

城市轨道交通场段出库列车发车进路自动 办理时序卡控方法^{*}

刘荣峰 钱 江 周庭梁 颜红慧

(卡斯柯信号有限公司, 200072, 上海//第一作者, 高级工程师)

摘 要 目的: 为了对城市轨道交通停车场/车辆段(以下简称“场段”)的发车时序进行有效卡控, 确保列车根据出库计划按顺序发车, 提出了一种场段出库列车发车进路自动办理时序卡控方法。方法: 介绍了城市轨道交通场段运营的技术现状; 介绍了场段出库列车发车进路自动办理时序卡控方案的办理步骤及其模块扩展设计; 总结了所提方案的优点。结果及结论: 所提卡控方法的列车出库顺序列表支持两种构建方式: 一个场段形成一个出库顺序列表; 根据列车出库转换轨来分组形成若干个出库顺序列表, 每个转换轨对应一个出库顺序列表。所提卡控方法在判断前序列车是否已发车时支持两种方式: 前序列车已离开场段内的停车库线股道, 但其尚在场段内运行, 即认为前序列车已发车, 这种方式适用于对出库密度要求比较高的线路; 前序列车完全离开场段, 才认为前序列车已发车, 这种方式适用于对出库密度要求不高的线路。通过所提卡控方法的逻辑判断与执行, 可以有效地对列车计划发车顺序进行管控。所提卡控方法适用范围较广, 具有一定的通用性和普适性, 能够有效提升场段发车作业的执行效率、可靠性和安全性。

关键词 城市轨道交通; 出库列车; 发车进路; 时序卡控

中图分类号 U284.48

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.09.039

Automatic Time Sequence Control Method for Outbound Train Departure Route Setting of Urban Rail Transit Depot

LIU Rongfeng, QIAN Jiang, ZHOU Tingliang, YAN Honghui

Abstract Objective: To effectively control the train departure time sequence in urban rail transit parking lot/depot (hereinafter referred to as 'depot') and ensure that train departure complies with the outbound schedule, an automatic sequence control method for outbound train departure route is proposed.

Method: The technological situation of depot operation is introduced; the setting procedure and module expansion design of

the scheme with the above method are introduced; merits of the proposed scheme are summarized. **Result & Conclusion:** The train departure sequence list can be constructed in two ways; a departure sequence list is formed by single depot, or several departure sequence lists are formed based on the train outbound transfer tracks, with each transfer track corresponding to a departure sequence list. The proposed method supports the two methods when determining whether the preceding train departs: The preceding train has left the parking tracks within the depot but is still operating inside the depot, which is considered as the preceding train having departed. This method is suitable for lines with higher outbound density requirements. The preceding train is considered to have departed only when it has completely left the depot. This method is suitable for lines with lower outbound density requirements. By applying the logic and execution of the proposed control method, effective control over the planned departure sequence of trains can be achieved. The above method has a wide range of applicability, providing generalization and versatility. It can effectively improve the operational efficiency, reliability, and safety of depot departure operations.

Key words urban rail transit; outbound train; train departure route; time sequence control

Author's address CASCO Signal Ltd., 200072, Shanghai, China

城市轨道交通停车场/车辆段(以下简称“场段”)在路网体系中占据了极其重要的位置,其作业复杂且繁琐,若场段运作不良,极易影响正线运营。目前,场段作业自动化及智能化程度不高,具有作业效率低、人员工作负荷重、资源利用不充分等特点。列车出库是场段中非常重要的生产作业,其执行结果直接关系到正线运营服务质量。基于此,本文提出一种执行效率高、通用性强的城市轨道交通

^{*} 卡斯柯信号有限公司科研项目(RB.60119018)

场段出库列车发车进路自动办理时序卡控方法,通过该方法的逻辑判断与执行可以有效地管控列车计划出车顺序。本文研究可为城市轨道交通场段列车出库作业提供技术指导与借鉴。

1 技术现状

对于城市轨道交通线路而言,一般在每天线路运营开始前都需要编制出库计划(也称为发车计划),出库计划主要用于确定当天上线运营列车的车组号、上线时间、上线轨(转换轨)等信息。出库计划是场段管控发车作业的基础,据此办理出库列车的发车进路。目前,出库列车的发车进路办理管控主要分为:

1) 调度人员人工管控。出库列车的发车进路完全由调度人员人工办理,由调度人工管理控制办理进路的时机和办理的正确性。一个场段一般需要配备两个调度人员完成出库列车的发车进路办理作业,一个调度人员负责操作,另一个调度人员负责检查并确认进路办理的正确性。在这种情况下,调度人员工作量较大,发车作业效率低且容易出错,进而可能影响正线的正常运营服务。

2) 信号系统自动管控。由信号系统读取出库计划,并以出库计划中列车的上线时间为基础,提前一定时间量为相应列车自动办理发车进路。在这种情况下,系统主要参考出库计划中的列车上线时间自动为其办理发车进路,若当前列车的前序出库列车因某种原因(临时列车故障或其他设备故障)未能及时发车,且无人工及时介入干预,当前列车的发车时间一到,则系统可能提前为当前列车自动办理发车进路,进而可能导致列车出库顺序混乱,扰乱既有出库计划。若此时由人工介入干预调整发车顺序,不仅会给调度人员带来额外的工作量,还可能会导致列车上线时间晚点,影响正线运营服务。

因此,在城市轨道交通场段出库列车的发车进路自动办理基础上,如何对场段发车时序进行有效卡控,确保列车根据出库计划按顺序出车,是当前城市轨道交通场段运营亟待解决的关键技术问题。

2 方案分析

2.1 总体方案

为解决上述问题,本文提出一种执行效率高、通用性强的城市轨道交通场段出库列车发车进路自动

办理时序卡控方法,该方法主要包括以下几个步骤:

步骤1 根据列车出库计划,将出库计划中所有“上线运营”列车按照“上线时间”的先后顺序进行排序,形成列车出库顺序列表。

步骤2 周期性轮询检查场段内各列车发车进路的办理时间,查看是否有出库列车需要办理发车进路。

步骤3 若检测到有出库列车的发车进路办理时间到了,则继续执行步骤4;若没有,则执行步骤2。

步骤4 判断需要办理发车进路的当前列车是否在当天出库计划中,若在计划中,则继续执行步骤5;若不在计划中,则执行步骤8。

步骤5 判断需要办理发车进路的当前列车是否有前序出库计划列车,若有前序出库计划列车,则继续执行步骤6;若没有,则执行步骤8。

步骤6 判断当前列车的前序出库计划列车是否已发车,若未发车,则继续执行步骤7;若已发车,则执行步骤8。

步骤7 由于当前列车的发车进路办理条件不满足,本次运算结束。

步骤8 办理当前列车的发车进路,执行进路办理逻辑。

2.2 方案模块扩展设计

在ATS(列车自动监控)系统中实施该方案,主要涉及ARS(自动进路设置)和CAD(计算机辅助调度)两个模块。

1) CAD模块扩展设计。CAD模块需要增加对场段列车出库顺序的存储和查询功能。CAD模块收到当天出库计划同步后,将出库计划中所有“上线运营”列车按照“上线时间”的先后顺序进行排序,形成列车出库顺序列表;当出库有计划更新时,该列表需要同步更新。根据上述出库顺序列表,提供一个“查询前序出库列车”的接口,供ARS模块调用。该查询接口以被查列车为输入参数,首先判断该待查列车是否在上述出库计划的列车列表中,如果在,则查询列表中该列车的前一列车,并返回其车组号。为满足不同需求,提供两种不同的出车顺序列表构建方式:①根据列车出库计划,将出库计划中所有“上线运营”列车按照“上线时间”的先后顺序进行排序,一个场段形成一个出车顺序列表。②根据列车出库计划,将出库计划中所有“上线运营”列车按照“上线时间”的先后顺序进行

排序,并以“是否从同一转换轨出库”分组形成若干个出车顺序列表,每个上线轨(转换轨)对应一个出车顺序列表。

2) ARS 模块扩展设计。ARS 模块中增加一种针对场段内的库线发车进路的特殊检查条件,用于保证场段的发车顺序。所增加的针对场段发车顺序的检查选项,只针对场段内的库线发车进路有效。ARS 在处理这种发车顺序检查选项时,首先通过 CAD 模块查询该列车是否在当前出库计划中,并获取出库计划中应该在该列车之前出库的列车,如果查询不到,则继续该车发车进路的触发运算;如果查到了出库计划中的前序列车,则需要判断前序列车是否已发车。若前车已发车,则继续当前列车发车进路的自动触发运算;否则暂时不触发该进路,等待前车先发车。为满足不同需求,提供两种不同的“判断前车是否已发车”的判断方式:① 前序列车已离开场段内的停车库线股道,在场段内运行时,即认为前序列车已发车,后车与前车的冲突已解除,后车可以开始办理发车进路。这种方式适用于对出库密度要求比较高的线路。② 前序列车须完全离开场段所在的集中站后,才认为前序列车已发车,后车与前车的冲突才能解除,后车才可以开始办理发车进路。这种方式适用于对出库密度要求不高的线路。

3 方案优点

与现有技术相比,本文所提方案具有以下几个优点:

1) 以场段出库列车的发车顺序对场段发车进路办理时序进行自动卡控,克服了现有技术中主要依赖人工进行监督和卡控的缺陷。

2) 所设计的列车发车进路时序卡控检测范围可以是全场段统一卡控,也可以仅支持以列车上线轨(转换轨)对出库列车进行分组卡控,增强了方案的通用性。

3) 所设计的两种判断当前列车的前序出库计划列车是否已发车的方法,有效解决了不同线路场

段对列车出库间隔密度的约束,增强了多种应用场景的适用性。

4) 所设计的对发车进路时序的卡控可以有效提升场段发车作业的执行效率、可靠性和安全性。

4 结语

本文对城市轨道交通场段发车作业进行了研究,提出了一种执行效率高、通用性强的城市轨道交通场段出库列车的发车进路自动办理时序卡控方法。通过该方法的逻辑判断与执行,可以有效地对列车计划出车顺序进行管控。所设计的方案在一定程度上提高了场段作业的执行能力与效率,保证了生产运输的安全性,尤其对全自动运行线路的可靠性、稳定性运行起到了积极的作用,能够助力智慧城市轨道交通的发展。

参考文献

- [1] 徐安雄,王鑫,曲正钢. 地铁车辆基地综合自动化管理系统收发车计划编制及动态调整方案[J]. 城市轨道交通研究, 2020, 23(12): 193.
XU Anxiong, WANG Xin, QU Zhenggang. Formulation and dynamic adjustment of vehicle receiving and dispatching plan of metro vehicle base integrated automation management system[J]. Urban Mass Transit, 2020, 23(12): 193.
- [2] 黄柒光,王冬海. 城市轨道交通全自动运行列车车辆段出库信号系统设计[J]. 城市轨道交通研究, 2020, 23(9): 125.
HUANG Qiguang, WANG Donghai. Design of urban rail transit depot outbound signal system for fully automatic operation train[J]. Urban Mass Transit, 2020, 23(9): 125.
- [3] 王坚强,张铭瑶. 车辆段收发车运行图编辑器的设计与实现[J]. 铁道通信信号, 2018, 54(7): 90.
WANG Jianqiang, ZHANG Mingyao. Design and implantation of train diagram editor for train receiving and departure in car depot[J]. Railway Signalling & Communication, 2018, 54(7): 90.
- [4] 韩兰奎,李茂青,董昱,等. 列车编队运行方式研究[J]. 兰州交通大学学报, 2015, 34(3): 66.
HAN Lankui, LI Maoqing, DONG Yu, et al. Research on the formation mode of train operation[J]. Journal of Lanzhou Jiaotong University, 2015, 34(3): 66.

(收稿日期:2021-04-01)

欢迎访问《城市轨道交通研究》网站

www.umt 1998.tongji.edu.cn