

# 铁路通信机房智能运维管理技术研究与应用

汤晓明 刘奕麟

北京经纬信息技术有限公司 北京海淀 100080

**摘要：**在经济发展水平不断提升，区域间交流沟通日益频繁的影响下，铁路运输作为重要的交通项目组成部分，通过进行全面的智能化管理，能够有效维护铁路运输的安全性和稳定性。通信机房是铁路运输顺利开展的重要保障，进行相关运维技术的研究与分析尤为关键。下文首先概述了通信机房智能管控的目标，随后铁路通信机房智能运维管理存在的问题，最后制定了科学的管理措施，仅供参考。

**关键词：**铁路；通信机房；智能运维

## 引言

铁路事业高速发展的过程中，通信机房具有重要的作用，关系到铁路组织联络、旅客服务、行车指挥等多个方面。但是受到各类内外在因素的影响，就会增加人员的工作难度，因此就需要积极落实铁路通信机房智能运维管理，在保证系统运行质量的同时，缓解人员的工作压力。

### 一、通信机房智能管控的目标

#### 1. 保证一体化水平的同时提升整体性能

铁路通信机房内普遍配置环境监测、动力监测、电源监测、雷电防护及电气火灾监测等多套独立运行的子系统。这种分散式架构在设备配置层面导致重复建设，在功能实现方面产生冗余，不仅显著增加初期建设投资，亦对后期运维管理形成持续性经济负担。更为突出的是，各子系统间数据交互存在信息壁垒，难以实现数据的深度整合与综合分析，制约了数据资产对科学决策的支撑效能。鉴于此，构建智能一体化管控平台成为优化资源配置的关键路径，该解决方案通过系统集成可有效提升设施综合性能指标，同时实现全生命周期成本的科学管控。

#### 2. 通过深度的数据分析完成预维护工作

当前铁路通信机房各子系统主要承担所属系统监测数据的处理与上传功能，其数据分析机制普遍局限于单一维度需求分析，仅能解决本系统预设的技术问题。现有系统对数据资源的深度学习与多维应用存在明显局限，缺乏对数据演变动态过程的系统性建模与趋势研判，主要依赖基于预设阈值的静态监控模式。此种运作机制易导致通信机房运行状态监测存在盲区与滞后性，难以全面识别潜在安全隐患，致使预防性维护策略缺位，影响

设备设施运行的持续稳定性。鉴于此，亟需构建铁路通信机房智能一体化管控体系，通过深化数据价值挖掘与智能分析维度，建立设备全生命周期状态评估模型，形成智能预警与预防性维护机制，实施基于实时健康状态的状态检修模式，切实提升通信机房运行状态的连续性与可靠性。

#### 3. 提升智能化程度以提升维护管理工作效率

当前铁路通信机房电源系统尚未全面实现数字化保护与控制架构，其防雷装置性能、地网参数及设备接地可靠性均缺乏有效监测手段。设备运行状态仍高度依赖人工巡检机制，各子系统数据采集与事件上报呈现孤岛化特征，功能模块固化且缺乏协同分析机制，系统可扩展性薄弱。设备异常处置多需人工介入，难以通过标准化接口实现功能迭代与智能决策。基于此，铁路通信机房智能一体化管控系统应着力构建智能化运维体系，重点强化实时监测、数据融合及自主决策能力，通过系统架构优化与算法模型创新，全面提升设备管理智能化水平与运维效能。

#### 4. 根据实际情况落实全面精准保护

铁路通信机房电源系统按低压供配电规范设计，通过负载电流估算匹配电缆与开关，确保正常电流安全供电并能在故障时切断回路。但实际用电场景复杂多变，设计预估值易与真实工况偏离，形成难以预判的隐蔽性安全隐患。需通过智能一体化管控实施基于实时用电数据的精细化柔性电力保护。

## 二、铁路通信机房智能运维管理存在的问题

### 1. 设备定位技术不完善

传统通信机房设备运维流程通常基于人工物理巡检实现，该模式在实践中普遍面临设备类型繁杂、物理连

接关系错综复杂等系统性难题。随着接入设备数量呈指数级增长,设备管理复杂度显著提升,致使机房运维人员在实施设备维护作业时,需投入大量时间与精力进行故障定位及成因分析。

## 2. 能耗监测方法缺失

现有通信机房已普遍部署动力环境监测系统,然而在节能管理维度仍缺乏智能化调控机制。实测数据显示,制冷系统电力消耗占据机房总能耗的40%,且普遍存在局部过冷现象,空调机组实际能耗水平较设计工况增加50%以上,致使空调系统乃至整体机房的能源利用效率显著降低。当前能耗监测体系仍存在明显缺陷,未实施单体设备能耗分项计量,导致运维人员难以精准掌握设备实时运行参数,既影响精细化运维管理,又间接影响设备使用寿命。

## 3. 智能蓄电池管理不合理

在铁路通信机房供电系统中,铅酸蓄电池组作为关键后备电源被广泛应用。现行运维模式主要依赖人工定期巡检,通过手持式测量设备对蓄电池电压、内阻等核心参数进行离散式检测,存在作业效率低下、检测周期冗长、监测盲区显著等固有缺陷,难以实现安全隐患的即时识别。此外,人工检测方式存在测量精度偏差大、主观干扰因素多、数据实时性与连续性不足等技术短板,无法精准捕捉性能劣化单元。现有蓄电池监测系统在数据采集精度、存储可靠性等技术维度存在明显局限,其状态评估模型、内阻参数分析及故障诊断算法等核心功能尚未形成完整体系,导致蓄电池组的健康状态评估失准,整体使用寿命难以得到科学保障。

## 4. 机房巡检效率低

通信机房具有数量众多、地理分布广泛的特点,其设施多选址于地理环境复杂且交通不便的偏远区域。传统人工巡检模式存在常态化运维痛点:一方面高度依赖人工现场作业,存在人力成本高、巡检效率低下等局限性;另一方面现有系统在故障诊断与排除环节存在响应滞后现象,导致问题定位及处置周期延长。更为突出的是,当前运维体系缺乏基于大数据分析的智能化运维能力,难以对设备运行状态进行实时监测及健康度评估,无法实现潜在风险的预测性预警。

# 三、铁路通信机房智能运维管理措施

## 1. 变更规划模拟仿真

铁路通信机房运维管理人员依据经审批确认的工程需求方案,依托可视化运维管理平台,在基础设施实体

部署前完成设备物理部署及虚拟资源配置的系统化规划。平台内置的可视化组件资源库结合智能化辅助设计模块,显著提升资源配置方案的规划效率和准确性,在规划阶段即可有效识别潜在风险隐患,最大限度规避因设计缺陷引发的工程变更风险,从而有效防范项目实施过程中可能产生的进度延误与重复施工问题。

## 2. 机房设备与连接数据可视化记录

铁路通信机房设备与连接数据管理是一项持续性系统工程,完整有效的设备台账及连接关系记录可显著提升业务部署效率并缩短故障诊断周期。通过实施先规划模拟后操作的变更管理流程,结合可视化智能运维平台,能够系统性保障基础数据的实时性与准确性,从而高效响应业务需求,实现端口属性及连接关系的精确管理。精确至端口级的物理连接状态信息,有效消除传统规划过程中对实地勘查的依赖,同时规避通信资源错配风险。基于可视化界面呈现的端口关联图谱,配合自动化生成的通信链路及拓扑结构,可帮助运维团队快速定位潜在单点故障节点,显著缩短故障处置时长。

## 3. 精准测量线缆长度

通过可视化运维管理系统实施设备连接线缆规划,系统可实时自动测算线缆与跳线的精确长度。实现电缆长度的精准测算,是保障数据中心机柜、天花板及地板区域线缆布设安全规范的关键基础环节,其技术价值具体体现在三个方面:首先在于工程材料损耗的有效控制,通过精确规划可避免线缆资源的不必要浪费;其次确保工程实施后不存在冗余线长,杜绝线缆在机架间无序穿行或绕设备盘曲堆积导致的线缆管理混乱;再者可预防施工过程中因线缆路由距离超出规范限值而引发的工程返工风险,从而保障业务系统如期部署。

## 4. 检验连接错误问题

在规划设计过程中,工程人员可能因忽视接口连接类型差异、单模与多模光缆特性区别以及接口协议对应的物理介质规范等技术细节而产生疏漏。本可视化运维管理系统集成现行行业技术标准数据库,通过实时校验规划设计方案的合规性,智能识别并预警设备选型配置错误,确保基础设施规划设计与技术规范要求严格匹配。该功能机制可有效消除工程实施阶段可能存在的技术适配风险,从而规避因设备与线缆不匹配所导致的资源浪费及业务部署延期风险。

## 5. 落实安装引导

在规划设计阶段完成后,系统依据预设编码规则自

动生成标准化标识标签，并通过实时传输至标签打印终端完成物理标签输出。实施服务人员在接收物理标签后，按照标准化材料清单进行设备与材料的精准核领，同时依照规划方案中确定的线缆路由路径实施标准化敷设作业。系统提供的结构化安装数据既确保了设备定位与接续操作的准确性，又显著提升了现场施工效率。基于布线路由规则自动生成的可视化施工图纸，为作业人员提供了明确的工程实施指引，有效保障了线缆敷设的规范性和路径一致性，从根本上规避了重复施工导致的线缆系统紊乱风险。

## 6. 制定智能巡检技术方案

智能巡检技术通过传感器及图像识别等先进技术实现设备设施的自动化检测与监控，具备实时监测、故障预警与数据分析能力，可提升巡检效率。针对铁路通信机房运维需求，该技术结合轨道式智能巡检机器人构建智能运维方案，有效缓解人力不足与巡检范围广的矛盾，实现了机房安全风险全维度监控，保障了通信机房运维工作的规范开展。

### (1) 智能巡检机器人的应用

智能轨道巡检机器人是智能巡检技术研究的核心。该设备具备机房温湿度监测、视频巡检、自动/手动/定时巡检、避障报警、语音对讲等功能，支持通过管理系统预设巡检路径、计划及任务，并自动保存巡检数据。机器人搭载温湿度传感器实时监控环境，超阈值时触发声光报警。其配备的可升降旋转摄像头支持远程视频调控与录像回放。设备内置避障系统，遇障碍自动暂停并在清除后恢复巡检。另集成语音对讲模块，可在设备维护时实现控制室与现场人员实时通讯，有效提升运维效率。

### (2) 三维建模和数字化技术的应用

基于三维建模和数字孪生技术构建虚拟三维场景，直观展示机房设备位置及信息，并建立数字孪生模型实

现设备状态实时监测与故障预警。根据机房实际尺寸和视图比例，在三维编辑器中创建机房立体图，将空调、蓄电池、高开、UPS等组件通过拖拽定位至机房精确位置，利用标签接口实现设备实时数据的可视化呈现。

## 结束语

总之，为了确保铁路运输工作的有序开展，保证运输安全的同时提升运输效率，就需要依赖于通信机房，实现各方工作的科学合理调配，尤其是配合智能运维管理工作的开展，可及时发现铁路通信机房中所存在的安全隐患问题，通过制定科学的管理措施，提升了铁路通信系统运行质量。

## 参考文献

- [1] 周建楠, 秦海超. 铁路智能配线系统研究与应用[J]. 中国铁路, 2022(3): 144-149.
- [2] 袁武民, 马志强, 许强, 等. 铁路通信信号隐蔽工程可视化管理平台的研究与应用[J]. 铁道通信信号, 2023, 59(11): 26-33.
- [3] 柴天娇. BIM技术在铁路通信设计中的应用研究[J]. 铁道通信信号, 2022, 58(11): 42-47.
- [4] 孙皓林, 闫子聪, 袁振江. 铁路智能机房运维管理系统研究[J]. 铁道通信信号, 2022, 58(7): 13-18.
- [5] 周建楠, 秦海超. 铁路智能配线系统研究与应用[J]. 中国铁路, 2022(3): 144-149.
- [6] 张凯, 徐鹏越, 秦三营. 变电站蓄电池组均衡在线监测的研究[J]. 科技风, 2021(2): 187-188.
- [7] 毛雨嵩. 关于铁路通信信号一体化技术研究[J]. 信息化技术应用, 2019(6): 16-17.
- [8] 徐广军, 王旭. 铁路智能配电一体化平台设计[J]. 技术交流与创新, 2018(4): 73-76.