

# 电机运行与维修及电器故障判断与处理

孙中波

新乡市夏烽电器有限公司 河南 新乡 453600

**摘要:** 本文聚焦于电机运行与维修以及电器故障判断与处理。着重探讨永磁同步电机及其配套控制系统在石油机械中的应用, 阐述电机与传感器系统(用于测试井下沉没度及温度)的协同作用。介绍电机运行参数监测要点、日常维护保养、常见故障维修, 说明电器故障诊断流程、定位技术及典型故障模式, 提出应急处理、长期解决方案及预防性维护技术, 为石油机械电机与电器系统稳定运行提供指导。

**关键词:** 电机运行; 电机维修; 电器故障; 石油机械装备; 永磁同步电机

引言: 石油机械装备的正常运行高度依赖电机与电器系统的可靠支撑。电机作为动力核心, 其运行状况直接关乎设备性能与生产效率。在石油开采复杂恶劣的环境下, 准确判断电机运行状态、及时维修电机故障、有效处理电器系统问题至关重要。深入研究电机运行与维修及电器故障判断与处理, 对保障石油机械高效稳定运行意义重大。

## 1 电机运行基础

### 1.1 电机类型与石油机械适配性

永磁同步电机在石油机械领域展现出独特优势, 尤其在要求高效节能与精准控制的场景中表现出色。在石油开采的潜油电泵系统中, 永磁同步电机凭借其高功率密度、高效率特性, 能够有效降低能耗, 提高采油效率。其永磁体产生的磁场与定子绕组磁场同步运转, 可精确控制转速与转矩, 满足不同井况下对电泵排量的需求。传感器系统在石油机械中扮演着重要角色, 用于测试井下沉没度及温度等关键参数。沉没度传感器可实时监测井下液面高度, 为调整电泵运行参数提供依据, 避免电泵干抽或过载。温度传感器则能及时反馈井下温度变化, 防止因温度过高损坏电机与电缆。电机选型需遵循多重原则。功率匹配方面, 要依据石油机械实际负载需求计算电机额定功率, 同时考虑传感器系统对功率的额外需求。环境适应性上, 井下高温、高压、腐蚀性环境, 要求电机与传感器具备耐高温、耐腐蚀特性, 采用特殊材料与防护结构。负载特性决定电机类型与参数选择, 潜油电泵负载变化大, 需选用调速范围宽、转矩响应快的永磁同步电机。

### 1.2 电机运行特性与监测

永磁同步电机的启动方式多样, 变频启动是常用且高效的方式。通过改变供电频率, 可实现电机平稳启动, 避免对电网与机械传动部件产生冲击, 同时根据井

下工况灵活调整电机转速与转矩, 提高系统效率。运行参数监测是掌握电机状态的重要手段<sup>[1]</sup>。电流反映电机负载情况, 负载突变或内部故障会使电流异常波动; 电压稳定与否直接影响电机输出功率。温度监测可及时发现电机绕组、轴承及传感器系统的过热隐患, 高温会加速部件老化, 威胁系统寿命。振动数据能直观体现机械部件健康状态, 电机与传感器系统的振动异常可能预示着故障发生。通过持续监测这些参数, 可预判系统故障, 保障石油机械稳定运行。

### 1.3 电机与传感器系统的协同运行

电机与传感器系统在石油机械中相互配合, 共同保障设备的高效与稳定运行。在潜油电泵系统中, 传感器负责采集井下关键参数, 如液面高度、温度等, 并将数据实时传输至控制系统。电机根据这些反馈信息动态调整运行状态, 实现对工况的精准适应。例如, 沉没度传感器检测到液位下降时, 控制系统可相应降低电机转速, 减少排量, 防止电泵干抽造成损坏; 当温度传感器监测到异常温升时, 系统可及时采取保护措施, 避免电机或电缆因过热而发生故障。电机的稳定运行也为传感器提供了可靠的工作条件。稳定的电源供应和良好的电磁环境有助于传感器准确采集数据, 提升系统控制精度。二者之间的协调作用不仅提升了设备运行效率, 也有助于延长整体系统的使用寿命。

## 2 电机维修技术

### 2.1 日常维护与保养

电机的稳定运行离不开科学合理的日常维护与保养。对于永磁同步电机, 要重点关注其冷却系统与永磁体的性能。冷却系统应保持畅通, 定期清理散热通道内的杂物, 确保电机散热良好。如果冷却效果下降, 可能导致内部温度升高, 影响电机整体性能。对于传感器系统, 要检查其连接线路是否牢固, 防止因松动导致信号

传输中断。传感器的工作状态直接影响控制系统的准确性，因此要定期对传感器进行校准，保证测量数据的准确性。在日常维护过程中，还要注意电机外壳的清洁，避免灰尘堆积影响通风和散热。润滑系统也需定期检查，及时补充或更换润滑油，防止轴承磨损加剧。另外，要定期检测电机的绝缘电阻，判断是否存在绝缘老化或受潮现象。一旦发现异常，应及时处理，防止故障扩大。通过有计划、有步骤的维护措施，可以有效延长电机使用寿命，保障设备运行的稳定性。

## 2.2 常见故障维修

机械故障维修方面，电机常见的问题包括轴承磨损、转子偏心等。这类问题通常会引起振动增大、噪音增加甚至运行不稳定。遇到此类情况时，应及时更换受损部件，并确保安装精度符合标准要求。装配不当可能引发新的问题，例如轴承受力不均，进一步缩短使用寿命。对于传感器系统，若出现传感器损坏、信号失真等问题，应更换同型号的传感器，并重新校准。传感器是控制系统的重要组成部分，任何偏差都可能影响整个系统的运行状态<sup>[2]</sup>。更换后需进行功能测试，确认信号反馈正常，避免因传感器误差造成误动作。电气故障维修主要集中在绕组短路、绝缘老化、接线松动等方面。对于永磁同步电机，绕组短路会导致电流异常、发热严重，需分段排查短路点并进行修复。绝缘老化会降低绝缘性能，存在漏电风险，可采用合适的绝缘材料进行补强处理。接线松动会造成接触不良、运转不稳，需逐个紧固接线端子，确保连接可靠。检修完成后，应进行通电测试，观察运行状态是否恢复正常。

## 2.3 特殊维修要求

对于永磁同步电机及传感器系统的维修，需特别注意其特殊要求。在维修永磁同步电机时，要避免永磁体失磁。操作过程中要防止高温、强磁场等因素对永磁体造成损害。拆卸和装配时应使用专用工具，避免撞击或过度加热。存放永磁体时应远离高温环境和强电磁干扰源，以维持其磁性能。对于传感器系统的维修，必须确保其精度与稳定性不受影响。更换部件时应选择原厂配件，避免因规格不符影响测量结果。维修完成后，需进行多次测试，验证传感器的响应速度和测量准确性。必要时还应进行系统联动调试，确保与控制单元之间的配合无误。在执行维修任务时，应严格按照技术规范操作，避免人为失误造成二次损坏。维修人员应熟悉电机结构与工作原理，掌握必要的检测手段和维修技能。只有在充分了解设备特性的基础上，才能高效、安全地完成维修工作，保障设备恢复到正常运行状态。

## 3 电器故障判断方法

### 3.1 故障诊断流程

电器故障的判断应从现象入手，逐步分析并归类。首先将故障表现划分为电气故障、机械故障与环境因素引发的问题。电气故障通常表现为电机无法启动、运行异常发热、电流波动或传感器信号不稳定；机械故障则常伴随振动加剧、运转时发出异响等现象；环境因素如潮湿、粉尘可能引起绝缘性能下降、部件腐蚀甚至短路等情况。明确故障类型后，可更有针对性地开展后续排查工作。在具体操作中，采用分段排查法较为有效。按照“电源-控制回路-电机本体-传感器系统”的顺序进行检查，可以有条不紊地缩小故障范围。电源部分需确认供电是否正常，包括电压、频率是否符合要求；控制回路要检查继电器、接触器、PLC模块等元件是否动作可靠；电机本体需观察绕组状态、轴承运行情况；传感器系统则要测试其反馈信号是否稳定准确。通过这一流程化的诊断方式，有助于快速锁定问题所在。

### 3.2 故障定位技术

在初步判断故障区域后，进一步的故障定位需要借助测量手段与分析方法。电气参数测量是常用方式之一，例如检测电机绕组及传感器系统的绝缘电阻、直流电阻等参数，以评估其性能是否正常。若发现数值偏离标准范围，则可能表明存在老化、受潮或断路等问题。除了电气参数测量外，信号分析也是重要的辅助手段<sup>[3]</sup>。设备运行过程中会伴随多种物理信号，如振动、温度变化和噪声等。利用振动频谱分析可识别电机与传感器系统的振动特征，从而判断是否存在转子偏心、轴承损坏等机械问题；红外热成像技术可用于温度分布检测，发现局部过热区域，提示可能存在接触不良或过载；噪声特征分析则有助于识别异常摩擦或部件松动等故障类型。这些技术手段结合使用，可提高故障定位的准确性。

### 3.3 典型故障模式分析

在实际维修过程中，常见的故障类型主要包括电源问题、控制回路异常、电机本体损坏以及传感器系统失效。电源问题是引发电器故障的重要原因，如电压波动可能导致电机启动困难，缺相运行会造成电流不平衡，谐波干扰则会影响控制系统稳定性。因此，电源质量的监测不可忽视。控制回路中的故障多发生在接触器、继电器或PLC程序逻辑环节。接触器触点氧化或烧蚀会导致通断不灵，继电器误动作可能造成控制信号紊乱，而PLC程序错误或通信中断则可能影响整个系统的协调运行。针对这些问题，应定期检查控制元件的动作状态，并对程序逻辑进行核对与优化。电机本体方面，绕组绝

缘劣化、铁芯松动或轴承磨损都可能引发运行异常。绕组短路会造成局部过热甚至烧毁电机，铁芯变形会影响磁路平衡，轴承损坏则会引起振动和噪音。对于传感器系统，常见问题包括探头老化、信号线断裂、接插件接触不良等，这些问题都会导致反馈信号失真或丢失，进而影响整体控制精度。

#### 4 电器故障处理策略

##### 4.1 应急处理措施

电器设备在运行过程中可能出现突发性故障，此时应及时启动应急处理程序。首要任务是控制故障影响范围，避免因局部问题导致整个系统瘫痪。保障生产连续性和人员安全是应急响应的核心原则，在此前提下，优先采取临时供电方案。根据故障类型的不同，可灵活调整供电方式，例如切换至备用电源或启用冗余线路，以维持关键设备的运转。在实施临时供电时，还需结合现场实际情况评估负载分配，确保供电切换过程平稳可靠，不引发新的异常波动。在电气系统中，隔离故障区域是防止问题蔓延的重要手段。通过快速识别并断开故障点与主系统的连接，可以有效减少对其他部分的影响。必要时应执行安全停机操作，以防止设备损坏加剧或引发更严重的风险。对于传感器系统而言，信号中断可能导致控制系统误判，此时可以启用备用传感器或采用手动输入参数的方式，暂时替代失效信号，为后续维修争取时间。

##### 4.2 长期解决方案

在完成紧急应对后，应着手制定和实施长期改进方案，从根本上提升系统的稳定性和抗风险能力。电气系统的本质优化包括多个方面，如合理选配电缆、改善接地性能等<sup>[4]</sup>。电缆作为电力传输的关键载体，其材质与规格直接影响运行效率与安全性；而接地系统的可靠性则关系到设备的电磁兼容性和过载保护效果。与此同时，控制逻辑的完善也是长期改进的重要内容。通过引入冗余设计，可以在主控模块发生异常时自动切换至备用通道，保障系统持续运行。增强故障自诊断功能，则有助于及时发现潜在问题，提高故障排查效率。在传感器应用方面，应选用高稳定性、高精度的产品，并建立可靠的信号采集与处理机制，以降低误报率，提升整体控制水平。各项措施协同推进，使系统具备更强的适应能力和容错能力，确保长期稳定运行。

##### 4.3 预防性维护技术

除了事后处理与系统优化外，预防性维护同样不可忽视。通过提前识别潜在问题，可在故障发生前采取干预措施，有效降低非计划停机的可能性。在线监测系统是实现这一目标的重要手段，能够实时采集电机、传感器等关键部件的运行数据，如温度、电流和振动等参数，并据此建立动态健康档案。这种持续跟踪方式有助于掌握设备性能的变化趋势，为维护决策提供可靠依据。寿命预测模型基于长期积累的运行记录进行分析，评估各类部件的剩余使用寿命。借助科学计算与趋势推演，可以更准确地判断何时需要检修或更换特定元件，从而避免突发故障的发生。结合监测与预测结果，可合理制定维护周期和检修计划，既减少不必要的停机时间，又避免因过度维护带来的资源浪费。这种方式实现了由被动应对向主动管理的转变，显著提升了设备运行的安全性与经济性。定期开展设备巡检和状态评估也有助于发现早期故障征兆，特别是在高温、高湿或震动频繁的环境下，部分元器件更容易老化失效，若能及时处理，可大幅降低突发故障的概率。加强人员培训，使其熟悉各类异常情况的应对流程，也能进一步提升整体运维效率。

##### 结束语

随着石油机械装备向智能化、高效化方向发展，对电机运行的可靠性与安全性提出了更高要求。通过对永磁同步电机及其配套控制系统、传感器系统的全面分析，有助于构建完善的电气设备管理体系。结合现代监测手段与预防性维护策略，能够实现故障早期预警与精准处理，延长设备使用寿命，提升生产效率，为石油机械装备制造与应用提供坚实保障。

##### 参考文献

- [1]柴保桐,吴峥峰.某电厂燃机发电机振动故障分析及处理[J].山东工业技术,2020,(06):75-78.
- [2]练义虎.电厂发电机组电气设备故障与维护[J].湖北农机化,2020,(17):154-155.
- [3]闫玉龙.汽轮发电机运行故障诊断与预防探讨[J].中国设备工程,2022(14):164-166.
- [4]吴妮娜.火力发电厂发电机励磁调节系统故障及对策研究[J].河南科技,2022,41(24):46-49.