

# 一起500 kV HGIS外置式电流互感器线圈受潮缺陷分析及处理

唐静, 罗洋, 龙震泽

(国网四川省电力公司电力科学研究院 四川 成都 610041)

**摘要:** 针对一起500 kV HGIS外置式电流互感器受潮的案例开展分析, 结合该类设备结构, 找出了受潮原因, 提出了防潮措施以及受潮电流互感器的干燥措施。通过案例的分析及处理认为, 该类型外置式电流互感器结构在户外运行时极易导致雨水进入, 应加强密封; 当电流互感器线圈受潮时, 采用电加热和热风法相结合的方式能够取得较好的效果。

**关键词:** HGIS; 外置式电流互感器; 受潮; 干燥措施

中图分类号: TM595 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2018)06-0071-04

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2018.06.016

## Analysis and Treatment of An Damping Defect of External Current Transformer Winding of 500 kV HGIS

Tang Jing, Luo Yang, Long Zhenze

(State Grid Sichuan Electric Power Research Institute, Chengdu 610041, Sichuan, China)

**Abstract:** Based on the analysis of a damping defect of external current transformer of 500 kV HGIS, the reasons of damping are found out and the moisture-proof measures and drying measures are put forward for current transformer. Through the analysis and treatment of the case, it is believed that the rainwater can easily get into this type of external current transformer when it is running outdoors, and the sealing should be strengthened. When the coil of current transformer is damped, the combination of electric heating and hot air method can achieve wonderful results.

**Key words:** hybrid gas insulated switchgear (HGIS); external current transformer; damping; drying measures

## 0 引言

HGIS(hybrid gas insulated switchgear)是一种介于气体绝缘金属封闭开关(gas insulated switchgear, GIS)和空气绝缘敞开式开关设备(air insulated switchgear, AIS)之间的新型高压开关设备。HGIS的结构与GIS基本相同,但母线设备不装于SF<sub>6</sub>气室,是外露的,少了封闭母线间隔,减少了因场地或出线等的特殊设计问题,间隔更清晰、简单<sup>[1-2]</sup>。无论从试验、检修、维护等都减少了工作量<sup>[3-4]</sup>。相对敞开式结构,隔离开关不存在过热、锈蚀等问题,减少了对地绝缘套管和支柱数(仅为常规设备的30%~50%)。减少了绝缘支柱因污染造成对地闪络的概率,有助于提高运行可靠性。

HGIS以其较大的优势在国内得到了广泛的应用,随着HGIS在电网中运行时间的增加,由于设计结构、安装瑕疵等造成的缺陷逐步显露,给电网安全运行带来了威胁。

下面针对一起500 kV变电站HGIS外置式电流互感器普遍受潮的缺陷进行分析,提出了相应的受潮处理措施和防潮措施,对今后处理类似缺陷具有较大的借鉴意义。

## 1 基本情况

某供电公司在对一座500 kV变电站500 kV HGIS的5061断路器I母侧电流互感器A相二次绝缘进行检查时,发现该电流互感器对地、各互感器线圈之间绝缘

为0(交接试验规程要求二次绝缘不低于1000 MΩ)<sup>[5]</sup>。打开外壳后发现内部有积水,电流互感器线圈受潮、互感器舱室内部发霉严重,如图1所示。



图1 互感器舱室内部积水及发霉情况

在发现互感器舱室进水,线圈受潮缺陷后对I母的HGIS外置式电流互感器进行了试验排查,结果如表1所示(表中的值是互感器线圈之间、线圈对地绝缘电阻中的最小值)。

表1 500 kV I母开关电流互感器排查情况

单位: MΩ

断路器编号	相别	I母侧	II母侧
5011	A	300	0
	B	150	200
	C	60	600
5021	A	500	300
	B	500	500
	C	>1000	200
5032	A	200	500
	B	300	200
	C	250	160
5041	A	500	30
	B	400	300
	C	25	400
5051	A	600	350
	B	400	350
	C	400	500
5082	A	>1000	>1000
	B	>1000	>1000
	C	400	>1000
5033	A	>1000	0
	B	>1000	>1000
	C	>1000	>1000
5062	A	500	200
	B	250	300
	C	>1000	>1000

从表1可知,排查的48个电流互感器舱室有35个绝缘不满足规程要求,占比达73%,说明这是一个普遍存在的问题。II母可能也存在相同的问题。

该站500 kV HGIS采用外置电流互感器的结构,即电流互感器的线圈套于HGIS管体外部,然后采用一个舱室对其进行封装。这种外置式结构相对来说更适合应用于室内,当应用于室外时对其防水应有较高的要求。

## 2 受潮原因分析

通过现场观察分析认为该互感器外置结构适用于户内,在户外运行时容易导致进水受潮。经过现场的仔细检查和分析,认为进水的途径主要有以下两方面:

### 1) 二次端子盒进水

二次电缆出线的护套采用直线布置,如图2(a)所示,且二次端子盒在电缆出口处未采取封堵措施,如图2(b),导致雨水沿二次电缆护套进入二次接线盒,接线盒内的CT端子引出处也未采取封堵措施,如图2(c),导致雨水从接线盒进入CT箱体内部。

### 2) 电流互感器箱体上部连接螺栓处进水

雨水通过图3(a)中“1”所示的缝隙进入“2”所示的夹层;夹层中的螺栓(如图3(b)中“3”所示)和呼吸孔(如图3(b)中“4”所示)未采用防水密封垫,导致水沿着螺栓和呼吸孔进入电流互感器箱体内部,如图3(c)中“5”所示。

## 3 受潮电流互感器干燥处理

由于本次受潮的电流互感器较多,如均采用停电处理将造成I母较长时间停电,不但影响负荷还会影响供电可靠性。为此将绝缘电阻大于200 MΩ的互感器暂时先投入运行,对绝缘电阻低于100 MΩ的电流互感器进行处理。处理方式主要有更换和干燥两种方式。如果采取更换方式,需要将整个间隔拆除,工程量非常大,因此首先采用干燥的方法进行处理,待绝缘恢复后再通过轮停的方式对其他电流互感器进行处理。

### 3.1 热风干燥法

通过如图4所示的特制CT箱体进行热风干燥,该特制的CT箱体上部留有4个进风口,下部2

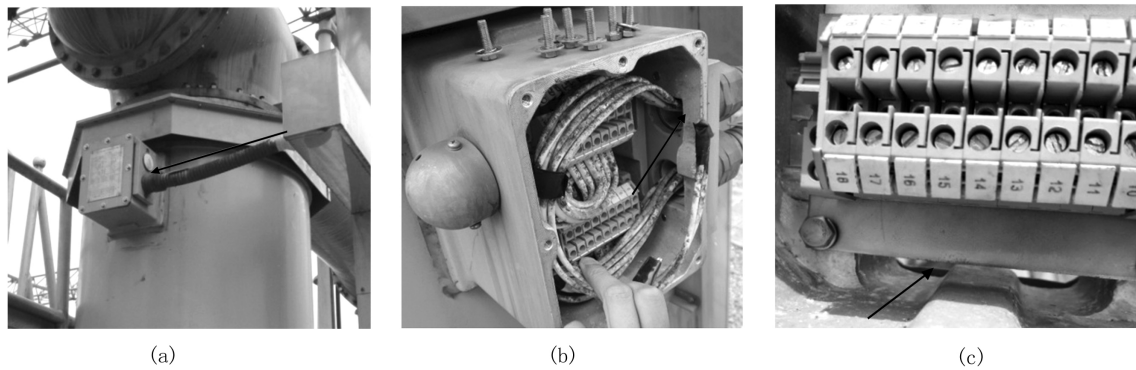


图 2 雨水从端子盒进入 CT 箱体内部示意

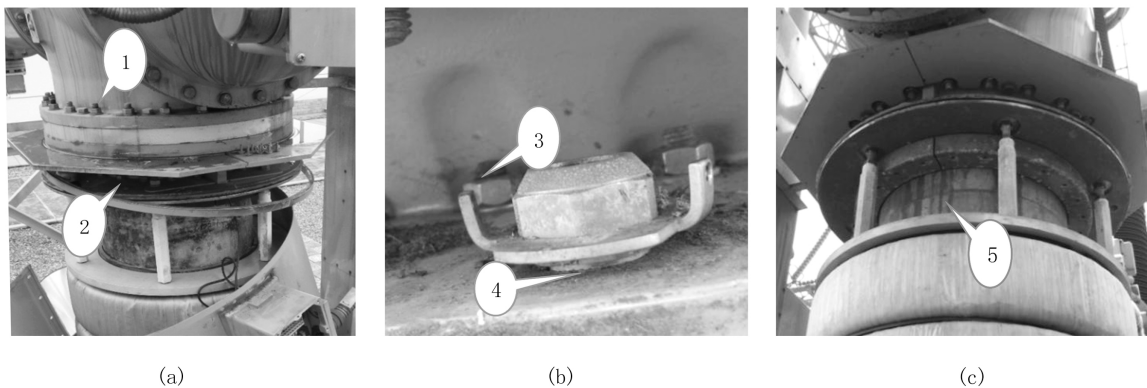


图 3 雨水从螺栓处进入的示意

个出风口。利用该箱体替代原有箱体将 CT 线圈包裹在其内部 利用热风机 24 h 不间断地进行热风干燥。

但这种方法具有以下缺点:

- 1) 需要把 CT 外壳拆除,同时设计制作一个新的热风箱体与配套设备,由于需要一定的硬件条件,工作量较大;
- 2) 由于箱体相对比较密封,干燥时产生的水蒸气容易往电流互感器线圈内部扩展,导致受潮范围扩大;
- 3) 热风对电流互感器线圈表面干燥较快,但对线圈内部不容易干燥。



图 4 特制的电流互感器箱体

### 3.2 电流加热法

由于热风法存在上述缺点,在实施过程中很难较快达到理想的干燥效果,为此提出采用电加热法对其进行补充。

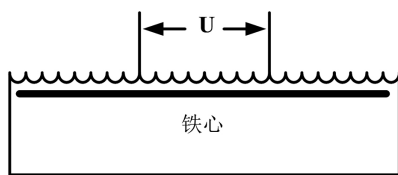
电加热方法的思路是利用电流互感器线圈自身进行短路加热。由于电路互感器线圈直流电阻相对较大,只需要较小的电流就可以获得较大的温升,同时不需要较高的电压,不会损坏线圈的绝缘。

电加热的具体方法如下:

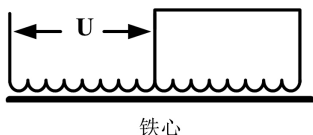
- 1) 对于有 2 个抽头(4 个端子)的线圈,短接首尾端,利用调压器在两个抽头间施加电压;对于只有 1 个抽头(3 个端子)的线圈,短接抽头与尾端,利用调压器在首端和抽头间施加电压,如图 5 所示。

- 2) 同时为了避免温度过高损伤绝缘,提出采用测量直流电阻换算温度的方法来获得绕组内部温度,并对其进行控制,即通过电压电流得到加压部分线圈电阻进而获得不同时刻的直流电阻值,再根据铜线电阻与温度关系获取铜线温度。本次处理通过调压器调节线圈中的电流,将导线的温度控制在绝

缘能够承受的85℃之内。



(a) 具有4个端子的CT加热方式



(b) 具有3个端子的CT加热方式

图5 交流短路加热接线

采用电加热的优点有: 1) 可以从线圈内部进行加热, 对内部受潮的干燥效果较好; 2) 线圈整体受热较为均匀, 且温度可控。

#### 4 进水封堵措施

针对现场发现的进水渠道采取有针对性的封堵措施:

1) 将二次接线盒与CT箱体通道以及二次电缆护套在进入二次接线盒的地方采取密封措施;

2) 更换二次电缆护套, 并采用U形布置, 并在U形管的下部开口, 便于雨水漏出;

3) 在图3所示的夹层中的螺栓、呼吸孔下部、电流互感器箱体的连接接缝处采用打胶的方式密封。

#### 5 结 语

通过对本次缺陷的分析和处理得出以下结论:

1) 该形式的外置式电流互感器在户外使用时, 由于其结构形式极易造成外部水分进入互感器腔体内部, 从而导致互感器线圈受潮, 安装时应加强其密封, 避免雨水进入;

2) 当电流互感器线圈受潮时, 不用盲目地更换线圈, 可以采取热风和电加热的方法进行干燥处理。

#### 参考文献

[1] 冯昌远. GIS的运行经验和现场试验[J]. 高压电器, 2000, 36(1): 49-53.

[2] 傅旭华. 组合式高压电器(HGIS)的特点浅析[J]. 浙江电力, 2006, 25(3): 67-68.

[3] 鲁旭臣, 李爽, 毕海涛, 等. 辽宁电网GIS与HGIS运行可靠性和实用性分析[J]. 东北电力技术, 2014, 35(9): 20-22.

[4] 印华, 姚强, 王勇, 等. 一起GIS事故的分析与处理[J]. 高压电器, 2009, 45(2): 122-123.

[5] 电气装置安装工程电气设备交接试验标准: GB 50150-2016[S] 2016.

作者简介:

唐 静(1988) 硕士研究生、工程师, 现从事综合计划、物资计划、资金项目管理工作。

(收稿日期: 2018-08-30)

(上接第40页)

分验证了励磁涌流仿真评估方法的准确性, 也为变压器消磁效果评价提供了一种手段。

#### 参考文献

[1] 张晓洁, 杨勃, 陈垒, 等. 一种基于磁滞回线的变压器剩磁计算方法研究[J]. 变压器, 2015, 52(10): 11-13.

[2] 乌云高娃. 变压器励磁涌流的分析与控制研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2009.

[3] 戈文祺, 汪友华, 陈学广, 等. 电力变压器铁心剩磁的测量与削弱方法[J]. 电工技术学报, 2015, 30(16): 10-16.

[4] 郝治国, 张保会, 褚云龙, 等. 变压器空载合闸励磁涌流抑制技术研究[J]. 高压电器, 2005, 41(2): 81-84.

[5] 黄金, 方春恩, 李天辉, 等. 计及剩磁的变压器励磁涌流的仿真研究[J]. 变压器, 2009, 46(11): 40-43.

作者简介:

周 波(1989) 工程师, 主要从事电力系统稳定与控制技术和新能源发电控制技术研究;

常晓青(1965) 高级工程师, 主要从事电力系统稳定与控制技术研究;

张 华(1985) 高级工程师, 主要从事电力系统稳定与控制技术研究;

魏 巍(1984) 高级工程师, 主要从事电力系统稳定与控制技术研究;

史华勃(1987) 工程师, 主要从事电力系统稳定与控制技术研究。

(收稿日期: 2018-08-24)