

官地水电站水轮发电机定子绕组上下层线棒交流耐压试验

冯培均,王元文

(中国水利水电第七工程局有限公司机电安装分局,四川 彭山 620860)

摘要:介绍了官地水电站水轮发电机定子绕组上下层线棒交流耐压试验方法、要求、具体试验步骤。试验发现1号机定子线圈1A1~1A2支路在机坑环境温度28℃、湿度44%的情况下出现放电现象。分析产生该现象的主要原因,并提出解决措施:重新清理线棒;在上下层线棒电接头之间塞入相应大小的银焊片;加强线棒分支隔离检查力度;降低上、下层线棒交流耐压等级为43 kV。

关键词:水轮发电机;定子绕组;交流耐压试验;官地水电站

中图分类号:TV547.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2013)S2-0013-02

1 工程概况

官地水电站位于四川省凉山州西昌市与盐源县交界的雅砻江上,东距西昌市约40 km,是锦屏一、二级电站和二滩电站的中间梯级电站。官地水电站地下式厂房,共装设4台立轴混流式水轮发电机组,单机额定容量为600 MW。2011年8月完成了首台水轮发电机定子绕组上下层线棒耐压试验,开创了国内同类特大型水轮发电机定子绕组上下层线棒同时进行交流耐压试验的先河。发电机定子绕组为三相六支路星形连接,采用密封循环无风扇空气冷却方式,绕组形式为双层条形波绕组,发电机为逆时针方向旋转,槽号由内向外顺时针编排。定子铁芯高度3 100 mm,内径1 5000 mm,共630槽,绝缘等级F级。上下层线棒为L形结构的定子线棒,上下层线棒之间间隙极小,同时受地下厂房环境条件差、线棒隔离数量多、爬电距离近等因素的制约,上下层线棒嵌装完成后,无法将其分段隔离并联合耐压。根据定子绕组特点,工程技术人员制定了切实可行的上下层线棒交流耐压试验方案,通过分支路进行 $2.5U_N+1.0\text{ kV }1\text{ min}$ 交流耐压试验。

2 上下层线棒交流耐压试验方法及要求

a. 上下层线棒交流耐压条件:定子槽楔装配已经完成,上层线棒端部已经喷涂高阻漆,测温元件已可靠接地,上下层线棒已清理干净,绝缘电阻及吸收

比均达到规定要求。

b. 上下层线棒耐压试验方法。①将每个支路70根上下层线棒首尾采用软导线串联成18个支路:1A1-1A2、2A1-2A2、3A1-3A2、4A1-4A2、5A1-5A2、6A1-6A2;1B1-1B2、2B1-2B2、3B1-3B2、4B1-4B2、5B1-5B2、6B1-6B2;1C1-1C2、2C1-2C2、3C1-3C2、4C1-4C2、5C1-5C2、6C1-6C2。②上下层线棒和线棒支路间用绝缘硬介质(如环氧树脂、玻璃钢等)隔开,以确保耐压试验时绝缘,防止击穿。

c. 上下层线棒交流耐压要求。①检查定子铁芯齿压板、铁芯以及槽内测温元件是否可靠接地。②定子线圈18个支路在定子铁芯上有明显标识,以便线棒绝缘隔离。③试验设备、仪器完好。④在线棒交流耐压期间,地下厂房内大功率设备暂停运行,以确保试验用电的稳定性。⑤上层线棒完工、打完槽楔与下层线棒共同试验绝缘电阻应不小于50 MΩ。⑥根据《官地水轮发电机定子装配工艺守则》要求,上下层线棒交流耐压等级为 $2.5U_N+1.0\text{ kV}$,即51 kV。当1个支路做耐压试验前,其他支路可靠接地。1个支路做1次耐压试验且每个支路绝缘隔离正确,经多人检查确认无误方可进行试验。⑦耐压过程出现异常情况时,观察人员及时用对讲机呼叫耐压操作人员停止耐压。⑧耐压完成后,试验室耐压操作人员切断设备电源,并对耐压线棒放电后,才能进行下一支路线棒绝缘隔离和拆接线工作。⑨尽量避免线棒的重复耐电压试验。

作者简介:冯培均(1983—),男,四川合江人,助理工程师,主要从事水电站机电安装电气施工技术管理工作。E-mail: 67684026@qq.com

3 上下层线棒交流耐压试验准备及步骤

a. 试验前的准备工作^[1]。交流耐压试验设备布置在发电机层,配备足够容量的三相试验电源。试验时,在发电机层划出专门区域,设置警戒线(防护围栏和警示牌)。接好试验设备,根据高压分压器分压比换算出相应的二次表计值。为防止试验过压,按试验电压的1.1倍整定过电压保护,接好线后进行空升电压检查、过电压保护检查、过压保护动作。

根据定子绕组电容,估算出高压侧试验电流值,按照其1.5倍整定高压侧过流继电器。低压侧过电流按照试验变压器的输入电流进行过电流保护整定。检查试验变压器、调压变、电抗器的油位及绝缘电阻,设备状况应良好,表计需经过校验检定。按照试验接线图将各设备可靠连接,试验设备的外壳或接地螺栓用软铜辫接地线与接地体可靠连接。不接通主回路电源,通电检查试验变压器控制回路的工作情况,包括调压升降方向、上下限位、铁芯调整方向,以及保护回路。

b. 试验步骤。①按照定子绕组接线图,将线圈每个支路进行绝缘隔离,绝缘材料采用绝缘盒和绝缘板。②对未耐压支路进行接地。核查绝缘隔离是否正确,未耐压支路线棒接地是否可靠。检查试验设备在空载情况下是否正常。③由试验室耐压操作人员发出号令,人员及时撤离至安全区域,准备耐压。④首先对所耐压支路做绝缘电阻测试,当绝缘电阻不小于50 MΩ时方可进行交流耐压试验。⑤各部人员就位后,关掉主照明开始试验。合上试验电源,对耐压支路线棒升压到51 kV,计时1 min,观察线棒有无异常。⑥时间达到后迅速降压为零,断开试验电源。倒换高压引线与接地线,进行下一组线棒的试验。⑦为防止遗漏或重复耐压,每个支路线棒试验后应做好记录。耐压通过后,按照同样步骤进行下一支路耐压试验。⑧当线棒出现异常情况时,试验室操作人员立即切断电源,待线棒放电后,查找线棒发生异常情况的原因,排除问题后再进行耐压试验。⑨全部支路耐压完成后,收回并妥善保管绝缘材料,拆除耐压设备。

4 试验中遇到的问题及解决措施

1号机定子线圈1A1~1A2支路在机坑环境温度28℃、湿度44%情况下,第1次升压至42 kV时出现放电现象,检查放电部位未发现线棒放电碳化迹象,在该部位增放绝缘板后,进行第2次交流耐压试

验,第2次耐压试验升压至48 kV时,在另一部位出现放电现象,经检查仍未发现异常情况,线棒和绝缘板均无放电碳化痕迹。

分析产生该现象的主要原因^[2],认为:①线棒交流耐压试验为破坏性试验,次数过多会影响定子线棒绝缘寿命,同时易损坏试验设备。②电接头上试验导线连接应规范,导线头不能伸出过长,防止尖端放电。③从耐压情况看,可排除因线棒自身绝缘问题而放电,不排除通过空气间隙放电。④上下层线棒同时耐压能否达到51 kV耐压标准,需再次征询厂家设计工艺指导。

考虑到试验设备的容量限值、耐电压试验隔离材料的性能、上下层线棒并头块之间的距离、试验环境等因素,采取以下措施,确保了上下层线棒交流耐压试验顺利完成。①在交流耐压试验前重新清理每支路线棒,特别注重线棒R弯曲部位的清理工作,同时拭擦每张绝缘板,增加隔离绝缘板厚度。②利用线棒“L”形结构特性,在上下层线棒电接头之间塞入相应大小的银焊片,替换掉试验导线,从而避免因试验导线头伸出过长而导致尖端放电。③加强线棒分支隔离检查力度,除了执行“三检”制度外,在开始耐压前需通过监理、厂家的检查,以确保万无一失。④降低上、下层线棒交流耐压等级为43 kV。

5 分支耐压试验的作用

a. 解决试验设备容量不足等问题,若需进行整体试验,将采购与之匹配、容量更大的试验设备,但该试验设备采购成本大,且该试验设备使用率不高。

b. 克服了上下层线棒并头块之间距离小的问题,达到上下层线棒耐压试验的目的。

6 结 语

本文对官地水电站水轮发电机定子绕组上下层线棒如何进行交流耐压进行了详细的介绍,该试验的成功验证了通过分支路对上下层线棒同时进行交流耐压的可行性,同时为下道工序的进行提供了质量保证。

参考文献:

[1] 谢学农,黄芬芳. 景洪水电站首台发电机组定子下线前的单根线棒耐压试验[J]. 水利电力科技,2009(3): 31-34.
[2] 杨开平,韩郭锋,梁光辉. 发电机定子线棒耐压试验放电起火的原因及对策[J]. 华电技术,2010, 32(9): 63-64.

(收稿日期:2013-07-22 编辑:骆超)