# 采购需求及技术规格要求

**1、货物需求一览表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 货物名称 | 数量 | 预算（万元） | 交货期 |
| 1 | 超临界二氧化碳热工实验平台 | 1 | 1800 | 12个月 |

**2、工程技术要求**

本技术要求适用于超临界二氧化碳热工实验回路（以下简称“以下简称超二回路”）的工程设计、物项供应、施工安装及运行调试采购。旨在定义和描述本项目采购的供应范围、技术要求、验收要求、质保条款及进度要求等内容。详细技术要求详见《CRAFT-DT0210-TS-002\_CRAFT超临界二氧化碳实验平台技术规格书》及其附件。

**2.1、设备的主要用途及功能**

超临界二氧化碳实验平台是偏滤器部件工程测试平台的重要子系统之一，其主要任务是设计和建设超临界二氧化碳热工实验回路（以下简称超二回路），开展COOL包层二氧化碳冷却剂热工测试及一二回路耦合实验，评估COOL包层相关热工水力学特性及一二回路耦合特性，从而验证热工设计程序，制定包层服役性能测试准则。

按照设计要求超临界二氧化碳回路将能满足开展基于超临界二氧化碳为冷却剂工质的六大类实验：

（1）包层第一壁模块高温高压单侧高热流实验研究；

（2）矩形通道内强化换热实验研究；

（3）包层第一壁、联箱、扇段的流量分配、流场特性实验研究；

（4）并联通道流动不稳定实验研究；

（5）包层模块整体热工实验研究（与现有高温锂铅回路联合实验）；

（6）一二回路耦合换热实验研究（与现有高温锂铅回路联合实验）。

超临界二氧化碳热工实验回路（以下简称超二回路）主要包括CO2充装系统、小流量S-CO2回路，大流量S-CO2回路、试验段、冷却水系统、电气系统、仪控系统以及加热保温系统等，其中小流量S-CO2回路，大流量S-CO2回路、试验段应根据实验需求确定回路的参数要求，其余系统则起到辅助作用。

**2.3、 工作条件**

超临界二氧化碳回路主体部分位于聚变堆主机关键系统综合研究设施园区内13#实验楼内，园区北靠滁河干渠，南邻董铺水库，东、西为生态农林用地，为水源二级保护区范围。13#实验楼大厅内布置有高温高压水回路、锂铅回路、真空实验腔室等实验装置。

（1）台架建设地址：中国安徽省合肥市蜀山区三十岗乡聚变堆主机关键系统综合研究设施园区内13#实验楼。

（2）环境温度：-5~40℃。

（3）湿度：≤100%。

（4）压力：大气压。

**2.4、 技术性能指标要求**

以下为超临界二氧化碳热工实验回路（以下简称超二回路）需要达到的参数指标：

* 小流量S-CO2回路：
* 回路提供给试验段的S-CO2工质正常运行压力达8-9MPa，设计最高耐压达12MPa；
* 回路提供给试验段的S-CO2工质温度达300-500℃，高温段设计耐温不低于600℃；
* 回路提供给试验段的流量达到0.2~1.5kg/s，流量可以连续调节，且在5%-95%量程范围内调节线性度误差不大于±5%；
* 大流量S-CO2回路：
* 回路提供给试验段的S-CO2工质正常运行压力达8-9MPa，设计最高耐压达12MPa；
* 回路提供给试验段的S-CO2工质温度达300-500℃，高温段设计耐温不低于600℃；
* 回路提供给试验段的流量达到1~6kg/s，流量可以连续调节，且在5%-95%量程范围内调节线性度误差不大于±5%。
* 试验段：
* 运行压力达8-9MPa；
* 运行温度300-500℃；
* 流量达到0.2~6kg/s；
* 上述参数能够连续可调，且超二回路及其试验段具有紧急情况安全措施。
* 超二回路具备远程启闭、过程监测与控制功能，并且具备必要的安全连锁功能，便于在控制室内远程操作实验台架，确保实验人员安全。

**2.5、 技术服务要求及质保要求**

**2.5.1 供应方责任和义务**

（1）本技术要求中所描述内容，是对供应方的基本要求，供应方应对本要求中的各项要求全面负责。且供应方的工作范围包含但不限于本采购技术要求描述内容。

（2）本技术要求并未对一切技术细节做出规定，也未充分引述有关标准和规范条文。因此，供应方除应满足本技术要求以外，还应满足国家及行业现行标准及相关规定。

（3）供应方应对需求方提供的设计数据及文件进行审查，以确保设计的正确性。

（4）经需求方认可的各种设计、计算、图纸、采购、施工试验和技术文件不能转移供应方对合同应负的责任。

（5）供应方应负责整个项目涉及的报批报建（包括压力容器、压力管道、土建工程等）工作，相应费用由供应方承担，并包含在合同报价内。

（6）供应方在项目系统设计、物项采购、施工调试过程中出现的任何不符合项或问题均应作详细记录，并及时书面通知需求方。经需求方认可的不符合项或其它问题，不能转移供应方应负的责任。

（7）在执行本技术要求的过程中，供应方在做出任何改变之前，均须书面通知需求方，在取得同意后，方可实施。

（8）需求方提供的图纸及技术文件，供应方未经允许不得私自利用或转让给第三方。

（9）在合同签订后，需求方保留对技术要求提出补充和修改的权利，供应方应予以配合。

**2.5.2 供应范围**

实验台架包括工艺系统、电气系统、仪控系统、土建（含钢平台）等内容。工艺系统主要包括小流量S-CO2回路、大流量S-CO2回路及试验段，其一次侧为CO2工质，二次侧为冷却水系统，最终依赖园区冷却水或环境冷却。此外，工艺系统还应包括但不限于为完成回路功能而设置的充补气、抽真空、保温伴热、冷却水回路、压缩空气系统和对应管道等组成的辅助系统。

**2.5.2.1 设计内容**

供应方应根据需求方提供的设计要求，统筹考虑台架总体设计需求，开展实验台架的相关设计工作，并形成相关设计成果文件。

（1）工艺系统设计内容

需求方已经按照超二回路的技术指标和预计在实验平台上开展的实验的要求，对超二回路进行了初步设计。要求供应方以此初步设计方案等设计输入文件为基础，对初步设计方案进行核算，完成超二回路的施工设计。

（2）电气系统设计内容

供应方仍需负责的内容包括但不限于：实验台架的照明设计、电气设备安装布置设计、防雷接地设计、电缆桥架设计、铜排及电缆选型、电气设备设计、电缆走向设计等）。

（3）仪控系统设计内容

供应方负责实验台架仪表与控制系统的设计（包括但不限于：充装系统，小流量S-CO2实验回路，大流量S-CO2实验回路及辅助系统工艺仪控设计、仪表选型设计、仪控设备安装布置设计、仪控设备供电设计、工业视频监控设计等）。

（4）土建设计内容

供应方依据需求方提供的设计要求、工程变更、标准规范进行土建专业的初步设计及施工图设计，以满足项目的建设需求，具体内容包括但不限于以下各项：

* 钢结构平台；
* 基础结构；
* 其它与本工程相关的土建设计工作。

**2.5.2.2 物项供应**

超二回路设计、施工、调试期间所需的设备和物项均须供应方负责提供。

**2.5.2.3 施工安装**

在施工设计完成之后，供应方应负责实验台架全部施工安装工作，供应方负责内容包括但不限于以下内容：

（1）土方工程；

（2）基础工程；

（3）钢结构（平台）工程；

（4）实验台架工艺设备安装；

（5）实验台架所有电气设备安装；

（6）实验台架仪控设备安装；

（7）测量仪表设备标定；

（8）报批报建工作。

供应方施工至少包含如下工作：

* 施工准备：

1. 根据现场情况准备施工文件，包括但不限于现场施工方案设计、工作进度计划、风险控制措施、质量计划等；
2. 清理施工材料（包括主材、散材、专用工具）以确保满足开工条件；
3. 施工项目人员配置、资质审核（需求方审查）；
4. 施工人员资质备案；
5. 施工班组人员入厂；
6. 配备好施工过程所需的一切工具和设备。

* 现场施工：

1. 施工物项运输至现场，包含施工过程所需的各种工具和设备；
2. 钢平台搭建，设备（包括机、电、仪所有设备）、管道、线缆、支吊架、 设备标牌等的安装施工；
3. 保温防腐施工；
4. 施工过程安全质量管理、监督；
5. 配合需求方开展施工质量的检验及放行（工序关键节点设置H、W点）；
6. 其他与本施工相关的工作。

**2.5.2.4 施工安装**

供应方负责编写台架系统的调试大纲，并编写电仪测试以及台架系统整体运行调试等各项调试程序。调试大纲、调试程序须经需求方评审书面认可。实验台架安装完成后，供应方负责安排相关人员进行系统单体调试及系统整体调试，以确保工艺系统、控制系统以及电气系统能够正常工作并达成预期实验目的。

调试阶段使用的工器具由供应方负责。

调试阶段的各类费用均由供应方承担，包含在项目报价内。

**2.5.2.5 文件供应**

本技术要求采购物项为超临界二氧化碳回路实验台架的系统设计、物项供应、施工安装及运行调试。供应方应提供全套设计成果文件，包括初步设计文件、施工设计文件、物项供应文件、施工安装文件、运行调试文件、竣工文件。供应方提供给需求方的所有最终文件均需电子版1套（其中图纸文件要求提供可编辑CAD版本）和纸质版3套（一式3份），供应方应按需求方要求提交但不限于以下材料或文件：

* 初步设计文件（包括所有的实验回路）
* 文件清单
* 技术方案说明书
* 技术方案可行性和合理性分析报告
* 初步设计说明书（含机械、电气、仪控）
* 设计计算书（钢平台载荷计算、水力计算、照度计算等）
* 工艺系统流程图
* 工艺设备布置图
* 设备选型计算书
* 工艺设备采购技术规范
* 电气设备（包括但不限于配电盘、配电箱、电缆、高频开关电源、调功柜、加热丝加热环、不间断电源系统等）采购技术规范书
* 电气设备布置图
* 仪表及其配件采购技术规范书
* 土建结构初步设计图（含钢平台、基础、隔间）
* 设备和管线清单
* 仪表选型和数据表
* 仪表整定值清单
* 系统及设备控制要求
* 施工设计文件
* 文件清单
* 综合材料清单（包括设备清单、施工材料清单）
* 施工设计说明书
* 计算报告（管道应力计算书、应力分析报告、蠕变和疲劳分析、非标设备设计计算报告、换热设备性能分析报告）
* 保温计算说明书
* 台架装置三维模型及源文件（需要纸质版和电子版，电子版要求采用PDMS软件绘制）
* 设备布置图
* 设备安装图
* 管道布置图
* 管道等轴图
* 支吊架图
* 管道化学成分、晶粒度复验报告
* 照明配电图
* 配电盘电源回路分配图
* 电缆桥架布置图
* 电缆清单
* 电缆敷设图
* 电缆端接图
* 电气设备材料清单
* 配电盘抽屉典型图
* 接地图
* 铜排尺寸图
* 仪控供电系统图
* 仪表及盘箱柜安装布置图
* 仪表端接图
* 土建结构施工图（含钢平台、基础、隔间）
* 土建结构所有计算书（含钢平台、基础、隔间）
* 物项供应文件
* 装箱清单（含备品备件清单）
* 物项供应一览表（含备品备件）
* 产品合格证
* 材料质量证明书
* 设备焊接记录
* 设备无损检查记录
* 设备压力试验报告
* 设备制造、检验、验收大纲
* 控制系统原理图
* 仪表安装使用说明书
* 设备外形图
* 设备结构图
* 设备设计说明书（含设计计算、数据表）
* 泵的性能曲线
* 出厂试验报告
* 设备操作规程、安装、运行、维护及检修说明书
* 施工安装文件
* 施工质量计划
* 施工方案文件
* 土建施工文件（包含但不限于施工组织设计、施工方案、交底记录、 图纸会审记录、测量资料、原材料送检报告、检验批记录、各类验收 记录等）
* 施工检查记录
* 设计变更文件
* 仪表标定测试文件
* 运行调试文件
* 实验台架操作规程
* 实验台架维护手册
* 实验台架调试大纲
* 实验台架调试程序
* 实验台架调试报告
* 竣工文件
* 制造完工证书
* 产品质量证明
* 材料质量证明
* 外购标准件质量证明
* 焊接记录
* 无损检测记录及报告、无损检测人员资质证明
* 完工尺寸检查记录
* 偏离和不符合项报告
* 物项验收单
* 最终验收调试报告
* 其它竣工文件

**2.5.3 技术服务要求**

**2.5.3.1 工艺系统设计要求**

主系统初步设计方案如图 1。工艺系统的设计需要遵循如下原则：

1）系统设计严格执行国家、行业及地方制定的有关法令、标准和规定，采用国内外可靠、成熟、适用的技术、工艺、设备和材料，提高系统整体技术水平，确保生产运行安全可靠；

2）在附件1《超临界二氧化碳回路主系统初步方案》的基础上，采用先进的工艺流程及设备，达到所要求的各项技术参数，工艺系统的自动化水平与项目整体要求相一致；

3）设备、材料的选用在保证安全、可靠、节能、环保的前提下，充分考虑其经济性最佳。

4）投标时需要提供的技术文件包括但不限于台架完整的PID图、台架三维结构示意图、设备材料选型表、试验台架各回路及工位的原理设计计算报告。其他文件资料要求详见3.2.5节。

图示, 示意图

描述已自动生成

图 1超临界二氧化碳热工实验回路主系统初步方案

* **一次侧超二回路主要技术要求**

一次侧二氧化碳回路包括CO2充装系统、小流量SCO2回路、大流量SCO2回路。其中，CO2充装系统的充装流量需要达到0.3 kg/s（在CO2为-20℃，2.1MPa下测算），充装系统设计压力12 MPa，设计温度-20℃~100℃。

小流量SCO2回路和大流量SCO2回路的主要技术参数要求详见《CRAFT-DT0210-TS-002\_CRAFT超临界二氧化碳实验平台技术规格书》及其附件，回路内的热量通过冷却器进行散热，冷却器另一侧为冷却水系统（去离子水为工质），与园区冷却水系统或环境换热并实现最终冷却。

二氧化碳回路的管道应采用316或316L或P92不锈钢材质的无缝钢管(GB/T 14976)；系统内回热器应采用PCHE形式，使用316材质；系统内电加热器及试验段的管道及设备内需采用P92、Alloy 617或Alloy 625材质。辅助系统内的CO2充装及水回路应采用304L不锈钢材质。

法兰采用高颈对焊法兰。高温段应减少法兰的使用。

在满足实验需求的前提下，投标方应合理设计超二回路容积，准确评估二氧化碳用量，并告知需求方。

小流量S-CO2回路和大流量S-CO2回路应充分考虑系统设备及管道的散热损失，电加热器、热交换器的设计功率、设计温度应留有充足的余量。

一次侧二氧化碳回路的漏率应不大于1×10-6 Pa∙m3/s。

* **试验段主要技术要求**

试验段的进出口区域需要安装压力、压差及温度传感器，用来监视工质的运行状态；同时，为防止试验段在试验过程中出现风险进而导致试验系统的不可逆损坏，需要在两条SCO2回路的试验段的进出口处分别设置紧急切断阀，以及增设旁通管路及阀门。

试验段处需要具备的运行压力~10 MPa、运行温度~600℃，运行流量分别为0.2~1.5 kg/s和1~6 kg/s。

试验段应预留足够空间，作为综合性试验区域，满足上述六大类试验设备对场地的需求。

* **辅助系统主要技术要求**

二氧化碳充装回路的二氧化碳液态储罐出口处需设置固体颗粒过滤器及除水器，以确保回路二氧化碳中水、氧气含量≤100ppm。

二次侧冷却水系统用于冷却一次侧超二回路，并最终由园区冷却水或环境冷却。二次侧冷却水回路应能保证超二回路的最大冷却量需求，且与一次侧CO2回路和园区冷却水回路的参数匹配。

抽真空度要求为：100 Pa，试验回路通过气体置换法排净系统内的空气。

一次侧CO2的排气应设置排气管线，并于室外进行排放。排气应设置排气消音器，设计压力15MPa，满足二氧化碳的排放高度及排放噪声标准要求。

二次侧冷却水系统，需要完成一条去离子水循环系统设计，去离子水系统管道需采用不锈钢304或304L材质。去离子水最终与园区冷却水或环境进行换热；冷却水回路需要配置风冷式冷水机组，防止发生厂区断水等紧急事故工况时，系统能够安全平稳停机。

* **电气系统主要技术要求**

供应商负责提供实验台架所需配电设备的设计及供货。

供配电系统—将电能分配至各个控制区，主要包含以下设备：低压配电柜、电加热控制柜、实验段电源控制柜、风机泵控制柜、动力及控制线缆、UPS电源、无功补偿柜、有源滤波柜等，试验台架采用交流电源，传感器输出采用直流电源。

UPS电源：至少应满足控制系统、阀门在断电1小时内的用电需求。

控制线缆及仪表线缆：控制柜/箱及配电柜至设备间等各类控制信号线、仪表信号线、通讯线；

动力线缆：配电柜至控制柜/箱以及配电柜、控制柜/箱至设备、电加热器、试验件之间等动力线缆。场地配电站至实验台架进线配电柜的电缆由需求方提供，供电电压AC400V，规格由供应商设计；

桥架：包含配电柜至控制柜/箱、设备间，以及控制柜到设备间等桥架；

实验段电源控制柜：要求实验段电源控制柜采用可控硅或IGBT高频直流电源，额定输出功率不低于200kW，功率连续可调，调节范围0~100%，纹波系数不高于5%，调节精度不低于0.5%，输出电源规格与试验件匹配；

低压配电柜采用MNS抽屉柜，柜内主要元器件采用合资品牌，进/馈线回路均设置多功能电力参数测量仪，全电量测量精度0.5级，带RS485通信接口；控制柜采用GGD柜，柜内主要元器件采用合资品牌。配电柜基础采用10#槽钢，并通过接地扁铁与厂房内接地网相连。

* 电气系统应保证合理设计、符合设计规范，保证试验设备安全稳定运行， 保证试验数据稳定、真实；
* 低压设备电气等级为 220V/380V，设备配电应按照相应低压配电设计规范 进行配电设计；
* 电气系统接地采用等电位接地方式，接地电阻＜4Ω。钢平台要求采用 40mm×4mm 镀锌扁铁接至厂房等电位接地扁铁，其他设备和装置接地按照 国家标准执行；
* 供应方需核实试验厂房实际情况，并根据电气设备实际负荷情况，按照安全可靠、技术先进、经济合理的要求，选择电气设备的配电方式；
* 电气配电盘需安装在环境洁净室内。防护等级不小于 IP31，其余环境下电气设备及照明设备防护等级均不小于 IP54；
* 电气设计须根据国家、行业、协会有关标准进行设计，应满足当地相关部门的法令、法规及工艺要求；
* 电气系统设计需保证便于操作性、便于更换性、便于维护性等特点；
* 供应方所有电气设计资料均需需求方进行审查，待需求方审查确认后方可进行后续工作；
* 从系统结构、设备及材料选型等方面优化电气设计，做好成本控制；
* 钢平台需配置照明，照度要求满足《GB 50034 建筑照明设计标准》中的相关规定；

照明系统应考虑每层钢平台面积，要求满足照度前提下考虑环境、防爆、 防水蒸汽，并带相关电源开关控制；

* **仪控主要技术要求**

仪控系统为台架的运行和各项实验提供信息监测、控制和保护功能，保证台架的可靠运行和实验的顺利进行。仪控系统对台架运行和实验中的过程参数进行监测，根据工艺系统的要求提供自动调节和过程控制，并能为系统和设备提供相应的联锁保护，对于工艺过程和设备状态的重要参数需要在控制室中进行实时的显示，必要时应设置相应的报警（包括各种声光报警）对操作员提供相应的信息，报警信息应清晰易懂，并且操作员能根据实验需求设置相应的报警条件。为满足台架的各种实验要求，除了自动控制以外，还要求设置足够的就地和远程手动控制。控制室内的仪控控制台上应提供紧急停止按钮。

仪控系统包括测量仪表、控制系统两部分，其功能要求如下：测量仪表用于监测工艺回路的过程参数，包括回路的温度、压力、流量、液位和泄露等测量仪表。考虑到调试和实验过程中的损耗，仪表应留有一定备件（特别是热电偶）；需考虑部分仪表的可拆卸要求，适当选择仪表与管道的连接方式，为后续实验提供便利；温度测量点均需采用冰点补偿；

控制系统用于工艺数据的采集和过程控制，包括各种信号采集板卡、上位机、下位机、显示器等，同时，控制系统须包括视频监控系统（接入不少于32路高清云台摄像头）。需在适当的地方设置控制室对试验装置进行集中监测控制；

控制系统硬件推荐采用PLC控制器及其配套卡件，数据采集系统硬件推荐采用NI及配套卡件，以便与现有锂铅回路数据交互。

控制系统应至少包含：1套控制软件（包括软件源码），1套数据采集与控制硬件，控制系统硬件通道总数量不少于550个，试验段内数据采集硬件通道总数不少于260个。控制台需配备工作站及存储服务器，满足整个台架运行6个月的数据存储需求。

其中控制软件的功能包括但不限于以下内容：

（1）监控与显示功能：实时监控并显示系统的运行状态及相关仪控参数

（2）记录功能：根据采样率，准确而实时的对所有数据展开记录与存储

（3）联锁功能：根据运行安全设置联锁条件及保护响应功能

（4）报警功能：设置报警阈值，若超出阈值，应醒目提醒用户并本地记录。

（5）历史查询：根据用户不同查询条件，准确而完整显示相应的历史数据及报警记录。

（6）报表打印与数据导出：根据用户需求，可导出Excel、图片、tdms等格式的数据，并生成相应的报表。

（7）提供调试模块，支持与第三方系统或程序的数据访问与控制。

其中完整的数据采集与控制硬件包括但不限于以下内容：

* 控制机柜及其附件
* 控制器、输入输出模块、电源模块、通信模块、交换机等
* 远控计算机
* 操作站及工程师站控制台、椅
* 过程控制和检测

（1）控制功能

配置的控制站能满足过程控制的功能及速度要求，应具备连续过程控制、批量控制和顺序控制的功能。具备快速控制能力，具备PID参数自整定功能，具有运行控制应用软件及高级编辑语言的功能。

（2）数据采集功能

数据采集功能是将过程变量及状态存入系统，控制站能满足所有过程变量检测的需要，系统应有数据存储功能，可将各种工艺变量及参数、检测信号、操作过程、报警事件等数据存入硬盘，并可随意调用。根据监控对象不同，采样率灵活可调。

（3）过程I/O接口

各类卡件应有0.1%精度。

输出信号卡在设备故障时应能保持输出不变或达到预先设置的安全输出值。

用于热电偶温度检测的I/O卡应具备冷端温度补偿的功能。

* 操作环境和人机接口

（1）操作站

操作站是操作人员监视、控制生产过程，维护设备和处理事故的人机接口，其硬件和软件应具有高可靠性和容错型，软件应有从错误中迅速恢复的功能。

（2）操作站主机

操作站的主机应是工作站或高性能工业用计算机，其操作系统应是通用的，使用于工业化的、可靠的操作系统。操作站的外设及接口应是通用的。

（3）操作站软件

操作站的软件操作环境应能适应过程控制的操作需要，可以根据操作者的权限访问和调用工艺流程图、过程参数、数据记录、报警处理以及各种可用数据，并能有效的调整控制回路的输出和设定参数。所有变量均支持外部程序对其进行数据访问及控制。

（4）操作站组态

操作站可以运行组态软件或用作工程师的组态终端，并配有通用键盘，使其具备工程师组态环境，并可以对网络上的设备运行状态诊断和数据维护。

（5）数据处理能力

操作站的数据存放格式应是通用的，其数据库及数据库管理系统应是标准的，系统应当满足所有数据的记录需要，可由用户任意选定记录的参数、采样时间和记录长度，并可对记录的数据进行编排处理和随时调用。

硬盘上的永久记录应能转存到存储设备上。

（6）过程报警和系统报警

操作站应具有完善的报警功能，对过程变量报警和系统故障报警应有明显的区别。应能对过程变量报警任意分级、分区、分组，应能记录和打印报警信息。

* 硬件配置的基本要求

项目的操作站集中安装在控制室内，控制站与操作站之间通过铠装电缆进行通讯。检测点统计根据仪表，阀门和控制设备进行统计，形成I/O清单。

（1）控制器的配置

控制器在电源掉电恢复后，处理器应不需要人工干预而自动重新启动。

（2）控制器负荷

控制器I/O卡件插槽必须预留20%的余量。

当控制站满负荷时，系统的电源、软件、通信负荷和其他各种负载应具有至少40%以上的工作余量。

控制站的负荷不应超过50%。

（3）I/O卡配置

I/O模块应具有故障自诊断能力，且具有抗电涌保护功能，允许带电插拔。

I/O卡应采用隔离式。

AI卡的通道数不应多于每卡16通道。

用于控制的温度信号输入卡的通道数不应多于每卡16通道。

用于监视的温度信号输入卡的通道数不应多于每卡32通道。

AO卡的通道数不应多于每卡16通道。

DI卡的通道数不应多于每卡32通道。

DO卡的通道数不应多于每卡32通道。

AI模数转换器最少为14位，共模抑制比大于80dB，供给现场两线制仪表24VDC电源由系统供电，带负载能力不小于500Ω,输入信号4-20mADC或1-5VDC可任选，有源输入或无源输入可任选。AO模数转换器最少为12位，输入信号4-20mADC或1-5VDC，具有输出隔离，具有短路保护和短路报警等功能，带负载的能力不小于500Ω。

DI模块应采用光电隔离，能承受380V的峰值电压，输入与地隔离。现场出点为无源型，所需24VDC电源由控制系统提供。DO的接点容量不小于24VDC、3A，输出应有短路保护且与地隔离。

（4）操作站的配置

控制室内设置2台操作站。

每个操作站应配备显示器、操作员键盘、鼠标。

至少有一台操作员站的配置应能方便的从操作员环境转入工程师环境，对网络上的设备可进行诊断和数据维护。

操作站配置至少为28寸液晶显示器，带有图形加速器的显示驱动卡。

操作站配备双显卡。

（5）工程师站配置

工程师站应能完成系统配置，监控回路组态及下装到操作员站和控制站的功能

控制室内设置1台工程师站，接在局域通讯网上，用于系统管理和组态维护及修改。工程师站安装操作员站软件后可作为操作员站使用。

（6）通讯网络

网络连接采用网络交换机。网络负荷不应大于50%。设置一个TCP/IP的工厂管理网接口，配备OPC等软件，网络服务器能读取控制系统的过程数据。

（7）系统机柜

根据各回路的控制和测点数量配置控制单元及机柜。机柜内宜预留20%的备用安装空间。

机柜应采用标准机柜，前后单开门，尺寸统一为2200mm×800mm×600mm，颜色推荐RAL7035，门内带正反面标签，门内外均带机柜编号，机柜内配置电源。

（8）电源及接地

控制系统的电源为220V±10%,50HZ±1HZ双路供电，在1路电源供电的情况下，系统必须保证正常运行。风扇、照明、插座电源规格为220VAC，50Hz普通工业电源。

接地工程应符合有关标准规范，采用等电位连接方式的共用接地系统，最终接到电气的接地系统。

* 软件配置基本要求

配备全套的过程控制软件和操作软件。配备的软件操作点数容量与对应的控制器的I/O卡匹配。系统及组态软件应支持离线组态和调试。

* **土建主要技术要求**
* 应当给出系统立体布置图及详细的钢平台设计方案；
* 本工程按使用年限 50 年进行设计和建设；
* 本工程设计基本设防烈度 7 级，抗震设防烈度 7 度；
* 13#实验厂房的地勘资料见附件3《合肥大科学装置集中区项目岩土工程勘察报告》，供应方应基于工程设计，参考附件对厂房内外相关地基进行必要改造；
* 钢筋混凝土材料要求：混凝土强度等级采用 C35，钢筋采用 HPB300、HRB400。钢材采用 Q345；
* 钢平台位置和尺寸根据工艺和设备要求确定，并经需求方工程师确认后开始初步设计；
* 根据设备重量和尺寸合理设计钢平台的结构和连接方式；
* 钢平台应使用可拆卸的连接方式，主要部件：立柱与地基、立柱与横梁要求使用螺栓连接；
* 钢平台、隔间、基础结构油漆颜色、标高等需与原厂房规划要求一致，具 体以厂房现场要求为准；
* 本工程钢结构除锈处理后进行喷漆（一底两面）涂装厚度 150μm，面漆颜色施工前需与需求方确定，喷漆工艺满足规范要求。需涂防火涂料的构件，面漆采用防火涂料代替，底漆应与防火涂料兼容；
* 钢平台基础优先采用独立柱基础，基础不得对周边构建筑物的结构安全和正常使用产生影响，否则应进行防护设计；
* 如果机械泵的震动会影响整个钢平台，则需要单独做基础，钢平台上其他设备需要考虑支撑问题；
* 基础下地基回填后承载力特征值达到 200kPa，回填厚度3.3m以上，要求压实系数0.97以上；

部分辅助系统置于厂房外，相应厂房外的钢平台需考虑防雨、防锈设计。

**2.5.3.2 物项技术要求**

详见《CRAFT-DT0210-TS-002\_CRAFT超临界二氧化碳实验平台技术规格书》及其附件。

**2.5.3.3 实验台架施工要求**

供应方负责实验台架设备（机电仪土建）及管道附件整体安装。供应方应根据需求方提供的项目进度要求，开展工作。供应方应负责现场全部设备的标牌制作与安装。施工接口如下：

* 施工用电：需求方提供施工用电源接口，供应方利用该接口实现施工现场的照明以及施工动力用电；
* 施工用气：施工过程中用气体应由供应方自行准备；
* 机加工服务：施工过程所需的机加工服务由供应方自行负责。
* 供应方负责现场环境的管理及清理，避免锂铅和导热油介质外溢，对现场环境造成不良影响。

供应方应根据设计文件及设备厂家的技术资料进行现场施工，并确保安装过程的正确性。土建结构施工质量需满足 GB50210-2001《建筑装饰装修工程施工质量验收规范》和 GB50300-2001《建筑工程施工质量验收统一标准》的相关要求。设备管道的安装质量应满足 GB50252-2010《工业安装工程施工质量验收统一标准》。现场焊接工作应按照GB50236-2011 《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》执行，焊接质量应满足GB50683-2011 《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》。保温安装应按照GB50126-2008 《工业设备及管道绝热工程施工规范》执行，保温安装质量应满足GB50185-2010 《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》；防腐蚀工程的施工及验收应满足 HG/T 20229-2017《化工设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范》，电气设备安装应满足GB50254-2006《低压电器施工及验收规范》、GB 50168-2006《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》、GB 501492010《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》以及GB50169-2006《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》的相关要求。所有设备在安装完成后，应能良好执行其预定的功能。

其他安装要求详见《CRAFT-DT0210-TS-002\_CRAFT超临界二氧化碳实验平台技术规格书》及其附件。

**2.5.3.4 台架功能调试要求**

实验台架安装完成后，供应方应编写调试大纲、实验大纲并由甲方审核通过后才可进行现场调试。对实验装置进行分项试验，包括但不限于设备调试、系统管道耐压试验，气密性检测试验，管道吹扫，电气调试、仪控调试、工艺系统调试，系统冷态调试大纲，系统热态调试大纲，事故与应急处理等内容；以确保装置能够正常使用。

系统联调前需对设备调试人员进行系统培训，熟悉系统运行控制原理、工艺流程与调试有关的规范、规程及标准，熟悉专用工具及仪表的使用方法，熟悉控制界面及参数的运行范围，熟悉操作台所有控制内容及运行要求；

实验装置建成交付前，供应方应编写功能调试程序，进行整体实验装置（包括工艺、仪控以及电气专业）的实验功能调试，功能调试以满足实验段所需工况，如8所示。功能调试作为台架验收交付的必要条件。

供应方须在进行（电仪工艺）系统调试和功能调试前，组织需求方一起对调试范围内的设备进行联合检查。

**2.5.4 质保要求**

本实验台架的质保期为项目最终验收后至少24个月。

**2.5.4.1 总体要求**

（1）供应方应按ISO9001建立质量管理体系，应配置足够的、满足要求的质检人员；

（2）供应方应编制不符合项管理等重要程序文件提交需求方审查认可；

（3）供应方应编制质量计划，并提交需求方备案并选择控制点；

（4）供应方工程设计校核完成，提交需求方审查认可后，实施后续生产；

（5）供应方按本单位要求编制完工报告（含设备制造合格证书）。

**2.5.4.2 资质和经验要求**

（1）供应方应具有匹配的石油化工或机电安装或电力工程总承包资质；

（2）供应方应具有匹配的压力容器设计、压力容器和压力管道安装改造资质；

（3）供应方应具备高温高压超临界二氧化碳流动传热相关的重大项目经验；

（4）供应方应具有高温气体热工水力台架设计、建造业绩；

（5）供应方应具有中大型高温气态热工水力试验台架的调试、运行经验，拥有中大型超临界二氧化碳台架调试运行经验更佳。

**2.5.4.3 项目组织**

（1）签订合同后，供应方应成立项目组，并委派一名项目经理并配备各工序（包括设计校核、制造、质量、工程实施）的负责人，并提交需求方备案；未经需求方同意，供应方不得随意更换为本项目服务的指定人员；项目经理必须具有高级职称或具有10年以上本行业的工作经验。

（2）项目经理负责协调供应方在工程全过程的各项工作，包括系统设计校核、计算分析、工程进度、制造确认、编程和技术服务、图纸文件、工厂和现场测试、编制文件、启动、投运和现场系统可利用率测试等工作；

（3）供应方必须为本项目至少配置热工水力、设备设计、压力管道设计、仪控、电气等5个专业的技术人员，技术人员必须具有硕士研究生以上学历或具有5年以上本专业工作经验，技术人员不得临时外聘。

（4）供应方应积极参与本项目相关系统和其他重要设备的设计联络会及需求方组织召开的其他相关工程设计联络会，主动了解、探讨设备和系统要求，以利于工程的顺利开展。

**2.5.4.4 质量管理**

项目的质量管理需要贯穿于项目的整个执行周期，供应方项目经理需要对项目的整体实施质量负责。在项目执行过程中，必须严格按照相关流程、规范，组织项目实施活动，确保项目的实施质量。需求方有权利在任何时候，对设备的质量管理情况，包括设备试验的记录进行检查。

（1）供应方须按照相关产品检验规范、工程项目出厂检验标准等，对项目的质量进行最终的出厂监控；

（2）供应方须遵守工程项目实施流程和规范，使项目过程质量得到保证；

（3）供应方须确保项目符合国家和行业特点的实施标准，同时提高项目的实施效率和产品质量；

（4）供应方项目经理需要在项目执行的各主要节点安排项目组内部对项目的质量检查，并按照相关的项目执行规范逐项检查，并保存相关的质量检查记录；

（5）供应方项目出厂前须邀请需求方进行项目出厂验收，项目验收合格后方可发货至现场；

（6）供应方须按照规定的项目文档实施规范要求完成项目实施全过程的文档，并要求文档内容和现场实施内容一致，保证项目的文档质量，项目验收后作为竣工资料交给需求方；

（7）供应方应将本系统的设计、建造和调试等工作内容合理划分阶段进行质量管理，并制定质量计划，提交需求方审查，需求方对供应方采用控制点方式进行质量监督。所有图纸和施工文件需经需求方技术人员审查确认；

（8）供应方应为本项目配备质量管理人员（QC），负责本项目的质量监督。

**2.6、验收标准及验收程序**

供应方按规范要求、设计文件、供货商的设备说明书等完成合同内的所有工作，全部工程（含实物及图纸资料）自检验完毕后，向需求方申请交工验收。

在施工的过程中，进行各种质量检验，包括：技术复核、质量自检、互检和专业检查、工序交接检查、隐蔽工程验收检查，无损检测，试运前全面质量检查，试运检查，单机试车检查，联动试车检查等；

工程施工完毕后，由需求方组织验收。验收合格后，需求方可以根据需要，委托供应方进行有关系统、设备的临时看管，并配合其它工程需要，管理、开通使用该部分工程。

供应方承建的全部工程完工验收合格后，15天内办理移交手续，签发移交证书。