江苏宿豫东500kV变电站新建工程

**35kV一次设备安装施工方案**



江苏省送变电有限公司

2019年12月

**江苏宿豫东500kV变电站新建工程**

**一次设备安装施工方案**

江苏省送变电有限公司

2019年12月

**目 录**

[1. 编制说明 4](#_Toc12665)

[1.1编制依据 4](#_Toc6497)

[1.2适用范围 5](#_Toc6273)

[2. 工程概况 5](#_Toc9423)

[3. 施工准备 5](#_Toc6216)

[3.1 技术准备 5](#_Toc5218)

[3.2 人员组织 5](#_Toc32121)

[3.3 机具及材料准备 5](#_Toc18227)

[3.4 施工平面布置 6](#_Toc17271)

[3.6 土建工程验收及基础的复核 7](#_Toc18693)

[4. 工艺流程 7](#_Toc30011)

[4.1隔离开关安装 7](#_Toc30244)

[4.2断路器安装 10](#_Toc28213)

[4.3 CT、PT安装 13](#_Toc13136)

[4.3 干式电抗器安装流程 15](#_Toc17160)

[4.4 电容器组安装流程 17](#_Toc502)

[4.5 站用变安装 19](#_Toc6492)

[4.6 油浸式电抗器安装 24](#_Toc15175)

[5. 质量控制 30](#_Toc12066)

[5.1 质量控制要点 30](#_Toc20715)

[5.2质量强制性条文执行 33](#_Toc5364)

[5.3 标准工艺应用 33](#_Toc10336)

[5.4质量通病防治措施 37](#_Toc31864)

[5.5输变电工程设备安装质量管理重点措施 37](#_Toc3657)

[5.6国家电网公司优质工程评定“否决项”清单 37](#_Toc17145)

[6. 安全控制 38](#_Toc26934)

[6.1 施工安全技术措施 38](#_Toc24965)

[6.3安全强制性条文执行 39](#_Toc20399)

[7. 文明施工及环境保护 39](#_Toc30557)

[7.1 环境因素与对应控制措施 39](#_Toc897)

[7.2 环境保护措施 40](#_Toc2166)

[7.3 文明施工及成品保护 41](#_Toc9384)

[附录1 平面布置图 43](#_Toc6481)

[附录2 吊车性能表 44](#_Toc16454)

[附录3 风险识别及预控措施 4](#_Toc23179)5

[附录4 施工强制性条文执行计划内容（安全） 50](#_Toc23179)

[附录5 施工强制性条文执行内容（质量） 52](#_Toc17537)

# 编制说明

## 1.1编制依据

表1-1：编制依据一览表

| **序号** | **标准名称** | **标准号** |
| --- | --- | --- |
|  | 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范 》 | GB 50169-2016 |
|  | 《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》 | GB50147-2010 |
|  | 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》 | GB50150-2016 |
|  | 《电力变压器》第11部分：干式变压器 | GB1094.11-2007 |
|  | 《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》 | GB50148-2010 |
|  | 《施工现场临时用电安全技术规范》 | JGJ46-2005 |
|  | 《电气装置安装工程质量检验及评定规程》 | DL/T5161.1~5161.17-2018 |
|  | 《输变电工程安全质量过程控制数码照片管理工作要求》 | 基建安质〔2016〕56号 |
|  | 《输变电工程建设标准强制性条文实施管理规程》 | Q/GDW 10248.1-2016 |
|  | 《国家电网公司电力安全工作规程（电网建设部分）》（试行） | 国家电网安质（2016）212号 |
|  | 《国家电网公司输变电工程安全文明施工标准化管理办法》 | 国网（基建/3）186-2019 |
|  | 《国家电网公司输变电站工程施工分包管理办法》 | 国网（基建/3）181-2019 |
|  | 《国家电网公司输变电工程施工安全风险识别评估及预控措施管理办法》 | 国网（基建/3）176-2019 |
|  | 《国家电网有限公司输变电工程达标投产考核及优质工程评选管理办法》 | 国网（基建/3）182-2019 |
|  | 国家电网公司基建施工装备管理办法 | 国网（基建/3）819-2017 |
|  | 《国家电网公司电力建设起重机械安全监督管理办法》 | 国网(安监/3)482-2014号 |
|  | 《国家电网公司十八项电网重大反事故措施（修订版）》 | 国家电网设备〔2018〕979号 |
|  | 国家电网公司关于印发《国家电网公司基建信息化管理办法》等9项通用制度的通知 | 国家电网企管〔2017〕69号 |
|  | 《国家电网公司输变电工程施工现场安全通病及防治措施（2010年版）》 | 基建安全[2010]270号 |
|  | 江苏省电力公司《输变电设备交接试验规程》 | Q/GDW10 108-02-001-2014 |
|  | 厂家提供的本工程配套图纸资料及安装技术手册 |  |
|  | 本次施工设计图纸 |  |

## 1.2适用范围

本方案适用于35kV断路器、隔离开关、互感器、避雷器、无功补偿装置、站用变、10kV开关柜等一次设备安装作业。

# 工程概况

表2-1：工程量及工作内容

| **序号** | **名称** | **型号** | **数量** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 35kV隔离开关 | 电动双柱水平旋转 | 7 | 湖南长高 |
| 2 | 35kV断路器 | 66kVSF6瓷柱式断路器 | 17 | 西门子（杭州） |
| 3 | 35kV互感器 | 电流、电压 | 12 | 中材江西电瓷 |
| 4 | 35kV 1#站用变 | SZ11-800/35 | 1 | 特变电工衡阳 |
| 5 | 35kV 电容器组 | TBB35-60000/500AQW | 1 | 上海思源 |
| 6 | 35kV 油浸式电抗器 | BKS-60000/35 | 3 | 山东泰开 |
| 7 | 10kV开关柜 | KYN28-12(Z) | 2 | 亚洲电力设备 |

# 施工准备

## 3.1 技术准备

组织施工人员学习国家标准GB50147-2010《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》、GB50150-2016《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》，熟悉产品说明书，对本安装作业指导书在施工前必须进行认真交底，并做好交底记录。

## 3.2 人员组织

表3-1：人员组织情况表

| **序号** | **工种** | **人员** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 施工负责人 | 李权权 |  |
| 2 | 技术负责人 | 张勇 |  |
| 3 | 项目技术员 | 胡亮 |  |
| 4 | 项目安全员 | 张钧 |  |
| 5 | 项目质检员 | 皇甫道军 |  |
| 6 | 电气安装工 | 12名 |  |
| 7 | 起重工 | 1名 |  |
| 8 | 试验人员 | 1名 |  |
| 9 | SF6气体处理 | 1名 |  |
| 10 | 厂家技术服务人员 | 1名 | 每个设备厂家各1名 |

本工程确定江苏省送变电有限公司变电施工第一分公司为本工程的电气施工单位，调试分公司为本工程的调试单位。

## 3.3 机具及材料准备

表 3-2：工机具表

| **序号** | **名称** | **规格/编号** | **单位** | **数量** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 吊机 | 25t | 台 | 1 |  |
| 2 | 合成纤维吊带 | 5t/6m | 副 | 2 |  |
| 3 | 兆欧表 | 2500V | 只 | 1 |  |
| 4 | 万用表 |  | 只 | 1 |  |
| 5 | 力矩扳手 | 8~300N·m | 套 | 1 |  |
| 6 | 套筒扳手 | 8~46mm | 套 | 1 |  |
| 7 | 活动扳手 | 450mm | 把 | 3 |  |
| 8 | 梅花扳手 | 10~32mm | 套 | 1 |  |
| 9 | 链条葫芦 | 20kN | 个 | 1 |  |
| 10 | 专用钢丝绳 | ф21.5mm | 对 | 1 |  |
| 11 | 交流焊机 | 380V 18kW | 台 | 1 |  |
| 12 | 角向磨光机 | 220V | 只 | 1 |  |
| 13 | 试验仪器 |  | 批 | 1 |  |
| 14 | 千斤顶 | 20kN | 台 | 2 |  |
| 15 | 撬棒 |  | 把 | 4 |  |
| 16 | 经纬仪 |  | 套 | 1 |  |
| 17 | 水平尺 | 400mm | 把 | 2 |  |
| 注：主要工器具及仪器仪表根据具体工程量规模配备。 | | | | | |

注：部分专用工具由厂家提供

表3-3：施工材料准备表

| **序号** | **名称** | **数量** | **用途** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 道木 | 10根 | 吊车打腿和设备安装用 |
| 2 | 无水酒精（500ml） | 2瓶 | 设备清洗 |
| 3 | 百洁布 | 20块 | 清洁设备 |
| 4 | 导电接触面电力酯 | 100克 | 涂于触头的导电面上 |
| 5 | 二硫化钼（厂供） | 2盒 |  |

## 3.4 施工平面布置

详见附录1

**3.5 施工进度计划**

表3-4：总体施工计划表

| **序号** | **工序名称** | **开始时间** | **完成时间** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 安装图纸交底、现场施工环境安全交底 | 2019.10.08 | 2019.10.20 |
| 2 | 基础电土交接验收消缺 | 2019.10.30 | 2019.11.05 |
| 3 | 设备安装 | 2019.11.06 | 2020.01.10 |
| 4 | 高压试验 | 2020.03.05 | 2020.03.10 |

## 3.6 土建工程验收及基础的复核

3.6.1 场地的验收

表3-5：安装场地验收项目及要求表

| **序号** | **项目及要求** | **备注** |
| --- | --- | --- |
| 1 | 安装场地的所有土建等易导致扬尘的工作已结束 |  |
| 2 | 安装场地排水功能良好 |  |
| 3 | 安装场地地面洞口、电缆沟等盖板已盖好 |  |
| 4 | 场地必须已打扫干净、清洁 |  |
| 5 | 安装场地的临时施工道路需畅通，满足车辆及吊车通行要求 |  |

3.6.2 土建工作的检查

参照设备厂方提供的基础图复核各中心线尺寸、基础水平误差、预留件和预留孔。复核结果应在误差允许的范围内，符合产品及厂方现场技术服务人员的指导要求。

# 工艺流程

**4.1隔离开关安装**

基 础 复 测

施工准备

质量验评

设备支架安装

隔离开关安装

隔离开关调整

现场检查和试验

图 4.1 隔离开关安装流程图

**施工准备**

（1）现场布置:合理布置现场，包括隔离开关附件和吊车位置等。

（2）技术资料:厂家说明书、试验报告、保管记录齐全。

（3）人员组织：技术负责人（含技术服务人员），安装、试验负责人，安全、质量负责人，安装、试验人员。

（4）机具及材料：吊车、汽车，吊装机具（包括专用吊具），专用工具和专用材料（产品附带）等。

**基础复测**

（1）隔离开关的支架形式有多种类型，有钢管支架、角钢支架，与基础的连接方式有杯口形式和预埋螺栓形式。

（2）钢管支架基础杯底标高允许偏差:0～10mm；柱轴线对行、列的定位轴线的偏移量≤5mm。

（3）采用预埋螺栓与基础连接，地脚螺栓上部要求采用热镀锌形式。预埋螺栓要求中心线的误差不应大于2mm。全所同类型隔离开关地脚螺栓露出长度一致。

**设备支架安装**

设备支架安装后的质量要求：标高偏差≤5mm，垂直度≤5mm，相间轴线偏差≤10mm，本相间距偏差≤5mm，顶面水平度≤2mm。

**隔离开关安装**

（1）隔离开关底座与设备支架安装应做到无垫片安装。

（2）支柱绝缘子瓷柱弯曲度控制在规范规定的范围内，瓷柱与法兰结合面胶合牢固，应涂以性能良好的硅类防水胶。

（3）支柱绝缘子安装应垂直于底座平面且连接牢固；同一绝缘子柱的各绝缘子中心线应在同一垂直线上；同相各绝缘子柱的中心线应在同一垂直平面内。

（4）隔离开关的各支柱绝缘子间应连接牢固；安装时可用金属垫片校正其水平 或垂直偏差，使触头相互对准、接触良好。

（5）检查处理导电部分连接部件的接触面，用细砂纸清除氧化物，清洁后涂以复合电力脂连接。

（6）使用细砂纸处理动静触头接触面氧化物，清洁光滑后涂上薄层中性凡士林油。

（7）均压环应安装牢固、平整，检查均压环无划痕、碰撞产生毛刺，寒冷地区均压环应有滴水孔。

（8）隔离开关组装完毕，应用力矩扳手检查所有安装部位螺栓的力矩值符合产品技术要求。

**操作机构安装**

（1）操作机构应安装牢固，固定支架工艺美观，参见图4-3和图4-4。

（2）操作机构轴线与底座轴线重合，偏差≤1mm，同一轴线上的操作机构安装位置应一致。

**电缆排列与二次接线**

（1）电缆排列整齐、美观，固定与防护措施可靠，有条件采用封闭桥架形式。

（2）按照设计图纸和产品图纸进行二次接线，必须核对设计图纸、产品图纸和实际装置的符合性。

**隔离开关调整**

（1） 接地刀刃转轴上的扭力弹簧或其他拉伸式弹簧应调整到操作力矩最小，并加以固定。

（2）隔离开关主刀、接地刀垂直连杆与隔离开关、机构间连接部分应紧固，垂直，焊接部位牢固、平整。

（3）轴承、连杆及拐臂等传动部件机械运动应顺滑，转动齿轮应咬合准确，操作轻便灵活。

（4）定位螺钉应按产品的技术要求进行调整，并加以固定。

（5）所有传动部分应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

（6）电动操作前，应先进行多次手动分、合闸，机构应轻便、灵活，无卡涩，动作正常。

（7）电动机的转向应正确，机构的分、合闸指示应与设备的实际分、合闸位置相符。

（8）电动操作时，机构动作应平稳，无卡阻、冲击异常声响等情况。

**现场检查与试验**

（1）电动机构、转动装置、辅助开关及加热闭锁装置应安装牢固，动作灵活可靠，位置指示正确，机构箱密封良好。

（2）分闸时，触头断口距离和打开角度应符合产品的技术规定。

（3）触头接触应紧密良好，插入深度符合产品技术要求；压接接线端子的螺栓紧固力矩值，符合规范标准。

（4）隔离开关分、合闸定位螺栓调整尺寸符合产品技术规定。

（5）安装、调整螺栓紧固达到力矩规范标准。

（6）油漆应完整、相位标志正确，接地可靠，设备清洁。

（7）电气试验按照GB 50150-2016《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》、江苏省电力公司《输变电设备交接试验规程》Q/GDW10 108-02-001-2014进行。

**4.2断路器安装**

**基础复测**

（1） 基础中心线与安装顶面水平误差：相间＜ 10mm；本相＜ 5mm。

（2）地脚螺栓预埋中心线误差＜ 2mm，地脚螺栓出基础顶面长度适当（≥130mm）并一致。

装运单元拆卸

（1） 装运单元中的三个极柱放置在坚固的地面上。起重机吊钩挂在起吊环1.5上。

（2）松开4个在连接角板1.3和木横梁1.6间的固定点上的M16螺母。

（3）包装好的三个极柱用吊车起吊，经角铁板1.3放置在坚固的地面上，但不要松开极柱包装。

（4）三个极柱的包装拆卸，每个极柱均独立放置在 坚固的地面上，确认极柱放置在运输板上。

**操作机构及支架安装**

（1）将悬挂装置的吊钩插入断路器底座的吊环螺栓，然后一起起吊断路器底座和操作机构。

（2）从断路器底座上依次拆下两个运输支架和木梁，并将它们放在一侧。

（3）使用吊车将断路器底座和操作机构单元一同移动然后安放到基础的支撑上。使用8个螺栓和螺母（M16） 水平固定（使用水平仪）

**极柱安装**

（1）在安装极柱到横梁上之前，检查每个极柱的SF6气体预充情况。为此，将锁紧螺母 和O型密封圈一起从传动单元15的法兰上旋下，用手在法兰内的单向阀 上，相对阀门弹簧阻力方向快速按压，此时由于喷出的 气体而形成咝咝的响声。然后重新关闭法兰。如果未觉察到"咝咝"的响声，可能存在运输损坏。

（2）立起极柱B：极柱B是传动齿轮上的双层极柱。

1）松开并分离两个吊环板，从附件包中取出并更 换两个新的1.7螺丝M16×55。

2）在立起极柱之前，把木板垫在后面。可防止极柱倾斜时受损。然后小心地用2个吊耳将其吊起。

3）为防止极柱在竖立过程中滑倒，要确保起吊钩和极柱垂直排列。

4）松开拆除上部连接板，从附件中取出新 的M16×55螺栓换上。

5）当极柱完全从连接板上升高后，连接板也可移去。

（3） 极柱交付时，被螺栓固定于分闸状态。为了连接操作机构，必须拆掉连杆上的M6螺栓）和锁紧垫圈以及拔掉螺栓。然后将操作机构杆推进连杆 并用螺栓连接。然后拧紧连接极柱和断路器基础的四个M16×60螺栓。

（4） 按照与极柱B相同的方法拆除极柱A上的运输零件，立起极柱并插入断路器支座的开口中；首先轻轻的拧上传 动齿轮和断路器支座间的螺丝，因为极柱最后还要调直。按照相同的程序组装极柱C。

**连接杆安装**

（1） 在B相极柱的传动单元，移去带锁定垫片的螺栓，将连杆与杠杆相连，将中螺柱放回标记位置。在A相与C相极柱的传动单元移去带锁定垫片的螺栓，并推入螺柱。

（2）连接带A相极柱的连接杆与带C相极柱 的连接杆。这样做，使A相极柱与 C相滑入断路器横梁，如此带安装连接杆的螺栓能被取出进入标记位置。

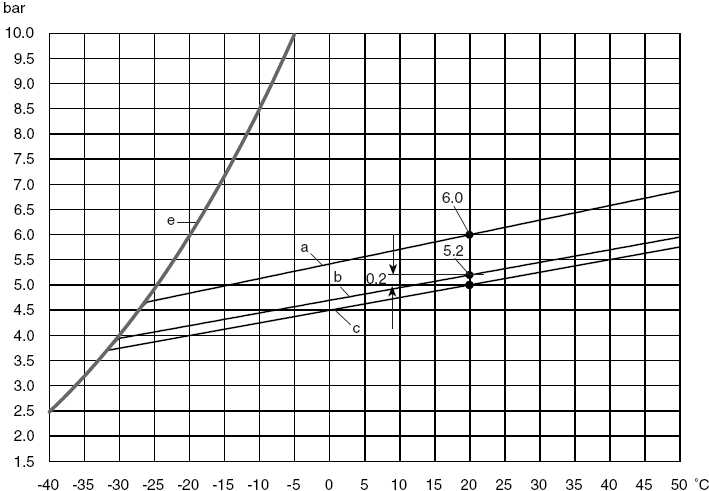
（3） 注意在杠杆上连接杆的位置并在A相与C相极柱各相的连接杆和杠杆之间插入垫片。

（4）将A相与C相极柱在断路器横梁外缘排成一水平直线，然后用已描述的力矩扳手拧紧。至此所有的极柱已经固定在断路器横梁上，并用螺栓固定在标记的开口内。

**根据下表检查螺栓力矩**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 力矩值 | 名称 | 力矩值 |
| 支架 | 420Nm | 基础 | 300—350Nm |
| 各相断路器 | 300Nm | 操作机构 | 79和190Nm |
| 拉杆 | 190Nm | 密度计 | 10Nm |

**断路器充入SF6气体**



SF6充气曲线与密度继电器动作值

1）注意控制充气速度以防止充气装置结冰。

2）必须依据SF6充气表确定正确的充气压力，充气过程中检查密度继电器报警和闭锁压力值。充气完毕后将封端盖拧紧。

3）20℃时SF6气体压力

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 压力值 |
| 额定压力 | 0.6MPa |
| 闭锁压力 | 0.50MPa |
| 报警压力 | 0.52MPa |

**检查和试验**

（1） SF6气体检查

充气48小时后测本体内SF6气体微水，含水量应小于150PPm。

将密度继电器与本体连接处的一块盖板拆除，使密度继电器与本体断开，接上压力表，从压力表下方阀门放气，检查密度继电器动作值。

打开各检漏孔检漏，用检漏仪检漏，检漏仪应无报警。支柱绝缘子间连接采用单密封圈结构，无检漏孔，可用塑料布包扎后进行用检漏仪检漏，检漏仪应无报警。

每周定时检查压力，进行横向比较，应无泄漏现象。

各SF6管道接头每次拆装后均要用包扎法仔细检漏。

**操作试验**

（1）操作可靠(最高、最低、额定操作压力各操作３次）。

（2）各操作压力消耗满足要求。

（3） 防慢分操作试验。

**4.3 CT、PT安装**

设备支架

附件、接地安装

电气试验

调整、紧固、检查

施工准备

质量验评

设备安装

图 4.2 CT、PT、CVT和避雷器安装流程图

**施工准备**

（1）现场布置:设备吊装前的堆放场地、吊车位置等。

（2）技术准备:产品说明书、试验合格证明书，出厂试验报告和施工图纸等。

（3）开箱检查：外观完好、附件应齐全、瓷件无破损、无渗漏现象。

（4）人员组织：技术负责人，安装、试验负责人，安全、质量负责人，安装、试验人员。

（5）机具准备：吊车、汽车，吊装机具，组合工具。

**设备支架**

设备支架安装后的质量要求：标高偏差≤5mm，垂直度≤5mm，相间轴线偏差≤10mm，顶面水平度≤2mm/m。

**设备安装**

吊装应选择满足相应设备的钢丝绳或吊带以及卸扣，TA（CT）吊装时吊绳应固定在吊环上起吊，不得利用瓷裙起吊。吊装过程中用缆绳稳定，防止倾斜。

避雷器、电容式电压互感器必须根据产品成套供应的组件编号进行安装，不得互换，法兰间连接可靠（部分产品法兰间有连接线）。

安装时二次接线盒或铭牌的朝向应符合设计要求并朝向一致。

注意：电流互感器安装时注意P1侧需朝向母线一侧，同时务必检查二次绕组排列顺序应符合设计要求。

**调整、紧固、检查**

（1）避雷器安装面应水平，并列安装的避雷器三相中心应在同一直线上，铭牌应位于易于观察的一侧；避雷器应安装垂直；避雷器压力释放口安装方向合理。

（2）对电容式电压互感器具有保护间隙的，应根据出厂说明书要求检查并调整。

（3）互感器安装面应水平，并列安装的应排列整齐，同一组互感器的极性方向应一致。

（4）油浸互感器应无渗漏，油位正常并指示清晰，绝缘油指标符合规程和产品技术要求。

（5）SF6气体绝缘互感器 充注的SF6气体符合规程要求，充气过程检查密度继电器各触点动作值符合产品技术要求，SF6气体额定压力符合产品技术要求并指示清晰，气室气体含水量小于150ppm（μL/L），气室SF6气体年泄漏率小于1%。

**附件安装、检查及接地**

（1）避雷器在线监测装置的安装、接地制作：在线监测装置检查、试验合格；在线监测装置与避雷器连接导体超过1米应设置绝缘支柱支撑；过长的硬母线连接应采取预防“热胀冷缩”应力的措施；接地部位一处与接地网可靠接地，一处为辅助接地（集中接地装置）。

（2）各个接地部位可靠，主要包括：T A（CT）、TV（PT）、CVT本体与接地网两处可靠接地；电容式套管末屏可靠接地；TA（CT）备用线圈短接可靠并接地，TV（PT）、CVT的N端应可靠接地，二次备用线圈一端应可靠接地 。

（3）均压环应安装牢固、平整，检查均压环无划痕、碰撞产生毛刺，寒冷地区均压环应有滴水孔。

**电气试验**

电气试验按照GB 50150-1991《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》、江苏省电力公司《输变电设备交接试验规程》Q/GDW10 108-02-001-2014进行，试验结果必须与产品试验报告进行比对。

**质量验评**

（1）开箱检查记录，安装检验、评定记录，电气试验报告。

（2）制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件。

（3）施工图及变更设计的说明文件。

（4）备品、备件、专用工具及测试仪器清单。

**4.3 干式电抗器安装流程**

施工准备

基 础 复 测

绝缘子、阻波器试验

设备支架安装

绝缘子串安装

支柱绝缘子安装

干式电抗器吊装

接 地 安 装

现场检查和试验

质量验评

图 4.3 干式电抗器安装流程图

**施工准备**

（1）现场布置:35kV干式电抗器较重，要合理布置电抗器存放位置和吊车位置。

（2）技术准备:电抗器厂家说明书、试验报告、施工图纸、保管记录。

（3）人员组织：安装负责人，技术负责人，安装、试验人员到位。

（4）机具及材料准备：吊车、汽车，吊装机具及金具等。

**基础和支架安装**

（1）钢管支架应先进行基础轴线复测和基础杯底标高找平。基础杯底标高允许偏差:0～-10mm，柱轴线对行、列的定位轴线的偏移量≤5mm。

（2）低抗用钢管支架加工时应按设计要求做好隔磁措施。

（3）玻璃钢支架上下法兰的短接导体连接可靠。

（4）混凝土支架施工时要做好混凝土钢筋的隔磁措施，防止电抗器漏磁在混凝土支架中形成环流，引起支架发热和损耗，具体隔磁措施按设计的要求进行。

（5）设备支架安装后的质量要求：标高偏差≤5mm，垂直度≤5mm，轴线偏差≤5mm，顶面水平度≤2mm，间距偏差≤5mm。

**绝缘子串安装**

（1）绝缘子安装前，必须通过耐压试验，安装前应进行检查，瓷件、法兰应完整无裂 纹，胶合处填料完整，结合牢固。

（2）绝缘子串组装:联结金具的螺栓、销钉及锁紧销等必须符合现行国家标准;绝缘子串的球头挂环、碗头挂板及锁紧销等应互相匹配; 弹簧销应有足够弹性，闭口销必须分开，并不得有折断或裂纹。

（3）均压环、屏蔽环等保护金具应安装牢固，位置应正确，寒冷地区均压环应有滴水孔。绝缘子串吊装前应清擦干净。

**支柱绝缘子安装**

（1）支柱绝缘子应进行检查，瓷件、法兰应完整无裂纹，胶合处填料完整，结合牢固。支柱绝缘子叠装时，中心线应一致，固定应牢固，紧固件应齐全。

（2）根据支架标高和支柱绝缘子长度综合考虑，使支柱绝缘子标高误差控制在5mm以内。

**干式电抗器安装**

（1）电抗器垂直安装时，各相中心线应一致。

（2）电抗器和支承式安装的阻波器主线圈，其重量应均匀地分配于所有支柱绝缘子上。找平时，允许在支柱绝缘子底座下放置钢垫片，但应固定牢靠。

（3）电抗器上、下重叠安装时，应按照产品说明书要求进行安装。

（4）悬式阻波器主线圈吊装时，其轴线宜对地垂直。

（5）电抗器设备接线端子的方向必须与施工图纸方向一致。

**接地施工**

（1）电抗器支柱的底座均应接地，接地宜采用铜排，支柱的接地线不应成闭合环路，同时不得与地网形成闭合环路。一般采用单开口或多开口等电位连接后接地。

（2）磁通回路内不应有导体闭合回路。

**试验**

按照GB50150-2016电气装置安装工程电气设备交接试验标准进行。

**质量验评**

（1）产品说明书、试验报告、合格证件、安装检验、评定记录。

（2）施工图及变更设计的说明文件。

（3）备品、备件、专用工具及测试仪器清单。

（4）外观检查支柱应完整、无裂纹，线圈应无变形； 线圈外部的绝缘漆应完好；支柱绝缘子的接地应良好；混凝土支柱的螺栓应拧紧； 油漆应完整； 阻波器内部的电容器和避雷器外观应完整，连接良好，固定可靠。

**4.4 电容器组安装流程**

电容器支架安装

设备检查和试验

一次连线

现场检查与试验

设备安装

施工准备

质量验评

图 4.4 电容器组安装流程图

**施工准备**

（1）现场布置：包括电容器支架、电容器和附属设备等。

（2）技术准备：厂家说明书、试验报告、施工图纸齐全。

（3）人员组织：技术负责人，安装、试验负责人，安全、质量负责人，安装、试验人员。

（4）机具及材料：吊车，吊装机具，专用工具和专用材料（产品附带）等。

**电容器检查和试验**

（1）应在正式安装前，对电容器进行外观检查。确保交付安装的电容器外观无破损、锈蚀和变形。

（2）电容器试验按照产品要求进行。

**电容器支架安装**

（1）金属构件无明显变形、锈蚀。

（2）瓷瓶无破损，金属法兰无锈蚀。

（3）支架安装水平度≤3mm/m；支架立柱间距离误差≤5mm。

（4）支架连接螺栓紧固应符合产品说明书要求。构件间垫片不得多于1片,厚度不大于3mm。

**电容器组和辅助设备安装**

（1）电容器组安装前应根据单个电容器容量的实测值，进行三相电容器组的配对，确保三相容量差值≤5%。各只电容器铭牌、编号应在通道侧，顺序符合设计，相色完整。电容器外壳与固定电位连接应牢固可靠。

（2）熔断器安装排列整齐，倾斜角度应符合产品要求。指示器位置正确。

（3）放电线圈瓷套无损伤，相色正确，接线牢固美观。

（4）接地刀闸操作灵活

（5）避雷器在线监测仪接线正确。

（6）电容器组一次连线应符合设计与设备要求。

**现场检查与试验**

（1）仔细清洁电容器组，检查无渗漏情况。

（2）按照产品的运行要求，检查各熔断器和指示器的位置正确。

（3）各个接地部位可靠，主要包括电容器组（含附属设备）、网门等，接地点数量符合设计要求，接地标示清晰。

（4）电气试验按照GB 50150-1991《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》，试验结果必须与产品试验报告进行比对。

**质量验评**

（1）安装检验、评定记录、电气试验报告、制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件。

（2）施工图及变更设计的说明文件。

（3）备品、备件、专用工具及测试仪器清单。

**4.5 站用变安装**

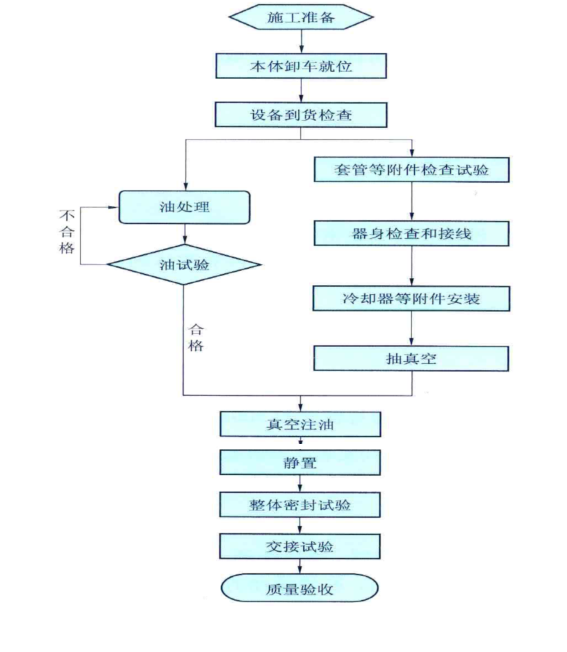


图 4.6 站用变安装流程图

**交接、验收和保管**

**绝缘油的交接、贮存及验收**

绝缘油由制造厂家提供，按协商时间交付，办理交接手续。交接时，对绝缘油的数量、质量及贮存条件进行确认，并需厂家、油供应商、用户（安装单位）三方确认签字；

新变压器绝缘油到现场后按照GB2536《变压器油》要求进行试验，其中要求击穿强度不低于35kV/2.5mm,介损不大于0.5%（90℃），微水不大于20ppm。厂家运输到现场的不合格油需自行滤油及做相关试验，并经有相应资质的检测单位检测合格，提供检测证明文件。根据反措要求，变压器新油应由厂家提供新油无腐蚀性硫、结构簇、糠醛及油中颗粒度报告。

处理后的绝缘油应简化试验合格（见《输变电设备交接和状态检修试验规程》苏电企管〔2014〕1064号》第7章绝缘油章节），注入110kV变压器的油质主要标准：击穿电压≥45kV/2.5mm，介质损耗因数（90℃时）tanδ≤0.005，含水量≤20ppm。达不到注入变压器油标准，现场需进行滤油。

**本体、附件的贮存及保管**

变压器为冲氮运输的变压器，压力值保持在0.02-0.03Mpa，每天应做好记录，如有泄漏，及时通知甲方、监理、厂家，并做好当时压力表指数记录，请监理签字确认；当压力接近外界大气压力时应及时向器身内补压。本体存放过程中，每天至少巡查2次，对箱内压力做记录，如气体泄漏率大，说明有漏气现象，需及时处理；

拆卸件如油枕、冷却器存放应有防雨、防尘、防污措施，不允许出现锈蚀和污秽；

套管和附件必须存放在干燥、通风处。

**附件安装前检查、试验**

附件到达现场后，根据产品装箱一览表，会同甲方、监理、厂家逐件核对到货设备、配件情况，检查有无漏发、错发现象。会同厂家人员检查各附件的规格、尺寸、数量和完好情况，进行规程范围内的试验，不合格品列出具体清单，经甲方、监理、厂家签字后留存。要求厂家及时更换。

为能快速检测出运输过程中发生的、外部无法看出的损坏，在现场要测量铁芯对地，夹件对地以及铁芯对夹件间的绝缘电阻，测量使用500V绝缘仪表。

对变压器内本体残油的击穿强度、介质、微水、简化等试验报告：击穿电压≥45kV/2.5mm，介质损耗因数（90℃时）tanδ≤0.005，含水量≤20ppm。

绝缘油到现场后，电气试验应满足合同要求。厂家运输到现场的不合格油需自行滤油及做相关试验，并经有相应资质的检测单位检测合格，提供检测证明文件。

套管检查与试验：各电压等级套管要求外观良好、瓷质无损伤裂纹，油位正常密封良好，无渗油现象，需补油时要通知厂家。瓷套管与金属法兰胶装部位应牢固密实并涂有性能良好的防水胶瓷。套管法兰颈部及均压球内外壁应清洗干净，无渗漏油现象，油位指示正常。注油阀、取油阀闭合紧固。末屏接地完好。电气试验必须合格，在试验结束后作好瓷套内、外表面的清洁工作。

升高座CT：升高座安装前应先做电流互感器的试验，电流互感器出线端子板应绝缘良好，其接线螺栓和固定件的垫块应牢固，端子板应密封良好。内部绕组应绑扎牢靠，无位移和变形。试验合格后检查CT桩头的密封、固定是否可靠。确认绝缘电阻在2MΩ以上。

储油柜：外观检查良好，在厂家服务人员协助下，打开人孔，内部检查应清洁，橡胶囊应无损伤。打开呼吸器安装法兰上的盖板，放掉橡胶囊中的干燥空气，使胶囊偏向一侧，检查油面计浮子及连杆上有无损伤。用手轻轻使浮子上下，检查触点动作应正确，重复三次，测定电阻。油面计指示检查结束后，使橡胶囊复原罩在浮子上面，不要产生皱纹。向胶囊内复冲入干燥空气使橡胶囊鼓起。

冷却器检查试验：检查各冷却器应外观良好，部件齐全。变压器厂家在厂里已经做过泄漏试验，现场根据厂家的要求，如果厂家确认现场无需再做泄漏试验，则现场可以不对冷却器进行泄漏检查。

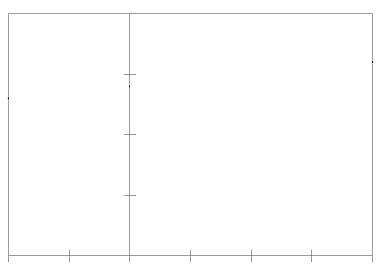
压力释放装置、气体继电器、测温装置安装前应校验合格；吸湿器检查，吸附剂的烘焙。各管道应用新油清洗干净。

油处理系统：滤油机、油罐、油管应认真清洗并干燥。

**基础复测及本体就位后检查**

基础中心线距及高差小于10mm。站变就位前须进行基础复测，保证基础面清洁、预留孔符合设计要求、水平高差在±3mm以内、中心线标识准确；

本体就位后外观检查应完好，无破损、锈蚀等现象，微正压检查满足要求，0.01-0.03Mpa；冲击记录检查须纵向、横向及竖直方向均在3g以内，记录冲击数值，办理冲击记录签证；根据下图所示本体上气压-温度曲线检查本体气压。



**40**

**30**

**20**

**10**

**40**

**30**

**20**

**10**

**0**

**-10**

**-20**

**压力kPa**

**环境温度℃**

图 4.6 气压-温度曲线

**产品检查**

验证产品铭牌及合格说明书；

查看主壳体有否不正常；

检查冲撞记录仪的记录（需在站变本体就位后检查），控制在3g以下；

检查气压，根据气压-温度曲线检查；

查看技术文件是否齐全；

检查相关零件、部件与主件是否齐全，有无损害；

气体继电器、油温度计、绕组温度计、压力释放阀等设备送交试验。

**冷却器安装**

冷却器支架安装：冷却器支架在对准中心线后装配；

冷却器安装前，做密封试验，移走冷却器及油管盲板并清洁法兰面，清洁时注意不得使灰尘、杂物入内；

安装冷却器与本体间的油管，保持其蝶阀关闭至抽真空前。

**储油柜安装**

检查油枕是否完好；

用兆欧表测量油位计接点的绝缘电阻并进行试验；

如说明书所示对法兰及螺栓涂硅化物；

利用油枕上部吊耳起吊油枕；

确认方向后放低油枕离支架5cm处，插入导向杆，缓慢降低油枕至导向杆接触安装孔时临时固定；

降低油枕，抽出导向杆，拧紧连接螺栓；

安装油枕至本体的连接油管和气体继电器；

安装气体采集管路；

安装油温、线圈温度指示器及探测线圈，注意连接线最小弯曲半径为100mm。

**本体升高座及套管安装**

移走升高座两侧盲板；

对升高座进行直流电阻、变比、极性、绝缘电阻、伏安特性试验；

将升高座安装至本体上，安装时注意调节好倾斜度，接口标记确认，密封件位置确认，螺栓紧固确认。

套管安装：

1）打开箱顶盖可看到套管头部倾斜高于水平线3度左右包装在包装箱内。当套管要躺放在地面时，一定要用软质垫板和支架如下图所示保持套管头部高于底部和保护好护套不受损坏。

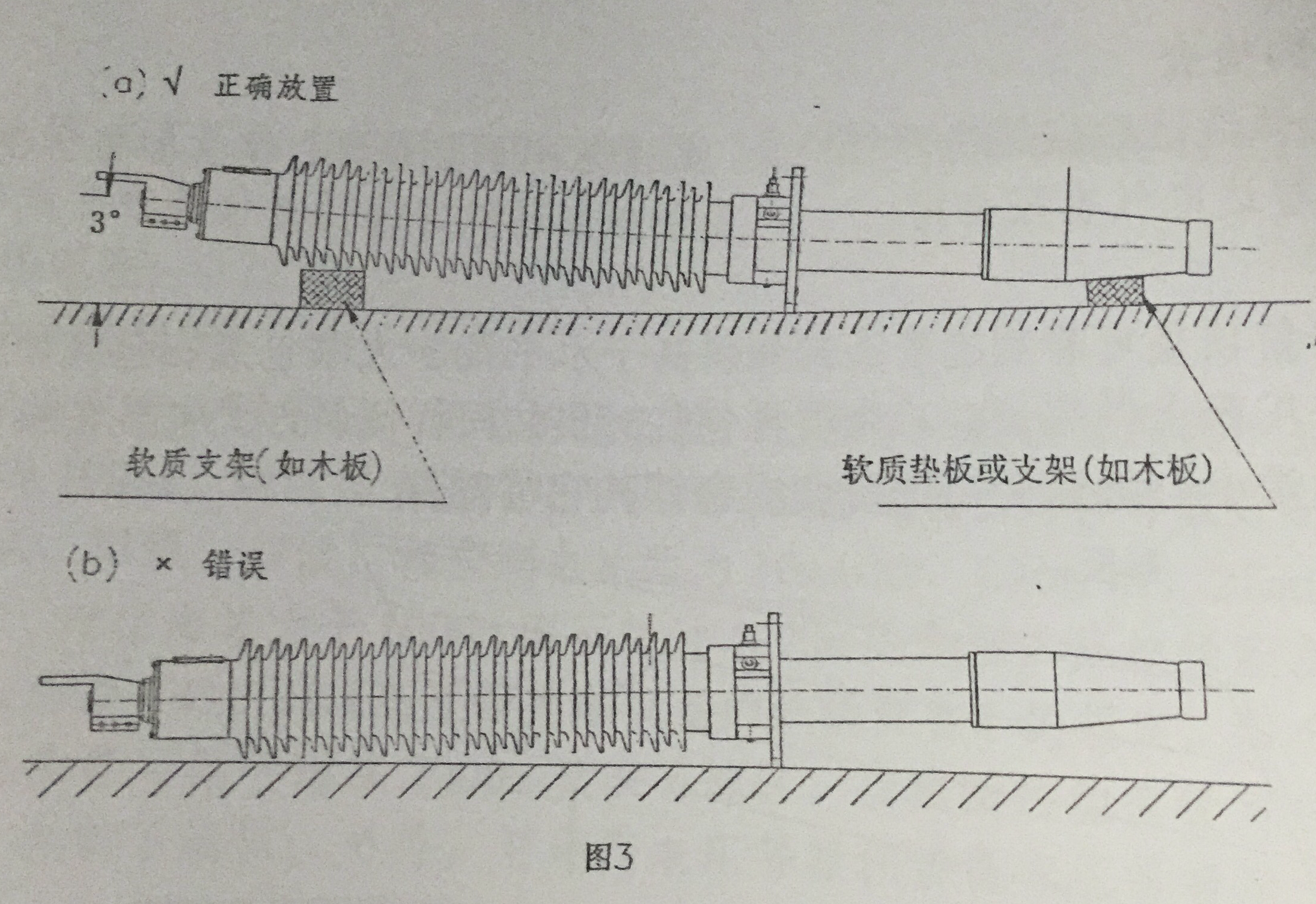


图 4.8 套管存放示意图

2）套管吊装：套管安装法兰上备有四个起吊的吊眼，起吊时主吊绳系在吊眼上，承受套管重量。下图显示套管吊装方法示意图。



图 4.9 套管吊装示意图

3）套管安装：①安装前首先检查套管有无损伤，紧固件是否松动，擦净套管表面的灰尘污物，穿缆结构导电管内腔也必须清擦干净。②将套管放在支架上，检查并调整油枕油面位置于油枕的中、上部（约油表的1/2-2/3高度），油位位置过高，易引起套管内部压力过大，易导致套管渗漏油，油位位置过低，则无法观察油位变化。

4）用长度大于两倍套管总长，机械强度足够的细尼龙绳沿着套管导管内腔下沉至套管尾部外面，再将套管吊至变压器安装孔中心，尼龙绳下端通过吊环螺钉旋入引线接头上端面的M12螺孔内，与引线接头形成整体。此时将套管油表的位置对好并徐徐下降，同时用尼龙绳将引线接头向上拉，直至套管下降到变压器箱盖的升高座。

**内部接线**

按说明书要求进行高低压侧及中性点内部连线，并做好记录；

内部检查连线工作结束后，应有业主代表、监理人员、施工人员和厂家服务人员进行会签；

**注油**

合格油标准为：简化试验合格，主要指标击穿电压≥45kV/2.5mm，介质损耗因数（90℃时）tanδ≤0.005，含水量≤20ppm；

在布置净油机管路时，应使管路尽可能短；

滤油系统布置妥当后应进行试运转检查，密封可靠；

油温应被加热到40°~60°时方可用于滤油机注入本体。一般来说油流控制在3000L/小时。当油被注至油位表指针指示符合主体油位曲线后停止。

**整体密封试验**

注油结束后，向油枕胶囊内冲入干燥空气，当压力加至0.03MPa时，站变静置24小时，看是否有油泄露；

若有油泄露，则需立即处理；

若无油泄露，排出干燥空气，使油枕胶囊内压力为0。

**油位调整**

根据注油铭牌上的注油曲线确认油面计指示，进行油位调节。

**静置**

变压器注油完毕后施加电压前静置需24h以上。

**二次接线**

按变压器施工图和厂家图纸敷设电缆、安装接线箱，并在厂家人员的指导下进行二次接线和封堵。

**检查和试验**

现场检查

（1）检查排气是否排尽；

（2）检查变压器油应无泄漏；

（3）检查应打开的阀门是否打开，应关闭的阀门是否关闭；

（4）检查储油柜的油面高度，不得出现假油位，本体油位应高于开关油位；

（5）检查油箱、铁芯、套管末屏和中性点是否可靠接地；

（6）检查瓦斯、压力释放等保护是否可靠动作。

现场试验

（1）绝缘油试验；

（2）测量绕组连同套管的直流电阻；

（3）检查所有分接头的电压比；

（4）检查变压器引出线的极性；

（5）测量与铁芯绝缘的各紧固件（连接片可拆开者）及铁芯（有外引接地线的）绝缘电阻；

（6）测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数；

（7）测量绕组连同套管的介质损耗角正切值 tanδ；

（8）测量绕组连同套管的直流泄漏电流；

（9）变压器绕组变形试验；

（10）绕组连同套管的交流耐压试验；

（11）绕组连同套管的长时感应电压试验带局部放电试验；

（12）额定电压下的冲击合闸试验；

（13）检查相位。

**4.6 油浸式电抗器安装**

**电抗器的就位安装**

在将电抗器固定在已经建成的地基上之前，需把地基打扫干净，清理预埋件上面的灰

尘和残留混凝土。

a）所需工具

所需工具为吊车、扳手、适量的混凝土、适量薄铁片、千斤顶等。

b）电抗器的就位

电抗器的就位由大件运输公司完成。

c）电抗器在地基上位置的固定

产品本体就位后，用薄钢板将产品底座与地基间隙垫平使得电抗器在地基上牢固放

置，没有晃动的可能。然后将产品底座焊接到地基的预埋件上。注意在电抗器底部焊点周围采取冷却或其他保护措施并避免焊枪接触到箱底及箱壁，防止变压器油分解气体，从而导致变压器油不合格；4只底座与4只预埋钢板可采用对角的次序焊接。焊接完成后，清理焊渣，采用与本体相同色标的油漆对焊接部位及漆膜损伤部位进行补漆。电抗器其余部位不允许施焊。

d）电抗器的接地

接地铜排末端以及油箱的接地螺栓和接地导线应牢固连接，保证电抗器铁心以及油箱

的可靠接地。

e）注意事项

固定过程中，应注意避免碰伤电抗器的外表面油漆，不可用锤子等重器敲打。固定完

成后，应清理工具，把地基打扫干净。

**电抗器的装配**

电抗器运输到达目的地后，无需进行吊芯检查。定位安装以后即可按厂家技术图纸进行相关拆卸零部件的装配。

电抗器的装配应按照厂家说明书规定的顺序进行。

装配需要的工具有：扳手，起吊机，棘轮扳手、螺丝刀、清洁密封面的干棉布。

电抗器装配顺序

a)散热器沿产品本体结构的装配顺序

1)散热器分布产品两侧时应先安装集油管

2)散热器、散热器支撑底座及散热器连接板

3)储油柜、气体继电器、油位计及其附件

4)套管

5)真空注油

6)温度计

b)散热器集中在一侧结构装配的顺序

1)导油管及波纹管，导油管支撑件

2)散热器支撑底座、集油管

3)散热器及散热器连接板

4)储油柜、气体继电器、油位计及其附件

5)套管

6)真空注油

7)温度计

5.5.2.2 电抗器装配注意事项

1)电抗器装配应选择在晴天，其环境温度应≥0℃，空气相对湿度应≤60％，无风沙扬尘的天气环境下完成。否则不允许装配、注油。

2)安装、整理过程中，注意螺栓、螺母等小零件不要散落，应归类统一放置，以免丢失。

3)安装时，所有管道接口法兰上的钢印号码需一一对应。旋紧连接处螺栓时，应按连接处对角位置成对旋紧，检查无误后，再彻底旋紧。

4)拆卸一览表中打括号的镀彩锌紧固件、临时密封垫(红色)及盖板等仅适用于产品运输，电抗器在现场安装时应拆下并更换。

5)在拆卸安装的部位需要更换上全新的备用密封垫；在安装新的密封垫圈时应涂抹随产品配备的高真空脂(High vacuum Grease)。具体要求如下：

在装配密封垫时，先用干净的抹布把密封面（或密封槽）和密封垫圈擦拭干净，去除表面的污垢，然后取少许高真空脂，均匀抹在密封垫圈表面。安装过程中应确保密封垫在密封槽内，以保证密封可靠。

6)散热器集中在一侧结构的产品在安装导油管、波纹管、支撑件及散热器集油管时，应先带上螺栓，不拧紧；然后，通过调节导油管及散热器支撑螺栓或底座地基高度等方式使管道水平；待全部油路安装完成后依次打紧全部螺栓，并保证油路的密封及波纹管不受其自由伸缩方向以外的力(波纹管不至扭曲、上下错位等)。

7)储油柜、套管、散热器的安装必须在6小时之内完成。

8)蝶阀开关的操作方法：松开开关方榫两侧螺栓2～3个螺纹，并松动挡板。开、关时应看清开关方榫上的横线(打开时横线应与油流方向平行，关闭时横线应与油流方向垂直)，慢开、慢关；开、关操作结束后均应及时将方榫两侧螺栓旋紧。

5.5.3组部件安装要点

5.5.3.1散热器及连接板的安装

首先将散热器从包装箱内吊起，注意在起吊的时候不要损伤其他散热器。散热器应该按照序号进行安装，使各散热器序号对应各管接头的序号。安装时，应缓慢吊起散热器，用手拉住并倾斜，拆去散热器上的盖板和密封垫圈，倒出散热器内部的残油，清理密封面，并检查密封面是否受损，并且注意不要让灰尘等异物进入散热器腔内（如受潮需干燥），换上新的密封垫圈。接着除去电抗器本体散热器蝶阀上的盖板和密封垫圈，清理干净蝶阀的密封面。最后将散热器安装在散热器蝶阀上。注意在旋紧螺栓的时候，按对角位置成对旋紧。散热器安装完成后，将散热器连接板安装在散热器的上下集油管尾部位置上，使各组散热器连成一个整体。

5.5.3.2储油柜、气体继电器的安装

a.储油柜的安装

按《外形图》标示位置，将储油柜安装在支架(或者散热器)上面，此时与储油柜支架的螺栓不应锁紧，待储油柜下部的气体继电器安装完成后，再进行锁紧。

如储油柜安装在散热器上，则在将储油柜安装到散热器上之前，确认散热器的支撑底座将该侧散热器支撑良好。支撑储油柜的支撑底座符合图样的放置方式，且保证底座下面的散热器集流管均匀受力。安装应平稳进行，不得剧烈碰击散热器的上集流管。所有吸湿器联管、抽真空联管应可靠固定，固定过程中不得损伤散热片上的漆膜。

b.气体继电器的安装

将气体继电器安装在油箱箱盖与储油柜之间的联接管路中时，应使气体继电器上的箭头指向储油柜一侧，注意拆除钮用闷盖螺母，详见气体继电器安装使用说明书。安装按照《气体继电器安装使用说明书》、《外形图》及《气体继电器及波纹管安装》所标位置进行，注意应使波纹软管处于自由状态，不应使之受轴向的拉力或扭曲力。

气体继电器安装后，应在螺栓紧固件的螺纹上涂螺纹锁固胶，防止螺栓松动。调整完成后，再将储油柜柜脚(或柜脚支架)与储油柜支架之间的螺栓锁紧。

5.5.3.3 套管的安装

套管的安装应逐个进行。为避免油箱内部变压器油长时间与空气接触，所有套管的安装应在3小时内完成，并应注意以下事项：

1)手孔盖板的手柄方向应统一保持竖直。

2)安装套管时应轻拿轻放，用软绳将套管套装起吊，不得损伤瓷套。

3)引线连接时应采用套管安装垫板，防止螺栓紧固件的散落，避免紧固件坠入电抗器油箱内部。

4)套管的安装法兰与油箱箱盖(升高座)上的套管安装法兰连接处的紧固件不应过分锁紧，只需使两法兰面接触即可。



图10. 套管上部一般的结构示意

5.5.3.4吸湿器的安装

在电抗器注油工作完成以后，将吸湿器安装于连接管的末端。注意在吸湿器装配完成以后应将吸湿器的下部的塑料堵头拆除，再加注变压器油至油面线位置。

5.5.4电抗器的注油



储油柜示意图

电抗器均采用真空注油方式。使用注油设备：真空滤油机。

5.5.4.1真空注油前，应确信所注变压器油为与产品内油规格相同且合格的变压器油。

5.5.4.2检查与油接触的所有部件是否已经安装完毕且密封良好，检查所有散热器的蝶阀以及气体继电器的蝶阀是否处于开启状态，将油箱下部的放油铜阀门连接真空滤油机，打开抽真空联管阀门连接真空滤油机的真空泵(储油柜示意图)。

5.5.4.3将真空度抽至2000Pa后保持真空度。注意观察真空度变化，如果在半小时内，真空度下降超过600Pa，则应检查油箱、管路的密封性能。反之，认为密封良好，即可进行真空注油。

5.5.4.4将下部连接真空滤油机的阀门打开，使变压器油进入油箱。此时，应一边抽真空，一边注油，控制注油速度在2吨/小时左右。如果真空度下降较快，应减小注油速度。

5.5.4.5油注至油箱上部时，应观察储油柜的油位计读数。当油位计读数稍大于与当前油温对应的刻度时应停止注油，关闭油箱下部的进油阀门，拆除注油管。继续抽真空，保持规定的真空度2小时。

5.5.4.7对电抗器进行注油后压力密封试验。从抽真空装置和呼吸座同时充干燥氮气，压力要求0.03MPa，保持24小时电抗器无渗漏视为密封合格。

5.5.4.8密封试验合格后解除压力。对气体继电器进行放气处理，保证其集气室内充满变压器油。

5.5.4.9打开储油柜上部的放气塞，往胶囊内充干燥空气，至有油从储油柜上部放气塞溢出，迅速拧紧放气塞，然后安装吸湿器。

5.5.4.10对散热器以及集油管、套管的放气塞进行放气处理，直至有油溢出后再将放气塞锁紧，然后将溢出的油滴擦拭干净。

5.5.4.11通过查阅本体铭牌上油位油温曲线，根据变压器油的温度，得出其对应的油位。然后通过储油柜的注油阀门注油（或者放油）来调节储油柜内油位，使之对应电抗器油温。

5.5.5注意事项：

5.5.5.1 应对胶囊和储油柜同时抽真空，否则会损伤胶囊。

5.5.5.2 注油过程应在天气状况好的时间进行，如果注油过程中间停顿超过5小时以上，应再次对油箱上部充0.02～0.03MPa氮气，并密封好。

5.5.5.3 注油完成后再次检验电抗器的变压器油是否合格。

5.5.5.4 加压试漏时应对压力释放阀采取锁紧措施，防止因压力过高，导致渗漏。

5.5.5.5安装、注油完毕后,检查电抗器外部所有紧固螺栓是否打紧，对松动的紧固件重新紧固,即可做投入运行前的试验。

**4.7 开关柜安装**

施工准备

基础复测

质量验收

开关柜就位找正

开关柜固定

母排连接

开关柜安装施工流程图

**（1）开关柜就位**

1）详细阅读设计图纸，核对盘柜型号、规格、数量及安装位置。

2）开关柜运至现场后，按安装顺序吊运至配电室。

3）开关小车与开关柜一体来货时，应将小车移出，放至不妨碍施工的位置。  
4）用液压推车将开关柜体移至安装位置。开关小车集中放置，罩上塑料布防护。

5）开关柜摆放顺序应符合图纸要求。

## （2）开关柜找正固定

1）本工程开关柜分为南北两排，南侧的开关柜以图纸确定分段3柜的位置，将分段3柜用撬棍移动，使其柜边与所打墨线完全重合。再用线坠测量其垂直度，达到要求后，用螺栓将柜体与基础型钢连接固定。北侧的开关柜先就位最东侧的开关柜，方法同分段3柜。

2）用上述同样方法将相邻开关柜找正，但先不要固定，在相邻两柜前面中上部拉线，以线为基准，将成列柜找直，然后安装开关柜之间的盘间内六角螺栓。

## 5.3母线连接

1）核实母线规格、数量符合要求，进线相序相位是否一致，穿接母线进行母线连接。

2）检查母线对地及相间距离：母线制作工艺符合验标及规范要求。母线相序标示清楚。母线搭接面用白布蘸酒精擦示干净，均匀涂抹电力复合脂。所有紧固螺栓必须是镀锌件，平垫、弹簧垫齐全。紧固力矩用力矩扳手检查应在规范要求范围内。母线对地及相间距离应满足规范要求。

## 5.4柜体接地检查

柜体与基础槽钢可靠连接。装有电器可开启门的接地用软导线将门上接地螺栓与柜体可靠连接。

## 5.5开关柜机械部件检查

开关柜外观检查。检查进出小车检查机械动作及闭锁情况，分合接地刀检查及动作及闭锁情况。小车滚轮与轨道配合间隙均匀，小车推拉轻便不摆动。安全隔离板开闭灵活，无卡涩。小车与接地刀闭锁正确，接地刀分合灵活，指示正确。

## 5.6开关柜电气部件检查

1）检查各种电气触点接触紧密，通断顺序正确。

2）检查带电部分对地距离。

3）对照施工图检查二次接线是否正确，元件配置是否符合设计要求。

4）触点上涂抹红导电脂，检查触点压痕，应清晰、均匀，触点插入深度符合厂家规定。

# 质量控制

## 5.1 质量控制要点

**5.1.1 隔离开关安装质量控制要点**

1）隔离开关相间距离允许偏差:220kV及以下10mm。相间连杆应在同一水平线上。

2）接线端子及载流部分清洁，且接触良好，触头镀银层无脱落。

3）绝缘子表面应清洁、无裂纹、破损、焊接残留斑点等缺陷、瓷瓶与金属法兰胶装部位应牢固密实。

4）隔离开关所有转动部分应涂以适合当地气候的润滑脂，设备接线端子应涂以薄层电力复合脂。

5）具有均压环和屏蔽环应安装牢固、平正，宜在最低处打排水孔。

6）安装时所有螺栓必须按要求达到力矩紧固值。

7）操动机构、传动装置、辅助开关及闭锁装置应安装牢固，动作灵活可靠；位置指示正确，无渗漏；合闸时三相不同期值应符合产品的技术规定。

8）隔离开关过死点、动静触头间相对位置、备用行程及动触头状态，应符合产品技术文件要求。

9）具有引弧触头的隔离开关由分到合时，在主动触头接触前，引弧触头应先接触;从合到分时，触头的断开顺序相反。

10）隔离开关的闭锁装置应动作灵活、准确可靠；带有接地刀的隔离开关，接地刀与主触头间的机械或电气闭锁应准确可靠。

11）隔离开关绝缘电阻、回路电阻等常规实验必须合格。

12）油漆应完整，相色标志正确，接地良好。

**5.1.2 互感器、避雷器及支柱绝缘子安装质量控制要点**

1）设备在运输、保管期间应防止倾倒或遭受机械损伤；运输和放置应按产品技术要求执行。

2）设备整体起吊时，吊索应固定在规定的吊环上。

3）设备到达现场后，应作下列外观检查：外观应完整，附件应齐全，无锈蚀、无机械损伤；油浸式互感器油位应正常，密封应良好，无渗油现象；电容式电压互感器的电磁装置和谐振阻尼器的封铅应完好。

4）互感器变比分接头的位置和极性应符合规定。

5）二次接线板应完整，引线端子应连接牢固，绝缘良好，标志清晰。

6）互感器油位指示器、瓷套法兰连接处、放油阀均应无渗油现象。

7）隔膜式储油柜的隔膜和金属膨胀器应完整无损，顶盖螺栓紧固。

8）油浸式互感器安装面应水平；并列安装的应排列整齐，极性方向应一致并符合设计要求。

9）电容式电压互感器必须根据产品成套供应的组件编号进行安装，不得互换。各组件连接处的接触面，应除去氧化层，并涂以电力复合脂。

10）均压环应安装牢固、水平，不得出现歪斜，且方向正确。具有保护间隙的，应按生产厂家规定调好距离。

11）引线端子、接地端子以及密封结构金属件上不应出现不正常变色和熔孔。

12）放电计数器不应存在破损或内部积水现象。

**5.1.3 站用变压器安装质量控制要点**

1）检查绝缘子、套管等是否有破损。

2）检查紧固螺杆是否确实解除；检查所有电气连接，确认连接牢固可靠。所有固定螺栓是否全部紧固。

3）内部接线后的检查：是否和连接图纸一样接线；内部引线与引线之间及和其他结构件之间是否确保图纸指定尺寸以上的距离。

4）变压器本体与接地网有两处可靠接地；中性点与接地网可靠接地。

5）变压器试运行前应做全面检查，确认各种试验单据应齐全，数据真实可靠，变压器一次、二次引线相位，相色正确，接地线等压接接触截面符合设计和国家现行规范规定。

6）变压器应清理，擦拭干净。顶盖上无遗留杂物，本体及附件无缺损。通风设施安装完毕，工作正常。

7）变压器的分接头位置处于正常电压档位。保护装置整定值符合规定要求，操作及联动试验正常。

8）测温装置的信号接点应动作正确，导通良好，整定值符合要求。

9）冲击合闸前，中性点必须接地。否则冲击合闸时，将造成变压器损坏事故发生。

**5.1.4 电容器安装质量控制要点**

1）电容器套管芯棒应无弯曲或滑扣。引出线端连接用的螺母、垫圈应齐全。外壳应无显著变形，外表无锈蚀，所有接缝不应有裂缝或渗油。

2）三相电容量差值不应超过三相平均电容值的5％。

3）电容器构架应保持其应有的水平及垂直位置，固定应牢固，油漆应完整。

4）电容器的配置应使其铭牌面向通道一侧。

5）凡不与地绝缘的每个电容器的外壳及电容器的构架均应接地，凡与地绝缘的电容器的外壳均应接到固定的电位上。

6）电容器组的布置与接线应正确，电容器组的保护回路应完整。

7）电容器组水平度、垂直度要满足规范要求，其中水平度水平度要求应≤3mm/m；支架立柱间距离误差应≤5mm。

8）金属构架及基础型钢焊接牢靠、焊渣清理干净、刷漆均匀；配线排列整齐、美观、主线路联线压接紧固。

9）电容器的母线安装质量比较关键，母线各搭接面应加工平整，并涂电力复合脂。连接螺栓应用力矩扳手紧固。

## 5.2质量强制性条文执行

质量强制性条文执行内容见附录6。

## 5.3 标准工艺应用

**5.3.1隔离开关安装工艺标准：**

**基础复测**

钢管支架基础杯底标高允许偏差:0～-10mm；柱轴线对行、列的定位轴线的偏移量≤5mm。

采用预埋螺栓与基础连接，地脚螺栓上部要求采用热镀锌形式。预埋螺栓要求中心线的误差不应大于2mm。全所同类型隔离开关地脚螺栓露出长度一致。

**设备支架安装**

标高偏差≤5mm，垂直度≤5mm，相间轴线偏差≤10mm，本相间距偏差≤5mm，顶面水平度≤2mm。

**隔离开关安装**

隔离开关底座与设备支架安装应做到无垫片安装。

支柱绝缘子瓷柱弯曲度控制在规范规定的范围内，瓷柱与法兰结合面胶合牢固，应涂以性能良好的硅类防水胶。

支柱绝缘子安装应垂直于底座平面且连接牢固；同一绝缘子柱的各绝缘子中心线应在同一垂直线上；同相各绝缘子柱的中心线应在同一垂直平面内。

隔离开关的各支柱绝缘子间应连接牢固；安装时可用金属垫片校正其水平或垂直偏差，使触头相互对准、接触良好。

检查处理导电部分连接部件的接触面，用细砂纸清除氧化物，清洁后涂以复合电力脂连接。

使用细砂纸处理动静触头接触面氧化物，清洁光滑后涂上薄层中性凡士林油。

均压环应安装牢固、平整，检查均压环无划痕、碰撞产生毛刺，寒冷地区均压环应有滴水孔。

隔离开关组装完毕，应用力矩扳手检查所有安装部位螺栓的力矩值符合产品技术要求。

**操作机构安装**

操作机构应安装牢固，固定支架工艺美观。操作机构轴线与底座轴线重合，偏差≤1mm，同一轴线上的操作机构安装位置应一致。

**电缆排列与二次接线**

电缆排列整齐、美观，固定与防护措施可靠，有条件采用封闭桥架形式。

按照设计图纸和产品图纸进行二次接线，必须核对设计图纸、产品图纸和实际装置的符合性。

**隔离开关调整**

接地刀刃转轴上的扭力弹簧或其他拉伸式弹簧应调整到操作力矩最小，并加以固定。

隔离开关主刀、接地刀垂直连杆与隔离开关、机构间连接部分应紧固，垂直，焊接部位牢固、平整。

轴承、连杆及拐臂等传动部件机械运动应顺滑，转动齿轮应咬合准确，操作轻便灵活。

定位螺钉应按产品的技术要求进行调整，并加以固定。

所有传动部分应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

电动操作前，应先进行多次手动分、合闸，机构应轻便、灵活，无卡涩，动作正常。

电动机的转向应正确，机构的分、合闸指示应与设备的实际分、合闸位置相符。

电动操作时，机构动作应平稳，无卡阻、冲击异常声响等情况。

**5.3.2CT、PT、CVT和避雷器安装施工工艺标准：**

**设备支架**

标高偏差≤5mm，垂直度≤5mm，相间轴线偏差≤10mm，本相间距偏差≤5mm，顶面水平度≤2mm。

**设备安装**

避雷器、电容式电压互感器必须根据产品成套供应的组件编号进行安装，不得互换，法兰间连接可靠。

安装时二次接线盒或铭牌的朝向应符合设计要求并朝向一致。

避雷器安装面应水平，并列安装的避雷器三相中心应在同一直线上，铭牌应位于易于观察的一侧；避雷器应安装垂直；避雷器压力释放口安装方向合理。

对电容式电压互感器具有保护间隙的，应根据出厂说明书要求检查并调整。

互感器安装面应水平，并列安装的应排列整齐，同一组互感器的极性方向应一致。油浸互感器应无渗漏，油位正常并指示清晰，绝缘油指标符合规程和产品技术要求。SF6气体绝缘互感器 充注的SF6气体符合规程要求，充气过程检查密度继电器各触点动作值符合产品技术要求，SF6气体额定压力符合产品技术要求并指示清晰，气室气体含水量小于150ppm（μL/L），气室SF6气体年泄漏率小于1%。

**附件安装、检查及接地**

在线监测装置检查、试验合格；在线监测装置与避雷器连接导体超过1米应设置绝缘支柱支撑；过长的硬母线连接应采取预防“热胀冷缩”应力的措施；接地部位一处与接地网可靠接地，一处为辅助接地（集中接地装置）。

各个接地部位可靠，主要包括：T A（CT）、TV（PT）、CVT本体与接地网两处可靠接地；电容式套管末屏可靠接地；TA（CT）备用线圈短接可靠并接地，TV（PT）、CVT的N端应可靠接地，二次备用线圈一端应可靠接地 。

均压环应安装牢固、平整，检查均压环无划痕、碰撞产生毛刺，寒冷地区均压环应有滴水孔。

**5.3.3干式电抗器安装工艺标准：**

**基础和支架安装**

钢管支架应先进行基础轴线复测和基础杯底标高找平。基础杯底标高允许偏差:0～-10mm，柱轴线对行、列的定位轴线的偏移量≤5mm。

低抗用钢管支架加工时应按设计要求做好隔磁措施。

玻璃钢支架上下法兰的短接导体连接可靠。

混凝土支架施工时要做好混凝土钢筋的隔磁措施，防止电抗器漏磁在混凝土支架中形成环流，引起支架发热和损耗，具体隔磁措施按设计的要求进行。

设备支架安装后的质量要求：标高偏差≤5mm，垂直度≤5mm，轴线偏差≤5mm，顶面水平度≤2mm，间距偏差≤5mm。

**绝缘子串安装**

绝缘子安装前，必须通过耐压试验，安装前应进行检查，瓷件、法兰应完整无裂 纹，胶合处填料完整，结合牢固。

绝缘子串组装:联结金具的螺栓、销钉及锁紧销等必须符合现行国家标准;绝缘子串的球头挂环、 碗头挂板及锁紧销等应互相匹配; 弹簧销应有足够弹性，闭口销必须分开，并不得有折断或裂纹。

均压环、屏蔽环等保护金具应安装牢固，位置应正确，寒冷地区均压环应有滴水孔。绝缘子串吊装前应清擦干净。

**支柱绝缘子安装**

支柱绝缘子应进行检查，瓷件、法兰应完整无裂纹，胶合处填料完整，结合牢固。支柱绝缘子叠装时，中心线应一致，固定应牢固，紧固件应齐全。

根据支架标高和支柱绝缘子长度综合考虑，使支柱绝缘子标高误差控制在5mm以内。

**干式电抗器安装**

电抗器垂直安装时，各相中心线应一致。

电抗器和支承式安装的阻波器主线圈，其重量应均匀地分配于所有支柱绝缘子上，参见图6-3。找平时，允许在支柱绝缘子底座下放置钢垫片，但应固定牢靠。

电抗器上、下重叠安装时，应按照产品说明书要求进行安装。

悬式阻波器主线圈吊装时，其轴线宜对地垂直。

电抗器设备接线端子的方向必须与施工图纸方向一致。

**接地施工**

电抗器支柱的底座均应接地，接地宜采用铜排，支柱的接地线不应成闭合环路，同时不得与地网形成闭合环路。一般采用单开口或多开口等电位连接后接地。

磁通回路内不应有导体闭合回路。

**5.3.4电容器组安装施工工艺标准：**

**电容器支架安装**

电容器支架金属构件无明显变形、锈蚀。

电容器支架瓷瓶无破损，金属法兰无锈蚀。

支架安装水平度≤3mm/m；支架立柱间距离误差≤5mm。

支架连接螺栓紧固应符合产品说明书要求。构件间垫片不得多于1片,厚度不大于3mm。

**电容器组和辅助设备安装**

电容器组安装前应根据单个电容器容量的实测值，进行三相电容器组的配对，确保三相容量差值≤5%。各只电容器铭牌、编号应在通道侧，顺序符合设计，相色完整。电容器外壳与固定电位连接应牢固可靠。

熔断器安装排列整齐，倾斜角度应符合产品要求。指示器位置正确。

放电线圈瓷套无损伤，相色正确，接线牢固美观。

接地刀闸操作灵活

避雷器在线监测仪接线正确。

电容器组一次连线应符合设计与设备要求。

5.4质量通病防治措施

电气一次设备安装质量通病防治措施见附录8。

## 5.5输变电工程设备安装质量管理重点措施

（1）一次设备安装

1. 220kV 及以上互感器运输全过程厂家应装设三维冲撞记录仪。

2. 在槽钢或角钢上采用螺栓固定设备时， 槽钢或角钢内侧应穿入与螺栓规格相同的楔形方平垫，不得使用圆平垫。

3. 电容式套管末屏应可靠接地。

4. 干式电抗器基础内钢筋、 底层绝缘子接地线及金属围栏，不应通过自身和接地线构成闭合回路。

## 5.6国家电网公司优质工程评定“否决项”清单

根据国网（基建/3）182-2019《国家电网有限公司输变电工程达标投产考核及优质工程评选管理办法》的要求，本工程一次设备安装安装涉及到的创优否决项如下：

**“一、施工过程质量控制**

（一）主要材料设备试验报告

1. 重要设备出厂试验报告、施工试验报告或检测报告缺失，或报告结论“不合格”

检查：全数检查变压器的出厂试验报告、运输冲撞记录；检查GIS的出厂试验报告、SF6出厂合格证、运输冲撞记录；检查PT、CT的出厂试验报告；检查耐张线夹液压试验报告、变压器油样试验报告、变压器局放及绕组变形试验报告、电气一次设备交接试验报告，保护调试报告等施工过程试验检测报告。

判定：报告数量不全 、未提供报告原件或报告结论“不合格”仍然安装使用的。

2. 主要材料进场验收记录和检验报告缺失，或报告结论“不合格”

检查：抽查水泥、钢材等主要材料跟踪台帐、材料出厂证明、复试报告等。

判定：无质量证明文件、未按规定进行复试或报告结论“不合格”仍用于工程的。

1. **现场实物质量**

（一）变电站工程

1. 充油（气）设备渗漏油（气）

检查：全数检查变压器、电抗器、等充油（气）设备。

判定：存在充油设备渗漏油，充气设备漏气的；油样检测不合格的。

2. 接地连接严重违反工程建设标准条文

检查：全数检查变压器、油浸电抗器设备本体和中性点系统接地；检查断路器、GIS、隔离开关、中性点设备、互感器、避雷器、构支架等主要设备的接地连接质量。

判定：应接地而未接地，应两点（避雷器三点）接地却只有一点接地，接地搭接面积不满足规程规范或设计要求。”

# 安全控制

## 6.1 施工安全技术措施

（1）组织施工人员学习规程，树立“安全施工、人人有责”的思想，严格执行安全工作规程及安全施工措施，严禁违章作业。

（2）吊装前，应仔细检查吊车各部件及起吊工器具完好无损，起吊瓷件时，务必注意正确选择好起吊位置，吊点绑扎牢靠，以保证安全。吊装、安装作业人员应避免工具等撞击瓷件。吊装作业由专人指挥，以保证人员和设备安全。

（3）正确配戴安全帽，登高作业系安全带配备速差。正确使用劳动防护用品。高处作业人员必须正确使用安全带。

（4）装配连杆或穿螺栓时，严禁用手指伸入孔内，以防止伤害事故发生。

（5）建立消防措施，配置一定数量的消防器材，工作人员会使用消防器材。

（6）内部工作人员口袋严禁存放任何物件，带入的工具必须登记、清点，严防工具和杂物遗留在器体内。

（7）使用竹梯要有防滑措施。

（8）施工现场严禁吸烟。

（9）坚持文明施工，保护好土建成品。

（10）组织施工人员学习环境保护的有关法律和书籍，定期对施工现场进行环保检查。

（11）SF6气体是一种稳定的惰性气体，无毒，但密度是空气的5.5倍，因此在处理SF6气体时须特别注意通风。

## 6.3安全强制性条文执行

安全强制性条文执行计划内容见附录5。

# 文明施工及环境保护

## 环境因素与对应控制措施

表7-1：环境因素与对应控制措施表

| **环境因数** | **主要物质组成** | **环境影响类别** | **控 制 措 施** |
| --- | --- | --- | --- |
| 环境污染 | 电缆盘、导地线盘、包装箱 | 1、影响环境整洁；  2、造成环境污染；  3、回收后可再次利用。 | 统一回收和处理，  对相关方施加影响。 |
| 环境污染 | 动力机械（汽车吊、卡车柴油机及其它动力设备）汽油、机油、液压油、柴油和其他油类 | 1、影响环境的美化和卫生；  2、造成水气的污染；  3、对土壤的污染影响植物的生长，动物生存环境的破坏，同时对地下水的污染造成食用地下水的居民的影响。 | 统一回收，清除污染，二次利用。加强督促指导 |
| 环境污染 | 含油的棉纱、棉布、手套等棉制品 | 1、影响环境卫生；  2、造成大气、水和土壤等环境污染；  3、有火灾隐患；  4、资源回收再次利用。 | 统一回收，清除污染，二次利用。加强督促指导 |
| 大气、水、土壤污染 | 生活污水（包括项目部和工地的办公、生活、食堂）含有机物、油、化学洗涤剂等 | 1、未经处理直接排入江河造成水的污染；  2、对土壤的污染影响植物的生长，动物生存环境的破坏，同时对地下水的污染造成食用地下水的居民的影响；  3、可能带来传染性疾病，影响人类身体健康。 | 定时检测，对相关方施加影响 |
| 大气污染、人员伤害 | 油漆及喷漆施工有毒有害气体 | 1、污染空气；  2、影响施工人员和其他人员的健康。 | 加强劳动保护，杜绝违章 |
| 大气污染、人员伤害 | 施工机械的尾气，有害气体 | 1、污染大气和环境；  2、对施工人员的伤害；  3、对附近居民的影响。 | 加强劳动保护 |
| 大气污染、人员伤害 | SF6气体 | 1、污染大气和环境；  2、对施工人员的伤害；  3、对附近居民的影响 | SF6气体必须采用气体回收设备来回收SF6气体 |

表 7-1

## 7.2 环境保护措施

（1）组织施工人员学习环境保护的有关法律和规章制度，定期组织对各阶段施工现场进行环保检查。

（2）听取建设管理单位和监理工程师对工程的环保要求，配合建设管理单位做好环保工作。

（3）施工场所经常整理、清扫，保持清洁卫生，文明整洁。干燥及刮风天气在站内道路上应洒水，减少扬尘。

（4）化学用品，外加剂等专人妥善保管，库内存放，防止污染环境。

（5）施工垃圾处理应进入定点垃圾箱，并及时清理出现场交由环卫部门处理，不得随便倾倒。

（6）做好水体和大气保护，不得直接和超标向大气、水体排放有毒有害等污染物质。机动车尾气排放应达标，不合格的必须安装尾气排放的净化装置，确保尾气排放符合国家有关标准。

（7）现场严禁焚烧电缆皮、泡沫填充料、废油棉纱手套或其它有毒有害施工废弃物。

（8）禁止将有毒有害废弃物作土方回填。

（9）现场存放油料，必须对库房地面进行防渗处理。如采用防渗混凝土地面、铺油毡等措施。使用时做好防止油料跑、冒、滴、漏措施，以免污染水体。

（10）进入施工现场不得高声尖叫、无故敲打金属物、乱吹口哨，限制高音喇叭的使用，严格控制努力降低施工噪声，最大限度减少噪声扰民影响。

（11）对违反环境保护措施、规定的施工人员要坚决处理。

（12）对有色金属、黑色金属和开箱板等能二次利用的固废物尽量回收利用，不能利用但有价值的应卖给废品收购站，其余固废交环卫部门集中处理。

（13）施工结束做到不留施工及生活痕迹。

## 7.3 文明施工及成品保护

7.3.1高度重视成品保护

施工中要高度重视成品保护，吊装作业钢丝绳绑扎点采取麻布片保护，对成品基础采用角钢包角保护，对重型车辆在施工道路上行走采用钢板铺垫保护，设备连接线制作采用软地毯铺垫防磨等，为工程创优打好基础。

7.3.2文明施工管理办法

（1）加强对项目员工文明施工意识、文明施工主体及重点内容等教育培训、考试，让每个员工及厂家都明确项目文明施工明目标、措施和要求。

（2）项目每月安全工作例会上进行总结、点评以促进文明施工管理水平的提高。

（3）项目现场应设立“安全文明施工纪律牌”，其主要内容如下：

1）进入现场人员必须正确佩戴安全帽，系好帽带，严禁坐安全帽；应穿符合安全要求的工作服，着装整齐统一、佩戴胸卡上岗；严禁穿拖鞋、凉鞋、高跟鞋、背心、短裤及裙装；严禁在现场内赤膊；不得打领带，不宜戴戒指、手链等饰物。

2）进入施工现场的人员不得长发披肩，长发、长辫应塞在安全帽内。

3）遵守安全设施使用规定，自觉使用安全设施保护自身安全；未经施工负责人批准，不准任意拆除、挪用防护设施及安全装置。

4）高处作业人员必须正确使用安全带，穿胶底鞋；特殊高处作业，还应同时使用速差保护器等或其它保护设施，安全带与速差器应挂在牢固的作业面上方。

5）严禁酒后进入施工现场。

6）严禁在吸烟室以外的施工区、库房、设备堆场吸烟。

7）严禁擅自进入危险作业区域。

8）特殊工种作业人员必须持证上岗，不操作自己不熟悉的机械设备。

9）正确使用工器具及仪器仪表，严禁使用不合格的工器具，工器具不得以小代大使用。

10）严禁采用约时停送电方式进行检修电动机械、排除电源故障等作业，移动电动机械设备的工作场所必须在断电后进行。

11）重要施工作业项目无安全技术措施或措施未交底，不得进行作业。

12）起吊物下，转向滑车受力钢丝绳内侧不得有人逗留。

13）任何人不得强迫职工进行违章和冒险作业。

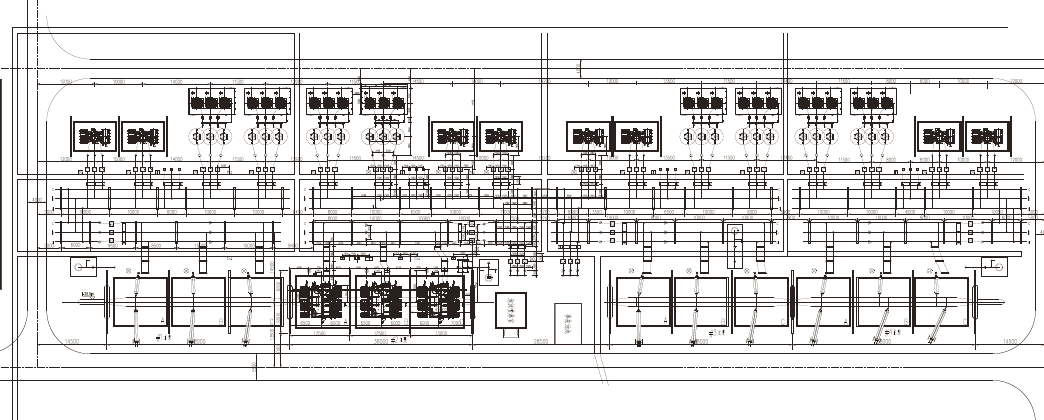
14）遵章守纪，坚持三不伤害，搞好安全文明施工。

15）夏季施工应加强职工安全教育，加强夏季作业安全施工监护，落实各项防触电、防暑降温措施。

16）夏季施工适当调整作息时间，早上早上班、上午早收工，延长休息时间、下午迟上班，晚收工，延长中午休息时间，避开高温时段作业；现场休息区应设置工棚或其他必要的息凉设施，合理安排好作息时间。

17）现场供应洁净卫生的防暑降温饮料、食品，配备急救药箱、药品，及时发放解暑药等必备物和高温费。

# 附录1 平面布置图



# 附录2 吊车性能表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **工作半径(m)** | **吊臂长度(m)** | | | | | | |
| 10.2 | 13.75 | 17.3 | 20.85 | 24.4 | 27.95 | 31.5 |
| 3 | 25 | 17.5 |  |  |  |  |  |
| 3.5 | 20.6 | 17.5 | 12.2 | 9.5 |  |  |  |
| 4 | 18 | 17.5 | 12.2 | 9.5 |  |  |  |
| 4.5 | 16.3 | 15.3 | 12.2 | 9.5 | 7.5 |  |  |
| 5 | 14.5 | 14.4 | 12.2 | 9.5 | 7.5 |  |  |
| 5.5 | 13.5 | 13.2 | 12.2 | 9.5 | 7.5 | 7 |  |
| 6 | 12.3 | 12.2 | 11.3 | 9.2 | 7.5 | 7 | 5.1 |
| 6.5 | 11.2 | 11 | 10.5 | 8.8 | 7.5 | 7 | 5.1 |
| 7 | 10.2 | 10 | 9.8 | 8.5 | 7.2 | 7 | 5.1 |
| 7.5 | 9.4 | 9.2 | 9.1 | 8.1 | 6.8 | 6.7 | 5.1 |
| 8 | 8.6 | 8.4 | 8.4 | 7.8 | 6.6 | 6.4 | 5.1 |
| 8.5 | 8 | 7.9 | 7.8 | 7.4 | 6.3 | 7.2 | 5 |
| 9 |  | 7.2 | 7 | 6.8 | 6 | 6.1 | 4.8 |
| 10 |  | 6 | 5.8 | 5.6 | 5.6 | 5.3 | 4.4 |
| 12 |  | 4 | 4.1 | 4.1 | 4.2 | 3.9 | 3.7 |
| 14 |  |  | 2.9 | 3 | 3.1 | 2.9 | 3 |
| 16 |  |  |  | 2.2 | 2.3 | 2.2 | 2.3 |
| 18 |  |  |  | 1.6 | 1.8 | 1.7 | 1.7 |
| 20 |  |  |  |  | 1.3 | 1.3 | 1.3 |

# 附录3 安全风险识别、评估及预控措施

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 03000000 | 变电站电气工程 | | | |
| 03010000 | 变电站变压器、电抗器安装 | | | |
| 03010100 | 油浸电力变压器、油浸电抗器施工作业 | | | |
| 03010103 | 不吊罩检查 | 中毒  窒息  触电 | 2 | 1. 当器身内部含氧量未达到18％以上时，严禁人员进入 。 2. 在器身内部检查过程中，应连续充入露点小于-40℃的干燥空气，应设专人监护，防止检查人员缺氧窒息。 3. 器身检查时，检查人员应穿无钮扣、无口袋、不起绒毛干净的工作服、耐油防滑靴。 4. 检查过程中如需要照明，必须使用12V以下带防护罩的安全灯具，照明电源线必须使用橡胶软芯电缆。 5. 器身内部检查前后要清点所有物品、工具，发现有物品落入变压器内要及时报告并清除。 |
| 03010104 | 附件安装 | 机械伤害  高处坠落 | 2 | 1. 在安装升高座、油枕、散热器及顶部油管等时，必须牢固系好安全带，工具等用布带系好。 2. 高处作业人员应穿防滑鞋，必须通过变压器自带爬梯上下作业。变压器顶部的油污应预先清理干净，应避免附件的残油滴落到油箱顶部。 3. 吊车指挥人员宜站在钟罩顶部进行指挥。 4. 升高座在装卸、搬运的吊装过程中，必须确保包装箱完好且坚固、必须在起重机械受力后方可拆除运输安全措施、必须采取防倾覆的措施（如设置拦腰绳）。 5. 起吊时，吊件两端系上调整绳以控制方向，缓慢起吊。 6. 吊物吊离地面时，先用“微动”信号指挥，待吊件离开地面约100mm时停止起吊，检查无异常后，再指挥用正常速度起吊。在吊件降落就位时，再使用“微动”信号指挥。 7. 做好器身顶部作业的防坠落措施，设置安全围栏，登高人员穿防滑鞋。 8. 变压器顶部的油污及时清理干净。 9. 高处作业采用高空作业车，作业人员禁止攀爬绝缘子作业。 |
| 03010105 | 套管安装 | 机械伤害  高处坠落 | 3 | 1. 在变压器顶部安装套管、必须牢固系好安全带，工具等用布带系好。 2. 变压器顶部的油污应预先清理干净。吊车指挥人员宜站在钟罩顶部进行指挥。 3. 在油箱顶部作业时，四周临边处应设置水平安全绳或固定式安全围栏（油箱顶部有固定接口时）。 4. 高处作业人员应穿防滑鞋，必须通过自带爬梯上下变压器。应避免残油滴落到油箱顶部。 5. 宜使用厂家专用吊具进行吊装。采用吊车小勾（或链条葫芦）调整套管安装角度时，应防止小勾（或链条葫芦）与套管碰撞，伤及瓷裙。 6. 吊件吊离地面时，先用“微动”信号指挥，待吊件离开地面约100mm时停止起吊，检查无异常后，再指挥用正常速度起吊。在吊件降落就位时，再使用“微动”信号指挥。 7. 套管及吊臂活动范围下方严禁站人。在套管到达就位点且稳定后，作业人员方可进入作业区域。 8. 在套管法兰螺栓未完全紧固前，起重机械必须保持受力状态。 9. 高处摘除套管吊具或吊绳时，必须使用高空作业车。严禁攀爬套管或使用起重机械吊钩吊人。 10. 大型套管采用两台起重机械抬吊时，应分别校核主吊和辅吊的吊装参数，特别防止辅吊在套管竖立过程中超幅度或超载荷。 11. 当套管试验采用专用支架竖立时，必须确保专用支架的结构强度，并与地面可靠固定。 12. 套管安装时使用定位销缓慢插入，防止瓷件碰撞法兰。 13. 套管吊装时，为防止手拉葫芦断裂，在吊点两端加一根软吊带作为保护。 |
| 03010106 | 油务处理、抽真空、注油及热油循环 | 火灾 | 2 | 1. 储油罐可露天放置，但要检查阀门、人孔盖等密封良好，并用塑料布包扎。滤油场地附近应无易燃易爆物，并设置安全防护围栏、安全标志牌和消防器材。 2. 变压器、滤油机、油罐周边10m内严禁烟火，不得有动火作业。 3. 滤油机设置专用电源，外壳接地电阻不得大于4Ω。 4. 滤油机、油管路系统、储油罐必须保护接地或保护接零牢固可靠。金属油管路设多点接地。 5. 滤油机应设专人操作和维护，严格按厂家提供的操作步骤进行。油罐与油管的连接处及油管与其他设备之间的各个连接处必须绑扎牢固，严防发生跑油事故。 6. 抽真空及真空注油过程应专人负责。抽真空设备应有电磁式逆止阀，防止液压油倒灌进入变压器本体。 7. 在注油过程中，变压器本体应可靠接地，防止产生静电。 8. 注油和补油时，作业人员应打开变压器各处放气塞放气，气塞出油后应及时关闭，并确认通往油枕管路阀门已经开启。 9. 充氮变压器注油时，任何人严禁在排气孔处停留。 |
| 03020500 | 其他户外设备安装 | | | |
| 03020501 | 二次运输 | 机械伤害  其他伤害 | 2 | 1. 二次运输时，宜使用吊车进行装卸。 2. 装卸过程中作业人员不得在吊件和吊车臂活动范围内的下方停留和通过。 3. 搬运过程中，应采取牢固的措施封车，车的行驶速度应小于15km/h，并始终保证互感器、耦合电容器、避雷器等按说明书要求搬运，不得人货混装。 |
| 03020502 | 互感器、耦合电容器、避雷器安装 | 机械伤害  物体打击 其他伤害 | 2 | 1. 拆除包装时，作业人员必须认真仔细，防止拆箱过程中损坏瓷套，同时还应及时将包装板清理干净，避免伤脚。 2. 用尼龙绳绑扎固定吊索时，必须指定熟练的技工担任，严禁其他作业人员随意绑扎。 3. 起吊时应缓慢试吊，吊至距地面100mm左右时，应暂停起吊，进行调平，并设控制溜绳。 4. 司索人员撤离具有坠落或倾倒的范围后，指挥人员方可下令起吊。 5. 设备吊到安装位置后，作业人员方可使用梯子进行就位固定。 6. 就位固定时作业人员的双手应扶持在设备的侧面，严禁手握下沿。耦合电容器、避雷器上下节相连，应听从指挥防止手指夹伤。 7. 在校对螺栓孔时，作业人员应使用尖扳手或其他专业工具，严禁用手指触摸校对。就位后将螺丝紧固，方可拆除吊索。 8. 作业人员严禁攀爬设备瓷裙进行作业。设备就位后，不允许吊车抖绳摘索，宜使用升降车摘索脱勾。 9. 应按互感器、耦合电容器、避雷器的说明书要求，从专用吊点处进行吊装，非吊点部位不可吊装，防止破坏设备密封性能，以及在吊装过程脱落伤及人身与设备。 |
| 03020503 | 干式电抗器安装 | 机械伤害  高处坠落  物体打击 | 2 | 1. 根据干式电抗器的重量配备吊车、吊绳。10t以上的电抗器吊装，应充分考虑吊车荷载，避免倾覆。 2. 起吊时，必须安排有经验的指挥人员、司机并设专人监护，并应使用干式电抗器自身标注的专用吊点，不得随意设置吊点，以免损坏器身。 3. 起吊时应缓慢试吊，吊至距地面100mm左右时，应暂停起吊，确认吊具的受力情况以及吊车支腿是否平稳。 4. 电抗器各个支撑绝缘子应均匀受力，防止单个绝缘子超过其允许受力。调整紧固并采取必要的安全保护措施后，作业人员方可进入电抗器下方作业。 5. 作业人员在电抗器下面连接螺栓时，不得用手直接校对螺孔和放置垫片。 6. 应按设备说明书要求，从专用吊点处进行吊装，非吊点部位不可吊装，防止破坏设备性能，以及在吊装过程脱落伤及人身与设备。 |
| 03020506 | 站用变、消弧线圈、二次设备仓安装 | 机械伤害  高处坠落  物体打击 | 2 | 1. 吊装过程中设专人指挥，指挥人员应站在能观察到整个作业范围及吊车司机和司索人员位置，对于任何工作人员发出紧急信号，及时停止吊装作业。 2. 作业人员不得站在吊件和吊车臂活动范围内的下方。 3. 使用尼龙或有保护的钢丝绳套，悬挂在专用吊点处进行吊装。起吊前核实设备重量，按规范选用钢丝绳等起吊器具。 4. 吊装物应设溜绳，距就位点的正上方200～300mm稳定后，作业人员方可进入作业点。 5. 当设备安装在户内时，搬运过程应确认所搭设的平台是否牢靠，必要时应由监理验收后，方可应用。同时注意保护土建设施。 6. 应按设备说明书要求，从专用吊点处进行吊装，非吊点部位不可吊装，防止在吊装过程脱落伤及人身与设备。 |
| 03020507 | 其它设备安装 | 机械伤害  物体打击 | 2 | 1. 吊装过程中设专人指挥，指挥人员应站在能观察到整个作业范围及吊车司机和司索人员位置，对于任何工作人员发出紧急信号，及时停止吊装作业。 2. 作业人员不得站在吊件和吊车臂活动范围内的下方。 3. 使用尼龙或有保护的钢丝绳套，悬挂在专用吊点处进行吊装。 4. 吊装物应设溜绳，距就位点的正上方200～300mm稳定后，作业人员方可进入作业点。 5. 应按设备说明书要求，从专用吊点处进行吊装，非吊点部位不可吊装，防止在吊装过程脱落伤及人身与设备。 |
| 03040000 | 变电站二次系统 | | | |
| 03040100 | 开关柜、屏安装 | | | |
| 03040101 | 二次搬运及开箱 | 机械伤害  物体打击  其他伤害 | 2 | 1. 运输过程中，行走应平稳匀速，速度不宜太快，车速应小于15km/h，并应有专人指挥，避免开关柜、屏在运输过程中发生倾倒现象。 2. 拆箱时作业人员应相互协调，严禁野蛮作业，防止损坏盘面，及时将拆下的木板清理干净，避免钉子扎脚。 3. 使用吊车时，吊车必须支撑平稳，必须设专人指挥，其他作业人员不得随意指挥吊车司机，在起重臂的回转半径内，严禁站人或有人经过。 4. 屏柜应从专用吊点起吊，当无专用吊点时，在起吊前应确认绑扎牢靠，防止在空中失衡滑落。 |
| 03040102 | 屏、柜就位 | 物体打击  高处坠落  火灾  其他伤害 | 2 | 1. 开关柜、屏就位前，作业人员应将就位点周围的孔洞盖严，避免作业人员摔伤。 2. 组立屏、柜或端子箱时，设专人指挥，作业人员必须服从指挥。防止屏、柜倾倒伤人，钻孔时使用的电钻应检查是否漏电，电钻的电源线应采用便携式电源盘，并加装漏电保安器。 3. 开关柜、屏找正时，作业人员不可将手、脚伸入柜底，避免挤压手脚。屏、柜顶部作业人员，应有防护措施，防止从屏柜上坠落。 4. 用电焊固定开关柜时，作业人员必须将电缆进口用铁板盖严，防止焊渣将电缆烫坏，应设专人进行监护。 5. 应在作业面附近配备消防器材。 |

# 附录4 施工强制性条文执行计划内容（安全）

表FL5：安全强制性条文执行计划表

| 工程实施阶段 | 责任单位 | | | 强制性条文  执行表号 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 施工  项目部 | 监理  项目部 | 业主  项目部 |
| 江苏宿豫东500 kV 变电站新建工程 |  |  |  |  |
| 施工准备 | √ |  |  | 表3 |
| 电气装置安装施工 | √ |  |  | 表3、表5 |
| 竣工验收 | √ | √ | √ |  |
| 注1：√为该项强制性条文执行的责任主体单位，每月负责填写执行检查记录表。  注2：监理项目部和业主项目部为强制性条文执行检查的责任单位，每月检查强条执行情况，并填写执行检查记录表。 | | | | |

表3 变电（换流）站工程施工安全强制性条文通用要求执行检查记录表

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 强制性条文内容 |
| 《电力建设安全工作规程 第3部分：变电站)》DL 5009.3—2013 | |
| 1 | 3.2.31接零及接地保护  1 施工临时电源在专用变压器供电时必须采用专用变压器供电的TN.S接零保护系统。 |
|
| 2 | 9 PE线严禁断线，严禁在PE线装设开关或熔断器，严禁在PE线通过工作电流。 |
|
|
| 3 | 12保护零线必须在配电系统的始端、中间和末端处做重复接地。 |
| 4 | 13配电箱内必须分设N线小母线和PE线小母线并标识。N线小母线必须与箱体绝缘，PE线小母线必须与金属箱体做电气连接，金属箱体与箱门应跨接。进出线中的N线必须通过N线小母线连接，PE线必须通过PE线小母线连接。 |
|
|
|
|
|
| 5 | 3.2.32用电安全管理  10对配电箱、开关箱进行维修、检查时，必须将其相应的电源断开并隔离，并悬挂“禁止合闸，有人工作！”安全标志牌。 |
|
| 6 | 3.2.33一般规定  5 严禁在办公室、工具房、休息室、宿舍等房屋内存放易燃易爆物品 |

表5 变电（换流）站工程电气装置安装施工安全强制性条文执行记录表

| 序号 | 强制性条文内容 |
| --- | --- |
| 《电力建设安全工作规程 第3部分:变电站》DL 5009.3—2013 | |
| 1 | 3.2.31 接零及接地保护  1 施工临时电源在专用变压器供电时必须采用 专用变压器供电的TN－S接零保护系统。 |
|
| 2 | 9 PE线严禁断线，严禁在PE线装设开关或熔断器，严禁在PE线通过工作电流。 |
|
|
| 3 | 12 保护零线必须在配电系统的始端、中间和末端处做重复接地。 |
| 4 | 13 配电箱内必须分设N线小母线和PE线小母线并标识。N线小母线必须与箱体绝缘，PE线小母线必须与金属箱体做电气连接，金属箱体与箱门应跨接。进出线中的N线必须通过N线小母线连接，PE线必须通过PE线小母线连接。 |
|
|
|
|
|
| 5 | 3.2.32 用电安全管理  10 对配电箱、开关箱进行维修、检查时，必须将其相应的电源断开并隔离，并悬挂“禁止合闸，有人工作！”安全标志牌。 |
|
| 6 | 3.2.33 一般规定  5 严禁在办公室、工具房、休息室、宿舍等房屋内存放易燃、易爆物品。 |

# 附录5 施工强制性条文执行内容（质量）

表 6 电力变压器施工强制性条文执行内容

| 序号 | 强制性条文内容 |
| --- | --- |
| 《电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》 GB 50148—2010 | | |
| 1 | 4.1.3 变压器、电抗器在装卸和  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 及以上的电抗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 |
| 2 | 4.1.7 充干燥气体运输的变压器、  电抗器油箱内的气体压力应保持在0.OlMPa～0.03MPa:干燥气体露点必须低于 —40 ℃;每台变压器、电抗器必须 配有可以随时补气的纯净、干燥气体瓶 ,始终保持变压器、电抗器内为正压力,并设有压力表进行监视 |
|
|
| 3 | 4.4.3 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 |
| 4 | 4.5.3 有下列情况之一时, 应对  变压器、电抗器进行器身检查：  2 变压器、电抗器运输和装卸过程中冲撞加速度出现大于 3g 或冲撞加速度监视装置出现异常情况时 ,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。 |
| 5 | 4.5.5 进行器身检查时必须符合以下规定：  l 凡雨、雪天,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。当油箱内的含氧量未达到  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的要求 |
|
|
| 6 | 4.9.1 绝缘油必须按现行国家标  准《电气装置安装工程电气设备交  接试验标准》 GB 50150 的规定试  验合格后 , 方可注入变压器、电抗器中 |
|
| 7 | 4.9.2 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。 |
| 8 | 4.9.6 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 |
| 9 | 4.12.1 变压器、电抗器在试运行  前,应进行全面检查,确认其符合运行条件时,方可投入试运行。检查项目应包含以下内容和要求 :  3事故排油设施应完好,消防设  施齐全 |
| 10 | 5 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 |
| 11 | 6 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的要求;电流互感器备用二次线圈端子应短路接地 ; 套管顶部结构的接触及密封应符合产品技术文件的要求。 |
|
|
| 12 | 4.12.2 变压器、电抗器试运行时应按下列规定项目进行检查：  1 中性点接地系统的变压器,在进行冲击合闸时,其中性点必须接地。 |

表 7 互感器施工质量强制性条文执行内容

| 序号 | 强制性条文内容 |
| --- | --- |
| 《电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》 GB 50148—2010 | |
| 1 | 5.3.1 互感器安装时应进行下列检查  5 气体绝缘的互感器应检查气体压力或密度符合产品技术文件的要求,密封检查合格后方可对互感器充SF6气体至额定压力,静置 24h后进行气体SF6 含水量测量并合格。  气体密度表、继电器必须经核对性检查合格。 |
|
|
| 2 | 5.3.6 互感器的下列各部位应可靠接地 :  1 分级绝缘的电压互感器,其一次绕组的接地引出端子:电容式互感器的接地应符合产品技术文件的要求 |
| 3 | 2 电容型绝缘的电流互感器,其一次绕组末屏的引出端子、铁芯引出接地端子。 |
| 4 | 3 互感器的外壳 |
| 5 | 4 电流互感器的备用二次绕组端子应先短路后接地。 |
| 6 | 5 倒装式电流互感器二次绕组的金属导管 |
| 7 | 6 应保证工作接地点有两根与主接地网不同地点连接的接地引下线 |

表 14 变电站设备接地强制性条文执行内容

| 序号 | 强制性条文内容 |
| --- | --- |
| 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169—2016 | | |
| 1 | 3.0.4 电气装置的下列金属部分，均需接地：  1 电气设备的金属底座、框架及外壳和传动装置 |
| 2 | 2 携带式或移动式用电器具的金属底座和外壳 |
| 3 | 3 箱式变电站的金属箱体 |
| 4 | 4 互感器的二次绕组 |
| 5 | 5 配电、控制、保护用的屏（柜、箱）及操作台的金属框架和底座 |
| 6 | 6 电力电缆的金属护层、接头盒、终端头和金属保护管及二次电缆的屏蔽层 |
| 7 | 7 电缆桥架、支架和井架 |
| 8 | 8 变电站（换流站）构、支架 |
| 9 | 9 装有架空地线或电气设备的电力线路杆塔 |
| 10 | 10 配置装置的金属遮拦 |
| 11 | 11 电热设备的金属外壳 |

表 33 危险环境电气装置施工强制性条文执行内容

| 序号 | 强制性条文内容 |
| --- | --- |
| 《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工验收规范》GB 50257—2014 | | |
| 1 | 5.1.3 爆炸危险环境内采用的低压电缆和绝缘导线，其额定电压必须高于线路的工作电压，且不得低于500V，绝缘导线必须敷设于钢管内。电气工作中性线绝缘层的额定电压，应与相线电压相同，并应在同一护套或钢管内敷设。 |
|
| 2 | 5.2.1 电缆线路在爆炸危险环境内，必须在相应的防爆接线盒或分线盒内连接或分路 |
| 3 | 5.4.2 本质安全电路关联电路的施工，应符合下列规定：  1、本质安全电路于非本质安全电路不得共用同一电缆或钢管；本质安全电路或关联电路，严禁与其他电路共用同一条电缆或钢管。 |

表 34 危险环境电气设备接地施工质量强制性条文执行内容

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 强制性条文内容 |
| 《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工验收规范》GB 50257—2014 | | |
| 1 | 7.1.1 在爆炸危险环境电气设备的金属外壳、金属构架、金属配线管及其配件、电缆保护管、电缆的金属护管等非带电的裸露金属部分，均应接地。 |
| 2 | 7.2.2 引入爆炸危险环境的金属管道、配线的钢管、电缆的铠装及金属外壳，均应在危险区域的进口处接地。 |