

变电检修中SF6断路器的特点及其维护措施分析

赵 凯

国网重庆市电力公司超高压分公司 重庆 400050

【摘要】当前电力工业发展迅猛，电力设备的可靠性和安全性十分重要。SF6断路器作为重要的电力设备，其具有良好的绝缘和灭弧性能，被广泛应用于变电检修中。然而，在实际的维护过程中，SF6断路器存在一些维护问题，影响了其可靠性和性能。本文通过对变电检修中SF6断路器的特点进行分析，进一步揭示了其维护存在的问题，并提出了相应的优化对策，以改善维护效果。

【关键词】电力工业；SF6断路器；变电检修；维护问题；优化对策

引言

随着社会经济的发展和电力工业的迅猛发展，电力设备的可靠性和安全性成为电力行业关注的重点。变电检修是电力系统运行和维护中重要的环节，其目的是确保电力系统的安全运行和设备的正常工作。在变电站中，SF6断路器作为一种重要的电力设备，广泛应用于高压开关设备的维护和保养工作中。本文旨在通过对变电检修中SF6断路器的特点进行分析，揭示其维护存在的问题，并提出相应的优化对策，以提高SF6断路器的维护效果和设备的可靠性。

1 变电检修中SF6断路器的特点

1.1 SF6断路器的工作原理

SF6断路器是一种利用硫化氮（SF6）气体作为绝缘介质和灭弧介质的高压开关设备。它的主要组成部分包括断路器本体、操作机构、灭弧室、气体压力调节器等。

SF6断路器当断路器处于关闭状态时，断路器本体内部的断路器触头将与固定触头相接触，电流将通过触头和导电材料形成一个闭合电流回路。此时，灭弧室处于高压状态，SF6气体在灭弧室内形成了一个灭弧间隙。在电力系统发生故障时，故障电流将通过断路器的触头和导电材料，进入灭弧室内。当故障电流通过灭弧间隙时，电流产生电弧并在灭弧室内形成电弧。然后，SF6断路器通过提供高压的SF6气体来灭弧。当电弧发生时，通过操作机构控制气体压力调节器，将高压的SF6气体注入灭弧室内，形成一个高电场区域。SF6气体的高电场区域能够使电弧中的正离子被电弧室壁上的负离子吸附，从而阻止电弧的继续发展。在极短的时间内，电弧被迅速灭弧。当电弧灭弧后，断路器的操作机构将触头分离，切断电流回路。此时，SF6气体将

通过气体压力调节器排出，恢复到初始的压力状态。断路器回到断开位置，等待下一次操作。

1.2 SF6断路器的优点

SF6气体具有很高的绝缘强度，可以有效地隔离电极间的电位差，避免了电弧的形成和继续发展。因此，SF6断路器在高压电力系统中能够提供可靠的绝缘保护，减少电气故障的风险。SF6气体在高电压下能够迅速灭弧，有效地切断电流，防止电弧继续存在。与其他断路器相比，SF6断路器具有较高的灭弧效率和速度，能够迅速恢复电力系统的正常运行，减少对系统的影响。SF6气体在不同的温度和湿度条件下的绝缘性能相对稳定，不会受到外界环境的影响。这意味着SF6断路器可以在各种恶劣的工作环境中长时间稳定地工作，减少了断路器的故障率和维护成本。相对于其他类型的断路器，SF6断路器更加紧凑轻便，占用空间小，方便安装和调试。这使得SF6断路器在变电站等场所可以更加灵活地布局和使用。由于SF6气体具有优异的绝缘和灭弧性能，SF6断路器的使用寿命相对较长。同时，SF6断路器采用的操作机构和灭弧器件经过精心设计和制造，具有较高的可靠性和耐久性，能够满足长期使用和恶劣工况下的要求。

1.3 SF6断路器的应用范围

变电站是电力系统的重要组成部分，主要用于实现电能传输、变压、分配和控制等功能。SF6断路器可以在变电站中实现对电流的切断和控制，保护变电设备和电力系统的安全运行。其出色的绝缘性能和灭弧能力使得SF6断路器成为变电站中较为理想的开关设备。工矿企业通常拥有较大规模的电力系统，需要可靠的开关设备来保护设备和工艺

的安全运行。SF6断路器在面对各种故障和负载情况时，能够提供稳定的断开能力和保护性能，防止因电气故障引起的事故和停工事件的发生。电力电气工程包括电力传输与分配、电力控制与保护、电力计量与监控等各个环节。SF6断路器可以在这些环节中起到关键的作用，保障电力系统的可靠性和稳定性。航天和航空等领域对电力系统的要求更高，需要更可靠、更紧凑的开关设备来满足独特的工作环境和要求。SF6断路器凭借其出色的性能和可靠性，逐渐成为航天、航空等领域中不可或缺的关键设备。

2 变电检修中SF6断路器维护存在的问题

2.1 清洁维护不彻底

SF6断路器内部的绝缘介质SF6气体需要保持清洁。由于断路器的长期运行和环境的影响，SF6气体中会存在一些杂质和污染物，如微水、氧化产物和固体颗粒等。这些杂质和污染物会降低SF6气体的绝缘性能，引发电弧的爆发和冲击现象，进而影响设备的正常运行。因此，清洁维护工作应该对SF6气体进行彻底的处理，保证其质量和绝缘性能。然而，现实中在清洁维护工作中存在一些项目没有得到足够的重视，导致清洁维护工作不够彻底。例如，清洗技术不到位、清洁剂选择不合适、清洗过程疏忽等等都可能导致绝缘介质中的杂质没有有效清除，影响SF6断路器的正常运行。在实际操作中，我们发现有些人在维护过程中只注重机械部件的润滑和调整，而忽略了清洁工作。例如，断路器的联接杆、机构传动链等机械部件会因为粉尘和污垢的积累而产生摩擦，严重影响其运动性能和工作寿命。因此，在维护过程中应当对这些机械部件进行清洁处理，保持其的良好状态。然而，在实际操作中，有时会忽略这一环节，导致机械部件清洁不彻底，进而影响断路器的正常运行。

绝缘子作为保持断路器绝缘性能的重要组成部分，其表面的干净程度直接影响到绝缘子的绝缘能力。然而，在清洁维护工作中，对绝缘子表面的清洁工作常常被忽视，导致绝缘子表面会有一些污垢和灰尘积累。这些污垢和灰尘会降低绝缘子的绝缘能力，增加电弧爆发的风险。因此，对绝缘子的清洗工作应该得到足够的重视，保持其表面的干净和光滑。

2.2 泄漏问题

SF6（六氟化硫）断路器是变电站中常见的一种重要设

备，其主要作用是在电力系统中进行电流的断开和合闸操作，保护电力设备和线路的安全运行。然而，在变电检修中，SF6断路器的维护过程中存在着一些问题，其中之一就是泄漏问题。

SF6气体具有良好的电绝缘性能和电弧灭弧能力，使得它成为断路器中常用的灭弧介质，取代了以往常用的空气或油质介质。然而，由于SF6气体密度大、重量轻，当断路器开关操作不当或设备老化损坏时，就有可能导致气体的泄漏。这一问题主要源于设备的制造质量、安装和维护不当等因素。泄漏的SF6气体会破坏设备的正常工作状态，导致电流的无法切断或合闸，从而影响整个电力系统的稳定运行。SF6气体是一种温室气体，其在大气中的寿命较长且具有很强的全球变暖潜能。因此，泄漏的SF6气体会对环境造成严重的污染，加剧气候变化问题。

2.3 电缆连接问题

在断路器维护过程中，由于长期使用或者操作不当，电缆接头与断路器接线端子之间可能会出现松动或者接触不良的情况。这样会导致电缆电流传输不畅，影响断路器的工作性能。为了避免这种情况发生，操作人员在维护过程中应该定期检查电缆接头的紧固情况，并根据需要进行紧固或者更换。由于环境的影响，接头表面可能会受到氧化或者腐蚀，进而导致接触不良或者阻断电流的情况。这种情况下，操作人员需要及时清除接头表面的氧化物或者腐蚀物以确保电缆连接的正常运行。

3 变电检修中SF6断路器维护的优化对策

3.1 定期维护和保养

定期维护和保养是变电检修中SF6断路器维护工作的重要环节，其目的是及时发现并排除潜在问题，确保断路器的正常运行。定期维护计划应该根据断路器的使用寿命、环境条件和维护要求来制定，并明确规定维护的具体内容和频次。例如，可以每年进行一次大维护，涵盖断路器的各个部件，包括气体系统、机械部件和电气连接等。同时，可以每月进行一次小维护，主要是对断路器进行外观检查、接线端子紧固和清洁等。在每次维护过程中，操作人员应当详细记录所发现的问题和处理措施，并及时将这些信息输入到维护管理系统中。这样可以使得整个维护工作有据可查，并为以后的维护提供参考。此外，维护记录还可以用于分析断路器的故障模式和隐患点，进而优化维

护策略。对于操作人员来说，他们需要掌握断路器的工作原理、维护方法和常见问题的处理技巧。因此，企业应该定期组织技术培训，提高操作人员的维护水平和技能。此外，要重视维护经验的沉淀和传承，通过与老技术人员的交流和经验分享，培养年轻操作人员的维护能力。比如，可以利用无人机对断路器进行定期巡检，快速获取断路器的外观状况，及时发现异常情况。同时，可以应用远程监测技术，对断路器的运行状态进行实时监控，预测潜在故障并提前采取维护措施。这些科技手段的应用将进一步提高维护工作的精准性和效率。

3.2 泄漏检测与修复

泄漏是SF6断路器维护中常见的问题之一，其不仅会引起SF6气体的浪费，而且可能对环境造成污染，甚至危害操作人员的健康。因此，对泄漏进行及时检测和修复是非常重要的。常见的泄漏检测方法包括红外测定法、超声波检测法、气相色谱法和超高频法等。这些方法各有特点，可以根据断路器的具体情况选取合适的检测方法。例如，红外测定法可以用于检测SF6气体的泄漏位置、大小和速率，而超声波检测法适用于检测高频声波信号以判断泄漏位置。另外，可以结合使用多种检测方法，提高泄漏检测的准确性和可靠性。

泄漏检测计划应该明确规定检测的频次和范围。一般来说，每年应当进行至少一次全面的泄漏检测，其中包括断路器各个部位和连接管道。此外，还可以每季度进行一次局部泄漏检测，针对断路器的关键部位进行检测，如气体系统的接头处。通过建立完善的检测计划，可以及时发现并排除潜在的泄漏问题。对于已经发现的泄漏问题，应当及时采取修复措施。修复过程中，操作人员需要掌握SF6断路器的结构和工作原理，清楚泄漏问题的来源和原因，并具备相应的修复技能。因此，企业应该加强操作人员的技术培训，提高其修复能力和水平。此外，还可以通过与供应商的合作和技术交流，获取专业的泄漏修复方案和技术支持。

3.3 电缆连接的可靠性

电缆连接在SF6断路器维护中具有重要的意义，其可靠性直接关系到设备的正常运行和电网的安全稳定。然而，由于电缆接头和连接器的结构特殊性，存在着一定的脆弱性和易损性。定期检查断路器电缆连接的状态和工作

情况，及时发现并处理潜在的问题。在检查过程中，应注意检查电缆的绝缘状态、焊接点是否牢固、接地线是否正常连接等。同时，还应注意电缆连接器的松脱、氧化等问题。对于松动或有异常情况的连接器，应及时进行紧固或更换，并进行相应的维护工作，确保连接稳固可靠。

选择合适的电缆和连接器材料，并根据实际需要采用合适的规格和型号。高质量的电缆和连接器具有良好的导电、绝缘性能和耐久性。同时，还可以使用防水、防腐蚀和防护等功能齐全的连接器的，提高连接可靠性。此外，在安装过程中，应严格按照相关的要求进行操作，确保安装质量和连接的稳固性。在连接完成后，应进行电缆连接的测试，包括电阻测试、绝缘测试和导通测试等。通过测试可以验证连接的良好状态，及时发现和排除问题。此外，还可以使用在线检测装置对电缆连接进行实时监控，及时获取连接状态的变化，并预警可能出现的问题。通过测试和监测可以及时发现连接的问题，避免事故的发生。制定和完善电缆连接的操作规程和管理制度，对操作人员进行严格的培训和管理。操作人员应熟悉电缆连接的工艺流程和操作要点，遵循操作规程，确保操作的准确和安全。此外，还可以建立完善的电缆连接档案，记录连接的情况和维护信息，方便日后的维护和管理。

4 结束语

变电检修中的SF6断路器是电力系统中非常重要的设备之一，具有诸多特点。SF6断路器采用了硫化氢气体作为灭弧介质，在短路和过电压情况下能够迅速进行灭弧，确保电网的安全运行。在实际运行中，SF6断路器需要进行定期的维护和检修工作，以保证其正常工作性能和可靠性，提高其寿命。

参考文献：

- [1] 刘晓东. 变电检修中SF6断路器的故障与维护措施分析[J]. 机械与电子控制工程, 2022, 4(09).
- [2] 郭本朋, 刘翠霞. 变电检修中SF6断路器的特点与其维护措施探讨[J]. 工程技术(引文版), 2022(17).
- [3] 丁倩. SF6开关在变电检修中的常见问题及解决措施[J]. 科学与信息化, 2023(21): 79-81.

作者简介：

赵凯(1978.2—)，男，汉族，湖北宜昌人，本科，助理工程师，研究方向：变电检修。