江苏宿豫东500kV变电站新建工程

**500kV GIS安装施工方案**



江苏省送变电有限公司

江苏宿豫东500kV变电站新建工程施工项目部

2019年11月

江苏宿豫东500kV变电站新建工程

500kV GIS安装施工方案

江苏省送变电有限公司

江苏宿豫东500kV变电站新建工程施工项目部

2019年 10月

宿豫东500kV变电站新建工程

500kV GIS安装施工方案

批 准（项目总工） 年 月 日

技术审核（项目质检员） 年 月 日

安全审核（项目安全员） 年 月 日

编 写（项目技术员） 年 月 日

江苏省送变电有限公司

技术文件审批意见表

Q/GC-01 编号：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 工程名称 | | 江苏宿豫东500kV变电站新建工程 |
| 文件名称 | | 500kV GIS安装施工方案 |
| 编写人 | |  |
| 审  核  意  见 | 项目质量员 |  |
| 项目安全员 |  |
| 项目总工  批准意见 | |  |
| 备注 | |  |

**目 录**

[1. 编制说明 1](#_Toc11510)

[1.1编制依据 1](#_Toc20810)

[1.2适用范围 2](#_Toc5683)

[2. 工程概况 2](#_Toc3510)

[2.1工程规模 2](#_Toc167)

[2.2设备主要参数 2](#_Toc22236)

[3. 施工准备 2](#_Toc21718)

[3.1 技术准备 2](#_Toc28685)

[3.2 人员准备 3](#_Toc23081)

[3.3施工场地准备 3](#_Toc14082)

[3.4 机具及材料准备 3](#_Toc9119)

[3.5 施工进度计划 5](#_Toc5696)

[3.6 土建工程验收及基础的复核 5](#_Toc3875)

[4. 工艺流程 6](#_Toc921)

[4.1施工流程 6](#_Toc21641)

[4.2基础复测、划线 7](#_Toc13233)

[4.3到货验收检查 7](#_Toc18815)

[4.4 SF6气体的交接、贮存及验收 7](#_Toc12977)

[4.5 本体、附件的贮存及保管 7](#_Toc27124)

[4.6安装现场环境控制 8](#_Toc21392)

[4.7 临时就位 8](#_Toc28865)

[4.8 GIS安装 8](#_Toc12946)

[4.9 主回路电阻测量（应在抽真空前做） 16](#_Toc27292)

[4.10 更换吸附剂 16](#_Toc11515)

[4.11 抽真空及充SF6气体 17](#_Toc15768)

[4.12 气室检漏 18](#_Toc32510)

[4.13 微水测量、纯度、分解物测量 19](#_Toc12744)

[4.14接地安装 19](#_Toc618)

[4.15 就地控制柜及二次电缆（我方负责电缆敷设，厂家负责二次接线） 19](#_Toc11187)

[4.16 收尾作业 20](#_Toc7094)

[4.17 检查和试验 20](#_Toc4036)

[5. 质量控制 21](#_Toc4171)

[5.1 质量控制要点 21](#_Toc15830)

[5.2质量强制性条文执行 22](#_Toc6208)

[5.3质量通病防治措施 26](#_Toc20112)

[5.4 标准工艺应用 30](#_Toc20201)

[5.5 《输变电工程设备安装质量管理重点措施（试行）》 32](#_Toc18477)

[5.6 GIS设备安装涉及优质工程评定“否决项”清单及评分表 34](#_Toc230)

[6. 安全控制 35](#_Toc28378)

[6.1 施工安全技术措施 35](#_Toc2962)

[6.2 安全强制性条文执行 37](#_Toc13536)

[6.3 施工安全风险识别、评估及预控措施 39](#_Toc24834)

[7. 文明施工及环境保护 41](#_Toc12586)

[7.1 环境因素与对应控制措施 41](#_Toc7417)

[7.2 环境保护措施 41](#_Toc30439)

[7.3 文明施工及成品保护 42](#_Toc14969)

[8附录1 25T吊车性能表 44](#_Toc16221)

[9附录2 施工总平面图 45](#_Toc14041)

# 1. 编制说明

## 1.1编制依据

表1-1：编制依据一览表

| **序号** | **名称** | **标准号** |
| --- | --- | --- |
|  | 《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 |
|  | 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》 | GB50169-2016 |
|  | 《工业六氟化硫》 | GB/T 12022-2014 |
|  | 《施工现场临时用电安全技术规范》 | JGJ46-2005 |
|  | 《建筑施工高处作业安全技术规范》 | JGJ80-2016 |
|  | 《电气装置安装工程质量检验及评定规程》 | DL/5161.1-5161.8-2018 |
|  | 《电力建设安全工作规程 第3部分：变电站）》 | DL5009.3－2013 |
|  | 《输变电工程建设标准强制性条文实施管理规程》 | Q/GDW 10248—2016 |
|  | 《国家电网公司基建质量管理规定》 | （国网（基建/2）112-2019） |
|  | 《国家电网公司基建安全管理规定》 | （国网（基建/2）173-2019） |
|  | 《国家电网公司基建技术管理规定》 | （国网（基建/2）174-2015） |
|  | 《国家电网公司输变电工程标准工艺管理办法》 | （国网（基建/3）186-2015） |
|  | 《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）187-2019） |
|  | 《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 |
|  | 《国家电网公司输变电工程标准工艺标准库》 | 2016版 |
|  | 《国家电网公司输变电工程质量通病防治工作要求及技术措施》 | 基建质量[2010]19号 |
|  | 国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施（修订版）的通知 | 国家电网设备〔2018〕979号 |
|  | 《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设备安装质量管理重点措施》(试行） | 基建安质〔2014〕38号 |
|  | 《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 |
|  | 《国家电网公司关于印发基建质量日常管控体系精简优化实施方案的通知》 | 国家电网基建〔2018〕294号 |
|  | 《国家电网公司关于印发“深化基建队伍改革、强化施工安全管理”有关配套政策的通知》 | 国家电网基建[2017]1056号 |
|  | 《国家电网公司变电站工程主要电气设备安装质量工艺关键环节管控记录卡》 | 基建安质〔2015〕42 号 |
|  | 《关于开展输变电工程施工现场安全通病防治工作的通知》 | 基建安全[2010]270号 |
|  | 《国家电网公司关于印发户外GIS设备伸缩节反事故措施和故障分析报告的通知》 | 国家电网运检〔2015〕902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 |
|  | 江苏省送变电有限公司《工程技术管理标准》 | Q/GDW1014 202-01-001—2018 |
|  | 厂家提供的本工程配套图纸资料及安装技术手册 |  |
|  | 本工程相关施工图纸 |  |

## 1.2适用范围

本措施适用于厦门ABB公司生产的户外“Z”字型布置的SF6气体绝缘金属封闭开关设备安装工作。

# 工程概况

## 2.1工程规模

本期为宿豫东500kV变电站新建工程，本期500kVGIS设备有4条出线间隔，形成1个完整串（第4串）、3个不完整串（第2、3、5串），需装设9台断路器

施工总平面图见附录2 施工总平面图。

## 2.2设备主要参数

500kV GIS 设备采用厦门ABB公司生产的气体绝缘金属封闭开关设备，其主要技术参数如下：

**表2-1：** 主要技术参数

| **序号** | **项目** | **单位** | **额定参数** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 额定电流 | A | 4000 |
| 2 | 额定电压 | kV | 550 |
| 3 | 额定频率 | Hz | 50 |

# 3. 施工准备

## 3.1 技术准备

组织施工人员学习电气施工图、设备说明书（安装手册）、设备技术协议、安装专项施工方案、施工及验收规范，熟悉设备的施工安装工序及技术要求。

本期500kV GIS设备为户外设备，受天气影响较大，但空气湿度达到80%不得进行器身露空的附件安装或器身检查。

## 3.2 人员准备

表3-1：人员准备情况表

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

## 3.3施工场地准备

500kV GIS安装场地设二级配电箱一只，电源由500kV场地的二级电源箱采用3×35+2×16mm2电缆接出，各用电设备电源由就近开关箱内下级漏电空开引出。

## 3.4 机具及材料准备

本期500kV GIS 以间隔为单位运输，其中的断路器单元为最重的设备单元，其最大重量不超过2.5吨，断路器单元就位时用吊车吊至土建预先制作好的基础上，吊至位置后，利用千斤顶调整至精确位置，吊车作业半径约为18m，最高起升高度为5m，参照附录1 25t吊车性能表，均满足负荷比率=实际吊重/理论吊重=<85%的要求，因此本期卸车选用25t吊车。

表3-2：主要工机具表

| **序号** | **名称** | **规格** | **数量** | **用途** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 汽车液压吊 | 25t | 1台 | 设备卸车、设备就位 |
|  | 弯排机 | 1t | 1台 | 弯铜排 |
|  | 电源线盘 | 220V/380 | 2盘 | 临时照明及电动工具用 |
|  | 工具箱 | 5\*1\*1\*1(M3) | 1只 | 摆放工具 |
|  | 管子钳 | 10-32MM | 6把 | 安装GIS设备 |
|  | 吊带 | 8米（3t）； | 4根 | 设备单元安装 |
|  | 力矩扳手 | M10、12、16 | 2套 | 紧固螺栓 |
|  | 2m/4m不同长度梯子 |  | 6把 | 安装GIS |
|  | 吸尘器 | 1200W | 2台 | 清洁GIS内部灰尘 |
|  | 安全带 |  | 6根 | 登高作业 |
|  | 直流电动扳手 |  | 2个 | 安装GIS |
|  | 电焊机 |  | 一台 |  |
|  | 经纬仪、水平仪 |  | 各1套 | 基础复核 |
|  | 真空泵 | 150L/S | 2台 | 气室抽真空 |
|  | 粉尘仪 |  | 1台 |  |
|  | 干湿度温度仪 |  | 1只 |  |
|  | 微水仪 |  | 1套 | 检查SF6气体含水量 |
|  | 纯度测量仪 |  | 1套 | 检查SF6气体纯度 |
|  | 分解物测试仪 |  | 1套 | 检查SF6气体分解物组分 |
|  | SF6气体密度继电器校验仪 |  | 1台 | 校验SF6表计 |
|  | 检漏仪 |  | 1套 | 检查密封面的泄漏 |
|  | SF6气体回收装置 |  | 1套 | 回收SF6气体 |
|  | 烘箱 |  | 1套 | 烘培干燥剂 |
|  | 双钩 | 3t | 4套 | 设备调整 |
|  | 油压千斤顶 | 5t、10t | 3套 | 设备调整 |
|  | 链条葫芦 | 3t、5t | 2套 | 设备吊装、就位对接 |
|  | 撬棒 | 大、小 | 各5根 |  |
|  | 各型号扳手 | 快速、活动、梅花、开口内六角等 | 3套 |  |
|  | 力矩扳手 | 20-200N.M | 2套 |  |
|  | 活动脚手架 |  | 4组 |  |
|  | 水平尺 |  | 1只 |  |
|  | 吊线锤 |  | 1只 |  |
|  | 短千斤 |  | 10根 |  |
|  | 套管专用工装 |  | 1套 | 厂家提供 |
|  | 钢板 |  | 若干 | 吊装场地敷设 |
|  | 防尘篷 |  | 1套 | GIS安装用 |

注：部分专用工具由厂家提供。

表3-3：施工材料的准备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **数量** | **用途** |
| 1 | 法兰密封胶 | 100只 | 涂于法兰密封面于O形环上 |
| 2 | 防水胶 | 100只 | 防螺丝生锈 |
| 3 | 厌氧胶271 | 2只 | 固定螺丝 |
| 4 | 百洁布 | 300块 | 清洁GIS内部 |
| 5 | 杜帮擦拭纸 | 28包 | 清洁GIS内部 |
| 6 | 导电接触面电力酯 | 2000克 | 涂于触头的导电面上 |
| 7 | 无水酒精（化学试剂） | 10箱 | GIS内部清洁剂 |
| 8 | 白细擦布（不起毛、不脱线） | 60米 | 清洁GIS内部 |
| 9 | 砂纸(#200,400) | 各30张 | 清除GIS内部毛刺、划痕 |
| 10 | 塑料薄膜 | 100m | 封口用 |

表3-4：劳保用品的准备

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 用途 |
| 1 | 工作服 | 施工人员用 |
| 2 | 工作鞋 | 施工人员用 |
| 3 | 薄塑料手套 | 施工人员清理盆式绝缘子 |
| 4 | 防毒口罩 | 更换添加干燥剂时用 |

## 3.5 施工进度计划

表3-5：总体施工计划

| **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 | GIS安装 | 2019.11.06 | 2020.1.10 |
| 4 | 高压试验 | 2020.3.5 | 2020.3.10 |

## 3.6 土建工程验收及基础的复核

3.6.1 场地的验收

GIS 安装前安装场地应符合下表所列条件：

表3-6：GIS 安装前安装场地

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **项目及要求** | **备注** |
| 1 | 建筑及地基等土建工程应完工 |  |
| 2 | 安装区域地面必须坚固，且可用吸尘器清除地面灰尘 |  |
| 3 | 清理现场，不要放置与GIS现场安装无关的工具和设备 |  |
| 4 | 安装场地排水功能良好 |  |
| 5 | 安装场地地面洞口、电缆沟等盖板已盖好 |  |
| 6 | 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GIS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施工流程

GIS安装施工作业流程详见下图4.1：

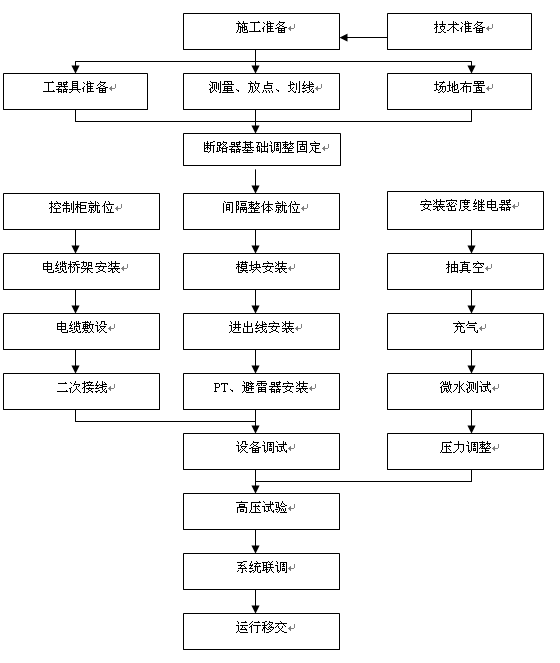


图4.1 GIS安装施工作业流程

## 4.2基础复测、划线

根据电气图纸及厂家图纸对基础进行核对，对基础预埋件件的几何尺寸进行核对。

核对埋件水平及轴线误差。

划线前将基础地坪清洗干净。所用经纬仪及钢尺应经检验合格，不得使用皮带尺划线；

按基础图的要求划好主母线、支母线和每一个置于地面上的元件和控制柜的中心线。

参照厂家提供的基础方案图划出所有间隔，包括固定点、支撑点的X、Y轴线，测量并记录各安装点的标高。

设备基础及预埋件的允许偏差：三相共一基础标高误差≤2mm，每相独立基础时，同相误差≤2mm，相间误差≤2mm；相邻间隔基础标高误差≤5mm；同组间中心线误差≤1mm；预埋件表面标高，相邻预埋件标高误差≤2mm，并且高于基础表面≤1～10mm；预埋螺栓中心线误差≤2mm；

## 4.3到货验收检查

包装应完好无损。

所有元件、附件、备件及专用工器具应齐全、无损伤变形及锈蚀。

瓷件及绝缘件应无裂纹及破损。

充有SF6 的运输单元或部件，其压力值应符合产品的技术规定。

出场证件及技术资料应齐全。

## 4.4 SF6气体的交接、贮存及验收

SF6气体由制造厂家提供，按协商时间交付，办理交接手续。交接时，对SF6气体的数量、质量及贮存条件进行确认；SF6储存容器严禁暴晒，严禁靠近易燃、油污地点，应储存在带棚的库房中，库房应阴凉，通风，温度不得超过50℃。

SF6气体运至现场后，需抽样送检，送检比例见质量控制。

## 4.5 本体、附件的贮存及保管

本体设备存放在户外，底部加垫道木，必须高出地面至少150mm。

绝缘零部件贮存时应保持清洁，放在装有干燥剂的塑料袋中，抽真空，然后再装入箱中防止老化。

若有镀银层需涂防氧化变色剂防氧化。

外置和内置零部件贮存时应涂上防锈油脂以防止腐蚀。

标准零部件贮存时留在原包装内防止生锈。

密封件贮存时应干净，清洁好并装入不透明的塑料袋中防止老化，然后再装入箱中防止挤压。

过滤材料应储存在密封容器中，以防止风化。

## 4.6安装现场环境控制

GIS设备对现场的安装的环境要求很高，在施工前必须严格作好施工区域的环境条件控制。主回路连接（对接）工作环境控制主要是对粉尘和湿度进行控制，控制标准如下：

表4-1：工作环境控制标准

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **控制限度** |
| 洁净度 | 百万级以上（粒径0.5um以上的尘埃数量小于3.5×107个/m3） |
| 湿度 | 80%以下 |
| 温度 | 20℃±20℃ |

控制措施：

本次作业为户外作业，为减小地面扬尘对GIS安装的影响，在GIS安装前，对整个 GIS安装场地进行简单的平整和硬化，铺上防尘网；必要时，可用吸尘器清除地面灰尘；

（2）严格控制出入安装现场的人员：只允许与GIS现场安装有关的人员进入；

（3）安装区域中，不能有冷凝水滴下；

（4）每天完工后清理现场，不要放置与GIS现场安装无关的工具和设备。

## 4.7 临时就位

根据厂内运输单元，按照平面布置图，现场采用吊车依次将各元件在基础附近上临时就位。

注意产品的方向和重心位置，吊运主间隔时不得直接吊T型导体、CT、转角导体、分支母线和主母线等间隔上部元件。吊点尽量选择断路器底架、断路器支撑联结等间隔下侧，间隔调整好平衡后再水平移动（间隔不平衡时可用手动葫芦适当调节）。吊运产品时，不要破坏产品表面包裹的塑料薄膜。

## 4.8 GIS安装

4.8.1基础划线

按厂家及设计图纸测量基础，确保基础符合图纸要求后按要求对中心及支撑点划线。

4.8.2设备卸货

GIS是以断路器为单元运输的，运输单元最大重量不超过3t因此采用25t吊车卸货，卸货以便于安装为原则。

4.8.3就位

为减少安装误差，本次选择500kV安澜间隔的断路器单元为首个定位及安装间隔，由此间隔向两边分别进行就位依次安装其他间隔，吊装示意图如图4.2所示。

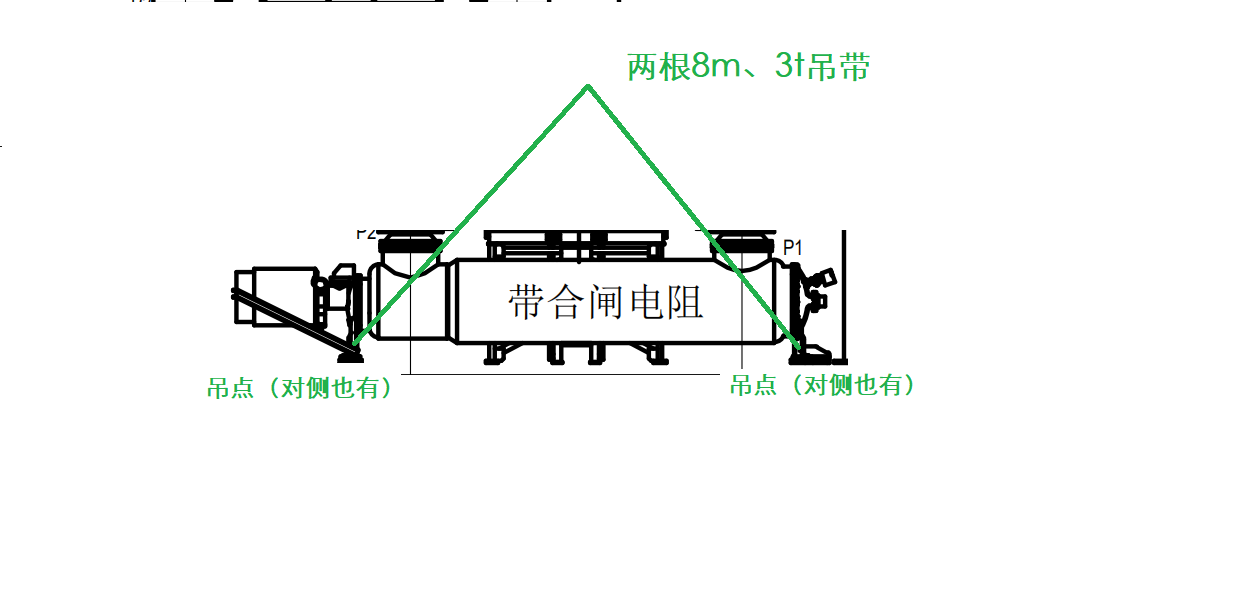


图4.2 间隔吊装示意图

使用测量仪器使得断路器单元就位后使水平方向中心与基础水平中心线偏差不大于3mm，母线垂直方向中线心与基础垂直中心线偏差不大于10mm，安装工作须在厂家现场服务人员的指导下进行，每一步骤完成后须得到厂家人员认可后再进入下一步施工。

4.8.4装配单元安装

1）断路器的进场、定位及固定

a、用ELK SP3型模块（下图4.3），带有四个标准的法兰。上面的两个用于直接连接其他GIS模块。在标准的布置中，将于电流互感器或者连接件相连。

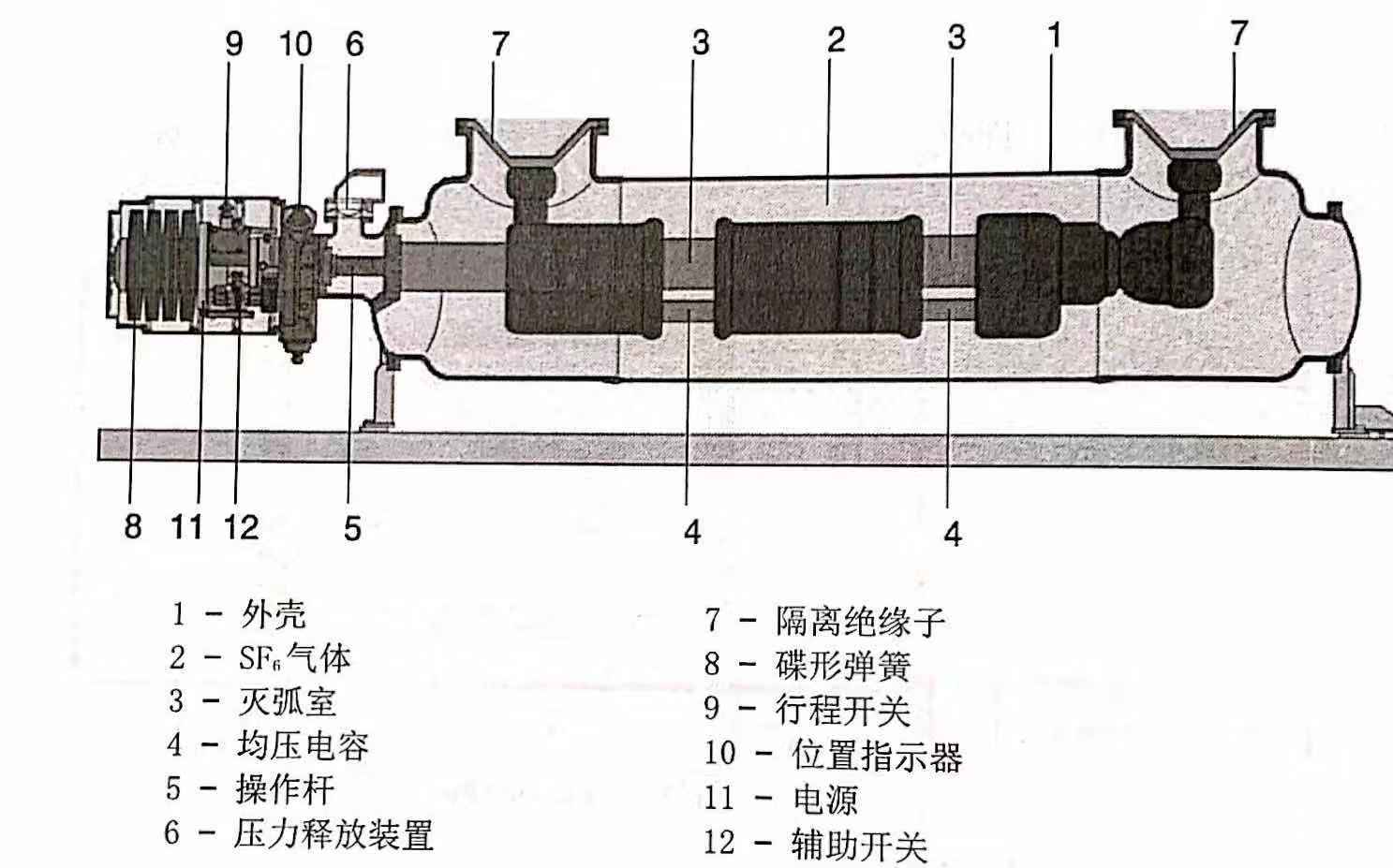


图4.3 ELK SP3型断路器

根据基础图纸上的地面轴线控制点C1、C2、C3、C4划出X、Y轴线，根据此轴线，堪划出所有断路器的X、Y轴线和所有断路器支撑点。

将X、Y轴线延伸至电缆孔和分支出线处，检查孔洞中心。将轴线延伸至所有套管、管道支撑点，检查支撑基础是否偏离中心。

检查所有断路器支撑点标高，其标高应控制在20mm以内；另需检查户外基础标高，其偏差应不大于40mm。（下图4.4）

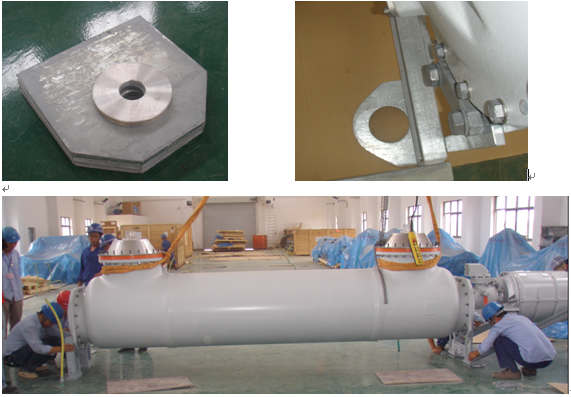


图4.4 断路器轴线、标高测定、断路器就位加垫、断路器高差调整

1. CT模块安装

CT模块安装后，下一步安装工作开始前，应尽可能安排CT的试验，这样可避免CT有问题时返工工工作量的增加。

将CT模块与VP短管连接后，将模块竖起调平；(下图4.5)



图4.5 CT模块与VP短管连接

将待安装的两个法兰及相应气室、导体、触头等清洁干净，触头安装到位；(下图4.6)



图4.6 导体连接处涂抹导电膏

清理密封槽、密封圈后，将密封圈装入密封槽内：1、确认密封槽、法兰面没有锈斑、划伤及其他缺陷，槽内无清洗剂残留；2、密封圈规格符合安装，没有划伤、永久变形，无毛刺，切边均匀，外圈无裂纹、气泡及小裂口。3、密封圈表面涂敷润滑脂，密封槽内不再涂敷，确保密封圈完全装入密封槽。(下图4.6)

测量安装间隔与基础中心线相对位置，要求：

母线水平方向间隔中心与基础水平中心线偏差不大于3mm，母线垂直方向间隔中线心与基础垂直中心线偏差不大于10mm。

两两间隔高度相差不大于1mm，整个工程主母线垂直面内偏离主母线中心线小于5mm。

每个法兰面对接后，分别测量导体与触头底座联接处、法兰联接处接触电阻，每两个间隔对接后，测量这两个间隔的主回路电阻，要求电阻值与间隔出厂测量电阻值偏差满足要求。连接法兰用吸尘器清洁干净



图4.6 清理密封槽

触头固定使用乐泰胶，固定螺栓力矩根据力矩标准执行。（下图4.7）

吊起一组母线与对应间隔对接，依靠导向销导向、找正。

安装法兰面联接螺栓，螺栓预紧后，在母线另一端法兰的一组水平对称螺栓孔中插入定位销，并在定位销上放上水平尺，检查母线筒间隔联接时是否有绕母线水平线方向的相对转动，若有，作轻微调整。调整水平后，紧固螺栓。

检查母线另一端导体、触头深度，方法同前，并清理母线壳体内部及另一端密封面，安装密封圈，然后安装法兰面联接螺栓，方法同前。



图4.7 触头固定

将模CT吊至断路器连接法兰上方，慢慢落下，仔细观察导体是否插入触头（下图4.8）。

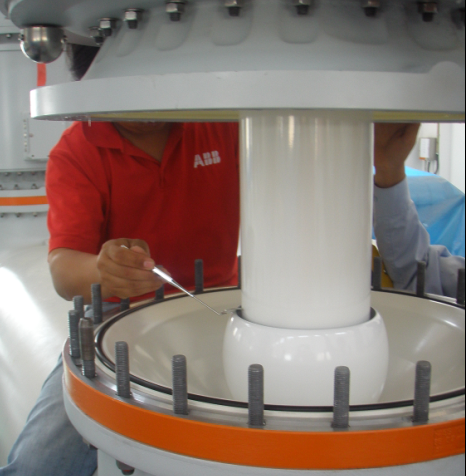


图4.8 上下法兰对接

用定位螺母将法兰定位，戴上紧固螺母，法兰力矩要求安装标准执行。

3）母线安装。

母线安装可分段进行，以中间“凹”型连接处分开，将ⅠⅡ段母线分成4段，将此4段母线分别安装到位后，再连接中间U型部分，母线可依据钢架支撑来确定一次连接长度。如现场无“凹”型母母线时，可尽量把预留口留在VQ处，以方便母线的安装和对接。

将待安装母线找出，拆除运输端盖后用木方支撑导体后，对法兰及内部进行清洁（下图4.9）。



图4.9 定位清洁

4）进出线的安装。

出线在主母线下方时，应在主母线安装前完成母线下方套管出线部分的安装，如与母线安装不冲冲突，可安排在母线安装结束后进行。

套管出线安装结束后应安排套管出线部分回路电阻测量。安装过程中需要中线确认，及从管道中心用线垂校合中线，通常建议校B相（下图4.10）。

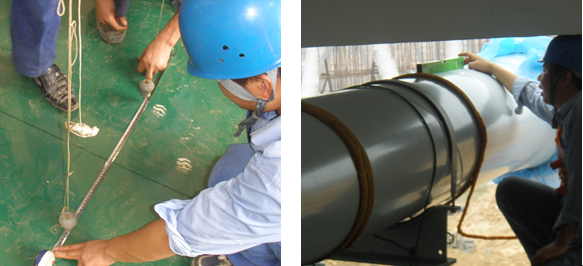


图4.10 中心校准

管道法兰连接完毕及时安装支撑钢架（下图4.11）。



图4.11 支架钢撑安装

5）套管的安装。

进出线管道连接到T模块位置，支撑钢架到位。

找出套管触头连接件，清洁后预先组装成套。

用活动脚手架或钢管架搭设安装平台，清洁预先清洁连接法兰运输端盖及周边，打开运输端盖，安装触头、清洁并用塑料布遮盖。

用吊车将套管反转，打开下方运输端盖清洁、更换密封圈、涂抹防水硅脂（G661）后用布罩遮盖（下图4.12）。



图4.12 清洁、更换密封圈

用吊车将套管吊至连接法兰上方，拿掉套管法兰布罩，从一边将塑料布卷到另一边。观察套管导体对准触头缓缓落下。对角4个法兰螺栓螺母先戴上预紧，然后对角依次紧固其他螺母。

4.8.5装配要求

1）各单元安装前须清理好密封面，装好密封圈，所有打开的密封面的密封圈都须更换。密封圈使用前应仔细检查密封面无划伤、裂痕及杂物附在表面，将密封圈压入密封槽

后，用手指均匀压1-2 圈，使密封圈贴在密封槽内。

2）安装时需用钢丝绳、吊带、双沟、千斤绳、链条葫芦等起吊安装单元，设备组装时地面需敷设软垫，以保护地坪），卸去其尾部保护罩，清理导电杆及盆式绝缘子（密封面按照上面1步骤进行），然后吊起安装单元，使导电杆对准母线筒中的触头座，缓慢落下，将导电杆插入触头座中，使套管法兰与母线筒法兰对正，拧紧螺栓。

3）回路连接完成后，重新填充吸附剂。参照厂家图纸中吸附剂的安装部位, 将吸附剂装入吸附装置，随后尽快抽真空。吸附剂放在吸附装置内，仅限于现地需要重新抽真空的气体隔室，对工厂内已经进行过气体处理的隔室不得松开吸附装置安装螺栓。

4）安装工作须在厂家现场服务人员的指导下进行，每一步骤完成后须得到厂家人员认可后再进入下一步施工，并做好相关记录。

5）所有安装工作完成并得到厂家人员确认后安装地基螺栓、接地线、导流排。

4.8.6安装工艺要求

对GIS罐体法兰与盆式绝缘子的联接、罐内导体与绝缘件的联接应使用力矩扳手紧固螺栓，避免螺栓紧固过度或不足，对于竖直安装的盆式绝缘子，紧固螺栓时应遵循左、右、上、下再有顺序地中心对称紧固的原则。当拧紧二个以上螺栓时，螺栓不能一次拧紧，应反复多次拧紧。螺栓紧固顺序如下图4.13所示：

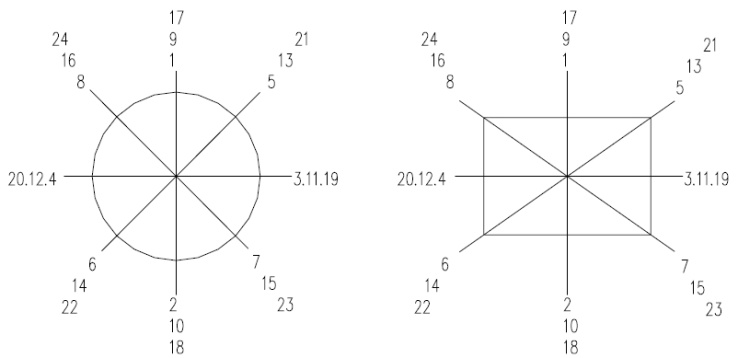


图4.13螺栓紧固顺序图

表4-2：螺栓紧固顺序图

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准螺纹 | 金属与金属连接（单位kg.cm) | 金属与绝缘物连接（单位kg.cm) |
| M4 | 18 |  |
| M5 | 35 |  |
| M6 | 60 | 40 |
| M8 | 140 | 80 |
| M10 | 280 | 200 |
| M12 | 480 | 350 |
| M16 | 1200 | 870 |
| M20 | 2200 | 1700 |
| M24 | 3900 | 2900 |
| M30 | 7700 | 5300 |
| M36 | 13000 |  |

安装或拆卸罐体内部螺栓时，要特别小心，因为紧固和松开螺栓时，可能会产生金属异物，这些杂质落入罐内十分危险，因此作业完成后应用吸尘器仔细清理，再用“无毛纸”擦净。

在各部元件连接前，除去盆式绝缘子的保护罩，并用无毛纸蘸丙酮仔细擦洗盆式绝缘子表面及内嵌导体的表面，以保证其连接的密封及导体的可靠接触，并装上密封圈。

安装密封圈：拆下密封面保护罩，检查密封面和密封槽的表面粗糙度是否有磕碰损伤。如果是轻微损伤，用1000号细砂纸或油石仔细打磨。如果情况严重，必须更换新件。检查密封圈有无制造质量问题，如果有变形、开裂、损伤等现象，必须更换。用无毛纸蘸酒精仔细擦洗密封面、密封槽及密封圈，如图4.14所示。

用大拇指将O型圈压入O型凹槽中。确认O型圈的每部分都完全在O型凹槽中。放入前/中/后，确认不要粘附任何异物！，如图4.15所示。

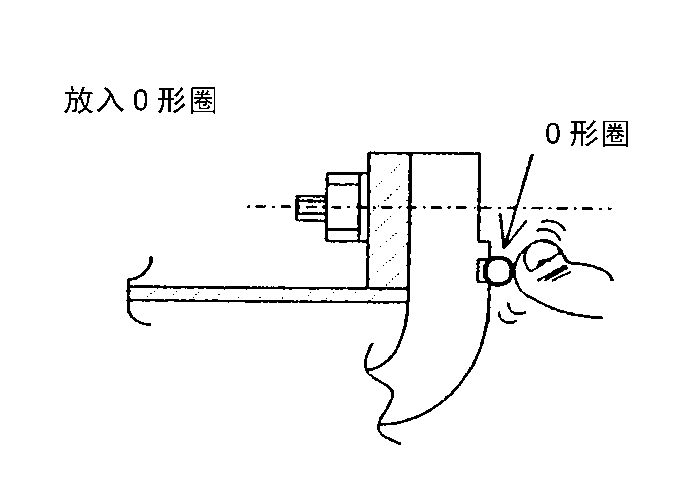
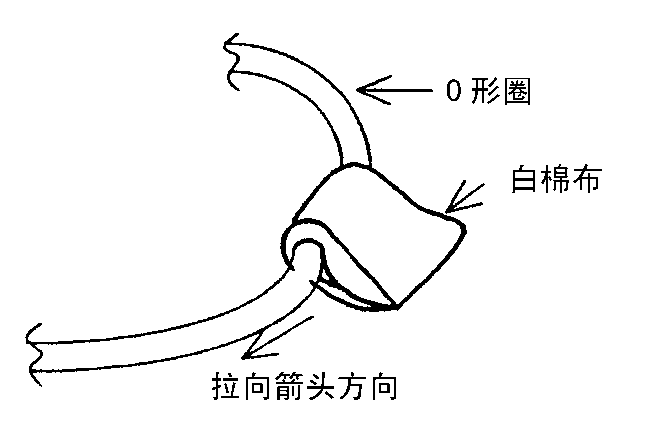


图4.14 密封圈擦洗 图4.15 大拇指将O型圈压入O型凹槽

## 4.9 主回路电阻测量（应在抽真空前做）

各部分回路电阻值与工厂出厂试验报告偏差应不大于120%，用直流压降法测量，电流不小于100A。

## 4.10 更换吸附剂

ELK－3/550GIS在出厂时都没有安装吸附剂，气室安装结束后真空处理前应先安装吸附剂。吸附剂应在即将真空处理时安装，而不应在安装结束后立即安装，因为现场由于其他原因影响，安装结束后并不一定会马上进行真空处理，吸附剂暴露空气时间过长，吸附剂功效将大大降低甚至失效。

## 4.11 抽真空及充SF6气体

抽真空及充六氟化硫气体示意图4.16：



图4.16 抽真空及充SF6气体示意图

4.11.1抽真空前检查：

1）检查所有的螺母，地基螺拴，调节螺母是否已经安装紧固。

2）检查气体配管工作是否已经合格完成。

3）运输过程中GIS 所有截止阀都处于关闭状态。检查它们是否仍处于关闭状态。

4.11.2抽真空：

2、真空泵使用过程中可能有油蒸汽产生，为防止这些气体进入气室，必须保证真空泵从气室上移开时为运行状态。

3、未征得厂家同意，不得对电压互感器、避雷器室进行抽真空处理。

安装完吸附剂后立即进行气室真空处理，一般来说气室处理都会利用三叉管三相同时进行。真空处理分三次进行，每次真空处理时间依照下表：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 气室容量（单相） | 第一次 | 第二次 | 充气前 |
| 0－10Kg | 2h | 2h | 0.5h |
| 10－25Kg | 4h | 2h | 0.5h |
| 25－50Kg | 6h | 2h | 1h |
| 50Kg以上 | 8h | 2h | 1h |

每次真空处理时应记录真空度，第一次和第二次真空处理完24小时后还应检查真空度的上升值，确认气室的气密性。

注意：断路器、PT、避雷器气室已经充了120KPa SF6，无需进行真空处理。

4.11.3抽真空检漏：

将产品抽真空达到绝对压力133pa时，开始记录时间，维持真空泵运转30min左右，停泵后并使产品与真空隔离，静止30min后读取绝对压力数值A；再静止5ｈ，第二次读取绝对压力数值B，如果B-A≤133Pａ时，才认为密封性能良好。否则，就要查找漏气点。 4.11.4注气：

真空处理结束后，可开始充气。充气分两个阶段进行，第一阶段将气室充至300KPa，第二阶段将气室补充至额定压力，同时应注意相邻气室的压差，其压差应符合“现场SF6气体作业指导书”中关于绝缘子压差的要求。如充气装置无法精确测量气压，气室充至额定气压后需安排用精密压力表进行气压调整，调整可在所有安装调试工作结束后进行。

1）每批气体进场后须进行检验，每瓶进行微水测试，并随机取样品进行送检，取样数量按规范要求进行，每批气体检测合格后，方可注气。

2）用高压软管连接气室和SF6 气体罐。

3）用SF6 气体清除软管中的空气（或者软管中为真空），然后向GIS 中充气，气室内压力上升速度不大于400kPa/min。充气最终压力为表压0.58MPa（20℃），要一直监控压力直到操作完成。

4）注气过程中注意检查核对密度继电器的动作压力符合产品说明书要求，充气完成后相邻两气室的压力差不得超过0.4MPa。

5）充气完毕后，关闭阀门。并将相关法兰面进行局部包扎，以便下一步检漏工作的开展。

注：充注SF6气体时，应对SF6气瓶进行称重，充入SF6气体重量应符合产品技术文件要求。

## 4.12 气室检漏

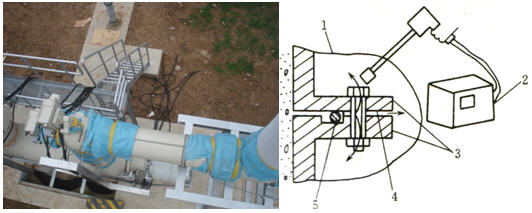
密封试验应在密封式组合电器充气24h以后，且组合操动试验后进行。

a、定性检漏：

对产品充入SF6气体至额定压力，然后使用灵敏度不低于10-6L/L的六氟化硫气体检漏仪检漏。检漏仪距检漏部位2mm，缓慢移动。根据现场情况对所有组装件的动静密封面、管路连接处、密度继电器接头处、焊缝、铸件以及其它所有怀疑的地方进行密封性试验。这种方法简单方便，可作为初步检漏，查找比较明显的泄漏缺陷存在，检测效果与检测人员的检测技术和仪器的灵敏度有关，检测时机耐心细致。确认无漏点则认为密封性能良好，可进行定量检漏。

b、定量检漏：

采用局部包扎法，其方法是用约0.1ｍｍ厚的塑料薄膜，按被检测设备的几何形状围一圈半，使接缝向上，尽可能构成圆形或方形，经整形后，用胶带沿边缘粘贴密封。塑料薄膜与被检测设备之间应保持一定的空隙，一般为5ｍｍ左右，过一定时间后测定包扎腔内的浓度（如图4.17）。



1-塑料布；2-SF6检漏仪；3-法兰；4-法兰连接面；5-O型密封圈

图4.17 定量检漏图

## 4.13 微水测量、纯度、分解物测量

气压检查结束后，可进行微水测量。微水测量标准如下：

有电弧分解气室 150PPm

无电弧分解气室 250PPm

## 4.14接地安装

依照图纸要求，在断路器前后各敷设一条接地铜牌，并将各接地点引至铜牌上。将每组断路器的前后两端钢架两两相连，然后与接地铜牌相连。具体要求参照接地图纸。

管道接地应依据图纸要求，在对应的法兰将接地排引出至接地点，注意管道相间的连接以及接地点的连接，同时注意只有相间端接的不需引出至接地点。各接地或端接方式应根据图纸要求来实施。

GIS每个支撑点都应保证一个可靠的接地点，将钢架引出至就近的接地点即可

**4.15** 就地控制柜及二次电缆**（我方负责电缆敷设，厂家负责二次接线）**

4.15.1安装就地控制柜

盘柜开箱后应检查内部元件的完好性，规格应与设计相符，表盘无机械损伤，油漆完

整。其垂直度、水平度及盘缝应符合规范要求。通过专门的接地线与主网连接。

4.15.2安装电缆走线架

根据需要在相应位置安装电缆走线槽。

4.15.3电缆敷设

根据电缆清单敷设电缆。检查电缆数量、型号规格符合设计，电缆无损伤，电缆须避开设备锐角位置、电弧发生部位及发热部位。

4.15.4电缆接线

根据安装进度参照电缆连接图连接电缆线。电缆芯线与接线端子连接应牢固。二次线不允许中间有接头。以上四点均需做施工记录。

## 4.16 收尾作业

（1）安装铭牌及各类指示，确保各种名牌及指示无松动。

（2）焊接所有底架。

（3）产品清理、补漆。

（4）户外法兰面涂敷防水密胶。

（5）检查零件安装情况是否可靠。

（6）清理作业现场。

## 4.17 检查和试验

按照《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB50150-2016、《输变电设备交接试验规程》Q/GDW 10 108-02-001-2014相关条目规定现场检验项目如下，但不仅限于以下项目，厂方应指派合格的试验工程师来现场指导完成现场试验，并对GIS 设备的全部现场试验结果负责。除非另有规定，合同设备所有现场试验均在厂方负责技术指导下进行。

1）外观检查：检查铭牌、标记、配管和接地都正确无误，补漆到位。

2) 配线检查：检查电缆规格及连接回路的正确性、配线的紧固情况和屏蔽线的接地。

3) 主回路绝缘电阻测量：将断路器、隔离开关、接地开关处于断开位置，相对地1000V

兆欧表测量主回路对地、CT 与罐体绝缘电阻须大于1000MΩ。

4) 辅助回路和控制回路绝缘电阻测量：绝缘电阻≥10MΩ（采用1000V 兆欧表，辅助回路如有储能电机用500V 兆欧表）。

5) 主回路接触电阻测量：测量各对接单元及主回路接触电阻，要求测量值小于例行测量值的1.2 倍。

6) SF6 气体水分含量测量：要求断路器气室≤150μL/L，其他≤250μL/L。纯度≥99.8%，分解物SO2、H2S含量为0。

7) SF6 气体泄露试验：采用包扎法进行检测无泄露。

8) SF6 密度继电器试验：检查值符合说明书要求。

9) 机械操作试验：进行GCB、DS、ES 的分、合闸操作及GCB 的合分操作，确认操

作系统无异常。

10) 电气性能试验：额定控制电压下进行操作特性试验及联锁试验，保证操作良好。

11) CT进行变比、极性、励磁特性试验。

12) 厂家应配合完成GIS 开关测速试验。

13) GIS 老练、耐压试验详见电试单位措施。

# 5. 质量控制

## 5.1 质量控制要点

1. （1）基础复测：设备基础及预埋件的允许偏差：三相共一基础标高误差≤2mm，每相独立基础时，同相误差≤2mm，相间误差≤2mm；相邻间隔基础标高误差≤5mm；同组间中心线误差≤1mm；预埋件表面标高，相邻预埋件标高误差≤2mm，并且高于基础表面≤1～10mm；预埋螺栓中心线误差≤2mm；

（2）SF6气体出厂应有出厂检验报告和合格证明文件。运到现场后每瓶应做含水量检验，现场应进行抽样做全分析，抽样比例如表5-1所示：

表5-1：SF6气体抽样比例

|  |  |
| --- | --- |
| **每批气瓶数** | **选取的最少气瓶数** |
| 1 | 1 |
| 2~40 | 2 |
| 41~70 | 3 |
| 71以上 | 4 |

SF6气体技术要求如下：

表5-2：SF6气体技术要求

| **指标项目** | **指标** |
| --- | --- |
| 六氟化硫（SF6)纯度（质量分数）/10-2 | ≥ 99.9 |
| 空气含量（质量分数）/10-6 | ≤300 |
| 四氟化碳 (CF4) 含量（质量分数）/10-6 | ≤100 |
| 六氟乙烷 (C2F6) 含量（质量分数）/10-6 | ≤200 |
| 八氟丙烷 (C3F8) 含量（质量分数）/10-6 | ≤50 |
| 水（H2O）含量（质量分数）/10-6 | ≤5 |
| 酸度 (以HF计)（质量分数）/10-6 | ≤0.2 |
| 可水解氟化物 (以HF计)含量（质量分数） /10-6 | ≤1 |
| 矿物油含量（质量分数）/10-6 | ≤ 4 |
| 毒性 | 生物试验无毒 |

上述检验结果有一项不符合要求时，应以2倍气瓶数量重新抽样进行复验。复验结果即使有一项不符合，整批产品不应验收。

（3）SF6气体泄漏率以 24h 的漏气量换算，每一个气室年漏气率不应大于0.5%；泄漏值的测量应在封闭式组合电器充气 24h 后进行。

（4）测量六氟化硫气体含水量及纯度（20℃的体积分数）：有电弧分解的隔室，应小于150 μL/L；无电弧分解的隔室，应小于250μL/L；气体含水量的测量应在封闭式组合电器充气 24h 后进行；纯度≥99.8%。

（5）SF6气体分解物检测：SO2、H2S为0。

注SF6气体前，充气设备及管路应洁净、无水分、无油污；管路连接部分应无渗漏；吸附剂的更换方式、时间应符合产品技术要求；气体充入前应按产品的技术规定对设备内部进行真空处理，真空残压及保持时间应符合产品要求；抽真空时，应采用带有抽气逆止阀的真空泵，以防止突然停电或因误操作而引起破坏真空事故。

（6）对GIS 罐体法兰与盆式绝缘子的联接、罐内导体与绝缘件的联接应使用力矩扳手紧固螺栓，避免螺栓紧固过度或不足，对于竖直安装的盆式绝缘子，紧固螺栓时应遵循左、右、上、下再有顺序地中心对称紧固的原则。当拧紧二个以上螺栓时，螺栓不能一次拧紧，应反复多次拧紧。

（7）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；按照设计图纸和产品图纸进行二次接线，核对设计图纸、产品图纸与实际装置是否符合。

（8）GIS中断路器、隔离开关、接地开关的操作机构的联动应正常、无卡阻现象；分合闸指示应正确；辅助开关及电气闭锁应正确、可靠。

（9）密度继电器的报警、闭锁值应符合规定，电气回路传动应正确。

（10）闭锁检查：“就地、远方”、“电动、手动”等各种闭锁关系正确。

## 5.2质量强制性条文执行

《输变电工程建设标准强制性条文实施管理规程》（Q/GDW 10248.5—2016）中涉及GIS设备安装的条款如下：

**表1：变电站电气工程施工强制性条文执行计划表**

| 工程编号 | | | | 工程项目名称 | 责任单位 | | | 强制性条文 执行表号 | 强制性条文 执行条号 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单 位 工 程 | | 分 部 工 程 | 分 项 工 程 | 施  工 项 目 部 | 监  理 项 目 部 | 业  主 项 目 部 |
| 4 |  | |  | 500kV 封闭式组合电器安装 | √ | √ | √ |  |  |
|  | 1 | |  | 封闭式组合电器检查安装 |  | √ |  |  |  |
|  |  | | 1 | 基础检查及设备支架安装 | √ |  |  | 表 14表 17表 22 |  |
|  |  | | 2 | 封闭式组合电器本体检查安装 | √ |  |  | 表9 表 14表 19 表 22 |  |
|  |  | | 3 | 电压互感器.避雷器安装 | √ |  |  | 表 14 表 19 |  |
|  | 2 | |  | 配套设备安装 | √ | √ |  |  |  |
|  |  | | 1 | 电压(流)互感器安装 | √ |  |  | 表7表 14  表 17 表 19 |  |
|  |  | | 2 | 避雷器安装 | √ |  |  | 表 17 表 19 |  |
|  |  | | 3 | 软母线及引下线安装 | √ |  |  | 表 8 |  |
|  | 3 | |  | 就地控制设备安装 | √ | √ |  |  |  |
|  |  | | 1 | 控制柜及就地箱安装 | √ |  |  | 表 14 |  |
|  |  | | 2 | 二次回路检查及接地 | √ |  |  | 表 14 |  |
|  | 10 | |  | 500kV 封闭式组合电器带电运行 |  |  |  |  |  |
| 13 |  | |  | 交接试验 | √ | √ | √ |  |  |
|  | 1 | |  | 交接试验 | √ | √ |  |  |  |
|  | 7 | |  | SF6封闭式组合电气 | √ |  |  | 表 41 |  |

**表2 互感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》GB50148-2010 | |
| 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SF6气体含水量测量并合格。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；电容式电压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 3 封闭式组合电器施工强制性条文执行记录表**

| 序号 | 强制性条文内容 |
| --- | --- |
| 1 | 5.2.7 GIS 元件的安装应在制造厂技术人员指导下按产品技术文件要求进行,并应符合下列要求： 预充氮气的箱体应先经排氮 ,然后充干燥空气 ,箱体内空气中的氧气含量必须达到 18% 以上时,安装人员才允许进入内部进行检查或安装。 |
| 2 | 5.6.1 (气体绝缘金属封闭开关 )在验收时,应进行下列检查 : GIS 中的断路器、隔离开关、接地开关及其操动机构的联动应正常、无卡阻现象；分、合闸指示应正确;辅助开关及电气闭锁应动作正确、可靠 |
|
|
| 3 | 5 密度继电器的报警、闭锁值应符合产品技术文件的要求 , 电气回路传动应正确。 |
|
| 4 | 6 六氟化硫气体压力、泄漏率和含水量应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标  准》 GB 50150 及产品技术文件的规定 |
|
|
|

**表4 变电站设备接地强制性条文执行记录表**

| 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》GB50169-2016 | |
| 1 | 3.0.4 电器装置的下列金属部位，均必须接地：  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 装有架空地结或电气设备的电力线路杆塔 |
| 10 | 10 配电装置的金属遮栏 |
| 11 | 11 电热设备的金属外壳 |
| 12 | 4.1.8 严禁利用金属软管、管道保温层的金属外皮或金属网、低压照明网络的导线铅皮以及电缆金属护层作为接地钱。 |
| 13 | 4.2.9电气装置的接地必须单独与接地母钱或接地网相连接，严禁在一条接地线中串接两个及两个以上需要接地的电气装置。 |

**表 5 六氟化硫封闭式组合电器试验强制性条文执行记录表**

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 强制性条文内容 |
| 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150—2016 | |
| 1 | 14.0.1  1 测量主回路的导电电阻； |
| 2 | 14.0.1  2 主回路的交流耐压试验； |
| 3 | 14.0.1  3 密封性试验； |
| 4 | 14.0.1  4 测量六氟化硫气体含水量； |

## 

## 5.3质量通病防治措施

**表5-4：电气一次设备安装质量通病防治的施工措施**

| **控制阶段** | **质量通病防治内容** | **质量通病防治要求** | **质量通病防治控制措施** |
| --- | --- | --- | --- |
| 施工阶段控制内容 | 电气一次设备安装 | 充油（气）设备不得有渗漏现象，螺栓按厂家要求力矩进行紧固 | 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。 |
| 电（气）焊不得造成设备支柱及机构箱污染，隔离开关垂直及水平拉杆连接处夹紧部位应紧固。 | 在设备支柱上配置隔离开关机构箱支架时，电（气）焊不得造成设备支柱及机构箱污染。为防止垂直拉杆脱扣，隔离开关垂直及水平拉杆连接处夹紧部位应可靠紧固。 |
| 在槽钢或角钢上不得使用圆平垫固定设备 | 在槽钢或角钢上采用螺栓固定设备时，槽钢及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。 |
| 充油设备套管使用硬导线连接时，套管端子不得受力。 | 充油设备套管应使用软连接进行连接 |
| 母线桥工艺美观 | 加强母线桥支架、槽钢、角钢、钢管等焊接项目验收，以保证几何尺寸的正确、焊缝工艺美观。 |
| 设备安装中的穿芯螺栓出牙一致 | 对设备安装中的穿芯螺栓（如避雷器、电压互感器等），要保证两侧螺栓露出长度一致。 |
| 电气设备联接部件间销针的开口角度不得小于 60°。 | 施工过程中加强控制，确保开口角度不得小于 60°。 |

**表5-5：屏、柜安装质量通病防治的施工措施**

| **控制阶段** | **质量通病防治内容** | **质量通病防治要求** | **质量通病防治控制措施** |
| --- | --- | --- | --- |
| 施工阶段控制内容 | 屏、柜安装 | 屏柜安装应采用螺栓固定，不得与基础型钢焊死。 | 屏、柜安装要牢固可靠，主控制屏、继电保护屏和自动装置屏等应采用螺栓固定，不得与基础型钢焊死。安装后端子箱立面应保持在一条直线上。 |
| 一个接地螺栓上不得安装超过2个接地线鼻。 | 电缆较多的屏柜接地母线的长度及其接地螺孔宜适当增加,以保证一个接地螺栓上安装不超过 2 个接地线鼻的要求。 |
| 配电箱、屏柜等应可靠接地 | 配电、控制、保护用的屏（柜、箱）及操作台等的金属框架和底座应接地。 |

**表5-6：电缆敷设、接线与防火封堵质量通病防治施工措施**

| **控制阶段** | **质量通病防治内容** | **质量通病防治要求** | **质量通病防治控制措施** |
| --- | --- | --- | --- |
| 施工阶段控制内容 | 电缆敷设、接线与防火封堵 | 切割后的电缆管口应防止损伤电缆，电缆穿管敷设时不得外露。 | 电缆管切割后，管口必须进行钝化处理，以防损伤电缆，也可在管口上加装软塑料套。电缆管的焊接要保证焊缝观感工艺。二次电缆穿管敷设时电缆不应外露。 |
| 端子箱、汇控柜等的穿管开口尺寸不宜过大 | 敷设进入端子箱、汇控柜及机构箱电缆管时，应根据保护管实际尺寸进行开孔，不应开孔过大或拆除箱底板。 |
| 埋入地下的电缆管不得因地面下沉带动对机构箱下沉 | 进入机构箱的电缆管，其埋入地下水平段下方的回填土必须夯实，避免因地面下沉造成电缆管受力，带动机构箱下沉。 |
| 固定电缆桥架连接板的螺栓不得划伤电缆 | 固定电缆桥架连接板的螺栓应由里向外穿，以免划伤电缆。 |
| 电缆在拐弯处不得下坠。 | 电缆沟十交叉字口及拐弯处电缆支架间距大于 800mm时应增加电缆支架，防止电缆下坠。转角处应增加绑扎点，确保电缆平顺一致、美观、无交叉。电缆下部距离地面高度应在 100mm 以上。电缆绑扎带间距和带头长度要规范、统一。 |
| 同一端子内的线芯不得超过2个，且规格必须一样。 | 不同截面线芯不得插接在同一端子内，相同截面线芯压接在同一端子内的数量不应超过两芯。插入式接线线芯割剥不应过长或过短，防止紧固后铜导线外裸或紧固在绝缘层上造成接触不良。线芯握圈连接时，线圈内径应与固定螺栓外径匹配，握圈方向与螺栓拧紧方向一致；两芯接在同一端子上时，两芯中间必须加装平垫片。 |
| 端子箱内二次接线电缆头不得太低 | 端子箱内二次接线电缆头应高出屏（箱）底部 100~150mm。 |
| 电缆割剥时不得损伤绝缘层 | 电缆割剥时不得损伤电缆线芯绝缘层；屏蔽层与 4mm2多股软铜线连接引出接地要牢固可靠，采用焊接时不得烫伤电缆线芯绝缘层。 |
| 电流互感器的二次绕组N接地点应单独、直接接地。 | 电流互感器的 N 接地点应单独、直接接地，防止不接地或在端子箱和保护屏处两点接地；防止差动保护多组 CT的 N 串接后于一点接地。电流互感器二次绕组接地线应套端子头，标明绕组名称，不同绕组的接地线不得接在同一接地点。 |
| 监控、通讯自动化及计量屏柜内的电缆、光缆安装工艺美观，挂牌齐全。 | 监控、通讯自动化及计量屏柜内的电缆、光缆安装，应与保护控制屏柜接线工艺一致，排列整齐有序，电缆编号挂牌整齐美观。 |
| 控制台内部的电源线、网络连线、视频线、数据线等应工艺美观。 | 控制台内部的电源线、网络连线、视频线、数据线等应使用电缆槽盒统一布放并规范整理，以保证工艺美观。 |

表5-7：接地装置安装质量通病防治的施工措施

| **控制阶段** | **质量通病防治内容** | **质量通病防治要求** | **质量通病防治控制措施** |
| --- | --- | --- | --- |
| 施工阶段控制内容 | 接地装置安装 | 扁钢调直时应采取保护措施 | 不得用金属体直接敲打扁钢进行调直，以免造成扁钢表面损伤、锈蚀。 |
| 敷设在设备支柱上的扁钢应紧贴设备支柱 | 敷设在设备支柱上的扁钢应紧贴设备支柱，否则应采取加装不锈钢紧固带等措施使其贴合紧密。 |
| 户外接地线多股软铜线不得直接接地，铜不得与其他材质导体直接接触连接。 | 户外接地线采用多股软铜线连接时应压专用线鼻子，并加装热缩套，铜与其他材质导体连接时接触面应搪锡，防止氧化腐蚀。 |
| 镀锌扁钢弯曲工艺美观。 | 镀锌扁钢弯曲时宜采用冷弯工艺。 |
| 爬梯与主接地网应可靠连接。 | 站内所有爬梯应与主接地网可靠连接。安装在钢构架上的爬梯应采用专用的接地线与主网可靠连接。 |
| 构支架接地引下线不得焊死。 | 构支架接地引下线应设置便于测量的断开点。 |

表5-8：GIS安装质量通病防治的施工措施

| **控制阶段** | **质量通病防治内容** | **质量通病防治要求** | **质量通病防治控制措施** |
| --- | --- | --- | --- |
| 施工阶段控制内容 | GIS安装 | GIS各设备元器件外壳接地不规范 | 相关部位见接地连接及与接地网间的连接可靠，接地件规范、工艺美观；跨接排连接可靠，导通良好，出线端部承受感应入地电流的连通导体连接可靠（包括三相汇流母线连接），工艺美观，标识清晰。 |
| 三相气室不应共用一个密度继电器 | 在签订技术协议时明确要求当三相气室共用一个密度继电器时，气体连接管路采用并联方式。在GIS设计联络会时，设计单位向厂家明确此项要求，监造及出厂验收时应重点检查此项。GIS到场验收时，应按照技术协议上的条款进行仔细核对，如发现问题要求厂家及时处理。 |
| 母线气室间伸缩节连接螺杆紧固方式不明确 | 检查伸缩节跨接接地排的安装配合满足伸缩节调整要求，接地排与法兰的固定部位应涂抹防水胶。检查伸缩节温度补偿装置完好，应考虑安装时环境温度的影响，合理预留伸缩节调整量。应对起调节作用的伸缩节进行明确标志。 |

## 5.4 标准工艺应用

气体绝缘金属封闭开关设备（GIS)安装（0102030206）

一、工艺标准：

（1）设备基础及预埋件的允许偏差：三相共一基础标高误差≤2mm;每相独立基础时，同相误差≤2mm,相间误差≤2mm;相邻间隔基础标高误差5≤mm;同组间中心线误差≤1mm;预埋件表面标高，相邻预埋件标高误差≤2mm, 并且高于基础表面1〜10mm;预 埋螺栓中心线误差≤2mm;室内安装时断路器各组中相与其他设备x、y轴误差≤5mm; 220kV及以下 室内外设备基础标高误差≤5mm, 220kV以上室内、室外设备基础标高误差≤10mm;室内、室外设备基础与y轴线误差≤5mm。

（2）GIS应可靠固定。调整垫片或调整螺栓应用符合产品和规范要求。

（3）电气连接可靠，且接触良好。

（4）GIS及其传动机构的联动正常，无卡阻现象，分、合闸指示正确，辅助开关及电气闭锁动作正确可靠。

（5）支架及接地线应无锈蚀和损伤，接地应良好。

（6）气室隔断标识完整、清晰。

（7）电缆及二次接线排列整齐、 美观，固定与防护措施可靠，有条件时采用封闭桥架形式。

（8）油漆应完整，相色标识正确。

（9） GIS的外套筒法兰连接处应作可靠跨接或确保法兰间的良好接触。

（10） GIS分支母线三相汇流母线连接符合产品及设计要求，并就近接入主接地网。

（11） 根据厂家要求安装调整好伸缩节并做好标识。

（12） 户外安装的SF6气体密度继电器应安装防雨罩（厂家提供）。

二、施工要点：

（1）GIS基础及预埋件平整度复测、平行预埋件直度、平整度复测。

（2）设备本体、母线组装：

1)部件装配应在环境温度-10〜40°C之间，无风沙、无雨雪的条件下进行，并根据基建安质〔2014) 38号《输变电工程设备安装质量管理重点措施（试行)》要求严格采取防尘、防潮措施。

2)应按制造厂的编号和规定的程序进行装配，不得混装。

3)各个气室预充压力检查必须符合产品技术要求。

4)应对可见的触头连接、支撑绝缘件和盘式绝缘子进行检查，应清洁无损伤。

5)法兰对接前应先对法兰面、密封槽及密封圈进行检查，法兰面及密封槽应光洁、无损伤，对轻微伤痕可平整。密封面、密封圈用清洁无纤维裸露白布或不起毛的擦拭纸蘸无水酒精擦拭干净。密封圈应确认规格正确，然后在空气一侧均匀地涂密封剂，涂完密封剂应立即接口或盖封板，并注意不得使密封剂流入密封圈内侧。6)对接过程测量法兰间隙距离均匀。连接完毕相间对称地拧紧螺栓，所有螺栓的紧固均应使用力矩扳手，其力矩值应符合产品的技术规定。

7)GIS元件拼装前，应用清洁无纤维白布或不起毛的擦拭纸、吸尘器（尤其是内壁、对接面）清理干净；盆式绝缘子应清洁、完好。

8)母线安装时，应先检查表面及触指有无生锈、氧化物、划痕及凹凸不平处，如有则采用砂纸将其处理干净平整，并用清洁无纤维裸露白布或不起毛的擦拭纸沾无水酒精洗净触指内部，在触指上涂上薄薄的一层电力复合脂，如不立即安装，应先用塑料纸将其包好。安装时将母线放在专用小车上，推进母线筒到刚好与触头座接触上，然后用母线插入工具，将母线完全推进触头座内；垂直母线采用专用工具进行安装。母线对接应通过观察孔或其他方式进行检查和确认。

9)套管的吊装：一般宜采用专用工具和吊带进行起吊，以保护套管不受损伤。

10)伸缩节安装长度符合产品技术文件要求。

(3)真空处理、注SF6气体：

1)充注前，充气设备及管路应洁净、无水分、 无油污；管路连接部分应无渗漏；吸附剂的更换方式、时间应符合产品技术要求。2)气体充入前应按产品的技术规定对设备内部进行真空处理，真空残压及保持时间应符合产品要求；抽真空时，应采用带有抽气逆止阀的真空泵，以防止突然停电或因误操作而引起破坏真空事故。

3)真空泄漏检查方法应按产品说明书的要求进行。

4)气室预充有SF6气体，且含水量检验合格时，可直接补气。 SF6气体充注前，必须按照规范要求对SF6气瓶抽样送检，其气体参数应符合要求。现场测量SF6气体含水量，每一瓶SF6气体含水量均应符合要求。充气至略高于额定压力，充气过程实施密度继电器报警、闭锁接点压 力值检查。

5)充注SF6气体时，应对SF6气瓶进行称重，充入SF6气体重量应符合产品技术文件要求。

6)设备内SF6气体漏气率应符合规范和产品技术要求。基本要求：各个独立气室SF6气体年泄漏率不大于1%。检漏方法符合产品说明书要求，通常采用内部压力检测比对与包扎检漏相结合的方法。

(4) 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，有条件时采用封闭桥架形式。

2)按照设计图纸和产品图纸进行二次接线，核对设计图纸、产品图纸与实际装置是否符合。

(5)检查确认GIS中断路器、隔离开关、接地开关的操动机构的联动应正常、无卡阻现象；分合闸指示应正确；辅助开关及电气闭锁应正确、可靠。

(6)密度继电器的报警、闭锁值应符合规定， 电气回路传动应正确。

(7)闭锁检查：“就地、远方”，“电动、手动”等各种闭锁关系正确。

(8)核对安装伸缩调整装置和温度补偿伸缩调整装置定位符合产品要求。

## 5.5 《输变电工程设备安装质量管理重点措施（试行）》

依据《输变电工程设备安装质量管理重点措施（试行）》 基建安质〔2014〕38号

二、GIS 设备安装质量管理措施

（一）GIS 设备安装的环境

1.GIS 设备安装应满足厂家要求的环境条件。一般情况下GIS 设备安装应在环境温度-10℃至 40℃之间，无风沙、无雨雪、空气相对湿度小于 80% 的条件下进行，洁净度在百万级以上。低于上述条件不得开展安装工作。

2. 220千伏及以上户外GIS安装时，应搭设防尘棚，对温度、湿度、洁净度进行实时监测；特高压户外 GIS 设备安装应采用自行装配式车间，对温度、湿度、洁净度进行实时控制（车间内温度控制在10-25℃，湿度小于70%，洁净度在百万级以上），实现工厂化安装。

3. 风沙大的地区应在防尘棚和自行装配车间入口处设置风淋室，通过风淋室吹去身上附带的粉尘及其他微粒。

4.GIS 所有单元开盖、内检及连接作业应在防尘棚和装配车间内单独设立的防尘室内进行，防尘室内及安装单元应按产品技术文件要求充入经过滤尘的干燥空气，并对温度、湿度、洁净度进行实时控制和检测。防尘室内的温度、湿度、洁净度的应连续检测并记录，不合格不得开展安装工作。

5.GIS 安装工程中，所有进入防尘室的施工人员应穿戴专用防尘服（白色连帽连体工装）。

6.GIS 设备安装的环境条件应得到厂家的认可，由监理、厂家共同签字确认，满足环境条件方可作业。

（二）GIS 安装过程

1.GIS 设备安装前，厂家应提供安装工艺设计，并向业主、施工、监理有关人员进行技术交底；由施工项目部根据设备厂家提供的安装工艺设计编制GIS设备安装施工方案，向监理报审批准，并向全体施工人员交底后方可进行施工。

2. GIS 元件拼装前，应用清洁无纤维白布或不起毛的擦拭纸、吸尘器将 GIS内壁、对接面等清理干净。

3.厂家应提供法兰对接定位销，法兰对接前先对法兰面、密封槽及密封圈进行检查，法兰面及密封槽应光洁、无损伤。密封面、密封圈用清洁无纤维白布或不起毛的擦拭纸蘸无水酒精擦拭干净。

4.厂家应提供法兰对接螺栓的紧固方式、紧固顺序、每次紧固的力矩及最终紧固力矩，并现场由监理监督按要求落实。

5.业主项目部或监理项目部应核实本工程 GIS 密封圈在其他工程中的使用情况，没有经过其它工程使用考验过的密封圈不得使用； 密封圈不得重复使用；密封圈安装环境温度不得低于-10℃。使用密封圈前应确认密封圈规格型号正确性，然后在空气一侧均匀地涂密封剂。涂完密封剂应立即接口或盖封板，并注意不得使密封剂流入密封圈内侧。

6.导体安装时，宜使用专用小车推入母线筒；垂直母线采用专用工具进行安装；母线对接应通过观察孔、内窥镜或其他方式进行检查和确认；应及时进行回路电阻检测。

7.在每次内检、安装及试验工作结束后，应清点用具及用品，检查确认无遗留物后方可封盖。

8. GIS安装过程中未涉及的密封面应检查复紧螺栓，确保密封性良好。

9.套管应采用专用工具和吊带进行吊装，以保护瓷套管不受损伤。特高压 GIS组装时应采用移动托架，不得采用吊车悬  
吊拼装，以确保安装精度，避免设备因附加应力受损。

10.GIS 设备安装完毕，在真空处理及 SF6 注气前，应对设备底座进行点焊，避免充气后设备移位。

11.在进行抽真空处理时，应采用出口带有电磁阀的成套自动化真空处理设备，且在使用前应检查确认电磁阀动作可靠，防止抽真空设备意外断电造成真空泵油倒灌进入设备内部。在真空处理结束后应检查抽真空管的滤芯是否有油渍。禁止使用麦氏真空计。

12.厂家需核实并登记各气室的气体种类，避免气体充错。

13.GIS 安装记录需厂家、监理共同签字确认。

## 5.6 GIS设备安装涉及优质工程评定“否决项”清单及评分表

依据《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，GIS设备安装涉及优质工程评定“否决项”清单如下：

“二、施工过程质量控制

（一）工程质量逐级验收

2. 工程质量逐级验收人员未到现场、验收程序不正确，报告数据不真实

检查：各级验收到位情况、验收程序及验收资料。

判定：两份及以上报告验收人员未签名，验收程序不正确，三处及以上验收数据不真实。

（二）主要材料设备试验报告

4. 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。

三、现场实物质量

（一）变电站工程

11. 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。

12. 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（主变中性点避雷器三点）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。

13. 二次设备接地不符合十八项反措要求

检查：电压、电流回路及保护装置屏柜内的交流供电电源的中性线。

判定：电压回路、电流回路多点接地；保护装置屏柜内的交流供电电源的中性线接入等电位接地网。

15. 防火封堵不符合封堵规范要求

检查：抽查电缆沟、屏柜、端子箱及就地控制柜等封堵部位。

判定：未进行防火封堵，或封堵材料不符合防火要求的工程项目。

16. GIS伸缩节安装质量不满足规范要求

检查：全数检查GIS伸缩节螺栓连接和相邻筒体高差。

判定：存在筒体高低差超标、伸缩节螺栓未按要求松扣的。”

# 6. 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

## 6.2 安全强制性条文执行

表6-2：变电（换流）站工程施工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 |
| 500kV 宿豫东变电站新建工程 |  |  |  |  |
| 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 | 5.1.2 断路器、隔离开关、组合电器安装  13 在六氟化硫电气设备  上及周围的工作应遵守下列规定：  2）工作人员进入六氟化  硫配电装置室，入口处若无六氟化硫气体含量显示器，应先通风15min，并检测六氟化硫气体含量合格。严禁单独一人进入六氟化硫配电装置室内工作。 |
|
| 2 | 14 六氟化硫气体回收、抽  真空及充气工作应遵守下列规定：  4）六氟化硫配电装置发生大量泄漏等紧急情况时，  人员应迅速撤出现场，室内应开启所有排风机进行排风。 |
|
| 3 | 5.4.3 二次回路传动试验及其他  2 对电流互感器一次侧进  行通电试验时，二次回路严禁开路，短路接地必须使用短接片或短接线，严禁用导线缠绕。 |
|
|

## 6.3 施工安全风险识别、评估及预控措施

表6-3：施工安全风险识别、评估及预控措施表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 03030000 | 变电站GIS组合电器安装 | | | |
| 03030100 | GIS组合电器安装 | | | |
| 03030102 | 户外GIS就位 | 机械伤害  物体打击  高处坠落 | 2 | 1. 技术人员应根据GIS的单体重量配备吊车、吊绳，并计算出吊绳的长度及夹角、起吊时吊臂的角度及吊臂伸展长度，同时还要考虑吊车的转杆半径和起吊高度。 2. GIS就位前，作业人员应将作业现场所有孔洞盖严，避免人员摔伤。电缆沟应设置安全通道。 3. 安装GIS时，施工场地必须清洁，并在其施工范围内搭设临时围栏，并与其他施工场地隔开。设置安全通道、警示标志。 4. GIS吊装应设置溜绳，起吊时指令明确，进入就位地点时缓慢下落，严禁急速松勾就位，防止设备损坏及砸伤人员。 5. GIS就位拆箱时，作业人员应相互照应，特别是在拆较高大包装箱时，应用人扶住，防止包装板突然倒塌伤人。 |
| 03030104 | 户外GIS母线及母线筒对接 | 机械伤害  物体打击  高处坠落  其他伤害 | 2 | 1. 户外GIS主体设备与母线筒对接，应采用吊车进行安装作业。 2. 指挥人员应指令明确，法兰对接时应采用导引棒缓慢进行。作业人员可使用撬杠做小距离的移动，但应注意，手不要扶在母线筒等设备的法兰对接处，避免将手挤伤。 3. 使用撬杠时，不要用力过猛，防止滑杠伤人及碰撞设备。 4. GIS就位拆箱时，作业人员应相互照应，特别是在拆较高大包装箱时，应用人扶住，防止包装板突然倒塌伤人。 5. 设备起吊升至高处，应设置溜绳。 6. 进入较长母线筒在进行清擦时，要有通风及防治烧伤措施，监护人不得擅自离开。 7. GIS安装时打开罐体封盖前应确认气体已回收，表压为零；检查内部时，含氧量应大于18%方可工作，否则应吹入干燥空气。 |
| 03030105 | GIS套管安装 | 机械伤害  高处坠落 | 3 | 1. 吊装过程中应设专人指挥，指挥人员应站在能全面观察到整个作业范围及吊车司机和司索人员的位置，对于任何工作人员发出紧急信号，必须停止吊装作业。 2. 作业人员不可站在吊件和吊车臂活动范围内的下方，在吊件距就位点的正上方200～300mm稳定后，作业人员方可开始进入作业点。 3. 起吊套管应采用厂家专用工具。 4. 摘除套管吊绳时，作业人员宜使用升降车摘钩。户内套管吊装应采用作业平台，作业人员宜站在平台上拆除吊绳。 5. 不得抛掷溜绳和吊绳。 |
| 03030106 | 抽真空、充气 | 物体打击  中毒 | 2 | 1. 抽真空应设专用电源，其过程专人进行监控。 2. 搬运SF6气瓶应采用气瓶小车或两人进行，搬运过程轻抬轻放，防止压伤手脚。 3. 户外GIS充气时，SF6气体瓶必须有减压阀，作业人员必须站在气瓶的侧后方或逆风处，并戴手套和口罩，防止瓶嘴一旦漏气造成人员中毒。 4. 户内GIS充气时，作业人员应将窗门及排风设备打开。 5. 在充SP6气体过程中，作业人员应进行不间断巡视，随时查看气体检测仪是否正常，并检查通风装置运转是否良好、空气是否流通。如有异常，立即停止作业，组织作业人员撤离现场。 6. 施工现场应准备气体回收装置，发现有漏气或气体检验不合格时，应立即进行回收，防止SF6气体污染环境。 7. 户外作业时，SF6气瓶在夏季应有防暴晒的措施。冬季施工时，SF6气瓶严禁用火烤。 |

# 7. 文明施工及环境保护

## 7.1 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

| **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 |

## 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）现场施工固废、液体废弃物应按其有毒、无毒及类别在指定地点进行分类、集中存放，并按规定及时清理出现场。变压器废油、油漆桶丙酮、酸液等有毒废弃物，严加管理，分类集中后送交有资质的环保单位处理，严禁流入水体污染水源。

（6）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。

（7）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。

（8）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。

（9）禁止将有毒有害废弃物作土方回填。

（10）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。

（11）采用低噪声设备和工艺代替高噪声设备与加工工艺，晚间不进行噪音较大的加班作业。

（12）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。

（13）对违反环境保护措施、规定的施工人员要坚决处理。

（14）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。

（15）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，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）使用砂轮机、錾剔修口、火焊、高速切削，接触化学危险品必须戴防护目镜。

6）严禁酒后进入施工现场。

7）严禁在吸烟室以外的施工区、库房、设备堆场吸烟。

8）严禁擅自进入危险作业区域。

9）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。

10）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。

11）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。

12）禁止戴手套使用钻床；禁止砂轮切割锯、砂轮机侧向打磨。

13）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。

14）起吊物下，转向滑车受力钢丝绳内侧不得有人逗留。

15）任何人不得强迫职工进行违章和冒险作业。

16）遵章守纪，坚持三不伤害，搞好安全文明施工。

17）冬季施工应加强职工安全教育，加强冬季作业安全施工监护，落实各项防触电、防寒防冻措施。

18）冬季施工适当调整作息时间，早上迟上班、上午迟收工，延长休息时间、下午早上班，早收工，避开寒冷低温时段作业；现场休息区应设置工棚或其他必要的取暖设施，合理安排好作息时间。

# 8附录1 25T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 |
| 22 |  |  |  |  | 1 | 0.9 | 1 |
| 24 |  |  |  |  |  | 0.7 | 0.8 |
| 26 |  |  |  |  |  | 0.5 | 0.5 |
| 28 |  |  |  |  |  |  | 0.4 |
| 29 |  |  |  |  |  |  | 0.3 |

**图8.1 25吨吊车性能表**

# 9附录2 施工总平面图

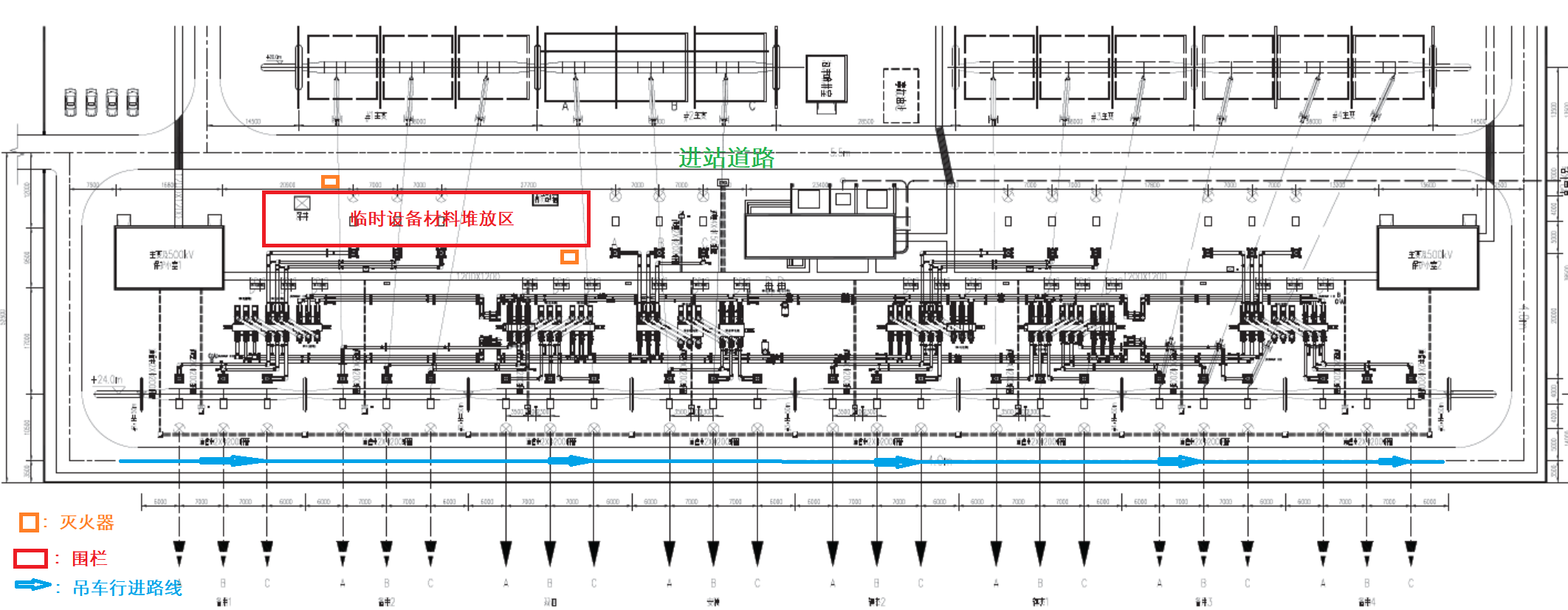


图9.1 施工总平面图