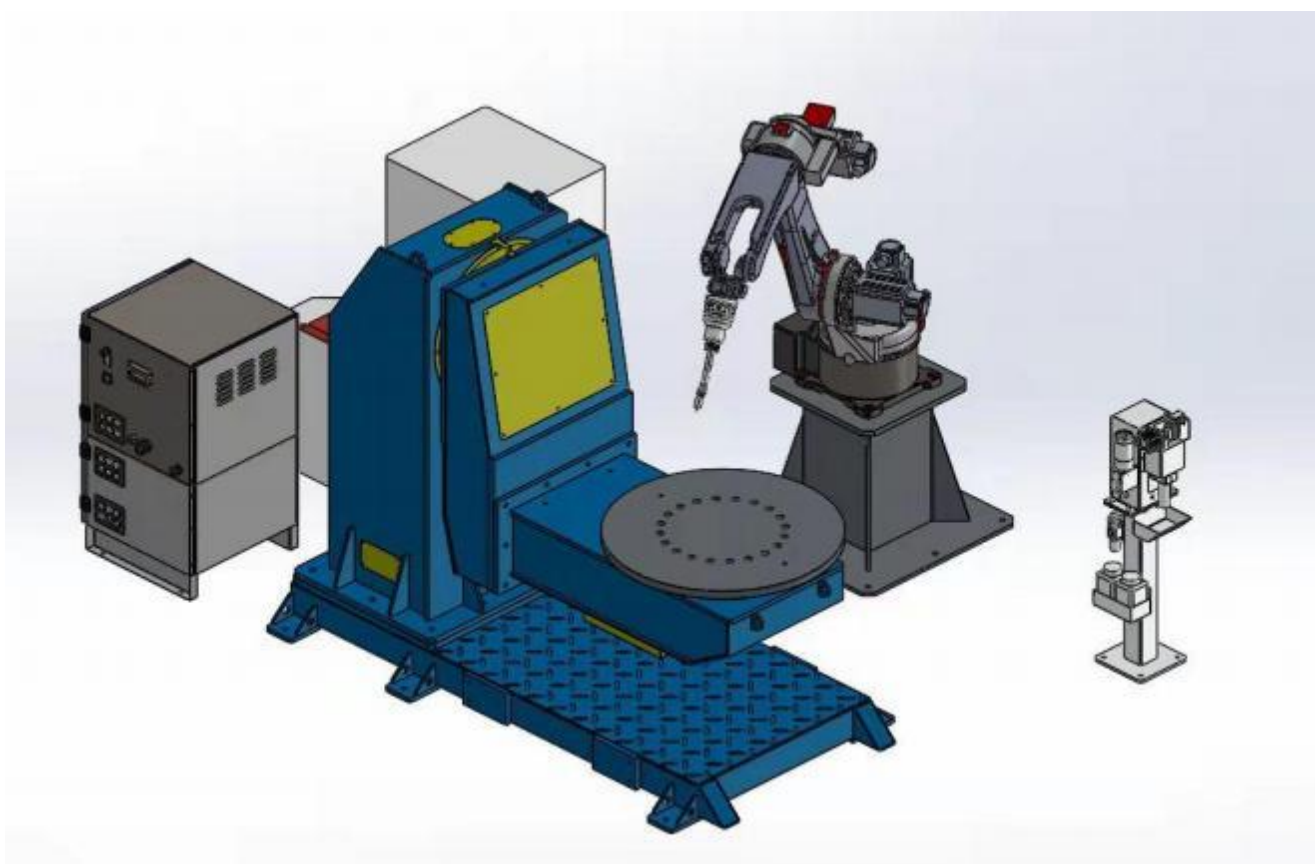


BAYKAL 倍可机器人

倍可机器人外部轴 使用说明书



版权声明

倍可机器人（无锡）有限公司版权所有。

倍可机器人（无锡）有限公司保留所有版权以及相关的知识产权。

声明

倍可机器人（无锡）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。倍可机器人（无锡）有限公司并不承担由于使用产品不当而产生的直接或间接的伤害或损坏的责任。

联系我们

倍可机器人（无锡）有限公司

Baykal robotics (Wuxi) Co ., Ltd .

地址：江苏省无锡市滨湖区胡埭人民西路386号

目 录

版权声明.....	I
声明.....	I
联系我们.....	I
1 外部轴工艺说明.....	1
2 准备工作.....	2
2.1 驱动器接线调试.....	2
2.1.1 驱动器接线.....	2
2.1.2 驱动器调试.....	4
2.2 修改控制器 EtherCAT 配置文件.....	10
2.3 设置系统参数.....	12
2.3.1 硬件参数.....	13
2.3.2 辅助轴.....	15
2.4 单轴试运行.....	17
3 变位机使用流程.....	18
3.1 设置轴组.....	18
3.1.1 选择轴组和轴号.....	18
3.1.2 标定辅助轴.....	19
3.1.3 标定用户坐标(工件)	22
3.2 激活验证.....	22
4 外部轴指令.....	24
4.1 MoveExt 外部轴组关节运动.....	24
4.2 Movl 直线运动.....	25
5 导轨.....	26
6 普通轴.....	27
7 示教案例.....	28
8 错误报警.....	30
9 版本升级记录.....	33
10 附录.....	34

10.1	附加轴驱动器接线图.....	34
10.2	电机抱闸控制接线图.....	35

1 外部轴工艺说明

外部轴与机器人相互配合，使工件变位或者位移能达到机器人最佳的工作位置，可以规避机器人臂长不够、姿态不能满足等问题。

目前控制器支持 4 个轴组：



2 准备工作

以机器人驱动器为清能德创 RC6+2 个外部轴驱动器为新时达之山 (IK3) 的标准 6 轴机器人+双轴变位机为例说明（外部轴驱动都是装在偏柜里面，主电路已经安装好，只需接个电源进来即可），不同驱动器请参考相应说明书或咨询相关技术支持。（外部轴以下简称“偏柜”）

2.1 驱动器接线调试

2.1.1 驱动器接线

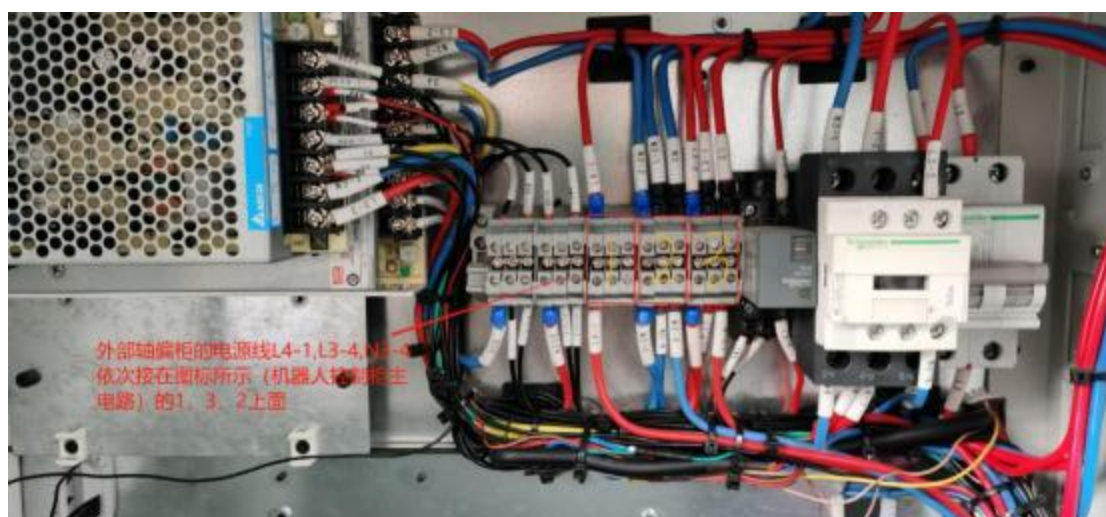


图 2-1 机器人控制柜主电路

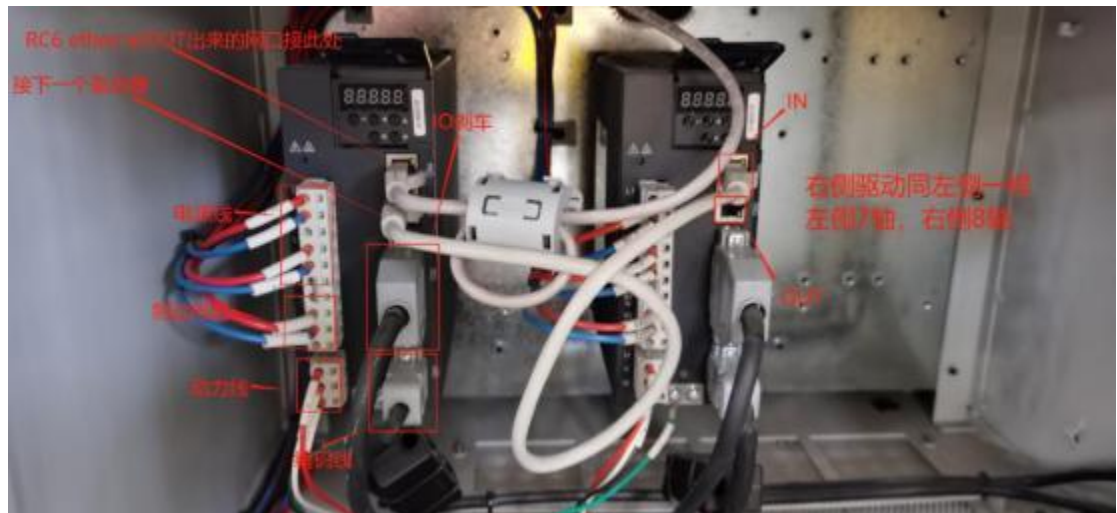


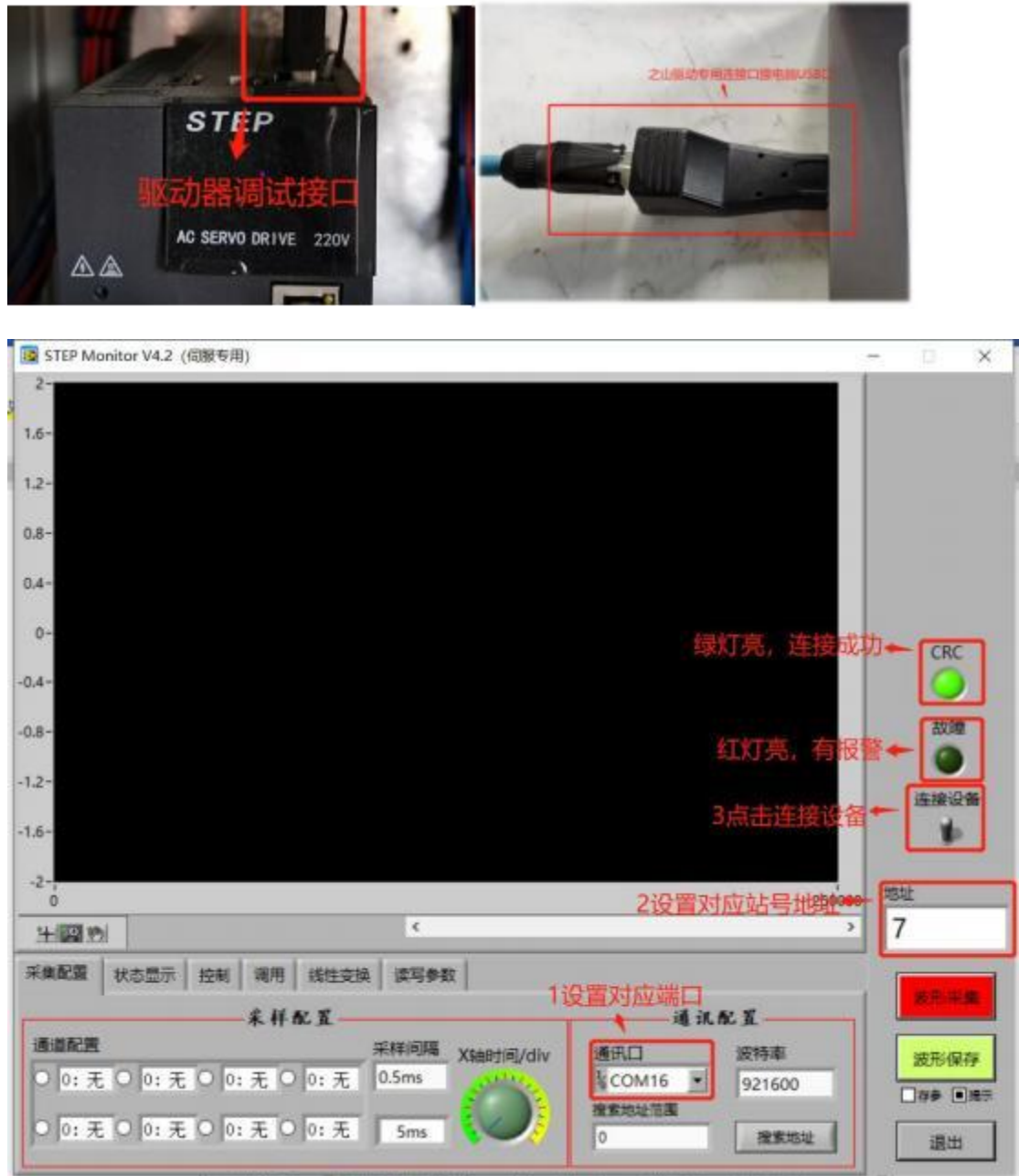
图 2-2 外部轴驱动器

按照接线图将之山驱动器的电源线，动力线，编码器线，抱闸线接好（实际偏柜都已接好）。EtherCAT 网线从清能 RC6 的 X9 口【OUT】出，按顺序依次连接下一个外部轴从站之山驱动器。

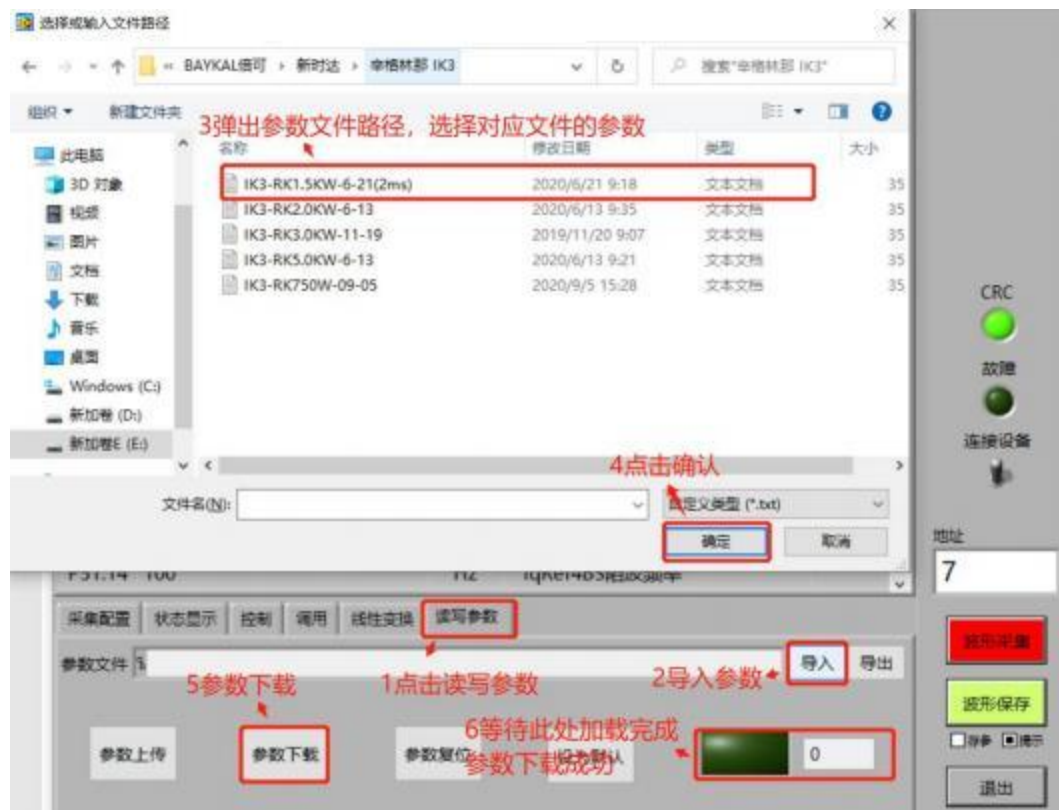


2.1.2 驱动器调试

1.使用新时达 STEP Monitor 调试软件连接驱动器



2. 电机参数下载

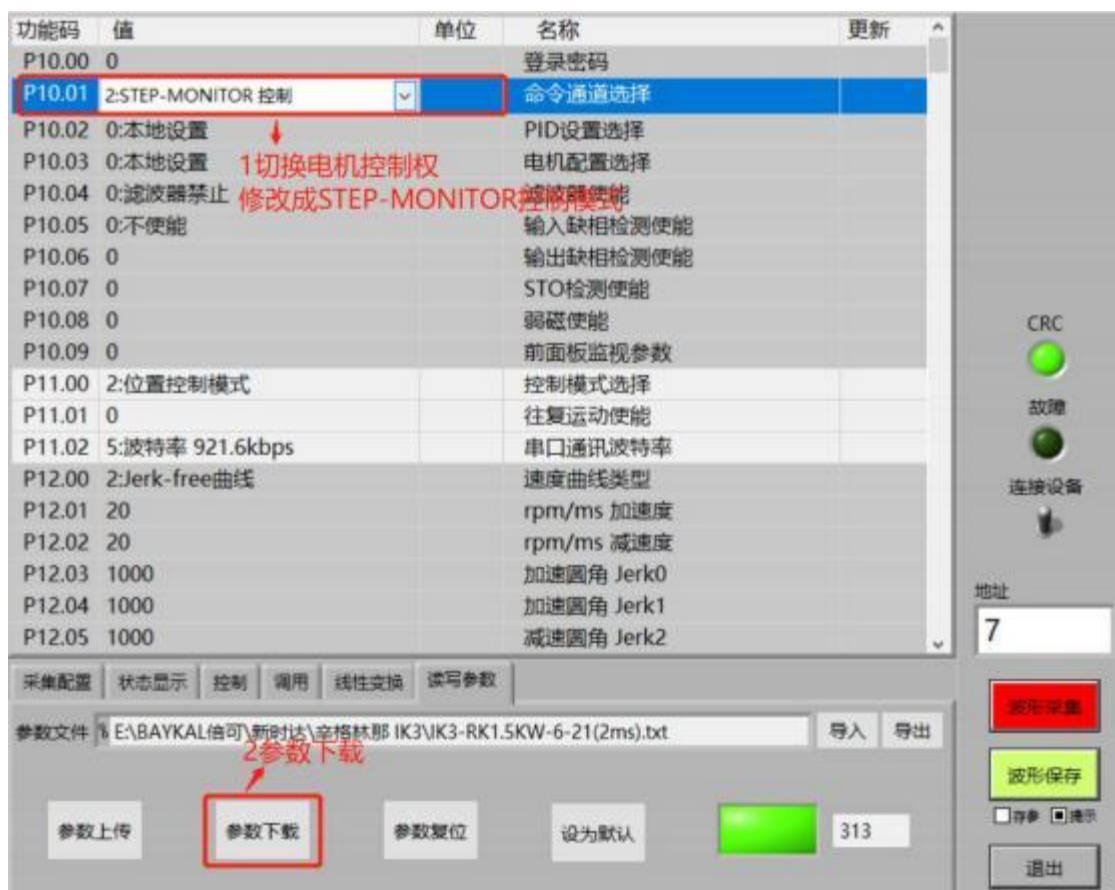


参数下载完要确认参数地址站号（p14.01 参数）和软件上设置的地址站号是否一致。若不同要把 p14.07 参数改成 7，再参数下载，才能与软件通讯上。

P14.01	7	本机节点号
--------	---	-------

若要查看参数时，需导入参数模板，点击参数上传即可。

3. 电机自学习。（注意最好空载，学习时远离电机）



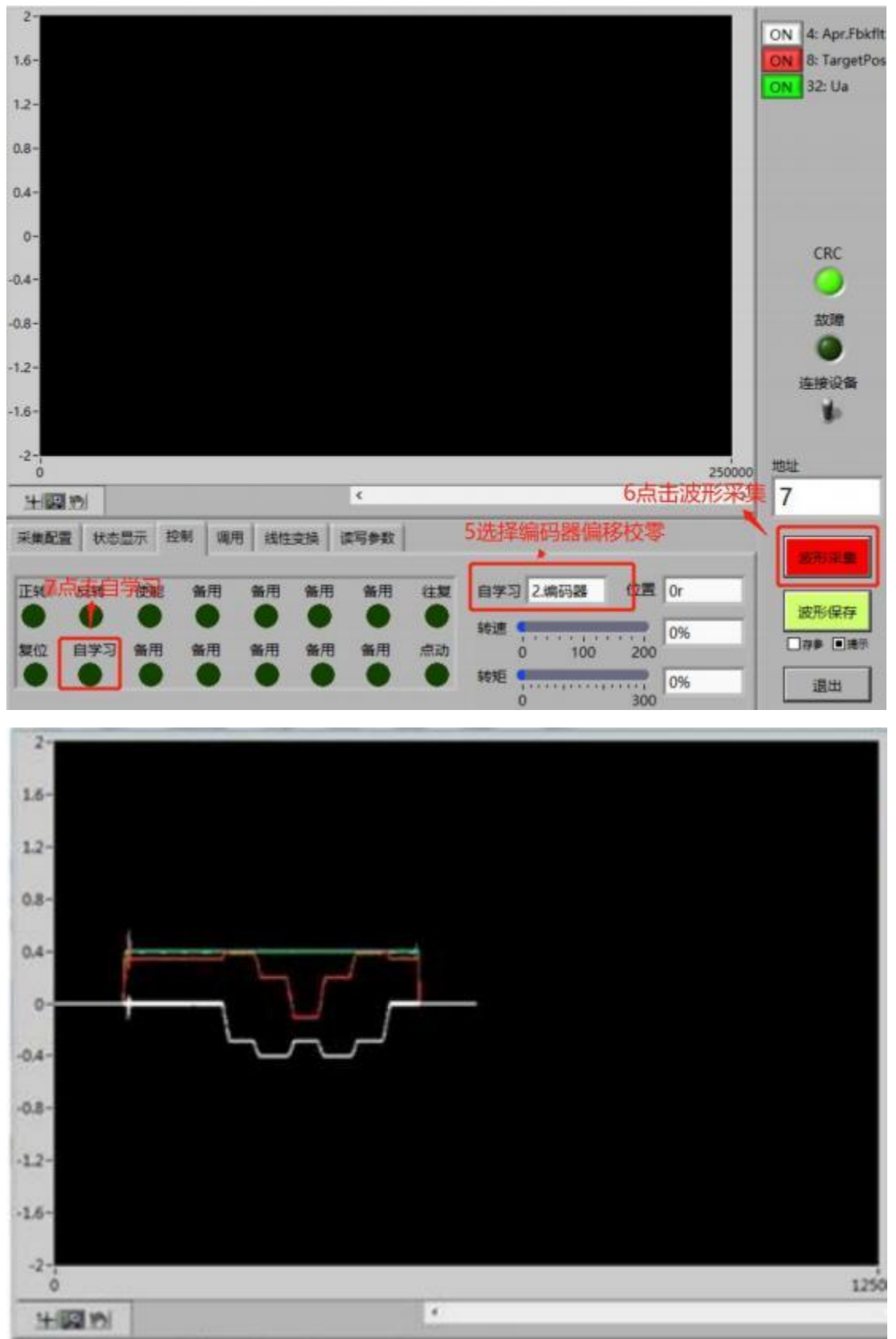


图 2-1 自学习波形

呈现此波形则自学习成功，若不成功会报故障。（请检查相序）

也可以观察参数 P22.05 号参数，若有变化则学习成功。

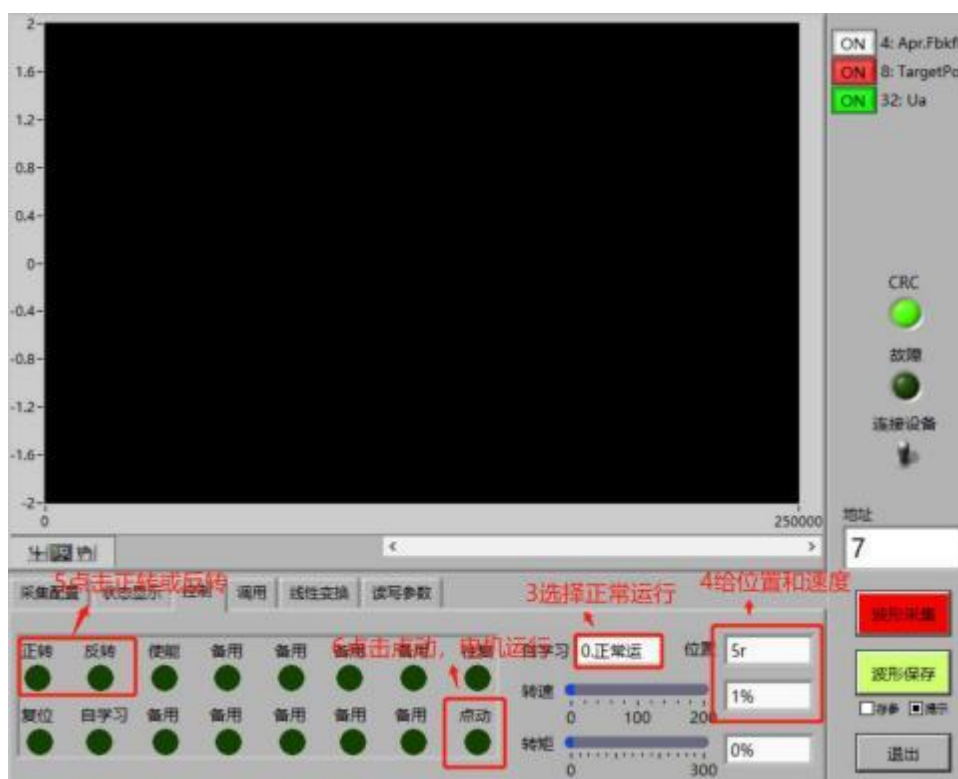
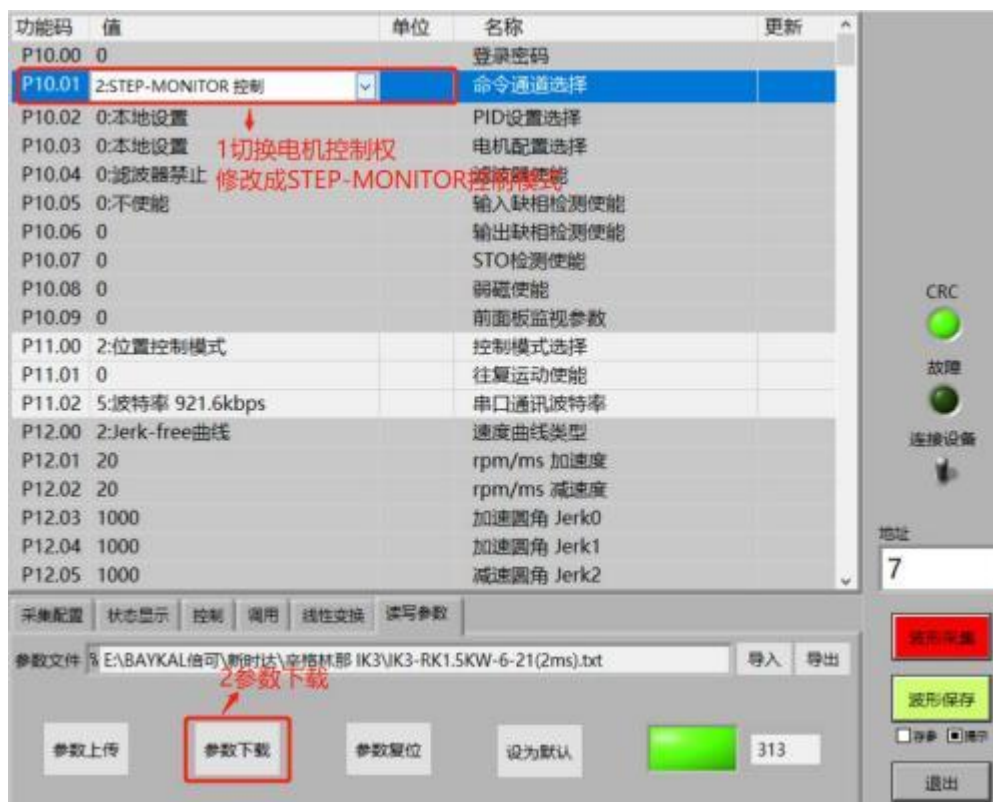
P22.05	275.52	度	编码器位置角
--------	--------	---	--------

注意： 自学习完成后电机控制权要切回总线控制模式，才能与上位机控制器通讯。（操作如下）

The screenshot displays the robot control software interface. The main window shows a list of parameters (P10.00 to P12.05) with their values, units, and names. The parameter P10.01 is highlighted with a red box, and a red arrow points to it with the text '1.切回总线控制模式' (1. Switch back to bus control mode). Below the parameter list, there are tabs for '采集配置', '状态显示', '控制', '调用', '线性变换', and '读写参数'. The '控制' tab is selected. In the '控制' tab, there is a section for '参数文件' (Parameter File) with a text box containing 'E:\BAYKAL倍可\新时达\辛格林那 IK3\IK3-RK1.5KW-6-21(2ms).txt'. Below this, there are buttons for '参数上传' (Upload Parameters), '参数下载' (Download Parameters), '参数复位' (Reset Parameters), and '设为默认' (Set Default). The '参数下载' button is highlighted with a red box, and a red arrow points to it with the text '2.参数下载' (2. Download parameters). On the right side of the interface, there are status indicators for 'ON', '故障' (Fault), and '连接设备' (Connect Device). At the bottom right, there are buttons for '波形采集' (Waveform Acquisition), '波形保存' (Waveform Save), and '退出' (Exit).

完成后关机重启！

6.试运行



注意：试运行完成后也要切回总线控制模式，才能与上位机控制器通讯，方法和电机自学习完成切回总线模式相同。

2.2 修改控制器 EtherCAT 配置文件





2.3 设置系统参数



2.3.1 硬件参数



参数列表：

序号	参数名称	参数说明
1	编码器规划分辨率	编码器线数例：17 位编码器的分辨率为 131072.
2	编码器反馈分辨率	
3	读绝对值编码器端口	总线式控制值该参数无效
4	编码器类型	默认 GthdEcat
5	周期读取绝对值编码器	定时读取绝对值编码器数据用以刷新机器人的当前绝对位置
6	电机最大速度(rpm)	电机最大转速，实际运行过程中不允许超过该转速。
7	电机最大电流(A)	电机最大电流，实际运行过程中不允许超过该电流。
8	电机力矩常数(Nm/A)	单位电流产生的力矩。
9	减速比关节端	电机端转动角度与执行端转动角度的比值（允许值为正负来改变关节运动方向）
10	减速比电机端	

2.3.2 辅助轴



参数列表：

序号	参数名称	参数说明
1	关节正限位	关节运动范围最大值；
2	关节负限位	关节运动范围最小值；
3	关节零点偏置	用户定义关节零点与系统内部机器人模型零点的偏差值。
4	关节反向	用户定义关节转动方向是否与系统内部机器人模型方向相反
5	关节 JOG 最大速度	关节坐标系下点动轴操作键运动速度最大值；
6	关节运动最大速度	MOVJ 指令关节运动速度最大值；
7	关节运动最大加速度	MOVJ 指令关节运动加速度最大值；
8	关节运动最大减速度	MOVJ 指令关节运动减速度最大值；
9	关节单位	选择参数单位 1.mm 2.deg ，默认未使用。选择单位表示启用该轴。
10	轴硬件地址	总线通讯使用的站号，要和上位机设置匹配

2.4 单轴试运行

浮动菜单通过手持操作示教器上的【fn2】键切换到辅助轴（此时手持【J1】

-【J8】代表外部辅助轴）。



3 变位机使用流程

3.1 设置轴组

3.1.1 选择轴组和轴号



3.1.2 标定辅助轴

配置的辅助轴轴号要对应好{系统参数} 中的轴号。


轴组A


轴组B


轴组C


轴组D

轴组A

变位机 ▾ 2轴 ▾

激活 

配置辅助轴

☒ 1

☒ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

☐ 7

☐ 8

第一级

辅助轴： 1

标定 

第二级

辅助轴： 2

标定 

工件坐标系:29

标定 

取消

复位

保存



机器人系统需要通过标定来获取辅助轴在机器人基础坐标系下的空间位姿。我们选择一个尖端固定在外轴上代表位置点 P1，该点具有如下特点：该点随着辅助轴的旋转而改变空间位置，其他辅助轴的旋转也会改变该点在空间的位置，所以**在这一步的标定过程中，P1、P2 和 P3 记录时只能改变需要标定的辅助轴位置，其他轴不能变化。**

1. 将机器人工具末端 TCP 点示教移动到 P1 点，在保持伺服使能的情况下长按点击“记录 P1”按钮，直到旁边的状态指示灯变绿，完成 P1 点的记录；

2. 移开机器人 TCP 点，然后旋转辅助轴一定的角度（旋转大于 30 度或者移动距离超过 100mm），使得 P1 位置点旋转到 P2 位置点，将机器人工具末端 TCP 点示教移动到 P2 点，在伺服使能状态长按点击“记录 P2”按钮，完成 P2 点的记录；

3. 移开机器人 TCP 点，然后旋转辅助轴一定的角度（旋转大于 30 度或者移动距离超过 100mm），使得 P1 位置点旋转到 P3 位置点，将机器人工具末端 TCP

点示教移动到 P3 点，在伺服使能状态长按点击“记录 P3”按钮，完成 P3 点的记录。

记录完 3 个位置点后，点击计算获得当前轴在机器人坐标系的位置方向信息。
计算完当前轴以后，采用相同的步骤计算第二个轴的位置方向信息。

需要特别注意：

1. 为了使辅助轴的标定尽可能精确，P1、P2、P3 三点尽可能相隔较大的间隔：旋转大于 30 度或者移动距离超过 100mm。
2. 只能操作改变需要标定的轴的旋转角度，不能移动其他轴。
3. **如果在标定过程中中断，需要从第一个辅助轴开始计算。**比如标定两个辅助轴，在标定完第一个辅助轴（计算完成）后，系统重启后继续标定，应先计算第一级辅助轴，计算完成后才能计算第二级辅助轴，否则计算会报错。

3.1.3 标定用户坐标（工件）

当前操作：轴组A,用户坐标系

轴组A

轴组B

轴组C

轴组D

☐ 原点偏移
 ☒ 模式1
 ☐ 模式2

☒ XY
 ☐ XZ
 ☐ YZ

记录

第1步：选择模式

记录P1	X	0.000	A	0.000
记录P2	Y	0.000	B	0.000
记录P3	Z	0.000	C	0.000
	EX1	0.000	EX3	0.000
	EX2	0.000	EX4	0.000

查看 P2

第2步：记录 P1、P2、P3

第3步：计算

计算

标定结果

0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000

返回

计算完所有外部轴位置方向信息后，需要在在变位机末端建立一个用户工件坐标系。标定用户坐标与标定机器人工件坐标系相同，如有疑问请参考《智流形控制系统用户手册》。注意：在这一步的标定过程中，P1、P2 和 P3 记录时不能运动任何辅助轴。

3.2 激活验证

当所有辅助轴及工件坐标系都标定完成后，返回轴组界面，点击[激活]显示灯变绿，则用户可以开始正常使用变位系统了。如果机器人要执行变位机系统上的精确轨迹，此时需要将示教的位置点记录在用户坐标系统下，如果机器人执行的轨迹与变位机系统无关，即变位机系统与机器人系统各自独立运动，此时将示教的位置点记录在其他坐标系统下即可。

ABCD 四个轴组所代表的变化 PCS 坐标系分别对应系统工件坐标系的 29-32 号

坐标系。例如，激活 A 轴组，同时默认激活工件坐标系 29 为当前工件坐标系。



激活变位机轴组以后，控制变位机运动，机器人或保持与变位机静止状态进行随动，可通过该方式验证标定坐标系的数据是否正确。

4 外部轴指令

4.1 MoveExt 外部轴组关节运动

指令格式	MoveExt P= <i>Point</i> V= <i>Speed</i> % [Bl = <i>Blend</i> %] [Ext = [<i>A-D</i>]]	
设置界面		
示例	MoveExt P=#P1 V=20% Ext=A	
参数说明	目标点	<i>Point</i> : 目标点，仅仅使用外部轴相关的部分。
	速度	<i>Speed</i> : 关节空间末端合成速度百分比，速度 = % * 关节空间末端合成最大速度。
	过渡段	<i>Blend</i> : 关节空间过渡半径百分比，过渡半径 = % * 关节空间轨迹总长度。
	轴组	Ext: 需要同步运动的外部轴组号，取值为 A,B,C,D。 如果未选取 Ext，表示所有外部轴一起运动。机器人同步运动是否为位置跟随外部轴取决于位置点记录的 PCS 是否是随着外部轴一起运动。

4.2 Movl 直线运动

指令格式	Movl P= <i>Point</i> V= <i>Speed</i> % [Bl= <i>Blend</i> %] [Ext= [<i>A-D</i>]]	
设置界面		
示例	Movl P=#P1 V=20% Bl=20% Ext=A;	
参数说明	目标点	<i>Point</i> : 可以是关节空间也可以是笛卡尔空间点
	速度	<i>Speed</i> : 关节空间末端合成速度，速度= % * 关节空间末端合成最大速度。取值为 1 至 100，默认值为 20。
	过渡段	<i>Blend</i> : 关节空间过渡半径，过渡半径= % * 关节空间轨迹总长度。
	轴组	Ext 需要同步运动的外部轴组号，取值为 A,B,C,D 。 对于 Movl 只存在机器人和外部轴的同起同停的同步运动规划，不存在严格的位置跟随规划。外部轴的速度为机器人运动速度和外部轴允许最大速度两者的较小值，不需要单独设定外部轴自己的速度。

5 导轨

使用流程与变位机相同，在选择轴数时多了方向选择。

如果导轨安装方向与机器人坐标系KCS 方向相同，选择对应方向（如下图所示 XYZ）和辅助轴然后点击右下方的{保存} 即可。

如果导轨方向与 KCS 不一致，则需要标定。标定流程参考 3.1.2 标定辅助轴。



6 普通轴

使用流程与变位机相同，但不需要标定，也没有协同效果。针对一些不需要协同，只需要给位置的外部轴。点击选择普通轴与轴数，保存即可。



7 示教案例

变位机、导轨分别与机器人联动

配置好轴组 A（导轨）、轴组 B（变位机）。所有示教点位应保存在固定坐标系下，推荐使用在标定时标定的工件坐标系 PCS 下，在记录点位时勾选{记录时绑定当前坐标系}方便操作。

<pre> PROGRAM SetSpeed Vel=2%; Movl P=#P1 V=5mm/s Ext=A; SetSpeed Vel=60%; Movl P=#P1 V= 100mm/s Ext=B; Movl P=#P2 V= 100mm/s Ext=B; Movl P=#P3 V= 100mm/s Ext=B; Movl P=#P4 V= 100mm/s Ext=B; Movl P=#P5 V= 100mm/s Ext=B; Movl P=#P2 V= 100mm/s Ext=B; Movc P=#P4 Mid=#P5 V= 100mm/s Ext=B; Movc P=#P2 Mid=#P3 V= 100mm/s Ext=B; Movl P=#P1 V= 100mm/s Ext=B; SetSpeed Vel=2%; Movl P=#P6 V=5mm/s Ext=A; SetSpeed Vel=60%; Movl P=#P1 V= 100mm/s Ext=B; Movl P=#P2 V= 100mm/s Ext=B; Movl P=#P3 V= 100mm/s Ext=B; Movl P=#P4 V= 100mm/s Ext=B; Movl P=#P5 V= 100mm/s Ext=B; Movl P=#P2 V= 100mm/s Ext=B; </pre>	机器人末端位置不变， 导轨移动速度应设低一些， 避免超速。P1 为过渡点。 机器人在导轨 A 处， 与变位机联动， 做直线运动和圆弧运动 回到过渡点 机器人移动到导轨 B 处， 末端保持不动 与变位机联动， 做直线运动和圆弧运动
--	---

Movc P=#P4 Mid=#P5 V= 100mm/s Ext=B; Movc P=#P2 Mid=#P3 V= 100mm/s Ext=B; Movl P=#P6 V= 100mm/s Ext=B; SetSpeed Vel=2%; Movl P=#P1 V=5mm/s Ext=A; Movl P=#P6 V=5mm/s Ext=A; SetSpeed Vel=40%; Movl P=#P7 V= 100mm/s Ext=A; Movc P=#P9 Mid=#P8 V= 100mm/s Ext=A; Movc P=#P2 Mid=#P10 V= 100mm/s Ext=A; Movl P=#P1 V= 100mm/s Ext=A; ENDPROGRAM	与导轨联动， 做圆弧运动
---	---------------------

8 错误报警

错误代码	错误信息	错误分析	解决办法
0x80050001	exit axis database open failed	外部轴数据库打开失败	
0x80050002	ext axis config file open failed, id = % 1	外部轴界面配置文件 打开失败, 文件号 = % 1	
0x80050003	ext axis config files version mismatch, id = % 1	外部轴界面配置文件 版本不匹配, 文件号 = % 1	
0x80050004	ext axis calicube file open failed, id = % 1	外部轴标定文件打开 失败, 文件号 = % 1	
0x80050005	ext axis calicube files version mismatch, id = % 1	外部轴标定文件版本 不匹配, 文件号 = % 1	
0x80050006	read ext_axis modbus error	读取外部轴工艺 modbus 失败	
0x80050007	write ext_axis modbus error	写入外部轴工艺 modbus 失败	
0x80050008	write ext_axis calicube result error	写入数据库外部轴标 定结果失败	
0x80050009	reset ext_axis calicube result error	复位数据库外部轴标 定结果失败	
0x8005000A	calicube process others ext axis changed	标定该外部轴过程中 其他外部轴位置发生 变化	
0x8005000B	calicube points 1 and 2 distance too near	标定点 1 和 2 位置距 离太近	

0x8005000C	calicube points coord are not wcs	标定点坐标系不是 WCS	
0x8005000D	calicube points 2 and 3 distance too near	标定点2 和 3 位置距离太近	
0x8005000E	calicube points 1 and 3 distance too near	标定点 1 和 3 位置距离太近	
0x8005000F	calicube error: norm of vector is zero	计算失败：向量的模为零，单位化失败	
0x80050010	calicube error: 3 point in line	计算失败：三点共线，计算叉乘失败	
0x80050011	calicube error	计算失败	
0x80050012	Coordsys calculate error, divide by ZERO	计算失败, 除数为 0	
0x80050013	this mode not support	该模式尚未支持	
0x80050014	User Coord Error	用户选择不使用外部轴用户坐标系，但是默认值错误	
0x80050015	User Coord not Calied	用户选择使用外部轴用户坐标系，但是未标定	
0x80050016	read system modbus failed	读取系统 modbus 状态失败	
0x80050017	cannot active ext axis in servo status	使能状态无法激活外部轴组	
0x80050018	cannot disactive ext axis in servo status	使能状态无法取消激活外部轴组	
0x80050019	active ext axis failed	轴组激活失败	
0x8005001A	disactive ext axis	轴组取消激活失败	

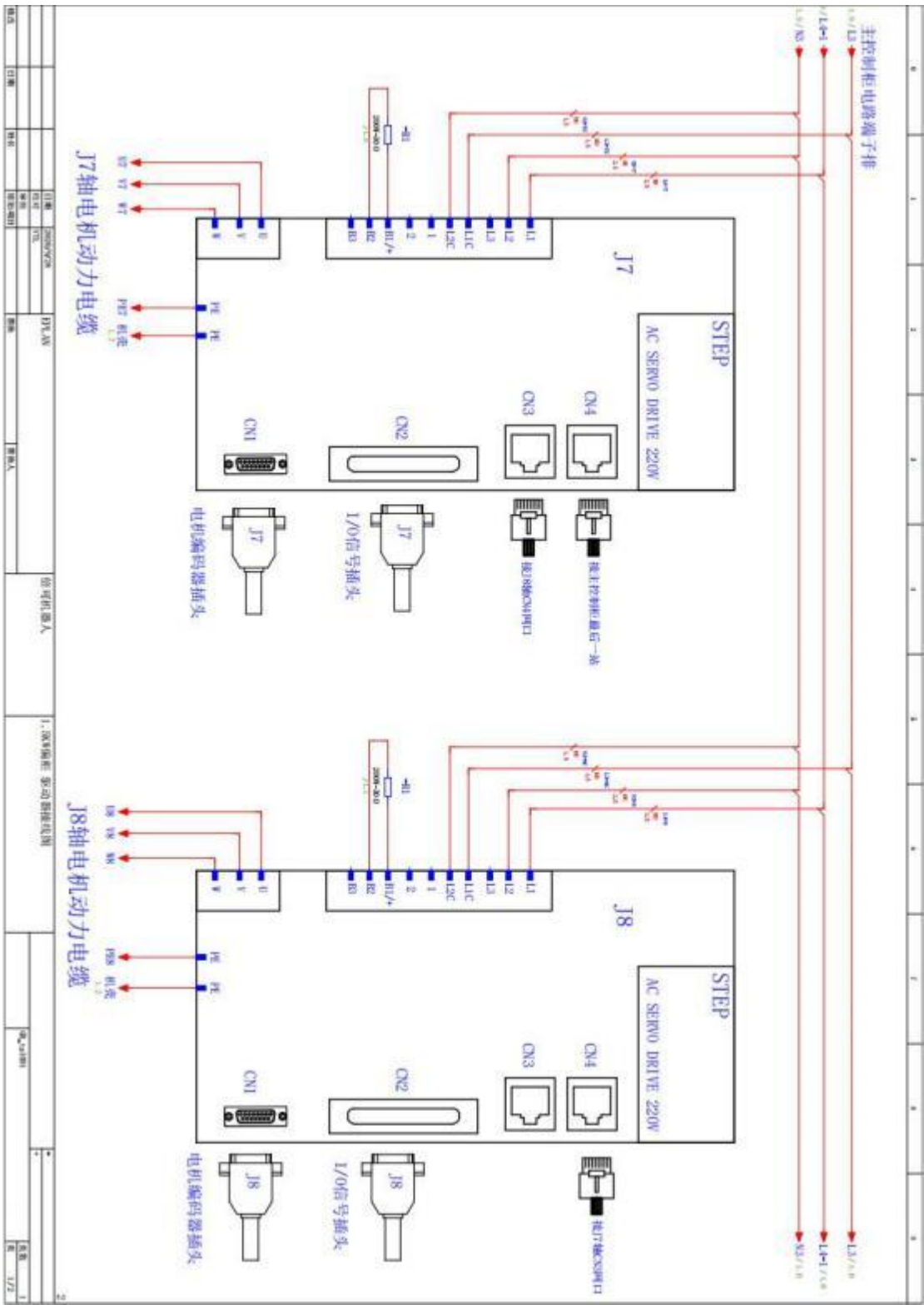
	failed		
0x8005001B	ext axis param is not set	轴组参数未设置	

9 版本升级记录

2020.12.26 完成 v1.0 版本。

10 附录

10.1 附加轴驱动器接线图



10.2 电机抱闸控制接线图

