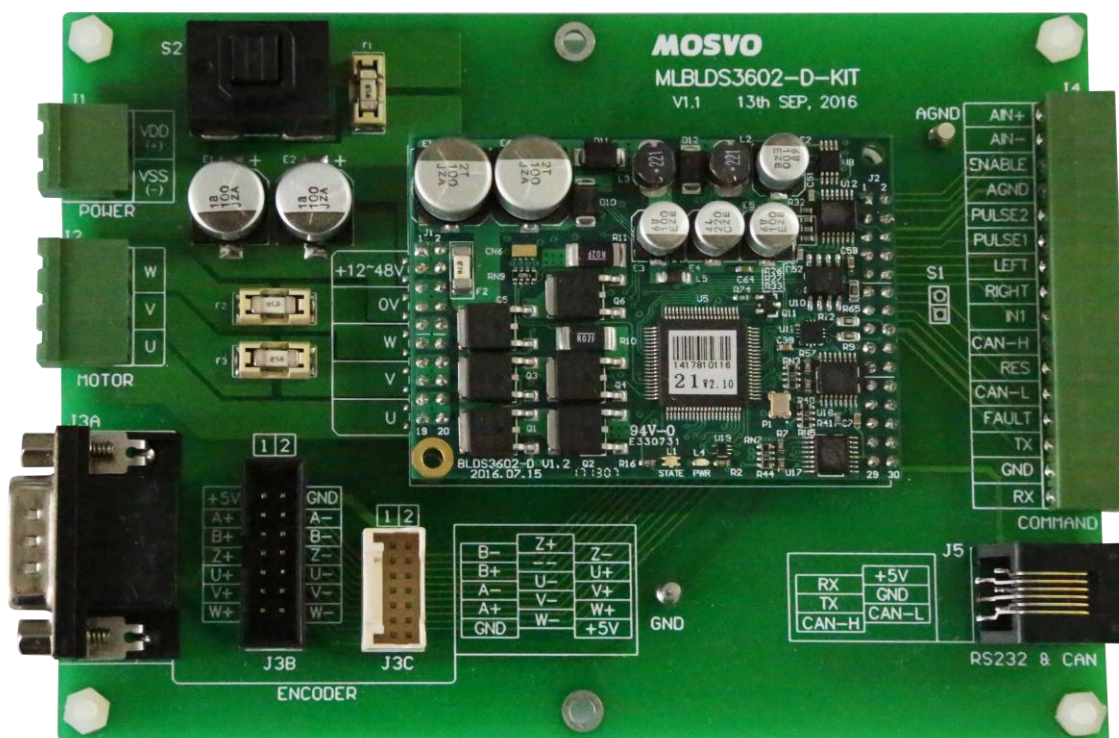


※ 多功能直流无刷伺服驱动器 ※

MLBLDS3602-D 使用手册(V1.0)



西安铭朗电子科技有限责任公司

(2012-5-15)

目 录

一. 概述.....	4
1. 型号说明.....	4
2. 适用范围.....	4
3. 使用条件.....	4
二. 功能技术指标.....	5
1. 主要功能.....	5
2. 工作模式配置表.....	5
3. 技术参数.....	6
三. 端口说明.....	7
1. 接口定义.....	7
2. 接口说明.....	8
3. 接线图.....	9
4. 串口连接.....	10
5. 安装尺寸(单位: mm).....	10
四. 操作说明.....	11
1. 初始化设置.....	11
1.1 驱动器出厂时的默认参数如下:.....	11
1.2 参数设置:.....	12
2. 初始化相位.....	12
2.1 初始化相位的注意事项.....	12
2.2 初始化相位的操作方法.....	12
3. 速度控制模式.....	13
3.1 数字指令 (RS232、CAN) 速度控制模式 (SMOD0).....	13
3.2 PWM 速度控制模式 (SMOD2).....	13
3.3 CLK 脉冲速度控制模式 (SMOD3).....	13
4. 位置控制模式.....	14
4.1 数字指令 (RS232、CAN) 位置控制模式 (SMOD256).....	14
4.2 CLK 脉冲位置控制模式 (SMOD259).....	14
5. 转矩控制模式.....	15

5.1 数字指令（RS232、CAN）转矩控制模式（SMOD512）	15
5.2 PWM 转矩控制模式（SMOD514）	15
6 放大器控制模式	15
6.1 数字指令（RS232、CAN）放大器控制模式（SMOD768）	15
6.2 PWM 放大器控制模式（SMOD770）	15
五. 故障保护与复位	17
1. 安全级别	17
2. 故障保护依据	17
3. 故障信息列表	17
六. PID 调试	19
1. 速度环 PID 调试	19
2. 位置 PID 调试	20
3. 力矩环 PID 调试	23
七. 参数设置与常见问题	24
1. 参数设置	24
2. 参数保存	24
3. ENA/DIS 指令和外部使能信号 EN 的关系	24
4. 关于 SBS 急停指令	24
5. 关于读取速度指令 GV	24
6. 关于 ESA 指令	24

使用警告：



DANGER

- 1、初次使用或更改线序后，应先进行相位初始化操作，待初始化成功后才能进行正常操作。
- 2、在初始化不成功、接线有误等情况下操作电机旋转时，电机会因相位不正确而停转并发热，若持续时间过长会烧坏电机，此时应尽快关闭驱动器电源。

一. 概述

1. 型号说明

MLBLDS3602 (E) -D

ML ----- 公司代码

BL ----- 适用于直流无刷电机

DS ----- 直流伺服驱动器

36 ----- 电源电压范围+12~48V

02 ----- 最大连续输出电流 2A

E ----- 工业级

2. 适用范围

- 适合驱动永磁直流无刷伺服电机，空心杯永磁直流无刷伺服电机，直流无刷力矩电机（200mH 电感量以下的电机建议加电感）；
- 最大连续电流 2A，最大峰值电流 4A；
- 直流电源+12~48V；
- 放大器模式，转矩模式，速度模式，位置模式；

3. 使用条件

(1) 电源：

- 电源输入范围：**+12~48V 直流电源**；
- 能提供连续电流 2 倍的瞬间电流过载能力；
- 电压要保证不大于 5% 的稳定度。

(2) 反馈元件：

- 增量式编码器；
- 霍尔传感器

(3) 使用环境：

- 温度：MLBLDS3602：-10~70℃；
MLBLDS3602E：-40~85℃；
- 湿度：85%RH 以下；
- 无防水要求；
- 无腐蚀性气体。

二. 功能技术指标

1. 主要功能

- 工作模式：放大器模式、转矩模式、速度模式、位置模式；
- 反馈元件：增量式编码器、霍尔传感器；
- 控制端口：RS232、CAN, CLK/DIR, PWM；
- 外部制动控制；
- 外部启停控制；
- 外部限位功能；
- 软件限位功能；
- 开机自动寻找零位；
- 可以通过 CAN 总线组网控制；
- 通过 RS232 或 CAN2.0 实现 PC 控制、参数调整、在线调测；
- 驱动器内部温度监测；
- 过流、过载保护；
- 过压、欠压保护；
- 温度保护；
- 堵转、飞转保护；
- 动态跟踪误差超限保护；

2. 工作模式配置表

工作模式	控制指令		反馈元件
放大器模式	RS232	CAN	增量式编码器、霍尔传感器
	PWM		
转矩模式	RS232	CAN	增量式编码器、霍尔传感器
	PWM		
速度模式	RS232	CAN	增量式编码器、霍尔传感器
	CLK + DIR	PWM	
位置模式	RS232	CAN	增量式编码器、霍尔传感器
	CLK + DIR		

3. 技术参数

参数	标号	参数值	单位
电源电压	U	12~48	VDC
最大连续电流	I_c	2	A
最大峰值电流	I_{max}	4	A
PWM 开关频率	f_{PWM}	15	kHz
静态电流	I_{el}	115@12V, 60@24V, 45@36V	mA
输出编码器电源	+5V _{OUT}	5	VDC
	I_{CC}	100	mA
数字输入	CLK, ..., IN2	高电平: 3~5 低电平: 0~0.3	V
数字输出	集电极开路输出	最高上拉 30V, 电流 5mA 有故障输出低电平	
PWM 控制	频段	100~500	Hz
	占空比范围	$0\% \leq \text{占空比} \leq 100\%$	
	占空比=50%	0	RPM
	占空比<50%	电机反转	CCW
	占空比>50%	电机正转	CW
步进脉冲最高频率	f_{max}	200	KHz
通讯端口	RS232	9600 (19200)	bps
	CAN2.0B	500 (1000,250,125,100,50,20)	Kbps
编码器输入	信号属性	OC, TTL, 5V 线驱动	
	f_{max}	200	KHz
可控速度范围		1~30000	RPM
欠压保护	V _u	10.5	V
过压保护	V _o	54	V
工作温度	MLBLDS3602	-10 ~ +70	°C
	MLBLDS3602E	-40 ~ +85	
储存温度	MLBLDS3602	-40 ~ +85	°C
	MLBLDS3602E	-55 ~ +125	

三. 端口说明

1. 接口定义

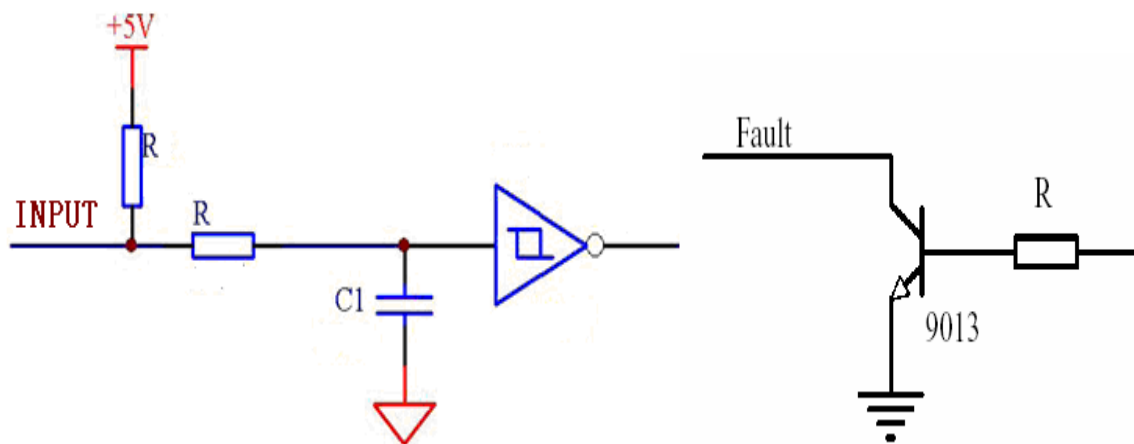
A/B 1~2	VDD	驱动器电源	输入	电源	
A/B 3~4	VSS	驱动器电源地	输入		
A/B 6~7	HU	电机 U 相绕组	输出	电机	
A/B 8~9	HV	电机 V 相绕组	输出		
A/B 10~11	HW	电机 W 相绕组	输出		
A/B 12	GND	编码器电源地	公共端	反馈输入	
A/B 13	A	编码器 A	输入		
A/B 14	B	编码器 B	输入		
A/B 15	Z	编码器 Z	输入		
A/B 16	SU	霍尔反馈 U 相	输入		
A/B 17	SV	霍尔反馈 V 相	输入		
A/B 18	SW	霍尔反馈 W 相	输入		
A/B 19	+5V _{OUT}	编码器电源	输出		
A/B 20	TX	RS232 发送端	输出		RS232
A/B 21	RX	RS232 接收端	输入		
A/B 22	GND	RS232 地	公共端		
A/B 23	CAN-H	CAN 总线 H	双向	CAN	
A/B 24	CAN-L	CAN 总线 L	双向		
A/B 25	EN	使能	输入	数字控制	
A/B 26	CLK/PWM	步进脉冲/脉宽	输入		
A/B 27	DIR	方向控制	输入		
A/B 28	LEFT	左限位	输入		
A/B 29	RIGHT	右限位	输入		
A/B 30	BRAKE	急停信号	输入		
A/B 31	FAULT	保护输出信号	输出		
A/B 32	GND	信号电源地	公共端		

2. 接口说明

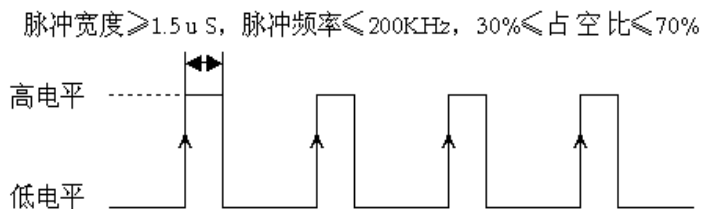
(1) TX, RX, GND, GND: RS232 接口, 实现指令控制, 以及参数设置、运行状态调测等;

(2) ENA, CLK/PWM, DIR, BRAKE, LEFT, RIGHT, FAULT:

外部控制信号输入接口及错误信号输出接口。接口电路如下:



- EN 信号为外部使能控制, 在任何模式下都有效。EN 高电平时, 驱动器加载电机。当 EN 低电平时, 驱动器释放电机, 电机处于无力矩状态。此信号在悬空时为高电平状态, 这时驱动器向电机加载。
- CLK / PWM 是步进脉冲、PWM 信号共用端口, 通过 RS232 串口或 CAN 接口设置信号属性。用户根据需要, 可以选择下列其中一种控制组合:
PWM 脉宽信号, 可以实现速度、转矩和放大器模式控制;
CLK、DIR 脉冲信号, 可以实现速度和位置模式控制;
CLK 步进脉冲信号, 上升沿有效。



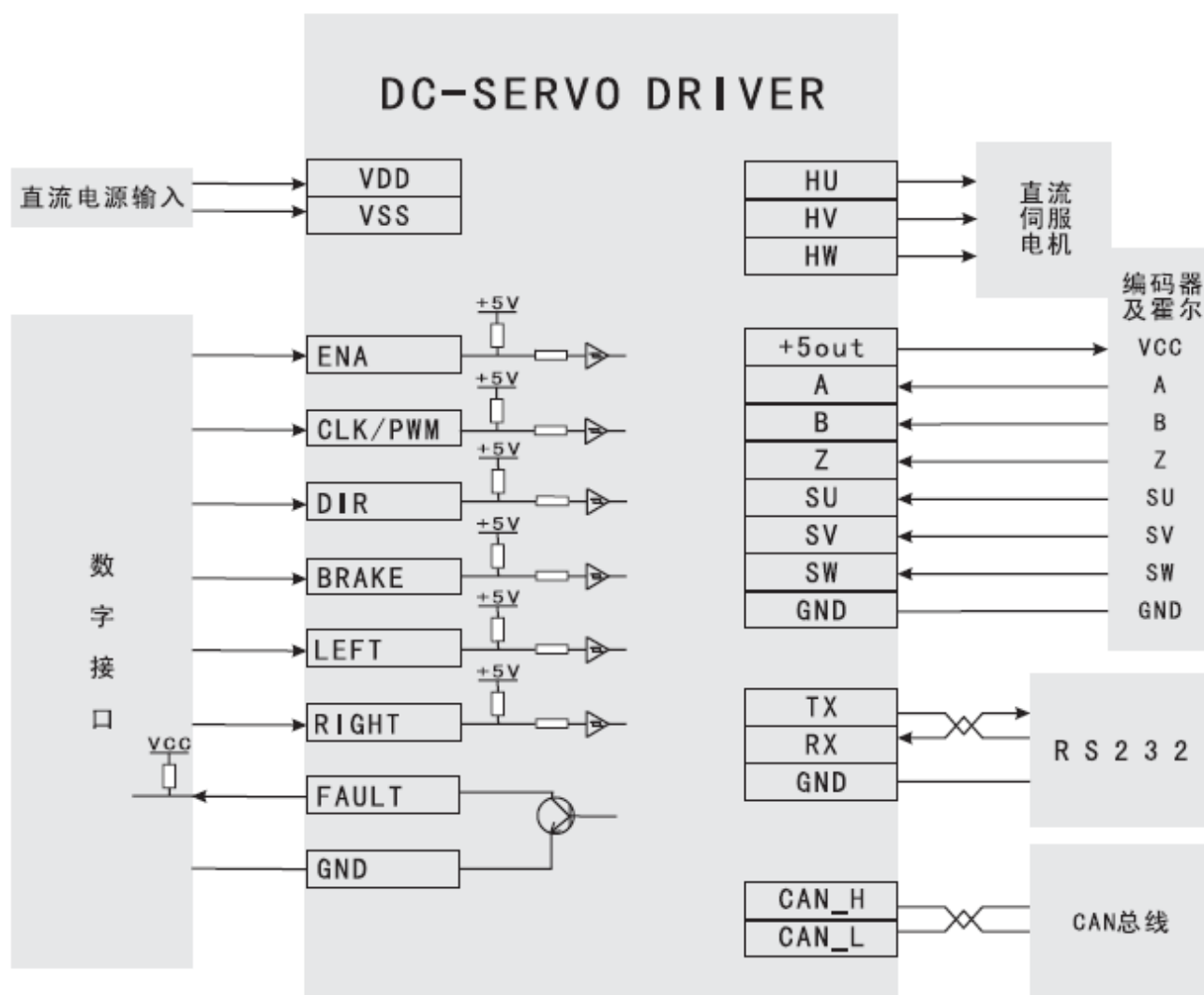
- DIR 是方向信号, 高电平控制电机正转, 低电平控制电机反转。悬空时为高电平状态。此信号只在步进脉冲信号输入时有效。

- BRAKE 是急停信号，当置为低电平时，驱动器将迅速制动电机并保持使能状态。置为高电平时，取消急停状态。
- LEFT 和 RIGHT 是限位信号，下降沿触发限位功能。检测到限位信号后，驱动器将迅速制动电机并保持使能状态，这时电机只能向未限位的方向旋转。
- FAULT 是驱动器输出的出错信号，集电极开路，用户最高可以上拉到 30V。当系统产生保护时，输出低电平；正常状态时，输出高电平。输入电流小于 5mA。

(3) +5Vout , GND, A, B, Z, SU, SV, SW: 反馈输入接口

- +5Vout 是驱动器提供的编码器电源和霍尔传感器电源，最大输出电流 100mA。
- A, B, Z 为编码器信号接口
- SU, SV, SW 霍尔反馈接口（磁极位置反馈）。

3. 接线图

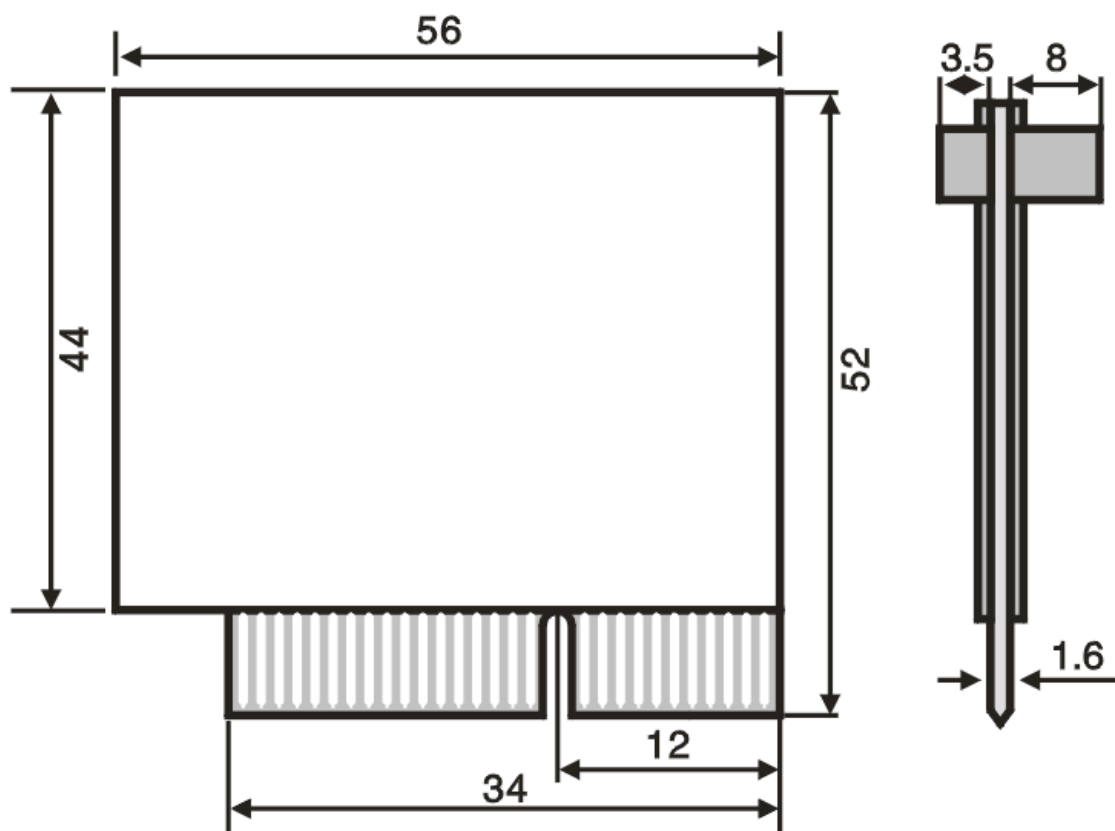


4. 串口连接

公司提供专用电缆，DB9 插头符合标注定义，可同计算机串口相连。线缆标识定义：

驱动器标号	颜色	DB9 引脚号
TX	红	2
RX	蓝	3
GND	黄（或绿）	5

5. 安装尺寸(单位: mm)



四. 操作说明

1. 初始化设置

1.1 驱动器出厂时的默认参数如下:

指令参数	说明
ENA	内部使能有效
SMOD768	放大器模式, 信号源数字指令
SR	正电压输入电机正转
BAUD9600	RS-232 串口波特率 9600bps
CAN	波特率 500bps
SPC4000	最大峰值电流 4A
SCC2000	最大连续电流 2A
A90	加速度 90
P100	比例系数 100
I20	积分系数 20
D0	微分系数 0
MK1000	速度前馈系数 1000
MP1000	位置比例系数 1000
MI0	位置积分系数 0
MD0	位置微分系数 0
Ip500	电流比例系数 500
Ii500	电流积分系数 500
Id0	电流微分系数 0
SSP5000	最高速度 5000RPM
SMV0	PWM 速控模式的最小速度 0RPM
SPE0	禁用软件位置限制
SPH2000000000	设置位置范围上限
SPL-2000000000	设置位置范围下限
SPHE0	禁用硬件位置限制

STW1	步宽 1
ENC4000	编码器分辨率 2000 (500 线)
SPT1000	设置延迟保护时间 1000ms
SER255	设置步进脉冲位置模式最大位置跟踪误差 (-255~+255)

1.2 参数设置:

用户需要根据所选的电机、测速机、编码器及负载情况重新设置参数并存储。设置方法如下:

- 通过本公司提供的《伺服运控管理系统》软件进行设置,在相应栏目输入参数,分别点击“设置”和“保存至 EEPROM”两个按钮,即可存储;
- 根据通讯协议,用户通过数字指令 (RS232 或 CAN) 分别进行设置,最后通过指令“ESA”保存至 EEPROM。
- 注意:参数设置后,驱动器只是暂存参数,必须保存至 EEPROM,才能永久生效。

2. 初始化相位

2.1 初始化相位的注意事项

- (1) 初始化相位主要是确定电机的相位角,电流与电机的方向等,所以当电机初次使用或更改了电机线序、霍尔线序、编码器线序都要进行一次初始化相位操作。
- (2) 由于在进行初始化相位操作时要对电机进行不定旋转,所以初始化操作时请勿带载,以免损坏设备。
- (3) 只有在初始化相位成功后方可对电机进行正常的操作,否则可能会造成电机堵转而损坏设备。

2.2 初始化相位的操作方法

- (1) 正确设置编码器分辨率。
- (2) 在《伺服运控管理系统》软件中使用“自动初始化相位”按键或发送 CPA 指令。
- (3) 根据 FAULT 指示灯来观测进度。

灯常亮: 正在进行相位初始化

灯常灭: 相位初始化完毕,初始化成功

灯闪烁: 相位初始化完毕,初始化失败

- (4) 如果相位初始化失败,请检查接线并再次进行相位初始化,直至相位初始化成功。

3. 速度控制模式

3.1 数字指令 (RS232、CAN) 速度控制模式 (SMOD0)

(1) 指令: V + 参数

如: V1000 启动速控模式, 电机开始以设定的速度运动。

(2) 相关指令: A (加速度)

3.2 PWM 速度控制模式 (SMOD2)

(1) PWM 信号规范:

频率范围: 100-500Hz;

占空比范围: $0\% \leq \text{占空比} \leq 100\%$ 。

(2) 工作原理

当占空比=50%, $V = 0$; 占空比<50%, 电机反转; 占空比>50%, 电机正转。

计算公式: $V = SSP \times (\text{占空比} \times 100 - 50) \div 50$

(3) 相关指令: SMV (最小速度)

为了保证 PWM 占空比=50%时, 电机速度绝对为零, 可用 SMV 指令设置最小速度

3.3 CLK 脉冲速度控制模式 (SMOD3)

(1) 脉冲输入频率范围: 0~200KHz

(2) 相关指令:

- 设置最大速度: SSP + 参数
- 设置最大加速度: A + 参数
- 设置步宽: STW + 参数
- 读取步宽值: GSTW
- 设置脉冲输入最高频率 SSK + 参数
- 读取脉冲输入最高频率 GSK

(3) 工作原理

当采用编码器作为反馈元件时, 电机转速与输入脉冲的频率成正比:

- 转速与脉冲频率之间的关系如下:

转速 = 脉冲频率 \times 步宽 (STW) $\times 60 \div$ 编码器分辨率 (4 倍线数)

(4) 通过 DIR 信号控制方向。

4. 位置控制模式

4.1 数字指令 (RS232、CAN) 位置控制模式 (SMOD256)

(1) 启动条件：电机停止运动时，才能启动位置控制模式

(2) 相关指令：

- 设置绝对位置：PO + 参数

把当前位置设置为参数对应的绝对位置。

如：PO0，则当前位置被设置为绝对零点。

- 设置最大速度：SSP + 参数
- 设置最大加速度：A + 参数
- 以绝对位置参量设置目标位置：M + 参数

如：M2000，从当前位置运动到绝对位置 2000；M-2000，从当前位置运动到绝对位置 -2000。

- 以相对位置参量设置目标位置：MR + 参数

如：MR2000，从当前位置正向运动 2000 个单位；MR-2000，从当前位置负向运动 2000 个单位。

4.2 CLK 脉冲位置控制模式 (SMOD259)

(1) 脉冲输入频率范围：0~200KHz

(2) 相关指令：

- 设置最大速度：SSP + 参数
- 设置最大跟踪误差：SER + 参数
- 设置最大加速度：A + 参数
- 设置步宽：STW + 参数
- 读取步宽值：GSTW

(3) 工作原理

脉冲输入端每接收一个脉冲，电机运转一个步宽；

位置与及转速的计算公式如下：

位置（圈数）= 脉冲个数 X 步宽（STW）÷ 编码器分辨率（4 倍线数）

转速 (RPM) = 脉冲频率 x 步宽 (STW) x 60 ÷ 编码器分辨率 (4 倍线数)

(4) 通过 DIR 信号控制方向。

5. 转矩控制模式

5.1 数字指令 (RS232、CAN) 转矩控制模式 (SMOD512)

(1) 相关指令:

- 设置最大连续电流: SCC + 参数
- 设置输出目标电流: EC + 参数

例如: EC5000 输出 5000mA 电流, 驱动器向电机施加正向电流。

5.2 PWM 转矩控制模式 (SMOD514)

(1) PWM 信号规范:

频率范围: 100-500Hz;

占空比范围: $0\% \leq \text{占空比} \leq 100\%$ 。

(2) 相关指令:

- 设置最大连续电流: SCC + 参数

(3) 工作原理:

占空比 = 50%, $I_{out} = 0$; 占空比 < 50%, 输出反向电流; 占空比 > 50%, 输出正向电流。

计算公式: $I_{out} = SCC \times (\text{占空比} \times 100 - 50) / 50$

注意: 为了保证 PWM 占空比 = 50% 时, 转矩输出为零, 驱动器将 0.195% 设置为死区, 即在 $(50\% - 0.195\%) < \text{占空比} < (50\% + 0.195\%)$ 时, 输出电流为零。

6 放大器控制模式

6.1 数字指令 (RS232、CAN) 放大器控制模式 (SMOD768)

相关命令: AM + 参数

如: AM20, 则驱动器输出电压: $V_{out} = \text{电源电压} \times 20 \div 100$;

AM-20, 则驱动器输出电压: $V_{out} = \text{电源电压} \times (-20) \div 100$;

6.2 PWM 放大器控制模式 (SMOD770)

(1) PWM 信号规范:

频率范围: 100-500Hz;

占空比范围： $0\% \leq \text{占空比} \leq 100\%$ 。

(2) 工作原理：

占空比=50%，输出电压=0；占空比<50%，电机被施加方向电压；占空比>50%，电机被施加正向电压。

计算公式 $V_{out} = \text{电源电压} \times (\text{占空比} \times 100 - 50) \div 50$

注意：为了保证 PWM 占空比=50%时，电压输出为零，固定将 0.195% 设置为死区，即在 $(50\% - 0.195\%) < \text{占空比} < (50\% + 0.195\%)$ 时，电压输出为零

五. 故障保护与复位

1. 安全级别

保护机制分为两个安全级别：报警和状态锁存。各等级故障信息保护机制如下：

- 报警：驱动器继续工作，标志置位， FAULT 信号输出；
- 状态锁存：故障发生后，系统关断 PWM，标志置位， FAULT 信号输出；

故障标志只能通过发送 DIS 指令或外部 EN 信号置低清除。

2. 故障保护依据

(1) 温度报警

MLBLDS3610：当驱动器温度超过 65℃时产生温度报警；恢复后自动清除报警标志；

MLBLDS3610E：当驱动器温度超过 80℃时产生温度报警；恢复后自动清除报警标志；

(2) 温度保护

MLBLDS3610：驱动器温度超过 70℃或低于-10℃将产生保护；

MLBLDS3610E：驱动器温度超过 85℃或低于-40℃将产生保护；

(3) 过流保护

当电流大于峰值电流，将产生过流保护。

(4) 过压、欠压保护

当电源电压低于 10.5V 时系统将产生欠压保护；

当电源电压高于 54V 系统将产生过压保护；

(5) 失控

驱动器无法控制电机按照设定的指令运行，将产生保护。

(6) 过载保护

当电流持续大于连续电流的时间超过保护延迟时间，将产生过载保护。

(7) 跟踪误差保护

在输入 CLK 脉冲的位置控制模式下，电机实际运行的位置与 CLK 指令之间的误差超过限定值将产生动态跟踪误差保护。

3. 故障信息列表

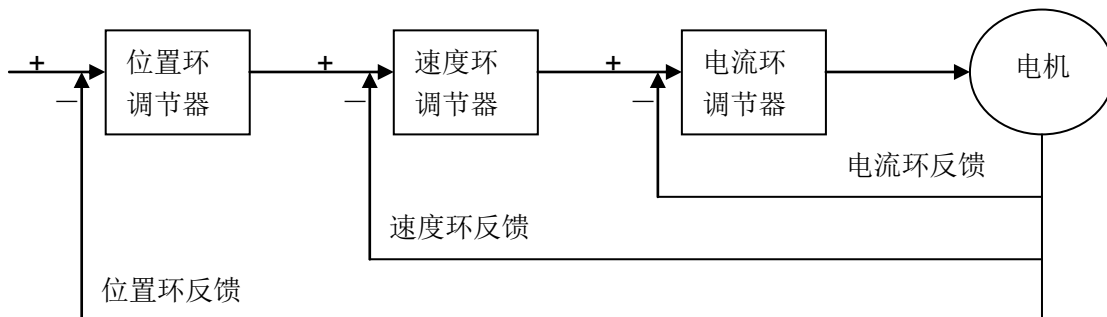
保护类别	安全级别	关断 PWM 输出	FAULT 输出
------	------	-----------	----------

温度报警	报 警	否	是
温度保护	状态锁存	是	是
过流保护	状态锁存	是	是
欠压保护	状态锁存	是	是
过压保护	状态锁存	是	是
速度失控保护	状态锁存	是	是
保留	状态锁存	是	是
过载保护	状态锁存	是	是
跟踪误差保护	状态锁存	是	是
EEPROM 出错保护	状态锁存	是	是

注：故障状态被锁定后，驱动器将停止功率输出；使用 DIS 指令或者外部使能置低，可以清除所有故障标志。

六. PID 调试

为使系统获得理想的控制效果，用户需要根据自己的实际应用情况调试 PID 参数，从而改善系统的动态特性。通过本公司提供的《伺服运控管理软件》，能直观的观测到调试效果，提高调试效率。



如果是多环调试，应当先调试内环，再调试外环。参数调节示例如下：

1. 速度环 PID 调试

1)、设置相关参数、工作模式及信号源 如：SMOD0（速度模式、数字指令信号源）

2)、监测速度并运行

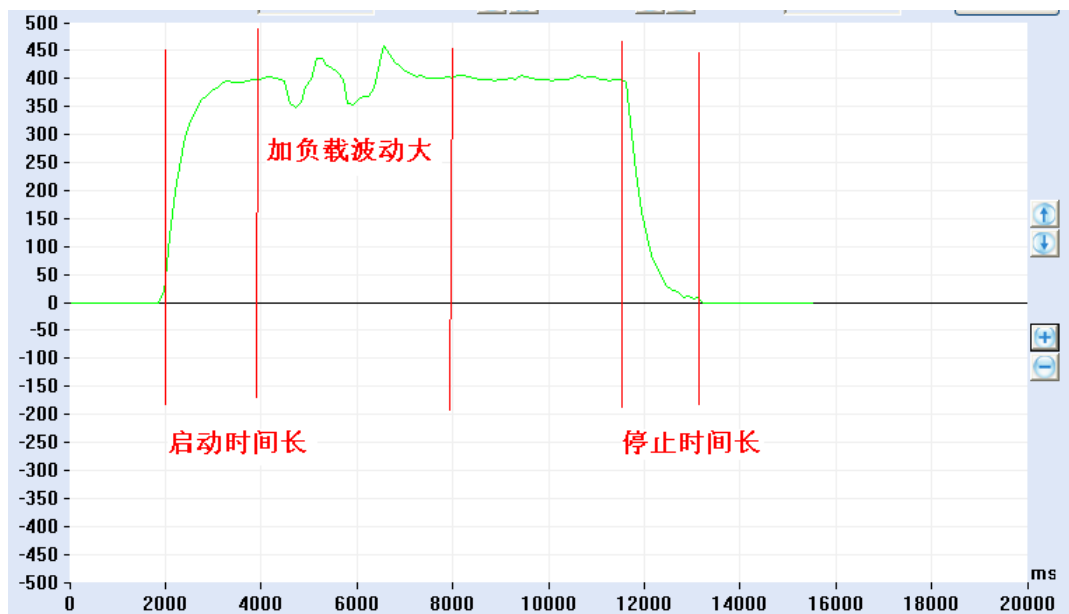
通过《伺服运控管理软件》监测实时速度

启动电机：V400

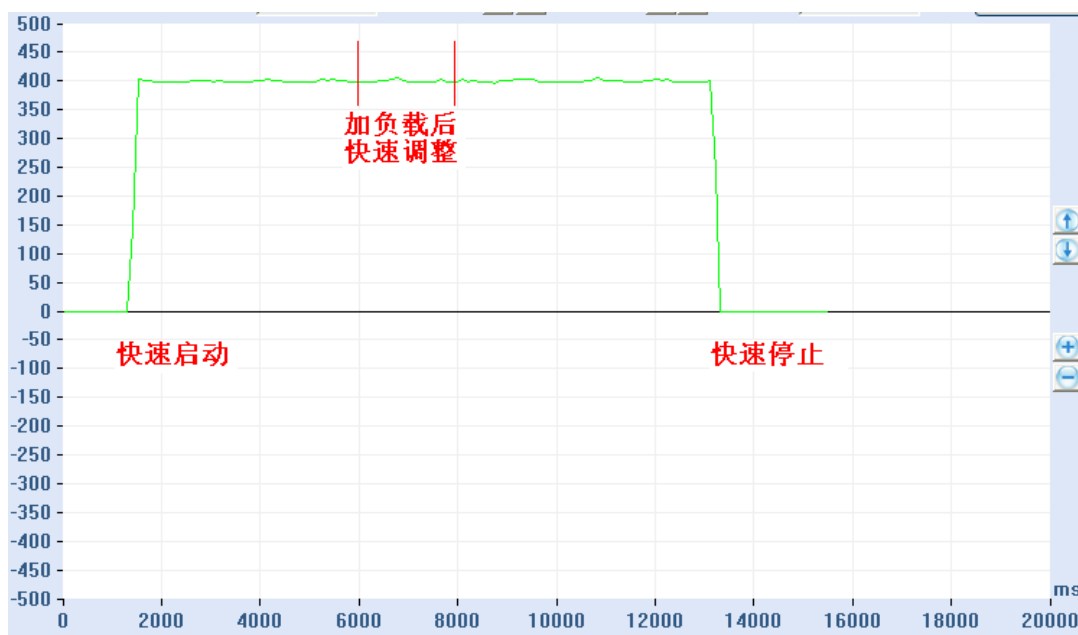
3)、调整 PID

根据监测图形和电机状态来判断 PID 参数是否过大或过小：

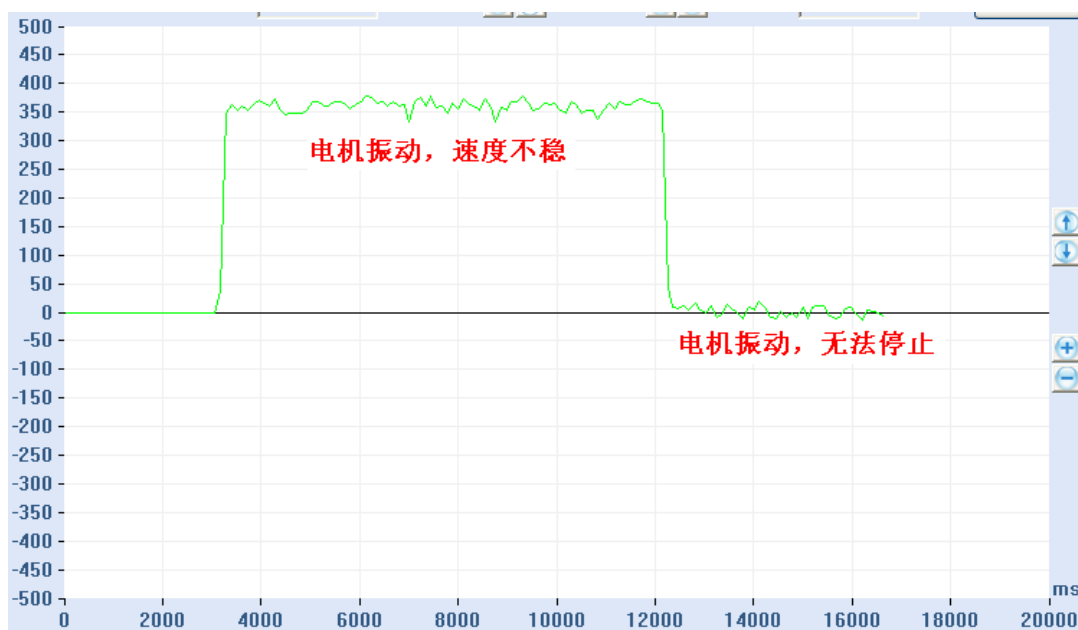
A、参数过小，此时可以同时增加 PI，D 保持 0 不变（如下图）。



B、刚性较好的 PID:



C、PID 过大, 此时应同时减小 PI:



当 PID 过大时, 电机会振动。

2. 位置 PID 调试

- 1)、设置相关参数、设置模式及信号源 如: SMOD256 (位置模式、数字指令信号源)
- 2)、监测位置并运行

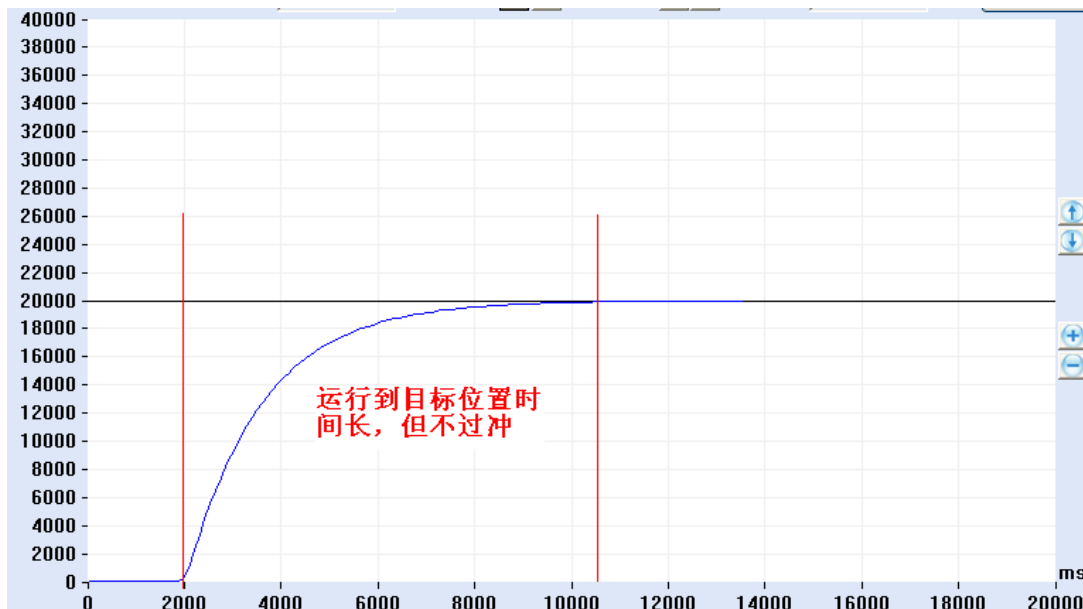
通过《伺服运控管理软件》监测实时位置

运行电机，M20000

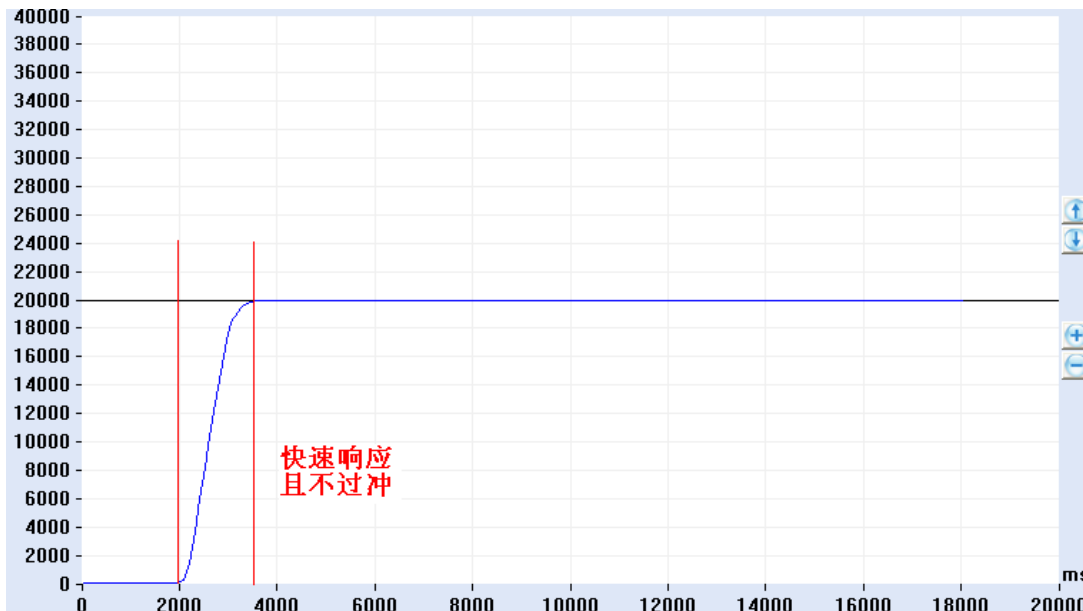
3)、调整 PID

根据监测图形和电机状态来判断 PID 参数是否过大或过小:

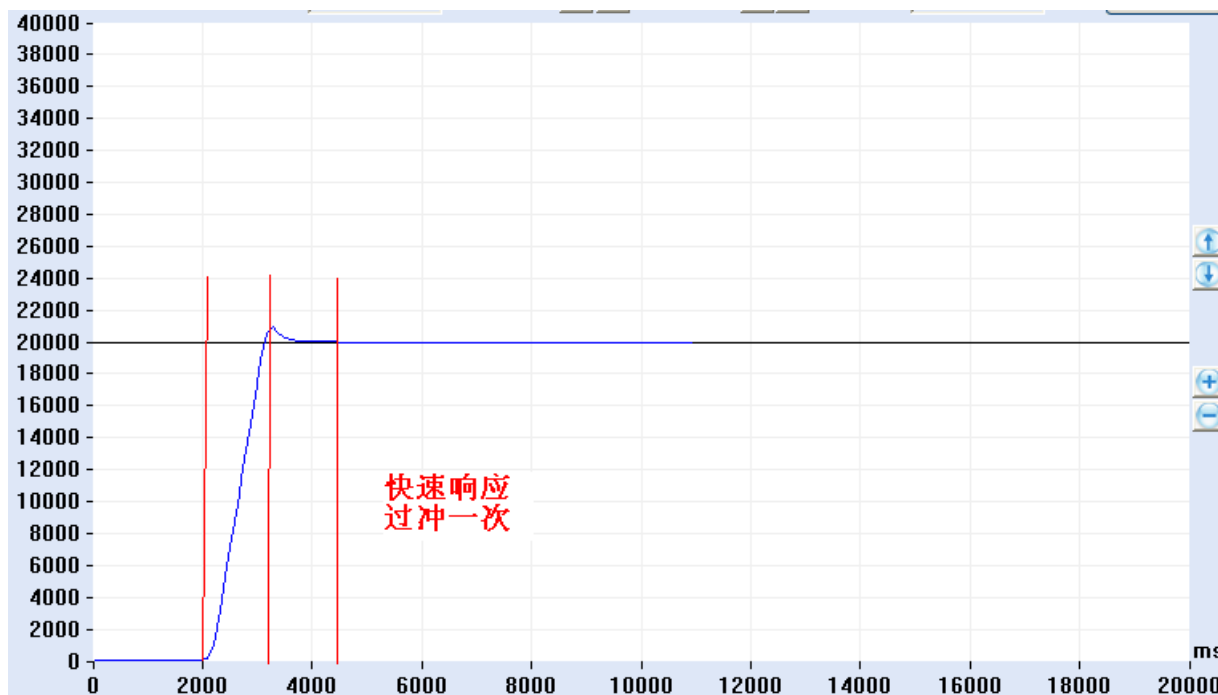
A、参数小，可以适当加大 MP:



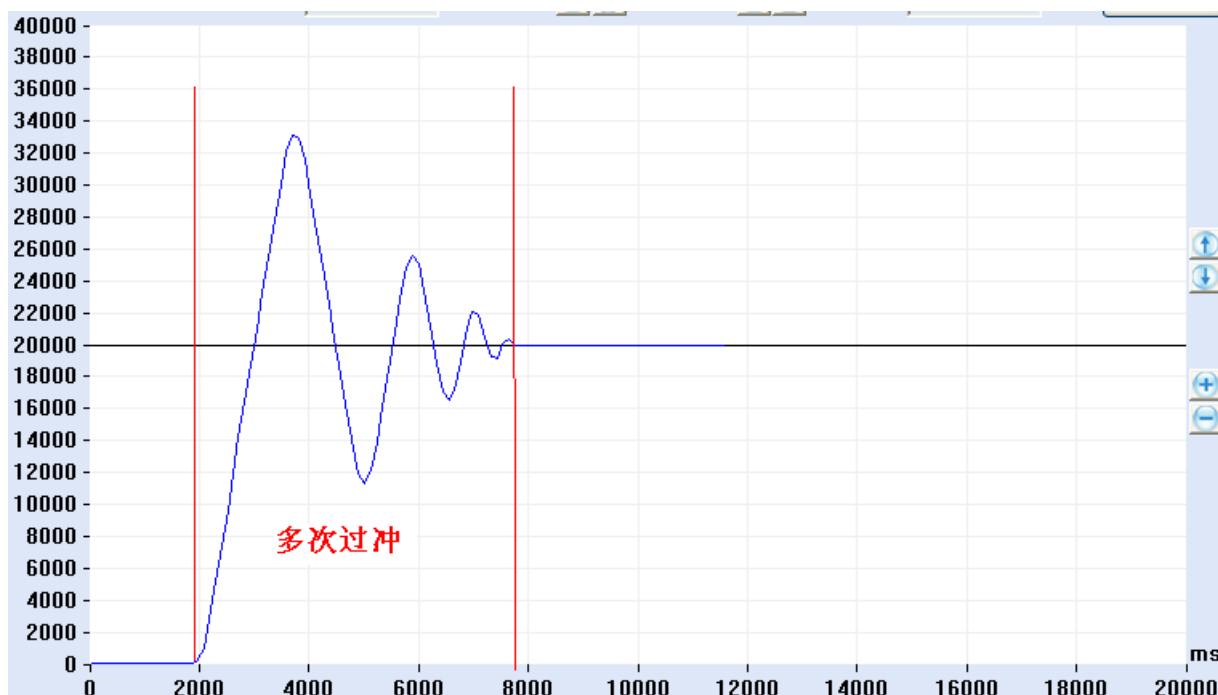
B、较好的 PID:



C、单次过冲 PID



D、参数较大，应当减小 MP:



E、注意：如果加速度过小也会造成多次过冲的现象。

F、在 B 或 C 的基础上微调 MP 和 MD, 直到调试出比较合适的位置环 PID, 并保存到 EEPROM 中。

3. 力矩环 PID 调试

1)、设置相关参数、设置模式及信号源 如: SMOD512 (力矩模式、数字指令信号源);

2)、监测位置并运行

通过《伺服运控管理软件》监测实时位置

运行电机, EC1000

3)、调整 PID

根据监测图形和电机状态来判断 PID 参数过大或过小, 进而调整 PID 参数。

(图形原理同上)

七. 参数设置与常见问题

1. 参数设置

- (1) 连接 RS232 或 CAN 通讯口，在《伺服运控管理系统》上进行设置，详见软件使用说明；
- (2) 用户自己根据软件协议进行设置。

2. 参数保存

- (1) 使用《伺服运控管理系统》进行保存，详见软件使用手册；
- (2) 用户使用 ESA 指令进行保存。

注意：在调试过程中下载的参数，如果不通过 ESA 指令保存，掉电后将丢失！

3. ENA/DIS 指令和外部使能信号 EN 的关系

外部使能信号 EN 的优先级最高，当它为低时，ENA/DIS 指令操作无效，当它为高时，ENA/DIS 指令操作有效；

4. 关于 SBS 急停指令

电机在运转中需要急停时，可用 SBS 指令。但此指令在重负载和高速度时会对电机和驱动器产生一定伤害，严禁经常使用；解除急停状态，可使用 CBS 指令或将驱动器重新加电。

5. 关于读取速度指令 GV

此驱动器速度显示分辨率为 1RPM。电机在运转中的速度小于 1RPM 时，通过 GV 指令读取的速度均为 1RPM，只有电机停止运转或处于制动状态，读取的速度才会为 0。

6. 关于 ESA 指令

在使用 ESA 指令存储参数时，应将电机停止运转，否则会出现短暂失调现象；