

火电厂高压电机绝缘故障原因分析与对策

李俊玲

国能亿利能源有限责任公司电厂 内蒙古 鄂尔多斯 014300

摘要: 火电厂高压电机的绝缘性能是确保设备安全、防止电流泄漏及保护工作人员的关键因素。本文首先对高压电机绝缘的重要性进行了概述,并介绍了其主要类型、绝缘等级以及绝缘结构,为理解高压电机绝缘系统提供了基础。随后,深入分析了导致高压电机绝缘故障的多种原因,包括环境因素、运行条件、绝缘材料老化等。基于这些分析,提出了针对性的有效对策,旨在显著提升高压电机的绝缘性能,确保其长期稳定运行。

关键词: 火电厂; 高压电机; 绝缘故障; 原因分析; 对策

引言: 在火电厂的电力生产系统中,高压电机作为关键设备之一,其绝缘性能的稳定与可靠直接关乎整个电厂的安全运行与发电效率。然而,由于多种因素的影响,高压电机绝缘故障时有发生,严重威胁着电厂的安全生产。因此,有必要对火电厂高压电机绝缘故障的原因进行深入分析,并提出相应的对策与措施,以期为保障电厂的安全运行与提升发电效率提供有益参考。

1 火电厂高压电机绝缘概述

在火电厂高压电机的绝缘不仅是防止电流泄漏、保护设备免受损坏的重要屏障,更是保障工作人员人身安全的关键环节。在实际应用中,固体绝缘因其广泛的使用性和可靠的绝缘性能,成为火电厂高压电机绝缘的首选。固体绝缘材料多样,包括有机材料、人工合成聚合物和无机材料,如云母、环氧树脂和沥青等。这些材料通过特定的组合方式,如以云母为主要材料,环氧树脂为粘合剂,沥青为浸渍剂,共同构成了高压电机强大的绝缘系统。不同等级的绝缘材料具有不同的耐热能力,这是根据电机运行需要和绝缘材料的耐热性能综合确定的。在火电厂的高温、高湿环境中,选用高绝缘等级的材料尤为重要,以确保电机在恶劣工况下仍能稳定运行。火电厂高压电机的绝缘结构复杂且精细,包括导线本身的绝缘、绕组层间和相间的绝缘、引线及连接线的绝缘以及绕组的浸渍漆等。这些绝缘层分布在电机的各个关键部位,共同构成了电机的整体绝缘体系^[1]。此外,电机外壳与内部电磁线之间的空气间隙也构成了基本的绝缘结构,同时外壳接地提供了附加的安全防护。

2 高压电机绝缘故障原因分析

2.1 机械因素导致的绝缘故障

在电机的日常运行中,多种机械力如振动冲击、离心力、电磁力和热应力等不可避免地会对绝缘材料产生作用。这些机械力具有累积效应,长期作用会导致绝缘

材料发生机械变形。随着时间的推移,这种变形会逐渐加剧,最终在绝缘材料表面或内部形成裂纹或磨损。这些裂纹和磨损是绝缘层的薄弱环节,它们降低了绝缘材料的整体强度和耐电性能。在持续的机械应力作用下,这些薄弱环节容易发生绝缘击穿或损坏,从而导致电机故障。

2.2 热因素导致的绝缘故障

热因素同样是引发高压电机绝缘故障的一个重要原因,特别是在夏季高温环境下,电机的运行环境变得更加恶劣。加之高压电机冷却器可能因积污等因素导致冷却性能下降,这使得电机的温度显著升高。高温环境会导致绝缘材料发生热老化现象,使其性能逐渐下降。电机在运行过程中产生的焦耳热、涡流以及介质损耗等都会转化为热量,这些热量会进一步使绝缘材料软化、变形,进而形成薄弱环节^[2]。过高的温度还会加速绝缘材料的老化过程,使其机械强度和电气性能逐渐降低,从而缩短绝缘材料的使用寿命。

2.3 电因素导致的绝缘故障

电因素导致的绝缘故障是电机运行中常见的问题,在实际运行中,电机经常受到各种电应力的影响,尤其是在频繁启动和负载突变的情况下,电机绕组需要承受大电流的冲击。这种冲击不仅会产生大量的热量,使得电机温度升高,而且还会对绕组绝缘材料造成严重的热应力和电应力。长时间处于这种恶劣的工作环境下,绕组绝缘材料容易发生老化,其绝缘性能会逐渐下降。一旦绝缘性能降低到一定程度,就可能发生绝缘击穿或短路等故障,严重影响电机的正常运行。因此,在电机的设计和使用过程中,需要充分考虑电应力对绝缘材料的影响,采取有效的措施来降低热应力和电应力,提高电机的绝缘性能和可靠性。

2.4 环境因素导致的绝缘故障

环境因素同样是导致高压电机绝缘故障不可忽视的原因，户外高压电机长期暴露在自然环境中，不可避免地会受到热胀冷缩现象的影响，这会导致电机的密封性能逐渐损坏。随着时间的推移，湿气、化学物质、尘埃等异物容易通过损坏的密封侵入绝缘层间，这不仅会降低绝缘性能，还会加速绝缘材料的老化过程。特别是在潮湿环境下，绝缘材料容易吸收水分而受潮，进而导致绝缘电阻显著下降。在严重的情况下，受潮的绝缘材料甚至可能发生放电或击穿现象，直接威胁电机的安全运行。

2.5 制造工艺与材料问题导致的绝缘故障

高压电机的制造工艺和材料质量对其绝缘性能具有直接影响，在绝缘处理这一关键环节中，如果采用的工艺不当或处理不到位，就可能导致绝缘材料内部含有水分、气泡等杂质。这些杂质的存在会显著降低绝缘材料的性能，使其难以有效隔绝电流，从而导致绝缘故障的发生。此外，绝缘材料本身的质量问题也是引发绝缘故障的一个重要原因。如果绝缘材料的耐电强度不足、耐热等级不够，或者在使用过程中容易发生老化、龟裂等现象，那么电机的绝缘性能就会大打折扣。

3 高压电机绝缘故障对策与措施

3.1 加强日常维护和保养

高压电机作为火电厂的核心设备，其绝缘性能的稳定与否直接关系到电厂的安全运行。为了预防绝缘故障，定期对高压电机进行维护和保养是至关重要的。在日常维护和保养中，首先要注意的是冷却器的清理。冷却器作为高压电机的重要部件，其冷却效果直接影响电机的运行温度。必须定期清理冷却器，确保其中的水质良好，及时更换脏水，以避免冷却效果下降。清理冷却器中的水附着物也是必不可少的，这样可以保障其稳定运行，防止因冷却不良导致电机温度过高而引发绝缘故障。除了冷却器的清理，密封性能的检查也是关键。密封性能的好坏直接关系到电机内部的清洁度和干燥度。应定期对电缆与电机连接处、接线盒穿孔等位置进行密封检查，确保密封性能良好。这样可以有效防止潮气、灰尘等异物侵入电机内部，对绝缘层造成损害^[3]。此外，对于运行超过一定年限的高压电机，还应加强对绝缘老化情况的评估。通过外观检查、电气预防性试验等手段，可以及时发现并处理绝缘老化问题，从而避免因绝缘老化导致的故障发生。这一系列的维护和保养措施，对于保障高压电机的长期稳定运行具有重要意义。

3.2 改进制造工艺和材料

在高压电机的设计和制造过程中，绝缘问题是一个至关重要的考虑因素。为了从源头上减少绝缘故障的发

生，我们必须注重采用先进的制造工艺和高质量的绝缘材料。（1）采用先进的绝缘处理工艺。绝缘处理工艺的好坏直接影响着绝缘材料的性能和寿命。因此，我们应该积极引入和应用先进的绝缘处理技术，如真空压力浸渍和固化处理。这些技术能够有效地减少绝缘材料中的水分、气泡等杂质含量，从而提高绝缘性能。还必须确保绝缘处理过程的均匀性和一致性，避免因处理不当导致绝缘层存在薄弱环节，为电机的长期稳定运行打下坚实的基础。（2）选用高质量的绝缘材料。绝缘材料的质量直接决定了电机的绝缘性能，在材料的选择上，应该严格把关，确保所选材料具有耐电强度高、耐热等级高等优良特性。这样，电机在长时间运行下仍能保持稳定的绝缘性能，有效抵御各种恶劣工况的考验。还应关注绝缘材料的环保性和可持续性。选择对环境影响小的材料，不仅符合当今社会的绿色发展理念，也有助于降低电机的全生命周期成本。

3.3 优化运行方式

高压电机的运行方式对其绝缘性能和使用寿命具有重要影响，通过优化运行方式，可以有效减少电机受到的机械应力和电应力，从而延长绝缘的使用寿命。（1）减少频繁启动次数。频繁启动会对电机的绝缘层造成冲击，加速绝缘的老化过程。因此，我们应该合理安排生产计划，尽量避免电机的频繁启动。通过降低启动电流对绕组的冲击，可以有效延长绝缘的使用寿命，提高电机的运行可靠性。（2）控制负载变化。负载的突变会对电机绕组造成过大的冲击，导致绝缘层受损。因此，在电机的运行过程中，应该尽量控制负载的变化，保持负载的稳定运行。这样可以有效减少因负载突变导致的绝缘故障，保障电机的长期稳定运行。（3）加装负荷报警装置。通过实时监测电机的负载情况，可以及时发现并处理超载运行问题。一旦电机出现超载运行，负荷报警装置会及时发出警报，并采取相应的措施^[4]。这样可以有效防止因超载导致电机温度过高而引发绝缘故障，保障电机的安全运行。

3.4 加强防潮处理

在高压电机的运行过程中，环境因素导致的绝缘故障问题不容忽视，为了保障电机的稳定运行，我们必须采取一系列有效的防潮处理措施，以减少湿气对绝缘层的侵害，从而提升电机的绝缘性能。（1）安装电加热器。在电机内部巧妙布局电加热器，可以在停机或潮湿环境下及时投入运行，确保电机内部始终保持干燥状态。加热器的加热作用能够驱除电机内部的湿气，有效防止因湿气凝结而导致绝缘层受潮，进而降低绝缘故障

的风险。(2)外置加热工具。对于未安装电加热器或电加热器效果不明显的电机,我们可以灵活使用外置加热工具进行辅助防潮处理。热风机、加热板、红外烤灯等外置加热工具能够迅速吹扫和烘烤电机内部,快速驱除湿气,提升绝缘性能。这些工具的使用为我们的防潮工作提供了更多的选择和灵活性。(3)选用隔水性强的材料。我们可以采用DMC等高性能材料制作支柱绝缘子,这些材料具有出色的隔水性,能够显著降低因接线盒绝缘问题而产生的绝缘不足风险^[5]。在接线盒等易受潮部位涂抹防水涂料或加装防水垫等防潮措施,可以进一步筑起电机的防潮屏障,确保电机在潮湿环境中也能稳定运行。

3.5 提高检修和预防性试验水平

为了确保高压电机的稳定运行,提高检修和预防性试验水平是至关重要的,通过加强这两项工作,可以及时发现并处理绝缘故障隐患,有效防止故障进一步扩大,从而保障电机的绝缘性能和运行稳定性。(1)缩短检修周期。对于长时间运行的高压电机,应适当缩短检修周期,以便对电机的损坏程度进行全面、细致的评估。通过定期检修,可以及时发现绝缘层存在的潜在问题,如微小的裂纹、老化等,并在这些问题进一步恶化之前进行处理,从而有效防止绝缘故障的发生。(2)加强预防性试验。预防性试验,如电气预防性试验,可以帮助我们评估绝缘的老化情况,及时发现并处理绝缘老化问题。因此,应高度重视预防性试验工作,定期对电机进行绝缘电阻、介质损耗等关键参数的测量和分析。通过这些试验,可以准确把握电机的绝缘状态,及时发现绝缘故障隐患,并采取有效的处理措施,确保电机的绝缘性能始终保持在良好状态。

3.6 综合治理外部环境

针对环境因素导致的绝缘故障问题,必须采取综合治理外部环境的策略。通过改善电机运行环境、加强防雨设施、清理积灰等多方面的措施,可以有效减少环境因素对电机绝缘性能的影响,提高电机的运行稳定性和可靠性。(1)改善运行环境。可以在高压电机周围设置防护罩或隔离墙等设施,有效防止灰尘、化学物质等异

物的侵入。定期对电机周围环境进行清理和打扫,保持环境的清洁和整洁,也是必不可少的。这些措施能够显著减少环境因素对电机绝缘层的侵害,降低绝缘故障的风险。(2)加强防雨设施。对于户外运行的高压电机,必须设置防雨罩或防雨棚等设施,确保雨水不会直接淋湿电机。定期检查和维护防雨设施的完好性和有效性也是至关重要的。一旦发现防雨设施存在问题,我们应及时进行处理,确保电机在恶劣天气条件下也能稳定运行。(3)清理积灰。在电机运行过程中,灰尘和污垢等杂物会不可避免地产生。这些杂物如果长时间积累在电机内部,会严重影响电机的散热和绝缘性能。应定期对电机内部进行清理和打扫,保持电机的清洁和整洁。这不仅可以提高电机的运行效率,还能有效延长电机的使用寿命。

结语

综上所述,火电厂高压电机绝缘故障的原因多种多样,涵盖了机械因素、热因素、电因素、环境因素以及制造工艺与材料问题等。为了保障电厂的安全运行与提升发电效率,我们必须采取切实可行的对策与措施来应对这些故障。通过实施加强日常维护和保养、改进制造工艺和材料、优化运行方式、加强防潮处理、提高检修和预防性试验水平以及综合治理外部环境等措施,我们可以有效提升高压电机的绝缘性能,确保其稳定运行,从而为火电厂的安全生产与高效发电提供有力保障。

参考文献

- [1]郭森.火电厂高压电机绝缘故障原因分析与对策[J].数字化用户,2020(47):54-55.
- [2]尹建忠.高压电机绝缘故障原因分析与对策[J].百科论坛电子杂志,2021(9):2943-2944.
- [3]万巍.火电厂高压电动机的故障处理探究[J].中国设备工程,2024(9):147-149.
- [4]安志友.关于火电厂高压电动机的故障处理研究[J].国际援助,2022(31):132-134.
- [5]吴群山.对火电厂电动机状态检修的探讨[J].百科论坛电子杂志,2020(15):1861.