

Analysis of the Signal System Operation and Maintenance System under the Interconnection Operation Mode of Urban Rail Transit

Lihong Liang

Chongqing Rail Transit (Group) Co., Ltd., Chongqing, 401121, China

Abstract

Starting from the challenges faced by the operation and maintenance system under the Chongqing interconnection and networking operation mode, this paper discusses the interconnection and interoperability operation and maintenance mode of the signal system based on the operation and maintenance experience of Chongqing rail transit. By introducing the maintenance of ATS equipment and on-board equipment that are the most prominent features in the interconnection and interworking signal operation and maintenance system, this paper elaborates in detail on the characteristics of signal system interconnection and interworking operation and maintenance. At the same time, based on the development trend of interconnection and exchange technology of signal equipment and the prediction of intelligent operation and maintenance practices, some future prospects for the development of interconnection and exchange operation and maintenance of signal systems have been made.

Keywords

urban rail transit; interconnection and networked operation; operation and maintenance system

浅析城市轨道交通互联互通运营模式下的信号系统运维体系

梁立宏

重庆市轨道交通（集团）有限公司，中国·重庆 401121

摘 要

论文从重庆互联互通网络化运营模式下运维体系面临的挑战出发，综合重庆轨道交通运维经验论述了信号系统的互联互通运维方式。通过介绍在互联互通信号运维体系中最能凸显特点的ATS设备和车载设备维护情况，较为详细地阐述了信号系统互联互通运维特点。同时，结合信号设备发展的互通互换技术发展趋势以及智能运维实践的预测，对信号系统互联互通运维发展做出了未来的一些展望。

关键词

城市轨道交通；互联互通网络化运营；运维体系

1 引言

重庆轨道交通依托互联互通的 CBTC 系统示范应用工程项目，成功实现了互联互通网络化运营，从 2019 年五号线的互联互通共线运营，四、十、环线的列车与五号线的列车共同在五号线进行载客；到 2020 年的“四一环”跨线互联互通运营，最终在 2021 年实现“四一环一五”跨线互联互通运营。

“四一环一五”三线互联互通采用直快车的运营模式，运行交路为五号线跳磴—重庆西站—环线—民安大道—四

号线—唐家沱。直快车停靠站点共 12 座，行车间隔为 30 分钟，采用插入法行车，即在两列普通载客列车的运行间隔中运行直快列车。三线互联互通采用非固定车底方式，直快车可与普通车相互转换，更为灵活地实现多种运营模式。“四一环一五”跨线互联互通列车全程较普通运行模式少停 16 个站，乘客可节约 33 分钟出行时间，不仅更加快捷，还解决了当前五号线无法贯通，分南北两段独立运营产生的过江问题。

互联互通网络化的运营最大限度满足乘客各种出行目的的需求，既能通过跨线运营减少换乘等待时间，又能通过快满车运营提高直达旅行速度，为乘客提供了更加丰富便捷的运输服务，并在减少运营成本的同时，由于与传统单线运营模式存在很多的不同，对运营维护策略提出了更多的要求

【作者简介】梁立宏（1971—），男，中国重庆人，本科，高级工程师，从事城市轨道交通互联互通运营管理研究。

和挑战。

2 互联互通运营下运维体系的建立

互联互通网络化运营模式下,行车的指挥调度在单线形式的基础上增加了上层的总体调度,重庆轨道交通建立全局调度系统对网络化运营的线网列车实现实时全局调度。针对直快车,不仅需在各线ATS终端上监控其运行情况,因网络化运行的要求需在全局调度终端上跟踪从起点站发车经过两次跨线,途径三条线达到终点站的全过程。同时,利用全局调度的线网运行图绘制、下发和实时调整功能,实现了四号线、环线、五号线三条线一张运行图,为列车互联互通跨线运行、快慢车混合运行夯实了基础,提供了切实可行的前提条件^[1]。

互联互通的共线和跨线运营,在合理的快慢车运营组织下,不仅可以有效节省乘客总出行时间,同时节省列车周转时间,达到节省运用列车的目的。四、五、十号线和环线,共设有4座跨线站、10座越行站,共节省配属列车约10列,60辆。而在不固定车底的快慢车模式下,采用“就近回段”的车辆管理模式是最可靠可行的方式。车辆在此情景下,已实现了线网级的资源共享,可共线运行为他线提供车辆短缺下的补充,也可跨线运行为多线提供车辆使用的补强。

在此两种全新运营模式的推动下,催生了与之相配套的运营维护方式。控制中心的线网级调度,通信无线列调、CCTV系统、信号ATS系统等都需要实现多条线路的接入;车辆的资源共享,不同线路、不同型号的系统设备,重庆轨道交通建立统一的运营维护管理机构,并制定统一的运营维护策略,以此形成了区别于单线的互联互通运维体系。因四、五、十、环线使用的信号系统各不相同,信号系统设备的运维是统一管理、集中维护的互联互通运维体系最典型的代表,而最能凸显特点的是ATS设备和车载设备。

3 ATS设备维护的特点

互联互通的跨线运行要求了四、环、五号线三线的两个跨线点——民安大道和重庆西站分别对四、环和环、五的跨线相邻站点进行复示,增加相邻线路的ATS数据交互。在此基础上增加的全局调度系统实现线网级别的调度后,可认为互联互通线路的ATS和全局调度构成了一个新的互联互通ATS系统。利用互联互通各线路ATS设备及全局调度系统设备均位于大竹林控制中心的便利性,重庆轨道交通设置一个信号维护班组统筹设备的管理和维护,同步进行维护、检修和故障处置工作。

在正常的单线ATS监测维护的基础上,运维人员对由全局调度系统和各线ATS构成的互联互通ATS系统,做出针对性的工作加强:

一是巡视。在巡视工作中,除确认各线路ATS以及全局调度服务器运行状态和终端显示状态外,跨线点的复示区域显示、相邻线路ATS接口状态、ATS数据交互数据流、

相邻线路网络状态均要求确认。

二是检修。对于ATS-ATS之间的数据传输通道和数据流的检测,接口均在检修工作中通过维护工作站进行确认。借由对各线路之间的不同设备的检修,将各设备横向对比,总结维护经验。同时,借助委外单位的技术力量加强服务器通用的数据库和操作系统维护,以保证信号应用程序的可靠性运行。

三是故障处置。互联互通,特别是跨线的故障处置较单线来说,涉及的点多面广,因此出现互联互通的故障时,更要首先协助行车调度本着“先通后复”的原则恢复列车运行;其次结合相邻线路的ATS数据状态和设备运行状态判断故障点是运维人员的主要任务;最后多线多重设备宕机时对各线设备的重新启动顺序也是保障故障处置的重点,既要保证当前无影响的线路继续运行,还要保证宕机的恢复。此时,故障处置已由单线独立的ATS处置上升到了线网级别的全面协调。

四是运行图管理。全局调度系统统一编制的运行图下发至各线ATS后计划图是否匹配,全局调度系统收集各线运行图行实迹后的显示,全局调度系统收集各线路ATS显示状态后的显示,也均为日常维护检修工作的关注点。

4 车载设备维护的特点

互联互通运营模式下采用的“就近回段”车辆管理模式,决定了车辆、车载设备维护和单线运营模式下的维护管理有所不同。单线运营模式下仅管理本线列车及相关设备,互联互通运营模式下各车辆段、停车场均有各线不同列车回库。重庆轨道集团采用按照属地化统一管理的原则进行维护,即车辆、车载设备的检修维护工作由车辆所在场地对应的运营公司负责。为保证设备更换的及时性和资产管理的可控性,备品备件规定为相应线路运营公司的资产,其备品备件由车辆所在场地对应的运营公司向资产所属运营公司领用;更换下的故障件还回资产所属运营公司。同时,维护检修过程中需要使用的专用工具通过各车场配置和统一调用的形式保证维护工作的质量。

互联互通的四、五、十、环线信号系统由不同厂商提供,四家已经实现了车载信号的显示和操作上基本一致,但各家实现的方式各有不同,导致车载设备的差异尤为明显。在同一车辆段停放的不同线路列车车载设备检修方式各有不同、备品备件的需求各有不同、分析数据的工具各有不同。

目前重庆五号线由于中段未贯通,分南北两段独立运营。南段的中梁山车辆段因不固定车底和就近回段的原则,夜间停放有四、五和环线的列车;五号线北段是最早实现互联互通共线载客运营的线路,所属的大竹林停车场停放有四、五、十、环的各线列车。五号线列车停放条件是互联互通网络化运营最为典型的情形,下面通过五号线车载信号设备运维的执行说明车载信号设备的维护模式和体系:

一是检修。长期停放于五号线的列车,首先由四、十、环列车所属运营公司的信号维护部门按照维护规程规定的周期制定计划并向五号线提供,五号线信号维护部门按计划进行车载信号设备的周期性检修。临时停放于五号线的列车,通过停放、检修计划同步制定,并合理在允许范围内调整检修计划的方式,优先保证其回到所属线路进行车载信号设备的检修;在五号线停放期间,必须执行检修计划时,则由列车所属运营公司提供检修计划,五号线人员完成检修。当列车由五号线转出至其他线路时,车载信号设备的检修记录随列车一并交于转入的运营公司^[2]。

二是故障处置。为提供故障处置水平,五号线车载信号设备维护部门同时配备了四、五、十、环线的车载数据下载和分析工具,故障列车就近回到五号线车辆段或停车场时,第一时间下载数据分析。另外,在周期性检修作业时可根据车载数据分析,从而更为深入地了解车载信号设备当前运行稳定状态,为检修作业提供更加充分的依据。

三是设备更换。设备更换主要分为两种情况,①故障更换;②维护规程规定的定期更换。按照运营成本归置的原则,在同一车辆基地配置多条线路的备品备件,将明显增加此条线路的运营成本。因此,无论何种情况的设备更换,都是结合检修计划由列车所属线路制定整体备品备件需求,向五号线停放的他线列车提供设备更换所需备品备件。较单线维护情况下,此种情况可能导致备品备件到位时间更长的情况,故障修复周期将拉长。考虑到车载信号设备故障仅影响本列车的使用,当需更换设备无法及时到位时,故障列车按照扣修流程执行。互联互通的列车共享也能弥补故障列车无法上线空缺,总体上线列车数量不会发生变化,与单线运营模式下的列车上线情况无差别。

5 互联互通运维发展的展望

在互联互通的CBTC系统示范应用工程项目研发出的互联互通信号系统的基础上,互通互换的信号设备也是未来发展的一种趋势。尽管信号系统的安全属性限制了设备的开放性发展,但信号设备也是随着各行业发展向集成化、小型化、可视化、信息化发展的。

互通互换实现将可推动运维体系的进步,特别是在设

备维护的统一性,备品备件储备方面。当前的设备外形尺寸、供电方式、数据处理模式、接口类型等都完全不同,不可能做到不同厂商设备之间的互换。随着开放化的技术发展,互通互换时代到来后,将大大降低目前的备品备件库存量。四条线路若有30%的设备可完全实现互通互换,在两两共用库存的情况下,也将至高降低四条线整体25%的备品备件需求量。这将为当前形势下的开源节流,降本增效带来不可估量的作用。

智能运维是《交通强国建设纲要》里“智慧交通”的体现,是当前设备运维的热点和趋势,信号系统的智能运维也不例外。随着智能运维的不断成熟,形成整个线网级别智能运维平台,可以实现更为精确的报警信息。并通过大数据、人工智能算法、深度学习,建立故障诊断模型,实现关键设备的故障预测、趋势分析,提供设备健康度指标,逐步实现状态修和预测修。

逐步实现的状态修和预测修,预计可降低互联互通网络中各线的信号系统故障,提高系统稳定性,保证不同线路列车在互联互通网络中的共线和跨线运营。线网的分层级显示,可为网络化运营应急处理提供相应的信号信息支持。通过信号智能运维平台的全面应用,初步测算,将减少人员巡检强度20%、降低设备过修投入30%、提升设备故障处理效率40%,同时将降低信号维护成本10%~15%。

6 结语

通过城市轨道交通互联互通运营模式下的信号系统运维体系的建立,为互联互通网络化运营提供了信号系统设备层面的保障,促进共线和跨线列车的稳定运行。同时,通过完善线网级的信号系统设备运维企业标准,将日常维护和大修独立的两部分合二为一,同步将信号系统全生命周期管理和互联互通运维体系的统一管理贯彻至信号系统运维的方方面面。

参考文献

- [1] T/CAMET 04013.3—2018 中国城市轨道交通协会团体标准—城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通工程规范第3部分:交付基本条件[S].
- [2] DBJ50/T-432-2022 重庆市工程建设标准—轨道交通列车控制系统(CQTCS)标准[S].