

市域(郊)铁路站后全自动折返方法研究与应用^{*}

张清东

(上海市域铁路运营公司, 200070, 上海)

摘要 [目的] 采用 CTCS2 + ATO (中国列车控制系统 2 级 + 列车自动运行) 系统, 能够满足市域(郊)铁路与国家干线铁路、城际铁路实现跨线运营需求, 但不能满足市域(郊)铁路公交化运营接发车间隔 3 min 的需求。提出在 CTCS 体系框架下, 通过功能优化、资源细化和简化操作流程实现折返间隔小于 3 min 的目标, 使 CTCS2 + ATO 系统能够满足市域(郊)铁路公交化运营需求和与国铁线路互联互通的需求。[方法] 在现有 CTCS2 + ATO 系统站后折返技术方案基础上, 打破传统以进路为基础的站内列车间隔防护方法, 采用资源间隔防护, 缩短进出折返牵出线时间; 同时采用列车自动进入折返牵出线停稳后自动换端激活进入工作状态的方法, 大幅减少换端时间。介绍了具体的技术方案, 以及应用时序设计和应用场景。[结果及结论] 所提出的折返方法适用于城际铁路、市域(郊)铁路等按照《市域(郊)铁路设计规范》和《城际铁路设计规范》要求设计的线路。采用所提出的折返方法, 在确保安全的前提下, 能够满足目前市域(郊)铁路公交化运营 3 min 发车间隔的运营需求, 同时满足本线列车和国铁列车互联互通的运营需求; 可缩小列车追踪间隔, 提高列车折返效率, 同时可防止列车在无人驾驶情况下进入非折返线。

关键词 轨道交通; 市域(郊)铁路; 站后自动折返; 列车控制系统

中图分类号 U292.14

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.10.051

Research and Application of City (Suburban) Railway Post-station Fully Automatic Turn-back Method

ZHANG Qingdong

(Shanghai Urban Railway Operating Company, 200070, Shanghai, China)

Abstract [Objective] CTCS2 + ATO (Chinese Train Control System Level 2 + Automatic Train Operation) system can meet the requirements for cross-line operation between city (suburban) railway and national mainline and intercity railways. However, it cannot satisfy the demand for the 3-minute headway public transport operation in city (suburban) railway.

By optimizing functionality, refining resource management, and simplifying operational processes, the goal of a turn-back interval of less than 3 min within the CTCS framework system is proposed, so as enabling the CTCS2 + ATO system to meet the demands of city (suburban) railways in both public-transit operation and interoperability with national railway lines.

[Method] Building on the post-station turn-back technology plan under existing CTCS2 + ATO system, this approach breaks away from the traditional route-based interval protection method inside station by implementing resource-based interval protection to shorten the time required for entry and exit from the turn-back siding. Additionally, an automatic procedure is introduced where the train, upon reaching the turn-back siding, automatically switches ends and activates into operational status, significantly reducing the end-changing time. The implementation details of this specific technical plan are expounded, including its application sequence design and applicable scenarios. [Result & Conclusion] The proposed turn-back method is suitable for intercity and city (suburban) railways designed according to the standards outlined in the Code for Design of Suburban Railway and Code for Design of Intercity Railway. By adopting this method, it is possible to safely meet the operational demand for a 3-minute headway in city (suburban) railway public-transit operations while also ensuring interoperability between this line and the national trains. Train following intervals are reduced, turn-back efficiency is enhanced, and trains are prevented from inadvertently entering non-turnback tracks during unmanned operations.

Key words rail transit; city (suburban) railway; post-station automatic turn-back; train control system

市域(郊)铁路是城市中心城区联结周边城镇组团及其城镇组团之间的通勤化、快速化、大运量的轨道交通系统^[1]。市域(郊)铁路作为轨道交通的组成部分, 将实现本市域内, 以及跨域、跨线运营, 与城市轨道交通实现换乘运营, 未来还将与国铁实现互联互通。为实现市域路网内以及未来与

^{*} 国家重点研发计划项目(2018YFB1201500); 中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划项目重点课题(N2023G059)

国铁间互联互通需求,其主要技术装备(除机电、票务系统)以铁路制式为主,满足网络化运营需要。市域(郊)铁路的调度指挥与国铁类似,采用分散自律模式的调度中心集中指挥模式,同时还要满足公交化运营需求,所以其具有“互联互通、网络运营、资源共享、集约利用”的特点。

由此可看出市域(郊)铁路主要功能定位是:提供城市公共交通服务,缓解城市交通拥挤;提供市域范围的通勤交通,促进新型城镇化建设^[1];提供跨市范围的通勤交通,更好适应都市圈发展要求。通过市域(郊)铁路功能定位可知:市域(郊)铁路运营速度在 100~160 km/h 比较适合,运输模式为站站停和大站停相结合;同时,还有一个非常重要的特征为公交化运营,满足追踪间隔 3 min 的运营需求,这就要求折返间隔满足小于 3 min 且要求具有 ATO(列车自动运行)功能。同时,市域(郊)铁路需要与高速干线铁路和区域城际铁路实现跨线运营,需要与城市轨道交通互联互通,因此需要满足四网融合发展要求,这对市域(郊)铁路所采用的信号系统提出了前所未有的挑战。

1 研究背景

国家干线铁路、城际铁路运营速度一般在 250~350 km/h,采用的信号制式为 CTCS2 级或 CTCS3 级(CTCS——中国列车控制系统),标准一般为国家铁路局颁发。目前,在国铁线路,CTCS2 级或 CTCS3 级已有成熟应用,但国家干线铁路、城际铁路没有接发车间隔 3 min 的迫切需求。CTCS2 级或 CTCS3 级相关技术规范以及各铁路局制定的与行车相关的管理规定均不能满足市域(郊)铁路公交化运营接发车间隔 3 min 的需求^[2]。目前,国内采用 CTCS2 + ATO 系统的线路有莞惠线、佛肇线、穗莞深线,这些线路在尽头站的折返方式采用的是站前自动折返和站后有人自动折返两种方式,折返间隔一般在 6~10 min。

城市轨道交通线路所采用的主流信号系统为 CBTC(基于通信的列车控制)系统以及近期迅猛发展的 TACS(列车自主运行控制系统),自动化等级已达到 GOA4(无人干预列车运行)级,折返方式均实现了站后全自动折返,折返间隔满足 3 min 要求,具有安全、高效、灵活等优点。但是,采用 CBTC 系统,线路运营速度低于 120 km/h,不能满足市域(郊)铁路城市间的通勤需求;更重要一点是,采用

CBTC 和 TACS 系统的城市轨道交通无法与国家干线铁路、城际铁路实现跨线运营,不能满足不同线路的互联互通需求。

综上所述,本文在 CTCS2 + ATO 系统在珠三角城际铁路上成熟应用的基础上,对其折返功能进行技术升级,打破折返间隔时间长的技术瓶颈。通过功能优化、资源细化和简化操作流程实现在 CTCS 体系框架下折返间隔小于 3 min 的目标,使 CTCS2 + ATO 系统能够满足市域(郊)铁路公交化运营需求和与国铁线路互联互通的需求。该方法适用于城际铁路、市域(郊)铁路等按照《市域(郊)铁路设计规范》^[3]和《城际铁路设计规范》要求设计的线路。

2 技术方案

采用本文所提出的基于 CTCS2 + ATO 系统的市域(郊)铁路站后全自动折返方法,解决了在国铁、市域(郊)铁路具有跨线功能的折返车站进行站后全自动折返时,列车错误驶入非折返线的安全隐患;通过提前解锁相同运行方向的折返进路,缩短列车进出折返牵出线的运行时间,提高了折返线路利用率;列车自动进入折返牵出线停稳后,通过自动换端和自动激活进入工作状态;实现了市域(郊)铁路在国铁线路上实现公交化运行且折返间隔小于 3 min 的运营需求。

2.1 折返原理

本文所提出的折返方法是在保证列车运行安全的前提下,优化了列控系统折返设计原则,简化了车地通信流程,达到了提高运行效率目的。其折返原理如下:

1) 在车站折返走行范围内设置自动折返区域,增加列车自动折返模式。自动折返模式是列车自动驾驶工作模式下进行折返作业时的特殊工作状态。进入自动折返模式的条件为:车载设备收到来自 CTC(调度集中)的折返命令并且列车操控手柄处于零位,同时需要司机拔出钥匙。退出折返模式的条件为:列车站台停稳且处于开门状态,同时司机在驾驶室操控台插入激活钥匙。处于自动折返模式的列车全自动折返时,必须保证在自动区域内进行,否则列车输出紧急制动停车,实现原理为:①有源应答器防护。在站台往折返线方向的出站信号机有源应答器中设置自动折返区域数据包,当列车驶入折返线后,车载设备收到正确的自动折返区

域数据包链接信息,否则列车输出紧急制动停车。
②TSRS(临时限速服务器)进路防护。CTC 办理好折返进路后,TSRS 对折返进路信息进行安全校核,TSRS 验证通过则向列车发送“ATO 允许发车”命令,“ATO 发车按钮”闪烁,否则不能发车。
③ATP(列车自动保护)防护。在站台停车后,司机拔出列车激活钥匙,列车进入自动折返模式。当列车再次进入站台后,司机插入列车激活钥匙,列车退出自动折返模式。在自动折返模式下,ATP 对列车位置进行校核,如果列车驶出自动折返区域,则列车输出紧急制动停车。

2) 列车在折返尽头线自动换端激活后,需确保车载设备中的运行方向正确,由 ATP 校核轨道电路发码方向是否与列车运行方向信息一致,如不一致则列车输出紧急制动停车。

2.2 实现过程

要实现站后自动折返,列控系统的地面和车载设备要高效协同,车地无线通信要畅通无阻。自动折返过程主要分为列车进入折返轨、列车在折返轨换端后驶出折返轨两个阶段。

2.2.1 列车进入折返轨

1) 当列车停在接车股道上且已为该列车办理了折返进路的条件下,TSRS 根据列车的位置报告、TCC(列控中心)的折返进路报告、CTC 的列车计划,周期性地向车载设备发送自动折返许可。

2) ATP 从 TSRS 获得自动折返许可,该折返许可在一定时间内有效,如超时,ATP 则删除该折返许可。如果上一折返许可尚未失效,又收到新的折返许可,则使用新的折返许可,新折返许可的有效期限自收到始重新开始倒计时;如果 TSRS 在规定时间内未收到 ATP 折返许可确认消息,将重新发送折返许可。

3) ATP 获得 TSRS 发送的自动折返许可,且满足进入折返线的前提条件,则 ATP 通知 ATO 点亮自动折返按钮灯(闪烁),提示司机按压自动折返按钮,使列车进入自动折返状态。

4) 司机按压自动折返按钮后,开始申请转入自动折返状态,并输出自动折返激活信号;列车收到自动折返激活信号后,用该信号代替钥匙输出驾驶室激活信号,并输出手柄组合零位信息,保证车载设备持续处于自动驾驶模式。列车将自动折返激活信号送到另一端驾驶室车载设备,使对端驾驶室车载设备能获知本端自动折返状态。

5) ATP 将自身的折返状态通知 ATO,ATO 根据此状态点亮自动折返按钮上的灯光为稳亮。ATO 通过 ATP 在 DMI(人机显示界面)上显示自动折返图标。

6) ATP 转入自动折返状态后,司机拔掉钥匙。以 ATP 输出的自动折返激活信号代替钥匙所激发的驾驶室激活信号。

7) ATP 收到允许发车码后,司机按压 ATO 发车按钮发车。列车从接车股道自动驶入折返牵出线。

2.2.2 列车在折返轨换端后驶出折返轨

1) 列车以 ATO 模式驶入折返牵出线,ATO 在 ATP 防护曲线下运行并停车,ATP 保持自动折返激活信号;列车在折返轨停稳,通过车辆贯通线激活另外一端驾驶室,设置手柄方向位向前,设置牵引制动手柄处于零位。

2) 另一端驾驶室激活后自动进入待机模式,原驾驶端转入休眠模式;处于待机模式的列车根据自动注册进入部分监控模式,列车收到允许发车码后通知 ATO 自动发车,列车自动驶出折返牵出线。

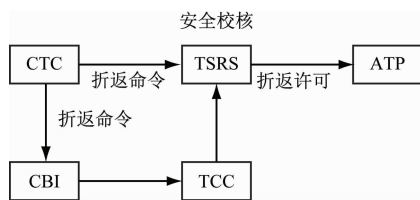
3) 列车以 ATO 模式驶入发车股道停稳,列车自动开门,司机上车插入钥匙,列车退出自动折返激活状态和自动折返工作模式。

2.3 与传统折返方式对比分析

本文所提出的折返方法可大幅减少采用传统 CTC+ATO 系统的站后折返时间。从以下三个方面进行对比分析。

1) 本文所提出的折返方法首次采用 TSRS 对折返进路进行校核。主要原因是折返车站通常都是具有跨线功能的枢纽站,相比地铁车站站型复杂,折返列车采用站后全自动折返模式有驶入其他线路的风险。本文所提出的方法可对错误驶入其他线路的风险进行防护处理,由 TSRS 对处在自动折返工作模式时 CTC 发送的折返进路进行校核,确定为折返进路后再向车载设备发送 ATO 折返命令,车载设备收到 TSRS 发送的折返命令后才能驾驶列车自动驶入折返线。TSRS 校核折返进路数据流如图 1 所示。

2) 如采用传统折返方式,列车在站后有人折返情况下,司机激活另外一端驾驶台需要 202 s。采用本文所提出的折返方法,通过加装在两端车载设备的数据贯通线,本务端 ATP 自动激活非本务端驾驶室,设置手柄方向位向前,设置牵引制动手柄处于



注: CBI—计算机联锁。

图 1 TSRS 校核折返进路数据流示意图

Fig. 1 Diagram of TSRS checking turn-back route data flow

零位且 ATO 处于自动驾驶模式;非本务端驾驶室激

活后自动进入待机模式,本务端转入休眠模式只需要 2 s。

3) 采用本文所提出的折返方法,列车换端后的注册时间比采用传统 CTCS2 + ATO 系统的注册时间大幅缩短。通过两端车载设备数据贯通线,本务端车载设备将司机号、电台 ID、车长等列车注册用信息传输给非本务端,非本务端自动完成注册并进入部分监控模式。两种折返方法换端时间如表 1 所示。

表 1 两种折返方法换端时间对比表^[4]

Tab. 1 Comparison of end-changing time in two reentry methods

传统折返方式			本文所提出的折返方式		
序号	步骤	时间/s	序号	步骤	时间/s
1	换端,司机走向另外一端驾驶台	200	0	列车到达折返轨并停稳	
2	激活驾驶台,ATP 由休眠转为待机模式	2	1	自动激活非本务端驾驶台进入待机模式	2
3	ATP 休眠转待机模式,车载制动功能测试	10	2	非本务端 CAB-B(驾驶室 B 端)自动列车注册入网,完成列车注册	7
4	车载 ATP 注册入网,与 CCS(通信控制系统)建立通信	50			
5	车载 DMI 完成数据输入,完成开机注册	60			
折返时间总计		322	折返时间总计		9

3 应用研究

3.1 应用时序设计

上海机场联络线是我国首批 11 条市域(郊)铁路示范线路之一,也是上海市新建的首条市域(郊)铁路线。作为城市内部换乘至两场(虹桥机场、浦东机场)、三站(虹桥站、上海南站、上海东站),并服务沿线地区的重要轨道交通线路,该线西起虹桥站,东连上海东站,线路全长 68.6 km,设有 9 座车站,列车最高运行速度 160 km/h,采用 CTCS2 + ATO 信号系统。

本文以上海机场联络线虹桥站为例阐述本文所提出的折返方法在工程线路应用时各设备的运行过程。列车换端时序如图 3 所示。虹桥站作为一个集各种交通运输方式于一体的综合型车站,折返效率直接影响车站运输组织与接发车效率。在虹桥站下行方向设置嘉闵线与机场联络线的共线车站。虹桥站为机场联络线的自动折返车站,列车到站后进行站后自动折返,折返间隔即为机场联络线虹桥站接发车间隔。

1) 列车停于股道,乘客乘降完毕。到达预订折返发车时间后,CTC 通过联锁办理自动折返发车进

路,并通过 TSRS 向车载设备发送自动折返命令;车载设备通过 DMI 向司机显示自动折返提示。

2) 站台门锁闭且进路开放条件具备后,开放进路,TCC 发送列车进入进路的允许码。

3) TCC 将折返轨接车进路号发给 TSRS。

4) TSRS 对进路进行安全校核。校核进路为驶入折返进路后发送“ATO 允许发车”命令至车载设备和站台发车装置,车载设备通过 DMI 向司机显示 ATO 发车提示,站台发车装置 ATO 发车按钮闪烁。如果 TSRS 校核进路为非折返进路,则不发送“ATO 允许发车”命令,同时将校核结果反馈给 TCC。

5) 司机按压 DMI 自动折返按钮。

6) 司机将手柄位置零,拔出钥匙,列车进入自动折返模式。司机下车按压站台上的 ATO 发车按钮,列车在无人的情况下自动发车运行。

7) 列车以无人驾驶模式自动驶入折返轨。

8) 列车经过折返轨定位应答器并且停稳,自动激活非本务端驾驶台进入部分监控模式,本务端驾驶台自动转入休眠模式。

9) 列车停稳后,CTC 自动办理折返轨发车进路。

10) 发车进路开放,TCC 发送列车进入进路的

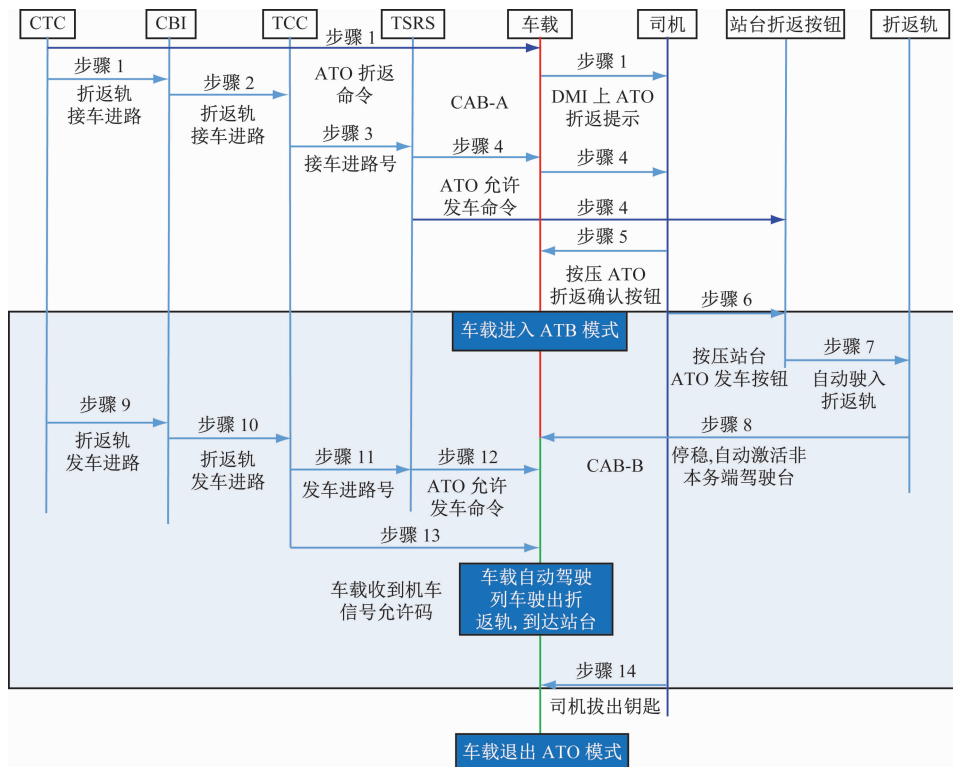
允许码。

11) TCC 将折返发车进路号发送给 TSRS。

12) TSRS 校核折返发车进路后, 允许 ATO 发车。

13) 车载设备收到允许码后,自动驾驶列车驶出折返轨到达站台。

14) 列车站台停稳后,自动开门,司机上车插入钥匙,车载设备退出自动折返模式。



注:CAB-A—驾驶室 A 端。

图 2 列车换端时序图

Fig. 2 Diagram of train end-changing sequence

3.2 应用场景

以上从设备角度说明自动折返工作原理和时序过程,下面从运营角度分析3列列车在虹桥站自动折返的具体实施过程,如图3所示。

1) 场景1:第一列列车进入折返线1后,办理同向第二列列车Ⅱ道接车进路。

2) 场景 2: 第一列列车出清道岔 1DG/7DG 进入 I 道, 提前解锁折返线 1 和道岔 1DG/7DG 进路区段, 办理第二列列车进入折返线 1 的接车进路。

3) 场景3:第一列列车在 I 道站台上客后驶出站台,第二列列车驶入折返线 1,办理第三列列车接车进路。

列车在折返车站的折返作业主要涉及接车股道、发车股道、折返线及折返线与接发车股道之间的咽喉区 3 个作业区。根据虹桥站车站列控数据可计算得出,每列列车从办理进入 II 道接车进路到列车驶离 I 道的时间相同。每列列车均办理进入折

返线 1 的折返作业,为使接发车股道和折返线使用效率最高,在前车出清折返线 1 前方岔区的情况下可办理第二列列车进入折返线 1 的折返进路。由此分析得出,第二列列车办理进入 II 道的时间可以在第一列列车办理接车进路的 169 s 后,即接车股道到达间隔为 169 s。由于每趟车总作业时间相同,所以发车股道发车间隔同样为 169 s,满足折返车站 3 min 接车间隔和发车间隔。

4 结论

1) 基于 CTCS2 级列控系统,在不增加既有中心设备和接口的情况下,利用 TSRS 设备对处于折返工作模式的列车进行进路命令校核,能够确保在跨线折返车站进行站后全自动折返时的安全,不会因为错误办理其他方向进路而导致列车在无人驾驶情况下驶入非折返线。采用 CTCS2 + ATO 系统的线路,在确保安全的前提下实现站后全自动折

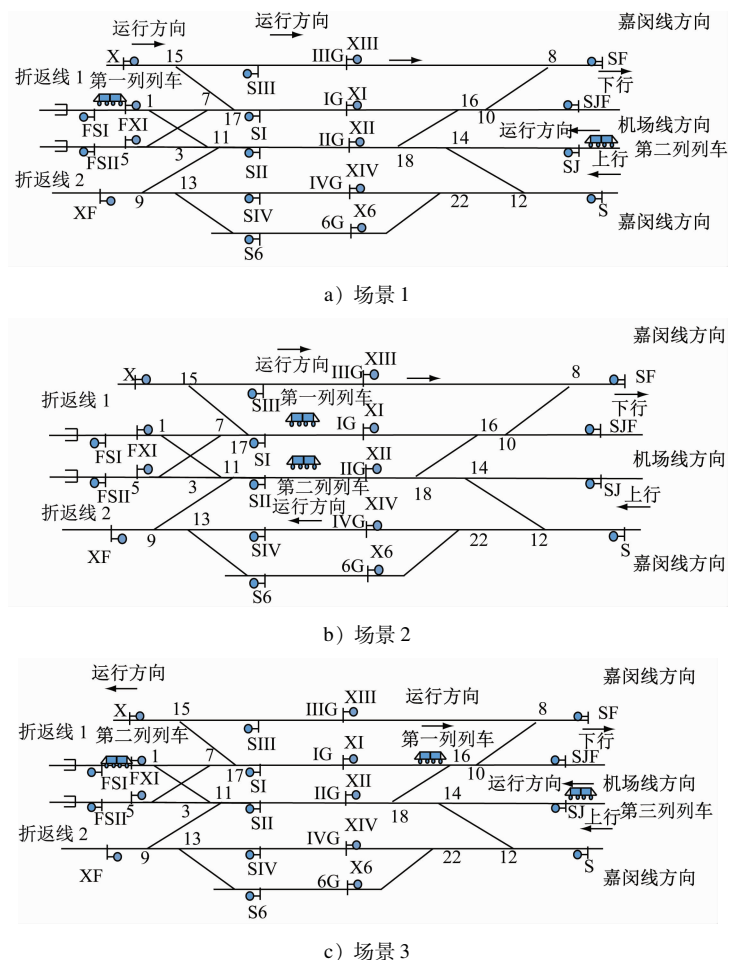


图 3 三列列车在折返站的全自动折返实施过程

Fig. 3 Implementation process of fully automatic turn-back for three trains at the turn-back station

返,对于减轻司机工作强度、缩短站后折返时间、提高车站折返效率都将有质的提升。

2) 通过增加车辆贯通线,使列车两端车载设备实现通信。列车自动进入折返牵出线停稳后,通过车辆贯通线自动换端激活进入工作状态,省去换端司机走行时间,以及重新注册入网、输入列车数据等步骤。与采用传统 CTCS2 + ATO 系统的折返方式相比,采用本文所提出的折返方法换端时间可缩短 10 倍以上。大幅缩短列车折返换端时间,提高了折返线路利用率,实现了市域(郊)铁路公交化运行折返时间小于 3 min 的运营需求。

综上所述,本文所提出的折返方法实现了在国铁、市域(郊)铁路跨线车站的 3 min 站后全自动折返,解决了市域(郊)铁路采用 CTCS2 + ATO 信号系统折返间隔不能满足 3 min 的技术瓶颈,可为实现国家干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路与城市轨道交通之间的互联互通和跨线运营提供技术

支撑。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 关于促进市域(郊)铁路发展的指导意见:发改基础[2017]1173号[A]. 北京:中华人民共和国国家发展和改革委员会,2017.
National Development and Reform Commission of the People's Republic of China. Guiding opinions on promoting the development of urban (suburban) railways: FGJC [2017] No. 1173 [A]. Beijing: National Development and Reform Commission of the People's Republic of China, 2017.
- [2] 成正波, 刘华祥. 市域(郊)铁路信号系统制式比选及建议[J]. 城市轨道交通研究, 2021, 24(4): 71.
CHENG Zhengbo, LIU Huaxiang. Comparative selection and suggestion of suburban railway signaling system format [J]. Urban Mass Transit, 2021, 24(4): 71.
- [3] 国家铁路局. 市域(郊)铁路设计规范:TB 10624—2020[S]. 北京:中国铁道出版社,2021:1.

(下转第 293 页)

表 1 智能运控系统关键功能优化方案

Tab.1 Key function enhancement scheme for intelligent operation and control system

功能模块	关键功能优化方案
行车融合信息拓展	为行车调度和主任调度席位扩展支持行车指挥的多专业融合信息,并以融合方式为行车调度员提供显示,方便行车调度员及时掌握多专业信息,提高在各种正常运营、故障处置和应急响应情况下的调度指挥效率
供电臂行车卡控	信号系统与供电系统联动,依据供电能力状态自动监控列车运行,防范单一供电区超过供电负荷而引发电力故障
全自动运行图编辑	通过对实时运营客流数据进行智能化分析,提供满足客流需求的列车开行方案,并实现全日运行图的全自动编辑功能,大幅压缩制定新运行图的时间,同时支持既有的第三方编图工具导入运行图功能
客流分析与行车评估	构建客流行车综合验算模型,采集车辆实时称重、AFC 系统清分等数据,实时获得运营客流数据;为行车调度员提供客流分析监测视图,实时掌握运能和客流满足情况,并对行车安排作出调整
故障及应急指挥	识别影响行车的故障及突发事件,为调度员提供准确的告警信息推送,同步提醒故障原因、故障影响范围、预计修复时间以及故障应急处置建议。对于需要立即作出操作响应的场景,智能运控系统按照运营预案实现自动联动。对于复杂的线路故障和紧急事件,智能运控系统为调度人员提供图形化的预案管理功能,将规程、要求进行电子化显示,并辅助以系统分析功能,支持调度人员准确高效开展处置,并确保处置过程的流程化和标准化
段场智能协同	为线路各段场的日常收发车作业管理提供智能化分析和自动化联动功能,提升段场作业效率;具备车辆调车作业计划管理功能,可以完成调车申请提交、流转审批,以及调车计划的智能辅助编制;当正线运营计划调整时(如列车故障、突发大客流等),需要投放备车、故障车下线、延长列车运营时间等,智能运控系统自动提供收发车计划、段场内调车和检修计划的调整建议,正线调度人员和段场调度人员确认后自动实现段场协同

20%。全自动运行线路 ATS 系统扩展智能运控功能设计方案在深圳地铁 16 号线的成功实施,不仅提升了线路运营效率,更增强了 ATS 系统的安全性和可靠性,提高了 ATS 系统对复杂运营环境的适应能力和对突发事件的快速反应能力。

参考文献

[1] 邓金柱. 全自动运行系统行车调度指挥功能提升探讨[J]. 技术与市场, 2023, 30(9): 58.
DENG Jinzhu. Discussion on the improvement of traffic dispatching command function of automatic operation system[J]. Technology and Market, 2023, 30(9): 58.

[2] 朱莉, 胡恩华. 全自动无人驾驶一体化智能运控系统研究[J]. 铁道通信信号, 2019, 55(10): 69.
ZHU Li, HU Enhua. Research on fully automatic unmanned integrated intelligent transportation control system[J]. Railway Signalling & Communication, 2019, 55(10): 69.

[3] 李晶, 杨艳锋, 李小鹏, 等. 面向多层次网络化的轨道交通行车调度指挥系统构建[J]. 铁道通信信号, 2023, 59(4): 62.
LI Jing, YANG Yanfeng, LI Xiaopeng, et al. Construction of the traffic dispatching command system oriented to multi-level network rail transit[J]. Railway Signalling & Communication, 2023, 59(4): 62.

[4] 丰文胜, 王永星, 薛强. 轨道交通全自动无人驾驶场景的新功能需求[J]. 铁道通信信号, 2020, 56(2): 83.
FENG Wensheng, WANG Yongxing, XUE Qiang. New functional requirements of fully automatic unmanned scene in rail transit[J]. Railway Signalling & Communication, 2020, 56(2): 83.

· 收稿日期:2024-05-31 修回日期:2024-06-12 出版日期:2024-10-10
Received:2024-05-31 Revised:2024-06-12 Published:2024-10-10

· 通信作者:李德堂,高级工程师, lidetang@sohu.com

· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(上接第 289 页)

National Railway Administration. Urban (suburban) railway design specification: TB 10624—2020[S]. Beijing: China Railway Publishing House, 2021:1.

[4] 卡斯柯信号有限公司. 一种适用于市域(郊)铁路的站后无人自动折返方法:CN5310189[P]. 2021-03-26.
CASCO Signal Ltd. An unmanned automatic post-station turn-back method for urban (suburban) railway: CN5310189[P]. 2021-03-

26.

· 收稿日期:2024-06-04 修回日期:2024-07-10 出版日期:2024-10-10
Received:2024-06-04 Revised:2024-07-10 Published:2024-10-10

· 通信作者:张清东,工程师, donghai_0424@qq.com

· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license