

安谷水电站变压器油箱外罩接地电流偏大原因分析

吴刚强¹, 余林²

(1. 中国水电建设集团圣达水电有限公司, 四川 乐山 614013; 2. 中电建水电开发集团有限公司, 四川 成都 610041)

摘 要:安谷水电站 220 kV 主变压器容量大(220 MVA),高阻抗 18% 安装位置在主厂房下游尾水震动区域。就 220 kV 主变压器安装试验及投运过程中出现的外罩接地电流偏大现象进行了简要探讨。

关键词:安谷水电站;220 kV 主变压器;外罩接地电流

中图分类号: 文献标识码: B 文章编号:1001-2184(2018)01-0016-03

1 概 述

安谷水电站工程是大渡河干流梯级开发中的最后一级,坝址位于乐山市安谷河段的生姜坡。

安谷水电站 220 kV 主变压器(220 MVA)由山东泰开变压器有限公司生产;机电安装由水电五局机电安装分局施工完成。在主变投运过程中,发现变压器本体外壳钟罩上下连接处接地电流偏大。当主变额定负荷时,实测的主变低压侧上下节油箱连接片处的电流为:1#主变一点最高连接电流达 390 A 左右,另一点达 150 A 左右;2#主变一点最高连接电流达 350 A 左右,另一点达 160 A 左右;3#主变一点最高连接电流达到 260 A 左右,另一点达到 240 A 左右。主变钟罩电流过大,可能造成主变紧固件、箱体等发热、松动、绝缘老化等安全隐患。根据安谷水电站主变压器油箱连接片处测得的电流数值,厂家会同现场安装单位对变压器在生产及安装过程中所采取的措施进行了分析。安谷水电站变压器主要技术参数见表 1。

2 原因分析

当变压器中一个绕组与电源接通后,就会在铁心中产生磁通。铁心中由励磁电压产生的磁通称为主磁通;当变压器中流过负载电流时,就会在绕组周围产生磁通。绕组中由负载电流产生的磁通称为漏磁通,漏磁通的大小取决于负载电流;主磁通与漏磁通均形成封闭回路,都是向量,但不在同一相位上。主磁通在闭合磁路的铁心中流通,而漏磁通的磁路十分复杂,有的在绕组所占的部分空间闭合;有的则经过绕组端部空间进入压板

后再回到绕组所占空间后闭合;有的则进入油箱后闭合。

表 1 安谷水电站变压器主要技术参数表

项目	型 号
	SFP11 - 220000/220
额定容量	220 000 kVA
额定电压比	(242 ± 2 × 2.5%) / 13.8 kV
短路阻抗	18 %
额定电流	524.9/9 204.1 A
联结组标号	YNd11
额定频率	50 Hz
冷却方式	ODAF
调压方式	无励磁调压
运行方式	升压运行

此外,变压器内部的大电流引线也会产生漏磁通。因此,变压器负载运行时,绕组和引线的漏磁通始终存在。油箱壁局部位置受漏磁通的影响会在局部位置产生环流并通过上下节油箱连接片形成电流回路。

绕组的漏磁通($\Phi\sigma$)等于绕组的磁动势乘以相应的漏磁导,即:

$$\Phi\sigma = N \cdot i \cdot \Lambda\sigma$$

式中 $\Lambda\sigma$ 为漏磁路的磁导; N 为绕组匝数; i 为负载电流。

由于绕组匝数及磁导均为定值,因此漏磁通的大小取决于负载电流。对于小容量变压器,由于其负载电流小,漏磁通对变压器的影响亦较小;随着变压器容量的增大,其负载电流亦随之增大,漏磁通对变压器的影响将比较明显。

3 降低变压器漏磁所采取的措施

针对安谷水电站变压器电压等级高、容量大且短路阻抗高的特点,变压器设计时着重加大了控制漏磁方面的工作,综合采取多种措施以降低变压器的漏磁。例如,合理调整高低压绕组的安匝分布,保证高低压绕组的安匝平衡;在变压器内部也采取了有效措施以减小部分漏磁通对油箱壁的影响。具体措施如下:

(1)在变压器内部结构设计时,合理安排低

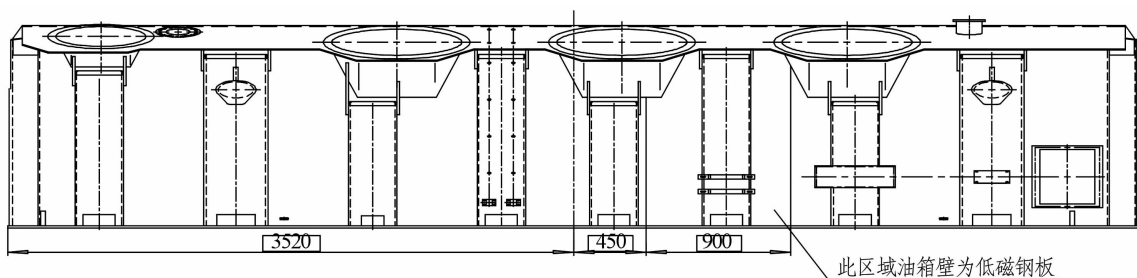


图1 变压器外罩油箱低磁钢板布置图

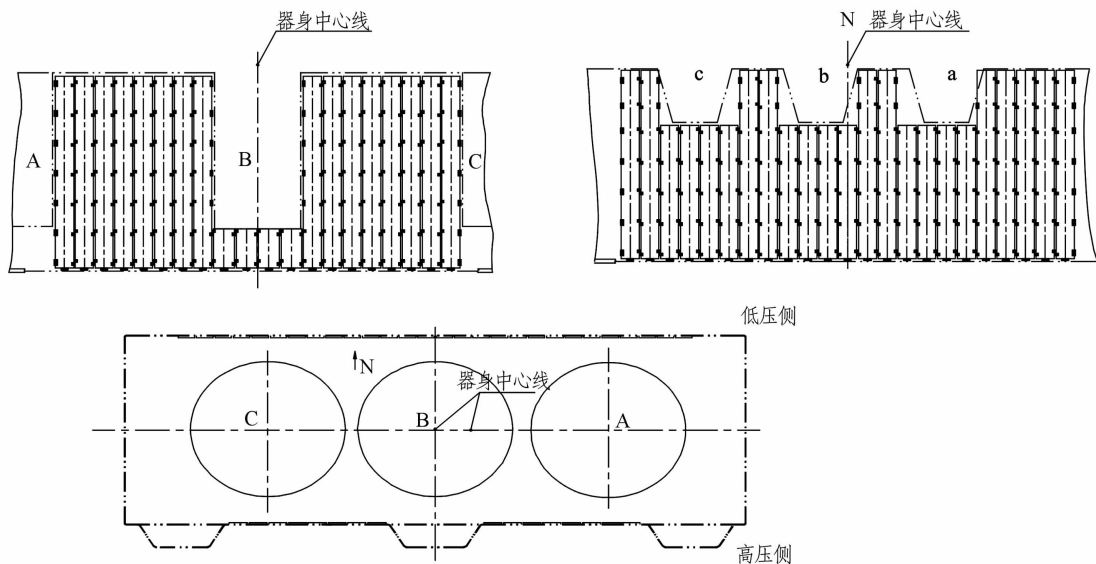


图 2 变压器漏磁通示意图

(3) 对于变压器外部方面,在上下节油箱的高低压侧均布置 2 处连接片(常规变压器高低压侧均为 1 处连接片),并采用铜排进行连接,以保证油箱局部位置受漏磁通影响形成的电流,通过连接片构成回路(图 3)。

4 电流值偏大的原因分析

变压器在运行过程中不可避免地会出现漏磁,在油箱局部位置产生环流。对于钟罩式油箱,油箱的连接片处普遍存在电流。随着变压器容量的增加,连接片处的电流亦会随之增大。由于大

压侧引线走形, 尽量避免引线漏磁通与绕组漏磁通叠加, 并在 A、C 相首尾相接的引线区域 (该区域受引线漏磁通较显著) 油箱壁采用低磁钢板 (图 1)。

(2) 根据变压器高低压侧油箱受漏磁通影响的区域,在变压器油箱内壁上合理布置磁屏蔽,使漏磁通尽量少地经过油箱壁(图2)。

多数电站没有测量过油箱连接片的电流,根据生产厂家多年维修维护变压器的经验,对于容量在 180 ~ 240 MVA 的三绕组变压器,油箱连接片处的电流值在 400 ~ 600 A 左右。现场人员反馈的低压侧油箱连接片的电流值对应于该变压器的容量、短路阻抗及低压侧额定电流值来说,变压器在漏磁方面得到了有效的控制,油箱连接片的电流值在正常范围内。

油箱连接片上的电流是由于局部油箱壁受漏磁通的影响产生的,为局部环流现象,因而不会出

现主变钟罩过热的问题;而且该位置的温度亦可使用红外测温装置进行测量,温升不超过 80 K 绝对不会对变压器内部绝缘造成影响。

5 减少变压器油箱外罩接地电流采用的方法

在变压器上下节油箱连接螺栓处安装小连接铜排,以增加上下节油箱的连接点(图 4)。

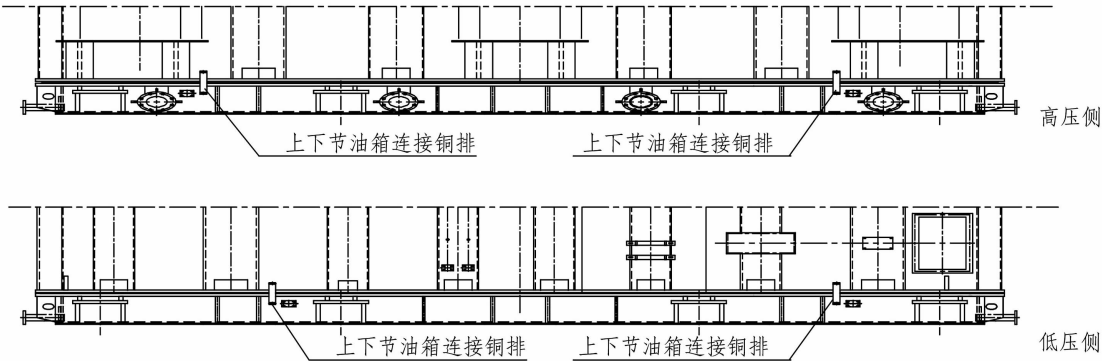


图 3 原变压器外部上下钟罩连接片示意图

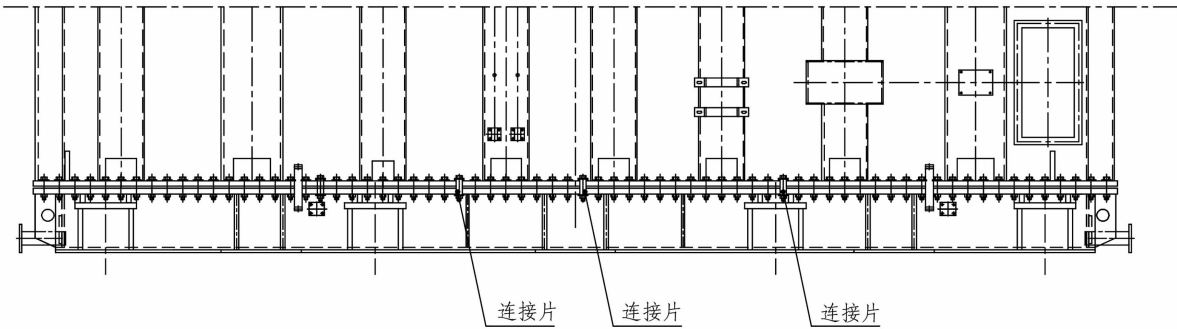


图 4 增加连接片后的示意图

6 结 语

笔者对安谷水电站变压器油箱外罩接地电流偏大的原因进行了分析,提出了具体的解决方案并予以实施,效果较好。

(上接第 15 页)

回油,事故配压阀的 H 腔通过电磁配压阀的 A 腔、P 腔至机械换向阀的 A 腔、O 腔回油,事故配压阀在 G 腔压力油作用下动作,A 腔导叶接力器关腔接通 E 腔事故压力油,B 腔导叶接力器开腔接通 F 腔回油箱,紧急关闭导叶停机,防止机组飞逸事故发生。

除设有 140% n_e 电气过速保护、155% n_e 纯机械过速保护外,在调速器机柜内还设有一套紧急停机电磁阀。在调速器失灵、主配拒动时,机组转速升至 115% n_e ,监控系统发出指令,紧急停机电磁阀动作,导叶主配压阀控制腔油路泄压,导叶主配活塞快速移动,紧急关闭导叶停机,防止机组飞逸事故发生。

作者简介:

吴刚强(1968-),男,四川成都人,工程师,从事水电站技术与管理
工作;
余 林(1975-),男,四川米易人,副处长,工程师,从事水电站机
电工程技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

5 结 语

在大型轴流转桨式机组进口设置事故检修门不能有效起到机组防飞逸保护作用。笔者介绍了安谷水电站采用超速限制器作为机组防飞逸措施,增设了一套事故压力油罐用以保证压力油源的可靠性,优化了事故压力油源的油路设计,为同类型电站提供了一种借鉴。

作者简介:

吕勤川(1968-),男,四川成都人,高级工程师,学士,从事水利水
电工程水力机械设计与研究工作;
张冰雪(1973-),男,四川阆中人,副主任,高级工程师,学士,从事
水电站机电工程技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)