

电机电气连接故障的查找方法

葛 楠

中车北京南口机械有限公司 北京 102202

摘 要：电机作为机电系统的核心动力设备，其电气连接的可靠性直接影响运行稳定性与安全性。电气连接故障类型多样，涵盖接触不良、短路、断路等，受环境、安装及运行维护等多种因素影响。精准的故障查找方法，如直观检查法、仪器检测法与分段排查法，是快速定位并解决故障的关键。针对性的预防措施可有效降低故障发生率。深入研究电机电气连接故障，对保障电机可靠运行、提升工业生产效率具有重要意义。

关键词：电机电气；连接故障；查找方法

引言

在现代工业与日常生活中，电机的应用极为广泛，其运行状态关乎系统整体效能。然而，电机电气连接故障频发，接触不良、短路、断路等问题严重威胁电机正常运转。环境的复杂性、安装操作不规范以及运行维护不当等，均是引发故障的潜在因素。准确查找并预防电气连接故障成为亟待解决的问题。本文系统分析电机电气连接故障类型与影响因素，探讨有效查找方法与预防措施，旨在为电机安全稳定运行提供技术支持。

1 电机电气连接故障类型及影响因素

1.1 故障类型分析

1.1.1 接触不良

接触不良是电机电气连接中常见的故障类型，多因连接部位长期受机械振动、热胀冷缩及电化学反应影响，致使接触表面氧化、腐蚀或松动。当接触电阻增大，连接点处会产生局部过热现象，引发绝缘材料加速老化。在电机运行时，接触不良还会造成电流波动，产生电弧放电，严重时破坏接触点金属结构，导致接触性能进一步恶化，降低电机运行效率，甚至引发设备停机。

1.1.2 短路

短路故障源于电机电气连接中不同电位导体间绝缘失效，造成电流未按既定路径流通，直接通过短接路径形成回路。绕组匝间短路会使局部电流密度骤增，产生大量热量，加速绝缘层碳化，破坏电机磁场分布，引起电机振动加剧、转速异常及输出转矩下降。相间短路则会形成巨大短路电流，触发保护装置动作，若保护失效，将造成电机绕组烧毁，损坏电机内部结构，严重威胁设备安全运行。

1.1.3 断路

断路故障表现为电机电气连接回路中导体连续性中断，致使电流无法正常流通。导线长期受机械应力作用

发生疲劳断裂，或因接头焊接质量不佳、接线端子松脱等，均可能引发断路。电机运行时，单相断路会造成三相电流不平衡，导致电机振动异常、发热严重，输出功率大幅降低；若控制回路断路，会使电机控制信号传输中断，无法实现正常启停、调速等功能，影响电机系统整体运行性能。

1.2 故障影响因素

1.2.1 环境因素

环境因素对电机电气连接影响显著。高湿度环境易使导体表面受潮，加速金属氧化和绝缘材料老化，降低绝缘性能，增加短路风险。高温环境会使绝缘材料机械性能下降，加速绝缘层脆化、开裂，同时加剧接触点氧化，导致接触电阻增大。含有腐蚀性气体、粉尘的恶劣环境，会侵蚀导体和绝缘材料，破坏电气连接结构，缩短电机使用寿命，增加电气连接故障发生概率。

1.2.2 安装因素

电机电气连接安装质量直接决定运行可靠性。安装过程中，若接线端子压接不紧、导线与端子匹配不当，会导致接触不良。布线不合理，使导线承受额外机械应力，易引发导线断裂或接头松动，造成断路故障。绕组线圈排布不规范、绝缘处理不到位，会增加匝间、相间短路风险。安装时若未严格遵循工艺标准，如焊接温度控制不当、绝缘包扎不牢等，也会为后续运行埋下故障隐患。

1.2.3 运行维护因素

电机运行维护状况关乎电气连接稳定性。长期连续运行且缺乏有效维护，会使连接部件因疲劳、磨损而松动，接触性能变差。未定期清理电机内部积尘、污垢，会影响散热效果，加速绝缘老化，增加短路可能。不合理的启停操作，如频繁启动、过载运行，会使电气连接承受过大电流冲击，造成接触点烧蚀、导线过热，加剧

电气连接故障发展。忽视对电机电气连接的日常检查与维护,无法及时发现潜在问题,最终导致故障发生。

2 电机电气连接故障的查找方法

2.1 直观检查法

直观检查法作为电机电气连接故障查找的基础手段,通过技术人员运用视觉、听觉和触觉等感官,对电机电气系统进行全方位的观察与感知。在实际操作中,技术人员首先对电机外观进行细致查看,检查电机外壳是否存在破损、变形,以及接线盒是否密封完好,有无受潮、腐蚀迹象。仔细观察电气连接部位,查看导线是否存在老化、破损、断裂,接线端子是否松动、氧化、烧蚀,若端子处呈现明显的发黑、变色现象,极有可能是因接触不良导致过热引发故障。打开电机防护罩,观察内部绕组端部,查看绝缘层是否有破损、烧焦痕迹,绕组是否存在短路、断路现象,如绕组端部出现局部发黑、焦糊,大概率是绕组短路故障。在电机运行状态下,技术人员可通过听觉判断是否存在异常声响,如出现尖锐的电磁噪声或周期性的撞击声,可能暗示着电气连接故障或机械故障;借助触觉感知电机外壳及电气连接部位的温度,若局部温度过高,超出正常运行温度范围,可能存在接触电阻过大等连接问题。直观检查法虽依赖人工经验,但操作简便、成本低,能够快速发现较为明显的故障点,是初步排查电机电气连接故障不可或缺的重要方法^[1]。

2.2 仪器检测法

仪器检测法凭借专业的电气检测仪器,对电机电气连接系统进行精确的参数测量与故障诊断,可有效发现潜在的电气连接故障。万用表是常用的基础检测仪器,通过其电阻档测量电气连接线路的通断与电阻值,能够判断导线是否存在断路、短路,以及电气连接点的接触电阻大小。若测量某段线路电阻值无穷大,表明该线路存在断路故障;若电阻值远高于正常范围,则说明连接点接触不良。对于电机绕组,使用绝缘电阻表测量绕组对地及绕组相间的绝缘电阻,当绝缘电阻值低于规定标准时,意味着绕组绝缘性能下降,可能存在绝缘破损或受潮导致的电气连接故障。钳形电流表可在不切断电路的情况下,测量电路中的电流值,通过对比各相电流大小,判断是否存在三相电流不平衡的情况,若某相电流异常偏大或偏小,可能是该相存在短路、断路或接触不良等故障。示波器能够直观显示电信号的波形,通过观察电压、电流波形的畸变情况,分析电气连接系统中是否存在谐波干扰、接触不稳定等问题。仪器检测法具有测量精度高、检测结果准确可靠的特点,能够深入检测电气

连接系统的各项参数,为故障的精准定位与分析提供有力依据,是电机电气连接故障深度检测的关键手段。

2.3 分段排查法

分段排查法基于将复杂的电机电气连接系统划分为多个相对独立的子系统或单元的原理,通过逐步缩小故障范围,精准定位故障点。在实施过程中,首先根据电机电气系统的结构与功能,将其合理划分为电源输入部分、控制电路部分、电机绕组部分等多个单元。从电源输入侧开始检测,使用仪器测量电源电压是否正常,若电压正常,则继续检测电源与控制电路之间的连接线路,判断线路是否导通、连接点是否接触良好。若该段检测无异常,接着对控制电路进行排查,检查控制元件如继电器、接触器、开关等的工作状态,测量其触点的通断性能以及线圈的电阻值,判断控制电路是否存在故障。当控制电路检测正常后,将检测重点转移至电机绕组部分,通过测量绕组的直流电阻、绝缘电阻等参数,判断绕组是否存在短路、断路或接地故障。在分段排查过程中,若发现某一段存在故障,进一步将该段细分为更小的子单元进行检测,直至确定具体的故障点。分段排查法能够有条不紊地对电机电气连接系统进行全面检测,避免盲目排查,有效提高故障查找效率,尤其适用于结构复杂、故障原因难以直接判断的电机电气连接故障排查^[2]。

3 电机电气连接故障的预防措施

3.1 优化运行环境

(1) 温度与湿度控制是优化运行环境的核心要点。电机工作时,过高的环境温度会加速电气连接部件的绝缘老化,导致绝缘材料变硬、变脆,进而出现开裂现象,引发漏电或短路故障。需通过安装高效散热装置,如轴流风机、散热片等,将电机运行环境温度控制在合理区间。对于湿度,潮湿环境易使金属连接件锈蚀,降低接触性能,可采用除湿设备将环境相对湿度维持在40%-60%之间,同时为电气连接部位加装防潮绝缘密封套,有效阻隔湿气侵入。(2) 电磁干扰会严重影响电机电气连接的信号传输与稳定性。在电机安装布局上,需将强电与弱电线路分开敷设,保持一定安全间距,避免电磁耦合干扰。针对动力电缆,采用双层屏蔽电缆并确保屏蔽层良好接地,能够有效抑制电磁辐射。在敏感电气元件附近安装电磁屏蔽罩,利用金属屏蔽体对电磁波的反射和吸收作用,减少外界电磁干扰对电机控制系统的影响,保证电气连接信号传输的准确性和可靠性。(3) 粉尘与腐蚀性气体对电机电气连接的危害不容忽视。在粉尘较多的环境中,粉尘会堆积在电气连接点,

阻碍散热,还可能吸附水分形成导电通道,引发短路故障。应定期对电机及电气连接部位进行除尘处理,可采用压缩空气吹扫、吸尘器清理等方式。对于存在腐蚀性气体的环境,需选用耐腐蚀的电气连接材料,如镀镍、镀锡的金属连接件,并对电气连接点进行防腐涂层处理,防止腐蚀性气体与金属直接接触,延长电气连接部件的使用寿命,降低故障发生概率^[3]。

3.2 规范安装操作

(1) 电气连接前的准备工作决定连接质量基础。在正式进行电气连接作业前,必须对各类电气连接部件实施严格筛选与全面检测。要精准核对导线规格,保证其与电机运行电流要求相适配,防止因线径过细在电机运行时出现过载发热状况。对于端子、接线柱等连接件,要逐一开展外观检查和导电性测试,及时剔除表面有划痕、氧化层或接触电阻过大的部件。还要备好合适工具并校准,保证安装操作精准性。(2) 电气连接过程的规范性至关重要。在导线连接时,剥除绝缘层的长度要适中,过短会导致连接不牢固,过长则增加漏电风险。采用压接方式时,需确保端子与导线紧密贴合,压接部位无变形、松动现象,通过控制压接模具和压力参数,保证压接质量。对于螺栓连接,使用扭矩扳手按照规定扭矩值拧紧,使连接件之间获得合适的接触压力,既能保证良好的电气接触,又可防止因过紧损坏连接件或因过松导致接触不良、发热。(3) 安装后的复查与测试是确保电气连接可靠性的关键环节。对所有电气连接点进行逐一检查,查看连接是否牢固,有无虚接、错接现象,检查接线端子的固定螺丝是否拧紧,导线是否有损伤。完成检查后,进行电气性能测试,包括绝缘电阻测试、接触电阻测试和耐压测试。通过绝缘电阻测试判断电气连接部位的绝缘性能是否良好,接触电阻测试评估连接点的导电性能,耐压测试检测电气连接在高电压下的绝缘强度,确保电机电气连接符合运行要求,从安装源头杜绝故障隐患。

3.3 加强运行维护管理

(1) 定期巡检是及时发现电气连接故障隐患的有效手段。制定科学合理的巡检计划,对电机电气连接部位进行全方位检查。通过红外热成像仪检测连接点温度,若发现局部温度异常升高,说明可能存在接触不良、过

载等问题,需进一步排查。采用目视检查方式观察连接点外观,查看是否存在导线绝缘层破损、端子变色、螺丝松动等现象,一旦发现异常,及时记录并采取相应处理措施,将故障扼杀在萌芽状态。(2) 清洁与保养工作对维持电气连接性能稳定意义重大。定期清理电机电气连接部位的灰尘、油污等杂质,防止其影响散热和电气性能。对于金属连接件,可涂抹导电膏,既能降低接触电阻,又能起到防氧化作用,延长连接件使用寿命。对电气连接的活动部件,如旋转接头、滑环等,定期添加润滑脂,减少摩擦损耗,保证部件灵活运转,避免因磨损导致电气连接不稳定。(3) 故障分析与改进是提升运行维护水平的重要途径。当电机电气连接出现故障后,需对故障进行深入分析,通过检查故障部件、查阅运行记录、分析测试数据等方式,准确找出故障原因。针对不同故障原因,制定相应的改进措施,如优化连接工艺、更换性能更好的连接部件等。将故障案例及改进措施进行总结归纳,纳入维护知识库,为后续维护工作提供参考,不断提升电机电气连接的运行维护管理水平,降低故障发生率^[4]。

结语

综上所述,电机电气连接故障的研究涵盖故障类型剖析、影响因素探究、查找方法运用及预防措施制定多个层面。通过对接触不良、短路、断路等故障类型,以及环境、安装、运行维护因素的分析,结合直观检查、仪器检测和分段排查等方法,可实现故障的高效定位。优化运行环境、规范安装操作与加强运行维护管理,能显著降低故障风险。本研究成果对保障电机可靠运行、推动电机技术发展具有重要的理论与实践价值。

参考文献

- [1] 卜婷.电机电气故障红外图像分割方法研究[J].今日制造与升级,2024(11):132-134.
- [2] 许锋.用振动分析方法诊断交流电机电气故障[J].设备管理与维修,2020(19):140-141.
- [3] 肖平.发电机组电气故障智能检测技术研究[J].科技创新与应用,2024,14(18):173-176.
- [4] 武三辉.柴油发电机电气系统故障排除与性能提升研究[J].模型世界,2024(10):18-21.