

铁路通信设备及通信系统的维护保养

刘世磊

通号工程局集团北京研究设计实验中心有限公司 河北 雄安新区 071700

摘要：铁路通信是铁路运输的关键核心，其设备与系统的稳定运行直接关乎运输安全与效率。本文围绕铁路通信设备及通信系统的维护保养展开研究，概述了设备构成与系统架构，明确传输、交换、终端三类设备的功能及系统分层架构与核心作用。分析了维护保养面临的技术更新快、运行环境复杂、业务多样化三大挑战，随后从机房环境管理、日常巡检等方面阐述设备维护要点，从性能监测、安全防护等维度说明系统维护要点。研究旨在为铁路通信设备及系统维护保养提供实操指导，保障铁路通信稳定，助力铁路运输安全高效运行。

关键词：铁路；通信设备；通信系统；维护保养要点

引言：随着铁路事业快速发展，通信设备不断升级，系统功能日益复杂，维护保养工作的重要性愈发凸显。当前，铁路通信领域面临技术迭代加速、设备运行环境恶劣、业务需求多样等问题，传统维护模式已难以适配现状。深入研究铁路通信设备及系统的维护保养，明确设备构成、系统架构，剖析面临挑战，梳理维护要点，对解决实际维护难题、保障通信畅通、推动铁路运输高质量发展具有迫切且重要的现实意义。

1 铁路通信设备及系统概述

1.1 铁路通信设备构成

铁路通信设备是保障铁路信息传输的核心载体，主要涵盖以下三类关键设备。（1）传输设备。包括光纤传输设备与无线通信设备，前者依托光纤介质实现大容量、低损耗的长距离数据传输，支撑调度指令、列车运行数据等重要信息的高效传递，后者如GSM-R无线设备，为移动中的列车与地面调度中心搭建实时通信链路，满足列车动态运行中的通信需求。（2）交换设备。电话交换机负责铁路内部语音通信的转接，确保车站、调度中心、列车司机间的语音沟通顺畅，数据交换机则处理各类数据信息的交换与分发，保障列车控制系统、旅客服务信息系统等的交互。（3）终端设备。车站终端设备供车站工作人员操作，实现与调度中心、其他车站的信息交互，车载终端设备安装于列车上，为司机提供调度指令接收、列车运行数据显示等功能，同时支持旅客信息查询终端的信息更新。

1.2 铁路通信系统架构与功能

铁路通信系统采用分层架构设计，自下而上分为以下物理层、网络层与应用层。（1）物理层由光纤、无线信道等传输介质及相关接口设备组成，为系统提供基础传输通道；（2）网络层通过路由器、交换机等设备构建

通信网络，实现数据的路由与交换，保障信息在不同设备间的高效传输；（3）应用层则针对铁路运输的具体需求，开发调度指挥、列车控制、旅客服务等应用系统，形成完整的通信体系。在功能方面，该系统首要实现调度指挥功能，为调度员、车站值班员、列车司机搭建多方通信平台，确保调度指令精准传达，保障列车按计划运行；其次承担列车控制功能，传递列车运行速度、位置等数据，为列车自动防护系统提供信息支持，保障行车安全；同时具备信息传输功能，实现铁路内部办公数据、旅客服务信息的传递，如车次信息、到站时间等，此外在应急情况下，能快速启动应急通信功能，为事故救援、故障处理提供实时通信保障，降低突发事件对铁路运输的影响^[1]。

2 铁路通信设备及通信系统的维护保养面临的挑战

铁路通信设备及通信系统的维护保养面临的挑战如下：（1）技术更新换代快。新的通信设备与系统持续涌现，这对铁路通信设备维护形成巨大挑战。新技术的应用使得设备兼容性问题频发，新老设备在数据传输协议、接口标准等方面存在差异，增加了维护难度；维护人员需不断学习新知识、新技能，以适应新技术带来的变化，传统维护方法与手段已难以契合现代铁路通信设备需求。（2）设备运行环境复杂。沿线要经受高温、严寒、风沙、暴雨等极端天气侵袭，以及强电磁干扰。高温可能致使设备芯片过热，性能下降；严寒会使设备电池续航缩短、线路变脆易断裂；风沙、暴雨侵蚀设备外壳，加速老化，电磁干扰则可能造成信号传输异常。这些复杂环境因素大幅增加了设备故障率，提升了维护难度与成本。（3）通信业务多样化。随着铁路运输业务向智能化、多样化发展，如智能调度、旅客信息实时交互等新业务不断涌现，对通信设备及系统的性能要求急剧

攀升。不仅要保障数据传输的高速、稳定,还需满足不同业务对通信质量、安全性的差异化需求,这使得现有设备及系统在性能与功能上逐渐捉襟见肘,维护工作需在保障既有设备稳定运行的同时,为新业务拓展预留空间,压力空前^[2]。

3 铁路通信设备维护保养要点

3.1 机房环境管理要点

机房作为铁路通信设备的核心存放场所,环境管理直接影响设备运行稳定性,需从以下多方面落实管控措施。(1)温度控制上,要将机房温度稳定在18-25℃区间,通过安装精密空调系统实现实时调控,同时在机房内不同区域布设温度传感器,实时监测温度变化,避免局部过热或过冷;当温度超出阈值时,系统需自动触发报警机制,提醒维护人员及时处理。(2)湿度管理要保持机房相对湿度在40%-60%,配备除湿机与加湿设备,根据湿度传感器反馈数据自动启停;同时定期检查机房地面、墙面的密封性,防止外界潮湿空气渗入,避免设备内部元件因受潮出现短路、腐蚀等问题。(3)防尘清洁方面,机房要安装高效空气过滤器,定期更换滤芯,减少空气中的粉尘颗粒;维护人员需每周对设备表面进行清洁,使用专用防静电抹布擦拭,避免粉尘堆积影响设备散热;每月对机房地面、机柜内部进行深度清洁,防止灰尘通过设备接口进入内部。(4)电源保障上,定期检查UPS电源的运行状态,包括电池容量、输出电压、负载率等参数,每季度进行一次充放电测试,确保在市电中断时能稳定供电;同时检查电源线路的连接情况,查看端子是否松动、线缆是否老化,及时更换存在安全隐患的线路。

3.2 日常巡检操作要点

日常巡检操作要点有(1)制定科学的计划,依据设备类型、运行年限、重要程度划分巡检频次,核心传输设备、交换设备需每日巡检,终端设备可每周巡检一次,偏远地区设备可适当调整频次,但每月至少一次。巡检前需准备好专用工具,如万用表、光功率计、频谱分析仪等,确保工具性能正常。(2)设备外观检查时,查看设备外壳是否存在破损、变形,指示灯状态是否正常,接口处线缆连接是否牢固,有无松动、脱落现象;同时检查设备散热风扇运行情况,查看风扇是否异响、停转,确保设备散热正常。(3)性能指标检测要使用专业仪器,对传输设备的光功率、误码率、传输速率进行测试,确保符合行业标准;对交换设备的呼叫接通率、信令链路状态进行检查,保障通信顺畅;对终端设备的显示功能、操作响应速度进行测试,排查是否存在卡

顿、死机等问题。(4)巡检记录要详细规范,将设备名称、巡检时间、检查内容、测试数据、发现问题逐一记录,形成完整的巡检档案;对发现的轻微异常,需标注跟踪时间,后续巡检时重点复查;对严重问题,需立即上报并启动应急处理流程。

3.3 故障排查修复要点

故障排查需遵循“先定位、后分析、再处理”的原则,(1)通过设备自带的故障诊断系统初步判断故障范围,如传输设备故障可先查看是否为单台设备问题,还是链路整体故障;再结合巡检记录、历史故障数据,缩小故障排查范围,避免盲目操作。(2)使用专业诊断工具深入排查,对传输链路可通过光时域反射仪检测光纤是否存在断点、损耗过大等问题;对交换设备可通过信令分析仪分析信令交互情况,定位信令故障点;对电源设备可通过万用表检测电压、电流,判断是否为电源模块故障。(3)故障修复需严格按照操作规范进行,更换设备部件前需切断相关电源,佩戴防静电手环,避免静电损坏元件;更换的部件需与原设备型号、参数一致,确保兼容性;修复后需对设备进行性能测试,验证故障是否彻底解决,同时检查周边设备是否受影响,避免引发新的故障。(4)修复完成后要建立故障处理档案,记录故障现象、排查过程、修复方法、使用备件等信息,定期对故障数据进行统计分析,总结故障发生规律,为后续维护保养提供参考,降低同类故障发生概率。

3.4 设备更新与养护要点

设备更新与养护要点有(1)设备更新要结合设备运行年限、技术迭代情况制定计划,对运行超过8年、性能下降明显的设备,或无法适配新通信系统的老旧设备,及时纳入更新清单;更新前需进行充分的技术论证,确保新设备与现有系统兼容,满足铁路通信业务需求。(2)设备更新过程中,需先对旧设备中的数据进行备份,避免数据丢失;拆除旧设备时需小心操作,防止损坏周边设备及线路;安装新设备时需按照设备安装规范固定位置,连接线缆时做好标识,便于后续维护;安装完成后需进行全面调试,包括硬件测试、软件配置、系统联调等,确保设备正常运行。(3)设备日常养护需注重细节,定期对设备内部灰尘进行清理,每半年打开设备机箱,使用压缩空气吹除灰尘,避免灰尘堆积影响散热和元件性能;对设备接口进行清洁,使用专用清洁剂擦拭接口,防止氧化导致接触不良;对可活动部件,如设备柜门合页、风扇轴承,定期添加润滑油,确保运转顺畅^[3]。

4 铁路通信系统的维护保养要点

4.1 系统性能常态化监测要点

铁路通信系统性能监测要覆盖以下传输、交换、数据等核心子系统,建立全时段性能监测机制。(1)传输子系统监测需重点关注光传输链路的光功率、误码率、信噪比等指标,通过部署光性能监测设备,实时采集各链路数据,当指标超出预设阈值时,自动触发告警;同时定期对传输设备的时钟同步精度进行检测,确保全网时钟同步稳定。(2)

交换子系统需监测呼叫接通率、信令链路接通率、通话中断率等关键性能参数,通过交换网络管理系统实时统计各项数据,每日生成性能报表;对交换设备的处理能力进行定期评估,包括最大呼叫处理能力、最大用户容量等,避免设备过载运行。(3)数据子系统要监测数据传输速率、数据包丢失率、网络延迟等指标,通过网络流量分析工具实时监控数据流向与流量变化,排查异常流量节点;定期对数据存储设备的存储空间使用率、数据读写速度进行检查,确保数据存储与读取高效稳定。此外,需每月对各子系统性能数据进行汇总分析,识别性能变化趋势,提前预判潜在性能隐患。

4.2 系统安全全方位防护要点

系统安全防护要从以下三方面构建防护体系。(1)网络安全层面,需在通信系统边界部署防火墙、入侵检测与防御系统,设置严格的访问控制策略,禁止未经授权设备接入系统;定期更新防火墙规则与入侵检测特征库,防范新型网络攻击;对系统内重要网络设备的配置文件进行定期备份,避免配置丢失或被篡改。(2)数据安全层面,需对传输与存储的敏感数据进行加密处理,包括列车调度指令、旅客信息等,采用加密算法确保数据在传输与存储过程中的安全性;建立数据备份与恢复机制,每日对重要数据进行增量备份,每周进行全量备份,定期开展数据恢复测试,确保备份数据可有效恢复;严格控制数据访问权限,根据人员岗位职责设置不同的数据访问级别,防止数据泄露。(3)物理安全层面,需加强通信机房与户外通信站点的安全管理,机房安装门禁系统与视频监控设备,实行24小时监控,限制非授权人员进入;户外通信站点需加固设备防护外壳,防范人为破坏与恶劣天气影响;定期检查机房与站点的

消防设施、防雷接地系统,确保消防设备完好有效,接地电阻符合规范要求,避免雷击对系统造成损坏。

4.3 系统协同化维护管理要点

系统协同维护要建立以下跨子系统、跨部门的协同维护机制,确保各环节衔接顺畅。(1)子系统协同方面,当某一子系统出现故障时,需快速联动关联子系统进行故障排查,例如传输子系统故障可能影响数据子系统与交换子系统运行,维护人员需同步检查关联子系统的运行状态,避免遗漏故障点;定期组织各子系统维护人员开展联合巡检,共同排查跨子系统的潜在问题,提升维护效率。(2)部门协同方面,要明确运维部门、技术支持部门、设备供应商的职责分工,建立快速响应的协同沟通机制。当系统出现复杂故障时,运维部门需及时将故障信息反馈至技术支持部门与设备供应商,共同制定故障解决方案;技术支持部门需提供技术指导,设备供应商需提供必要的备件与技术服务支持,确保故障快速修复^[4]。

结束语

铁路通信设备及系统的维护保养是保障铁路运输稳定的关键环节。本文明确了设备构成与系统架构,剖析了技术、环境、业务层面的挑战,梳理出设备与系统维护的具体要点。这些研究内容为实际维护工作提供了清晰思路与实操方向。随着铁路通信技术持续发展,维护保养需进一步创新方法,结合智能化技术优化维护流程,不断提升维护效率与质量,助力铁路运输事业持续迈向更高水平。

参考文献

- [1]周思宇.铁路通信设备及通信系统的维护保养探究[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2021(4):454-455.
- [2]李辉.铁路通信设备及通信系统的维护保养[J].电子测试,2021(15):135-136,85.
- [3]杨午生.重载铁路通信设备及通信系统的维护保养[J].电脑校园,2021(11):7762-7763.
- [4]李婷.重载铁路通信设备及通信系统的维护保养[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2020(4):3506-3507.