

# 提高变电站一次设备预防试验效率的可行方法

汪立<sup>1</sup>, 刘代祥<sup>2</sup>

(1. 四川福溪电厂, 四川 成都 644000; 2. 四川电力调整试验所, 四川 成都 610016)

**摘要:** 500 kV 变电站的预防试验工作往往是工作量大、耗时间长, 容易造成工作人员精神不集中, 另外站内较强的感应电会影响工作进度、试验数据, 甚至损坏试验仪器或让试验人员承受电击之痛。所以在保证预防试验全面准确的前提下, 通过提高工作效率来降低工作量及减少工作时间就成为急需探讨的问题。就 500 kV 变电站一次设备预防试验工作中一些提高效率的可行方法作了介绍。

**关键词:** 预防试验; 提高效率; 方法

**Abstract:** The preventive test of 500 kV substation is always a long time of hard work, so the working staff can hardly concentrate their attention on work, and the induced voltage will affect the working schedule and test data, even damage the instruments or let the staff get an electric shock. So, how to improve the working efficiency and reduce the work load and working time is an important and instant problem. Some useful methods that will improve the working efficiency in the preventive test of primary equipment in 500 kV substations are introduced.

**Key words:** preventive test; efficiency improvement; method

中图分类号: TM835 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2012)01-0080-03

## 0 引言

500 kV 变电站一次设备器身高, 高压引线粗, 每次预防试验都需拆除一次引线, 反复地拆除和恢复引线对一次设备的安全会构成一定威胁; 况且, 现在各厂站都配备了极少数的专业高压试验人员, 长时间紧张工作、过高的试验电压以及升压站内极强的感应电, 都可能造成工作人员身心疲惫甚至可能危及人身安全。结合实际工作, 从试验方法、试验设备以及感应电预防等不同角度提出了一些行之有效的简易方法。

## 1 试验方法

### 1.1 不拆一次引线的方法。

1) 以山东泛华电子 AI-6000E 介损测试仪测量 TYD500/ $\sqrt{3}$ -0.005H 型电容式电压互感器介损和电容量为样本, 通过在前几年常规 CVT 拆引线试验的经验基础上, 在今年完成 CVT 拆引线试验后, 模拟不拆引线工况进行了不拆引线 CVT 试验的尝试。常规 CVT 拆引线试验方法为: 上中两节均采用正接法, 下节采用 CVT 自激法。不拆引线试验方法为: 上节采用反接“M”法, 中节采用正接法且不需要重新接

线(上节和中节接线如图 1), 下节仍采用 CVT 自激法(图 1)。方法及结果比较: ①拆除引线加大工作人员的工作量, 一个间隔(三相)可以节省 1 个工作日以上; ②在户外运行的互感器引线端子往往存在锈蚀的情况, 拆线存在一定的困难, 如果恢复不到位还可能存在接头接触不良而放电或发热的情况, 影响电网的安全稳定运行; ③不拆引线还可以极大减少对人员的安全隐患; ④上节和中节只需一次接线即可。接线方法见图 1, 试验数据见表 1。

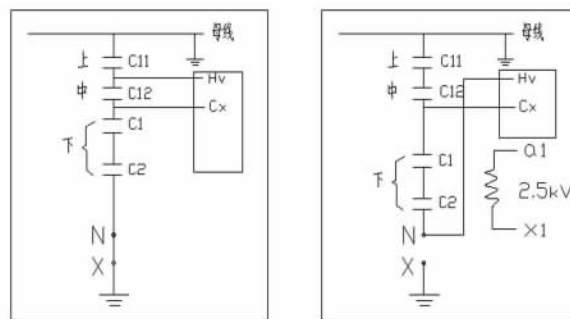


图 1 接线方法

由表 1 的试验结果可以看出, 不拆引线和拆除引线的测试数据基本一致, 说明不拆引线的方法可行。

2) 变电站内避雷器预防试验工作中拆、接引线对电网运行和工作人员都存在安全隐患, 也算比较繁琐的工作。将避雷器拆除引线和不拆除引线的试验

表1 试验数据

类别 项目	母线 CVT 拆引线		母线 CVT 不拆引线		线路 CVT 拆引线		线路 CVT 不拆引线	
	介损值/%	电容量/pF	介损值/%	电容量/pF	介损值/%	电容量/pF	介损值/%	电容量/pF
上节	0.071	14890	0.058	14 900	0.081	15 120	0.061	15 120
中节	0.073	15 030	0.060	15 020	0.082	15 020	0.061	15 110
下节 C1	0.051	72 140	0.064	72 160	0.046	71 160	0.069	70 610
下节 C2	0.048	18 740	0.056	18 700	0.049	18 860	0.060	18 690

表2 试验数据

类别 项目	拆引线		不拆引线	
	$U_{1mA}/kV$	$0.75U_{1mA}$ 下泄露 / $\mu A$	$U_{1mA}/kV$	$0.75U_{1mA}$ 下泄露 / $\mu A$
上节	209.2	32.3	209	28
中节	206.5	11.1	205	30
下节	201.1	10.3	202	40

方法及结果进行了对比。不拆一次引线时,需要将避雷器下节到放电计数器的引线拆除,否则在该引线上会有放电而造成试验失败,做上节试验(图2)时合上与避雷器并联的地刀,做中节(图3)、下节(图4)时断开地刀,本方法不适合做线路避雷器,因为停电后线路是接地的。试验数据见表2。

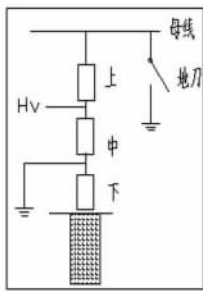


图2 上节试验接线图

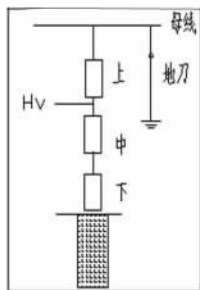


图3 中节试验接线图

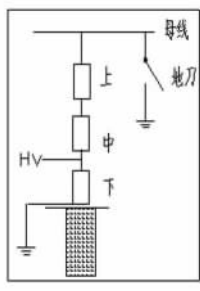


图4 下节试验接线图

### 1.2 部分拆除引线的方法

1) 500 kV 等级的变压器做高压侧直流电阻试验,往往都是把高压侧套管及中性点的引线都拆除再进行试验,但高压侧套管接线处离地面 10 m 左右并且是倾斜的,给拆除引线工作带来非常大的困难。通过分析变压器接地电阻与绕组直阻之间的关系来得出只拆除中性点引线做直流电阻试验的方法,因为变压器直阻为  $m\Omega$  级,而地电阻也为  $m\Omega$  级,两者并联后测量出来的基本上就不是变压器直阻了,所以需要至少断开一侧的一次引线,试验等效图见图5。

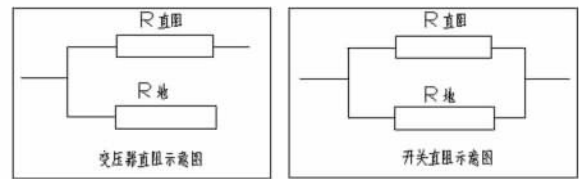


图5 试验等效图

2) 断路器回路电阻的测试也受到启发,为了防止感应电损坏试验设备,可以利用回路电阻的大小和地阻的关系得出可以不断开断路器两侧地刀进行回路电阻的测量,断路器回路电阻为  $\mu\Omega$  级,而与其并联的接地电阻为  $m\Omega$  级,两者并联后对回路电阻的大小是基本没有影响的,也可以采用断开断路器一侧地刀的方法测量回路电阻。这样,既不用劳师动众去拆除一次接线,又保护了试验设备免受感应电的冲击。

## 2 试验设备的保护

变电站的一次引线上交错,每次预防试验都不可能全站停电,所以即使停电间隔也会有非常强的感应电。曾经用北京艾斯德克交直流分压器从停电的

一次引线上测量有近 900 V 的感应电,如此强的感应电对试验设备也是一种考验。曾经用某型号断路器回路电阻仪测量断路器回路电阻,先接好仪器的地线,再将测试线从断路器引接至回路测试仪,立即发现测试仪内部冒烟,说明该仪器已经被感应电烧坏,并且该塑料外壳的试验设备在变电站已经烧坏两次。另外,有的设备在变电站就无法正确显示数据,比如做断路器低电压的某个仪器,合上装置电源,就有 30~70 V 的波动电压显示。所以,尽量选择抗感应电和抗干扰能力强的,比如铁质外壳的,其笼式的铁质外壳可以对内部的电子元件起到一定的保护作用。另外,试验人员需要对试验设备有充分的了解,学会保护试验设备,比如先将试验设备接地端子及外壳都与地线接好,把测试线一头接被试品另一端先不接入仪器,而是接到地线上,再拉开被试品两侧的地刀,等做完所有准备工作最后才将测试线接到仪器上立即开始试验,这样可以减少感应电荷在试验仪器上的积累。晴朗的天气是做试验的好时机,但让太阳暴晒试验设备可能会造成电子元件的老化。

### 3 感应电的预防

感应电就是导电设备外部所带的电。在变电站试验工作中,常常有人感到设备基础、构架等“有电”使人产生刺痛的电击感,有时这种电击的现象还很剧烈,工作人员在接线过程中常常被感应电电击而产生畏惧心理。虽然一般来说对人体没有危害,但会给试验人员造成心理上的创伤,如不引起足够的重视,很可能引起人身事故的发生。按照静电感应的原理,当一个导体接近一个带电体时,靠近带电体的一面,导体将感应出与带电体极性相反的电荷,而背向带电体的一面,将感应出与带电体极性相同的电荷。工作人员在接近带电导线时,相当于一个导体一样,在人体上会积累电荷,产生感应电压。这种感应电压对接地体(杆塔或构架)放电时,使人体产生刺痛感,而这种现象只有在人体与接地体(杆塔或构架)绝缘时才表现出来。因此,就需要工作人员在试验前作好有防感应电的心理准备,并作好防护措施,挂临时防护接地线;可以通过戴绝缘手套避免接线时被感应电电击,

只是戴上绝缘手套不如帆布手套灵活;另外,回到地面后可以通过把握住接地线的办法将自身积累的电荷放掉。

高压试验工作一般都选择在晴朗的天气进行,但往往越是晴朗感应电就越大,所以一般上午的感应电弱些,并且高原地区下午的风很大,对类似避雷器试验等需要升压到 200 kV 以上的试验项目有很大的影响。

500 kV 变电站还可以采用 10 m 绝缘杆挂测试线的办法减少工作人员反复接线拆线的劳动强度,还避免了感应电对身体的危害。当然,这样的方法对于需要加屏蔽线的试验项目就不适合了。

### 4 总结

虽然不拆引线试验方法或许还存在这样或者那样的问题,数据合格还好若不合格还要解开,但是它能够起到减少劳动强度、减轻工作量、提高试验精度的作用。南方电网公司发布的 Q/CSG 10007-2004《电力设备预防性试验规程》也有如下条款:如不拆引线不影响对试验结果的相对判断时,宜采用不拆引线试验的方法进行。因此就个人认为,试验数据分析上一一般需要横比和纵比,将不拆引线时的值记录下来,历年数据和三相之间如无明显变化,可视设备为正常状态。

综上所述,不拆引线的方法极大地减少了工作人员的劳动强度,感应电的预防避免了工作人员试验过程中因畏惧感应电而影响工作进度,保护好试验设备并让其能够被正常使用也是开展工作的重要保障。虽然这些都是比较简单的方法,但它们对提高变电站预防试验的工作效率是可行的。

#### 参考文献

- [1] 许达明,何宏明,等.中国南方电网有限责任公司企业标准 Q/CSG 10007-2004 电力设备预防性试验规程[S].
- [2] 陈化钢.电力设备预防性试验方法及诊断技术[M].北京:中国水利水电出版社,2009.

(收稿日期:2012-01-04)