

电机常见故障判断分析及处理方法

牛浩平 贾建卫

郑州机电工程研究所 河南 郑州 450000

摘要: 本文围绕电机常见故障展开全面探讨,先简要介绍电机的分类、核心结构及工作原理,明确其正常运行的关键参数与故障基本分类,再详细分析电气、机械、电磁系统及其他常见故障的现象、特征与判断方法,重点阐述各类故障的针对性处理工艺、操作要点及注意事项,最后说明故障处理后的检测验证标准,为电机故障的快速定位、高效修复及安全稳定运行提供实用、精准的技术参考,助力降低设备损耗与维护成本。

关键词: 电机常见故障;判断分析;处理方法

引言:电机作为工业生产与民用领域不可或缺的核心动力设备,其运行状态直接关系到生产效率、设备安全及使用效益。在长期连续运行过程中,受电气参数异常、机械磨损、环境因素等多重影响,电机易出现绕组、轴承、电源等各类故障,若未及时准确判断并妥善处理,可能导致电机停运、损坏,甚至引发安全事故。因此,深入研究电机常见故障的判断方法与处理技巧,对保障电机可靠运行、延长使用寿命、减少经济损失具有重要意义。

1 电机基本结构与工作原理

1.1 电机的分类与核心结构

(1) 电机常见分类:异步电机、同步电机、直流电机的适用场景。异步电机结构简单、成本低、维护方便,广泛应用于工业生产、民用家电等场景,如水泵、风机、空调压缩机;同步电机转速稳定,多用于精密设备、电力系统发电,如发电机、精密机床;直流电机调速性能优异,适用于需要精准调速的场景,如机器人、电动汽车、精密仪器。(2) 核心结构组成:定子、转子、绕组、轴承、换向器等关键部件功能。定子是电机固定部分,产生旋转磁场;转子是转动部分,在磁场作用下输出机械能;绕组是产生电磁感应的核心,通入电流产生磁场;轴承支撑转子,减少转动摩擦;换向器仅用于直流电机,实现电流方向转换,保证转子持续转动。

1.2 电机的基本工作原理

(1) 异步电机工作原理:电磁感应、旋转磁场的产生与作用机制。定子绕组通入三相交流电后,产生旋转磁场,旋转磁场切割转子绕组,通过电磁感应在转子中产生感应电流,感应电流在磁场中受到电磁力,带动转子旋转,转子转速略低于旋转磁场转速,形成异步。

(2) 同步电机与直流电机工作原理:核心驱动逻辑及特性差异。同步电机转子转速与旋转磁场转速一致,通

过转子励磁产生磁场,与定子旋转磁场相互作用驱动转动,运行稳定;直流电机通过定子产生固定磁场,转子通入直流电,在磁场力作用下转动,换向器保证转子持续同向转动,调速精度高于异步电机^[1]。

1.3 电机正常运行的关键参数

(1) 电气参数:电压、电流、功率、功率因数的正常范围及影响。电压、电流需在额定值 $\pm 10\%$ 范围内,超出会烧毁绕组;功率需匹配负载,过载会导致电机过热;功率因数正常范围0.8-0.95,过低会降低电网效率、增加能耗。(2) 机械参数:转速、振动、温度的合理标准及监测意义。转速需接近额定值,偏差过大会影响设备运行精度;振动 $\leq 4.5\text{mm/s}$,超标会加剧磨损;外壳温度 $\leq 75^\circ\text{C}$,过高会损坏绝缘层,监测这些参数可及时发现异常,避免故障扩大。

1.4 电机故障的基本分类

(1) 按故障性质分类:电气故障、机械故障、电磁故障。电气故障多为绕组短路、接线松动等;机械故障包括轴承磨损、转子卡滞等;电磁故障表现为磁场异常、铁芯损耗过大等。(2) 按故障程度分类:轻微故障、一般故障、严重故障及危害差异。轻微故障如轻微振动,不影响运行但需关注;一般故障如局部绕组过热,需停机检修;严重故障如转子断裂,会导致电机停运,甚至损坏关联设备。

2 电机常见故障判断分析

2.1 电气系统常见故障判断

(1) 绕组故障:短路、断路、接地的现象、特征及判断方法。绕组短路表现为电机发热严重、电流骤增、发出焦糊味,可用兆欧表检测绕组间电阻,电阻为零则判定短路;绕组断路会导致电机无法启动、三相电流不平衡,通过万用表测量绕组两端电阻,电阻无穷大即为断路;绕组接地表现为机壳带电、漏电保护器跳闸,用

兆欧表检测绕组与机壳间绝缘电阻, 低于 $0.5\text{M}\Omega$ 可判定接地。(2) 接线故障: 接线错误、接触不良的表现及检测手段。接线错误会导致电机反转、抖动、发热, 检测时可核对接线方式与电机铭牌是否一致; 接触不良表现为电机启停频繁、转速不稳、端子发热, 通过目测检查接线端子是否松动, 用万用表测量端子电压, 电压波动过大即为接触不良^[2]。(3) 电源故障: 电压不稳、缺相的故障特征及判断逻辑。电压不稳会使电机转速波动、噪音增大, 用万用表测量电源电压, 偏离额定值 $\pm 10\%$ 即为异常; 缺相时电机无法启动、发出异响、绕组过热, 检测三相电源电压, 其中一相电压为零或明显偏低则为缺相。

2.2 机械系统常见故障判断

(1) 轴承故障: 磨损、异响、发热的判断方法及特征分析。轴承磨损会导致电机振动增大、转速下降, 异响多为“嗡嗡”或“沙沙”声; 轴承发热时外壳温度超过 80°C , 用手触摸可明显感知, 拆解后可见滚珠磨损、润滑油变质, 也可通过振动检测仪辅助判断。(2) 转子故障: 不平衡、断条的故障表现及检测技巧。转子不平衡会使电机振动剧烈、噪音较大, 且振动随转速升高而加剧; 转子断条表现为电机启动困难、负载能力下降、三相电流不平衡, 可通过堵转试验或转子断条检测仪检测。(3) 机械连接故障: 联轴器松动、轴弯曲的判断与识别。联轴器松动表现为电机与负载转速不同步、连接处异响, 目测可见联轴器螺栓松动、间隙过大; 轴弯曲会导致电机振动、轴承发热, 用百分表测量轴的跳动量, 超出允许范围即为轴弯曲。

2.3 电磁系统常见故障判断

(1) 磁场不平衡故障: 故障现象、产生原因及判断方法。故障现象为电机振动、噪音增大、三相电流不平衡, 产生原因多为绕组匝间短路、转子励磁不均, 可通过测量三相电流、检测绕组绝缘情况判断。(2) 铁芯故障: 铁芯损耗过大、过热的特征及检测手段。铁芯过热表现为电机外壳局部发热、能耗增加, 原因多为铁芯硅钢片绝缘损坏、铁芯松动, 用红外测温仪检测铁芯温度, 结合万用表测量损耗, 可精准判断故障。

2.4 其他常见故障判断

(1) 过热故障: 不同原因(电气、机械、环境)导致过热的区分判断。电气原因过热伴随电流异常、焦糊味; 机械原因过热伴随振动、异响; 环境原因(通风不良、环境温度过高)过热无明显振动和电流异常, 仅整体温度升高。(2) 异响故障: 各类异响对应的故障类型及判断要点。“嗡嗡”声多为电源缺相、磁场不平衡; “沙沙”声多为轴承磨损; “撞击”声多为转子不平

衡、联轴器松动; “尖叫”声多为机械摩擦, 结合其他故障特征可快速定位故障类型。

3 电机常见故障处理方法

3.1 电气系统故障处理方法

(1) 绕组故障处理: 短路、断路、接地的修复工艺及注意事项。绕组短路修复: 先断开电源、拆解电机, 找出短路绕组, 若为匝间短路, 可采用局部重绕绕组或绝缘修复法, 用绝缘漆浸泡处理后烘干; 若短路严重, 需整体重绕绕组。绕组断路修复: 定位断路点, 若为引线断路, 重新焊接引线并做好绝缘处理; 若为绕组内部断路, 需重绕对应绕组线圈。绕组接地修复: 清理绕组表面灰尘、油污, 查找接地部位, 若为绝缘破损, 用绝缘胶带缠绕修复并刷绝缘漆; 若接地严重, 更换绕组。注意事项: 修复后需检测绝缘电阻, 确保符合标准, 烘干过程温度控制在 $80\text{--}100^{\circ}\text{C}$, 避免绝缘层损坏。(2) 接线故障处理: 接线错误的纠正、接触不良的排查与修复。接线错误纠正: 对照电机铭牌和接线图, 核对接线方式(星形、三角形), 调整接线端子连接, 确保相序正确, 纠正后手动盘车检查电机转向是否正常。接触不良排查与修复: 逐一检查接线端子、接线螺栓, 松动的螺栓拧紧, 氧化的端子用砂纸打磨干净, 更换损坏的接线端子和导线; 对于隐蔽性接触不良, 用万用表逐点检测电压, 找到故障点后重新连接并做好绝缘防护^[3]。

(3) 电源故障处理: 电压不稳、缺相的解决措施及设备保护。电压不稳处理: 安装稳压器稳定输入电压, 检查供电线路是否存在线径过细、接触不良等问题, 及时更换加粗导线、修复接触点; 若为电网电压波动, 联系供电部门协调解决。缺相处理: 立即停机, 检查三相电源开关、熔断器、接线端子, 更换损坏的熔断器, 紧固松动的接线, 修复线路断点; 同时安装缺相保护装置, 避免再次出现缺相故障, 保护电机免受损坏。

3.2 机械系统故障处理方法

(1) 轴承故障处理: 磨损、损坏后的更换流程及润滑维护方法。更换流程: 断开电源, 拆解电机端盖, 取出旧轴承, 清理轴承座内杂质, 选用与原型号一致的轴承, 涂抹适量润滑脂后安装, 调整轴承间隙, 重新装配端盖并紧固螺栓。润滑维护: 定期检查轴承润滑情况, 每3-6个月更换一次润滑脂, 选用适配型号的润滑脂, 避免过多或过少, 更换时清理旧润滑脂, 防止杂质混入, 减少轴承磨损。(2) 转子故障处理: 转子不平衡的校正、断条的修复或更换。转子不平衡校正: 将转子拆卸后, 通过动平衡检测仪检测不平衡点, 采用加重法(在不平衡处焊接配重块)或去重法(打磨不平衡部位)校

正,校正后再次检测,确保振动值符合标准。转子断条修复:若断条数量少、位置不关键,可采用焊接法修复,清理断条部位,用专用焊条焊接牢固,做好绝缘处理;若断条严重或位置关键,直接更换转子,确保电机运行稳定^[4]。(3)机械连接故障处理:联轴器紧固、轴弯曲的校正方法。联轴器紧固:停机后检查联轴器螺栓、弹性垫,更换损坏的弹性垫,用扭矩扳手按规定力矩拧紧螺栓,调整联轴器同轴度,避免偏差过大,紧固后手动盘车,确保转动顺畅无卡滞。轴弯曲校正:轻微弯曲可采用冷校法,用压力机缓慢施加压力,校正后用百分表检测轴的跳动量,直至符合标准;弯曲严重时,采用热校法或直接更换电机轴,避免因轴弯曲导致轴承磨损、振动加剧。

3.3 电磁系统故障处理方法

(1)磁场不平衡故障处理:调整绕组参数、修复铁芯的方法。调整绕组参数:检测三相绕组的电阻、电感,找出参数不一致的绕组,调整绕组匝数或接线方式,确保三相参数均衡;若为绕组匝间短路导致的磁场不平衡,先修复短路绕组,再调整参数。修复铁芯:检查铁芯是否松动、硅钢片绝缘是否损坏,松动的铁芯用螺栓紧固,绝缘损坏的硅钢片重新涂抹绝缘漆,烘干后装配,恢复铁芯的导磁性能。(2)铁芯故障处理:铁芯修复、减少损耗的技术措施。铁芯修复:若铁芯出现局部过热、硅钢片损坏,清理损坏部位,更换损坏的硅钢片,重新涂抹绝缘漆并烘干;若铁芯松动,紧固铁芯螺栓,确保硅钢片贴合紧密。减少损耗措施:优化铁芯结构,选用高导磁硅钢片,降低铁芯涡流损耗;定期清理铁芯表面灰尘,改善散热条件,避免铁芯过热加剧损耗^[5]。

3.4 故障处理后的检测与验证

(1)电气参数检测:确认故障处理后电压、电流等参数恢复正常。用万用表、功率因数表等仪器,检测电

机三相电压、电流,确保其在额定范围内,三相电流不平衡度不超过5%;检测功率、功率因数,确认符合电机铭牌要求;检测绕组绝缘电阻,确保不低于 $0.5\text{M}\Omega$,避免绝缘不良导致再次故障。(2)机械性能检测:振动、转速、温度等指标的验证方法。用振动检测仪检测电机振动值,确保不超过 4.5mm/s ;用转速表检测电机转速,偏差不超过额定转速的 $\pm 2\%$;用红外测温仪或温度计,检测电机外壳、轴承、绕组的温度,外壳温度不超过 75°C ,轴承温度不超过 80°C ;手动盘车检查电机转动是否顺畅,无卡滞、异响,确保机械性能恢复正常。

结束语

综上所述,电机故障类型多样、成因复杂,准确判断故障性质与根源是高效处理的前提,规范的处理流程、科学的操作方法与严谨的检测验证是保障修复质量的关键。日常使用中,需加强电机运行参数的实时监测,做好定期维护保养工作,提前预防故障发生。本文梳理的故障判断与处理方法,贴合实际应用场景,可为相关运维人员提供有力技术支撑,助力提升电机运维水平,确保电机持续稳定发挥动力作用。

参考文献

- [1]王建勋.电动机常见故障分析及处理[J].机械工程与自动化.2023,17(5):85-87.
- [2]康玉艳.电机常见故障分析及处理方法探讨[J].中国新技术新产品.2024,14(2):177-179.
- [3]杨金芳.电动机常见故障分析及处理方法[J].黑龙江科学.2023,4(6):69-72.
- [4]刘斌斌.高压电机常见故障与检修技术分析[J].光源与照明.2021,12(08):76-78.
- [5]张亚东,陶果.电机的常见故障及检测方法[J].电气技术与经济.2024,22(Z1):50-52.