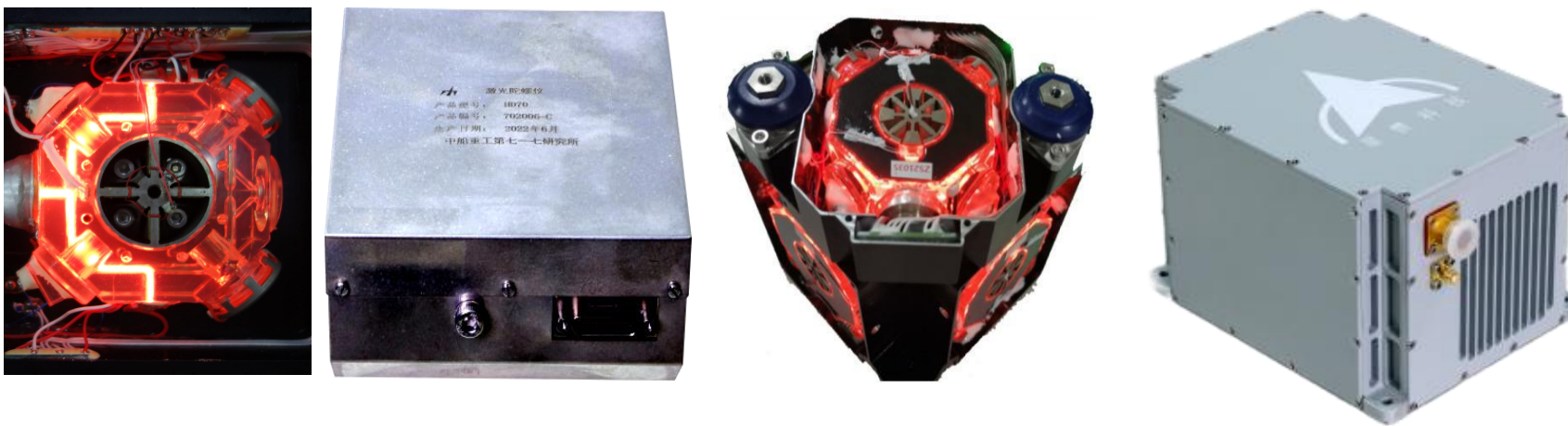


4 产品介绍



- 4.1 系列化激光陀螺及嵌入式激光陀螺组件
- 4.2 半球谐振陀螺相关产品
- 4.3 石英梁加速度计产品
- 4.4 超精密激光器核心零部件

4.1 系列化激光陀螺及嵌入式激光陀螺组件



激光陀螺型号产品：HD40、HD50型、HD70型、HD90型和HD120型等五种成熟产品。

嵌入式激光陀螺组件型号产品：50型嵌入式、70型嵌入式及90型嵌入式等三种成熟产品。

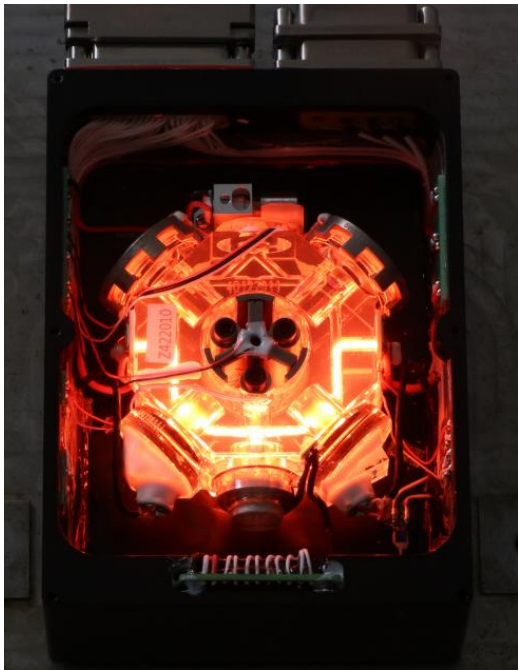
HD40型激光陀螺仪

应用领域

主要用于小型无人平台、局部基准等对入门级导航精度需求的领域。

主要性能指标

零偏稳定性(°/h)	< 0.01 (特级) 0.01~0.02 (一级)	尺寸 (mm)	68.5×60×23mm (陀螺)
零偏重复性(°/h)	≤0.01	重量 (kg)	≤0.14 (陀螺)
随机游走(°/h ^{1/2})	≤0.002	启动时间(s)	≤5
零偏磁场灵敏度	0.0015°/h/Gs	供电	15Vdc, 1.8w5V, 0.6w
标度因数误差 (ppm)	≤5	通讯接口	RS422
动态范围(°/s)	±400	采样频率	4000Hz



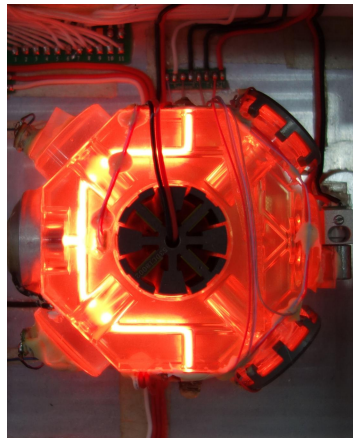
HD50型激光陀螺仪

应用领域

主要用于小型无人平台、局部基准等对入门级导航精度需求的领域。

主要性能指标

零偏稳定性(°/h)	< 0.006 (特级) 0.006~0.010 (一级)	尺寸 (mm)	77×67×23 (陀螺) 90×73×51 (陀螺仪)
零偏重复性(°/h)	≤0.006	重量 (kg)	≤0.2 (陀螺) ≤0.7 (陀螺仪)
随机游走(°/h ^{1/2})	≤0.0015	启动时间(s)	≤5
零偏磁场灵敏度	0.0015°/h/Gs	供电	15Vdc, 1.8w5V, 0.6w
标度因数误差 (ppm)	≤5	通讯接口	RS422
动态范围(°/s)	±400	采样频率	4000Hz



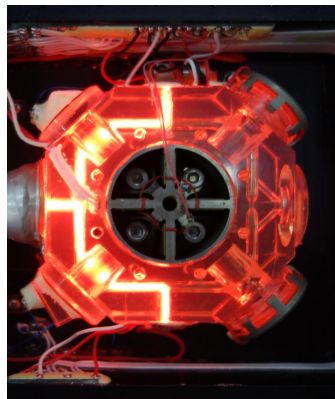
HD70型激光陀螺仪

应用领域

机载、车载以及无人平台等对导航设备精度、适装性均有较高要求的领域。

主要性能指标

零偏稳定性(°/h)	< 0.004 (特级) 0.004~0.006 (一级)	尺寸 (mm)	100×85×23 (陀螺) 148×126×57 (陀螺仪)
零偏重复性(°/h)	≤0.004	重量 (kg)	≤0.43 (陀螺) ≤1.5 (陀螺仪)
随机游走(°/h ^{1/2})	≤0.001	启动时间(s)	≤5
零偏磁场灵敏度	0.0015°/h/Gs	供电	15Vdc, 1.8w5V, 0.6w
标度因数误差 (ppm)	≤2	通讯接口	RS422
动态范围(°/s)	±400	采样频率	4000Hz



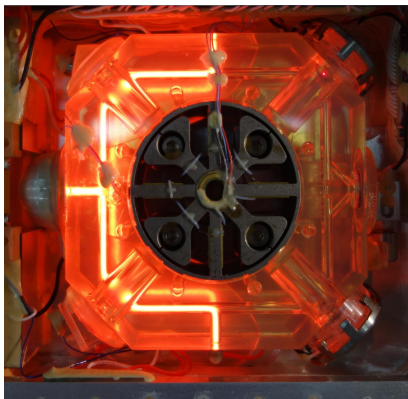
HD90型激光陀螺仪

应用领域

主要用于舰载、潜载、机载、弹载以及车载的高精度、长航时平台。

主要性能指标

零偏稳定性(°/h)	< 0.002 (特级) 0.002~0.003 (一级)	尺寸 (mm)	121×104×30 (陀螺) 148×126×57 (陀螺仪)
零偏重复性(°/h)	≤0.002	重量 (kg)	≤0.7 (陀螺) ≤2.1 (陀螺仪)
随机游走(°/h ^{1/2})	≤0.0005	启动时间(s)	≤5
零偏磁场灵敏度	0.0015°/h/Gs	供电	15Vdc, 1.8w5V, 0.6w
标度因数误差 (ppm)	≤2	通讯接口	RS422
动态范围(°/s)	±400	采样频率	4000Hz



HD120型激光陀螺仪

应用领域

主要用于潜艇、深海空间站、水下无人航行器等超长航时应用平台。

主要性能指标

零偏稳定性(°/h)	<0.001 (特级) 0.001~0.0015 (一级)	尺寸 (mm)	150×130×32 (陀螺) 182×151×52 (陀螺仪)
零偏重复性(°/h)	≤0.002 (特级) ≤0.008 (一级)	重量 (kg)	≤1.21 (陀螺) ≤3.6 (陀螺仪)
随机游走(°/h ^{1/2})	≤0.0001 (特级) ≤0.0003 (一级)	启动时间(s)	≤5
零偏磁场灵敏度	0.0015°/h/Gs	供电	15Vdc, 1.8w5V, 0.6w
标度因数误差 (ppm)	≤2	通讯接口	RS422
动态范围(°/s)	±400	采样频率	4000Hz





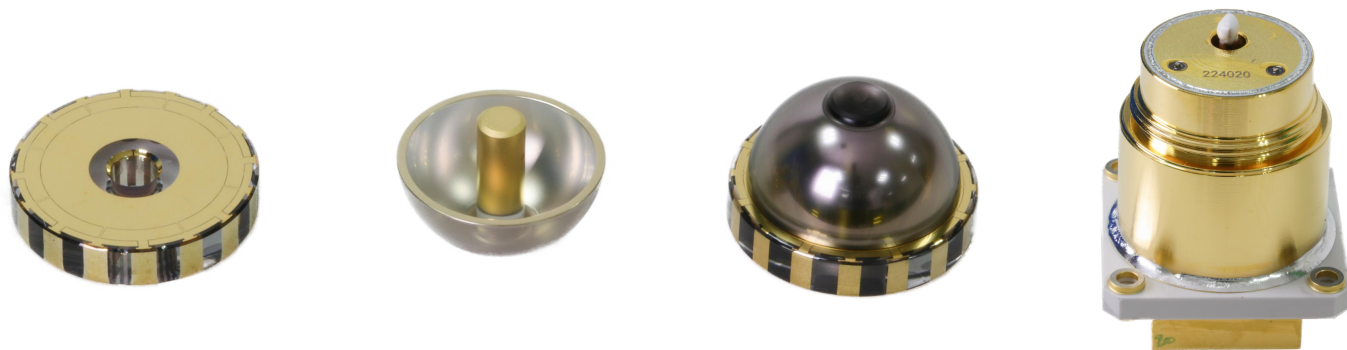
在单陀螺基础上发展出了嵌入式激光陀螺组件。目前已经量产的型号有50型嵌入式、70型嵌入式及90型嵌入式，形成系列化产品，并集成化为小型惯导，性能优异。

已经应用于无人机、无人船、无人艇等无人装备领域，以及轨道测量等高端工业测量的民品领域。

	50型嵌入式	70型嵌入式	90型嵌入式
体积 (mm)	117×108×105	148×133×129	170×139×139
重量 (kg)	≤1.9	≤3.5	≤4.5
陀螺零偏稳定性 (° /h)	≤0.006	≤0.004	≤0.002
陀螺零偏稳定性 (° /h)	≤0.006	≤0.004	≤0.002
陀螺随机游走系数 (° /√h)	≤0.0015	≤0.001	≤0.0005
陀螺标度因数误差 (ppm)	≤5	≤5	≤2
加表输入量程 (g)	±20	±20	±20
加表标度因数 (mA/g)	1.0±0.2	1.0±0.2	1.0±0.2
加表偏值 (mg)	≤5	≤5	≤5
工作温度范围 (° C)	-40~70	-40~70	-40~70

4.2 半球谐振陀螺相关产品

团队通过技术攻关，突破了半球谐振陀螺新型结构设计、谐振子精密成型、谐振子表面金属化、谐振子高品质因数维持、高精度质量平衡、精密装调、高真空封装、全角模式控制及误差补偿等关键技术，所有技术完全独立自主，实现高精度、大动态、全角模式控制半球谐振陀螺产品工程化。

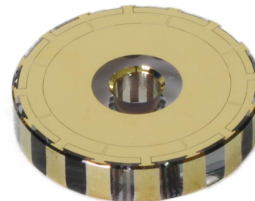


谐振子



型号		20型	30型
材料		熔融石英	
品质因子Q	镀膜前	>2000万	>4000万
	镀膜后	>1200万	>2000万
频率裂解 Δf		<1mHz（调平后）	
形位误差		内外球圆度 $\leq 0.3\mu\text{m}$	
		内外球与中心柱同轴度 $\leq 0.3\mu\text{m}$	

底座



材料	熔融石英
镀膜	Au膜
电极	均布误差小于1'

备注：支持按图定制加工

20型半球谐振陀螺（普通版）

应用领域

可用于舰载、潜载、机载、弹载以及车载的高精度、长航时平台。

主要性能指标

零偏稳定性(°/h)	0.01°/h	尺寸 (mm)	36×36×44.5
随机游走(°/h ^{1/2})	≤0.0005	重量 (g)	≤80
标度因数误差 (ppm)	≤2	启动时间(s)	≤1min
动态范围(°/s)	±400	供电	28V、10W(可供三轴)
带宽 (Hz)	200	通讯接口	RS422

注：上述指标均对应全角模式



20型半球谐振陀螺 (升级版)

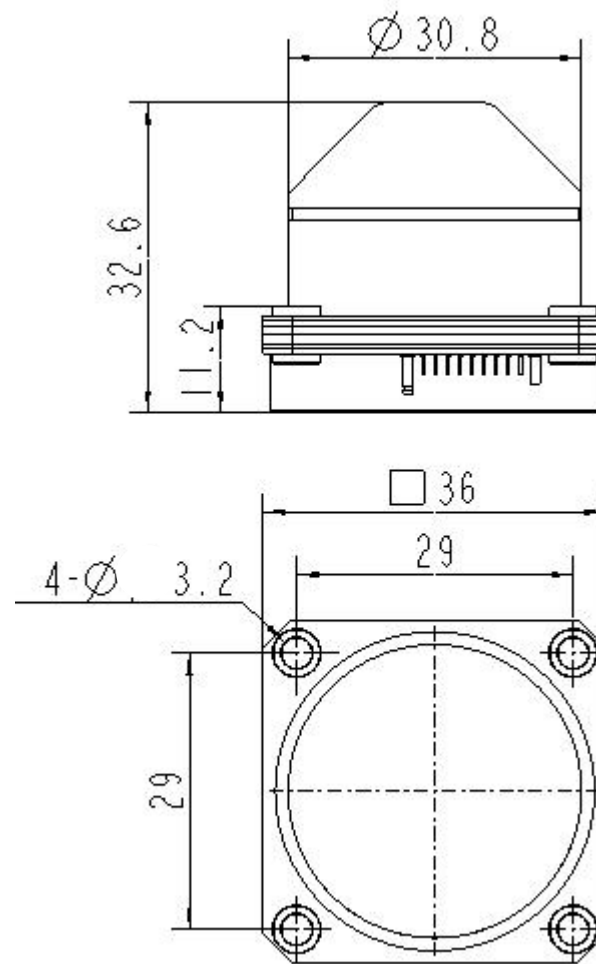
应用领域

可用于舰载、潜载、机载、弹载以及车载的高精度、长航时平台。

主要性能指标

零偏稳定性($^{\circ}/h$)	$0.01^{\circ}/h$	尺寸 (mm)	$36 \times 36 \times 32.6$
随机游走($^{\circ}/h^{1/2}$)	≤ 0.0005	重量 (g)	≤ 46
标度因数误差 (ppm)	≤ 2	启动时间(s)	$\leq 1\text{min}$
动态范围($^{\circ}/s$)	± 400	供电	28V、10W(可供三轴)
带宽 (Hz)	200	通讯接口	RS422

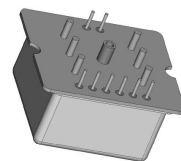
注：上述指标均对应全角模式





项目	光纤陀螺	★40型激光陀螺	★20型半球陀螺
零偏稳定($^{\circ}$ /h)	0.01	0.01	0.01 (全角模式)
随机游走($^{\circ}$ /h ^{1/2})	≤ 0.002	≤ 0.005	≤ 0.0005
标度因数(ppm)	≤ 10	≤ 5	≤ 2
动态范围($^{\circ}$ /s)	± 400	± 400	± 400
供电	$\pm 5V$, 3w	15Vdc, 1.8w5V, 0.6w	28V、10W(三轴)
通讯接口	RS422	RS422	RS422
启动时间(s)	20s	5s	$\leq 1\text{min}$
重量(g)	$< 300g$	$< 140g$	< 83
尺寸	$70 \times 70 \times 30\text{mm}$	$68.5 \times 60 \times 23\text{mm}$	$36 \times 36 \times 44.5\text{mm}$

4.3 石英振梁加速度计产品



石英振梁加速度计（常规款）

应用领域

方波频率输出，可原位替代石英挠性加表，适用于中精度低成本惯导。

主要性能指标

量程 (g)	± 30	启动时间 (s)	< 10
阈值/分辨率 (μg)	≤ 5	尺寸 (mm)	$\Phi 25.4 \times 25.3$
偏值 月重复性 (μg)	≤ 20	重量 (g)	< 50
标度因数 月重复性 (ppm)	≤ 30	供电	5V, $< 30\text{mW}$



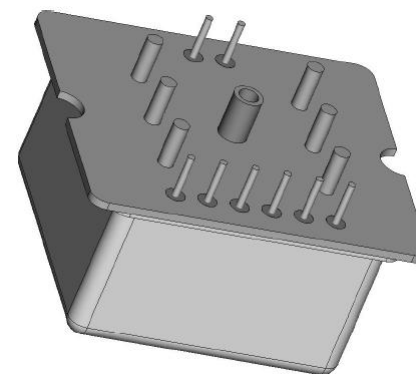
石英振梁加速度计（小型款）

应用领域

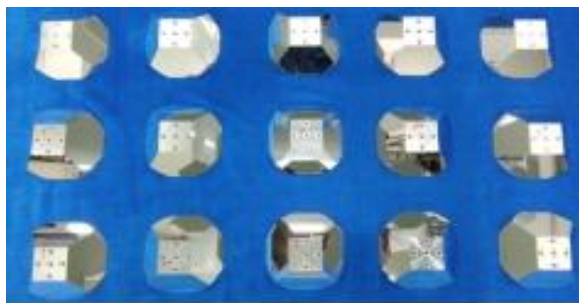
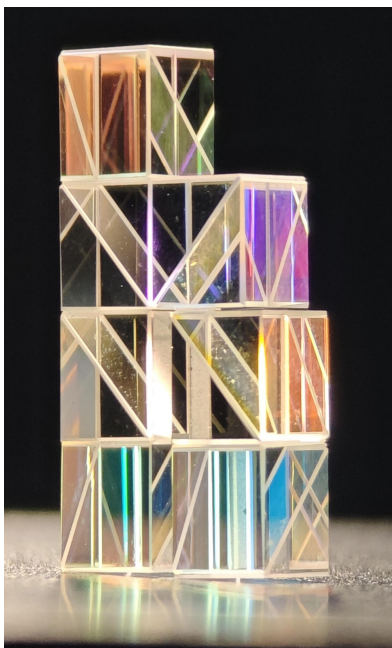
方波频率输出，极小的尺寸结构，适用于中精度低成本惯导。

主要性能指标

量程 (g)	± 30	启动时间 (s)	< 10
阈值/分辨率 (μg)	≤ 5	尺寸 (mm)	$21 \times 18 \times 10.2\text{mm}$
偏值 月重复性 (μg)	≤ 20	重量 (g)	< 15
标度因数 月重复性 (ppm)	≤ 20	供电	5V, $< 30\text{mW}$



4.4 超精密激光器核心零部件



小型F-P腔

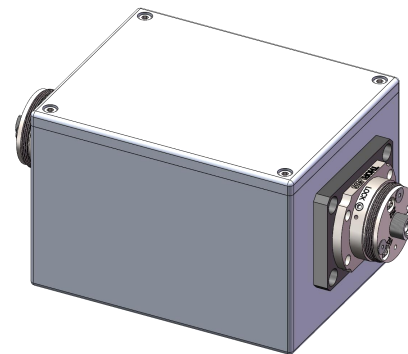
法布里-珀罗腔 (Fabry-Pérot Cavity, F-P腔) 是一种基础而重要的光学谐振结构, 由两个平行的高反射镜面构成, 在保持高精度度、高品质因数的同时, 实现了紧凑、可集成、可调谐的特性。是现代半导体激光器 (尤其是VCSEL)、高性能光学滤波器、高灵敏度光学传感器的核心元件, 并持续在高速光通信、集成光子芯片、精密传感和量子技术等前沿领域发挥着不可替代的作用。

• 主要技术指标:

- 1) 型号1: 8*8*15 (腔长15mm) mm长方体腔, 配1/4英寸镜片, 腔内为大气介质, 总尺寸8*8*21mm, 波长1550nm, 精细度约5-15万;
- 2) 型号2: 15*15*15mm长方体腔, 配1/2英寸镜片, 腔内真空, 总尺寸约20*15*21mm, 波长1550nm, 腔内真空, 精细度约15-30万;
- 3) 型号3: 30*30*30mm立方体腔, 配1英寸镜片, 腔内真空, 总尺寸40*30*43mm, 波长1550nm, 腔内真空 (带吸气剂, 高真空度), 精细度约> 30万;

• 产品特点:

- 1) 光纤输入和输出耦合;
- 2) 无需额外真空装置的即插即用操作;
- 3) 极其紧凑的外形尺寸;
- 4) 带精密温度控制。



光谱棱镜阵列

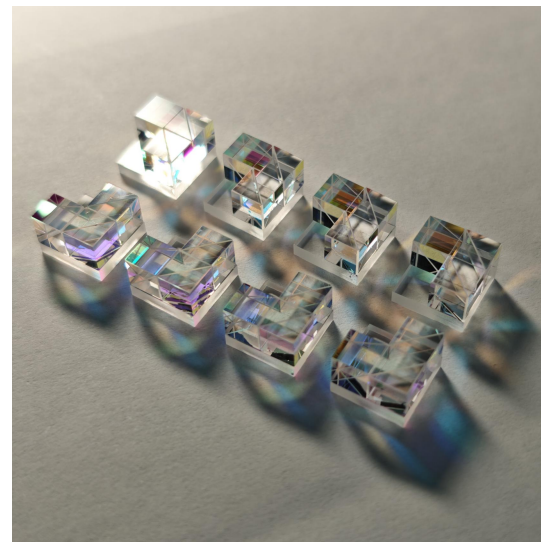
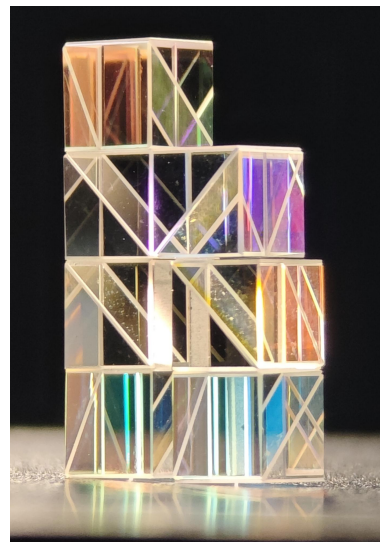
光谱棱镜阵列是一种通过超高精度光学冷加工技术将多个棱镜或光学元件直接键合为一体的组件。其核心特点是不使用任何传统胶合剂（如环氧树脂、紫外胶等），而是依靠原子/分子间作用力（如范德华力、氢键或化学键）实现光学界面的无缝粘接。这种技术对工艺要求极为苛刻，但能带来传统胶合无法比拟的性能优势。是高功率激光系统、精密干涉仪、紫外/深紫外光学、量子光学等领域实现系统可靠性和极限性能的关键技术之一。

- **主要技术指标：**

- 1) 单棱镜尺寸：5×5×5mm；
- 2) 根据客户需求订制膜系。

- **产品特色：**

- 1) 全光胶解决方案，无额外介质（空气/真空界面）；
- 2) 通过XX~XX℃温循考核，无脱胶、黄变、应力开裂风险；
- 3) 抗激光损伤阈值高，无有机胶吸收/碳化风险；
- 4) 能适应极端温度、真空、辐射环境。



全金属焊接型真空观察窗

全金属焊接型真空观察窗，是将CF法兰、石英玻璃/蓝宝石玻璃特殊处理后，用金属焊料焊接而成。是安装在真空腔体上的高密封性光学窗口，其核心使命是在维持真空环境的前提下，实现光信号的高效透射、过程监控或激光导入。

主要技术指标：

- 1) CF型标准法兰尺寸可选；
- 2) 漏率 $< 1 \times 10^{-12} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$;

产品特点：

- 1) 可承受长时间400°C高温；



全金属真空无磁法兰



全金属真空无磁法兰，是将钛合金无磁法兰、高硼硅玻璃特殊处理后，用金属焊料焊接而成，

主要技术指标：

- 1) CF型标准法兰尺寸可选；
- 2) 漏率 $< 1 \times 10^{-12} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$;
- 3) 整体磁矩 $< 10^{-7} \text{emu}$ ，磁噪声波动 $< 0.1 \text{nT}@1\text{Hz}$ 。

产品特点：

- 1) 可承受长时间200°C高温；
- 2) 可按照客户要求对光窗表面镀膜。

超高Q值回音壁光腔

回音壁光腔是基于回音壁模式（Whispering-gallery mode, WGM）把光场限制在腔内的光学器件。工作过程中依靠在光腔边界面上的全内反射，光波能够以极小的损耗沿着光腔的弧形表面传播，实现光波在腔内的谐振。回音壁模块是超窄线宽激光器、光频梳、光电振荡器等产品中的核心器件。

主要技术指标：表面粗糙度 $\leq Ra1.2nm$ 、 $Q > 1E9$ ， $Q_{max}=8 \times 10E9$ 、光腔尺寸覆盖 $\Phi 1mm \sim 16mm$ 。

产品特色：可封装成纯固态模块，其主要性能指标为Q值 $> 1E9$ 、耦合效率90%、插损 $< 1dB$ 、温控精度优于 $1mK$ 、温度调谐范围 $10 \sim 50^{\circ}C$ 。



图 18 回音壁光腔实物

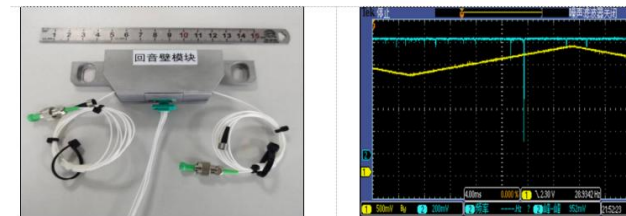
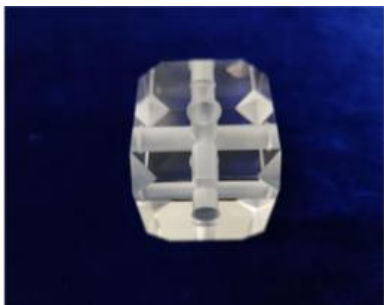


图 19 回音壁模块

超稳腔



超稳腔可提供极其稳定的频率锁定基准，超稳腔的加工精度和表面质量直接决定了其性能。主要应用于光学原子钟、冷原子系统、超窄线宽激光器、超稳激光器等领域。

主要技术指标：对于常用的854nm、1550nm等波段，可达到100nm带宽条件下99.999%以上的反射率，产品腔长覆盖 $10mm \sim 300mm$ ，光胶面平行差优于 $3''$ 。

超高反射率镜片

超高反射率镜片是在特定波长下反射率 $>99.999\%$ 的光学元件，其核心使命是极致抑制光损耗。是激光武器、激光陀螺、超稳腔、光刻机等产品的核心光学元件。

- **主要技术指标：**

- 1) 镜片尺寸：半寸、1寸、2寸，或根据需求订制。
- 2) 根据客户需求订制膜系，单波段/多波段均可订制。

- **产品特色：**

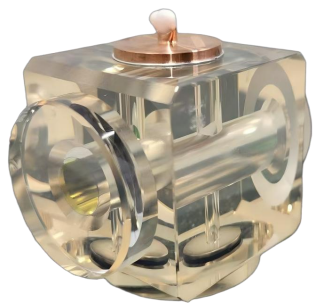
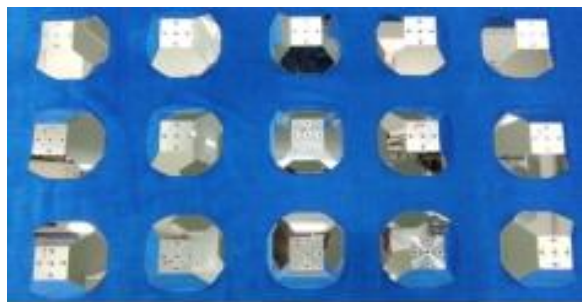
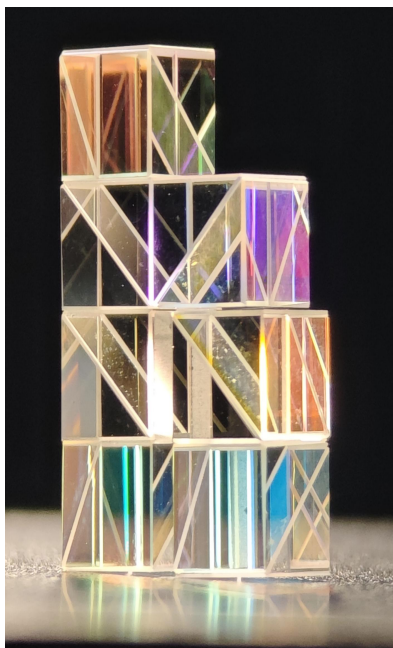
- 1) 核心波段反射率 $\geq 99.999\%$ （如1064nm/1550nm），光损耗极致 $< 5 \text{ ppm}$ 。



超精密光学制造

为国家授时中心、华中科技大学、中国科学院等国内科研机构 and 高校提供了定制化超精密光学零件产品，包括：

- 1) 定制化高精度加工服务：轻量化镜头、四面塔镜、光纤预制棒、塞曼腔等。
- 2) 高精度光学组件：光学气密盒、气体池、氦氖增益管等。



图：超精密光学制造典型产品