

火电厂电气一次设备高压试验探讨

吕孝丹

淮浙电力有限责任公司凤台发电分公司 安徽 淮南 232000

摘要：火电厂电气一次设备高压试验是确保设备安全运行的关键环节。本文深入探讨了高压试验的重要性、试验过程、常见问题及风险。通过高压试验，可有效评估设备绝缘性能和耐受能力，及时发现并处理潜在缺陷。同时，本文还针对试验中可能出现的绝缘老化、过载、温升等问题提出了相应的解决措施，为火电厂电气一次设备的安全稳定运行提供重要保障。

关键词：火电厂；电气一次设备；高压试验

引言：火电厂电气一次设备是电力生产的核心，其性能与可靠性直接关系到电力系统的安全与稳定。高压试验作为检测这些设备的重要手段，对于预防故障、确保设备长期安全运行具有关键作用。本文将全面探讨火电厂电气一次设备的高压试验，分析其必要性、试验方法、常见问题及解决措施，旨在提高试验效率和安全性，为火电厂的安全运行提供坚实保障。

1 火电厂电气一次设备概述

1.1 定义与分类

电气一次设备，是指在电力系统中直接参与电能的生产、传输、分配和使用的电气设备。这些设备在火电厂中扮演着至关重要的角色，确保电能的稳定供应和高效利用。电气一次设备在火电厂中的应用非常广泛，根据其功能和用途，可以分为多个类别。常见的电气一次设备包括发电机、变压器、断路器、隔离开关、电流互感器和电压互感器等。发电机是火电厂的核心设备，它将燃料燃烧产生的热能转化为机械能，再通过电磁感应原理将机械能转化为电能。变压器则用于调整电压等级，确保电能在不同系统之间高效传输。断路器和隔离开关则用于控制电路的接通与断开，保护电力系统的安全稳定运行。电流互感器和电压互感器则提供必要的电信号给控制系统和保护装置，实现对电力系统的监控和保护。

1.2 主要功能

电气一次设备在火电厂中的主要功能是确保电能的稳定生产和传输。发电机通过电磁感应原理将机械能转化为电能，为整个电力系统提供源源不断的电力。变压器则通过调整电压等级，满足不同用户对电能的需求，并确保电能的高效传输。断路器和隔离开关则起到电路控制和保护作用，当电力系统发生故障时，它们能够迅速切断故障电流，防止故障扩散，确保电力系统的安全

运行。

1.3 存在的问题与挑战

尽管电气一次设备在火电厂中发挥着至关重要的作用，但在运行过程中也面临着一些问题和挑战。绝缘老化是电气一次设备常见的问题之一，由于受煤尘、潮湿和高温等恶劣条件长时间的影响，设备绝缘性能会逐渐下降，甚至可能引发短路故障。此外，耐压能力不足也是电气一次设备面临的问题之一，特别是在高压、大电流的工作环境下，设备容易因耐压能力不足而发生损坏。

2 高压试验的基本理论与原则

2.1 高压试验定义

高压试验是指对电气设备施加高于其额定电压的高电压，以检验设备的绝缘性能、耐压能力和电气特性是否满足设计和运行要求的试验。其目的是确保电气设备在正常运行条件下及在可能出现的过电压情况下，都能安全可靠地工作，避免因绝缘损坏或耐压能力不足而引发的电气事故。

2.2 试验原则

（1）安全性。试验过程中应确保人员和设备的安全。试验人员需穿戴专业的安全防护装备，如绝缘手套、绝缘鞋和防护服等。同时，试验设备应具备良好的接地和绝缘保护措施，防止触电和短路事故的发生。

（2）可靠性。试验结果应准确可靠，能够真实反映电气设备的绝缘性能和耐压能力。因此，在试验前应仔细检查和校准试验设备，确保其精度和稳定性满足要求。同时，试验过程中应严格按照预定的试验程序进行，避免人为因素的干扰。

（3）准确性。高压试验需要对电气设备的绝缘电阻、泄漏电流、耐压值等关键参数进行准确测量和记录。试验数据的准确性和完整性对于评估设备的绝缘性能和耐压能力至关重要。因此，在试验过程中应采用精确的测量仪器和方法，并严格按照试验标准进

行数据处理和分析^[1]。

2.3 试验方法

常用的高压试验方法包括绝缘电阻测量、交流耐压试验和直流耐压试验等。绝缘电阻测量是通过施加一定的直流电压，测量电气设备绝缘部分的电阻值，以评估其绝缘性能的好坏。交流耐压试验则是在设备两端施加高于其额定电压的交流电压，持续一段时间，以检验设备的耐压能力和绝缘是否存在缺陷。直流耐压试验则采用直流电压进行耐压试验，主要用于检测绝缘子、套管等设备的绝缘性能。

3 火电厂电气一次设备高压试验的内容与方法

3.1 变压器高压试验

变压器是火电厂电力系统中最重要的设备之一，其高压试验主要包括绝缘电阻测量、介质损耗角正切值测量和交流耐压试验。（1）绝缘电阻测量：绝缘电阻是衡量变压器绝缘性能的重要指标。通过施加一定的直流电压，测量变压器绕组和绝缘结构的电阻值，可以评估其绝缘性能的优劣。绝缘电阻值的大小反映了绝缘材料的干燥程度和绝缘结构的完整性。若绝缘电阻值偏低，可能意味着绝缘材料受潮、老化或存在缺陷。（2）介质损耗角正切值测量：介质损耗是电流通过绝缘材料时产生的能量损失。介质损耗角正切值（ $\tan\delta$ ）是衡量这种能量损失大小的指标。通过测量 $\tan\delta$ ，可以判断绝缘材料是否存在老化、受潮或污染等问题。 $\tan\delta$ 值越大，说明绝缘材料的性能越差，需要采取相应的措施进行改善^[2]。（3）交流耐压试验：交流耐压试验是模拟实际运行中的过电压情况，以检验变压器绝缘结构的耐受能力。在试验过程中，需要施加高于变压器额定电压的交流电压，并持续一定的时间。通过观察变压器在试验过程中的表现，可以判断其绝缘结构是否存在缺陷，如裂纹、气泡或污染等。交流耐压试验是变压器高压试验中最为重要的一项，它能够有效地发现潜在的绝缘缺陷，确保变压器在极端条件下的安全运行。

3.2 互感器高压试验

互感器是电力系统中用于测量和保护的重要设备，其高压试验主要包括极性检查、绝缘电阻测量和变比测量。（1）极性检查：互感器在制造和安装过程中，其极性必须正确。极性检查是通过施加一定的电压或电流，观察互感器的输出信号，以确认其极性是否正确。若极性错误，将严重影响互感器的测量和保护功能。（2）绝缘电阻测量：互感器的绝缘电阻测量与变压器类似，也是评估其绝缘性能的重要手段。通过测量互感器的绝缘电阻值，可以判断其绝缘结构是否存在缺陷。若绝缘电

阻值偏低，可能意味着绝缘材料受潮、老化或存在污染等问题。（3）变比测量：变比是互感器的重要参数之一，它表示互感器输入和输出电流或电压之间的比例关系。通过测量互感器的变比，可以验证其是否满足设计要求，并发现潜在的制造或安装错误。变比测量通常采用比较法或直接测量法进行。

3.3 高压电力电缆试验

高压电力电缆是电力系统中传输电能的重要通道，其高压试验主要包括绝缘电阻测量和交流耐压试验。

（1）绝缘电阻测量：电缆的绝缘电阻是衡量其绝缘性能的重要指标。通过测量电缆的绝缘电阻值，可以判断其绝缘层是否存在老化、受潮或损伤等问题。若绝缘电阻值偏低，可能意味着电缆的绝缘性能已经下降，需要采取相应的措施进行修复或更换^[3]。（2）交流耐压试验：电缆的交流耐压试验是模拟实际运行中的过电压情况，以检验其绝缘结构的耐受能力。在试验过程中，需要施加高于电缆额定电压的交流电压，并持续一定的时间。通过观察电缆在试验过程中的表现，可以判断其绝缘结构是否存在缺陷，如裂纹、气泡或污染等。交流耐压试验能够有效地发现潜在的绝缘缺陷，确保电缆在极端条件下的安全运行。

3.4 断路器、隔离开关等设备的高压试验

断路器、隔离开关等开关设备是电力系统中用于控制和保护的重要设备，其高压试验主要包括绝缘电阻测量和操作机构试验。（1）绝缘电阻测量：开关设备的绝缘电阻测量是评估其绝缘性能的重要手段。通过测量开关设备的绝缘电阻值，可以判断其绝缘结构是否存在缺陷。若绝缘电阻值偏低，可能意味着绝缘材料受潮、老化、有裂纹或者存在其他形式的损坏，这将直接影响到开关设备的电气性能和运行可靠性。因此，对于绝缘电阻的测量，应当严格按照试验规程进行，确保测量结果的准确性和可靠性。（2）操作机构试验：开关设备的操作机构是其关键部件，其性能直接决定了开关设备的操作可靠性和安全性。操作机构试验主要包括机械特性试验和电气特性试验。机械特性试验主要检查操作机构的动作是否灵活、准确，是否存在卡涩、过紧或过松等问题。电气特性试验则主要检查操作机构在接通和断开电路时的电气参数，如接触电阻、断开时间等。通过操作机构试验，可以及时发现并处理潜在的操作机构故障，确保开关设备在正常运行和紧急情况下都能准确、迅速地执行操作指令。

4 高压试验中的安全问题与应对措施

4.1 安全隐患分析

高压试验过程中可能存在的安全隐患主要包括电击、短路、电弧放电、设备损坏以及人员误操作等。

(1) 电击。这是高压试验中最为严重的安全隐患之一。由于试验电压极高,若试验人员未佩戴合适的防护装备或接触到带电部分,就可能遭受电击,导致严重的身体伤害甚至生命危险。(2) 短路。在高压试验中,若设备接线错误、绝缘不良或试验电压过高,可能导致设备与地或其他设备之间发生短路。短路不仅会损坏设备,还可能引发火灾、爆炸等严重后果。(3) 电弧放电。当高压设备之间存在绝缘不良或设备表面存在污秽时,可能引发电弧放电。电弧放电会产生高温和强光,对设备和人员造成严重的伤害^[4]。(4) 设备损坏。高压试验过程中,若试验电压、电流等参数设置不当,或设备本身存在缺陷,都可能导致设备损坏。设备损坏不仅会影响试验的顺利进行,还可能对电力系统的安全运行构成威胁。(5) 人员误操作。在高压试验中,若试验人员未经过专业培训或操作不当,可能导致试验失败或引发安全事故。

4.2 安全防护措施

(1) 佩戴绝缘手套和防护服。试验人员进行高压试验时,应佩戴符合标准的绝缘手套和防护服,以防止直接接触到带电部分或受到电弧放电的伤害。绝缘手套和防护服应定期进行检查和更换,确保其性能良好。

(2) 设置安全距离。在高压设备周围设置安全距离,确保试验人员在试验过程中不会进入危险区域。同时,应设置明显的警示标志,以提醒人员注意安全。(3) 使用绝缘工具。在试验过程中,应使用绝缘工具进行操作,如绝缘棒、绝缘夹等。这些工具应经过定期检查和测试,确保其绝缘性能良好。(4) 检查设备状态。在试验前,应对设备进行全面检查,确保其处于良好的工作状态。同时,应检查设备的绝缘性能和接线情况,确保设备在试验过程中不会发生短路或电弧放电。(5) 遵守安全规程。在进行高压试验时,应严格遵守相关的安全规程和操作规程。试验人员应经过专业培训,熟悉试验流程和注意事项,确保操作正确无误。

4.3 应急处理措施

(1) 紧急停机。一旦发现试验过程中出现异常情况,如设备故障、人员触电等,应立即按下紧急停机按钮,切断电源,停止试验。同时,应迅速疏散试验现场的人员,确保他们远离危险区域。(2) 采取急救措施。对于受伤的人员,应立即进行急救处理。若人员触电,应首先切断电源,然后使用适当的急救方法,如心肺复苏、止血等。同时,应尽快将受伤人员送往医院救治。(3) 事故报告。在事故发生后,应立即向上级报告事故情况,包括事故发生的时间、地点、原因以及受伤人员的情况等。以便及时组织调查和处理。(4) 设备检修。对于损坏的设备,应进行详细的检修和分析,找出事故原因,并采取有效的修复措施。同时,应对设备进行全面检查和测试,确保其能够恢复正常工作并满足安全要求。(5) 总结经验教训。在事故处理完毕后,应组织相关人员总结经验教训,分析事故原因和防范措施的有效性。通过总结经验教训,可以进一步完善安全防护措施和应急处理方案,提高高压试验的安全性和可靠性。

结束语

综上所述,火电厂电气一次设备的高压试验是确保电力系统安全稳定运行的重要环节。通过系统的试验方法和严格的安全措施,我们能够全面评估设备的绝缘性能和耐压能力,及时发现并处理潜在问题。未来,我们应继续加强高压试验技术的研究与应用,提高试验效率和准确性,为火电厂的安全运行提供坚实保障。本文的探讨仅为开端,期待更多专业人士共同参与,推动电力行业的持续发展。

参考文献

- [1]肖飞.电力系统变电一次设备状态检修技术探讨[J].企业技术开发,2019,(06):43-44.
- [2]蒋春敏.电力系统变电一次设备状态检修技术探讨[J].建设科技,2019(13):124-125.
- [3]王贵宾.电力系统变电一次设备状态检修技术探讨[J].电子测试,2019,(15):128-129.
- [4]范志钦.试论火电厂电气一次设备状态检修[J].黑龙江科技信息,2020,(08):77-78.