

电动机常见故障原因分析及检修方法

周 伟

中国神华哈尔乌素露天煤矿生产服务中心水暖队 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘 要：电动机在运行中易出现多种故障，对生产生活影响较大。本文深入剖析电动机常见故障，涵盖电气系统故障，如电源、定子绕组、转子绕组、接线故障；机械结构故障，包括轴承、转轴、电动机框架、端盖与联轴器故障；运行状态异常故障，像电动机过热、无法启动、转速异常故障；运行异响与振动故障，如运行异响、振动过大、定子与转子摩擦故障。针对各类故障，提出具体检修方法，为电动机故障处理提供参考。

关键词：电动机；故障分析；检修方法；运行异常；机械故障

引言：电动机作为工业生产与日常生活中的关键动力设备，其运行稳定性直接影响生产效率与设备安全。随着电动机应用场景的拓展与运行时间的累积，各类故障频繁出现，涵盖电气系统、机械结构及运行状态异常等多个层面。这些故障不仅会导致电动机性能下降，甚至可能引发设备损坏与安全事故。深入剖析电动机常见故障的成因，并探索科学有效的检修方法，对保障电动机可靠运行、延长设备使用寿命、降低维护成本具有重要意义。

1 电气系统故障

1.1 电源故障

故障原因涵盖供电网络波动、线路老化、接触器触点氧化及熔断器熔断等多种情形。供电网络波动可能由区域性电力负荷突变或电网维护操作引发，导致输入电压偏离额定值。线路老化多因长期运行中绝缘层受热氧化或机械磨损，造成载流能力下降。接触器触点氧化通常发生在潮湿或腐蚀性环境中，形成氧化膜阻碍电流传导。熔断器熔断则与过载电流或短路电流冲击直接相关^[1]。检修方法需分步骤实施，使用数字式万用表测量输入端电压，对比额定参数判断是否存在欠压或过压。对老化线路，采用绝缘电阻测试仪检测相间及对地绝缘电阻，低于0.5兆欧时需更换线缆。针对接触器触点，用砂纸打磨氧化层后涂抹导电膏，若触点严重烧蚀则直接更换。熔断器熔断后应排查负载侧是否存在短路，确认无异常后更换同规格熔断元件。

1.2 定子绕组故障

故障原因涉及绝缘材料劣化、机械应力损伤及制造工艺缺陷。绝缘材料在长期热老化作用下，介电强度逐渐降低，可能引发匝间短路或对地击穿。机械应力损伤多源于电机振动或转子偏心，导致绕组与铁芯摩擦破损。制造工艺缺陷包括嵌线时绝缘纸移位、浸漆不充分

等，形成局部绝缘薄弱点。检修方法需结合电气测试与外观检查。先用兆欧表测量绕组对地绝缘电阻，低于0.5兆欧时需烘干处理并重新浸漆。对疑似短路相，采用短路侦察器沿铁芯内圆移动，观察电流表读数突变位置确定短路点。发现绝缘破损时，清理损伤区域后包扎云母带，再整体浸渍绝缘漆。若绕组烧毁严重，需拆除旧绕组记录数据，重新绕制并嵌线。

1.3 转子绕组故障

故障原因包含笼型转子导条断裂、绕线式转子滑环磨损及电刷接触不良。导条断裂多因频繁启停产生的热应力循环，导致铜条与端环焊接处疲劳开裂。滑环磨损与电刷材质硬度不匹配或压力调节不当有关，形成沟槽影响电流传导。电刷接触不良可能由弹簧压力衰减或表面氧化层堆积引起。检修方法需针对性处理。对笼型转子，采用转子阻抗测试仪检测三相不平衡度，数值超标时需更换转子。绕线式转子滑环磨损超过0.5毫米时，应车削修复并重新镀铬。电刷接触不良时，用砂纸打磨接触面，调整弹簧压力至规定值，并定期更换磨损电刷。

1.4 接线故障

故障原因涉及接线端子松动、电缆选型不当及布线工艺缺陷。端子松动多因机械振动或热胀冷缩导致接触压力下降，引发接触电阻增大。电缆选型不当可能造成载流量不足或护套老化加速，尤其在高温或腐蚀性环境中。布线工艺缺陷包括线缆弯曲半径过小、固定不牢等，形成机械应力集中点。检修方法需注重细节处理。对松动端子，重新紧固螺栓并涂抹防松胶，接触面不平整时用细锉修整。电缆选型应核对额定电流与环境条件，载流量不足时更换截面积更大的线缆。布线时确保弯曲半径不小于六倍电缆直径，采用扎带固定时避免过度拉紧，防止护套变形。

2 机械结构故障

2.1 轴承故障

故障原因主要源于润滑失效、异物侵入及过载运行。润滑失效多因润滑脂选型不当或补充周期过长,导致滚动体与滚道间摩擦系数增大,局部温度升高引发胶合。异物侵入通常发生在多尘环境,微小颗粒嵌入润滑层后划伤金属表面,形成点蚀或剥落^[2]。过载运行使轴承承受超过设计极限的径向或轴向力,造成保持架变形或滚动体碎裂。检修方法需结合状态监测与精密测量。对润滑失效轴承,先清洁旧润滑脂,根据工况选择锂基或复合锂基润滑脂,填充量控制在轴承腔容积的三分之一至二分之一。发现异物侵入时,用航空煤油清洗轴承各部件,检查滚道表面划痕深度,超过0.01毫米需更换。过载导致的保持架变形可通过目视判断,严重变形时需整体更换轴承,同时校核电机负载设计参数。

2.2 转轴故障

故障原因涉及材料缺陷、疲劳断裂及安装误差。材料缺陷可能源于冶炼过程中杂质未完全去除,在交变应力作用下形成裂纹源。疲劳断裂多发生在轴肩或键槽等应力集中部位,长期运行后裂纹扩展导致突然断裂。安装误差包括轴弯曲或对中偏差,前者可能由运输碰撞或不当吊装引起,后者与联轴器安装工艺相关。检修方法需借助专业检测设备。对疑似材料缺陷的转轴,采用超声波探伤仪检测内部缺陷位置及尺寸,缺陷深度超过壁厚百分之十时需更换。疲劳断裂部位通常有明显贝壳状断口,需测量裂纹扩展方向,重新加工时优化轴肩圆角半径。轴弯曲检测使用百分表,径向跳动量超过0.03毫米时需采用压力校直法修复,校直后进行退火处理消除残余应力。

2.3 电动机框架故障

故障原因包含铸造缺陷、振动疲劳及环境腐蚀。铸造缺陷如气孔、缩松等会降低结构强度,在长期振动下形成裂纹源。振动疲劳多因电机安装基础刚度不足或转子动平衡不良,导致框架承受交变应力。环境腐蚀常见于化工或沿海地区,氯离子或硫化物侵蚀框架表面,形成点蚀坑并逐渐扩展。检修方法需根据损伤程度选择。对铸造缺陷,先进行磁粉探伤确定裂纹范围,采用金属修补剂填充气孔,对深度裂纹需焊接修复并打磨平整。振动疲劳引起的框架变形可通过激光跟踪仪测量三维形变,对轻微变形采用局部加热矫正,严重变形则需更换框架。腐蚀处理需先清除锈层,涂刷环氧富锌底漆后加装防护罩,对沿海地区电机建议采用不锈钢框架。

2.4 端盖与联轴器故障

端盖故障原因涉及密封失效及配合松动。密封失效

多因橡胶密封圈老化或安装不当,导致润滑脂泄漏或灰尘侵入。配合松动可能由铸造收缩或频繁拆装引起,造成端盖与机座间间隙增大,引发振动加剧。联轴器故障则与对中偏差、弹性元件老化相关,前者导致电机轴承受额外轴向力,后者使缓冲性能下降引发冲击载荷。检修方法需注重细节处理。密封失效时,更换与轴径匹配的氟橡胶密封圈,安装前涂抹硅基润滑脂,确保密封唇口朝向润滑侧。配合松动需测量端盖止口尺寸,对间隙超差部位采用金属喷涂或垫片调整^[3]。联轴器对中检测使用激光对中仪,轴向偏差控制在0.05毫米以内,径向偏差不超过0.1毫米。弹性元件老化需更换同型号联轴器缓冲套,安装时注意预压缩量符合设计要求。

3 运行状态异常故障

3.1 电动机过热故障

电动机运行中温度异常升高是常见故障,根源在于能量转换失衡导致热损耗超出散热能力。常见诱因包含三方面:一是电源参数偏离额定值,电压过高会增大铁损,电压过低则迫使电流增大以维持功率,均导致铜损上升;二是机械负载超出设计容量,长期过载运行使定子电流持续偏高,绕组发热量与电流平方成正比关系;三是散热系统效能衰退,冷却风扇叶片磨损导致风量不足,散热片积尘阻碍热交换,冷却水路堵塞影响液冷效率。检修工作需分步推进,先使用红外测温仪定位高温区域,判断是整体过热还是局部热点,接着检测三相电压电流是否平衡,排查电源质量问题,随后解体检查机械负载侧联轴器对中情况,确认无额外摩擦损耗,最后拆解端盖检查冷却通道通畅性,必要时进行通风量测试验证散热效果。

3.2 电动机无法启动故障

启动环节失效通常由电气系统故障或机械阻力异常引发。电气层面需重点检查三项内容:控制回路熔断器是否熔断,接触器主触点是否存在烧蚀接触不良,启动按钮及接线端子有无氧化松动;电源侧要验证三相电压是否存在缺相,测量线电压是否满足额定值 $\pm 5\%$ 要求,检查电缆接头压接质量;绕组本身需用兆欧表检测相间及对地绝缘电阻,低于0.5兆欧需进行干燥处理。机械方面应先手动盘车感受阻力变化,若转动卡滞需拆解检查轴承润滑状态,测量游隙是否超出标准值,观察转子是否与定子发生扫膛,同时检查制动器是否未完全释放,联轴器是否因安装偏差产生额外阻力。

3.3 转速异常故障

转速偏离额定值反映电动机运行状态失衡,转速偏低常与负载突变或电源参数异常相关。当机械负载突然

增加时,转子转速下降导致反电动势减小,定子电流增大形成新的平衡点,若持续偏低需检查负载侧传动部件是否卡滞;电源电压降低会使电磁转矩下降,在负载转矩不变情况下必然导致转速跌落,需用电压表监测运行电压波动情况。转速偏高则多由负载减轻或控制回路故障引发,皮带传动装置打滑会使实际负载减小,变频器参数设置错误可能输出高于额定频率的电源,需检查传动部件张紧度及控制装置参数设定。对于调速电动机,还需验证测速发电机反馈信号准确性,避免速度调节系统形成正反馈导致飞车风险。

4 运行异响与振动故障

4.1 运行异响故障

电动机运行中产生的异常声响多源于机械部件相互作用或电磁力波动。轴承滚道损伤是常见声源,当滚动体经过点蚀坑或剥落区域时,会周期性撞击内外圈产生冲击噪声,这种噪声频率与转速呈线性关系,可通过频谱分析定位故障轴承^[4]。转子导条断裂会导致磁场分布畸变,断条部位经过定子齿槽时引发电磁力突变,产生与电源频率相关的低频嗡鸣声。机械松动引发的异响具有非线性特征,地脚螺栓松动使机座与基础间产生相对运动,端盖与机座配合间隙过大导致轴向窜动,这些间隙在交变应力作用下产生不规则碰撞声。检修时需采用声学成像仪定位声源,对轴承部位进行解体检查,测量游隙并观察滚道表面状态,转子故障需进行转子阻抗测试验证导条完整性,机械松动则需紧固所有连接部件并重新调整配合间隙。

4.2 振动过大故障

振动超标通常反映电动机存在动态不平衡或结构共振问题。转子质量偏心是主要诱因,铸件气孔、焊接缺陷或绕组分布不均会导致离心力增大,振动幅值与转速平方成正比关系。电磁力不平衡源于定子绕组匝间短路或三相电压不平衡,负序磁场在转子中感应出倍频电流,引发与电源频率相关的周期性振动。机械传动系统对中误差会形成附加弯矩,联轴器弹性元件老化降低减振效果,皮带张力不足引发周期性滑移,这些因素共同作用导致振动能量在特定频率段聚集。检修时需进行振动频谱分析,识别特征频率对应故障类型,对转子进行动平衡校正,采用激光对中仪调整传动系统轴线偏差,

更换老化弹性联轴器,重新张紧传动皮带并验证张紧力符合标准。

4.3 定子与转子摩擦(扫膛)故障

扫膛现象是电动机严重故障,根源在于气隙动态变化超出设计容差。轴承磨损导致轴颈径向跳动增大,转子在电磁力作用下产生弯曲变形,这些因素共同作用使转子与定子内圆发生接触摩擦。安装基础沉降引发机座变形,端盖装配不当造成轴向位移,定子铁芯松动导致内圆椭圆度超标,均会破坏气隙均匀性。扫膛初期表现为局部过热与异常噪声,随着摩擦加剧会产生金属碎屑,引发相间短路或接地故障^[5]。检修时需测量气隙最大值与最小值差值,采用内径千分尺检测定子内圆椭圆度,检查轴承游隙与轴颈磨损量,对轻微变形部位进行机械校直或喷涂修复,严重变形需更换机座或转子,修复后需进行空载试运行,监测振动与温度变化确认故障消除。

结束语

电动机故障的精准分析与有效检修是保障设备稳定运行的核心环节。通过系统梳理电气系统、机械结构、运行状态及异响振动等方面的常见故障,并针对性地提出检修策略,可显著提升故障处理效率与质量。在实际应用中,检修人员需结合电动机具体工况与故障特征,灵活运用检修方法,注重细节处理与过程控制。同时,加强日常维护与状态监测,提前发现潜在故障隐患,将故障消除在萌芽状态,从而确保电动机始终处于良好运行状态。

参考文献

- [1]王超.电动机常见故障分析与维修[J].河北农机,2021(16):71-72.
- [2]李琳锋.炼化企业低压电动机常见起停故障分析[J].防爆电机,2024,59(2):66-69,81.
- [3]叶九龙.电动汽车电动机故障诊断与维修技术研究[J].汽车维修技师,2023(11):119.
- [4]洪陆英.新能源汽车永磁同步电动机控制系统故障维修[J].内燃机与配件,2024(10):70-72.
- [5]李强.三相异步电动机常见故障和维修[J].电动工具,2023(4):25-27.