

电气线路全生命周期运维管理体系的构建与应用分析

刘锦星 丁宸浩 刘涛

国网浙江省电力有限公司安吉县供电公司，浙江湖州，313300；

摘要：电气线路是电力系统传输电能的核心载体，其运行稳定性直接关系电力供应安全与生产生活秩序。本文围绕电气线路全生命周期运维管理展开，首先阐述电气线路全生命周期运维管理的核心阶段与价值，进而分析构建该体系的关键要素，最后提出体系应用的优化路径，为提升电气线路运维效率、延长使用寿命、降低安全风险提供实践参考。

关键词：电气线路；全生命周期；运维管理体系；电力供应安全；运维效率

DOI：10.69979/3060-8767.25.12.002

引言

电气线路有传输和分配电能的重要作用，广泛分布在工业生产、建筑楼宇、城市基础设施等地方。现在用电需求越来越大，而且很多电气线路已经用了很多年，开始出现老化问题。故障发生得越来越频繁，维护和修理的成本也在增加。以前那种“坏了再修”“等出问题再处理”的方式，已经没法满足安全、高效运行的需求了。全生命周期运维管理，就是从线路的规划设计开始，一直管到最后报废处理。它用系统化、标准化的方法，让电气线路的运维更精准、更高效。建立和使用这个体系有很多好处：能及时找出线路的隐患，减少故障停机的时间；还能合理分配资源，降低运维成本。这对保证电力系统稳定运行、让电力运维行业更规范发展很有意义。

1 电气线路全生命周期运维管理的核心阶段与价值

1.1 全生命周期运维管理的核心阶段

电气线路全生命周期运维管理包括“规划设计、安装调试、运行监测、维护检修、报废处置”五个主要阶段。这五个阶段相互联系、互相配合，形成一个完整的管理过程。在规划设计阶段，要结合线路的使用场景、需要承受的电量、周围环境（比如温度、湿度、有没有腐蚀性物质），确定线路用什么材料、什么规格、怎么铺设。同时要留出方便运维的空间和能装监测设备的接口，为以后的运维工作打基础。在安装调试阶段，要严格按照设计标准铺线路、连接设备。安装完成后，要做绝缘测试、模拟带负荷运行测试，确保线路安装质量合格，不让安装时的问题留下安全隐患。在运行监测阶段，要实时监测线路的电流、电压、温度、绝缘性能等参数，

了解线路的运行情况。一旦发现参数异常，就能及时知道线路可能出了问题。在维护检修阶段，要根据监测到的数据和线路已经使用的年限，制定定期维护计划，比如清洁线路、紧固连接点、修复绝缘层。如果发现故障或隐患，要针对性地修理，防止问题变大。在报废处置阶段，对那些到了使用年限或者修不好的线路，要安全拆除。把能再利用的材料分类回收，剩下的废弃部件妥善处理，避免污染环境和浪费资源。

1.2 全生命周期运维管理的价值

全生命周期运维管理的价值主要体现在安全、经济、效率三个方面。在安全保障方面，通过对每个阶段的风险控制，从设计时就避免先天问题，运行时实时监测隐患，维护时及时排除故障，能大大减少线路短路、漏电、过热等安全事故的发生，保护人和设备的安全。在经济效益方面，通过科学规划和精准运维，不用盲目换线路或过度维修，能延长线路的使用时间，降低整个生命周期的运维成本。同时也能减少因为故障停产带来的损失。在效率提升方面，标准化的全程管理让运维工作不再随意，实时监测和预警能更快响应故障，提高运维效率，保证电气线路持续稳定供电。

2 电气线路全生命周期运维管理体系构建的关键要素

2.1 标准化管理流程

标准化流程能让体系有序运行，是体系的基础。现在有些运维工作存在“流程不清楚、操作不规范”的问题。比如维护检修没有固定时间，处理故障没有统一步骤，导致运维质量不一样。构建体系要先制定每个阶段的标准化流程：明确规划设计阶段的技术参数标准和评

审步骤，安装调试阶段的施工规矩和验收标准，运行监测阶段的参数监测范围和判断异常的标准，维护检修阶段的维护时间、操作步骤和质量验收要求，报废处置阶段的拆除步骤和环保标准。同时，要建立监督流程执行的机制，确保每个阶段的运维工作都严格按标准做，避免因为人的因素出现管理漏洞。

2.2 信息化技术支撑

信息化技术是实现精准运维的核心工具。传统运维靠人巡逻检查、用纸记录，存在数据滞后、监测不全面、信息没法共享的问题。构建体系要靠信息化技术搭建运维管理平台，整合多方面数据：通过传感器实时收集线路的运行参数（电流、电压、温度），自动传到平台上；建立线路全生命周期档案，记录设计参数、安装记录、运维历史、故障信息，让信息能追溯；用数据分析功能判断运行数据的变化趋势，找出潜在隐患，比如线路温度一直升高可能是绝缘老化，然后生成预警信息和运维建议，给决策提供数据支持。另外，平台要能共享信息，让运维人员、管理部门、技术团队能实时获取线路信息，一起开展工作。

2.3 专业运维团队

专业团队是体系落地的人才保障。电气线路运维涉及电力技术、自动化控制、安全管理等多方面知识，对人员专业能力要求高。现在有些运维团队存在“人员年龄大、技能单一、安全意识弱”的问题，没法满足全生命周期运维的需求。构建体系要打造专业运维团队：明确团队人员的岗位职责和能力要求，比如运维人员要学会操作线路监测设备、排查故障，技术人员要能优化线路设计、处理复杂故障；建立人员培训体系，定期开展专业技能培训（比如操作信息化平台、维护新型线路）和安全培训，提高团队整体能力；完善人员考核和激励机制，把运维质量、故障处理速度、安全记录纳入考核，调动人员的工作积极性和责任心。

2.4 风险管控机制

风险管控能保障体系安全运行，是关键环节。电气线路在全生命周期里会面临多种风险，比如设计阶段选品不当的风险、运行阶段过载的风险、维护阶段操作的风险、报废阶段拆除的风险。构建体系要建立全阶段风险管控机制：在每个阶段找出风险，明确不同阶段的风险类型和影响程度，比如过载可能让线路过热烧毁；制定针对性的防控措施，比如设计阶段通过计算负荷避免

选小了线路，运行阶段装过载保护装置，维护阶段规范操作防止触电；建立风险预警和应急处置预案，对找出的风险分级预警，针对重大风险（比如线路短路）制定应急处置步骤，明确谁负责、怎么调配资源，确保风险发生时能快速处理，减少损失。

3 电气线路全生命周期运维管理体系的应用优化路径

3.1 推动流程与技术深度融合

在体系应用过程中，要避免“流程和技术不搭配”的问题，让标准化流程和信息化技术真正结合起来。一方面，把标准化流程放进运维管理平台里。比如平台会按照维护周期，自动生成运维任务单，单子上会写清楚该做什么、要达到什么标准、怎么验收，引导运维人员按流程干活。另一方面，用技术手段监督流程执行。通过平台记录运维人员的操作过程和任务完成情况，自动检查工作是否符合标准，比如维护是不是按时做的、检修质量合不合格。如果操作不符合标准，平台会提醒整改，确保流程能落实到位。同时，要根据技术发展和实际运维需求，随时调整流程和平台功能。比如引入AI算法让故障诊断更准确，那就要同步改故障处理流程，让流程和技术一起升级。在实际操作中，还要根据不同场景细化融合方式。比如在工业厂区，线路负荷变化大、设备密集，可在平台中增设“负荷波动预警”模块，将负荷监测流程与预警技术结合，当线路负荷接近阈值时，平台自动触发预警并推送调整建议，运维人员按流程及时调整用电分配；在居民小区，线路多隐藏在墙体或管道内，可将“隐蔽线路定位流程”与红外探测技术结合，通过平台记录线路走向，搭配红外设备快速定位故障点，避免盲目凿墙排查。另外，要做好融合后的效果验证。每完成一次流程与技术的调整，都要跟踪后续运维数据，比如故障处理时间是否缩短、运维成本是否降低。若发现某类线路（如高压电缆）在融合后故障发生率仍偏高，需重新检查流程与技术的匹配度，比如是否因AI诊断模型未涵盖该类线路的故障特征，导致预警不准确，进而优化模型参数与对应的处置流程。

3.2 强化全阶段协同联动

体系应用要打破“各个阶段各自干活”的情况，让全生命周期的每个阶段都能互相配合。在规划设计阶段，让运维团队参与设计评审，从运维的角度提建议，比如预留监测接口，方便以后采集数据。在安装调试阶段，运维团队提前介入，熟悉线路怎么走、设备有什么特点，

为以后运维做准备。在运行监测阶段，把监测到的数据及时传给技术团队，给维护检修和设计优化提供依据。在维护检修阶段，结合线路以前的运维数据和现在的运行情况，制定精准的检修方案。在报废处置阶段，技术团队帮忙评估线路能不能报废，确保处置符合规定。另外，要建立跨阶段的沟通机制，比如定期开全生命周期运维协调会，统筹各阶段工作，解决配合中的问题，形成“设计-安装-运行-维护-报废”的完整管理闭环。协同联动还要注重信息的无缝传递。可在运维管理平台中搭建“跨阶段信息共享库”，设计阶段的图纸、安装阶段的验收报告、运行阶段的监测数据、维护阶段的检修记录，都实时同步到共享库中，各阶段人员随时可查。比如维护人员在处理故障时，能直接调阅线路设计时的材质参数和安装时的接头位置，快速找到问题根源。对于跨区域的大型电气线路（如城市供电线路），还可建立“区域协同机制”。将不同区域的线路运维团队、技术团队纳入统一协调体系，当某区域线路出现重大故障（如台风导致线路断裂），可通过协同会议快速调配其他区域的人员和设备支援，避免因区域壁垒延误抢修。

3.3 完善绩效评估与持续改进

体系应用要建立绩效评估机制，通过不断改进让体系运行得更好。先制定体系运行的绩效评估指标，包括安全、效率、经济、质量四个方面：1. 安全指标：故障发生的次数、安全事故的数量；2. 效率指标：处理故障需要的时间、运维任务完成的比例；3. 经济指标：运维花了多少钱、线路能用多久；4. 质量指标：运维验收合格的比例、线路运行参数达标的比例。定期开展绩效评估，对比实际结果和目标值，找出差距并分析原因。比如故障处理时间太长，可能是技术人员不够，也可能是流程太复杂。针对问题制定改进措施，比如多招专业技术人员、简化故障处置流程。还要跟踪措施的落实情况，确保改进后绩效能提升。同时，要关注行业里的新技术和新规范，及时把它们融入体系。比如有了更先进的监测技术，就把它加进运行监测环节；有了新的运维安全标准，就按新标准调整流程，让体系一直适应电力系统的发展需求。绩效评估还要注重差异化调整。针对不同类型的电气线路（如工业线路、民用线路），制定不同的指标权重，工业线路侧重“故障处理效率”和“负荷

适应能力”，民用线路侧重“安全事故率”和“运维成本控制”，确保评估更贴合实际需求。持续改进中，还要鼓励全员参与。可在运维团队中设立“改进建议通道”，运维人员在工作中发现的流程漏洞、技术缺陷，都能随时提交建议。对被采纳的有效建议，给予提出人奖励，比如绩效加分、物质奖励，激发团队的创新积极性。比如有运维人员提出“在老旧小区线路中加装简易温度传感器”，能降低巡检难度，经评估可行后落实，既提升了监测效率，也让员工更有参与感。

4 结语

电气线路全生命周期运维管理体系的构建与应用，是提升电气线路运维质量、保障电力供应安全的重要举措。该体系以标准化流程为基础，以信息化技术为支撑，以专业团队为保障，以风险管控为核心，通过全阶段覆盖、多要素协同，实现电气线路运维从“被动应对”向“主动预防”的转变。电气线路全生命周期运维管理体系的应用优化，是一个“实践-评估-改进”的循环过程。从推动流程与技术融合，到强化全阶段协同，再到完善绩效评估，每一步都要立足实际需求，既要借助技术提升效率，也要通过管理保障质量。未来，随着智能电网、新能源技术的发展，体系还需不断吸收新元素，比如将光伏并网线路的运维纳入管理范畴，适配新型电力系统的特点，最终实现电气线路运维的安全化、高效化、智能化，为电力系统稳定运行保驾护航。一方面可深化智能化技术应用，如引入物联网实现线路状态的全面感知，利用大数据分析实现运维方案的精准定制；另一方面可探索市场化运维模式，鼓励专业运维公司参与电气线路全生命周期管理，提升运维专业化水平，最终实现电气线路运维的安全化、高效化、智能化，为电力系统稳定运行提供坚实保障。

参考文献

- [1] 张娜,许海凤.浅谈BIM技术在建筑电气安装工程中的应用[J].中国住宅设施,2024,(02):118-120.
- [2] 林治喜.基于BIM技术的建筑工程低压电气安装技术分析[J].四川水泥,2023,(12):151-153.
- [3] 杜园元.BIM技术在建筑电气安装工程中的应用探究[J].中小企业管理与科技,2022,(09):114-116.