

冶勒水电站组合式变压器安装

张 松 梅华贵

(中国水利水电第七工程局机电安装分局 四川 彭山 620860)

摘要 简介冶勒水电站组合式变压器的布置及主要技术参数。详细介绍冶勒水电站组合式变压器的安装方法和程序,包括主变卸车和吊装、变压器附件安装前的检查和安装、真空注油施工等。

关键词 冶勒水电站 组合式变压器 变压器安装 真空注油

中图分类号 :TM405 **文献标识码** :B **文章编号** :1006-7647(2006)S2-0040-03

1 主变布置及主要技术参数

1.1 主变的布置及结构

冶勒水电站厂房为地下式,机组布置在厂房内,变压器和升压站高压设备布置在厂房外,电站主接线采用发电机-变压器单元接线方式。两台主变压器由西安西电变压器有限公司制造,考虑到现场的道路运输情况,若采用整体式变压器不能将其运输到现场,最后采用组合式变压器,即主变由 3 个单相变压器组成,高压套管由各单相变压器引出,高压中性点相间连线安装于油箱盖上,通过套管引出,导油盒与油箱之间用法兰连接。低压三相引线也在导油盒中接好后通过套管引出。导油盒内部焊有支架并装设导线夹以固定引线,导油盒在相与相之间用波纹管软连接,作为引线和油的通路。3 个单相变压器共用储油柜、压力释放阀及冷却器。3 个单相变压器固定在同一钢构件上,以保证变压器的整体稳定性。

1.2 主要技术参数

主变为户外强油导向循环风冷组合式三相双线圈铜绕组升压变压器,型号为 SFP9-H-150000/220,额定容量为 150 MVA,台数为 2 台,相数为三相,额定频率为 50 Hz,冷却方式为 ODAF,中性点接地方式为不固定接地,额定电压高压侧为 242 kV,低压侧为 13.8 kV,额定电压比为 $(242 \pm 2) \times 2.5\% / 13.8$,短路阻抗为 13%~14%,联结组别标号为 YN,d11。

2 主变卸车和吊装

2.1 吊装设备

a. 起重设备。根据厂家技术资料可知,主变本

体采用分相充氮运输,主变油枕、冷却器、高低压套管都与本体分离,在现场安装,起吊最重件质量为 49 t,选用 100 t 汽车吊能满足现场卸车、吊装要求。

b. 起吊钢丝绳。主变现场起吊最重件质量为 49 t,选用一对 $6 \times 36 + 1 - \varnothing 38$ 钢丝绳起吊,长度为 17 m。吊装时将钢丝绳对折使用,即四点八股钢丝绳起吊。钢丝绳单根破断力 $P = 751 \text{ kN}$,主变本体重 $G = 490 \text{ kN}$,起吊钢丝绳夹角 $\alpha = 36.6^\circ < 60^\circ$,按三点受力考虑,单根钢丝绳承受的拉力 $F = G / (6\cos 18.3^\circ) = 86 \text{ kN}$,安全系数 $a = P / F = 8.73 > 7$,满足要求。

2.2 起吊高度校核

主变本体吊点高度 $H_1 = 3\,000 \text{ mm}$,吊点宽度 $W = 2\,670 \text{ mm}$,起吊钢丝绳夹角 $\alpha = 36.6^\circ$,主变本体与吊钩之间的高度 $H_2 = W / (2\cot 18.3^\circ) = 4\,035 \text{ mm}$,平板拖车高度 $H_3 = 1\,400 \text{ mm}$,主变吊离平板拖车高度 $H_4 = 300 \text{ mm}$,主变本体起升总高度 $H_5 = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 = 8\,735 \text{ mm}$ 。根据 100 t 汽车吊性能参数表可知,汽车吊支腿全伸、起吊 53 t 重物时汽车吊起升高度 $H_6 = 9\,000 \text{ mm} > 8\,735 \text{ mm}$,满足起升高度要求。

2.3 主变吊装就位

按照设计要求,调整好主变钢件基础,使基础的中心、高程及加固强度都符合厂家技术资料的要求,将主变主体三相分别吊装就位。

3 变压器附件安装前的检查

3.1 冷却装置

检查并清洁冷却器联管、法兰,检查风冷却装置,接上临时电源后试运行,观察油泵转向是否正确。

确,应无振动、过热现象。按厂家规定的压力值用气压或油压检验冷却器的密封性能,施加持续 30 min 的压力,检查有无渗漏现象。

3.2 储油柜

清洗干净储油柜,检查储油柜中的胶囊是否完整无损,给胶囊缓慢充氮气,看是否有漏气现象。胶囊沿长度方向应与储油柜的长轴保持平行,不应有扭偏,胶囊口密封应良好,保持呼吸通畅。检查油位表,观察各部位动作是否灵活,油标管路是否畅通,油位表的信号接点位置是否正确,绝缘是否良好,应保证其指示与储油柜的真实油位相符。

3.3 升高座

将各升高座内电流互感器电气试验项目做完,并检查是否合格。电流互感器二次端子板应密封良好,无渗油现象。电流互感器和升高座的中心应保持一致。

3.4 套管

按套管尺寸用角钢做一临时支架,将高压套管吊装、固定在支架上。用白布清洁套管法兰颈部及均压球内壁。进行套管电气试验,检查是否合格。检查充油套管有无渗油现象,油位指示是否正常。

3.5 气体继电器

将气体继电器送到有资质的校验部门进行校验。将气体断电器用合格的绝缘油清洗干净,并用白布、塑料布密封好。

3.6 测温装置

用万用表测量电阻式温度计,检查其阻值和绝缘是否符合要求。检查膨胀式温度计是否有破损,将温度棒靠近热源,温度计的指针应随热源温度的变化而变化。

4 变压器附件安装

4.1 安装方案的确定

将主变运输到现场,从冲击记录仪上读取相关数据。主变运输中如垂直方向上振动超标,应在现场进行吊罩检查。但由于主变布置在户外,没有设计主变运输轨道,无法在户内进行吊罩检查。施工现场环境气候条件很差,安装时正处于当地雨季,环境湿度和温度都不能满足主变吊罩条件。如果盲目进行吊罩检查,很可能使主变铁芯受潮,并且现场缺乏铁芯除潮处理设备,无法进行铁芯干燥处理。所以,业主、监理、厂家一致同意不进行吊罩检查,安装时从主变进入孔进专人对主变器身检查。按设计安装图纸、厂家技术资料、主变安装相关规程规范制定组合式变压器安装施工方法及安全措施,组织安装人员进行技术交底。

4.2 施工材料和工器具准备

a. 主变安装所需的各种工器具和材料全部登记造册,并委派专人管理。

b. 主变附件安装前的准备:①主变安装前将冷却器、油枕、高低压套管、气体继电器、测温装置、油管路等进行清扫、检查、试验,并将连接法兰口用干净的白布和塑料布封堵保护,便于主变安装时使用。②使用真空滤油机将绝缘油过滤 2~3 遍,储存在专用油罐内,按 GB 7597—87《电力用油(变压器油、汽轮机油)取样》取油样,送到有资质的部门进行全分析化验合格。

4.3 变压器本体的调整定位

组合式变压器与整体式变压器的现场调整定位有很大的区别,整体式变压器现场调整定位非常简单,只需变压器的高程和中心基本符合设计要求,对变压器的后续安装工作不会造成影响。组合式变压器对高程和中心的要求很高,组合式变压器低压导油盒的安装是很关键的一步,如变压器的高程和中心调整不好,将影响变压器三相低压导油盒的连接。在安装前应校核厂家到货的低压导油盒长度、高度及中心是否与厂家图纸尺寸相符,如有差异,现场单相变压器本体定位时应进行适当的调整,满足变压器导油盒安装的要求。

4.4 主变检查和附件安装

a. 排氮。根据当地天气预报,选择一个晴天进行主变箱体排氮,实测温度为 12℃,湿度为 79%(湿度轻微超标),为节省安装时间采用自然排氮,排氮后 20 min 打开进入孔,由专人进入主变箱体检查,没有发现铁芯移位、螺栓松动、绝缘破损等现象,变压器无载调压开关转动灵活,档位转换时触头接触良好,用 5 000 V 电动摇表测得铁芯绝缘为 10 000 MΩ,绝缘相当好,符合规程规范要求。

b. 附件安装。①导油盒的安装。打开主变箱体低压侧导油盒安装孔盖板,同时拆开低压导油盒运输封堵盖板,抽出低压导油盒绝缘油,检查导油盒中引线固定是否牢固、紧固件是否松动。先将 B 相低压导油盒吊装就位,再将 A、C 相导油盒吊装就位,连接好相间导油盒之间的波纹管,检查波纹管的中心和导油盒的中心是否一致,波纹管的松紧度应符合要求,紧固好导油盒安装的所有螺栓,再次检查波纹管的中心和导油盒的中心是否一致,波纹管的松紧度应符合要求。②低压套管的安装。安装好全部低压导油盒后,打开低压导油盒上低压导管安装孔盖板,依次将试验好的低压套管安装在低压导油盒上,由专人进入导油盒内进行伸缩节的连接和绝缘包扎。检查确认无异物遗留在低压导油盒中后封

堵导油盒盖板。③高压套管、中性点套管的安装。逐一拆开高压套管、中性点套管安装孔盖板,并将套管升高座安装好,检查升高座内电流互感器有无移位,二次接线是否连接可靠。平行吊起套管一定高度,拆下套管端部的均压环,清洁套管并空中翻身到安装角度后吊装就位,套管吊装下放前将引线用尼龙绳绑扎好,在套管缓慢下放的同时用尼龙绳将引线牵引出套管,并牢固安装在套管顶部。④冷却器及管路的安装。将试验好的冷却器逐个吊装在冷却器基础上固定,连接冷却器到主变箱体油管路。⑤储油柜及管路的安装。打开储油柜盖板,清洁内部,安装好油囊和油位计,向油囊内充入氮气,观察油位计是否动作,盖好盖板后吊装就位固定。连接高压套管升高座、箱体与储油柜之间的管路和气体继电器,气体继电器箭头应朝向储油柜。⑥其他附件的安装。按照厂家技术资料,安装接地套管、压力释放阀、测温元件及表计、呼吸器等附件。

c. 抽真空脱水脱气。虽然当天的湿度轻微超标,安装时有部分潮湿空气进入箱体,但由于安装准备充分、施工人员分工明确、安装时间很短(8 h),主变铁芯应该没有严重受潮。但仍需立即进行抽真空脱水脱气,防止铁芯受潮。将主变所有安装孔、进入孔封堵,连接好真空泵和主变箱体之间的管路。开启真空泵(真空泵由淄博产X-70旋片泵及上海产ZJY-600A型罗茨泵组成真空机组,最大抽速600 L/s,极限真空度不大于10 Pa,工作真空度不大于100 Pa),均匀提高真空度,并确认有气体从真空泵排出,在箱体上架设一定数量的百分表,对主变箱体变形情况进行监测,每小时记录一次数据。真空度达到133 Pa后停止,按厂家要求真空度应保持6 h,检查真空度是否下降,如真空度保持良好证明各密封良好。

d. 真空注油。连接好真空滤油机和主变箱体注油阀之间的管路,对主变进行真空注油,注油的同时开启真空泵抽真空,对绝缘油、铁芯进行脱气脱水,同时消除注油时产生的少量气泡。注入油温度控制在50~60℃,注油速度小于4 t/h,注到厂家规定的主变运行油位后真空泵和滤油机停止工作,打开每个排气塞进行排气,直到排气塞冒油为止,应重复进行两三次排气,以保证绝缘油充满箱体和套管。

e. 热油循环。主变安装时由于空气湿度轻微超标,必然导致器身表面轻微受潮,虽然通过抽真空进行了脱水脱气,但铁芯和线圈内部仍存在部分潮气,只有通过热油循环来彻底清除潮气。将真空滤油机出油管连接在主变注油上,进油管连接在低压侧导油盒阀门上,让热油从下至上循环,便于将箱体

内潮气带走。开启真空滤油机进行热油循环,观测主变油温测量温度表,当油温达到60~70℃时停止热油循环。

f. 变压器的密封试验。为检查变压器油箱及附件的焊缝、密封是否有渗漏,对变压器进行了密封试验。按规范要求,变压器密封试验的试验压力为30 kPa,冶勒主变压器密封试验利用变压器油箱盖上 $\varnothing 80$ 蝶阀安装透明塑料管,关闭气体继电器与储油柜之间的阀门,注入绝缘油形成油柱,以便观察。计算得30 kPa的压力需要油柱高度为3.824 m。试验应在环境温度较低时进行,在塑料管中加入变压器油,随着变压器器身温度的升高和油的膨胀,变压器油会慢慢地逸出到固定在变压器旁的塑料桶内,随着变压器器身温度的下降,变压器油通过塑料管又将桶中的油吸入变压器器身,使器身始终保持试验压力。试验操作安全简便,通过试验未发现主变箱体有渗漏现象。

g. 注油后静置72 h以上进行主变最终试验和绝缘油油样的提取化验,试验结果都符合规范和厂家技术资料要求后,在系统中调同意后,进行主变5次冲击合闸试验。

5 结 语

目前水电站机组装机容量不断增大,相应地,主变压器的容量也在不断增大。主变压器的质量轻则几十吨,重则几百吨,国内运输道路和桥梁将不能满足运输要求。为满足变压器的运输要求,大型主变压器都将采用组合式。冶勒水电站组合式变压器的安装,为同类型主变压器的安装积累了宝贵经验。

(收稿日期 2006-07-06 编辑 骆超)

