

[变压器]

# 防雨罩在变压器各主要辅助设备中的作用

文/国网福建检修公司 谢育鹏

介绍了变压器气体继电器、压力释放阀、油位计和温度计等各主要辅助设备及其二次保护元件的工作原理，阐述了防雨措施对这些二次保护元件的重要作用及防雨措施不当可能产生的严重后果。列出了三个事故及其事故原因剖析，从现场生产实际角度阐释防雨措施不当而造成的事故或缺陷。

变压器在电力系统中的主要作用是变换电压，以利于功率的传输。电压经升压变压器升压后，可以减少线路损耗，提高送电的经济性，达到远距离送电的目的；而降压变压器则能把高电压变为用户所需要的各级使用电压，满足用户需要。变压器辅助设备大小十多种，每个都在变压器中起着各自的作用。变压器辅助设备包括油箱、储油柜、呼吸器、压力释放阀（安全气道、防爆管）、散热器、绝缘套管、分接开关、气体继电器、温度计和净油器等。

## 防雨罩在变压器各主要辅助设备中的作用

### 1. 气体继电器

气体继电器作用是当变压器内部发生绝缘击穿、线匝短路及铁心烧毁等故障时，向运行人员发出信号（Ⅰ段告警）或切断电源（Ⅱ段跳变压器各侧断路器）以保护变压器。

当变压器内部有气体时，气体继电器内开口油杯周围绝缘油被气体排开，盛满油的油杯失去浮力，在重力作用下克服调节锤向下偏移，固定在油杯上永久磁铁靠近干簧触点，在磁力作用下，干簧触点闭合，发“轻瓦斯动作”信号；当变压器本体内部发生短路放电后，绝缘油受热分解产生大量气体，使绝缘油由本体快速向储油柜方向流动，在重瓦斯调节弹簧作用下，当流速达到 $v=1.2\text{ m/s}$ ，气体继电器挡板向前移动，在永久磁铁作用下，干簧

触点闭合，重瓦斯动作，跳主变压器三侧（有载 $v=1\text{ m/s}$ ）。气体继电器其总体外观和各部分结构如图1、图2所示。

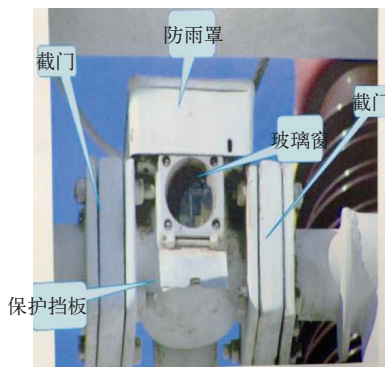


图1 气体继电器总体外观

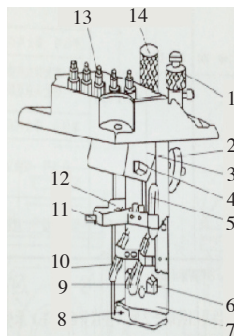


图2 气体继电器各部分结构

1—气塞 2—重锤 3—开口杯 4—磁铁 5—干簧接点  
6—磁铁 7—挡板 8—止挡螺钉 9、10—干簧接点  
11—调节点 12—弹簧 13—接线柱 14—探针

如图2所示,因继保试验的需要,气体继电器上端接线盒盒盖是可活动、非密封型的,其二次接线极易受潮。因此应加防雨罩以防雨水渗入造成误动作。对于气体继电器其具体防雨要求为:防雨罩遮蔽位置达 $45^{\circ}$ ,电缆向下倾斜 $30^{\circ}$ 以上,有滴水弯;例检时打开二次接线盒检查应无进水、积灰和凝露,密封圈弹性良好,排水孔通畅,电缆进线封堵良好;接线柱引线无破裂,试验探针信号正常,绝缘电阻表测量线间和对地的绝缘电阻,要求大于 $1\text{ M}\Omega$ 。

## 2. 压力释放阀

压力释放阀作用是大型油浸式电力变压器油箱超压时的压力释放通道。当变压器内部压力增大,弹簧被压缩,压力膜盘与喷口上沿形成间隙,变压器油从此处喷出。同时,压力膜盘顶压微动开关,发出三侧开关跳闸或报警信号。压力释放阀其总体外观和各部分结构如图3、图4所示。



图3 压力释放阀总体外观

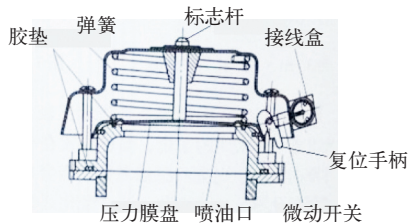


图4 压力释放阀各部分结构

如图4所示,盘式压力释放阀其接线盒也是外露在外壳边上,虽在压力释放阀动作跳主变压器三侧已投信号状态,压力释放启动仅发告警,但若接线盒处受潮进水,也很容易造成信号误报或直流失地,因此压力释放阀处也需加装防雨罩。对于压力释放阀其防雨要求为:二次接线盒密封良好,无进水,引线无破损,试验探针动作正常,信号正常对应,用绝缘表测量线间及对地的绝缘电阻,要求大于 $1\text{ M}\Omega$ 。

## 3. 油位计

油位计是指示当前环境下油箱油位的表计。

浮球漂在油面上部,随着油面的升高和降低而上下移动。浮球通过连杆和摇臂以及齿轮和内外磁铁,使指针表计转动而指示油面位置。由于通过内外磁铁使指针转动,所以表计与绝缘油完全隔开,有效防止了空气通过表计进入储油柜。油位计其总体外观和各部分机构如图5、图6所示。

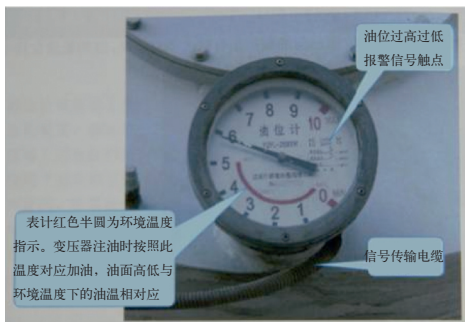


图5 油位计总体外观

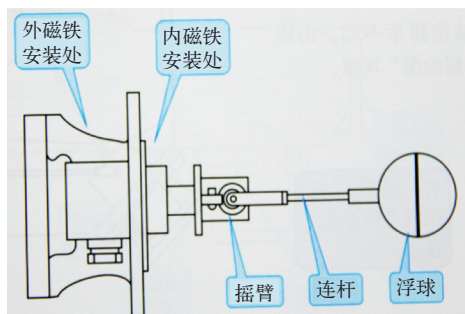


图6 油位计各部分结构

如图6所示,油位计其二次接线盒也是外露在外壳边上,若接线盒处受潮进水,导通油位过高过低报警信号触点,也很容易造成信号误报或直流失地,因此油位计处最好也加装防雨罩。对于油位计其防雨要求为:二次接线盒密封良好,无进水,引线无破损,二次信号电缆有滴水弯,玻璃外罩内表面应无进水受潮水珠,用绝缘表测量二次回路绝缘电阻,要求大于 $1\text{ M}\Omega$ 。

## 4. 温度计

温度计是测量变压器上层油温的带电触点的测温装置,它装在变压器油箱外,便于运行人员监视变压器油温状况。温度计气包置于主变压器绝缘油上部,气包、气管和活塞是密封的,里面充满氯甲烷。当变压器油温升高,气体压力增大,克服活塞下部弹簧阻力,推动活塞和连杆向下移动,连杆使凸轮转动,凸轮凸出部位会压下行程开关,整个过程温度计指针转动、触点闭合。内置可变电阻、温度变送器,油温变化,连杆动作使可变电阻变化,温度变送器将变化的电

阻转换为不等的电流输至测控，由测控将电流变化转为数字，传到后台。测温装置整体结构和各内部结构如图7、图8所示。

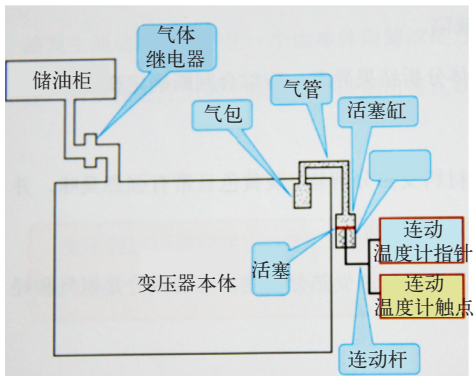


图7 测温装置整体结构

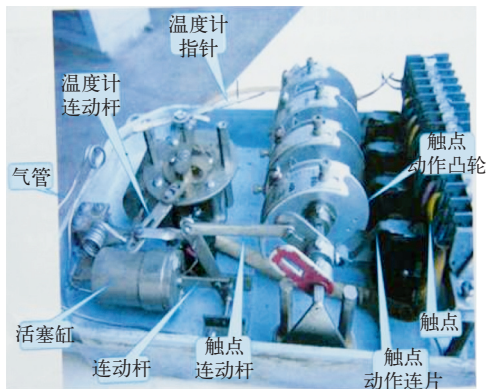


图8 测温装置内部结构

进水受潮对测温机构的影响是多方面的。若气包密封不严,雨水进入有油的套管中,由于水的密度大于油的密度,使管中油被挤出。若主变压器不工作时温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ ,这时套管中水结冰,压迫气包,会使温度指示不准;温度计中内部触点主要有4种功用。

- 1) 指示变压器本体上层油温。
- 2) 启动强油循环变压器的辅助风扇或自然循环变压器的备用风扇。
- 3) 发出油温过高信号。
- 4) 油温过高跳主变压器各侧断路器，若雨水进入使其中之一触点受潮导通，都可能使其误动作。

因此防水防潮效果差的测温机构处也需加装防雨罩。温度计处对防水方面的要求为：表计无进水、积灰，电缆进线封堵良好，温包需完全浸入油中，毛细管转弯半径75 mm以上需环成圆状，接线柱、引线无破损，动作接点正常，信号能够正常对应，绝缘电阻表测量线间及对地的绝缘电

阻, 要求大于 $1\text{ M}\Omega$ 。

## 几起事故的分析

1) 2002年6月20日,某220 kV变电站1#主变压器(SFPSZ9-H-120000/220型)有载调压开关重瓦斯保护动作跳闸。检查发现:有载调压开关气体继电器(开关为UCGRN650/500/1型,气体继电器为LL114-010-FB/100kPa型,不锈钢接头被更换为尼龙快速接头,密封性能差,接线盒内有受潮放电痕迹。

原因分析：由于接线盒密封不良，接线端子受潮，气体继电器触点短接，变压器跳闸。

2) 2012年4月11日晚500 kV某变电所主控重复报信号“1#所用变保护测控CSC241压力释放动作”“1#所用变保护测控CSC241非电量3告警”，随后报“已复归”。4月13日，1#所用变又重复报上述信号，检修人员紧急申请停1#所用变进行检查。经现场检查，发现压力释放阀信号线靠本体侧接口处保护管破裂，电缆保护管中间有一处断口，内有大量污水，测得信号线间绝缘为 $0.4\text{ M}\Omega$ ，对地绝缘为 $0.5\text{ M}\Omega$ 。

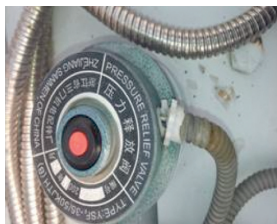


图9 压力释放阀信号线  
靠本体侧接口

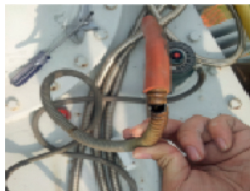


图10 电缆保护管断口处

## 预防措施和建议

《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》条文9.3.1.2规定：变压器本体保护应加强防雨、防振措施，户外布置的压力释放阀、气体继电器等应加装防雨罩。《变压器反事故措施》5.6.3也规定：应采取必要的防雨措施，消除主变压器因二次保护元件进水，而导致变压器故障或跳闸事故。应当认真落实反事故技术措施，严格执行各种规章制度，提高输变电设备的健康水平，对户外变压器的各二次保护原件加装防雨罩，完善防水措施，才能为电网安全稳定运行奠定坚实的基础。EA

(收稿日期: 2015.06.30)

(编辑: 刘群<sup>士</sup>)