

# 采购需求

## 一. 总体说明

1. 本章所提出的技术要求是对本次招标货物及伴随服务的基本要求，并未涉及所有技术细节，也未充分引述有关标准、规范的全部条款。投标人应保证其提供的货物及伴随服务除了满足本技术要求外，还应符合中国国家、行业、地方或设备制造商所在国的有关强制性标准、规范。当上述标准、规范的有关规定之间存在差异时，应以要求高的为准。
2. 本章中提及的工艺、材料、设备的标准及品牌或型号（如有）仅起说明作用，并没有强制性。投标人在投标中可以用替代工艺、材料、设备的标准及品牌或型号，但这种替代须实质上满足、等同或优于本章技术要求，同时须提供相关证明材料，否则可能被评标委员会认定为负偏离。
3. 除非有特别说明，本章中所列的具体参数或参数范围，均理解为采购人可接受的最低要求。
4. “3. 技术要求”中标记“★”技术要求根据评分办法中相关规定进行评审，其余均为实质性要求，不接受负偏离，如有负偏离，视为无效投标。
5. 中标的核心产品的数量、单价、规格等将予以公布。

## 二. 技术规格要求

### 1. 项目简介

超级陶粲装置是计划建设的新一代正负电子对撞机，探索夸克如何构成物质和研究基本对称性独特的特平台，属于国际粒子物理领域高亮度前沿核心装置。作为超级陶粲装置关键技术攻关项目的重要部分，项目组通过建造超级陶粲装置束流测试平台，对大电荷量高品质电子束产生、高产额正电子转换靶、大孔径加速管、束流诊断等注入器关键技术开展研制工作，该装置同时收集电子束打靶产生正电子的实验数据，校对和优化打靶模型，为未来正电子源的设计和优化打下理论基础。

本次采购的磁铁电源是超级陶粲装置束流测试平台的重要组成部分，为其中各种类型的电磁铁提供励磁电流，根据物理的设计要求，通过中央控制系统调节磁铁电源输出电流值，改变磁铁磁场大小，从而控制粒子的运动轨道。

## 2. 需求明细

本项目招标采购 58 台磁铁电源（含数字控制器、电源机柜），具体内容包括电源生产中的参数设计、电路设计、结构设计、工艺设计、整机组装、元器件采购、外协件的加工、电源调试、出厂检验、包装运输、保险、验收及售后服务等。采购人提供电源生产所需的各种规格直流电流传感器。

表 1 STCF-BTP 磁铁电源类型及规格参数

名称		规格	台数
正电子源	螺线管电源	420A/80V	7
		650A/20V	2
	螺线管校正电源	$\pm 10\text{A}/6\text{V}$	14
	分析铁电源	$\pm 150\text{A}/25\text{V}$	1
电子源	中螺线管电源	70A/25V	1
	长螺线管电源	70A/100V	1
	螺线管校正电源	$\pm 5\text{A}/6\text{V}$	4
		$\pm 5\text{A}/36\text{V}$	2
	四极铁电源	10A/30V	4
		70A/12V	4
	四极铁绑腿校正电源	$\pm 10\text{A}/6\text{V}$	8
	二极铁电源	$\pm 150\text{A}/25\text{V}$	2
	独立校正电源	$\pm 5\text{A}/6\text{V}$	2
		$\pm 5\text{A}/12\text{V}$	6

## 3. 技术要求

这一部分是有关电源性能指标和关键部件物理指标的说明，以提高电源指标和可靠性为目的，供应商可以选用相同等级或更高等级的部件。

STCF-BTP 磁铁电源为高精度稳流电源，在满足规定的技术指标条件下，在可靠性、操控性以及可维护性方面也应满足要求。电源设计要兼顾输出电流指标和功率因数等电网特性指标；充分考虑各种部件的模块化、标准化及互换性，合理设置内部结构；电源要求具有良好的 EMC 兼容设计，在原理设计和工艺设计上保证电源的 EMC 兼容特性。

表 2 STCF-BTP 磁铁电源技术指标

电源规格	长期稳定度 (ppm)	电流纹波 (ppm)	再现性 (ppm)	电流分辨率 (ppm)
全部招标电源	$\leq 50$	$\leq 50$	$\leq 50$	$\leq 50$

### 3.1 电源工作条件

交流进线：交流电压三相， $380V\pm 5\%$  (慢变化)、 $380V\pm 3\%$  (快变化)；交流频率  $50Hz\pm 0.5Hz$ ；进线方式三相五线制；相间电压不平衡小于 $\pm 1\%$ 。

电源冷却用水：水质为去离子水，水温控制在  $22^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，进出水压差约为  $0.4\text{MPa}$ ，最大水压力约为  $0.6\text{MPa}$ 。

环境温度：电源在室温为  $10\sim 40^{\circ}\text{C}$  的条件下正常工作；电源厅的温度标称值为  $22^{\circ}\text{C}$ ，正常工作时，电源厅温度变化限值为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

### 3.2 基本要求

(1) 电源拓扑结构为开关型，采用两级电压变化结构，前级电压源 AC/DC 实现隔离稳压，降低低频电压纹波；后级电压变换环节实现稳定电流的输出。电压变换模块不限定拓扑结构；最终电路拓扑方案由供应商设计，经双方讨论、工艺评审后确定。

(2) 电源控制由供应商自己提供的数字控制器来闭环完成。控制器负责高精度数字电流外环控制，主要接受电流给定和电流反馈，完成电流外环的闭环。

★ (3) 电源具有完善的内部连锁保护系统，以防止电源系统因为冷却水、电网或其它原因受到严重损伤；电源的状态连锁保护包括交流过流、交流过压、交流欠压、过温保护、输出过压、输出过流、断水保护、负载保护、IGBT 保护等，发生任何类型的连锁保护输入，控制器会锁存相应故障信息，切断主电路供电。外部连锁输入信号为触点信号，正常为常闭触点，异常为常开触点。各种连锁保护系统可以远程监控和操作。

(4) 反馈传感器安装在电源机箱内，需由独立电源供电，确保可靠；输出线缆使用屏蔽线缆与可靠端子，确保信号完整性与信号良好性。

(5) 根据电源厅的布局和工艺设计，电源机柜进、出线的方式为下进下出。交流进线由电缆沟中从机柜下部进入电源内部，输出直流负载电缆也采用下出线方式。

(6) 除了小功率电源采用风冷以外，其它电源关键功率部件采用水冷却方式，以减轻空间热负荷和电源内部热负荷。所有散热器都必须安装温度继电器进行过热保护。

### 3.3 电源电气要求

电源的功率器件、接插件、开关等各种部件必须选用正规厂家生产的高质量产品，安全性应符合国家电气安全相关标准，并有相关证明，采购人将检查关键器件的产品质量。

交流进线端子或直流出线端子都不应裸露，用保护外壳罩起来；在功率足够的情况下，可选用标准插座；与人体操作相接触的部分不应有接入强电的危险，否则采用变压器等方式

变换为 24V 以下电压。交流配电配备手动操作的隔离开关或断路器，由供应商提供，设备安装在电源的内部。

中功率电源具有软启动功能，以降低开机瞬间对电网的冲击和提高电源的可靠性，开机的浪涌电流小于额定工作电流；同时输出回路要为磁铁负载提供续流通道。

电源在额定工作范围内，能带负载开停机。电源在明显位置放置急停按钮。

功率半导体器件两端安装电压限制器件或缓冲电路，缓冲电路可靠有效，在正常工作期间，功率器件上的瞬态电压必须限制在器件安全工作区以内。

滤波电容的选用考虑使用寿命，正常工作时不允许电容器有明显的温升。在设计滤波网络时，使经过电容的均方根纹波电流值不超过电容额定容量的 70%。

★电源内部各种线缆颜色及规格选择符合相关标准；长度合理，不应过长或过短；各种线缆根据所传输信号强弱电分离，如有必要考虑屏蔽等措施。线缆布设规整，必要时需通过线槽、桥架等走线。电源内部元部件应有明显标识，标识符号及安装方式应符合相关标准要求；互相之间连接牢靠，设计合理。

电源地应通过明显方式区分保护接地与功能接地，采用单点接地方式；电源内部各组成部分应特别注意接地方式。

★电路板供电应强弱电分离，有强电的不能选用可插拔连接器，必须改用压线式接线端子。信号调节电路安装在远离功率电路的地方，建议采用静电屏蔽措施以增强隔离效果。

### 3.4 电源操作控制要求

★（1）电源控制系统采用数字化，无论处于“本控”或“遥控”状态，计算机都可以监测电源的工作状态及输出的电压、电流值，实现电源的开停、输出电流的设定、cycle、输出电压的限定、输出电流/电压的读取和故障信号的显示、复位等。

★（2）电源本地的开机、关机、升流、降流通过机柜的触摸屏操作。同时触摸屏显示电流、电压、本远控切换及相应故障信息等。

（3）电源本控接口采用串口或网口均可以，远控接口采用 RJ45 的以太网通信接口，数控卡上要求留有采用光纤接口的同步通道；控制卡实现 2 种功能：远控先赋值，接收到同步信号后，电源同步工作；或者赋值后直接工作。电源远控规范遵循采购人提供的标准协议。

### 3.5 电源工艺要求

（1）根据设备厅空间规划，此次招标电源需要装配在 9 个 19 英寸标准机柜内，宽 0.8m 或 0.6m，深 1m，高 2m。电源采用机箱形式，高度不限；机箱留有接地端子，以便可靠接地。

每个电源柜体要求供应商安装 1 个液晶控制屏，便于本控操作。

★（2）由供应商外购的主要器件需要向采购人提供其使用说明书、产地；对易耗元件、特种元器件，供应商自备必要的备品备件，采购人需要时及时提供；元器件容量、耐压等留有足够裕量，并经严格老化筛选后方可使用。

（3）小功率电源采用风冷以外，其它电源关键功率部件采用水冷却方式。供应商提供电源内部冷却水的相关设备，与冷却水接触的物质只是紫铜或不锈钢材质，冷却水管采用高聚物复合液压软管。内部水路应尽可能减少接头，以降低漏水概率。电源柜出水安装流量计保护。进水和回水通道分别要求有总阀门，便于调试和检修。

★（4）装置内部行线应考虑到避免干扰、散热隔离和方便维修，要求一、二次线分开行线，一般操作线和关键控制信号线、屏蔽线应分开走线；所有电缆电线一律不准有中间接头，且要求两端套以回路标号；如若空间许可，应尽量采用走线槽行线，以利查线。

★（5）电源内部必须有良好的防漏电、绝缘等人身安全保护措施。所有材料应满足防火防水要求。

#### 4. 出厂测试要求

供应商根据采购人认可的测试大纲，按照各部件的关键技术指标以及系统集成后的关键技术指标进行测试，包括准备所需的测试设备和测量工具。

出厂测试和现场验收测试除在电源负载上有所区别之外，其他在测试项目、测试指标、测试仪器、测试方法等方面完全一致。出厂测试选用的模拟负载电感、电阻应尽可能接近电源真实负载参数。

电源外观、结构、电气安全、功能、控制接口按照技术协议，逐项验收。

电源的技术指标包括长期稳定性、电流纹波、调节分辨率、再现性、长期工作可靠性等。

##### 1) 长期稳定性（8 小时以上）

定义：

$$S = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_N}$$

$I_{\max}$ ：预热后，测试期间输出最大电流，

$I_{\min}$ ：预热后，测试期间输出最小电流，

$I_N$ ：额定电流值。

测试仪器：7 位半数字电压表，计算机，高精度电流传感器 DCCT，负载电阻。

测量方法：校正电源分别在  $\pm 30\%$ 、 $\pm 70\%$  和  $\pm 100\%$  负载情况下连续测量 8 小时，其他

电源分别在 50%、80%和 100%负载情况下连续测量 8 小时，可以减去电源预热 2 小时。

每台电源测量时，通过计算机记录测试曲线，根据测量数据，得出测量最大值、最小值、平均值、标准偏差、稳定度及温度漂移。

## 2) 输出电流纹波测试

输出电流纹波包括：低频（交流电 50Hz 的倍频成分）纹波电流和高频（开关电源工作频率）纹波电流，以百分比表示：

$$Ir = \frac{Vr}{Ia(j2\pi fL_0 + R_0)}$$

Vr: 电压纹波峰峰值

Ia: 电流工作值

测试仪器：示波器测试电压纹波，用负载电感折算电流纹波。

测试点：50%、100%额定电流

## 3) 调节分辨率

这指标定义为技术参数限定的输出电流的最小可调增量。

测试仪器：7 位半数字电压表，电流传感器，计算机。

方法：给电源设定一个微小增量，检测输出电流的增量。

## 4) 电流再现性

电源的输出重复性是指电源在不同时间开机，对应相同的设定值输出电流的微小差别。

测试仪器：7 位半数字电压表，电流传感器。

$$\delta = \frac{|I_{o2} - I_{o1}|}{I_N}$$

方法：在保证环境温度大体一致的情况下，电源在 90%额定输出值，经过充分预热（2 个小时），测量并记录电源的输出电流  $I_{o1}$ ，然后关机。停机 8 小时后，重新开机，经过充分预热（2 个小时），测量并记录输出电流值  $I_{o2}$ 。使用定义公式计算重复性。

## 5) 长期工作可靠性

抽样若干电源作 72 小时连续工作可靠性实验，中途故障修复后，重新计算工作时间。

# 5. 其他事项

如供应商原因导致交付进度延期，采购人驻厂费用由供应商承担，包括但不限于交通、食宿等费用。

# 6. 项目交付进度及其他

交付时间：合同签订之日起 1 个月内完成工艺设计并通过评审；合同签订后 7 个月内，

完成全部电源加工，出厂测试合格后运抵采购人指定地点，后续配合采购人根据工程进度完成设备现场安装和复测验收。

交付方式：供应商承担所有设备的运输、配合采购人完成安装验收，并承担相应费用。

## **7. 验收**

### **7.1 验收流程**

#### **7.1.1 出厂测试**

(1) 产品在出厂前，供应商需按照采购人认可的测试大纲进行严格检验，并提供完备的测试报告。设备在供应商处完成调试达到测试指标后，供应商组织出厂测试，采购人参加。

(2) 出厂测试合格后，供应商负责将设备运至交货地点，设备运输和保险由供应商负责。

#### **7.1.2 安装及验收**

(1) 装配工作由供应商配合采购人完成，同时配合采购人完成验收。

(2) 系统或部件如有质量问题需要返厂维修，供应商负责承担一切费用，并在采购人规定的时间内完成维修，不得耽误采购人设备设施的正常运行。

(3) 联合调试。供应商应在验收合格之日起一年内，根据采购人需要配合采购人进行联合调试。

## **8. 设备保修及售后服务**

### **8.1 培训**

无

### **8.2 保修条款**

供应商应保证所供货物是严格按照双方认可的工艺生产的，并完全符合合同规定的质量、规格和性能的要求。供应商应保证在正确安装、正常使用的条件下，在其使用寿命期内应具有达到设计要求的性能。在质量保修期内，供应商对由于制造、工艺或材料的缺陷而产生的故障负责。

本合同标的保修期为一年，起始时间以全部设备通过最终验收之日起开始计算。在保修期内，非采购人人为原因引起的设备故障，供应商负责免费维修和免费更换零部件。供应商应于接到采购人维修通知后 24 小时内(法定假期除外)进行响应，需要抵达现场进行维修的，供应商应在两个工作日内抵达现场，并应在合理的时间内完成维修。

## **9. 质量控制**

### **9.1 质量过程检查及验收要求**

(1) 合同执行过程中，采购人将根据实际需要对供应商的履约情况进行若干次阶段性检

查以及出厂测试和验收，供应商有义务提供必要的配合和服务，包括必要的检查设备和检查条件。

(2) 生产加工阶段：供应商需要按照质量管理体系的要求，对生产的各个环节进行严格控制；关键零部件检测以及特殊过程需要保留过程记录，必要时采购人可以要求现场参与检测或监督见证，供应商也可以要求采购人现场见证；涉及过程不合格和偏差或设计变更，需及时通知采购人做最终处理判定，审核批准方可开展下阶段相关工作，并保留记录；合同签订后，乙方每月填写项目执行情况反馈表并反馈至甲方直至交货为止。

(3) 出厂测试验收阶段：供应商完成全部生产任务后通知采购方进行出厂测试，以合同指标为依据，按采购人制定或审核批准的出厂测试大纲进行测试，出厂测试合格并且完成必要的技术资料后方可达到出厂验收要求。

(4) 现场测试验收阶段：货到采购人现场后，供应商须按合同要求完成后续工作，确保在采购人现场测试合格，现场测试合格后供应商配合完成竣工技术资料，达到现场验收合格。

## **9.2 质量监测有效性要求**

(1) 为保证质量过程监测、测量结果的可靠性和有效性，生产、检查、测试过程使用的监测、测量设备应确认完好，并通过有资质单位的检定，使用日期应在检定有效期范围内。

(2) 没有第三方检定或校准机构的特殊或自制监测、测量设备，中标方应具有自我校准方案、校准计划及自我校准记录，确定使用的设备是完好并在自校准有效周期内。

## **9.3 质量记录要求**

(1) 供应商应妥善保管好合同实施过程中的各类技术资料、文件和记录，对于生产、检测、测试的相关文件和记录要及时编/填写，归档，整理以备检查和追溯，记录应完整，可靠；

(2) 供应商单独采购的原材料、配套件（经采购人允许）应按照图纸规定参数采购并符合合同中的相关规定。特殊原材料应做好标识，并妥善保管好质保书或检测报告原件转交给采购方，确保采购质量可追溯。

## **10. 档案文件要求**

供应商负责收集整理合同形成和实施过程中产生的各种载体和形式的文件材料，并严格按照采购人要求提供归档材料。归档材料应为原件，履行签字盖章手续，形成日期完备，且文字材料、图纸等与实物、实况相一致，其质量应符合《科学技术研究档案管理规定》（国家档案局、中华人民共和国科学技术部令第15号）、《中国科学技术大学重大科研项目档案管理实施细则（试行）》（校科字〔2018〕256号）等制度规范要求和方法，确保档案完整、准确、系统。

(1) 提供工艺设计报告及报告评审文件（评审会议通知、会议日程、签到表、会议报告、



评审意见、根据意见修改前、后的两版设计报告等）等；

- (2) 外协、外购设备和材料清单及相关合格证、检测报告、使用说明书等，对需要检测的关键部件进行检测并出具出厂和现场测试验收报告，关键部件工艺规程、工艺过程检测记录、工艺说明书等，如实施过程中有变更材料则提供相关记录；
- (3) 自测大纲、自测报告，出厂测试申请、出厂测试大纲、出厂测试报告、出厂测试评审（出厂测试评审会议通知、会议日程、签到表、会议报告、评审意见）；
- (4) 检测过程中使用的测量设备（仪器）的有效检定证书、校准证明；
- (5) 装箱单，系统（设备）零部件明细表，使用说明书等；
- (6) 提供纸质和电子版定型/竣工图册（总图、全套零部件加工图和目录），纸质总图需采购人会签；
- (7) 其它相关检测报告；
- (8) 重要阶段和关键环节形成的照片（JPG 格式）和视频（MP4 格式），如重要会议，设备制造加工过程关键节点，设备关键部件、样机、关键设备等实物各角度，安装调试、验收等原片（包括全景、近景、特写等），其主题突出、声音、影像清晰；照片和视频的命名需注明具体信息（包括时间、地点、事件及摄制者，如有重要人物请标注清楚）。