

# ※ 直流伺服电机驱动器 ※

## MCDS4810 (E)-R 使用手册 (V1.0)

西安铭朗电子科技有限责任公司

(2020-6-16)

目

录

一. 概述.....	5
1. 型号说明.....	5
2. 适用范围.....	5
3. 使用条件.....	5
二. 功能技术指标.....	6
1. 主要功能.....	6
2. 工作模式配置表.....	6
3. 技术参数.....	7
三. 端口说明.....	9
1. 接口定义.....	9
2. 匹配的接插件.....	11
3. 安装尺寸(单位: mm).....	12
四. 操作说明.....	13
1. 初始化设置.....	13
1.1 驱动器出厂时的默认参数如下.....	13
1.2 参数设置.....	14
1.3 电机抱闸控制.....	14
1.4 指示灯.....	14
2. 初始化相位.....	14
2.1 初始化相位的注意事项.....	14
2.2 初始化相位的操作方法.....	15
3. 速度控制模式.....	15
3.1 数字指令 (RS232、CAN) 速度控制模式 (SMOD0).....	15
3.2 PWM+DIR、PWM 速度控制模式 (SMOD8、SMOD2).....	15
3.3 CLK+DIR、CLK UP/CLK DOWN 脉冲信号速度控制模式 (SMOD3、SMOD6).....	16
3.4 单端模拟信号速度控制模式 (SMOD5).....	17
3.5 10V+DIR 信号速度控制模式 (SMOD9).....	17
3.6 差分模拟信号速度控制模式 (SMOD1).....	18
4. 转矩控制模式.....	19
4.1 数字指令 (RS232、CAN) 转矩控制模式 (SMOD512).....	19

4.2	PWM+DIR 、PWM 转矩控制模式 (SMOD520、SMOD514)	19
4.3	单端模拟信号转矩控制模式 (SMOD517)	20
4.4	10V+DIR 信号转矩控制模式 (SMOD521)	20
4.5	差分模拟信号转矩控制模式 (SMOD513)	21
5	位置控制模式	22
5.1	数字指令 (RS232、CAN) 位置控制模式 (SMOD256)	22
5.2	CLK+DIR 、CLK UP/CLK DOWN 脉冲位置控制模式 (SMOD259、SMOD262)	22
5.3	QUAD A/B 编码器信号位置控制模式 (SMOD263)	23
6	可编程数字 I/O	24
6.1	外部控制可编程输入接口	24
6.2	可编程输出端口	24
7	其它操作	25
7.1	寻零	25
7.2	硬件限位、软件限位	26
<b>五</b>	<b>故障保护与复位</b>	<b>28</b>
1	安全级别	28
2	故障保护依据	28
2.1	温度报警	28
2.2	温度保护	28
2.3	过流保护	28
2.4	过压、欠压保护	29
2.5	速失控保护	29
2.6	跟踪误差保护	30
3	故障信息列表	30
<b>六</b>	<b>PID 调试</b>	<b>31</b>
1	速度环 PID 调试	31
2	位置 PID 调试	32
3	力矩环 PID 调试	35
<b>七</b>	<b>参数设置与常见问题</b>	<b>36</b>

1. 参数设置.....	36
2. 参数保存.....	36
3. ENA/DIS 指令和外部使能信号 ENABLE 的关系.....	36
4. 关于 SBS 急停指令 .....	36
5. 关于读取速度指令 GV.....	36
6. 关于 ESA 指令 .....	36

## 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，断电再上电，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

MCDS4810 (E) -R

MC-----产品系列代码

DS-----直流伺服电机驱动器

48-----电源电压+24~65V

10-----最大连续输出电流 10A

E -----工业级

R-----旋转变压器

### 2. 适用范围

- 适合驱动 DC+24~65V 直流无刷伺服电机;
- 最大连续电流 10A, 最大峰值电流 20A;
- 功率 650W 以内, 过载能力达 1300W;

### 3. 使用条件

#### (1) 电源:

- 电源输入范围: +24~65V;
- 能提供 2 倍于连续电流的瞬间电流过载能力;

#### (2) 反馈元件:

- 增量式编码器和霍尔传感器
- 旋转变压器

#### (3) 使用环境:

温度: MCDS4810-R: -10~70°C (以驱动器壳体表面温度为准);

MCDS4810E-R: -40~85°C (以驱动器壳体表面温度为准);

- 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：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，旋转变压器；
- 控制端口：数字指令 RS232、CAN，Pulse1 / CU（高速输入，脉冲或 CU（正向脉冲）输入），Pulse2 / CD / DIR（高速输入，方向或 CD（反向脉冲）输入），ENABLE / DIR / LEFT / RIGHT（4 个固定功能可编程输入），FAULT（1 个固定功能可编程输出），IO1~4（4 个可编程输入/输出），±10V 模拟电压，单端模拟电压（电位器）；
- 可以通过 CAN 总线组网控制；
- 适合驱动直流无刷伺服电机；
- 空间矢量运算，正弦波控制(直流无刷伺服电机)；
- 电机抱闸控制；
- 自动寻零功能；
- 硬件、软件限位功能；
- IIT 电流限制；
- 温度保护；
- 过压、欠压保护；
- 速失控保护；
- 跟踪超限保护；

### 2. 工作模式配置表

工作模式	控制指令	
转矩模式	RS232	CAN
	模拟单端、差分电压、10V+DIR	PWM、PWM+DIR
速度模式	RS232	CAN
	CLK+DIR 步进脉冲	PWM、PWM+DIR
	模拟单端、差分电压、10V+DIR	CLK UP/CLK DOWN 脉冲输入
位置模式	RS232	CAN
	CLK+DIR 步进脉冲	CLK UP/CLK DOWN、QUAD A/B 脉冲输入

## 3. 技术参数

参数	标号	参数值	单位
电源电压	U	24-65	V
最大连续输出电流	I <sub>c</sub>	10	A
最大峰值输出电流	I <sub>Peak</sub>	20	A
PWM 开关频率	f <sub>PWM</sub>	15	kHz
静态功耗	I <sub>el</sub>	42/24V, 29/36V, 21/48V, 18/65V	mA
通讯端口	RS232	115200, 57600, 38400, 19200, 9600	bps
	CAN2.0B	1000, 500, 250, 125, 100, 50, 20	kbps
	USB 转 RS232	115200, 57600, 38400, 19200, 9600	bps
输出编码器电源	+5V <sub>out</sub>	5	VDC
	I <sub>cc</sub>	100	mA
编码器输入	信号属性	TTL, 5V 差分, 集电极开路	
	最高频率	200	KHz
模拟输入电平	AIN+, AIN-	±10	V
	POT	0~+5	V
	10V+DIR	0~+10	V
模拟输入阻抗	AIN+, AIN-/ 10V+DIR	5.4	KΩ
	POT	50	
可编程输入、输出端口	IO1~4	输入: 高电平 3~24V, 低电平 0~0.3V 输出: PNP/NPN 输出, 最高上拉 10kΩ@30V	
故障输出	FAULT	PNP/NPN 输出: 最大电压为 30V, 电 流 5mA	
		有故障: 高低电平可配置	
外部输入控制电平	ENABLE, DIR, LEFT, RIGHT	高低电平可配置	
PWM 控制	信号标准	低电平 0~0.3, 高电平 3~24	V



	频段	100~500	Hz
	占空比范围	$0\% \leq \text{占空比} \leq 100\%$	
步进脉冲最高频率	$f_{\max}$	300	KHz
外部控制电源	VC+	5-24	V
欠压保护	$V_U$	20	V
过压保护	$V_O$	71	V
地址设置	软件节点地址	2~127	
	硬件节点地址	1~15	
工作温度	MCDS4810-R	-10~70	°C
	MCDS4810E-R	-40~85	
高低温保护	MCDS4810-R	小于-10°C或大于 70°C保护;	°C
	MCDS4810E-R	小于-42°C或大于 85°C保护	

### 三. 端口说明

#### 1. 接口定义


##### J1. 编码器输入

引脚序号定义	信号	信号方向	引脚		信号	信号方向
	编码器地 GND	公共端	1	2	编码器电源+5Vout	输出
	编码器 A-	输入	3	4	编码器 A+	输入
	编码器 B-	输入	5	6	编码器 B+	输入
	编码器 Z-	输入	7	8	编码器 Z+	输入
	霍尔反馈 U-相	输入	9	10	霍尔反馈 U+相	输入
	霍尔反馈 V-相	输入	11	12	霍尔反馈 V+相	输入
	霍尔反馈 W-相	输入	13	14	霍尔反馈 W+相	输入

##### J2. 旋转变压器输入


引脚序号定义	信号	信号方向	引脚		信号	信号方向
	激励信号-	输出	1	2	激励信号+	输出
	未使用		3	4	未使用	
	正弦反馈-	输入	5	6	正弦反馈+	输入
	余弦反馈-	输入	7	8	余弦反馈+	输入
	未使用		9	10	未使用	

##### J3. 控制端口

引脚序号定义	信号	信号方向	引脚		信号	信号方向
	AIN-	输入	1	2	AIN+	输入
	POT	输入	3	4	AGND	公共地
	GND	公共地	5	6	+5Vout	输出
	RX	输入	7	8	TX	输出
	VC+	输出	9	10	Pulse1 / CU	输入
	ENABLE	输入	11	12	Pulse2 / CD / DIR	输入
	RIGHT	输入	13	14	LEFT	输入
	IO1	输入/输出	15	16	FAULT	输出
	IO3	输入/输出	17	18	IO2	输入/输出
	GND	公共地	19	20	IO4	输入/输出

- a) AIN+, AIN-:  $\pm 10V$  差分模拟电压输入/10V+DIR 单端模拟输入 (AIN+)
- b) +5Vout, POT, AGND: 0~5V 单端模拟电压输入
- c) TX, RX, GND: RS232 接口
- d) VC+: 外部上拉电源
- e) Pulse1: 高速输入, 脉冲或 CU (正向脉冲) 输入, CH.A 编码输入, 详细内容见随后“操作说明”章节
- f) Pulse2: 高速输入, 方向或 CD (反向脉冲) 输入, CH.B 编码输入, 详细内容见随后“操作说明”章节
- g) Enable: 驱动器使能或释放输入
- h) Left: 左限位
- i) Right: 右限位
- j) Fault: 故障输出
- k) IO1~4: 可编程输入/输出

#### J4.地址设置

图示	设置	驱动地址
	0	由软件设置。存储在驱动器的 EEPROM 地址范围从 2~ 127。
	1~9,	1~9
	A~F	10~15

#### J5.CAN/RS232

图示	引脚	信号	描述
	1	CAN-H	CAN 总线 H
	2	CAN-L	CAN 总线 L
	3	TX	RS232 发送端
	4	GND	RS232 地
	5	RX	RS232 接收端
	J5-A-6	120Ω 电阻	如果使用内部 120 欧终端电阻,此引脚连接到 CAN-H
	J5-B-6	+5Vout	用于调试, 开路

注释: J5-A、J5-B、J3 中的 RS232 只能任意使用其中的一个, 不支持同时使用。

#### J6 . USB

标准的 USB 口

**J7 .电源**

引脚序号定义	信号
VDD	驱动器电源
VSS	驱动器电源地

**J8 .电机**

引脚序号定义	直流无刷伺服电机	引脚序号定义	直流无刷伺服电机
U	电机 U 相绕组	V	电机 V 相绕组
W	电机 W 相绕组		

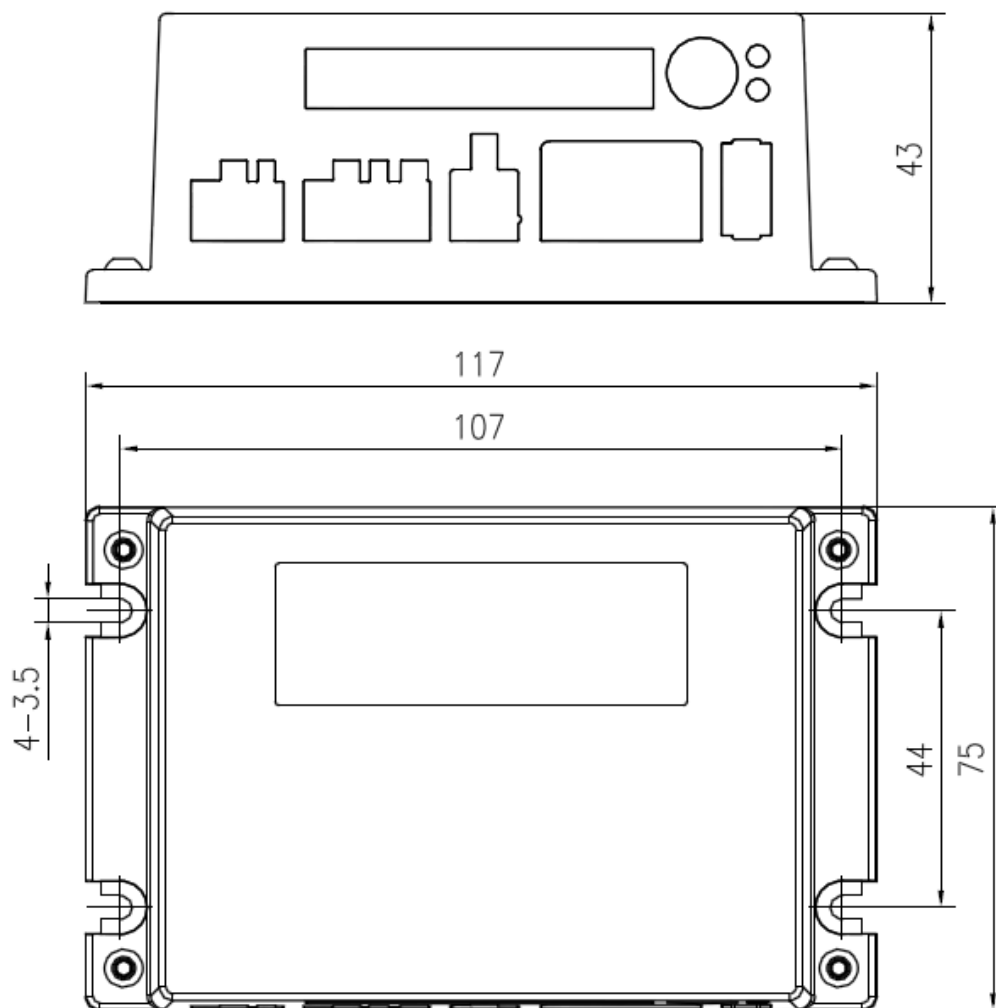
**J9 .制动器（电机抱闸控制）端口**

针顺序	引脚	标识	描述
	1	Auxiliary Power	制动信号+
	2	Brake -	制动信号-
	3	Auxiliary Power	制动电源。推荐 DC 24V 。如果不使用制动器，此引脚应开路。
	4	Power GND	制动器电源地

**2. 匹配的接插件**

接插件	插头	引脚	制造商
J1 编码器	501646-1400	501647-1000	Molex
J2 编码器/旋转变压器	501646-1000	501647-1000	Molex
J3 控制端口	501646-2000	501647-1000	Molex
J7 电源	721-102 / 026-000	--	WAGO
J8 电机	721-103 / 026-000	--	WAGO
J9 制动器端口	3901-2040	3900-0038	Molex

### 3. 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
SMOD512	转矩模式, 信号源数字指令
BAUD9600	RS-232 串口波特率 9600bps
SUBD9600	USB 转 RS232 串口波特率 9600bps
CAN	波特率 500Kbps
SPC20000	最大峰值电流 20A
SCC10000	最大连续电流 10A
A90	加速度 90
MP1000	位置比例系数 1000
MIO	位置积分系数 0
MD0	位置微分系数 0
P1000	速度比例系数 1000
I200	速度积分系数 200
D0	微分系数 0
Ip1000	电流比例系数 1000
Ii100	电流积分系数 100
Id0	电流微分系数 0
SSP5000	最高速度 5000RPM
SMV0	PWM 死区范围
SMAV200	死区电压 200mV
SPT1000	设置延迟保护时间 1000ms
SPH2000000000	设置位置范围上限
SPL-2000000000	设置位置范围下限
SPE0	禁用软件位置限制
SPHE0	禁用硬件位置限制

STW1	步宽 1
ENC10000	编码器分辨率 10000 (2500 线)
SER60000	设置最大位置跟踪误差 60000
SIIT1000	设置 IIT 保护时间 1000ms
SCIT12000	设置 IIT 恢复时间 12000ms

## 1.2 参数设置

用户需要根据所选的电机、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。
- CAN 通讯波特率更改后需保存后，断电再上电时才起效，它不同于串口 RS232 设置后立即起效。
- 用户可以根据编码器 A/B 通道超前或滞后设置电机的正方向。
- 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。

## 1.3 电机抱闸控制

- 若使用制动器，当驱动器释放电机时，电机抱闸有效；当驱动器加载电机时，电机抱闸无效。

## 1.4 指示灯

指示灯	状态	含义
电源灯 PWR	绿灯常亮	供电正常
	熄灭	无电源
状态灯 STATUS	绿灯闪烁	释放电机
	绿灯常亮	使能电机
	红灯常亮	故障、初始化失败
	红灯闪烁	正在进行相位初始化

## 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，所以要求初始化操作时电机空载，以免损坏设备。
- (3) 只有在初始化相位成功后，断电再上电后，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

用户根据反馈元件，选择“有霍尔传感器”相位初始化或“无霍尔传感器”相位初始化。

- (1) 正确设置反馈参数、电机磁极对数以及初始化电流。若选择“无霍尔传感器”相位初始化，还需设置“初始化电流（无霍尔）”。
- (2) 在《伺服运控管理系统》软件中使用启动“初始化相位”按键或发送 CPA+ 电流参数指令。
- (3) 根据 STATUS 指示灯来观测进度。
- 红灯闪烁：正在进行相位初始化
- 绿灯常亮：相位初始化完毕，初始化成功
- 红灯常亮：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、电机磁极对数或者调整初始化电流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

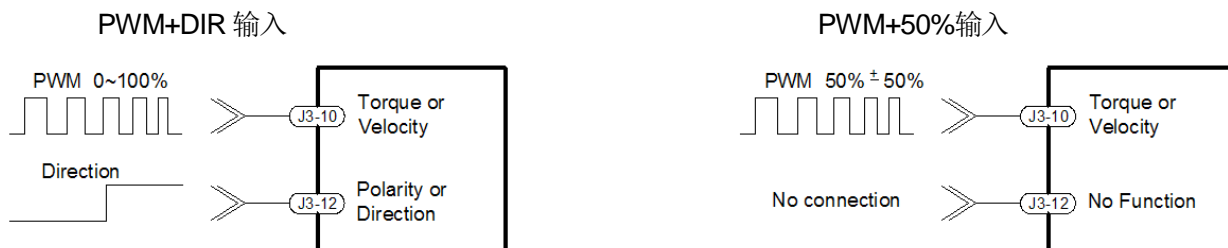
### 3.1 数字指令（RS232、CAN）速度控制模式（SMOD0）

- (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+DIR、PWM 速度控制模式 (SMOD8、SMOD2)



- (1) PWM+DIR、PWM 信号规范：

频率范围：100-500Hz；

占空比范围：0% ≤ 占空比 ≤ 100%。

- (2) 工作原理



## a) PWM+DIR 信号源:

当占空比=0,  $V=0$ ; 占空比=100%,  $V$  最大。DIR 控制电机的方向, DIR 的有效电平通过《伺服运控管理系统》软件可配置。

速度计算公式:

$$V = SSP \times (\text{占空比} \times 100) \div 100$$

## b) PWM 信号源

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:

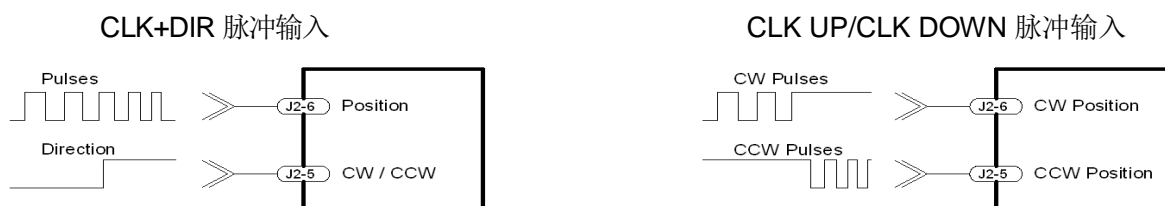
$$V = SSP \times (\text{占空比} \times 100 - 50) \div 50$$

## (3) 相关指令:

- 最大速度: SSP + 参数
- 设置死区范围: SMV + 参数

为了保证 PWM 占空比=50% (PWM 信号源) 或 PWM 占空比=0 (PWM+DIR 信号源) 时, 电机速度绝对为零, 可用 SMV 指令设置死区范围。

## 3.3 CLK+DIR、CLK UP/CLK DOWN 脉冲信号速度控制模式 (SMOD3、SMOD6)



(1) 脉冲输入频率范围: 0~300KHz

(2) 工作原理

## a) CLK+DIR 信号源:

转速与脉冲频率之间的关系如下:

$$\text{转速} = \text{最高转速} SSP \times (\text{脉冲频率} \div \text{脉冲输入最高频率} SSK)$$

电机的方向通过 DIR 信号控制。DIR 的有效电平通过《伺服运控管理系统》软件可配置。

## b) CLK UP/CLK DOWN 信号源:

转速与脉冲频率之间的关系如下:

$$\text{转速} = \text{最高转速} SSP \times (\text{脉冲频率} \div \text{脉冲输入最高频率} SSK),$$

其中, 脉冲频率=CW Pulses - CCW Pulses

若 CW Pulses 与 CCW Pulses 频率相同，则速度为 0；若 CW Pulses 的频率高于 CCW Pulses 的频率，则电机正转；反之，则反转。

(3) 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

### 3.4 单端模拟信号速度控制模式 (SMOD5)

(1) POT 电压输入范围：0~+5V；

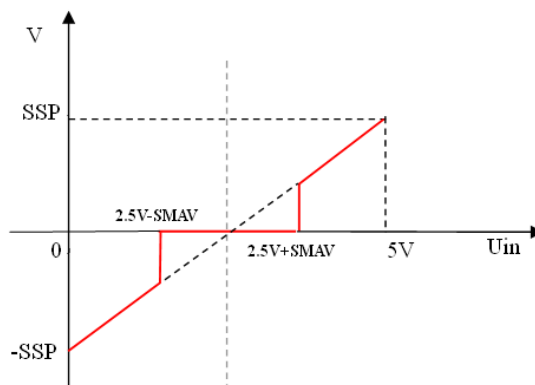
(2) 相关指令：SSP（最大速度），SMAV（死区电压）

- 最大速度：SSP + 参数

例如，SSP5000。电机允许速度范围：-5000~5000 RPM。

- 死区电压：SMAV+ 参数

例如：SMAV200。当输入信号电压范围在  $2.5V \pm 199mV$  时，电机速度为零；模拟电压控制速度的特性曲线如图：



注：如果死区电压值设置过低，在该端口悬空时，驱动器可能会控制电机以一个很低的速度旋转。

当输入模拟信号电压为  $V_{IN}$  伏时：当  $V_{IN}=2.5V$  时， $V=0$ ；当  $V_{IN}>2.5V$  时，电机正转；当  $V_{IN}<2.5V$  时，电机反转。

电机运行速度计算公式为：

$$V = SSP \times (V_{IN} - 2.5V) \div 2.5V;$$

### 3.5 10V+DIR 信号速度控制模式 (SMOD9)

(1) 10V+DIR 信号电压输入范围：0~+10V；

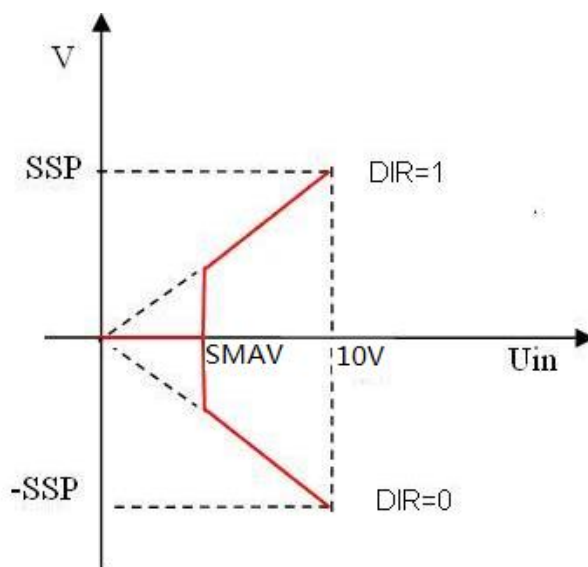
## (2) 相关指令：SSP（最大速度），SMAV（死区电压）

- 最大速度：SSP + 参数

例如，SSP5000。电机允许速度范围：-5000~5000 RPM。

- 死区电压：SMAV + 参数

例如：SMAV200。当输入信号电压范围在 0V 到 200mV 时，电机速度为 0；模拟电压控制速度的特性曲线如图：



注：死区电压值如果设置过低，可能在低速区电机转速不稳定。

电机转速和输入电压的关系：

$$V = SSP \times (U_{in} - SMAV) / 10V$$

- 电机的方向通过 DIR 信号控制。DIR 的有效电平通过《伺服运控管理系统》软件可配置。

### 3.6 差分模拟信号速度控制模式 (SMOD1)

(1) AIN+, AIN-输入电压范围：-10V~+10V；输入电压  $V_{IN} = (A_{IN+}) - (A_{IN-})$ ；

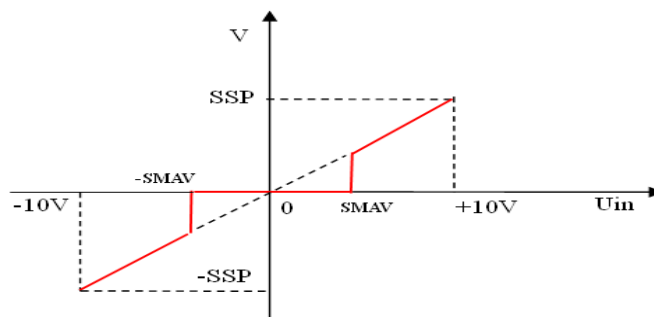
## (2) 相关指令：SSP（最大速度），SMAV（死区电压）

- 最大速度：SSP + 参数

例如，SSP5000。电机允许速度范围：-5000~5000 RPM。

- 死区电压：SMAV + 参数

例如：SMAV200。当输入信号电压范围在 -200mV 到 200mV 时，电机速度为零；模拟电压控制速度的特性曲线如图：



注：如果死区电压值设置过低，在该端口悬空时，驱动器可能会控制电机以一个很低的速度旋转。

电机转速和输入电压的关系：

$$V = SSP \times VIN \div 10V$$

## 4. 转矩控制模式

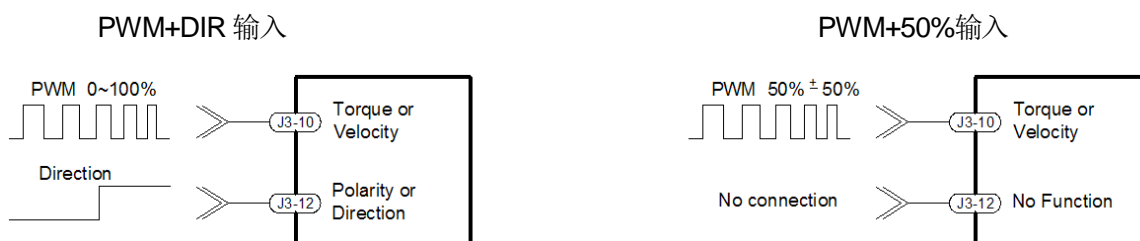
### 4.1 数字指令（RS232、CAN）转矩控制模式（SMOD512）

(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。

### 4.2 PWM+DIR、PWM 转矩控制模式（SMOD520、SMOD514）



(1) PWM+DIR、PWM 信号规范：

频率范围：100-500Hz；

占空比范围：0% ≤ 占空比 ≤ 100%。

(2) 工作原理：

a) PWM+DIR 信号源：

当占空比=0， $I_{out}=0$ ；占空比=100%， $I_{out}$  最大。DIR 控制电机的方向，DIR 的有效电平通过《伺服运控管理系统》软件可配置。

转矩计算公式：

$$I_{out} = SCC \times (\text{占空比} \times 100) \div 100$$

b) PWM 信号源:

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:

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

(3) 相关指令:

- 设置最大连续电流: SCC + 参数
- 设置死区范围: SMV + 参数

为了保证 PWM 占空比=50% (PWM 信号源) 或 PWM 占空比=0 (PWM+DIR 信号源) 时, 电机转矩为零, 可用 SMV 指令设置死区范围。

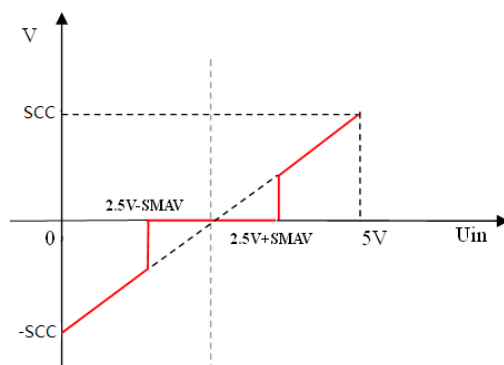
### 4.3 单端模拟信号转矩控制模式 (SMOD517)

(1) POT 电压输入范围: 0~+5V;

(2) 相关指令: SCC (最大电流), SMAV (死区电压)

- 最大电流: SCC + 参数
- 死区电压: SMAV + 参数

例如: SMAV200。当输入信号电压范围在  $2.5V \pm 199mV$  时, 电机电流为零; 模拟电压控制电流的特性曲线如图:



注: 如果死区电压值设置过低, 在该端口悬空时, 驱动器可能会控制电机以一个很低的速度旋转。

当输入模拟信号电压为  $V_{IN}$  伏时: 当  $V_{IN}=2.5V$  时,  $V=0$ ; 当  $V_{IN}>2.5V$  时, 电机正转;

当  $V_{IN}<2.5V$  时, 电机反转。

电机电流和输入电压的关系:

$$I_{out} = SCC \times (V_{IN} - 2.5V) \div 2.5V;$$

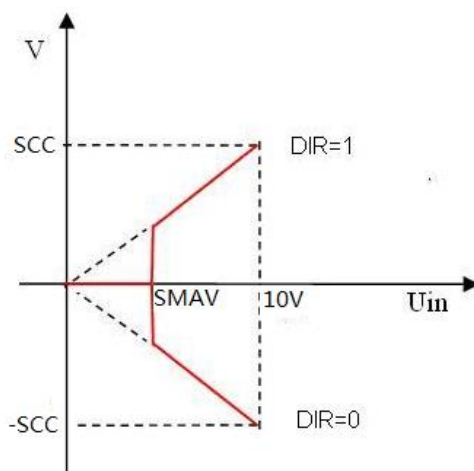
### 4.4 10V+DIR 信号转矩控制模式 (SMOD521)

(1) 10V+DIR 电压输入范围: 0~+10V;

(2) 相关指令: SCC (最大电流), SMAV (死区电压)

- 最大电流: SCC + 参数
- 死区电压: SMAV + 参数

例如：SMAV200。当输入信号电压范围在 0V 到 200mV 时，电机电流为零；模拟电压控制电流输出的特性曲线如图：



注：死区电压值如果设置过低，可能在低速区电机转速不稳定。

电机电流和输入电压的关系：

$$I_{out} = SCC \times V_{IN} \div 10V$$

- 电机的方向通过 DIR 信号控制。DIR 的有效电平通过《伺服运控管理系统》软件可配置。

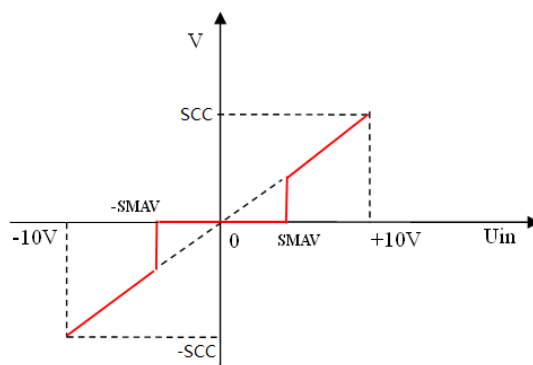
#### 4.5 差分模拟信号转矩控制模式 (SMOD513)

(1) AIN+, AIN-输入电压范围：-10V~+10V；输入电压  $V_{IN} = (AIN+) - (AIN-)$ ；

(2) 相关指令：SCC（最大电流），SMAV（死区电压）

- 最大电流：SCC + 参数
- 死区电压：SMAV + 参数

例如：SMAV200。当输入信号电压范围在 -200mV 到 200mV 时，电机电流为零；模拟电压控制电流输出的特性曲线如图：



注：如果死区电压值设置过低，在该端口悬空时，驱动器可能会控制电机以一个很低的速度旋转。

电机电流和输入电压的关系：

$$I_{out} = SCC \times V_{IN} \div 10V$$

## 5 位置控制模式

### 5.1 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。

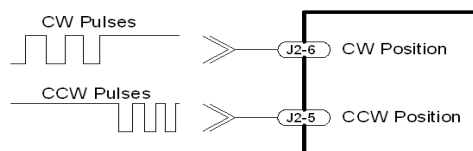
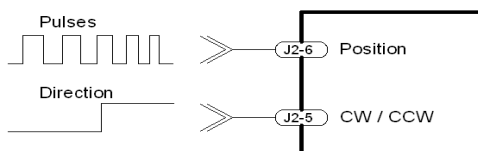
- 设置最大速度：SSP + 参数
- 设置最大加速度：A + 参数
- 以绝对位置参量设置目标位置：M + 参数

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。

### 5.2 CLK+DIR、CLK UP/CLK DOWN 脉冲位置控制模式（SMOD259、SMOD262）



(1) 脉冲输入频率范围：0~300KHz

(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

a) CLK+DIR 信号源：

- 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：

$$\text{位置 (圈数)} = \text{脉冲个数} \times \text{步宽 (STW)} \div \text{编码器分辨率 (4 倍线数)}$$

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

- 通过 DIR 信号控制方向。DIR 的有效电平通过《伺服运控管理系统》软件可配置。

#### b) CLK UP/CLK DOWN 信号源

- 脉冲输入端每接收一个△脉冲 (CW Pulses - CCW Pulses)，电机运转一个步宽；

位置与及转速的计算公式如下：

$$\text{位置 (圈数)} = \text{脉冲个数} \times \text{步宽 (STW)} \div \text{编码器分辨率 (4 倍线数)}$$

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

其中，脉冲个数(脉冲频率)=CW Pulses - CCW Pulses

若 CW Pulses 与 CCW Pulses 频率相同，则速度为 0；若 CW Pulses 的频率高于 CCW Pulses 的频率，则电机正转；反之，则反转。

### 5.3 QUAD A/B 编码器信号位置控制模式 (SMOD263)



(1) 编码器 A、编码器 B 信号正交脉冲输入。

(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：

输入端每接收一个正交脉冲 (QUAD A/B)，电机运转一个步宽；

位置与及转速的计算公式如下：

$$\text{位置 (圈数)} = \text{脉冲个数} \times \text{步宽 (STW)} \div \text{编码器分辨率 (4 倍线数)}$$

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

其中，脉冲个数=正交脉冲

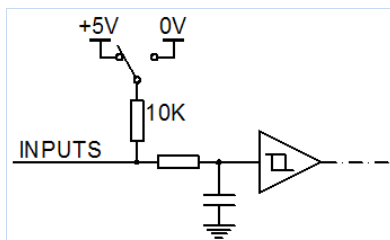


若编码器 A 与编码器 B 频率相同，则速度为 0；若编码器 A 超前编码器 B，则电机正转；反之，则反转。

## 6. 可编程数字 I/O

### 6.1 外部控制可编程输入接口

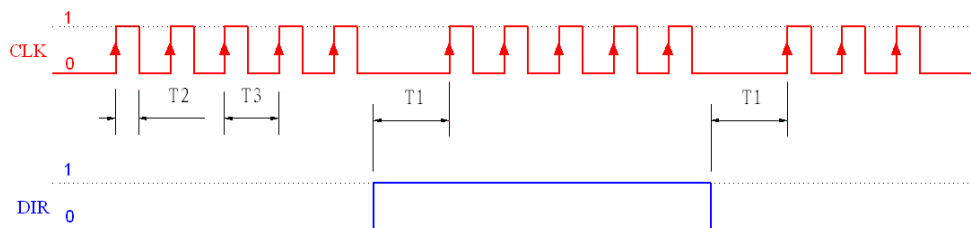
IO1~IO4, ENABLE, CLK/PWM, DIR, LEFT, RIGHT 输入引脚接口电路如下：



- (1) 输入端口可配置为上拉或下拉，默认上拉。
- (2) 5~24VDC 输入电平。
- (3) ENABLE 信号为外部使能控制，在任何模式下都有效。仅为输入引脚，有效电平状态可配置。
- (4) DIR 是方向信号，控制电机正反转。仅为输入引脚，有效电平状态可配置。
- (5) CLK / PWM 是步进脉冲、PWM 信号共用端口，通过 RS232 或 CAN 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、转矩模式控制；

CLK、DIR 脉冲信号，可以实现速度和位置模式控制；

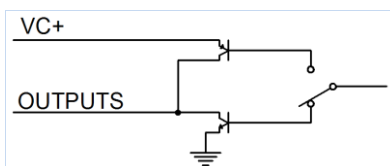


CLK 脉冲频率范围：0~300KHz。脉冲宽度  $T2 \geq 1.5\mu s$ ， $30\% \leq \text{占空比} \leq 70\%$ 。换向建立时间  $T1 \geq 1.5ms$ 。

- (6) LEFT 和 RIGHT 是限位信号。仅为输入引脚，触发电平可配置。
- (7) IO1~IO4 引脚先要配置为输入，然后可编程配置为所需的以上输入功能。

### 6.2 可编程输出端口

IO1~IO4, FAULT 可编程输出接口电路如下



- (1) 输出引脚可配置为 NPN 或 PNP 输出。
- (2) NPN 是开路连接，可上拉到 30VDC。
- (3) PNP 是开路连接，用户最高可以上拉 VC+到 30VDC。
- (4) FAULT 是驱动器输出的出错信号，可配置为 NPN 或 PNP 输出。
- (5) IO1~IO4 引脚先要配置为输出，IO1、IO2 配置输出功能保留，IO3、IO4 可配置如电流方向、电流—PWM 等功能。IO3 配置为电流方向时，有效电平可配置；而 IO4 配置为电流方向时，有效电平不可配置。

## 7.其它操作

### 7.1 寻零

寻零有两种方式：开机自动寻零、指令寻零。

#### (1) 相关指令

- 指令寻零指令：CMPO
- 设置寻找零位最大范围：SOP+参数；
- 设置编码器零位与机戒零位的偏差：SORG+参数
- 设置寻找零位的速度：SOV+参数

#### (2) 零位信号输入：零位信号从编码器 Z 通道输入

(3) 寻零动作：首先向正向寻零，如果到正向最大寻零位置未能检测到零位信号，电机将从正向最大寻零位置向反向最大寻零位置运转继续寻零。

(4) 检测零位信号后，可以人为设定机械偏差，修正零位。

(5) 零位信号检测成功后，电机将运行至修正后的零位处。

(6) “寻零范围”是相对值。开机寻零时，“寻零范围”是相对于开机位置的范围；指令寻零时，“寻零范围”是指相对于当前位置的范围。当检测到零位，经过机械偏差修正，将重新定位零位。

(7) 有效信号：正向寻零时，驱动器识别 Z 信号的下降沿有效；负向寻零时，识别 Z 信号的上升沿有效。

(8) 在寻零过程中，如果遇到限位信号有效，则停止在该方向的寻零，自动转向另一方向寻零。

(9) 在寻零过程中，任何预置的指令信号（数字指令、步进脉冲、PWM、模拟信号）均无效，但外部使能 ENABLE 信号有效。

(10) 如果寻零失败，驱动器将把开机位置作为基准零点。

(11) 无论是否成功，寻零过程结束后，驱动器都将自动转入正常工作状态。

## 7.2 硬件限位、软件限位

硬件限位，即通过外部端口 RIGHT、LEFT 及功能可编程端口 IO1~IO4 输入。

软件限位，即指令设定软件限位的位置值。

这两种限位可以分别通过指令选择是否启用。当两种限位方式均被启用时，以先到的限位优先起作用。

### (1) 相关指令：

- 设置硬件限位：SPHE+参数（参数=0：取消硬件限位；参数=1：启用硬件限位）
- 设置右限位 RIGHT 端口配置信息：SPOS+参数

右限位端口参数配置信息如下：

Byte	Bit	名称	描述
0	0	输入输出方向	0-输入
	1	上拉下拉	0-下拉 1-上拉
	2	有效电平	0-低有效 1-高有效
1	7~0	功能类型	3：右向限位

- 设置左限位 LEFT 端口配置信息：SNEG+参数

左限位端口参数配置信息如下：

Byte	Bit	名称	描述
0	0	输入输出方向	0-输入
	1	上拉下拉	0-下拉 1-上拉
	2	有效电平	0-低有效 1-高有效
1	7~0	功能类型	4：左向限位

- 设置 IO1~IO4 端口配置信息：SIOA/SIOB/SIOC/SIOD+参数

IO1~ IO4 参数配置信息如下：

Byte	Bit	名称	描述
0	0	输入输出方向	0-输入 1-输出
	1	上拉下拉	0-下拉 1-上拉
	2	有效电平	0-低有效 1-高有效
1	7~0	功能类型	0：无效功能 1：使能

			3: 正向限位 4: 反向限位 5: 急停
--	--	--	-----------------------------

- 设置软件限位: **SPE+参数** (参数=0: 取消软件限位; 参数=1: 启用软件限位)
- 设置软件限位的位置上限: **SPH +参数**
- 设置软件限位的位置下限: **SPL+参数**

(2) 位置模式限位:

硬件限位有效信号可配置, 驱动器检测到限位信号后, 记录限位信号对应的位置, 将电机锁定在限位位置上, 此时, 只能接收相反方向的移动指令。硬件限位有效时, 电机可能会过冲一定距离, 驱动器会将电机调整到限位位置, 并保持电机加力。

启用软件限位时, 系统接收的目标位置指令不能超过限位位置, 如果超过限位位置, 将自动将目标位置调整为限位位置, 电机运动到限位位置自动停止。

(3) 其它模式时:

启用硬件限位时, 硬件限位有效信号可配置。驱动器检测到限位信号后, 电机立刻停止, 直至接到相反方向的运转指令。

启用软件限位时, 驱动器如果能检测到编码器反馈, 电机到达限位位置后, 立刻停止, 直至接到相反方向的运转指令。驱动器如果不能检测到编码器反馈, 等同于软件限位无效。

## 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。各别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 ENABLE 信号去使能清除。

### 2. 故障保护依据

#### 2.1 温度报警

MCDS4810-R：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。

MCDS4810E-R：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。

#### 2.2 温度保护

MCDS4810-R：驱动器温度超过 70℃或低于-10℃将产生保护。

MCDS4810E-R：驱动器温度超过 85℃或低于-42℃将产生保护。

#### 2.3 过流保护

IIT 限流保护。IIT 限流模式说明如下：

1) IIT 限流模式使用参数如下：

SIIT——IIT 限流时间；若实际电流大于峰值电流，则在 IIT 时间内将实际电流限制在峰值电流以内

SCIT——IIT 恢复时间，经过 IIT 限流时间后，将实际电流限制在连续电流；

SPT——保护延迟时间；

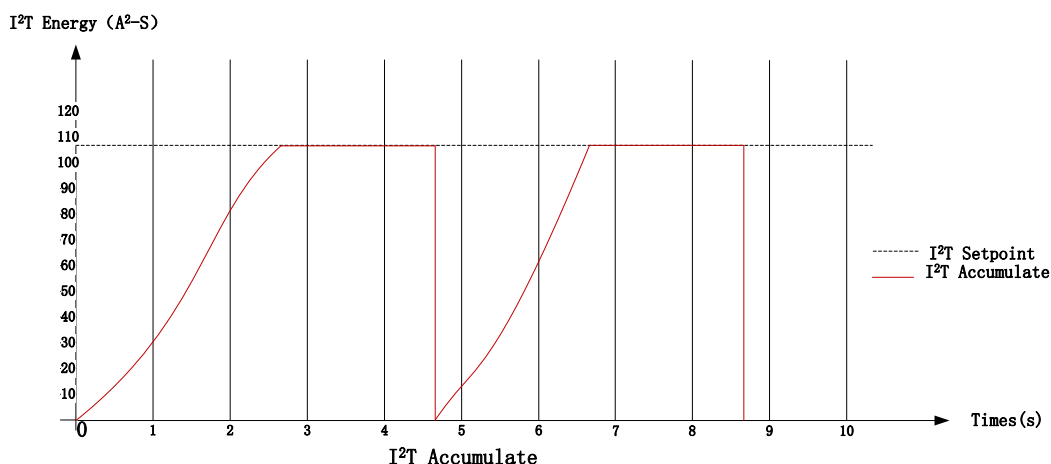
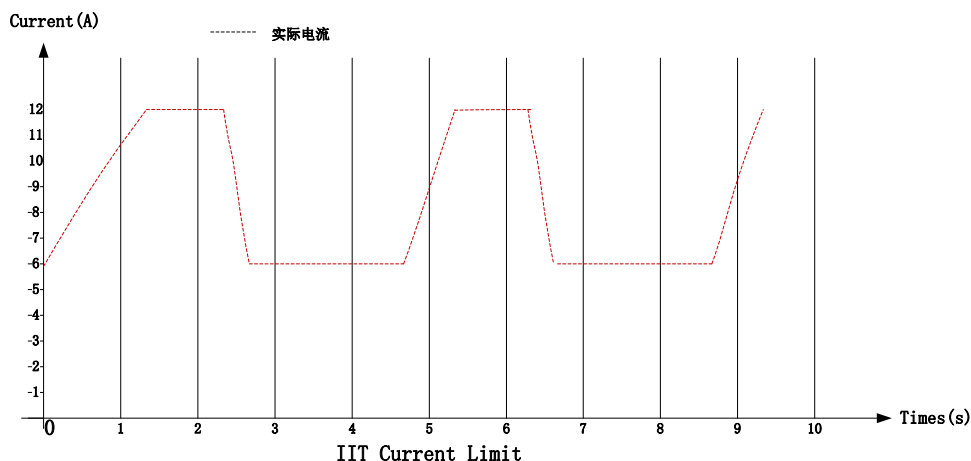
SPC——最大峰值电流；

SCC——最大连续电流；

2) 举例具体说明 IIT 限流

若峰值电流 SPC=12A, 连续电流 SCC=6A, SIIT 限流时间为 1S, SCIT 恢复时间为 2S; 则

I2T 设置点=(12A<sup>2</sup>-6A<sup>2</sup>)\*1s=108 A<sup>2</sup>S。



如上图，在 0 时刻，实际电流已经达到最大连续电流 6A，I<sup>2</sup>T 累加变量开始累加，若实际电流已达到最大峰值电流 SPC 12A，I<sup>2</sup>T 累加变量未达到设置点(108 A<sup>2</sup>S)，实际电流将被限制到最大峰值电流 SPC12A；当 I<sup>2</sup>T 累加变量达到 I<sup>2</sup>T 设置点(108 A<sup>2</sup>S)时，实际电流被限制到最大连续电流 SCC 6A。在 4.8s 时，IIT 恢复时间到，I<sup>2</sup>T 累加变量清零并开始新的能量累加，若实际电流已达到最大峰值电流 SPC12A，I<sup>2</sup>T 累加变量未达到设置点(108 A<sup>2</sup>S)，实际电流将被限制到最大峰值电流 SPC 12A；当 I<sup>2</sup>T 累加变量达到 I<sup>2</sup>T 设置点(108 A<sup>2</sup>S)时，实际电流被限制到最大连续电流 6A。

### 3) 限流保护

当实际电流大于最大连续电流的累积时间超过保护延迟时间 SPT 时，则产生限流保护。

## 2.4 过压、欠压保护

在无外接制动电阻时，当电源电压低于 20V 时系统将产生欠压保护；当电源电压高于 71V 系统将产生过压保护

## 2.5 速失控保护

驱动器无法控制电机按照设定的指令运行，将产生保护。

## 2.6 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。

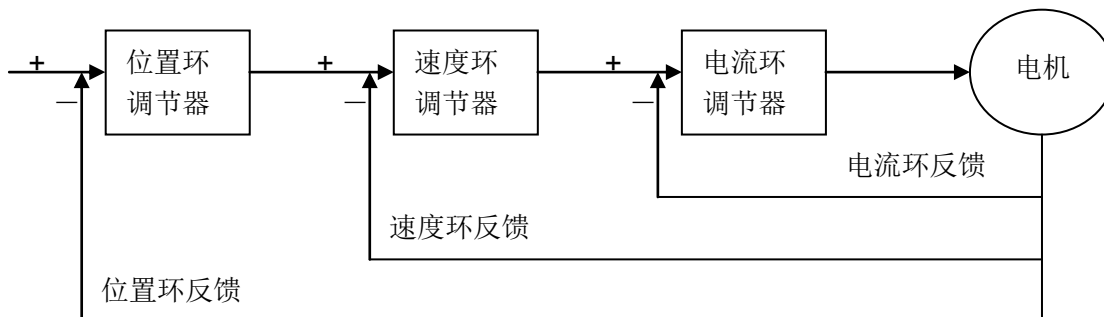
## 3. 故障信息列表

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
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 指令或者外部去使能信号，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《伺服运控管理系统》，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

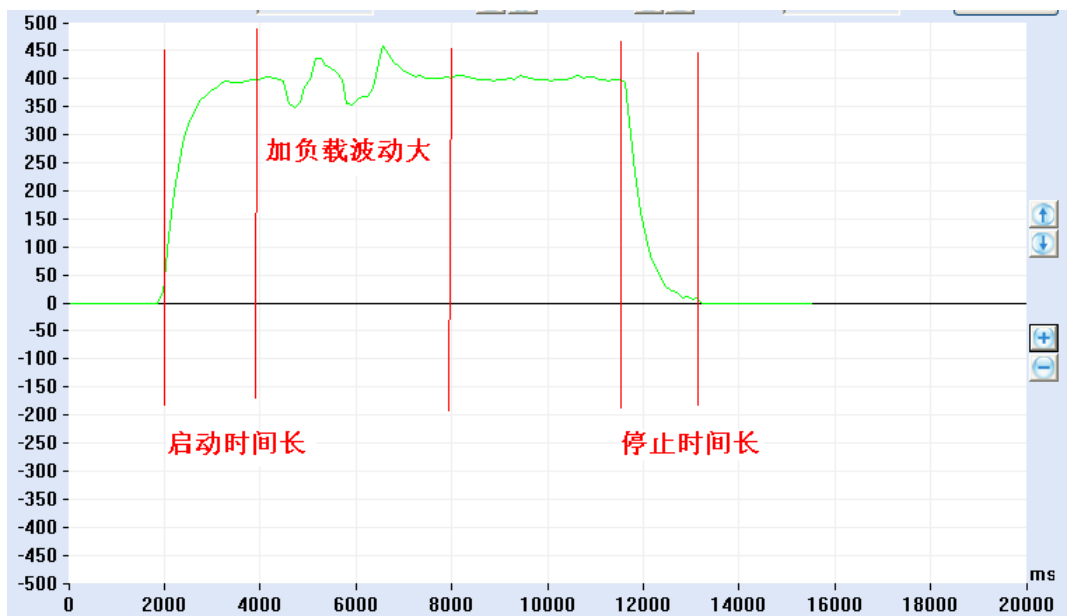
通过《伺服运控管理系统》监测实时速度

启动电机： V400

3)、调整 PID

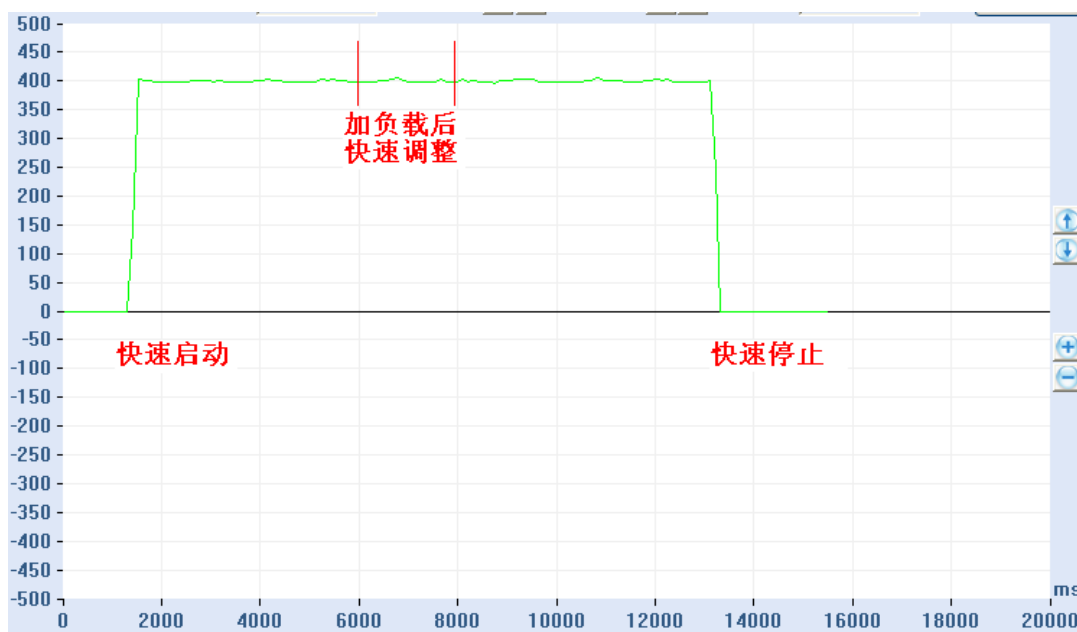
根据监测图形和电机状态来判断 PID 参数是否过大或过小：

A、参数过小，此时可以同时增加 PI，D 保持 0 不变（如下图）。

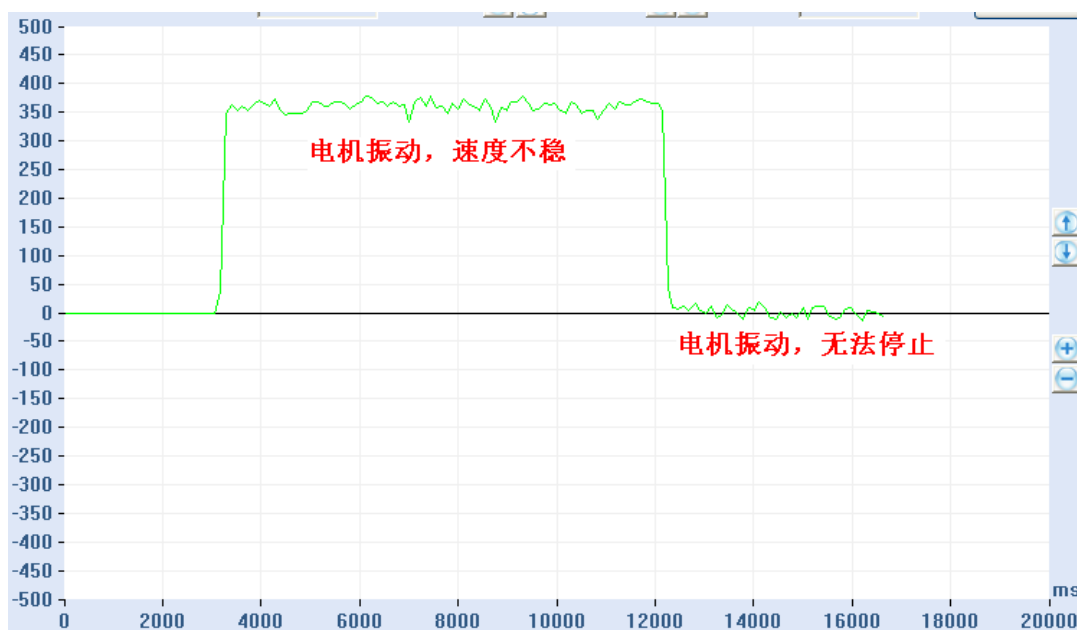




B、刚性较好的 PID:



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

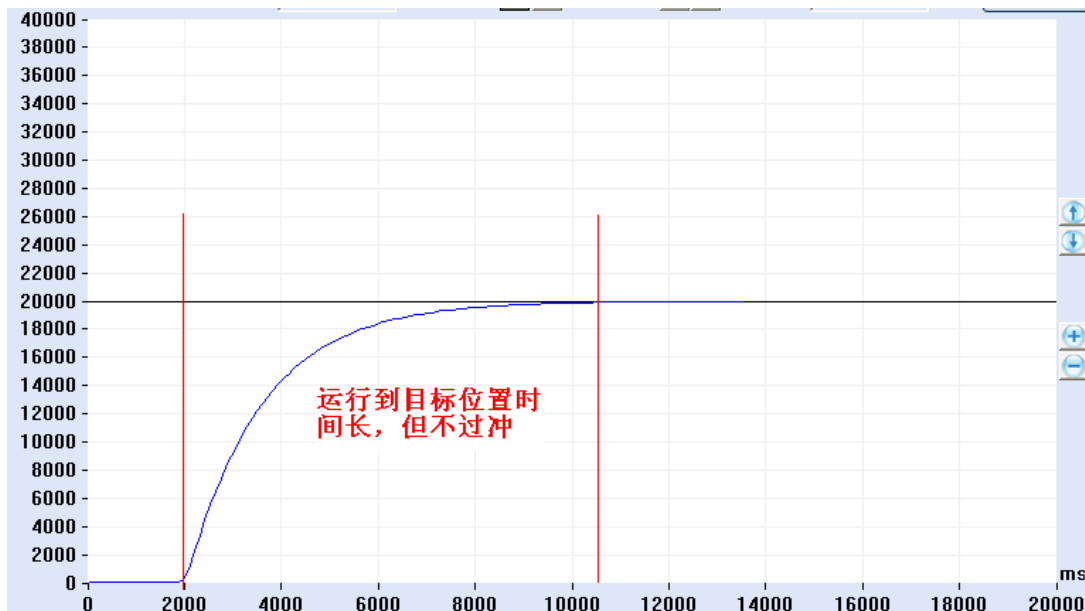
通过《伺服运控管理系统》监测实时位置

运行电机，M20000

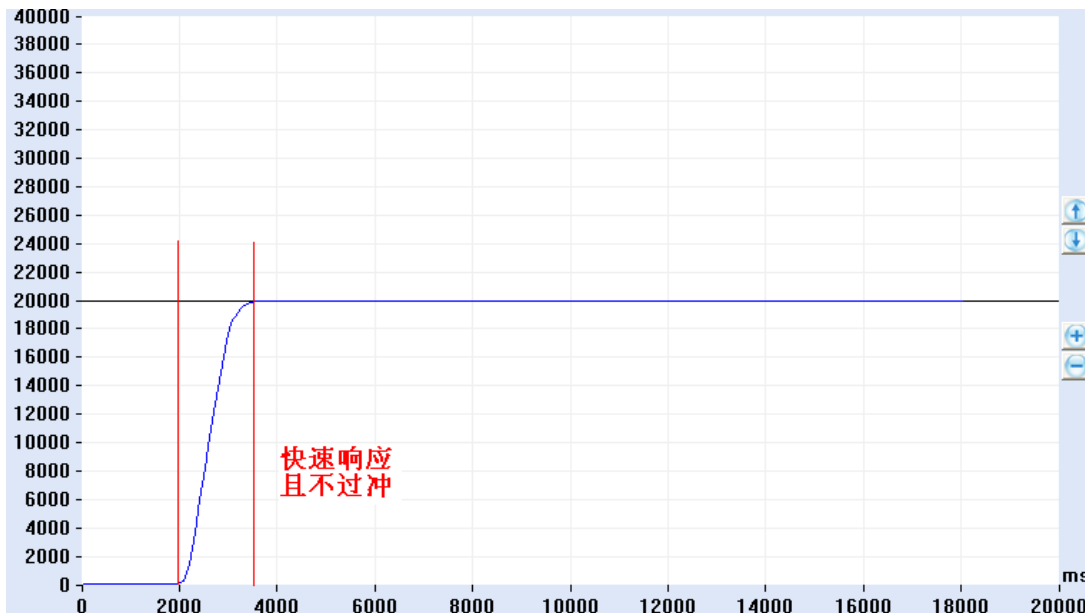
### 3)、调整 PID

根据监测图形和电机状态来判断 PID 参数是否过大或过小:

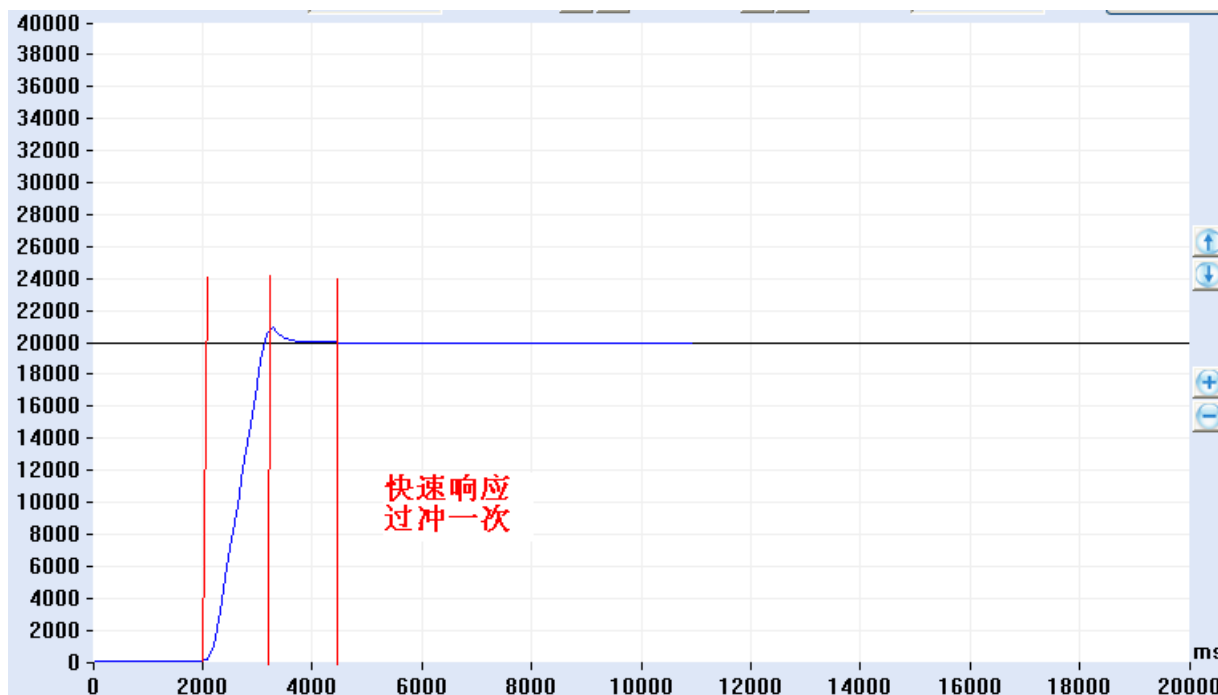
A、参数小，可以适当加大 MP:



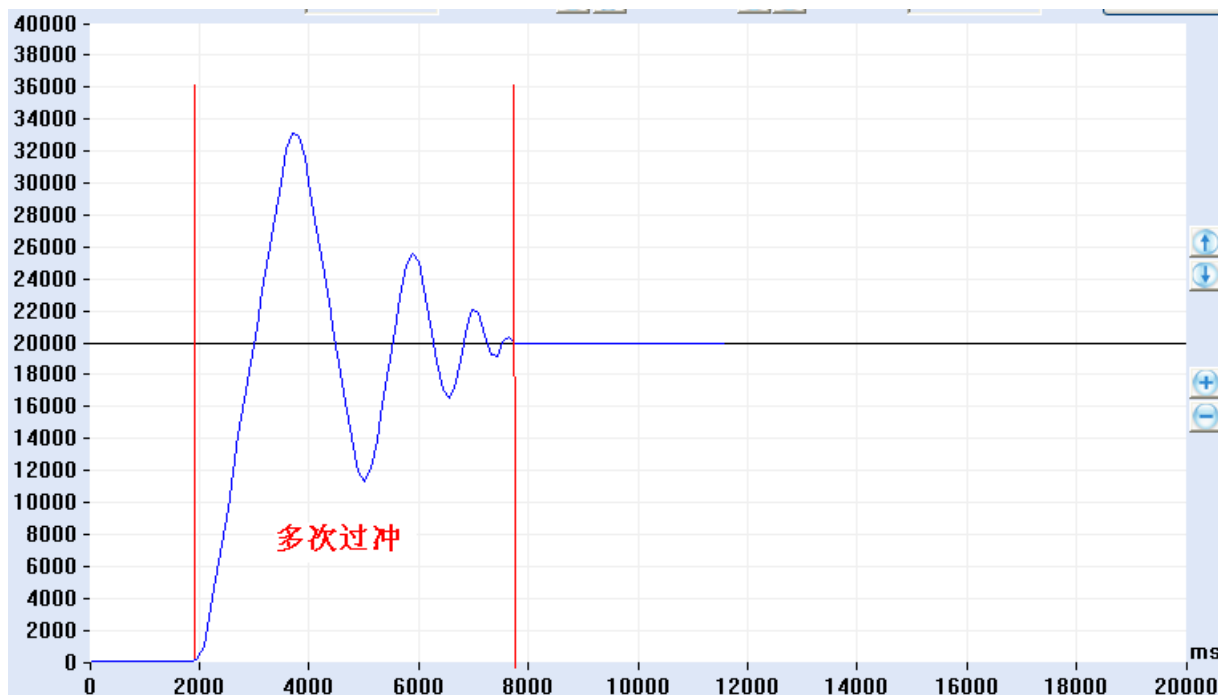
B、较好的 PID:



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《伺服运控管理系统》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, 尽而调整 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 ENABLE 的关系

外部使能信号 ENABLE 的优先级最高，当它为有效，ENA/DIS 指令操作无效，当它无效时，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；