# 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** | **交货期** |
| 1 | 4.5K终端阀箱主体（DIS1） | 1 | 5个月 |
| 2 | 50K终端阀箱主体（DIS2） | 1 |
| 3 | 主机系统低温传输线（4.5K） | 2 |
| 4 | 低温气回收传输线（50K） | 1 |
| 5 | 真空系统及管道 | 2 |
| 6 | 终端阀箱系统调试运行 | 1 |

1. **工程技术要求**

**2.1 设备的主要用途及功能**

根据CRAFT TF磁体测试平台实验要求，需建造磁体测试平台终端阀箱系统用于低温下TF磁体的测试研究，此次采购需求包括4.5K终端阀箱主体（DIS1）、50K终端阀箱主体（DIS2）整体设计制造、主机系统低温传输线（4.5K）、低温气回收传输线（50K）、真空系统及管道的制造和安装。

**（DIS1和DIS2）阀箱内部主要设备分配：**

|  |  |
| --- | --- |
| **设备** | **供给方** |
| 低温阀门 | 甲方（甲方提供实物和技术文档，乙方安装） |
| 文丘里流量计 | 乙方（相关参数由甲方确认后，乙方负责设计制作供货及安装） |
| 安全阀 | 乙方（乙方负责设计制作供货及安装，以莱斯等同等品牌为主） |
| 温度传感器 | 甲方（甲方提供实物和技术文档，乙方安装） |
| 压力传感器 | 乙方（乙方负责设计制作供货及安装，以科勒等同等品牌为主） |
| 压差传感器 | 乙方（乙方负责设计制作供货及安装，以横河等同等品牌为主） |
| 真空系统 | 乙方（相关参数由甲方确认后，乙方提供阀箱本体和传输线的真空获得、测量设备及相关管道） |
| 阀箱外壳，管道及附属配件，整体组装 | 乙方（乙方负责设计制作供货及安装） |
| 阀箱整体支撑基础 | 乙方（乙方负责设计制作供货及安装） |
| Interface1低温传输线及支撑 | 乙方（乙方负责设计制作供货及安装） |
| Interface2低温传输线及支撑 | 乙方（乙方负责设计制作供货及安装） |
| Interface3低温传输线（含双端可拔插接头）及支撑 | 乙方（乙方负责设计制作供货及安装） |
| 终端阀箱系统调试运行 | 乙方（乙方负责现场安装、系统纯化、降温过程、稳定运行和系统回温，完成低温性能测试或不超过6个月运行） |

表1 设备提供方

**2.2 阀箱主体设计要求及技术性能指标要求（货物需求的第1、2部分）**

**2.2.1 阀箱壳体技术要求**

1. 乙方需要根据工作内容要求，准备必要设备、工具和材料，合理安排固定技术工作人员，方便甲方人员分阶段随时沟通，编写工作计划及安全管理规定，推进工作进展（甲方按照工序顺序要求乙方在施工前按时提供工作计划及制造工艺等相关文件，纸质签字版，非电子版）。甲方在的设计生产制造过程中的任何评审验收意见并不免除乙方的责任。如果甲方验收后发现与适用文件、验收规定不一致或不合格，乙方将承担全部维修责任；
2. 阀箱外壳材质要求为0Cr18Ni9（S30408）不锈钢，设备所用材质，需要提供材质证明及生产厂家（文档验收文件1-阀箱外壳材质证明）；
3. 阀箱外壳的工作温度，常温：工作压力10-2 Pa～10-4 Pa，最大工作压力1.5×105 Pa，要求对所有密封焊缝按国家相关标准进行检测，需安装1.5bara自启式泄压阀，防止阀箱内部真空破坏后压力过高；
4. 阀箱壳体制作完成后，要求进行抽真空氦质谱检漏，总漏率小于1×10-9 Pa.m3/s。并出具检漏报告（文档验收文件2-阀箱壳体检漏报告）；
5. 阀箱外壳、法兰的平面度及不圆度的控制，筒体外壳不圆度 <1%的筒体公称直径，筒体法兰不圆度 <0.2%公称直径，并提出具体控制参数要求；
6. 阀箱外壳色号（9010，待定）和图标（待定）需经过甲方同意后进行，表面按照SA2.5（SP10）进行脱脂和喷砂处理，底漆>80um，整体涂层厚底>130um，密封面和接地连接处不得涂漆和喷漆，预留的不锈钢焊接管口为方便后续焊接须预留50mm长度不得进行涂漆和喷漆；
7. DIS1和DIS2阀箱包括主体阀箱和外部室温面板阀架（包括安全阀和仪表等），参看阀箱流程文件；
8. 阀箱尺寸需考虑安放空间和运输标准，最终安放位置位于聚变堆主机关键系统综合研究设施园区8#厂房，设计阀箱接口方位时，必须考虑与用户已有的阀箱和杜瓦颈管接口位置，方便后续传输线的连接，乙方自行进行场地尺寸勘察；
9. 阀箱整体设计为立式结构，合理设计阀箱结构支撑，便于日后的工程维护和检修；
10. 阀箱顶部需安装防护围栏，可安全进行阀箱顶部设备操作维护；
11. 阀箱及阀箱内部设备必须针对运输进行抗震设计，以确保它们在运输过程中完全稳定，考虑在垂直方向下2-3g，其它方向为1g运输震动系数；
12. 要求阀箱外壳外表面美观整洁，内表面要求抛光处理，外表面喷漆，并按甲方要求进行喷字或张贴标识。

**2.2.2 阀箱内部管道设备组装及检测要求**

1. 所有管道及设备内部不得有金属粉尘、油脂等杂质，管道材料为316L（022Cr17Ni12Mo2）；
2. 管道须参照 GB/T 14976-2012 流体输送用不锈钢无缝钢管，管道参数见文件。尺寸及公差必须符合 GBT 17395-2008 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差；
3. 管道采用光亮退火BA 级处理化学抛光，无缝管对于BA状态，内外壁表面粗糙度Ra≤0.8μm；
4. 钢管的内外表面不允许存在裂纹、折叠、轧折、离层和结疤的存在；
5. 管件制造须参照GBT 12459-2017 钢制对焊管件类型与参数和GB/T 13401-2017 钢制对焊管件技术规范 标准生产，采用内外抛光，壁厚参照管道尺寸；
6. 管道提供产品质量保证书及合格证，包括不局限于力学性能，工艺性能，化学成分，无损检测等质量证明材料（文档验收文件3-管道材质证明）；
7. 所有管道在安装前需进行液氮冷击过程，并进行检漏工作，提供相应检测结果文档（文档验收文件4-管道液氮冷冲击报告）；
8. 阀箱整体结构应力分析，管道设备静态应力分析和柔性分析（避免管道热位移造成管道设备二次应力过大，阀门密封不严等问题）（文档评审文件1-阀箱内部管道应力分析）；
9. 设计方案及图纸需经甲方审核认可。提供阀箱整体及传输线详细的3D模型（细化到包括法兰上的螺栓型号，温度传感器、压力、压差测量管的安装位置），此3D模型被视为乙方最终确定设计和制造的依据，提供阀箱及阀箱接口详细的2D图纸（纸质版3份，电子版一份）（文档评审文件2-阀箱整体及部件图纸[其中3D图纸在技术评审时提供，2D图纸在定型设计时提供]）；
10. 内部管道焊接前，提供WPS/PQRS及焊接图供甲方审核及验收依据（文档评审文件3-管道WPS/PQRS及焊接图）；
11. 内部管道焊接时，对于已存在易燃绝热材料，采取合理防护措施，确保焊接人员安全；
12. 管路的焊接接头需进行无损检测，射线检测技术等级不低于AB级，合格级别不低于Ⅱ级（文档验收文件5-管道焊接无损检测报告）；
13. 管路修复避免使用电动切割机进行切除，采取防护措施，防止铁屑进入管道内部，并在修复后需重新进行无损检测，并在检测记录报告上注明；
14. 对于低温温度传感器的安装需编写安装说明，包括安装方法，安装位置，所使用的安装辅材等（文档评审文件4-温度传感器安装说明）。
15. 对于阀箱冷屏（紫铜材质），采用冷却管中通液氮(<3bar)的方式进行冷却,在设计时需考虑冷却管和冷屏之间的传热冷却效果，冷屏平均温度最终低温下测量不高于90K（此温度非液氮冷却管表面温度）；
16. 内部设备组装完毕后，根据流程，使用干燥氮气（露点<-40℃）进行管道吹扫，进口压力>6bara，每条管路吹扫时间不小于45分钟，确定在吹除口无铁锈、粉尘及其他杂物为合格（文档验收文件6-管道吹扫报告）；
17. 所有引出的压力测量管及压差高低位测量管按照PID点位号在阀箱或阀架上进行标识，所有外部阀门悬挂标牌，内部温度传感器安装位置和压力测量管引出位置悬挂标牌，并以文档形式标明温度传感器在航插上的引出针脚位置；
18. 内部管路及设备进行打压检漏，保压24小时，试验压力>6bara，试压规定时间后，压力表读数变化小于0.5%，气压试验的试验介质应为清洁，干燥（露点<-40℃）无油空气或氮气；
19. 阀箱整体氦质谱检漏工作前需编写检漏工艺规程给甲方审核（文档验收文件7-阀箱整体检漏工艺规程[此文件在阀箱整体检漏前提供]）；
20. 整体检漏，管路用>99.999%氦气组成整体打压和阀箱抽空氦质谱检漏同时进行，管路压力>=10bara，要求阀箱壳体真空度常温下优于1×10-2Pa，系统总体常温漏率优于10-9Pa.m3/s，整体检漏过程需最终出具相应结果文档（文档验收文件8-阀箱整体检漏结果报告）；
21. 阀箱在运输至甲方场地前，阀箱壳体内（不包括管道）使用0.1-0.15bar的氮气填充，露点必须低于-30℃，所有管口必须被堵塞和保护；
22. 阀箱工作外部条件（供参考，非安装要求）：

* 气体组分：纯度不低于99.996%的干燥氦气
* 工作环境条件：-15~+45℃
* 供电电压：380VAC × 50Hz × 3φ，220V × 50Hz；
* 冷却水：入口压力不低于5barg，入口温度最低/最高：15 ℃ /30℃ ，最大温差：10 ℃，入口压力最小/最大：3~6barg，最大压差：2bar
* 仪表气：8barg，入口温度5-40℃
* 氮气：压力最小/最大值2barg/5barg

**2.3 主机系统低温传输线（4.5K）、低温气回收传输线（50K）低温传输线设计要求及技术性能指标要求（货物需求的第3、4部分）**

1. 乙方负责传输线的设计加工，并负责完成分配阀箱、终端阀箱及杜瓦颈管之间的组装连接；
2. 参看场地设备布局，4.5K终端阀箱DIS1、50K终端阀箱DIS2的连接接口需根据传输线方位走向及现有八室终端阀箱出口和杜瓦颈管的管线排布位置来确定，终端阀箱DIS1与八室终端阀箱和杜瓦颈管和终端阀箱DIS2与杜瓦颈管的连接需做真空隔断处理；
3. 4.5K终端阀箱DIS1到低温系统阀箱的接口Interface1，和到杜瓦颈管接口Interface2 的距离共约30米（以现场布局为准）。50K终端阀箱DIS2到杜瓦颈管接口Interface3 的距离共约30米（以现场布局为准），其中Interface3通过多通道传输管线变可拔插接头单通道传输管与杜瓦上冷屏连接。Interface1和Interface2通过多通道管线连接，并且多通道传输线进行真空隔断处理，传输线加工包括传输线固定和滑动支架，应用接口管道中的液氮路冷却传输线冷屏，冷屏为紫铜材质；
4. 低温传输线包括内部工艺管道，传输线冷屏，外部管壳，互连套管，真空隔断，工艺管线固定和滑动支撑，外部管壳固定和滑动支架，内部波纹管，外部膨胀节，真空泵端口，真空规管接口，泄压口（配备1.5bara泄压阀）；
5. 低温传输线设计方面包括管道布局优化设计，管路内部结构设计，内部低温管线，外部隔热真空管路，真空隔断组件、多层绝热材料包扎、真空抽口、真空安全阀、所有管路的固定支架、所有管路现场加工与安装等。
6. 传输线需要考虑通过工艺管道支架的传导，热辐射，冷屏的冷却效果，静态负载（自重、静压、真空）动态载荷（压力变化、工艺管道的热收缩、波纹管力），机械稳定性（轴向和横向补偿器、支架）等（文档评审文件5-传输线设计文档）；
7. 传输线所有工艺管道所有元件在焊接和装配前需清洁处理，去除油脂、污物、灰尘等，并干燥保存；
8. 所有内部低温氦管路及低温零部件均选用316L（022Cr17Ni12Mo2）不锈钢；
9. 焊接完成后必须对所有焊缝进行外观检查，焊缝表面不得有裂纹、气孔、夹渣及咬边等焊接缺陷；
10. 所有管道配弯时需平滑过渡，管子表面不得有划伤、碰伤、刻槽、折皱等外观缺陷。 管道长度按照实际位置走向配置，焊接时不准强制配管；
11. 传输线管道的要求等同于阀箱内部管道，提供相关材质证明及检测报考；
12. 甲方除上述主要低温传输管线的布局设计外，同时需要考虑终端阀箱常温气源管，安全阀回气管布局和安装，管路见流程图；
13. 传输线在未安装前需进行检漏，常温漏率优于10-9Pa.m3/s，检漏过程出具相应结果文档（文档验收文件9-传输线检漏结果报告）；

**2.4 真空系统及管道（货物需求的第5部分）**

1. 真空系统包括真空机组和连接到设备的机组管道，考虑现场磁场分布；
2. 阀箱本体真空系统应包括全量程真空测量规管和一个在粗抽过程中对泵组旁路的旁通设计，配有

专用控制和信号调节显示装置，该调节显示装置需具有远程信号输出端口用于远程显示；

1. 要求阀箱本体真空系统所有阀门可远程控制开关；
2. 在Interface1和Interface3多通道传输管线末端安装全量程真空测量规管。为满足整体真空要求（验收要求为常温下整体真空度优于5×10-2Pa），投标方需添加辅助真空机组，并搭建真空机组安装平台。
3. 设备品牌建议为莱宝等产品或者同等品质的产品。

**2.4终端阀箱系统安装调试和试运行**

1. 乙方负责终端阀箱系统安装和质量控制，常温下现场验收要求，包括但不仅限于：

* 阀箱系统安装在甲方所指定场所，所有外部设备安装完毕；
* 传输线和磁体测试平台终端阀箱连接完成；
* 提供上述所要求的文档验收文件1-9；
* 阀箱表面整洁，按照甲方要求涂装，整体(阀箱和传输线)真空优于5×10-2Pa，所有阀门及真空设备运行稳定；

1. 乙方负责终端阀箱系统低温调试和试运行，低温下验收要求，包括但不仅限于：

* 整体（阀箱和传输线）真空在低温下<0.5×10-4Pa，冷屏温度<90K；
* 管道在低温下的二次应力没有导致阀门及相关设备出现密封不严和阀门卡涩问题；
* 低温运行下所有测量点点位检查，位置安装正确；
* 磁体测试平台终端阀箱系统纯化、降温过程、稳定运行和系统回温，完成低温性能测试和至少一轮实验或不超过6个月试运行。

**2.5 交付进度及验收过程**

1. 上述所有文档验收依据均为电子版一份，纸质签字版2份，相关检测文档包括检测时的记录照片，时间地点，人员等信息；
2. 设备提供方按照表1要求，所有检测加工及安装归乙方负责；乙方应严格按照甲方提供的设备安装说明进行安装； 相关设备甲方可以提供推荐品牌，如无法提供品牌，乙方自行负责，乙方可根据甲方推荐进行采购或自行确定采购对象，乙方所购买的所有产品须在验收阶段提供产品说明和合格证；
3. 所有设计在合同签订后1个月内完成，并召开技术评审会议，提供上述文档评审文件1-5，合同签订后2个月内完成最终定型设计。
4. 为便于用户进行接收仪器的准备工作，乙方应在项目评审阶段向用户提供一套完整的拟购设备的品牌型号。
5. 合同签订后阀箱主体在6个月内完成交货，整体安装测试不得晚于TF磁体测试平台建成，低温验收在系统整体连接完成后进行；

**2.6 技术服务要求及质保要求**

1. 质保期12个月质保期自验收签字之日起计算，仪器使用后12个月内，仪器及配备零件、附属设备免费保修（耗材及人为因素除外）；
2. 若仪器出现故障，在接到我单位维修服务请求后，中标方应在48小时内做出应答，进行电话指导、网上诊断，协助排除故障。
3. **相关参考附件及投标方需提供的投标技术内容**

**投标方标书内容应包括以下技术内容：**

* 现场场地尺寸（3D或dwg格式）
* 阀箱及外部阀架初步3D视图
* 低温管线初步布置图
* 真空系统设备选型