

# 比选文件

项目名称：低损耗新型柔性直流换流阀装备研制

2026年3月

## 一. 需求一览表

包号	名称	型号	数量
01	直流支撑电容器	4kVdc-8mF	10 只

## 二. 技术要求

### 1. 产品用途

用于低损耗新型柔性直流换流阀装备研制，保障换流阀的直流侧电压稳定、电能储存及纹波抑制，适配换流阀由阀模块、阀组件、电抗器等构成的整体结构，保障换流阀核心性能与运行可靠性。

### 2. 主要技术要求

本采购电容器为换流阀核心配套部件，需满足额定电压 4kVdc、额定容量 8mF 等关键性能指标，具备高可靠性、长寿命及良好的环境适应性，具体技术细节详见后续设计要求。

预期取得的成果和考核指标：

(1) 合同签订后 10 天内，完成提供完整中标方签字盖章的产品技术文件（含规格书、图纸、BOM 清单），作为验收依据；

(2) 合同签订后 35 天内，完成柔性直流输电换流阀用直流支撑电容器供货。

### 3. 技术设计要求

#### 3.1 技术标准

标准类别	标准编号及名称
国际标准	IEC61071、IEC60068
国家标准	GB/T 17702

#### 3.2 电气性能要求

序号	性能类别	具体参数	技术要求
1	基础参数	额定电容量	8mF, 公差范围 0~+5%
2	-	额定电压	4kVdc
3	-	储能能量	32kJ
4	纹波特性	最大纹波电压 (峰-峰值)	720V@50Hz
5	-	额定纹波电流 (Irms)	≤500A
6	-	可重复峰值电流 (Ipeak)	≤20kA
7	-	不可重复峰值电流 (Is)	≤400kA (寿命周期内可承受 5 次)
8	过电压限制 (一天内最长持续时间)	1.1Un	占带负荷时间的 30%
9	-	1.15Un	30 分钟
10	-	1.2Un	5 分钟
11	-	1.3Un	1 分钟
12	-	1.5Un	每次 30ms, 寿命周期内 1000 次
13	固有参数	固有电感 (ESL)	≤60nH
14	-	等效串联电阻 (ESR)	≤0.25mΩ
15	-	介质损耗 (tanδo)	2×10 <sup>-4</sup>
16	-	损耗角正切 (tanδ)	≤12×10 <sup>-4</sup>
17	-	绝缘电阻 (Ris)	≥1MΩ

18	-	电压变化速率 (dU/dt)	$\leq 100\text{V}/\mu\text{s}$
19	-	热阻 (RTH, 额定电流下)	$\leq 0.2\text{K/W}$
20	耐压测试	极间电压测试	6000Vdc, 持续 10s (型式试验持续 60s), 无击穿或闪络
21	-	极壳电压测试	6700Vac, 持续 10s (型式试验持续 60s), 无击穿或闪络

### 3.3 机械特性要求

序号	特性类别	具体要求
1	产品尺寸	不大于 900mm×850mm×360mm (长宽高)
2	外壳材料	无磁不锈钢 (Nss)
3	产品重量	≈160kg
4	绝缘距离	爬电距离 > 100mm; 电气间隙 > 48mm
5	端子要求	端子安装力矩需达到 30N·m

### 3.4 环境特性要求

序号	环境类别	具体参数	技术要求
1	适用海拔	-	$\leq 2000\text{m}$
2	安装场景	-	户内
3	温度范围	运行环境温度	-25°C~+50°C
4	-	运行最大允许壳温	70°C

5	-	运行最大热点温度	85°C
6	-	存储环境温度	-40°C~+80°C
7	-	运输环境温度	-50°C~+70°C
8	湿度要求	运行环境湿度	≤95%
9	-	运输环境湿度	<95%
10	运输条件	大气压力	>70kPa
11	冷却方式	-	自然冷却

### 3.5 可靠性要求

序号	可靠性指标	技术要求
1	预期寿命	≥350000 小时（额定工况下）
2	失效率	100FIT（额定工况下）
3	阻燃等级	符合 UL-94 V-0 级

### 3.6 检验要求

#### (1) 出厂检验项目（每台必检）

序号	项目	技术要求	检验方法或仪器
1	外观	产品清洁、标志清晰	目测
2	尺寸	不大于 900mm×850mm×360mm（长宽高）	数显卡尺、钢板尺
3	极壳耐压	6700Vac/10s，无击穿、闪络	柔直电容器智能成测工作站
4	极间耐压	6000Vdc/10s，无击穿、闪络	柔直电容器智能成测工作站

5	电容量	8mF (0~+5%)	柔直电容器智能成测工作站
6	损耗角正切	$\leq 12 \times 10^{-4}$	柔直电容器智能成测工作站
7	等效串联电阻	$\leq 0.25 \text{m}\Omega$	柔直电容器智能成测工作站

(2) 型式试验项目 (按需开展, 需提供报告)

序号	项目	技术要求	试验方法
1	外观与尺寸检查	产品清洁、标志清晰, 尺寸不大于 900mm×850mm×360mm (长宽高)	目测+游标卡尺测量
2	极间/极壳电压试验	极间加 1.5Un (6000Vdc) 持续 1 分钟, 极壳加 6700Vac 持续 1 分钟, 无击穿、闪络	按上述参数施加电压, 全程监测是否击穿、闪络
3	浪涌放电试验	试验后容量损失 $\leq 1\%$ , 损耗 $\leq 1.2 \tan \delta_0 + 1 \times 10^{-4}$ ; 同步计算等效电感、谐振频率	1.1s 放电 5 次, 记录电流波形并计算相关参数
4	自愈性试验	试验后容量损失 $\leq 0.5\%$ , 损耗 $\leq 1.1 \tan \delta_0 + 1 \times 10^{-4}$ ; 至少出现 5 次自愈声	两极加 1.1Us (或 $\leq 2.5 \text{Un}$ ) 持续 10s, 监听自愈声并测试参数
5	温度冲击试验	试验后无可见损伤, 容量损失 $\leq 2\%$ , 损耗 $\leq 1.2 \tan \delta_0 + 1 \times 10^{-4}$	-40°C (3h) ~+85°C (3h) 循环 5 次, 测试后检查外观及电气参数
6	稳态湿热试验	试验后无可见损伤, 容量损失 $\leq 2\%$ , 损耗 $\leq 1.2 \tan \delta_0 + 1 \times 10^{-4}$	40°C±2°C、93%RH 环境放置 21 天, 测试后检查外观及电气参数

7	热稳定性试验	试验后容量损失 $\leq 1\%$ ，损耗 $\leq 1.2\tan\delta_0+1\times 10^{-4}$	55°C环境下加额定电压、550A 电流持续 48h（最后 6h 温度波动 $\leq 1K$ ），测试后参数验证
8	振动试验	试验后容量损失 $\leq 0.5\%$	10Hz~55Hz 频率、 $\pm 1mm$ 振幅，每轴向 10 个周期（每分钟 1 倍频程）
9	端子扭矩试验	试验后无可见损伤	端子施加 30Nm 力矩持续 15s，检查端子状态
10	耐久性试验	试验后容量损失 $\leq 3\%$ ，损耗 $\leq 1.2\tan\delta_0+1\times 10^{-4}$	1. 预处理：常温（ $\geq 10^\circ C$ ）加 1.1Un 电压持续 18h； 2. 第一步：70°C 加 1.4Un 电压持续 250h；第二步：室温加 1.4Ipeak 放电电流 1000 次；第三步：70°C 加 1.4Un 电压持续 250h；用 TH2638A LCR 电桥测试前后参数
11	破坏试验	符合 GB/T 17702/IEC 61071 标准	55°C 烘箱内按标准 17702 中 5.16.3 试验程序执行

### 3.7 特殊要求

1. 中标方需提供电容器类产品寿命曲线图（参考值：不同温度下电压负荷与预期寿命对应关系），作为可靠性参考依据；
2. 所有电容器类试验报告需加盖中标方公章，第三方检测报告（如有）需附检测机构资质证明；
3. 电容器类产品的耐久性试验、破坏试验等关键项目需留存试验过程记录（含数据、影像资料），按需提供给采购方核查。

### 三. 商务要求

#### 1. 供应商资质

供应商提供：法人营业执照（加盖公章）、收款账户文件（加盖公章）、人员社保缴纳证明，供应商认为必要的其他资格证明文件。

#### 2. 商务条款

条款	内容
1. 付款方式	国内合同：（一次性付款）甲方在货物到货安装、调试、验收且收到乙方开具相应金额的增值税专用发票后 30 个工作日内向乙方支付 100%合同款项。 注：在甲方支付款项前，乙方应开具相应金额对等的增值税专用发票。
2. 质保期	质量保证期自验收合格之日起 12 个月。
3. 交付时间及地点	1、交付要求： （1）合同签订后 10 天内，提供完整中标方签字盖章的产品技术文件（含规格书、图纸、BOM 清单），作为验收依据； （2）合同签订后 35 天内，完成柔性直流输电换流阀用直流支撑电容器供货； 2、交货地点：清华大学用户指定地点
4. 验收方式	<input checked="" type="checkbox"/> 采购人自行验收 <input type="checkbox"/> 组织专家参与验收 <input type="checkbox"/> 其他方式：
5. 验收标准	1. 产品数量及外观验收：根据采购合同清单，进行产品数量及外观检验； 2. 产品质量文件验收：乙方需提供清晰完备的装箱单、检验报告、第三方检测报告（如

	<p>有)、试验报告、产品技术规格书等;</p> <p>3. 产品抽样检验: 按照技术设计要求对交付产品进行抽样检验, 抽检产品需满足所有技术指标, 且与质检报告数据一致。如抽检不合格, 需对整批产品进行复核检验, 依据不合格品数量, 限期供应商返厂维修或重新供货。</p>
--	---

### 3. 类似业绩

供应商近 3 年具有与本项目同类的直流支撑电容器供货或相关电容器类业绩 (需提供项目业绩的合同关键页复印件, 合同关键页包含合同的甲乙双方、合同详细标的和双方签章及生效时间)。

### 4. 能力证明文件

供应商提供: 质量管理体系认证及证书, 生产设备、检验设备及生产能力的说明文件, 售后服务承诺书等供应商认为必要的其他能力证明文件。

### 5. 报价单

供应商根据技术要求、商务要求, 评估并出具正式报价单 (或方案)、加盖公章。