

目 录

一、 总则	1
1.1 说明	1
1.2 编制依据	1
1.3 主要技术参数及特点	1
1.4 安装工序总流程	2
二 施工组织	3
三、施工准备	3
3.1 变压器基础检查	3
3.2 施工机具及仪器、仪表	4
3.3 施工现场布置	5
四、设备开箱检查验收与试验	6
4.1 主变附件开箱检查	6
4.2 开箱检查要求	6
4.3 缺陷处理	7
4.4 现场保管	7
4.5 重要附件检查及试验	8
五、变压器油处理	9
5.1 绝缘油预检验	9
5.2 绝缘油处理	10
5.3 合格绝缘油的保管	11
六、主变压器附件检查和安装	11
6.1 散热器安装	11
6.2 套管式电流互感器（升高座）的安装	12
6.3 套管的安装	12
6.5 储油柜的安装	13
6.6 分接开关检查	14
6.7 气体继电器安装	14
6.8 压力释放阀安装	15
6.9 其他附件安装	15
七、本体抽真空及真空注油	15
7.1 本体抽真空	15
7.2 本体抽真空注油	16
7.3 注意事项	16
八、静置	17
九、整体密封性试验	17
十、本体热油循环	17
10.1 热油循环	17
10.2 绝缘油试验	17
十一、二次安装	17
11.1 就地控制柜、设备本体电缆槽盒安装	18
11.2 电缆敷设及二次接线	18
十二、交接试验、特殊试验及投运前的检查	18
12.1 交接试验、特殊试验	18
12.2 投运前的检查	18
十三、安全措施	19
13.1 人员技术控制	19
13.2 施工区域安全控制	19

13.3 主要机械、安全防护用品的控制.....	19
13.4 吊装过程安全控制.....	20
13.5 安全接地	20
13.6 加强对常见安全危险点的预控.....	20
十四、质量控制措施	21
14.1 重点环节的工艺控制.....	21
14.2 成品保护措施.....	22
14.3 标准工艺的应用.....	23
14.4 强制性条文执行.....	23
14.5 质量通病防治措施.....	25
十五、环保措施	26
15.1 噪声防治	27
15.2 油污染防治	27
15.3 固体废弃物控制.....	27
十六、附录	28
附表一：所用钢丝绳计算表.....	28
附录二：吊车起重性能.....	29

一、 总则

1.1 说明

主变压器作为变电站的核心设备，它的安装质量及工艺影响到整体的施工质量及工艺水平，并直接影响到变电站工程的正常运行和电网的安全运行。因此，为保证变压器安装质量、主变安装的可靠性质量目标的实现，为确保变压器的安全投运和稳定运行，特制定本措施以便施工中严格遵照执行。

1.2 编制依据

XXXXX

1.3 主要技术参数及特点

1.3.1 主要技术参数

本工程安装电力变压器 X 台，该变压器由 XXX 公司生产。

型号为：SZ—63000/110 ；主要技术参数如下：

- a. 额定容量 63 MVA
- b. 额定频率 50 Hz
- c. 联结组标号 YN, d11
- d. 相数 三相

重量表，Kg

器身重	油重	总重	加添油重	运输重（充油）
41050	24350	97800	8000	70400
变压器侧总重	散热器侧总重			
77000	19000			

1.3.2 特点

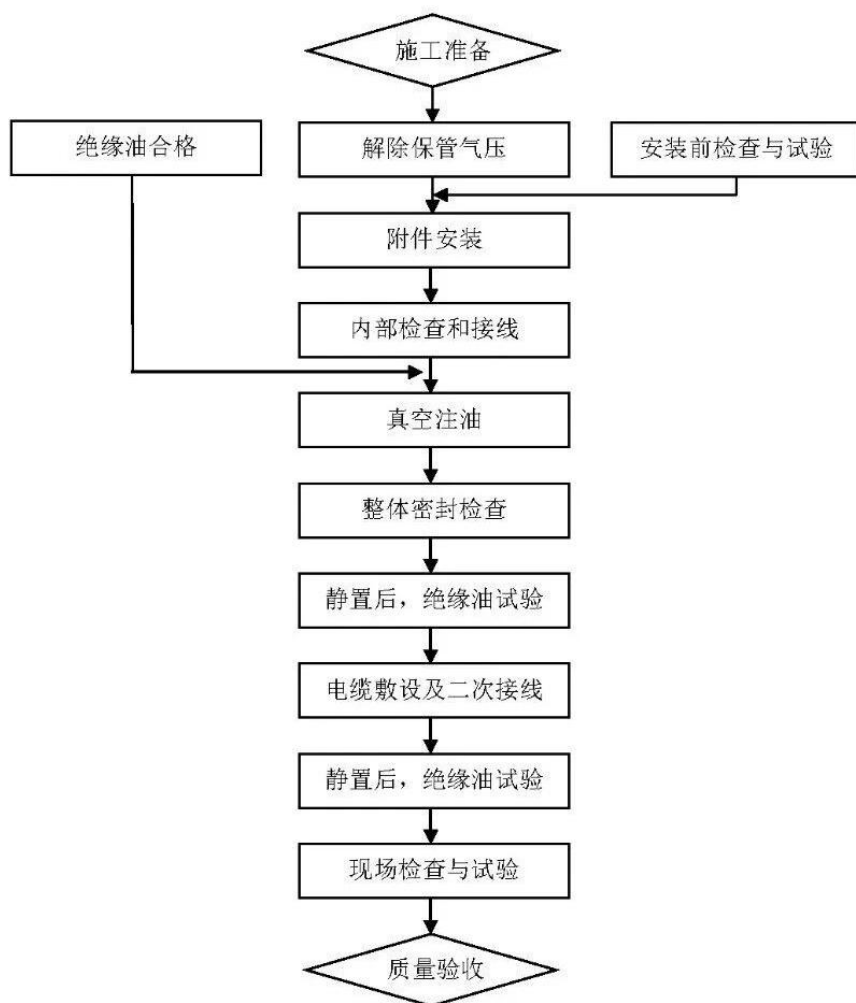
- 1) 本期新建 110kV 模块化智能变电站，电压等级 110/10kV。主变压器：规划容量

为 2X63MVA, 本期一次建成。主变采用三相双绕组有载调压变压器, 电压等级为 110kV/10kV, 容量比为 100/100, 接线组别为 YN, d11。阻抗电压 $U_d=21\%$ 。

2) 主变压器采用户内散热器分体布置, 散热器间隔宽度为 6 米, 主变压器本体间隔宽度为 7.5 米。变电站整体布置简明清晰, 紧凑合理, 能够满足无人值班要求。

3) 110kV 变电站新建工程施工工期在春季, 针对当地的气候条件, 合理安排施工时间, 做好施工过程中低温防风沙工作。尤其主变、设备安装要求对空气湿度含水量低, 项目部结合当地天气情况合理组织施工, 确保施工质量与工期的完成。

1.4 安装工序总流程



二 施工组织

项目部将组织有丰富吊装经验、技术熟练并具有 110kV 变压器安装经验的人员进行 110kV 变压器的安装。所有施工人员在安装前进行集中培训、相关施工项目的强化培训、技术交底、危险点防范及安全措施。全体施工负责人及施工人员必须在熟知施工环境、施工任务、施工程序、工艺控制、质量控制关键点、强制性条文执行计划、质量通病防治要点及安全控制要点的情况下才能进行安装，熟悉安全注意事项，确保安全施工。

施工人员组织分工见下表

表 2-1 安装人员组织分工表

序号	岗位	负责人	岗位职责	人数	备注
1	总指挥		全部工作的总负责人		
2	技术负责人		技术监督		
3	安全负责人		安全监督		
4	质量负责人		质量监督		
5	安装负责人		安装指挥		
6	吊装负责人		吊装指挥		
7	油务负责人		油务试验		
8	保管负责人		机械、器具、材料管理记		
9	一般安装人员		安装操作		
10	试验负责人		试验操作		
11	安装指导		厂家技术指导		制造厂人员
总计：XX人					

器身检查的全过程应由施工单位、厂方技术代表、运行单位代表、监理单位共同见证，由厂家人员进行内检并做记录。

三、施工准备

3.1 变压器基础检查

3.1.1 变压器基础及构筑物施工质量，应符合国家现行的建筑工程及验收规范中的有关规定。

- (1) 基础复测基础（预埋件）中心位移 $\leq 5\text{mm}$ ，水平度误差 $\leq 2\text{mm}$ 。
- (2) 预埋件位置正确，根据主变压器尺寸，在基础上画出中心线。
- (3) 变压器就位：主变压器的重心线与基础中心线重合。

3.2 施工机具及仪器、仪表

3.2.1 使用的起重工器具开工前进行检验并取得检验合格证，其它工器具必须进行开工前检查。

3.2.2 主要施工工器具

表 3-2 施工工器具

名称	规格	数量	用途
吊车（包括吊具）	起吊能力25t	1台	装配
手动起重葫芦	5t、2t	各1套	装配
储油罐	10~30t储油能力	1套	储油
真空滤油机	净油能力 6000L/h 真空度 $< 13.3\text{Pa}$	1套	油处理和注油
软管、管、管接头、法兰等	$\Phi 50\text{mm}$	1套	真空注油
真空表	电子式真空计	1块	测真空
真空泵	抽真空能力 $> 6\text{kL/min}$ 真空度 $\leq 1.3\text{ Pa}$	1台	抽真空
干燥空气发生器		1台	器身检查时，注入干燥空气
温度湿度记录仪	RH. 0~100%, T-10~90℃	1套	测温度及湿度
现场照明设备	适度	1套	照明
力矩扳手	M10, M12, M16, M20	1套	紧固螺栓用
梯子	5m, 3m	2付	
钢丝绳	6*37 $\Phi 13\text{mm}$ 5米	4根	
钢丝绳	6*37 $\Phi 19.5\text{mm}$ 5米	2根	
尼龙吊带	5T 6米	2根	
尼龙吊带	3T 3米	2根	

U型环	5T	4个	
U型环	3T	4个	
防水毡布和塑料布		适量	
干粉灭火器		适量	扑灭油火
空油罐（桶）		足够	储存主变残油
紧固螺栓、螺钉用普通工具		1套	
直纹白布带、电工皱纹纸	要求已烘干	适量	包扎（厂家自带）
无纺布毛巾	300mm×200mm	适量	
刷子		2把	补漆用
无水酒精	>99%	足量	清洗用

3.2.3 试验仪器、仪表准备

表 3-2 施工用试验仪器、仪表一览表

序号	名称	规格	单位	数量
1	电动兆欧表	2500V，10000V	套	各1
2	直流高压发生器		套	1
3	电流互感器测试仪		套	1
4	油介电强度测试仪	平板型电极	套	1
5	介损测试仪		套	6
6	变压器变比测试仪		套	1
7	变压器直阻测试仪		套	1
8	含氧量测量表		只	1

3.3 施工现场布置

3.3.1 施工现场布置要求：

- 在施工区设置围栏并悬挂安全标示牌、大型机具操作程序牌，将操作程序、技术要求、安全注意事项、各项工序操作责任人等现场体现。
- 变压器内部检查及关键工序施工时，现场人员必须经负责人许可方能进入施工

U型环	5T	4个	
U型环	3T	4个	
防水毡布和塑料布		适量	
干粉灭火器		适量	扑灭油火
空油罐（桶）		足够	储存主变残油
紧固螺栓、螺钉用普通工具		1套	
直纹白布带、电工皱纹纸	要求已烘干	适量	包扎（厂家自带）
无纺布毛巾	300mm×200mm	适量	
刷子		2把	补漆用
无水酒精	>99%	足量	清洗用

3.2.3 试验仪器、仪表准备

表 3-2 施工用试验仪器、仪表一览表

序号	名称	规格	单位	数量
1	电动兆欧表	2500V，10000V	套	各1
2	直流高压发生器		套	1
3	电流互感器测试仪		套	1
4	油介电强度测试仪	平板型电极	套	1
5	介损测试仪		套	6
6	变压器变比测试仪		套	1
7	变压器直阻测试仪		套	1
8	含氧量测量表		只	1

3.3 施工现场布置

3.3.1 施工现场布置要求：

- 在施工区设置围栏并悬挂安全标示牌、大型机具操作程序牌，将操作程序、技术要求、安全注意事项、各项工序操作责任人等现场体现。
- 变压器内部检查及关键工序施工时，现场人员必须经负责人许可方能进入施工

现场；其它人员不允许进入施工区；高压试验区应设防护栏，并设专人监护。

c) 工作负责人制订《变压器（内检）施工工器具管理条例》，设置专门管理人员，严格监督执行。

d) 设置工具台，检查工具的完整性，带入现场的所有工具应登记造册，使用过程中的领用和回收应有专人负责清点登记。

e) 施工现场铺塑料布，防止绝缘油污染施工现场及路面。开箱板及时清理，处理施工垃圾，保持现场整洁。

f) 场地道路顺畅，平整密实，油罐、真空泵、滤油机摆放位置合理。

3.3.2 工作负责人办理并严格执行《施工作业票》制度。

四、设备开箱检查验收与试验

4.1 主变附件开箱检查

设备开箱检查由现场监理项目部组织，建设单位、物资单位、设备厂家及施工单位共同进行，监理项目部填写《设备开箱记录》。根据厂家提供的装箱清单将变压器高压套管、附件转至变压器安装位置附近统一安排的空地集中堆放。卸车前应仔细检查包装箱的完好性，如有破损、缺件情况应通知监理、厂家代表见证，并作好相应记录。设备放置区域应平整、整洁，并有防雨、防尘以及防止设备倾倒的措施。

4.2 开箱检查要求

4.2.1 所有元件、附件、备件及专用工器具齐全。

4.2.2 出厂证件及技术资料齐全，应提供下列资料：总装图、控制柜接线图、安装使用说明书、辅助说明书、出厂试验报告等。

4.2.3 设备到货后应验证产品铭牌及合格证书，按设计图纸（修改图）和订货合同逐项与产品铭牌进行校对，查其是否相符。

4.2.4 变压器本体到现场就位后，立即检查冲击记录仪动作情况，保管好冲击记录曲线。检查冲撞记录仪的记录，要求三维冲击记录允许水平冲击加速度均不大于 3g，核对此数值应与说明书一致。会同制造厂、建设单位、监理签字。当冲撞加速度出现大于上述要求的情况时或冲撞记录仪出现异常时，必须进行运输和装卸过程分析。明确相关责任，并确定是现场进行器身检查或返厂进行检查和处理。

- 4.2.5 检查变压器整体外观，包括油漆是否完好、有无锈蚀损伤等。
- 4.2.6 检查油箱及所有附件、备件应无锈蚀及机械损伤，包装及密封应良好。
- 4.2.7 检查充油套管的油位应正常、无渗油、瓷件无损坏。
- 4.2.8 油箱箱盖及封板的连接螺栓应齐全，紧固良好，无渗漏，浸入油中运输的附件，其油箱应无渗漏。
- 4.2.9 充有干燥气体（氮气）的运输单元或部件，其预压力值应在 0.01-0.03Mpa 之间，现场应办理交接签证并移交压力监视记录。
- 4.2.10 存放期间检查其它各种表计是否完好。
- 4.2.11 核对绝缘油的标号、数量和运输密封状态。绝缘油验收按照订货合同核对厂家提供的油质试验报告、质保书、提货单。每批到达现场的绝缘油均应有厂家试验合格报告。
- 4.2.12 检查控制柜内部各元件有无损坏，二次接线是否完好；
- 4.2.13 详细填写开箱清单，设备缺陷、缺件记录在案，三方代表共同签字确认。
- 4.2.14 由于现场为充氮灭火变压器，所以按要求必须检查待送检的本体瓦斯继电器是否为双浮球瓦斯继电器，如果是则送实验室检测，如不是，则要求厂家更换为双浮球瓦斯继电器。

4.3 缺陷处理

如在检查过程中发现部件有损坏以及有其它不正常情况时，应及时进行现场拍照、并以书面的形式详细记录，并经建设管理单位、监理单位、设备厂家及施工单位四方签字确认，以便及时查找原因、明确责任和研究处理。

4.4 现场保管

- 4.4.1 室外保管的物件，根据施工现场布置图及安装顺序选择位置进行临时放置，附件宜在原包装箱内封存保管。拆卸件如储油柜、冷却器开箱后存放，其连通管道、安全气道等应密封，应有防潮、防尘、防污、防倾覆措施，不允许出现锈蚀和污秽。冷却器防潮措施应完好。
- 4.4.2 不能受潮的附件和材料均应在干燥的室内进行保管。附件（如测量仪器、显示器、瓦斯继电器、接线箱、控制柜、开关操作机构、导线、电缆和密封件、电机等）开箱后都必须存放在干燥、通风的室内。

- 4.4.3 密封保管的应定期检查密封口的完好。
- 4.4.4 油罐放置场地应平整无积水，检查油罐阀门，人孔盖等密封良好。油罐放置场地应有明显隔离标志，严禁吸烟和动火，并设置消防器材。
- 4.4.6 如不能立即开始安装变压器，应派人监视设备密封情况，防止设备受潮。
- 4.4.7 所有套管的储存应严格按照其使用说明要求进行。特别注意避免受到冲撞或其他原因造成套管损伤。

4.5 重要附件检查及试验

4.5.1 冷却装置检查：

- 冷却器外表漆膜（锌层）应完好无锈蚀，无碰撞变形，封口完好，密封试验完好。
- 管路中的的阀门应操作灵活、密封良好，开闭位置应正确，阀门及法兰连接处密封良好。
- 蝶阀、油流指示器、油管（包括导气管）必须检查无锈蚀。蝶阀开启灵活，油流指示器动作正确。
- 冷却装置应在厂家指导下进行密封试验。
- 外接油管、阀门等在安装前，应使用合格的变压器油冲洗干净
- 若发现渗漏，应及时与厂家联系处理解决。

4.5.2 储油柜检查：

- 储油柜表面应无碰撞变形、锈蚀，漆层完好。
- 打开储油柜，检查内部应清洁，如有锈蚀、焊渣、毛刺及其他杂质应彻底清洗干净。
- 波纹芯体设计为单体盒型结构，增大了储油柜有效补偿容积，产品外形尺寸小于现有其他内油式储油柜，更适合变压器现有的安装空间并满足高压绝缘距离的安全要求。
- 波纹式储油柜的油位指示线符合运输状态要求。
- 油位计传动机构应灵活，无卡阻现象，信号接点动作正确，绝缘良好。

4.5.3 升高座检查

- 检查升高座表面应无碰撞变形、锈蚀，漆层完好。
- 充油运输的升高座，将油排到废油桶集中存放。
- 电流互感器二次端子板绝缘良好，小瓷套紧固无破损、无渗油，电流互感器和升

高座的中心应一致。

- 升高座底部具有斜度的，应检查上部法兰放气塞的位置是否在最高点。
- 电流互感器试验按 GB50150-2016 进行绝缘、极性、变比、伏安特性等试验；试验应合格，同时核对是否与设计图纸和出厂试验报告相符。

4.5.4 套管检查：

- 出厂试验报告和合格证应齐全。
- 套管表面应无裂缝、伤痕，釉瓷无剥落，法兰连接处无渗油现象。
- 套管应无渗油现象，油位指示正常。
- 套管安装法兰浇注密实，套管、法兰颈部、应擦拭干净。
- 安装前按规程要求对套管进行电气试验，在厂家技术人员指导下进行，试验应合格。

4.5.5 其它附件检查与试验：

- 本体瓦斯继电器应送具备相关资质的单位进行校验，合格后才可安装。
- 压力释放装置的阀盖和升高座内部应清洁，密封良好，绝缘应良好。
- 温度计应送具备相关资质的单位进行校验。膨胀式信号温度计的细金属软管不得有压扁或急剧扭曲，其弯曲半径不得小于 50mm。

五、变压器油处理

5.1 绝缘油预检验

5.1.1 绝缘油到现场后应即安排取油样进行简化分析（见表三的第 2 项-9 项），对绝缘油的性能有怀疑时应进行全分析（见表三的第 1 项-12 项）。绝缘油试验项目及标准，应符合表三规定：

表三：绝缘油试验项目及标准

序号	项 目	标 准	说 明
1	外状	透明，无杂质或悬浮物	外观目视
2	水溶性酸(pH值)	>5.4	按《运行中变压器油、汽轮机油水溶性酸测法(比色法)》GB/T 7598中的有关要求进行试验
3	酸值, mgKOH/g	≤0.03	按《运行中变压器油、汽轮机油酸值测定法(BTB法)》GB/T 7599中的有关要求进行试验

4	闪点(闭口)(℃)	≥ 135	按《石油产品闪点测定法(闭口杯法)》GB 261中的有关要求进行试验
5	水分(mg/L)	110kV: ≤ 15	按《运行中变压器油水分含量测定法(库仑法)》GB/T 7600或《运行中变压器油水分测定法(气相色谱法)》GB/T 7601中的有关要求进行试验
6	界面张力(25℃)(mN/m)	≥ 40	按《石油产品油对水界面张力测定法(圆环法)》GB/T 6541中的有关要求进行试验
7	介质损耗因数 $\tan \delta$ (%)	90℃时, 注入电气设备前 ≤ 0.5 注入电气设备后 ≤ 0.7	按《液体绝缘材料工频相对介电常数、介质损耗因数和体积电阻率的测量》GB/T 5654中的有关要求进行试验
8	击穿电压	110kV: ≥ 40 kV	1. 按《绝缘油击穿电压测定法》GB/T 507或《电力系统油质试验方法绝缘油介电强度测定法》DL/T 429.9中的有关要求进行试验; 2. 油样应取自被试设备; 3. 该指标为平板电极测定值, 其他电极可按《运行中变压器油质量标准》GB/T 7595及《绝缘油击穿电压测定法》GB/T 507中的有关要求进行试验; 4. 注入设备的新油均不应低于本标准
9	体积电阻率 (90℃)($\Omega \cdot m$)	$\geq 6 \times 10^{10}$	按《液体绝缘材料工频相相对电常数、介质损耗因数和体移阻率的测量》GB/T 5654或《缘油体积电阻率测定法》DL 421中的有关要求进行试验
10	油泥与沉淀物(%) (质量分数)	≤ 0.02	按《石油产品和添加剂机械质测定法(重量法)》GB/T 中的有关要求进行试验
11	油中溶解气体组分含量色谱分析	见本标准的有关章节	按《绝缘油中溶解气体组分量的气相色谱测定法》GB17623、《变压器油中溶解气体析和判断导则》GB/T 7252《变压器油中溶解气体分析和断导则》DL/T 722中的有关求进行试验

5.2 绝缘油处理

5.2.1 预检不合格的绝缘油应与甲方或厂方联系。在厂方人员现场指导下, 用真空滤油机对绝缘油进行加热高真空脱水和微粒过滤器过滤净化处理, 直至绝缘油试验符合国标要求, 各项目达到厂家(表三: 绝缘油试验项目及标准的第2项-第9项)要求, 对绝缘油的性能有怀疑时应进行全分析(见表三的第1项-12项)。

5.2.2 不同批次绝缘油如需混合时, 必须在混油试验合格后方可混合, 混

合后还需做简化分析，简化分析合格才能使用。

5.2.3 主变残油抽出后用专用油罐储存，原则上残油不再注入变压器。

5.3 合格绝缘油的保管

5.3.1 存放合格油的油罐要求加装呼吸器，以保护合格的绝缘油在过滤、存放和注油过程中不受潮湿空气影响。

5.3.2 油罐放置场地应平整不积水，检查油罐阀门，人孔盖等密封良好。并用塑料布包扎。

5.3.3 油罐放置场地应有明显隔离标志，严禁吸烟和动火，并设置消防器材。

5.3.4 油罐本身做好接地线。

六、主变压器附件检查和安装

在安装附件时，为保证安装质量，应对所使用的每个密封圈进行质量检查。所有与油接触的零部件应保证清洁，检验的方法为：用干净的白布擦拭，以二者表面无污染及杂质为合格。附件（不含出线装置、电流互感器升高座及套管）应在保持油箱干燥空气压力为正压的条件下安装。

主变压器在安装时应注意及时查看天气情况，并与当地的气象台联系，了解当地的最新的天气动态及未来三天的天气情况，要求在未来连续三天晴好、无大于3级大风才开始吊装，现场采用干湿温度计注意随时观察附近空气的干湿度，确保附近无扬尘作业；在吊装过程中，时刻注意天气情况，如果有较大的风沙时立即停止作业，并将封板封好，开启真空泵对变压器抽真空，保持器身内部干燥。

安装附件需要变压器本体露空时，环境相对湿度应小于80%，连续露空时间不宜超过8小时，累计露空时间不宜超过24小时，场地四周应清洁，并有防尘措施。

6.1 散热器安装

6.1.1 安装散热器前，按冷却装置图安装外部导油管路和散热器支架。

6.1.2 打开散热器管路上的运输用盖板，检查管路和散热器的内部无锈蚀及杂物后方可进行安装。

6.1.3 安装散热器时应防止散热器相互碰撞，以免损伤散热器造成渗漏油。

- 6.1.4 在散热器安装前应检查管路中的阀门操作是否灵活、无卡阻；开闭位置是否与阀门上所指示的位置相对应；阀门及法兰连接处是否密封良好。
- 6.1.5 在散热器及油管的安装过程中不允许扳动或打开变压器油箱的任一阀门或密封板。
- 6.1.6 冷却器起吊应保持平衡，接口阀门密封、开启位置应预先检查，注意对密封胶垫的安装控制。

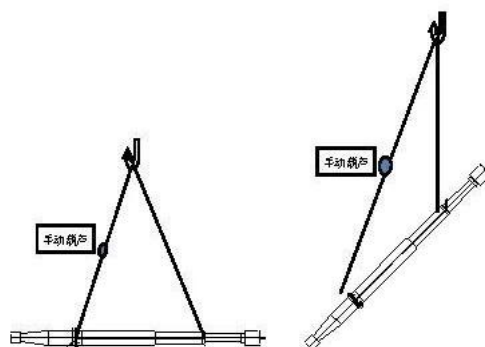
6.2 套管式电流互感器（升高座）的安装

- 6.3.1 套管互感器装配安装前应检查二次接线端子，确保没有渗漏现象。
- 6.3.2 套管式电流互感器为充油运输，将油排出到废油桶内。
- 6.3.3 按照制造厂编号安装。
- 6.3.4 升高座安装后放气塞应位于最高点处，电流互感器铭牌位置应清晰可见。
- 6.3.5 电流互感器和升高座的中心应一致。
- 6.3.6 绝缘筒安装牢固，其安装位置不应使变压器引出线与之相碰。

6.3 套管的安装

- 6.4.1 套管吊装应由专人统一指挥，专业操作人员进行操作。
- 6.4.2 再次进行套管外观检查，表面应无裂纹、伤痕，法兰连接处无渗油现象；使用纯棉白布擦拭套管表面及连接部位。
- 6.4.3 套管的安装顺序按照低压、中压、零序、高压套管进行
- 6.4.4 高压套管起吊时，为防止损伤套管下部应力锥处的绝缘，应缓慢进行。应力锥进入均压罩内的角度和深度符合制造厂要求，其引出端头与套管顶部接线柱处应擦拭干净，接触紧密，应按照制造厂技术文件规定进行。
- 6.4.5 套管顶部结构的密封垫应安装正确，密封良好，如有损伤或老化必须更换，引线连接可靠、松紧适当。
- 6.4.6 充油套管的油位计应面向外侧，套管末屏应接地良好。
- 6.4.7 套管安装
 - a) 高压侧套管重量单只重量约为 600kg，根据吊车距离及吊装高度，采用一台 25t 汽车吊及 2 条 6 米 5T 吊带或 2 条 5 米长#13 钢丝绳和一个 5T 的手动起重葫芦。
- (1)套管吊装应由专人统一指挥,专业操作人员进行操作。

- (2)套管应按出厂编号进行安装。套管倾斜角应符合产品技术文件要求,油位计朝向外侧。
- (3)套管的安装顺序宜按照低压、中压、零序、高压套管进行(安装顺序可根据现场吊车位置进行调整)。
- (4)套管吊装时,应再次进行套管外观检查,表面应无裂纹、伤痕,法兰连接处无渗油现象,使用纯白布擦拭套管表面及连接部位。



- (5)由套管参数可知,最重吊装单元为 110kV 套管,重量 100kg,全长约 2 米。为了防止损伤套管下部应力锥处的绝缘,套管由水平到竖直的吊装采用两点起吊;起吊后通过用手动葫芦调节套管角度,使其满足安装要求参见上图示意。
- (6)对穿缆式套管,将一端带有螺性环的穿芯绳从套管顶部穿入后,用螺栓拧入引线头部螺孔中,一边把套管落入升高座,一边将引线从套管中拉出,最后将套管固定好后将引线头用穿芯轴销固定住,拧下螺性环,取下穿芯绳。
- (7)套管顶部结构的密封垫应安装正确,密封良好,引线连接可靠、松紧适当。
- (8)在吊具放置过程中应注意对套管瓷件保护;法兰紧固时采用对角紧固,使法兰盘受力均匀。吊装时设置溜绳,并设专人监护,防止误碰其他部位。

6.5 储油柜的安装

6.5.1 安装前的准备工作

- 6.5.1.1 仔细阅读储油柜安装使用说明书,并严格按说明书规定的安装程序进行安装。
- 储油柜安装前,检查储油柜内壁应光滑及无磕碰、毛刺;内部应清洁。

6.5.1.2 取下储油柜上的油位表，拨动与油位表相连的连杆；当连杆向下至最低处时，检查油位表指针是否已指向“MIN”并无卡阻现象；当连杆向上至最高处时，检查油位表指针是否已指向“MAX”并无卡阻现象。

6.5.1.3 用万用表检查油位表指针分别指向“MAX”和“MIN”的同时，相应二次非电量回路接点通断应良好、正确。

6.5.2 储油柜吊装作业

6.5.2.1 安装储油柜支架。

6.5.2.2 储油柜重量约为 2.5T。根据吊装距离及高度，采用一台 25T 汽车吊四根 5m 长（型号：#13、6*37 型公称抗拉强度为 1700MPa，最小破断拉力 106.5kN）的钢丝绳等起重工具进行吊装作业。附表四为计算公式及数据

6.5.2.3 将储油柜就位并安装储油柜排气管路、注油管路、阀门、气体继电器（气体继电器上的箭头标志指向油枕）等附件。

6.5.2.4 储油柜呼吸器在变压器真空注油结束后安装。

6.6 分接开关检查

按制造厂技术文件规定进行安装。

6.6.1 手动操作一周(从最大分接到最小分接，再回到最大分接)，检查开关转动部件的灵活性。

6.6.2 测试开关指示的分接位置是否正确(用变比法)。

6.6.3 测试开关在各分接位置处线圈的直流电阻，与出厂值比较应无差异(换算同温度)。

6.7 气体继电器安装

安装放在首次真空注油后进行。

6.7.1 本体及有载分接开关气体继电器在安装前应校验合格。

6.7.2 气体继电器油管厂家出厂时已考虑倾斜角度问题，现场气体继电器只需水平安装即可，其顶盖上标志箭头应指向储油柜，连接面紧固，受力均匀，与连通管的连接应密封良好。

6.7.3 气体继电器加装防雨罩。

6.8 压力释放阀安装

- 6.8.1 出厂试验报告齐全。
- 6.8.2 接点应动作正确，绝缘良好，检查记录应保存。
- 6.8.3 阀盖和升高座内部应清洁。
- 6.8.4 安装方向应正确。
- 6.8.5 严禁私自拆卸压力释放阀部件，如需拆卸需厂家在场指导，防止造成喷油。

6.9 其他附件安装

- 6.9.1 控流阀安装方向正确。
- 6.9.2 测温装置在安装前应进行校验，信号接点应动作正确，导通良好，顶盖上的温度计座内应注变压器油，密封应良好，无渗漏现象;闲置的温度计座应密封，不得进水。膨胀式信号温度计的细金属管不得有压扁和急剧扭曲，其弯曲半径不得小于 50mm。
- 6.9.3 呼吸器与储油柜间的连接管应密封良好，管道应畅通，呼吸器内装吸温剂应干燥，油位满足制造厂要求。
- 6.9.4 所有导气管必须清洗干净，其连接处应密封良好。
- 6.9.5 将爬梯、铭牌等其他附件安装到本体上。
- 6.9.6 主变铁芯、夹件分开接地，接地与主地网连接处为软连接。

七、本体抽真空及真空注油

7.1 本体抽真空

- 7.1.1 在油箱上部的注油阀处抽真空，应按照制造厂技术文件规定，对不能承受同样真空度的部件，必须先与油箱进行隔离。有载调压装置的变压器，应按制造厂技术文件规定安装好抽真空专用旁通管。
- 7.1.2 抽真空过程中的密封检查：在真空抽起后，应短时关闭抽真空阀门和真空泵，对变压器抽真空 系统进行密封检查(器身及抽真空管路无泄漏声响)。
- 7.1.3 确认无泄漏后，重新启动真空设备，抽真空至小于 133Pa，且保持真空度不少于 24h 后，具备真空注油条件。此过程中，每小时检查一次真空度，并做好记录。

7.2 本体抽真空注油

7.2.1 宜选择在无雨、无雾天气进行。

7.2.2 连接好真空滤油机至主变压器油箱的管路，打开所有部件与变压器油箱的连接阀门。

7.2.3 用油箱下部的油阀注油，注油速度不超过规范要求，注入器身的油温不低于现场环境温度。注油时，连接在油箱上部油阀处的抽真空设备保持在打开状态。

7.2.4 注油至油箱顶部 200mm 处(或按制造厂技术文件规定)，关闭真空滤油机停止注油，进行真空保持。达到制造厂技术文件规定时间后，关闭抽真空设备，进行气体继电器和压力释放阀的安装，应按制造厂技术文件规定拆除抽真空专用旁通管。安装完成后，开启真空滤油机继续注油到气体继电器高度。

7.2.5 储油柜补油时，必须按照制造厂技术文件规定的顺序进行注油、排气及油位计加油(有载调压装置的储油箱，应按制造厂技术文件规定进行补油)。

7.2.6 打开套管、升高座、冷却装置等部位放气塞，多次放气完毕后，调整储油柜内的油位，使油位符合制造厂技术文件规定。

7.2.7 安装呼吸器，打开呼吸管的阀门。呼吸器油位按主变上的温度曲线设置。

7.3 注意事项

7.3.1 注入变压器的绝缘油应符合表三的要求。

7.3.2 变压器和滤油机设备外壳都应可靠接地。

7.3.3 冷却器等各附件要与本体一道抽真空，关闭所有放气塞。(进行此项工作时，厂家代表确定以下问题：1. 储油柜是否耐真空，如果是，并已安装了隔膜，就要使隔膜两侧保持相同压力。2. 所有放气阀状态的确定。)

7.3.4 抽真空过程中注意监测并记录油箱壁的变形，其最大值不超过壁厚最大值的两倍。

7.3.5 在真空注油的过程中注意监测并记录油位的真实位置，防止变压器油进入真空机组。

八、静置

静置 48h 后，应从套管、升高座、冷却装置、瓦斯继电器等部位，多次放气，直至残余气体排尽。

分别从本体上、中、下取油样进行一次油务试验，主要指标达到表三的要求，若不合格，需进行热油循环。

九、整体密封性试验

(1)应在储油柜上用气压或油压进行，一般采用加气压(干燥空气)方法进行。

(2)加压前应将变压器油箱及附件表面擦拭干净，便于渗漏检查。

(3)加压前采取防压力释放阀误动措施。

(4)从储油柜上加压 0.03MPa，保持 24h，应无渗漏。在加压过程中，应该密切关注变压器油箱及附件表面变形情况，如有异常，应立即停止加压，处理后继续试验。

十、本体热油循环

注油完成静置后，若油务试验不合格，需做热油循环。

10.1 热油循环

10.1.1 散热器内的油应与油箱内的油同时进行热油循环。

10.1.2 热油循环前，应对油管抽真空，将油管中的空气抽干净，热油循环应上进下出，进出油阀门不能在变压器同一侧。

10.1.3 滤油机出口油温度维持在 50℃ 及以上，变压器器身油温度维持在 40℃ 及以上

10.1.4 循环时间同时满足不得少于 48h 和 3 倍变压器总油量/滤油机每小时过滤油量(或按照制造厂技术文件更高规定)

10.2 绝缘油试验

在热油循环完成静置 48 小时后，分别从本体上、中、下取油样进行一次油务试验，主要指标要达到表三的要求。

十一、二次安装

二次安装应符合《电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》GB

50171-2012 的要求。

11.1 就地控制柜、设备本体电缆槽盒安装

- 根据设计及厂家图纸，安装就地控制柜、设备本体上的电缆槽盒；
- 就地控制柜的底座应与基础接触紧密，安装牢固，接地良好；
- 就地控制柜可开启门应用软铜导线与本体可靠连接；
- 就地控制柜内接地铜排应与等电位接地网可靠连接；
- 电缆槽盒应设置合理，固定牢靠，并使设备间电缆不外露。

11.2 电缆敷设及二次接线

- 按电缆在支架（桥架）上敷设顺序分层将电缆穿入就地控制柜及设备二次接线盒，底部的电缆弧度一致，层次分明，绑扎牢固，入口处整齐一致。
- 电缆应排列整齐、美观。
- 电缆热缩头长短一致，并且固定高度一致。
- 二次接线按图施工，接线工艺应美观、可靠。

十二、交接试验、特殊试验及投运前的检查

12.1 交接试验、特殊试验

交接试验执行《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB50150-2016 标准。

局部试验方法及判断方法，应按现行国家标准《电力变压器 第3部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空隙间隙》GB1094.3 中的有关规定执行。

12.2 投运前的检查

- 检查本体、散热器及所有附件应无缺陷，无渗漏油现象；油漆应完整，相序标志正确；油箱顶盖无异物或污物；套管伞裙清洁。
- 事故排油设施应完好，消防设施齐全。
- 根据阀门的作用检查位置（开或闭）是否正确。特别是压力释放阀、气体继电器、吸湿器的阀门必须处于开启状态；储油柜顶部用于平衡隔膜袋内外压力的阀门应在关闭位置。
- 本体及附件接地应正确、牢固、接触可靠。
- 检查气体继电器安装方向正确并排放多余气体。

- 储油柜、套管等油位表指示清晰、准确；各温度计的指示在测量误差范围之内。
- 储油柜和充油套管油位应正常；储油柜和吸湿器油位应正常，硅胶颜色应正常。
- 所有电气连接应正确，所有控制、保护和信号系统运行应可靠，指示位置正确。
- 电流互感器二次回路及接地连接应正确、可靠。
- 检查储油柜吸湿器油杯运输密封胶垫已拆除。
- 检查吸湿器和呼吸管之间的阀门处于开启状态。
- 检查升高座及油箱本体的密封可靠；腔内是否加满油。
- 散热器编号、管道上标示油流方向；套管顶部标相序漆。

十三、安全措施

13.1 人员技术控制

(1)所有施工人员应经相关安全知识培训，考试合格持证上岗；所有施工人员必须已经过安全技术 交底和安全工作票“唱票”。

(2)制定特殊情况下的应急预案，包括高空坠落、电击伤害、天气突变、火灾、窒息等，并根据应急预案的要求，做好对应的技术交底和物质准备。

13.2 施工区域安全控制

(1)设置安全围栏，无关人员严禁入内，悬挂安全警示牌。

(2)区域内配置灭火器、铁锹、灭火砂，挂设“禁止烟火”警示牌。

(3)区域内不宜使用电、气焊作业；必须动火时，应严格按照一级动火作业票要求进行。

(4)设备拆箱后应立即将包装箱板清运出作业区域，集中堆放在安全的预留空地处。

13.3 主要机械、安全防护用品的控制

(1)起重设备(吊车、吊具)、安全用品(安全带、绝缘手套、安全帽)等，均有合格有效的检定 证书；各种设备、工器具、安全用品等在使用前，必须经专人检查，符合安全要求后才能使用。

(2)设专人加强对施工用主要机械(滤油机、真空泵等)运转状态的监控，设备不得在无人监守的 状态下运行。

(3)真空泵应装有逆止阀门，防止停电时真空泵内的油进入变压器油中。

13.4 吊装过程安全控制

(1)吊车手续齐全，并在检验有效期内；吊车操作人员应持证上岗；吊装前应对吊车操作人员进 行现场安全技术交底。

(2)吊车吨位必须符合吊重的要求，位置置放合适，支撑腿支撑在坚实的地面上。

(3)设备吊装时由专人指挥，吊臂下严禁站人。吊车司机应与指挥人员统一指挥方式（旗语、手势

(4)吊件绑扎后应由起重司索工检查确认牢固后方可起吊，吊件离开地面100mm时停止起吊，检查确认无误后方可继续起吊。

(5)落钩时，应在指挥人员的指挥下缓慢进行。

13.5 安全接地

(1)主变压器就位后及时进行可靠接地。 本体与附件、附件与附件之间应有明显可靠的跨接接地。

(2)滤油机、真空泵、油罐、金属滤油管路等必须有可靠接地。

(3)真空注油、热油循环期间，必须将主变压器所有出线套管短接后可靠接地。

13.6 加强对常见安全危险点的预控

常见安全危险点及预控如下表：

序号	危险点	预控措施
1	朝天钉扎脚	设备拆箱后应立即将包装箱板清运出作业区域，集中堆放在安全
2	高空坠落	施工前，将变压器外壳尤其是顶部的油迹擦拭干净；施工时，高处业人员必须扎好全方位安全带方可登高，安全带应高挂低用，登梯作业时，应有专人扶梯或梯子顶部绑扎牢固，梯子斜度60°为宜
3	高压电击	在试验区域设置安全围栏，悬挂“高压危险、止步”警示牌；设专人监控试验区域周围情况，对有可能误入区域的车辆、人员加以制止，试验完成后，应对被试设备接地放电
4	低压触电	临时电源采用三相五线制接线方式，主接线截面积满足负荷要求，绝缘良好漏电保护器等保护装置动作可靠；电动工具使用前外壳必须接地，使用的电源 线必须为软胶皮线，绝缘良好，不能使用

		花线
5	火灾	滤油机真空泵及油罐等设备必须良好接地; 滤油工作区内应禁止烟火, 并配备足够的消防器材
6	硬物坠落	在安装过程中, 工具上下传递应使用绳索进行, 严禁抛扔; 拆除的封盖等应用绳索系好后溜下, 不准抛掷扳手等小型工具应用白布带拴在手腕上, 螺栓应装在专用袋中背在操作人员身上
7	窒息	进入芯部检查过程中, 油箱内部氧气含量不小于18%, 并先油箱内连续吹入干燥空气
8	套管损坏	在套管的开箱检查阶段和吊装阶段, 操作人员应该严格预控套管碰撞事故。套管吊装时采用尼龙绳套或包有橡胶套的钢丝绳套; 安装及紧固套管连接螺栓时, 应均匀紧固, 防止受力不均损坏套管防止受力不均损坏套管
9	跑油	滤油区域应有防止大型车辆进入的警示和限制措施, 滤油管路应采用可靠防护措施。滤油管路采用热镀锌钢管连接, 法兰对接方式, 在法兰对接面加密封胶垫, 杜绝跑油

十四、质量控制措施

在施工过程中严格执行本工程《强制性条文实施计划》以及《质量通病防治措施》相关章节的内容。

14.1 重点环节的工艺控制

14.1.1 变压器油的品质是变压器投入运行后的重点, 在施工过程中必须严格控制, 确保注入本体的变压器油经过试验合格。确保油管路清洁, 真空注油及热油循环过程中过程中必须严格控制滤油机出口油的温度值符合厂规。

14.1.2 在变压器安装期间, 要求一直注入合格(露点小于-40℃)的干燥空气, 确保变压器内不得留有遗留杂物, 安装完毕在盖板封闭前底部残油及杂物应冲洗干净。

14.1.3 抽真空及真空注油是变压器现场安装过程中的关键控制环节, 确保真空度及真空时间满足厂家要求。

14.1.4 对绝缘油应从到货检查、过滤、真空注油、热油循环等所有环节进行全过程控制，避免沾 好造成对油箱内部的污染。

14.1.5 所有试验项目数值严格对照厂家标准和规范值进行校验。

14.1.6 参加内部检查及引线安装的人员应提前熟悉变压器内部结构、熟练掌握内部工作内容、合理安排工作流程，尽量减少器身暴露时间。当空气相对湿度小于 75%时，器身暴露时间不得超过 16h。

14.1.7 采用合格变压器油冲洗等措施确保冷却装置、管道、油阀、滤油机内部、滤油管道、油罐内部洁净，并注意残油排尽，接头处应密封，防止潮气进入。

14.1.8 防止异物残留在器身内部。对器身内部需要拆除的临时支撑等应边拆除、边递出，不得多处拆除完后同时递出；拆除时应专人监督；在进行内部连接线安装时，注意对螺栓、弹平垫的控制，避免 漏在器身内部。

14.1.8 防尘措施。在器身检查时，周围场地应平整清洁，并应提前洒水降尘。

14.1.9 油罐必须安装防潮呼吸器。

14.1.10 重点加强对渗油点的检查和控制：

- (1) 把好设备到货检查关，对可疑油迹处都要认真检查，如有必要，在安装过程中要及时跟踪检查。
- (2) 在抽真空过程中，注意对异常声音的监听。
- (2) 严格进行冷却装置密封试验和整体密封试验。
- (3) 变压器安装完成后到移交前，应设专人定期对变压器油箱、附件的外部进行检查。

14.2 成品保护措施

14.2.1 安装过程中注重对设备本体的成品保护，设备吊装过程中严格控制防止碰坏基础和设备。安装过程中严禁撬棍、千斤顶等物体直接与地面接触，应采取垫钢板或木板等方式。

14.2.2 附件吊装采用吊带，防止损伤表面油漆，套管吊装采取专门措施，严防葫芦碰坏碰撞坏套管。

14.2.3 所有螺栓紧固严格按照厂家规定的力矩值进行紧固。

14.2.4 变压器本体上电缆敷设全部采用槽盒引渡，电缆不得外露，并封堵齐全。

14.3 标准工艺的应用

根据《XXXX 输变电工程标准工艺管理办法》，变压器安装执行标准工艺库第 0102010101 项：变压器安装，施工过程中应按照：培训及交底——首例样板实施——报监理验收——推广应用的流程落实。项目部在样板和推广的过程中同步进行自检。

工艺标准：

①基础标高和水平度应符合设计和制造厂要求，表面平整度 $\leq 8\text{mm}$ （按 0.8 倍企标要求，应 $\leq 6.4\text{mm}$ ），基础中心线位移 $\leq 10\text{mm}$ （按 0.8 倍企标要求，应 $\leq 8\text{mm}$ ）。

②附件齐全，安装正确，功能正常，无渗漏油。

③引出线绝缘包扎牢固，无破损、拧弯现象，引出线绝缘距离应合格，固定牢靠，相间及对地距离符合规范要求。

④变压器两侧与接地网两处可靠连接。外壳、机构箱及本体的接地牢固，且导通良好。

⑤变压器电缆排列整齐、美观固定与防护措施可靠，有条件时采用封闭桥架。

⑥本体上感温线排列美观。

⑦接地良好，标识规范。

14.4 强制性条文执行

本工程变压器安装的强条原则上按照《输变电工程建设标准强制性条文实施管理规程》Q/GDW 10248.5 执行，变压器所需执行的强条如下：

14.4.1 变压器、变压器在装卸和运输过程中，不应有严重冲击和振动。电压在 220kV 及以上且容量在 150MVA 及以上的变压器和电压为 330kV 及以上的变压器均应装设三维冲击记录仪。冲击允许值应符合制造厂及合同的规定。

14.4.2 充干燥气体运输的变压器、变压器油箱内的气体压力应保持在 $0.01\text{Mpa} \sim 0.03\text{Mpa}$ ；干燥空气露点必须低于 -40°C ；每台变压器、变压器必须配有可以随时补气的纯净、干燥气体瓶，始终保持变压器、变压器的压力，并设有压力表进行监视；充氮的变压器、电抗器需吊罩检查时，必须让器身在空气中暴露 15min 以上，待氮气充分扩散后进行。

14.4.3 变压器、变压器在装卸和运输过程中冲击加速度出现大于 $3g$ 或者冲击记录仪出现异常情况时，应由建设、监理、施工、运输和制造厂等单位代表共同分析原因并出具

正式报告。必须进行运输和装卸过程分析，明确相关责任，并确定进行现场器身检查或返厂进行检查和处理。

14.4.4 进行器身检查时必须符合以下规定：

- (1) 凡雨、雪天气，风力达到4级以上，相对湿度75%以上的天气，不得进行器身检查。
- (2) 在没有排氮前，任何人不得进入油箱。当含氧量未达到18%以上时，人员不得进入。
- (3) 在内检过程中，必须向箱体内持续补充露点低于-40℃的干燥空气，以保持含氧量不得低于18%，相对湿度不应大于20%；补充干燥空气的速率，应符合产品技术文件要求。

14.4.5 在抽真空时，必须将不能承受真空下机械强度的附件与油箱隔离；对允许抽同样真空度的部件，应同时抽真空；真空泵或真空机组应有防止突然停止或因误操作而引起的真空泵油倒灌的措施。

14.4.6 绝缘油必须按现行的国家标准《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB50150-2016的规定试验合格后，方可注入变压器、变压器中。不同牌号的绝缘油或同牌号的新油与运行过的油混合使用前，必须做混油试验。

14.4.7 在抽真空时，必须将不能承受真空下机械强度的附件与油箱隔离；对允许抽同样真空度的部件，应同时抽真空；真空泵或真空机组应有防止突然停止或因误操作而引起真空泵油倒灌的措施。

14.4.8 变压器、变压器在试运行前，应进行全面检查，确认其符合运行条件时，方可投入运行。检查项目如下：

- ①本体、冷却装置及所有附件应无缺陷，且不渗油。
- ②事故排油设施应完好，消防设施齐全。
- ③变压器本体应两点接地。中性点接地引出后，应有两根接地引线，与主接地网的不同干线连接，其规格应满足设计要求。
- ④铁芯和夹件的接地引出套管、套管的末屏接地应符合产品技术文件要求；备用电流互感器二次端子应短接接地；套管顶部结构的接触及密封应符合产品技术文件要求。
- ⑤分接头的位置应符合运行要求；有载调压切换装置的远方操作应动作可靠，指示位置正确。
- ⑥变压器、变压器的全部电气试验应合格；保护装置整定值符合规定；操作及联动试验正确。

14.4.9 中性点接地系统的变压器，在进行合闸冲击前，其中性点必须接地。

14.5 质量通病防治措施

根据《XXX 输变电工程质量通病防治工作要求及技术措施》，本工程变压器安装相关质量通病防治措施如下，施工过程中应严格执行：

14.5.1 充油（气）设备渗漏主要发生在法兰连接处。安装前应详细检查密封圈材质及法兰面平整度是否满足标准要求；螺栓紧固力矩应满足厂家说明书要求。主变压器充氮灭火装置连接管道安装完毕，必须进行压力试验（可以单独对该部分管路在连接部位密封后进行试验；也可以与主变压器同时进行试验。参考试验方法：主变压器注油后打开连接充氮灭火装置管道阀门，从储油柜内施加 0.03-0.05MPa 压力，24 小时不应渗漏）。

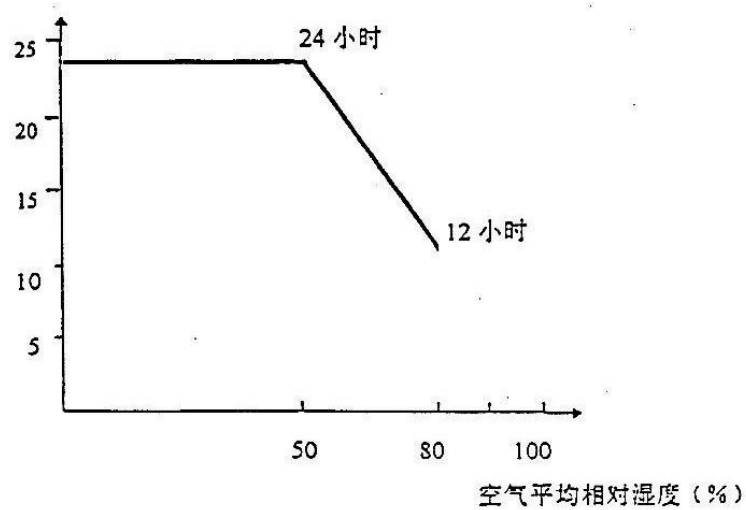
15.5.2 充油设备套管使用硬导线连接时，套管端子不得受力。

15.5.3 对设备安装中的穿芯螺栓（如避雷器、主变散热器等），要保证两侧螺栓露出长度一致。

15.5.4 认真执行本工程《质量策划（质量保证大纲）》的有关规定。

15.5.5 每项工序完成后，要认真、如实地填写施工记录。

15.5.6 质检员应进行全过程质量检查，并填写变压器安装质量跟踪表。主变安装质量跟踪表见附表一。



注：1.当打开变压力人孔进行内部检查、内部接线等操作时，器身将会吸收潮气，露空时间必须控制在指定范围内。

2.当内部工作停止或完成后，立刻封闭人孔或其他通口，如封入的为大气，每次露空时间当作4小时计算。当用干燥空气置换油箱内的空气，露空时间作为2小时计算。

3.油箱内作业时，须不断吹入干燥空气，保持油箱内的湿度小于50%。

4.当油箱内充满干燥空气，并维持正压0.01Mpa，露空时间不计。

5.上述干燥空气的露点要小于 -40°C 。

6.器身允许露空时间见上图2。

7.如果现场作业过程中由于某种原因要超过上图总露空时间规定，可按等效露空时间进行控制，并在作业中途以抽真空的方式予以解消，具体由公司派出安装技术指导员进行指导。

十五、环保措施

15.1 噪声防治

- (1)在技术性能满足使用要求的前提下，应优先使用噪声小的设备。
- (2)施工机械噪声较大的工作应尽量安排在白天。
- (3)工作异常产生噪声的设备应立即停止使用，查明原因处理后方可再使用。

15.2 油污染防治

- (1)滤油管路采用热镀锌钢管法兰对接方式，在法兰对接面加密封胶垫，杜绝渗漏，避免油污染。
- (2)对有可能出现油污染的场地，应预先铺设塑料布，上面撒砂覆盖;对施工区域内的基础，应预先铺设塑料布。
- (3)运输车辆、吊装车辆等机械，应防止机油、润滑油污染路面等情况发生。
- (4)对不用的残油、废油不能就地排掉，应集中在废油桶中，统一处理。
- (5)取油样时阀门下部放置油盘，取完油样要擦净放油阀，试验完毕后的油样应倒入废油桶内。

15.3 固体废弃物控制

- (1)施工现场应遵循"随做随清、谁做谁清、工完料净场地清"的原则，达到固体废弃物最长4h内离开工作区域的要求。
- (2)固体废弃物应在施工区域以外定点分类存放和标识。
- (3)严禁焚烧塑料、橡胶、含油棉纱等固体废弃物，以免产生有毒气体，污染大气。

十六、附录

附表一：所用钢丝绳计算表

直径		钢丝绳总 截面积	参考重 量	钢丝绳公称抗拉强度(N/mm2)				
				1400	1550	1700	1850	2000
钢丝绳	钢丝			钢丝绳破断拉力总和				
(mm)		mm2	Kg/100 m	Kn(不小于)				
13.0	0.6	62.74	58.96	87.80	97.20	106.50	116.00	125.00
19.5	0.9	141.16	132.70	197.50	213.50	239.50	261.00	282.00
24.0	1.1	210.87	198.20	290.00	326.50	358.00	390.00	421.50

钢丝绳的允许拉力，按下列公式计算：

【Fg】=aFg/K

式中：【Fg】-钢丝绳的允许拉力

Fg-钢丝绳的破断拉力总和

a—换算系数，按下表取

钢丝绳破断拉力换算系数 a

钢丝绳结构	换算系数	钢丝绳结构	换算系数
6*19	0.85	6*61	0.80
6*37	0.82		

钢丝绳安全系数 K

用途	安全系数	用途	安全系数
作揽风	3.5	作吊索，无弯曲时	6-7
用于手动起重设备	4.5	作捆绑吊索	8-10

本次施工采用的为 6*37（1700）类型的钢丝绳，采用三种型号，φ24、φ19.5、φ13.0，

用途为做吊索，安全系数选用 7，经过计算得知，钢丝绳的吊重量为：

φ24 单根可起吊重量为 $0.82 \times 35.8 / 7 = 4.19$ (t)

φ19.5 单根可起吊重量为 $0.82 \times 23.95 / 7 = 2.8$ (t)

φ13.0 单根可起吊重量为 $0.82 \times 10.65 / 7 = 1.25$ (t)

本站变压器储油柜重量为 2500Kg (2.5 T) 采用四点起吊，吊绳与垂直中心线的夹角约为 30°，故经过公式计算，每根钢丝绳所承受的拉力= $2.5 \div 4 \div \cos 30^\circ = 0.722$ (T) 因此选用φ13.0 号钢丝绳四根。

高压套管长约 4.6 米，重量 600kg，两点起吊，吊绳与垂直中心线的夹角约为 15°，经计算，每跟钢丝绳承受拉力为 $0.6 \div 2 \div \cos 15^\circ = 0.31$ (T)，选用φ13.0 号钢丝绳 2 根完全满足吊装要求。

附录二：吊车起重性能

