

电气施工大型电动机试验与故障分析及处理

朱 博 马 岩

茵梦达(天津)驱动技术有限公司 天津 300000

摘要: 本文围绕电气施工中大型电动机的试验与故障处理展开研究, 阐述电动机基本结构、工作原理及核心技术要求, 设计科学合理的试验方案, 涵盖前期准备、核心试验项目、质量安全控制及结果评价。同时, 分类识别电气、机械、综合类故障特征, 深度分析施工、设备、环境层面的故障成因, 提出针对性处理措施及应对技巧, 为电气施工中大型电动机安全试验、故障排查及稳定运行提供实用的理论支撑和实操指导。

关键词: 电气施工; 大型电动机试验; 故障分析; 处理

引言: 大型电动机是电气施工中的核心动力设备, 其运行稳定性直接关系到施工安全、进度及工程质量, 试验检测与故障处理是保障其可靠运行的关键环节。当前电气施工中, 电动机试验不规范、故障排查效率低等问题频发, 易引发设备损坏、安全事故等隐患。基于此, 本文结合施工实际, 系统研究大型电动机试验方案与故障分析处理方法, 解决施工中的实操难点, 助力提升电气施工整体技术水平。

1 电气施工中大型电动机相关基础理论

1.1 大型电动机的基本结构与工作原理

(1) 基本结构: 定子是电机固定部分, 由铁心和绕组组成, 铁心采用硅钢片叠压而成以减少涡流损耗, 绕组需按设计规范绕制, 施工中需保证固定牢固、绝缘完好; 转子为旋转核心, 异步电机转子有鼠笼式和绕线式两种, 安装时需与定子保持均匀气隙; 轴承承担转子支撑作用, 施工中需涂抹合格润滑脂, 保证转动灵活、无卡滞; 接线盒需密封良好、接线牢固, 避免施工中进水、接触不良, 确保接线规格与电机参数匹配。(2) 工作原理: 电气施工中常用异步电动机, 基于电磁感应原理工作, 定子绕组通入三相交流电后产生旋转磁场, 旋转磁场切割转子导体, 在转子回路中产生感应电流, 感应电流与旋转磁场相互作用产生电磁转矩, 驱动转子旋转, 实现电能向机械能的转换, 贴合施工中电机启动、运行的实际逻辑, 同步电动机则通过定子磁场与转子励磁磁场同步旋转实现能量转换, 适用于对转速精度要求高的场景。

1.2 电气施工中大型电动机的核心技术要求

(1) 安装技术要求: 定转子对位需精准, 气隙偏差控制在设计允许范围内, 避免运行时产生振动和噪声; 接线需严格遵循规范, 三相接线相序正确, 接线端子紧固, 绝缘电阻符合要求; 接地保护必须可靠, 电机外壳、接线

盒等金属部件需有效接地, 接地电阻不超标, 防止漏电引发安全事故。(2) 运行技术要求: 电压需稳定在额定电压 $\pm 5\%$ 范围内, 避免电压过高烧毁绕组、过低导致启动困难; 电流需控制在额定值以内, 严禁长期过载运行; 转速需符合设计要求, 偏差不得超过规定范围; 温度控制关键, 定子绕组、轴承等部位温度需低于允许值, 防止绝缘老化、轴承损坏^[1]。

1.3 大型电动机试验与故障处理的理论基础

(1) 试验理论: 电机试验遵循“安全、精准、全面”原则, 核心是检测电机性能是否符合设计标准, 试验参数检测基于电磁感应、电路欧姆定律等, 如绝缘电阻检测通过测量泄漏电流判断绝缘状况, 直流电阻检测排查绕组断路、短路问题。(2) 故障理论: 电机故障按发生部位分为电气故障和机械故障, 电气故障源于绕组绝缘损坏、接线错误等电磁学问题, 机械故障由轴承磨损、转子不平衡等机械学因素导致, 故障产生的机理与电磁转矩、机械振动、摩擦损耗等密切相关, 为施工中故障排查提供理论依据。

2 电气施工中大型电动机试验方案设计与实施

2.1 大型电动机试验的前期准备工作

(1) 试验场地与环境要求: 试验场地需布局合理, 划分试验操作区、设备摆放区和安全缓冲区, 确保操作空间充足, 无障碍物遮挡; 环境温度控制在 $10\sim 35^{\circ}\text{C}$, 湿度不超过 75% , 避免潮湿导致绝缘检测误差; 做好防尘、防振动措施, 清理场地杂物, 避免灰尘进入电机内部, 减少振动对试验仪器精度的影响, 同时远离易燃易爆物品, 营造安全试验环境。(2) 试验设备与工具准备: 检测仪器选用符合精度要求的万用表、示波器、绝缘电阻表、直流电阻测试仪等, 提前进行校准调试, 确保测量数据准确; 试验电源需匹配电机额定参数, 具备稳压、限流功能, 提前检查接线可靠性; 准备绝缘手套、验电器、

接地线等安全防护工具,确认工具完好无损,同时配备螺丝刀、扳手等辅助工具,满足接线、调试需求^[2]。(3)试验人员的资质与培训要求:试验人员需具备相应电气专业资质,熟悉大型电动机结构、试验原理及操作规范;试验前开展专项培训,重点讲解试验流程、仪器操作方法、安全注意事项,明确分工职责,确保人员掌握漏电、过载等突发情况的初步处置方法,考核合格后方可参与试验操作。

2.2 核心试验项目设计与操作流程

(1)绝缘电阻试验:试验目的是检测电机绕组与外壳、绕组之间的绝缘性能,防止绝缘损坏引发漏电事故;操作步骤为断开电机电源,拆除接线端子连接线,擦拭端子表面污渍,用绝缘电阻表对接线端子与外壳、各相绕组之间进行测量,记录测量数据;合格标准为绝缘电阻值符合设计规范,且无明显下降趋势;施工中需注意测量前放电,避免仪器受潮,测量时保持人员与设备安全距离。(2)直流电阻试验:试验原理基于欧姆定律,通过测量电机绕组直流电阻,排查绕组断路、短路、接线松动等问题;检测方法为采用直流电阻测试仪,分别测量各相绕组电阻值,记录数据并计算三相电阻不平衡度;数据处理需剔除异常值,与电机额定电阻值对比,不平衡度控制在允许范围内;若电阻值偏差过大或不平衡度超标,可判断为绕组存在异常。(3)空载试验与负载试验:空载试验流程为接通试验电源,使电机在无负载状态下启动,运行一段时间后,记录转速、电压、电流、温度等参数;负载试验需逐步增加负载,直至达到额定负载,持续运行并实时记录各项参数。参数记录需精准、完整,试验结果分析要点为对比额定参数,判断电机转速稳定性、电流电压平衡性,分析温度上升趋势,评估电机空载、负载状态下的运行性能^[3]。

2.3 试验过程中的质量控制与安全保障

(1)质量控制:试验参数检测需重复2-3次,取平均值作为最终测量结果,避免单次测量误差影响试验结论;试验数据需及时、规范记录,明确记录人员、测量时间、仪器型号及环境参数,记录内容完整可追溯。安排专人对试验数据进行复核,逐项对比标准值排查异常,若发现数据偏差,立即暂停试验,排查仪器、接线等相关因素,整改后重新测试,确保试验结果真实可靠。(2)安全保障:电气防护方面,试验区域设置明显警示标识,试验人员全程穿戴绝缘防护用品,严禁带电接线、拆线,避免触电事故。机械防护方面,电机旋转部位加装防护罩,防止人员接触旋转部件受伤,试验过程中禁止靠近电机转动区域。完善应急处理措施,配备灭火器、急救箱等应

急物资,针对漏电、过载、设备故障等情况制定专项应急预案,一旦发生异常,立即切断电源,组织人员疏散,采取对应处置措施,防止事故扩大。

2.4 试验结果的分析与评价

(1)试验数据的整理与分析:将试验过程中记录的各项数据分类整理,剔除无效、干扰数据,绘制数据对比表格,逐项与电机设计标准值、额定参数进行对比分析。重点分析绝缘电阻、直流电阻、转速、温度等核心参数,判断电机绕组绝缘性能、电路连接状况及运行稳定性,综合评估电机整体性能是否达标,能否满足电气施工后续运行要求。(2)试验不合格的原因排查:结合电气施工各环节,精准分析试验异常的潜在因素。若绝缘电阻不合格,多为绕组绝缘受损、接线端子受潮或施工中绝缘层破损;若直流电阻异常,多与绕组接线松动、断路或绕制缺陷有关;若空载、负载参数超标,可能是定子对位偏差、轴承安装不当或试验电源不稳定。排查出具体原因后,针对性整改并重新试验,直至试验合格。

3 电气施工中大型电动机常见故障分析与处理措施

3.1 大型电动机常见故障分类及特征识别

(1)电气类故障:绕组短路表现为电机启动时电流骤增、机身快速发热,严重时伴有焦糊味,外观可见绕组绝缘层碳化、变色;绕组断路会导致电机无法启动,空载时无电流或电流异常偏小,用万用表检测可发现绕组回路不通;接地故障表现为漏电保护器频繁跳闸,电机外壳带电,绝缘电阻检测值远低于合格标准,严重时会引起火花。(2)机械类故障:轴承磨损会产生持续性异响,转速下降,轴承部位温度异常升高,严重时出现卡滞现象,拆开后可见滚珠磨损、润滑脂变质;转子不平衡会导致电机运行时振动剧烈,振动幅度超出允许范围,且振动随转速升高而加剧,无明显发热现象;定子摩擦会产生刺耳的摩擦声,机身振动明显,同时伴有局部过热,长期运行会导致绕组绝缘磨损、转子表面划伤^[4]。(3)综合类故障:由电气与机械因素共同引发,特征兼具两类故障特点,如轴承磨损导致转子偏移,进而引发定子摩擦,同时摩擦产生的高温损坏绕组绝缘,出现振动、异响、发热及漏电等复合症状;又如接线松动导致电流不稳定,引发绕组局部过热,进而加剧转子不平衡,形成恶性循环。

3.2 常见故障的成因深度分析

(1)施工因素:安装不规范是主要成因,定子对位偏差过大、轴承安装过紧或过松,会引发机械故障;接线错误(如相序颠倒、接线端子松动)会导致电气回路异常,引发绕组短路、断路;试验不到位,未及时排

查出绝缘隐患、接线问题,导致故障在运行阶段暴露,其机理是施工缺陷破坏了电机电磁平衡和机械配合精度。

(2) 设备因素:电机部件质量缺陷,如绕组绝缘材料不合格、轴承精度不足、转子铸造偏差,会导致电机运行中易出现部件损坏;试验设备精度不足,会造成试验数据失真,无法准确识别潜在故障,导致不合格部件投入使用,长期运行后引发故障,影响电机整体运行稳定性。

(3) 环境因素:环境温度过高会加速绕组绝缘老化、润滑脂变质,降低电机绝缘性能和轴承使用寿命;湿度超标会导致接线端子受潮、绕组绝缘受潮,引发接地故障;粉尘过多会堆积在电机内部,堵塞散热通道,导致电机过热,同时磨损轴承、定转子表面,诱发电气和机械故障。

3.3 针对性故障处理措施与实施流程

(1) 电气类故障处理:绕组短路需拆解电机,剔除损坏绕组线圈,更换合格绝缘材料,重新绕制绕组并进行绝缘处理;接线调整需断开电源,核对相序和接线规范,紧固松动端子,更换破损接线,确保接线牢固、相序正确;接地整改需排查接地回路,修复破损接地导体,加固接地端子,重新测量接地电阻,确保符合安全标准。(2) 机械类故障处理:轴承更换需先断电停机,拆卸电机端盖,取出旧轴承,清理轴承座,涂抹合格润滑脂,安装新轴承并调整松紧度,复位端盖后试运行;转子校正需将转子拆卸,借助专业设备检测不平衡点,通过配重、打磨等方式校正,确保转子平衡;部件紧固需排查电机各连接部位,对松动的螺栓、端盖、转子固定件进行紧固,防止运行中出现位移。(3) 故障处理后的复核试验:故障处理完成后,依次进行绝缘电阻试验、直流电阻试验,检测绝缘性能和绕组回路完整性;开展空载试验,观察电机转速、振动、温度等参数;必要时进行负载试验,验证电机运行稳定性,各项参数达标后,方可确认故障彻底消除,投入正常使用^[5]。

3.4 故障处理中的常见问题与应对技巧

(1) 常见处理难点:隐蔽性故障排查难度大,如绕组内部短路、转子内部裂纹等,无法通过外观直接识别,

易出现误判;大型电动机部件笨重,转子、端盖等大型部件拆装不便,耗时费力,且拆装过程中易损坏周边部件;故障处理后易出现二次故障,如轴承更换后润滑不到位、绕组修复后绝缘性能不达标等,影响处理效果。

(2) 应对技巧:借助专业检测仪器提升排查精度,如用红外测温仪定位过热部位,用振动检测仪排查转子不平衡,用绕组测试仪检测绕组故障,快速定位隐蔽性故障,减少误判;优化拆装流程,提前规划拆装步骤,借助起重设备辅助搬运大型部件,做好部件保护措施,避免拆装过程中损坏部件;故障处理后,全面检查电机各部件状态,完善绝缘、润滑、紧固措施,加强试运行监测,重点观察核心参数,及时发现并处理潜在隐患,预防二次故障发生。

结束语

综上所述,大型电动机试验与故障处理是电气施工中不可或缺的重要环节,试验的规范性直接决定设备性能检测的准确性,故障排查处理的专业性影响设备运行的稳定性。本文梳理的试验流程、故障特征及处理措施,贴合施工实操需求,可有效规避试验误差与故障隐患。后续施工中,需严格遵循试验规范,灵活运用故障处理技巧,持续优化管控措施,确保大型电动机安全、高效、稳定运行,保障电气施工工程顺利推进。

参考文献

- [1]范旭峰.电动机故障诊断中的电气特征分析技术[J].科技创新,2025,(20):9-12.
- [2]马彦龙.发电厂电动机状态监测与故障检修方法[J].电气传动自动化,2020,42(3):38-41
- [3]刘明玉.大型电动机高阻抗差动保护故障的分析及处理[J].通信电源技术,2023,40(12):201-203.
- [4]于勇.大型直流电动机滑动轴承故障原因分析与检修[J].今日自动化,2022(2):45-47.
- [5]梁擎宇.发电厂中的电动机运行维护策略分析[J].集成电路应用,2024,41(02):68-69.