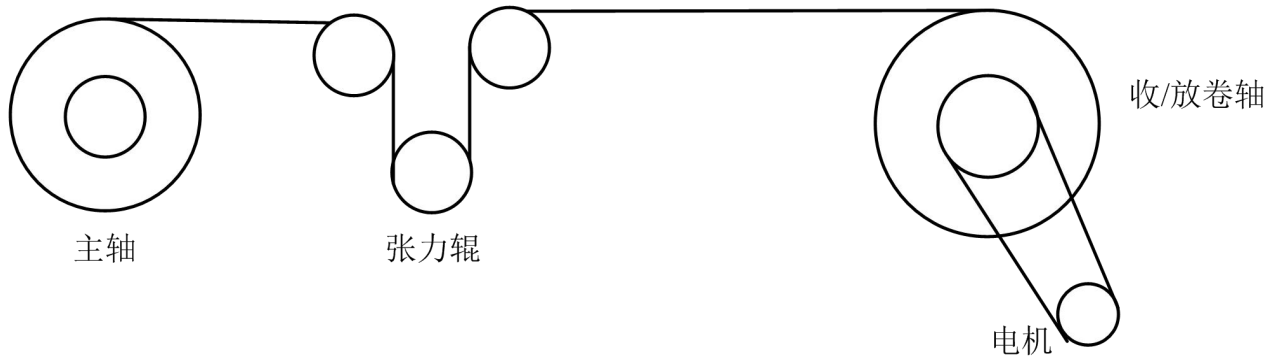


张力闭环控制系统使用说明

1 系统结构



以主轴收卷，卷轴放卷为例，假设卷轴上的卷径不变，电机与主轴只需要保持一个电子齿轮比运行即可保持张力稳定。而实际上，随着卷轴上的卷径变化，电机与主轴之间运动的电子齿轮比需要实时修正，另外，考虑到张力扰动的情況下，电机转速还需要根据张力变化实时修正。

2 接线定义

引脚号	定义	功能说明	引脚号	定义	功能说明
10、26	+24V	外接 DC24V 电源, 供 DI、D0 工作使用	21	RST	复位
9、25	COM		13	+5	内置模拟量电源
3	D01	卷径到达输出	12	AGND	模拟量输入口
18	D02	进料长度达到输出	14	AI1	
2	D03	保留, 暂时无法使用	15	AI2	
17	D04	驱动器及收放卷系统异常	29	AI4	
1	D05	根据 VB 系列伺服 D0 参数表选择, 软件直连到内部 DSP D05	11	20mA	内置 250 欧姆对地电阻, 与相应的模拟量输入口短接即变为 0-20mA 输入
16	D06	有速度输出	44	A01	可编程模拟量输出 设置 F. 210、F. 220 参数对输出功能进行具体定义
24	DI1	使能张力	28	A02	
8	DI2	卷径计算禁止			
7	DI4	清除累计进料长度	37	X1+	外部编码器差分信号输入, 接于张力摆杆编码器
22	DI5	复位驱动器	38	X1-	
23	DI3	长度补偿使能	39	Y1+	
6	DI6	用于不间断收料	40	Y1-	
5	DI7	保留	41	SIG1+	内置差分放大器信号输入口
20	DI8	换卷输入	42	SIG1-	
4	DI9	根据 VB 系列伺服 DI 参数表选择, 软件直连到内部 DSP DI9 和 DI10	43	XPH	X 脉冲输入内置上拉电阻
19	DI10		27	YPH	Y 脉冲输入内置上拉电阻
31	X+	位置指令输入 输入信号类型可选择差分或者集电极开路	35	+5V	内置+5V 电源
32	X-		36	0V	模拟量输入口
33	Y+		30	AI3	
34	Y-		外壳	屏蔽网层	与驱动器 PE 或外壳连接

注, DI6 用于不间断收料使能后, 且 556 的 BIT6 使能后, 增大点动速度到断料收紧 J0G

3 参数说明

3.1 初始化参数，这部分参数需客户设定，复位后生效

F095=0 参数解锁

F096=1 开放工厂参数

F120=3 选择 ModBus (RTU) 协议

F121=3 波特率为 38400

F122=0 2 位停止位

F123=1 站号为 1

F125=2 无校验

3.2 马达相关参数，这部分参数出厂已设好需客户确认，也可通过自学习得到，以下为同步马达参数

F188=3 选择第 3 组参数组

H450=3 选择无刷伺服马达

H452 马达编码器线数

H453 正转 A 领先 B

H457 马达额定电压百分比

H458 马达最高电压百分比

H460 马达额定转速

H461=94 马达额定电流百分比：

$$\left(\frac{\text{马达额定电流}}{\text{驱动器额定电流}} \right) * 100\%$$

H462=100 马达最大电流百分比：

$$\left(\frac{\text{马达最大容许电流}}{\text{马达额定电流}} \right) * 100\%$$

H463 马达激磁电流
H464 马达极数
H465 马达最高容许转速
H467 马达滑差
H470 电流回路比例增益
H471 电流回路积分增益
H473 速度回路比例增益
H474 速度回路积分增益
H476 位置回路比例增益

若使用异步伺服马达，F188=0 选择第 0 组参数组，参数组功能号 H300-H349

3.3 伺服控制相关参数，这部分参数需客户设定,参数值固定，无需调整

F033=2 满足下述所有条件时，启动能耗制动回路

- 1) 驱动器运转中
- 2) 没有故障警报
- 3) Vdc 电压超过 117%

F039=1.1 由 RUN 端子 DIx(73) 命令驱动器运转，断开驱动器停止

F051=3 电子热过载继电器保护

F130=0 AB 脉冲, 复位有效

F132=0 电机旋转方向切换

F189=1 编码器异常保护

H479=0.00 位置斜坡

H480=1 运转在位置模式
H481=1 位置追踪模式 XY 脉冲
F141=100 使能加运转
F142=167 积分清除
F144=1 紧急停止
F145=139 (主速度) 输入方向选择
F146=168 追踪速度+PID*JOG
F147=169 追踪速度-PID*JOG
F164=4 故障输出

3.4 ModBus(RTU)通信相关参数设定

L533 ARM 的 MODBUS 地址; 0-255。

与上位机通信参数: 波特率 9600, 8 数据位, 1 停止位, 无校验;

读写数据地址对应关系为

4x 1----*000

4x 1000----*999

3x 1----*000

3x 1000----*999

0x 1----*0

0x 40---*39

1x 1----*0

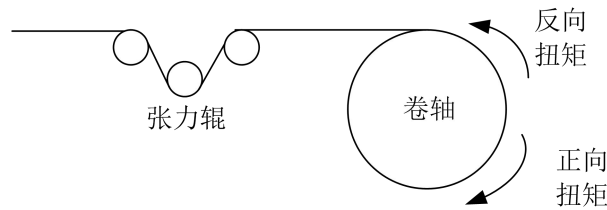
1x 40----*39

*代表任意字母, 如 F, C, H, L, M 等

3.5 所有与闭环扭矩模式相关的寄存器

3.5.1 定义

正向扭矩定义为使张力变大的扭矩，反向扭矩定义为使张力变小的扭矩。



3.5.2 张力调节原理

若实际张力大于设定张力，电机输出反向扭矩。若实际张力小于设定的张力，电机输出正向扭矩。

放卷时，如果加速，则补偿反向扭矩；如果减速，则补偿正向扭矩。

收卷时，如果加速，则补偿正向扭矩；如果减速，则补偿反向扭矩。

3.5.3 闭环扭矩模式参数表

功能号	参数名称	设定范围	单位	默认值	读写属性	参数描述
561	张力控制器比例增益	0-9999		100	RW	张力控制器比例增益
562	张力控制器积分增益	0-9999		5	RW	张力控制器积分增益
547	线性变增益垂直系数	0-9999		10	RW	根据误差的大小线性变增益，误差在 10%之内时，采用 561, 562 设置的增益，误差在 10%-100%之间时进行线性变增益，变化区间为 L561 和 L561*L541
505	静摩擦补偿值	0-9999		0	RW	在无进料速度时，设置一个正向扭矩，使材料绷紧。设置值在 0-500 之间。
539	动摩擦补偿系数	0-9999		000 0	RW	速度越大时，补偿摩擦力越大，设置值在 0-1000 左右。放卷时，补偿反向扭矩。收卷时，补偿正向扭矩。
504	正向扭矩限制系数	0-9999		0	RW	正向扭矩限制系数设置值在 1-5 之间。该值越大，正向扭矩限幅值越大，可以输出的正向扭矩的能力越大。
541	反向扭矩限制值	0-9999		3	RW	反向扭矩限制值，反向扭矩定义为使张力变小的扭矩。在 0-2048 之间。设置为 0，则反向扭矩无限制，可以输出最大的反向扭矩。设置为 2048 则禁止输出反向扭矩。
559	减速补偿系数	0-9999		0	RW	放卷时，此值越大，减速时产生的正向扭矩越大，减速张力越大； 收卷时，此值越大，减速时产生的反向扭矩越大，减速张力越小；
540	加速补偿系数	0-9999		300	RW	放卷时，此值越大，加速时产生的反向扭矩越大，加速张力越小； 收卷时，此值越大，加速时产生的正向扭矩越大，加速张力越大；

514	张力稳定范围	0-100	%	0	RW	此值越大，越容易认为张力稳定，张力一旦稳定，且无进料速度，则采用 20rpm 作为速度限制
538	补偿方向	0-1			RW	补偿方向
565	在卷轴停止的瞬间，电机输出的正向扭矩值	0-9999		0	RW	在卷轴减速停止的瞬间，电机输出的正向扭矩值
523	收放卷设置	0-1		0	RW	0 放卷 1 收卷
24	速度限制系数					进料速度*10*速度限制系数=限制的转速

注意：

- 1、以上监视参数只能通过 modbus 才能读到，驱动器面板不能监视；
- 2、设置参数除张力给定、卷径调节器比例系数、卷径调节器积分系数、卷径调节器最大输出之外均需要断使能后写入，复位后才有效；

3.6 所有与闭环速度模式相关的字/双字寄存器

功能号	参数描述	默认值	单位	读写属性	备注
533	ARM 板卡 modbus 通信地址	1		RW	用于 modbus 通信使用
527-526	进料每米脉冲数	0	clk/m	RW	526 为低位, 527 为高位, 数值为[527]*10000+[526]
531-530	卷轴转 1 周, 电机编码器脉冲的个数	30000		RW	卷轴转 1 周, 电机编码器脉冲的个数
557	张力给定来源	0		RW	0 来源于通讯 1 来源于 AI1 2 来源于 AI2 3 来源于 AI3
558	张力反馈来源	2		RW	1 来源于 AI1 2 来源于 AI2 3 来源于 AI3 如果接 AI1 时, 程序自动将 C240 设置为 0. 11 如果接 AI2 时, 程序自动将 C240 设置为 0. 12 如果接 AI3 时, 程序自动将 C240 设置为 0. 13
241	Pid 控制位	16		RW	固定为 16
243	速度补偿比例系数	500		RW	速度补偿的比例系数, 该值越大, 张力响应越快, 可能造成张力波动较大
244	速度补偿积分系数	0		RW	速度补偿的积分系数, 当张力存在稳态误差时 (即反馈张力持续高于/低于给定张力), 适当增加该值可以消除稳态误差, 注意该寄存器大于零时, 必须将 142 设置为 167, 以清除速度补偿 PID 的积分值

561	卷径调节器比例系数 1	1200		RW	误差为正时起作用，即给定张力大于反馈张力时起作用，该值越大，卷径的正向响应速度越快（即给定张力大于反馈张力时，卷径根据该值进行调节），该值过大会造成卷径大幅度波动从而造成张力波动
568	卷径调节器比例系数 2	100		RW	误差为负时起作用，即给定张力小于反馈张力时起作用，该值越大，卷径的负向响应速度越快（即给定张力小于反馈张力时，卷径根据该值进行调节），该值过大会造成卷径大幅度波动，从而造成张力波动
562	卷径调节器积分系数	50		RW	程序评估出的卷径存在稳态误差时（即评估卷径持续偏离实际卷径）时，增大该值可以消除卷径误差
539	卷径调节器的最大输出	2000	um	RW	卷径补偿输出的限幅值
567	层厚补偿	20	um	RW	层厚补偿，当系统持续运转一段时间，监视 801 里面的值，即可以确定该值的大小，如果该值设置为 9999，则自动使用 801 的值作为层厚补偿
506	卷径滤波缓存大小	20	个	RW	该值越大，卷径波动越小，设置范围为 1-64，一般设置为 20-30
024	进料前 10s 限制扭矩功能 速度限制系数	0		RW	闭环速度模式下。当 24 时不为 0 时，换卷后进料前 10s 限制扭矩功能越大时，限制值越大，输出扭矩更大。 闭环扭矩模式下，速度限制值为进料速度*10*F024，如果 F024=0，则速度限制值为进料速度*10*30
021	最小的 F243	0		RW	非零有效。根据卷径修改 F243 的值，最大卷径用最小的 243，最小卷径用最大的 F243，F21 是最小的 243，F27 是最大的 243
027	最大的 F243	0		RW	非零有效。根据卷径修改 F243 的值，最大卷径用最小的 243，最小卷径用最大的 F243，F21 是最小的 243，F27 是最大的 243
513	初始直径计算方法	1		RW	<p>1 手动拉料自动计算卷径；仅适用于放卷，这种方式，在每次换料后必须手动拉料使电机旋转 2-3 周，才能自动计算出卷径。</p> <p>2 点动自动计算卷径；这种方式，在每次换料后，需要触发 DI2 或者 BIT29，然后点动 1-2 次，才能计算出初始卷径。</p> <p>6 直接读 初始卷径 0；</p> <p>7 直接读 初始卷径 1；</p> <p>11 通过 DI1 切换初始卷径 0 和初始卷径 1；</p> <p>12 通过 DI2 切换初始卷径 0 和初始卷径 1；</p> <p>13 通过 DI3 切换初始卷径 0 和初始卷径 1；</p> <p>14 通过 DI4 切换初始卷径 0 和初始卷径 1；</p> <p>15 通过 DI5 切换初始卷径 0 和初始卷径 1；</p> <p>16 通过 DI6 切换初始卷径 0 和初始卷径 1；</p> <p>17 通过 DI7 切换初始卷径 0 和初始卷径 1；</p>

					<p>18 通过 DI8 切换初始卷径 0 和初始卷径 1; 19 通过 DI9 切换初始卷径 0 和初始卷径 1; 20 通过 DI10 切换初始卷径 0 和初始卷径 1 21 手动拉料自动计算卷径同时换卷后初次启动时自动断使能, 这种模式下卷径滤波缓存必须设置为 100 手动设置卷径, 每次换卷后, 必须通过通信将卷径写入到当前卷径。</p>
501	初始卷径 0		mm	RW	设置换料后的初始卷径
503	初始卷径 1	0	mm	RW	设置换料后的初始卷径
514	当张力大于张力量程的百分比时, 认为有张力, 材料绷紧	20	张力百分比%	RW	用于点动自动识别卷径时, 获取两次处于绷紧状态下的脉冲数即可计算出卷径
522	张力模式	0		RW	<p>0 闭环收放卷模式; 1 过程张力模式; 2 恒线速度模式; 闭环收放卷模式指的是采用卷径计算控制线速度, 叠加补偿量的方式对张力进行闭环控制; 过程张力模式指的是以固定的速度比例, 叠加补偿量, 用于过程张力控制; 恒线速度模式是在闭环收放卷模式的条件下取消张力补偿和卷径补偿的一种特殊的控制模式。 3 闭环扭矩功能 5 老的闭环速度模式 6 内部开环张力控制</p>
538	收放卷方向切换	0		RW	0-1 有效, 正向和反向
523	收放卷设置			RW	0 放卷; 1 收卷。用于卷径补偿。放卷时, 若张力过大, 卷径负向补偿 (即减小卷径)。收卷时, 若张力过大, 卷径正向补偿 (即增大卷径)。
525	端子切换收放卷			RW	设置为非零有效, 值为 abcd, 最终表示为收放卷和正反向; ab 代表从哪个端子切换收放卷, cd 代表从哪个端子切换正方向, 如该值设置为 0708, 则说明 DI7 切换收放卷, DI8 切换方向. 该值有效后, 538 将无法通过 modbus 修改。
524	第二编码器转换到进料编码器的系数			RW	<p>设置为非零有效。该寄存器用于中间存在储料的收放卷装置, 该值设置为</p> $\frac{\text{储料圆弧周长} \times \text{进料编码器每米脉冲数} \times 100}{\text{储料编码器线数}}$
540	速度补偿的最小限幅值	20	rpm	RW	当电机转速为零时, 采用 540 中的值对速度补偿进行限幅。电机转速非零时, 采用 541-540 之间的值对速度补偿进行限幅。电机转速为最高转速时, 采用 541 中的值

					对速度补偿进行限幅。
541	速度补偿的最大限幅值	30	rpm	RW	当电机转速为零时，采用 540 中的值对速度补偿进行限幅。电机转速非零时，采用 541-540 之间的值对速度补偿进行限幅，电机转速为最高转速时，采用 541 中的值对速度补偿进行限幅。
507	有效最小进料速度的阈值	1	0.1m /MIN	RW	系统能识别的最小进料速度，也就是说当进料速度大于该阈值时，认为正常进料，一般设置为 1-3。
509	换料后自动收紧 JOG 速度设置	30	RPM	RW	系统通过检测到无进料速度，且张力显示张力小于零张力阈值，就会把快速收紧，收紧速度可以改制设置
545	张力量程	590		RW	正常工作情况下张力最大值，单位可以是 0.1kg、0.1N、%、1kg、1N 等等
544	张力给定	30		RW	给定张力，单位与 545 张力量程一致
511	AI1 校正 MAX	3374		RW	当张力传感器从 AI1 输入时，此寄存器应该填入满量程张力时 ADC 的转换结果（可以通过 811 监视得到）
510	AI1 校正 Min	1		RW	当张力传感器从 AI1 输入时，此寄存器应该填入零张力时 ADC 的转换结果（可以通过 811 监视得到）
553	AI2 校正 MAX	3379		RW	当张力传感器从 AI2 输入时，此寄存器应该填入满量程张力时 ADC 的转换结果（可以通过 812 监视得到）
552	AI2 校正 Min	0		RW	当张力传感器从 AI2 输入时，此寄存器应该填入零张力时 ADC 的转换结果（可以通过 812 监视得到）
555	AI3 校正 MAX	0		RW	当张力传感器从 AI3 输入时，此寄存器应该填入满量程张力时 ADC 的转换结果（可以通过 813 监视得到）
554	AI3 校正 Min	0		RW	当张力传感器从 AI3 输入时，此寄存器应该填入零张力时 ADC 的转换结果（可以通过 813 监视得到）
519-518	最大卷径		um	RW	设置系统的最大卷径
517-516	最小卷径		um	RW	设置系统的最小卷径
534	锥度百分比	100	%	RW	设置成 0 和 100 都是没有锥度，99 锥度最大，1 锥度最小。处于最小直径时，张力设置为 544 给定张力，卷径最大时，张力设置为 544 给定张力*(100-锥度百分比)
563	零张力阈值	0		RW	当张力显示值小于该值时，认为处于零张力下
528	断料进料速度阈值	300	m/min	RW	当处于零张力下且进料速度大于 528，则认为发生了断料飞车，报飞车故障
515	张力过大阈值	400		RW	当实际张力（546 中的值）超过最大张力（515 中的值）后，报张力过大故障
535	反向张力保护	0	%	RW	设置为 0 时，不进行反向张力保护；设置为非零时，当反向张力低于量程的百分之（F535）时，进行反向张力保护

532	停机张力保持功能	0		RW	设置为 0 后，不具有停机张力保持功能。设置为非零后，满足主轴进料速度为零，且张力误差小于该值的百分比后，会禁止速度补偿，否则，重新启动速度补偿
508	张力显示滤波器			RW	设置为 1-6，数值越大，显示的张力越平稳，一般设置为 4。
521-520	到达卷径		um	RW	收卷时，当卷径大于到达卷径时，输出卷径到达信号；放卷时，当卷径小于到达卷径时，输出卷径到达信号
537-536	到达长度		cm	RW	当进料长度大于到达长度时，输出长度到达信号
512	ARM 固件版本	18		R	显示内部 ARM 板卡的固件版本
529	驱动器状态	0		R	0 正常 1 编码器异常 2 位置误差过大 3 过电流 4 过热 5 电压过高 6 电压过低 7 过载 9 程序代码错误 12 飞车 13 自动计算卷径错误 14 张力到达极限 15 张力反向
549	进料速度显示	0	0.1m/min	R	
546	张力显示			R	张力的显示值，该值的单位与 545 的单位一致
543-542	卷径显示		um	R	监视当前卷径
801	层厚监视值		um	R	当系统持续低速平稳运行一段时间，读取该值可以获取层厚
803-802	已经进料的长度		cm	R	对已经进料的长度进行累加
811	ADC 对 AI1 的转换结果			R	ARM ADC 转换器对 AI1 模拟信号的转换结果
812	ADC 对 AI2 的转换结果			R	ARM ADC 转换器对 AI2 模拟信号的转换结果
813	ADC 对 AI3 的转换结果			R	ARM ADC 转换器对 AI13 模拟信号的转换结果
1012	电机脉冲监视			R	监视所控制的电机的编码器信号
1014	XY 脉冲监视			R	监视所追踪的 XY 脉冲的信号
1020	ARM DI 监视			R	监视 DI 信号，需要转换成二进制才能观察每个输入端子是否有效，该寄存器的 bit1 代表了 DI1 是否有效，bit2 代表了 DI2 的是否有效
1021	ARM DO 监视			R	监视 DO 信号，需要转换成二进制才能观察每个输出端子是否有效，该寄存器的 bit1 代表了 DO1 是否有效，bit2 代表了 DO2 是否有效
814	第二编码器对应脉冲数			R	监视第二编码器的脉冲数
556	卷径消除使能位	0		RW	该寄存器只有在进料速度大于 10m/min，且已经持续进料 40 周才有效。 BIT0: 使能小张力计算无效，使能该寄存器后必须设置好

					<p>零张力阈值,当 ARM-ADC 转换出来的结果小于该阈值后,认为处于零张力状态下。零张力时,卷径计算无效,即实时计算出来的卷径将丢弃。</p> <p>BIT1:使能单周卷径变化大无效,使能后,当实时计算出来的卷径与滤波平均卷径相差大于 L560 的值时,该卷径计算无效,即该实时计算出来的卷径将丢弃。</p> <p>BIT2:使能平均卷径增大消除,使能后,如果平均卷径增大,则该平均卷径将不会处理,不会影响 F134 的值,也不会影响观测卷径的值。</p> <p>BIT3:使能平均卷径减小消除,使能后,如果平均卷径减小,则该平均卷径将不会处理,不会影响 F134 的值,也不会影响观测卷径的值。</p> <p>BIT5:使能松料限制扭矩功能,使能后,当显示张力 546 的值小于最小张力阈值 563 的值,且进料速度大于 10m/MIN,且是放卷模式,则进行扭矩限制,同时清零卷径缓冲,重新计算卷径,限制 6 圈后重新恢复扭矩。</p> <p>BIT7:使能增益切换,使能后采用两套 470,473 增益,运动时,524 的值给 470,564 的值给 473,静止时 566 给 470,569 给 473。</p> <p>BIT8 使能 475 自动修改,使能后,运动时,475 变为 0,静止时 475 变为 0.2;</p>
560	最大卷径变化	0	Um	RW	参考 F556
551	张力摆功能使能	0			张力摆转换换位为脉冲的系数
550	多功能参数				<p>设置成 998,上电时读所有参数,用于上位机读所有参数</p> <p>设置成 999,上电时写所有参数,用于上位机写所有参数</p> <p>设置成 11,更新固件</p> <p>设置成 12,备份参数</p> <p>设置成 13,还原参数</p> <p>设置成 15,上电校正传感器最小值</p> <p>设置成 16,上电校正传感器最大值</p>

注意：以上监视参数只能通过 modbus 才能读到，驱动器面板不能监视，设置参数除张力给定、卷径调节器比例系数、卷径调节器积分系数、卷径调节器最大输出之外均需要停机断使能后才有效

以上斜体加粗的参数是必须设置的参数，其它参数为优

化参数。

3.7 与张力控制相关的位寄存器

功能号	参数描述	读写属性	备注	对应的专用端子
28	张力使能	RW	1 使能张力	DI1
5	软件复位	RW	1 软件复位驱动器	DI5
2	显示张力是否使能	R	显示张力是否使能	
10	清除长度	RW	1 清除长度	DI4
11	显示长度到达标志	R		
35	换卷信号输入		换卷信号输入脉冲有效	DI8
12	显示卷径到达标志	R		
15	显示张力太大标志	R		
19	自动校正传感器最小值	RW	写 1 自动校正传感器最小值	
20	自动校正传感器最大值	RW	写 1 自动校正传感器最大值	
16	写所有参数到 DSP 内部	RW	设置 550=999 有效	
32	使能后禁止计算卷径	RW	1 禁止计算卷径 0 会计算卷径	DI2

3.8 DIDO 功能

端子号	功能
DI1	张力使能
DI2	卷径计算禁止
DI3	长度补偿使能
DI4	清除长度累计
DI5	复位
DI6	用于不间断收料 使能后, 且 556 的 BIT6 使能后, 增大点动速度到断料收紧 JOG
DI8	换卷
DI9	软件直连到内部 DSP DI9
DI10	软件直连到内部 DSP DI10
D01	卷径到达
D02	长度到达
D03	驱动器使能中
D04	故障输出

D05	软件直连到内部 DSP D05
D06	有速度输出

4 闭环速度模式调试步骤

4.1 根据具体系统修改以下参数

参考 3.6 节参数表中斜体加粗的参数。

4.2 张力传感器校准

设置好张力反馈来源，在张力传感器上挂上满量程的重物，按下触摸屏（bit20）的满张力校准命令，即完成了满张力校准。张力传感器空载，按下触摸屏上(bit19)的零张力校准命令，即完成了零张力校准。

4.3 方向确定

方法一：

轴先不上料，将张力给定设置为一个固定的值（比如 40），使能电机，观察电机旋转方向是否正确（无进料时，电机往张力增大的方向旋转，有进料时，电机跟随进料旋转）。如果不正确。则进行如下试凑。

收放卷方向 538	收放卷设置 523
0	0
0	1
1	0
1	1

如果实际试凑出来的收放卷设置值和实际收放卷不一致，则需要交换 XY 脉冲的接线，即 X+和 Y+交换，X-和 Y-交换。XY 脉冲必须保证在正常送料时，F137 是递增的。

方法二：

第一，在正常送料时，F137 是递增的。如果不递增，则修改 XY 脉冲接线，即 X+和 Y+交换，X-和 Y-交换。第二，设置收放卷，0-放卷，1-收卷。第三，设置收放卷方

向。

4.4 参数优化

调整 540, 541, 243, 244 的值，使张力波动最小。

5 闭环扭矩模式调试步骤

5.1 根据具体系统修改以下参数

参考 3.5 节参数表中斜体加粗的参数。

5.2 张力传感器校准

设置好张力反馈来源，在张力传感器上挂上满量程的重物，按下触摸屏（bit20）的满张力校准命令，即完成了满张力校准。张力传感器空载，按下触摸屏上（bit19）的零张力校准命令，即完成了零张力校准。

5.3 方向确定

轴不上料，将张力给定设置为一个固定的值（比如 40），使能电机，观察电机旋转方向是否是张力张紧方向，如果不是，则修改张力补偿方向，最终使张力给定值与反馈值一致。静止时电机转速速度限制基值指的是，进料速度小于有进料速度阈值而且张力误差百分比大于张力绷紧阈值时的速度限制，也就是说，如果无进料速度而且张力没调整到给定值，那么速度限制就采用静止时速度限制，一旦有进料速度或者张力调整到给定值了，立刻将电机转速限制值切换到运动时电机转速限制值，一般来说运动时电机转速限制值要远大于静止时电机转速限制值。

5.4 参数优化

调整 561, 562 的值，使张力波动最小。