闪电系列光纤激光器
使用说明书

目 录

1. 声明 1
2. 安全说明 1
2.1. 激光安全等级 1
2.2. 安全保护措施 1
2.3. 安全标识 1
2.4. 其它安全注意事项 2
3. 产品说明 3
3.1. 产品优势 3
3.2. 型号说明 4
3.3. 产品技术规格表 4
3.4. 拆箱及检查 5
3.5. 激光器面板说明 6
3.6. 激光器控制接口定义说明 8
3.7. 控制时序图 11
3.8. 供电要求及接线定义 11
4. 激光器安装 12
4.1. 整机尺寸 12
4.2. 输出光缆 QBH 接口尺寸 14
4.3. 安装注意事项 15
4.4. 冷却系统要求 18
4.5. 开启与关闭激光器 20
4.6. 上位机的安装及使用 20
4.7. 蓝牙 APP 的安装及使用 20
5. 常见故障及解决措施 21
6. 质保及返修 22
6.1. 一般保修 22
6.2. 保修的限定性 22
6.3. 服务和维修 22

附表

表 1　激光器标识 2
表 2　产品技术参数 4
表 3　激光器装箱清单示例 6
表 4　RS-232 通讯接口定义 8
表 5　RS-232 接口配置参数 8
表 6　DB25 控制接口的接线定义 9
表 7　开关互锁接口的接线定义 10
表 8　供电要求及接线定义 11
表 9　冷却系统要求 18
表 10　不同环境湿度的结露点 19
表 11　激光器的常见故障及解决措施 21

附图

图 1 激光器型号说明 4
图 2 激光器后面板说明 7
图 3 RS-232 上位机操作界面 8
图 4 控制接口 DB25 9
图 5 激光器与切割控制卡接线示意图（供参考） 10
图 6 控制时序图-连续、脉冲 11
图 7 BFL-CW500、BFL-CW1000 尺寸图 12
图 8 BFL-CW1000、BFL-CW1500、BFL-CW2000、BFL-CW3000 尺寸图 13
图 9 BFL-CW6000 尺寸图 14
图 10 QBH 输出光缆正视图尺寸 15
图 11 QBH 输出光缆侧视图尺寸 15
图 12 摘下 QBH 保护帽 15
图 13 镜头纸蘸酒精擦拭清理 QBH 晶体 16
图 14 棉签蘸酒精擦拭清理 QBH 晶体 16
图 15 清洁光纤接头和激光头 17
图 16 光纤插入激光头 17
图 17 BFL-CW3000 水冷连接示意图 18

1. 声明

欢迎您使用本公司光纤激光器产品，该使用说明书仅适用于闪电系列光纤激光器，产品涵盖 BFL-CW500、BFL-CW1000、BFL-CW1500、BFL-CW2000、BFL-CW3000、BFL-CW6000。

本手册包含安全说明、产品说明、安装使用注意事项以及日常操作与维护内容，因此安装及操作人员务必认真阅读本说明书，并且确保设备的使用场合满足产品安装要求。请严格遵守本手册中安全说明，否则可能会导致人员伤害或设备损坏。

本说明书版权归本公司所有，未经本公司允许，任何机构或个人不得以任何形式复制或传播本说明书内容。

	**具有安全风险，可能造成严重的人身伤害甚至危及生命安全。**

2. 安全说明

2.1. 激光安全等级

本产品属于 Class 4 类激光产品，输出高功率的不可见激光，波长 1080±10nm，会对直接或间接暴露在这种强激光下的眼睛或皮肤造成伤害，也可能引起现场火灾，因此请严格按照欧盟 EN60825-1：2014 标准，所有操作或者靠近激光器的人员必须注意这些特殊危害，佩戴波长匹配且经过认证的激光防护眼镜，并做好充分的安全防护。

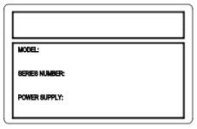
2.2. 安全保护措施

序号	项目	描述
1	安全/警告标识	提醒并警告安装及操作人员小心可能的危害。
2	自锁、互锁、报警	内置安全控制传感器，包含温度、电流电压、光路、QBH 等监测，实现自动安全自锁。可接水冷机及其它安全互锁信号，用于产品外部开关互锁连接控制；
3	外部通讯安全控制	设置通讯端口，可实现外部安全急停控制。

2.3. 安全标识

激光器安全标识包括：安全警示、激光输出头警示、激光辐射标识、产品铭牌等。安全及信息标识详细说明如下表 1 所示：

表 1 激光器标识

标识	说明
	激光辐射危险标识，请佩戴激光防护眼镜，严禁将身体任何部分暴露激光之下。
	激光输出警示标识，请佩戴激光防护眼镜，严禁将身体任何部分暴露激光之下
	4 类激光产品，避免人眼直射，请佩戴激光防护眼镜，严禁将身体任何部分暴露激光之下。
	2M 类激光产品，避免人眼直射，请佩戴激光防护眼镜，严禁将身体任何部分暴露激光之下。
	当心触电标识，使用前确认用电需求，注意用电安全。
	注意安全，具有安全风险，可能造成严重的人身伤害甚至危及生命安全。
	铭牌，包含产品型号及 SN 等信息。
示例说明	 标识位于激光器后面板及上面板

2.4. 其它安全注意事项

1）在激光器上电前，确保已摘掉 QBH 光纤输出头上的保护帽，并仔细检查擦拭，保证 QBH 光纤的晶体端面干净，以免造成激光器损伤,详见 QBH 光纤接口连接说明。

2）指示光开启后，严禁将眼睛暴露在指示光之下，以免造成伤害。

3）激光为红外不可见光，激光开启以后，严禁将身体任何部位暴露在激光之下，以免

造成人身伤害。

4）安装及操作本产品时，必须佩戴专用激光防护眼镜。请依据激光波长范围和功率等级选择激光防护眼镜。在激光器通电时，即便佩戴激光防护眼镜，也严禁直接观看输出头。

5）请定期更换水冷机的冷却水，避免由于冷却水腐烂造成激光器水冷模块阻塞。

6）冬季运行激光器时，请根据当地的温度情况，按照恰当比例在冷却水中添加防冻液，以免结冰导致激光器内部损坏。

7）长时间不使用激光器，请及时排空激光器内冷却水。盖上输出头保护帽，做好防尘。

8）请确保电源线的 PE 线可靠接地，以免造成损失。

9）保证交流电压供电正常，错误的接线方式或供电电压会对设备造成不可恢复性损坏。

10）激光器内部没有需维护的器件，请勿打开激光器外壳，以免造成人身伤害。

11）请勿损坏激光器外壳上的防拆标签，以免失去保修权利。

3. 产品说明

3.1. 产品优势

本公司闪电系列光纤激光器拥有极佳的光束质量，激光光束可被聚焦到接近衍射极限，实现精密加工；有连续和调制脉冲两种工作模式可选择，极大降低加工热影响区；性能可靠，模块化全光纤设计，所有的光电器件被封装在坚固机壳内，能够承受严苛的工业应用条件。

可应用于精密加工、3D 打印、钣金加工、锂电加工，可加工各种钢材、铝基和镍基合金、钛合金、氧化铝陶瓷等。本公司拥有专业的激光应用工程师，竭诚为您提供激光系统解决方案。

特性

- **低成本，免维护**
- **极佳的功率稳定性**
- **电光转化效率高**
- **最大调制频率达 5kHz**
- **有连续和调制脉冲两种模式优化加工质量**
- **光束质量好，适合精密加工**
- **卓越的系统稳定性**
- **简易的控制接口**

应用

- **精密切割**
- **表面处理**
- **3D 打印（SLM）**
- **精密焊接**
- **钻孔**
- **钣金加工**

3.2. 型号说明

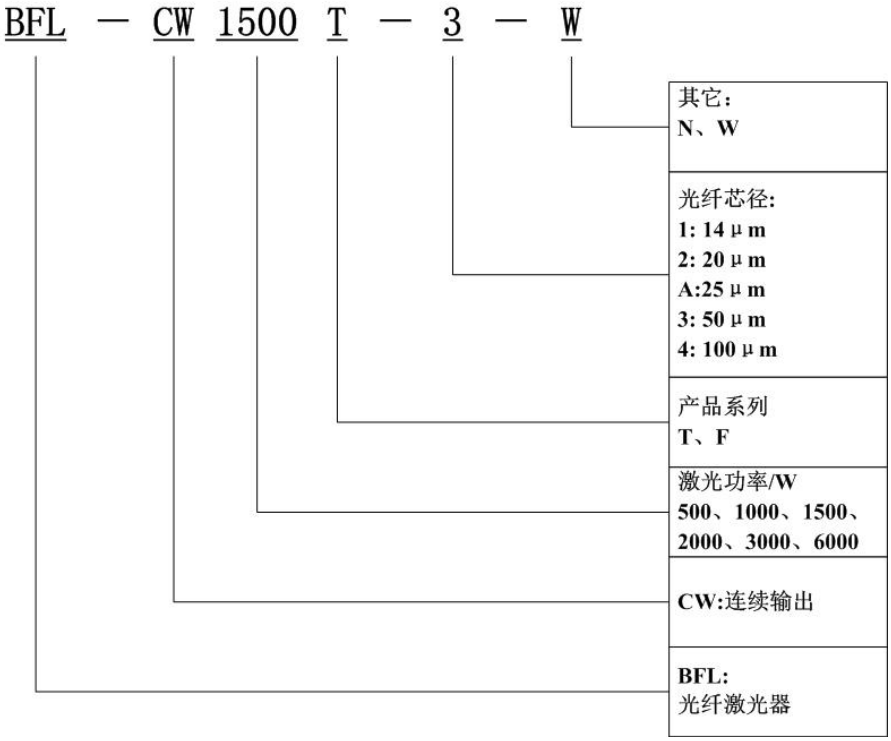


图 1 激光器型号说明

3.3. 产品技术规格表

本产品的技术规格如表 1 所示。

表 2 产品技术参数

型号	BFL-CW500	BFL-CW1000	BFL-CW1500	BFL-CW2000	BFL-CW3000	BFL-CW6000
功率	500W	1000W	1500W	2000W	3000W	6000W
波长范围	1080±10 nm					
光纤芯径	14/20/25/50 μm		20/25/50 μm		50 μm	50/100 μm
光缆长度	12 m 或定制		12 m 或定制	12 m 或定制	15 m 或定制	20m 或定制
输出连接器	QBH 或定制					
指示光	红光					
工作模式	连续或调制					

型号	CW500	CW1000	CW1500	CW2000	CW3000	CW6000
功率调节范围	10%~100%					
功率稳定度 25℃	＜3% (2h)					
最大调制频率	5kHz 100 *482*576					
重量	＜26kg		＜26kg	＜35Kg	＜45Kg	＜70Kg
外形尺寸 mm	100*402*286；100*482*348		100*482*348	100*482*506	106*482*566	106*482*861
电压	单相,220±20V,AC,PE,50/60Hz				三相,380±20V,AC,PE,50/60Hz	
功耗	1.5kW	3.0kW	4.5kW	6.0kW	9.0kW	18.0kW
控制方式	RS-232/AD					
制冷量需求	≥1 kW	≥2.5kW	≥3.5kW	≥4.5kW	≥7.0KW	≥13.0kW
水冷设置温度	25℃（激光模块,Laser Module），30℃（QBH）					
冷却水流量	>8 L/min	>10L/min	>15L/min	>18L/min	>25L/min	>55L/min
水压	≤0.5MPa					
QBH 冷却水流量	1.5~2.0L/min					
水管尺寸	外径ϕ12mm				内径ϕ19mm	内径ϕ25mm

3.4. 拆箱及检查

激光器出厂前经过缜密包装，确保运输过程中的安全。尽管如此，为防止运输过程不可预知的情况，当您收到激光器时，开箱之前仍需要检查外包装箱有无开裂、浸泡等现象。一旦发现异常，请及时联系我们以便及时处理。

开箱后，请仔细检查箱内物品是否与装箱清单一致。

取包装泡沫时，切勿用力拉扯输出光纤。打开输出光纤尾端的保护帽，观察输出端面上应无污渍和裂痕，如果有损坏，请及时联系我们。注意，切勿污染输出端面。

开箱取出激光器时，要避免激光器和激光输出头受到碰撞和强烈震动。取出盘绕的输出

光纤时，请勿弯折、扭曲、拉扯输出光纤铠缆。

激光器应放置在平整、牢固的台面上，保证通风。

表 3 激光器装箱清单示例

序号	名称	数量	备注
1	激光器系统	1	
2	电源线	1	
3	控制接口线缆	1	DB25
4	通讯接口线缆	1	R232 调试用
5	DB9 延长线	1	
6	8 芯接线插头	1	开关互锁接口连接用
7	U 盘	1	内含上位机软件和电子版说明书等
8	简版说明书	1	
9	气管	1	外径Φ6mm
10	喉箍	4	备注：BFL-CW3000/BFL-CW6000 专用
11	O 型圈 1	1	内径Φ11.2×线径Φ1.8
12	O 型圈 2	1	外径Φ16×线径Φ1.5
13	棉签	1	可用于 QBH 晶体表面清洁
14	无尘布	10	可用于 QBH 清洁
15	橡胶防尘盖	1	
备注：由于激光器产品升级，装箱清单略有不同，请以实物清单为准			

3.5. 激光器面板说明

激光器面板及定义说明如下图所示。

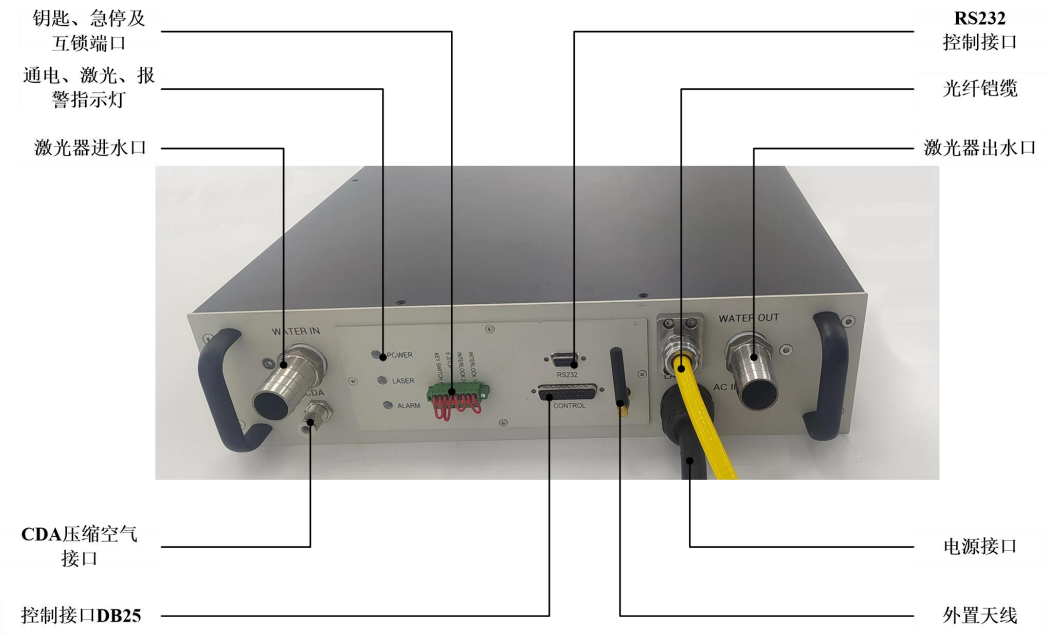


图 2 激光器后面板说明

1） WATER IN 和 WATER OUT 为激光器的进水口、出水口：详见 4.4 冷却系统要求。

2） 电源接口 AC INPUT 为交流 220V/380V 电压输入接口，详见 3.3 产品技术规格表中供电要求。

3） 通电指示灯（POWER）：接通电源后，激光器准备状态为指示灯闪烁，激光器准备就绪后，指示灯常亮。故障时，指示灯灭。

4） 报警灯（ALARM）：当激光器出现故障时，报警灯点亮。

5） 激光指示灯（LASER）：出光时常亮，关光时灭。

6） 控制接口（Control）：“DB25”与切割机板卡的控制信号连接口，用于外控模式对激光器进行控制或操作；

7） 控制接口（RS232）：“DB9”用于连接上位机，通过上位机软件进入调试模式使用，由上位机软件对激光器进行内控操作，或者查询激光器的状态；

8） 钥匙、急停、互锁端口：其中 PIN1~PIN2 接钥匙开关，PIN3~PIN4 接急停开关，PIN5~PIN6 接水冷互锁，PIN7~PIN8 接安全互锁，可用于产品外部开关互锁连接控制；

9） 激光输出（Laser）：激光输出的光纤铠缆；

10）CDA: 干燥、干净空气接口，接入干燥干净压缩空气（0.1Mpa），防止激光器结露，

禁止使用带水、带油的压缩气体。

11）外置天线，用于接收蓝牙信号；

3.6. 激光器控制接口定义说明

控制模式：如图 2 激光器后面板所示，闪电系列光纤激光器产品包含 RS-232 通讯接口、DB25 控制接口和开关互锁接口。

1) RS-232 通讯接口的定义如表 4 所示：

表 4 RS-232 通讯接口定义

序号	功能及说明
2	RS-232 通讯接收
3	RS-232 通讯发送
5	RS-232 通讯地
其它	悬空

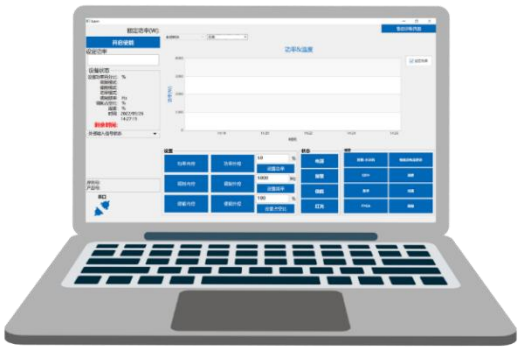


图 3 RS-232 上位机操作界面

2) 通讯控制接口的具体参数要求如表 5 所示：

表 5 RS-232 接口配置参数

序号	配置参数
波特率	115200
数据位	8
停止位	1
极性	无
流控制	无

3) 控制接口 DB25（Control）：用于远程 AD 模式连接控制线使用，在控制线的末端标有线号，其定义如表 6 所示：



图 4 控制接口 DB25

表 6 DB25 控制接口的接线定义

PIN 序号	定义	功能	驱动能力	说明
7	故障信号-	故障信号输出的地		当激光器故障时，7、20 端口将短路，此处最大短路电流不得超过 1A，请根据使用环境增加串联电阻；激光器工作正常时，7、20 端口开路
20	故障信号+	故障信号输出的+		
6	使能-	外部使能输入信号地	输入电流≥5mA	高电平 18V-24V 有效
19	使能+	外部使能输入信号+		
8	PWM-	外部调制输入信号地	输入电流≥5mA	调制出光控制，高电平 18V-24V 有效
21	PWM+	外部调制输入信号+		
14	AD-	模拟量输入地	输入电流≥1mA	1V-10V 控制激光器的输出功率大小，10V 对应 100%的输出功率 请确保模拟量电压最大不超过 10.3V，
15	AD+	模拟量输入正		
10	安全互锁+	外部通断信号（导通时正常）		客户端互锁信号，可外接系统急停开关
23	安全互锁-			
12	水冷机互锁+	外部通断信号（导通时正常）		使用时分别连接水冷机“故障信号+”和“故障信号-”
25	水冷机互锁-			
9	红光+	外部控制红光信号+	输入电流≥5mA	外部信号高出红光模式：高电平 18V-24V 有效； 外部信号低出红光模式：低电平 0-5V 有效
22	红光-	外部控制红光信号-		
	信号地	接板卡的大地		接应用端的机壳
其它		NC		悬空

4) 用于开关互锁接口使用，在面板上有标号，水冷互锁、安全互锁分别与外控线控制接口定义中的水冷互锁、安全互锁为并联，均只连接一处即可，其定义如表 7 所示：

表 7 开关互锁接口的接线定义

PIN 序号	定义	功能	说明
1	钥匙开关+	外部钥匙开关信号（导通时打开）	客户端钥匙开关信号,可以外接系统钥匙开关
2	钥匙开关-		
3	急停+	外部急停信号（导通时正常）	客户端急停信号，可以外接系统急停开关
4	急停-		
5	水冷机互锁+	外部通断信号（导通时正常）	产品使用时分别连接水冷机“故障信号+”和“故障信号-”
6	水冷机互锁-		
7	安全互锁+	外部通断信号（导通时正常）	客户端互锁信号，可以外接门开关信号
8	安全互锁-		

5) 举例说明：

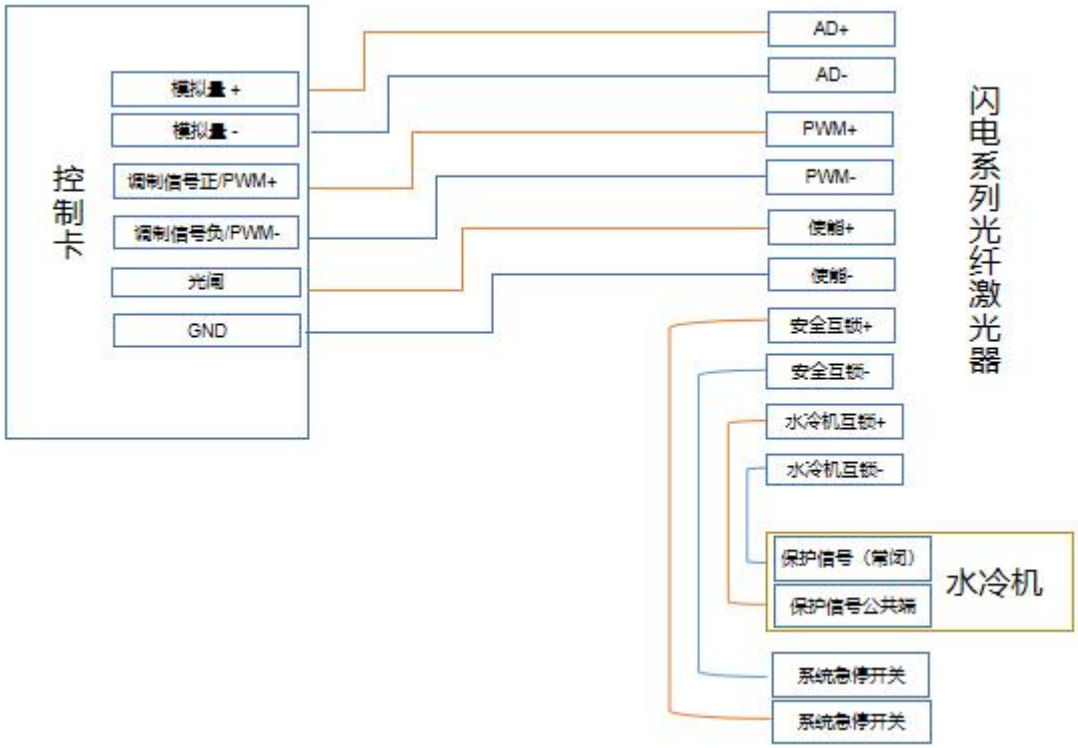


图 5 激光器与切割控制卡接线示意图（供参考）

3.7. 控制时序图

产品控制时序图可见下图 3 所示。

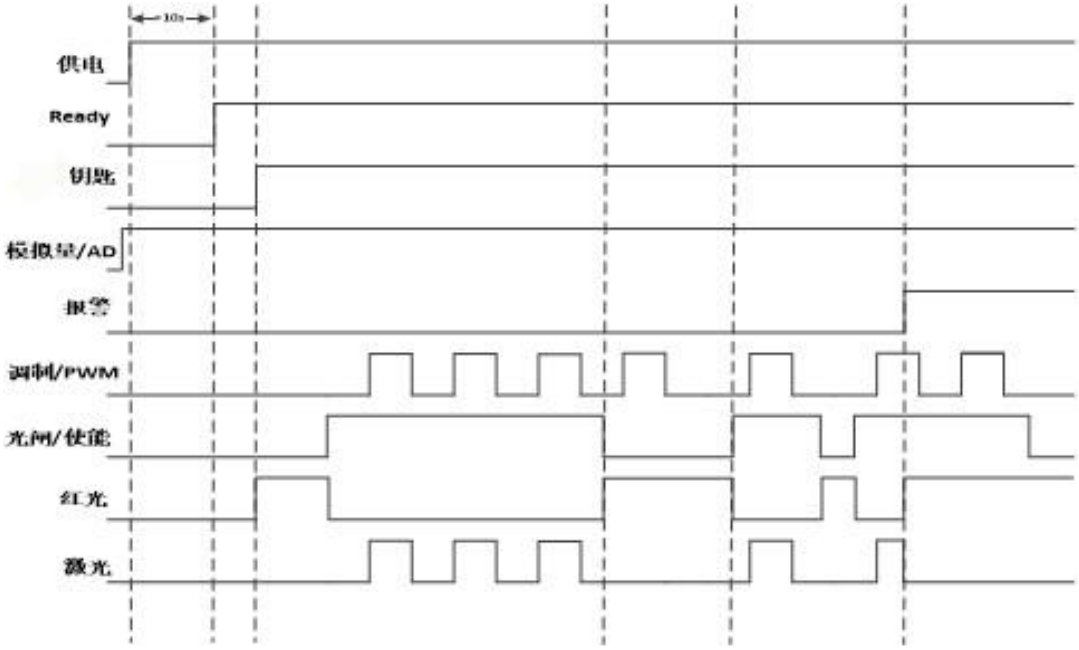


图 6 控制时序图-连续、脉冲

3.8. 供电要求及接线定义

表 8 供电要求及接线定义

激光器型号	功耗	最大工作电流	输入电源	供电接线定义
BFL-CW500	1.5 kW	8A	220V/50Hz-60Hz	1-L- 火线，2-N-零线，3-PE-地线。
BFL-CW1000	3.0 kW	18A		
BFL-CW1500	4.5 kW	21A		
BFL-CW2000	6.0 kW	36A		
BFL-CW3000	9.0 kW	16A	AC 380V/50-60Hz	L1-火线，L2-火线，L3-火线，PE-地线。
BFL-CW6000	18.0 kW	30A		

如果最终用户地区的电压波动超过±5%，超出本产品的要求，请配置合适功率的稳压电源。

4. 激光器安装

4.1. 整机尺寸

本激光器产品的外形及安装尺寸如图下图所示。

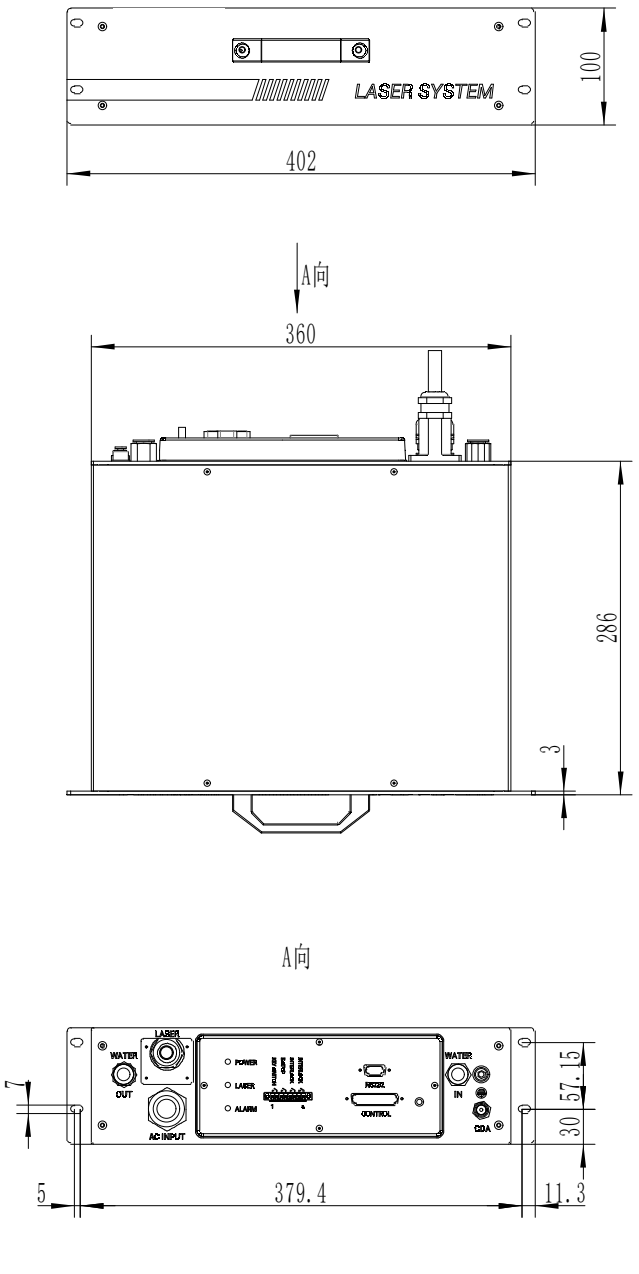
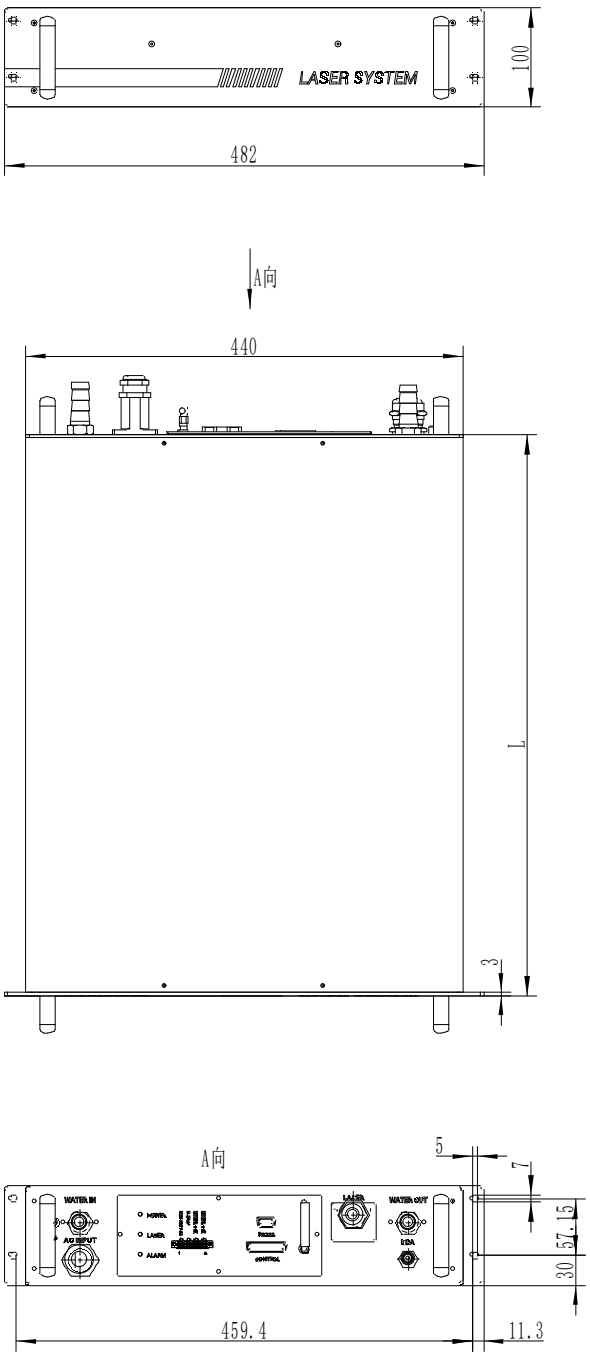


图 7 BFL-CW500、BFL-CW1000 尺寸图



序号	型号	尺寸 L
1	BFL-CW1000、BFL-CW1500	348mm
2	BFL-CW2000	506mm
3	BFL-CW3000	566（516、576）mm

图 8 BFL-CW1000、BFL-CW1500、BFL-CW2000、BFL-CW3000 尺寸图

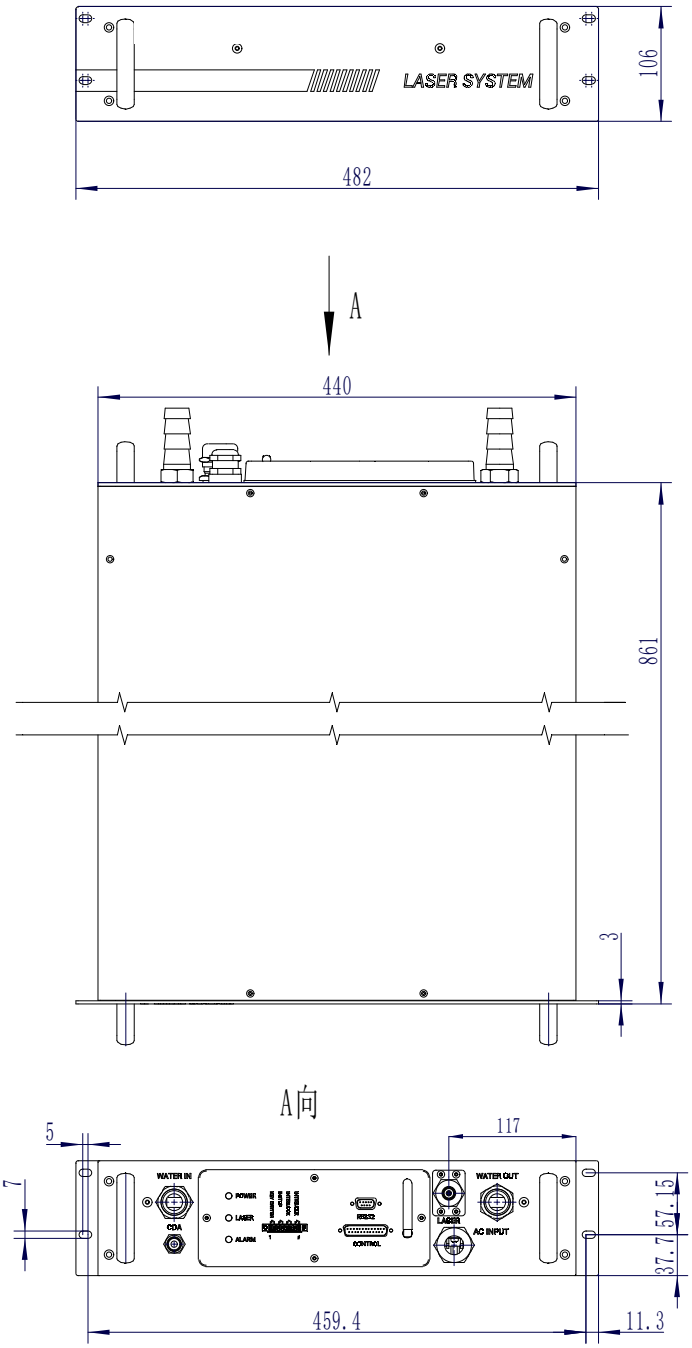


图 9 BFL-CW6000 尺寸图

4.2. 输出光缆 QBH 接口尺寸

本激光器产品输出光缆为自制 QBH 输出光缆，具体外观尺寸如下图所示。

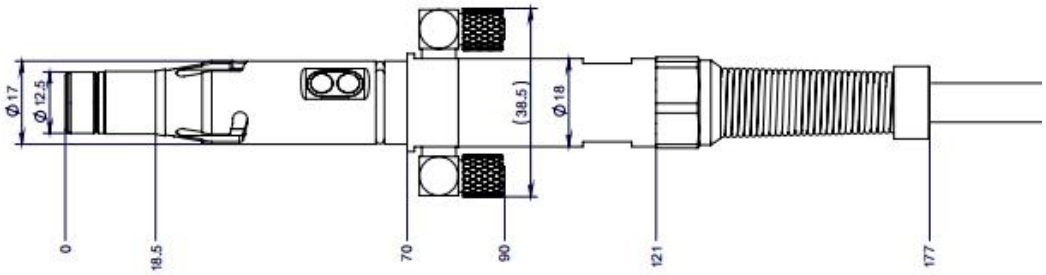


图 10 QBH 输出光缆正视图尺寸

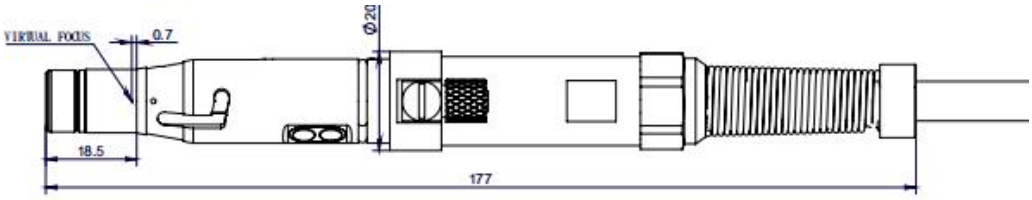


图 11 QBH 输出光缆侧视图尺寸

4.3. 安装注意事项

安装前，请首先阅读以下注意事项，并按相应的要求执行。

1) 请仔细检查外部电路是否连接正确，供电电压满足产品要求。

2) 为了提高产品的寿命，请将激光器放置在具有温湿度控制和防尘功能的机柜中，切勿将激光器暴露在高温、高湿环境下。

3) 检查冷却水的温度和流量是否满足要求。

4) 在输出头装入加工头之前，请妥善保护输出头。

5) 确保按下急停按钮并断开激光器电源，摘下 QBH 光纤保护帽后，检查输出 QBH 光纤的石英端面是否有任何污染.否则在操作激光之前必须清理干净。

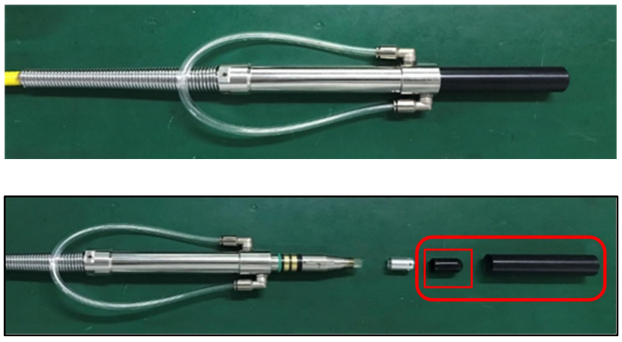


图 12 摘下 QBH 保护帽

a) 如有污渍，请用吸耳球或干净的压缩空气侧向清理；

b) 参照图 13 及图 14 所示，采用棉签、镜头纸蘸酒精或丙酮朝固定方向擦拭，切勿用嘴吹，如果石英端面不干净，请重复以步骤清洁镜头；

c) 若清理效果不佳或端面有破损，请马上联系我们；

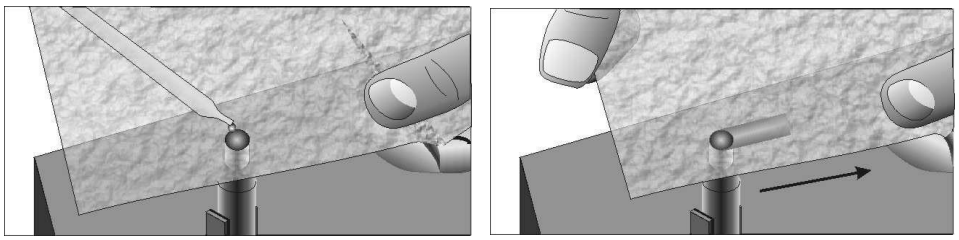


图 13 镜头纸蘸酒精擦拭清理 QBH 晶体

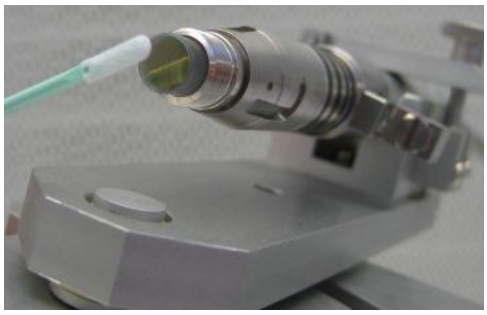


图 14 棉签蘸酒精擦拭清理 QBH 晶体

6) QBH 光纤的最小弯曲直径为 400mm，出光状态时的最小弯曲直径不得小于 600mm，过小的弯曲直径会导致产品损坏。

7) 工作人员操作激光器时请配戴相应波长和防护等级的激光防护眼镜，本激光器波长 1080±10 nm。

8) 激光器开启时，电源（绿色）灯会闪烁，待电源（绿色）灯常亮时，激光器可以正常工作。

9) 激光器试用时间到期，后面板指示灯（3 个）同时闪烁，可联系本公司申请密码。

10) 当使用 CDA 接口功能时，须使用经过冷干机处理后的干燥、冷却空气，然后再分别经过 5um 和 0.3um 颗粒过滤器，和 0.1um 油雾过滤器过滤处理，气体的温度需在 5-40℃范围（与主激光器供水温度接近），气压小于 0.1MPa，接口为 4mm 或者 6mm 的快插接头。

11) 当在高温、高湿度环境中使用 CDA 接口功能时，需在激光器通水出光前 30min 开始通气，以降低激光器内部的湿度，确保激光器内部不结露。当环境温度低 10℃时，可以不使用 CDA 接口。

12) QBH 与激光加工头安装：在激光器上电前，必须确保 QBH 与激光加工头可靠连接，

在检查 QBH 端面或安装 QBH 时，严禁给激光器上电。

a) 将激光器光纤舒展开，长度要使光纤接头能达到机床运动的最远端，光纤不可扭曲，避免长期运动导致折断。

b) 清洁光纤：将光纤接头放入无尘箱或干净桌面上，用无尘擦拭布沾异丙醇，将激光头、光纤接头、显微镜、光纤接头附近的电缆水管等器件外表面用无尘布擦拭干净（如图 14 所示），确保光纤接头附近区域不会扬起灰尘。操作人员应戴好橡胶手套、洗手，保持双手洁净无尘土。



图 15 清洁光纤接头和激光头

c）激光头清洁：取出激光头，将激光头放入无尘箱内，用无尘擦拭布将激光头表面处理干净，特别是 QBH 接口表面、准直保护镜模组表面、聚焦保护镜片模组表面，确保没有灰尘（如图 15 所示）。

d）光纤插入激光头操作步骤：

水平放置激光头，防止灰尘落入，将洁净的光纤接头水平对准 QBH 插孔. 找到 QBH 上的 2 个红点和光纤接头上的一个红点, 将红点对齐，连成一条直线, 将光纤插头插进 QBH。

顺时针旋转 QBH 锁紧环，将其固定，上提锁紧环，再次顺时针旋转锁紧环，即可完成锁死。检查光纤锁紧环是否牢靠，如图 16 所示。

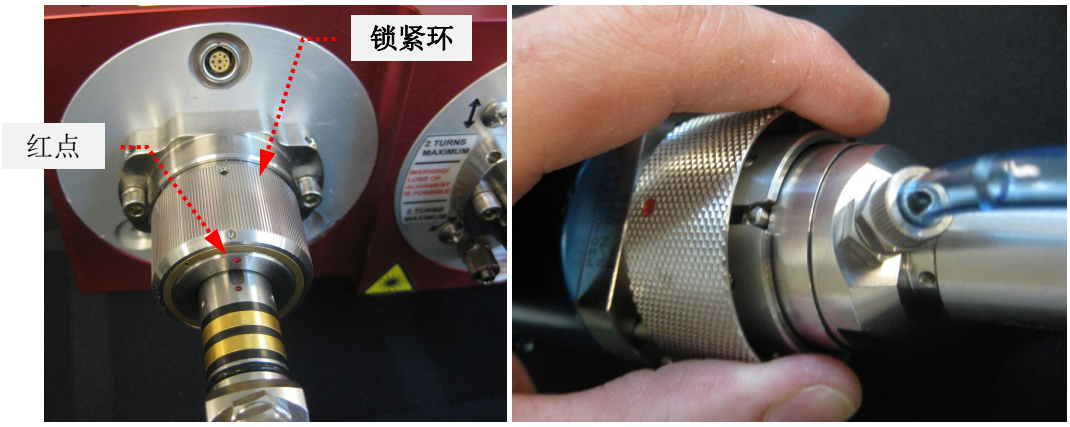


图 16 光纤插入激光头

4.4. 冷却系统要求

为了确保激光器稳定可靠运行，必须使用双温控的水冷机（同时带有制热与制冷功能），并且不间断工作。

初次安装和使用冷却系统时，应检查整个水路系统和接头是否存在漏水现象，必须按照激光器所标识的进水、出水要求安装并连接外部水管，否则可能造成激光器工作不正常。

本单模组光纤激光器产品有两处需要通冷却水进行散热处理，如图 17 所示。第一处为主激光器，进出水接口位于激光器的后面板。第二处为 QBH 光纤输出器。

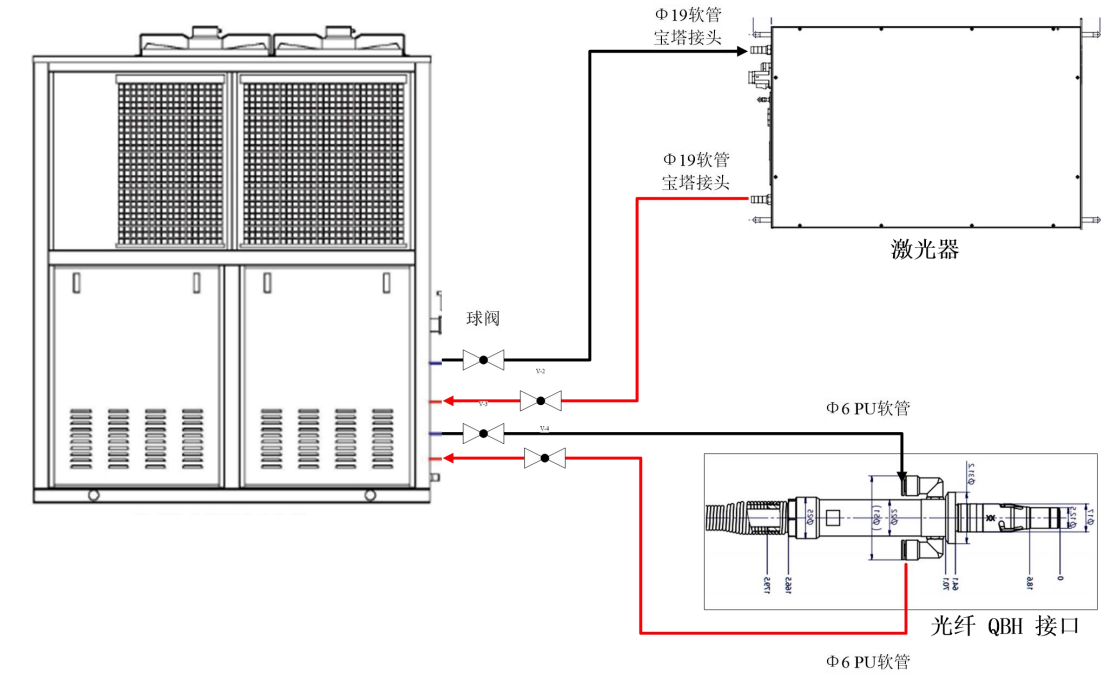


图 17 BFL-CW3000 水冷连接示意图

激光器对冷却系统的要求如表 9 所示。

表 9 冷却系统要求

冷却要求/型号		BFL-CW500	BFL-CW1000	BFL-CW1500	BFL-CW2000	BFL-CW3000	BFL-CW6000
激光器冷却	制冷量	≥1KW	≥2.5KW	≥3.5KW	≥4.5KW	≥7.0KW	≥13KW
	流量	>8 L/min	>10L/min	>15L/min	>18L/min	>25L/min	>55L/min
	激光器接口	快插接头,接外径 12mm/内径 8mm 水管				宝塔、内径 19mm 水管	宝塔、内径 25mm 水管
	压力	≤0.5Mpa					
	温度设定	25±1℃					
QBH 冷	温度设定	28—30℃					

却	流量	1.5—2.0L/min
	水冷机水管	DN>8 水管,长度＜15m
	QBH 水冷接口	快插接头，接外径 6mm 水管，长度＜1m

注意：冷却水需采用去离子水或蒸馏水，严禁使用自来水；每月定期更换冷却水，定期更换水冷机的滤芯。

在水冷机中加入 5%-10%的无水酒精，能够有效的防止水中微生物的生产，确保产品更加可靠。

冬季使用激光器时，要防止激光器内部水路与水冷机结冰，在冷却水种加适量的防冻液进行防护，防冻液的冰点温度必须低于环境最低温度 5℃。

由于乙二醇防冻液有腐蚀性，冬季到来前更换防冻液时需要添加乙二醇缓蚀剂（添加醇类缓蚀剂即可，以凯朗奇 KS-5007 为例，每 1000kg 防冻液添加 10-20kg 缓蚀剂）。

注：不同品牌型号的缓蚀剂的添加比例不同，具体以所购买缓蚀剂的说明书为准。

长期停机时请及时排空设备内部及 QBH 内部存水，否则将造成激光器设备损坏。冷却水建议两个月更换一次。排净 QBH 内部存水时气压须小于 0.1Mpa，应避免气压过大损伤光纤。

夏季使用激光器时需防止内部结露。水冷机的冷却温度一旦低于激光器内环境的露点温度，空气中的水汽就会凝结到电学和光学模块上。如不采取任何措施，激光器外表面会跟随结露。因此一旦看到激光器外壳有结露，说明激光器内部已经结露。必须立即下电，停止工作，并改善激光器工作环境。

为了减少结露带来的风险，建议将干净、干燥的压缩空气从激光器后面板的 CDA 接入，注入到激光器内部。气体的压力需控制在 0.1MPa。禁止使用带水、带油的压缩气体。

表 10 不同环境湿度的结露点

空气温度 T	不同相对湿度下的结露点温度℃								
	40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
16℃	2	6	8	11	12	13	13	14	15
18℃	4	7	10	12	13	14	15	16	17
20℃	6	9	12	14	15	16	17	18	19
22℃	8	11	14	16	17	18	19	20	21
24℃	10	13	16	18	19	20	21	22	23
26℃	11	15	18	20	21	22	23	24	25
28℃	13	17	19	22	23	24	25	26	27

空气温度 T	不同相对湿度下的结露点温度℃								
	40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30℃	15	18	21	24	25	26	27	28	29
32℃	17	20	23	26	27	28	29	30	31
34℃	18	22	25	28	29	30	31	32	33
36℃	20	24	27	30	31	32	33	34	35
38℃	22	26	29	32	33	34	35	36	37
40℃	24	28	31	33	35	36	37	38	39

注意：结露造成的激光器损坏不在激光器正常保修范围内！

4.5. 开启与关闭激光器

激光器开启后即进入外控模式。在外控模式下，输出功率受外部模拟电压信号大小的控制；激光器的出光由外部使能和外部调制 PWM 信号控制。

请按照面板接口要求连接水路，冷却系统需满足要求，按正确连接电源线，确保可靠接地；将外控线接入控制接口，另一端按照接线定义，连接到机床对应控制信号的端口上，接线定义如表 6 所示。产品使用需安装连接钥匙、急停开关部件，部件可通过 8 芯接线插头连接至开关、互锁端口，端口接线定义可见表 7 所示。开关、互锁端口的水冷互锁、安全互锁分别与控制接口定义中的水冷互锁、安全互锁为并联，均只连接一处即可。

在激光器上电之前，请检查激光器状态是否符合以下要求：

水冷系统流量和温度满足要求；

电源线及控制线连接正确，且输入电压符合产品要求；

急停按钮处于弹起状态；

将激光器的互锁信号与水冷机输出故障信号、门开关信号一起串联连接，以更好地保护激光器和操作人员的安全；

激光器通电，POWER 指示灯点亮，激光器开机自检，5 秒以后激光器就可以接收模拟信号。

在外控模式下，当激光器的外部使能信号已经按要求提供后，激光器将根据外部调制 PWM 信号的高电平状态，按照外部模拟量 1-10V 的大小输出对应的 10%-100%的功率。

当激光器出现故障需要断电时，激光器断电后，需等待约 20s 后，才能再次上电。

4.6. 上位机的安装及使用

上位机软件的安装及使用详见配套软件使用说明书。

4.7. 蓝牙 APP 的安装及使用

蓝牙 APP 软件的安装及使用详见配套软件使用说明书。

5. 常见故障及解决措施

本激光器具有光路、温度、电流、输入电压、QBH 等检测功能，如果在工作中出现异常，控制软件的报警区域会显示故障。

本激光器的常见故障及解决措施如表 11 所示。

表 11 激光器的常见故障及解决措施

序号	故障名称	说明及解决措施
1	跳闸	请检查供电线连接是否正确。
2	互锁-水冷故障	水冷机未开启或因故障停机，请检查水冷机是否已工作。
3	QBH	QBH 没有连接外部切割头。请确保 QBH 已经紧固地连接上切割头，激光器重新上电，再进行相应的操作。
4	急停报警	当互锁信号为开路时，或者前面板的急停被按下时，将出现此报警。 请确定水冷机是否故障，同时请检查急停按键已弹起。激光器重新上电，再进行相应的操作。
5	密码报警	若前面板指示灯（3 个）同时闪烁，说明激光器试用期限已到，请联系售后索取相关的时间管理密码。
6	光路 1、2、3、4	重新上电，并先打开红光，确定有红光输出，然后再开启激光器。 当没有红光输出时，请联系本公司售后。
7	温度故障	当出现此故障时，请确定水冷机的流量是否满足要求。请将水冷机的输出流量增加到产品要求值，然后重启激光器。
8	温度 1、2、3、4	当出现温度报警时，确定水冷机的输出流量、输出水温是否满足产品要求。 当出现温度下限时，说明激光器的输入水温太低； 当出现温度上限时，说明激光器的输入水温太高，或者流量太低。
9	驱动过流	当激光器的驱动电路输出过流时，会出现电流报警。 请检查模拟量信号的幅值是否会大于 10.5V。
10	过压保护	输入电压超过正常范围，请将输入供电的电压调节到±10%范围
11	过热	开关电源的温度过高。请确定水冷机已开启，且满足流量和温度要求，以及使用环境不高于产品要求。
12	交流输入故障	激光器的输入供电超过范围。
13	光路报警锁定	光路连续报警超过设定次数后会锁定激光器，联系本公司售后。

当出现故障，需要激光器断电时，请在激光器断电后，等待约 20s 后，再次给激光器上电，进行后续操作。

如果采取以上措施后，故障无法排除，请联系本公司。

6. 质保及返修

6.1. 一般保修

本公司对其生产的所有产品在合同约定的保修期内提供保修，并有权选择性地对保修期内任何在材料或技术上有问题的产品进行维修或替换。

6.2. 保修的限定性

产品、部件在以下情况不在保修范围内：

由非本公司技术人员人为篡改、打开、拆解、误装、改造所引起的产品或部件受损；

因使用不当、疏忽或意外造成的损坏；

因超出产品技术要求范围外使用造成的损坏；

因客户的软件或接口造成故障从而间接导致激光器损坏；

因不正确安装、维修或其他手册未包含的其他非正常操作使用造成的损坏；

以上信息客户有责任明了并按照用户手册和规格来操作，否则引起的故障将不再保修的范围内。

6.3. 服务和维修

在保修范围内，买方必须在发现故障的 30 日内进行反馈。本公司没有授予任何的第三方进行产品或部件的维修。

所有维修或换机产品必须放置在本公司提供的原装包装箱内，否则因此造成的任何产品损坏，本公司将有权不予免费维修。

当用户您收到本公司产品时，请及时检查产品是否完整无损，若有任何异常情况请及时与承运方和本公司联系。

在未经沟通确认的情况下，请勿将任何产品邮寄回本公司，否则将会被拒收退回处理，由此造成的损失将由客户自行承担。

本公司将不断开发新的产品。手册中所列出的产品信息可能会发生改变，恕不另行通知。一切技术参数均以合同条款为准。

以上本公司对于产品的保修及服务条款仅供用户参考，正式服务与保修内容以合同中的约定为准。