

Common Faults and Operation and Maintenance Strategies of Electric Motor in Thermal Power Plant

Jiannan Wu

Liaoning Datang International Huludao Thermal Power Co., Ltd., Huludao, Liaoning, 125000, China

Abstract

Thermal power plants operate with numerous auxiliary machines under continuous conditions, where motors play critical roles in coal feeding, induced draft supply, condensate circulation, circulating water systems, and desulfurization slurry processes. Field maintenance personnel primarily encounter progressive degradation caused by prolonged full-load operation, frequent start-stop cycles, and combined effects of dust, moisture, and vibration, rather than one-time failures. This paper focuses on common squirrel-cage induction motors and selected high-voltage motors, analyzing four high-frequency issues—insulation, bearings, rotors, and power circuits—by integrating unit maintenance schedules, team inspection protocols, and preventive testing requirements. The findings are systematically documented in executable work orders and handover records. The study concludes with a field-oriented O&M strategy package to reduce unplanned outages and spare parts consumption.

Keywords

Thermal power plant; Electric motor; Common faults; Operation and maintenance; Strategy

火电厂电动机常见故障及运维策略

吴健男

辽宁大唐国际葫芦岛热电有限责任公司, 中国·辽宁 葫芦岛 125000

摘要

火电厂辅机多、工况连续, 电动机从给煤、送引风、凝结水、循环水到脱硫浆液等环节都承担关键拖动任务。运维人员在现场更常面对的是长期满负荷、启停频繁、粉尘潮气和振动叠加带来的渐进性劣化, 而不是一次性失效。本文以常见笼型异步电动机及部分高压电动机为对象, 结合机组检修节奏、班组点检路径和预防性试验要求, 围绕绝缘、轴承、转子及电源回路四类高发问题展开归纳, 并把缺陷发现、判据确认与处置闭环落到可执行的工单与交接记录中。文末提出面向火电厂现场的运维策略组合, 用以降低非计划停运与备件消耗。

关键词

火电厂; 电动机; 常见故障; 运维; 策略

1 引言

火电厂电动机故障会导致电力系统整体运行的稳定性受到影响, 还具有较大的安全隐患, 必须要对火电厂电动机故障进行分析及处理^[1]。现场经验表明, 电动机故障多由小缺陷累积演变, 早期常表现为温升、异响、振动或绝缘缓慢下降。运维若仅在跳闸后抢修, 容易放大停机损失并诱发二次损伤。

2 火电厂电动机概述

火电厂电动机通常指在厂用电系统中为各类泵、风机、磨煤机、输煤及环保装置提供机械动力的旋转电机, 主体以

三相笼型异步电动机为主, 高压段常见 6kV 或 10kV 电压等级, 低压段为 380V。运维人员更关注其在灰尘、潮气、温差与振动环境下的耐受能力, 以及长期运行时的温升裕度与绝缘余量。按拖动对象不同, 电机负载特性差异明显, 风机类偏平方转矩, 泵类多为近似平方或恒转矩, 磨煤机与输煤机存在冲击与堵转风险, 因此现场在选型与运行管理上会核对铭牌功率、绝缘等级与冷却方式是否匹配, 并依据 GB/T 755 条款核算温升余量。检修周期内, 班组还会按 DL/T 596 规定的预防性试验项目跟踪绝缘电阻与吸收比等指标, 作为设备是否具备继续运行条件的判断依据。

3 火电厂电动机常见故障

3.1 定子绝缘受潮与老化

火电厂电动机常处于煤粉、飞灰和湿热并存的环境, 端部线圈、引线包扎和接线盒最容易积灰吸潮, 绝缘表面形成导电膜后, 泄漏电流逐步增大并诱发爬电痕迹。高压电动

【作者简介】吴健男(1995—), 男, 中国吉林扶余人, 本科, 助理工程师, 从事电力系统稳定控制、电气安全与运维管理。

机在启停、切换或电压波动时承受更高电应力，绝缘内部若存在气隙、绑扎松动、端部电场集中或局部过热点，老化会加速并出现绝缘电阻下降与吸收比变差的趋势。现场还常见冷却风道积灰堵塞或风扇效率下降导致绕组长期高温运行，温度循环使绝缘漆膜脆化、槽口垫条松动，随后在匝间薄弱点形成放电通道^[2]。故障发展到后期，电机可能出现定子接地、相间短路或保护动作停机，检修时端部颜色变深与局部焦化往往具有指示意义。一些电机在检修拆检时可见槽楔松动、端部绑线磨损及引线护套龟裂，这些结构性松动会使局部电场集中并推动故障由表面向内部发展。

3.2 轴承磨损与润滑失效

辅机电动机轴承故障在火电现场占比高，通常以轴承温度上升、振动加剧和噪声变化为先兆。粉尘或水汽进入轴承腔会使润滑脂乳化变质，滚道表面润滑膜破坏后产生粘着磨损与点蚀。检修中若轴承加热装配方法不当、压装受力传递到滚动体，或端盖止口与轴承座配合偏松，都会导致内外圈窜动并形成异常摩擦。泵类电机若联轴器对中偏差或管路应力传递到机座，会使轴承承受附加载荷并产生早期剥落。风机电机在高温季节散热条件变差，轴承温升裕度被压缩，更容易出现温度突升、保持架磨损与润滑脂碳化，最终引起抱轴或轴承卡滞。当轴承滚道出现麻点或剥落时，电机振动往往呈现随转速变化的周期性增强，同时轴向窜动会使联轴器间隙变化并带来二次噪声。

3.3 转子断条与气隙偏心

笼型异步电动机在重载启停、反冲或堵转冲击下，转子导条与端环连接处可能发生疲劳裂纹，进一步发展为断条或虚焊。故障早期电机仍可带负荷运行，但转矩脉动会引起电流波动、转速轻微起伏与机座振动增大，机组在并列多台设备时更容易被误判为工况波动。若断条数量增加，转子局部发热会使端环出现变色或金属熔蚀痕迹，转子动平衡状态也会随之改变。另一类问题是转子与定子气隙偏心，常由轴承间隙变化、端盖定位不良、键槽磨损或联轴器偏心引起，偏心会导致磁拉力周期性变化并叠加机械振动。长期运行后，偏心可能诱发定子擦碰、转子表面拉伤以及局部过热，严重时出现启动电流异常与保护拒动等连锁问题。在偏心加剧阶段，电机空载电流会偏离历史基线，振动在机座处升高，且伴随摩擦异声，提示气隙受力不均衡^[3]。

3.4 电源回路异常与缺相运行

火电厂厂用电回路多、切换频繁，触头烧蚀、熔断器熔断、端子松动或电缆压接不良都可能造成缺相运行。三相电压不平衡会导致电流不平衡与损耗上升，使电机在额定负荷下也出现异常发热，并伴随转矩下降。缺相时电机转矩显著降低，若负载未及时卸除，剩余两相电流会迅速升高并造成绝缘热冲击，低压电机易出现引线烧蚀、接线柱发蓝和端子发热变形。现场还会遇到电源回路接地不良或中性点漂移造成的电压异常，使电机在轻载下也出现嗡嗡与温升异常。

此类故障往往与开关设备状态、一次回路接线质量及切换操作规范性密切相关。对大惯量风机与磨煤机电机，缺相或低电压下反复启动会使绕组热冲击加重，端部绑扎与引线固定点更易松脱并扩大接触发热。

4 火电厂电动机常见故障的运维策略

4.1 绝缘状态分层点检与干燥闭环

为把火电厂电动机绝缘类故障控制在可处置范围内，运维应建立运行点检与停机试验相衔接的分层点检和干燥闭环。运行班组按路线记录机座温度、冷却风量与风道阻塞、接线盒密封完好、端部积灰与凝露痕迹，并在每次启停后核对空间加热器投入、电缆入口密封圈压紧和呼吸孔畅通，发现潮痕时先核查排水孔、端盖结合面与就地箱门封条。计划停机时运维人员依据现场绝缘试验导则和预防性试验规程完成绝缘电阻、吸收比或极化指数测量，选用与设备电压等级匹配的兆欧表并统一计时点，同时记录环境温度与绕组温度，随后与同季节历史值或按温度修正后的同类数据对比，避免将季节温度波动误判为材料劣化。若测值偏低，人员先处理表面污染与受潮源，重点清扫端部、擦拭引线和瓷套盐污，恢复接线盒密封与排潮路径，检查冷却器渗漏与风道回潮，更换硬化垫圈并补涂防潮漆。需要烘干时现场优先利用空间加热器配合强制通风排潮或采用外加热风，控制升温速率与最高绕组温度，分阶段稳温并连续测量绝缘电阻回升趋势，防止热应力引起端部绑扎松动或槽楔位移^[4]。烘干结束后在绕组温度回落并稳定后复测并留存记录，若指标仍不恢复则拆检槽楔紧固、端部绑扎与引线瓷套，按工艺补漆、重新包扎或更换局部绝缘材料，并以复测合格作为交付条件，交接班时由负责人对关键数据口头交底，明确下一次复测时间并在铭牌或就地箱标注异常点位。

4.2 轴承润滑与对中管理标准化

电动机轴承故障在火电厂多由润滑失当与对中偏差叠加触发，班组应把润滑与找正纳入同一套可追溯的标准作业。班组应建立润滑脂台账，按电机转速、轴承型式与环境粉尘选定基础油黏度与稠化剂体系，并明确混用禁忌与换脂步骤，现场加脂只允许使用同批次定量枪，避免随手补脂引起油脂性能漂移。运维人员应按油室有效容积核算填充率，常用电机滚动轴承宜控制在约三分之一到二分之一，遇高温或高速工况应下调，人员在加脂前后分别记录轴承壳体温度、振动与噪声变化，若加脂后温升持续走高人员应先排查过量搅拌与排脂不畅。运维人员应在拆装前复核轴承游隙、端盖止口配合与轴承座同轴度，人员还应测量迷宫密封磨损量并检查轴颈表面，发现油封硬化、座孔椭圆或轴颈拉伤时人员应先修复再装配，并按要求采用感应加热或热油加热配合压装，确保受力路径不通过滚动体。对中管理应实行泵组与风机分法校核，泵组人员应先松开管卡释放管路应力后再找正，并同时校核联轴器径向与端面跳动，工程案例指出

对中偏差与受力不均与循环水泵轴承温高相关。运行阶段应为关键电机设定温升与振动趋势阈值,出现缓慢爬升时人员先核查冷却、润滑补给、密封完好与地脚紧固,再安排计划停检复测对中与加脂量,试运时人员应监听轴承声并复测温度,高粉尘区域人员按拆检次数更换密封件而不只看外观。

4.3 转子与气隙问题的检修

火电厂辅机电动机出现启动拖长、电流摆动与振动抬升时,运维人员应按现象分解、判据确认、停检验证的路线把转子断条与气隙偏心逐项排除。运行比对阶段,运维人员在相同负荷与冷却条件下记录启动电流持续时长、稳态电流波动幅度、轴承振动与温升,并同步核查泵风机卡涩、叶轮积灰、汽蚀、阀门误位及润滑不足等外部阻力,同时对比是否出现周期性闷响或摩擦声以锁定检查方向。停机解体后,若怀疑断条,运维人员应先检查端环变色与局部发热痕、导条焊点裂纹、导条露头松动和连接区磨损,再用百分表复测转轴径向跳动与轴颈圆度,结合动平衡历史与启停频次判断裂环扩展风险,并清理端环附近金属粉末与油泥烧结以识别磨损来源。为避免把附属件松动当作断条,运维人员还应复测轴承游隙和轴向往量,复核风扇、护环、联轴器及键连接间隙与紧固力矩,并对端环可疑区做染色或磁粉检验确认裂纹。若更符合气隙偏心,运维人员应在周向多点测量定转子气隙并记录最大最小差值,随后检查端盖定位销、止口配合、轴承座同轴度与底座水平度,复核地脚受力不均和联轴器找正,防止偏心由外部传入并诱发单边磁拉力。复装前运维人员必须清理转子风道异物并校对风扇紧固,复装后先空载试转建立电流与振动基线,再按阶梯负荷逐步加载,逐点复核电流、振动及气隙侧温升,确认无擦碰与局部过热后投入运行,并复核启停间隔与联锁动作。

4.4 一次回路巡检与保护配合复核

现场处置电源回路异常时,运维人员应把一次回路巡检与保护配合复核作为同一闭环。首先,低压电机回路在负荷高峰窗口开展柜内触头与端子专项检查,人员应核对断路器分合闸机构、接触器触头磨损与弹簧压力,端子采用扭矩扳手复紧并做复紧标记,并对照 GB/T 14048.4 所列起动机与保护器件配合条款核对型号,随后对电缆头、母排搭接点、热继电器进出线实施红外或点温测温,温升偏离同柜同类回

路时应停电拆检接触面氧化、压接松动与导体断股,并复查屏蔽接地与护套完好^[9]。其次,每次切换或检修送电后,值班人员应在空载与带载工况下复测线电压、三相电流及功率因数变化,若不平衡超出启动暂态且趋势不收敛,人员应沿回路逐段排查熔断器座接触、触头烧蚀、相线虚接、中性点松脱及端子压板偏斜,必要时测量回路电阻并对可疑点位复紧,禁止缺相拖载运行。再次,高压回路巡检应覆盖电缆终端密封、应力锥与避雷器连接、母线搭接面、隔离开关触指压力及柜内防潮加热,雨季同步检查凝露排水与加热器投退,并按规程复测绝缘电阻与回路电阻,发现端部渗潮或放电痕迹应立即封堵处理。最后,保护整定复核应以电机额定电流、起动方式与负载特性为基准,校核过载、缺相、堵转及接地保护的動作值和时限,检修后完成二次回路校验与跳闸回路通断试验。若出现误动或拒动,运维人员应先排除一次回路接触不良、互感器二次开路与接地回路松脱,再修订定值,并复核相序、压接标记与绝缘包覆。

5 结语

火电厂电动机故障呈现出由环境、负荷与装配细节共同驱动的特点,运维工作应避免单点处置而忽视链条因素。本文从绝缘、轴承、转子与电源回路四类常见故障出发,将点检、试验、检修与复核的关键动作落到可追溯记录与工序控制中,并强调用同工况对比与趋势判读减少误判。后续现场可结合检修资源与备件周期,持续优化这些工序的执行质量。

参考文献

- [1] 申帅权.火电厂电动机常见故障及运维对策分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023.
- [2] 孙阳军.试论发电厂的辅机电动机节能改造技术要点[J].新潮电子, 2023(7):126-128.
- [3] 郭臣.火电厂高压电动机故障处理的措施研究[J].工程建设与技术, 2024(9).
- [4] 徐明军,常晓杰,陈湘,等.火力发电厂辅机电动机常见故障处理与预防[J].电力设备管理, 2023(22):71-73.
- [5] 李鹤.火电厂电气运行常见故障排除及安全管理策略[J].电力设备管理, 2024(20):101-103.