

Study on fault detection and maintenance of primary electrical equipment in thermal power plant

Zhongchen Sun Libing Lei Xianghua Zheng

Huaneng Yunnan East Energy Co., Ltd., Qujing, Yunnan, 655000, China

Abstract

In the context of modern economic development, electricity demand continues to grow while higher requirements are placed on power generation quality and efficiency in thermal power plants. Electrical primary equipment plays an indispensable role in thermal power plant operations. However, common operational issues with generators, transformers, and other devices often affect overall plant efficiency. To address this, it is crucial to implement practical fault detection measures and optimize maintenance strategies based on actual conditions, thereby ensuring stable plant operations. This paper analyzes key fault detection techniques and maintenance approaches for electrical primary equipment in thermal power plants, aiming to enhance operational efficiency, reduce failure risks, and facilitate smooth production processes.

Keywords

thermal power plant, electrical primary equipment, fault detection, maintenance points

火电厂电气一次设备故障检测与维修要点研究

孙中臣 雷犁兵 郑祥华

华能云南滇东能源有限责任公司, 中国·云南 曲靖 655000

摘要

现代化经济发展背景下, 电力需求日益呈现增长趋势, 同时对火电厂发电质量和效率提出了更高的要求。在火电厂生产活动中, 电气一次设备发挥不可或缺的重要作用, 但是发电机、变压器等设备运行中往往会出现一些故障问题, 影响整体火电厂的运行效率。基于此, 要结合实际情况, 做好电气一次设备故障检测工作, 优化故障维修要点, 保障火电厂运行质量。文章主要对火电厂电气一次设备故障检测要点和维修策略进行分析, 从而有效提升电气一次设备运行效率, 减少故障发生几率, 促进火电厂生产活动的顺利进行。

关键词

火电厂; 电气一次设备; 故障检测; 维修要点

1 引言

电气一次设备运行状态与整体火电厂生产效率息息相关, 一旦一次设备频繁出现故障问题, 会很大程度上降低火电厂发电效和质量, 难以满足社会经济发 展的电力需求。基于此, 火电厂要做好电气一次设备故障检测和维修工作, 完善检测和维修制度, 跟踪分析判断电气设备工作状态, 提前采取合理的故障预防措施, 减少设备故障出现几率, 促进火电厂高效发展。

2 火电厂电气一次设备故障检测与维修意义

2.1 减少设备安全事故

电气一次设备故障会限制火电厂的可靠性运行, 甚至

引发电力供应隐患, 不利于整体电力网络的安全可靠性运行。基于此, 做好电气一次设备故障检测与维修工作, 才能动态跟踪设备运行状态, 提前发现可能出现的故障问题, 并及时采取针对性的应对措施, 把设备故障发生几率控制在最小化。同时能够减少检修人员的工作压力, 降低工作强度, 提高整体电气一次设备故障检测与维修工作效率。

2.2 延长设备使用寿命

电气一次设备在火电厂运行发展中占据重要地位, 其使用寿命直接关系到火电厂经济效益。如果设备故障检测与维修工作不到位, 不仅影响发电效率, 且缩短设备使用寿命, 甚至提前退役^[1]。针对这种情况, 火电厂需要及时采取合理的设备故障检测与维修工作, 及时发现设备老化、损坏、发热等故障问题, 并采取针对性的应对措施, 保障一次设备始终保持良好的运行状态, 延长使用寿命。

2.3 控制设备运营成本

传统的检修模式容易出现设备过修、欠修问题, 致使

【作者简介】孙中臣(1984-), 男, 中国山东济宁人, 本科, 工程师, 从事火电厂电气设备检修工作管理研究。

设备运营成本较高,甚至引起火电厂停产、停运等问题,严重加大火电厂运行成本。基于此,火电厂需要加大电气一次设备状态检修力度,动态监测设备运行状态,有效预防设备故障问题的出现,进而解决设备养护维修成本,促进火电厂整体经济效益的增加。

3 火电厂电气一次设备常见故障及应对措施

3.1 绝缘故障

这是电气一次设备常见故障之一,引起因素有:环境温度过高,致使绝缘材料受潮,降低绝缘性能;温度过高,致使绝缘层加速老化;设备制造过程中存在缺陷问题、运行过程中的机械应力等问题,也会影响设备绝缘性能^[2]。针对绝缘故障,需要对电气设备运行环境进行合理调控,保障环境温度、湿度符合设计要求;做好泄漏电流监测工作,定期组织开展局放检测工作,并利用红外成像技术对绝缘层温度变化情况进行动态观察,这样可以帮助工作人员第一时间发现设备绝缘性能变化情况,进而采取针对性的应对措施。

3.2 导线故障

一次设备之间主要是通过导线连接起来的。一旦导线受潮、磨损、老化等问题,会引起导线绝缘层破损,这样一来导向直接暴露在空气中,再加上混线现象,引起短路故障;导向运行环境温度较高,容易引起接头发热现象,致使接触面氧化,这样一来容易引起导线接触不良现象,甚至引起电弧、电火花、电火灾等安全事故。针对导线故障问题,需要利用红外成像技术对设备连接头进行检测和观察,一旦发现导电回路发热问题,需要采取合理措施进行处理;当电气一次设备出现停运现象时,需要对导电回路电阻进行检测,观察是否存在导电回路电阻加大的现象,进而采取针对性的防控措施,减少安全事故的出现几率^[3]。

3.3 接地故障

电气接地故障容易引起电力系统短路、自动设备误动、保护设备拒动等问题,甚至引起爆炸事故。电气接地包含直流系统接地和交流系统接地。前者故障影响因素有:直流线路进水、电气设备受潮;接线松动、电缆绝缘性能低;电缆老化、损伤;蓄电池漏液等。针对接地故障,工作人员需要对电缆进行正确接地,尤其可以利用圆形接地降低设备电压;正确设置接地导体,完善设备内部专用检测系统,制定定期检测机制,控制设备安全循环运行,促进发动机的安全运行。工作人员需要优化接地设计,全面了解设备材料、性能缺陷、防腐效果等,定期检查和维修,避免出现接地接触不良问题,促进电厂安全可靠运行^[4]。

3.4 变压器故障

(1)内部故障,即变压器绕组短路问题、引出线接地故障问题。一旦出现短路问题,容易引起电流增大、油面增加,致使变频器异常噪声,电压波动较大,致使变压器风扇现象。(2)外部故障,即引出线相近故障、绝缘套管短故障、

变压器铁芯过热故障等。针对变压器故障问题,需要采取合理的检修措施,即(1)通过个人感官检修,如观察油位情况、绝缘电阻损耗情况等;鼻子闻;耳朵听设备振动、异常噪音;手摸设备过热问题。(2)利用电磁实验进行检测,并结合绝缘电阻、电源电压、介质损耗等情况进行评价。(3)利用光谱分析油中溶解气体情况,这样可以判断变压器缺陷。精确检查变压器含水率,评估绝缘性能。(4)利用电子方式激活-确定技术检测特殊故障。(5)检查内部机油最佳限值,利用红外技术检测油层温度,分析变压器实际油温与设计油温的差异^[5]。

3.5 发电机故障

发电机故障问题原因有:冷水系统漏氢、转子匝之间短路、滑环故障等。针对冷水系统漏氢故障,需要利用专用仪器设备定期检测发电机密封盖的密封状态,避免氢气管道出现断电问题,减少漏氢现象,同时提高冷却水监测频率,提高冷却水质量。针对转子匝之间短路问题,需要对发电机密闭油系统内部整洁性进行定期检查,防止发电机出现连续低压运行状态,进而减少不良回油问题的出现几率,防止电机转子空气循环管混入杂质。针对滑环故障,需要实时监测碳刷、滑环运行状态,定期清洁进气口过滤器,做好滑环底部防锈工作。

3.6 断路器故障

当断路器出现短路故障时,会主动堵截电路,极大安全隐患出现几率;电厂机组运行中的小姑丈,也会引起断路器失灵问题^[6]。针对以上问题,需要安装断路器寿命评估软件,这样能够对断路器数量、制动电路进行实时计算,进而精准评估断路器寿命。利用红外成像、紫外成像方法,就是利用光纤测温、红外无线测温、弧光保护等相结合的方式,协同检测真空开关状态,保障断路器始终处于良好的运行装台

4 火电厂电气一次设备故障检测与维修要点

4.1 完善维修管理制度

火电厂需要结合实际情况,制定完善的设备运行规程、设备检修规程,同时制定健全的设备日常维护规程管理制度。在设备运行规程中,要明确设备运行工况,合理设计设备操作顺序方法,并明确注意事项。在检修规程中,要提出明确的设备检修项目和标准,进一步提高设备检修工艺,使其达到预期效果。火电厂还需要结合自身情况,制定完善的日常维护制度,尤其需要在互联网技术支持下,组织开展线上检测、带电检测、预防性试验等,从而提高设备检修和维护效率。制定健全的预防检修与维护体系,构建完善的投运设备使用情况数据库,完善详细的预防性管理计划,优化操作流程,科学管理设备磨损情况,避免出现设备闲置现象,有效控制单个设备的工作量^[7]。其中火电厂电气一次设备检修质量评价标准如图1所示。

检修质量等级	A级	B级	C级	D级
检修工艺执行度	完全满足要求	基本满足要求	部分满足要求	不满足要求
检修质量合格率	≥95%	≥90%	≥85%	<85%
设备可靠性提升	明显提升	有所提升	有限提升	未提升
检修成本控制	优	良	一般	差

图 1 火电厂电气一次设备检修质量评价标准

4.2 实施常态化设备巡检

火电厂结合实际情况，构建完善的电气一次设备检测与维护制度，为日常检修工作的开展提供科学指导，尤其要精确设备检修内容、周期和标准。尤其要健全设备徐建制度，

明确每日巡检项目、巡检标准；每周巡检内容清单、巡检标准；每月巡检项目清单、巡检标准等。在此环节中，需要提高重要设备的巡检次数，明确巡检清单标准和重点，实现分层分级巡检，及时发现设备缺陷问题库。

4.3 做好设备数据监测工作

新时期，火电厂需要采取新型的状态检修模式，对设备运行过程中产生的各类数据进行全面采集和分析，同时结合设备类型、级别的差异性，对其进行分级对待。如针对大型电力设备，要选择专业检测设备实时监测，及时发现设备异常，并采取针对性的措施排除故障；在线监测氧化锌避雷器泄漏电流、全电流情况，判断避雷器缺陷故障问题，采取合理的预防措施，减少设备损坏问题^[8]。在火电厂运行中引入智能设备，突出体现状态检修模式的预测性、即时性功能，并强化数据积累，强化综合数据分析，形成设备状态信息综合评估体系，为设备检修工作的开展提供完善的数据支持。其中，火电厂电气监控系统在线监测方案如图 2 所示。

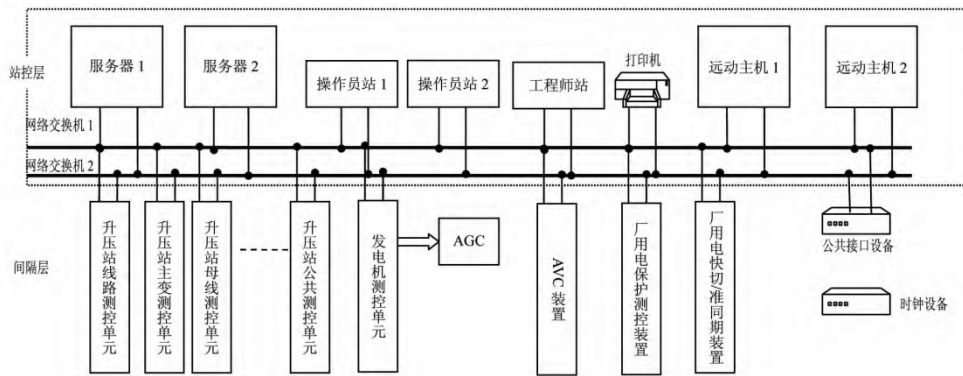


图 2 火电厂电气监控系统在线监测方案

4.4 其他方面

(1) 定期保养消耗品、磨损件。在电气一次设备运行过程中，要对变压器油的呼吸硅胶、发电机励磁系统的碳刷、旋转电机的轴承润滑油等消耗品、磨损减进行定期保养和更换。要做好室外导线金具、螺栓等设备防腐措施。

(2) 消除设备缺陷。构建设备缺陷管理制度，评估设备缺陷等级，实施分层分级审批机制。针对不能消除的缺陷，需要制定严格的预防措施，完善应急预案，严格处置危害性较大的紧急缺陷，避免危害人身健康。

5 结论

综上所述，为了提高火电厂运行质量和效率，需要做好电气一次设备的检修和维修工作，尤其要对断路器、发电机、接地等故障问题的及时检测和维修，减少设备故障问题的出现几率。此外要完善设备检修管理制度，实施常态化设备巡检制度，做好设备数据监测工作，优化设备保养，消除设备缺陷，从而保障火电厂的可靠性运行。

参考文献

- [1] 彭云. 变电站一次设备故障诊断与维护技术 [J]. 工业控制计算机, 2025, 38 (06): 175-176.
- [2] 柏文超. 火电厂电气一次设备状态检修的有效措施分析 [J]. 锅炉制造, 2025, (03): 57-59.
- [3] 王佳. 火力发电厂电气一次设备常见故障分析[C]// 中国电力设备管理协会. 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(七). 国能寿光发电有限责任公司, 2024: 199-201.
- [4] 李小梦. 火电厂电气一次设备故障检测与维修分析 [J]. 中国机械, 2023, (23): 96-99.
- [5] 徐曹. 火电厂电气一次设备故障检测与维修探究 [J]. 中国设备工程, 2022, (19): 187-189.
- [6] 姜星安, 邵芃源. 探究火电厂电气一次设备的状态检修措施 [J]. 电气时代, 2022, (08): 63-65+68.
- [7] 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, (06): 83-85.
- [8] 王娜. 火力发电厂电气一次设备故障及排查重点 [J]. 中国高科技, 2021, (17): 87-88.