

附件一

新疆火烧云铅锌矿 60 万吨/年铅锌冶炼
工程配套 220 千伏输变电项目工程

设备招标技术规范书
标包四：动态无功补偿（SVG）设备

二零二四年十月

目录

1	总则	1
2	设计条件	1
2.1	工程概述	1
2.2	环境条件及设备安装方式	1
2.3	应遵循的主要标准	2
3	35kV 动态无功补偿装置（SVG）技术要求	3
3.1	设备型号规格	3
3.2	技术要求	4
3.3	供货范围	18
4	试验内容	21
4.1	型式试验	21
4.2	现场验收试验	21
4.3	现场验收试验	21
5	技术资料和交付进度	22
5.1	一般要求	22
5.2	技术文件	22
5.3	投标方应提供的技术文件	23
6	技术服务和联络	25
6.1	投标方现场技术服务	25
6.2	售后服务	26
6.3	培训	26
6.4	设计联络	27
7	设备监造（检验）和性能验收试验	28
7.1	概述	28
7.2	检验和监造	28
7.3	试验	29
8	包装、运输和贮存	29
9	安装及质量保证	30
9.1	安装指导	30
9.2	质量保证	30
10	技术差异表	31
11	招标文件附图	32
12	交货	32

1 总则

1.1 本技术协议适用于高压动态无功补偿装置。它提出了该设备的功能设计、结构、性能、安装和试验等方面的技术要求。

1.2 本设备技术协议提出的是最低限度的技术要求，并未对一切技术细节作出规定，也未充分引述有关标准和规范的条文，卖方应提供符合工业标准和本技术协议的优质产品。

1.3 如果买方没有以书面形式对本技术协议的条文提出异议，则意味着卖方提供的设备完全符合买方规范书的要求。如有异议，不管是多么微小，都应在报价书中以“对规范书的意见和同规范书的差异”为标题的专门章节中加以详细描述。

1.4 本设备技术协议所使用的标准如遇与卖方所执行的标准不一致时，按较高标准执行。

1.5 本设备技术协议经双方确认后作为订货合同的技术附件，与合同正文具有同等的法律效力。

1.6 本设备技术协议未尽事宜，由双方协商确定。

2 设计条件

2.1 工程概述

本项目计划于洛浦县和田地区昆冈经济技术开发区有色金属产业园建设一座 220kV 变电站，本期主变容量为 $2 \times 75\text{MVA}$ ，主变 ($2 \times 75\text{MVA}$) 电压变比为 220/10kV，220kV 侧采用双母线单分段接线，出线 10 回，本期两回。主变 10kV 侧采用单母线四分段环形接线。每台主变 10kV 侧建设 SVG 间隔 1 个，无功补偿装置一组，每台主变 10kV 侧出线 23 回，本期 13 回，并预留相应数量间隔扩建位置。

项目名称：新疆火烧云铅锌矿 60 万吨/年铅锌冶炼工程配套 220 千伏输变电项目工程

变电站站址位置：洛浦县和田地区昆冈经济技术开发区有色金属产业园

2.2 环境条件及设备安装方式

✧ 极端最低气温：45℃

- ◇ 极端最高气温： -35℃
 - ◇ 相对湿度平均值： 43 %
 - ◇ 海拔高度： 1584 米
 - ◇ 设备抗震能力： 8 度
 - ◇ 污秽等级： e 级
- 安装方式： SVG 本体装置布置于建筑物内。

2.3 应遵循的主要标准

乙方应针对本工程的设计、制造、调试、试验及检查、试运行、性能考核等要求，提交所有相关标准、规定及相关标准的清单。在合同执行过程中采用的标准需经甲方确认。

IEC 60270 (2000-12)	高压试验技术 局部放电测量
GB 311.1	高压输变电设备的绝缘配合
GB 1985	高压交流隔离开关和接地开关
GB 50060	3~110kV 高压配电装置设计规范
GB 50150	电气装置安装工程电气设备交接试验标准
GB 50260	电力设施抗震设计规范
GB 11032	交流无间隙金属氧化物避雷器
GB 20840.1	互感器第 1 部分：通用技术要求
GB 20840.2	互感器 第 2 部分：电流互感器的补充技术要求
GB/T 1094.6	电力变压器 第 6 部分：电抗器
GB/T 7354	局部放电测量
GB/T 8287	标称电压高于 1000V 系统用户内和户外支柱绝缘子
GB/T 16927.1~16927.2	高电压试验技术
GB/T 26164.1	电业安全工作规程 第 1 部分：热力和机械
GB/T 26218.1~26218.3	污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定

DL/T 584	3kV~110kV 电网继电保护装置运行整定规程
DL/T 586	电力设备监造技术导则
DL/T 620	交流电气装置的过电压保护和绝缘配合
Q/CSG 1 0001	变电站安健环设施标准
Q/CSG 10011	220-500kV 变电站电气技术导则
Q/CSG 1206007	电力设备检修试验规程
GB/T 12325	电能质量 供电电压偏差
GB/T 12326	电能质量 电压波动和闪变
GB/T 14549	电能质量 公用电网谐波
GB/T 15543	电能质量 三相电压不平衡
GB/T 15945	电能质量 电力系统频率偏差
GB/T 18481	电能质量 暂时过电压和瞬态过电压
GB/T 15576	低压成套无功功率补偿装置

《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》 国家电网公司

《国家电网公司电力系统无功补偿配置技术原则》 国家电网公司

《防止电力生产事故的二十五项重点要求》（国家能源局安全[2014]161号）

国家现行包装运输标准。

其它有关的现行标准。

上述标准、规范及规程仅是本工程的最基本依据，并未包括实施中所涉及到的所有标准、规范和规程，并且所用标准和技术规范均为合同签订之日为止时的最新版本。如果本技术规范有与上述规程、规范和标准明显抵触的条文，投标方应及时通告需方进行书面解决。

3 10kV 动态无功补偿装置（SVG）技术要求

3.1 设备型号规格

序号	名称	规格型号	单位	数量	制造厂
1	10kV 动态无功补偿装置设备 (SVG)	水冷型 额定电压 10kV, 容量±12Mvar;	套	2	选用厂家符合短名单要求,

		包括 SVG 启动装置、电抗器、SVG 功率柜和水冷却系统等			但暂不指定单一来源。
--	--	--------------------------------	--	--	------------

3.2 技术要求

3.2.1 需要与 SVG 对接的信号

1) 现场提供的电源

电源: AC380V 三相四线制电源, 容量___ kVA, DC220V 直流电源, 容量___kVA。

提供给 SVG 的控制电源:

序号	名称	性质	说明	备注
1	380VAC 电源	控制电源	提供给 SVG 的交流控制电源	三相四线制
2	DC220V 电源	控制电源	提供给 SVG 的直流控制电源, (可选)	

2) SVG 到 DCS 的开关量

外部故障输入: 可以作为 SVG 正常运行的条件, 闭合联跳;

外部开停机: 控制 SVG 的开机停机, 1 路常开点, 闭合开机, 断开停机;

外部复位: 可以清除 SVG 故障显示, 闭合时有效;

故障报警: 装置出现故障时发出警报。1 路常开点。

SVG 的开关量信号

序号	名称	性质	说明	备注
1	外部故障	DI 开关量	与 SVG 运行相关的设备故障输入	无源接点
2	外部开停机	DI 开关量	控制 SVG 开停机信号	闭合开机, 断开停机
3	外部复位	DI 开关量	控制 SVG 故障复位信号	无源接点, 闭合复位
4	并机故障	DI 开关	SVG 多机运行时, 一台故障给	两台 SVG 互连

		量	出信号	
5	故障报警	DO 开关量	SVG 装置出现故障时输出信号	无源

3) 高压开关柜到 SVG 的连接点

高压开关紧急分断：即联跳高压开关接点。SVG 出现重故障时，自动分断高压开关。1 路常开点，闭合有效；

高压合闸允许：允许将高压开关合闸，1 路常开点，闭合有效。

高压就绪：高压准备就绪，高压开关提供给 SVG 的 1 路常开点，闭合有效。

SVG 与高压开关柜的连接信号：

序号	名称	性质	说明	备注
1	高压就绪	DI 开关量	表示上级开关柜给 SVG 的合闸位置信号	无源干接点
2	高压合闸允许	DO 开关量	表示 SVG 给上级开关柜的合闸允许信号	无源干接点
3	联跳高压	DO 开关量	表示 SVG 给上级开关柜的紧急分闸信号	无源干接点

4) 与 SVG 连接的模拟信号

PT 信号：采集系统电压，用于系统计算以及电压同步，如果考核点不是系统电压，则再接入考核点 PT 信号；装置接入点电压 (PT)：AC100V，精度 0.2 级。

CT 信号：采集考核点电流，用于系统计算补偿无功。CT 次级电流 1A，其它规格需特殊说明。CT 精度要求：0.2 级。

提供给 SVG 的模拟量信号：

序号	名称	性质	说明	备注
1	CT 信号	AI(1A)	考核点三路 CT 电流信号提供给 SVG	精度 0.2 级
2	PT 信号	AI(100V)	网侧或考核点 PT 电压信号提供给 SVG	精度 0.2 级

5) SVG 与现场的通讯接口

SVG 控制系统采用 RS485 或以太网通讯方式，RS485 接口可支持 Modbus-RTU 通讯协议或电力 CDT 通讯规约，以太网通讯协议为 IEC/104。

通讯接口：

序号	名称	性质	说明	备注
1	通讯接口	两路 RS485	与现场通讯的接口，默认	Modbus-RTU 协议
2	通讯接口	以太网+RS485 一路	与现场通讯的接口，可选	IEC/104 协议

3.2.2 成套 SVG 补偿装置技术要求

SVG 装置在规定的工作条件和负载条件下运行，并按使用说明书进行安装和维护，预期寿命应不少于 20 年，质保期 5 年。

本工程装设 2 套容量为 $\pm 12\text{Mvar}$ 10kV 动态无功补偿装置，每套装置主要包括：额定容量 $\pm 12\text{Mvar}$ 的以大功率可关断电力电子器件组成的逆变器为其核心部分的 SVG 型静止无功发生器成套装置，并成套配备相应的自动控制监控和保护系统等成套装置，SVG 装置使用年限不少于 20 年，质保期 5 年，包括静止无功发生器（SVG）、隔离开关等，额定补偿容量为感性 12Mvar ~容性 12Mvar。

每套成套装置以进线无功功率及母线电压作为控制目标，动态跟踪电网电能质量变化，并根据变化情况动态调节无功输出，实现变电站在任意负荷下的高功率因数运行；

成套装置应满足无功功率、电压调节、功率因数及谐波治理等技术要求，并要求达到以下技术指标：

1) 输出容量

成套装置以母线侧功率因数，或母线电压作为控制目标，SVG 装置额定补偿容量为 -12Mvar 额定容量（容性无功） $\sim +12\text{Mvar}$ 额定容量（感性无功）范围内连续平滑调节。

2) 响应时间

SVG 装置可动态跟踪电网电压变化，并根据变化情况动态调节无功输出，实现稳定电压的作用。动态响应时间不大于 10ms。

3) 过载能力

成套装置应具有短时过载能力，具备 1.1 倍过载应能连续运行，1.2 倍过载运行时间不低于 10 秒，并提供过载能力的型式试验报告证明。

4) 冷却方式

成套装置采用密闭水冷散热，技术先进、运行安全可靠，适应现场环境。

5) 谐波电压

注入系统公共连接点（P.C.C.点）母线的谐波电压总畸变率、奇次谐波电压含有率、偶次谐波电压含有率均满足中华人民共和国国家标准《GB/T 14549 电能质量公用电网谐波》的要求。

允许的谐波电压畸变如下：

电压等级	电压总谐波畸变率	奇次谐波电压含有率	偶次谐波电压含有率
35kV	3.0%	2.1%	1.2%

6) 谐波电流

注入系统公共连接点（P.C.C.点）母线的各次谐波电流满足中华人民共和国国家标准《GB/T 14549—93 电能质量公用电网谐波》的要求。

7) 三相电压不平衡度

公共连接点母线引起的电压不平衡度 $\leq 1.3\%$ ，满足中华人民共和国国家标准《GB/T 15543 2008 电能质量三相电压允许不平衡度》的要求。

8) 电压波动和闪变

10kV 母线电压的电压闪变和波动满足国家标准 GB/T 12326《电能质量、电压波动和闪变》。

短时闪变 Pst	长时闪变 Plt	电压波动限制值
1.0	0.8	2%

9) 功率因数

35kV 母线进线点的平均功率因数在 0.98（超前）~0.98（滞后）范围内连续可调。

10) 输入电压范围

输入电压允许变化范围为额定电压的 90%-115%。

11) 输入频率范围

输入频率允许变化范围 48-51Hz。

12) 低电压穿越功能

满足中华人民共和国国家标准《GB/T 19964 2012 光伏发电站接入电力系统技术规定》的要求。

3.2.3 SVG 装置技术规范参数

采用进口的全控型器件 IGBT，装置主回路元件的选用应留有足够的电流、电压裕度。

额定频率： 50Hz

额定容量： $\pm 12\text{Mvar}$

额定电压： 10kV
最高电压： 12kV
容量调节范围：从额定感性容量到额定容性容量连续可调
冷却方式： 水冷
损耗： <0.8%
谐波特性： <3%IN
响应速度： 不大于 10ms

3.2.4 逆变功率单元技术参数

1) 成套装置应采用先进的全控型器件 IGBT，开关频率不低于 500Hz。装置主回路元件的选用，应留有足够的电压、电流裕度，元件应有良好的 dv/dt ， di/dt 特性。

2) 换流元件 IGBT 芯片应选用原装进口产品，耐压 1700V。

3) 系统主电路应采用链式结构；星型或三角连接，每相由若干个换流链模块组成，并采用冗余设计，满足运行要求；

4) 装置大功率电力电子元器件应具有完善的保护功能。

3.2.5 控制及保护系统

1) 控制屏的结构及组成

控制屏采用柜式结构，表面采用静电喷塑工艺处理。柜体选用优质“三防”产品，抗强电磁干扰能力强。信号传输通道中用的光纤及附件采用进口优质产品。其它控制系统中的附件，如各类集成电路等都采用国外的知名公司产品。

控制系统由主控机箱、PLC（可编程逻辑控制器）和人机界面等几个主要部分组成。各部分应实现以下功能：

主控机箱：由各功能板卡组成。具有自主知识产权及专利的全数字化控制器，用 DSP+FPGA 组成的控制核心，充分发挥 DSP 超强的计算能力和 FPGA 出色的数据处理能力，实时计算电网所需的无功功率，动态跟踪与补偿，实现了准确计算，高速响应，精确补偿的效果。

PLC：高可靠性的工业级 PLC，实现整机的逻辑控制，实时与主控部分、触摸屏通讯，把装置的运行状态实时的传给触摸屏显示，并且完成触摸屏、柜门按钮对装置的控制。

人机界面：实时显示系统运行状态和数据，查询与设定系统运行参数以及整机逻辑控制等功能；操作简单方便，界面友好，是一个人机交互的窗口；

2) 主控制器的基本功能

成套装置控制系统可根据系统电压/无功的变化情况，实现脉冲发生和分配功能，自动调节装置无功输出；成套装置具有供值班员使用的参数设置功能，所有设置的内容不受停电和干扰信号的影响；

3) 通讯功能

控制系统具有和上位机通讯的标准化接口，实现就地和远方通讯。同时控制系统具备与变电站综合自动化联网的功能，乙方提供的 SVG 控制系统采用 RS485 或以太网通讯方式，RS485 接口可支持 MODBUS 通讯协议，电力 CDT 通讯规约，以太网通讯协议为 IEC/104。

4) 显示功能

控制系统采用液晶显示器，具有友好的人机界面，数据保存 6 个月以上。可提供如下功能：

主回路图；

实时电量参数显示（电压、电流、功率因数等）；

实时曲线和历史曲线（电流、电压、功率）；

历史事件记录（故障记录、操作记录、停机原因记录）；

运行数据记录；

故障录波；

无功阶跃录波；

电压阶跃录波；

在线电能监测功能；

链式装置单元状态监视；

软件版本查询；

HMI 存储空间查询；

显示当前时间、保护动作时间，显示保护类型、保护动作时间等信息。

5) 保护功能

动态无功补偿装置应采用了综合保护策略，以提高装置可靠性。

动态装置保护类型如下：母线过压、母线欠压、过流、速断、直流过压、电力电子元件损坏检测保护、丢脉冲、触发异常、过压击穿、单元模块功率柜超温、保护输入接口、保护输出接口控制和系统电源异常等保护功能。

若是降压式，SVG 本体含有差动保护及非电量保护功能。

6) 闭锁功能

控制器具有 CT 断线检测及闭锁调节功能。

控制器具有 PT 断线检测及闭锁调节功能。

控制器内部电路具有完善的保护功能，内部出现任何电路故障均不会有误动作输出。

SVG 开关跳闸时，报警并闭锁微机控制器的无功出口。

7) 事件顺序记录

当各类保护动作或监视的状态发生变化时，控制系统将自动记录事件发生的类型、相别及动作值，事件按顺序记录，可通过人机界面进行查询，并可以以通讯方式远传。动作次数可永久保存，即使掉电也不丢失。

3.2.6 水冷系统技术要求

3.2.6.1 冷却系统基本要求

SVG 冷却系统应采用高质量密闭水冷却系统，采用的是行业中目前最先进的工程方法。冷却系统的设计和制造基准是保证装置在各种额定的环境条件下适应 IGBT 单元阀组的各种运行工况。

冷却系统能长期稳定运行，不允许有变形、泄漏、异常振动和其他影响 IGBT 单元阀组正常工作的缺陷。管路系统的设计保证其沿程水阻为最小。所有机电设备和仪表的选型，均选择优质知名的可靠产品，材料的选择考虑了系统在长期高电压运行环境下产生的腐蚀、老化、损耗的可能性。冷却系统的密封方式和密封材料的选型确保冷却系统正常运行时无泄漏。

恒定压力和流速的冷却介质源源不断流经被冷却器件带走其运行中产生的热量，温升水经室外换热设备进行热交换变为低温水，换热后冷却介质回流至循环泵的进口，如此往复保证 SVG 阀体工作在安全温度以内。为适应大功率电力电子设备在高电压条件下的使用要求，防止在高电压环境下漏电流过大，冷却介质必须具备极低的电导率。为此在主循环冷却回路上并联了去离子处理回路。预设定流

量的一部分冷却介质流经离子交换器，不断降低管路中可能析出的离子，最终与主循环回路冷却介质在高压循环泵前合流。系统中各机电单元及传感器由 PLC 自动监控运行，并通过操作面板的友好界面实现人机的即时交流。水冷系统的运行参数和报警信息即时传输至主控制器，并可通过 SVG 主控制器远程操控水冷系统，实现冷却系统与 SVG 控制的无缝接合。

3.2.6.2 主循环冷却回路技术要求

冷却介质在主循环泵动力作用下，带走水冷板中热量，热介质通过换热设备进行二次散热后，再回流主循环回路。

1. 主循环泵

设置两台主循环泵，一用一备，工作模式为轮换工作，可定时自动切换和手动切换，工作时间可通过触摸屏设置。提供密闭循环流体所需动力，主循环泵选用优质离心泵。泵体采用机械密封，接液材质为不锈钢，拥有过流和过热保护。如果运行泵故障或不能提供额定压力或流量，马上发出报警信号，并自动切换到另一台泵工作。

2. 主循环回路机械过滤器

为防止循环冷却水在快速流动中可能冲刷脱落的刚性颗粒进入阀体，在主泵出口至阀体进口管路设置精度为 $200\ \mu\text{m}$ 机械过滤器，采用网孔标准水阻小的折叠式不锈钢滤芯。过滤器设压差指示表提示滤芯污垢程度，提醒操作人员清洗。

3. 气水分离器

置于主循环冷却水回路泵进口，罐顶设自动排气装置，收集并排出冷却系统中的气体。

4. 主回路传感器

在阀组进出口位置均设置压力、温度传感器，在主循环管路上设置流量、电导率传感器。

3.2.6.3 去离子回路技术要求

去离子回路是并联于主循环回路的支路，主要由离子交换器及相关附件组成，对主循环回路中的部分介质进行纯化。通过对冷却水中离子的不断脱除，达到长期维持极低电导率的目的。离子交换树脂采用进口核级免维护长效离子交换树脂，吸附容量大，耐高温、高流速，专用于微量离子的去除。当电导率传感器检测到

离子浓度偏高时，发出报警信号，提示更换离子交换树脂。

1. 离子交换器

树脂选用国内外一线优质品牌。

2. 精密过滤器

离子交换器出口处设置精密过滤器，精度为 10 μ m，拦截可能破碎流出的树脂颗粒，采用可更换滤芯方式。

3. 去离子回路传感器

去离子回路中设置浮子式流量计，通过调节阀门调整流经去离子回路的冷却介质流量。

3.2.6.4 冷却介质、阀门、管道及管道附件

所有的不锈钢设备、管道焊接采用氩弧焊工艺，不锈钢表面经过严格的酸洗及钝化过程，管道系统需经过严格的试压、清洗。本系统由于在高电压条件下工作，为避免冷却介质中存在杂质离子，导致各元件之间形成漏电流，要求冷却介质为高纯水。冷却介质为含有乙二醇的防冻液，在现场室外温度低于零度以下不出现冻结。为保持介质的高纯度，循环管路、阀门均采用 AISI304 不锈钢。与冷却水接触的各种材料表面不能发生腐蚀或析出离子。管道系统的最高位置应设有自动排气阀，能自动有效的实现气水分离和排气功能，。为方便检修、维护及保养，水冷系统管道的最低位置设置了排水口、紧急排放口等，并保留有足够的检修空间。管道、阀门的连接尽可能采用法兰、快接等方式，只有在非常不便的情况下才可以采用螺纹连接的方式。

3.2.6.5 温湿度检测

水冷系统应具有 IGBT 单元阀室的温湿度检测功能，并通过与水温的计算，具备结露预警和跳闸功能，并可向 SVG 控制系统发出预警和跳闸信号。

3.2.6.6 水 - 风换热器

水 - 风冷却系统中户外换热设备为水风换热器。风机的起停组群由 PLC 根据温度传感器发出的指令控制。其主要设备包括盘管、散热翅片和风机等。水风换热器在最低点应设有排水口，在高点应设有排气阀。

3.2.6.7 机架

水冷主机与水风换热器的机架均采用碳钢制作，表面涂漆，其颜色应依照买方的要求。所有外表面至少要涂一道底漆和两道面漆，面漆厚度不小于 0.085mm，表层面漆应有足够弹性以耐受温度变化，耐剥落且不褪色、不粉化。

3.2.6.8 控制与保护

要求成套设备采用抗电磁干扰合格产品。

1. 一次回路

1) 动力电源

进线电源：380V AC，三相四线制，50Hz。

水冷系统供电电源需单独由需方提供，原则上应与 SVG 控制电源独立配置。

2) 电源的监视和保护

对进线电源状况进行实时监控。电源故障，缺相，相序错，欠压，过流，过压，短路等信息上传至监控系统。

3) 接地

现场提供可靠接地，确保设备运行的稳定和安全。

4) 一次元件的选型

断路器、接触器以及热保护单元等主要元器件采用西门子等进口高性能产品。电气材料的包装等级符合 EN60529 标准。

5) 对主设备的保护

提供对泵的短路、过流、过压缺相和掉相保护。故障状态信息上传至 PLC，实现自动报警和保护。

2. 二次回路

控制回路采用控制器（PLC）的控制保护系统。从而实现：

- 1) 对水冷系统的监控与保护；
- 2) 将水冷系统的工作状况上传给主控制器。
- 3) 对水冷系统的远程控制。

3. 控制系统

1) 采样系统

为确保系统安全稳定工作，仪表均采用国际知名品牌，防止由于水冷系统仪表

故障导致 IGBT 单元阀停运，对水冷系统冷却介质进出阀温度、压力、冷却介质电导率，缓冲罐/高位水箱液位，系统流量等重要参数在线监测。

水冷系统仪表分为 3 类：现场指示、开关量信号、4~20mA 线性模拟信号。通过 PLC 连接和反馈，实现监视、控制、报警及保护功能。

a. PLC 接收并直接处理现场开关量信号。

b. PLC 接收传感器 4~20mA 信号并显示其参数在线值。如 PLC 接收到传感器的超量程读数时，将发出“传感器故障”报警信号。水冷系统整定值在系统停机或断电后，不能丢失。

2) 工作模式

手动模式

旋钮置于手动位时，水冷系统处于手动操作模式。

主循环泵、补水泵能通过控制柜面板旋钮进行手动操作。电磁阀能在操作面板上操作。手动模式运行时水冷系统不由 PLC 自动控制，此模式一般在系统检修维护及调试时采用。

停止模式

旋钮置于停止位时，水冷系统处于停止操作模式。

在控制柜面板按钮及操作面板上不能进行任何操作。

自动模式

旋钮置于自动位时，水冷系统处于自动操作模式。

自动启动后，水冷控制系统根据整定参数监控水冷系统的运行状况和检测系统故障。PLC 自动控制冷却水温度，对水冷系统参数的超标及时的发出预警，当参数严重超标有可能影响被冷却器件运行安全时自动发出跳闸信号。

自动运行模式下，主循环泵、自动补水泵等由 PLC 根据实际工作条件进行自动控制。此时各设备控制柜面板按钮手动操作无效。

远程启动

远程启动水冷命令应为延时闭合接点,停止水冷命令应为一延时断开接点。延时时间为 2 秒。远程启动水冷命令和停止水冷命令同时有效时，冷却系统不会停机。

3) 人机界面

控制柜面板按钮

旋钮开关：主循环泵启停、补水泵启停、电磁阀启停；

人机界面显示的报警信息，最少包括：系统运行、系统停止、系统故障、跳闸。

操作面板

选用一线品牌的触摸式控制屏作为现场水冷系统的操作界面。

PLC 可编程逻辑控制器与触摸式控制屏组成人机对话的操作面板，经过编程可具有以下功能。

显示水冷系统工艺流程图及各机电设备工作状态；

压力、流量、温度、水位和电导率等参数在线显示；

报警时显示当前报警信息条，如水温过高等，同时保存故障历史记录；

主泵通过操作面板按键可手动切换；

水冷系统自动的启动/停止；

水冷系统停止时可手动调试电磁阀；

参数设定及密码保护。

帮助画面

4) 控制逻辑

主循环泵正常工作时，其流量是恒定不变的。

通常情况下，即使阀体退出运行，主泵也不切除，水冷系统保持运行。

当系统检测到工作泵故障时，报警。

当系统检测到两台工作泵均故障时，跳闸。

自动补水方式：水冷系统自动运行中补水泵能根据缓冲罐/高位水箱液位自动向系统补水。缓冲罐/高位水箱液位低于设定值时补水泵启动，一直到缓冲罐/高位水箱液位到达停泵液位时停运。

当系统检测到补水箱液位下降至低报警液位时，发出补水箱液位低报警信号，提示操作人员及时向补水箱内补水。

仪表故障逻辑说明：变送器异常，发出报警信号，〈某仪表故障,请检查〉。故障仪表恢复正常后，相关控制功能恢复正常。

水冷装置进出阀温度变送器均故障时操作面板上显示“两台温度变送器均故障”报警信息并上传，同时发出跳闸信号。当进出温度相差超出设定值或出阀温

度低于进阀温度时发送温度变送器故障信号。

任何传感器故障时，操作面板上均显示“某仪表故障,请检查”报警信息并上传，同时发出预警信号。

交流动力电源掉电时，发出跳闸信号。

直流控制电源掉电，发出水冷控制系统故障报警信号。

PLC 接收到膨胀罐压力开关信号，并根据膨胀罐压力高低限值，自动开关气路电磁阀，从而使膨胀罐的压力稳定在一定范围内，并保证整个水冷系统维持一定的静压。

PLC 接收处理温度变送器信号并根据设定的温度上下限，输出低温预警、高温预警和超低、超高温跳闸信号；

PLC 接收并处理有关其他变送器信号，并根据设定限值输出预警及跳闸信号；
水冷系统泄漏时发出报警信息。膨胀罐液位下降速率超过定值时，发出报警信号。

5) 温度控制

IGBT 单元阀组通过改变导通角来连续调节系统容量。IGBT 单元阀的导通角不同，流过 IGBT 单元阀的电流有效值不同，IGBT 单元阀的发热量也不同。而 IGBT 单元使用时要求冷却水进阀温度基本稳定，严禁冷却水进阀温度骤升骤降，因此要求水冷装置改变水冷散热量来跟踪 IGBT 单元阀热负荷变化，使冷却水进阀温度稳定在设定范围内。本系统根据阀体温度的变化调节电磁阀开关大小，从而形成一个温度闭环调节系统，是阀体工作在相对稳定的温度环境内，从而提高阀体地寿命和使用效率。

6) 抗电磁干扰设计

水冷系统在大功率电力电子设备环境中连续运行，控制系统的抗电磁干扰性是关系到冷却系统甚至整个换流系统能否正常稳定运行的关键。

供电电源回路、采集回路和控制回路能承受快速瞬变干扰严酷等级为 3 级。

基本 EMC 措施：回路设计、接地设计、滤波设计、电气箱排线、电缆选择。

7) 远程传输（通讯）

对实时性要求较高的远程控制信号和水冷系统报警信号，水冷系统通过开关量接点与 IGBT 单元阀组监控系统(以下简称上位机)进行通讯；对信息量较大的在

线参数、设备状态监测及水冷系统报警信息，水冷系统通过 MODBUS 协议 RS485 总线与 IGBT 单元阀监控系统进行通讯，上传的关键信息能在 SVG 主控屏上在线显示。

8) 开关量输出节点

延时跳闸（正常时继电器触点闭合，跳闸时继电器触点断开，断电时继电器触点断开）；

水冷系统启/停（两泵全停,上位机接收到此信号应立即停运 IGBT 单元阀组，水冷系统正常工作才允许合闸。水冷系统启动时继电器触点闭合，停止时继电器触点断开）；

水冷控制系统综合故障（包含 PLC 故障及控制电源掉电,包括水冷的所有报警故障，跳闸信号在内。上位机接收到此信号应立即检修水冷系统，正常时继电器触点闭合，故障时继电器触点断开）；

直流控制电源掉电（正常时继电器触点闭合，故障时继电器触点断开）；
备用。

9) 在线参数上传

冷却水总流量；

主泵出口压力；

阀组进口温度；

阀组出口温度；

冷却水电导率；

外循环水流量；

报警信息上传（详见报警信息及参数设定一览表）；

主循环泵状态；

补水泵状态；

水冷系统已自动运行；

设备状态上传各主要机电单元状态均应在上位机水冷流程图上显示。

1) 控制电源

控制保护系统的工作电源为 AC380V 。水冷系统二次部分应配置 UPS 电源模块，保证控制系统断电时，水冷控制系统能将重要信息保存并上传。

2) 控制电源的监视和保护

对控制直流电源状况进行实时监控，电源故障实时上传。掉电故障输出硬接点开关信号。

3) 控制电源的抗干扰设计

在进线电源回路设置 EMI 滤波元件，抑制电源输入中的杂波，保证控制和保护系统在干净的电源条件下安全可靠地工作。信号线采用屏蔽线缆，全部可靠接地，强电弱电分开排布，采用软线压端子保证连接可靠。

3.3 供货范围

3.3.1 供货分界及清单

双方一次供货分界点：开关柜至 SVG 成套装置隔离开关进线端的电缆由招标方负责提供，进线端以下的 SVG 成套装置及成套装置内部各组件之间的连接电缆、光纤及其附件等电气材料由投标方提供。

双方二次供货分界点：控制柜内二次接线端子排。成套装置内部的二次线缆均由投标方提供。

注：

(1) 无功补偿成套装置的内部保护由投标方提供。

(2) 无功补偿成套装置之间的一次连接导线、连接电缆、电缆头及附件、电缆固定支架由投标方提供；引出至无功补偿成套装置以外设备用一次、二次连接电缆由招标方提供。

(3) SVG 启动柜、功率柜、控制柜柜体间连接排、光纤、控制电缆等由投标方提供；整套成套设备自带的散热设备，如风机等的供电、控制由投标方解决并提供电缆。

(4) 无功补偿成套装置之间的设备连接导线、母排不准裸露，需由投标方提供相色热缩套管进行热缩。投标方需配套提供户内户外围栏的接地跨接线及围栏门电磁开关锁。

供货清单如下表所示：

序号	名称	规格型号	单位	数量	制造厂
1	10kV 动态无功补偿装置设备(SVG)	水冷型 额定电压 10kV,	套	2	选用厂家符合

		容量±12Mvar；包括 SVG 启动装置、电抗器、SVG 功率柜和水冷却系统等			短名单要求，但暂不指定单一来源。
每套 SVG 设备含：					
1.1	成套装置内部连接电缆	厂家配套	套	1	
1.2	必要的备品备件	厂家配套	套	1	
1.3	电缆支架		套	1	
1.4	电缆卡箍		套	3	
1.5	10kV 单接地隔离开关	GW4-12D/630	组	1	投标方填写
		配 10kV 单接地隔离开关钢支架。	套	按需	
		配 10kV 单接地隔离开关钢支架地脚螺栓	套	按需	
1.6	10kV 避雷器	HY5WR-17/45。	只	3	投标方填写
		配避雷器放电计数器	只	3	投标方填写
		配 10kV 避雷器钢支架	套	按需	
		配 10kV 避雷器钢支架地脚螺栓	套	按需	
1.7	10kV 旁路断路器	ZW39-12/1250	台	1	投标方填写
		10kV 旁路断路器地脚螺栓(附垫圈,螺帽,热镀锌)	套	8	
1.8	空心电抗器	投标方填写，满足 12Mvar，10kV	台	3	投标方填写
1.9	软启动电阻 R	投标方填写，满足 12Mvar，10kV	只	3	投标方填写
1.10	功率模块	投标方填写，满足 12Mvar，10kV	只	若干	投标方填写
1.11	电流传感器 TA	投标方填写	只	3	投标方填写
1.12	户外网状遮拦	高度 2m，长度按需	套	1	
1.13	户内网状遮拦	高度 2m，长度按需	套	1	

1.14	连接导线、电缆、线夹、	成套装置内部连接电缆	批	1	
1.15	功率单元柜		批	1	投标方填写
1.16	控制柜等		批	1	投标方填写
1.17	水冷装置		套	1	投标方填写

3.3.2 随机专用工具（不限于表中内容，乙方补充）

序号	名称	型号规格	数量	制造厂	备注
1	模块测试仪	厂家配套		需满足短名单要求	
2	堆高车	厂家配套			

3.3.3 随机备品备件（乙方填写）

序号	设备名称	型号及规范	单位	数量	产地	厂家	备注
1	光纤	厂家配套				需满足短名单要求	

3.3.4 进口件及进口材料清单（乙方填写）

序号	设备名称	型号及规范	单位	数量	产地	厂家	备注

3.3.5 其它（乙方填写）

序号	设备名称	型号及规范	单位	数量	产地	厂家	备注
1.							
2.							

4 试验内容

4.1 型式试验

型式试验应符合相关国家标准及 IEC、IEEE 标准规定。

SVG 试验必须具备全载实验中心，对 SVG 控制系统及功率部分进行出厂全电压、满电流的高压全载试验。

4.2 现场验收试验

成套装置到达现场后，由安装单位按照相关规定进行现场验收试验。试验结果与产品型式试验和出厂试验结果或其规定值相符，否则由乙方负责。主要试验内容如下（但不局限于下表所列试验）：

序号	试验对象	试验名称
1	控制系统	校线
		元器件外观检查
		通电试验
2	功率单元	光纤试验
		冷却系统试验
		安装检验
		接地检查
		通电试验
3	电力电缆	测量绝缘电阻
		直流耐压试验及泄漏电流测量
		检查电缆线路的相位

4.3 现场验收试验

该设备正常运行后，甲方与乙方共同进行验收，并出具双方代表签字的验收报告（或安装调试单）。

5 技术资料和交付进度

5.1 一般要求

- 1). 投标方提供的资料应使用国家法定单位制即国际单位制(语言为中文)。
- 2). 资料的组织结构清晰、逻辑性强。资料内容正确、准确、一致、清晰完整,满足工程要求。
- 3). 投标方资料的提交及时、充分,满足工程进度要求。应给出全部技术资料交付进度清单,并经招标方确认。提供最终版的正式图纸的同时,应提供正式图纸的可编辑电子文件 2 套(AUTOCAD 版),正式图纸(8 套)必须加盖工厂公章或签字。
- 4). 投标方提供的技术资料一般可分为配合设计阶段,设备监造检验、施工调试试运、性能试验验收和运行维护等三个方面。投标方须满足以上三个方面的具体要求。
- 5). 对于其它没有列入合同技术资料清单,却是工程所必需文件和资料,一经发现,投标方应及时免费提供。
- 6). 投标方要及时提供与合同设备设计制造有关的资料。
- 7). 完工后的产品应与最后确认的图纸一致。招标方对图纸的认可并不减轻投标方关于其图纸的正确性的责任。设备在现场安装时,如投标方技术人员进一步修改图纸,投标方应对图纸重新收编成册,正式递交招标方,并保证安装后的设备与图纸完全相符。
- 8). 投标方提供的技术资料为签字的正式图纸(8 套)及电子版 2 套(图纸要求为 AUTOCAD 版,并附字型文件)。

5.2 技术文件

- 1). 投标方在订货前应向招标方提供一般性资料,如鉴定证书、报价书、典型说明书、外形图和主要技术参数。
- 2). 在技术协议签订 5 天内,招标方向投标方提供系统接线图,安装场地等设计原始资料,投标方在接到以上资料 10 天内向招标方提供下列资料 2 份,其中 1 份为电子版。
 - 1) 设备资料图:设备外型尺寸、总重量、发热量等。

2) 基础资料图：成套装置的布置场地、设备基础位置和尺寸要求、环境温度湿度要求、电气埋管和电缆沟示意图等。

投标方在接到招标方资料 15 天内向招标方提供下列资料 2 份，其中 1 份为电子版。

1) 设备电气一、二次设计图：应包括成套装置的详细配置、内部和外部接线图；监控系统的外型尺寸安装图及原理图、柜体端子排图等。

2) 提供对开关柜设计要求，包括控制、测量、信号继电保护联锁要求，提供继电保护整定数据。

3) 对低压交直流电源、通讯、信号采样需求的说明。

注 1：若招标方在技术协议签订 7 日内未能按时向投标方提交相关资料，则投标方的设计资料交付进度与供货时限可按协议中原定交付时间顺延，顺延天数即为招标方提交相关资料（系统图、场地土等）时超出时限的天数。

注 2：招标方或设计单位应在投标方提交上述图纸等设计资料 5 日内对图纸进行确认并将确认结果以书面形式提交给投标方，若招标方或设计单位未能按时对图纸进行确认，则投标方的资料交付进度与供货时限可按协议中原定交付时间顺延，顺延天数即为招标方或设计单位提交图纸确认结果时超出时限的天数。

3). 设备供货时提供下列资料 10 份（另附电子版 AUTO CAD 一份）：设备的开箱资料除了上面所述图纸资料外，还应包括安装、运行、维护、修理说明书，部件清单，工厂试验报告，产品合格证，内部安装接线图。

4). 最终图纸应注明投标方、招标方的订货合同号并有明显最终版标记。最终资料提交后不得任意修改，设备到货后与所提资料不符所造成的一切返工和损失由投标方负责赔偿。

5). 所有资料上应标明“xxxx 项目”（根据项目情况实际填写）字样。

5.3 投标方应提供的技术文件

序号	资料目录	文件内容	提交数量	提交时间
1	证书	鉴定证书	3	订货前
2	说明书	典型说明书	3	订货前
		安装、运行、维护、修理说明书	10	交货时

3	图纸	外形图	3	签订技术协议后 3 天
		组装图	3	签订技术协议后 5 天
		基础图	3	签订技术协议后 3 天
		电气原理图	3	签订技术协议后 5 天
		部件清单, 工厂试验报告, 产品合格证, 内部安装接线图	3	签订技术协议后 7 天
4	技术参数	主要技术参数	3	签订技术协议后 7 天
		继电保护整定数据	3	签订技术协议后 7 天

6 技术服务和联络

6.1 投标方现场技术服务

投标方在接到招标方书面通知后 36 小时内派工程技术人员到现场，指导安装、调试，直至送电成功。

6.1.1 投标方现场服务人员应具有下列资质：

- 1)遵守法纪，遵守现场的各项规章和制度；
- 2)有较强的责任感和事业心，按时到位；
- 3)了解合同设备的设计，熟悉其结构，有相同或相近机组的现场工作经验，能够正确地进行现场指导；
- 4)身体健康，适应现场工作的条件。

投标方要向招标方提供服务人员情况表(见下表格式)。投标方须更换不合格的投标方现场服务人员。

服务人员情况表

姓名		性别		年龄		民族	
政治面貌		学校和专业		职务		职称	
工作 简 历	(包括参加了哪些工程的现场服务)						
单 位 评 价	(按资质 4 条逐条评价)						
	单位 (盖章) 年 月 日						

(注： 每人一表)

6.1.2 投标方现场服务人员的职责

投标方现场服务人员的任务主要包括设备催交、货物的开箱检验、设备质量

问题的处理、指导安装和调试、参加试运和性能验收试验等。

在安装和调试前，投标方技术服务人员应向招标方技术交底，讲解和示范将要进行的程序和方法。对重要工序（见下表），投标方技术人员要对施工情况进行确认和签证，否则招标方不能进行下一道工序。经投标方确认和签证的工序如因投标方技术服务人员指导错误而发生问题，投标方负全部责任。

安装、调试重要工序表

序号	培训内容	计划人月数	培训教师构成		地点	备注
			职称	人数		

投标方现场服务人员应有权全权处理现场出现的一切技术和商务问题。如现场发生质量问题，投标方现场人员要在招标方规定的时间内处理解决。如投标方委托招标方进行处理，投标方现场服务人员要出委托书并承担相应的经济责任。

投标方对其现场服务人员的一切行为负全部责任。

投标方现场服务人员的正常来去和更换事先与招标方协商。

6.1.3 招标方的义务

招标方要配合投标方现场服务人员的工作。

6.2 售后服务

设备投运中发生故障，投标方接到招标方通知后在 12 小时内提供解决方案，若需投标方派工程技术人员到现场解决问题，投标方必须在 48 小时内达到现场。

6.3 培训

为使合同设备能正常安装和运行，投标方有责任提供相应的技术培训。培训内容应与工程进度相一致。

培训计划和内容由投标方在投标文件中列出（格式）。

序号	培训内容	计划人月数	培训教师构成		地点	备注
			职称	人数		

培训的时间、人数、地点等具体内容由招标和投标方商定。

投标方为招标方培训人员提供设备、场地、资料等培训条件，并提供食宿和交通方便。

6.4 设计联络

招标方有权要求召开联络会讨论相关问题，有关设计联络会的计划、时间、地点和内容要求由买、卖双方商定。投标方应提前 1 周书面提交实施方案、工作日程表及设计图纸传送给招标方。

1) 联络会讨论的内容包括：

- 明确相应的标准、技术规范。
- 研究确定最终的设备配置方案
- 需要澄清的技术问题。
- 讨论和审定培训计划、工程进度计划。
- 供货方解释供确认的图纸和资料
- 供货方解答采购方所提出的问题
- 共同确认系统内外部接口方案
- 确认系统的最终图纸
- 讨论系统工程化和试验验收工作内容
- 讨论系统安装、现场调试等问题
- 讨论其它为履行合同双方需要协调的问题

2) 设计联络会由招标方组织，投标方将派技术人员参加。

3) 会议纪要：每次联络会由投标方负责记录并编写纪要，纪要用中文书写，包括讨论的内容和得出的结论。由有关各方首席代表签字确认后生效，并作为合同的一部分。

设计联络计划表

序号	次数	内容	时间	地点	人数

7 设备监造（检验）和性能验收试验

7.1 概述

7.1.1 本技术协议用于合同执行期间对卖方所提供的设备（包括对分包外购设备）进行检验、监造和性能验收试验，确保卖方所提供的设备符合技术协议规定的要求。

7.1.2 卖方应在本合同生效后 1 个月内，向买方提供与本合同设备有关的监造、检验、性能验收试验标准。有关标准应符合技术协议的规定。

7.2. 检验和监造

7.2.1 买方有权派遣其检验人员到卖方及其分包商的车间场所，对合同设备的加工制造进行检验和监造。买方将为此目的而派遣的代表以书面形式通知卖方。

7.2.2 如有合同设备经检验和试验不符合技术协议的要求，买方可以拒收，卖方应更换被拒收的货物，或进行必要的改造使之符合技术协议的要求，买方不承担上述的费用。

7.2.3 买方对货物运到买方所在地以后进行检验、试验和拒收(如果必要时)的权利，不得因该货物在原产地发运以前已经由买方或其代表进行过监造和检验并已通过作为理由而受到限制。买方人员参加工厂试验，包括会签任何试验结果，既不能免除卖方按合同规定应负的责任，也不能代替合同设备到达现场后买方对其进行的检验。

7.2.4 卖方在开始进行工厂试验前，买方可派出技术人员前往卖方和(或)其分包商生产现场，以观察和了解该合同设备工厂试验的情况及其运输包装的情况。若发现任一货物的质量不符合合同规定的标准，或包装不满足要求，买方代表有权发表意见，卖方认真考虑其意见，并采取必要措施以确保待运合同设备的质量，现场验证检验程序由双方代表共同协商决定。

7.2.5 若买方不派代表参加上述试验，卖方应在接到买方关于不派员到卖方和(或)其分包商工厂的通知后，或买方未按时派遣人员参加的情况下，自行组织检验。

7.2.6 监造者有权到生产合同设备的车间和部门了解生产信息,并提出监造中发现的问题(如有)。

7.3 试验

7.3.1 型式试验

型式试验应符合相关国家标准及 IEC、IEEE 标准规定。

投标厂家必须具备高压全载实验中心,对 SVG 控制系统及功率部分进行出厂前全电压、满电流的高压全载试验,确保 SVG 设备出厂时没有质量问题。

7.3.2 现场验收试验

成套装置到达现场后,由安装单位按照相关规定进行现场验收试验。试验结果应与产品型式试验和出厂试验结果或其规定值相符,否则应由投标方负责。

序号	试验名称	试验工具
1	校线	绞线机, 高压数字表
2	绝缘及短路接地检测	接地电阻测试仪, 耐压测试仪
3	绝缘距离测量	接地电阻测试仪, 耐压测试仪
4	控制系统通电	实时示波器, 谐波分析仪
5	功率柜绝缘试验	接地电阻测试仪
6	功率柜耐压试验	耐压测试仪, 高精度频率计
7	接线	兆欧表, 钳流表, 红外线测温仪
8	功率单元充电试验	感应调压器, 高压数字表
9	功能试验	实时示波器, 轻型高压试验变压器及控制台
10	高压运行试验	步入式老化房 高低湿度变湿热试验机

8 包装、运输和贮存

8.1 设备制造完成并通过试验后,应及时包装,否则应得到切实的保护,确保其

不受污损。

8.2 所有部件经妥善包装或装箱后,在运输过程中尚应采取其它防护措施,以免散失损坏或被盗。

8.3 在包装箱外应标明需方的定货号、发货号。

8.4 各种包装能确保各零部件在运输过程中不致遭到损坏、丢失、变形、受潮和腐蚀。

8.5 包装箱上有明显的包装储运图示标志(按 GB191)。

8.6 整体产品或分别运输的部件都要适合运输和装载的要求。

8.7 随产品提供的技术资料完整无缺,提供份数符合 GB11032 的要求。

9 安装及质量保证

9.1 安装指导

制造厂在安装和启动时应安排技术人员提供现场安装指导服务,提出技术建议。

设备在现场搬运、吊装就位和安装时,应按照GB 26164.1《电业安全工作规程 第1部分:热力和机械》的要求进行。

9.2 质量保证

1) 全部设备必须是全新的,持久耐用的,应满足作为一个完整产品所能满足的全部要求。投标方应保证设备在规定的使用条件下运行、并按使用说明书进行安装和维护、预期寿命应不少于 30 年。

2) 投标方应对其整组设备在到货后提供不少于三年的“三包”质量保证。质保期之后如发生产品质量原因导致的损坏,投标方应免费更换或检修;如发生非产品质量原因导致的损坏,投标方应及时提供维修部件,并按最近的投标价提供。所有备品备件要满足一年内免费使用及更换的要求。

3) 订购的新型产品除应满足本标准外,投标方还应提供该产品的鉴定证书。

4) 投标方应保证制造过程中的所有工艺、材料试验等(包括投标方的外购件在内)均应符合本标准的规定。若招标方根据运行经验指定投标方提供某种外购零部件,投标方应积极配合。

5) 附属及配套设备必须满足有关行业标准的要求,并提供试验报告和产品

11 招标文件附图

附图 1 变电站 10kV 电气接线图

12 交货

收货单位：新疆火烧云铅锌矿60万吨/年铅锌冶炼工程配套220千伏输变电项目
工程施工现场

交货地点：洛浦县和田地区昆冈经济技术开发区有色金属产业园区内，公路或铁路
运输至施工现场（车板交货）

交货进度表

序号	设备/部件名称、型号	交货时间	交货地点
1	10kV静止式动态无功补偿成套装置		变电站施工现场

附件一：推荐厂家短名单

序号	名称	数量	型号及规格	备注
1	10kV 单接地 隔离开关	按技术规范执行	按技术规范执行	选用：西安高源高压电器制造、山东泰开隔离开关、如皋英瑞高压电器或同质量档次及以上质量档次且符合各项要求的产品
2	10kV 避雷器	按技术规范执行	按技术规范执行	选用：西安神电电器、西安广大电器、宜宾红星敏感电器或同质量档次及以上质量档次且符合各项要求的产品
3	10kV 旁路断路器	按技术规范执行	按技术规范执行	选用：陕西宇光电气、朝瑞电气、浙江紫光电器或同质量档次及以上质量档次且符合各项要求的产品
4	空心电抗器	按技术规范执行	按技术规范执行	选用：山东泰开电力电子、四川蓝瑞盟电气、辽宁芯峻电气或同质量档次及以上质量档次且符合各项要求的产品
5	软起动电阻 R	按技术规范执行	按技术规范执行	选用：山东环宇电气科技、上海鸿康电器、扬州豪威机电制造或同质量档次及以上质量档次且符合各项要求的产品
6	电流传感器 TA	按技术规范执行	按技术规范执行	选用：北京金胜远创电子科技、武汉新瑞科电子科技、北京亿优或同质量档次及以上质量档次且符合各项要求的产品