多专业融合运维在城市轨道交通建筑设施中的应用及效益研究

王　健　宋永学　邹　密

重庆机场集团有限公司　重庆　400000

摘　要：城市轨道交通传统运维存在专业割裂、数据分散、作业模式固化等问题，难以适配现代化线路运营需求。依托云端技术搭建多专业一体化智能运维平台，可整合供电、信号、车辆、环控等多系统运维数据，构建集约化、智能化的新型运维体系。通过落实数据融合诊断、状态检修替换计划检修、跨专业协同作业等应用方式，有效优化现场运维流程。从安全、效率、经济及管理四个维度开展效益分析，证实融合运维模式能够提升设备运行稳定性、精简运维资源、规范管理体系，可为城市轨道交通运维智能化升级提供实践参考。

关键词：多专业融合运维；城市轨道交通；效益研究

引言：随着国内城市轨道交通路网规模持续扩张、运营负荷逐年攀升，沿线建筑设施与机电设备的运维压力持续增大，对运营安全与精细化管理提出更高标准。传统轨道交通运维多采用各专业独立管控模式，业务分散、协同性弱，难以适配大规模、高负荷的常态化运营需求，易造成运维资源浪费与隐患处置不及时。为破解传统运维模式的局限性，依托云计算、大数据等新一代信息技术推动运维体系革新成为行业发展趋势。

1 城市轨道交通多专业融合运维体系构建

城市轨道交通多专业融合运维体系依托云端硬件设施与智能城轨综合业务系统搭建而成，突破传统各专业独立运维的分散模式，构建出集约化、一体化的全新运维管理架构。体系建设紧密结合轨道交通各运营班组、维修工班的作业流程与实际运维需求，依托云计算技术与标准化数据接口，对设备运维、现场作业、故障处置等各类数据进行整合梳理与深度复用，打造适配城轨运维场景的智能化、场景化、人性化综合运维载体。该体系针对维修、调度、管理等不同岗位人员，配套智能派单、远程调度、可视化管控等辅助功能，形成全覆盖的一体化运维服务模式，全方位提升设备维保与线路运营的整体效能[1]。体系业务覆盖轨道交通供电、信号、车辆、环控、给排水、通信、屏蔽门、道岔及弱电 UPS 等全部核心专业，可实现各类关键设备的远程集中监测、自动化状态巡视与联动管控。同时系统搭载智能诊断、故障预判、流程优化等全生命周期管理模块，搭配分层分级的人机交互界面，全面升级运维作业场景，精准匹配各岗位业务需求，有效优化人员作业模式与应急处置流程，最终实现设备运行稳定、人员作业高效、运维成本可控、应急响应快速的高质量运维目标，切实降低轨道交通全周期运营维护成本。

2 多专业融合运维在轨道交通设施中的工程应用

2.1 多专业融合运维的总体架构与技术体系

本项目构建了集约化、统一化的多专业智能运维平台，形成了层次清晰、功能完备的总体架构与技术体系。（1）总体架构设计。平台基于云平台硬件与智能城轨综合业务平台搭建，采用集约化、统一化的架构设计，打破专业壁垒，实现多专业运维功能的有机融合，为各类运维业务提供统一的承载环境。（2）数据支撑体系。利用云平台与数据计算能力，按照统一的接口标准，对供电、信号、车辆、综合监控、环控、给排水、通信、屏蔽门、道岔等多专业数据进行梳理和综合再利用，形成规范化的数据资源体系。（3）技术支撑体系。依托智能诊断、状态监测、联动管理等技术手段，实现关键系统和设备的远程集中监测、智能状态巡视、智能诊断决策及智能故障预测，支撑全生命周期运维管理。（4）场景化功能服务。结合各运营班组、工班的工作流程与维修管理模式，为综合维修、综合调度及管理人员提供智能调度、派单及可视化辅助服务，实现人、物、地点、场景等核心运维场景的智慧化升级。（5）分层分级人机交互。为运营管理、调度、维修维护人员提供分层分级的人机交互界面，满足各岗位职责内的业务需求，达到设备安全可靠、人员精简高效、成本可控、应急迅速的高质量运维目标。

2.2 智能运维平台在典型城市地铁的落地

智能运维平台在典型城市地铁线路中成功落地应用，实现了多专业运维管理的智能化升级与降本增效。（1）平台部署与专业接入。平台基于云平台硬件与智能城轨综合业务平台部署，完成供电、信号、车辆、综合监控、环控、给排水、通信、屏蔽门、道岔、弱电综合 UPS、综合网管等十余个专业的数据接入，形成统一的多专业综合运维管理格局。（2）运维业务流程融合落地。结合线路各运营班组、工班的工作流程、实际需求和维修管理模式，将智能调度、派单及可视化辅助服务嵌入日常运维作业，实现报修、工单、检修等业务流程的线上化与闭环管理。（3）智能监测与故障诊断应用。通过远程集中监测与智能状态巡视功能，运维人员可实时掌握关键设备运行状态，平台自动进行故障智能诊断呈现与智能故障预测，故障发现和处置效率显著提升。（4）人员场景智慧化升级。为运营管理人员、调度人员、维修维护人员配置分层分级的人机交互界面，实现人、物、地点、场景等核心运维场景的智慧化升级，各岗位职责内业务功能需求得到合理高效满足。（5）运维成效综合体现。平台提供管家式一体化应用功能，全线设备及车辆维保效率明显提高，达到了设备安全可靠、人员精简高效、成本效益可控、应急保障迅速的高质量运维目标，有效降低了线路全生命周期运维成本。

2.3 数据融合与故障诊断关键技术应用

轨道交通多专业运维涉及设备门类繁杂、数据类型多样，传统运维模式存在数据分散、故障研判滞后等问题，数据融合与智能诊断技术的落地应用有效破解了这一行业难题。依托云端架构与统一数据接口标准，运维平台可统筹整合供电、信号、车辆、环控、通信及屏蔽门等多系统运行数据，打破各专业的数据壁垒，实现运维信息的集中汇总、关联分析与深度挖掘。通过大数据运算技术对设备运行状态数据进行常态化比对分析，系统可自主完成设备状态智能巡视、异常隐患主动识别，改变传统人工巡检的被动运维模式[2]。结合多维度运维数据模型，平台能够精准完成故障定位、成因研判与趋势预测，输出科学的运维决策方案，配合分层分级的可视化交互界面，辅助调度及维修人员快速开展处置工作，全面优化故障处理流程，提升轨道交通设备运维的精准度、时效性与整体管控水平。

2.4 运维模式从计划修向状态修的转变

传统轨道交通运维普遍采用固定周期的计划检修模式，检修工作固化刻板，易出现设备过度维修或隐患漏查等问题，难以适配现代化轨道设施运维需求。依托智能化多专业运维平台的云端算力与全域数据整合能力，轨道交通运维模式实现了由被动定期检修向主动状态检修的转型升级。平台汇聚全线供电、信号、车辆、环控等多系统实时运行数据，结合智能监测与故障预判技术，动态掌握各类设备的运行工况与损耗状态。运维管理不再依托固定周期安排作业，而是根据设备真实运行状态、隐患发展趋势精准制定检修计划，智能完成工单派发、任务调度与流程管控。这种动态化运维模式有效规避了传统计划检修的盲目性，精准聚焦设备薄弱环节与潜在故障点位，大幅提升检修作业针对性，在精简无效运维作业、节约运维资源

2.5 多专业协同运维的成效与降本增效分析

多专业协同运维打破了轨道交通各运维专业独立作业的传统壁垒，依托一体化智能运维平台实现各工种、各系统的联动配合与资源统筹调配，整体运维体系运行质量得到显著提升。平台整合全线多系统设备运行数据与岗位业务数据，依托统一的数据交互标准与智能计算能力，重塑传统分散的运维作业流程，实现运维工作的统筹调度、协同处置与规范管理。各专业不再单独开展巡检与故障处置，而是根据设备关联特性开展联动运维作业，有效解决了传统模式下职责交叉、重复作业、处置脱节等突出问题。协同运维模式大幅提升故障排查与整改效率，减少无效巡检与冗余作业，精简运维人力投入[3]。同时，精准化、一体化的运维管控模式能够有效规避设备过度维修、隐患漏检等问题，降低设备损耗与零部件更换频率，压缩运维物资消耗与管理成本，全面实现轨道交通设施运维的提质、增效与降本目标。

3 多专业融合运维综合效益分析

3.1 安全效益

多专业融合运维模式的实施显著提升了轨道交通线路的安全保障能力，取得了突出的安全效益。（1）设备安全可靠性提升。平台实现供电、信号、车辆、屏蔽门、道岔等关键系统和关键设备的远程集中监测与智能状态巡视，设备运行状态实时可控，设备安全可靠水平得到全面强化，有效降低了设备故障引发运营事故的风险。（2）故障预警与主动防范能力增强。依托智能诊断决策与智能故障预测功能，平台能够提前识别设备性能劣化趋势与潜在故障隐患，运维模式由事后被动抢修转向事前主动预防，将故障消灭在萌芽状态。（3）应急保障响应速度加快。平台提供智能调度、派单及可视化辅助服务功能，故障发生时可快速定位问题、精准派发工单、科学调配维修资源，应急保障迅速高效，最大限度缩短故障影响时间。（4）运维作业安全管控强化。通过智能联动管理与流程优化管理，维修作业流程规范

有序，作业过程可追溯，人员操作失误风险显著降低，作业安全得到有效保障。（5）运营安全水平整体提升。智能运维平台提高了运营、全线设备以及车辆维保的效率，各专业协同联动能力增强，线路运营的安全性和高效性同步提升，为乘客安全出行提供了坚实保障。

3.2 效率效益

传统城市轨道交通运维模式下，各专业独立管控、数据互不互通，巡检作业分散、故障处置衔接繁琐，整体运维响应速度与作业效率长期受限。多专业融合运维模式依托一体化智能运维平台，整合全线各类设备运行数据与岗位业务资源，依托云端算力与标准化数据接口完成多源信息整合分析。通过智能派单、可视化管控与跨专业联动机制，打破岗位与专业间的作业壁垒，统筹调度运维人员开展联合巡检、协同排障[4]。平台搭载智能巡视、故障预判与联动分析功能，替代传统人工逐一排查的低效作业方式，大幅缩短隐患识别、故障定位与问题整改的耗时。同时标准化的运维流程与分层人机交互模式，可精准匹配各岗位业务需求，精简冗余作业环节，优化运维资源配置，有效提升轨道交通设备运维处置效率与线路整体运营管控效能。

3.3 经济效益

多专业融合运维模式的实施为轨道交通线路带来了显著的经济效益，实现了运维成本的全面优化控制。（1）全生命周期运维成本降低。平台通过集约化、统一化的架构设计，整合各专业运维资源，避免了各系统重复建设与分散管理造成的投入浪费，有效减少了线路全生命周期的综合运维成本。（2）人力资源配置精简高效。平台提供智能调度、派单及可视化辅助服务功能，运维作业效率大幅提升，各专业岗位人员配置得以精简，人员精简高效的目标得以实现，人工成本显著下降。（3）设备维修成本有效控制。依托智能故障预测与智能诊断决策功能，设备维修由故障后抢修转变为预防性维护，避免了设备劣化引发的大修更换，延长了设备使用寿命，维修备件与材料成本明显降低。（4）维保作业效率提升。平台提高了运营、全线设备以及车辆维保的效率，检修工单线上化流转、作业流程优化管理减少了无效工时，单位维保作业成本持续下降，运维资源利用更加充分。（5）成本效益管控能力增强。通过数据支撑与流程优化管理，运维成本构成清晰可溯、可控可算，达到成本效益可控的高质量运维目标，为运营企业创造了良好的投入产出比。

3.4 管理效益

轨道交通传统运维管理模式存在权责分散、流程杂乱、管控维度单一等管理短板，各专业运维体系独立运行，缺乏统一的管理标准与统筹机制，整体管理规范性与系统性不足。多专业融合智能运维体系落地后，依托云端一体化平台整合全线运维业务，构建起标准化、集约化的全新运维管理体系，彻底改变以往碎片化的管理格局。平台依托统一数据接口与智能计算技术，整合各专业设备运维数据与岗位工作信息，实现运维全过程可追溯、可管控、可量化[5]。通过搭建分层分级的人机交互体系，明确调度、维修、管理等不同岗位的业务权限与工作内容，规范运维派单、故障处置、设备巡检全流程作业标准。系统化的融合管理模式有效规范现场运维行为，理顺各专业协作逻辑，提升轨道交通运维管理的标准化、精细化与智能化水平，推动运维管理模式的现代化升级。

结语

未来城市轨道交通运维行业将持续朝着智能化、集约化、一体化方向迭代发展，传统分散式专业运维模式将逐步被全方位融合运维体系替代。随着大数据、云计算与人工智能技术的深度落地，轨道交通多专业数据融合、智能故障诊断、预判式状态检修体系会愈发成熟。跨专业协同运维机制将不断完善，岗位协作、流程管控、资源调配将实现全流程智慧统筹。

参考文献

[1] 张咪, 何斐. 城市轨道交通双重预防机制的研究与应用 [J]. 城市轨道交通,2026,(3):57-59.

[2] 陈时洋.BIM 技术在城市轨道交通建筑设计中的应用 [J]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2025,(5):118-121.

[3] 李志强. 城市轨道交通隧道管片全过程智能建造技术应用 [J]. 智能建筑与智慧城市,2026,(5):5-9.

[4] 秦延生, 张雨虹. 城市轨道交通应急调度系统智能化升级路径研究 [J]. 人民公交,2026,(5):83-85.

[5] 张吉荣. 城市轨道交通运营模式与经济效益研究 [J]. 中国储运,2025,(6):127-128.