

# LWH 系列手持焊接系统

## 产品使用手册



浙江光泰激光科技有限公司

ZHEJIANG GT LASERS TECH.CO., LTD.

## 声明

使用说明书所包含的内容均受到版权法的保护，未经浙江光泰激光科技有限公司的批准，任何组织和个人不得以任何手段和形式对其进行复制、存于数据库或检索系统。

在所规定的支持保修范围内，浙江光泰激光科技有限公司履行承诺保修服务。严禁私自拆卸或本公司以外的人员维修本产品，如因以上因素导致的损坏，恕本公司不在提供任何免费保修服务。对于在使用本产品过程中可能造成的任何损失，本公司不承担责任。如发生任何争议，应按中华人民共和国的相关法律解决。

浙江光泰激光科技有限公司随时可能因为软件或硬件升级对使用说明书进行更新，这些更新都将纳入新版使用说明书版本中，最终以实际产品为准，如有变更恕不另行通知。

使用焊接系统前必须仔细阅读使用说明！

此产品说明最终解释权归浙江光泰激光科技有限公司所有。

## 公司简介

浙江光泰激光科技有限公司位于杭州紫金港科技城，是国内专注于激光系统应用技术和激光设备、激光光学核心器件研发生产的国家高新技术企业，是光纤激光行业一家极具技术研发实力和规模生产能力的知名制造商和服务商。

公司前身主要从事激光通信，建有杭州市激光通信研发中心。公司积累了 20 多年光纤激光产品的研发和规模量产的实战经验，形成了一支特别能攻关的产品研发团队和一批高素质的产线技术员工。光泰激光，追求在激光科技领域，为客户提供一流的产品，一流的服务，并以不断的技术创新、产品创新，成为业界领先的企业。

光泰激光秉承质量第一，信用至上的经营理念，以产品的多品类、高品质、高安全可靠，及研发生产的快捷交付能力，多年来，满足了国内外众多客户，多样化的需求和个性化定制，产品和服务遍及全球五大洲。

光泰激光良好的售后服务和优异的性能价格比，是系统集成商和装备制造商理想的选择，和诚信的合作伙伴。

## 安全信息

感谢您选择光泰激光手持焊接系统，在使用该产品之前，请先阅读该用户手册。为了确保操作安全和产品的最佳性能，请遵循以下注意和警告事项以及该手册的其它信息操作。

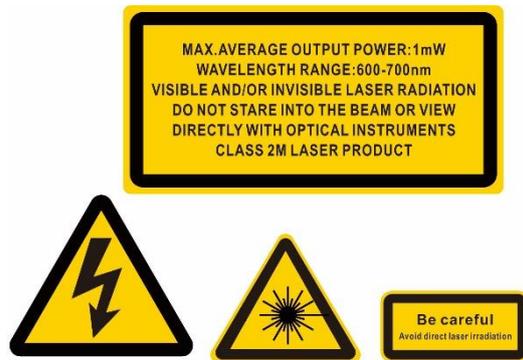
根据欧洲标准 EN 60825-1，条款 9，该系列激光器属于 4 类激光仪器。该产品发出波长在 1080nm 或 1080nm 附近的激光辐射，且由输出头辐射出的光功率大于 100W~3000W（取决于型号）。直接或间接的暴露于这样的光强度之下会对眼睛或皮肤造成伤害。尽管该辐射不可见，光束仍会对视网膜或眼角膜造成不可恢复的损伤。在操作该产品时要确保全程配戴激光安全防护眼镜。激光安全防护眼镜具有激光波长防护选择性，故请用户选择符合该产品激光输出波段的激光安全防护镜。即使佩戴了激光安全防护眼镜，在激光器通电时（无论是否处于出光状态）也严禁直接观看输出头。本公司整机需使用单相 220V±10%、50Hz 交流电。

## 警示

- 1、使用机器时要确保可靠接地，以避免可能产生的人身伤害。
- 2、此激光器发射光为不可见光，使用时切勿把激光输出头朝向有人的地方，切勿直接观看输出头，在操作该机器时要确保配戴激光防护眼镜。
- 3、如果不按本使用手册规定的方法使用激光器，它所产生的保护功能将被削弱。该产品必须在正常的环境下（环境温度：10℃-40℃；相对湿度：小于70%）使用。
- 4、激光器在使用水冷方式散热时，必须确保有足够的水流散热。
- 5、电源中断对激光器的危害很大，请提供连续可靠电源。
- 6、在打开交流电源前，要确保连接是正确的220V的电压，错误连接电源，将会损坏激光器。
- 7、冷却水采用蒸馏水或纯净水，建议使用蒸馏水。

### 安全标示及位置：

激光辐射及相关警示标识，已贴在了产品对应的位置处。



## 一、概述、应用及功能特点

手持式激光焊接机，以新一代手持式焊接头代替传统固定光路，灵活便捷，克服了工作台空间的局限性，工件尺寸不统一时无法自动焊接的情况。

手持焊接控制系统主要由控制器和触摸屏构成。用户可通过触摸屏实现参数设置、使能控制、切换工作模式、查看报警信息等操作，由控制器完成对激光器、送丝机、焊枪的控制。触摸屏和控制器均采用24V直流电源供电，外部接线简单可靠，系统上电初始化完毕后用户即可快速上手体验。

良好的人机交互界面，为用户提供友好的操作体验

支持连续出光和点射出光

多种参数可调，提升焊接工艺

停光后自动断丝，焊丝轻松脱离工件

系统高度集成，外配置丰富，实现焊接智能化

## 二、光泰手持焊接系统产品示意图



- ① 手持式焊接头
- ② 操控面板
- ③ 光泰 CYL 系统激光器
- ④ 冷水机
- ⑤ 导通线
- ⑥ 急停开关、钥匙开关、电源按钮
- ⑦ 送丝机

## 2.1 主要界面说明



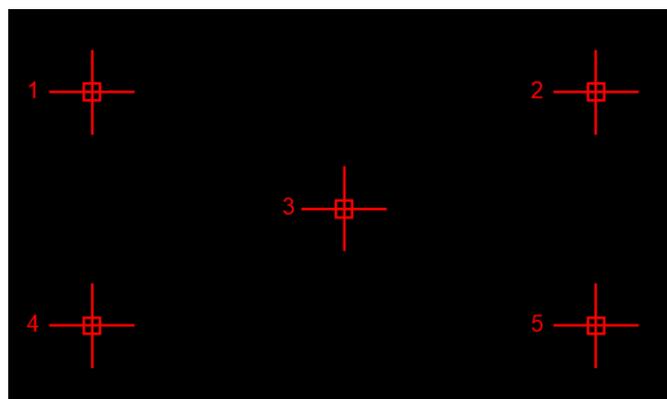
系统上电初始化完毕后默认进入焊接工作界面，点击“主页”按钮进入主页界面，在主页界面下可以进入系统设置、开始焊接、控制器配置界面。



### 系统设置界面

在主页界面下点击“系统设置”按钮进入系统设置界面。

“语言切换”：本系统支持简体中文、繁体中文、英文、韩文、俄文、西班牙文，点击语言切换后，点击需要的语言后，系统所有界面会显示该语言。

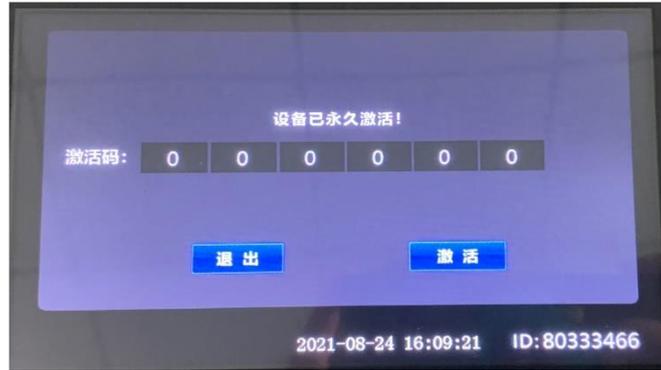


“触摸校准”：当出现触摸偏移或不灵敏时，点击“触摸校准”，依次点击 屏幕上的“十”字，即可完成校准。

“版本信息”：显示当前系统的触控屏版本、控制器软件版本、控制器硬件版本。

“报警声音提示”：开启/关闭，出现告警，屏幕发出提示音。

“产品激活”：查询当前设备ID和加密状态，激活码分为六段，每段4位数字。输入正确激活码后点击“激活”，可更新加密时间或永久解密。



“恢复出厂设置”：设备恢复到出厂状态。  
“系统重启”：重启设备。

### 控制器配置界面

在主页下点击控制器配置按钮进入控制配置界面，可以对控制器的部分功能以及参数进行配置。

**告警输入信号：**配置相应告警信号为高电平告警或低电平告警。系统默认为低电平告警，支持两路IO口输入信号，分别为激光器告警输入信号和气压告警输入信号。

**模拟量输出范围：**可以选择控制器的模拟量电压输出范围，通过改变输出范围适配不同的激光器。

**步进送丝机配置：**选择启用或者不启用步进送丝（用户配我司提供的送丝机使用，请将此项设置为启用）。

**无线手柄配置：**选择启用或者不启用无线通讯模块（用户配我司提供的手持激光焊接头使用，请将此项设置为启用）。

**无线手柄配对：**与无线控制模块进行通讯配对，该按钮在无线手柄配置为“启用”时可用。



### 焊接工作界面

系统上电后会默认进入焊接工作界面，如下图所示：

焊接工作界面为用户最常用的界面，该界面下用户可以设置参数、开启/关闭使能控制，切换工作模式以及出光方式等。



$$\text{焊接头的出光功率} = \text{激光器功率} \times \text{峰值功率} \times \text{PWM 占空比}$$

点击“出光模式”按钮可切换出光方式，两种不同的出光方式如下图：



连续出光



点射出光

**连续出光：**开启激光使能后，满足出光条件时，只要按压焊接头的出光开关即可持续出光，松开出光开关即可关光。

**点射出光：**点射出光时，开启激光使能后，每次按压只出一次光，出光时间由点射时间决定，如果需要再次点射出光，需要松开开关后重新按压出光开关。

**鱼鳞纹出光：**开启激光使能后，满足出光条件，光斑缓慢摆动，达到鱼鳞纹的效果。

使能按钮带有指示功能，关闭和开启状态分别如下图所示：



关闭使能



开启使能

#### 使能、开关控制按钮：

“红光指示”按钮：开启/关闭红光指示。

“光斑使能”按钮：开启/关闭光斑摆动。

“出光模式”按钮：设置“连续”\“点射”出光方式。

“激光使能”按钮：开启/关闭激光使能，只有开启激光使能，才能出光。

“送丝开关”按钮：开启/关闭送丝。

“送丝模式”按钮：可切换点动送丝和自动送丝。点动送丝时，送丝开关按钮必须持续按下期间送丝机才动作，送丝开关松开后停止动作。自动送丝时，如果送丝开启，在出光过程中会自动送丝，停光时自动停丝。

“送丝方向”按钮：可切换为送丝和回丝，自动送丝模式下送丝方向为“送丝”，无法修改。

#### 焊接界面参数说明：

“扫描频率”：设置枪头的振镜电机摆动的频率，扫描频率设置的越高，光斑移动越快。该参数受扫描宽度参数限制：

扫描宽度 ≤ 2mm，扫描频率 ≤ 600HZ；

2mm < 扫描宽度 ≤ 3mm，扫描频率 ≤ 400HZ；

3mm < 扫描宽度 ≤ 4mm，扫描频率 ≤ 350HZ。

“扫描宽度”：设置光斑摆动宽度；

“出光吹气”：设置出光前吹气延时时间；

“关光吹气”：设置关光后吹气延时时间；

“峰值功率”：稳定出光期间的最大功率。

“PWM 频率”：调节激光器的 PWM 脉冲信号的频率。

“PWM 占空比”：调节激光器的 PWM 脉冲信号的占空比（脉宽）。焊接头功率由峰值功率和 PWM 占空比共同调节。

$$\text{焊接头出光功率} = \text{激光器功率} \times \text{峰值功率} \times \text{PWM 占空比}。$$

“送丝速度”：设置送丝机的运行速度。

“出光前吹气”：设置出光前吹气延时时间。

“关光后吹气”：设置关光后吹气延时时间。

### 出光必须同时满足以下 5 个条件：

1. 开启激光使能；
2. 控制器的 LA-ON-引脚通过导线和金属焊接工件相连(参照设备接线章节)；
3. 枪头接触金属焊接工件；
4. 焊枪的出光控制开关按下；
5. 设备当前无报警。

在激光器能够正常工作的情况下，以上 5 个条件有一条不满足时，无法出光。

出光期间功率变化的过程如图 4-1 所示。

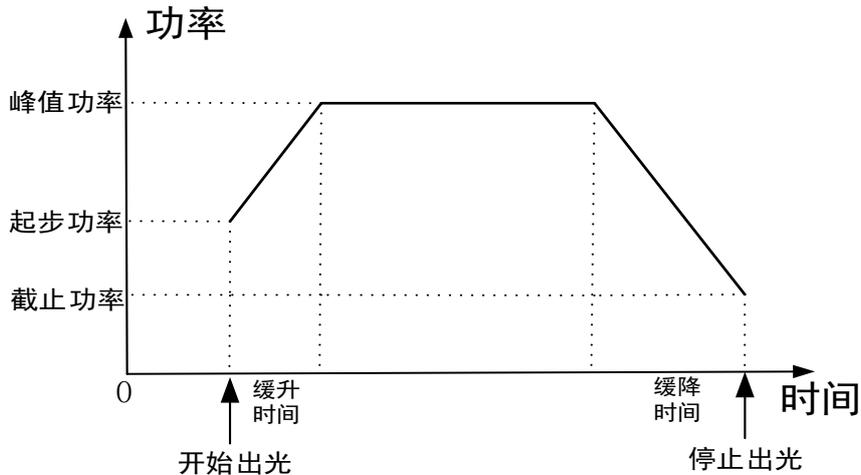


图 4-1: 功率变化示意图

### 工艺选择界面

点击焊接工作界面下的“工艺”按钮进入工艺选择界面。选定某组工艺后，点击“导出”，即可将本组工艺参数直接导入到焊接工作界面下。工艺界面下的工艺参数即使在掉电的情况下也可永久保存，用户可输入工艺名称以识别不同的工艺参数。

工艺名称	峰值功率 (%)	PWM 占空比 (%)	导出	工艺名称	峰值功率 (%)	PWM 占空比 (%)	导出
Technology-1	5	10	导出	Technology-7	35	40	导出
Technology-2	10	15	导出	Technology-8	40	45	导出
Technology-3	15	20	导出	Technology-9	45	50	导出
Technology-4	20	25	导出	Technology-10	50	55	导出
Technology-5	25	30	导出	Technology-11	55	60	导出
Technology-6	30	35	导出	Technology-12	60	65	导出

返回

## 高级参数说明

进入高级参数密码为：**2000**。以下列出了手持焊接控制系统的高级参数的解释以及说明，用户在使用过程中根据实际需要设置合适的参数。



**停转延时：**在激光使能开启的情况下，停止出光后，电机经过该段延时后停止转动，停转延时最高为 999s。

**功率缓升：**设置功率缓升延时（出光功率从起步功率上升到峰值功率所需的时间）；

**功率缓降**

设置功率缓降延时（出光功率从峰值功率下降到截止功率所需的时间）。

注意：只有选配了无线控制模块的系统才具有功率缓降功能！

**起步功率：**开始出光时的功率。

**截止功率：**停止出光时的功率。

**送丝力矩：**如果控制系统选配了步进送丝机，可以根据步进送丝机负载的大小调节步进送丝机的力矩。

**关光延迟：**设置关光延迟时间后，松开焊接头的出关开关后不会立即关光，而是经过关光延迟这段时间后，才真正停止出光。利用关光延迟的时间，实现停止出光后焊丝脱离工件。

**注意：**关光延迟时间最高为 500ms，当关光延迟时间设置过长时，请确认已停止出光后再放置焊接头，防止激光伤害。

**关光回丝：**停止出光后，焊丝会自动回丝若干长度，方便下次焊接。回丝长度由所设参数决定。

**点射时间：**设置点射模式下的出光时间，点射时间最长为 1000ms。

**吹气开关：**开启/关闭电磁阀

**光芯偏移：**调节光芯横向偏移量

## 设备告警及处理

当设备出现故障时，界面会弹出告警窗口并提示当前的告警信息，如下图所示：



告警弹窗

如果告警没有解除，告警按钮旁边会出现红色指示灯闪烁，只有所有的告警均解除后（当前无告警），告警按钮旁边的红色指示灯才会消失，如下图所示：



## 告警的解决办法

设备一旦出现告警后，用户必须立刻停止手持激光焊接设备的使用，排查故障，故障解决后才能继续使用。用户可参考报警窗口的告警信息，排查故障，告警信息及解决方法如下表所示：

序号	告警信息	解决办法	备注
1	告警 Err-E001: 控制器未连接!	检查触控屏和控制器的 RS485 通讯线是否正常连接, 检查控制器是否正常上电启动。	
2	告警 Err-B001: 气压过低!	检查气压是否正常。	
3	告警 Err-L001: 激光器故障!	检查激光器是否正常工作。	
4	告警 Err-W001: 无线通讯故障!	查看控制器的绿色指示灯能否正常闪烁, 如果绿色指示灯处于常亮状态, 重新插拔一下无线接收器。	该告警仅针对选配了无线控制模块。
5	告警 Err-S001: 送丝机通讯故障!	检查控制器和步进送丝机之间的通讯线路, 断电后重新插拔一下通讯接口。	该告警仅针对选配了步进送丝机。
6	告警 Err-S002: 步进送丝机驱动器告警	检查电机和驱动器之间的线路连接, 检查电源电压是否在 24V。	该告警仅针对选配了步进送丝机。
7	告警 Err-S003: 电机轴锁故障!	断电后, 检查步进送丝机的电机接口和电机驱动器之间的线路连接, 重新插拔驱动器的电机接线端子。	该告警仅针对选配了步进送丝机。
8	告警 Err-C001:冷水机告警!	检查冷水机是否正常工作。	
9	告警 Err-All:当前故障较多, 请查看详细故障信息!	当前故障较多, 请一一排查。	
10	设备正常运行无告警!	当前设备正常运行。	

## 2.2 光泰 CYL 系列连续光纤激光器



### 2.2.1 产品特性

光泰激光 CYL-500W-3000W 单模组 1.0 $\mu$ m 连续光纤激光器，采用行业最新技术，最优化设计。具有高电光转换效率、高寿命、高安全可靠。整机输出光束质量好，抗高反能力强，可广泛应用于各种材料的激光切割、焊接、打孔、3D 打印等高端智能制造设备。

### 2.2.2 产品性能

激光器的技术参数如下：

光学特性	
输出功率 (W)	1000/1500/2000
工作模式	连续或脉冲
偏振方向	随机
中心波长 (nm)	1080
QBH 输出头光学输出特性	
数值孔径 (NA)	0.22
光纤芯径 ( $\mu$ m)	20
输出光纤长度 (m)	15
电学特性	
工作电压	AC 220V $\pm$ 10%，50、60HZ
其他特性	
外观尺寸 (W $\times$ L $\times$ H) (mm)	482.6(440) $\times$ 451 $\times$ 104
工作环境温度范围 ( $^{\circ}$ C)	10 $\sim$ 40
工作环境湿度范围 (%)	30 $\sim$ 70
储藏温度 ( $^{\circ}$ C)	-10 $\sim$ 60
冷却方式	水冷

### 2.2.3 注意事项:

**冷却系统水温设置：夏天  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，冬天  $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。**

**开启激光器前，必须保证冷却系统工作正常，且水温达到  $21^{\circ}\text{C}$  温度。**

## 三、手持式焊接机安装说明（具体按实际型号为准）

### 3.1 水箱注水

打开机柜前盖，往水箱注水口里注入纯净水，初次使用水位加至绿色线上以保证设备使用安全，激光器冷却系统需要满足如下要求：

(1)冷却水采用蒸馏水或纯净水，建议使用蒸馏水；

(2)初次启动冷水机冷却系统时，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口、出水口安装和连接外部水管；

(3)为防止冷水机中的水中微生物霉菌等生长导致管路堵塞，建议 3~4 个月更换一次冷却水，保证冷却水水质。

(4)当设备周围环境温度处于  $-10^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$  时，必须使用防冻液(具体型号请咨询售后部门)，并且每 1~2 个月更换一次，并且保证冷水机 24 小时不间断运行，以防止冷却水结冰。

(5)激光器若长时间不使用，应将冷却系统内部及激光器内部冷却水排空，否则将造成激光设备的损坏；请使用压力小于  $0.3\text{MPa}$  的气体进行排空，否则会对水冷系造成不可恢复的损坏。

### 3.2 接电线、插气管、连接送丝装置

黄绿色线为地线，红色线和蓝色线部分，接一根零线一根火线，接入电箱即可，接入后，将主电源线连接到设备后盖的右下方，PE 线接地线，N 线接零线，L 接火线。（具体请以实际激光器电源线）

将设备后盖右下方气管接头的连接处与氧气瓶流量计的气管相连（气管接头  $\phi 10$ ），确保不漏气。

**（听不到嘶嘶漏气声）**

将送丝装置的电源线插入到拖线板或配电箱、并将设备后盖左下方的预留线的接口与送丝装置连接好，装配好送丝机。



将送丝头固定 II 序持焊头上。

### 3.3 送丝机的安装指导

#### 3.3.1 焊丝盘的安装

1. 焊丝为普通焊丝，常见的有 5KG-30KG 都可以安装，但不要使用药芯焊丝。
2. 通过内六角来调整滚轮的力度，使其不要太紧或者太松，送丝时没有卡顿即可（通常情况不必调整）。
3. 调整好以后盖住盖帽。



#### 3.3.2、送丝轮的安装

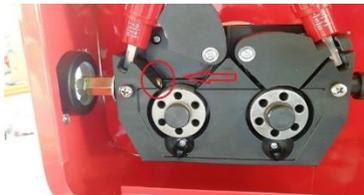
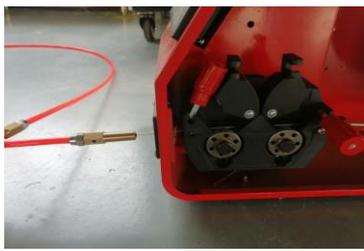
- ① 送丝轮一共两个，两面为不同的型号，对应着不同的芯径，**请务必对应安装，如安装 1.2 焊丝，则送丝轮标识 1.2 的一面在外面。**



- ② 安装时一定要把焊丝卡在卡槽内然后再夹紧。

#### 3.3.3 送丝管的安装

- ① 把丝放进送丝管后，插入到合适的位置，过短可能会导致卡丝的现象，然后把螺丝拧紧即可。安装送丝管时，先把出来的一头的铜嘴拿掉，并匹配对应的铜嘴。





### 3.3.4 信号及电源部分

- ① 在送丝机的尾部，有两个航插，其中 2 芯为送丝信号，连接到控住板卡信号接口二的 5/6 脚，此信号为短接信号，即送丝时常闭，非 24V 输入。
- ② 另外一个三芯的航插为电源，220V 供电。

### 3.4 开机顺序



- ①先打开机器空气开关，在机器后上方。



- ②按下电源按钮，开启激光

**注意：左侧红色按钮为急停按钮（当发生紧急情况的时候，可以通过快速按下此按钮来达到保护的措施）。**

## 四、无线模块安装和使用

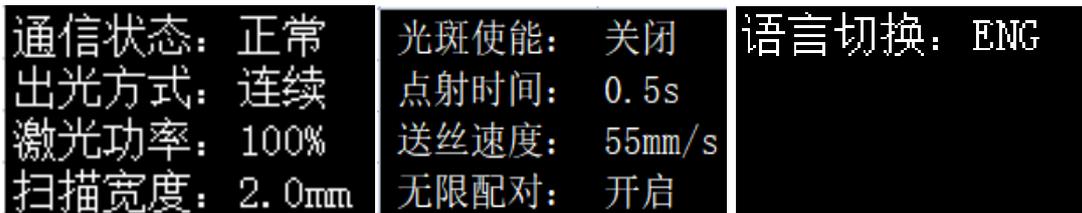
### 4.1 使用介绍



图 4-1（无线控制模块外形介绍）

- 1) 显示屏：显示参数功能等人机交互界面。
- 2) OK 键：短按进入参数编辑状态，每按一次，选中下一个参数项，被选中的参数闪烁，通过左键或者右键设置参数；如果 5 秒内没有键按下或未设置参数，返回非编辑状态，参数停止闪烁；在非编辑状态下长按，触发功率缓降功能，松开停止功率缓降。
- 3) 左键：在参数编辑状态按下减小参数值或切换功能状态。在非编辑状态下长按，开启送丝功能，松开则停止送丝。
- 4) 右键：在参数编辑状态按下增大参数值或切换功能状态。在非编辑状态下长按，开启回丝功能，松开停止回丝。

## 4.2 无线控制模块界面

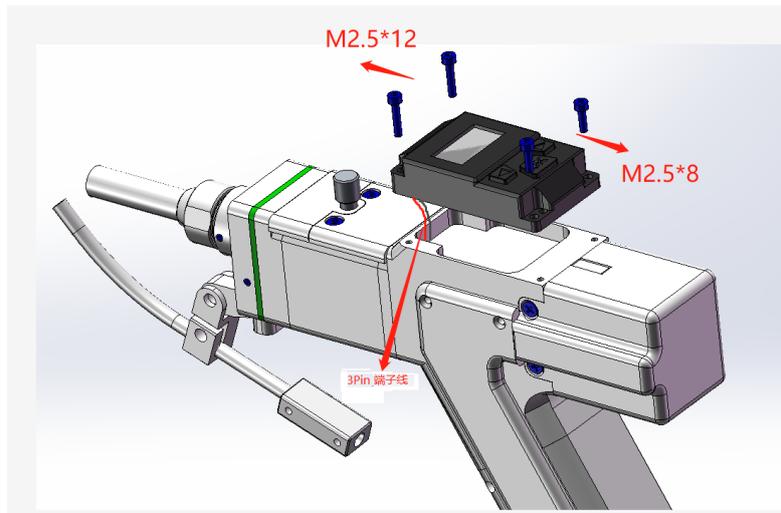


## 4.3 功能、参数说明

- 1、通信状态：(状态：正常\断连)  
显示无线是否连接成功。“正常”表示无线通讯已连接，“断连”表示无线通讯未连接。
- 2、出光方式：(状态：点射\连续\鱼鳞纹)  
对应触控屏“出光模式”参数，可调节“连续”出光模式和“点射”出光模式和“鱼鳞纹”出光方式。
- 3、激光功率：(范围 0%-100%)  
对应触控屏“峰值功率”参数，调节稳定出光期间的最大功率。
- 4、扫描宽度：(范围 0mm-4mm)  
对应触控屏“扫描宽度”参数，设置光斑摆动宽度。
- 5、光斑使能：(状态：开启\关闭)  
对应触控屏“光斑使能”参数，开启\关闭摆动光斑。
- 6、点射时间：(范围：0S-1.0S)  
对应触控屏“高级参数”界面中的“点射时间”参数，设置点射模式下的出光时间。
- 7、送丝速度：(范围：0%-100%)  
对应触控屏“送丝速度”参数，设置送丝机运行速度。
- 8、无线配对：(状态：开启\关闭)  
与触控屏“控制器配置”界面中的“进入配对”配合操作，实现无线配对。
- 9、语言切换：(状态：中文\English\繁体)  
切换界面语言显示，支持：简体中文、英文、繁体中文。

## 4.4 无线控制模块安装

无线控制模块安装在手持焊接头顶部，采用 1.25mm-3Pin 端子线进行连接，屏幕上方采用 M2.5\*12 螺丝固定，按键下方采用 M2.5\*8 螺丝固定。



无线控制模块安装

#### 4.5 无线模块配对

1) 检查无线接收器-DB9 是否插在 HWS 5000 控制器的 DB9 母头上。

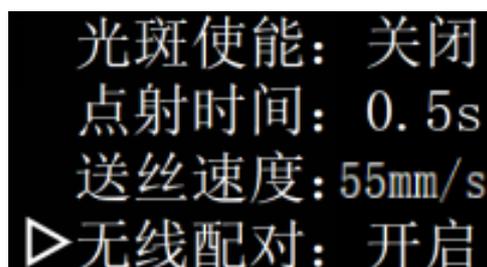
**注意：无线接收器-DB9 不可带电插拔。**



2) 触摸屏上打开“主页”→“控制器配置”。将“无线手柄配置”设置为启用，点击“进入配对”→点击“开始”。



3) 短按“OK 键”，将三角光标移至“无线配对”行，长按“OK 键”进入配对模式，当检测到处于配对的 HWS 5000 控制器时就会配对成功。



## 其他注意事项

为保证手持激光焊接设备的正常使用及人员在操作时的人身安全，请务必仔细阅读：

- 1) 激光焊接设备与氩弧焊、电焊、气保焊等第三方焊接机不可共用同一个焊接工作台（不同焊机的地线不能夹在同一焊接工作台上）；
- 2) 激光焊接设备与氩弧焊、电焊、气保焊等第三方焊接机的输入供电需要隔离开（用不同的交流输入，或者用隔离变压器隔离开）；
- 3) 激光焊接枪头严禁对准人体和易燃易爆物体等危险物品；
- 4) 焊接气体必须采用带保护性的惰性气体（推荐氩气、氮气）。

## 5.0 质保及返修、退货流程

### 5.1 一般保修

除非光泰激光特殊约定，光泰激光对所有产品提供针对材料缺陷及质量问题为期 24 个月的保修（从发货天算起）。光泰激光将会选择对确认有缺陷的仍在保修期内产品进行 1) 维修 2) 更换 3) 退款。所有维修或置换过的产品沿用原来报修产品的初始保修期，即只在原始报修产品的剩余保修期内可以免费报修。买方必须在发现产品质量问题 30 天内进行书面报修。所有报修必须由买方直接提出，光泰激光不会接受任何第三方的报修要求。

**上述报修并不适用于以下情况造成的产品问题：**

- 1) 非光泰激光人员进行的不正确或者不恰当的维护或校准；
- 2) 客户或者第三方提供的软件，接口或者电源；
- 3) 未经授权的维护或者维修；在产品参数限制范围外进行不正确的操作；
- 4) 滥用、疏忽、事故，在运输过程中丢失或损坏；

光泰激光对客户提供的技术指导及服务不会影响到光泰激光提供的保修条款。

### 5.2 服务及维修

**CAUTION:** 没有内置可供使用者维护的零部件。所有维修应由光泰激光人员进行。

**所以在保修范围类的维修或换货要求必须在发现问题时尽快通知光泰公司或者您所在区域的服务代表。经许可的退货产品必须放置在合适的箱内。**

收到货物发现有损坏，应及时书面向承运方提出。

**IMPORTANT:** 在没有返回商品授权（RMA）书的情况下，请不要将产品退回给光泰公司。如果产品保修期已过，或者产品不在维修范围以内，买方将承担维修费用。

**IMPORTANT:** 用户应该将软件 log 文件妥善保存，方便光泰激光维修人员进行故障分析。