

浅谈宁波轨道交通智能调度系统研究和决策型调度员转型实践

曾海军 王志勇 付政

宁波市轨道交通集团有限公司线网调度分公司 浙江 宁波 315000

摘要:通过分析网络化运营需求和行业内全自动线路的智能调度系统的研究应用,开展了适用于宁波轨道交通的智能调度系统研究工作,挖掘智能调度深层次需求,智能调度系统通过与各系统间的信息共享和业务联动,通过行车调整、故障处置、应急沟通的智能化,实现调度指挥与应急处置的高效协同,保障运营安全,也为行车调度员的角色带来了根本性的转变。

关键词:智能调度;行车调度员;轨道交通;全自动线路

1 研究背景

1.1 线网运营安全保障需求

宁波轨道交通线网已由单线路的运营管理模式逐步转变到线网层的运营管理模式,网络化运营下线网内各轨道交通线路不再是孤立的,任一条线路的运行状态都可能迅速扩散到整个轨道交通网络,对整体运营安全构成潜在威胁。目前突发事件处置仍是调度员接收到报警后进行相应处置及传达,存在信息传递滞后、应急处置响应较慢的问题。

1.2 故障处置效率提升需求

随着宁波轨道交通线网规模的不断扩大,需从既有线中抽调一部分骨干参与新线,原有的技术力量在数量及质量上被“稀释”。目前,突发事件及故障的应急处置、行车调整由调度员人工处置,高度依赖调度员的经验。在突发事件处置时,若调度员未能迅速且全面地获取现场信息,将导致应急响应的延迟和应急措施的不充分,从而严重影响应急处置的效率和效果^[1]。

1.3 调度员岗位配置优化需求

因全自动运行线路无列管员的特点,原先列管员的部分职责被OCC调度所代替。全自动运行线路的调度指挥人员面临更高的系统集中度、更复杂的运营场景和更高的服务要求^[2]。通过搭建智能调度系统,在减少调度员工作量的同时减少因人为原因造成的次生事件发生,进一步对调度员岗位分工、人员配置进行优化,实现人员的精简。

2 智能调度系统发展趋势

2.1 行业内研究情况

新基建浪潮下,城市轨道交通正迅速迈向智慧化发

展的新阶段,智能调度作为智能运输组织的主要组成部分,是智慧城轨发展的重要体现^[3],西安和北京先后发布了《城市轨道交通行车智能调度需求》《城市轨道交通智能行车调度指挥系统设计导则》智能调度白皮书。与此同时,成都、深圳、厦门等城市也纷纷开展智能调度研究,如成都未来场景实验室针对3、5、8号线的科研项目、西安轨道集团的科研项目,以及深圳的全自动平台实验室等。

2.2 行业内实施现状

智能调度系统在实际应用中主要由两种形式:

(1) 基于ATS的智能调度系统

由信号系统厂家直接在ATS基础上开发,在ATS界面上实现智能调度的相关功能。目前宁波轨道交通5号线采用的就是这种。

(2) 单独开发的智能调度系统

由信号系统厂家在ATS系统之外,单独开发一套智能调度系统,通过获取信号系统的部分数据,实现对ATS的简单控制或者给出相关的辅助提示、决策。

3 宁波轨道交通智能调度场景设计

根据《宁波轨道交通绿色城轨实施方案》示范项目智能调度系统的要求,智能调度系统应创新智能调度技术,使线网逐步从传统计划运输向智能运输转变,满足运输计划灵活调整、调度资源有机联动、应急处置科学高效的需要。宁波智能调度系统采用基于ATS系统的智能调度方案,系统设计以线路为基础,以行车安全为核心,通过研究应用信号系统与综合监控、通信、车辆、站台门各个设备系统间实现突发事件下的智能提示与智能联动及智能控制,突发事件处置总体流程如图1所示。

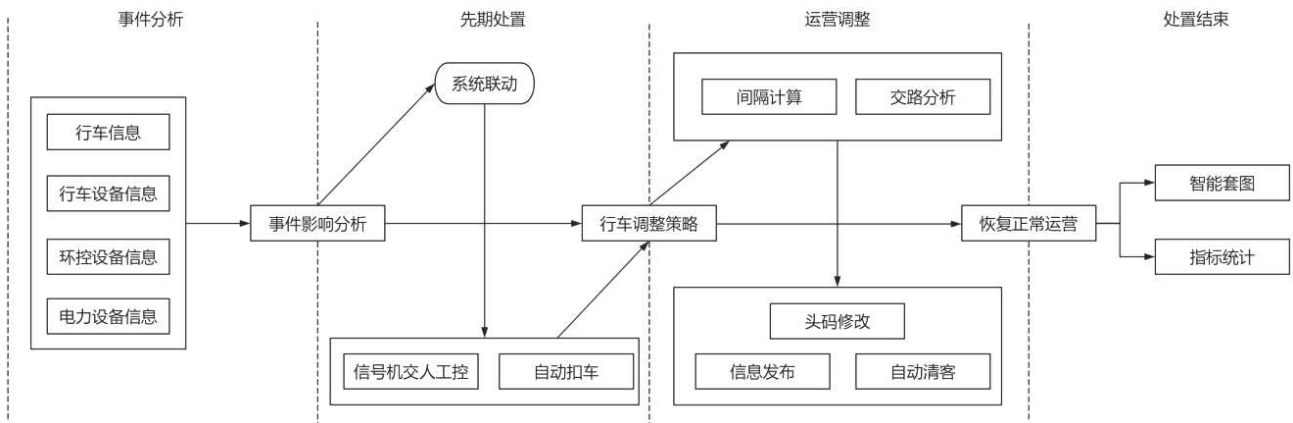


图1 智能调度系统突发事件处置总体流程

3.1 列车调整智能化

系统通过实时采集设备状态、列车运行等关键信息，对现场情况进行精确判断，并据此提供运营调整建议，减少了调度员在决策过程中可能出现的疏漏，提高应急处置的精准度，从而大幅提升应急处置的整体效率。

3.1.1 智能变更交路

综合监控系统将可能触发中断的故障信息发送给系统，包括接触网失电状态、区间高水位、区间火灾等。系统根据当前状态自动计算分析后提示变更运营交路建议，此时调度员可确认选择或者视情况变更相应的交路选择及运行参数，确认下发后，系统根据调度员所选的交路及运行参数，对于满足条件的列车，自动完成小交路折返所需的头码修改、进路自动排列等操作，对于交路外的列车可自动联动扣车，并组织多余列车下线。

3.2 故障处置智能化

系统通过强化信号、综合监控以及站台门等各个系统之间的信息整合与分析能力，实现对可能或即将发生的行车安全隐患的预先判断。一旦识别出潜在风险，系统会提醒调度员采取必要的措施或直接介入列车运行，有效遏制突发事件的扩散，从而最大限度地降低潜在风险对运营安全的威胁。

3.2.1 车载设备故障

系统能对车辆信息进行动态监测，车辆故障时对故障信息进行分析，并自动执行远程故障复位和关键断路器复位等操作。如果这些自动措施未能解决问题，系统会提供详细的处置建议，并在报警框中提供调度员远程操作的快捷方式。当故障仍未解决时，系统会弹出策略提示，包括终点站退出服务、列管员接管列车、前方站退出服务或立即清客退出服务等处置选项。调度员可选择最合适的处置方案，并在确认后系统联动进行列车运行调整。

3.2.2 道岔故障

为应对道岔故障，实施“一岔一预案”策略。系统检测到道岔异常时，会自动显示相关预案供调度员确认。调度员确认后，系统扣停相关列车。系统判断岔区是否占用，未占用则提示调度员单操道岔，确认后，系统自动控制道岔定反位转动三次。转动中若道岔恢复表示，则停止转动。调度员可设定允许联动时间，仅在此时段内执行联动故障预案。

3.3 应急沟通效率化

目前应急处置时的调度命令及运营调整信息的下发仍依靠专用调度电话、无线列调、1.8G手持台等方式，缺乏信息化手段，突发事件处置时沟通效率受环境、设备等因素影响。为提升应急处置时的沟通效率，通过完善运营调整信息、调度命令的电子模板，建设调度命令及运营调整信息传输通道，通过ATS及1.8G手持台实现运营调整信息、调度命令电子化下发。

3.3.1 运营调整信息

系统通过实时采集列车和相关设备的状态信息精确地识别出突发故障的类型并评估故障影响范围。系统根据不同的故障类型和影响范围，自动生成多种运营调整方案，调度员人工确认后，系统便能够执行相应的运营策略调整并根据运营调整信息模板，自动下发对应的运营调整信息至相关人员。例如，如果调度员确认故障列车需要退出服务，系统会立即启动相关流程，在所有调整命令被确认执行后，将通知下发至相关人员。

3.3.2 调度命令

通过提前制定调度命令模板，调度员选择调度命令类型，输入地点、车次等关键信息自动套入调度命令模板，通过系统下发电子调度命令，车站、DCC、列管员可同步接收调度命令，并对调度命令进行反馈，调度员可实时监视各岗位对调度命令的执行情况，从而提高调

度命令发布效率，如施工时调度命令可直接发布至车站ATS及列管员1.8G手持台，优化调度命令转交环节。

4 实施场景案例

以接触网供电分区失电为例，当接触网失电时，信号系统会立即接收SCADA系统发送的失电信息。调度员迅速确认故障影响范围，扣停可能驶入事发区域的列

车，同时组织现场抢修。如果预计抢修时间较长，调度员会采取运营调整措施，如组织小交路运行或单线双线运行，以最大限度保障正常运营。同时，调度员会组织多余列车下线，待抢修完毕且接触网供电分区具备运营条件后，再组织全线列车恢复正常运行。整体细化处置流程详见表1。

表1 接触网供电分区失电细化处置流程

序号	处置流程	细化操作（无智能调度）	细化操作（智能调度）	
			人工	系统
1	接触网供电分区失电	确认故障信息	确认故障信息	
2	确认故障影响区域	故障通报各调度	故障通报各调度	
		故障通报车站、列管员		故障通报车站、列管员
3	立即扣停可能驶入事发区域的列车	判断需扣列车操作扣车		根据故障范围自动扣车
		通知受影响车站及列管员		通知受影响车站及列管员
4	组织抢修	组织抢修	组织抢修	
5	组织小交路、单线双向运行	判断交路范围		判断交路范围
		通知全线车站及列管员	确认行车调整方案	
		每单程修改列车头码		自动修改列车头码
6	发布延误信息	发布延误信息		发布延误信息
7	组织列车下线	人工计算下线列车数量		根据间隔给出下线方案
		制定下线方案	确认下线方案	
		修改下线列车头码		自动修改下线列车头码
		通知受影响车站及列管员		通知受影响车站及列管员
8	故障恢复	组织列车按运行图运行		自动套图

在接触网供电分区失电情况下，有无智能调度系统的主要区别在于自动化程度和响应速度。无智能调度系统下，故障确认、通报、列车扣停、列车下线等操作都需要人工执行，而有智能调度系统时，这些流程可以自动进行，从而提高处置效率，减少人为操作的延迟和错误，确保快速、准确地处理接触网失电事件。

智能调度系统的实施，使得行车调度员的角色发生了根本性的转变。传统的操作型调度员主要负责执行具体的操作任务，而智能调度系统的引入，使得调度员可以将更多的精力投入到指挥和决策中，避免因操作过多导致决策和指挥的精力缺失，导致误操作和失误从而引发安全事件的发生。智能调度系统能够自动完成许多原本需要调度员手动执行的任务，如列车扣车、修改头码等。这使得调度员可以从繁琐的操作中解放出来，同时智能调度系统提供了丰富的数据分析和决策支持功能，调度员可以利用这些信息，从而做出更加科学、合理的决策，逐渐从操作型转变为指挥型和决策型调度。

5 结语

智能调度系统全面应用后，行车调度员逐渐从传统的操作型调度向指挥型、决策型调度转变，从而实现从各系统分散调度的方式到系统综合调度的功能和岗位整合，简化沟通机制及岗位人员，降低运营成本，缩短应急响应时间，保障运营安全的最后一道防线，充分发挥城市轨道交通低碳出行优势及在城市公共交通中的骨干作用。随着宁波轨道交通线网的不断扩大，应急处置将变得更为复杂，后续将对智能调度系统不断优化和升级，以满足实际运营的需求。

参考文献

[1]王健,张亦然,孙舒淼,李堂成,陈光.南京市圈轨道交通智能行车调度分析探讨[J].铁道通信信号,2023,59(3):67-73.
 [2]葛文静.城市轨道交通全自动运行线路调度指挥体系研究[J].城市轨道交通研究,2019,22(S02):13-15.
 [3]谭耿.城市轨道交通线网级智能调度业务需求研究[J].城市轨道交通研究,2022,25(11):43-47.