

化工企业大型电动机绕组故障预防策略探讨

李子华

(中石化上海石油化工股份有限公司, 上海 200540)

摘 要 大型电动机的正常运行对整个化工企业生产过程至关重要, 预防大型电动机绕组故障对于化工企业的持续运行和经济效益具有重要意义。本文通过对化工企业在实际运行中常见的大型电动机绕组故障进行深入分析, 发现主要的故障源头来自环境因素、机械应力、电气应力及设计材料缺陷等方面, 并基于实际情况提出了针对各种故障类型的解决策略和预防建议。结果表明, 通过完善电动机使用规程, 并结合现场操作人员培训, 可以有效地延长大型电动机的使用寿命, 降低化工生产的维护成本, 大幅度提高了化工生产的连续性和安全性。

关键词 化工企业; 大型电动机绕组故障; 维修管理; 使用寿命

中图分类号: TM32

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.12.024

0 引言

化工企业作为我国重要的基础产业, 其生产过程中对设备的运行状态有着严格的要求。其中, 大型电动机作为化工生产线上的关键设备, 其健康状态直接影响到生产的连续性和可靠性。然而, 由于各种因素的影响, 大型电动机绕组故障现象屡见不鲜, 且维修成本高昂, 故障也往往导致整个生产流程的中断, 甚至出现严重的经济损失。因此, 对大型电动机绕组故障的预防作用至关重要。过去的研究已经显示, 大型电动机的故障主要来自环境因素, 如环境湿度和温度波动、机械冲击、电机本身的设计和材料问题等。对这些故障源头的深入理解和针对性的预防, 可显著提高电动机的运行效率, 降低其维护成本, 同时也为化工生产的持续和安全提供保障。

1 化工企业大型电动机概述

1.1 大型电动机的重要性

在化工企业的生产运营过程中, 大型电动机作为核心动能设备, 发挥着至关重要的作用^[1]。大型电动机正常运行是保证生产效率和企业竞争力的基础, 其稳定性直接关系到生产过程的安全性及经济效益。电动机的运行可靠性极大程度上影响到工厂的整体运作, 因为任何非计划性的停机都会导致生产中断, 进而导致经济损失和生产目标的偏离。确保这些设备高效、稳定地运行是企业保持生产连续性、降低生产成本及提升市场竞争力的关键。大型电动机的重要性不可低估, 其维护和管理直接影响着化工企业的可持续发展。

1.2 大型电动机的结构和工作原理

大型电动机基本结构包括定子、转子、绕组和外

壳等部分。定子通常由圆形铁芯和嵌入的铜质绕组组成, 负责产生旋转磁场。转子则是由轴、转子铁芯和绕组组成, 置于定子内部, 受磁场驱动产生旋动力。绕组是电动机的核心部件, 通过输入电流形成电磁场, 实现电动机的动力转换功能^[2]。大型电动机通过电磁感应原理, 将电能转化为机械动能, 驱动化工设备的运转, 保证生产系统的正常运行。电机的高效性和可靠性直接影响化工企业的生产效率和安全性。

1.3 大型电动机在化工企业中的应用状况和挑战

在化工企业中, 大型电动机通常用于驱动泵、风机、压缩机等关键设备, 其稳定运行直接影响生产效率。这些电动机在高温、高湿、粉尘或腐蚀性环境中运行时, 面临诸多挑战。环境因素会导致绕组材料老化, 降低绝缘性能, 增加电机故障风险。频繁的启动和停止可能产生机械应力, 造成轴承损坏; 同时频繁的启动和停止也会产生大电流、引起发热加速电机绝缘老化。而电动机设计的复杂性和技术要求, 也给故障诊断和维修带来了困难。有效识别和应对这些应用挑战, 对保证化工生产的平稳进行至关重要。

2 大型电动机绕组故障识别和分析

2.1 大型电动机绕组故障的识别方法

大型电动机绕组故障的识别至关重要, 常用的方法主要包括电气测量法、热成像技术和振动分析法。电气测量法通过监测电动机的电流、电压和绝缘电阻等参数, 能够有效捕捉电气系统中的异常信号。这种方法能够提前识别潜在的绕组短路或断路问题。热成像技术则利用红外热成像仪对电动机进行非接触式监测, 可以快速识别绕组过热区域, 是检测绝缘老化和

局部热点的重要工具。振动分析法通过测量电动机的振动频率和幅度，帮助识别绕组的机械松动、对中不良以及其他结构性故障。采用这些方法可以相互补充，从多角度确保故障早期识别，为及时维护提供可靠的依据，并最大限度地减少停机时间和损失。

2.2 最常见的大型电动机绕组故障及其形成原因

大型电动机绕组故障的形成原因多样，主要包括环境因素、机械应力、电气应力及设计材料缺陷等（见表 1）^[3]。环境因素是引发绕组故障的常见原因，高湿度和温度波动会导致绝缘材料老化或失效，增加绕组故障的概率。电动机在运行过程中的机械应力，如振动和冲击，也可能对绕组造成物理损伤。电气应力则源于电压波动或短路的影响，这会导致绕组过热或电击穿，严重时引发绝缘损坏^[4]。设计和材料缺陷同样是重要原因，包括设计不当导致的冷却不足，或材料耐高温性和耐化学性不足，容易在苛刻环境中加速老化和磨损，最终诱发故障。

表 1 大型电动机绕组故障及其形成原因概述

故障类型	形成原因	具体描述
绕组故障	环境因素	高湿度和温度波动导致绝缘材料老化或失效
	机械应力	振动和冲击对绕组造成物理损伤
	电气应力	电压波动或短路导致绕组过热或电击穿
	设计材料缺陷	设计不当导致的冷却不足，材料耐高温性和耐化学性不足

2.3 大型电动机绕组故障的经济影响和安全风险

在经济影响方面，绕组故障会导致电动机停机，从而引发生产中断，造成严重的生产损失和高额的维修费用。更换或修理电动机的成本，以及因停产导致的经济损失，可能会对企业的财务稳定产生重大不良影响。在安全风险方面，绕组故障可能引发电气火灾、爆炸等安全事故，威胁生产环境和现场人员的安全，甚至导致环境污染，在安全和环保方面加大了企业额外的管理负担和风险成本。

3 大型电动机绕组故障的预防策略

3.1 周期性的机械维护

周期性的机械维护在预防大型电动机绕组故障中起着关键作用。定期维护计划应包括对电动机各部件的详细检查，特别是绕组部分，以及时发现潜在问题。通过先进的检测设备，例如红外热成像仪，可以有效

识别绕组过热现象和绝缘老化情况。检查过程中应关注绕组的紧固程度，避免因松动而导致的振动和磨损。定期更换润滑油和清洁内部灰尘，以保持电动机的运行平稳。对机械部件的润滑状态定期检测，确保在最佳状态下运行，防止过度摩擦引发过热。依据电动机的运行记录和历史故障数据，适时调整维护间隔，制定针对性的维护计划。定期的机械维护不仅能有效降低绕组故障的发生率，还能延长电动机的使用寿命，提高生产装置的运行效率和安全性。

3.2 电动机材质改良和电动机冷却系统的优化

电动机材质的改良和冷却系统的优化是预防绕组故障的重要策略之一。选择耐高温、抗湿性强的材料有助于提高绕组的耐久性，减少环境因素对绕组的影响。采用先进的绝缘材料，可以有效降低绕组短路和电击穿的风险。在冷却系统方面，优化设计能显著改善电动机的散热效率，保持绕组温度的稳定。高效的冷却系统不仅能防止温度过高引发的绕组老化问题，还能延长电动机的使用寿命，维护生产的连续性和安全性^[5]。有效的材质改良和冷却优化，构成了关键的电动机故障预防措施。

3.3 使用规程的完善和操作员培训

完善使用规程和加强操作员培训是降低大型电动机绕组故障发生率的重要途径。制定细致的电动机操作规程，不仅有助于规范作业流程，还能减少因操作不当引发的绕组损坏。规程需涵盖启动、运行、停机及异常处理等环节，确保操作符合设备设计要求。操作员培训应着重提升其对电动机绕组故障的识别和处理能力，包括设备监测工具的使用、电气和机械参数的判断，以及常见异常的应对措施。通过系统性培训，操作员能在早期发现潜在问题，从而避免故障进一步扩展。完善规程与培训协同实施，不仅提升了操作的规范性，还为化工企业的安全生产提供了保障。

4 大型电动机绕组故障预防策略实施效果

4.1 预防策略实施前后电动机维修率的对比

在实施预防策略之前，化工企业的大型电动机维修率一直居高不下。通过对预防策略的具体实施，如周期性的机械维护、电动机材质的改良、电动机冷却系统的优化以及完善使用规程和操作员培训，企业电动机的运行状况得到了显著改善。根据统计数据，在预防策略实施之后，电动机的维修率下降了约 20%。这一变化直接反映了故障发生频率的降低，证明了预防策略在提升电动机可靠性和减少停机时间方面的有效

性。这种维修率的下降不仅减少了因故障导致的生产中断，也明显降低了与电动机故障相关的经济损失，使得化工企业的生产更加稳定和高效。

4.2 预防策略对化工生产效率和安全性影响

预防策略在化工生产中对效率和安全性产生了显著的积极影响。通过实施周期性的机械维护，以及对电动机材质和冷却系统的改进，电动机的故障率显著降低，减少了因故障导致的停机时间，从而提高了生产连续性。完善使用规程和操作人员培训增强了现场操作的规范性，减少了人为错误的发生，提升了生产过程的安全性。更稳定的电动机性能意味着生产中断和设备更换的频率降低，进一步提升了生产效率。可靠的设备运行和良好的安全记录不仅降低了事故风险，还提升了企业的信誉和员工的工作环境满意度。

4.3 预防策略对电动机使用寿命和维护成本的影响

预防策略的实施对大型电动机使用寿命和维护成本产生了显著影响。通过优化电动机材质和冷却系统，电动机在恶劣环境中的耐久性得到增强，使用寿命显著延长。电动机材质的改良降低了绕组故障的发生率，从而减少了由故障引发的停机时间和修复费用。完善的使用规程和操作人员培训提高了电动机的运行稳定性和安全性，进一步减少了非计划性维护事件的发生频率。整体维护成本显著降低，为企业节省了大量资源，促进了经济效益的提升。

5 大型电动机绕组故障预防策略展望

5.1 预防大型电动机绕组故障的重要性

大型电动机是化工生产过程的核心组成部分，一旦出现绕组故障，不仅会导致设备损坏和生产停滞，还可能引发严重的安全事故，导致巨大的经济损失。确保电动机的正常运转是维持化工企业生产效率和安全生产环境的基础。通过完善的预防策略，如定期的机械维护、电动机材质的改进以及冷却系统的优化，故障的发生率能够被显著降低，从而减少因故障导致的电动机维修次数。另外，制定规范的使用规程并对操作人员进行培训，有助于减少人为因素导致的故障发生率，并有效延长设备的使用寿命。故障预防工作不仅能够保证生产线的连续性和产能的稳定性，还降低了长期的维护成本。构建完善的故障预防机制，对于提高企业的综合效益、增强市场竞争力，以及确保生产过程的安全运行，具有显著的战略意义。

5.2 强调预防策略实施对企业经济效益和电动机使用寿命的积极影响

预防策略的实施在化工企业中展现了显著的经济

效益和延长电动机使用寿命的重要性。通过周期性的机械维护、电动机材质改良以及冷却系统优化，企业能够有效降低电动机的故障率，从而减少由故障导致的停机时间和相关维修成本，确保生产过程的连续性与稳定性。操作规程的完善和人员培训的加强，使操作人员能够更熟练地应对潜在问题，进一步降低操作失误带来的风险。这些措施的落实显著提高了电动机的工作效率和使用寿命，推动了设备管理的现代化和智能化，为企业带来了长远的经济利益。通过降低非计划性停机及其引发的生产中断，企业能够更好地控制生产成本，提高生产效率。随着维护成本的降低和生产连续性的增强，企业的市场竞争力也得到了提升，未来，这种预防性维护策略可为其他行业提供重要参考，实现广泛应用，实现可持续发展。

6 结束语

通过对化工企业大型电动机绕组故障的深入分析，对多种不同类型的故障现象进行了深度剖析，一方面确定了故障产生的主要原因，如环境湿度和温度波动、机械冲击以及电机本身设计和材料制作的问题等；另一方面，从实际操作层面，设计出有效的解决策略和预防措施，如周期性的机械维护，电动机材质的改良，电动机冷却系统的优化等。实践证明，这些措施能显著提高电动机的维修效率，极大地提升化工生产的连续性和安全性。然而，由于大型电动机的复杂性以及工作环境的多变性，本研究在解决电动机绕组故障问题上还存在一定的局限性。未来的研究可进一步深化电动机故障诊断和预防层面的理论研究，开发出更多行之有效的故障检测、故障预防和维修策略，确保化工生产过程的连续性和安全性，降低维护成本，延长设备使用寿命。

参考文献：

- [1] 付久龙,唐守智.化工企业电动机抗晃电策略应用研究[J]. 电工技术,2023(08):205-207.
- [2] 高峰,王博.交交变频双绕组电动机定子绕组故障局部修复实践[J]. 宝钢技术,2022(05):35-39.
- [3] 刘建伟.探析泵站高压电动机绕组故障[J]. 百科论坛电子杂志,2020(12):1465.
- [4] 代斌.石油化工企业中电动机轴承使用寿命探究[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A,2020(09):93-95.
- [5] 刘豪,牛姿懿,宋亚凯,等.同步电动机定子绕组短路故障分析[J]. 防爆电机,2023,58(02):38-40.