

全生命周期理论下电力通信设备运维管理策略研究

李万隆 裴金刚 高晨博 杨明飞 金鑫 方超

甘肃同兴智能科技发展有限公司 甘肃 兰州 730050

摘要：随着新型电力系统建设持续推进，电网智能化、数字化运行水平不断提升，电力通信设备作为电网数据传输、调度控制与业务联动的核心载体，其运行稳定性直接关系电力系统整体安全可靠运行。本文以全生命周期理论为研究支撑，系统梳理当前电力通信设备运维管理的现存问题，从设备前期管控、运行监测、精准检修、退役处置四个完整阶段构建精细化运维优化策略，形成覆盖设备全流程的运维管理体系。

关键词：全生命周期；电力通信；设备运维；管理策略

引言

长期以来，国内电力通信运维工作沿用传统阶段性管理模式，管理重心集中在设备投运后的故障处理与周期检修，忽视设备前期规划与后期退役评估的重要作用，整体管理体系呈现分段化、碎片化的特征。运维工作缺乏统一的全周期统筹思维，数据追溯不完善、风险防控不系统、运维评价不全面，导致设备故障隐患反复出现，运维成本难以有效控制。全生命周期管理理论凭借全过程、闭环式、精益化的管理优势，被广泛应用于电力设备管理领域，能够有效解决传统分段运维的各类弊端。

1 电力通信设备运维管理存在问题

（1）现阶段电力通信设备的管理工作大多聚焦设备投运后的故障检修环节，整体管理思维存在明显的阶段性局限，并未形成覆盖设备从采购入网到退役报废的一体化统筹思维。日常管理工作过度侧重设备故障后的修复处理，忽视设备前期选型规划与后期退役处置的重要价值。相关管理工作割裂了设备各个生命阶段的内在关联，无法依据设备出厂参数、运行年限和使用工况制定长效管理方案。同时设备退役环节的规范化管理长期缺位，部分老旧设备超期服役，不仅拉低整体运维质量，也增加了电力通信系统的运行安全隐患。（2）目前多数电力通信运维工作依旧沿用传统运维模式，以定期巡检和故障抢修作为核心工作内容，整体呈现明显的被动性特征^[1]。运维人员大多依靠固定周期开展设备检查工作，巡检标准相对固化，难以适配不同工况、不同使用年限设备的运行差异。这种模式只能处理已经出现或即将显性化的设备问题，无法提前识别设备潜在的隐性故障。行业整体的状态预判和提前防控能力较为薄弱，难以从根源上降低设备故障发生率，无法满足现代电力通信系统稳定运行的高标准要求。

（3）电力通信设备种类繁多、数量庞大，且设备更新更替较为频繁。现阶段设备台账信息的整理与存储工作较为分散，各类运行数据、检修记录、验收资料分属不同工作模块，没有形成统一整合的数字化档案。各类数据碎片化分布，数据更新存在滞后性和遗漏问题。工作人员无法完整调取设备全生命周期的运行与管理数据，难以实现设备状态的全程追溯，极大影响了运维分析、故障溯源与设备优化升级工作的开展。（4）现有运维工作对设备运行风险的识别方式较为粗放，大多依赖运维人员的工作经验开展人工判断，缺乏系统化、数据化的风险研判机制。对于设备运行中的细微参数波动和隐性安全隐患，很难做到精准识别与提前预警。同时隐患治理工作缺乏闭环管理思维，排查出的问题多以单点整改为主，缺少对隐患成因的深度分析和系统性整治，同类故障反复出现，整体风险防控与隐患治理效果难以提升。

2 全生命周期理论下电力通信设备运维管理优化策略

2.1 设备前期阶段：采购与入网标准化管控策略

（1）设备前期选型与采购是电力通信设备全生命周期管理的起始环节，直接决定设备后续运行稳定性、使用年限与整体运维成本。传统设备采购工作大多侧重设备基础性能与采购价格，忽略设备耐用性、适配性以及设计使用寿命等核心参数，容易出现设备与电网通信运行场景不匹配的问题。依托全生命周期管理理念，设备选型工作不再局限于短期采购效益，而是结合电力通信系统长期运行需求，综合考量设备材质标准、服役寿命、环境适配能力以及后期运维难度等多项指标。通过细化各类通信设备的准入技术参数，建立贴合电网运行

工况的选型标准,从源头规避劣质设备、适配性不足设备入网,有效降低后续设备故障概率与重复运维成本,为设备长期稳定运行筑牢前期基础。(2)完整的信息档案体系是实现设备全周期闭环管理的核心基础。以往设备档案搭建普遍存在起步晚、内容不全的问题,多数设备仅登记基础型号与采购信息,缺少可长期延续的动态档案记录机制^[2]。针对这一问题,需要在设备入网初期搭建标准化、系统化的全生命周期台账体系,统一档案录入规范。台账内容涵盖设备出厂信息、采购参数、入网时间、验收数据以及基础运行参数等全部初始资料。同时建立动态更新的电子信息档案,为后续设备运行监测、检修记录、状态评估、退役分析等工作预留数据录入空间,实现设备信息的长期留存与持续更新,保障设备全周期信息可查、可溯、可分析。(3)设备入网验收是把控设备投入质量的关键关口,也是全生命周期运维管理的重要前置环节。传统验收工作流程相对简化,验收项目较为单一,仅完成基础功能性检测,无法全面排查设备潜在质量缺陷。基于全生命周期管理思维,需要优化现有入网验收流程,构建全方位的初始状态评估机制。在常规功能检测的基础上,细化设备性能参数核验、运行稳定性测试、环境适配性检测等验收内容。对所有入网设备开展全方位质量评估,精准判定设备初始运行状态,及时剔除存在质量隐患的设备。标准化的验收与评估工作,能够精准锁定设备初始性能状态,为后续设备状态对比、寿命研判和运维方案调整提供精准的初始数据依据。

2.2 设备运行阶段:常态化精益运维与状态监测策略

(1)设备正式投运后的状态监测是全生命周期运维体系的核心环节,也是实现精益化管理的重要前提。传统运维模式下的数据采集工作较为零散,采集频次缺乏规范,难以形成持续性的设备运行数据链条。依托全生命周期管理理念,需要建立常态化的设备状态监测体系,对电力通信设备运行过程中的各类核心参数进行持续性采集与整理。通过系统化的数据汇总,能够实时掌握设备工作负荷、运行状态以及性能波动情况。(2)传统日常巡检工作流程较为统一,巡检内容和运维标准长期保持固化模式,无法适配不同类型、不同服役年限的通信设备。统一化的巡检模式容易造成优质设备过度维护,老旧薄弱设备巡检不到位的问题。为贴合精益运维要求,需要对现有巡检流程进行系统性优化。结合设备型号、运行年限、工作环境以及历史故障记录,对所有电力通信设备进行等级划分。依据设备等级设置差异化的巡检频次、巡检内容和维护标准,形成分层分类的运

维管理模式^[3]。(3)电力通信设备长期处于复杂的电网运行环境中,各类潜在风险会随着运行时间不断累积。以往风险管控工作多集中在故障发生后的整改处置,前置性风险防控能力较为薄弱。基于全生命周期运行管理需求,需要搭建完善的风险分级管控体系。结合设备运行数据、工况环境、历史检修记录等多重信息,对设备存在的安全隐患进行等级划分。针对不同级别的运行风险制定对应的防控措施,落实常态化风险排查与提前干预工作。

2.3 设备检修阶段:差异化检修与精准维护策略

(1)传统电力通信设备检修普遍采用固定周期统一检修的作业模式,整体流程较为僵化,没有兼顾设备个体的运行差异。长期统一检修会造成运行状态良好的设备出现过度维护的情况,浪费运维资源。同时部分性能衰减较快的老旧设备无法得到及时检修,潜藏各类运行隐患。基于全生命周期管理理念,需要彻底转变固化的定期检修思维,以设备实时运行状态作为检修开展的核心依据。结合设备运行年限、工况损耗、参数变化和歷史故障记录划分设备运行状态,按需开展针对性检修作业。这种状态驱动的检修模式能够有效规避传统检修的弊端,让检修工作更加贴合设备实际运行需求。(2)常规检修工作大多只完成故障点位的修复处理,重点解决表面问题,缺少对故障成因的深度挖掘与系统分析。浅层化的修复方式无法根除设备运行隐患,极易造成同类故障反复发生,持续影响通信系统运行稳定性^[4]。在全生命周期管理体系支撑下,需要建立系统化的故障溯源工作机制。每一次设备故障修复后,都需要结合设备运行数据、环境因素、老化程度和运维记录开展综合研判。深度排查故障产生的根本原因,区分设备质量问题、运维疏漏问题与环境干扰问题,对应制定整改防控措施,从根源上杜绝重复性故障的发生。(3)以往电力通信设备检修流程存在环节衔接松散、操作标准模糊的问题,检修作业的规范性难以保障,容易出现检修不彻底、作业不规范的情况。为提升检修工作质量,需要对整体检修作业流程进行系统性优化。梳理检修作业全流程的关键操作节点,明确各环节的作业规范与工作职责。同时统一检修完成后的验收标准,细化设备性能核验、参数校准、运行稳定性检测等验收内容。通过标准化流程与规范化验收,有效提升检修作业的专业性与完整性,保障设备检修完成后能够恢复最佳运行状态。(4)检修数据是设备全生命周期数据体系的重要组成部分,也是后续设备状态评估与运维方案优化的重要参考依据。传统检修工作普遍存在数据归档不及时、记

录内容简略、资料整理零散的问题,导致设备检修历史无法完整追溯。需要建立严格的检修数据归档制度,将检修时间、故障类型、修复方式、部件更换情况、验收数据等全部信息统一录入设备电子档案。持续完善设备运行全流程数据链条,形成监测、运维、检修、归档的完整数据闭环,为后续设备寿命评估、检修计划优化和设备选型升级提供扎实的数据支撑。

2.4 设备退役阶段:寿命终结评估与规范处置策略

(1) 电力通信设备的实际使用寿命会受运行环境、运维质量、负荷强度等多种因素影响,固定年限的报废标准并不完全适用于所有设备。传统运维工作中缺乏科学统一的寿命终结判定依据,部分性能大幅衰减的设备依旧超期服役,带来持续性的通信安全风险。依托全生命周期管理思维,可以结合设备设计参数、长期运行损耗、故障频次以及性能衰减程度,建立综合性的寿命终结判定体系。不再单一依靠使用年限完成判定,而是结合设备真实运行状态开展综合评估,保障设备报废判定结果科学合理,规避主观判断带来的管理漏洞。(2) 以往设备退役处置流程相对随意,整体流程缺乏规范化的管理约束,退役评估、报废审批与设备更换环节衔接不够顺畅^[5]。部分设备退役后缺少系统性状态核验,可二次利用的设备资源容易被浪费,存在安全价值与经济价值双重损耗的问题。通过优化全周期退役管理流程,可以搭建标准化的处置流程。对达到服役上限的设备开展全方位状态核验,区分报废淘汰、返修复用、降级使用等不同处置类型。严格落实审批归档流程,规范新设备替换的衔接流程,保障通信系统运行的连续性与稳定性,提升设备资源整体利用效率。(3) 退役设备产生的各类数据是完善运维体系、优化设备管理的重要资源。传统模式下设备退役后的运行数据、故障记录与损耗资

料大多直接闲置,无法发挥数据参考价值。在全生命周期闭环管理体系中,需要对退役设备的全套档案数据进行整理分析,总结不同型号设备的寿命短板、故障规律与适配场景。将分析结果反向应用于前期设备采购选型标准优化,同时调整日常运维和检修工作的重点方向。通过数据反哺持续优化整套运维体系,实现电力通信设备管理工作的长效迭代升级。

结语

综上所述,研究按照设备完整生命周期阶段,分别从前期采购入网、常态化运行监测、差异化检修维护、标准化退役处置四个维度,搭建了全方位闭环运维优化策略。本研究有效打破了传统运维重检修、轻全程的固有局限,构建了全过程可追溯、可预判、可优化的精益运维体系,能够显著提升电力通信设备的运行稳定性与资源利用效率。

参考文献

- [1] 肖亚东,文明. 基于电力系统安全的设备运维管理策略研究 [J/OL]. 中国科技期刊数据库工业A,2026,(3):157-160.
- [2] 程云,王雪慧,冯华. 基于电力系统安全的设备运维管理策略研究 [J]. 灯与照明,2025,49(5):157-159.
- [3] 王凯亮,崔翔,朱聪,等. 电力通信站设备运维 RPA 自动巡检的研究与应用 [J]. 电子器件,2025,48(5):1134-1141.
- [4] 卢强,倪宏宇. 电力设备资产全生命周期精益化管理体系构建研究 [J]. 电气技术与经济,2026,(1):263-265.
- [5] 李萌,张玉龙,李耀坤,等. 电工技术在电力通信设备维护中的应用研究 [J]. 通信电源技术,2025,42(13):231-233.