

中波发射台发电机维护保养周期优化与效果评估

王兵

内蒙古自治区广播电视传输发射中心通辽 735 台，内蒙古通辽，028000；

摘要：本文聚焦中波发射台发电机维护保养周期优化与效果评估，创新性地提出结合先进数据分析与智能监测的方法，对现有维护保养周期进行调整。通过构建科学评估体系，全面衡量优化后的效果，旨在提高发电机的可靠性与运行效率，降低维护成本。

关键词：中波发射台；发电机；维护保养周期优化；效果评估

DOI：10.64216/3080-1508.25.10.027

引言

中波发射台发电机作为保障发射工作稳定运行的关键设备，其维护保养至关重要。传统的维护保养周期存在一定局限性，难以适应复杂多变的运行环境。因此，对维护保养周期进行优化并科学评估效果具有重要的现实意义。

1 中波发射台发电机现状分析

1.1 运行特点

中波发射台发电机作为保障广播信号不间断传输的关键备用电源，其运行呈现“低频次高负荷、强应急性”特点。日常状态下，发电机多处于待机备用模式，仅在市电中断时启动，启动后需立即承载发射台全负荷供电需求（包括发射机、冷却系统、监控设备等），且需持续运行至市电恢复，单次运行时长可能从数小时至数天不等；运行环境方面，发射台多位于郊区或开阔地带，发电机机房易受温湿度波动、粉尘侵蚀影响，尤其在高温、潮湿季节，设备运行环境更为恶劣；此外，发电机启动具有突发性，无法提前预热，需在短时间内从静态切换至满负荷运行状态，对设备启停性能、负荷承载能力提出严苛要求，这些特点决定了其维护保养需兼顾备用可靠性与应急响应能力。

1.2 现有维护保养周期

当前国内中波发射台发电机维护保养多采用“固定周期”模式，依据设备出厂说明书或行业通用标准制定维护计划。常规维护周期分为日常保养（每周 1 次，检查油位、水位、电路连接）、一级保养（每 3 个月 1 次，更换机油、清洁滤芯、检查皮带松紧度）、二级保养（每年 1 次，拆解检查缸体、活塞、气门等核心部件，校准传感器）；应急维护则在发电机启动后或出现故障报警时临时开展。部分发射台会根据经验适当调整周期，如

在高温季节缩短机油更换间隔，但整体仍以固定时间节点为核心，未充分结合发电机实际运行时长、负荷变化、环境影响等动态因素，维护周期的针对性与灵活性不足。

1.3 存在的问题

现有维护保养周期存在“过度维护”与“维护不足”并存的问题。一方面，固定周期模式下，部分发电机虽长期处于待机状态（年度运行时长不足 100 小时），仍需按规定频次更换机油、拆解检查，导致维护成本浪费，且频繁拆解可能破坏设备密封性，增加故障风险；另一方面，部分高负荷运行过的发电机（如某次市电中断连续运行超过 72 小时），因未触发固定维护周期，无法及时开展针对性保养，易因机油劣化、部件磨损积累导致下次启动故障；此外，维护周期未考虑环境差异，如潮湿地区发电机未缩短电气部件检查间隔，易出现线路腐蚀问题，而干燥地区仍按统一标准开展防潮维护，资源配置不合理，影响发电机备用可靠性。

2 维护保养周期优化方法

2.1 数据驱动的周期确定

数据驱动的周期确定方法以发电机全生命周期运行数据为核心，打破固定周期局限。首先，构建多维度数据库，整合发电机历史运行数据（启动次数、单次运行时长、负荷峰值）、维护记录（保养内容、更换部件、故障类型）、环境数据（机房温湿度、粉尘浓度）及设备参数（机油品质、电瓶电压、缸体温度）；其次，通过相关性分析识别关键影响因素，如分析运行时长与机油劣化的关联、环境湿度与电气故障的关联，确定各因素对维护周期的权重；最后，基于数据模型计算最优维护间隔，如对年度运行超 500 小时的发电机，缩短机油更换周期至 2 个月，对待机超 6 个月未启动的发电机，延长拆解检查周期至 18 个月，确保维护周期与设备实

际状态精准匹配。

2.2 智能监测技术应用

智能监测技术为维护周期优化提供实时数据支撑，实现从“定期保养”向“状态保养”转型。在发电机关键部位部署传感器，如机油品质传感器实时监测机油黏度、杂质含量，振动传感器监测曲轴、轴承运行状态，温度传感器监测缸体、定子温度，数据通过边缘计算节点实时上传至发射台运维平台；平台端通过阈值预警与趋势分析，当监测数据超出安全范围（如机油黏度低于标准值）或出现异常趋势（如轴承振动值持续上升）时，自动触发维护提醒，无需等待固定周期；此外，引入数字孪生技术构建发电机虚拟模型，映射实时运行状态，模拟不同维护周期下的设备性能变化，为周期调整提供可视化参考，提升维护决策的科学性。

2.3 动态调整策略

动态调整策略根据发电机运行场景与状态变化，实现维护周期的灵活适配。针对运行状态差异，采用“基础周期+浮动调整”模式，基础周期基于数据模型确定，当发电机出现特殊运行情况（如单次连续运行超 100 小时、启动失败次数超 2 次）时，自动缩短下次维护间隔 20%-30%；针对环境变化，建立环境系数调整机制，如机房湿度每升高 10%，电气部件检查周期缩短 1 个月，粉尘浓度超标时，空气滤芯更换周期缩短至原周期的 50%；针对设备老化阶段，对服役超 5 年的发电机，基于老化模型逐步缩短核心部件检查周期，如缸体拆解检查从 1 年调整为 9 个月，同时强化状态监测频次，确保老化设备备用可靠性，避免因周期僵化导致故障风险。

3 效果评估体系构建

3.1 评估指标设定

评估指标围绕“可靠性、经济性、效率性”三大核心设定，覆盖维护周期优化的全维度效果。可靠性指标包括发电机应急启动成功率（目标 $\geq 99.9\%$ ）、平均无故障运行时间、故障修复时长，直接反映维护周期对设备备用能力的提升；经济性指标包括单位时间维护成本（含人工、备件、耗材）、过度维护成本节约率、故障损失减少额，体现优化后的成本效益；效率性指标包括维护工时利用率、保养计划完成率、监测数据有效率，评估维护流程的合理性与技术应用效果。各指标需结合中波发射台实际需求设定基准值，如应急启动成功率基准值参考行业《中波广播发射台技术维护规程》设定，确保指标具有可操作性与行业适配性。

3.2 评估模型建立

采用“层次分析法+模糊综合评价法”构建评估模型，实现量化与定性评估结合。首先，通过层次分析法确定各指标权重，可靠性指标（如启动成功率）因直接影响广播传输安全，权重设定最高（约 40%），经济性指标（如维护成本）次之（约 35%），效率性指标（如工时利用率）权重约 25%；其次，建立模糊评价矩阵，将指标实际值与基准值对比，划分“优秀、良好、合格、不合格”四个评价等级，如启动成功率 99.9% 以上为“优秀”，95%-99.9% 为“良好”；最后，通过矩阵运算得出综合评价结果，若综合得分 ≥ 85 分为“优化有效”，60-85 分为“基本有效”， < 60 分为“优化不足”，为后续调整提供明确方向。

3.3 评估流程设计

评估流程采用“周期评估+动态评估”结合的方式，形成闭环管理。周期评估按季度开展，流程为：数据采集（提取运维平台中的运行数据、维护记录、成本数据）→指标计算（按设定公式计算启动成功率、维护成本等指标）→模型评估（输入数据至评估模型得出综合结果）→报告生成（分析优势与不足，提出调整建议）；动态评估在特殊事件后触发，如发电机连续运行超 72 小时、出现重大故障修复后，流程为：专项数据采集（聚焦事件相关数据，如故障前后的监测数据）→指标专项分析（重点评估可靠性指标变化）→模型快速评估→应急调整（若评估结果为“优化不足”，立即调整维护周期）。评估结果需同步至发射台管理部门与技术团队，确保优化措施落地。

4 对策与建议

4.1 管理对策

管理对策需构建“制度保障+流程规范”的维护管理体系。首先，制定《发电机动态维护周期管理办法》，明确数据采集责任、周期调整权限、评估执行要求，如规定运维人员需每日上传发电机监测数据，技术负责人根据评估结果审批周期调整方案；其次，建立维护计划动态调度机制，通过运维平台实现维护任务自动分配，结合发电机状态优先级排序，如优先安排启动频繁的发电机保养；最后，完善考核机制，将维护周期优化效果（如启动成功率、成本节约率）纳入技术团队绩效考核，对优化成效显著的人员给予奖励，对未按制度执行维护的行为进行问责，确保管理措施落地见效。

4.2 技术改进建议

技术改进需围绕“监测精度提升+数据整合优化”展开。一是升级智能监测设备,替换传统模拟传感器为高精度数字传感器,如采用光纤振动传感器监测轴承状态,精度提升至0.01mm,加装机油在线监测仪,实时分析机油黏度、金属杂质含量,避免人工取样误差;二是优化运维平台功能,增加数据融合模块,整合发电机数据与发射台市电供应数据、广播负荷数据,实现多维度关联分析,如结合市电中断频率预测发电机启动概率;三是引入预测性维护算法,基于历史故障数据训练AI模型,提前1-2周预测潜在故障风险,如预测电瓶容量衰减趋势,提前触发更换维护,避免应急启动失败,技术改进需符合国内《广播电视安全播出技术要求》,确保与发射台现有系统兼容。

4.3 人员培训措施

人员培训需构建“技术+管理”双维度培养体系。针对技术人员,开展智能监测设备操作培训,通过实操演练掌握传感器校准、数据异常判断方法,如模拟机油黏度超标场景,训练人员识别故障并调整维护周期;开展数据模型应用培训,讲解评估模型的计算逻辑与结果解读,确保人员能基于评估报告制定调整方案。针对管理人员,开展动态维护管理理念培训,结合国内其他发射台的优化案例,讲解周期优化的经济效益与安全价值;开展流程管理培训,明确管理办法中的关键节点与责任边界。培训采用“理论授课+现场考核”模式,考核合格方可上岗,同时建立“师徒带教”机制,由技术骨干带领新人参与周期优化实践,提升培训效果。

5 优化前景展望

5.1 对设备性能的提升

周期优化将显著提升发电机的备用可靠性与使用寿命。通过动态调整维护周期,发电机核心部件(如轴承、缸体、电瓶)能得到精准保养,避免过度磨损与维护损伤,平均无故障运行时间可延长30%以上;智能监测技术的应用使潜在故障提前发现,如机油劣化、线路腐蚀等问题在萌芽阶段被处理,应急启动成功率可稳定在99.9%以上;此外,针对性的环境适配维护(如潮湿地区加强电气防护)能减少设备因环境因素导致的性能衰减,发电机整体备用能力提升,确保在市电中断时“拉得出、用得上、稳得住”,为中波广播信号传输提供更可靠的电源保障。

5.2 经济效益分析

周期优化将从“成本节约+损失减少”两方面产生

经济效益。一方面,减少过度维护成本,如待机超6个月的发电机延长拆解周期,每年可节约机油、滤芯等耗材成本及人工成本约20%-30%,避免频繁拆解导致的部件更换费用;另一方面,降低故障损失,通过提前维护避免应急启动失败,减少因广播信号中断导致的罚款与品牌损失,国内某中波发射台曾因发电机故障导致信号中断2小时,直接损失超10万元,周期优化可有效规避此类风险。长期来看,设备使用寿命延长将减少更换投资,按发电机平均服役10年计算,优化后可延长至12-13年,显著降低固定资产投入,经济效益显著。

5.3 行业推广潜力

该优化模式在国内中波发射台及同类备用电源领域具有广泛推广潜力。在中波发射台行业,各台发电机运行特点、维护痛点高度相似,优化方法可直接复制,只需根据地域环境(如南方潮湿、北方干燥)微调参数,国内已有300余座中波发射台,推广后可整体提升行业备用电源可靠性;在同类领域,如短波发射台、电视转播台、应急广播基站,其备用发电机运行模式与中波发射台类似,优化模式可跨界应用;此外,该模式符合国家《“十四五”广播电视和网络视听发展规划》中“安全播出能力提升”要求,易获得行业主管部门支持,可通过行业研讨会、技术手册推广等形式,加速在全国范围内落地,推动备用电源维护从“经验型”向“数据型”转型。

6 结束语

通过对中波发射台发电机维护保养周期的优化与效果评估,为发电机的稳定运行提供了新的思路和方法。未来应持续完善优化策略和评估体系,推动中波发射台发电机维护管理水平的不断提升。

参考文献

- [1]梁海坚.中波广播发射台配电房智能监测控制系统的设计与研究[J].广播与电视技术,2025,52(03):73-76.
- [2]章文杰.中波发射台站智能低压配电系统的设计与应用[J].电视技术,2025,49(02):158-160.
- [3]耿书华.中波发射台智慧运维平台建设规划与设计[J].西部广播电视,2023,44(16):225-229.
- [4]冯永安.中波发射台电源系统设计与应用[J].电视技术,2023,47(05):122-124+128.
- [5]杨楠.中波发射台的日常维护检修项目规划及实施[J].电声技术,2023,47(01):46-48.