共享、自动处理与查询,从 1994 年开始,铁道部广泛开展调查研究,于 1996 年 1 月 18 日完成了部立项,正式提出建设铁路运输调度指挥管理信息系统(英文缩写为 DMIS)。2005 年初,铁道部把 DMIS 规范为铁路列车调度指挥系统,即 TDCS。

TDCS 是我国铁路调度指挥现代化进程中的重点工程项目,它是从现代化运营和管理的角度构造的一种调度控制系统,通过实时采集有关行车及行车设备的动态信息,实时追踪和监控铁路列车运行信息,追踪列车的运行实绩,监视现场设备的状态,是覆盖全国的现代化的、网络化的、数字化的铁路行车指挥管理和控制系统。

在铁路运输调度管理体制中,基层管理包括车站、枢纽、分界口、区段、港口、口岸、大企业站、煤炭装卸点等,为了将这些分散的站点组成一个统一的网络信号系统,TDCS 将现代计算机技术、网络技术、通信技术、多媒体技术与铁路信号技术的特点和要求相互进行融合,建立了一个以信号、计算机、通信、数据传输、网络、多媒体等先进技术合为一体的二级(铁道部级、铁路局级调度指挥中心)三层(铁道部层、铁路局层、车站层)的网络体系结构,实施分散控制、集中管理的综合型现代化的运输调度指挥管理系统。TDCS 改变了传统落后的调度方式,为调度人员的调度指挥及有关领导的决策直观地提供了第一手资料,实现了铁路各级运输调度对列车运行实行透明指挥、实时调整的强大功能。

TDCS 也改变了传统的信号控制观念,它从网络的角度即整体运输的角度对现有信号专业技术门类进行了改造整合,用铁道部调度指挥中心局域网、铁路局调度指挥中心局域网和基层信息网等三层网络结构,从根本上改变了我国铁路信号在调度指挥手段、行车控制技术和信号设备功能等方面的落后状态,是中国铁路信号系统向数字化、网络化、信息化方向发展的标志。

TDCS 的基本技术特征可表述为三数二图(车次号、机车号、列车速度;路网图、当地气象实图),TDCS 可以通过这三数二图实现对列车在车站和区间运行过程中的实时运行监督;列车运行计划的动态调整,自动生成列车运行三小时阶段计划;可以实现列车调度命令的自动下达;实绩运行图的自动生成;实现分界口交接列车数、列车运行正点率、行车密度、列车运行早晚点原因、重点列车跟踪等实时宏观数据的统计和分析并且可以及时形成相关统计报表;可以对运行列车实现速度监视、列车车次号跟踪,从而为各级调度提供机车的动态使用情况,保证机车合理调配,提高运输能力和运输安全程度;由于联网管理,可以显示铁路路网、沿线线路、车站、救援列车分布等主要技术资料 and 气象资料,为铁路事故救援、灾害抢险、防洪抗灾等决策提供参考资料。

TDCS 实现上述功能的关键是采用了现代化的信息技术和通信技术,能够把在全国铁路运行的列车动态信息——车次号、位置、时刻、速度等通过基层实时地采集到铁路局,并以此为根据计算出每趟列车的早晚点,进而统计出某一个区段和整个路局的正点率,分界口交接车数。由于这些信息通过铁路专网可以实时地传送到铁道部调度中心,并能实时完成自动分析全路和全局的列车运行秩序。TDCS 生成的关于每趟列车的动态信息连同 TMIS(铁路运输管理信息系统)在始发站输入的列车编组、去向、车次号、货种、货主、机车车次号等信息,组成了可以向车、机、客、货、辆、工、电等各专业调度提供所需要的相关动态信息,向有关调度人员提供实时显示,并可按照规定形式自动生成各种文件及存档(进数据库),此外 TDCS 数据库中还可存放着列车时刻表,计划运行图,铁路线、桥、隧及其地形、地貌资料,电网供电资料,枢纽站场图,列检红外线联网图以及气象状态等资料,形成共享数据,供各级调度和相关人员通过网络调用查询。

TDCS 从功能上来说经历了三个主要阶段。第一阶段,主要是建设各级网络并将各级网络连通,将原有的调度监督信息、初步的行车统计信息和采用逻辑追踪的列车车次号信息传送到铁路局和铁道部调度中心。第二阶段,是完善铁路局和铁道部的 TDCS 功能,这一阶段以 2001 年 6 月,铁道部运输局在上海铁路局召开 TDCS 工作会议为标志,铁道部把上海局南京分局的 TDCS 确定为“南京分局模式”,并决定在全路进行推广。2001 年 10 月,由铁道部科教司组织召开“铁路局及分局 TDCS 技术鉴定会”,通过了铁路分局 TDCS、铁路局 TDCS 技术鉴定为标志。这一阶段在调度监督的基础上增加了调度命令功能、站间透明功能、阶段计划下达功能、无线车次号校核功能、车站值班员日志功能(运统二/运统三)等。第三阶段为调度所实现“甩图”功能。所谓“甩图”,就是调度员完全抛弃原有的用笔、纸(图)、调度电话、橡皮的原始作业方式,完全使用 TDCS 实现列车运行计划调整、计划和命令下达、自动收点等工作。

鉴于 TDCS 的庞大、复杂,铁道部领导决定采取分阶段建设的步骤。经过三期工程的建设,目前 TDCS 已覆盖全部 18 个铁路局(公司),全部干线 5 000 多个车站,实现了对全路和全局的运行列车进行实时管理、集中监视的功能,做到“透明指挥”,提高铁路干线的运输能力和效率,全面提高行车安全程度和列车正点率。

目前,全路还有 1 000 多个车站未装备 TDCS 设备,主要分布在支线和联络线上,现正在进行建设,在 2008 年完成 TDCS 收尾工作,实现全路 TDCS 全覆盖。

为了防止重复建设,对于已建成 TMIS 的车站,将 TMIS 已有功能如日班计划、列车追踪等,可以通过网络传递给 TDCS, TMIS 和 TDCS 信息系统相结合,改变了传统的铁路运输调度指挥方式,建立起一个可靠的、集中的、透明的铁路运输调度指挥系统。TDCS 是我国铁路运

输调度指挥现代化的标志,是铁路信息化建设的重要组成部分和基础设施。

3. 分散自律调度集中系统的发展

为了改变调度集中在我国发展滞后的尴尬局面,研制了适合我国铁路客货混运、调车作业量大等运输特点的调度集中系统。2003年8月,我国正式开始研制新一代分散自律调度集中系统。它把调车计划的制订和对调车进路的控制纳入该系统。2004年5月,第一套 FZk—CTC(分散自律调度集中系统)通过铁道部技术审查后在青藏线西宁—哈尔盖区段正式使用。标志着我国在行车指挥自动化领域进入了世界先进行列。已开通的新一代 CTC 还在进一步优化和完善。

“分散自律”的概念最初源自日本东京圈城市铁路控制系统。由于日本是地震多发国家,为保证控制中心遭受地震袭击瘫痪后,车站在一定时间内还能正常地接发列车,该系统在车站设立了自律计算机,该计算机接受控制中心下达的运行计划后,即使和控制中心通信中断也可自行接发列车。

我国为解决传统调度集中系统中办理调车作业频繁交换控制权的问题,借鉴日本地铁控制系统的思想,采用具有智能化且具有分散自律控制功能的调度集中系统。

分散自律调度集中系统是采用了分布式计算机网络控制技术、无线通信技术、现代控制技术的智能化的遥控系统,将列车运行由人工指挥变为计算机智能自动调控。即在 TDCS 的基础上,具备运行图日班计划自动生成、阶段计划自动调整、列车运行自动调整(含调度命令自动下达)自动排列进路等功能,减轻了调度员的工作负担。按照智能化“分散自律”的设计原则,车站自律机具有复杂的逻辑运算与逻辑判断功能,系统每一个分机都具有以列车运行阶段计划为核心的自律机制,具有接收列车运行调整计划并自动执行计划的功能,列车运行调整计划的制订与调整由调度中心完成,计划的执行由沿线车站自律机自主判断完成。在分散自律条件下,调度中心具有人工办理列车、调车进路的功能,车站具有人工办理调车进路的功能。

分散自律控制的基本模式是使车站自律控制子系统通过列车运行调整计划和《车站作业细则》(以下简称《站细》)自动自主地控制列车运行进路,并在此基础上协调列车作业与调车作业在时间与空间上的冲突,以实现列车和调车作业的统一控制。

分散自律调度集中系统通过网络将列车运行调整计划和调度命令提前下达到车站自律机,各个车站自律机接收并标记收到的控制计划,根据控制计划、《站细》、本站及邻站的站场实际情况以及列车实际位置自主、独立地判断、选择、办理相应的列车进路;依据计划,通过跟踪调车过程和对自律条件的判断,办理符合条件的调车进路,对列车进路和调车进路进行可靠的分隔控制。当车站和调度中心通信中断时,车站自律机按照已经收到的计划、列车实际运行情况、《站细》继续执行列车运行调整计划。当计划全部执行完毕后仍未恢复通信时,该站将被自动设置为车站控制。

新一代分散自律调度集中系统是建立在 TDCS 技术平台上的自动控制系统,在铁路快速发展中,要以 TDCS 为平台,以 CTC 为核心,以行车指挥自动化为目标,构建我国铁路现代化的调度指挥管理系统,以达到提高运输效率、保证行车安全、减员增效的目的。

新一代分散自律调度集中先后在胶济线、沪昆线浙赣段、陇海线郑徐段等干线开通应用,达到 4 000 多公里。今后在高速铁路、客运专线以及主要干线将加快 CTC 的建设。

复习思考题

1. 铁路运输调度的基本任务是什么？
2. 简述我国现行铁路运输管理体制。
3. 铁路行车组织工作主要有哪些部分组成？
4. 铁路如何进行行车指挥？
5. 传统的行车指挥方法与现代的行车指挥方法有何不同？
6. 信号系统在铁路运输中有什么作用？
7. 我国铁路调度集中阶段的发展缓慢的主要原因是什么？
8. TDCS 的内涵是什么？
9. CTC 的内涵是什么？它与 TDCS 有什么联系？又有什么不同？
10. 分散自律调度集中与传统调度集中的最大区别是什么？

第二章

远程控制系统的的基础知识

第一节 远程控制系统的的基本概念

随着科学技术的发展,以及人类生产实践和生产范围的扩大,生产过程自动化程度也日益提高,人们不断谋求对生产过程,特别是对于分散状态的生产过程的集中监视、集中控制和统一管理。为适应上述目的,远程控制在综合应用了自动控制理论、计算机技术和现代通信技术之后迅猛发展起来而形成了一门独立学科,也称远动技术。

远程控制技术作为一门学科,起源于20世纪30年代,近几十年来,随着科学技术的发展,远程控制得到飞速发展,其应用领域和所涉及的技术更为广泛。特别是由于计算机技术、现代通信技术、尤其是计算机网络技术的快速发展,使远程控制技术的发展跨越到一个新的高度,无论是在控制距离上还是在控制功能、控制容量和自动化程度上均有了飞跃性的发展。远程控制在许多领域都得到了深入的应用,在如城市轨道交通的ATS、铁路的列车调度指挥系统(TDCS)等。可以肯定,随着人工智能、模糊控制等新技术的不断涌现,远程控制必将得到进一步的发展和更加广泛的应用。

一、远程控制系统的分类和作用

具体地说,远程控制是指控制端(或称总机、主机、调度端)与被控制端(或称执行端、分机、从机、结点、终端)之间实现遥控、遥信、遥测和遥调技术的总称。

远程控制在基本设想、应用场合和完成特定任务方面都有着很多的种类,各自有着不同的特征。有的可能是一个很简单的单一对象控制;有的可能是一个很大的综合系统。但无论如何,远程控制系统具有远距离的在人(或者机器)和机器之间交换信息的机能。

远程控制系统按照从不同的角度描述,可以有多种分类方法。

1. 按作用来区分,可以分为:

(1) 遥信系统 对被控对象的某些参数进行远距离测量的系统。

(2) 遥控系统 对被控对象进行远距离控制的系统。

2. 按信号产生和发送的方式来区分,可以分为:

(1) 非周期型远程控制系统 该系统中信号的产生和发送是随机的,平时系统不动作;控制端要发送命令,或执行端被控对象状态发生变化时,即有信息产生时整个系统才动作。

(2) 周期型远程控制系统 在这种系统中,不管信号是否有变化,或者说信息是否产生,整个系统都是处于循环不停的周期性工作状态之中。

3. 按工作方式来分:

(1) 1:1方式 是指一个控制端和一个执行端组成的系统。