

## 高压开关故障检测原理及方法

电力系统对供电的可靠性和经济性提出了越来越高的要求，高压输变电设备的安全运行已成为影响电力系统安全、稳定、经济运行的重要因素。高压开关在电网中起着控制和保护的作用，当发生故障或事故时会引起电网事故或扩大事故。大电网会议（CIGRE）对高压开关及其操作机构的可靠性进行过两次世界范围的调查，结果表明，大多数开关故障（主要故障的70%和次要故障的86%）属于机械性质，主要涉及操作机构、监视装置和辅助装置。目前国内高压开关的问题也主要体现在机械故障上，如：绝缘拉杆脱落、断裂、击穿，水平拉杆断销等。因此，高压开关机械故障的检测具有十分重要的意义。

### 1 高压开关机械故障检测基本方法及原理

#### 1.1 分、合闸线圈电流的检测

高压开关一般都是以电磁铁作为操作的\*级控制元件，并且大多数开关皆以直流作为控制电源。在每次分、合过程中，直流电磁线圈的电流随时间变化，此变化波形中蕴藏着极为重要的信息。线圈电流波形可以反映的状态有铁心行程、铁心卡滞、线圈状态（如是否有短路匝）、与铁心顶杆连接的铁门和阀门的状态、合、分线圈的辅助接点状况与转换时间。通过对分合操作线圈动作电流的检测，运行人员可以大致了解开关二次控制回路的工作情况及铁心的运动有无卡滞等，为检修提供一个辅助判据。分合闸线圈的电流是开关状态检测的一个重要内容。通过霍尔传感器可以很方便的采集分合闸线圈的电流。通过实测的波形与典型波形进行比较即可判断开关的铁心有无卡滞等问题。

#### 1.2 高压开关动触头行程的检测

高压开关的行程-时间特性是表征高压开关机械特性的重要参数，也是计算高压开关分、合闸速度的依据。高压开关分合闸速度，尤其是开关合闸前、分闸后的动触头速度，对开关的开断性能有至关重要的影响。因此，高压开关的行程-时间特性检测，是高压开关检测的重要内容。由于开关动触头作直线运动，可以安装一个与动触头一起运动的附加件，当动触头做分、合操作时，该附加件随连杆做直线运动，通过光电传感器，将连续变化的位移量变成一系列电脉冲信号。记录该脉冲的个数，就可以实现动触头全行程参数的测量；同时，记录每一个电脉冲产生的时刻值，将位移同时间相除，就可计算出动触头运动过程中的最大速度和平均速度。目前测量高压开关的行程-时间特性，多采用光电式位移传感器与相应的测量电路配合进行，常用的有增量式旋转光电编码器或直线光电编码器。目前市场上根据这种方法研制的产品众多，可将测试结果直接打印，部分测试仪具备RS232/485接口，可将测试结果上传。

#### 1.3 振动信号的检测

高压开关是一种瞬动式机械，在其分合过程中，有一系列运动构件的起动、制动、撞击的出现，这些运动形态的改变都在其构架上引起多个冲击振动，每个振动对应着开关分、合过程中特定的动作事件。这些冲击振动的波形呈上升和衰减过程，其峰值点在时间上具有很好的辨认性。但是，从振动发生到振动传感器测量到的峰值时间之间，总会由于振动波的传播带来一定的误差，因此峰值时间较振动发生时间有一定的时间延迟。不过，检测系统只是根据振动信号来求取各个振动事件之间的时间差，并不一定需要知道其发生的准确时刻。所以只

要每个事件均进行了相似的简化，时间差的计算误差不受影响，可以利用振动信号的峰值时间作为各个振动事件的发生时刻，并将它们相减后得到动触头运动过程中各个振动事件之间的时间差。此外，对于某一台特定的开关而言，在健康状态下它的分、合操作的振动信号具有较强的相似性。对于实时测量得到的振动信号，可在离线实验数据（振动信号波形和机械特性曲线）的基础上，并结合考虑该次动作的机械特性曲线来粗略确定各个振动事件发生的先后次序和时间区段，然后将各个区段的峰值时间作为该振动事件的发生时刻。各时间相差后得到各事件之间的相对时间，以接到分、合电脉冲时间为基准计算各事件的发生时间，就能找到动静触头间的合、分时刻。将动触头的行程信号同该合、分时刻结合，并根据相应的定义，就可以计算出刚分（合）速度、行程、超行程；将三相的分合时刻相差就可获得该次动作的不同期参数。传动机构系统的检测和诊断对保证高压开关安全运行有重要的意义。而基于振动信号的开关机械状态诊断方法作为一种间接的、不拆卸的诊断方法、目前已经成为国内外的研究热点。

对于高压开关，在分合闸操作过程中，内部主要机构不见得运动、撞击和摩擦都会引起表面的振动，振动是内部多种现象激励的响应，这些激励包括机械操作、电力或静电力作用、局部放电以及 SF6 气体中的微粒运动等。振动信号中包含丰富的机械状态信息，甚至机械系统结构上某些细微变化也可以从振动信号上发现出来。因此，以外部振动信号为特征信号，可以对高压开关的这些状态进行检测。具体做法是在开关适当部位，如具有较大的振动强度，较高信噪比的部分，安装振动传感器，当开关进行分合闸操作时。采集振动信号经处理后作为诊断的根据。

检测振动信号的突出优点是振动信号的采集不涉及电气测量，振动信号受电磁干扰小，传感器安装于外部，对开关无任何影响。同时，振动传感器尺寸小，工作可靠，价格低廉，灵敏度高，抗干扰好，特别适用于动作频繁的高压开关的在线检测及不拆卸检修。振动检测的难点在于信号的一致性较差及如何提取特征量。目前主要的分析方法有以下几种：①振动信号出现的时间及幅值；②时域、频域复合分析；③“状态图”，均值、方差、过零次数，翻转次数等；④动态时间规整法；⑤偏差测试法；⑥指数衰减振荡子波分解法；⑦人工神经网络法。目前开关振动的测量研究是热点，但还没有较成熟的产品问世。

## 2 高压开关机械故障检测存在的主要问题

目前高压开关机械故障的检测方法基本上成熟，机械特性测试仪产品众多，大部分具有分、合闸线圈电流及行程测试的功能。其有效性已被开关生产厂商和供电部门所认可。存在的主要问题在于缺乏有效的数据管理及分析诊断平台。大部分的测试仪都可将测试结果打印出来，但无法存储；对于故障的判断，大多采用阈值的方法，对某个断路器的多次测试结果无法通过数学统计分析等手段进行有效的“纵比”，更无法对各地同一型号断路器的测试结果进行“横比”，不利于故障的诊断。因而，设计和开发高压开关机械故障分析和诊断平台十分必要的。

尊敬的用户：感谢您关注我们的产品，本公司除了有此产品介绍以外，还有高压测量仪，高压绝缘垫，高压核相仪，继电保护测试仪，耐电压测试仪价格，便携式直流高压发生器，变频串联谐振耐压试验设备等，您如果对我们的产品有兴趣，咨询。谢谢！