

冶勒水电站主变压器的电气试验

李铁军 高 远

(中国水利水电第七工程局机电安装分局 四川 彭山 620860)

摘要 简介冶勒水电站主变压器的主体结构,电气主接线采用单机单变输送电形式,机组出口电压为 13.8 kV,线路电压为 220 kV。详细介绍了冶勒水电站变压器组件安装前、后的电气试验程序及测试结果,据此总结出一套行之有效的试验方法和程序。
关键词 冶勒水电站;主变压器;电气试验;安全措施
中图分类号 :TM411+.2 **文献标识码** :B **文章编号** :1006-7647(2006)S2-0043-02

在我国,变压器广泛应用于电力系统中,承担电压调节功能。随着电网系统的不断发展,变压器的电压等级也在不断提高,由原来的 35 kV 提升到 110 ~ 220 kV。我国已经建立了 500 kV 电压等级的电力网络系统,为满足电力系统的需要,对变压器提出了新的要求。电气试验是变压器从出厂到现场安装的最后检测项目,其中局部放电试验是整个试验的最后试验项目,它的检测数据结果是判断变压器能否达到国家标准、能否投入运行的重要依据,也是确定和排除不合格变压器组件、查找和发现组件中不合格的原因以及提供相关处理的依据。

1 变压器的主体结构

主变压器采用国内西安西电变压器有限公司的产品,该变压器为三相组合式电力变压器,由 3 个单相变压器组成。高压套管由各个单相变压器引出,高压中性点相间连线安装于油箱盖上方,通过套管引出。产品技术参数如下:型号为 SFP9-H-150000/220,代号为 1SB.710.6186.1,额定容量为 150 MVA,高低压侧额定电压分别为 $(242 \pm 2) \times 2.5\%$ kV 和 13.8 kV,额定频率为 50 Hz,冷却方式为 ODAF,联结组别标号为 YN,d11,使用调节为户外使用,海拔为 2100 m,绝缘水平为 LI 950 AC395-LI 400AC200/LI 105AC45。

2 试验程序及相关数据

2.1 安装前电气组件的电气试验

变压器主体就位后,进行整体组装。在组装前

需要对安装的一次高压设备组件进行相关的电气试验,以检测高压设备有无缺陷,检查其是否具备带电运行的能力。设备包括升高座内的电流互感器、升高座上的高压电容式套管、测温元件、保护元件等。

2.2 组件安装后整体的电气试验

变压器组装完毕、器身内绝缘油化验合格后,已具备进行电气试验的条件。按照国家规范进行下列电气项目测试,并对测试数据进行分析判断。

a. 变压器高低压绕组的直流电阻测试。在保证变压器油温度没有明显变化的情况下进行各相绕组的测试,高压侧根据变压器的分接位置进行 5 个档位测试,将各个档位的绕组测试结果换算到 75 ℃ 值再行比较,各相间的电阻不平衡率应小于或等于 2%,与厂家出厂值比较不平衡率应小于或等于 2%。试验结果见表 1,厂家出厂测试结果见表 2。现场测试值与出厂值相比误差不大于 2%,其他各档位绕组测试结果也均符合规范要求。由表 1 和表 2 可知各绕组连接线牢固,分接开关在各分接位置接触良好。

表 1 直流电阻现场测试结果(3 档)

温度	A 相电阻/ Ω	B 相电阻/ Ω	C 相电阻/ Ω	不平衡率/ %
3 ℃(测试温度)	0.325 1	0.326 1	0.328 7	0.63
75 ℃(换算温度)	0.423 0	0.424 7	0.428 1	0.63

表 2 直流电阻厂家出厂测试结果(3 档)

温度	A 相电阻/ Ω	B 相电阻/ Ω	C 相电阻/ Ω	不平衡率/ %
23.5 ℃(测试温度)	0.355 1	0.351 9	0.355 6	0.61
75 ℃(换算温度)	0.425 8	0.422 0	0.427 2	0.61

b. 连接线组别测试。采用直流感应法进行测试,结果表明连接线正确。

c. 变压比测试。使用变比测试仪对变压器的 5 个档位进行测试,测试结果与额定变比进行比较,误差均小于 0.2%,符合规范要求。

d. 绝缘电阻及介质损耗测试。分别测量高、低压绕组及铁芯对地及各绕组之间的绝缘电阻值,并记录 15 s 和 1 min 时的阻值,以便进行变压器的吸收比计算。介质损耗的测量与外部相对湿度有一定的关系,一般情况下要求不大于 85%,试验电压为 10 kV。介质损耗测试结果见表 3,测试结果证明该变压器绝缘良好。

表 3 介质损耗测试结果

测试绕组	$R_{15s}/M\Omega$	$R_{60s}/M\Omega$	R_{15s}/R_{60s}	$\tan\delta/\%$
高压对低压及地	30 000	40 000	1.33	0.33
低压对高压及地	16 000	22 000	1.37	0.42

注:表中 δ 为介质损失角。

e. 直流泄漏电流测试,测试结果见表 4。

表 4 直流泄漏电流测试结果

测试绕组	试验电压/kV	1 min 泄漏电流值/A
高压绕组	40	5
低压绕组	10	1

f. 外施耐压试验及感应耐压试验。这两项试验是考验变压器绝缘情况的试验,也是绝缘破坏性的试验。鉴于试验设备容量只针对低压侧绕组实施外施耐压试验,试验电压为 38 kV,持续时间为 1 min。对高压绕组实施感应耐压试验,为了减少感应耐压对变压器绝缘损害的累积效应,经多方讨论将耐压值确定为出厂值的 70%,即 270 kV,为额定运行电压的 2.12 倍,已足够考验变压器的绝缘情况。试验时变压器档位位置 1 档,低压侧施加电压为 38 kV,高压侧感应耐压为 270 kV,感应倍率为 1.36,试验时间为 40 s。

g. 局部放电测试。该试验分阶段进行,变压器分接档位位置 1 档,首先施加 218 kV 电压并在该电压

等级下停留 5 min,然后将电压增至 252 kV,在该电压等级下停留 5 s,测取该电压下的三相放电量,最后将电压降至 218 kV,在该电压等级下停留 30 min,测取有效三相放电量。试验结果见表 5。

表 5 局部放电试验结果

试验电压			局部放电量/PC		
低压侧/ kV	高压侧/ kV	倍数	A 相	B 相	C 相
13.7	218	$1.5/\sqrt{3}$	180	165	165
15.9	252	1	192	174	176
13.7	218	$1.5/\sqrt{3}$	180	165	165

3 安全措施

试验过程中,应仔细检查变压器本体及铁芯是否与地可靠联结、高压升高座上的高压电容式套管末屏蔽端是否可靠接地。升高座内的电流互感器二次绕组、主变测温元件应短接接地,相关试验高压设备应可靠接地。高压试验期间,在变压器周围设置警戒围栏,并设安全警示告示。

4 投运结果

经过 5 次从系统倒送电实施主变压器冲击后,各组件带电运行正常,无异常状态,在机组 72 h 试运行期间主变压器运行状态稳定。

5 结 语

随着我国水电事业的不断发展,水电站的装机容量不断增大,相应地,主变压器的容量也在增大,同时电网的电压等级也在增高,这就对主变压器的技术要求进一步提高。冶勒水电站电气主接线采用单机单变输电形式,机组出口电压为 13.8 kV,线路电压为 220 kV,主变压器采用国内西安西电变压器有限公司的产品。针对该一次设备按照国家规范要求进行现场相关电气试验,总结出一套行之有效的方法和程序,可供其他电站参考。

(收稿日期 2006-07-06 编辑 骆超)

(上接第 23 页)

转子部件安装完毕,各锁锭及要求焊接部位经检查合格后,进行整体磁极耐压试验及绝缘电阻测定。全面清理转子内外杂物、灰尘,按厂家技术资料要求对转子表面进行喷漆,喷漆之前先用纸或塑料膜包扎阻尼环、励磁引线的电气连接部位,以防喷漆时油漆进入。

5 结 语

冶勒水电站发电机转子安装工作中,1 号机组

采用的是法国 ALSTOM 公司的安装工艺,在叠片开始时,首先安装永久螺杆,由于磁轭高度为 2 582 mm,永久螺杆的高度更高,所以叠片过程十分困难,需要的人力也比较多,安装的难度比国内常用的方法要大得多。而 2 号机组采用国内通常的安装工艺,安装质量有所提高,而且节约了工期,获得较好的经济效益。

(收稿日期 2006-07-06 编辑 高建群)