

# 高压开关柜停电检修与带电维修探讨

## Discussion on Power Outage Maintenance and Live Maintenance of High Voltage Switchgear

杨斯文 孙聪

Siwen Yang Cong Sun

沈阳华德海泰电器有限公司 中国·辽宁 沈阳 110027

Shenyang Huade Haitai Electric Appliance Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110027, China

**摘要:** 高压开关柜设备中包含多个组成结构,包括断路器、隔离开关、互感器等,各个组成结构出现故障就会影响整体设备的运行,进而对供电系统运行造成不良影响。在日常管理期间需要采取有效的维护与监测方式,来提高设备故障的预防有效性,降低故障发生概率。引发高压开关柜故障的原因具有多样化特征,带电检修技术的应用能够改善传统停电检修的弊端,因而带电检修技术的应用逐渐广泛,对停电检修与带电维修进行分析具有现实意义。

**Abstract:** The high voltage switch cabinet equipment includes a number of components, including circuit breaker, disconnecting switch, transformer, etc. The failure of each component structure will affect the operation of the overall equipment, and then cause adverse effects on the operation of the power supply system. During the daily management period, effective maintenance and monitoring methods should be adopted to improve the prevention effectiveness of equipment failure and reduce the probability of failure. The causes of high voltage switch cabinet failure are diversified. The application of live maintenance technology can improve the disadvantages of traditional power outage maintenance, so the application of live maintenance technology is gradually extensive, and it is of practical significance to analyze the power outage maintenance and live maintenance.

**关键词:** 高压开关柜; 停电检修; 带电维修

**Keywords:** high voltage switchgear; power outage maintenance; live maintenance

**DOI:** 10.12346/etr.v5i2.7706

## 1 引言

近年来,中国电力工程建设的力度持续加强,现代化生活与发展都对电力有较大的需求,而且城市化建设发展也对电力工程运行水平提出了较高的要求。而高压开关柜是供电系统运行的重要组成设备,高压开关柜设备保持良好的运行状态,才能为供电系统电压与电路运行的稳定性提供保障。因而高压开关柜需要进行科学的检修维护,基于此,论文对高压开关柜常见故障和停电检修、带电维修相关内容展开研究<sup>[1]</sup>。

## 2 高压开关柜的常见故障分析

### 2.1 断路器常见故障

断路器装置在高压开关柜长期运行使用后,容易出现绝缘老化的情况,而且通风的顺畅状态也容易降低,这些情况

出现后就加剧了设备出现故障的可能性。高压开关柜日常运行需要经常进行开闸和合闸操作,长期操作之后绝缘圈设备容易出现断路的情况,之后电动闸就无法自动运行,这时需要及时启动手动闸。断路器的电路储能存在不足的可能性,这会直接导致高压开关柜损伤,无法运转。断路器的垫片、齿轮、线圈等都是故障多发结构,长期使用难免会出现异常情况,容易导致设备损伤、温度大幅上升,尤其是温度过高的情况下其他结构的运行状态也会受到不良的影响,高温容易使设备运行无法保持正常状态。

### 2.2 隔离开关

常见故障隔离开关与隔离接插部件的作用一致,主要是负责对高压开关柜整体运行的负荷状态和接触压力分布进行调节,具有较强的精密性要求,因而隔离开关的制造与安

【作者简介】杨斯文(1987-),女,中国河北玉田人,本科,工程师,从事电气工程研究。

装专业性要求非常严格。隔离开关实际使用期间, 负荷需要保持在合理范围内, 一旦超出范围会引发局部迅速升温, 引发热方面的故障问题, 而即使隔离开关负荷状态持续保持在正常范围内, 也存在氧化故障的可能。在实际隔离开关使用运行期间, 需要保证不被外力破坏, 清洁处理期间要使用柔软的工具, 避免对其造成损伤, 尤其是触头结构不能受到不良影响, 这样就能够更好地预防故障。另外, 在隔离开关长期使用阶段, 需要对齿轮咬合、弹簧性能进行保障, 这对于预防设备损坏和故障有重要意义<sup>[2]</sup>。

### 2.3 异常放电故障

高压开关柜的放电行为有很多种情况: ①表面放电故障, 这是由于高压开关柜装置的电极表面绝缘材料设置不充足, 空气与电极表面产生了直接的接触, 导致电场的分布呈现不规则状态, 电极直接击穿空气从而形成电晕放电, 高压电极在空气中暴露出来, 会增强电场, 加剧周围环境的安全风险, 因而高压开关柜的电极设置的各项参数都需要进行严谨的调控, 包括距离、导电性能、曲率半径等内容。②沿面放电, 这种故障是发生在绝缘材料表面, 高压工作状态下, 电场强度如果超出了规定范围值, 就会导致放电行为发生, 放电击穿空气, 导致两端的电极直接相互连接。并且绝缘材料表面若是存在过多杂质, 或者是空气温度湿度异常等, 都会诱发放电故障。③内部放电, 这种故障一般是在高压开关柜工作期间发生。总而言之, 高压开关柜中的设备材料较多, 各个材料的导电性能也均存在差异, 各个部件之间运行也难免会存在摩擦、磨损的情况, 进而引发导电行为, 因而在各个部件组成安装期间, 一定要保证规范性, 对部件之间的磨合进行检测, 保证部件整体衔接运行的稳定性和安全性。

### 2.4 故障特征与诱因

高压开关柜装置在供电系统建设中的应用非常普遍, 对整体电力系统运行有直接的影响。高压开关柜故障的预防, 是为了最大程度地保持运行稳定性, 而在长期运行后, 不可避免地会出现绝缘装置性能降低的情况, 从而导致故障发生的概率变高。而高压开关柜装置的故障也具有多样化特征, 包括绝缘、电阻变大、高温等, 故障会导致高压开关柜运行难以保持稳定。高压开关柜的实践运行环境本身没有达到良好水平, 运行的环境存在粉尘、烟雾等, 这些不良因素会对装置运行部件产生腐蚀作用, 加剧部件设施的老化、损耗。尤其是高压开关柜内的绝缘装置, 若是绝缘体异常, 故障和安全事故的风险就会大幅度增加<sup>[3]</sup>。

## 3 高压开关柜带电检修技术分析

### 3.1 带电检修技术主要特征

高压开关柜在正常工作的状态下, 会产生相应的辐射, 带电检修技术的应用能够对工作期间产生的各项辐射信号进行识别获取, 并能够对获取的辐射信号进行全面分析解码, 形成热影像, 以此对高压开关柜带电运行的实际情况进

行准确的掌握。带电检修技术的应用, 能够对高压开关柜运行潜在的故障风险进行分析, 形成更完整的检修数据, 从而对维修工作开展提供可靠的参考依据, 让维修操作更具有针对性, 提高故障预防和维修水平。带电检修技术在高压开关柜中应用能够更全面地对设备运行数据信息进行记录, 通过深度分析和与历史数据进行对比, 更好地对设备运行状态进行明确, 及时发现问题和潜在风险信息, 检修的准确率更可靠, 每次检修的数据信息都能够自动保存下来, 整体检修工作开展更加高效和便捷。

### 3.2 无线电干扰带电检测技术

无线电干扰带电检测技术的应用, 主要是针对高压开关柜中的电表装置进行干扰处理, 采取干扰措施后, 电表能够直接释放电磁波信号, 然后对电磁波的各项参数数据进行获取与分析, 从而实现对高压开关柜整体运行状态的掌握。无线电干扰技术在国外的应用时间较长, 后期引入国内的时间相对较短, 技术应用的成熟度还不是很, 还需要多借鉴国外的实践案例。

### 3.3 介质损耗带电检测技术

介质损耗带电检测技术的应用主要就是通过通过对高压开关柜的绝缘材料性能水平进行检测, 通过确定绝缘材料的绝缘性能是否在规定的范围, 来判断高压开关柜装置的运行是否存在问题。在对绝缘材料进行检测的过程中, 如果现实局部的热量超出了正常值, 就表示绝缘材料出现了损坏, 当绝缘材料损坏时, 有可能导致局部放电故障出现, 安全风险较大, 就需要根据实际损坏的情况, 选择更换新的绝缘材料或者进行相应的修复处理。

### 3.4 超声波局部放电检测技术

当高压开关柜出现故障后, 整体设备的绝缘性水平就会严重降低, 通电状态下电极就会击穿绝缘材料, 从而出现放电行为, 局部放电后, 绝缘介质电气强度水平就会变弱, 安全危险就会加剧, 放电过程中也会击穿周围空气, 对周围环境造成不良的影响, 空气的密度就会产生明显的变化。超声波局部放电检测技术能够对高压开关柜内部的空气密度状态进行检测, 然后, 将检测的超声波信号进行回收分析, 以此对高压开关柜内部的运行状态进行掌握。超声波检测技术应用的设备连接在高压开关柜的外侧, 再利用压电晶体元器件来对超声波信号进行收集和处理, 经过数据信号的转换就能够形成电信号, 通过分析电信号就能够对高压开关柜带电运行情况进行明确。在超声波检测的过程中, 不会受到其他因素的干扰, 信号检测与转换的稳定性较强, 检测结果具有良好的准确性, 针对局部放电故障的检测维修, 能够及时准确的察觉。在利用超声波局部放电检测技术期间, 要应用专业的设备, 包括超声波传感器、探测仪以及记录仪等, 还有高压开关柜内部的组装置布设会对检测结果产生一定的影响, 要根据检测需求和实际情况选择合理的数据分析方法, 包括横向分析法、声音判断以及纵向分析。

### 3.5 暂态的电压检测技术

当高压开关柜带电运行期间,如果存在局部放电的情况,开关柜与地连接的外壳结构,会出现频率范围在 3~100MHz 的放电信号,带电物体和接地不带电物体中间衔接的区域会出现不断运动的带电粒子,并且运动的速度也会比较快,与陆地相连的不带电物体结构中,存在高频率电磁波,这些电磁波会进行分散化的移动,移动过程中与不具备连贯性的金属、绝缘材料连接区域相遇后,电磁波就会直接从高压开关柜内部移动到外部,柜表面一层会形成暂态电压。暂态电压检测技术就是对其形成的暂态电压情况进行检测,利用特殊制作的电容传感器能够实时对低电压脉冲信号进行感应,通过对信号的收集和分析,来对高压开关柜内部的故障、问题情况进行明确。暂态的电压检测技术主要是针对断路器、电缆等部件进行检测,需要根据带电设备和高压开关柜整体结构情况,合理设定检测布设点,当检测到异常信号时,需要进行反复检测,对比多次检测的信号数据结果,保证检测准确性。同样,该技术检测方法也包含多种,为连续定值判断、横向与纵向分析。

## 4 高压开关柜带电检修与停电维修对比分析

### 4.1 停电维修概述

停电检修是高压开关柜检修维护的传统方法,应用的时间较长,检修方法较为成熟,但是,在现代电力供应系统中,应用的一些弊端和不足逐渐显露出来。现代电力供应的需求较大,电力供应系统运行的压力较大,人们生活和各个行业的运行发展都对电力的依赖性较大,也就对电力供应运行的质量和安全提出了更好的要求,电力供应不畅或者因故障暂停,会带来很多的不便和安全风险。高压开关柜装置是供电系统结构的主要组成设备,对整体的供电工作运行有较大的影响,而供电系统持续、长期运行的状态下,高压开关柜设备运行的稳定性和可靠性保持就尤为重要。停电检修工作的内容较多,对于一些设备中的细节性内容非常容易忽略,而且停电检修得到的数据结构出现误差的概率较大,并且停电检修的规模较大,需要提前制定好计划,但是,检修期间存在的“意外”影响因素比较多,而且检修工作开展需要投入较多的资源和资金,耗时耗力,检修遗漏问题经常发生,故障风险的预防效果不佳。

### 4.2 带电检修概述

高压开关柜带电检修技术的应用,能够实时对高压开关柜的运行状态进行监测,充分利用技术手段开展检修工作,效率高,获取分析的检修数据准确性也比较高。例如,超声波局部放电检测技术和红外测温技术就可以联合应用,来全方位地对高压开关柜的放电情况进行检测掌握,保证检测的及时性和准确性,在高压开关柜带电运行的状态完成检测,既能够及时地发现问题,又能够对设备运行不产生不良的影响。带电检修技术配合相应的技术软件,能够对高压开关柜各项运行数据信息进行掌握,更全面地了解设备运行情况,对故障预防和安全保障水平提升有重要的帮助。

### 4.3 两者对比分析

对高压开关柜进行检测与维修的主要目标,就是保障设备能够长期保持稳定、安全以及高效的状态运行,通过检修对故障的具体情况进行掌握,包括位置、原因、程度等。带电检修和停电检修的实践对比来看,带电检修的故障信息检测效率更高,能够在故障出现的同时就检测出来,并能够对故障的信息进行充分分析,从而准确地提供故障情况信息。带电检测技术应用,能够随时对高压开关柜状态进行掌握,为管理人员提供技术调整和维修依据。但是,带电检修技术也不能达到全面的水平,还要与停电检修进行配合应用,高压开关柜本身结构就比较复杂,检修的难度较高,需要停电检修与带电检测联合应用,来实现全方位的故障预防 and 解决。

## 5 结语

高压开关柜设备是供电系统中的精密仪器,对运行环境条件的要求比较高,需要长期保持稳定的状态,才能发挥对供电系统运行的保障作用。在日常运行管理期间,需要通过高压开关柜进行检测,对设备运行状态进行掌握,带电检测与停电检修技术需要联合应用,更全面地对故障进行检测和解决,从而更好地促进设备运行水平的提高。

### 参考文献

- [1] 梁乐.高压开关柜常见故障和检修维护[J].轻松学电脑,2021(6):1.
- [2] 顾冬铭.高压开关柜发热和放电原因分析和改进措施[J].水利水电,2021,5(3):13-14.
- [3] 劳锦富.高压开关柜带电显示器检测工具的研制与应用[J].电气开关,2021(6):59.