

# 220kV 交流海底电缆预鉴定试验工作方案

## 1、概述

预鉴定试验是在批量提供一种型号的超高压电缆及其附件之前,为了验证完整的电缆系统具有满意的长期可靠性能而进行的试验,依据 GB/T 32346.1~3, DL/T 2233 等标准开展。

根据以上标准要求,预鉴定试验的试样应布置成能代表安装设计条件,如户外终端去、阳光直射段、隧道段、穿管埋地段、直埋段、弯曲段、海水模拟段等。试验布置完成后,按顺序进行:热循环电压试验,雷电冲击电压试验,电缆系统(电缆和附件)检查。

热循环应采用导体电流加热被试回路,直到电缆导体温度达到  $90^{\circ}\text{C}\sim 95^{\circ}\text{C}$ 。试验期间由于环境温度的变化需要调节导体电流,所选的加热方式应使远离附件处的电缆导体温度达到上述规定。

加热时间应至少 8h。每个加热期内导体温度应维持在规定的温度范围内至少 2h,接着是至少 16h 的自然冷却。

在整个 8760h 的试验时间内应对被试回路施加  $1.7U_0(216\text{kV})$  电压和热循环,加热和冷却循环应进行至少 180 次。

试验期间电缆系统不能发生击穿。

热循环电压试验结束后,从电缆系统上取下有效长度至少 30m 的电缆试样,在导体温度达到  $90^{\circ}\text{C}\sim 95^{\circ}\text{C}$  下进行雷电冲击电压试验,也可以直接在电缆系统上进行。电缆试样或者电缆系统应耐受 1050kV 正负极性各 10 次雷电冲击电压而不发生击穿。

雷电冲击电压试验后对电缆系统进行检验,应无可能影响电缆系统正常运行的劣化迹象。

## 2、试验样品

电缆系统由电缆和瓷套管终端、复合套管终端、GIS 终端、预制工厂接头、直通修理接头组成。

## 2.1 试验回路

### 2.1.1 电缆

名称：交联聚乙烯绝缘铅套粗圆镀锌钢丝铠装聚丙烯纤维外被层光纤复合海底电缆系统（含工厂接头）

型号规格：HYJQ41-F 127/220kV 1x1600+2X24B1

### 2.1.2 瓷套管式户外终端

### 2.1.3 锥形复合套管式户外终端

### 2.1.4 整体预制式直通中间接头

### 2.1.5 装配式 GIS 终端（含延长金具）

## 3、电缆系统敷设安装

电缆系统敷设安装在国家电线电缆质量检验检测中心（江苏）预鉴定试验户外场内。电缆系统长度约为 140m，包括户外终端和接头的长度。辅助测控温电缆回路长度约为 25m。预鉴定试验系统回路布置示意图 1。

### 3.1 试验回路

预鉴定试验电缆系统在空气中敷设部分，设有终端区、阳光照射段、加热区、隧道敷设段；直接埋地部分，设有穿管敷设、直接埋地敷设并且还设有按电力部门要求设置弯曲半径的弯曲敷设等；海水模拟环境部分，包括修理接头和工厂接头。

空气阳光照射段、穿管和直接埋地敷设段长度均不小于 10m。隧道敷设段长度不小于 15m，隧道内还设有垂直蛇形敷设，波长 6.0m，波幅 0.31m。弯曲辐射的弯曲部分弧度为 $\pi/2$ ，其弯曲半径为 15D，D 为电缆实测平均外径。直埋和电缆导管埋入地下深度约 1m。电缆导管采用 PVC 管，内径约为 250mm。修理接头和工厂接头安装在海水模拟池中，海水池宽约 3m，长约 24m，深约 1.5m。户外终端下的电缆和直通接通两端的电缆均刚性固定在支架上。

电缆系统每段电缆均采用一端接地,这种接地可使绝缘接头绝缘环两侧的感应电压最高。所有接地均使用接地线连到一起,并与高压设备的接地相连。

### 3.2 模拟回路

模拟回路的电缆分地面和地下布置(地下深 1m),其中地面为阳光直射段(12m),地下为穿管段和直埋段(共 10m),地面和地下段通过金具连接。

### 3.3 热电偶布置

试验回路中根据电缆所处环境不同,每种敷设环境均在外护套表面设置一个测温点。即阳光直射段、加热段、穿管段、直埋段、弯曲段、隧道段和海水环境模拟段。地下部分的电缆,每一测温点设置 2 个探头,其中 1 个作为备用。

模拟回路中根据电缆所处环境不同,每种敷设环境在外护套表面和导体内分别设置一个测温点。即阳光直射段、加热段、穿管段、直埋段。其中,地面段和地下段导体的温度以先到达 90℃~95℃时确定为加热电流。

# 电缆特性确认

1. 生产厂全称: 江苏通光海洋光电科技有限公司

Manufacturer: Jiangsu Tongguang Marine Opto-Electronic Technology Co., Ltd.

产品型号和名称: HYJQ41-F 127/220kV 1x1600+2X24B1

交联聚乙烯绝缘铅套粗圆镀锌钢丝铠装聚丙烯纤维外被层光纤复合海底电缆系统(含工厂接头)

Designation: Copper conductor XLPE Insulation lead alloy sheath thick round Galvanized steel wire armored PP outer layer optical fiber composite submarine power cable System (including factory joint)

生产日期: 2024年6月

Manufacturing date: 2024.06

2.  $U_0=127kV$ 、 $U=220kV$ 、 $U_m=252kV$

3. 导体类型:

材料 Material of conductor: 铜 Copper

结构 Conductor construction: 紧压绞合圆形导体 Stranded compacted circular conductor

纵向阻水措施及其性质: 半导电阻水带

Presence and nature of longitudinal water-blocking measures: semiconductive water-blocking tape

以  $mm^2$  表示的标称截面 Nominal cross-section expressed in  $mm^2$ : 1600

导体最高工作温度 Maximum operating temperature of conductor: 90 °C

导体结构 Conductor construction: 紧压绞合圆形导体 Stranded compacted circular conductor

4. 绝缘料型号 Type of insulation: LS4201S 绝缘标称厚度 Nominal thickness of insulation: 24mm

导体屏蔽 Type of conductor screen: LE0592S 导体屏蔽标称厚度 Nominal thickness of conductor screen: 1.8mm

绝缘屏蔽 Type of insulation screen: LE0592S 绝缘屏蔽标称厚度 Nominal thickness of insulation screen: 1.2mm

5. 绝缘系统制造工艺的类别 Type of manufacturing process for insulation system: VCV

6. 屏蔽处的阻水措施(如果有)及其特性: 半导电阻水缓冲带, 2层, 厚度 0.5mm

Presence, if any, and nature of water tightness measures in the screen: semiconductive water-blocking tape, 2 layers, thickness 0.5mm

7. 金属屏蔽类型 材料和结构尺寸 Material, construction and the nominal thickness of metal screen: 合金铅、4.1mm Lead alloy, 4.1mm

8. 外护套的材料和标称厚度 Material and the nominal thickness of oversheath: PP绳、4.0mm, PP yarn、4.0mm

9. 导体标称直径( $d$ ) Nominal diameter of the conductor ( $d$ ): 48.4mm

10. 成品电缆标称外径 ( $D$ ) Nominal overall diameter of the cable ( $D$ ): 158.5mm

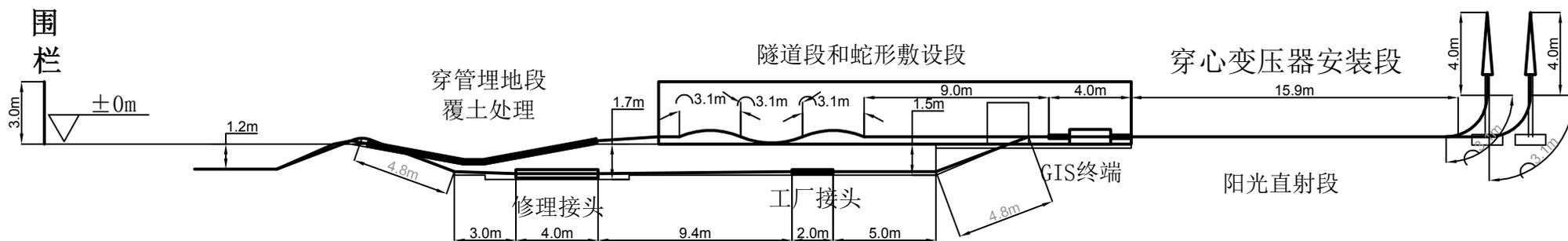
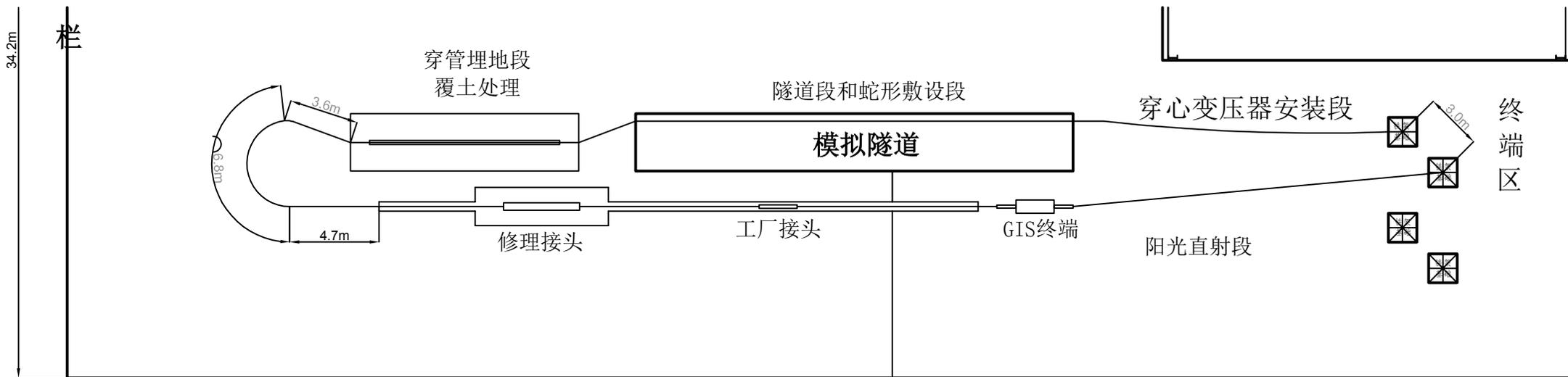
11. 绝缘标称内径 ( $d_{ii}$ ) Nominal inner diameter ( $d_{ii}$ ): 53.5mm

计算出的标称外径 ( $D_{io}$ ) Calculated nominal outer diameter( $D_{io}$ ): 101.5mm

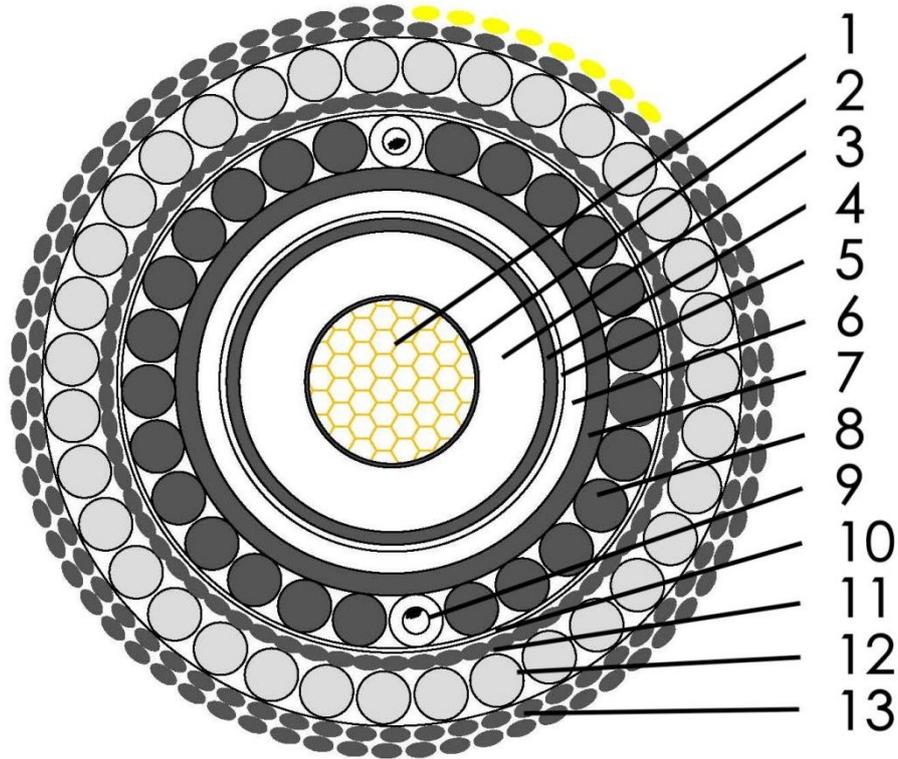
12. 导体和金属屏蔽或金属套之间的标称电容 (长度 1km) Nominal capacitance between conductor and metal screen / sheath(Length 1km): 0.199  $\mu$ F/km

13. 导体屏蔽标称电场强度  $E_i$  Nominal electrical stress at conductor screen under  $U_0(E_i)$ : 7.40 kV/mm

绝缘屏蔽标称电场强度  $E_o$  Nominal electrical stress at insulation screen under  $U_0(E_o)$ : 3.90 kV/mm



# HYJQ41-F 127/220kV 1x1600+2X24B1 结构图及结构参数



序号	电缆结构	标称厚度 (mm)	标称外径 (mm)
1	阻水铜导体	-	48.4
	半导电阻水绑扎带	0.3	49.3
	半导电特多龙带	0.2	49.9
2	导体屏蔽	1.8	53.5
3	XLPE 绝缘	24.0	101.5
4	绝缘屏蔽	1.2	103.9
5	半导电阻水带	2*0.5	106.9
6	合金铅套	4.1	115.1
7	半导电 PE 护套	3.7	122.5
8	PE 护条	-	6.0
9	光单元	-	5.5
10	包带	2*0.2	135.7
11	内衬层 (PP 绳+沥青)	2.0	139.3
12	镀锌钢丝	6.0	151.3
13	外被层 (双层 PP 绳+沥青)	4.0	158.5



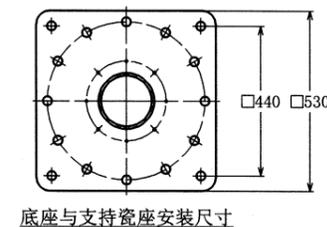
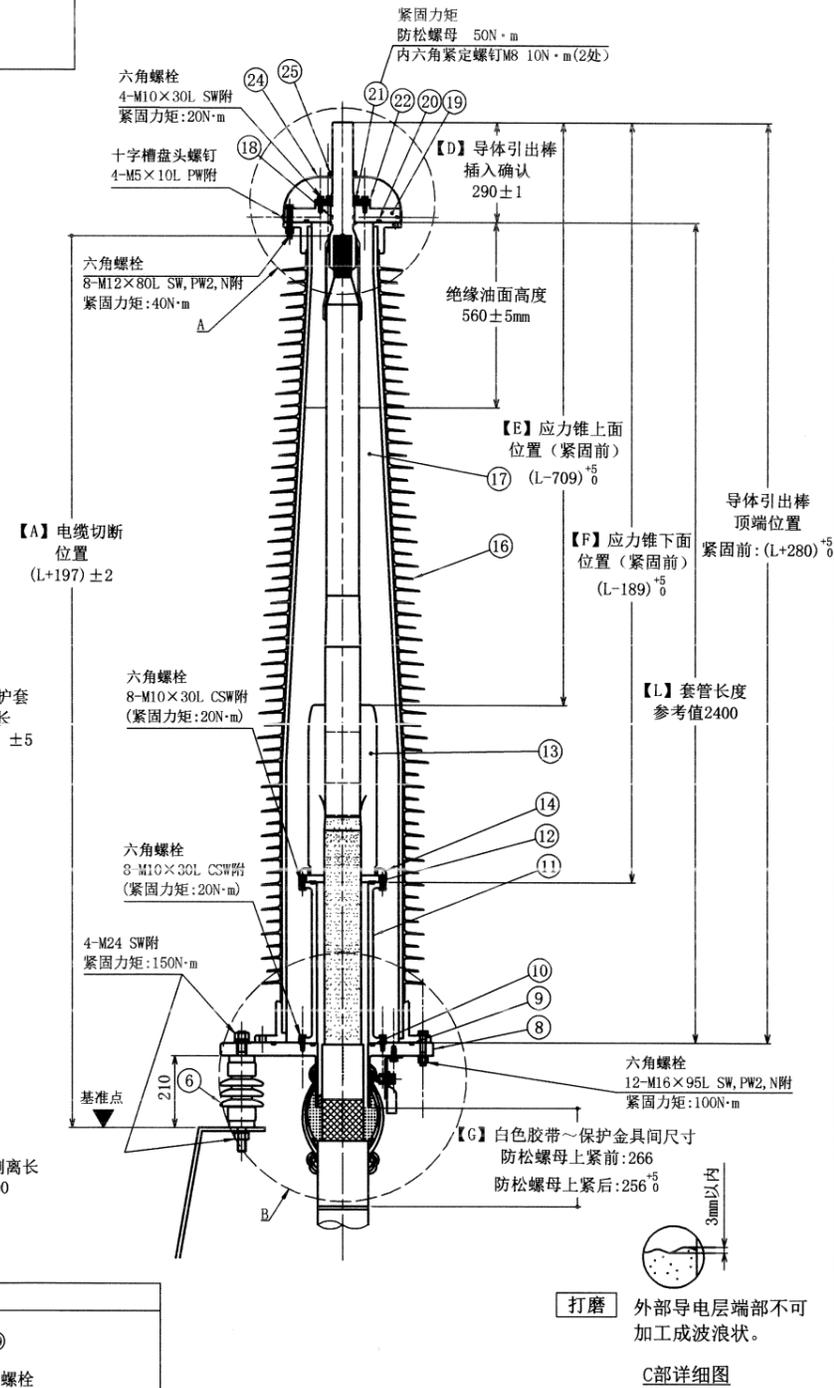
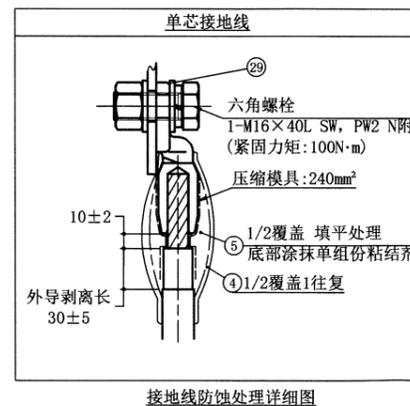
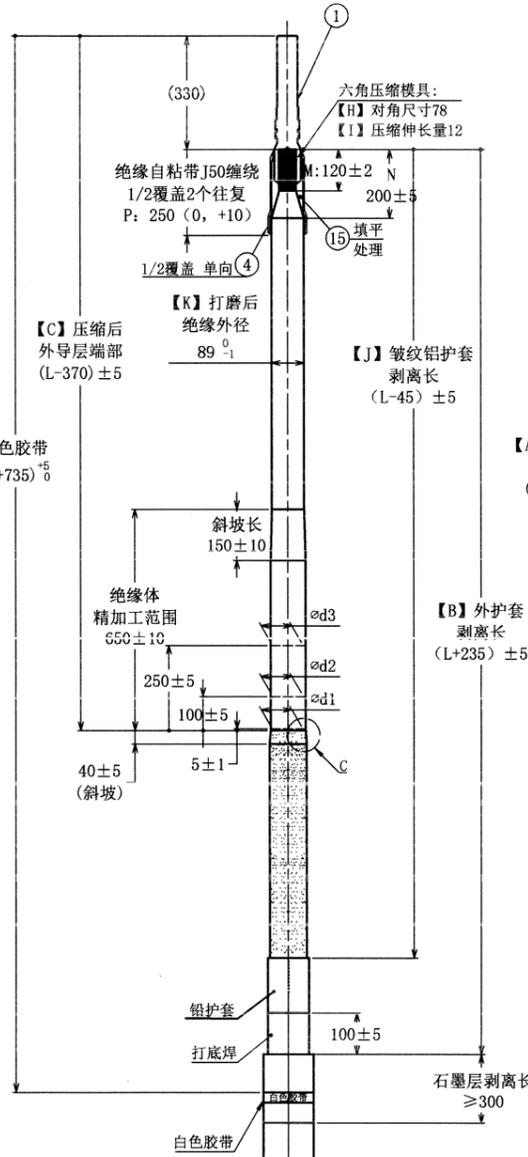
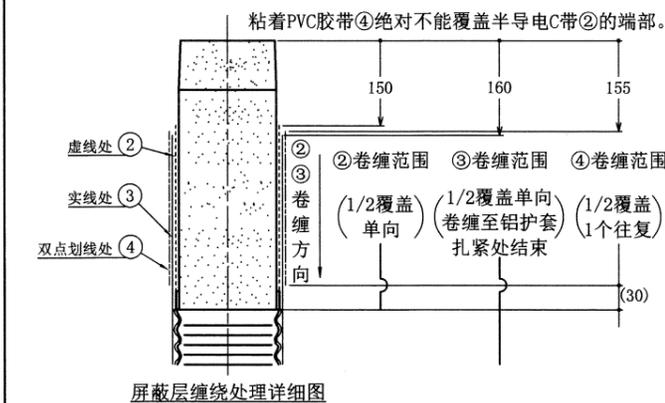
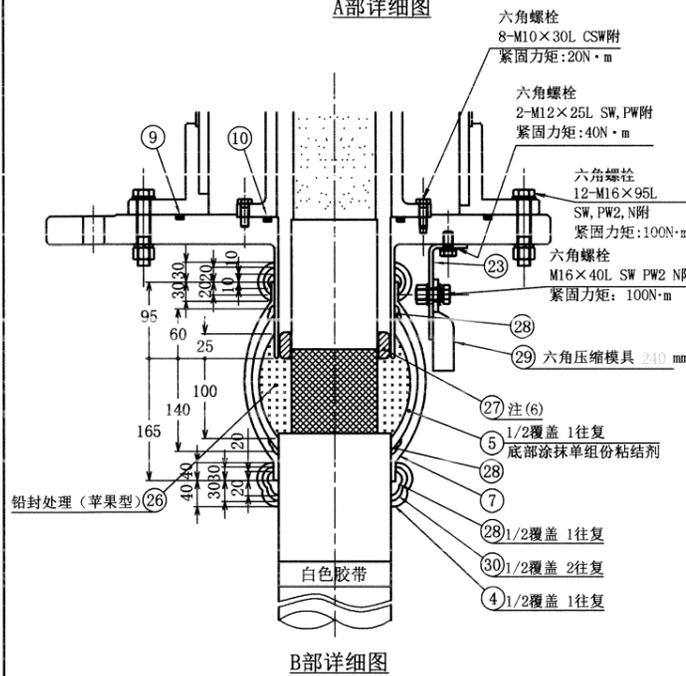
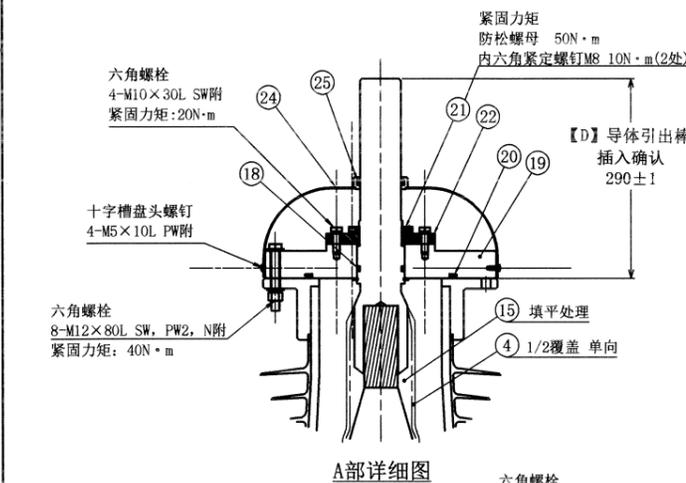
注(1) 组装顺序如下

导体引出棒压缩 → 电缆处理 → 应力锥插入

- 应力锥插入前, 需测量电缆绝缘外径 $d_1, d_2, d_3$ 。应力锥内径与电缆绝缘外径的径差应在 $6.0 \sim 12.0$ mm内。
- 将实测值尺寸L, A~G(1相)记录在安装确认表中。
- 电缆绝缘与应力锥界面上只可使用改性硅油作为润滑剂。
- 确认支持瓷座的高度为210mm后, 再进行电缆处理。
- 保护金具内使用铅块衬垫时, 先使用长300mm的铅块进行衬垫。铅块安装后, 两端缺口的间距 $>65$ mm时, 另外从长100mm的铅块上, 截取合适长度的小铅块填充后再进行封铅。
- 固定端子根据实际情况由客户进行安装。
- 确认户外终端底部电缆已使用夹具固定牢固。
- 产品为铅封结构, 不带相色, 不带铭牌, 单芯接地。

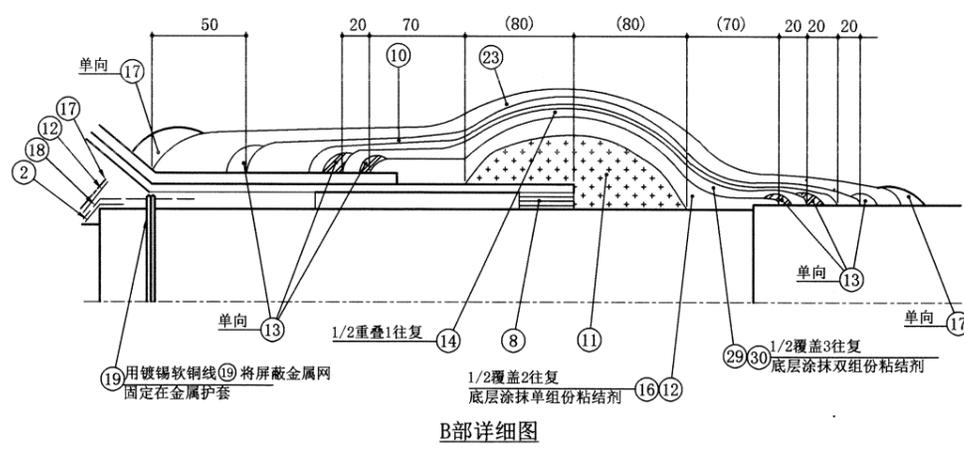
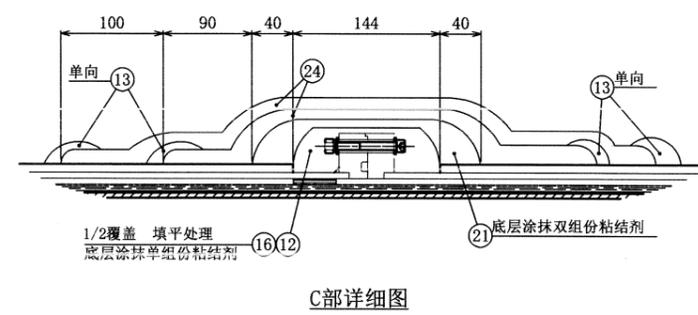
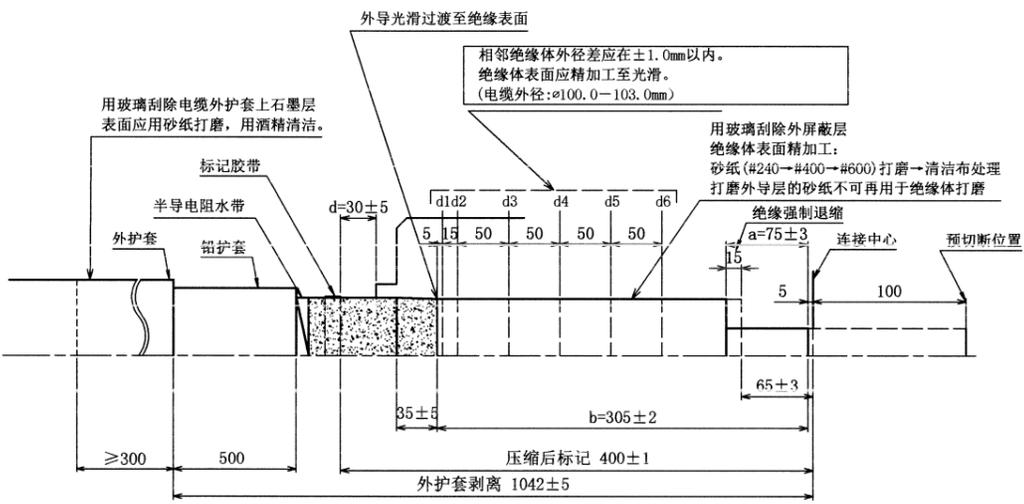
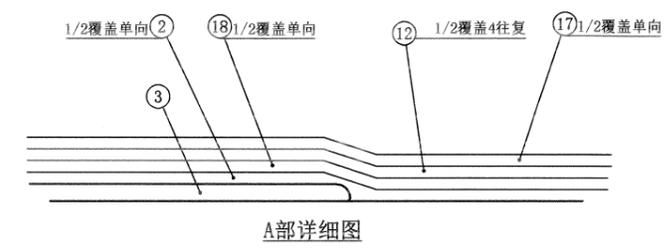
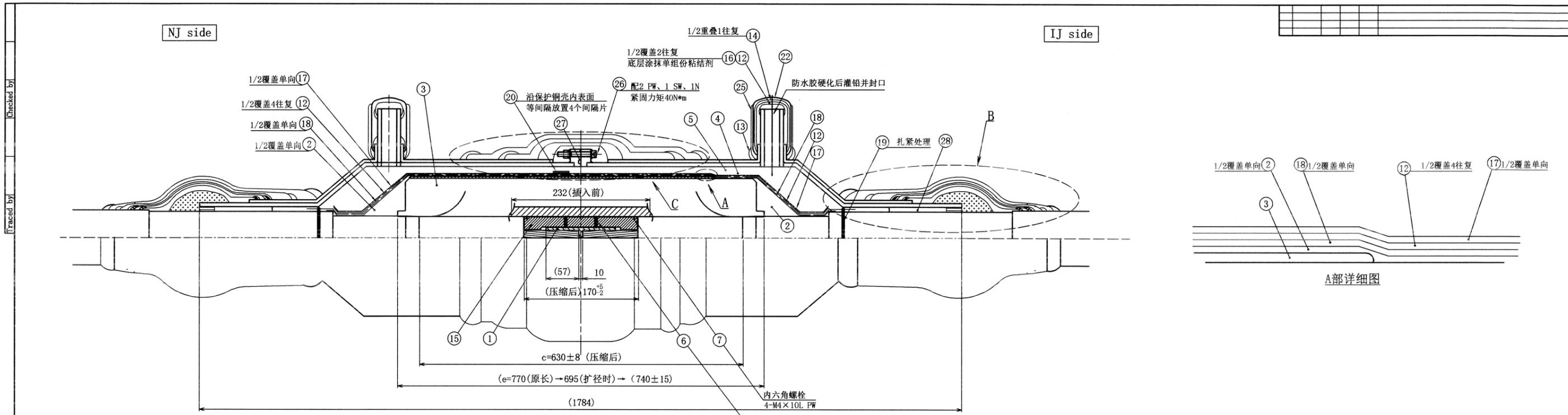
应力锥内径	对应绝缘体外径范围	K(-1,0) 打磨后绝缘外径
$\phi 90$	$\phi 96 \sim 102$	$\phi 89$

	$\phi d_1$	$\phi d_2$	$\phi d_3$



顺序	组装项目	No.	适用零件	备注	注意事项
25	接地座安装	②③	接地金具 接地端子		
23	手卷防蚀处理	④⑦②⑧⑤	粘性PVC胶带 W40mm L20m 防水带 W50mm L3m 热缩管 密封带 W50mm L3m 绝缘自粘带 J10 W40mm L10m		从保护金具侧开始收缩。 底部涂抹单组份粘接剂。
22	铅封处理	②⑦⑥	铅皮/铅块 铅条		
21	防晕罩安装	②⑤④	密封圈 P60 防晕罩		
20	防松螺母安装	②①	防松螺母		
19	导体固定金具安装	②②	导体固定金具		
18	上部金具安装	②⑨⑧	上部金具 密封圈 P60		
17	绝缘油注入	②⑦	绝缘油		
16	复合套管安装	②⑥	复合套管		
15	上部胶带处理	②⑤④	绝缘自粘带 J50 W40mm L10m 粘性PVC胶带 W40mm L20m		绝缘自粘带J50外必须缠绕粘性PVC胶带, 粘性PVC胶带收口位置必须用卡布通带收紧。
14	应力锥插入 应力锥固定环安装	②⑬⑭	应力锥 应力锥固定环		在应力锥内表面和电缆绝缘体表面涂抹改性硅油。 预先安装在应力锥上, 与应力锥一起安装。
13	连接金具安装	②⑫⑪	密封圈 P165 连接金具		
12	保护金具安装	②⑩⑨⑧⑦	密封圈 P165 密封圈 P400 保护金具 热缩管		
11	支持瓷座安装	②⑥	支持瓷座		
10	屏蔽处理	②④③②	粘性PVC胶带 W40mm L20m 屏蔽金属网 W50mm L15m 半导电C带 W40mm L10m		
9	绝缘体表面打磨				砂纸#240→#400→#600→清洁巾+酒精
8	外部半导电剥离				
7	导体引出棒压缩	①	导体引出棒		注意防止导体插入不足。
6	导体接口加工				
5	电缆精确切断				电缆切断长度已经考虑了导体引出棒压缩时的伸长。
4	加热整直				
3	皱纹铝护套剥离				
2	外护套剥离				
1	电缆预切断				

项目名称	批准	名称	220kV XLPE
江苏通光交流220kV海	校对	设计	锥形复合套管式户外终端(出线一体化)
缆系统预鉴定试验合作	设计	比例	NTS
协议	比例	图纸编号	1C002827
特变电工昭和(山东)电缆附件有限公司			



- 注1. 砂纸打磨顺序(#240-#400-#600), 最后清洁中+酒精抛光。  
2. 为了防止绝缘破坏在橡胶绝缘体上卷缠绝缘胶带。  
3. 铜壳需要铅封的位置在套装前预先在焊接位置进行底焊处理。  
4. 使用模具:79H67D(椭圆模具)→67D(圆形模具)/理论压缩伸长:10mm(连接管全长123mm)  
5. 铅封的过程中注意温度及加热时长的控制, 避免损伤电缆及铜壳外附PE塑胶套。  
6. 导体连接管压缩前, 去除电缆分割导体间的隔离物  
7. 胶带使用时的拉伸:  
    半导体C带②: 拉伸到宽为27mm。(未拉伸时原宽:40mm)  
    绝缘自粘带⑫: 拉伸到宽为27mm。(未拉伸时原宽:40mm)  
8. 外层热缩管需要完全覆盖内层热缩管, 内层热缩管收缩前根据实际情况进行裁剪。  
9. 绝缘自粘带⑫缠绕前涂抹单组份粘接剂。  
10. 绝缘自粘带J10/DJ-10不可代替J50/F-C035使用, J50/F-C035可以代替J10/DJ-10使用。  
11. 缠绕带材之前需清理部件表面, 去除油污等异物。  
12. 保护金具内使用铅块衬垫时, 先使用长300mm的铅块进行衬垫。铅块安装后, 两端缺口的间距>65mm时, 另外从长100mm的铅块上, 截取合适长度的小铅块填充后再进行封铅。  
13. 铜壳组装完成后, 外部由起帆安装机械固定壳并对铜壳进行支撑固定, 确保固定牢靠并保证其水平安装。  
14. 括号内尺寸为参考尺寸。

30	双组份粘接剂	爱牢达60g
29	玻璃带	W75mm L10m
28	衬垫	
27	O型密封圈	P295
26	内六角螺栓	M12×100L×100s
25	热缩管	NO. 1175 80A
24	热缩管	NO. 1175 400A L600
23	热缩管	NO. 1175 300A L600
22	热缩封帽	ϕ100mm L140mm
21	环氧胶泥	
20	黑色PVC间隔片	W20mm×L100mm
19	镀锡软铜线	ϕ2mm×L5m
18	屏蔽金属网	W50mm×L15m
17	粘性PVC胶带	W40mm×L20m
16	单组份粘接剂	万能胶 10g
15	导体连接管护套	
14	防水带	W40mm×L10m/W50mm×L3m
13	密封带	W50mm×L3m
12	绝缘自粘带	W40mm×L10m
11	铅条	
10	热缩管	NO. 1175 250A L450
9	低温铝条	
8	铅皮/铅块	
7	内六角螺栓	M4×10L
6	内六角凹端紧定螺钉	M8×12L
5	保护铜管	
4	防水混合物	(A+B)小桶
3	橡胶绝缘体	
2	半导体C带	W30mm×L5m
1	导体连接管	

测定位置	各尺寸(mm)					绝缘体精加工外径(mm)					
	a 导体露出长	b 外导剥离长	c 外导两端间距离	d 橡胶绝缘体安装位置	e 橡胶绝缘体的长度(安装后)	d1	d2	d3	d4	d5	d6
尺寸	75±3	305±2	630±8	30±5	740±15 (参考值)	相邻绝缘体外径差应在±1.0mm以内, 绝缘体表面应精加工至光滑。 (电缆外径范围: ϕ100.0~103.0)					
测定值											

项目名称: 江苏通光交流220kV海缆系统预鉴定试验合作协议-1

批准: 李学斌

校对: 李学斌

设计: 李学斌

比例: NTS

名称: 220kV XLPE 1600mm<sup>2</sup> 整体预制式直通接头

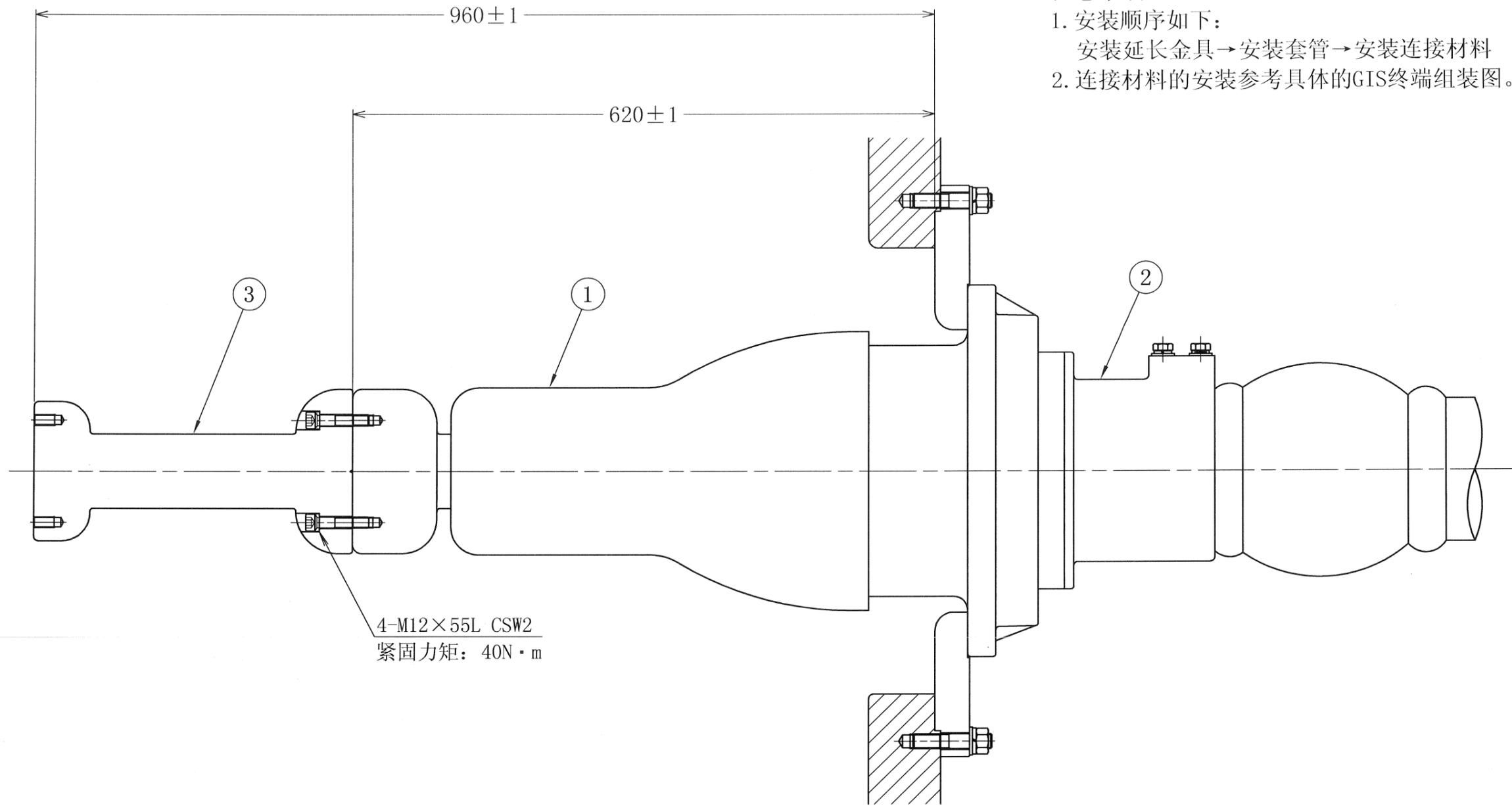
图纸编号: 1C002862

特变电工昭和(山东)电缆附件有限公司



Checked by

Traced by



注意事项:

1. 安装顺序如下:

安装延长金具 → 安装套管 → 安装连接材料

2. 连接材料的安装参考具体的GIS终端组装图。

4-M12 × 55L CSW2  
 紧固力矩: 40N · m

3	延长金具	1
2	连接材料	1
1	套管	1
部分	零件名	数量

项目名	批准	金子一	12.10.23	名称	220kV GIS终端
	校对	田斌	12.10.22	延长金具组装图	
	设计	石猛	12.10.22		
	比例	NTS		图纸编号	3C000015
特变电工昭和(山东)电缆附件有限公司					