



GF402

四轴三维切割头用户手册

GF402 3D Laser Cutting Head User Manual

Empower 嘉强

Hotline: 400-670-1510

Email: sales@empower.cn

Add: 上海市 松江区东宝路 8 号



版本:	V1.0					历史版本:
日期:	2021/10/19					
历史版本	发布日期	更改简述	编辑人	编辑日期	审稿人	审稿日期
V1.0	2021/10/19	建立 GF402 产品说明书	lls			

感谢您选择本公司的产品！

本手册对 GF402 四轴三维激光切割头的使用做了详细的介绍，包括安装、操作、维护说明等。如果您还有其它事项需要了解的，可直接咨询本公司。

在使用本系列切割头及相关的设备之前，请您详细阅读本手册，这将有助于您更好地使用它。

由于产品功能的不断更新，您所收到的产品在某些方面可能与本手册的陈述有所出入，在此谨表歉意！

目录

1. 概述.....	4
1.1 关于本手册.....	4
1.2 适用文件.....	4
1.3 标志标识规则.....	5
1.4 应用解决方案.....	5
1.5 产品特点.....	5
1.6 出厂测试报告.....	5
2. 警告及提醒标识.....	6
3. 开机准备.....	7
3.1 供电.....	7
3.2 电机安全模块.....	7
3.3 电机工作温度.....	7
3.4 环境条件.....	8
3.5 水冷.....	8
3.6 漏水.....	10
3.7 清洁气体(保护气体).....	10
3.8 平面反射镜(AO 镜)用气.....	10
3.9 抱闸用气.....	10
3.10 切割用气.....	11
3.11 调光.....	11
3.12 开机自检表.....	12
4. 技术参数.....	13
5. 安装调试.....	15
5.1 切割头的安装.....	15
5.2 QBH 接口组件.....	19
5.3 光路调节.....	21
5.4 C 轴零位校正.....	23
5.5 A 轴零位校正.....	25

6. 功能.....	26
6.1 自适应镜调焦.....	错误!未定义书签。
6.2 防撞机构.....	26
6.3 气液接口.....	27
7. 电机及编码器数据.....	31
7.1 F 轴.....	31
7.2 A 轴.....	32
7.3 H 轴.....	34
7.4 编码器数据.....	36
7.5 截止温度传感器 PTC 和温度监控传感器 KTY.....	36
7.6 电气接口和线缆连接.....	37
8. 故障排除.....	40
9. 维护保养.....	41
9.1 保养明细.....	41
9.2 镜片维护保养总则.....	41
9.3 准直镜组的维护.....	42
9.4 平面反射镜组的维护.....	45
9.5 斜反射镜的维护.....	47
9.6 聚焦镜组件的维护.....	48
9.7 喷嘴组件.....	50
10. 部件清单.....	53

1. 概述

1.1 关于本手册

《GF402 四轴三维切割头用户手册》是关于 GF402 四轴三维激光切割头的技术文件，以下简称《手册》。

重要!

在调试和使用切割头之前，请仔细阅读本手册。

重要!

我们的产品仍在不断迭代升级。因此，我们仍然会不定期的更新《手册》，以保证产品在使用过程中处于更好的状态。

注意!

对于所有选配的附件或新增的配置，请仔细阅读相关单页的使用说明。

本手册和所有相关文件必须在产品的整个生命周期内得到很好的保存。如果产品被二次出售，所有的文件也请务必交给买方。

本手册主要适用于以下人员：

- ✓ 初次开机人员
- ✓ 操作人员
- ✓ 维护维修人员

本手册只针对具备一定的机械、电气、装配和数控系统工程方面专业知识的人员的调试工作。

1.2 适用文件

切割头的交付还包括以下文件：

- 产品图

- 电气接线图
- 部件清单
- 出厂测试报告
- 选配件(如准直、聚焦等)的其他手册

**重要!**

在调试和使用切割头之前，务必仔细阅读《手册》中的所有信息。

1.3 标志标识规则

1.4 应用解决方案

GF402 四轴三维切割头是一种多轴的激光引导产品,用于复杂结构的工件的三维切割场合。包括但不限于:管切、冲压钣金件切割及钻孔等。

1.5 产品特点

- 优化的光学配置和平滑高效的气流设计;
- 三个相互独立的数控直驱电机,无背隙大扭矩驱动技术;
- 高精度绝对值圆光栅,全闭环控制;
- 准直镜上面增加了保护镜,可有效防止灰尘直接落到准直镜片上使其损毁;
- 采用抽屉式镜座,使得保护镜片更换快速、简单;
- 模块化的设计,细长喷嘴设计,减少工件干涉;
- 准直,聚焦,电机,高效、直接全闭环冷却水系统;
- 聚焦 X-Y 方向调中单元;
- TRA 先进防碰撞断电系统;
- 光纤插入导向调节;
- 具备多种光纤接口,可与各种激光器进行适配,(本手册仅以 QBH 接口为例);
- 可靠的密封性设计。

1.6 出厂测试报告

该产品的所有机电功能已在我司内部进行了测试，报告附在交付文件中。

图 1 切割头示意图

2. 警告及提醒标识



危险!



警告!



重要!



注意!

- 第一次启动前请阅读本使用手册！必须告知操作人员，与机器操作有关的所有风险和危险。
- 无视本手册及其安全指导建议会增加人身伤害和机器损坏的风险！
- 确保切割头使用洁净和未损坏的光学镜片。
- 避免将污垢、烟、水或其他杂质带入光路中。
- 原则上，切割头的任何组件只能在洁净室内拆卸。镜片上的微小颗粒会影响切割头的功能，对激光加工效果产生不利影响。

3. 开机准备

3.1 供电

本产品使用了多台三相同步无框转矩电机，每台电机有不同的电源要求。电机运行数据如下：

- 调焦 F 轴电机的最大电压为：220 VAC（48Vdc 或 24Vdc）；
- 摆动 A 轴电机的最大电压为：230 VAC（300 Vdc）；
- 随动 H 轴电机的最大电压为：230 VAC（300 Vdc）；



重要！

必须使用清单中指定的驱动器，以满足不同电机的电压要求。

3.2 电机安全模块

每个电机都有两个温度传感器用于保障电机运行安全：

- KTY83-122 传感器（见第 7.5）

KTY 监控当前电机的实时温度，给出对应的电阻信号。

- PTC1k Ω 传感器

PTC 用于检测电机温度升高到超出阈值时，输出一个骤变的电阻信号，用控制系统紧急切断电机电源。

不建议在不使用任何温度传感器的情况下启动电机工作，也不建议单独使用其中一个传感器以达到预期的电机保护的功能。电机安全模块实时监控温度信息并能在电机烧坏前提供报警信号触发紧急断电。

3.3 电机工作温度

电机工作温度（包括连续负载下）应明显小于 70℃。因此我们建议数控系统的报警阈值为 60℃左右，避免永久运行的电机温度接近 100℃的损坏阈值。

电机	损坏阈值温度	推荐工作温度
F 轴	~80℃	<<70℃
A 轴	~100℃	<<70℃
H 轴	~100℃	<<70℃



重要!

检查你的控制系统中电机温度安全的出厂设置阈值，并按照上述建议设置正确的值。否则会产生未知的操作故障和电机过热的危险。

3.4 环境条件

切割头是一种灵敏的光学产品，需要保证良好的温湿环境条件，以避免切割头任何部件受到液体物质、返渣和加工粉尘的污染。在切割头调试前都应将产品保存在原装包装中，调试准备、调试以及光学元件的维护都应在清洁环境中完成。

保存温度范围	-15℃到+50℃；短时间可以存放于+60℃ (24h)
工作温度范围	10℃到+45℃
湿度	<80%

3.5 水冷

在将切割头连接到水冷机的冷却水回路前，可以联系您的水冷机供应商，了解更多相关的的连接和冷却功能的信息，并且水冷机的冷却能力必须满足足够的功率。我们建议本款切割头的最小冷却功率为 1kW。



重要!

为了避免降低机械性能甚至于最终损坏切割头组件(如无框电机等)，请务必注意以下几点，：

1. 在打开电机电源或激光器之前，将切割头连接到水冷系统。
2. 切割头必须与其他水冷部件串联（如光纤接口 QBH）到您的光路水冷回路中。
3. 确保冷却水流通且不会渗漏到切割头内部。
4. 除指定的冷却水外，不要使用任何其他液体。
5. 冷却水必须经过过滤。

6. 定期维护水冷系统内循环的水质，防止冷却水变质甚至污染环境。

3.5.1 技术规格

名称	内容
温度	标称范围：+15°C到+35°C，并且总是高于露点温度。
水压	最小 2bar/最大 6bar (0.2/0.6 MPa)
流量	>1L/min (建议值 2L/min)
过滤度	<100µm
水质	带缓蚀剂的去离子水。如有必要则添加生物添加剂（参照水冷机的使用说明），没有研磨材料。

冷却水规格：

最小流速	1.8 升/分钟 (0.48gpm)
入口压力	170-520KPa (30-60psi)
入口温度	≥室温 / >结露点
硬度 (相对于 CaCO ₃)	<250mg/L
PH 范围	6~8
可通过微粒大小	直径小于 200 微米



重要!

如果冷却水温度高于 20°C，则必须在数控系统的参数设置中降低 Tc 和 Lc。

3.5.2 结露

冷却水温度应根据空气湿度调节。如果被冷却的部件处于较低的环境温度中，会有风险结露，特别是切割头内部的光学元件。参考露点温度表，找出冷却水的正确温度范围。

3.5.3 防锈

在切割头中的冷却水会与不同的金属和非金属材料接触，例如铝、铜、不锈钢等。因此，

为了避免其中一个切割头组件的腐蚀，你需要在冷却水中添加缓蚀剂。因为必须考虑所有的部件（如冷却器、软管、管道或阀门），这里无法给出一个通用的建议，请参阅您的水冷机的使用手册。

3.5.4 水污染

请参阅您的水冷机手册添加合适的生物制剂，以避免水污染。

3.6 漏水

触电危险！

随时检查电气元件是否接触到水。

3.7 清洁气体(保护气体)

在切割头安装到位后，优先保证切割头外壳上刻有“GAS 2”或“G2”标识的气管接头的气路连接，确保一定的气体流量，以保护内光路处于正压而不受污染。

准直组件上方独立的气管接头，可用于维护过程中镜片仓内正压保护，如检查准直保护镜座或清洁更换保护镜片。



重要！

只使用过滤和干燥的气体,无污染液和机械颗粒。规格符合 ISO 8573-1:20 2010 等级 3: 颗粒: <math><5\mu\text{m}</math>/<math><<5\text{mg}/\text{m}^3</math> 水分/水: 压力凝点$\leq -20^\circ\text{C}$油:<math><<1\text{mg}/\text{m}^3</math>

在切割头的维护过程中，上述规格并不能完全代替清洁条件的需要。打开切割头内部时，应避免任何污染。

3.8 平面反射镜（A0 镜）用气

平面反射镜所使用的气压比例阀，决定了调焦系统对气体的要求。建议您使用我司出厂测试用的 SMC 比例阀“ITV2050-RCF2S”。所使用的气体必须符合本手册 3.7 中“清洁气体”的规范。

3.9 抱闸用气

只有当您把压缩空气连接到切割头外壳上刻有“BREAK”标识的气管接头时，两个气动执行器才会打开抱闸，A轴才可以正常运动。

**重要！**

只使用过滤和干燥的气体，**无污染液和机械颗粒**。所使用的气体必须符合本手册第3.7章“清洁气体”的规范。

**注意！**

只有当气体压力满足气动抱闸的运行条件时，A轴才可以用手自由摆动。否则，制动的元器件和A轴电机、编码器可能会被破坏。

3.10 切割用气

刻有“GAS1”或“G1”标识是为工艺气体（如切割气体）预留的，最大25bar。

**注意！**

注意气源和气体本身的清洁，任何对于保护镜、聚焦镜的污染，都会导致烧镜片，从而严重影响切割质量。

**注意！**

所有与纯氧接触的部件必须无油，无润滑脂或灰尘。使用氧气时，请遵守常用的操作规则。

**人身安全！**

使用氧气有爆炸危险！

3.11 调光

除了机械和电气测试外，我们还对切割头中的调光机构进行了预调，位置公差为±0.05毫米，此次预调的记录作为交付文件的一部分。

**注意！**

透光（特指通激光）之前，必须检查出光位置是否在切割喷嘴的中心。

3.12 开机自检表

常规项	确认签字	调试时的实测值		
观察操作手册中的所有机电原件的信息。				
漏水检查				
水冷流量检查		流量: L/min		
结露检查		露点温度(最坏情况): °C		
冷却水和压缩空气质量检查		冷却水温度: °C		
手动转动所有轴, 确认均可自由移动, 不会跟软管、电缆等干涉。				
确认光纤与切割头光纤接口(QBH、QD等)连接时, 准直镜不会被污染。				
切割头接地(PE)检查				
电气接头在于控制系统连接前需要进行验证。				
出光调中				
电机驱动	确认签字	F 轴	A 轴	H 轴
电机参数确认		力矩	力矩	力矩
编码器参数确认		绝对值	绝对值	绝对值
电机驱动器电压匹配确认		220Vac	300Vdc	300Vdc
切割头接头和电缆及电缆和控制系统接头连接		C-C	A-A	Z-Z

在激光和机器上电之前, 确认检查表: 主界面检查。

4. 技术参数

	参数	值	附件
1	通光孔径	35mm	
2	水 ● 进水 ● 出水	<ul style="list-style-type: none"> ● 2-6bar (冷却/最大 6bar) ● 2-6bar (冷却/最大 6bar) 	管径 Ø8mm 快插接头 G1/8
3	气 ● 防漏 ● 切割气(切割保护) ● 辅助气(可选) ● 抱闸气 ● 自适应镜通气 ● 内增压气(可选)	<ul style="list-style-type: none"> ● 大气压 ● 工艺气体* (最大 25bar) ● 工艺气体* (最大 10bar) ● 压缩空气 (最大 8bar) ● 压缩空气 (最大 6bar) ● 干燥洁净气** (最大 1bar) (切割气和内增压气的压力检测可选)	<ul style="list-style-type: none"> ● 管径 Ø6mm 快插接头 ● 快拧 G1/4 ● 管径 Ø8mm 快插接头 G1/8 (切割气压力检测: 快拧 G1/4)
3	光学镜片	<ul style="list-style-type: none"> ● 平面反射镜 ● 聚焦保护镜: Φ 37mmx7mm ● 准直保护镜: Φ 38.1mmx1.6mm ● 准直镜: Φ 37-F100 双凸透镜 Φ 37-F100 负月牙透镜 ● 聚焦镜: Φ 37-F150 双凸透镜 Φ 37-F150 负月牙透镜 	
4	安装精度	+/-1.25°	
5	F 轴 ● 电机类型最大电压 ● 额定输出 ● 转矩 ● 顺势最大转矩 ● 额定电流 ● 瞬时最大电流 ● 额定转速 ● 最高转速	●	

	<ul style="list-style-type: none"> ● 转矩参数 ● 转子转动惯量 ● 额定功率变化率 ● 额定角加速度 ● 保持转矩 ● 线圈电阻 ● 额定电流 		
6	A 轴 <ul style="list-style-type: none"> ● 摆动角度 ● 最大转速 ● 最大旋转加速度 ● 驱动方式 ● 测量方式 ● 制动方式 	<ul style="list-style-type: none"> ● $\pm 135^\circ$ ● 120rpm ● 30 转/s^2 ● 力矩电机 ● 绝对值 ● 气动抱闸 	
7	H 轴 <ul style="list-style-type: none"> ● 行程 ● 最大速度 ● 加速度 ● 驱动方式 ● 测量方式 ● 防撞方式 	<ul style="list-style-type: none"> ● $\pm 17,5\text{mm} (2^\circ /1\text{mm})$ ● 20 m/min ● 2.5g (视焦距而定) ● 力矩电机 ● 绝对值 ● 碰撞安全开关 	
8	重量	约 35kg	

有关更详细的信息，请参阅本手册内或其他提供的数据表。

5. 安装调试

三维切割头在出厂前已经经过了光路的校准，原则上使用现场的安装调试不需要再拆解任何组件。考虑到运输、存储或者使用环境温度不同导致光学元器件产生一定偏差，现场的专业人士或者我司的售后人员可以依据本手册正确调整光学元器件以期理想的加工效果。因此，在手册中搜索关键字，找到您需要的信息。

重要!



根据光学要求，只能在清洁的环境中打开切割头。

5.1 切割头的安装

切割头配备了一个水平安装法兰，可通过 12X $\phi 6.6$ 的沉头孔将切割头由下向上安装到您设备的切割头安装面上。整头的外轮廓尺寸和一些关键的安装尺寸如图 5.1 所示。

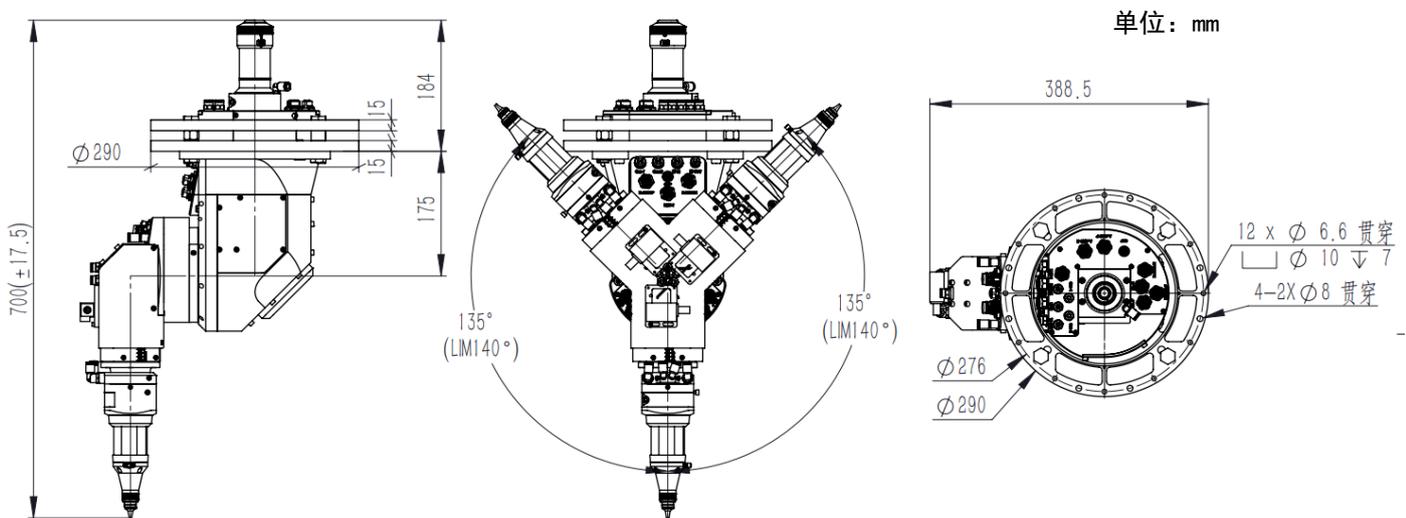


图 5.1 安装尺寸图

切割头安装过程需要调平。

5.1.1 调节准备:

- a) 整个调平机构主要由一个圆形法兰和一个机体外壳上的方形法兰组成，由四个角的调节螺栓相互连接。其中一个角由一个基准圆螺母（上）和一个外六角螺母（下）紧固，另外三个角则是分别由一对可调节的外六角螺母紧固，通过调节三个角竖直高度来实

现对整体的角度调整，调节使用 19mm 扳手，如图 5.2 所示。

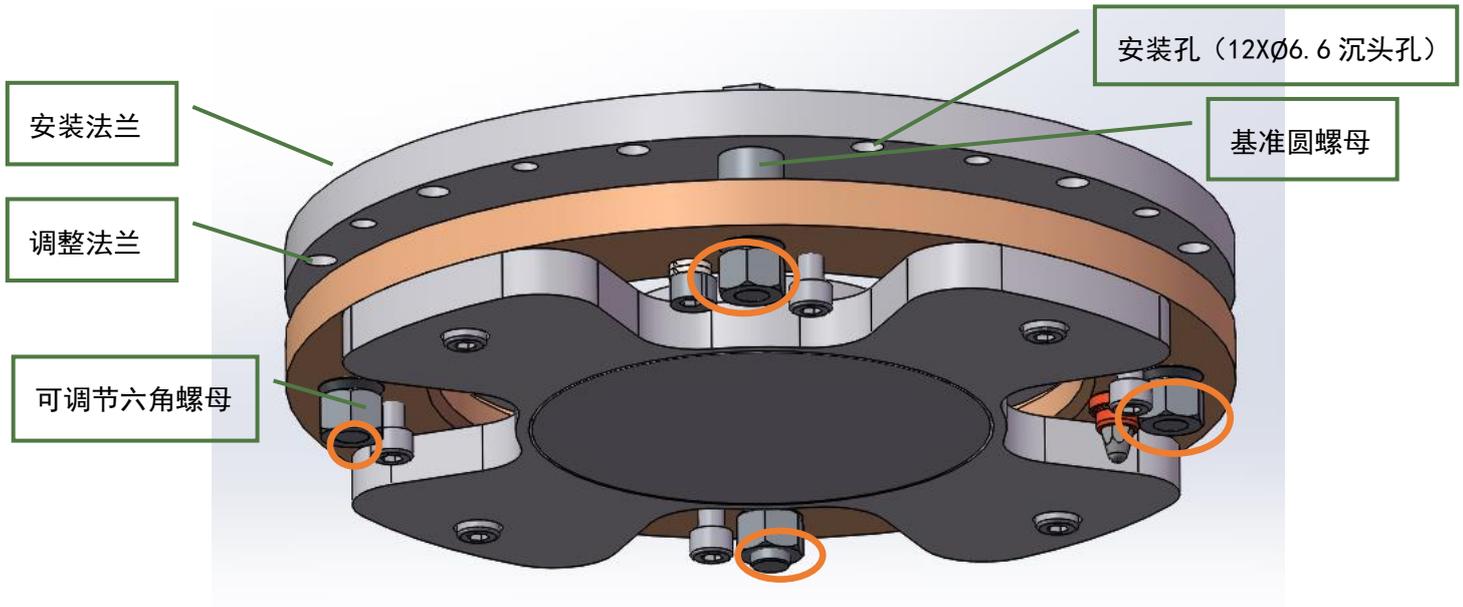


图 5.2 调平螺母

b) 四轴安装调平需要将千分表吸附在调平旋转机构底板上，如图 5.3；

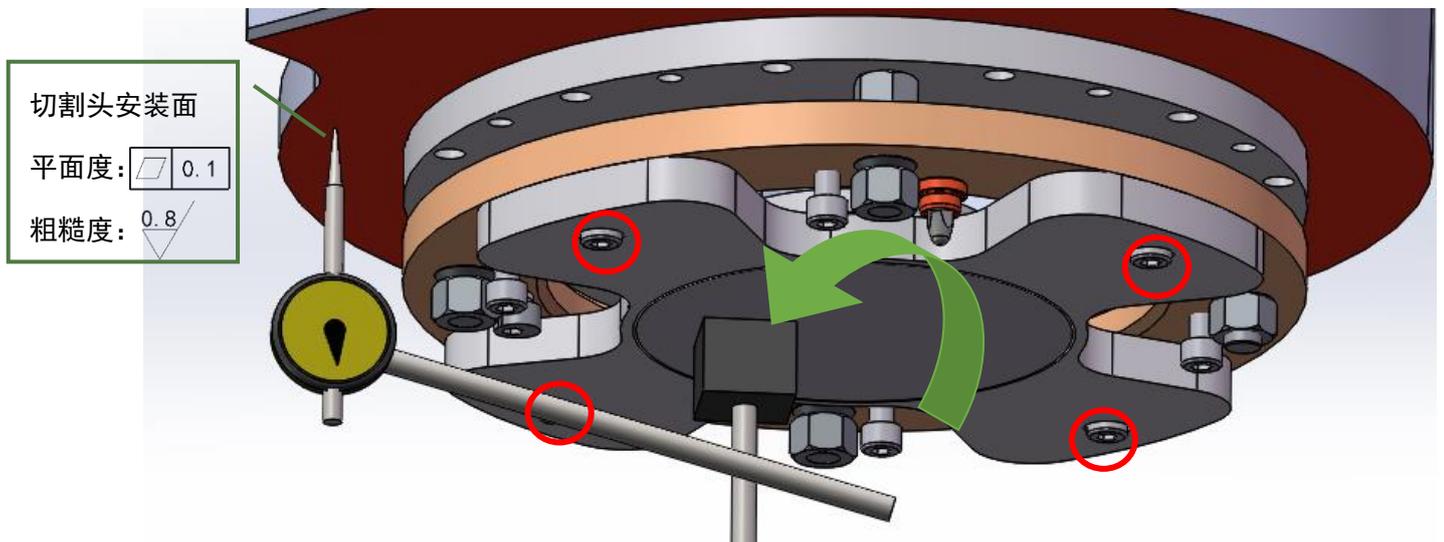


图 5.3 打表吸附

c) 表探针打在客户的对接法兰盘（以下简称法兰）的水平加工端面上，所以您设备的切割头安装面的设计需要留出一周足够打表的区域（下图红色区域），并且平面度要求 0.1mm 和粗糙度要求 $Ra0.8 \mu m$ ，如图 5.3 所示：

d) 可在法兰外圆贴一圈美纹纸做记号用；

e) 确保千分表随调平旋转机构底板旋转一周的空间无阻挡物。

注意！



一次只能松开一个角的调平螺母，并且一次只能调节一个角。

5.1.2 调节方法:

- a) 手动缓慢转动调平旋转机构底板至探针到基准圆螺母附近停机，调节表盘标记此处为 0;
- b) 手动缓慢转动调平旋转机构底板转动一周以上停机（确保圆周转动有足够的行程），速度大约为 5~6rpm，同时用记号笔在沿法兰一周的美纹纸上记录表盘数值，间隔大约 30~60° 一次，需注意偏离的±方向；



图 5.4 偏差标记（类似参考）

- c) 先调节基准圆螺母对角线的角。手动缓慢转动调平旋转机构底板将探针转到处停机，观察表盘，通过调节此处的一对六角螺母使指针变化趋于 0（调节过程可能需要稍微松动其他位置的螺母，基准圆螺母不动）；

此处后续给出实例和图例讲解

- d) 然后将探针转到另外两个角位置，继续调节相应位置的一对六角螺母使指针变化趋于 0（调节过程始终保证其他位置的螺母不动）；
- e) 也可以折中分多次调平，反复执行 c)~d)，直至调平。跳动公差要求：±0.02。

5.1.3 调节后安装:

调整法兰相较于您设备的切割头安装面调平后，如上图 5.3 红色圈处的四个 M8*20 内六角圆柱头螺钉拆除，取下调平旋转机构与千分表。

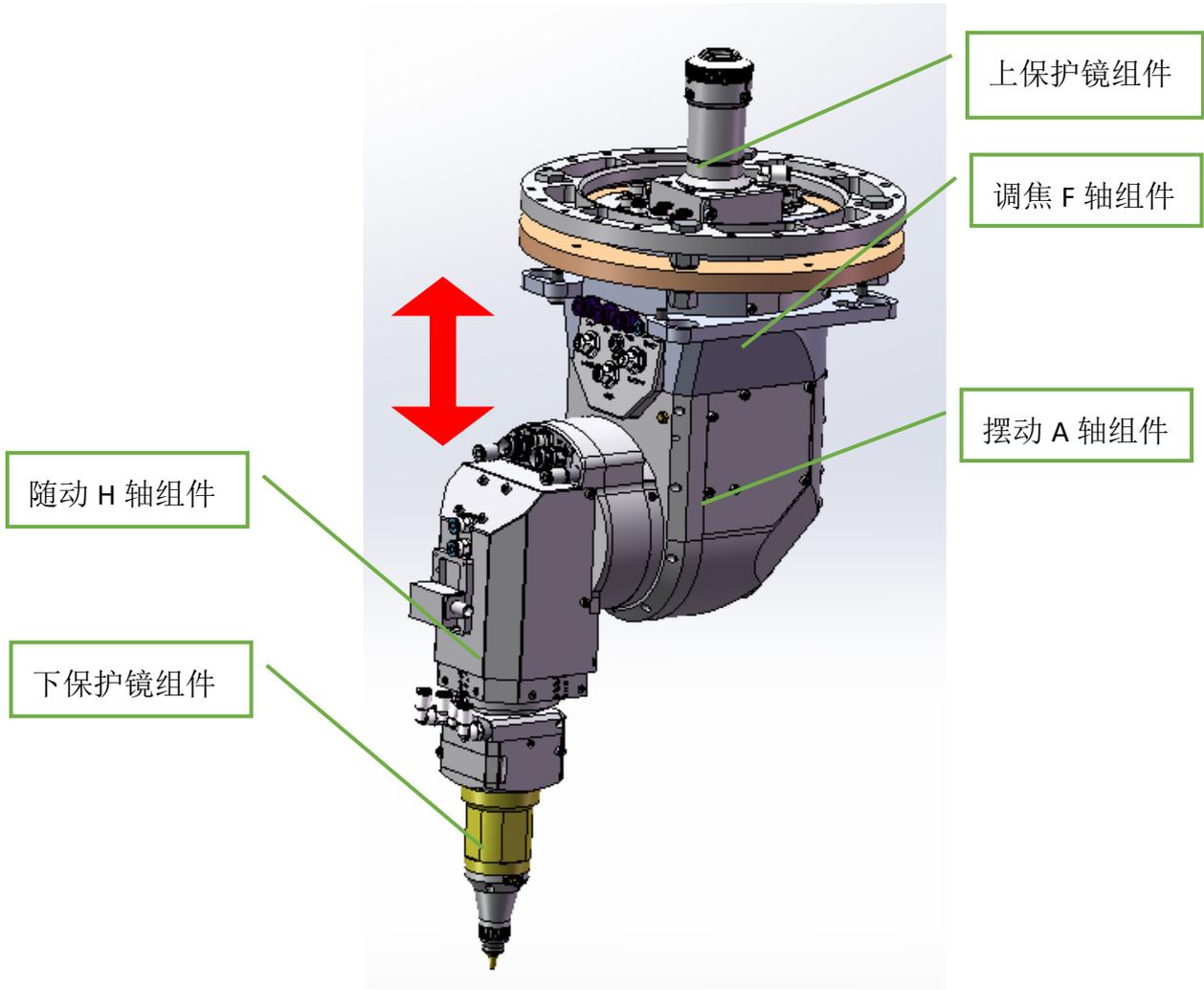


图 5.4.1

整体激光头（包含上保护镜组件、调焦 F 轴组件、摆动 A 轴组件、随动 H 轴组件、下保护镜组件），自下往上通过螺钉锁紧安装在调整法兰上。

5.2 QBH 接口组件

5.2.1 QBH 接口组件的拆装

QBH 光纤接口（以下简称：光纤接口）与切割头主体的连接是螺纹连接，旋紧后再用沉头螺栓紧固防松脱。具体如图 5.5 所示。



图 5.5 QBH 光纤接口

5.2.2 与激光器的连接



说明!

连接方法参照了我司标准的光纤接口产品，外形有所不同。



注意!

光纤接口未使用时，不可暴露在外，需用白色塑料防尘盖扣紧以保持内部洁净。

a) 使用前，请将光纤接口与保护帽上的灰尘用洁净气体吹掉，确保安装时，无粉尘残留。如图 5.6 所示，保护帽未使用时，保护帽需装入洁净的自封袋后封牢，以避免灰尘落入。

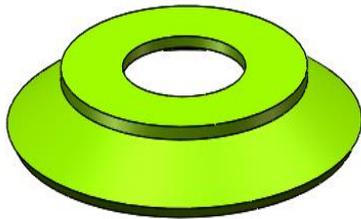


图 5.6 保护帽



图 5.7 保护帽与光纤头

b) 如图 5.7 所示，请将保护帽的中心孔对准光纤接头，套在光纤接头上。注意保护帽下方露出光纤头上全部的密封圈。

c) 如图 5.8 所示拿起光纤接口时，请先检查光纤接口上方唇缘的红点轴向对准其正面标识的红点，再将已经套好保护帽的光纤上的 T 型销槽轴向长槽与两红点成一线插入光纤接口中。

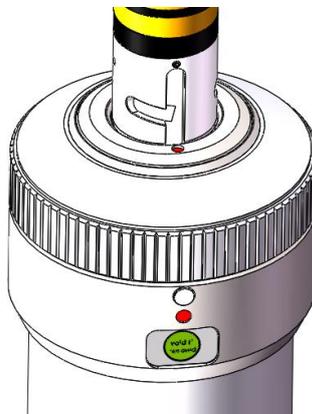


图 5.8 光纤接口与光纤头



注意！

建议水平方向插入光纤接头，防止插入光纤接头时有灰尘掉入切割头内部。用力将光纤头插入接口到底，确保光纤接头上的密封圈全部沉入 QBH 光纤接口中。

d) 向左顺时针旋拧旋转环，旋转到底，完成“一级锁紧”。垂直向上提起旋转环，再向左顺时针旋拧旋转环，将“二级锁紧”。

e) 左右、上下晃动光纤接头，检查是否 QBH 光纤完全固定。锁紧完成。



注意！

红点下方的箭头指示位有刻度线，显示为标准锁紧范围值。锁紧后，请确认在范围内。

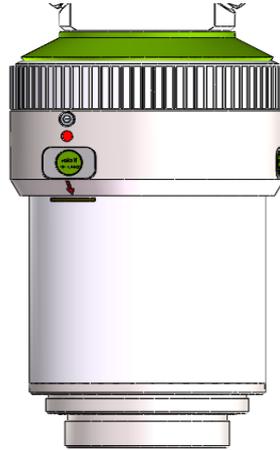


图 5.9 锁紧状态

5.3 光路调节



注意!

调节过程一定要确保在洁净的环境中实施。

5.3.1 平面反射镜的调节

平面反射镜通过适当旋拧两个调节外六角铜螺母 1/2, 实现两个方向的调节, 从而将由准直镜透射过来的平行光束反射为一个平行于摆动 A 轴的光束。不同于准直调平, 该处的调节组件不提供锁紧螺母, 因为它们具有足够的防松能力。



重要!

该操作需要借助专用的仪器实现, 并且需要在准直调平完毕后进行。

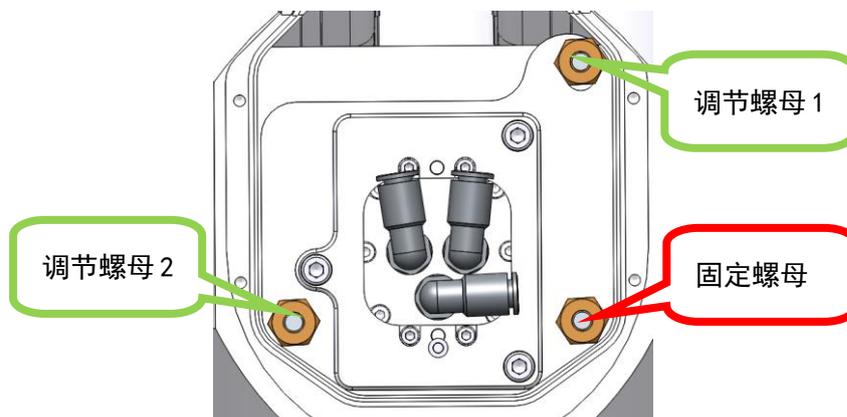


图 5.14 调节平面反射镜

固定螺母作为调节的基准点，不可转动。通过接入调光仪器，旋拧调节螺母调节平面反射镜：

- 顺时针方向旋拧调节螺母 1，可增大 Y 轴光点位置。
- 顺时针方向旋拧调节螺母 2，可增大 X 轴光点位置。

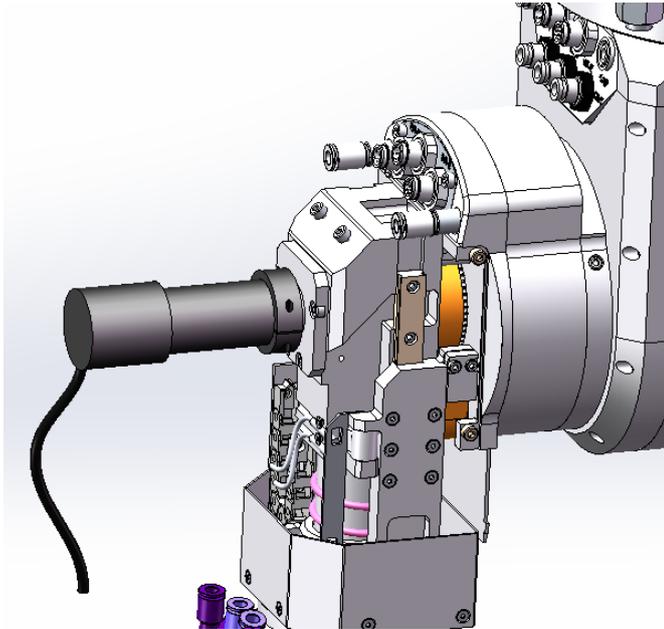


图 5.15 通光调试

此处插入 duma 软件显示的图画

过程：

- a) A 轴上使能，在限位摆动角度内缓慢旋转；
- b) 参考调光仪器显示的结果，确定角度误差和需要调整的方向；
- c) 调整平面反射镜镜组调平组件；
- d) 反复调整，直至误差满足要求。

5.3.3 聚焦镜的调中

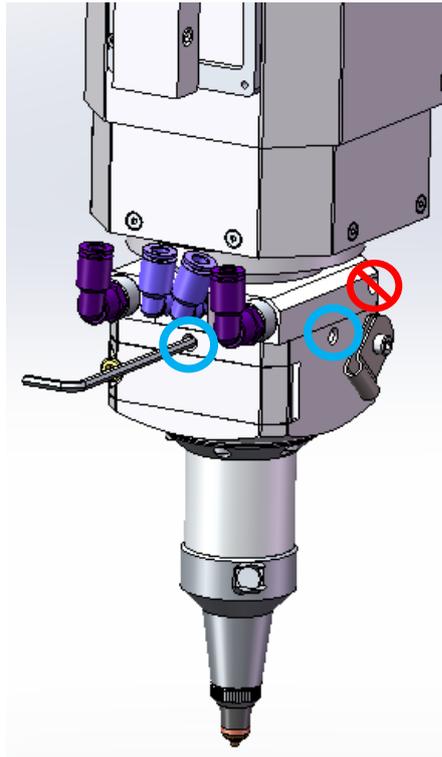


图 5.16 聚焦调中

通过 3mm 的外六角扳手旋拧聚焦镜组件四面均匀分布的调节紧定螺钉（如图 5.16 中蓝圈位置，红圈为组件连接孔，不可旋拧），可以调整焦点位置从喷嘴中心打出。

5.4 整体四轴激光头与机床 Z 轴（XZ 面）平行校正

5.4.1 调节准备

a) 整体四轴激光头与机床 Z 轴（XZ 面）平行校正需要将千分表吸附在机床工件装夹台面上，并将整头调节到一个 A 轴摆动幅面与机床 XZ 面相对平行的状态；

b) 表探针打在整头的随动组件围板靠近 A 轴的一侧的测试面（如图 5.17 标红平面）；

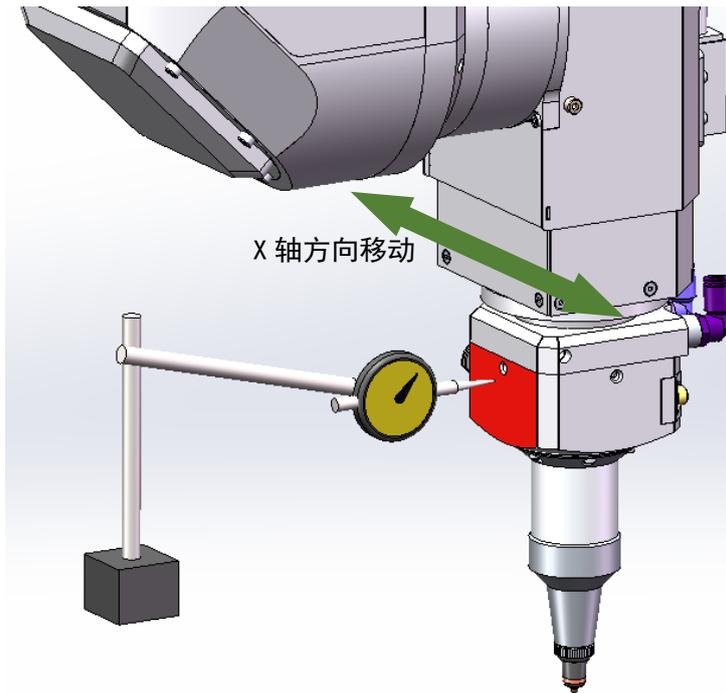


图 5.17 整体四轴激光头与机床 Z 轴（XZ 面）平行校正

- c) 可在探针接触区域上方贴美纹纸做记号用；
- d) 确保机床沿 X 轴移动时不与千分表任意部位发生干涉。

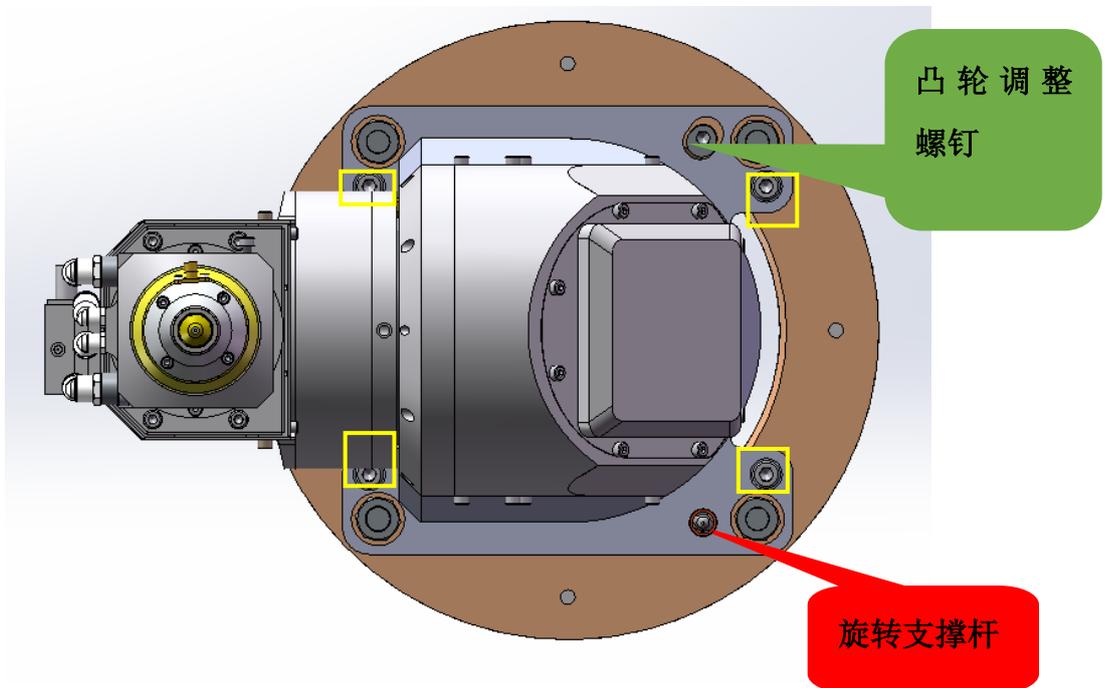


图 5.18 整体四轴激光头与机床 Z 轴（XZ 面）平行校正示意

5.4.2 调节方法

a) 通过机床沿 X 轴移动，移动速度 0.01m/s，范围为确保探针在测试面滑动不脱离出面测试的边缘，总行程大概 50mm，记录多个位置的偏差值；

b) 如上图 5.18 黄色圈四个螺钉不完全锁紧情况下，通过微动凸轮调整螺钉（参考值为点动间隔 0.02° ）来逐步调节，减小偏差值，最终使得 A 轴摆动幅面与机床 XZ 面满足公差要求；

5.4.3 公差要求

平面度公差要求： ± 0.02 。

5.5 A 轴零位校正

5.5.1 调节准备

a) A 轴找零需要将千分表吸附在机床工件装夹台面上，并将 A 轴摆动到接近竖直向下的状态；

b) 表探针打在随动组件两侧的测试面（如图 5.18 标红平面）；

c) 确保机床沿 Z 轴移动时不与千分表任意部位发生干涉。

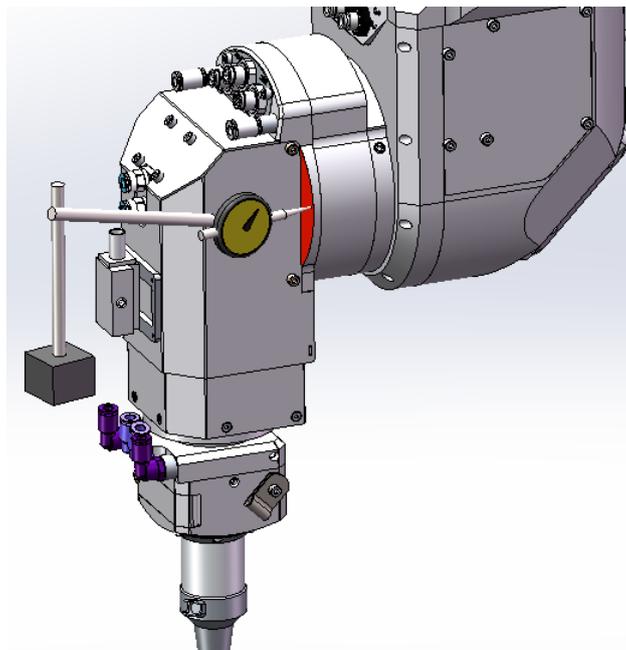


图 5.18 A 轴零位校正

5.5.2 调节方法

a) 通过机床沿 Z 轴移动，移动速度 0.01m/s，范围为确保探针在测试面滑动不脱离出测试面的边缘，总行程大概 50mm，记录多个位置的偏差值；

b) 通过微动 A 轴（参考值为点动间隔 0.02° ）来逐步减小偏差值，最终使得 H 轴与机床 Z 轴平行度满足公差要求；

5.5.3 公差要求

平行度公差要求： ± 0.02 。

6. 功能

6.1 防撞机构

H 轴组件底部连接法兰处设计了防撞机构。

当下保护镜组件或者喷嘴组件发生横向碰撞时，柔性的防撞机构可向各个方向相对于 H 轴中心线偏离出最大 6° 的角度，并触发 H 轴感应式常闭传感器，输出一个信号。

在消除碰撞障碍后，连接法兰会自动复位。但是，仍然需要人工检查切割头是否恢复到 0° 位置，并检查所有部件是否在碰撞后产生异常。



重要！

在维护安装过程中需要检查传感器是否与您的数控控制器正常通讯，并且此安全功能能够立即停止整机的动作。



注意！

碰撞导致大于 6° 的偏转会让 H 轴以及下保护镜组件造成不可逆转的损坏。

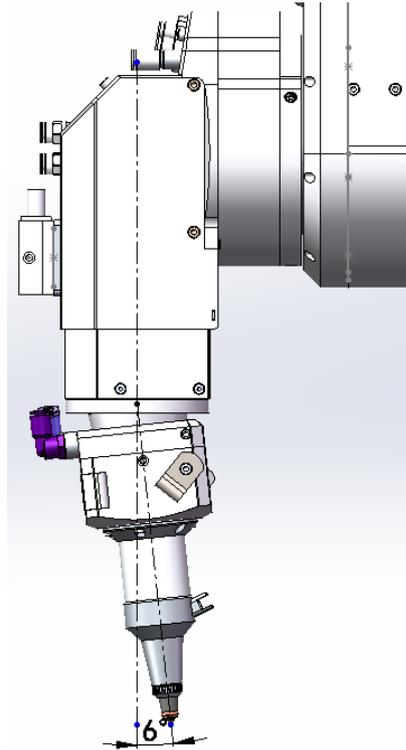


图 6.3 碰撞事例

6.3 气液接口

6.3.1 外接气液接口

切割头的外部气液接口位于 C 轴的上部和 C 轴的侧面。采用快插式接头设计。连接前要区

接口定义	标志标识	介质	工作压力	参考章节	附件
进水	Water IN/IN	冷却水	2 - 6 bar	-> 详见 3.6	Ø 8 mm 管径 G1/8 接头
出水	Water OUT/OUT				
切割气	GAS-1/G1	切割气	Max. 25 bar	->详见 3.11	Ø 6 mm 管径 G1/8 接头
抱闸气	BREAK	压缩空 气	6 - 8 bar	->详见 3.10	Ø 6 mm 管径 G1/8 接头
切割气	GAS-2/G2	切割气	Max. 25 bar	->详见 3.8	Ø 6 mm 管径 G1/8 接头

别切割头上每个接口的标志标识，并在您的气液管道上添加相应的标签加以匹配。有关气液管道的尺寸的信息，见下表。

如果需要维护或者更换气液管道请务必使用标准的堵头配件，防止任何污染物进入接头引起堵塞。



注意!

请勿在没有连接水冷的情况下，启动切割头的任一轴!

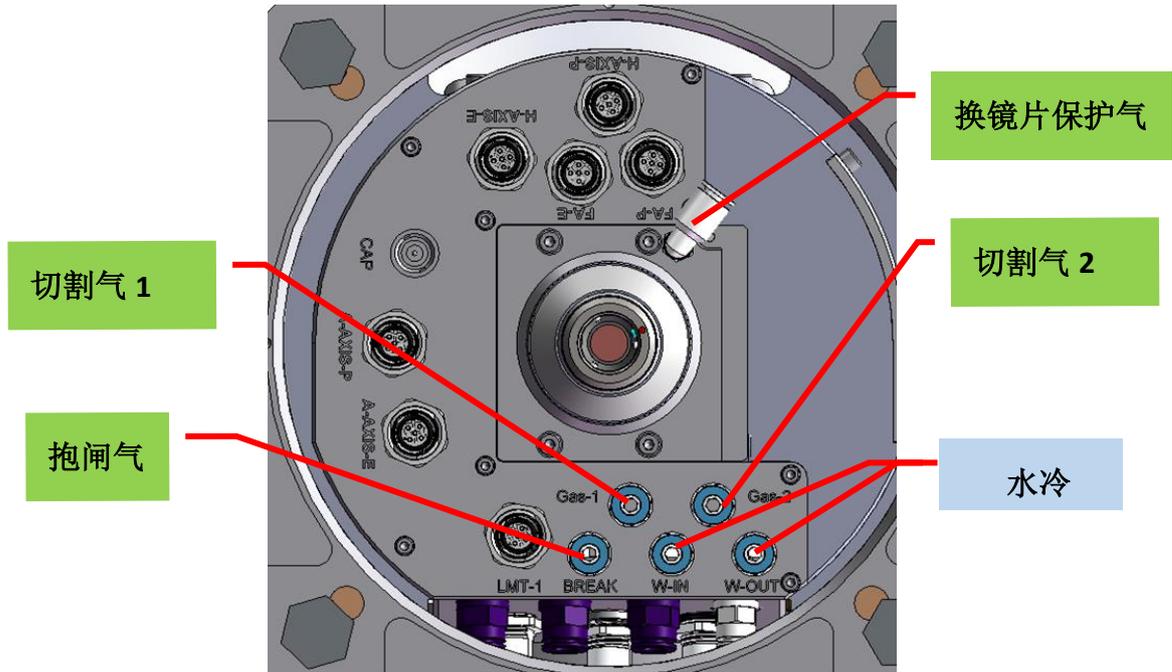


图 6.4 外接气液接口



重要!

为避免电机过热，每个轴都必须通水冷却。

为避免光学元件受到热效应的影响，也都需要通水冷却。

6.3.2 平面反射镜气液接口

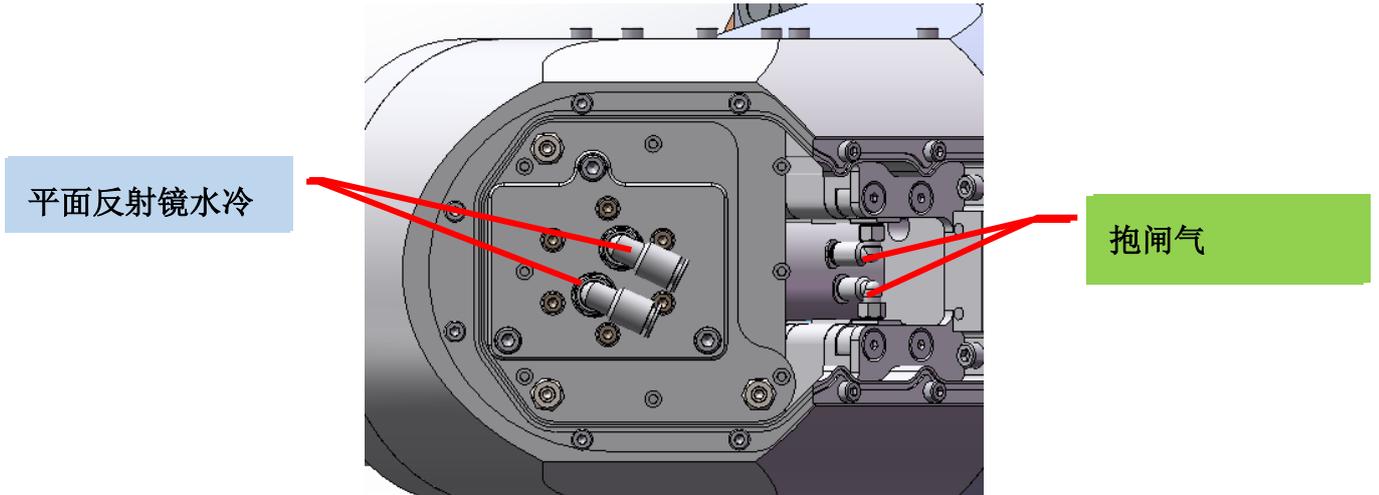


图 6.6 部分内部气液接口

6.3.3 内部两轴之间的气液接口

在 A 轴壳体的正面有连接 H 轴或调高传感器的接口面板，所以连接电缆及带有保护波纹管的软管也是交付的一部分。

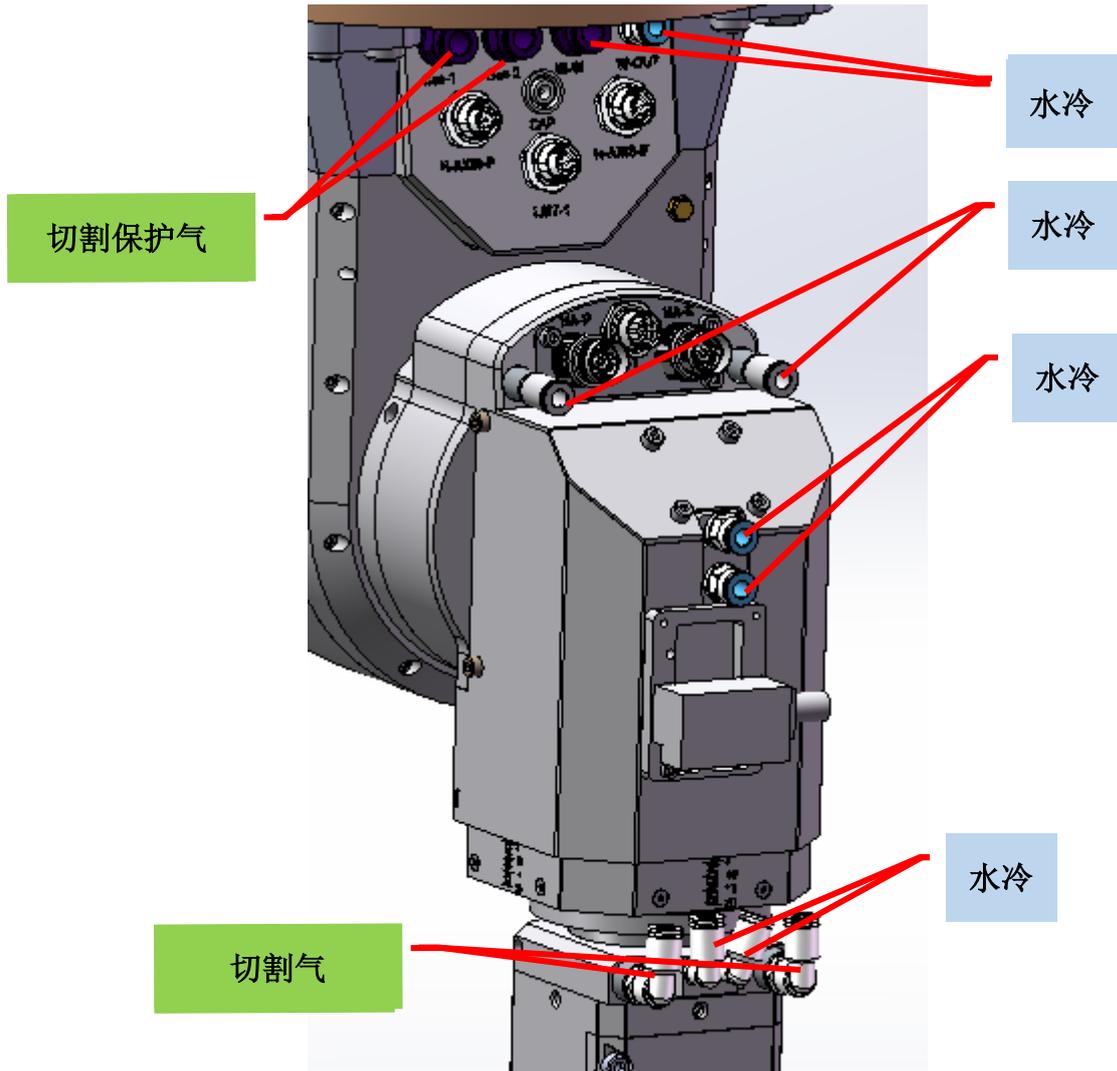


图 6.7 气液接口

7. 电机及编码器数据

7.1 F 轴

表 7.1 F 轴电机数据表

范围	单位	F轴电机数据
电机类型最大电压	V_{acrms}	220
额定输出	W	33
转矩	Nm	0.105
顺势最大转矩	Nm	0.315
额定电流	A_{rms}	0.9
瞬时最大电流	A_{rms}	2.8
额定转速	min^{-1}	3000
最高转速	min^{-1}	7000
转矩参数	Nm/A_{rms}	0.126
转子转动惯量	$\times 10^{-7} \text{kgm}^2$	6.81(8.31)
额定功率变化率	kw/s	16.2
额定角加速度	rad/s^2	154000
保持转矩	Nm	0.116
线圈电阻	Ω	180
额定电流	A	0.133

7.2 A 轴

表 7.3 A 轴单机数据表

	备注	代表符号	单位	值	
电机性能	线圈类型			N	
	电机类型			三相同步无框电机	
	供电电压			AC 230V (DC 300Vdc)	
	极限转矩 (温升 20°C/s)	永磁体在 25°C 时	Tu	Nm	20.6 ^①
	峰值转矩 (温升 6°C/s)	永磁体在 25°C 时	Tp	Nm	13.1
	额定转矩	感应线圈在 100°C 时	Tc	Nm	(10) ^①
	最大速度	额定转矩	nmax	rpm	(910) ^②
	转矩参数	最大电流	Kt	Nm/Arms	2.09
电气性能	电机常数	感应线圈在 25°C 时	Km	(Nm) 2/W	0.344
	额定电流	永磁体在 70°C 时	Iu	Arms	13.3
	峰值电流	永磁体在 25°C 时	Ip	Arms	7.31
	最大持续电流	感应线圈在 100°C 时	Ic	Arms	(4.77) ^①
	峰值反电动势常数		Ke	V/krpm	179
	平均反电动势常数		Ke	V/krpm	126
	每相线圈电阻	感应线圈在 25°C 时	R	Ω	4.23
	每相线圈电感		L	mH	11.5
安全性能	电气时间常数	感应线圈在 25°C 时	Te	ms	2.72
	极数		Nmgn	nr	28 (=14 极对数)
	功率损耗	感应线圈 100°C	Pc	W	375
	线圈热阻抗		Rth	°C/W	0.20
	热时间常数	最高达感应线圈温度 63%	Tth	s	19
	截止温度传感器				PTC 1kΩ
	数控系统温度监控传感器				KTY83-122

①注意！

括号中的数值仅适用于电机安装面，冷却水温度分别为 20°C。对于较高的冷却水温度，必须降低数控系统设置中的 Tc 和 Lc。参见下表。

②注意！

A 轴在四轴三维切割头结构中的可用最大速度低于该值，请参见表 7.4。

表 7.4 A 轴电机不同冷却温度下的 Tc 和 Lc 值

水冷温度	额定转矩	额定电流
20° C	Tc=10Nm	Lc=4.77A
25° C	Tc=9.7Nm	Lc=4.6A
30° C	Tc=9.3Nm	Lc=4.4A
35° C	Tc=9Nm	Lc=4.3A
40° C	Tc=8.7Nm	Lc=4.1A
45° C	Tc=8.4Nm	Lc=4A

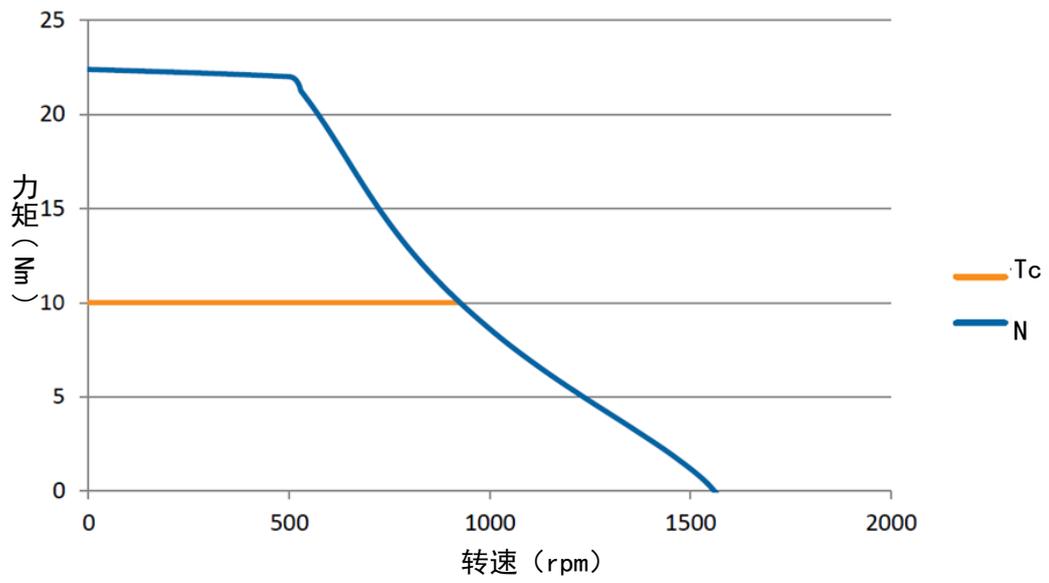


图 7.2 A 轴电机力矩转速图

A 轴最大速度 << 电机最大速度

7.3 H 轴

表 7.5 H 轴单机数据表

		备注	代表符号	单位	值
电机性能	线圈类型				N
	电机类型				三相同步无框电机
	供电电压				AC 230V (DC 300Vdc)
	极限转矩 (温升 20°C/s)	永磁体在 25°C 时	Tu	Nm	6.1
	峰值转矩 (温升 6°C/s)	永磁体在 25°C 时	Tp	Nm	3.9
	额定转矩	感应线圈在 100°C 时	Tc	Nm	(3.2) ^①
	最大速度	额定转矩	nmax	rpm	(3579) ^②
	转矩参数	最大电流	Kt	Nm/Arms	0.595
电气性能	电机常数	感应线圈在 25°C 时	Km	(Nm) 2/W	0.061
	额定电流	永磁体在 70°C 时	Iu	Arms	13.8
	峰值电流	永磁体在 25°C 时	Ip	Arms	7.56
	最大持续电流	感应线圈在 100°C 时	Ic	Arms	(5.34) ^①
	峰值反电动势常数		Ke	V/krpm	51
	平均反电动势常数		Ke	V/krpm	36
	每相线圈电阻	感应线圈在 25°C 时	R	Ω	1.93
	每相线圈电感		L	mH	4.05
安全性能	电气时间常数	感应线圈在 25°C 时	Te	ms	2.1
	极数		Nmgn	nr	20 (=10 极对数)
	功率损耗	感应线圈 100°C	Pc	W	214
	线圈热阻抗		Rth	°C/W	0.35
	热时间常数	最高达感应线圈温度 63%	Tth	s	16
	截止温度传感器				PTC 1kΩ
	数控系统温度监控传感器				KTY83-122

①注意！括号中的数值仅适用于电机安装面，冷却水温度分别为 20°C。对于较高的冷却水温度，必须降低数控系统设置中的 Tc 和 Lc。参见下表。

②注意！H 轴在四轴三维切割头结构中的可用最大速度低于该值，请参见表 7.6。

表 7.6 H 轴电机不同冷却温度下的 Tc 和 Lc 值

水冷温度	额定转矩	额定电流
20° C	Tc=3.20Nm	Lc=5.34A
25° C	Tc=3.11Nm	Lc=5.2A
30° C	Tc=3Nm	Lc=5.0A
35° C	Tc=2.9Nm	Lc=4.8A
40° C	Tc=2.75Nm	Lc=4.6A
45° C	Tc= 2.65 Nm	Lc= 4.4 A

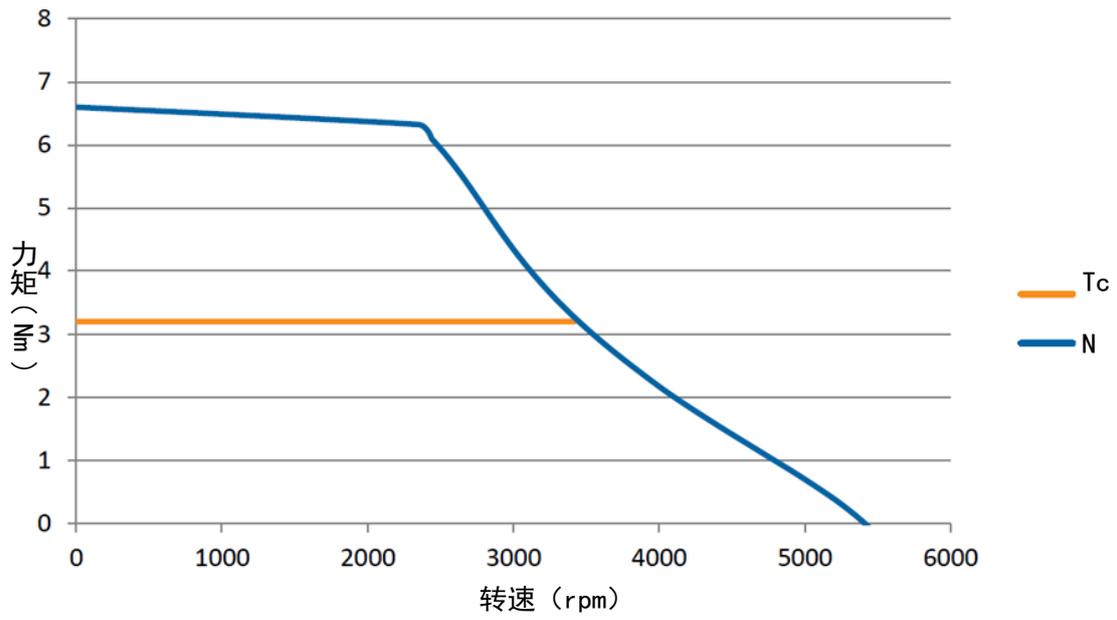


图 7.3 H 轴电机力矩转速图

7.4 编码器数据

四轴三维切割头的各个电机轴都配备了绝对角度编码器。

类型:RESOLUTETM 绝对编码器系统与 RESA 旋转(角)环

7.5 截止温度传感器 PTC 和温度监控传感器 KTY

传感器检测的温度信号是根据电阻值变化给出信号。

KTY83-122 的阻值与温度是正比关系，可以通过测量阻值来确定温度。

表 7.7 KTY83-122 特性值

T(°C)	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R _{NOM} Ω	972	1010	1049	1130	1214	1301	1392	1487	1585	1687	1792	1900	2012

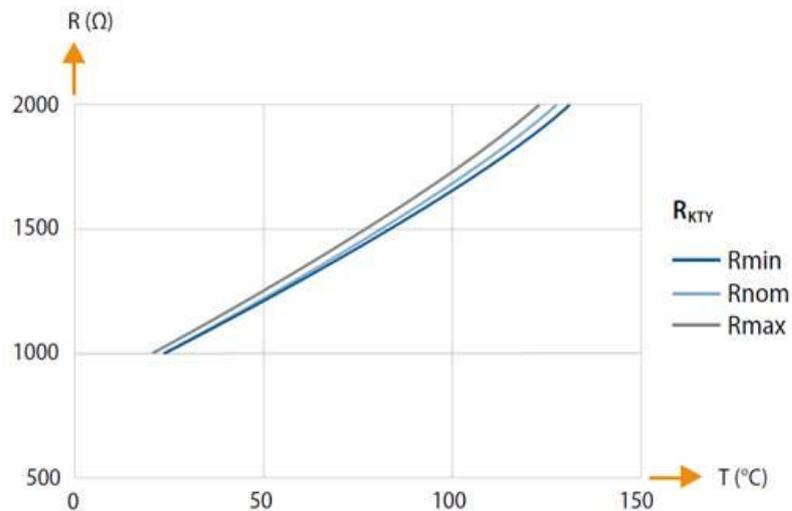


图 7.4 KTY83-122 电阻-温度曲线

PTC 的阻值会在 110°C 时骤然增高，该阻值用于提供给控制系统做阈值报警。

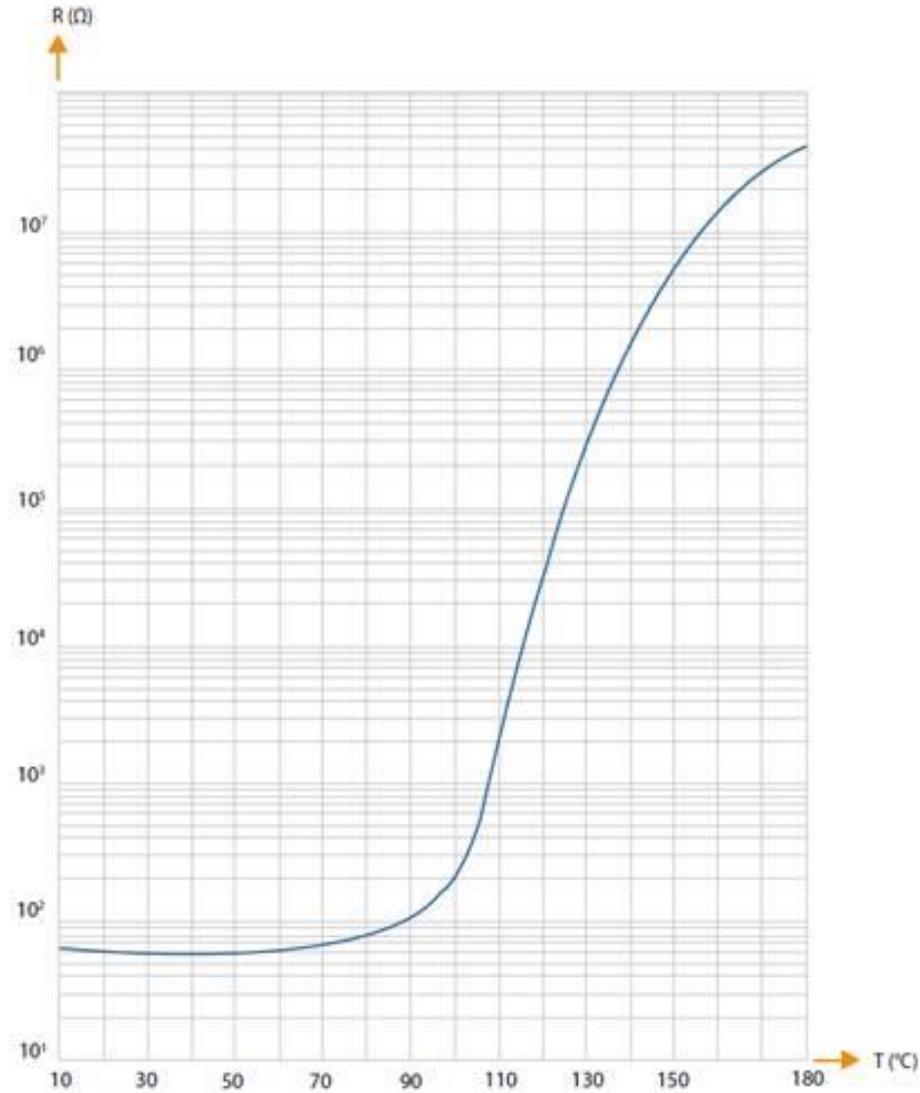


图 7.5 PTC-1K 电阻-温度曲线

7.6 电气接口和线缆连接

切割头的交付包括 30 米长的外接电缆的交付。包含：

- 3x 动力电缆 (F\A\H 轴)；
- 3x 编码器及温度传感器信号电缆 (F\A\H 轴)；
- 1x 传感器信号电缆；
- 1x 随动信号 CAP 电缆。

以上电缆的一端接头连接到客户设备相应的电缆接口处，另一端接口在切割头的各处的分布见图 7.6。有关接头和电缆的详细描述，请参阅下面的表 7.8 电气接头和线缆标识说明。

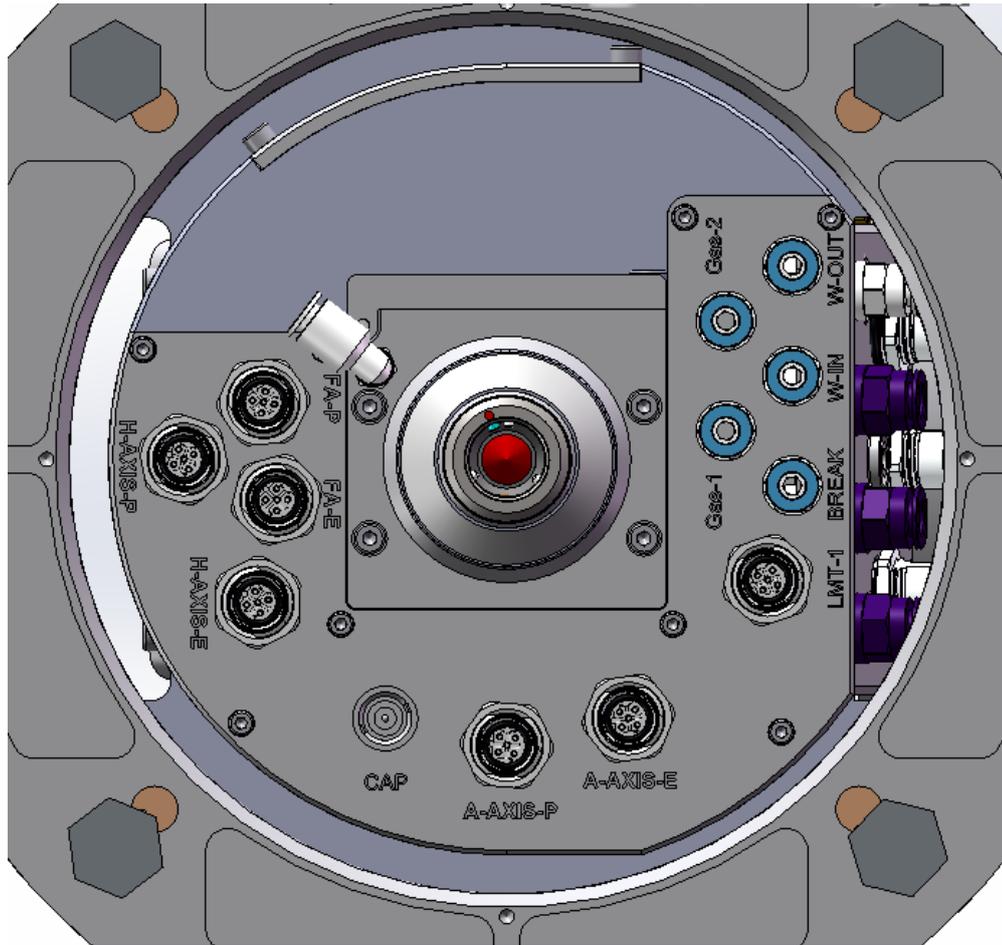


图 7.6 F\A\H 轴电气线缆

切割头 H 轴内部连接线缆包含：

- 1x H 轴动力电缆；
- 1x H 轴编码器及温度传感器信号电缆；
- 1x 限位传感器信号电缆；
- 1x 随动信号 CAP 电缆

表 7.8 电气接头和线缆标识说明

C\A\H 轴动力电缆接头	C\A\H 轴编码器电缆接头	
---------------	----------------	--

8. 故障排除

故障	可能原因	建议	补充
数控系统 stops with an alarm when starting the axis.	线缆连接中断 A 轴抱闸未释放	检查电气连接 检查刹车气压是否正常供给	
Motor don't move and the measured resistance value	Motor is burnt through.	Measure the resistance between L1->L2, Ultra.	The motor must be replaced at LT Ultra.
Water runs out of the leakage hose.	The sealing in the feed-through is damaged.	Collect the cooling water and record the leakage	The feed-through must be replaced by LT Ultra or trained
Nonsensical detected motor temperature (e.g. -200° C / constant 20° C / or others).	Broken wire for KTY-temperature sensor in the extension cable. KTY-sensor is damaged. KTY-sensor is	Proof the wiring and check the cable. Measure the resistance KTY-sensor and compare with the value in the report	Replace the cable. The motor must be replaced at LT Ultra. Correct parametrization.
Encoder alarms of A- or Z-axis.	Polluted encoder read head or scale ring. Broken wiring. Disturbed signal transmission in the slip ring.	Check if problem occurs only at defined C-axis positions. Check the electrical wiring. Check if problem	The encoder must be repaired or replaced at LT Ultra. The encoder wiring must be

9. 维护保养

9.1 保养明细

表 9.1 保养明细表

序号	内容	频率
1	清洗和检查所有光学镜片。	避免把光路暴露在外部空气中
2	检查水路气路及电路是否有损伤或泄露。	至少一周一次
3	检查传动部件是否有松动。	一月一次
4	碰撞后更换损坏部件。	总是

9.2 镜片维护保养总则

根据激光切割的加工工艺特点，需定期维护镜片。建议保护镜一周清洁一次，准直镜和聚焦镜 2~3 月清洁一次。

9.2.1 使用工具

- 防尘手套
- 指套
- 长纤维脱脂棉棒
- 乙醇
- 橡胶气吹。

9.2.2 清洗方法

1. 左手大拇指和食指带上指套。
2. 将乙醇喷洒到脱脂棉棒上。
3. 左手大拇指和食指轻轻捏住镜片的侧面边缘。



注意

指套不能碰到镜片表面，以免留下痕迹。

4. 镜片正对双眼，右手拿好脱脂棉棒，从下往上或者从左往右，单一方向轻轻拭擦镜片，

并用橡胶气吹吹拂镜片表面。

**注意**

切忌不能来回擦拭，以免镜片二次污染

5. 正反两面都要清洁，清洁完后再次确认不能有以下残留：清洁剂、脱脂棉、异物、杂质。

9.3 准直镜组的维护

**注意！**

维护检修需要拆下准直组件，一定要确保在洁净的环境中实施。

9.3.1 准直组件的拆装

准直镜可以在激光加工头移离机器的时候更换。本手册仅仅针对 Raytools 的准直进行讲解。第三方的准直请参照厂商提供的安装手册。

**警告！**

移动光纤时要特别小心，光纤端口的损坏可能导致光纤偏移。用遮光套将光纤罩住防止其被损坏。

**注意！**

在移动镜座的过程中，保持镜座竖直，防止镜片掉落。

1. 上保护镜组件由 4 个 M4 圆柱头螺栓（下图红色圆圈处）连接紧固在准直调焦模组的拖上；
2. 在拆下上保护镜组件后（即可看到调焦镜片）及时利用美纹纸或其他类型的保护膜妥善封堵光路保护其不被污染。
3. 而在装回切割头时务必小心去除光路上粘贴的胶带及碎屑。

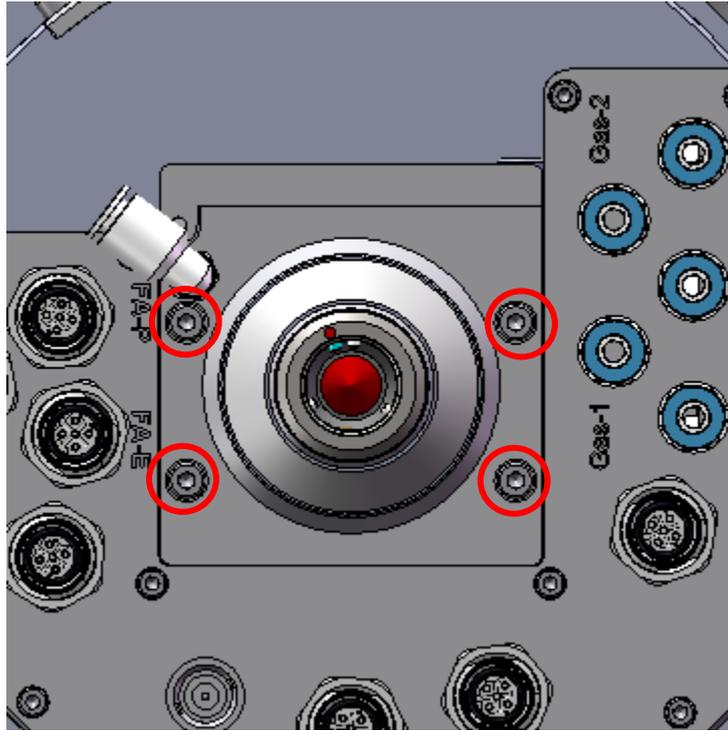


图 9.1 准直组件的拆装

9.3.2 准直镜片的维护



注意!

维护检修若需要拆下准直镜片组合，一定要确保在洁净的环境中实施。

1. 松脱准直组件四角紧固用的三枚外六角螺母和一个圆螺母；
2. 取下连接板，保存好调节螺杆处脱落的调节垫片（8枚）；
3. 利用取镜工具小心松脱铜弹性压圈，继而获得准直镜片组合；
4. 更换镜片务必确保准直镜片组合按照正确的安装顺序和堆叠方向装入（月牙形-双凸形-铜弹簧压圈）。

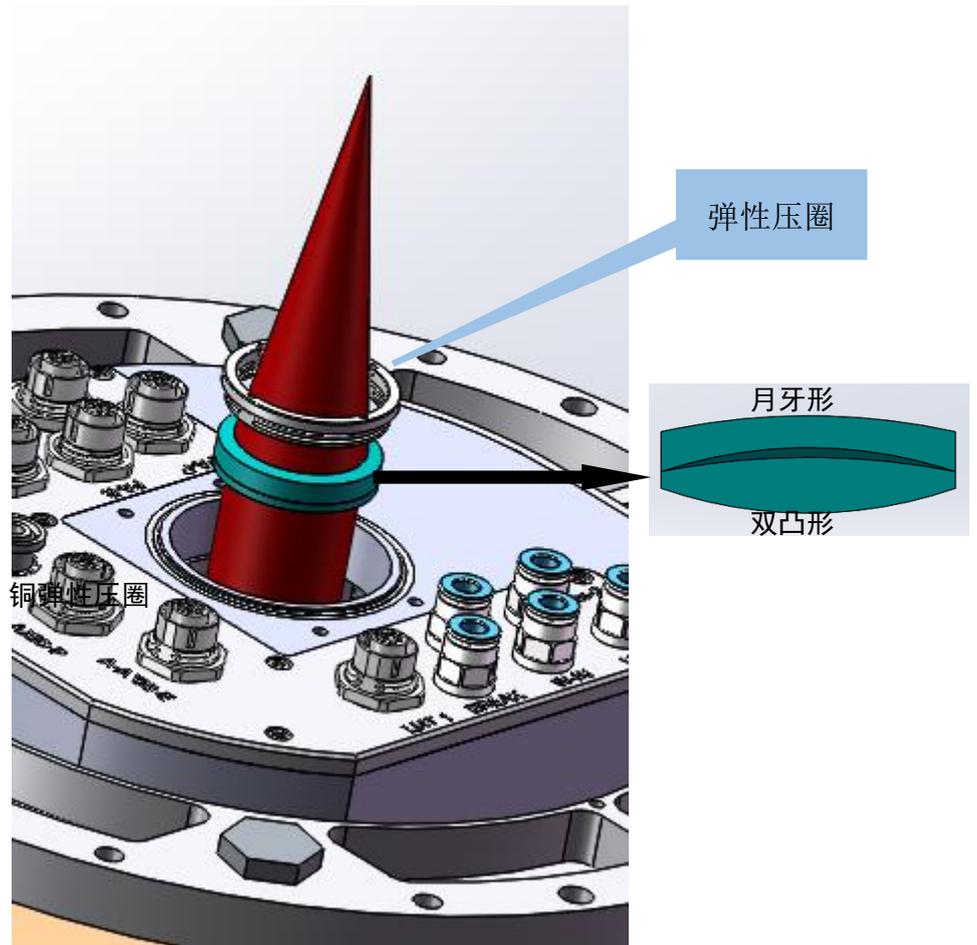


图 9.3 准直镜组

9.3.3 准直保护镜的维护



注意!

维护检修若需要拆出准直保护镜，一定要确保在洁净的环境中实施。

1. 松开准直保护镜镜座盖板螺丝，打开盖板即可抽拔出保护镜座；
2. 拔出保护镜镜座后应及时通过准直组件靠近 QBH 接口一侧的气管接头向内通洁净干燥的空气。气体的具体要求参考手册中 5.9 的内容；
3. 从保护镜镜座取出铜固定环后，即可清理或者更换保护镜片。

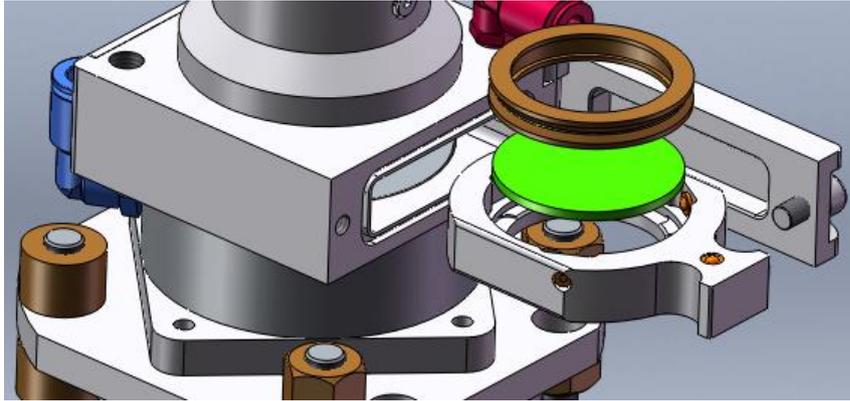


图 9.4 准直保护镜组

**注意！**

装回保护镜需要严格执行洁净标准，务必细致小心，以免划伤镜片表面或者落灰。

9.4 平面反射镜组的维护

**注意！**

维护检修若需要拆出平面反射镜，一定要确保在洁净的环境中实施。

1. 松脱 A 轴反射镜模块的后盖上 12 枚圆柱头螺钉，取下后盖；
2. 拆卸气液管道。拆卸前须确保气源和水冷机供水已关闭，滴漏的冷却水及时清理；
3. 松脱反射镜安装板的 3 枚圆柱头螺钉，沿垂直于安装板安装面的方向小心抽出反射镜安装板，避免碰撞划伤铜镜；
4. 利用美纹纸或其他类型的保护膜妥善封堵光路保护其不被污染。
5. 铜镜的维护和保存要严格执行其保养要求。
6. 装回时，避免碰撞划伤铜镜。

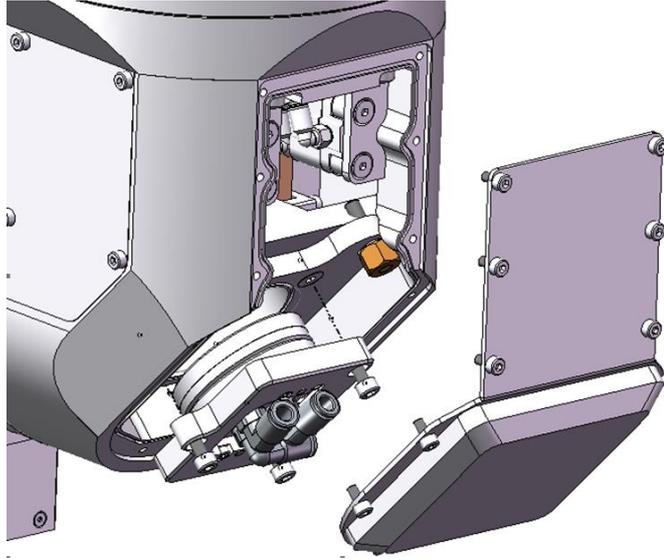


图 9.5 平面反射镜拆装



注意!

在更换平面反射镜或对平面反射镜进行维护后，需要检查冷却水管是否连接正确，是否渗漏。

9.5 斜反射镜的维护

**注意!**

维护检修若需要拆出斜反射镜，一定要确保在洁净的环境中实施。

1. 拆卸水冷管道。拆卸前须确保水冷机供水已关闭，滴漏的冷却水及时清理；
2. 松脱 H 轴组件上覆盖钣金件的紧固螺钉；
3. 松脱斜反射镜盖板上用于连接到 H 轴组件上的四枚圆柱头螺钉（下图黄圈所示）；
4. 利用美纹纸或其他类型的保护膜妥善封堵光路保护其不被污染。

**注意!**

靠内的两枚螺钉（下图红色禁止标识所示）用于将斜反射镜固定在盖板上，执行上述第 2 步前不可松脱，否则斜反射镜有脱落划伤的风险。

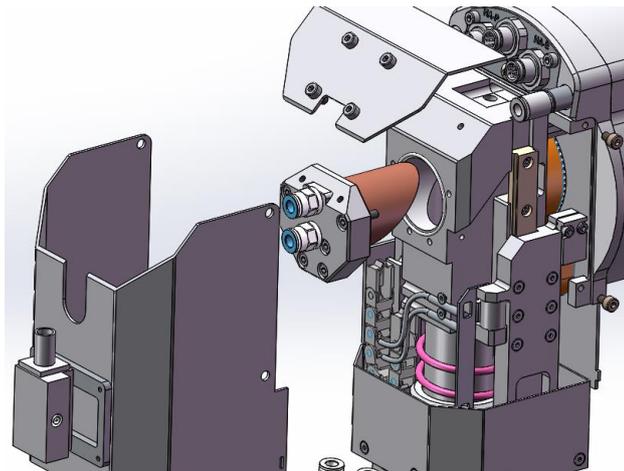


图 9.6 斜反镜拆装

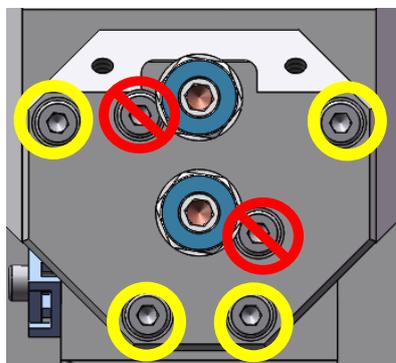


图 9.7 拆装螺钉分布

更换斜反射镜时，才可松脱靠内的两枚螺钉（上图红色禁止标识所示）。

9.6 聚焦镜组件的维护

9.6.1 聚焦组件的拆装



注意!

维护检修若需要拆装聚焦组件，一定要确保在洁净的环境中实施。

1. 拧松（不必脱出）H 轴组件下方三个面共四处紧定螺钉，托住聚焦组件以防止其突然脱出滑落损坏；
2. 向下脱出聚焦组件；
3. 利用美纹纸或其他类型的保护膜妥善封堵光路保护其不被污染。

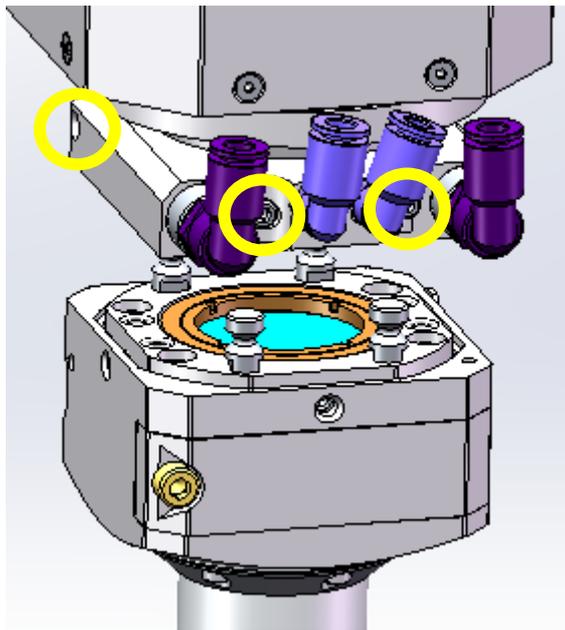


图 9.8 聚焦组件拆装

9.6.2 聚焦镜的维护



注意!

维护检修若需要拆下聚焦镜片组合，一定要确保在洁净的环境中实施。

1. 利用取镜工具小心松脱铜压圈，继而获得聚焦镜片组合；

2. 更换镜片务必确保聚焦镜片组合按照正确的安装顺序和堆叠方向装入（铜压圈-月牙形-双凸形）。

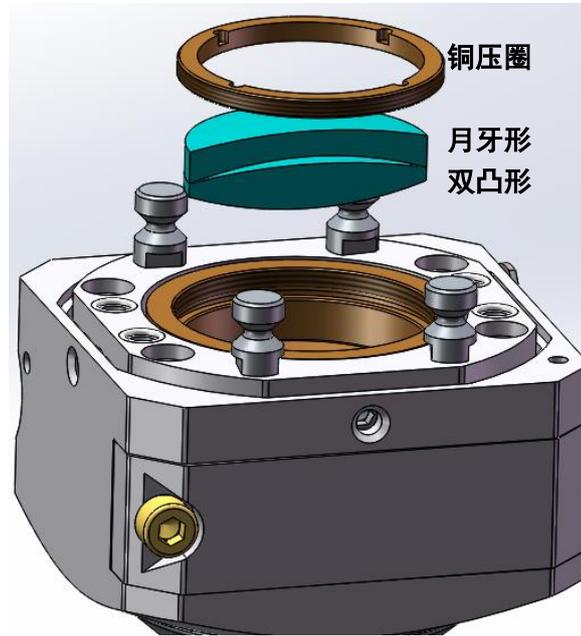


图 9.9 聚焦镜组

9.6.3 聚焦保护镜的维护



注意!

维护检修若需要拆出聚焦保护镜，一定要确保在洁净的环境中实施。

1. 松开下保护镜镜座盖板螺丝，打开盖板即可抽拔出保护镜座；
2. 利用美纹纸或其他类型的保护膜妥善封堵光路保护其不被污染。
3. 从保护镜镜座取出铜固定环后，即可清理或者更换保护镜片。

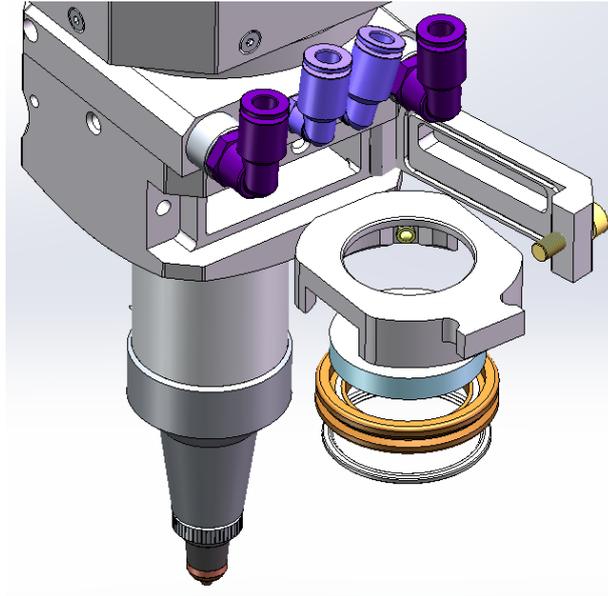


图 9.10 聚焦保护镜组

**注意!**

装回保护镜需要严格执行洁净标准，并且细致小心，以免划伤镜片表面或者落灰。

**注意!**

禁止用指甲或坚硬无物直接扣出或挑出保护镜上面的弹性密封圈，这样会严重造成弹性密封圈损坏、漏气甚至损坏保护镜及准直镜和聚焦镜；若弹性密封圈被取出后应妥善存放，任何细小的划伤都会造成漏气，影响切割质量。

9.7 喷嘴组件

在激光切割的过程中，切割头难免会被撞到，这样就需要更换喷嘴组件、陶瓷体以及喷嘴中的一项或多项。

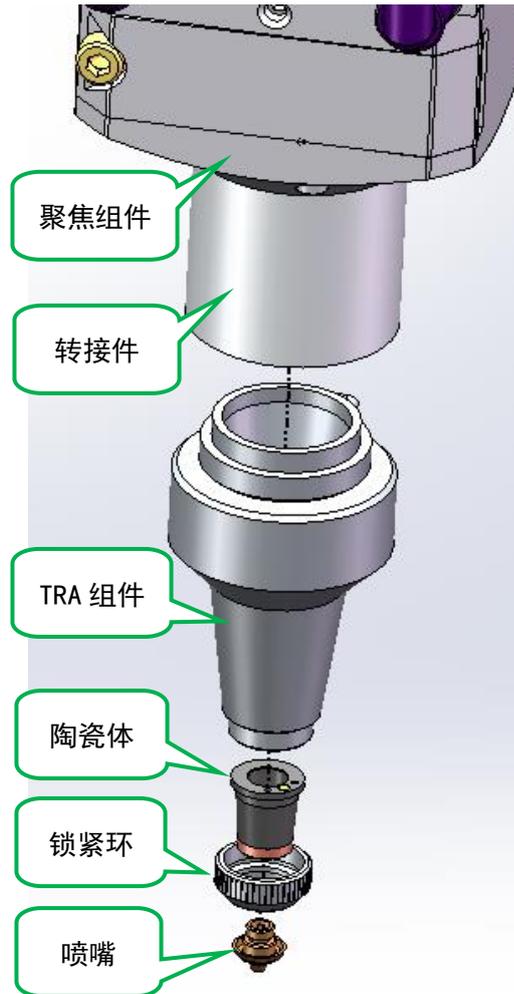


图 9.11 喷嘴组件

9.7.1 喷嘴组件的拆装

1. 拆卸喷嘴组件前，需要先将 TTW 线缆从喷嘴组件上拆下（不同类型的同轴电缆接头的连接形式可能不同，本案中采用的例子是）；
2. 通过旋拧喷嘴组件，可以将喷嘴组件从聚焦组件上拆下（一般不需要拆下转接件）；
3. 喷嘴组件装回时，对准组件和连接件的螺纹，旋拧到底旋紧，最后装回 TTW 线缆。

9.7.2 陶瓷体的拆装

1. 更换陶瓷体时旋下喷嘴，手按压陶瓷体，使其固定不偏斜，然后旋下压套；
2. 将新陶瓷体定位销孔和喷嘴组件上的定位销对准，用手压住陶瓷体，将压套旋上；
3. 旋回喷嘴。

9.7.3 更换喷嘴

1. 旋下喷嘴；
2. 换上新喷嘴，用适宜的力度重新拧紧。
3. 更换后必须重做一次电容标定。

10. 部件清单

序号	名称	物料编号
1		
2		
3		
4		