

国家卓越工程师教育培养计划系列丛书

CTC系统 原理与应用

周永华 付文秀 主编

CTC XITONG YUANLI YU YINGYONG

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

国家卓越工程师教育培养计划系列丛书

CTC 系统原理与应用

周永华 付文秀 主编

中国铁道出版社

2017年·北京

内 容 简 介

本书为国家卓越工程师教育培养计划系列丛书之一。全书共十章,主要包括 CTC 系统的结构与功能、功能原理、列调运行图操作、助调进路控制、车务终端操作、车站设备、设备维护与故障处理,以及 CTC 系统与其他系统、ATS 系统等内容。

本书为高等院校、中专院校等 CTC 系统课程的教材,也可作为铁路信号工作人员、非信号专业铁路技术及管理人员学习 CTC 系统的培训教材,还可以作为研究及开发 CTC 系统的科研和技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

CTC 系统原理与应用/周永华,付文秀主编. —北京:中国铁道出版社,2017. 5

(国家卓越工程师教育培养计划系列丛书)

ISBN 978-7-113-22009-9

I. ①C… II. ①周… ②付… III. ①列车调度-铁路信号-职业培训-教材 IV. ①U292. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 150810 号

书 名: 国家卓越工程师教育培养计划系列丛书
CTC 系统原理与应用

作 者: 周永华 付文秀 主编

策 划: 朱敏洁

责任编辑: 亢嘉豪

编辑部电话: (路) 021-73146

电子邮箱: dianwu@vip. sina. com

(市) 010-51873146

封面设计: 郑春鹏

责任校对: 孙 玫

责任印制: 高春晓

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 中国铁道出版社印刷厂

版 次: 2017 年 5 月第 1 版 2017 年 5 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 8.75 字数: 208 千

书 号: ISBN 978-7-113-22009-9

定 价: 26.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

序

2012年,教育部修订了《普通高等学校本科专业目录》,将自动化(铁道信号)专业更名为轨道交通信号与控制专业,并将其作为国家特设专业。轨道交通信号与控制专业由原来十余所高校开设的小专业,变为全国近百所高校开设的工科专业,北京交通大学作为教育部铁路运输与工程教指委“轨道交通信号与控制专业”教学指导组组长单位,根据自身专业发展优势,特别是轨道交通信号与控制专业卓越工程师培养的前期经验,按照工程教育认证要求,以学生为中心,成果导向教育(Outcome-based Education, OBE)为理念,特推出面向“卓越工程师教育培养计划”的系列教材,为信号专业卓越工程师的培养提供参考。

北京交通大学轨道交通信号与控制专业已有六十余年的历史,依托“交通信息工程及控制”国家级重点学科、“轨道交通控制与安全”国家重点实验室、“轨道交通运行控制系统”国家工程研究中心、“城市轨道交通自动化控制”北京市重点实验室以及国家轨道交通通信与控制虚拟仿真实验教学中心、国家电工电子实验教学示范中心、国家电子信息实验教学中心和北京交通大学—郑州铁路局国家级工程实践教育中心,专业建设不断取得突破,2010年进入“卓越工程师教育培养计划”,同年成为国家特设专业建设点。

为了更好地呈现轨道交通信号与控制专业卓越工程师的培养,在校内现有的课程教学体系基础上,与专业认识实习、企业实习、生产实习相结合,与企业工程素质培养相协调,突出应用理论的工程实践教学,特推出面向卓越工程师教育培养计划校外实践教学的系列教材。

本套轨道交通信号与控制专业“卓越工程师教育培养计划”系列丛书目前计划首批出版教材共计四个分册,分别是《铁路信号抗干扰技术及实践》、《CTC系统原理与应用》、《编组站调车控制系统》、《轨道交通信号与控制综合实验》。

“卓越工程师教育培养计划”系列丛书凝聚着一大批校内外卓越工程师教育培养计划教育者的智慧和汗水。谨以此书,献给为轨道交通信号与控制专业“卓越工程师教育培养计划”人才培养的同志们。

戴胜华

2017年2月

前 言

分散自律调度集中(CTC)系统是列车运行管理及控制的重要系统,在铁路线路、信号设备、列车运行状态监视,阶段计划、调度命令拟定及执行,自动进路排列,行车日志自动生成及综合维修管理等方面起着至关重要的作用。从20世纪90年代以来,我国CTC系统的研究、开发及应用取得了长足的进步,经历了技术引进和自主研发的发展历程,最终找到了与我国客货混跑、中低速列车共线、大多数车站有调车作业的路情相结合的CTC系统体系架构,既集中管理控制,又分散自律协同,命名为新一代分散自律调度集中(FZ-CTC)系统。随着我国高速铁路的迅猛发展,CTC系统得到了空前的普及应用。大量的实践表明,我国CTC系统减轻了调度人员的劳动强度,实现了列车运行计划的自动化执行及调整,保障了行车安全,提高了运输效率。

CTC系统在我国既有线、高速铁路中的普及应用,迫切需要一本系统介绍CTC系统结构、原理、软件系统、硬件系统和使用维护方面的书籍,以培养中等、高等院校轨道交通信号与控制专业学生和培训从事铁路信号和运输管理的现场技术人员。本书是作者在承担的多期中国铁路总公司技术骨干培训和北京交通大学轨道交通信号与控制卓越工程师培养的CTC课程讲义基础上整理而成。针对讲授体验,作者对CTC知识体系进行了系统总结。本书采用从简单到复杂、从抽象到具体、从原理到应用的方式组织知识体系,阐述我国CTC系统的基本理论和应用现状。

全书共十章,第一章介绍CTC系统的基本概念、发展现状及趋势;第二章介绍CTC系统的结构及功能;第三章介绍CTC系统的功能原理;第四章介绍CTC系统的列调运行图操作;第五章介绍CTC系统的助调进路控制;第六章介绍CTC系统的车务终端操作;第七章介绍CTC系统的车站设备;第八章介绍CTC系统的设备维护与故障处理;第九章介绍CTC系统与其他系统之间的接口及交互的信息;第十章介绍城市轨道交通列车自动监控系统ATS,并与CTC系统进行比较。本书在写作过程中,在第二章、第三章的功能及原理介绍中,注解了建议读者对照阅读的软件操作内容,帮助读者从无形到有形,理解抽象的功能及原理阐述。在卡斯柯信号有限公司CTC软件操作应用的描述中,从加深CTC功能及原理理解的角度,对列调、助调和车务终端操作知识进行了组织及编排。本书的编排方式,让读者充当列调、助调、车务终端操作员的角色,理解三者之间的协同工作过程,从而建立起CTC系统基本功能和工作原理的整体性认识。这种认识对于现

场工作人员系统操作、故障排查是有益的。

本书由周永华、付文秀主编,付文秀编写第四、五、六章,宁晶洁参与编写第一章,徐永波参与编写第十章,徐永波还参与全书图形的绘制。

本书在写作过程中参考了列车调度指挥系统、CTC 软硬件系统、铁路局 CTC 实物设备、城市轨道交通 ATS 等方面的资料,在此对相关作者和素材提供者表示诚挚的感谢!感谢沈阳铁路局、郑州铁路局、卡斯柯信号有限公司在本书写作过程中提供的帮助!感谢轨道交通信号与控制专业国家卓越工程师培养相关基金支持!

由于作者水平有限,书中错误、疏忽和不妥之处恳请读者批评,并将您的宝贵意见发往作者的邮箱:yhzhou@bjtu.edu.cn。

作 者

2017 年 2 月

目 录

第一章 CTC 系统概述	1
第一节 调度指挥系统	1
第二节 调度集中系统	1
第三节 国外 CTC 系统的发展	3
第四节 我国 CTC 系统的发展	3
第五节 我国 CTC 系统的应用现状	5
第六节 CTC 系统的发展趋势	6
复习思考题	7
第二章 CTC 系统的结构与功能	8
第一节 概 述	8
第二节 中心子系统	10
第三节 车站子系统	13
第四节 网络子系统	14
复习思考题	19
第三章 CTC 系统的功能原理	20
第一节 控制方式	20
第二节 作业流程	22
第三节 基本规则	25
复习思考题	29
第四章 CTC 系统的列调运行图操作	30
第一节 主 界 面	30
第二节 菜 单	31
第三节 主 画 布	42
第四节 工 具 栏	45
复习思考题	45
第五章 CTC 系统的助调进路控制	46
第一节 主 界 面	46
第二节 标题栏与菜单栏	47
第三节 主工具条	48
第四节 站选条与站场图	49

第五节 CTC 操作按钮条	54
第六节 控制模式设定	60
第七节 进路序列调整	62
复习思考题	64
第六章 CTC 系统的车务终端操作	65
第一节 用户界面	65
第二节 站场控制界面操作	67
第三节 运统报表界面操作	73
第四节 调车作业单界面操作	81
复习思考题	83
第七章 CTC 系统的车站设备	84
第一节 车站设备的结构与连接	84
第二节 采集控制机柜	85
第三节 工控机柜	91
第四节 其他设备	93
复习思考题	93
第八章 CTC 系统的设备维护与故障处理	94
第一节 一般原则	94
第二节 中心子系统设备维护与故障处理	99
第三节 车站子系统设备维护与故障处理	100
第四节 网络子系统设备维护与故障处理	105
复习思考题	110
第九章 CTC 系统与其他系统	111
第一节 总体结构	111
第二节 CTC 与 RBC	112
第三节 CTC 与 TSRS	112
第四节 CTC 与 CI	113
第五节 CTC 与 TCC	113
第六节 CTC 与 GSM-R	114
第七节 CTC 与铁路总公司 TDCS	114
第八节 CTC 与铁路局及相邻铁路局接口	115
第九节 CTC 与牵引供电及电力调度系统	115
第十节 CTC 与动车组调度系统	116
第十一节 CTC 与旅客服务系统	116
第十二节 CTC 与 CSM	116
复习思考题	117

第十章 ATS 系统	118
第一节 概 述	118
第二节 发展概况	119
第三节 结构与功能	120
第四节 功能原理	124
第五节 ATS 与其他系统	128
第六节 ATS 与 CTC 的比较	128
复习思考题	129
参考文献	130

第一章 CTC 系统概述

本章主要介绍 CTC 系统的基本功能、国内外发展现状及应用现状。首先介绍调度指挥系统的发展历程及主要功能、CTC 系统所要解决的问题及功能,然后阐述美国、日本及欧洲 CTC 系统的发展历程,进而详细介绍我国 CTC 系统的发展历程和应用现状,最后分析 CTC 系统的发展趋势。

第一节 调度指挥系统

在 20 世纪 90 年代以前,计算机、互联网、移动通信等信息技术尚未在我国铁路运输调度指挥中广泛普及应用。铁路运输调度指挥的手段和设备比较落后,基本上采用“老四样”,即一部电话、一支笔、一把尺、一张图的手工方式。随着信息技术的迅猛发展,先进的计算机、网络和通信技术成为改进传统调度指挥方式、提高铁路运输效率和服务质量的有力手段。

1994 年,铁道部电务局、运输局正式提出研究铁路运输调度指挥管理信息系统的可行性,工程名称确定为 DMIS(Dispatch Management Information System)工程。1996 年总体设计组开始了 DMIS 一期工程的初步设计工作,1998 年 DMIS 一期工程开始实施。2001 年铁道部要求全面进行 DMIS 二期工程建设。2003 年兰州铁路局率先开通覆盖全局所有干线及主要支线的 DMIS。2003 年底在京沪线全面实现了 DMIS 功能,全线 100 多个车站的值班员可以用计算机接收阶段计划、调度命令、生成行车日志。2004 年基本上形成了铁道部、铁路局调度指挥中心和四大干线(京沪、京哈、京广、京九线)的车站基层网。2005 年,DMIS 更名为 TDCS (Train operation Dispatching Command System,铁路列车调度指挥系统)。目前,TDCS 已实现 18 个铁路局网络的互联,覆盖全国 70 多条干线,5 000 多个车站。

TDCS 是覆盖全路、对列车运行透明指挥、实时调整的信息系统。TDCS 实现对列车在车站和区间运行的实时监视,支撑生成列车运行三小时阶段计划,实现调度命令制定、下达和签收过程的计算机化管理,自动描绘列车实际运行图,实现分界口交接列车数、列车运行正点率、行车密度、早晚点原因、重点列车跟踪等信息的统计分析并形成相关报表,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、灾害抢险等提供决策参考。TDCS 采用先进的信息技术,实现了铁路运输组织的科学化、现代化,减轻了调度人员的劳动强度,改善了调度指挥的工作环境,增加了运输能力,提高了运输效率。

第二节 调度集中系统

调度集中(Centralized Traffic Control,CTC)系统是铁路局调度中心对某一调度区段内

的信号设备进行集中控制(Centralized Control)、对列车运行直接指挥、管理的技术装备。CTC 是一种将计算机、网络、通信技术与铁路信号设备控制和运输组织相融合的系统。与 TDCS 系统相比,除了具备 TDCS 铁路线路、信号设备运用和列车运行状态信息实时采集与显示、阶段计划制定、调度命令过程管理、自动生成实际运行图等重要管理功能外,最大的特点在于对铁路信号设备的直接控制功能强,能够根据调度中心制定的阶段计划,适时自动生成进路,控制联锁设备的动作,即实现铁路局调度中心系统对车站联锁系统的远程操控。CTC 系统可以实现远程与本地控制系统的协同工作,如图 1-1 所示。

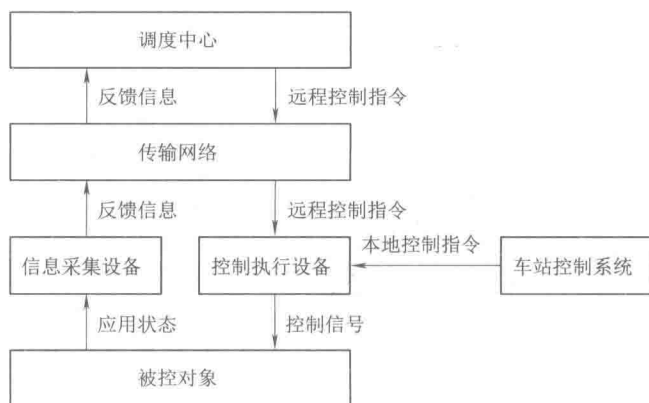


图 1-1 CTC 系统的控制功能

铁路运输作业复杂,仅仅采用调度中心集中控制是不够的,因而需将分散自律的思想引入到 CTC 系统中,形成分散自律调度集中(FZ-CTC)系统。分散自律调度集中综合应用计算机技术、网络通信技术和现代控制技术,采用智能化分散自律设计原则,以列车运行计划控制与调整为中心,实现列车与调车作业的自动化执行。调度中心集中控制列车进路,实现列车运行管理的自动化和遥控化。调度员在调度中心根据所掌握列车的运行情况,办理列车和调车作业,通过网络把列车的运行计划和调整计划下发到各个车站的自律机适时执行,解决列车作业和调车作业在时间和空间上的冲突。分散是相对于调度中心集中控制而言的,将过去由调度中心集中控制所有车站列车作业的方式改为可由各个车站设备根据需要独立控制各自的列车和调车作业。自律是依据各站的特点,系统按照《铁路技术管理规程》、《行车组织规则》、《铁路运输调度规则》和《行车组织细则》等规则,自动协调列车作业和调车作业的矛盾,自动控制列车进路和调车进路。

传统调度集中系统采用集中控制方式,系统的主要功能是列车运行的监视及列车进路的控制。新一代分散自律调度集中系统在实现列车进路自动控制的同时,将调车进路控制也纳入到系统统一管理的范畴,避免行车调度人员与车站行车人员频繁交接控制权的问题,提高了系统的使用效率。在车站设立自律机,按照列车运行计划和站细等规则,正常接发列车,协调列车与调车之间的冲突,实现列车和调车作业的统一控制。分散自律允许控制中心和车站通过调度集中系统自主进行调车。目前,我国以 TDCS 为平台、CTC 为核心的现代化调度指挥系统建设已具备相当规模,在提高铁路运输效率、保证行车安全、减员增效方面发挥了重要作用,分散自律调度集中系统是铁路行车指挥现代化的重要标志。

第三节 国外 CTC 系统的发展

一、美国 CTC 系统的发展

1925 年美国 S·N·怀特提出了在铁路区段按信号显示行车的运行方式,被美国铁道学会采纳,定名为调度集中(Centralized Traffic Control, CTC)。其特点是将信号与监控列车运行结合起来,在控制中心指挥列车运行。第一套调度集中设备于 1927 年在美国纽约中央铁路斯坦利至伯威克(Stanley-Berwick)间的 59.5 km 单线和 5.3 km 双线铁路上安装使用。这套设备用一根导线控制远方的一组道岔或信号机,称为单导线制调度集中。该系统由于耗铜量大,未能得到很快发展。后来,随着铁路运量急剧增长和技术进步,调度集中采用载波传输和电码化等技术措施而得到迅速发展,到 1939 年美国铁路累计安装 3 298.5 km。美国在使用 CTC 系统的过程中,经历了继电器、电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路和计算机的不同年代。随着通信技术、网络技术以及智能控制技术的飞速发展,调度集中系统逐步向综合化、一体化和智能化方向发展。

二、日本 CTC 系统的发展

日本从 20 世纪 60 年代采用调度集中系统。随着东海道新干线高速铁路的开通,日本的调度集中系统由 CTC-1、CTC-2、CTC-3 发展到 CTC-4。计算机技术不断发展,日本新干线在 1995 年采用了综合运营管理系统。综合运营管理系统可根据运行图,允许各车站自主控制进路;能进行列车运行的自动预测,并允许自动调整列车运行方案;控制中心的工作人员可在计算机上对列车的运行进行操作。综合运营管理系统(COSMOS)集成运行图生成及变更、行车控制、电力调度、车辆运用管理、灾害监测、乘客向导等信息系统、维修作业管理、车站作业管理等功能于一体,将几乎所有与铁路运营有关的子系统都挂接在中央局域网上,是列车运行控制技术与计算机技术、网络技术的有机结合。

三、欧洲 CTC 系统的发展

法国 TGV 高速线综合调度系统以调度集中为核心,依靠车地之间可靠的通信,将列车、沿线设备与控制中心联系起来,控制中心的功能主要包括行车调度、电力调度和中央维护监督三部分,通过网络传递信息。

德国 ICE 高速列车的 LZB 系统,通过轨道电缆实现了列车与地面间的双向通信,实现了行车调度指挥、控制、故障监测、维护等功能的集成。

第四节 我国 CTC 系统的发展

一、DD-1 和 DD-2 型调度集中

1958 年开始研制使用无接点元件构成的、选控逐验式频率电码化型调度集中系统,1961 年在沈阳—铁岭间、1964 年在锦州—大虎山间进行了试验,1969 年在成都—燕岗间正式开通了 DD-1 型调度集中系统。我国研制的调度集中系统跨越了国外调度集中系统发展过程中的

全继电式阶段,此后,经过不断改进完善和提高,1974 年开通了开封—商丘段 131 km 的 DD-2 型调度集中系统。

二、D4、D5、D6、CTC-4000 型调度集中

20 世纪 70 年代中期至 80 年代初期,我国开始使用中规模集成电路器件和自主研制的 100 系列小型计算机,使用计算机自动控制列车进路和描绘运行图。1982 年在天津—芦台间完成了功能试验,包括自动监督、记录列车车次号和运行状况、人工遥控办理进路、分区下放、进路储存、自动越行、计算机控制进路等。90 年代我国在引进美国调度集中的同时,铁科院通号所开始研制适合我国国情的 CTC 系统。“D4 型调度集中”采用了微处理机技术,“D5 型调度集中”在大秦线安装调试完毕并开通使用。1991 年,卡斯柯信号有限公司(CASCO)引进美国技术,结合中国铁路运营特点成功开发了 CTC-4000 调度集中系统并在柳园—哈密调度区段开通运行。

1992 年我国曾尝试在郑州—武昌段引进美国 GRS 公司的微机化调度集中系统,但是由于该系统功能不全,不能适应我国特殊的国情与路情,该系统未能开通使用。

1996 年我国首次出口调度集中设备,在伊朗德黑兰市郊铁路安装开通了 D6 型调度集中系统。

2003 年在秦沈客运专线开通使用 D6 型调度集中系统,这是在我国第一条时速 200 km 的客运专线应用新型信号系统控制列车。该系统充分利用了当时最先进的计算机技术、通信技术和网络技术,采用客户机/服务器方式构成开放式、分布式计算机网络控制系统。

三、分散自律调度集中

我国铁路客货混合运输,中低速列车共线,大多数车站有调车作业,在我国铁路线上实施调度集中控制时,存在着集中控制与频繁的车站调车作业之间的矛盾。部分站场的列车与调车作业没有平行进路,缺少线路隔开设备,既有线车站的继电联锁设备与 CTC 结合复杂。这些客观因素使得 CTC 系统在我国推广使用步履维艰。

2003 年在经历秦沈线的建设后,铁科院首次提出解决列、调车作业矛盾的分散自律调度集中系统。该系统的核心是将对列车作业有干扰的调车作业计划,分散纳入列车计划,适时自律实施控制。该系统也具备调车进路远程控制的功能,有效地解决了车站与调度中心频繁交换控制权的问题,特别适合我国客货列车混跑、调车作业量大的运行特点。

分散自律调度集中系统有分散自律模式和非常站控模式。分散自律控制模式是系统的正常工作模式,分散自律控制的基本模式是用列车运行调整计划自动控制列车运行进路,在分散自律条件下调度指挥中心具备人工办理列车、调车进路,车站具备人工办理调车进路的功能。非常站控模式是系统的降级工作模式,当分散自律调度集中系统故障、发生其他紧急情况或需要设备天窗修时,中心控制可转为车站传统人工控制的模式。在分散自律模式下,原车站联锁控制台不起作用。在非常站控模式下调度终端不起作用。

2004 年第一套分散自律调度集中系统(FZ-CTC)在青藏线西宁—哈尔盖调度区段试运行成功,后来在高速铁路、繁忙干线、重载铁路等不同特征线路上也得到了推广应用。目前分散自律调度集中系统已基本普及我国高速铁路和大部分重要既有线路。

第五节 我国 CTC 系统的应用现状

一、既有线铁路 CTC 系统的应用现状

2003 年,我国自主研发了 CTC 系统,在西宁—哈尔盖单线站间闭塞区段进行了试点。2004 年正式发布了《分散自律调度集中系统技术条件(暂行修订稿)》,开始在双线自动闭塞区段正式建设。最初建设的主要有 4 条繁忙铁路干线,即胶济线、浙赣线、郑徐线、武九线,它们相继在 2006 年底至 2007 年初开通了 CTC 系统。其中胶济线、浙赣线 CTC 系统为卡斯柯信号有限公司的产品,郑徐线、武九线 CTC 系统为河南辉煌科技股份有限公司的产品。随后,大秦线、西陇海线、沪昆线等既有铁路 CTC 系统相继成功开通应用。既有线铁路客货混运,沿线车站大多有调车作业。极少数小站能实现调度中心集中控制列车和调车作业;一般中间站只能实现列车作业的中心集中控制,调车作业权限仍设置在车站;区段站或编组站因有大量调车作业,调度员难以掌握车站现场的复杂作业情况,列车和调车作业权限一般都设在车站。调度员调整计划并下达到车站后,车站值班员考虑调车作业等实际需要可对计划中的股道号进行修改调整,然后再将调整计划下达到自律机中去执行。

二、高速铁路 CTC 系统的应用现状

我国于 2005 年前后开始进行高速铁路的建设,已陆续开通了合宁、合武、沿海通道、京广、京沪、郑西、哈大等高速铁路。在这些线路上 CTC 系统已作为列车运行调度与控制的主要子系统之一,与联锁设备一样属于必建项目。高速铁路 CTC 系统与既有线 CTC 系统相比较,由于沿线车站平时几乎没有调车作业,因而可用性更强、应用效果更好。CTC 系统新增了许多接口,包括与无线闭塞中心(Radio Block Center, RBC)、计算机联锁、临时限速服务器、车站列控中心、铁路数字移动通信系统 GSM-R(Global System for Mobile communications Railway)、铁道部及相邻铁路局 TDCS、牵引供电及电力调度系统、动车组调度系统、旅客服务系统、综合维修系统等设备的接口。高速铁路 CTC 系统还增加了新功能,包括临时限速设置、区间低频值表示、信号机点灯/灭灯控制与显示、列车移动授权(Movement Authority, MA)信息表示、列车运行状态实时显示等。

三、青藏铁路 CTC 系统的应用现状

青藏铁路格拉地段的特点是高寒缺氧、生态脆弱,所以青藏线 CTC 系统专门针对恶劣的设备运行环境、车站无人化运营、免维护、少维修等特殊要求进行了设计。格拉段部分车站采用了通用电气(GE)公司的 ITCS(Integrated Target Command System)信号系统,该信号系统集闭塞、车站联锁和列车运行超速防护于一体,能直接与 CTC 系统车站自律机进行接口,实现控制命令与表示信息的交换。ITCS 没有独立的控显机,所有的显示和控制任务由 CTC 设备完成,CTC 对 ITCS 的控制方式只有车站控制和中心控制之分,而无传统意义上的非常站控。青藏铁路格拉段 45 个车站中,实现了 38 个车站的无人化,无人化率达到 85%。格拉段 CTC 系统首次实现了与联锁列控一体化系统的结合,简化了信号系统设备,提高了系统可用性,方便了维护工作,实现了较高的车站无人化率。

第六节 CTC 系统的发展趋势

目前 CTC 系统需要解决一些没有很好解决的关键问题,如智能调度与控制,并与我国铁路运输客货混跑、调车作业分布广、车站作业种类多、站场布置复杂的路情相适应,从而进一步提高我国调度集中系统建设的整体质量和智能化水平。CTC 系统发展的主要趋势如下:

1. 推广区域分散式 CTC 体系结构

我国新建的铁路,尤其是高速铁路,推广区域联锁,CTC 系统需采用相应区域控制体系结构,如图 1-2 所示。每个区域联锁系统控制 n 个车站,沿线需要在区域联锁控制站设置相应的 CTC 系统,即一个区域的车站 CTC 系统可以管辖 n 个车站的行车工作,值班员也在区域联锁站设置。这种方式可以减少设备投资,减少车站行车人员的数量,从而降低运营成本,提高铁路运输效率。

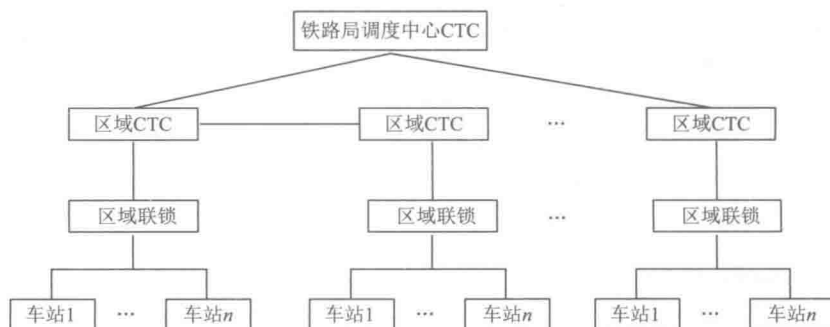


图 1-2 CTC 区域控制结构

2. 完善调车智能化控制功能

目前调车作业无法像运行图那样纳入日班计划,调车作业计划需由人工输入。既有线调车作业多而复杂,开发智能化调车控制子系统,实时采集调车过程信息,增强 CTC 系统调车作业过程控制功能,促进调车作业自动化,从而提高既有线 CTC 系统的可用性。

3. 开发基于车站子系统一体化的 CTC 系统

借鉴青藏线格拉段 CTC 系统的应用技术,推广 CTC 与联锁、列控一体化直接结合的模式,实现基于车站子系统一体化的 CTC 系统,把联锁操作表示机、列控主机和车站自律机合三为一,减少设备投资,减少 CTC 系统的外部接口,降低系统间的数据传输故障率。对于我国基于无线闭塞中心的高速列车运行控制系统,则应加强 CTC 与 RBC 的集成一体化策略研究。

4. 实现列车运行方案的自动实时调整

目前 CTC 系统需要在调度人员的参与下制定列车运行计划的调整方案,列车运行方案的自动调整功能还需进一步完善实现图 1-3 所示的列车运行计划自动闭环反馈实时调整的功能,需要加强智能调度算法的理论研究。

5. 合并调度台、精简配置

适时进行调度台合并,节省定员。例如,京石武 CTC 系统开通后,武汉局管内的原武广高速铁路调度 1 台调整为京广高速铁路枢纽台,增加管辖范围;合武高速铁路,合并到京九 2 台进行调度;宜万线合并到武康 1 台进行调度等。另外,助理调度员工作站、控制工作站、综合维

修工作站可以合并,尤其是高速铁路,调车作业、综合维修作业、远程操作不多,设备配置、人员配置及人员工作职责可以合理整合。我国分散自律 CTC 系统最初设计是每个调度台设调度员、助理调度员、操作控制员、综合维修调度员各 1 人,整合精简后,每个调度台可以只设调度员和助理调度员各 1 人,调度人员减少一半。

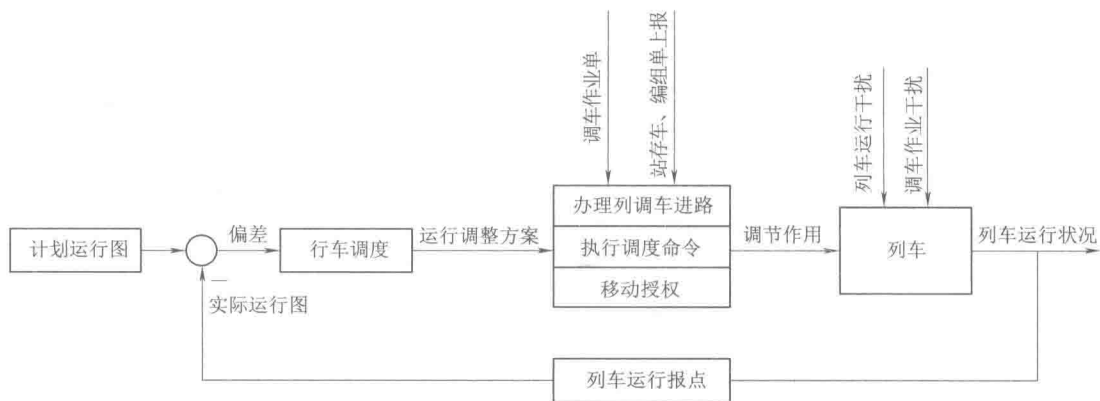


图 1-3 列车运行计划自动反馈实时调整

6. 优化 CTC 系统的网络通道设备

利用当前先进的计算机网络与通信技术,优化 CTC 通道设备,减少中间环节,提高通道通信速率和可靠性,降低通道通信故障率。例如,CTC 通道中的协议转换器,作为通道的一个附加设备,目的是实现 V. 35 和 G. 703 协议的转换,以适应 2M 通道的传输,可以选用具备该功能的路由器直接连接 2M 通道。

复习思考题

1. TDCS 的主要功能是什么?
2. 与 TDCS 相比,CTC 系统的重要特征是什么?
3. 我国 CTC 系统经历了哪些发展阶段?
4. CTC 系统发展的趋势是什么?
5. 青藏铁路 CTC 系统有什么特点?

第二章 CTC 系统的结构与功能

本章主要介绍 CTC 系统的结构与功能。首先介绍 CTC 系统的总体结构与基本功能,然后详细阐述 CTC 系统的中心子系统、车站子系统和网络子系统的主要设备、连接结构及设备功能。

第一节 概 述

一、总体结构

自本章起,除非特别说明,调度集中(CTC)系统即指新一代分散自律调度集中(FZ-CTC)系统。调度集中系统由调度中心子系统(简称中心子系统)、车站子系统和网络子系统三部分组成,总体结构如图 2-1 所示。

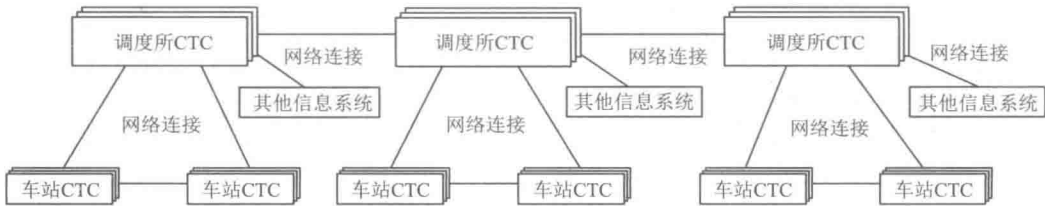


图 2-1 调度集中系统的总体结构

中心子系统包括数据库服务器、应用服务器、通信前置服务器、GSM-R 通信服务器、列车调度员工作站、助理调度员工作站、值班主任工作站、计划员工作站、控制工作站、综合维修工作站、电务维护工作站、网管工作站、表示工作站、网络设备、电源设备等。根据需要也可为其他操作人员配置相应工作站,也可以合并一些工作站。

车站子系统主要包括车站自律机、车务终端、综合维修终端、电务维护终端、网络设备、电源设备、防雷设备、联锁系统接口设备、列控中心接口设备和无线系统接口设备等。

网络子系统包括网络通信设备和传输通道构成的双环网络,采用迂回环状、结构冗余等方式提高传输网络的可靠性。网络子系统将中心子系统和车站子系统的各个设备连接在一起。图 2-2详细说明了 CTC 系统各个子系统的设备与网络设备的连接。

二、基本功能

CTC 系统具有如下基本功能:

- (1)实时监视铁路线路信号设备运用和列车运行状态,实现站间和区段透明显示(参见图 5-1、图 6-1)。
- (2)追踪列车运行位置和到发时刻,自动描绘列车实际运行图(参见图 4-1、第四章第四节)。