

INSTRUCTION

智流形机器人控制系统

激光工艺使用手册

版权声明

深圳市智流形机器人技术有限公司版权所有。

深圳市智流形机器人技术有限公司保留所有版权以及相关的知识产权。

声明

深圳市智流形机器人技术有限公司保留在没有预先通知的情况下修改产品或其特性的权利。

深圳市智流形机器人技术有限公司并不承担由于使用产品不当而产生的直接或是间接的伤害或损坏的责任。

联系我们

深圳市智流形机器人技术有限公司

Shenzhen iManifold Robot Technology Ltd.

地址：深圳市宝安区华丰国际机器人产业园 F 栋五层 F508

智云流形科技（江阴）有限公司

iManifold Technology (Jiangyin) Ltd.

地址：江苏省无锡市江阴市长山大道 55 号天安数码城 60 幢 102 室

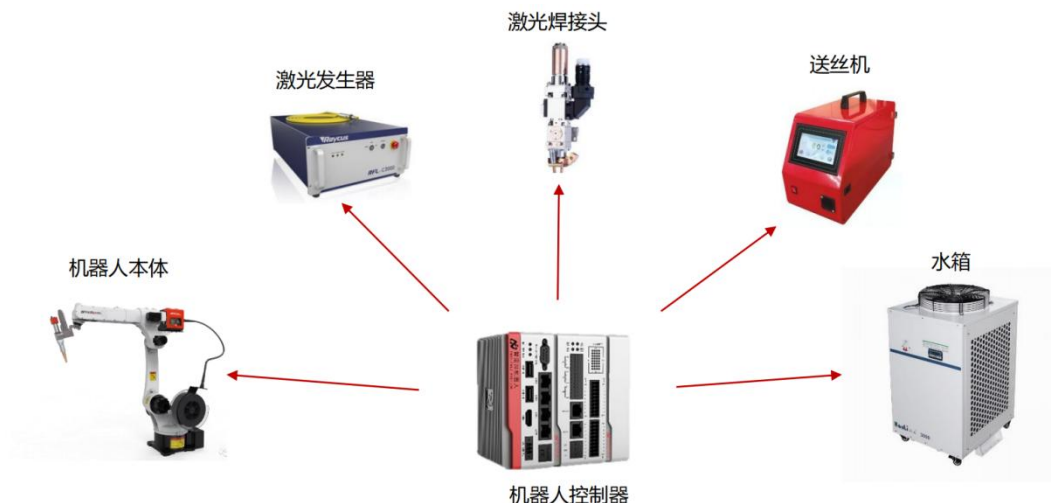
目 录

版权声明	1
声明	1
联系我们	1
1 激光焊接工艺介绍	4
1.1 机器人激光焊接组成	4
1.2 机器人激光焊接控制模式	4
1.3 界面简介	5
1.3.1 状态栏及浮动快捷栏	6
1.3.2 工艺界面	7
2 快速使用	8
2.1 选择模式	8
2.2 IO 模块接线	8
2.3 配置 IO	9
2.3.1 数字量 IO	9
2.3.2 模拟量 IO	9
2.3.3 特征文件	10
2.4 配置焊接参数	11
2.4.1 内控模式	11
2.4.2 外控模式	11
2.5 示教编程	12

2.5.1 编程示例	12
2.5.2 指令操作	13
3 指令详解	14
3.1 LaserWeldOn 激光焊开启	14
3.2 LaserWeldOff 激光焊关闭	14
3.3 LaserWeldSet 设置激光文件	14
3.4 FlyLaserWeldOff 激光焊渐进关光	15
3.5 FishLaserOn 激光点焊开启	15
3.6 LaserWireForward 送丝	16
3.7 LaserWireBackward 退丝	16
4 参数详解	17
4.1 基础参数	17
4.2 高级参数	18
4.3 内控模式-时间	19
4.4 内控模式-速度	21
5 用户自定义协议	22
5.1 自定义-默认	22
5.2 自定义-ML	23
5.3 自定义-XQL	24
5.4 自定义-CQWY	25
5.4.1 RS-232/485 接线	25
5.4.2 焊接参数	26
6 错误报警	28

1 激光焊接工艺介绍

1.1 机器人激光焊接组成



1.2 机器人激光焊接控制模式

由于激光焊接头、激光控制系统种类繁多，控制模式多，行业没有标准通信协议，机器人控制器提供两种控制模式，并支持定制协议

机器人内控模式：

机器人控制器负责运动和激光焊接工艺流程控制，可以统筹运动和工艺效果。

机器人控制器直接控制：气阀、激光发生器、激光焊枪、送丝机。

机器人外控模式：

机器人只负责运动和切换工艺号，焊机控制焊接流程，运动和工艺功能解耦。

可兼容集成商已有的大部分焊接产品，包括手动激光焊改造焊机。

机器人控制开关等简单信号，其他信号由焊机自行控制。

1.3 界面简介

进入工艺界面



1.3.1 状态栏及浮动快捷栏



浮动菜单通过手持操作示教器上的【fn2】键弹出/关闭。

第一级	第二级	功能说明
		开启激光器，真实出光
		关闭激光器，仿真出光
		手动开启保护气

		手动送丝
		手动退丝
		点动实际出光 在{基础设置}中设置手动出光时间 IO 配置输出（送气，出光，激光使能）

1.3.2 工艺界面



该图展示了激光焊接工艺界面的功能说明。界面左侧为功能菜单，右侧为主操作区域。功能说明如下：

- 基础设置**：设置控制模式、信号处理（内控及部分自定义）、设置断弧重启。
- IO配置**：数字量IO（保护气、送丝退丝、开关、报警等信号）、模拟量IO（控制功率、送丝速度）、特征文件（功率/送丝速度匹配电压）。
- 焊接参数**：设置控制模式对应参数。
- 能量跟随**：内控模式-速度模式、能量跟随曲线（机器人速度匹配功率/送丝速度）。
- 参数说明**：内控模式-时间、时序流程图。

主操作区域显示了以下配置项：

- 基础设置**：控制模式（修改需要重启）：内控模式-时间。
- 信号处理**：
 - 焊后退丝时间 (s)：1.000
 - 焊后补丝时间 (s)：1.000
 - 滞后送丝时间 (s)：0.010
 - 提前停丝时间 (s)：3.000
 - 手动送丝速度 (V)：1.800
 - 手动出光时间 (s)：0.500
- 断弧重启**：
 - 当前行重启引弧：关闭
 - 恢复速度 (mm/s)：5.00

底部按钮：默认设置、取消、保存。

2 快速使用

2.1 选择模式

内控模式和外控模式的区别是谁来控制什么时候送气、送丝、退丝、激光功率和送丝速度的缓升缓降等焊接工艺流程。

内控模式：焊接工艺流程由机器人控制器完成，一般需要接数字量输出 DO：**气检、开光、送丝、退丝**；2 个模拟量输出 AO 来控制**激光功率**和送丝机**送丝速度**；摆动开始、激光使能、PWM 根据实际需求选接。需要调整流程参数请参考 4.2 章节。

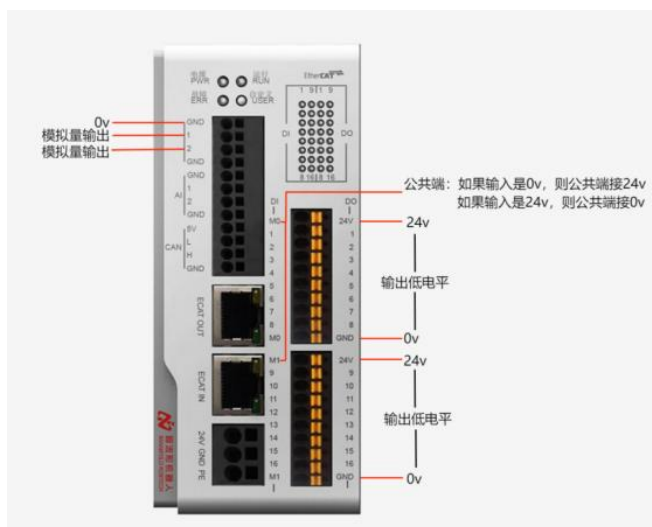
外控模式：焊接工艺流程由激光器控制器控制，一般需要接一个数字量输出 DO：**开光/激光使能**（激光器的扳机信号）用于机器人控制器与激光器控制器交互，在机器人到位开始走焊接轨迹的时候输出信号告诉激光器开始工作。

外控模式支持配置 4 个图层 IO 点位，自由组合输出对应激光器端配置至多 16 种工艺/图层。图层 IO 以及气检、开光、送丝、摆动开始 DO 如果配置都会在焊接起始点时输出，结束点停止输出。

用户自定义模式：具体参考第 5 章

2.2 IO 模块接线

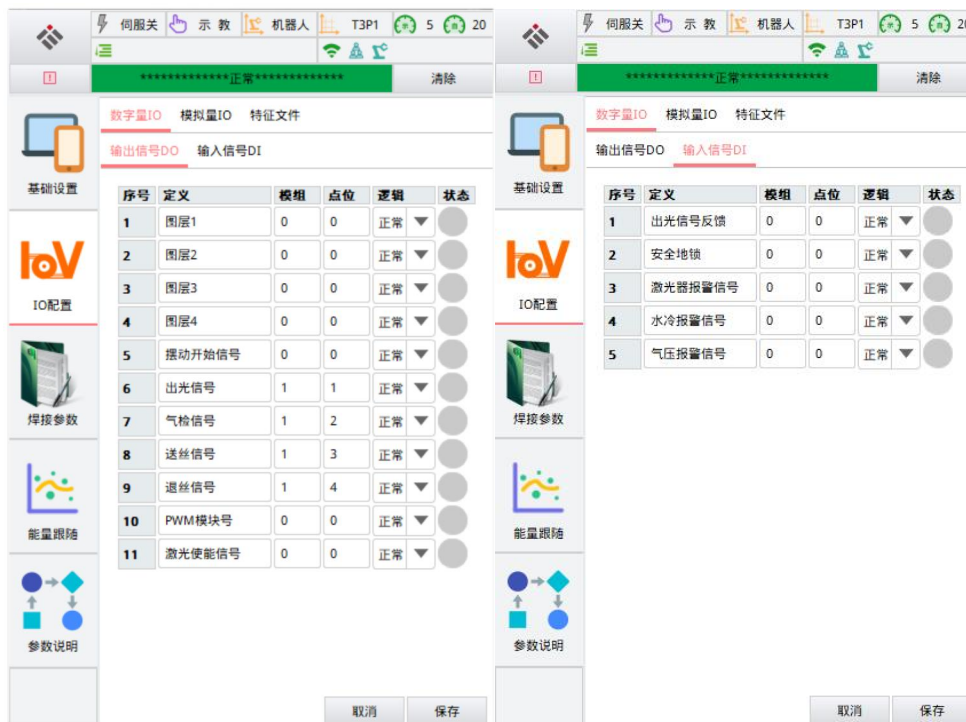
根据模式/自定义协议所需的 IO 接线，PWM（需要硬件支持，IMF-IO 模块仅 1、2、3/13、14、15、16 点位支持）。报警输入信号不区分控制模式。



2.3 配置 IO

2.3.1 数字量 IO

根据实际 IO 模块的接线，配置好模组（IO 模块个数，从 1 开始）、点位
注：配置好的点位无法强制输出，仿真运行时不会输出



2.3.2 模拟量 IO

对应 IO 模块的 AO 接线配置，输出电压:0-10V



2.3.3 特征文件



勾选有效→输入模拟量→点击发送→激光显示面板上会得到一个功率值，将其填入实际值中。填写数组功率曲线，填写完成后点击保存。

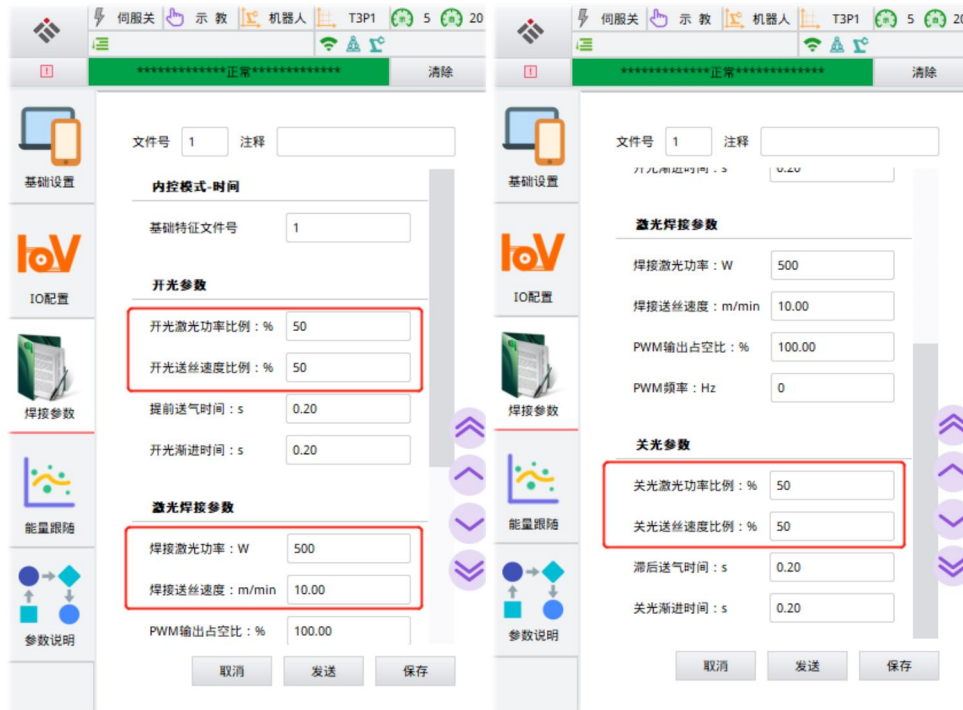
送丝速度同上。

激光功率和送丝速度共用一个文件号。

可以设置多个基础特征文件，来匹配不同的焊接参数文件。

2.4 配置焊接参数

2.4.1 内控模式



第一次调试时可以先修改标记的开光、焊接、光关的激光功率/送丝速度，其他流程参数使用默认值。

后续根据经验或测试结果调整，参数详解参考 4.1 和 4.2 章节。

2.4.2 外控模式

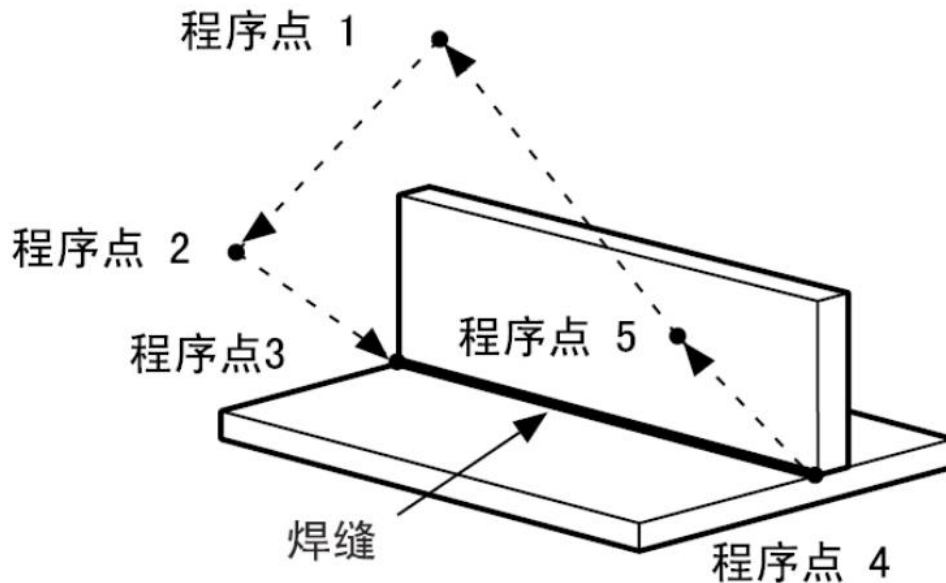


如果没有配置图层 IO，则无需设置。如果需要多种 IO 组合来表示不同的图层或者工艺，可以设置不同的 IO 组合保存在不同的文件号中，通过调用不同的焊接文件号实现。

2.5 示教编程

2.5.1 编程示例

以下图焊接工件为例



PROGRAM Movj P=#P1 V=20% BI=0%; //关节运动 Movl P=#P2 V=200mm/s BI=0mm; // Movl P=#P3 V=200mm/s BI=0mm; // LaserWeldOn File=1; //激光焊开启; Movl P=#P4 V=10mm/s BI=0mm; //直 LaserWeldOff ; //激光焊关闭; Movj P=#P5 V=20% BI=0%; //关节运动	laser: main 快速移动到程序点 1，待机点。 快速移动到程序点 2，准备点。 移动到程序点 3，焊接起始点。 开光指令 走焊接轨迹，直线移动到程序点 4 光关指令 移动到程序点 5，安全点
--	--

编写完程序后，需要验证程序和点位，可以将激光设为仿真，让机器人空跑一遍。通过{Fn2}键打开浮动快捷键，通过{关光}按钮关闭激光。

在试运行成功没有问题后，打开激光器真实焊接。

注：示教点位时，焊丝应在运动方向的前面。焊丝应该是拉着走，而不是推着走。焊丝要在熔池中，即示教起始点时焊丝应该有点下压。

2.5.2 指令操作



在{命令一览}中选择激光焊指令插入，也可以通过下图的快捷方式插入开光关光指令。



3 指令详解

3.1 LaserWeldOn 激光焊开启

指令示例	LaserWeldOn File=1 Time=0;	
设置界面		
参数说明	File	选择对应配置好的焊接参数文件。
注意事项	与 LaserWeldOff 指令搭配使用	

3.2 LaserWeldOff 激光焊关闭

指令示例	LaserWeldOff Time= 0;
------	-----------------------

3.3 LaserWeldSet 设置激光文件

指令示例	LaserWeldSet File=1 Dis=0;	
设置界面		
参数说明	File	选择对应配置好的焊接参数文件
	Dis	提前距离，功能预留，暂不生效
注意事项	该指令目前只支持： 模拟量控制激光功率的切换；图层模式图层 IO 的切换 默认提前 3mm 开始解析该指令	

3.4 FlyLaserWeldOff 激光焊渐进关光

指令示例	FlyLaserWeldOff Dis1=0.5 Dis2=0.2 T=0;	
设置界面		
参数说明	Dis1	距离目标点该距离激光功率和送丝速度开始渐变，到达目标点时降为关光的激光功率和送丝速度
	Dis2	距离目标点该距离开始停止送丝，如果设置了焊后退丝时间会开始退丝
	Time	机器人运动到目标点后的停留时间
注意事项	该指令只适用于内控模式	

3.5 FishLaserOn 激光点焊开启

指令示例	FishLaserOn File=1 T1=0.5 T2=0.5;	
设置界面		
参数说明	File	选择对应配置好的焊接参数文件。
	T1	点焊焊接的持续时间，单位 s
	T2	间隔空走的时间，单位 s
注意事项	该指令只适用于内控模式	

3.6 LaserWireForward 送丝

指令示例	LaserWireForward Time=1;	
设置界面		
参数说明	Time	送丝时间，单位 s
注意事项	该指令只适用于内控模式，焊接过程不生效	

3.7 LaserWireBackward 退丝

指令示例	LaserWireForward Time=1;	
设置界面		
参数说明	Time	退丝时间，单位 s
注意事项	该指令只适用于内控模式，焊接过程不生效	

4 参数详解

4.1 基础参数



参数列表：

序号	参数名称	参数说明
1	控制模式	不同的控制模式，机器人控制器控制的信号不同，具体参考 2.1 模式选择及第 5 章自定义协议
2	焊后退丝时间(s)	用于设置焊接完成后焊丝回退的持续时间，防止粘丝， 仅内控模式及部分定制协议有效
3	焊后补丝时间(s)	在焊后退丝后补偿送丝的时间，来保证下次焊接的焊丝长度， 仅内控模式及部分定制协议且只在焊后退丝时间有效 (>0) 时生效
4	滞后送丝时间(s)	开光后送丝机滞后送丝的时间，防止开光渐进（缓升）阶段

		焊丝未完全融化， 仅内控模式及部分定制协议有效
5	提前停丝时间(s)	机器人到位后进入关光渐进阶段，比出光信号关闭提前停止送丝的时间，防止关光渐进（缓降）时粘丝， 仅内控模式及部分定制协议有效，使用提前距离渐进关光则此参数无效
6	手动送丝速度(v)	手动送丝或者焊后回抽时送丝机的速度。
7	手动出光时间(s)	FN2 快捷键{测试}时出光的时间
8	当前重启引弧	开启/关闭
9	恢复速度 (mm/s)	恢复到断弧点的速度

4.2 高级参数



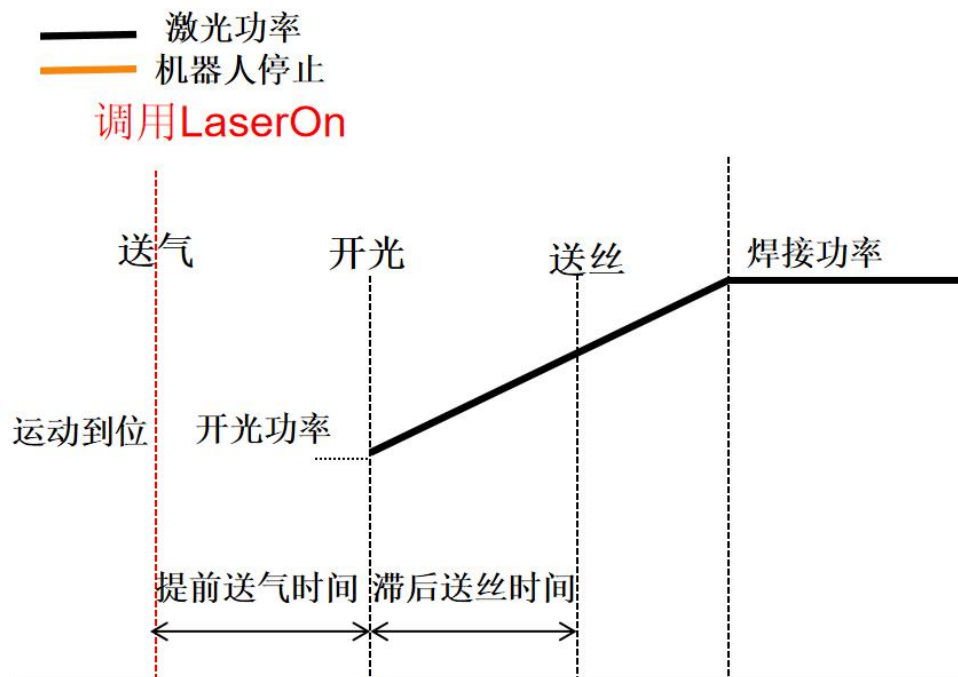
参数列表：

序号	参数名称	参数说明
----	------	------

1	粘丝地锁检查	需要配置送丝 IO 和安全地锁 IO，在关光结束后通过安全地锁 IO 信号来检查是否粘丝，粘丝则报警
2	镜片使用超时警告	镜片已使用时长 $\geq$ 设置镜片使用时长报警；【激光焊开启】时检查
3	设置镜片使用时长	镜片使用时间的限制时间，用于超时报警
4	镜片已使用时长	统计指令【激光焊开启】-【激光焊关闭】的时间

4.3 内控模式-时间

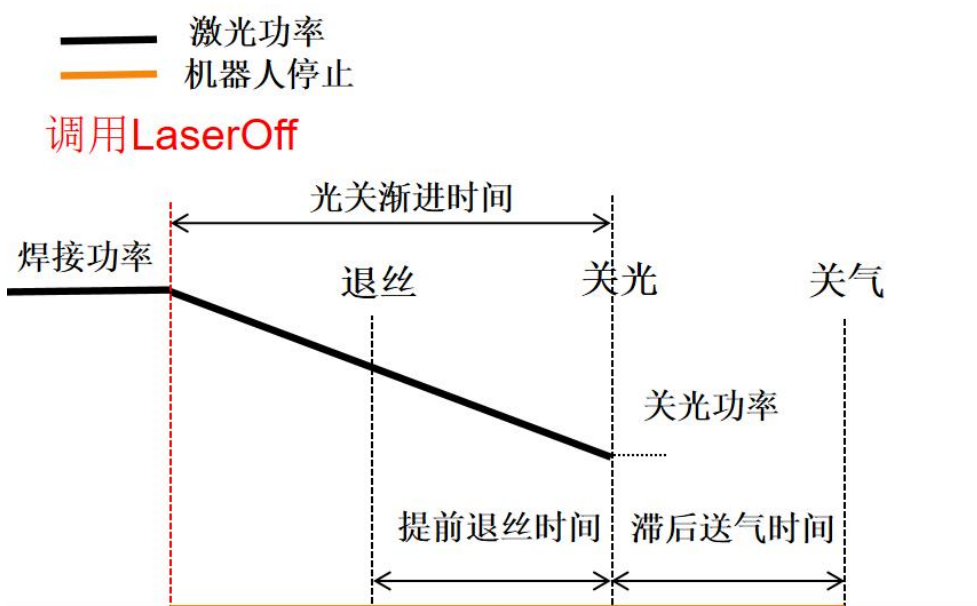
内控模式-时间的开光执行流程及对应的参数如下图：



内控模式-时间的关光流程有两种方式

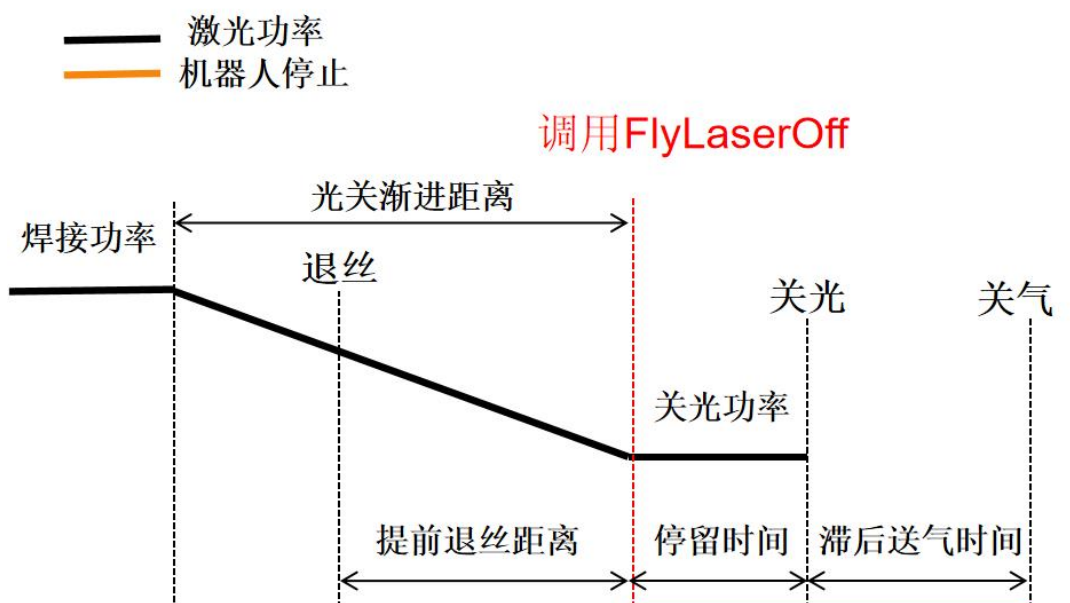
方式一：

机器人到位后，机器人静止并开始关光渐进，关光指令为 LaserWeldOff 指令。对应参数如下图：



方式二：

机器人提前目标点一定距离开始关光渐进，关光指令为 FlyLaserWeldOff 指令。对应参数如下图：



注：提前退丝距离不宜设太长，会导致收弧位置不饱满，推荐设置为 0.2 左右，主要用于防粘丝。具体数值以实际调试为准。

4.4 内控模式-速度

整个焊接流程的激光功率和送丝速度随着机器人的运动速度变化而变化

参数列表：

序号	参数名称	参数说明
1	基础特征文件号	模拟量与激光功率送丝速度的匹配的特征文件号
2	能量跟随曲线文件号	机器人运动速度与激光功率送丝速度的匹配的曲线文件号
3	提前送气时间：ms	设置开光前的送气时间，用以保护焊接区
4	滞后送气时间：ms	设置关光后的送气时间，用以保护焊缝

5 用户自定义协议

5.1 自定义-默认

默认类型只对激光器做简单控制，在焊接过程激光功率/送丝速度为设定的固定值。



参数列表：

序号	参数名称	参数说明
1	基础特征文件号	模拟量与激光功率送丝速度的匹配的特征文件号
2	激光功率设定值 (w)	设定激光功率
3	送丝速度设置值 (m/min)	设置送丝速度

5.2 自定义-ML

机器人端只需设置图层和发送激光使能信号，其余都有激光器控制系统控制。

所以接线需要接 3 个数字量 IO：激光使能信号，图层 1，图层 2；

在设置焊接参数时设置图层 1（0/1）和图层 2（0/1）来组合不同的工艺。



5.3 自定义-XQL

自定义-XQL 分为两种模式，时间模式和速度模式

时间模式和默认类型一样，设定固定功率；

速度模式：激光功率（送丝速度）会随着机器人的运动速度改变，需要设置能量跟随曲线文件号



5.4 自定义-CQWY

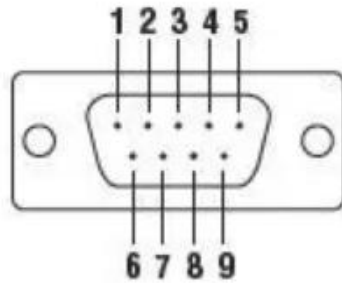
机器人控制器与激光控制系统通过 modbus_rtu 协议通讯

激光器控制系统走 485，送丝机系统走 232

所有开放参数均可通过示教器设置

5.4.1 RS-232/485 接线

接 232 时需要注意，如控制器端 2 号针脚为 232_RX 接收应接另一端的发送（TX）



序号	名称	说明
1	VCCS_CAN	CAN 电源 24V
2	RS232_RX	串口 232 通信接收
3	CAN_L	CAN 低电平（新版本控制器取消 CAN，将 CAN 接口设计到了 I/O 模块上）
4	RS485-	串口 485 通信低电平
5	GND	接地
6	CAN_GND	CAN 接地（新版本控制器取消 CAN，将 CAN 接口设计到了 I/O 模块上）
7	RS232_TX	串口 232 通信发送
8	CAN_H	CAN 高电平（新版本控制器取消 CAN，将 CAN 接口设计到了 I/O 模块上）

9	RS485+	串口 485 通信高电平
---	--------	--------------

5.4.2 焊接参数

伺服关

示教

机器人

T3P1

5

20

*****正常*****

清除

文件号 1 注释

基础参数 激光器参数 送丝机参数

基础设置

IO配置

焊接参数

能量跟随

参数说明

开光参数

开光激光功率比例：% 20

开光送丝速度比例：% 20

提前送气时间：ms 200.00

开光渐进时间：ms 200.00

关光参数

关光激光功率比例：% 10

关光送丝速度比例：% 10

滞后送气时间：ms 200.00

关光渐进时间：ms 200.00

取消 发送 保存

参数列表：

序号	参数名称	参数说明
1	开光激光功率比例： %	开光时的激光功率： 为焊接时激光功率的百分比
2	开光激光送丝比例： %	开光时的送丝速度： 为焊接时送丝速度的百分比
3	提前送气时间： ms	设置开光前的送气时间，用以保护焊接区
4	开光渐进时间： ms	开光功率过渡到焊接功率的时间
5	关光激光功率比例： %	关光时的激光功率： 为焊接时激光功率的百分比

6	关光激光送丝比例： %	关光时的送丝速度： 为焊接时送丝速度的百分比
7	滞后送气时间： ms	设置关光后的送气时间，用以保护焊缝
8	关光渐进时间： ms	焊接功率过渡到关光功率的时间

激光器参数与送丝机参数参考超强伟业说明书。



模拟量 IO:

对于没有通讯协议的激光器控制系统通常使用模拟量来控制激光功率和送丝速度。即用-10V~10V 的模拟量输出电压来匹配不同的激光功率和送丝速度。

6 错误报警

错误代码	错误信息	错误分析	解决办法
80080001	level = "error" source = "laserweld" message/en = "LaserWeldOn cmd param file error" message/chs = "LaserWeldOn	焊接数据库打开失败	检查数据库连接
80080002	level = "error" source = "laserweld" message/en = "laser basic parameters files open failed" message/chs =	"激光焊接基础参数文件 打开失败"	
80080003	level = "warn" source = "laserweld" message/en = "analog(wire speed)property file id = %1 config error" message/chs =	"模拟量(送丝速度)特性 文件 %1 配置错误"	
80080004	level = "warn" source = "laserweld"	"PWM 特性文件 %1 配置错误"	

	message/en = "pwm property file id = %1 config error" message/chs =		
80080005	level = "error" source = "laserweld" message/en = "layer1 DO is occuppied" message/chs =	"图层 1 DO 被占用"	
80080006	level = "error" source = "laserweld" message/en = "layer1 DO is occuppied" message/chs =	"图层 2 DO 被占用"	
80080007	level = "error" source = "laserweld" message/en = "wave DO is occuppied" message/chs =	"摆动 DO 被占用"	
80080008	level = "error" source = "laserweld" message/en = "laseron DO is occuppied" message/chs =	"出光 DO 被占用"	
80080009	level = "error" source = "laserweld" message/en = "gas out DO is occuppied" message/chs =	"气检 DO 被占用"	

8008000A	level = "error" source = "laserweld" message/en = "wire_forward DO is occuppied" message/chs =	"送丝 DO 被占用"	
8008000B	level = "error" source = "laserweld" message/en = "wire_backward DO is occuppied" message/chs =	"退丝 DO 被占用"	
8008000C	level = "error" source = "can" message/en = "laser enable DO is occuppied" message/chs =	"激光使能 DO 被占用"	
8008000D	level = "error" source = "can" message/en = "laser stable DI is occuppied" message/chs =	"激光出光稳定反馈 DI 被占用"	
8008000E	level = "error" source = "laserweld" message/en = "analog(wire speed) AO is occuppied" message/chs =	"模拟量(送丝速度) AO 被占用"	
8008000F	level = "error" source = "laserweld" message/en = "PWM DO is occuppied"	"PWM DO 被占用"	

	message/chs =message/chs =		
80080010	level = "error" source = "laserweld" message/en = "PWM DO port error" message/chs =	"PWM DO 端口不支持"	
80080011	level = "error" source = "laserweld" message/en = "laser data base open error" message/chs =	"激光焊接数据库打开失败"	
80080012	level = "error" source = "laserweld" message/en = "safety ground DI is occuppied" message/chs =	"安全地锁信号 DI 被占用"	
80080013	level = "error" source = "laserweld" message/en = "laser alarm DI is occuppied" message/chs =	"激光器报警信号 DI 被占用"	
80080014	level = "error" source = "laserweld" message/en = "water alarm DI is occuppied" message/chs =	"水箱报警信号 DI 被占用"	
80080015	level = "error" source = "laserweld" message/en = "gas alarm DI is occuppied" message/chs =	"气阀报警信号 DI 被占用"	
80080016	level = "error" source = "laserweld"	"激光功率模拟量 AO 被占用"	

	message/en = "laser power AO is occuppied" message/chs =		
80080017	level = "error" source = "laserweld" message/en = "safety ground disconnect" message/chs =	"安全地锁信号断开"	
80080018	level = "error" source = "laserweld" message/en = "laser alarm" message/chs =	"激光器报警"	
80080019	level = "error" source = "laserweld" message/en = "water alarm" message/chs =	"水箱报警"	
8008001A	level = "error" source = "laserweld" message/en = "gas alarm" message/chs =	"气阀报警"	
8008001B	level = "error" source = "laserweld" message/en = "ModbusRTU485 error" message/chs =	"ModbusRTU485 通信错误"	
8008001C	level = "error" source = "laserweld" message/en = "ModbusRTU232 error" message/chs =	"ModbusRTU232 通信错误"	
8008001D	level = "error" source = "laserweld"	"图层 3 DO 被占用"	

	message/en = "layer3 DO is occuppied" message/chs =		
8008001E	level = "error" source = "laserweld" message/en = "layer4 DO is occuppied" message/chs =	"图层 4 DO 被占用"	
8008001F	level = "error" source = "laserweld" message/en = "The laser type does not support switching parameters" message/chs =	"该激光类型不支持切 换参数"	