

BJ2403低压伺服驱动器 调试说明书

目录

目录.....	2
1 产品介绍	4
1.1 产品概述	4
1.2 型号介绍	4
2 产品规格	5
2.1 硬件功能规格.....	5
2.1.1 电气规格	5
2.1.2 通信规格	5
2.1.3 I/O 规格	5
2.1.4 电机反馈规格.....	6
2.2 软件功能规格.....	6
2.2.1 控制规格	6
2.2.2 保护功能	7
3 接口与接线	8
3.1 接口定义	8
3.1.1 编码器接口引脚定义.....	8
3.1.2 I/O 口引脚定义	8
3.1.3 电源及动力线接口定义	9
3.1.4 程序下载接口定义.....	9
3.2 接线说明	10
3.2.1 数字输入接线.....	10
3.2.2 数字输出接线.....	11
4 试运行调试	12
4.1 通信连接	12
4.2 参数设置	13
4.2.1 导入默认参数.....	13
4.2.2 电机参数设定.....	14
4.2.3 反馈参数设定.....	14
4.2.4 换相.....	15
4.3 增益调试	16
4.3.1 电流环调试.....	16
4.3.2 速度环调试.....	17
4.3.3 位置环调试.....	19



1 产品介绍

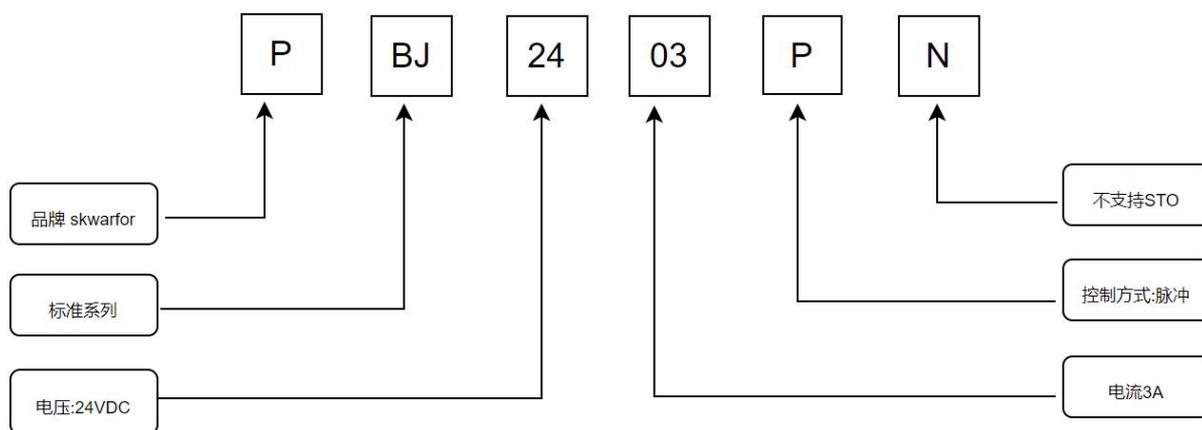
1.1 产品概述

P1系列直流低压直流伺服的功率范围覆盖 450W 以下伺服应用。控制方式支持支持 EtherCAT、脉冲方向、模拟量、串口控制；支持 8 路数字输入、4 路数字输出、2 路模拟输入。编码器支持绝对式编码器（多摩川/BiSS-C 等协议）、增量式编码器、霍尔编码器等。电机类型支持永磁同步电机、无刷直流电机、直线电机等。本调试指南详细介绍了如何使用SERVOFRM低压伺服模块，在直线电机和旋转电机上进行伺服系统调试。



图 1-1 伺服驱动外观图

1.2 型号介绍



2 产品规格

2.1 硬件功能规格

2.1.1 电气规格

表 2-1 电气规格

项目	规格	
电压范围 (V)	VDC	24~48
额定电压 (V)	VDC	48
电机输出 (U,V,W)	连续输出电源 (Arms)	2.1
	连续输出电源 (Apeak)	3.0
	2 秒内峰值输出电流 (Arms)	6.3
	2 秒内峰值输出电流 (Apeak)	9.0
过温	功率板过温故障温度 (°C)	100±5%

2.1.2 通信规格

表 2-2 通讯规格

项目	规格
RS232	基于 modbus RTU
	波特率 500000 bit/s
EtherCAT	支持 CiA 402 通信协议
	最小通信周期: 1 ms

2.1.3 I/O 规格

表 2-3 I/O 规格

项目	规范	说明
模拟量输入	电压范围	模拟 ±10 VDC 差分信号
	分辨率	12 bit
	带宽 (-3 dB)	4 kHz
脉冲 & 方向	信号	RS 422 线接收器
	最大输入频率	4 MHz
数字输入 (5路)	信号	可配置、光耦隔离、漏极输入。
	电压	24 V
	最大输入电流	6 mA
	传送延迟时间	1 ms
快速数字输入 (3路)	信号	可配置、光耦隔离、漏极输入。
	电压	24 V
	最大输入电流	10 mA
	传送延迟时间	1 us
数字输出 (4路)	信号	可配置、光耦隔离、漏极输出。
	电压	24 V
	最大电流	40 mA
	传送延迟时间	1 ms
主要 IO 功能信号	功能	说明

输入信号 (端口功能可以配置)	正向限位	正限位开关
	负向限位	负限位开关
	回零点位	原点位开关
	电机使能	外部控制使能信号
	报警清除	外部清除报警信号
输出信号 (端口功能可以配置)	伺服定位完成	定位完成信号
	伺服使能	使能状态信号
	伺服报警	错误报警信号
	伺服寻相完成	寻相完成信号
	伺服回零完成	回零完成信号

2.1.4 电机反馈规格

表 2-4 支持的电机反馈规格

电机反馈	规格	说明
综述	驱动器输出电压	5 VDC
	驱动器最大输出电流	250 mA
增量式编码器	信号	有(或无)零位/霍尔信号的 AB 正交信号
	AB 正交最大输入频率	4 MHz (4 倍频前)
	最小零位脉冲宽度	1 μ s
霍尔传感器	信号	单端型 HU/HV/HW
串行同步编码器(SSI)	信号	同步编码器：时钟和数据 异步编码器：数据
	协议	多摩川, BiSS(最大 62 bit)

2.2 软件功能规格

2.2.1 控制规格

表 2-5 控制规格

项目	规格	说明
电机	交流与直流	旋转伺服电机、直线伺服电机
	自动配置	自动配置电机相位角及相序
运行模式	可选择的模式	转矩控制、速度控制、位置控制
转矩控制	控制方法	FOC、PI
	参考指令	模拟量输入, 串口, EtherCAT
	自动调整	通过设置电感、电阻和电流环带宽来自 自动调整电流环增益
速度控制	控制方法	PI, PDFF, 增益切换
	滤波器	一阶低通滤波器、二阶低通滤波器、 陷波滤波器、双二阶滤波器、超前滞 后环节
	参考指令	模拟量输入, 串口, EtherCAT
	自动调整	惯量识别, 通过设置速度环带宽来自 自动调整速度环增益
位置控制	控制方法	PI、速度前馈、加速度前馈、增益切 换、振动抑制、位置指令滤波
	参考指令	带电子齿轮的脉冲&方向, 串口, EtherCAT

状态显示		LED (红色), 显示驱动器的报警状态
电子齿轮		用户定义齿轮比
上位机	用户界面	基于 Windows 串口软件
	功能	连接、参数表、驱动器信息、电机、反馈、I/O 配置、三环控制设置、运动设定/调整、示波器、故障历史/状态显示等。

2.2.2 保护功能

表 2-6 保护功能

项目	规格
保护功能	过流、欠压和过压、过温、反馈缺失、位置超差错误、速度过超、堵转错误、参数错误等。
防飞车保护功能	电机在寻相时，屏蔽外部脉冲输入信号功能（脉冲&方向）与接收运动指令功能（串口或者 EtherCAT），防止电机发生飞车事故。

3 接口与接线

3.1 接口定义

3.1.1 编码器接口引脚定义

表 3-1 编码器接口定义

接口引脚	功能	接口引脚	功能
1	5V	11	NC
2	NC	12	增量编码器 A+ SSI 编码器 clock+
3	GND	13	NC
4	GND	14	增量编码器 Z-
5	HALL U	15	NC
6	增量编码器 B- SSI 编码器 data+	16	增量编码器 Z+
7	HALL V	17	PE
8	增量编码器 B+ SSI 编码器 data-	18	GND
9	HALL W	19	PE
10	增量编码器 A- SSI 编码器 clock-	20	5V

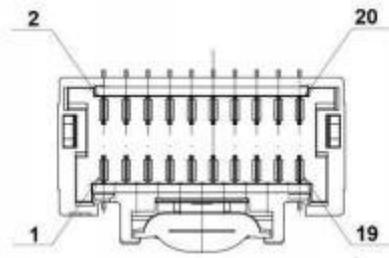


图 3-1 编码器接口示意图

3.1.2 I/O 口引脚定义

表 3-2 IO 口定义

接口引脚	功能	接口引脚	功能
1	PE	26	OUTPUT2_A
2	NC	27	FASTINPUT_24V
3	GND	28	OUTPUT2_B
4	STO	29	INPUT5
5	等效编码器输出 A-	30	OUTPUT4_A
6	STO 地	31	INPUT4
7	等效编码器输出 A+	32	OUTPUT4_B
8	NC	33	INPUT3
9	等效编码器输出 B-	34	GND
10	NC	35	INPUT2
11	等效编码器输出 B+	36	NC
12	FASTINPUT3+	37	INPUT1

13	等效编码器输出 Z-	38	NC
14	FASTINPUT3-	39	INPUTCOM
15	等效编码器输出 Z+	40	NC
16	FASTINPUT2+	41	NC
17	GND	42	AN1+
18	FASTINPUT2-	43	NC
19	OUTPUT3_A	44	AN1-
20	NC	45	BRAKE VCC
21	OUTPUT3_B	46	AN2+
22	FASTINPUT1+	47	BRAKE IO
23	OUTPUT1_A	48	AN2-
24	FASTINPUT1-	49	BRAKE COM
25	OUTPUT1_B	50	GND

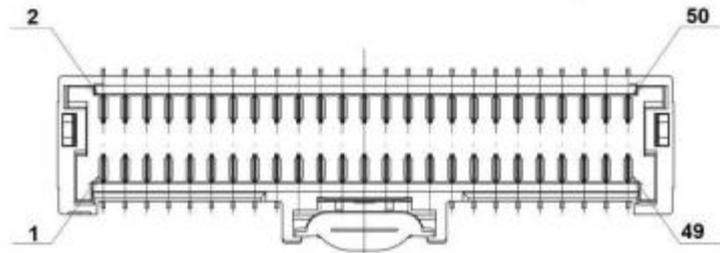


图 3-2 IO 接口示意图

3.1.3 电源及动力线接口定义

表 3-3 电源接口定义

接口引脚	功能
1	U
2	V
3	W
4	GND
5	BR-
6	VCC
7	PE

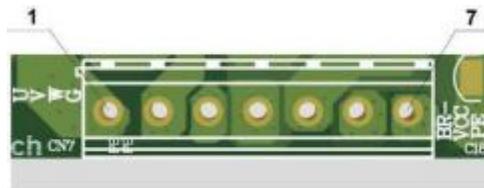


图 3-3 电源接口示意图

3.1.4 程序下载接口定义

表 3-4 下载接口定义

接口引脚	功能
1	VMCU
2	FICEK
3	FICED
4	GND



图 3-4 下载接口示意图

3.2 接线说明

3.2.1 数字输入接线

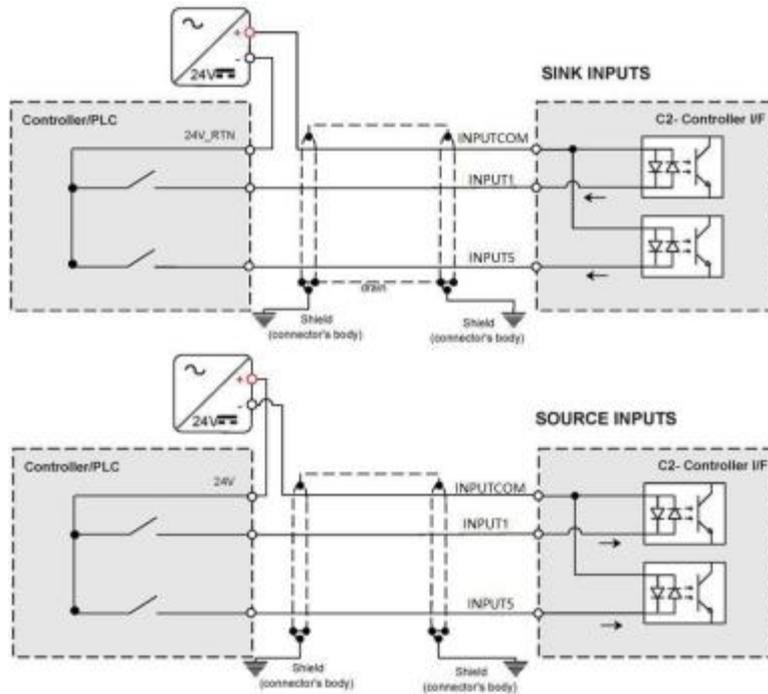


图 3-5 通用数字输入接线

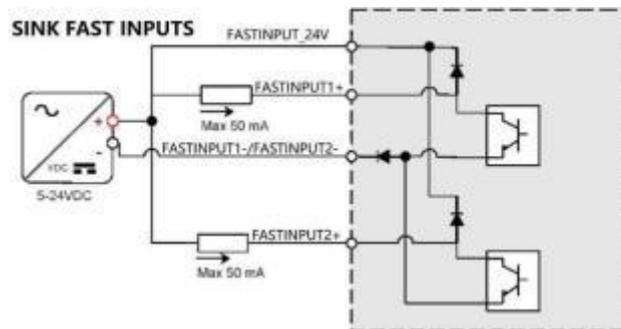


图 3-6 快速数字输入接线

3.2.2 数字输出接线

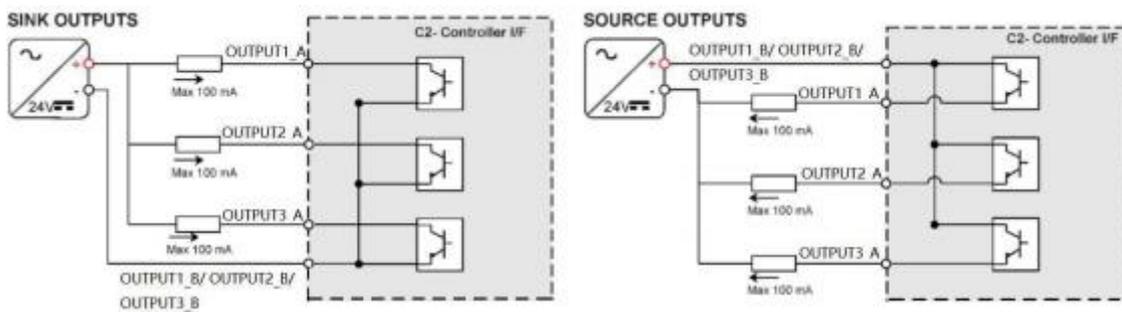


图 3-7 通用数字输出接线

4 试运行调试

主电源接通前，请确认电源线正负向是否正确连接。
试运行调试使用上位机软件 FortiorTechServoStudio。



图 4-1 FortiorTechServoStudio 界面

4.1 通信连接

- (1) 安装 CH340 串口驱动程序；
- (2) 使用 USB 数据线 (Type C) 连接上位机和驱动器；
- (3) 双击打开 FortiorTechServoStudio.exe，在侧边导航栏，点击“连接”子菜单；



图 4-2 连接界面

- (4) 点击端口下拉框来刷新端口列表，选择与驱动器连接的端口，波特率选择500000；
- (5) 点击“连接”按钮，实现通信连接。



图 4-3 通信连接成功

4.2 参数设置

4.2.1 导入默认参数

第一次使用 FortiorTechServoStudio，可以先导入默认参数：

- (1) 在侧边导航栏，点击“备份与恢复”子菜单；
- (2) 点击“默认参数”，稍等片刻，弹出“导入参数成功”的提示框；



图 4-4 备份和恢复页面

(3) 在上方工具栏，点击“Save”按钮，保存参数到驱动器 Flash。



图 4-5 保存参数到 Flash

“备份与恢复”还提供“导出参数”功能，将参数表保存为本地参数文件，“导入参数”将本地参数文件加载到驱动器 RAM。

4.2.2 电机参数设定

- (1) 在侧边导航栏，点击“电机”子菜单；
- (2) 根据电机铭牌和电机厂家提供的电机参数手册，在电机参数界面设置电机相关参数；
- (3) 点击“写入驱动器”按钮，将参数的变动更新到驱动器。



图 4-6 电机参数页面

“电机”还提供电机数据库的功能，可以调用在数据库中已知型号的电机的参数，同时也能将新型号的电机设置好参数后保存到数据库中。但电机库只是保存和加载电机反馈的参数，“导入参数”、“导出参数”是导入或导出全部的伺服参数。



图 4-7 电机数据库功能

4.2.3 反馈参数设定

- (1) 在侧边导航栏，点击“反馈”子菜单；

- (2) 设置编码器类型和编码器分辨率；
- (3) 点击“写入驱动器”按钮。



图 4-8 反馈设置界面

反馈类型	在下拉列表中选择应用所使用的编码器类型 
编码器分辨率	直线电机：单位 count/um，编码器每 um 对应的脉冲数。 旋转电机：单位count/圈，电机旋转一圈编码器对应的脉冲数。

4.2.4 换相

不管是什么类型的编码器，第一次适配时都需要进行一次自动换相 Autophase。自动换相是确定电机的相序，检测电机极对数或者极距与设置值是否一致，以及确定电角度偏置值。自动换相时电机会移动一个磁极的距离。做完自动换相后只需要保存参数到 Flash 或者保存到本地参数文件，以后只要不修改电机 UVW 接线顺序，就只需要从 Flash 加载参数或者导入参数文件即可，无需重新换相。

- (1) 在侧边导航栏，点击“反馈”子菜单；
- (2) “寻相方式”选择“8-Autophase”；
- (3) 点击“寻找相位角”按钮。
- (4) 寻相结束后会弹出框提示寻相成功，如果寻相失败，需要检查一下电机及反馈参数设置是否正确。



图 4-9 寻相界面

4.3 增益调试

4.3.1 电流环调试

(1) 在侧边导航栏，点击“示波器”子菜单，进入“参数表”，在“CBW”写入期望的电流环带宽，比如 1500Hz，按 Enter 键，上位机自动更新电流环比例增益 C_p 和积分增益 C_i ，点击“写入驱动器”按钮；这里的前提是电机参数里设置的是准确的电阻电感值；



图 4-10 电流环增益设置界面

(2) 测试电流环步骤：

- ① 示波器“采样点数”设为 600，“时间间隔”设为 1；
- ② 示波器记录变量勾选电流命令“CMDCUR”、电流反馈“ACTCUR”；
- ③ 点击示波器“单步采样”按钮，开始采集波形；
- ④ “运行模式”选择“2-串口电流”模式；
- ⑤ “电流模式”选择“正弦波”，“电流命令”设为电机额定电流的 30%，“频率”设为 100Hz，而后点击上方工具栏“Enable”按钮，使能电机；
- ⑥ 点击“开始”按钮运行电流环，并观察波形。

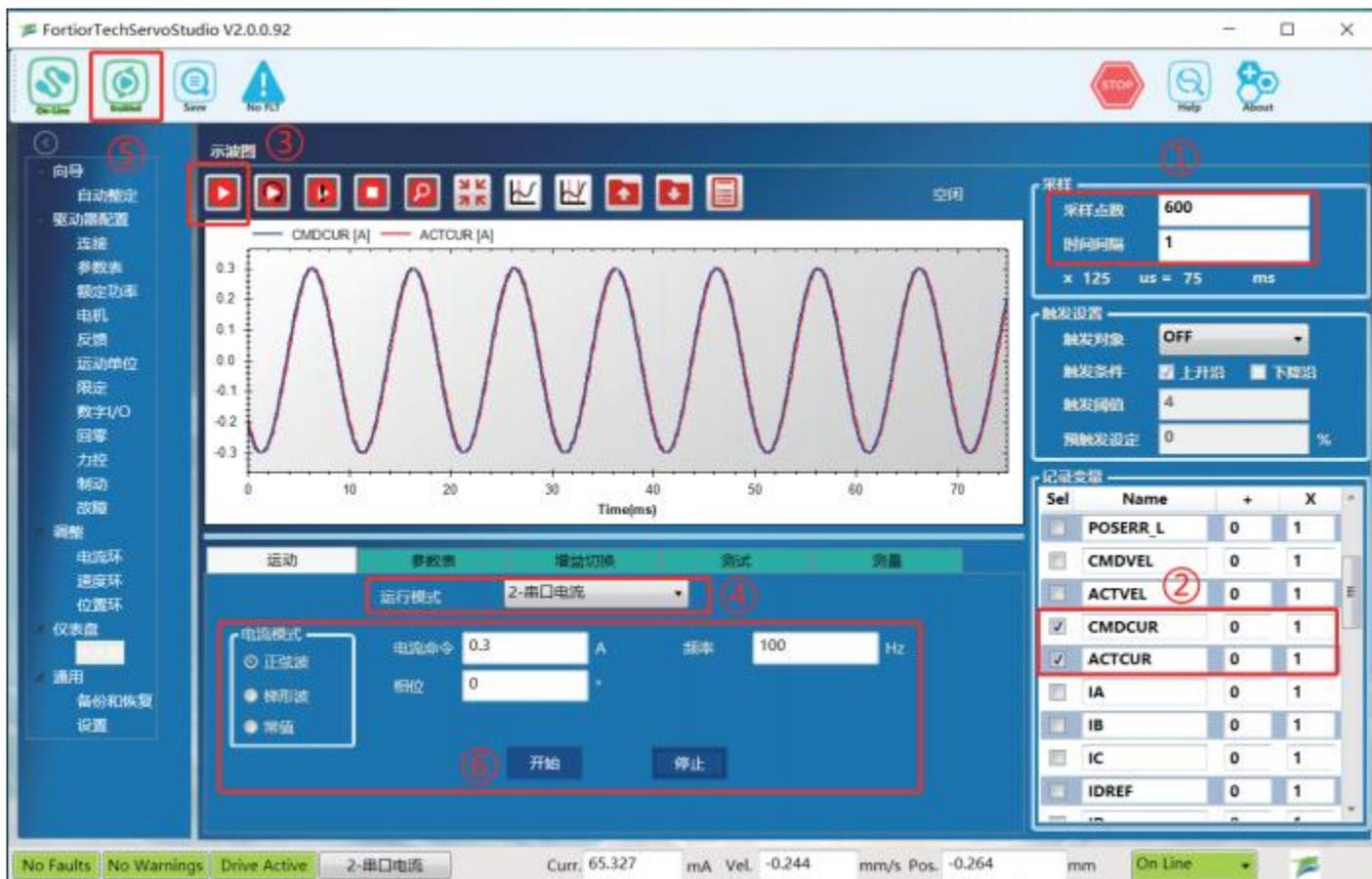


图 4-11 电流环测试设置界面

(3) 观测电流环的运行情况，同时增大频率到接近设定的带宽值，观察波形情况再微调电流环增益 C_p 、 C_i 或者不调即完成电流环的调试。

4.3.2 速度环调试

(1) 在侧边导航栏，点击“运动单位”子菜单，“速度环增益 V_p 单位”选择“0 - Hz”；



图 4-9 速度环增益单位设置界面

(2) 在侧边导航栏，点击“示波器”子菜单，进入“参数表”，在速度环比例增益“ V_p ”写入期望的速度环带宽，比如 600Hz，速度环积分增益“ V_i ”填的是 PI 控制器的零点频率，建议按以下关系取值： $1 \leq V_i/V_p \leq 2$ ，点击“写入驱动器”按钮；这里的前提是电机参数里设置的是准确的转动惯量/质量和转矩常数/力常数；



图 4-10 速度环增益设置界面

(3) 测试速度环:

- ① 示波器“采样点数”设为 2000，“时间间隔”设为 8；
- ② 示波器记录变量勾选速度命令“CMDVEL”、速度反馈“ACTVEL”；
- ③ 点击示波器“连续采样”按钮，开始采集波形；
- ④ “运行模式”选择“0-串口速度”；
- ⑤ 点击上方工具栏“Enable”，使能速度环；
- ⑥ “速度模式”选择“梯形波”，“速度命令”设为最大速度的 10%，“加速度”取一个偏小的值，“时间”设为 100ms，点击“开始”按钮运行速度环，并观察波形。

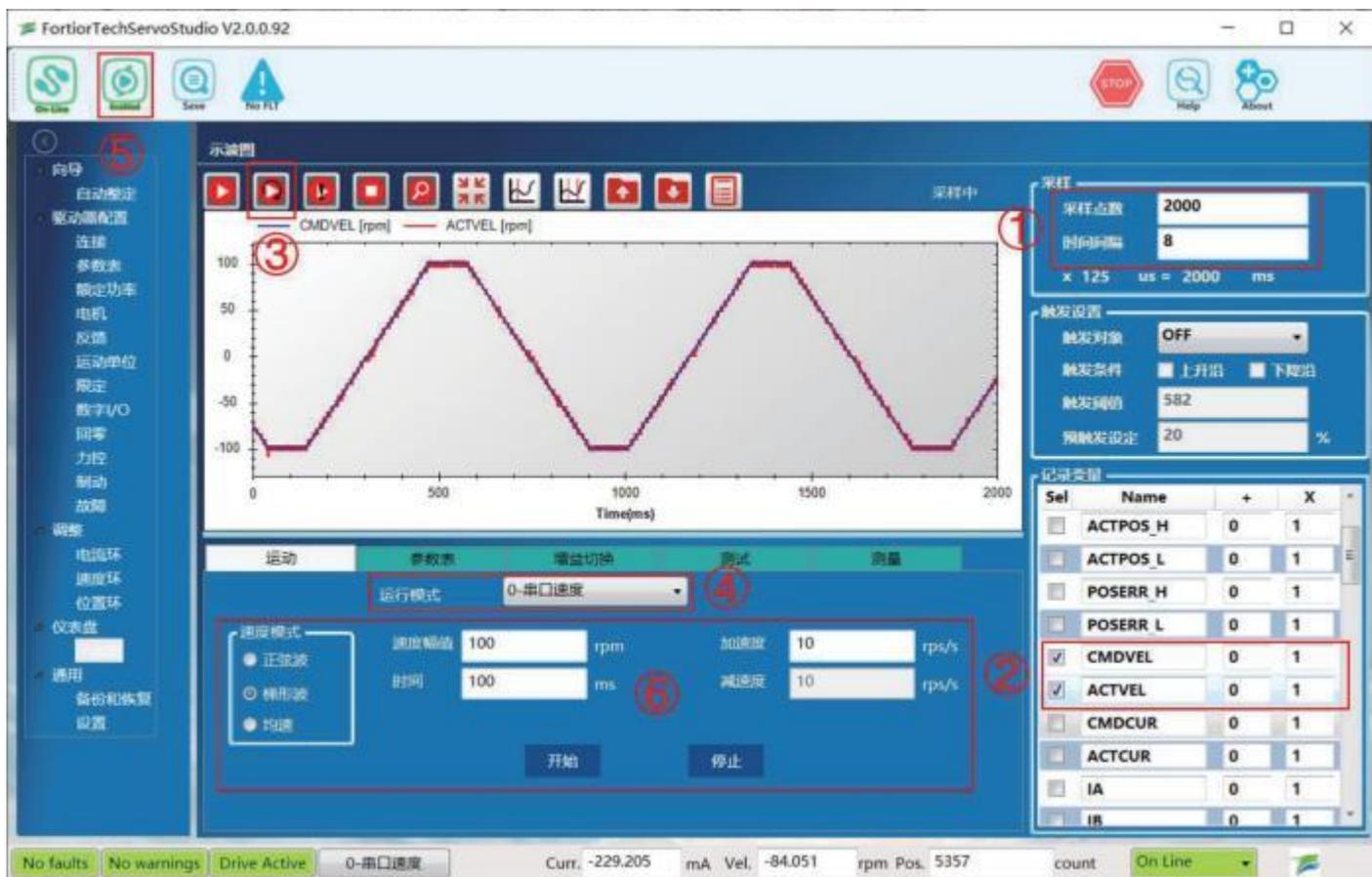


图 4-11 速度环测试设置界面

- (4) 观测速度环的运行情况，再微调速度环增益 V_p 、 V_i 。先调比例增益 V_p ，在不发生噪声、振动的范围内，增大

V_p ，可加快定位时间，带来更好的速度稳定性和跟随性。若发生噪音，则减小 V_p 。然后再调积分增益 V_i ，增大 V_i 可以增加系统刚性，降低稳态误差。若出现噪音，则减小 V_i 。

4.3.3 位置环调试

(1) 在侧边导航栏，点击“示波器”子菜单，进入“参数表”，在位置环比例增益“ P_p ”写入期望的位置环带宽，建议按以下关系取值： $3 \leq V_p/P_p \leq 5$ ，点击“写入驱动器”按钮；

运动	参数表	增益切换	测试	测量	
C_p	156.677 V/A	VFR	1	V_{p2}	2097.415 Hz
C_i	256.282 Hz	PVFR	0 %	V_{i2}	77.221 Hz
V_p	600 Hz	KACCB	0 %	P_{p2}	0.402 rps/rev
V_i	800 Hz	CBW	2000 Hz	P_{i2}	0 Hz
P_p	120 rps/rev			VFR2	1
P_i	0 Hz				

写入驱动器

图 4-12 位置环增益设置界面

(2) 测试位置环：

- ① 示波器“采样点数”设为 5000，“时间间隔”设为 10；
- ② 示波器记录变量勾选位置命令“CMDPOS”、位置反馈“ACTPOS”；
- ③ 点击示波器“连续采样”按钮，开始采集波形；
- ④ “运行模式”选择“5-串口位置”；
- ⑤ 点击上方工具栏“Enable”，使能位置环；
- ⑥ “运动指令”选择“增量”“往返”“重复”，“目标位置”取一个合适的移动距离，“速度”设为最大速度的 10%，“加速度”取一个偏小的值，“时间”设为 500ms，点击“开始”按钮。



图 4-13 位置环测试设置界面

(3) 观测位置环的运行情况，再微调位置环增益 P_p 。根据定位时间进行调整，加大此参数可加快定位时间，减小跟随误差。设定值过高可能会导致系统不稳定，发生振荡。