

高压开关设备生产运行实用技术

刘庆东

山东电工电气日立高压开关有限公司 山东 济南 250101

摘要: 高压开关设备作为电力系统的“心脏”，其重要性不言而喻。其基本原理在于通过控制电流的通断，保障电力系统的稳定运行。关键技术中，灭弧技术是确保设备安全运行的关键，经历了从单压式到自能式，再到双动自能式的技术革新。本文详细探讨了高压开关设备的生产运行技术，不仅涉及了先进的生产技术，还深入分析了运行维护技术，旨在进一步提升设备的可靠性和运行效率，确保电力系统的安全与稳定。

关键词: 高压开关设备；生产；运行；实用技术

引言

随着电力工业的迅猛发展和电网规模的不断扩大，高压开关设备在电力系统中的角色日益凸显。作为核心装备，其性能和稳定性直接关系到整个电网的安全运行。本文旨在系统而深入地探讨高压开关设备的基本原理、关键技术以及先进的生产运行技术。通过详细剖析这些核心要素，我们期望为电力行业提供有力的技术支持和有价值的参考。

1 高压开关设备的基本原理及分类

高压开关设备是电力系统中不可或缺的重要组件，它们负责在关键时刻对电流进行精确的控制，确保电力系统的稳定运行。下面，我们将深入探讨高压开关设备的基本原理及其分类。

高压开关设备的基本原理，主要是通过控制电路的通断来实现对电力系统的保护和控制。这些设备能够在电力系统出现故障时，迅速切断电流，从而防止设备损坏和事故扩大。同时，它们也能够需要在需要时接通电路，保证电力系统的连续供电。

高压开关设备的种类繁多，根据其功能和应用场景的不同，可以分为断路器、气体绝缘金属封闭开关设备和隔离开关等。

断路器是高压开关设备的核心部件，其作用至关重要。当电力系统发生故障时，断路器能够迅速切断故障电流，将故障部分从系统中隔离出来，从而保护整个电力系统的安全。断路器的设计精良，能够在极短的时间内完成断开操作，有效地防止了因故障电流持续时间过长而造成的设备损坏。

GIS，即气体绝缘金属封闭开关设备，以其独特的气体绝缘技术在电力系统中占据着重要地位。GIS将主要的开关设备封装在充满绝缘气体的金属壳体内，从而实现了了对设备的高效保护。这种设计不仅提高了设备的安全

性，还大大增强了其可靠性，使得GIS在恶劣的环境条件下也能稳定运行。

隔离开关则是另一种重要的高压开关设备，它主要用于在电力设备需要检修时，将电源与需要检修的设备进行电气隔离，从而保证检修人员的安全。隔离开关操作简单，结构牢固，是电力系统中不可或缺的安全保障设备。

2 高压开关设备的关键技术

2.1 灭弧技术

高压开关设备在电力系统中扮演着至关重要的角色，而灭弧技术作为其中的关键技术之一，对于确保设备的稳定运行和电力系统的安全至关重要。在电流切断过程中，电弧的产生是不可避免的现象，而电弧的高温、高能量会对设备和系统造成严重的损害。采取有效的灭弧措施，实现对电弧的快速熄灭和有效控制，是高压开关设备设计的重要任务。灭弧技术主要通过不同的方式和机制，将电弧熄灭在产生初期或在其发展过程中进行有效控制。目前，高压开关设备中常用的灭弧技术包括单压式灭弧技术、自能式灭弧室技术和双动自能式灭弧室技术等。这些技术各有特点，适用于不同的应用场景和需求。

(1) 单压式灭弧技术

单压式灭弧技术是一种在电力系统中广泛应用的传统灭弧方法。其核心思想在于利用压缩气体或特定的绝缘油作为主要的灭弧介质，以实现在开关设备中有效地熄灭电弧，从而保证电路的安全断开。在电流切断的瞬间，由于电路中的电流突然中断，很容易产生强烈的电弧。电弧是一种高温高亮的等离子体，它不仅会损坏开关设备，还可能对周边设备和人员构成威胁。如何迅速而有效地熄灭电弧，是电力系统安全运行中一个至关重要的问题。单压式灭弧技术的工作原理是，在电弧产生

的瞬间,通过特定的控制装置,快速释放已经压缩的气体或绝缘油^[1]。这些介质以极高的速度冲向电弧,通过物理冲击和冷却作用,使电弧的温度和压力迅速下降,从而达到熄灭电弧的目的。该技术的主要优点在于其结构相对简单,制造成本较低,且操作维护较为方便。然而,其灭弧效果相较于现代的一些先进技术而言,略显逊色。这主要是因为其灭弧过程主要依赖于物理冲击和冷却,对气体或油的质量和压力要求较高,一旦这些条件无法满足,灭弧效果将大打折扣。此外,单压式灭弧技术还存在一些潜在的安全隐患。例如,在灭弧过程中,释放的气体或油可能会产生一定的压力波动,对设备造成冲击。同时,如果使用的气体或油具有可燃性,那么在电弧的高温作用下,可能引发火灾或爆炸等严重事故。在使用该技术时,必须严格控制介质的质量和压力,并采取相应的安全防护措施。

(2) 自能式灭弧室技术

自能式灭弧室技术,作为现代电力系统中一项关键且前沿的灭弧技术,其独特的工作原理和显著的优势使得它在高压、大电流环境中扮演着不可或缺的角色。该技术最大的特点在于,它巧妙地利用电弧自身产生的能量来生成灭弧所需的介质,从而实现了电弧的高效熄灭。当电弧在电力系统中产生时,自能式灭弧室技术会迅速响应。通过精密设计的结构,电弧被引导至一个特定的燃烧区域。在这个区域内,电弧燃烧时会释放大量的热能,使周围的气体迅速升温并产生高压。这种高温高压气体在扩散的过程中,会形成一种强烈的动态环境。这些高温高压气体不仅会对电弧产生强烈的冷却作用,降低其温度,从而减少其能量输出;更重要的是,它们还能有效地去游离电弧中的带电粒子,削弱电弧的导电能力。这种冷却和去游离的双重作用,使得电弧在极短的时间内迅速熄灭,从而避免了电力系统因电弧故障而受损。自能式灭弧室技术的优势在于其灭弧效果好、响应速度快。由于该技术利用的是电弧自身的能量,因此无需额外的能源供应,既环保又节能。同时,其快速的响应速度也意味着在电弧产生后的极短时间内,电力系统就能恢复正常运行,减少了故障对系统稳定性的影响。然而,自能式灭弧室技术也对制造精度和结构设计提出了较高的要求。因为要实现电弧在特定区域内的燃烧,并产生足够的高温高压气体,需要精确的尺寸控制和复杂的结构设计。这也使得该技术的制造成本相对较高,但在高压、大电流的应用场景下,其优异的性能使得这些投入变得物有所值。

(3) 双动自能式灭弧室技术

双动自能式灭弧室技术,作为电力系统和高压电器中至关重要的技术之一,是在传统自能式灭弧室技术的基础上,经过深入研究和技术创新而发展出来的一种先进灭弧技术。这种技术的关键在于其独特的双动触头结构,通过动端喷口和静端触头的精密配合,实现了对电弧的高效、精准控制。在实际应用中,当电路中出现短路、过载或其他故障,导致电弧产生时,双动自能式灭弧室技术便会迅速启动。动端喷口会迅速喷出高压气体,这些气体与静端触头产生的电弧相互作用。这种相互作用不仅带来了强烈的冷却效果,有效地降低了电弧的温度,而且还通过气体的流动和电弧的相互作用,实现了电弧的快速去游离。这种双向控制的机制,使得电弧在极短的时间内被迅速熄灭,从而有效地保护了电路和电气设备的安全。双动自能式灭弧室技术的优势在于其优异的灭弧效果和动作的高可靠性^[2]。在高压、大容量等复杂应用场景中,该技术能够迅速、有效地熄灭电弧,避免了因电弧导致的设备损坏和火灾事故。由于其独特的双动触头结构,使得该技术具有更高的动作可靠性和稳定性,保证了电力系统的安全稳定运行。

2.2 绝缘技术

在高压环境中,设备内部各部件之间的绝缘性能必须得到严格保证,以防止电流泄露和击穿现象的发生。首先,高性能的绝缘材料是绝缘技术的核心。这些材料需要具备良好的电气绝缘性能、机械强度、耐热性、耐腐蚀性等特点。目前,市场上已经出现了多种新型的绝缘材料,如纳米复合材料、陶瓷复合材料等,它们具有更优异的绝缘性能和更长的使用寿命。其次,绝缘结构设计也是绝缘技术的重要组成部分。合理的绝缘结构设计可以确保设备在正常运行时具有良好的绝缘性能,并且能够承受各种复杂的环境条件。例如,采用多层绝缘结构、增加绝缘距离、优化电场分布等措施,都可以有效提高设备的绝缘性能。此外,绝缘检测和监控也是绝缘技术中不可或缺的一环。通过定期对设备进行绝缘检测和监控,可以及时发现并处理绝缘缺陷,防止设备在运行过程中发生故障。目前,已经有多种先进的绝缘检测和监控技术被应用于高压开关设备中,如局部放电检测、红外热像仪检测等。最后,绝缘技术的不断创新也是高压开关设备发展的重要推动力。随着新材料、新工艺和新技术的不断涌现,绝缘技术也在不断地发展和完善。例如,利用纳米技术改善绝缘材料的性能、采用智能监测技术实现绝缘状态的实时监控等,都是绝缘技术创新的重要方向。

3 高压开关设备的生产运行技术

3.1 生产技术

(1) 材料选择。高压开关设备的材料选择是确保设备质量和性能的基础。在选择原材料时,必须考虑其电气性能、机械性能、耐热性、耐腐蚀性等多个方面。高性能的原材料不仅能够保证设备在正常运行条件下的稳定性和可靠性,还能在异常情况下提供足够的保护。此外,原材料的质量也直接影响到设备的寿命和维修频率,因此必须选择质量上乘、经过严格筛选的原材料。

(2) 加工制造。加工制造是高压开关设备生产中的关键环节。在这一阶段,需要采用先进的生产工艺和设备,以确保设备的加工精度和表面质量。通过精密的加工工艺,可以确保设备的各个部件尺寸精确、配合紧密,从而提高设备的整体性能。同时,先进的生产设备还能提高生产效率,降低生产成本。在加工制造过程中,还需要注意对设备的清洁和防护。高压开关设备对清洁度要求较高,任何微小的杂质都可能影响设备的正常运行。在加工制造过程中必须采取严格的清洁措施,确保设备内部和外部的清洁度。此外,还需要对设备进行适当的防护,以防止在运输和安装过程中受到损坏。(3) 装配调试。装配调试是高压开关设备生产中的最后一道工序,也是确保设备性能的重要环节。在装配过程中,需要严格按照工艺要求进行装配,确保各个部件之间的配合紧密、无松动。同时,还需要对设备的各项性能指标进行测试和调试,以确保设备在正常运行条件下能够达到预期的性能要求。在调试过程中,如果发现设备存在性能问题或故障隐患,必须及时进行排查和处理。这可能需要重新调整装配工艺、更换部件或进行其他修复措施。通过严格的装配调试过程,可以确保高压开关设备在出厂前已经具备了良好的性能和稳定性。

3.2 运行技术

高压开关设备在电力系统中扮演着至关重要的角色,它们负责控制、保护和隔离电路,确保电力系统的稳定、安全和高效运行。其关键技术涵盖了多个方面,特别是在运行技术这一领域,包含了设备选型、安装调试、运行维护等多个重要环节。(1) 设备选型。在设备选型阶段,必须综合考虑电力系统的实际需求、技术规格、经济性以及设备的可靠性等因素。首先,需要根据电力系统的电压等级、电流容量以及运行环境等条件,

选择合适的设备型号和规格。同时,也要考虑设备的技术性能,如开断能力、机械寿命、电气寿命等,确保设备能够满足电力系统的长期稳定运行需求。(2) 安装调试。安装调试是高压开关设备投入运行前的重要步骤。在安装过程中,必须严格按照设备的技术要求和安装规范进行操作,确保设备的安装位置、固定方式、接线方式等符合设计要求。同时,也要注意设备的安装环境和条件,如温度、湿度、振动等,以避免因环境因素导致的设备损坏或性能下降。在调试阶段,需要对设备进行全面的测试和检查,确保设备的各项性能指标符合要求,并能够正常、安全地投入运行。(3) 运行维护。高压开关设备的运行维护是确保其长期稳定运行的关键。在设备运行过程中,需要加强对设备的巡检和检测,及时发现并处理设备的故障和异常情况。巡检内容主要包括设备的外观、机械部件、电气部件等,以确保设备的完好性和正常运行^[1]。同时,也要对设备的运行数据进行定期监测和分析,以评估设备的运行状态和性能。在维护方面,需要定期对设备进行保养和维修,如清洁设备、更换易损件、紧固螺栓等,以确保设备的良好状态和正常运行。此外,也要对设备进行预防性维护,如定期试验、更换润滑油等,以预防设备故障的发生,提高设备的可靠性和使用寿命。

结束语

回顾高压开关设备生产运行实用技术的全面分析,我们见证了其显著的进步与发展。如今,高压开关设备不仅追求更高的效率和更环保的设计,还融入了智能化元素,以适应日益复杂的电力系统需求。随着技术的不断创新和突破,高压开关设备将继续在电力系统中发挥关键作用,为实现绿色、智能、可持续发展的能源发展目标贡献力量,为社会的繁荣与进步奠定坚实基础。

参考文献

- [1]董雅顺.高压开关特性测试仪测量结果的不确定度分析[J].工业计量,2017(2):55-56.
- [2]黄进中.浅析高压隔离开关的检修与管理[J].军民两用技术与产品,2016(14):162-163.
- [3]孙聪,高亮.智能高压开关设备技术研究进展[J].科技风,2018(16):10.