

一、配置清单

| 序号 | 产品名称          | 数量   |
|----|---------------|------|
| 1  | 图像采集器         | 1 套  |
| 2  | 立体光学显微镜       | 1 台  |
| 3  | 双腔 ND:YAG 激光器 | 1 台  |
| 4  | 激光导光臂         | 1 套  |
| 5  | 可编程同步控制器      | 1 台  |
| 6  | 显微标定板         | 1 块  |
| 7  | 高性能系统工作站      | 1 台  |
| 8  | 荧光示踪粒子        | ≥2 瓶 |
| 9  | 图像处理软件        | 1 套  |
| 10 | 镜头            | 2 个  |

二、技术参数

1. 图像采集器

- (1) 相机分辨率：≥2048×2040
- ▲(2) 满像素下双帧双曝光帧频≥75Hz/s@12bit
- (3) 最大采集频率≥800Hz@8bit
- (4) 像素物理尺寸≥2.7x2.7 μm
- (5) 最小跨帧时间间隔≤500ns
- (6) 最大动态显示范围 8、10、12bit 可选
- (7) 电子噪声≤2 个电子伏特
- (8) 定焦镜头：50mm/f1.4、100mm/f2.8 各一个
- (9) 窄带滤波片：透过波长约 532nm，带宽≤10nm
- (10) 荧光滤波片：透过波长 545nm-800nm。

2. 立体光学显微镜

- (1) 配置 2 个目镜和 2 个光学通道，目镜放大倍数 10 倍，观测视场 23mm，光学通道透过波长 532nm，光学通道和目镜可以随意切换使用
- (2) 物镜：0.3x、1.0x、2.3x
- (3) 显微镜和相机安装固定装置一套；
- (4) 信号过滤装置和 532nm 滤片组件一套，可以集成到显微镜内部使用；
- ▲(5) 光纤耦合装置，内径 4mm，外径 11mm，最大承受激光脉冲能量 100mJ，用于激光器输出端以及显微镜输入端和光纤的耦合链接
- (6) 激光传输光纤，长度≥2m，用于耦合的激光光速传输到显微镜的照明端口。

### 3. 双腔 ND:YAG 激光器

- (1) 脉冲能量 $\geq 2 \times 145\text{mJ}$
- (2) 输出波长: 532nm;
- (3) 重复频率 0-15Hz 连续可调;
- (4) 脉宽 $\leq 10\text{ns}$

▲ (5) 光束发散度 $\leq 3.5\text{mrad}$

- (6) 光束指向性 $\leq 100 \mu\text{rad}$

### 4. 激光导光臂

(1) 可用于 532nm、527nm、266nm 波长的激光传输,  $\geq$ 七节构成, 长度约 1.8m, 输出孔径 15mm, 激光透过率 $\geq 93\%$ 。

(2) 片光源整形系统, 1 套, 包含片光源器件和两个不同角度的光学透镜  $10^\circ$  和  $20^\circ$ , 聚焦范围可调: 0.3-2.0 米, 聚焦范围内最小片光厚度 0.2mm

### 5. 可编程同步控制器

- (1) 支持内触发、外触发 (TTL) 模式;
- (2) 同步输出通道 $\geq 24$  路,
- ▲ (3) 同步输出精度 $\leq 50\text{ps}$ ;
- (4) 计算机内置插卡式, 无需外部独立机箱

### 6. 显微标定板

尺寸约  $50 \times 38\text{mm}$ 。

### 7. 系统工作站

处理器 $\geq$ 十核, 内存 $\geq 32\text{GB}$ , 固态硬盘 $\geq 4\text{TB}$ , 独立显卡内存 $\geq 2\text{GB}$ , DVD 光驱, 鼠标键盘等。

### 8. 荧光示踪粒子

- (1) 粒子直径  $10 \mu\text{m}$ , 10ml 封装。

### 9. 图像处理软件

- (1) 软件包括图像处理平台、2D2Cpiv 模块, 具备二次开发功能;
- (2) 支持在 64 位 windows 平台运行, 可对系统的相机、激光器等硬件进行管理和控制, 并显示硬件连接示意图。
- (3) 测试结果以 3D 方式显示;
- (4) 提供宏命令编程语言, 可以编制个性化的数据处理子例程;
- (5) 图像前处理功能, 可对图像进行线性及非线性畸变校正;

(6) 含图像处理库。可对图像进行拼接、低/高通滤波、锐化、腐蚀等图形处理能力以及图像之间的加、减、乘、除、 $\sin$ 、 $\log$ 、乘方等运算以及与、或、大于、小于等判定，支持 POD 本征正交分解、图像导入导出。可处理的图像格式至少包括 BMP、JPG、TIF、Tecplot DAT、TXT、PS 等；

(7) 软件自动生成技术支持维护所需系统状态报告文件；

(8) 软件具有指导性提示功能，具备图像畸变矫正、标定、多相机定位和自标定等。

(9) 具有粒子浓度和大小、跨帧时间估算，灰度范围和对焦清晰度实时显示等功能

(10) 实时显示采样的图像，在线显示方向矢量场，实时显示、查问域及其相关峰值；

▲ (11) 具有自适应 PIV 分析功能：根据流场信号和速度梯度性质自动划分分析域，采用椭圆分析域，实现非定常流场分析；

(12) 支持同时自动批处理多参数运算（包含 2D2Cpiv），并可以导出导入处理结果（提供软件演示证明）；

(13) 具有高分辨率 PIV 分析、二阶相关计算（有 FFT 相关算法）、可变形分析域技术；

(14) 具有自校正功能，系统能自动测量出片光源与标定板之间的偏离并能进行自动修正。

(15) 计算精度要求：数据收敛性 $\geq 90\%$ ，信噪比 $\geq 45\text{dB}$ ，均方根偏差 $\leq 0.05$  个像素点（提供证明材料）；

▲ (16) 具有 PIV 不确定性分析功能；不确定度结果同时给出误差条曲线以及误差图像，利用不确定度结果进行 PIV 结果降噪处理；

(17) 包含自适应掩模定义功能，可以进行批处理；

(18) 具有 Matlab、Labview 的动态链接库标准接口；

(19) 具有时间超级采样算法，超级采样频率 $\geq 5$  倍；

▲ (20) 可升级 Tomopiv 算法、自动化体积重构算法（MTE）、多重迭代相关处理、可变形问询域、体积自标定算法，包含标定的有效判定和修正、先进的体积掩膜定义运算；

(21) 可以实现 2D 流场测量，测量尺寸覆盖  $50\text{ }\mu\text{m}$ – $500\text{mm}$ ，支持平面 3D、体 3D 流场测量的升级扩展。

## 10. 高精度激光雷达扫描模块

(1) 激光等级： $\geq$ 一级安全激光；整机防水防尘等级： $>\text{IP54}$ ，激光防护等级 IP67。

(2) 最大测距： $120\text{--}200\text{m}$ 。

(3) 水平扫描角度 $\geq 280^\circ$ 。

(4) 垂直扫描角度 $\geq 360^\circ$ 。

(5) 点频率:232 万点/秒。

(6) 相对精度: $\leq 3\text{cm}$ 。

(7) 绝对精度: $\leq 5\text{cm}$ 。