

火电厂电气设备的管理及维护策略试析

陈绍河

江投国华信丰发电有限责任公司 江西 赣州 341000

摘要: 火电厂电气设备管理维护对电力供应稳定至关重要。当前,火电厂电气设备管理面临设备老化、维护策略落后、人员技能不足、智能化与数据利用水平低等问题。本文提出预防性维护、状态检修与预测性维护、智能化维护技术应用、备件管理与库存优化等策略,并从完善管理制度、强化人员培训、建设信息化管理平台、加强安全管理等方面提升管理水平,确保火电厂电气设备安全可靠运行。

关键词: 火电厂; 电气设备; 管理; 维护策略

引言: 在能源需求持续增长与能源结构转型的大背景下,火电厂作为电力供应的关键力量,其稳定运行意义重大。电气设备作为火电厂的核心组成部分,其管理与维护水平直接关乎电厂的生产效率、运行安全及经济效益。然而,当前火电厂电气设备管理维护面临着设备老化、技术更新快等诸多挑战。深入探讨科学有效的管理及维护策略,对保障火电厂可靠供电、推动电力行业可持续发展具有紧迫且重要的现实意义。

1 火电厂电气设备概述

1.1 电气设备分类与功能

(1) 主要设备: 作为电力生产、传输的核心载体,直接参与能量转换与输送。其中,发电机负责将汽轮机传递的机械能转化为电能,是电厂的动力核心; 变压器承担电压变换任务,将发电机输出的低压电能升至高压以降低传输损耗,或降至低压供厂用电使用; 高压断路器用于电路正常运行时接通电路,故障时快速切断故障电流,保障设备和系统安全; 电动机为各类辅助系统提供动力,如锅炉送引风、给水等设备的驱动。(2) 辅助设备: 为主要设备运行提供保障,确保系统稳定、可控。保护装置可实时监测设备运行状态,当出现过载、短路等故障时快速动作,避免设备损坏扩大; 监控系统通过采集设备运行参数、视频图像等,实现对电气系统的远程监视与操作; 电缆线路作为电能传输的载体,连接各类设备,构建完整的电气回路^[1]。

1.2 电气设备运行特点

(1) 高电压、大电流: 主力发电设备输出电压可达数十千伏,传输线路承载电流达数千安培,对设备绝缘、散热性能要求极高;(2) 连续运行: 为保障电力供应的连续性,核心电气设备需长期不间断运行,设备损耗和疲劳累积风险较高;(3) 环境复杂性: 设备多处于高温、高湿、多粉尘的环境中,部分设备还需承受振动、电磁

干扰,易加速设备老化。

1.3 电气设备管理维护的核心目标

(1) 安全性: 通过规范维护消除设备故障隐患,防止触电、火灾等安全事故,保障人员和设备安全;(2) 可靠性: 减少设备非计划停机,确保电气系统稳定运行,保障电力持续供应;(3) 经济性: 合理制定维护计划,降低维护成本和设备损耗,延长设备使用寿命,提升电厂运营效益;(4) 环保性: 优化设备运行参数,减少能源浪费和污染物排放,契合绿色能源发展要求。

2 火电厂电气设备管理现状与问题分析

2.1 管理现状

(1) 现行管理制度与流程逐步完善,多数电厂采用点检定修制与状态检修模式结合的管理体系。通过制定标准化点检清单,安排专业人员按周期对发电机、变压器等核心设备开展巡检,及时捕捉运行异常; 状态检修模式依托设备运行数据开展状态评估,替代部分传统定期检修,减少盲目维护。同时建立设备台账、故障处置闭环流程,明确各岗位职责,保障管理工作有序推进。(2) 信息化管理工具应用逐步普及,提升管理效率。主流电厂已引入企业资产管理(EAM)系统,实现设备全生命周期管控,涵盖台账录入、维护计划制定、检修记录归档等全流程; 数据采集与监控(SCADA)系统实现电气设备运行参数实时采集,可及时反馈电压、电流、温度等异常信息,为状态评估和故障处置提供数据支撑,部分电厂尝试整合数据资源辅助管理决策。

2.2 存在问题

(1) 设备老化与故障率高问题凸显。部分火电厂服役年限超15年,变压器、高压断路器等核心设备逐步进入老化期,绝缘性能下降、部件磨损严重,导致故障频发,不仅增加维护成本,还影响电力供应稳定性。(2) 维护策略落后现象普遍。部分电厂仍依赖传统定期检

修,未充分结合设备实际状态制定计划,出现“过度维护”与“欠维护”并存情况:对健康设备过度检修造成资源浪费,对隐性故障设备检修不及时导致故障扩大。(3)人员技能与备件管理存在短板。随着设备智能化升级,现有运维人员对新型设备的检修调试技能不足,难以快速处置复杂故障;备件管理缺乏科学规划,存在关键备件短缺、普通备件积压问题,严重影响故障处置效率^[2]。(4)智能化与数据利用水平不足。部分电厂EAM、SCADA等系统存在“信息孤岛”,数据无法有效互通;缺乏专业数据挖掘能力,大量运行数据未得到充分利用,难以精准支撑状态评估与维护决策,智能化管理优势未充分发挥。

3 火电厂电气设备维护策略优化

3.1 预防性维护策略

(1)强化定期巡检与试验工作。制定差异化巡检方案,根据设备重要程度、运行环境划分巡检等级,对发电机、变压器等核心设备实施每日精细化巡检,重点排查绝缘老化、部件松动、漏油漏气等隐患;对辅助电气设备实行每周定期巡检,确保覆盖无死角。同时,严格执行标准化试验流程,按规范开展绝缘电阻测试、耐压试验、继电保护传动试验等,精准掌握设备技术状态,提前识别隐性故障。建立巡检与试验数据台账,实现数据可追溯、可对比,为后续维护决策提供基础支撑。(2)制定基于设备寿命周期的维护计划。结合设备出厂技术参数、运行年限、实际运行负荷等因素,构建设备寿命周期评估模型,明确各阶段维护重点。在设备磨合期,重点关注安装质量与运行参数适配性,加强参数监测与微调;在稳定运行期,优化常规维护频次,重点保障设备性能稳定;在老化前期,增加检测项目与频次,提前储备关键备件;在老化后期,制定针对性维护或更新改造方案,避免设备“带病运行”。通过全生命周期维护,实现维护资源精准配置,延长设备使用寿命^[3]。

3.2 状态检修与预测性维护

(1)推广应用在线监测技术。在核心电气设备上加装专用监测装置,全面部署红外测温、局部放电检测、油中溶解气体分析等技术。通过红外测温实时监测设备接头、绕组等关键部位温度,及时发现过热隐患;借助局部放电检测技术捕捉设备内部绝缘缺陷产生的放电信号,提前预警绝缘故障;通过油中溶解气体分析掌握变压器等油浸设备的内部故障状态。构建集中监测平台,实现监测数据实时汇聚与异常报警,为状态检修提供实时数据支撑。(2)构建大数据分析故障预测模型。整合在线监测数据、历史检修记录、设备台账等多维度数据,

搭建大数据分析平台。运用机器学习、深度学习等算法,构建设备故障预测模型,对设备运行参数进行趋势分析与异常识别,精准预测故障发生概率与时间。基于预测结果制定针对性维护计划,提前处置潜在故障,替代传统被动维修模式,大幅降低非计划停机概率,提升设备运行可靠性。

3.3 智能化维护技术应用

(1)拓展物联网(IoT)在设备监控中的应用。将物联网技术与电气设备监测深度融合,通过部署智能传感器、无线传输模块,实现设备运行参数、环境参数(温度、湿度、粉尘)的全面感知与互联互通。利用物联网平台实现设备状态的远程实时监控与数据共享,打破“信息孤岛”,让运维人员可远程掌握设备运行状态,及时响应异常情况。同时,通过物联网技术实现维护作业的可视化管理,提升维护流程规范性与效率^[4]。(2)运用人工智能(AI)辅助故障诊断与决策支持。开发AI故障诊断系统,基于海量故障案例与监测数据训练诊断模型,实现对设备故障的快速识别、定位与类型判断,替代传统依赖人工经验的诊断模式,提升诊断准确性与效率。构建AI辅助决策平台,结合设备状态数据、维护资源情况、电网负荷需求等,自动生成最优维护方案,为运维管理人员提供决策支持,实现维护工作的科学化、智能化管控。

3.4 备件管理与库存优化

(1)实施备件分类与需求预测。采用ABC分类法对备件进行分级管理,将关键核心备件(A类)、重要辅助备件(B类)、普通易耗备件(C类)区分管控,优先保障A类备件库存。结合设备运行状态、故障预测结果、历史消耗数据,构建备件需求预测模型,精准预测不同备件的需求数量与时间,避免盲目储备导致的库存积压或关键备件短缺问题,提升备件供应的及时性与经济性。(2)强化供应链协同与成本管控。建立与优质备件供应商的长期战略合作关系,构建高效供应链协同体系,确保紧急备件快速供应。通过集中采购、长期协议采购等方式降低采购成本;优化备件库存布局,合理设置厂内备件库与区域备件共享中心,提高备件周转效率;建立备件全生命周期成本核算机制,严控采购、存储、损耗等环节成本,实现备件管理的成本最优化与效益最大化。

4 火电厂电气设备管理提升措施

4.1 完善管理制度与流程

(1)建立健全标准化作业指导书(SOP)。针对电气设备巡检、检修、试验等关键作业环节,制定统一、细化的SOP文件,明确作业流程、操作规范、安全要求及质量标准。SOP需结合设备型号、运行工况动态更新,确保

指导性与适用性。同时,加强SOP执行监督,将作业规范落实情况纳入绩效考核,避免违规操作导致的设备故障与安全隐患,提升作业标准化水平。(2)强化设备全生命周期管理。构建覆盖设备采购、安装、运行、维护、报废的全流程管理体系,建立完善的设备电子台账,详细记录设备技术参数、采购合同、检修记录、故障历史等信息。在采购阶段严格质量管控,优选适配性强、可靠性高的设备;运行阶段加强参数监测与状态评估;报废阶段规范处置流程,实现资源回收利用。通过全生命周期闭环管理,精准掌握设备状态,提升管理决策科学性。

4.2 人员培训与团队建设

(1)构建系统化技能培训与考核机制。结合设备智能化升级需求,制定分层分类培训计划,针对新型在线监测设备、AI诊断系统等开展专项培训,提升人员技术操作与故障处置能力。采用“理论授课+实操演练+案例分析”的培训模式,邀请行业专家、设备厂家技术人员授课。建立常态化考核机制,将考核结果与岗位晋升、薪酬待遇挂钩,激发人员学习积极性,打造专业过硬的运维团队。(2)加强跨部门协作与应急响应能力提升。建立电气、运行、检修等部门的协同工作机制,定期开展联合巡检、故障复盘等活动,打破部门壁垒,提升问题处置效率。制定完善的设备故障应急预案,明确应急处置流程、各岗位职责及资源调配方案,定期组织应急演练,提升团队应对突发故障的快速响应与协同处置能力,最大限度降低故障造成的损失。

4.3 信息化与数字化管理平台建设

(1)升级集成化设备管理系统(EAM)。整合现有EAM、SCADA等系统数据资源,构建一体化集成管理平台,实现设备台账、运行数据、检修记录、备件信息等多维度数据的互联互通。优化系统功能模块,新增设备状态评估、维护计划自动生成、成本核算等功能,提升系统对管理决策的支撑能力,实现设备管理全流程数字化管控。(2)推广移动端巡检与数据采集工具。为运维人员配备智能移动终端,开发移动端巡检APP,实现巡检任务在线派发、现场数据实时录入、故障照片即时上传。通过移动端工具打破传统纸质记录的局限性,提升巡检效

率与数据准确性,同时实现巡检数据与后台管理平台实时同步,便于管理人员及时掌握现场情况,快速响应异常问题^[5]。

4.4 安全管理强化

(1)建立风险评估与隐患排查双重预防机制。定期开展电气设备安全风险评估,识别设备运行、作业操作等环节的风险点,制定分级管控措施。构建“全员参与、全流程覆盖”的隐患排查体系,明确排查频次、范围及责任主体,对排查发现的隐患实行“清单化管理、闭环式整改”,确保隐患及时消除。(2)强化安全文化建设与责任落实。通过安全培训、案例警示教育、安全知识竞赛等活动,营造“人人讲安全、事事为安全”的文化氛围。健全安全生产责任制,明确各级管理人员、运维人员的安全职责,将安全绩效与薪酬紧密挂钩,形成“责任到人、层层落实”的安全管理格局,从根本上提升设备管理的安全保障水平。

结束语

火电厂电气设备的管理与维护是一项复杂且持续的系统工程。通过本文对管理现状、问题的剖析,以及所提出的预防性、预测性维护策略,智能化技术应用,还有备件管理、人员培训等多方面提升措施,旨在为火电厂电气设备管理提供全面思路。未来,随着技术发展,还需不断探索创新,优化管理与维护模式,以保障电气设备可靠运行,推动火电厂稳定、高效、可持续发展。

参考文献

- [1]尚尔发,庞建涛.火电厂电气设备的维护管理与检修技术[J].电力系统装备,2021(5):106-107.
- [2]张振兴.火电厂电气设备维护管理与检修技术探析[J].电力设备管理,2024(6):65-67
- [3]侯星熠.火力发电厂电气检修方法探究[J].现代工业经济和信息化,2023,13(4):317-318.
- [4]郭浩宇.火电厂电气设备状态的检修技术探究[J].中国设备工程,2022(16):164-166.
- [5]邓昕昂.火电厂电气一次设备故障检测与维修[J].设备管理与维修,2022(6):83-85.