

FTC10C 电容调高器安装及使用指南

AU3TECH Intelligent Technology Co. Ltd

Email: info@au3tech.com

Web: www.au3tech.com

调高器软件版本号: Ver: 5.43

1. 产品概述

FTC10C 电容调高器（以下简称 FTC10C, 或者 FTC10C 调高器）是光纤激光切割机焦点跟随控制器。它运用电容感应原理实时跟踪并调整激光浮头与加工工件之间的距离，使工件切割点始终保持在激光头聚焦的最佳位置，能大幅度提高被加工物体表面平整程度，提高加工速度并降低加工过程中所造成的原材料损耗。

2. 产品外观，如图 2-1

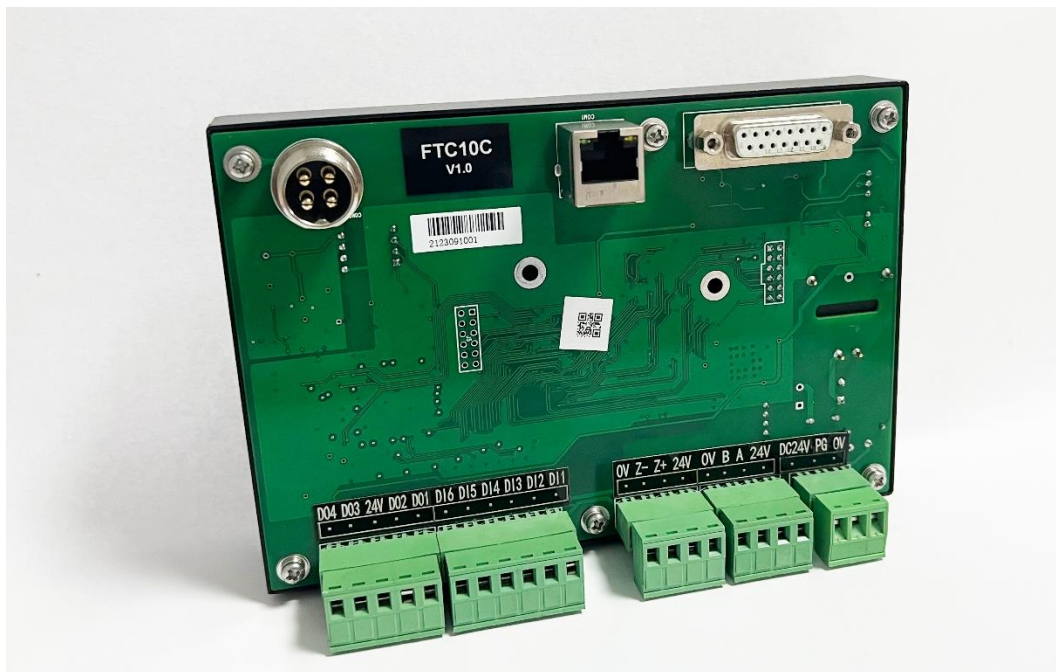


图 2-1

产品特点:

智能控制 Smart

- 一键自动标定, 0.1mm 至 10mm 范围电容值精确采集标定
- 完美支持不同类型电容感应喷嘴, 支持平板、精细、3D、管材、机器人等多种切割应用

- 支持灵敏度、停靠高度、运行速度、穿孔高度等参数实时设置
- 支持板材缺失/碰撞等异常情况的自动识别，支持与上位机多路通信

稳定可靠 Reliable

- 支持松下、安川、台达、富士、汇川等各品牌伺服电机，跟随速度更快，响应时间更短
- 实时多状态显示、多路 I/O 口状态展示、Z 轴坐标实时显示，方便用户查看系统运行状况
- 专业的抗干扰设计，支持与板材的微间隙(最低可 0.2mm)跟随，效果更稳定，重复定位精度更高

3. 产品及附件清单，如表 3-1

表 3-1，调高器、前置放大器、信号线、伺服控制线等物料，具体清单如下：

部件	数量	备注	图片
FTC10C 电容调高器	1pcs	安装尺寸（如图 3-1）	
放大器	1pcs	颜色以实物为准；安装尺寸（如图 3-2）	
信号传输线	1pcs	M16-4*15m（颜色以实物为准）	
电容信号线	1pcs	15cm	

伺服控制线	1pcs	根据不同伺服驱动器品牌 对应配置，长度 2.5m	
-------	------	-----------------------------	---

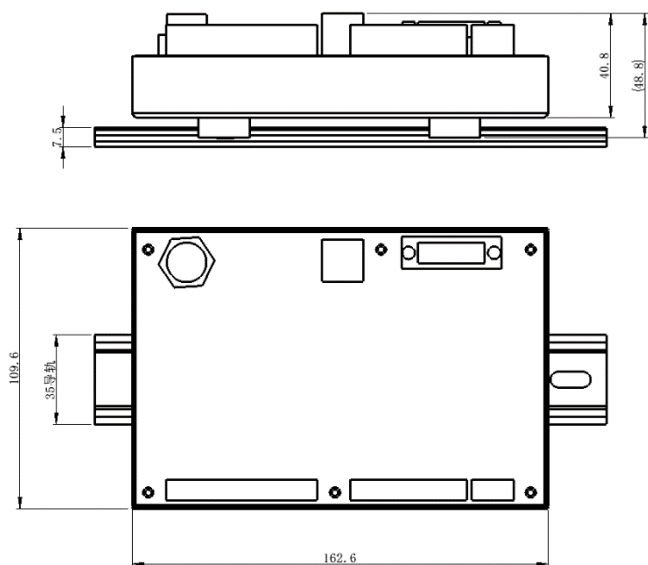


图 3-1

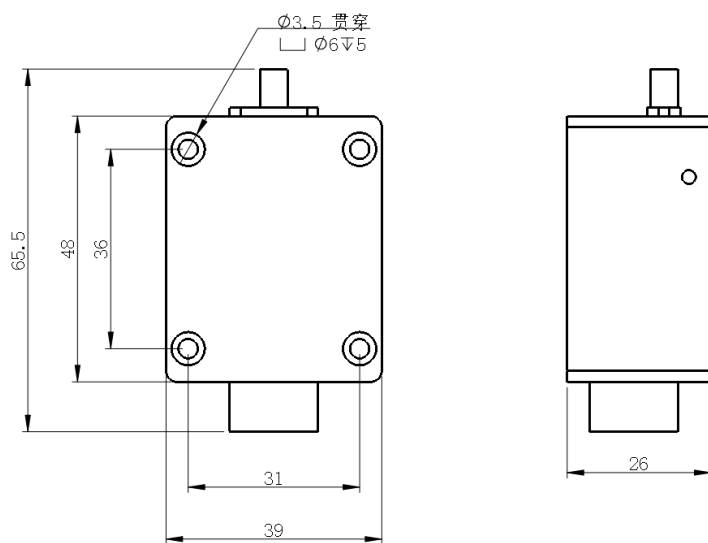


图 3-2

4. 接线示端口示意图（如图 4-1）

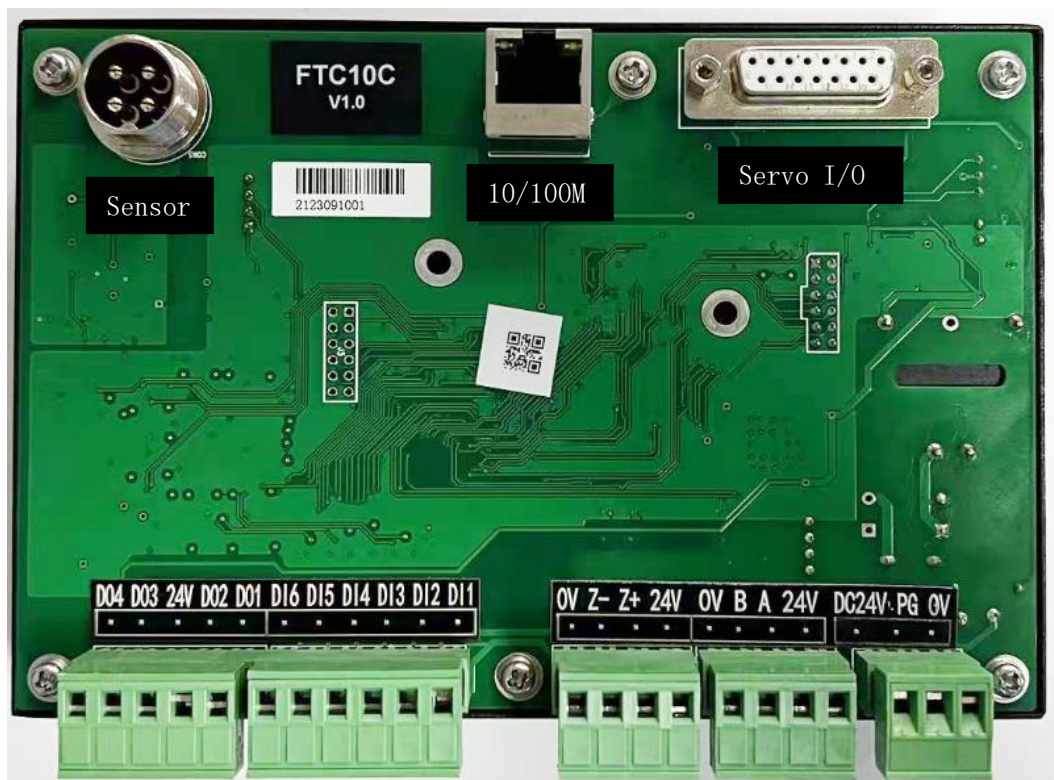


图 4-1

表 4-1，FTC10C 调高器接线端口定义

端口名称	端口说明	备注
DC24V PG 0V	FTC10C 调高器供电	开关电源规格： DC24V-10A
0V B A 24V	RS485 通讯端口	
0V Z- Z+ 24V	FTC10C 上/下限位，Z-为下限位，Z+为上限位	
DI6 DI5 DI4 DI3 DI2 DI1	输入端口*6	低电平有效
D04 D03 24V D02 D01	输出端口*4	低电平输出
Sensor	放大器接口	航插 M16-4
10/100M	网口	
Servo I/O	伺服驱动器接口	DB15 母头

表 4-2，输入/输出端口管脚定义

输入端口号	作用		输出端口号	作用
D1I	随动信号		D01	告警信号
DI2	穿孔信号		D02	随动到位信号
DI3	回原点信号		D03	上抬到位信号
DI4	点动上信号		D04	穿孔到位信号
DI5	点动下信号			
DI6	随控信号			

5. 伺服接线及伺服参数配置

FTC10C 调高器采用模拟量的控制方式，调高器输出 $\pm 10V$ 模拟量电压控制伺服驱动器。可配合多种伺服电机：包括松下、安川、台达、富士、汇川等，应用在中小功率激光切割 Z 轴随动系统上时，推荐采用松下多功能型伺服驱动器及伺服电机。

FTC10C Servo I/O 伺服电机控制接口（DB15 母头），如图 5-1

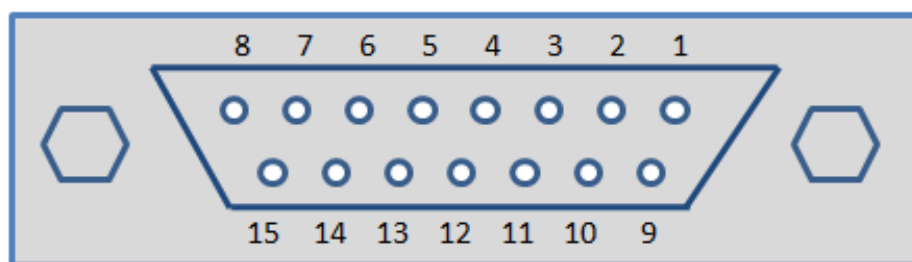


图 5-1

表 5-1，FTC10C Servo I/O 伺服接口管脚定义

引脚	信号名	作用	引脚	信号名	作用
1	DA	$\pm 10V$ 模拟量输出	9	AGND-	模拟量地
2	OS	零速钳位	10	0V	电源地
3	A+	编码器 A 相正	11	A-	编码器 A 相负

4	B+	编码器 B 相正		12	B-	编码器 B 相负
5	Z+	编码器 Z 相正		13	Z-	编码器 Z 相负
6	SON	伺服使能		14	ALM+	报警信号
7	CLR	告警清除		15	0V	电源地
8	24V	电源输出				

FTC10C 调高器与松下 A5/A6 系列伺服驱动对接图，如图 5-2

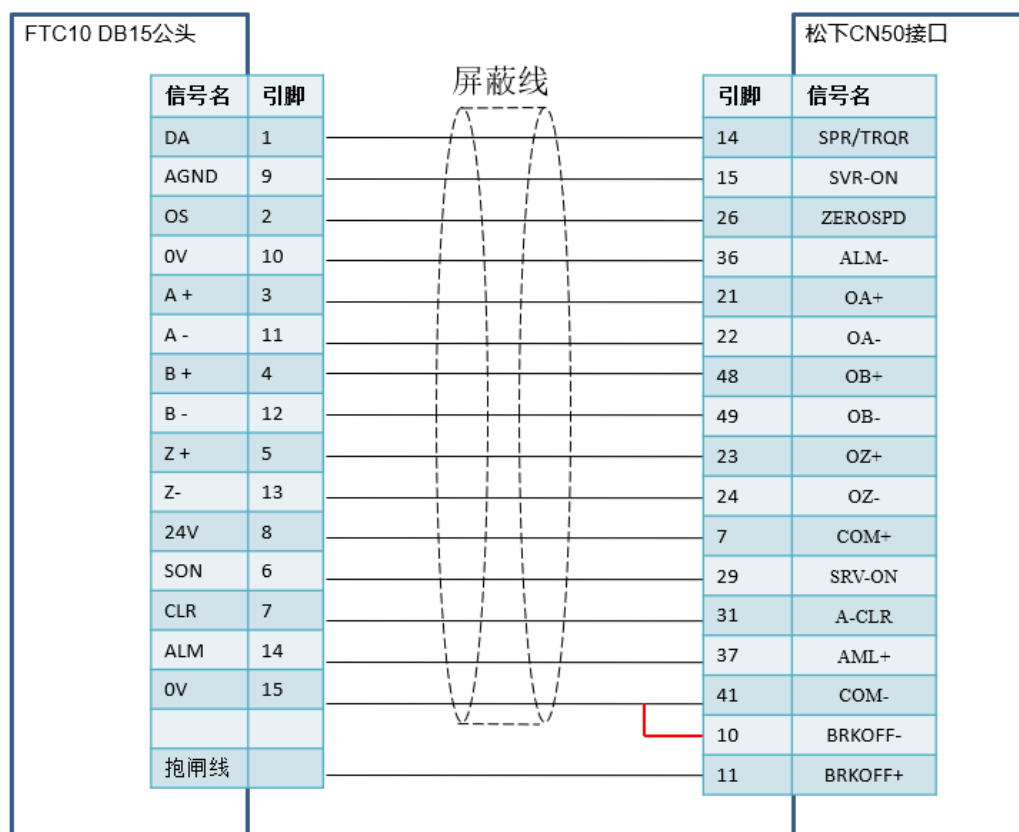


图 5-2

表 5-2，松下 A5/A6 系列伺服电机驱动器参数设置

参数	默认值	设置值	含义
PR001	0	1	电机控制模式，必须设置为速度模式。
PR003	13	17	伺服刚性，根据实际情况调整，刚性设置太小，电机容易过冲；设置太大，电机运行噪声增大，容易发热。

PR315	0	1	打开零速箝位功能。
-------	---	---	-----------

FTC10C 调高器与台达 B2/B3 系列伺服驱动器对接图，如图 5-3

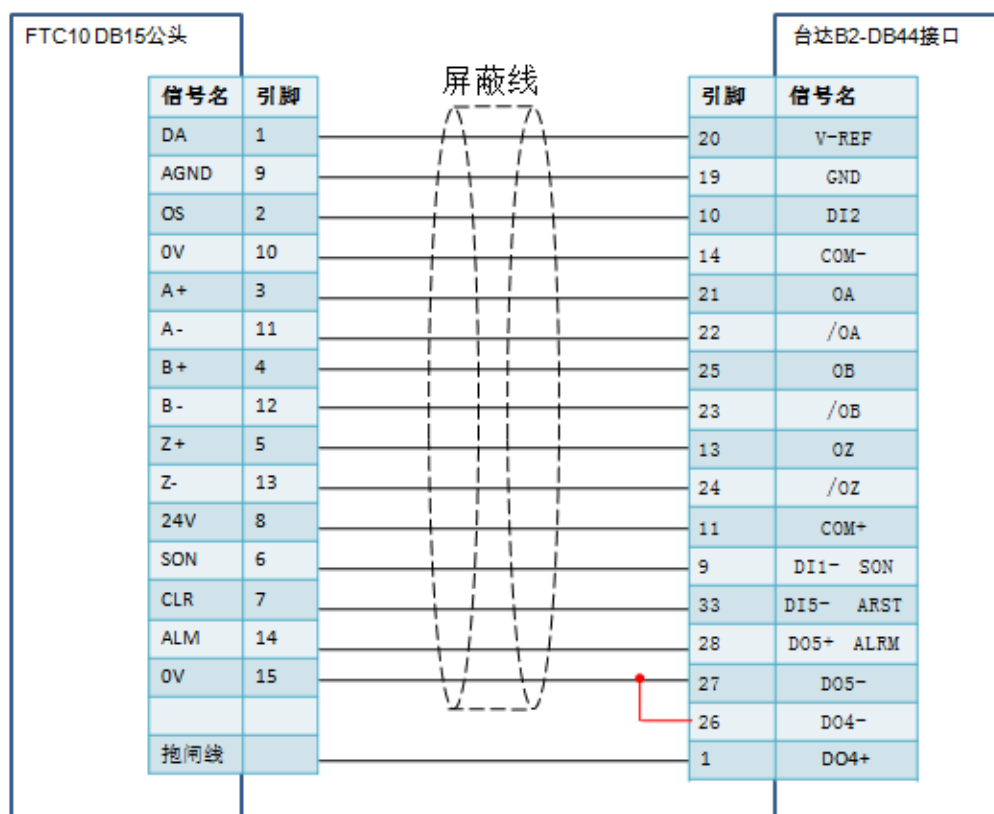


图 5-3

表 5-3，台达 B2/B3 系列伺服电机驱动器参数设置

参数	设置值	含义
P1-01	002	电机控制模式，必须设置为速度模式。
P1-38	2000	将零速箝位值设为最大。
P1-40	5000	对应调高器的速度增益500 rad/V/min。
P2-10	101	DI1 设置为 SON 伺服使能，逻辑为常开。
P2-11	105	开启零速钳位功能。
P2-12	114	将速度命令设置为外部模拟量控制。

P2-13	115	将速度命令设置为外部模拟量控制。
P2-14	102	DI5 设置为 ARST 清除报警功能，逻辑为常开。
P2-15	007	DI6 不规划功能
P2-16	007	DI7 不规划功能
P2-17	007	DI8 不规划功能
P2-22	007	D05 设置为 ALRM 伺服报警功能，逻辑为常闭。

FTC10C 调高器与安川 $\Sigma 7$ 系列伺服驱动器对接图，如图 5-4

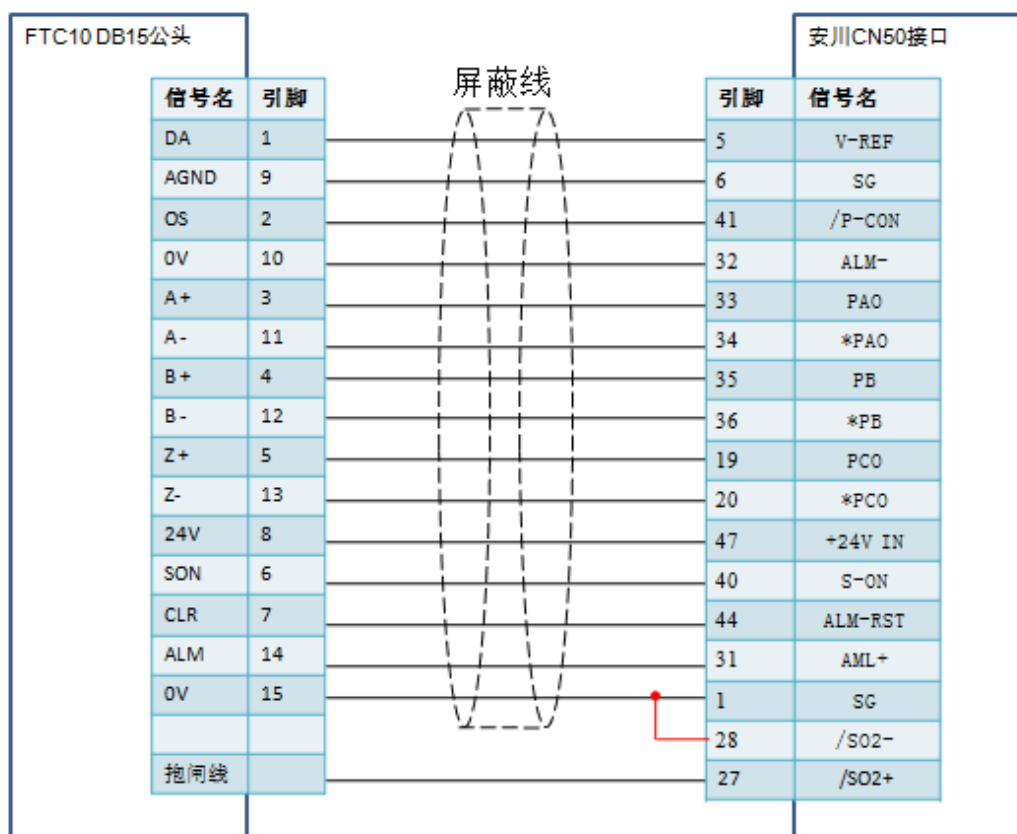


图 5-4

表 5-4，安川伺服电机驱动器参数设置

参数名	推荐值	含义
Pn000	00A0	为带零位固定功能的速度控制。

Pn00B	0101	采用 220V 单相电源输入时改成 0101, 最后一位让 100, 102, 103 参数可见
Pn170	1400	使免调整功能无效, 设置完后需重新上电才生效。
Pn212	2500	每转编码器输出的脉冲数, 对应调高器的每转脉冲参数 10000
Pn300	6.00	对应调高器的速度增益 500r/v/min。
Pn501	10000	零位固定值。
Pn50A	8101	正传侧可驱动, 输入信号为可变更分配状态。
Pn50B	6548	反转侧可驱动。
Pn50D	888A	零位固定信号分配至 CN1 第 41 脚, 初始为 H
Pn100	0030.0	速度环增益, 调整电机刚性。刚性过大, 电机容易震动, 甚至啸叫; 刚性太小, 会导致电机无法运转。用户可根据负载情况设置。
Pn102	0030.0	位置环增益, 调整电机刚性, 刚性过大, 电机容易震动, 甚至啸叫; 刚性太小, 会导致电机无法运转。用户可根据负载情况设置。
Pn103	0650	转动惯量比。推荐值仅供参考, 用户需根据自身负载情况整定。该值过大或者过小均会影响运动性能。

FTC10C 调高器与雷赛 L7RS 系列伺服驱动器对接图, 如图 5-5

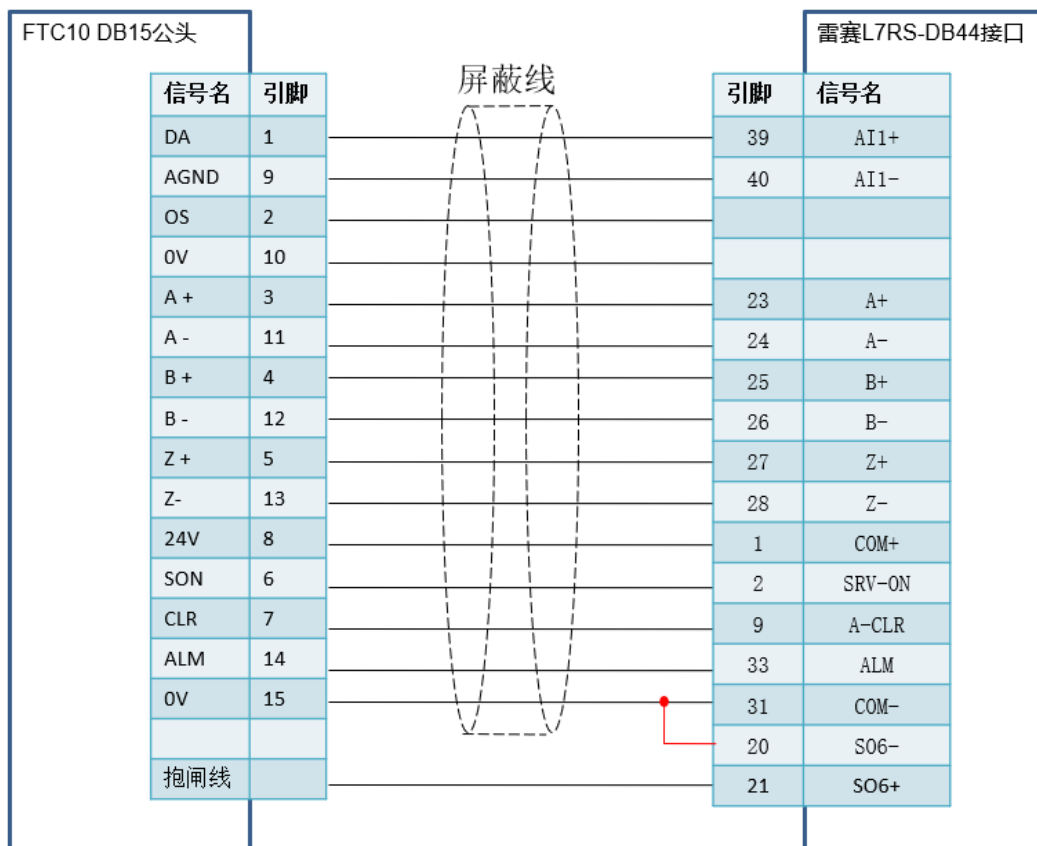


图 5-5

表 5-5，雷赛 L7RS 系列伺服电机驱动器参数设置（调高器伺服类型可选：松下）

参数名	推荐值	含义
PA001	0001	为带零位固定功能的速度控制
PA002	0001	设定实时自动调整模式
PA003	20	伺服刚性，根据实际情况调整，刚性设置太小，电机容易过冲；设置太大，电机运行噪声增大，容易热
PA004	200	惯量比，根据实际情况调整
PA303	1	将速度指令输入反转
PA312	30	加速时间，根据实际情况调整
PA313	30	减速时间，根据实际情况调整
PA315	2	零速钳位模式：由内部PA316设定零速
PR316	30	零速钳位速度

FTC10C 调高器与富士 A5-SMART-PULS 系列伺服驱动器接线，如图 5-6

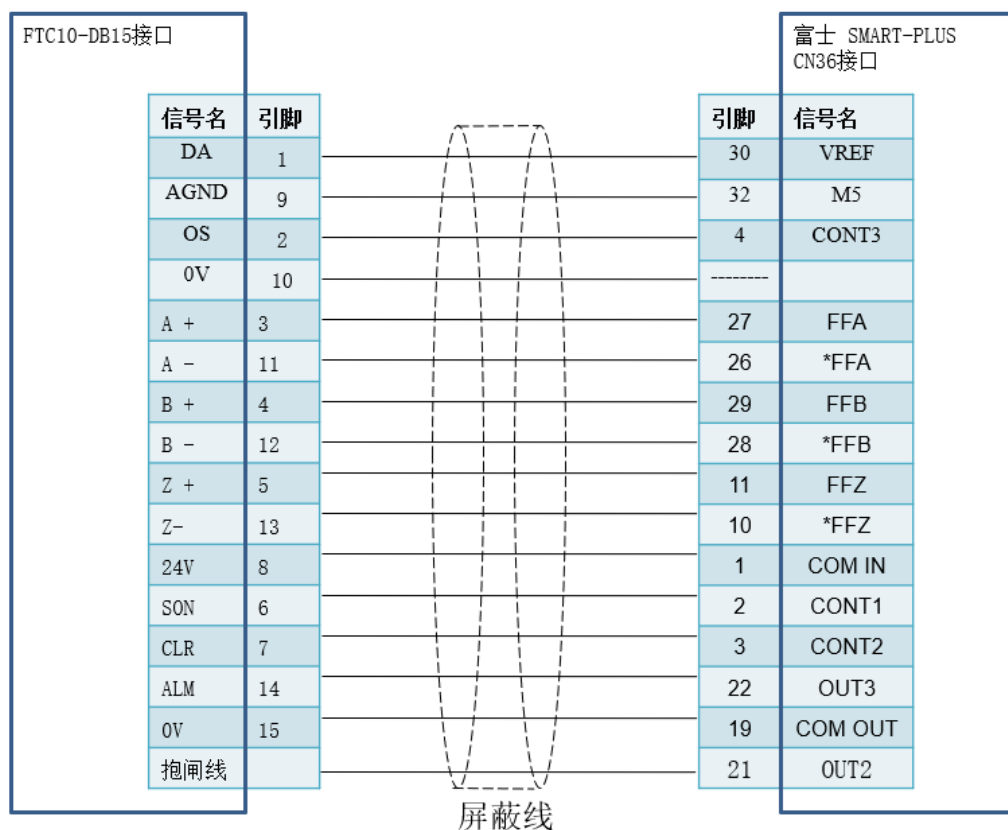


图 5-6

表 5-6，富士 A5-SMART-PULS 系列伺服驱动器参数设置

参数名称	参考值	含义
P1-01	1	速度模式
P1-08	2500	每旋转 1 周的输出脉冲数，对应每转脉冲数 10000
P3-01	1	将 CONT1 配置为伺服使能
P3-02	11	将 CONT2 配置为报警清除
P3-03	2	将 CONT3 配置为正转指令
P3-31	6	对应调高器上的速度增益 500r/v/min

FTC10C 调高器与汇川 620P 系列伺服驱动器接线，如图 5-7

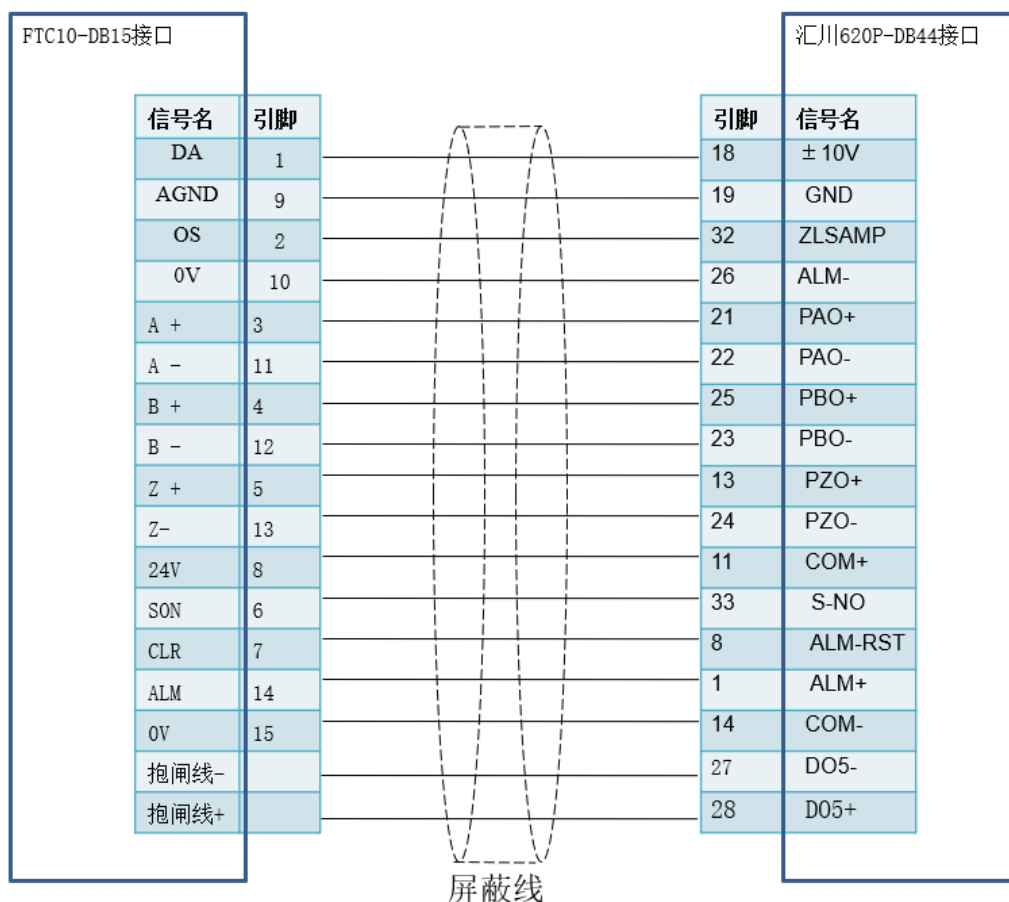


图 5-7

表 5-7，汇川 620P 系列伺服驱动器参数设置

参数名称	默认值	设置值	含义
H02-00	1	0	选择速度模式
H03-80	3000	3000	设置 10V 对于转速
H04-07	0	1	设置伺服告警输出为高电平
H06-00	0	2	设置主速度来源为 A2
H06-02	0	0	设置主速度来源 A
H06-15	10	6000	设置零速钳位阈值
H09-00	0	2	用刚性表示增益参数
H09-01	12	推荐值 16	设置刚性，根据实际使用情况调整数值大小

FunIN. 12		有效	启用零速钳位功能
H04-08	16	9	D05 端子功能选择：将 D05 分配成抱闸信号
H04-09	0	0	D05 端子逻辑选择：0 低电平，1 高电平，根据抱闸接线情况配置

6. FTC10C 安装调试

6.1. 环境要求

◆ 切割机床需严格接地，接地要求需满足国家标准（接地标准不低于 D 类）。

6.2. 上电前准备

※ 用户自备 DC24V-10A 开关电源及导线，将 DC24V 与 FTC10 连接。

完成整套系统的安装后，请用万用表 200 欧姆或以下档位测试以下几个点：确保以下各点之间电阻值在<8 欧姆，确保接地正常，否则影响跟随效果，可能导致抖动等问题出现。

- ◆ 电机驱动器与机床
- ◆ FTC10C 控制盒与机床
- ◆ 放大器外壳与 Z 轴滑台
- ◆ 被加工工件与机床
- ◆ 机床与大地

6.3. FTC10C 上电及上/下限位确认

FTC10C 首次上电前，请调好伺服驱动器参数，接好上下限位开关（光电开关只支持 NP 型），常开/常闭类型都支持，并断开输入信号（DI1—DI6）。

6.4. FTC10C 与数控板卡连接方式

FTC10C 应用在数控板卡+SC2000 系列平面软件时，只需一根网线连接板卡网口即可，控制方式为：网口；当使用 SC TUBE 切管软件时，需一根网线将调高器与板卡网口连接，另外 DI6 随控信号与板卡输出口 D01—D08 任意端口连接，然后 COM1/COM2 必须接 0V。示例：如图 6-1（具体配置方法请参考奥森迪科切管软件说明书）。

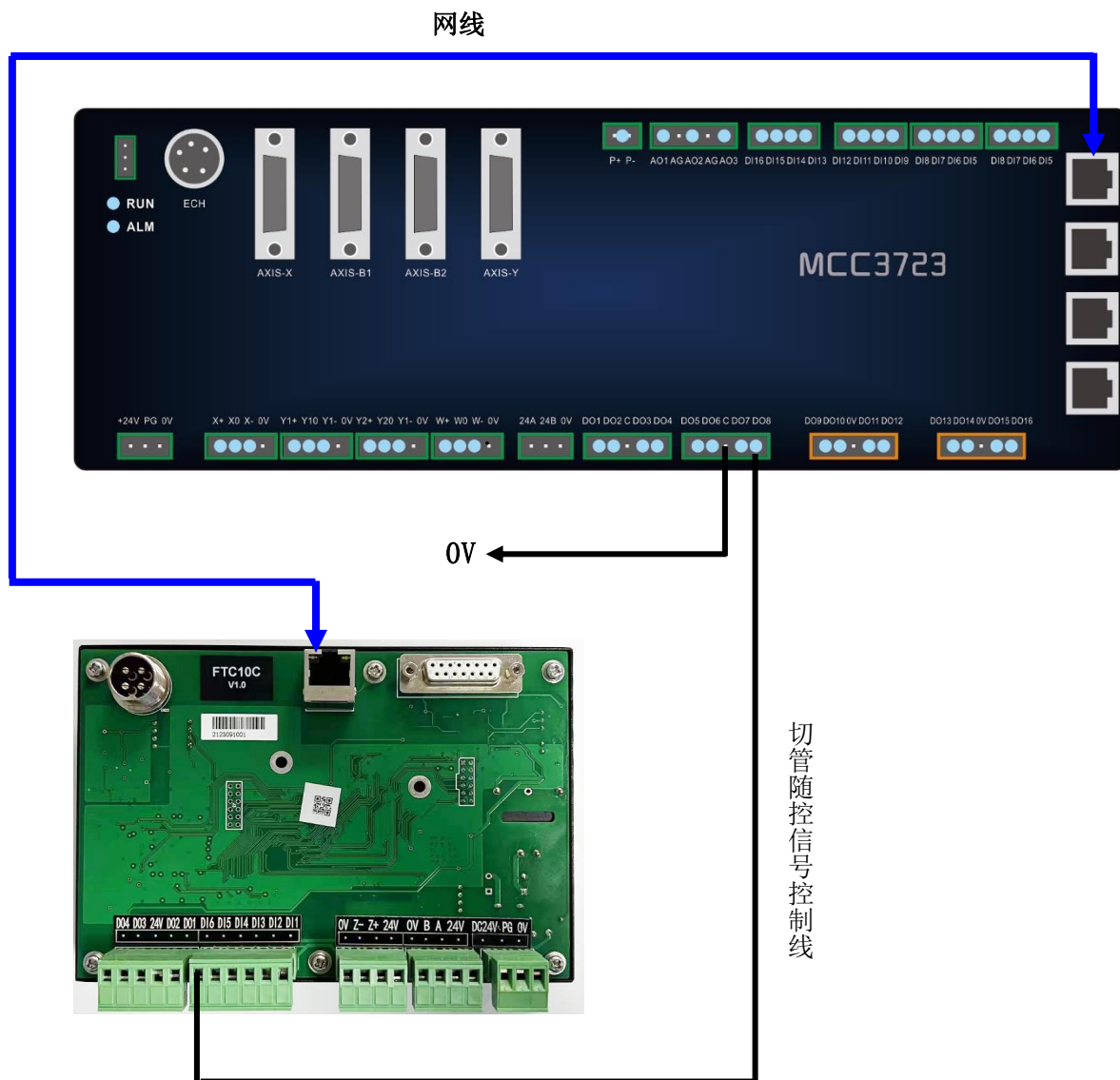


图6-1

6.5. FTC10C 与 SC2000 平面软件配置参数

打开 SC2000 软件，进入系统分析—调高器即可查看或修改调高器参数，如图 6-2

浮头标定

运行参数

调高跟随速度 200 mm/s

调高上抬速度 300 mm/s

慢速点动速度 10 mm/s

快速点动速度 50 mm/s

调高停靠高度 20 mm

运行状态

产品型号	3762
软件版本	70530
硬件版本	0
运行状态	0x0
信号强度	0
Z轴坐标(mm)	0.00
温度(°C)	0
报警状态	0x0
输出状态	0x0
运行指令	0
指令执行状态	0
信号高度	0
脉冲位置	0
编码器位置	0
当前速度(mm/s)	0.00
信号补偿值	0
跟随时间	0
按键状态	0
跟随误差	0
DA寄存器值	0
随动库版本	0
伺服位置	0
跟随误差	0
位置	0
实时速度	0
命令位置	0
DA输出	0
输出速度	0
状态	0
当前软下限位...	0.00

调高器属性

☐ 是否使用编码器

伺服方向 正向

编码器方向 正向

丝杆螺距 (mm) 10.000

每转脉冲数 10000

速度增益 500

编码器每转脉冲数 10000

限位类型 上下常开

轴空移速度 (mm/s) 300

轴加速度 (mm/s²) 20000

轴加速时间 (s) 0.100

随动容差 (mm) 0.100

穿孔容差 (mm) 0.300

随动灵敏度 15

☐ 是否上电回原

粗回原速度 (mm/s) 50

原点偏移 (mm) 2.000

☒ 是否软限位保护

第一软下限位坐标 ... 150.000

第二软下限位坐标 ... 150.000

碰板告警信号 280000

碰板告警延时 (ms) 200

跟随误差告警高度 5.000

跟随误差告警延时 ... 200

☒ 编码器告警使能

告警保持时间 (ms) 2000

信号滤波系数 5

标定高度 250

空移碰板告警延时 ... 200

导出参数
导入参数
标定数据
高级模式
写入参数
刷新参数
取消

图 6-2

表 6-1，SC2000 平面软件调高器界面常用参数说明（高级模式进入密码：3721，恢复出厂密码：1273）

参数名称	参数含义	单位	默认值
伺服方向	伺服运动方向	--	正向
编码器方向	伺服编码器反馈方向	--	正向
丝杆螺距	实际丝杆螺距值或者 Z 轴导程值	mm	10.00
每转脉冲数	电机旋转一圈所需脉冲数	--	10000.00
速度增益	调高器 1V 电压对应电机转速。（ 推荐使用默认值 ）	转/分/V	500
编码器每转脉冲数	电机旋转一圈编码器反馈脉冲值	--	10000.00
限位类型	设置调高器限位类型	--	上下常开
轴空移速度	调高器碰板上抬空移速度	mm/s	300.00
轴加速度	调高器运动加速度	mm/s ²	10000.00

轴加速时间	调高器从静止到最大空走速度所需时间，值越小，加速越快，运动震动越剧烈。	s	0.04
随动容差	跟随到位目标高度容差值	mm	0.10
穿孔容差	穿孔到位目标高度容差值	mm	0.30
随动灵敏度	跟随响应速度灵敏度，值越大响应速度越快，随动越容易抖动，值越小越慢，随动越平稳	--	15
是/否启用上电回原	开启/关闭上电回原	--	不开启
粗回原速度	调高器回原速度	mm/s	50.00
原点偏移	调高器回原时脱离限位偏移距离值	mm	2.00
是/否启用软限位保护	开启/关闭调高器软限位保护	--	开启
第一软下限位坐标	第一软下限位坐标值	--	100.00
第二软下限位坐标	第二软下限位坐标值	--	150.00
碰板告警信号	碰板告警信号值	--	1000
碰板报警延时	碰板告警延时时间	ms	200
跟随误差告警高度	跟随误差告警高度值	mm	5.00
跟随误差告警延时	跟随误差告警延时时间	ms	200
告警保持时间	调高器告警持续时间值	ms	2000
信号滤波系数	信号滤波系数值	--	5
标定高度	浮头标定时信号采集高度值	--	150
空移碰板告警延时	空移碰板告警延时时间	ms	200
穿孔碰板告警延时	穿孔碰板告警延时时间	ms	300
伺服类型	配置伺服品牌型号	--	自定义
零速钳位方向	伺服零速钳位电平	--	正向
跟随 KP 参数	PID 参数跟随 KP 值。值越大响应越快，越容易引起震动，需谨慎修改。 (推荐值：300—800)	--	300
跟随 KI 参数	PID 参数跟随 KI 值。(推荐使用默认值)	--	10000
跟随低通系数	PID 参数跟随低通值。(推荐使用默认值)		10
电容异常变大门限值	电容异常变大告警信号门限值	--	10000
碰板上抬使能	设置待机状态下是/否碰板上抬	--	不启用

6.6. FTC10C 与 SC Tube 切管软件配置参数

打开 SC Tube 软件，进入调高器界面可查看或修改调高器参数，如图 6-3



图 6-3

表 6-2，SC Tube 切管软件调高器界面常用参数说明

参数名称	参数含义	单位	默认值
伺服类型	配置伺服品牌型号	--	自定义
伺服方向	伺服运动方向	--	正向
编码器方向	伺服编码器反馈方向	--	正向
丝杆螺距	实际丝杆螺距值或者 Z 轴导程值	mm	10.00
每转脉冲数	电机旋转一圈所需脉冲数	--	10000.00
速度增益	调高器 1V 电压对应电机转速。（推荐使用默认值）	转/分/V	500
编码器每转脉冲数	电机旋转一圈编码器反馈脉冲值	--	10000.00
限位类型	设置调高器限位类型	--	上下常开
轴空移速度	调高器碰板上抬空移速度	mm/s	300.00
轴加速度	调高器运动加速度	mm/s ²	10000.00
轴加速时间	调高器从静止到最大空走速度所需时间，值越小，加速越快，运动震动越剧烈。	s	0.04
随动容差	跟随到位目标高度容差值	mm	0.10
穿孔容差	穿孔到位目标高度容差值	mm	0.30
随动灵敏度	跟随响应速度灵敏度，值越大响应速度越快，随动越容易抖动，值越小越慢，随动越平稳	--	15
是/否启用上电回原	开启/关闭上电回原	--	不开启

上电回原延时	设置上电回原延时时间	ms	0
粗回原速度	调高器回原速度	mm/s	50.00
原点偏移	调高器回原时脱离限位偏移距离值	mm	2.00
是/否启用软限位保护	开启/关闭调高器软限位保护	--	开启
第一软下限位坐标	第一软下限位坐标值	--	100.00
第二软下限位坐标	第二软下限位坐标值	--	150.00
碰板告警信号	碰板告警信号值	--	1000
碰板报警延时	碰板告警延时时间	ms	200
跟随误差告警高度	跟随误差告警高度值	mm	5.00
跟随误差告警延时	跟随误差告警延时时间	ms	200
告警保持时间	调高器告警持续时间值	ms	2000
信号滤波系数	信号滤波系数值	--	5
标定高度	浮头标定时信号采集高度值	--	150
空移碰板告警延时	空移碰板告警延时时间	ms	200
穿孔碰板告警延时	穿孔碰板告警延时时间	ms	300
零速钳位方向	伺服零速钳位电平	--	正向
跟随 P 参数	PID 参数跟随 KP 值。值越大响应越快，越容易引起震动，需谨慎修改。 (推荐值：300—800)	--	300
启用振动抑制	是/否启用振动抑制功能	--	不启用
振动抑制 P 参数	振动抑制跟随 KP 值。(推荐使用默认值)	--	200
振动抑制低通系数	振动抑制跟随 PI 值。(推荐使用默认值)		600
跟随减速时间	设置跟随减速时间	ms	80
电容异常变大门限值	电容异常变大告警信号门限值	--	10000
启用碰板后自动上抬	设置待机状态下是/否碰板上抬	--	不启用
板边跟随使用	是/否启用拐角跟随补偿	--	不启用
板边信号门限	设置拐角补偿门限值	--	100
板边信号系数	设置拐角补偿系数值	--	100

6.7. 浮头标定

浮头标定前先确认调高器碰板信号，具体操作步骤如下：点动向下移动切割头直到触碰板材，观察 FTC10C 是否触发碰板报警，触发碰板报警后即可进行浮头标定。

(注意：如果标定结果显示为差或标定失败，建议先检查一下 FTC10C 调高器、放大器、切割头各部位连接是否紧密无松动，各部位是否已经按要求接地，然后重新浮头标定一次。将被加工件置于切割头正下方，选取平整的位置作为浮头标定的基准面，且浮头标定过程保证板材无震动。)

6.8. 随动测试

启动“跟随”功能，FTC10C 即可进入跟随状态，关闭跟随后调高器会上抬到等待位。

■ 完成上述操作后，FTC10C 调高器即可进入正常工作状态

7. 常见问题及故障处理FAQ，如表7-1

故障类型	故障现象	可能原因	处理方法
告警类	系统上电后，提示碰板告警，液晶显示器上信号强度显示为 0	1、信号传输线（15m），电容信号线（15cm），放大器未正确连接。 2、浮头碰嘴与机床地短接。 3、陶瓷环内部有短路。 4、电容信号线（15cm）有短路或断连。 5、信号传输线（15m）有短路或者断连。	1、正确连接信号传输线，电容信号线与放大器。 2、检查浮头陶瓷环/碰嘴、电容信号线与机床地是否导通。 3、清理或者更换陶瓷环。 4、更换电容信号线。 5、更换信号传输线。
	系统上电后，提示伺服输入告警	1、伺服驱动器告警。 2、伺服驱动器与 FTC 接线错误或未连接 FTC。	1、排查伺服驱动器告警原因。 2、对照手册检查 Servo IO 端口接线是否正确。
	系统上电后，“回原”或“向上”、“向下”，无法正常运动	1、伺服驱动器与 FTC 接线错误。 2、伺服驱动器参数或 FTC 的伺服相关参数设置不正确。	1、对照手册检查 Servo IO 端口接线是否正确。 2、同时确认伺服驱动器参数设置是否正确。 3、更换伺服驱动器。
	上电后电机自己运动	1、伺服驱动器零速钳位参数未正确设置。 2、调高器零速钳位方向与伺服不匹配。	1、正确设置伺服驱动器零速钳位参数。 2、正确设置调高器参数零速钳位方向。
	上/下点动时提示“编码器异常报警”	1、伺服类型选择与实际不匹配。 2、伺服方向与调高器运动坐标反向。 3、伺服编码器方向与调高器运动方向反了。	1、正确设置调高器伺服类型参数。 2、调高器伺服类型为自定义时，正确设置运动方向。 3、调高器伺服类型为自定义时，正确设置编码器方向。 4、松开抱闸，以及电机是否卡死。

		4、抱闸没有正常打开，或者电机被卡死。 5、伺服驱动器编码器反馈与每转脉冲数对应不上。	5、正确设置伺服每转脉冲数和编码器反馈参数。
	上电后，提示硬下限/硬上限告警	1、输入参数常开/常闭类型设置错误。 2、限位开关接线不正确或电平信号不匹配。	1、确保输入参数类型设置与实际限位开关一致。NPN 型光电开关设置为常开，PNP 型光电开关设置为常闭。 2、检查接线或者更换限位开关。
	上电后，按“回原点”按键后，浮头上抬至硬上限位后，继续上行，直至伺服驱动器告警	1、上限行程开关未起作用。	1、检查上限开关是否正常工作，与 FTC10P 调高器对接是否正确。
	进行浮头标定时，出现信号变化量过小告警	1、放大器故障或者与信号线连接异常。 2、陶瓷环顶针有松动。	1、更换放大器或者检查各部位连线。 2、更换陶瓷环。
	进行浮头标定时，出现信号异常变大告警	1、初次上电标定信号与实际信号不匹配。 2、电容信号线损坏。 3、电容信号未连接或者连接异常。	1、做一次浮头标定即可解除。 2、更换电容信号线。然后重新进行浮头标定。 2、检查并重新连接电容信号线。然后进行浮头标定。
随动异常类	系统跟随高度偏离设定值太远	1、喷嘴与陶瓷环，陶瓷环与浮头连接松动。 2、机械参数未与实际情况匹配。 3、运行参数未正确设置。	1、检查电容传感元件（喷嘴）与 FTC 间的同轴线缆是否连接紧固。 2、保证机械参数与实际情况匹配，如丝杆螺距等。 3、适当调整灵敏度和随动容差参数。
	浮头在随动高度上下震荡	4、外部干扰，未正确接地。 5、浮头标定结果不理想。	4、检查接地情况，确保信号跳动量 <50，重新进行浮头标定。 5、重新进行浮头标定。
	浮头在跟随到位前有冲现象	1、电机刚性不足。 2、随动容差设置过大。 3、随动灵敏度参数设置过大。	1、调整伺服驱动器刚性、速度增益、惯量比等参数设置。 2、调整随动容差。 3、调小随动灵敏度参数。 4、重新进行浮头标定。 5、设置电机增益。

		4、浮头标定情况为差。 5、配合安川电机，未正确设置增益。	
其它类	电机运行但传动结构不动作	电机与传动结构之间连接松脱。	系统下电后检查电机与传动结构之间的连接情况。
	信号强度跳动较大（变化量几百甚至上千）	1、接地不良。 2、电机接地或者屏蔽层未接好。 3、信号传输线和电容信号线等接触不良。	1、检查机床各部位接地情况。 2、检查电机和电机驱动器接地、屏蔽层是否良好。 3、检查各部位连接情况。
	进行浮头标定时，标定结果为“差”	1、机床与金属板材导通情况差。 2、机床接地效果不好。 3、放大器外壳未与机床接触也未接地。 4、电容感应喷嘴接触不良或者阻值过大（一般要求小于8欧）。	1、确认机床与板材之间良好导通。 2、检查机床接地情况。 3、将放大器接地端直接用导线与板材连接。 4、检查陶瓷环顶针是否氧化，接触是否良好。（最好用万用表检查电容信号线线芯与铜喷嘴之间电阻小于8欧）。

8. 调高器软件升级

支持网口方式升级。（注：具体操作方式请咨询本公司技术服务人员。）