

# Panasonic

MINAS A 系列全闭环伺服驱动器

技术参考手册

# 目 录

1. 操作手册概要
2. 全闭环控制概要
3. 适用机种确认
4. 全闭环规格
  - 4.1 一般规格
  - 4.2 全闭环规格的控制方式切换
  - 4.3 全闭环控制框图
5. 连接器的接线
  - 5.1 连接器
  - 5.2 CN I/F 引脚说明
6. 外部光栅尺连线
  - 6.1 外部光栅尺接口规格
  - 6.2 外部光栅尺连线
7. 参数一览表
8. 补充说明
9. 调试步骤

## 1. 操作手册概要

本手册适用于松下电器产业株式会社家电、电机事业部制造的 MINAS A 系列交流伺服电机和驱动器的全闭环控制方式系统。

## 2. 全闭环控制概要

全闭环控制方式的对象是位置反馈检出部分直接安装线性尺的机械，使得如丝杆节距误差和温度误差变动达到最小的可能值。全闭环控制系统实现了响应优良的伺服微米级高精度定位系统。

MINAS A 系列 17 位全闭环系统对应的使用在诸如半导体制造机械和金属加工高精度定位机械等场合。

## 3. 适用机种确认

适用于全闭环的驱动器及电机的型号如下：

适用驱动器型号	适用电机型号		
	型号名	编码器分辨率	编码器线数
M*DA***C** M*DA***D**	M*MA***C** M*MA***D**	17 位/转 (131072pulse/转)	7 芯

## 4. 全闭环规格

### 4.1 一般规格

项 目			规 格	
基本规格	输入电源	100V 系列	主回路电源	单相 100V ~ 115V + 10% ~ - 15% 50/60Hz
			控制回路电源	单相 100V ~ 115V + 10% ~ - 15% 50/60Hz
		200V 系列	主回路电源	三相 200V ~ 230V + 10% ~ - 15% 50/60Hz
			控制回路电源	单相 200V ~ 230V + 10% ~ - 15% 50/60Hz
	控制方式			I GBT PWM 正弦波控制
	反馈			增量式编码器、绝对式编码器(7 线 17 位)
	环境条件	温度		使用温度：0 ~ 55℃ 保存温度：- 20 ~ 80℃
		湿度		使用、保存湿度：90%RH 以下(不结露)
		振动		5.88m/s <sup>2</sup> (0.6G)以下, 10 ~ 60Hz (不可在共振点上连续使用)
	控制方式			1. 位置控制 2. 模拟量速度控制 3. 转矩控制 4. 位置 - 速度控制 5. 位置 - 转矩控制 6. 速度 - 转矩控制 7. 半闭环控制 8. 全闭环控制 9. 混合式控制 10. 速度 - 外部反馈装置控制 11. 速度 - 半闭环控制
输入信号	控制输入		1. 伺服 - ON 2. 报警清除 3. 增益切换 4. 比例操作选择 5. 指令分倍频选择 6. 控制方式选择 7. 内部速度指令选择 8. CW 驱动禁止 9. CCW 驱动禁止 10. 零速钳位 11. 平滑功能输入 12. 光栅尺故障输入	
	模拟指令	速度指令输入	由参数设定范围和极性(出厂值：6V/额定转速)	
		转矩指令输入	与速度指令输入共用，转矩控制、位置 - 转矩控制时有效(出厂设定 3V/ 额定转矩) 与 CCW 转矩限制输入共用，速度 - 转矩控制时有效(出厂设定 3V/额定转矩)	
		转矩限制输入	CW/CCW 独立输入(出厂值：3V/额定转矩)	
	脉冲指令	输入脉冲状态	差分输入 通过参数选择 (1. CCW/CW 2. A/B 相 3. 指令/方向)	
控制输入			开路集电极输入 1. 偏差计数器清零输入 2. 指令脉冲禁止输入	
输出信号	控制输出		1. 伺服报警 2. 伺服准备好 3. 外部制动释放 4. 转矩限制中 5. 零速度信号 6. 速度到达(速度 - 转矩控制时)/定位完成(位置控制时)	
	编码器反馈信号		线驱动输出(A, B, Z) ; Z 相亦有开集电极输出	
	监视输出		1. 速度监视(电机实际速度, 指令速度, 由参数选择) 2. 转矩监视(转矩指令 3V/额定转矩, 或偏差计数值, 由参数选择)	
能	再生		内藏制动电阻	
	动态制动		具有动态制动功能	
	自动增益调整		具有自动增益调整功能, 有两种方式	
	输入屏蔽功能		可屏蔽 1. 驱动禁止输入 2. 转矩限制输入 3. 指令脉冲禁止输入 4. 零速钳位输入	
	软启动/停止功能		0 ~ 10s/1000r/min 加速/减速 可分别设置, 更具有 S 型加减速	
	零速钳位		零速钳位输入时进入伺服锁定(速度控制, 转矩控制时)	
	指令脉冲分/倍频		$\frac{1 \sim 10000 \times 2^{0-17}}{1 \sim 10000}$ 的计算结果	
	编码器每转输出脉冲数		1 ~ 16384P/r	
	保护功能	硬件	过电压、欠电压、过速度、过载、过电流、编码器异常	
		软件	位置偏差过大, 指令脉冲分倍频, EEPROM 异常	
	故障历史记忆功能		可记忆包括当前在内的 14 个历史故障	
	设定用键, 显示用 LED		1. 有 5 个键(MODE, SET, UP, DOWN, SHIFT) 2. 6 位 LED	
	RS232 及 RS485 通讯功能		由 PC 进行参数设置和监视; 用上位机最多可控制 16 轴	
性能	最高指令脉冲频率		500Kpps	
	速度频率响应特性		500Hz(当 JM = JL 时)	

## 4.2 全闭环规格的控制方式切换

PR02 值	控制、闭环方式		速度环采样	位置环采样	说明
6	位置半闭环控制		电机编码器		
7	位置全闭环控制		电机编码器	外部反馈装置	
8	位置半闭环/全闭环切换控制		电机编码器	电机编码器或外部反馈装置	位置闭环方式利用参数进行切换
9	1	速度半闭环控制	电机编码器		用 C - MODE 切换
	2	位置全闭环控制	外部反馈装置		
10	1	速度半闭环控制	电机编码器		用 C - MODE 切换
	2	位置半闭环控制	电机编码器		

### ◇ 说明：

(1) Pr02=7：位置全闭环控制

- **适用场合：**电机与外部反馈装置之间的机械传动系统刚性低的场合，电机会有大噪音和振动而且增益不能调高，此时速度控制用编码器反馈，位置控制以外部反馈装置反馈。位置控制（脉冲指令）必须以外部反馈装置为基准。

(2) Pr02=8：位置半闭环/全闭环切换控制

- **适用场合：**电机与外部反馈装置之间的机械传动系统刚性低的场合，通常半闭环控制比较稳定，定位时利用线性尺作为补偿，可实现高精度定位。
- **工作步骤：**电机基准速度高于 Pr70 设定以上时，通常以半闭环控制方式运行；在 Pr70 设定速度以下，Pr71 设定时间以上连续场合，以 Pr72 为时间周期，以外部反馈装置作为反馈位置补偿达到高精度定位。外部脉冲指令以线性尺为基准。在位置补偿阶段，电机的速度注意不要超过基准速度。

### ◇ 注意事项：

(1) Pr02 = 7、Pr02 = 8、Pr02 = 9 的第二种控制方式时，采用了外部反馈装置闭环，此种情况下实时自动增益调整及转矩扰动观测器设为不采用。

参数号	参数功能	设置值
Pr. 1F	转矩扰动观测器选择	8
Pr. 21	实时自动增益调整	0

(2) 外部反馈装置控制方式及其构成的速度控制方式时，不能使用增益切换功能，必须注意以下参数：

参数号	参数功能	设置值
Pr. 30	第二增益选择	1
Pr. 31	位置控制切换模式	1
Pr. 36	速度控制切换模式	0

速度控制方式固定在第一增益(pr10~14)，外部反馈装置控制方式固定在第二增益(pr18~1C)。

(3) 外部反馈装置控制方式与速度控制切换的瞬间，可能产生速度突变。为避免过渡期的冲击，电机控制方式的切换应在电机停止时进行。

(4) 速度环增益的单位为[Hz]，当惯量比设置正确时，是以编码器反馈测速来确定的。当惯量比设定为相同时，外部反馈装置控制方式时，位置控制方式的速度环增益以：

$$\text{速度环增益}(\text{pr. 11}) \times \frac{\text{电机每转外部尺脉冲数}}{\text{编码器反馈脉冲数}}$$

为基准估算出来；而外部反馈装置控制方式的速度环增益(pr. 19)可按下式来设定：

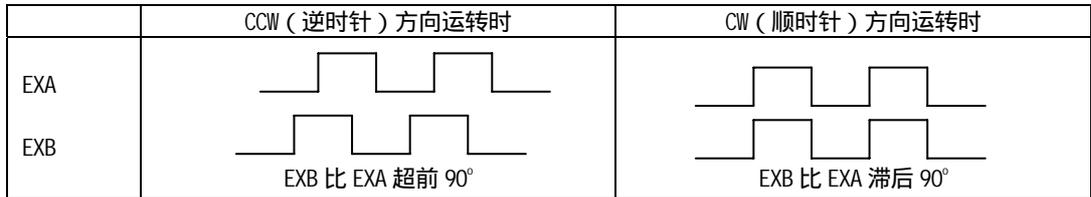
$$\text{速度环增益}(\text{pr. 19}) = \text{速度环增益}(\text{pr. 11}) \times \frac{\text{编码器反馈脉冲数}}{\text{电机每转外部尺脉冲数}}$$

(5) 用 Panatorm 自动增益调整进行频率特性解析时，不论何种控制方式，均以位置控制方式运行。CN I/F 8 脚、9 脚为 CW/CCW 驱动禁止输入。

(6) 请注意：内置 2500[P/r] 增量式编码器的电机不能使用全闭环系统。

(7) 外部反馈装置输入信号的最高频率要小于 500KPPS，并必须严格按照连线图接线。

从外部尺反馈的信号与电机运转方向的关系如下：



◇ **警告：** 信号异常，超过这一最小脉冲幅值，或 A、B 相序错误，将导致运动失控。

(8) 为避免上述失控引起机械损坏，请按外部尺的分辨率来设置参数 PR. 73 的适当值。

(9) 控制方式参数 PR. 02=9、10 时，特别当速度控制需要切换使用的场合，输入、输出端子功能将随着改变，这一点要特别注意。

(10) 全闭环控制、半闭环/全闭环切换控制、外部反馈装置控制时，脉冲当量由外部反馈装置的分辨率来决定。这一点与半闭环控制不同，因此要认真确定电子齿轮的分/倍频值。

**特别提示：** 全闭环的电子齿轮计算中与机械传动链没有关系。

◆ **电子齿轮运算举例：**

采用分辨率为 1 μm 的光栅尺，若我们需要设定脉冲当量为 10 μm/脉冲，则电子齿轮计算如下：

$$\frac{\text{Pr46} \times 2 \text{ Pr4A}}{\text{Pr4B}} = \frac{10 \mu\text{m/P}}{1 \mu\text{m/P}}$$

脉冲当量为 10 μm/脉冲

光栅尺分辨率为 1 μm

得：Pr46 = 10000；Pr4B = 1000；Pr4A = 0

◆ **内部速度选择**

CN I/F 引脚号		参数 No. 05 的设定值		
33 引脚 INTSPD1/INH/SC-ERR	30 引脚 INTSPD2/CL	0	1	2
开路	开路	外部速度(CN I/F14 脚)	第 1 内部速度(Pr. 53)	
短路	开路		第 2 内部速度(Pr. 54)	
开路	短路		第 3 内部速度(Pr. 55)	
短路	短路		第 4 内部速度(Pr. 56)	外部速度(CN I/F14 脚)

◆ **指令分倍频分子选择**

CN I/F 引脚		指令分倍频设定
28 引脚 DIV	9 引脚 DIV2/CCWL	
开路	开路	$\frac{\text{第 1 指令分倍频分子(参数 Pr. 46)} \times 2^{\text{指令分倍频分子倍率(参数 Pr. 4A)}}}{\text{指令分倍频分母(参数 Pr. 4B)}}$
短路	开路	$\frac{\text{第 2 指令分倍频分子(参数 Pr. 47)} \times 2^{\text{指令分倍频分子倍率(参数 Pr. 4A)}}}{\text{指令分倍频分母(参数 Pr. 4B)}}$
开路	短路	$\frac{\text{第 3 指令分倍频分子(参数 Pr. 48)} \times 2^{\text{指令分倍频分子倍率(参数 Pr. 4A)}}}{\text{指令分倍频分母(参数 Pr. 4B)}}$
开路	短路	$\frac{\text{第 4 指令分倍频分子(参数 Pr. 49)} \times 2^{\text{指令分倍频分子倍率(参数 Pr. 4A)}}}{\text{指令分倍频分母(参数 Pr. 4B)}}$



## 5. 连接器的接线

### 5.1 连接器

端子记号	名称	概要
L1, L2, L3	主电源输入端子	三相 200 ~ 230V + 10% ~ - 15%, 50 / 60Hz。
r, t	控制电源输入端子	单相 200 ~ 230V + 10% ~ - 15%, 50 / 60Hz。
P, B1, B2	再生电阻接线端子	通常 B1, B2 间短路, 即使用内部再生电阻。
U, V, W	马达接线端子	马达各相接线。
	接地端子	与马达接地 端子 E 相接。

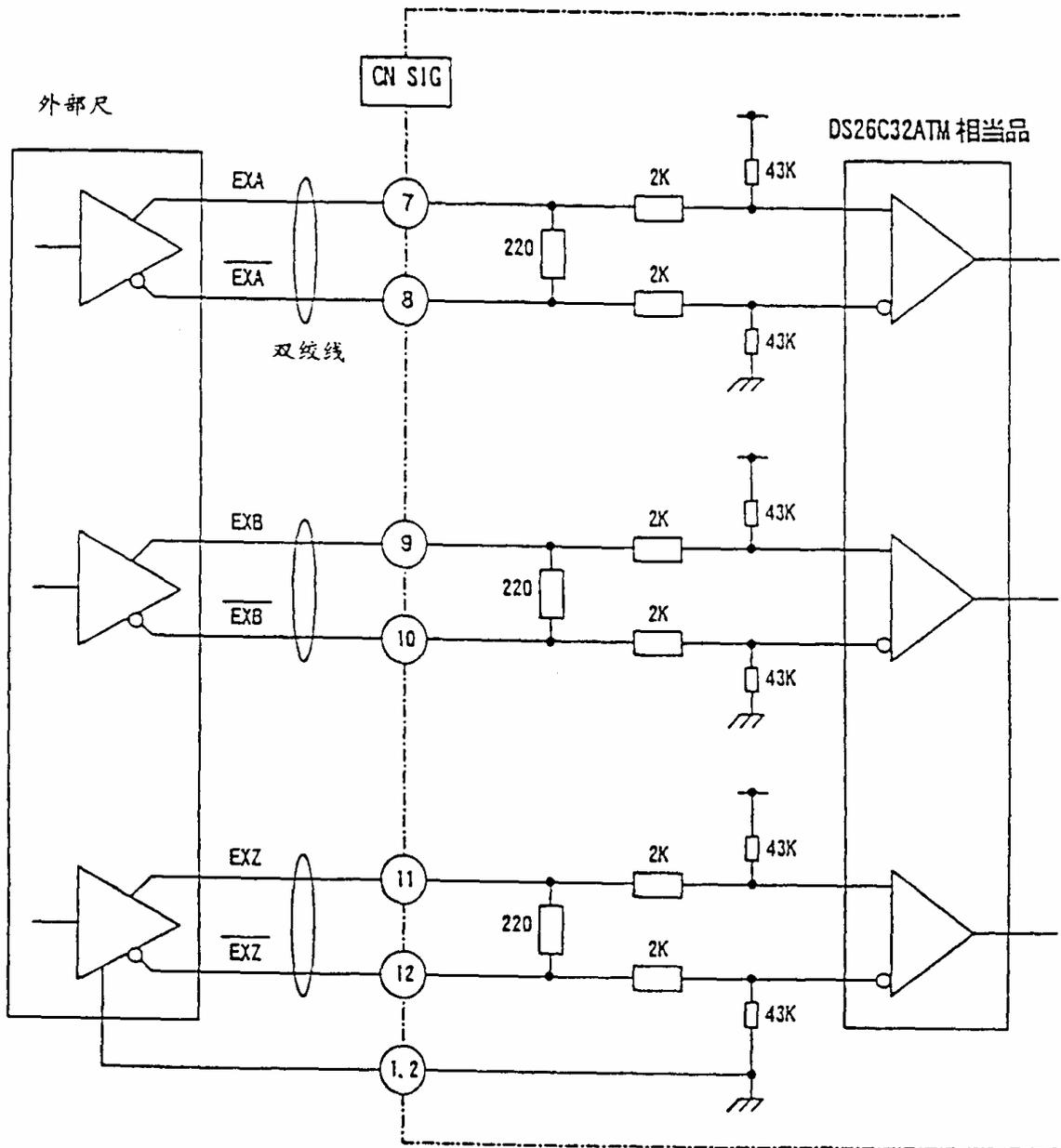
### 5.2 CN I/F 引脚说明(只列出同 A 系列 2500P/R 产品有区别之引脚)

用途	记号	引脚	内容
CCW 驱动禁止输入	CCWL/DIV2	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 半闭环控制, 全闭环控制, 半闭环/全闭环切换控制, 外部反馈装置控制时, 此触点作为第二指令分/倍频选择。自动增益, Panaterm 波形解析执行时, 参数 NO. 02 设定后, CCW 驱动禁止机能失效。</li> <li>◇ 上述以外的控制方式时, 当与 COM - 断开时, CCW 方向力矩禁止。(参数 NO. 04 设为 0 时, 驱动禁止有效)。</li> </ul>
CW 驱动禁止输入	CWL/SMOOTH	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 半闭环控制, 全闭环控制, 半闭环/全闭环切换控制, 外部反馈装置控制时, 此触点作为平滑滤波器有效或无效。当与 COM - 接通时, 平滑滤波器有效。自动增益, Panaterm 波形解析执行时, 参数 NO. 02 设定后, CW 驱动禁止机能失效。</li> <li>上述以外的控制方式时, 当与 COM - 断开时, CW 方向力矩禁止。</li> </ul>
指令脉冲分频选择	DIV	28	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 半闭环控制, 全闭环控制, 半闭环/全闭环切换控制, 外部反馈装置控制时, 此功能详见指令分/倍频分子选择。</li> <li>◇ 位置控制时, 与 COM - 接通, 指令分子选择 NO. 46 向 NO. 47 切换。</li> </ul>
指令脉冲禁止	INH/INTSPD1 /SC - ERR	33	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 全闭环控制, 半闭环/全闭环切换控制, 外部反馈装置控制时, 作为外部反馈装置故障输入。这时, 当与 COM - 断开时, 出现 Err28 报警。Pr77 = 1 可以屏蔽线性尺报警。</li> <li>◇ 半闭环控制, 位置控制时, 与 COM - 断开, 作为脉冲禁止。当参数 NO. 43=0 时有效。</li> <li>◇ 速度控制时, 作为内部速度输入。</li> </ul>

## 6. 外部光栅尺连线

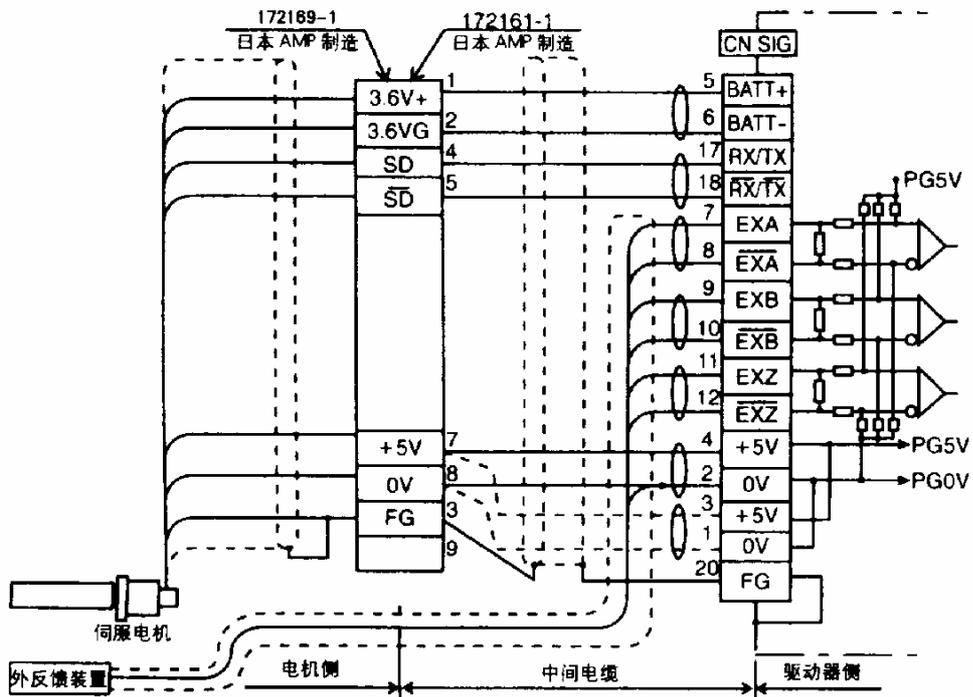
### 6.1 外部光栅尺接口规格

- 外部尺的电源应当由用户提供。
- 将外部尺的信号接到编码器接口 **CN SIG**。
- 重要提示：开机运行前要确认信号接法是否符合要求，参见 4.2 注意事项中的第 7 点。



## 6.2 外部光栅尺连线

- MSMA750W 及以下和 MQMA (白色塑料接插件)



- MSMA1000W 及以上和 MDMA, MFMA, MHMA 及 MGMA (墨绿色航空插头)  
(此略)

## 7. 参数一览表

(仅列出与 A 系列 2500P/R 有区别的参数)

参数号	参数名称	设定范围	功能描述	相关控制方式	
02	控制方式选择	0	位置控制方式	T, S, P, PS, PF, PH, PR	
		1	速度控制方式		
		2	转矩控制方式		
		3	位置(第一)速度(第二)控制方式		
		4	位置(第一)转矩(第二)控制方式		
		5	速度(第一)转矩(第二)控制方式		
		6	位置半闭环控制方式		
		7	位置全闭环控制方式		
		8	位置半闭环/全闭环切换控制方式		
		9	速度半闭环(第一)/位置全闭环(第二)控制方式		
		10	速度半闭环(第一)/位置半闭环(第二)控制方式		
		(由 C - MODE 端子来选择第一及第二控制方式, C - MODE 为断开时, 选择第一控制方式, C - MODE 为闭合时选择第二控制方式。)			
70	半闭环/全闭环切换控制切换速度	1 ~ 10000	Pr02 = 8 时, 设置从半闭环控制方式到全闭环切换控制方式的转换速度。单位: [r/min]	Pr02=8 时有效	PH
71	半闭环/全闭环切换控制切换延迟时间	0 ~ 10000	设置从参数 70 设定的速度转换到全闭环切换控制方式的延迟时间。单位: [2ms]		PH
72	半闭环/全闭环切换控制切换周期	1 ~ 10000	设置半闭环/全闭环切换控制的周期 单位: [2ms]		PH
73	混合偏差	1 ~ 10000	当使用外部尺控制时, 可设置电机当前位置同外部反馈装置当前位置的允许偏差。混合偏差大于本值, 则伺服报警 ERR25 (混合出错保护)。单位: [外部反馈装置的分辨率]	PF, PH, PR	
74	外部反馈分频分子	1 ~ 10000	用以设置编码器/外部尺分频分子; 实际的分子为 No. 74x2 <sup>n</sup> (n=No. 75) 实际的分子计算值的上限为 131072。如果设置值高于 131072, 则有效值为 131072, 应在 Servo-off 时改变此值。	PF, PH, PR	
75	外部反馈分频分子倍率	0 ~ 17	用以设置编码器/外部尺分频分子; 功能见 No. 74 所述。	PF, PH, PR	
76	外部反馈分频分母	1 ~ 10000	用以设置编码器/外部尺分频分母, 应在 Servo-off 时改变此值。	PF, PH, PR	
77	外部反馈装置故障信号无效	0 ~ 1	设定为 1 时, 外部反馈装置故障信号(CN I/F SC - ERR: 33 引脚。)在全闭环、半闭环/全闭环切换、外部反馈装置控制方式时无效。	PF, PH, PR	
78	脉冲输出选择	0 ~ 1	输出脉冲信号的选择: 0——外部反馈装置, 1——电机编码器 (CN I/F: 0A+: 引脚 21; 0A-: 引脚 22; 0B+: 引脚 48; 0B-: 引脚 49)当控制电源复位(断电后再上电)后, 设置变为有效	PF, PH, PR, S	
79	外部反馈脉冲输出分频分子	1 ~ 10000	设置外部反馈装置的各相脉冲输出分频分子。	Pr. 78 = 0 时有效	PF, PH, PR, S
7A	外部反馈脉冲输出分频分母	1 ~ 10000	设置外部反馈装置的各相脉冲输出分频分母。		PF, PH, PR, S

## 8. 补充说明

以下内容为调试中的常见问题或关键内容：

- 1) 全闭环控制特别适用于系统电子齿轮比可以整除的场合。
- 2) 全闭环控制时，传动链刚性明显影响定位快慢，有时用刚性软的传动方式（如同步带、齿轮齿条等），系统响应会偏慢一些。
- 3) 全闭环控制方式下增益参数值只能用手工调试，用半闭环状态下获得的增益参数在全闭环方式下使用，系统不能获得很好的响应性能。
- 4) **小诀窍**：Pr20（惯量比）的设定值对增益有很大的影响，必须获得正确的数值，由于惯量比在半闭环、全闭环状态下是一样的，所以我们可以半闭环状态下用自动增益调整获得惯量比的数值。
- 5) ERR 25（混合出错保护），若混合偏差数值 > Pr73 的设定值，则报警 ERR 25
- 6) 混合偏差的数值 = [（外部反馈装置分辨率 P/R）× Pr74 × 2<sup>Pr75</sup>] - [（电机编码器分辨率 P/R）× Pr76]
- 7) 混合偏差无法在驱动器的 LED 或 Panaterm 软件中显示。
- 8) 伺服驱动器内有硬件电路对外部反馈装置的 A/B 脉冲进行 4 倍频。
- 9) 驱动器上 LED 显示的 EPS 是观测点 5 的数值。
- 10) 与全闭环驱动器相关的**报警代码一览表**：

报警号码	功能、含义	报警号码	功能、含义
11	控制电源欠电压保护	24	位置出错保护
12	过电压保护	25	混合出错保护
13	主电源欠电压保护	26	过速保护
14	过电流保护	27	指令脉冲分频异常保护
15	过热保护	28	外部反馈出错保护
16	过载保护	29	偏差计数器溢出保护
18	再生放电保护	35	外部反馈断线出错保护
20	编码器 A/B 相出错保护	36	EEPROM 参数出错保护
21	编码器通信出错保护	37	EEPROM 检测码出错保护
22	编码器连接出错保护	38	驱动禁止输入出错保护
23	编码器通信数据出错保护	上面号码之外	其他错误

- 11) Pr74、Pr75、Pr76 参数值设置说明：  
上述设置值应当符合下述公式：

$$\frac{\text{Pr74} \times 2^{\text{Pr75}}}{\text{Pr76}} = \frac{\text{RE}}{\text{EX}}$$

➤ 公式中参数说明：

RE——松下交流伺服电机上的编码器在旋转 360 度后反馈到伺服驱动器内部并经过处理编码器信号处理的脉冲数的数值。

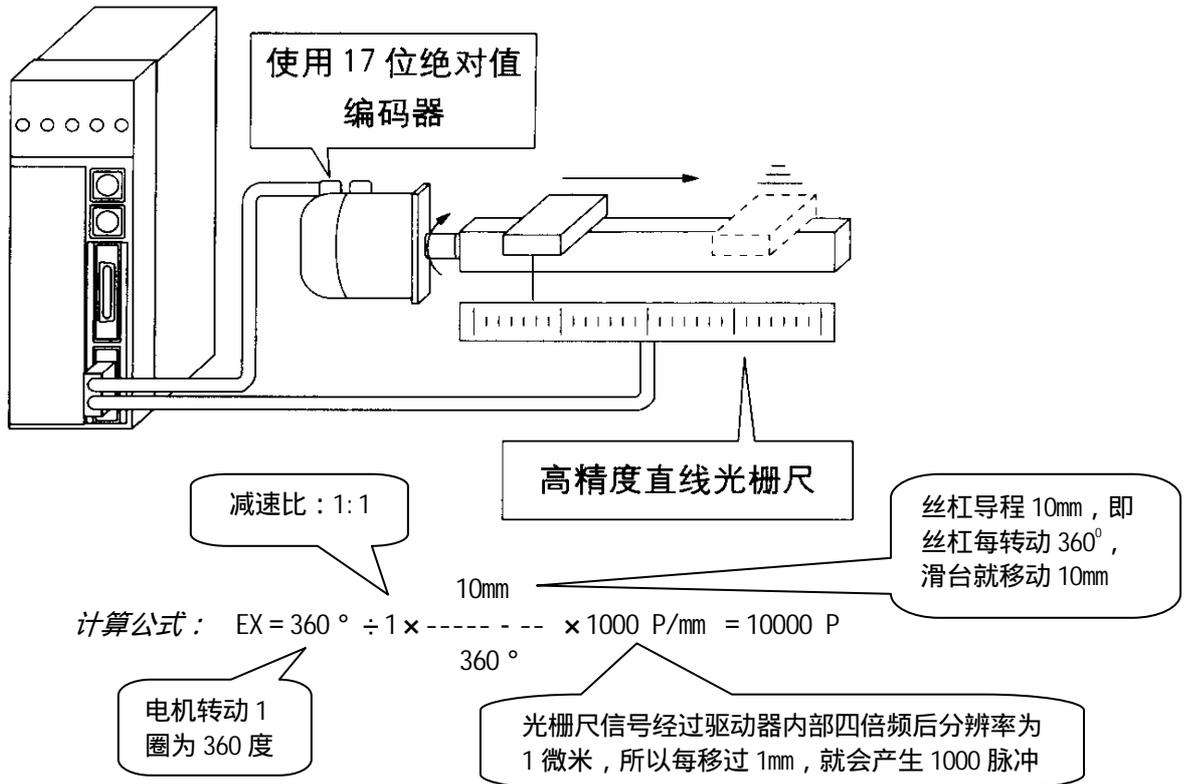
$$17 \text{ 位编码器的伺服电机} \quad \text{RE} = 2^{17}$$

EX——在伺服电机转动 360 度后，外部反馈装置反馈给伺服驱动器，并且经过伺服驱动器 4 倍频后的脉冲数的数值。

- 只有反馈给伺服驱动器的脉冲信号是 A/B 脉冲时才能 4 倍频，计算中注意外部反馈装置的数据指标的含义是否包括了 4 倍频的计算。
- **补充说明：**对于我们通常采用较多的输出脉冲串为 A/B 信号方式的光栅尺来说，它的分辨率都是指上级控制器对其反馈信号进行的四倍频后，上级控制器得到的分辨率。

➤ **计算举例：**

**配置情况：**伺服电机直联（速比 1 : 1）后连接导程为 10mm 的滚珠丝杆，若接入的外部反馈光栅尺分辨率为 1 微米。



根据 EX 数值可得：

$$\frac{1 \times 2^{17}}{10000} = \frac{2^{17}}{10000}$$

各参数取值为：Pr74 = 1；Pr75 = 17；Pr76 = 10000

12) 指令脉冲、电机反馈脉冲、外部反馈装置反馈脉冲和电机转向、相关数值三者间的对应关系：

数值增大方向 电机转向	Panaterm 软件监测			驱动器上 LED 显示的 EPS <sup>2</sup>
	Pulse 窗体		Full closed 窗体 <sup>1</sup>	
	指令脉冲 Command pulse (观测点 1)	反馈脉冲 Feed-back pulse (观测点 2)		
顺时针转 CW		—		收到 CW 脉冲后，EPS 数值负向增大，然后减小
逆时针转 CCW		+		收到 CCW 脉冲后，EPS 数值正向增大，然后减小

1 此窗体只有在全闭环控制下才显示。

2 此显示无太大用处，可以在半闭环状态下看一下发出脉冲和电机转向之间的关系。

## 9. 调试步骤

- 1) 按照手册将伺服电机和外部反馈装置装上机械设备，确保在完成接线后设备中的伺服电机和外部反馈装置可以运动。机械上要确保：电机经过传动链后带动外部反馈装置运动。
- 2) 按照手册接线，接线中对于外部反馈装置的 A、B 脉冲的相序问题可以先忽略，可以按照后续的步骤再进行相序的调整。
- 3) 确认输入给驱动器的电源电压是否正确；确认各个端子的接线是否正确；然后再通入主电源。
- 4) 接入 Panaterm 通讯电缆，启动电脑中 Panaterm 软件，建立与伺服驱动器的通讯。
- 5) 将 PR02 参数值设置成 0，使伺服处于位置控制半闭环状态，发入脉冲后正反转正常。  
若发现问题必须予以解决，然后进行下一步。
- 6) PR02 = 0 的状态下没有问题后，
  - 断开 SERVO-ON 或将 I/F 控制口上的插头拔下来；
  - 将 PR02 参数值设置成 7，使伺服处于全闭环控制；
  - 写入 EEPROM，将参数输入伺服驱动器；
  - 断开主电源；
  - 在 LED 显示熄灭后，再投入主电源。投入主电源前请务必确认 SERVO-ON 处于断开状态。
- 7) 进行外部反馈装置的相序的校核。本步骤非常重要，一定要在 SERVO-ON 处于断开状态下、在确保人身安全的情况下进行。
  - 将 Panaterm 软件调到 Full closed 窗体，观测 External scale Feed-back Pulse (外部反馈装置反馈脉冲) 窗口；
  - 用手转动电机轴，CCW 方向转动时，External scale Feed-back Pulse 窗口的数值会加入数值，反之：CW 方向转动时会减去数值。（外部反馈脉冲数值极性：CCW 为正，CW 为负）；
  - 若情况相反，则说明外部反馈装置的相序错误，将 A 组的两路脉冲接线互换一下就好了，可以再用 一步来校核。详情请参照《8. 补充说明》中的第 12) 段的讲解。
- 8) 进行 PR74、PR75、PR76 的设置，请参照《8. 补充说明》中的第 11) 段；  
进行电子齿轮的设置，参照《4.2 全闭环规格控制方式切换》中的注意事项第 (10) 段；  
进行 PR20 惯量比的设置，请参照《8. 补充说明》中的第 4) 段的讲解。
- 9) 刚性设置要结合负载实际情况手动进行；自动增益调整在全闭环状态下没有意义, 不要使用。