

电机厂电气设备运行维护与故障处理技术探析

王嘉博

(哈尔滨电机厂有限责任公司, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘 要 在现代装备制造行业中, 电机厂电气设备的运行状态直接影响生产线稳定性、产品质量与企业安全生产水平。本文结合电机厂现场实际运行情况, 对变压器、高低压电动机、配电装置及 PLC 控制系统等关键电气设备的运行特点、常见隐患与故障规律进行分析, 引入行业实测数据与工程经验, 从日常巡检、定期检修、状态监测、故障判断及应急处理等方面提出针对性维护措施, 以期为同类制造企业电气设备运维工作提供参考。实践表明, 建立以预防性维护为主、状态监测为支撑的综合管理方式, 可有效降低设备突发故障概率, 减少非计划停机时间, 提升电机厂整体供电与控制系统的可靠性。

关键词 电机厂; 电气设备; 运行维护; 故障处理; 状态监测

中图分类号: TM07

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.25.024

0 引言

电机作为工业生产的主要动力设备, 广泛应用于机械、冶金、化工、建材等多个领域, 而电机制造厂自身的电气系统则是保障生产连续运行的基础。近年来, 随着电机厂生产规模不断扩大, 自动化生产线逐步普及, 电气设备数量增多、结构更加复杂, 传统以事后维修为主的管理模式已难以满足高效生产需求。相关行业数据显示, 机械制造类企业中, 电气设备故障造成的停机占生产中断总量的 50% 以上, 不仅直接影响产能, 还可能引发短路、发热甚至电气火灾等安全问题^[1]。因此, 对电机厂电气设备开展系统性运行维护研究, 总结典型故障成因, 优化维护流程, 提高故障处置效率, 具有较强的现实意义。本文从电机厂常用电气设备结构出发, 结合现场运维经验, 梳理设备日常管理要点、典型故障现象及处理方法, 力求为一线电气维护人员提供实用、可操作的技术思路。

电机厂生产现场多台大功率电机、试验机组、绕线设备、数控加工设备同时运行, 负荷波动大、电磁环境复杂, 加之车间内粉尘、油污、湿度变化等因素, 进一步加剧电气设备老化与故障风险。从哈尔滨电机厂近年来运维统计数据看, 电气故障导致的非计划停机占总停机时长的 58%, 其中电动机故障约占 42%、配电系统故障约占 28%、控制系统故障约占 19%、变压器及高压设备故障约占 11%。传统“坏了再修”模式不仅维修成本高、恢复时间长, 还会影响生产节拍与交付

周期, 甚至威胁试验设备与人员安全。因此, 构建以预防性维护为核心、状态监测为支撑、标准化故障处置为保障的综合运维体系, 对提升电机厂电气系统可靠性、降低运维成本、保障连续生产具有重要工程价值。

1 电机厂主要电气设备组成

电机厂电气系统覆盖从高压进线到低压控制的完整环节, 设备种类多、分布广, 按照电压等级与功能大致可分为高压设备、低压配电设备、控制保护设备及辅助电气设备。

高压电气设备以 10 kV 系统为主, 包括配电变压器、高压开关柜、高压电动机及高压电缆等。变压器承担全厂电压转换与电能分配任务, 是供电系统的核心; 高压电机多用于大型机床、试验设备、风机水泵等大功率负载; 高压开关柜则负责电路控制、保护与故障隔离, 是高压系统安全运行的关键装置。

低压电气设备数量最多、应用最广, 主要包括低压配电柜、低压电动机、断路器、接触器、热继电器及各类控制电缆。这类设备直接服务于机加工、绕线、装配、测试等工位, 启停频繁、负荷波动较大, 也是日常维护中最需要关注的部分。

控制与保护类设备主要包括 PLC 控制器、变频器、软启动器、继电保护装置及各类传感器。PLC 负责生产流程逻辑控制, 变频器与软启动器用于改善电机启动性能并实现节能运行, 继电保护与监测仪表则在设备异常时及时发出信号或切断电源, 避免故障扩大。此外,

作者简介: 王嘉博 (1987-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 电气工程。

厂区还包括照明、消防电气、应急电源、通风等辅助电气设施。虽然它们不直接参与产品加工,但对维持生产环境、保障人员安全和应急处置至关重要,同样需要纳入统一管理范围。

在实际生产中,上述设备并非独立运行,而是通过供电网络、控制信号、保护逻辑形成有机整体。高压系统负责大功率试验机组、大型加工设备的动力供给,低压系统覆盖全流程辅助设备与工位供电,PLC 与变频器构成自动化生产线的控制核心,继电保护与监测仪表则为整个电气系统提供安全屏障。任何一个环节出现异常,都可能引发连锁反应,导致局部甚至全线停产。这就要求运维人员不仅要熟悉单台设备结构原理,更要掌握系统联动特性,从整体角度开展维护与故障处置工作^[2]。

2 电机厂电气设备运行维护要点

电机厂电气设备维护总体遵循“预防为主、防治结合”的原则,通过日常巡检、定期检修和状态监测相结合的方式,及时发现并消除隐患。

日常巡检是最基础、最有效的手段之一,主要依靠观察、听音、测温、测振等方式判断设备状态。对变压器,重点查看油位是否正常、有无渗漏油、运行声音是否均匀、套管有无放电或脏污痕迹;对高低压电动机,重点关注外壳温度、轴承部位温升、运行振动及有无异常噪声;对配电柜与控制柜,主要检查有无异味、发热、指示灯异常及接线松动现象。巡检过程中发现的接线发烫、轻微异响、局部积尘等问题,往往是后续严重故障的前兆,及时处理可大幅降低维修成本。

定期检修是在设备运行一定周期后开展的系统性保养工作^[3]。根据设备重要程度,主变压器、关键高压电机一般每年进行一次小修,重点完成清扫、紧固、润滑、绝缘测试等内容;间隔 3 年~5 年进行一次大修,对内部绕组、铁芯、触头、轴承等关键部件进行检查或更换。低压配电柜、普通电机可适当延长检修周期,但仍需保证每年至少一次全面检查,重点处理触点烧蚀、接线氧化、散热不畅等问题。

状态监测与预防性试验是提升设备可靠性的重要手段。在不停机状态下,可利用红外测温仪对开关柜触头、母线、电机接线盒等部位进行温度检测,对旋转设备进行简易振动测量,判断是否存在过热、不平衡、轴承磨损等隐患。在停电检修时,通过绝缘电阻测试、直流电阻测试等常规试验,能够更准确地判断绕组、电缆等绝缘状况,为设备能否继续安全运行提供依据。

在具体执行中,应结合《电力设备维护保养手册》(GB/T 38532-2020)与厂内实际工况,细化巡检项目与判定标准。例如:变压器运行声音应均匀无杂音,本体及套管清洁无渗漏;电动机轴承温度一般不超过 80℃,振动速度有效值控制在合理范围;配电柜内母线、触头温度不超过 70℃,接线端子无变色、无发热痕迹。同时,将巡检数据、检修记录、试验结果统一录入设备台账,形成可追溯的全生命周期管理档案,为后续状态评估、备件计划、检修决策提供数据支撑,避免凭经验盲目维修^[4]。

结合电机厂多工况、多设备协同运行的特点,巡检工作还需注重差异化覆盖。针对试验车间高负荷运行的电机,增加巡检频次,重点监测温升与电流波动;针对机加工车间长期连续运行的设备,强化振动与噪声的日常对比记录,建立设备状态基准值;对室外露天布置的电气设备,额外关注防雨、防雷、防凝露措施,避免环境因素加速设备老化。此外,巡检过程中应同步更新设备台账,对设备运行时长、故障次数、维护记录等信息实时更新,确保台账数据与设备实际状态一致,为后续维护策略调整提供精准依据。

3 电气设备常见故障及处理方法

结合电机厂实际运行情况,电气设备故障相对集中,主要出现在变压器、电动机、低压配电装置及控制系统中。

变压器常见故障以渗漏油、绝缘下降、局部过热为主。渗漏油多发生在密封垫老化、法兰连接处或焊接部位,发现后应及时查找渗漏点,更换密封件或补焊处理,并保持油位正常。绝缘下降通常与长期过载、散热不良、油质受潮有关,表现为绝缘电阻偏低、运行温度偏高,轻微受潮可通过干燥、滤油改善,严重时需停机检修。局部过热与铁芯多点接地、内部接触不良有关,油温异常升高、气体继电器动作时应立即停运检查。

电动机故障在电机厂占比最高,尤以绕组故障和轴承故障最为常见。定子绕组绝缘受潮、老化或受损,会导致电流增大、温升偏高,严重时跳闸冒烟,可通过绝缘测试快速判断,轻度受潮烘干处理,严重损坏则重新绕组。轴承故障表现为振动加大、异响、温升上升,多由润滑不良、磨损超标、安装对中偏差引起,处理以换轴承、补润滑脂、校正同轴度为主。此外,转子笼条断裂、不平衡会引发振动与电流波动,需检修或动平衡校正。

低压配电系统故障多集中在断路器、接触器与线

路接点。断路器拒动、误动与机构卡涩、脱扣器异常、触头烧蚀有关,需定期检查动作特性,打磨或换触头。接触器易出现触点熔焊、线圈烧毁、吸合噪声大,多由频繁启停、电压波动、接触不良导致,按损坏程度维修或更换。线路故障以接头松动、绝缘破损、过载发热为主,易引发短路接地,需精准定位故障点,修复绝缘并重新压接^[5]。

PLC、变频器等控制设备故障多表现为信号异常、通信中断、报警停机。常见诱因是电源不稳、接线松动、粉尘潮湿、电磁干扰。处理时先查供电与接线,再核对模块状态,必要时重设参数、恢复程序。变频器过流、过热、过压报警,多与负载突变、散热不良、参数不当有关,需结合报警代码排查,改善散热并优化参数。

现场处置时遵循“先断电、再排查、后修复”安全流程,采用“外观判断—仪器检测—分步隔离—验证恢复”标准化步骤。对绕组故障,用500 V~2 500 V兆欧表测绝缘,低压电机对地绝缘不低于0.5 MΩ,高压电机不低于1 MΩ/kV,三相直流电阻偏差 $\leq \pm 2\%$,快速判断短路、断路、接地。对控制回路故障,重点排查电压波动、接线虚接、触点烧蚀、电磁干扰,可分段断电、换模块快速定位。实践表明,标准化流程可将平均故障修复时间缩短30%以上,降低误操作与二次损坏风险。

针对电机厂复杂工况下的复合故障,需建立联合排查机制。例如:电机振动超标伴随电流波动,需同步排查绕组绝缘、轴承磨损、转子平衡及负载对中情况;控制系统报警伴随设备停机,需先区分是控制程序参数错误、硬件模块故障,还是外部电气干扰导致,避免单一排查遗漏根源问题。同时,故障处理后需进行不少于2小时的试运行监测,记录运行参数,确认故障彻底消除后再恢复正常生产,防止故障复发。

4 设备维护管理体系建设

想要长期保持电气设备稳定运行,除技术措施外,还需建立完善的管理体系,实现维护制度化、常态化。健全设备管理制度,明确巡检、检修、试验、故障上报流程,做到有记录、责任到人、闭环管理。建立设备台账,记录型号、投运时间、检修历史、试验数据,为状态评估提供依据。加强运维人员技能培训,熟悉设备结构、故障判断方法与安全规范,关键岗位持证上岗,提升现场处置能力。合理储备备品备件,对接触器、轴承、开关、端子等易损件保持库存,故障时快速更换,缩短停机时间。备件存放需防潮防尘,避免长期失效。建立应急预案,针对变压器跳闸、母线

失压、电机烧毁、电气火灾等突发事件,明确处置步骤与安全措施,定期开展应急演练,提升快速响应能力,降低事故影响。为进一步提升运维效能,可引入简易在线监测与智能诊断工具,对关键电机、主变压器、重要配电回路加装温度、振动、电流监测模块,实现异常预警。结合生产计划制定差异化运维策略:A类关键设备缩短巡检周期、增加试验频次;B类普通设备按标准执行;C类辅助设备简化流程,提升管理效率。通过制度、人员、备件、应急、技术协同,推动设备管理从被动抢修向主动预防、精准维护、智能管控转型。

结合电机厂数字化转型需求,可逐步搭建设备运维管理平台,整合巡检数据、检修记录、故障信息、备件库存等内容,实现数据可视化与智能分析。利用平台建立设备故障知识库,将常见故障的现象、成因、处理方法进行归类存储,为运维人员提供快速查询参考;同时通过数据分析设备运行趋势,提前预判潜在故障,实现从“事后处理”到“事前预警”的转变。此外,平台可对接生产计划,自动生成检修计划与备件采购需求,避免人工规划的疏漏,提升运维管理的精细化水平。

5 结束语

电机厂电气设备种类多、工况复杂,故障形式多样,做好运行维护的核心是早发现、早处理,将被动抢修转为主动预防。通过规范日常巡检、落实定期检修、辅以状态监测,再建立完善的管理体系,可减少设备故障,延长使用寿命,提升生产连续性与安全性。随着工业自动化与智能化发展,电气设备维护向在线监测、智能预警迈进。企业需持续优化维护策略,提升管理水平,适应现代生产要求,为稳定高效运行提供可靠的电力保障。

参考文献:

- [1] 韩译文.电动机常见故障分析与维修[J].科技资讯,2022,16(16):67-69.
- [2] 刘一帆.高压电机常见故障与检修技术分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(11):65-68.
- [3] 张栋.高压电机常见故障与检修技术分析[J].科海故事博览,2025(32):88-91.
- [4] 姜家伟.防爆电机运行维护与故障处理要点[J].防爆电机,2025(02):83-85.
- [5] 龚长安,王孝建,杨运成.电机厂电气设备运维管理与故障处置实践[J].电气防爆,2025(05):44-46.