



TIELU CHEZHAN XINHAO XITONG DE
KONGZHI FANGFA YANJIU

铁路车站信号系统的 控制方法研究

◎ 马润 著



NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS

WWW.NENUP.COM

东北师范大学出版社

铁路车站信号系统 的控制方法研究

■ 马 润 著



NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS
WWW.NNUP.COM

东北师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

铁路车站信号系统的控制方法研究 / 马润著. -- 长春:
东北师范大学出版社, 2017.7
ISBN 978-7-5681-3446-0

I. ①铁… II. ①马… III. ①车站信号—信号系统—控制方法—研究 IV. ①U284.18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 175192 号

☐ 责任编辑: 卢永康 ☐ 封面设计: 优盛文化
☐ 责任校对: 李 密 ☐ 责任印制: 张允豪

东北师范大学出版社出版发行
长春市净月经济开发区金宝街 118 号 (邮政编码: 130117)

销售热线: 0431-84568036

传真: 0431-84568036

网址: <http://www.nenup.com>

电子函件: sdcbs@mail.jl.cn

河北优盛文化传播有限公司装帧排版

北京一鑫印务有限责任公司

2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

幅画尺寸: 170mm×240mm 印张: 16 字数: 297 千

定价: 56.00 元

内容简介

本书对铁路车站综合自动化控制系统进行了较为全面和深入细致地研究,在总结铁路车站信号控制系统现状、铁路信号基础设备、铁路车站信号控制系统综合自动化系统应用的基础上,根据铁路车站实际情况,将原有成熟控制系统在铁路车站综合自动化中进行了改进和功能提升;研究探讨了铁路车站信号系统综合自动化的总体设计,包括系统硬件和软件的设计和实现,研究系统故障和安全技术,提高信号控制系统方法的合理性和安全性。

同时,本书针对铁路车站作业复杂,作业过程变化多,对管控结合的关键环节和集中控制系统进行了详细描述,提出了铁路车站综合自动化系统故障和安全技术的应用,进一步研究如何提高车辆计划的合理性和提高自动化控制的问题,对于铁路车站运输作业效率的提高具有重大意义。

本书可供高等院校铁路设计制造、电气及其自动化等相关专业本科生学习,也可作为从事铁路车站电气控制系统设计的工程技术人员的学习和参考书。

前言

进入 21 世纪以来,将铁路车站综合自动化系统控制技术扩展应用在实践中,是一项重要的技术创新,能够实现铁路车站基地管理信息系统与控制系统的有机结合,闭环控制。铁路车站基地调度集中系统完成了动车基地列车及调车作业计划的自动调整和管理、作业进路的自动控制、铁路车辆位置追踪及查询、人机交互统一管理等功能,实现了铁路车站基地运输作业的自动化控制。铁路车站综合自动化控制技术的应用,是将铁路综合自动化技术成功向前发展了一步,给自动化控制系统技术和系统现场应用水平的进一步提高打下了良好的基础。

铁路车站信号控制系统是保证铁路行车安全和提高运输效率的关键控制系统。现有的车站信号控制系统多采用联锁机配合安全型继电器,通过信号楼与车站现场之间的电缆向轨道旁边信号设备传输指令或采集信息。这种使用大功率信号直接进行驱采的方式存在着电缆造价昂贵,能耗大,施工、检查、维修不便等问题。随着计算机、自动化等技术的发展突飞猛进,车站信号控制系统逐渐向着“智能化、网络化、电子化”的方向发展。由于铁路车站内的行车作业复杂,所以综合自动化技术向大型车站的扩展应用极具挑战性。今后要进一步加强铁路信号系统控制方法的应用研究,完善控制技术。

铁路车站综合自动化系统是一个综合性的智能控制系统,信息技术和控制技术需要不断发展和进步,才能使系统智能化和自动化水平不断提高。本文重点是针对信号控制系统的研究,对铁路信号系统的控制方法的探究需要进一步提高、加强和完善,对铁路车站作业指令模型需要进一步细化,通过引入更多进路、时间以及其他作业影响因素,提高铁路车站对高复杂度的现场作业的适用性。

本书采用自动化及相关控制技术对现有铁路车站信号控制系统进行改进,提出了一种智能化、分布式的电子系统架构代替原继电器电缆的设计模式,将信号楼内的继电器组和轨道旁的信号设备用高性能、低功耗的嵌入式系统改进,根据站场实

实际需要与目前相关系统的技术水平合理设计系统冗余结构。

基于铁路车站的实际情况，本书在编写过程中注重理论与实际相结合，元件工作原理、性能特点与基本控制电路相结合，基本控制电路与典型控制系统相结合，突出实用性，强调系统性，力求先进性。

全书共分十章，由重庆工业职业技术学院马润老师负责编著。第1章铁路车站信号系统的控制方法研究的背景及意义，分析了国内外铁路车站信号控制系统的发展及现状；第2章铁路信号基础设备，介绍了铁路信号继电器、铁路色灯信号机、铁路动力转辙机、铁路轨道电路等；第3章铁路车站信号控制系统，包括进路、道岔、信号机的联锁关系和计算机联锁系统；第4章列车运行自动控制技术的应用，介绍了几种典型的列车控制系统；第5章铁路车站信号控制系统综合自动化系统的应用，包括驼峰自动化系统在铁路车站应用、计算机联锁系统在铁路车站应用、停车器控制系统在铁路车站应用等；第6章可编程控制器及其应用，分析了PLC控制系统的设计方法和步骤；第7章铁路车站信号系统控制综合自动化总体设计，介绍了系统设计的原则和实现目标，提出了系统的总体设计特点，还有系统故障—安全技术的应用；第8章集中控制系统的研究，包括计划交互与管理、人机交互与管理、车辆实时追踪及闭环控制、作业计划自动执行、系统接口的设计等；第9章分布式自动化控制系统功能验证，包括硬件平台的搭建和系统软件设计；第10章硬件平台的实现，介绍了电源与复位管理电路设计、PCB电路板、焊接与调试、系统详细设计及实现等。

由于编写时间所限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

第 9 章 分布式自动化控制系统功能验证	227
9.1 硬件平台的搭建	227
9.1.1 联锁指令控制界面	227
9.1.2 Pro-DP 板	228
9.1.3 光 - 电转换接口	229
9.2 系统软件设计	230
9.2.1 联锁机与执行系统通信协议 RSSP—I	230
9.2.2 主、从站 Profibus-DP 通信协议	233
9.2.3 数据通信流程	234
第 10 章 硬件平台的实现	235
10.1 电源与复位管理电路设计	235
10.1.1 电源管理系统	235
10.1.2 复位管理电路	236
10.2 PCB 电路板	236
10.3 焊接与调试	237
10.4 系统详细设计及实现	238
10.4.1 人机界面设计	238
10.4.2 信号机设备设计	239
10.4.3 轨道设备设计	239
10.4.4 车站道岔设备设计	239
10.4.5 站台设备设计	240
参考文献	241

第 1 章 铁路车站信号系统的控制方法研究的背景及意义

1.1 铁路车站信号系统的控制方法研究的背景

1.1.1 我国铁路车站控制技术发展

我国铁路车站控制技术发展的前期主要是以驼峰过程控制技术研究为主题的。早期的铁路车站现代化技术的研究主要围绕驼峰调速自动化展开。北京丰台西铁路车站是建成开通我国第一座半自动化驼峰的车站，是我国实现调速现代化的里程碑。截止到 1993 年，从北京丰台西铁路车站的数字计算机半自动控制到石家庄上下行驼峰自动化的建成是我国驼峰自动化的初级阶段，这个阶段驼峰自动化设备仍处于科研与工程相结合的技术水平。1984 年在南翔铁路车站建成自动化控制驼峰，此时由我国自主创新研制的基础设备减速器、减速顶更加成熟稳定。同时研究出更适应我国运输条件的“三部位减速器+减速顶”的点连式调速系统，以及徐州北铁路车站模式的“三部位减速器+小车”的点连式调速系统，与南京东铁路车站模式的“三部位减速器+加减速顶”的点连式调速系统。而且点连式调速系统、普通顶或可控顶组成的连续式调速系统逐步运用成熟。1989 年郑州北铁路车站综合自动化系统通过国家验收，此时调度信息处理技术、微机联锁及调度集中技术已经纳入铁路车站现代化装备的技术范畴，但仅限于调度信息处理系统的驼峰解体调车单与驼峰自动化控制系统间的简单联系。1993 年后，我国驼峰过程控制技术在成熟度、实用化、工程化、自动化方面快速提高与发展，以 TBZK、TW、FTK、TXJK 等系列驼峰过程控制自动化系统为代表的驼峰自动控制设备迅速普及，技术上已经达到国际先进水平。另外，铁路车站过程控制系统还应该包括平面溜放控制功能的计算机联锁系统等。

从 1987 ~ 1997 年我国先后在郑州北下行、徐州北、阜阳北、向塘西下行等铁路车站分别引进美国 GRS 公司和 USS 公司的驼峰自动化系统，由于近年来国外铁路车站控制技术发展相对滞后，加之不适应我国铁路车站运输条件，因此应用效果不

佳, 目前已经被国产驼峰自动化技术所替代。

我国车站的信号、道岔和进路之间的联锁控制发展也经历了第 1 代的机械联锁控制、第 2 代的继电电气集中联锁控制和第 3 代的计算机联锁加继电器执行三个发展阶段。其中由第 1 代的机械联锁发展到第 2 代的继电电气集中联锁, 是一次重大的飞跃, 大约是在 1970 年基本完成的。第 3 代的计算机联锁加继电器执行的联锁系统是从 20 世纪 80 年代后期开始研究, 90 年代进行试验, 2000 年后开始大规模推广应用。

在铁路车站自动化控制系统中, 驼峰无线机车遥控系统对提高解体效率, 改善推峰控制安全起到了良好的作用。推峰机车遥控技术从 20 世纪 70 年代开始研究, 系统采用由数字电路芯片构成硬件的逻辑电路技术, 传输采用无线模拟方式, 以北京丰台西铁路车站为实验站场, 进行了四年研究实验工作。该系统是最早将数字逻辑电路方式的自动控制系统应用在内燃机车上。随着计算机技术的发展, 车载计算机技术已渐成熟, 在 1989 年研制完成全计算机控制的驼峰推峰机车无线遥控系统, 我国成为首个将计算机控制技术应用用于机车控制的国家。随着计算机技术的迅速发展, 我国铁路信号系统进行了多次改进, 不断完善, 实现了与计算机联锁接口, 在软件上实现了标准化及模块化设计, 系统稳定应用了多年, 在 2005 年获铁道部科技进步一等奖。

在 20 世纪 90 年代, 基于采集联锁系统表示信息的调度监督技术, 首先应用于铁路车站, 后来, 铁路发展的铁路列车调度指挥系统 (TDCS) 在其站场表示功能的基础上扩展了行车日志、站间预告和调度命令功能, 并在全国铁路各铁路车站普及运用。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, 减少通话和手工制表, 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, 改善了调度人员的工作条件 and 环境, 改善了铁路运输服务质量等, 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。

1.1.2 我国铁路车站信息技术发展

铁路车站信息技术是铁路车站现代化技术中很重要的领域, 该领域发展分为现车管理与调度, 表示两个独立分支。铁路信号技术是为保证铁路行车安全, 用特定的物体 (包括灯的颜色、形状、位置或用仪表和音响设备等) 向铁路行车人员传达有关机车及车辆运行条件、行车设备状态以及行车指示和命令等信息而采取的方法。1986 年我国第一个铁路车站车辆信息处理系统在株洲北铁路车站投产; 1988 年郑州北铁路车站引进加拿大的铁路车站信息处理系统 (YIS); 之后, 各铁路局计算所或下属部门竞相研发与推广铁路局管内的铁路车站计算机现车管理系统, 较适应各铁路车站自身的运营组织模式和作业特点。截至 2007 年底, 我国大型铁路车站仍主要

使用这类现车管理系统。

20 世纪 90 年代,我国发展的铁路运输管理信息系统 (TMIS) 项目中基于计算机的数字通信技术成功取代了铁路车站电报所在站间传送列车编组确报,与此同时,相对统一的车站信息管理系统 (SMIS 1.0) 出现并主要推广运用到铁路的各个车站。2005 年 2 月车站信息管理系统 (SMIS 2.0) 研发启动,同年 9 月在北京丰台车站投入试验,2007 年 11 月在哈尔滨南铁路车站通过铁道部组织的技术鉴定,目前已有多个铁路车站应用此系统。

为解决铁路运输能力与运输需求之间的主要矛盾,缓解铁路对国民经济的瓶颈制约,铁路做出了以实现内涵扩大再生产和外延扩大再生产为目标的跨越式发展重大决策,重点强调信息化在铁路车站跨越式发展中的重要地位和支撑作用,就是要以信息化的跨越式发展带动铁路车站现代化,适应走新型工业化道路的要求。铁路车站信号系统从无到有、从小到大,从单机版本到多层次的网络应用,全国铁路车站信息技术人员总数不断增多,拥有大、中、小型计算机以及微型计算机近百万台,建立了覆盖铁道部、铁路局和主要站段的计算机网络及传输网、交换网、数据通信网三大通信基础网,先后开发了以列车调度指挥系统、铁路运输管理信息系统、客票发售与预订系统为代表的一大批应用信息系统,铁路车站信息化建设取得了较大的成就。

1. 列车调度指挥系统

为了改变多年来铁路运输调度指挥系统手段和设备的落后现状,提高铁路运输管理水平,提高铁路运输能力和服务质量,适应市场经济及各种交通竞争的局面,铁路开发建设了调度管理信息系统 (DMIS)。2005 年根据铁路信息化总体规划要求,规范为列车调度指挥系统 (TDCS)。TDCS 是我国铁路调度指挥现代化进程中的重要环节,采用现代信息技术改造传统落后的调度方式,建立以通信、信号、计算机网络、数据传输、多媒体等融为一体的三级四层 (即铁道部、铁路局、原铁路分局三级再加上基层信息采集层) 分散控制、集中管理的运输调度指挥系统。TDCS 按照计划调度台编制的日行车计划,生成和下达阶段计划,并实时自动采集列车运行信息及现场信号设备状态信息,自动调整滚动阶段计划,实现对列车运行的实时追踪、实时调整和集中透明指挥。经过十多年的建设,哈尔滨、呼和浩特、柳州、成都、兰州、乌鲁木齐、青藏公司七个铁路局全面完成 TDCS 系统的建设,郑州、济南、上海、武汉、昆明铁路局主要干线都实现了计算机自动绘制列车运行图。

2. 铁路客票发售与预订系统

客票发售和预订系统是覆盖全国铁路的大型计算机网络应用系统,属“九五”国家科技重大攻关项目。客票发售和预订系统的建设和运用彻底改变了我国铁路客

票近百年的手工作业方式，使硬版票成为历史，缓解了长期存在的买票难问题，提高了铁路客运经营水平和服务质量，受到广大旅客的欢迎，改善了铁路的企业形象，取得了良好的社会和经济效益。客票发售和预订系统由铁道部客票中心、地区客票中心和车站客票系统三级构成，车站售票系统主要负责售票的实时交易服务，地区客票中心主要负责以座席为核心的调度控制和客运业务管理，铁道部客票中心主要负责全铁路客运的协调管理、营销分析，并保障全铁路的联网售票。

3. 铁路运输管理信息系统

铁路运输管理信息系统（TMIS）是一个规模庞大、结构复杂、功能众多、实时性强的网络型计算机应用系统。从1994年开始进入实施阶段到2004年底TMIS各子系统全面建成，历经十年。整个信息系统在TMIS网络平台上主要架构货票制票、列车预确报、车站综合管理、货运营销与生产管理、集装箱管理、大节点追踪、运输调度七大系统，基本上覆盖了铁路货运生产的全过程。货票制票系统是在全铁路日均装卸超过60车的大、中、小型货运站和所有车务段范围内实现微机编制货票，并通过计算机网络上报给铁路局软件的系统。列车确报系统利用计算机网络实现车站发报，路局、铁道部按照既定原则转报的自动处理过程，为相关部门提供一系列统计、分析及查询功能，并可供其他信息系统共享。车站综合管理系统是将货运管理、现车管理、集装箱管理、货运制票、营销计划、货运安全等功能融为一体的信息系统，其功能涵盖车站作业生产和管理的各个环节，在降低劳动强度、提高运输效率方面发挥了重要作用，实现了铁路货车及货物原始信息的收集和共享。货运营销与生产管理系统主要包括货运计划和技术计划两个比较大的系统，技术计划系统利用已批准的货运计划信息，编制车辆运用计划，通过合理安排各区段车辆的运用，提高车辆运用效率和铁路运输能力，压缩铁路运输成本。集装箱管理系统通过网络实时采集集装箱装车清单、卸车清单、空箱回送清单和集装箱运输日况表等信息，在铁道部按箱号建立集装箱动态库，通过与车号自动识别系统信息相结合掌握集装箱运行位置。大节点追踪系统根据车号自动识别系统实时采集的机车、车辆的车号、车次、属性和位置等信息，结合确报、货票、集装箱等系统提供的信息，实现列车、机车、车辆、集装箱和货物的追踪。运输调度信息系统分为计划调度、列车调度、机车调度、货运调度、客运调度、统计分析等，关系着铁路运输安全和效率。

4. 铁路办公信息系统

铁路办公信息系统（OMIS）的总体目标是建立依托铁路计算机网络的办公业务网和资源网，实现机关办公业务的电子化、自动化和网络化，提高机关管理、应急指挥和快速反应的能力。铁道部机关和各铁路局全部建成办公局域网。各铁路局与所有下属基层单位实现联网运行，其他单位以拨号方式连接办公网。全铁路办公信

息系统联网,极大地方便了全铁路各级机关信息的交流和共享,提高了办公和管理效率。特别是在实施铁路局直接管理站段的体制改革后,OMIS对保证铁道部和铁路局命令迅速传达贯彻,对基层站段实施有效管理,发挥了其他方式难以替代的作用。

1.1.3 国外铁路车站自动化技术发展

纵观国外铁路车站及车站综合自动化技术的发展,主要应用是在美国、日本和欧洲。国外自动化技术成熟于21世纪,以美国公司的系统和德国西门子公司为代表,已于20世纪末在主要铁路车站建设应用。21世纪初开始研发综合自动化,以德国的CM500系统为代表。

美国铁路由铁路公司组成,车站的运输信息系统实现了公司范围的集中,接发列车实现了区域的调度集中,车站只负责调车作业。美国有很多铁路车站,铁路车站规模每天办理量在4 000至6 000辆车,区长和驼峰值班员的工作由一个人承担,通过运输信息系统编制调车作业计划并传送到联锁和驼峰系统进行执行。美国的联锁和驼峰系统采用的还是20世纪的技术,近期发展的主要是机车遥控。铁路车站调车组一般有两组。每组两人组成,一人负责安排进路和遥控机车,另一人负责摘挂作业。美国公司的系统将铁路车站计划与安排、站场流程分析、模拟仿真、过程控制等通过网络和数据库连成整体,实现调度指挥的优化,评估生产力和质量,作业的改进与提高。

日本在20世纪70年代,铁路车站的综合自动化已经达到较高水平,基本实现了车站运输信息系统和控制系统的信息共享,计划自动编制和管控融合,但是随着公路运输的发展,铁路货运走向萎缩,铁路车站自动化技术停滞不前。

欧洲铁路车站自动化主要以德国为代表,德国铁路车站承担了大量欧洲国家间的解编任务,德国的车站运输信息系统实现了国家范围内的集中,接发列车实现了区域的调度集中。在铁路车站,系统将铁路车站计划、管理信息、计算机辅助调度、车号自动识别、货运营销、驼峰过程控制等系统用网络连成整体,可灵活调整运输计划,优化资源配置,预测作业冲突和非正常状态,提示有关人员及时处理。系统实现自动检测、核对并修正列车编组信息;站内车辆实时跟踪;自动开放接车信号;编制解体钩计划并下达给驼峰控制系统;确定列车解体顺序;自动生成出发列车报告;调度机车;自动向其他系统发出列车出发请求,实时显示全站作业状况,预测计划执行的结果。

1.1.4 国内外铁路车站信号系统发展

铁路运输是国家的命脉,关系到国家的经济与生产,甚至国防安全。而车站信号系统是铁路系统最重要的组成部分之一,它保证了铁路运输的安全生产和高效运