

第八部分 采购需求

货物需求一览表

包号	设备名称	数量	简要要求	是否允许采购法规限额以上的进口产品
1	高焓风洞粒子图像测速系统 (PIV 系统)	1 套	①实现 2D3C 或 3D3C 速度场测量, 测量体 $\geq 100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 60\text{mm}$ (展向); ②测速范围 300~1500m/s, 测速误差 $\leq 5\%$ @600~1200m/s; ③采样频率 $\geq 1\text{kHz}$; ④配备高重频高能量激光器 ≥ 1 台、高速相机 ≥ 2 台	否

注：投标人须对上述投标内容中完整的一包或几包进行投标，不完整的投标将视为非响应性投标予以拒绝。

一、总则

1、投标要求

- 1.1 投标人在准备投标书时，务必在所提供的商品的技术规格文件中，标明型号、商标名称、目录号。
- 1.2 投标人提供的货物须是成熟的全新的产品，其技术规格应符合招标文件的要求。如与招标文件的技术规格有偏差，应提供技术规格偏差的量值或说明（偏离表）。如投标人有意隐瞒对规格要求的偏差或在开标后提出新的偏差，买方有权扣留其投标保证金或/并拒绝其投标。
- 1.3 投标人提供的产品样本，必须是“原件”而非复印件，图表、简图、电路图以及印刷电路板图等都应清晰易读。
- 1.4 投标人的投标产品应符合国家有关部门规定的相应技术、计量、节能、安全和环保法规及标准；如国家有关部门对投标人的投标产品有强制性规定或要求的，则投标人的投标产品必须符合相应规定或要求，投标人须提供相关证明文件的复印件。

2、评标标准

- 2.1 除招标文件中指定的附件和专用工具外，投标人应提供仪器设备的正常运行和常规保养所需的全套标准附件、专用工具和消耗品。投标人在投标书中需列出这些附件和工具的数量和单价的清单，这些附件和工具的报价的总值需计入投标价中。
- 2.2 对于标书技术规范中已列出的作为查询选件的附件、零配件、专用工具和消耗品，投标书中应列明其数量、单价、总价供买方参考。投标人也可推荐买方没有要求的附件或专用工具作为选件，并列明其数量、单价、总价供买方参考。选件价格不计入评标价中。
- 2.3 为便于用户进行接收仪器的准备工作，卖方应在合同生效后 **60** 天内向用户提供一套完整的使用说明书、操作手册、维修及安装说明等文件。另一套完整上述资料应在交货时随货包装提供给用户，这些费用应计入投标价中。
- 2.4 关于设备的安装调试，如果有必要的安装准备条件，卖方应在合同生效后一个月内向买方提出详细的要求或计划。安装调试的费用应计入投标价中，并应单独列出，供评标使用。
- 2.5 制造厂家提供的培训指的是涉及货物的基本原理、操作使用和保养维修等有关内容的培训。培训教员的培训费、旅费、食宿费等费用和培训场地费及培训资料费均

应由卖方支付。

3、工作条件

除非在技术规格中另有说明，所有仪器、设备和系统都应符合下列要求：

- 3.1 适于在气温为摄氏 $-40^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 90%的环境条件下运输和贮存。
- 3.2 适于在电源 220V ($\pm 10\%$) /50Hz、气温摄氏 $+15^{\circ}\text{C}\sim+30^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度小于 80%的环境条件下运行。**能够连续正常工作。**
- 3.3 配置符合中国有关标准要求的插头，如果没有这样的插头，则需提供适当的转换插座。
- 3.4 如产品达不到上述要求，投标人应注明其偏差。如仪器设备需要特殊工作条件（如水、电源、磁场强度、温度、湿度、动强度等）投标人应在投标书中加以说明。

4、验收标准

除非在技术规格中另有说明，所有仪器、设备和系统按下列要求进行验收：

- 4.1 仪器设备运抵安装现场后，买方将与卖方共同开箱验收，如卖方届时不派人来，则验收结果应以买方的验收报告为最终验收结果。验收时发现短缺、破损，买方有权要求卖方负责更换。
- 4.2 验收标准以中标人提供的投标文件中所列的指标为准（该指标应不低于招标文件所要求的指标）。任何虚假指标响应一经发现即作废标，卖方必须承担由此给买方带来的一切经济损失和其它相关责任。
- 4.3 验收由采购人、中标人及相关人员依国家有关标准、合同及有关附件要求进行，验收完毕由采购人及中标人在验收报告上签名。

5、如在具体技术规格中有本总则不一致之处，以具体技术规格中的要求为准。

二、具体要求

1、项目背景

采购人拥有马赫数 4~7 的高超声速风洞一座，测试区域为 100mm×100mm×60mm（展向 60mm）。本次拟采购一套粒子图像测速系统（2D3C PIV），用于测量风洞试验舱段模型周围及流道内部的速度场。系统以最大测速 1500m/s 为设计目标（对应约 5 马赫），能够覆盖风洞大部分典型工况。系统需具备高时间分辨率(不小于 1kHz 采样率)和较高空间分辨率，测速范围 300m/s~1500m/s，测速误差≤5%@600~1200m/s。系统应具备一定的扩展潜力，以便未来升级至更高速度测量。

本标书提供风洞三维布局图，试验舱段三维结构标模，投标人应根据风洞结构设计布放粒子图像测速系统

2、具体指标要求

说明：★代表关键技术参数，负偏离将导致废标；#代表重要技术条款；非★非#为一般指标项。

2.1 总体要求

序号	指标名称	指标要求
1.1	★测量维度	2D3C（u, v, w）
1.2	★测量体范围	≥100mm（X）× 100mm（Y）× 60mm（展向）
1.3	★测速范围	300 m/s ~ 1500 m/s
1.4	★测速误差	≤5%@600~1200m/s（均方根相对误差）
1.5	★采样频率	不低于 1 kHz（每秒有效速度场个数）
1.6	★相机数量	≥2 台

1.7	★最小跨帧间隔	≤290 ns（与激光器配合）
1.8	★PIV 详细布局图	投标人应根据标书提供风洞的三维布局和试验舱三维结构，考虑舱室试验震动环境,出具 PIV 系统的各组成单元摆放图、光路图，计算说明方案合理可行性。

2.2 激光器子系统

序号	指标名称	指标要求
2.1	#波长	波长 527nm 或 532nm
2.2	★单个脉冲宽度	≤15 ns
2.3	#单脉冲能量	≥15mJ
2.3	#能量稳定性	≤2% RMS
2.4	光束直径	≤10 mm
2.5	光束发散角	≤8 mrad
2.6	导光臂	长度≥1.7m，可万向调节，传输效率≥85%
2.7	片光成型系统	片光最薄厚度≤1mm，焦距 0.5~1.5m 可调
2.8	体光成型系统	可切换片光/体光模式，体光尺寸≥100mm×100mm×10mm

2.3 相机子系统

序号	指标名称	指标要求
3.1	#相机分辨率	≥1280 × 1024 像素（每台）

3.2	#相机帧率	全分辨率下 ≥ 2000 fps（连续采集）
3.3	像元尺寸	$\geq 5\ \mu\text{m}$
3.4	相机内存	每台 ≥ 16 GB（或总内存满足连续记录 2 秒以上）
3.5	镜头	50 mm 及 100 mm 专业 PIV 镜头，F 口/C 口，低畸变
3.6	#跨帧模式	支持 PIV 双曝光跨帧模式，最小跨帧间隔 $\leq 290\ \text{ns}$
3.7	数据接口	CoaxPress 或 Camera Link 或 10GigE

2.4 Scheimpflug 调节架

序号	指标名称	指标要求
4.1	#调节角度	$\geq \pm 10^\circ$ （可调）
4.2	适配接口	适配相机 F 口/C 口

2.5 同步控制器

序号	指标名称	指标要求
5.1	#通道数	≥ 8 通道同步输出， ≥ 4 路外触发输入
5.2	#时间分辨率	$\leq 1\ \text{ns}$
5.3	#抖动	$\leq 1\ \text{ns}$
5.4	内置时钟	具有可编程功能
5.5	控制方式	计算机内置插卡式或独立机箱，USB/网络接口

2.6 标定板

序号	指标名称	指标要求
6.1	尺寸	≥100×100mm 双面点阵，可用于 2D3C 测量
6.2	精度	不超出±0.01mm
6.3	材质	陶瓷或金属基底，耐磨损

2.7 示踪粒子及发生器

序号	指标名称	指标要求
7.1	#粒子类型	纳米级 TiO ₂ 或专用固态粒子，粒径≤100 nm，耐温≥1800℃
7.2	粒子数量	≥2 kg，附带粒径报告
7.3	#粒子发生器 耐压	≥16MPa（或满足风洞驻室压力要求）
7.4	浓度调节	可连续调节粒子浓度
7.5	粒子仓容积	≥20L
7.6	★示踪粒子 与示踪粒子 布撒方案	投标人应就标书提供的风洞舱室结构文件提供详细的示踪粒子选择和粒子布撒方案，与风洞总体设计单位合作，联合出具结构设计图，由原单位执行改造，改造结果不影响原风洞性能；粒子布撒涉及舱室改造费用含在本标段内，不再单独安排经费。（须提供提供详细的示踪粒子选择和粒子布撒方案）

2.8 采集与分析软件

序号	指标名称	指标要求
----	------	------

8.1	#2D3C 重构模块	包含体自标定、三维颗粒重构、三维互相关分析
8.2	#自标定功能	体自标定精度 ≤ 0.1 像素
8.3	GPU 加速	支持 CUDA/OpenCL 并行计算加速
8.4	#基础 PIV 模块	2D2C/2D3C/3D3C 分析，多网格迭代，窗口变形
8.5	湍流分析模块	包含 POD、DMD 分析功能
8.6	图像前处理	背景扣除、畸变校正、图像拼接
8.7	实时显示	实时显示采样的图像数据，在线显示矢量场
8.8	批处理	支持大批量数据自动处理
8.9	数据格式	支持导出 Tecplot、MATLAB、VTK 等格式
8.10	#操作系统	基于 64 位 Windows 或 Linux 平台

2.9 数据工作站

序号	指标名称	指标要求
9.1	CPU	≥ 16 核，主频 ≥ 3.0 GHz
9.2	内存	≥ 64 GB DDR5
9.3	显卡	≥ 12 GB 显存，支持 CUDA
9.4	存储	NVMe SSD ≥ 2 TB + SATA HDD ≥ 4 TB
9.5	显示器	≥ 27 寸，分辨率 $\geq 2560 \times 1440$

2.10 工作环境

序号	指标名称	指标要求
10.1	工作环境温度	15-35 ° C
10.2	相对湿度	≤70%
10.3	供电要求	220 V ± 10%，50 Hz ± 1 Hz
10.4	预热时间	≤30 min
10.5	连续运转时间	≥10min 或 大于风洞单次运行时间
10.6	噪声	≤75 dB (A)
10.7	震动	PIV 系统设计和安装符合隔振要求，满足测速要求

3、质保及售后服务

3.1.★质保期：产品质量保证期为从最终验收合格之日起 36 个月，软件系统提供终身质保。（本条只需提供应答，投标文件中不用提供其他证明资料）

3.2.售后服务：

3.2.1 在质保期内，因非招标方人为因素造成的设备损坏，投标方应负责及时免费修理、更换；

3.2.2 在质保期内，招标方如需维修与更换缺陷部件，投标方应在收到招标方通知后的 7 天内完成维修与更换，费用由投标方承担；

3.2.3 在质量保证期以后，设备出现问题，投标方应及时处理，以保证设备的正常运行，维护招标方的经济利益，但费用由招标方承担。（本条需投标方提供设备所有备品备件与易损易耗件的价格、采购方式与最长供货周期明细）

3.3.售后响应时间：在质保期内外，装置使用过程中出现故障时，投标方应在接到招标方故障信息后 2 小时内响应，48 小时内到达现场；免费提供操作和维修培训；提供用户操作手册和维修手册。

3.4.技术支持:

3.4.1 投标方需提供远程技术支持服务,通过电话、网络等方式协助解决设备运行中的技术问题;

3.4.2 现场技术支持:在质保期内外,在设备安装调试、升级改造等阶段,投标方需派遣专业技术人员到现场提供技术指导服务;

3.4.3.售后服务团队:供应商需保证售后服务团队的稳定性。

4. 供应商服务要求

服务要求:在中国境内设有常驻技术支持团队,提供24小时内电话响应、48小时内到现场的服务。

5. 交付、验收与培训

5.1 交货期:合同签署后5个月内到货,3个月内安装调试验收完毕(可接受更短交货期)。

5.2 验收标准:

在静止空气中测量零速度场,均方根误差 ≤ 0.5 像素。

在激波管或已知高速射流上验证 ≥ 1200 m/s 流速点,测量值与理论/参考值偏差 $\leq 5\%$ 。

系统在激光器 1kHz、相机全分辨率、跨帧时间 ≤ 290 ns 条件下,连续稳定运行 10min 或大于风洞单次运行时间,无数据丢失。

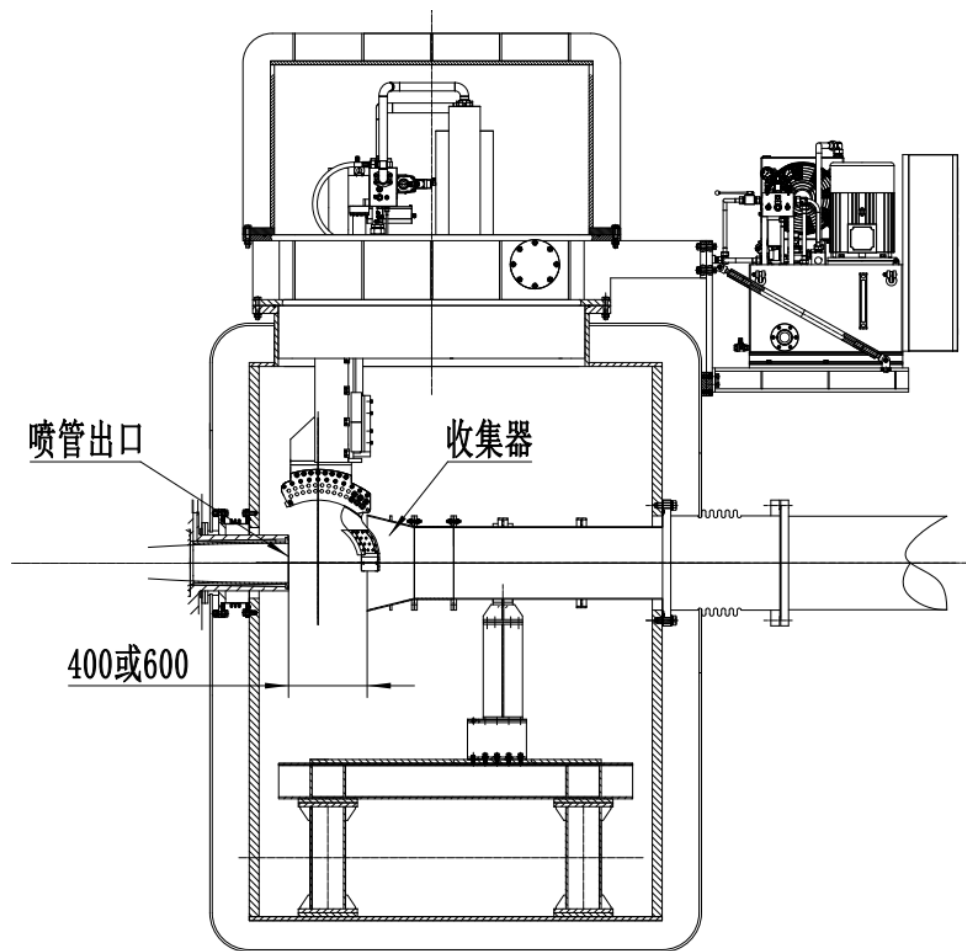
体自标定精度 ≤ 0.1 像素。

5.3 培训:不少于2个工作日现场培训,覆盖系统操作、标定、数据处理及日常维护。

6. 附件

6.1 风洞试验舱段布局图

见试验舱内部剖视.pdf 文件



6.2 风洞主体舱段数模

见 Product20260801.stp 文件