

五一桥水电站#2 坝区变压器直流电阻不平衡分析

龙秋宇¹, 吕刚²

(1. 四川中铁能源五一桥水电有限公司, 四川 九龙 626200; 2. 大唐国际四川金康电力发展有限公司, 四川 康定 626000)

摘要: 电力变压器作为电力系统的核心设备, 其设备检修人员必须掌握一些常见故障的分析和处理方法。针对五一桥水电站#2 坝区变压器直流电阻不平衡进行了分析与阐述。

关键词: 五一桥水电站; 变压器; 直流电阻不平衡; 分析

中图分类号: TV7; TV738; TV737; TV734

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2016)03-0089-02

1 概述

四川中铁能源五一桥水电站位于四川省甘孜州九龙县境内。安装3台单机容量为44 MW的立式混流式水轮发电机组, 首台机组于2008年10月投产发电。该电站在2011年11月20日开始的对全站电气设备做2012年度年检预试工作中, 于11月26日在对闸首#2坝区变压器做直流电阻试验时, 发现#2坝区变压器高压侧直流电阻不平衡, 不符合DL/T 596-2005《电力设备预防性试验规程》要求。该变压器铭牌参数见表1。

表1 变压器铭牌参数表

项目	数据与内容
变压器型号	SO-160/350
额定电压	35 000/400 V
额定容量	168 kVA
接线方式	D/Y0
制造厂家	青岛变压器集团·成都双星电气有限公司

2 变压器直流电阻的技术要求

《油浸式电力变压器技术参数和要求》GB/T6451-2008规定, 对于配电变压器, 其绕组直流电阻不平衡率: 相电阻不平衡率不大于4%, 线电阻不平衡率不大于2%; 对于电力变压器绕组直流电阻不平衡率: 相(中性点引出时)不大于2%, 线(无中性点引出时)不大于1%; 如果由于线材及引线结构等原因引起绕组直流电阻不平衡率超出上述值, 需要说明引起偏差的原因, 且其偏差率不大于2%。根据上述规定, 我们对影响变压器直流电阻不平衡的因素进行了分析。

3 影响变压器直流电阻不平衡的因素

收稿日期: 2015-10-10

3.1 变压器故障

变压器在运行中发生故障, 引起变压器匝间短路、绕组断股、绕组断线都会造成变压器直流电阻不平衡。

3.2 制造工艺原因

(1) 导线材质对变压器直流电阻不平衡率的影响。纸包扁铜线作为绕组的主要材料, 若其质量较差, 尤其是铜和银的含量低于国家标准, 则其单位导线电阻或电阻率相差较大, 导线截面均匀度差异亦较大, 都可能会造成直流电阻不平衡率超标。

(2) 引线结构对直流电阻不平衡率的影响。由于变压器高压线圈的电阻相对于高压引线电阻要大的多, 因而高压引线电阻对高压直流电阻不平衡的影响很小。而变压器的低压线圈电阻通常较小, 其低压引线电阻的大小对低压直流电阻不平衡率有很大的影响, 而且在生产中所发生的直流电阻不平衡率超标亦大多由其引线结构上的原因造成, 这一点在低压中性点引出的变压器中表现的尤为明显。

(3) 绕组接头焊接质量影响。变压器线圈在绕制、装配过程中, 线圈本身内部的导线与导线的连接以及线圈出头与引线的连接均采用铜焊或气焊。当变压器电流较大时, 线圈的线匝往往由多根并联导线组成, 若出现“虚焊”, 其中有一根甚至几根导线未能焊接牢固, 或者是线圈的出线与引线的焊接处接触不良, 均会引起电阻值上升, 进而造成变压器三相直流电阻不平衡过大, 乃至超过国家标准。

(4) 成品装配环节对直流电阻不平衡的影响

响。在进行成品装配时,有时由于人为的原因使得引线与套管导杆间的连接不紧密而发生松动,变压器分接开关动静触头间的接触不良均可造成直流电阻不平衡率超标。如果在变压器分接开关的动静触头上存在一定厚度的氧化膜,且变压器线圈的直流电阻较小,亦会使直流电阻不平衡系数超标。

4 #2 坝区变压器直流电阻不平衡的原因

由现场直流电阻测试数据(直流电阻试验数据见表 2)可知,#2 坝区变压器高压侧直流电阻严重不平衡,低压侧直流电阻满足要求。该变压器高压侧接线方式为三角形接线,接线情况见图 1。

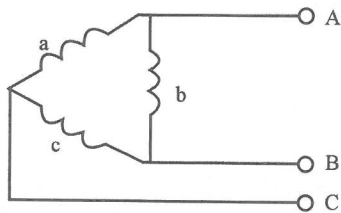


图 1 高压侧绕组接线示意图

各相测量值计算公式:

$$R_{AB} = R_b (R_a + R_c) / R_b + R_a + R_c$$

$$R_{BC} = R_c (R_a + R_b) / R_c + R_a + R_b$$

$$R_{AC} = R_a (R_b + R_c) / R_a + R_b + R_c$$

由上述计算公式可知:当三相电阻近似相等时, R_{AB} 、 R_{BC} 、 R_{AC} 值是近似相等的。根据现场试验数据(表 2)可知:AC 相与 AB 相、BC 相相差较大、近乎成倍。

表 2 #2 坝区变压器直流电阻试验记录表

测试相	直流电阻 /MΩ
高压侧 AB 相	206 900
高压侧 BC 相	211 700
高压侧 AC 相	412 000
低压侧 A 相	5.531
低压侧 B 相	5.471
低压侧 C 相	5.533

如图 1 所示,假设绕组 a 中部断线,AC 相电阻就应该等于 AB 相电阻加上 BC 相电阻。引入测量数据、考虑不同次的测量误差,AC 相电阻刚刚等于 AB 相电阻加上 BC 相电阻。由此可以推断,#2 变压器直流电阻不平衡为 a 相绕组断线故障所引起。

5 结语

五一桥水电站#2 坝区变压器通过吊罩检查,确诊为 a 相绕组断线故障造成直流电阻不平衡。若在生产中遇到三相变压器直流电阻不平衡率超标问题,我们即可以按照上述影响变压器直流电阻不平衡因素,结合现场测量数据仔细查找、认真分析,就可以找到超标原因并予以有针对性的处理。

参考文献:

- [1] 油浸式电力变压器技术参数和要求,GB/T6451-2008[S].
- [2] 电气设备预防性试验规程,DL/T 596-2005[S].

作者简介:

龙秋宇(1987-),女,四川内江人,助理工程师,从事水电站运行及技术管理工作;
吕刚(1982-),男,四川绵阳人,工程师,从事水电站运行及技术管理工作。(责任编辑:李燕辉)

(上接第 58 页)

表 2 2015 年环向裂缝情况统计表

序号	壁厚 /mm	缠丝层数	调查根数 /根	裂缝根数		裂缝比例		未裂缝情况	
				整圈	部分	整圈	部分	数量	比例
1	295	单层	246	45	83	18%	34%	118	48%
2	295	双层	458	173	152	38%	33%	113	29%

5 结语

在不改变管芯壁厚设计尺寸的前提下,从结构和混凝土工艺上采取防治措施,如调整插口钢环内侧钢丝网片直径、置换插口端浮浆层、加强原材料的质量控制等控制措施,分散插口端管芯承受的拉应力及提升插口端混凝土强度,可以减少管芯内壁环向裂缝产生的数量,提高成品管材的

外观质量,提升制造厂商的品牌知名度。

作者简介:

黄娟(1987-),女,湖北荆州人,助理工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
徐浩(1986-),男,江苏徐州人,项目工程部主任,助理工程师,从事道路、桥梁施工技术与管理工。(责任编辑:李燕辉)