

电机电气故障的原因分析

孙明敏¹ 纪学兵² 丁 辉³

1. 济宁矿业集团花园井田资源开发有限公司 山东 济宁 272000

2. 山东省微山金源煤矿 山东 济宁 277600

3. 济宁矿业集团花园井田资源开发有限公司 山东 济宁 272000

摘要: 随着工业技术的不断发展,电机作为关键的动力设备,其电气故障问题日益受到关注。本文系统分析了电机电气故障的主要原因,包括绝缘材料老化、绕组连接问题、过热与过载等。同时,深入探讨了这些故障对电机运行性能及寿命的影响。此外,还介绍了先进的故障诊断方法与检测技术,并提出了相应的预防措施,旨在提高电机的运行稳定性和可靠性,为工业生产的顺利进行提供有力保障。

关键词: 电机电气故障; 原因; 预防措施

引言: 电机作为现代工业与日常生活的核心动力设备,其稳定运行至关重要。然而,电气故障频发已成为制约电机效能发挥的关键因素。为了深入理解电机电气故障的本质,本文旨在全面剖析电机电气故障的主要原因,从绝缘材料老化、绕组连接问题到过热与过载等多维度进行探讨。通过深入分析,我们期望为电机故障的预防、诊断与修复提供科学依据,进一步提升电机的运行稳定性和使用寿命。

1 电机电气系统基础

1.1 电机电气系统的组成与功能

电机电气系统是由多种材料和组件构成的复杂系统。首先,导电材料如铜和铝等是电机电气系统中不可或缺的元素,主要用于电流传导,构成绕组和连接线路,从而实现电能的传输和转换。其次,导磁材料如铁和硅钢片等,在电机中起着关键的磁导作用,引导磁通量的流动,从而有效地转换电能与机械能。绝缘材料则用于隔离导电部件,避免短路,保证电机的安全稳定运行,它们包括绝缘纸、绝缘漆等,需要具备良好的耐热、防潮和机械强度等性能。结构件则主要用于支撑和固定电机的各个部件,如机壳、端盖、轴承等,保障电机结构的完整性和机械强度。在电机电气系统中,电动机的定子与转子扮演着重要角色。定子通常包括铁芯和绕组,是产生旋转磁场的关键部分。转子则包括铁芯、绕组和导电环等,是电机中电能转换为机械能的核心部件。通过定子与转子之间的相互作用,电机实现了电能与机械能的转换,驱动了各种机械设备的运行。

1.2 电机电气故障的常见类型

电机电气故障主要分为三类:绝缘故障、绕组连接问题和过热与过载故障。绝缘故障可能由对地、相间或

匝间的短路引起,导致电机性能下降甚至停机。绕组连接问题则可能涉及电阻不平衡、电流不平衡或缺相等问题,这些问题会导致电机运行不稳定,甚至可能损坏电机。过热与过载故障则可能是由于电机长时间在过载条件下运行,或散热不良,导致电机温度过高,从而引发一系列问题,如绕组烧毁等。这些故障对电机的正常运行和寿命具有重要影响,因此需要定期进行维护和检测,及时发现并解决问题。

2 电机电气故障的具体原因分析

2.1 绝缘故障的原因分析

(1) 绝缘材料老化、受潮: 绝缘材料在长时间的使用过程中,会因受到温度、湿度、氧化等多种因素的影响而逐渐老化,导致其绝缘性能下降。同时,如果电机长时间工作在潮湿环境中,绝缘材料会吸收水分,进一步降低其绝缘强度,从而增加漏电和短路的风险。(2) 嵌线、焊接过程中的损伤: 在电机的制造过程中,嵌线和焊接是关键工艺环节。如果嵌线过程中操作不当,可能会损坏绝缘层;而焊接过程中如果温度控制不当或焊接技术不过关,也可能导致绝缘材料受损,进而引发绝缘故障。(3) 绕组端部与端盖碰撞: 电机在运行过程中,由于振动和冲击力的影响,绕组端部可能会与端盖发生碰撞。这种碰撞不仅会导致绝缘层磨损或破裂,还可能使绕组变形,从而影响电机的运行性能。(4) 引出线绝缘损坏: 引出线是连接电机绕组与外部电路的桥梁,其绝缘性能的好坏直接关系到电机的安全稳定运行。如果引出线在制造或使用过程中受到损伤,或者因长时间暴露在恶劣环境中而老化,都可能导致绝缘损坏,进而引发漏电和短路故障^[1]。(5) 定子、转子摩擦引起的绝缘损坏: 当电机运行异常时,如轴承磨损、转

子变形等,可能会导致定子与转子之间的间隙变小,从而引发摩擦和磨损。这种摩擦不仅会导致绝缘层损坏,还可能使绕组变形或断裂,严重影响电机的运行性能。

2.2 绕组连接问题的原因分析

(1) 绕组加工不当(断头连接、接线错误):在绕组加工过程中,如果操作不当或技术不过关,可能会导致断头连接或接线错误。这些问题不仅会影响电机的运行性能,还可能引发短路和漏电故障。(2) 焊接工艺可靠性差:焊接是绕组连接的关键环节之一。如果焊接工艺不可靠,如焊接温度控制不当、焊接时间不足或焊接材料选择不当等,都可能导致焊接点不牢固或存在裂纹,从而影响绕组的连接性能和电机的运行稳定性。

(3) 绕组与引接线连接问题:绕组与引接线的连接也是绕组连接问题中的重要一环。如果连接不牢固或接触不良,会导致电流传输不畅或产生额外的电阻和热量,从而加速绝缘老化过程并引发故障。

2.3 过热与过载故障的原因分析

(1) 电机过载运行:当电机长时间在过载条件下运行时,其内部温度会急剧升高。这种高温环境会加速绝缘材料的老化过程并降低其绝缘强度,从而增加漏电和短路的风险。同时,高温还会使绕组中的电流密度增大,进一步加剧绕组的发热和老化过程。(2) 散热不良:电机的散热性能直接影响到其运行温度和寿命。如果电机的散热系统存在问题,如风扇堵塞、散热片污垢过多或散热通道不畅等,都会导致电机内部热量无法及时散发出去,从而引发过热故障。(3) 工作环境温度过高:电机的工作环境温度也会对其运行温度和寿命产生影响。在高温环境中,电机的散热能力会下降,从而增加过热故障的风险。同时,高温环境还可能加速绝缘材料的老化过程并降低其绝缘强度,进一步加剧电机的电气故障风险^[2]。(4) 电机装配不当(轴承磨损、转子变形):电机的装配质量直接影响到其运行稳定性和寿命。如果电机在装配过程中存在问题,如轴承装配过紧或过松、转子安装不平衡或变形等,都会导致电机在运行过程中产生额外的振动和摩擦力。这些振动和摩擦力不仅会增加电机的运行噪音和能耗,还会加速轴承和转子的磨损,进而导致电机过热和电气故障。同时,转子变形还可能使绕组与定子之间的间隙发生变化,从而引发绕组与定子之间的摩擦和绝缘损坏。

3 电机电气故障的诊断与检测

3.1 常用的故障诊断方法

(1) 观察法:这是一种直观且简单的故障诊断方法。技术人员可以通过目测电机的外观,检查绝缘物是

否破裂、是否有焦黑痕迹等,初步判断电机是否存在故障。此外,观察电机的运行状态,如振动、噪音等,也能为故障诊断提供线索。(2) 检查灯检测法:该方法主要用于检验电机绕组是否接地。通过将检查灯连接到电机的绕组与地之间,观察检查灯是否发光来判断绕组是否存在接地故障。若检查灯发光,则表明绕组已接地。

(3) 万用表检测法:万用表是电气维修中常用的工具之一。通过测量电机的电阻值,可以判断绕组是否存在断路或短路故障。同时,结合电机的额定电流和电压值,还可以对电机的运行状态进行初步评估^[3]。(4) 兆欧表检测法:兆欧表主要用于测量电机的绝缘电阻。通过测量绕组与地之间、绕组相间的绝缘电阻值,可以判断电机的绝缘性能是否良好。若绝缘电阻值过低,则表明电机可能存在绝缘故障。(5) 冒烟法:这是一种较为特殊的故障诊断方法。通过低电压加热电机绕组,观察是否有冒烟现象来判断绕组是否存在接地故障。但需要注意的是,这种方法具有一定的危险性,应在确保安全的前提下进行。

3.2 先进检测仪器与技术

(1) 电能质量和电机分析仪(如Fluke438-II):这是一种集电能质量分析和电机故障诊断于一体的先进仪器。通过测量和分析电机的电压、电流、功率因数等参数,可以全面评估电机的运行状态和电能质量,及时发现并定位故障。(2) 红外热像仪(如FlukeTi480PRO):红外热像仪通过测量电机表面的温度分布,可以直观地展示电机的热分布情况。通过对比分析电机各部位的温度差异,可以判断电机是否存在过热故障或局部热故障。(3) 真有效值工业用记录万用表(如Fluke289):这种万用表能够准确测量电机的真有效值电流、电压等参数,并具备数据记录功能。通过长期监测电机的运行数据,可以及时发现电机的异常变化,为故障预警和故障诊断提供依据。(4) 振动诊断仪或分析仪:通过测量电机的振动信号,可以判断电机的机械状态是否存在问题。如轴承磨损、转子不平衡等故障都会导致电机的振动异常。结合振动频谱分析技术,可以进一步定位故障源并采取相应的维修措施。

4 电机电气故障的预防措施

4.1 绝缘性能的提升

绝缘性能是电机电气性能的重要组成部分,其优劣直接关系到电机的运行安全和寿命。为了提升电机的绝缘性能,可以采取以下措施:(1) 提高绝缘材料的耐热等级。选用具有更高耐热等级的绝缘材料,可以有效提高电机在高温环境下的运行稳定性。耐热等级高的材

料能够承受更高的温度,减少因温度升高而导致的绝缘老化现象,从而延长电机的使用寿命。(2)优化浸烘工艺,减少绕组内的空气隙。浸烘工艺是将绕组浸渍在绝缘漆中,并通过加热使其固化,形成致密的绝缘层。优化浸烘工艺,如选择合适的浸渍温度和时间,以及使用高质量的绝缘漆,可以显著提高绕组的绝缘强度和耐潮性能。同时,通过减少绕组内的空气隙,可以降低局部放电和击穿的风险,提高电机的绝缘可靠性。(3)选用高质量的绝缘纸、绝缘漆等材料。绝缘纸和绝缘漆是构成电机绝缘系统的重要材料。选用高质量的绝缘纸和绝缘漆,可以确保绝缘层的厚度、均匀性和致密性,从而提高电机的绝缘性能。此外,高质量的材料还具有更好的耐化学腐蚀性和耐老化性能,能够在恶劣的环境条件下保持稳定的绝缘性能。

4.2 绕组连接质量的提升

绕组连接质量的好坏直接关系到电机的运行性能和稳定性。为了提升绕组连接质量,可以采取以下措施:

(1)优化绕组加工与连接工艺。绕组加工过程中,应确保绕组的形状、尺寸和排列方式符合设计要求。同时,在连接绕组时,应采用可靠的连接方式,如焊接、压接等,并确保连接点的接触良好、牢固可靠。此外,还应加强绕组加工过程中的质量控制,确保每个环节的工艺质量都符合标准。(2)加强焊接质量控制。焊接是绕组连接中常用的方法之一。为了加强焊接质量控制,应选择合适的焊接设备和焊接材料,并严格控制焊接温度和时间。同时,还应定期对焊接设备进行维护和校准,确保其处于良好的工作状态。在焊接过程中,还应注意观察焊接点的质量情况,及时发现并修复焊接缺陷。(3)定期检查绕组与引接线的连接状态。绕组与引接线的连接状态是电机运行稳定性的重要指标之一。因此,应定期对绕组与引接线的连接状态进行检查和维护。检查内容包括连接点的接触情况、绝缘层的完整性以及是否有松动或脱落现象。对于发现的问题,应及时采取措施进行修复或更换^[4]。

4.3 过热与过载故障的预防

过热与过载故障是电机运行中常见的问题之一,对电机的寿命和运行安全性产生严重影响。为了预防过热与过载故障,可以采取以下措施:(1)合理选择电机

额定功率,避免过载运行。在选购电机时,应根据实际需要选择合适的额定功率。避免选用额定功率过小的电机,以免电机在实际运行中因过载而产生过热故障。同时,还应充分考虑电机的运行环境和负载特性,选择合适的电机类型和型号,确保电机在实际应用中的性能和安全性。(2)改进散热设计,提高散热效率。电机的散热性能对其运行温度和寿命有着直接的影响。因此,在设计电机时,应充分考虑其散热性能,优化散热设计。具体措施包括:采用更高效的散热片材料,优化散热片的结构和布置,以及合理设计散热风道等。同时,在运行过程中,应保持电机周围的环境清洁、通风良好,以减少尘埃、油污等对散热性能的影响。(3)定期检查电机装配状态,及时修复磨损部件。电机的装配质量直接影响其运行性能和稳定性。为了确保电机的装配质量,应定期进行检查和维修。检查内容包括轴承的磨损情况、定子和转子的装配间隙、连接部件的紧固情况等。对于发现的磨损部件,应及时进行修复或更换,以免其进一步影响电机的运行性能和安全性。同时,在更换或修复部件时,应注意使用高质量的材料和配件,确保其能够满足电机的使用要求。

结束语

综上所述,电机电气故障的原因复杂多样,涉及绝缘性能、绕组连接质量、运行环境等多个方面。通过深入分析和研究,我们不仅加深了对电机电气故障本质的理解,也为故障的预防、诊断与修复提供了科学的方法和思路。未来,随着技术的不断进步和创新,我们相信电机的电气性能将得到进一步提升,电气故障的发生率也将有效降低,为工业生产和日常生活的顺利进行提供更加可靠的保障。

参考文献

- [1]李佩焯.电机故障诊断的智能方法论述[J].中国设备工程,2021,(16):129-130.
- [2]袁建华.高压电机故障的产生原因及处理对策分析[J].光源与照明,2022,(04):56-58.
- [3]孟旭,胡闻嘉.异步电动机电气故障的识别与诊断分析[J].大众标准化,2022,(02):18-19.
- [4]万萍英.电动机常见故障分析及处理方法[J].中小企业管理与科技,2019,(11):97-98.