

城市轨道交通计算机联锁系统的设计及实现

李硕

北京市地铁运营有限公司通信信号分公司

DOI: 10.12238/ems.v4i9.5605

[摘要] 计算机联锁学习是交通学校的必修课。因此,开发了集成度高、操作条件简单、具有实用训练指导和训练功能的系统,对车站计算机锁系统的操作和原理进行了教学和训练,对城市轨道交通信号员的训练具有重要意义。基于这种情况,开发了一种适用于城市轨道交通信号工作者的计算机联锁培训系统。

[关键词] 计算机联锁;实训系统;城市轨道交通;信号系统;

中图分类号: U284.362 **文献标识码:** A

Design and implementation of computer interlocking system for urban rail transit

Li Shuo

Communication and Signal Branch of Beijing Metro Operation Co., LTD

[Abstract] Computer interlocking learning is a required course in traffic schools. Therefore, a system with high integration, simple operating conditions and practical training guidance and training functions is developed to teach and train the operation and principle of the station computer lock system, which is of great significance to the training of urban rail transit signallers. Based on this situation, a computer interlocking training system for urban rail transit signal workers is developed.

[Key words] computer interlocking; Practical training system; Urban rail transit; Signal system;

引言

近年来,随着城市人口的增加和城市规模的扩大,交通状况的恶化已成为城市发展和人民生活的难题。在国际上,随着中国综合实力的提高,城市轨道交通发展最快。截至2017年底,中国大陆已建成30多个城市,电力线路超过5000公里。为了确保机车车辆的运行安全,必须在轨道的正线和车辆段配备互锁系统。锁闭系统是轨道交通信号系统的基本控制装置。通过控制和监控调车、通告和轨道区段等信号设备的联锁关系,实现列车运行安全。锁定系统必须保证长期运行的可靠性,并遵循“故障-安全”原则。这意味着在发生故障时必须保证安全。现有的闭锁系统分为两类:基于6502继电器集中逻辑的闭锁系统和基于计算机逻辑思想的新型计算机闭锁系统。与6502继电器集中闭锁相比,计算机闭锁不仅在技术和经济上具有独特优势,而且在安全性、可靠性、处理速度、施工和维护方面也具有独特优势。

一. 发展现状

计算机联锁系统是以计算机技术为核心的信号系统,采用通信技术、可靠性和容错技术以及“故障-安全”技术实现联锁关系。锁定系统作为地铁运营安全的相关设备,直接影响整个信号系统的安全运行和计划运行效率。随着我国城市轨道交通的快速发展,已经不能满足对封闭和信号系统技术人员的迫切

需求。目前,各职业学校和相关信号培训单位在联锁和信号专业的教学和培训中也面临着不同的困难,使用的信号设备如何不能移动,现场测试设备数量少,个别理论教学枯燥难懂,培训效率低系统需要很长时间才能全面掌握操作技能。为克服上述缺点,提高专业学生就业能力,拟利用现代仿真理论和计算机技术,建立虚拟、真实的城市轨道交通计算机联锁仿真培训系统,对信号工作者进行监控培训熟悉信号控制系统的相关操作和维护,可增强和提高业务能力。

二. 城市轨道交通信号系统概述

2.1城市轨道交通信号系统的作用

城市轨道交通信号系统的功能具有高速、高密度、连续运行的特点。作为列车运行命令和列车运行的控制单元,信号系统的投资在整个城市轨道交通项目中只占很小的一部分,但在确保列车运行安全、提高吞吐能力、降低运营成本、提高运营成本和提高运营效率方面起着重要作用,节约能源,改善运输人员的工作条件。在城市轨道交通中采用先进的信号设备是一种更有效的措施。世界发达国家地铁和轻轨的运营经验证明,只有高水平的信号系统才能充分利用其他技术设备的能力,其水平代表了所有地铁和轻轨技术设备的现代化水平。

自20世纪60年代以来,计算机和微电子的快速发展导致了信号技术的革命。到目前为止,驾驶员执行的一些任务,如预

测信号、列车加速和减速,可以在计算机的监控下自动执行,并且可以在保证安全的基础上实现最小列车间隔。山宇在行车调度中心计算机与列车车载计算机之间建立了可靠、有效的信息和数据交换通道,可以协调调度中心与列车车载电脑之间的工作,充分发挥运输效率。目前,在一些工业化国家的城市轨道交通中,根据信号技术的进步,最小列车间隔已减少到100秒以下。采用先进的信号技术,显著提高驾驶安全性,将人为疏忽导致的设备故障率降至最低。此外,采用先进的信号技术可以避免突然减速和加速,这不仅可以提高驾驶稳定性,而且对节能起到重要作用。

2.2城市轨道交通信号系统的特点

城市轨道交通信号系统与大型铁路信号系统有许多相似之处,但仍有各自的特点,主要体现在以下几点:

(1)由于内城轨道交通经常有大量人流,最低进度要求远高于大型铁路。这对列车速度监控提出了很高的要求,要求更高的安全性。

(2)石油城市轨道交通列车速度远低于铁路本线列车速度,信号系统可采用低速数据传输系统。

(3)由于许多城市铁路车站只具有乘客上下车功能,许多车站不具备道岔,也不具备地面信号(列车由机车信号和速度监测设备供电),只有少数车站和停车场具备道岔和地面信号。锁紧装置的监控对象远小于一般大型铁路客运站的监控对象。

(4)除车辆路段外,大部分城市铁路车站的运营组织都非常简单。

(5)由于城市轨道交通的线路长度和站间距离短、列车类型单一、时刻表非常规则,城市轨道交通信号系统通常包括自动进路排列功能,即根据预定程序自动排列进路。

三. 国内外计算机联锁系统的发展状况

3.1国外计算机联锁系统的发展状况

自1978年以来,世界上第一个工作场所计算机系统已在瑞典哥德堡成功实施。不同国家的工作场所计算机锁定系统的发展经历了大约两个阶段:第一,不同国家的计算机锁定系统实施部分已通过中继完成;目前,计算机锁定系统大多采用全电子控制。此外,各国普遍采用软件冗余和硬件冗余来实现计算机锁定系统的可靠性和安全性。例如,庞巴迪使用两套软件进行计算,并在计算结果相对一致时执行输出命令,例如德国、英国的日本和其他国家,大多数国家使用硬件冗余方法,如2/2平方或2/3多数表决。

3.2欧洲的联锁系统

欧洲国家的联锁系统,经历了从继电器锁到计算机锁、区域计算机锁的过程,取得了显著的成功。在计算机锁系统中,硬件冗余调谐、软件冗余调谐以及动态信息和接口技术主要用于实现“故障安全”。这里,硬件冗余通常使用结果检查方法、两种结构中的两种或两种结构中的两种和三种结构。软件冗余与不同版本的软件进行比较,例如内部比较或外部比较。意大利Ansaldo公司生产的计算机锁系统采用软件冗余。随着欧洲区

域锁的发展,瑞典ABB公司生产的计算机区域锁系统已在瑞典、挪威、波兰等国家的数百个车站投入使用。西门子制造的世界最大的机房锁系统取代了20公里区间的7个继电器锁的信号楼,由5名调度员从终点站控制和监控列车的运行。

四. 道岔信号仿真实训系统设计

训练系统以全实物设备的形式实现训练场景。通过施工现场的实际物理设备,可以将信号系统和计算机联锁系统基本设备的组成和原理视觉上展示给培训人员或受训人员,培训人员或学员可以进行各种实际培训项目如何完成计算机联锁系统的使用与设备维护、手动道岔、播音员、转辙机、线路维护等信号系统的实验与培训课程。系统设计的优点包括:。

设备的配置、组成、功能、相对位置与地铁的实际位置相对应。现场设备的外观、比例、动作、显示方式和逻辑关系与地铁的实际情况一致,可以随着训练实时改变设备的不同状态。系统中最重要电气、电子和机械系统的结构、相关性和工作顺序根据实际情况,在国际操作环境中进行一对一的仿真。系统中的各种设备可以正确反映系统固有的控制逻辑关系,所有运行信息都可以根据实际情况实时更新,并输出相关仿真计算结果。

因此,训练模拟系统的总体设计结构包括:电源、继电器安装架、配电柜、锁定的主柜(两个、两个)、锁定的操作指示器(两个热电平)、轴计数器、查询、响应模拟器、一台电动维护机和一套单独的分支现场设备。该培训系统可用于计算机锁装置的基本认知培训、播音员培训、转辙机培训、计算机锁接口电路的错误处理培训、计轴器、查询应答器模拟培训等。使用具体培训功能如下。

计算机锁定装置基本认知训练:通过对各现场设备的具体设置,了解计算机锁定系统的基本结构组成、各组成设备的工作状态和工作原理。信号实战训练:学习信号显示原理,打开信号后盖(确保系统未开启以确保生命安全),学习内部结构,学习信号照明单元,了解照明单元的原理和接线方法,检查信号照明电路的混线处理、信号照明电路室外电缆开路处理的室外操作实验、信号的日常外部和内部检查、清洁培训等。

转辙机培训:系统配备S700K转辙机(可单独配备多台不同型号的转辙机),学习转辙机的工作原理和内部结构,动作杆和显示杆的日常检查、调试和清洁培训。电烙铁传输设备维护实践培训、电烙铁传动设备各项指标测试实验、户外分支控制电路混合线路故障处理实验、,室外分支控制电缆开路故障处理实验和分支显示电路混合线故障处理实验。

计算机联锁接口电路故障排除实践培训:通过人工安装在继电器安装架上的故障模拟面板,现场调整各种常见设备故障,并培训员工或受训人员在现场发生设备故障时的应急处理机制。障碍物可以由自己或教师设置和移除,并且必须由工作人员或学生移除,以评估学习结果或现场设备的可操作性。

轴计数器和查询转发器模拟训练轴计数器和询问转发器仿真训练可以清楚地看到单个支线上的轴计数器,查询转发机的

工作状态，确定设备状态，并处理错误。

五. 某线路计算机联锁实训系统设计

基于上述物理信号分支仿真系统的设计，仍然缺乏对整个线路锁闭区域的识别，因此有必要为线路锁闭区域设计一个完整的计算机锁闭系统。该系统由纯软件编程。整个网络必须包括几套学生站和一套教师计算机。每个学生站可以独立工作，实现完全锁定和逻辑处理。它也可以连接到中央ATS网络进行在线操作。每个系统都有一个独立的背景数据系统。教师办公室可以在学生站执行故障注入（包括关闭、检测器和计轴），并通过后台数据服务系统生成实时驾驶数据，用于在线操作。同时，可以实现诸如路由处理和取消的处理。整个系统由三个子系统组成：联锁子系统、IO控制单元子系统和本地工作站子系统。

5.1 联锁子系统

锁机应用程序在计算机平台上运行。通过与10个控制单元的通信，完成检测器、分支、轨道电路、轴计等轨道周边设备的状态收集和驱动，通过与其他子系统的通信，从地面和车辆取得对应的信息。可实现轨道控制功能、报告控制功能、分支控制功能、平台控制功能、轨道外围设备状态检测与驱动功能、数据通信与通信状态监控功能。集成到锁定的底层计算机程序中完成

5.2 IO控制单元子系统

IO ECU子系统作为锁定系统的实施例显示层，接收锁定主机子系统的驱动命令，评估驱动命令是否正确，正确后，必须使驱动继电器工作，并检测中继节点的状态反馈给联锁主机子系统。同时，多个IO ECU子系统连接到分布式锁定系统中的锁定主机子系统。接口设计：左侧为现场设备的仿真接口，右侧为锁定接口电路板的仿真软件接口。面粉左侧采用站站图模式模拟信号线旁设备，如轨道区段、广播机、转辙机、站台安全门、紧急停车按钮、渗透门设备等。使用左按钮，您可以在相应的图标上设置容器的状态。单击连接点处的左按钮，设置每个继电器的状态，即现场设备的状态。同样，软件右侧的组合

机架模拟界面可以通过检查相应设备的继电器状态来设置现场设备状态。效果与左侧的设置相匹配。

5.3 现地工作站子系统

作为锁定系统中的上位机，负责信号设备的控制命令、显示状态和锁定下位机的交互。如果有设备控制台，则本地工作站还负责设备控制台和锁定计算机之间的命令，以传送工作站状态数据。本地车间子系统提供人机接口，显示完整的联锁设备集中区域工作站及相关信息画面，可为操作提供命令工具栏，发布命令。本地车间子系统接口包含线路的所有联锁区域。

六. 总结

本文设计了一个较为完整的城市轨道交通计算机联锁仿真培训系统，该系统由两部分组成：一是物理分岔信号仿真系统，可以模拟城市轨道交通所有信号系统的工作状态。同时，可以进行完整的公司培训。其次，在此基础上，为特定线路的所有锁闭区域配备完整的实用培训系统，以加强不同锁闭区域的线路认知和错误处理。两个系统的结合目前可以完全解决信号专家技能的基础训练，而实践训练系统的设计可以为中等职业学校信号专业的实践训练建设提供很好的解决方案。

【参考文献】

- [1] 崔惠珊, 张路, 刘亚磊, 等. 城市轨道交通计算机联锁实训系统设计与实现[J]. 铁路通信信号工程技术, 2019.
- [2] 范楷. 城市轨道交通计算机联锁系统的设计及实现[D]. 中国铁道科学研究院, 2016.
- [3] 冯浩楠. 适用于城市轨道交通的全电子计算机联锁系统设计及研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2021.
- [4] 陈璐. 城市轨道交通区域计算机联锁仿真系统的研究[D]. 兰州交通大学, 2013.
- [5] 张玉冰. 城市轨道交通计算机联锁系统的研究与设计[D]. 长安大学, 2010.
- [6] 张萍, 赵阳. 北京城市轨道交通计算机联锁控制系统特殊联锁功能的软件实现[J]. 中国铁道科学, 2004, 25(5):4.