

现代有轨电车运营综合自动化系统设计

魏秀颖

河北雄安轨道快线有限责任公司 河北 保定 071799

【摘要】：本文通过对现代有轨电车的运营管理方式进行分析，介绍了现代有轨电车运营综合自动化系统的设计内容，阐述了现代有轨电车运营综合自动化系统在系统集成、框架及功能方面的内容。为现代有轨电车运营综合自动化系统的设计建设提供丰富的思路和翔实的解决办法，引领了我国现代有轨电车运营管理建设的技术升级。

【关键词】：现代有轨电车；综合自动化系统；集成；互联

1 总述

现代有轨电车作为一个融合了地铁及公交汽车各自运行特点的城市轨道交通方式，在运营管理方面，也同时兼具了地铁及公交汽车的特点。一方面，考虑到现代有轨电车包含与地铁相似的多种机电专业，且要求多专业有机融合，因此在控制中心，通过设置面向不同专业的调度岗位，在对机电系统的控制管理方面，实现以中心控制为主，现场控制为辅的远程监控管理体系；另一方面，由于现代有轨电车的车辆运行环境复杂，因此，在车辆控制方面，采取司机负责控制车辆运行，中心调度对司机远程指挥的方式，确保车辆运行能够更加安全、灵活的应对实际线路的路面情况。

运营综合自动化系统由电力、机电及列车运行控制等系统组成，具体包括列车运行控制系统、电力监控系统、环境与设备监控系统、门禁系统、火灾自动报警系统、自动售检票系统、安全门系统、闭路电视监控系统、广播系统、无线系统、时钟系统、乘客信息系统等。

现代有轨电车的运营特点：人工驾驶是唯一的驾驶模式。据了解，目前移动闭塞列车控制系统技术已经能够应用于地铁驾驶，地铁司机有多种驾驶模式可供选择，（ATO 自动驾驶、ATP 防护的人工驾驶和非限制人工驾驶等）。然而现代有轨电车的自动化程度相对较低，目前只支持人工驾驶，这与它自身的设计理念、成本造价等因素有关。

现代有轨电车具有专用或混行的轨行区路权。现代有轨电车的轨行区路权主要分为专用和混行两种形式。专用路权是指有轨电车与社会车辆线路之间用隔离栅等物理设施进行隔离，仅在交叉路口存在混行。混行路权是指有轨电车与社会车辆线路之间仅以道路交通标线形式进行管控，轨行区和交叉路口均存在混行情况，这一特征在交通安全方面埋下了隐患。

现代有轨电车的设备系统具有全面、精简等特点。“全面”是指涉及的功能系统全，麻雀虽小五脏俱全，包括通信、

信号、工务、供电等在有轨电车中都有应用。“精简”则是指有轨电车各设备系统的功能和模式在满足运营需求的前提下尽量精简，这与其投资少、建设快的定位有较大关系。

现代有轨电车在信号路口处的通行权限并不统一。根据具体交通场景的不同，现代有轨电车在信号路口的权限分为一般、相对优先和绝对优先三种方式，三种方式在我国已开通运营的城市中均有所运用，例如上海等地给予有轨电车一般权限，即常规交通信号；沈阳等地采用绝对优先权限；武汉光谷的部分路口采用相对优先权限。

现代有轨电车综合运营自动化系统是在此基础上建立起来的，设置综合运营自动化系统后，各个子系统之间接口简化，通过综合运营自动化系统实现信息互通，使轨道交通运营管理人员能够在人机界面上最大范围的监控整个车站或者整条线路各系统的信息。

综合运营自动化系统是结合调度人员、管理人员的使用需求而进行建设的，可以为不同的运营管理人员提供不同的信息。通过采用合理的系统构建方式，综合运营自动化系统能为现代有轨电车运营管理提供一个既相互独立、又统一协调的调度指挥平台。各子系统能在调度人员的统一指挥下协调作业，实现紧密、有序的运行。

综合运营调度系统能够综合各子系统之间相关的数据、报表管理，实现各专业的信息互通、资源共享，能够更高效的发挥轨道交通调度管理的能力，提高了整个轨道交通自动化系统的快速反应及综合处理能力。

下文分别对现代有轨电车综合运营自动化系统的系统集成方式，系统框架以及系统功能结构进行介绍。

2 系统集成设计

中央信息管理系统是调度控制中心中最为关键的综合性平台，该系统集成网络通信系统、运营调度系统、信号优先系统等管控资源，其能够对所有子系统各项信息进行搜集、处理等，解决各种异构系统及控制设备的互联互通、信

息交换，凭借数据挖掘、结构化等有关技术，赋予调度控制中心的管理人员以一个可视化的管理平台，是对现代有轨电车综合运营调度进行高效运作最为关键的基础与保证。

(1) 网络通信系统：通过虚拟化技术将两台万兆核心交换机逻辑上虚拟成一台，实现双机热备，满足 1+1 冗余，保障系统的可靠性，系统内各软硬件设备可通过直连该核心交换机或经汇聚交换机与核心交换机互联，实现各类数据信息的即时传输与交换，该系统构成了整个中央信息管理系统的“心脏”与“血管”。

(2) 运营调度系统（综合控制管理系统）：对正线和车辆段信号设备、列车进行统一监控和管理，具体功能包括：列车监视和追踪、进路控制、计划排班及车辆管理、票务管理等。当然其相关功能的实现需要通过道岔控制等接口与信号优先系统等互联，将有轨电车各项主营业务与最为核心的保障业务归入至系统，一同进行采集与管理，让各类资源得到共享。该系统对运营调度有关人员的日常工作给予了直接支持，提高了运营效能。

(3) 信号优先系统：信号优先控制就是对各个交叉路口中的交通信号控制进行优化设计，对城市交通路网系统中的现代有轨电车进行倾斜性信号分配，能够提升车辆在交叉路口中的总体通行效率，保障车辆具有优先通行权，提升整体路网运力。

(4) 信息服务系统：主要就包括了面对乘客的站台信息服务系统、车载信息服务系统等，为出行者提供诸如车辆信息、路况信息、城市天气、时事要闻等基础信息发布服务。

(5) 信息安全系统：通过防火墙、网闸等设备以及相应的信息安全防护软件，可将中央信息管理系统中的若干子系统接入到互联网或公安应用系统中，保障信息安全与运营安全可靠性的同时，提供多样化的服务，如实现互联网订票、出行者身份信息采集推送到公安系统等。

(6) 大屏显示系统：用于显示车辆调度、定位信息，视频监控及回放等，可将各类综合信息投放大屏上，供管理决策者灵活使用。该系统提供了丰富的显示信号接口，可接入各类主流的图像信号，并具备屏幕拼接、分割、多屏图像处理等多元化的显示方式。

有轨电车运营综合自动化系统以运营调度指挥为中心，在各个子系统具备基本功能的基础上，深度集成与日常运营调度指挥相关的系统和业务，实现与外围支持系统的信息共享，构建一个完整、统一、一体化的智能控制体系。

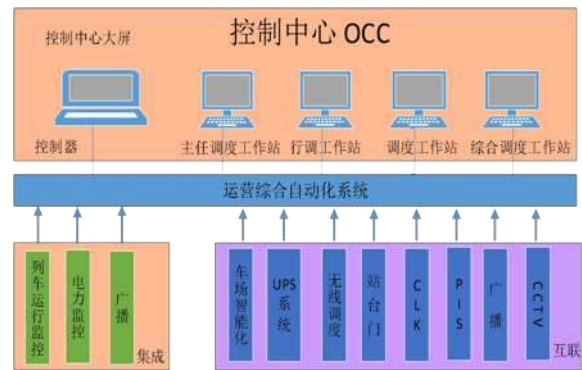
有轨电车运营综合自动化系统所覆盖的功能系统包括：信号系统、电力监控系统、乘客信息显示系统、闭路电视系

统、广播系统、车场智能化系统、道路交通信号控制系统、时钟系统等。对各机电系统的集成方式如下表所示。

子系统	集成方式	位置
信号	集成	控制中心
电力监控	集成	变电所
乘客信息	互联	车站
闭路电视	互联	车站/车场
广播	集成	车站/车载
车场智能化系统	互联	车场/控制中心
道路交通信号控制	互联	控制中心
时钟	互联	控制中心/车站/车场

3 系统架构设计

运营综合自动化系统由中央系统、车站系统、车辆段系统、变电所系统、通信网络构成，系统架构如下图所示：



中央级运营综合自动化系统设于控制中心大楼内，完成接入设备实时数据处理、系统数据存储、中央级调度运营管理工作。

系统全线的数据运算全部位于控制中心。正常情况下，系统的指挥权和操作控制权在控制中心。中央级系统包括实时应用服务器、历史服务器、工作站、大屏幕、交换机等设备。

车站运营综合自动化系统负责提供面对本车站的接口及网络传输设备，仅需提供交换机负责对车站设备接入即可。

车辆段运营综合自动化系统负责对停车场/车辆段的设备接入及必要的现场控制，包括交换机、工作站等设备。

变电所综合运营自动化系统在变电所设置监控单元，通过与供电专业提供的各监测设备连接，获取供电设备监控信息，上传至中央，实现供电系统实时监控。

通信网络由通信系统提供,该系统在区间沿途各变电所、枢纽站、停车场、车辆段、控制中心均设置传输网络节点设备,完成各节点向骨干传输网络的输入。

4 系统功能设计

综合运营自动化系统涵盖了现代有轨电车运营调度相关的所有远程监控功能,包括通用功能、信号子系统功能、电力监控子系统功能、乘客信息显示子系统功能、闭路电视子系统功能、广播子系统功能、环境与设备监控子系统功能、火灾报警功能、道路交通信号控制系统功能、设备维护功能、应急指挥功能和决策支持功能等功能模块。

通用功能包括系统管理、安全管理、报警管理、设备组态监控、事件管理、联动管理、冗余热备、系统备份、报表、趋势等功能点,每个被接入的机电子系统均可使用相关功能。

信号子系统功能负责对列车运行情况进行监控调度管理,包括列车识别、列车追踪、信号设备监视、进路管理、时刻表管理、列车运用计划和管理等功能。

电力监控子系统功能负责对变电所供电设施进行监控管理,包括设备控制及操作、数据采集、组态监视、报警、事故反演、数据归档和统计报表等功能。

乘客信息显示子系统功能负责面向乘客的文字信息发布及管理,包括预设信息发布、随即信息发布、行车信息发布、信息优先级管理、信息显示时长管理、信息显示清除、预设信息管理等功能。

闭路电视子系统功能负责向指定监视器调阅所需的视频信息,包括单摄像头显示、分屏显示、摄像头序列显示、摄像机控制、车载视频显示等功能。

广播子系统功能负责面向乘客或工作区的语音播报管理,包括预设广播音频发布、麦克风直播、广播优先级管理、停止音频播报等功能。

车场智能化系统负责对车辆段的风水电等环境相关设备进行监控管理,供中心调度查看并调整设备运行状态。

道路交通信号控制系统功能负责对路口的道路交通信号进行监视,包括道路交通信号灯状态检测和车辆趋近路口信息通知等功能。

设备维护功能负责对所有专业的设备维护过程进行调度管理,包括设备故障状态检测、设备运行统计、维护工单管理、维护过程追踪、维护技术支持、预防性维护建议等功能。

应急指挥功能负责在紧急事件发生时,自动或半自动的对紧急事件进行响应处理,包括电子预案管理、紧急事件响应、应急处置管理和应急事件追溯等功能。

决策支持功能为各类运营管理决策提供客观依据和数据支撑,包括服务质量统计、设备故障统计、运营效率评估、应急处置评估等功能。

5 总结

现代有轨电车作为一种新兴城市轨道交通方式,其建设及运营模式仍在摸索阶段。而运营综合自动化系统通过以行车调度、电力调度、设备监控、视频监控、乘客疏导等业务紧密相关的机电系统为核心,切合运营调度的实际需求,对核心机电系统的功能实现全面的支持并加以整合。通过建设运营综合自动化系统,可以有效提高现代有轨电车的运营效率,是我国当前现代有轨电车建设的新兴方向。

参考文献:

- [1] 费洋,林晓伟.以行车指挥为主的有轨电车综合自动化平台方案[J].城市轨道交通研究.2016.(4).34-37.
- [2] 王倩倩,杨增强.现代有轨电车运营管理功能及运营管理系统研究[J].交通世界.2021.(3).9-10.
- [3] 何梦琦.现代有轨电车弱电总集成系统方案研究与应用[J].信息系统工程.2019.(6).122-124.
- [4] 林立,孙军峰,蔡国涛.现代有轨电车弱电总集成系统方案研究与应用[J].轨道通信信号.2017.(11).83-86.
- [5] 刘晓庆,广州现代有轨电车综合运营调度系统建设方案研究[J].轨都市快轨交通.2018.(3).133-138.

作者简介:魏秀颖(1989),女,河北保定,铁道信号工程师,硕士研究生,从事轨道交通弱电工程设计及管理。