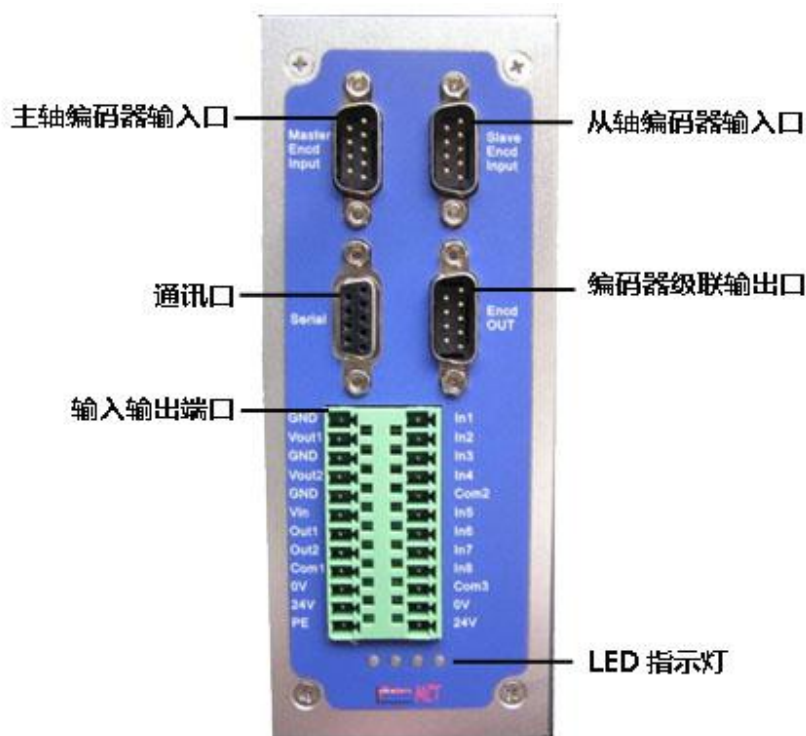


MCT150B 同步/飞剪控制器

使用说明书



- 同时集成同步和飞剪控制
- 方便的参数设置取代复杂的编程工作
- 简单配置即可开始工作
- 500KHz 计数频率，内部 4 倍频后可达 2MHz
- FPGA+高性能处理器架构，快速动态响应（约 30us）
- 位置同步和比例控制
- 飞剪控制使用 S 型速度曲线平滑运动
- 电平、脉冲两种相位修整模式
- 自带套准功能
- 虚拟主轴可选
- 14 位高精度 D/A 输出
- 编码器采用 5V 差分信号输入，I/O 口全部采用光耦隔离
- 编码器输出信号源主从轴可选，级联方便

- RS232/RS485 串口通讯，内嵌 MODBUS 从机通讯协议
- DIN 35 导轨安装、设置简便，高性价比

1. 介绍

MCT150B 是采用 FPGA 和高性能处理器架构设计的高性能同步和飞剪控制器，用于实现两个独立的电机间的同步控制或飞剪控制，可以配合多种电机使用（直流、变频、伺服等），通过输出 $-10\sim+10V$ 的电压进行速度和位置控制。500KHz(内部 4 倍频后可到 2MHz)的响应频率可以实现高精度和高速的运行，约为 30us 的响应时间，使用伺服驱动可在动态过程中实现精准的同步和飞剪控制。

完全比例及飞剪控制和其它功能如电平、脉冲两种远程相位修整控制和套准(套色)都作为标准功能集成，使得应用范围更加广泛和方便。MCT150B 既适用于一般情况下的同步控制，还可以适用于飞剪(轮切)系统、局部印刷和旋转轮冲孔或者打标应用的控制。MCT150B 的飞剪功能针对飞剪的特定要求，以最大的精度、最高效率、最小机械冲击为目标而设计。超短的控制周期和智能的运动曲线在任何条件下都可以提供卓越的性能。下面所提及裁剪指的是飞剪功能。

所有的设置都是数字式的，不须电位调节；具有 RS-232 及 RS-485 通讯功能，采用 MODBUS 从站通讯协议，非常方便与其它控制器及标准触摸屏联机，进行调试和二次开发。

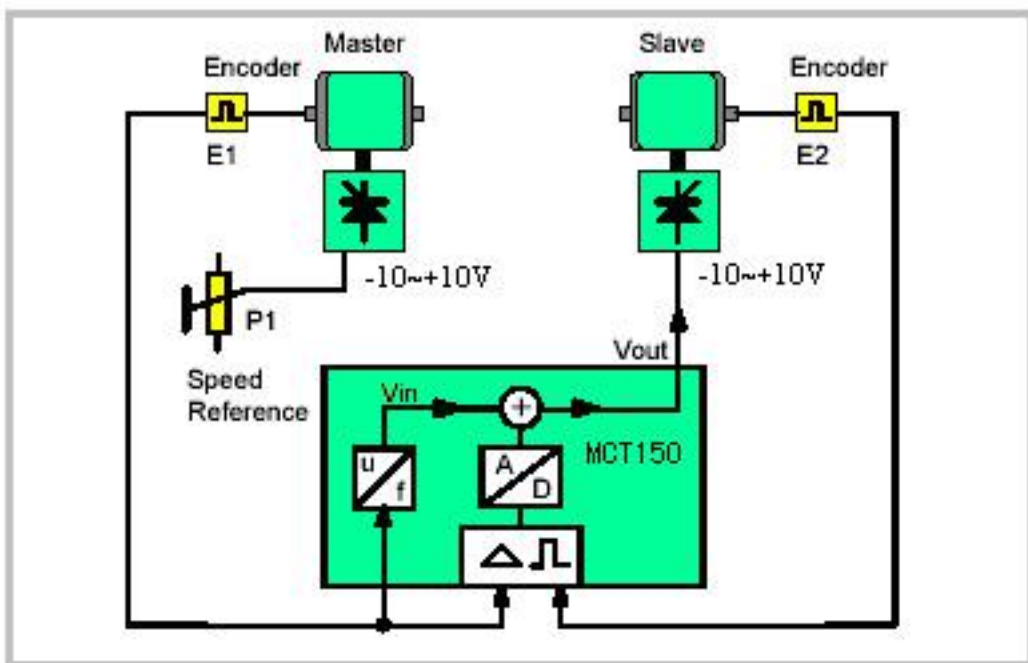
采用全铝外壳做成，所有的连接端子都在前面板；采用 DIN35 式工业导轨安装方式，安装调试方便。

MCT150B 使用 24V 直流供电（实际支持 18V~30VDC）。

2. 同步/飞剪工作原理

2.1 同步工作原理

所有的操作首先都是基于驱动器之间的模拟同步。给驱动器一个速度参考电压，调整驱动器的速度使其大致同步。可以给定从动的比例配合，这样预先同步可以使两个速度误差在 1% 以内。



如上图所示，数字同步用来补偿模拟速度的误差以实现绝对的角度和位置同步，消除电机漂移和累计位移的影响。这需要驱动器角度位置的数字回馈信号。通常使用增量旋转编码器或类似的信号。

同步控制器连续检查两轴的位置，当出现角度误差时发出模拟修整信号，这个模拟修整，加到从动轮的参考电压上，保持两轴位置的协调。每个编码器脉冲同步响应时间只有数微秒，从动轮几乎没有变化。

2.2 飞剪工作原理

当裁切过程中需要刀棍的线速度和生成线速度同步的时候，系统只能裁切对应于刀棍周长的单一长度(通常恒定的旋转速度)。要改变裁切长度时只能更换不同直径的刀棍。

MCT150B 可以通过一个双速原则保持裁切过程中完全同步，而在裁切区域之外，以计算速度运行(不需要同步)。因此切刀轮旋转一圈过程中，有两个速度区域：“同步区域”(可修改)和“非同步区域”。给定一个裁切长度，切刀轮会按处理器计算处理的速度曲线运行。在处理非同步区域的速度时，MCT150B 会根据当前线速度和裁切长度计算出一个物理上可行的最小的加减速和转矩。加速形式可选为线形(本版本暂不支持)和 S 形，当选为 S 形时，所有的速度转换都采用 Sin^2 速度曲线形式，使所有机械部件的磨损最小。当裁切长度小于切轮周长时，非同步区域的速度将会高于同步区域的速度。反之，则以低于同步区域的速度运行。在这期间，速度甚至可能降到零。下图是两类典型的速度曲线：



MCT150B 在相应的进料速度和裁切长度下，做连续的全闭环控制，加上很短的更新周期，在任何时间都保证良好的裁切精度和刀棍非常平滑的裁切动作。

裁切轮去掉执行机构必须采用四相直流电机或伺服电机。因为 MCT150B 要保证在驱动轮的加减速过程中保持全闭环。然而，对进料执行机构没有特殊的要求，甚至采用测量轮检测生产速度都可以取得非常好的效果。

2.3 飞剪系统结构

通常使用送料电机作为主轴(Master)。主轴也可以是一个带增量式编码器的测量轮。在测试控制器或者调整刀具而不实际切割材料时，也可以选择虚拟主轴(Virtual Master)来模拟送料电机或测量轮上的编码器信号。

编码器的分辨率必须高于最大允许切割误差的五分之一。

要求使用线驱动正交方波形式(A+、A-、B+、B-)，TTL/RS422 的编码器，具体参考后面章节。

当材料以最大设计速度进给时，为了模拟输出达到最佳的分辨率，测量轮上的编码器信号频率至少要大于 1KHz。另外，信号的频率任何情况下不能大于 600KHz。最好适当选择编码器的每转脉冲数使测量轮编码器和切刀轮编码器的分辨率相对接近。比较合适的比例范围为 1:5~5:1，尤其在刀棍达到最大速度时，不要超过 1:16 或 16:1(参考“Vmax/Vline”的设置)。

测量轮的编码器信号接在 Master 编码器接口(Master)，切刀轮(刀棍)的编码器信号接在 Slave 编码器接口(Slave)。切刀轮(刀棍)的速度控制信号使用模拟量输出口(Vout)。

控制器在切刀轮(刀棍)每转必须收到“Cutting Pulse”。“Cutting Pulse”信号的上升沿必须在“同步区”之内，也就是在裁切点附近。在“同步区”之中根据“Cutting Pulse”信号的上升沿，用户可以设置“裁切前”和“裁切后”两个区域。

因为控制器会进行加减速的平滑控制，驱动电机必须无滞后的跟随控制器发出的控制

信号，所有必须调整切刀轮（刀辊）驱动电机达到最高的动态响应（没有内部加减速时间、没有积分控制环、高比例增益）。

“Jog”输入信号手动用于调节材料的切点位置和调节切刀轮（刀辊）的停止位置。

控制器上电以后或者手动调试切刀轮（刀辊）位置（例如，使用 JOG 功能）以后，用户必须执行切刀轮（刀辊）的找原点操作。切刀轮（刀辊）找原点时，以设定的速度旋转直到接收到“Cutting Pulse”信号。然后继续旋转到原点位置，大致在“同步区”中点的相反位置。

3. 同步方式输入脉冲和比例

为了适应同步操作和实际的条件(传动比、编码器分辨率、滚轴直径等)，主、从输入脉冲可以分别换算。“Factor 1”是主动脉冲的换算系数，“Factor 2”是从动脉冲的换算系数。

两个系数都是五位数，设置范围是 0.1000~10.0000。当 Factor1 和 Factor2 都设置为 1.0000 时，实现 1:1 的速度和相位同步；这个参数可以用 RS232 或 RS485 连接，通过串行口连接进行设定。

参数设定好后，从动电机来改变位置，保持和主电机的一致。根据下面的公式

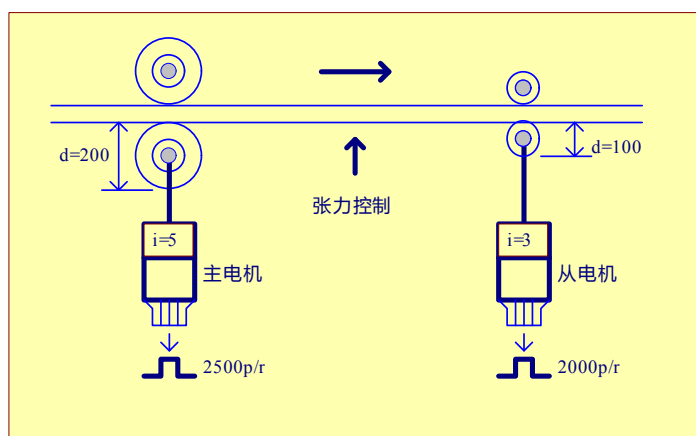
$$S_{\text{slave}} = \frac{\text{Factor1}}{\text{Factor2}} * S_{\text{mater}}$$

注释：

当要求位置和角度同步时，我们将 S_{mater} 和 S_{slave} 设为两个驱动器移动特定的同步距离编码器的脉冲数或者旋转一周的脉冲数。当只需要速度同步时（速度误差允许 10^{-5} 之内）， S_{mater} 和 S_{slave} 也可设置为同步控制下编码器的频率。

正常情况下，比例模式，考虑到机器的所有几何数据，可以尽量将 Factor 2 的值固定，将 Factor 1 作为“用户参数”（Factor 1 在生产过程中随时可以改变，而 Factor 2 是机器恒量，一般不改变）

下面的例子说明进料系统 Factor 1 和 Factor 2 的计算，这里从速度会改变材料的拉力。



主动轮转一圈，从主编码器收到 $5 \times 2500 = 12500$ 个脉冲，从动轮需要在相同时间内转二圈，那么我们从从编码器收到 $2 \times 3 \times 2000 = 12000$ 个脉冲，这意味着，每 12500 个主动脉冲我们需要 12000 个从动脉冲来保持同步。

随后，我们设置 Factor1 和 Factor2，关系如下：

$$12500 \times \text{Factor1} = 12000 \times \text{Factor2}$$

简单的方法，根据输入脉冲数来准确的设置 Factor 参数，但是这里需要操作员有一点需要理解，需要在终端上设置一个值（不考虑拉力）。如果设置成 1.0000，则更易于理解。

那么，我们需要用到不同数据的公式：

$12500 \times 1.000 = 12000 \times \text{Factor2}$

结果，我们发现 $\text{Factor2} = 12500/12000 = 1.0417$ ，这个设置校准了 Factor1 成为易于理解的“用户参数”(1.0000=没有拉力, 1.0375=3.75%的拉力)。当由操作终端设置参数“Factor 1”可得到同样的结果。

提示1: 最好，保持 Factor1 和 Factor2 在范围 0.1~2.0000。这样允许控制器所有 D/A 转换器使用尽可能的使用到 D/A 的高分辨率；例如，Factor 计算结果为 4.5000 和 7.8000，这样比例设成 0.4500 和 0.7800(或 0.9000 和 1.5600)更好。

提示2: 当需要位置同步，适当的 factor 设置可以消除累积误差（factors 只能设置 4 位小数）

如果要求 16: 17 的比例，Factor1 用十进制表示为 0.94117647...因为没有足够的小数位数，短时间内会由累积位置误差。当用 1.6000 和 1.7000(或 0.8000 和 0.8500)时就可以解决这个问题。

提示3: 便于根据接收到的频率选择大概的转数，两边同样的范围。

4. 同步运行中改变比例或飞剪运行过程中改变长度

同步：随时可以使用按键或串口改变 Factor1 或 Factor2 来改变速度比例，如：Factor1 从 1.0000 改为 2.0000，从动速度会提升一倍。速度的变换快慢是由 Ramp 决定的，具体参考 7.2。

飞剪：在运行过程中，可以通过修改 Length 来改变裁切的长度，但需要对 Active Data 进行生效处理。也可以使用裁剪 Test Length 来改变裁切的长度，具体方法参考后面章节。

5. 相位和相对位置的改变

主从电机的相对位置一般设为通电或最后一次复位时的状态。在整个运行过程中，如果没有出现任何错误，初始相位状态会一直保持，除非操作员用以下的方式来改变：

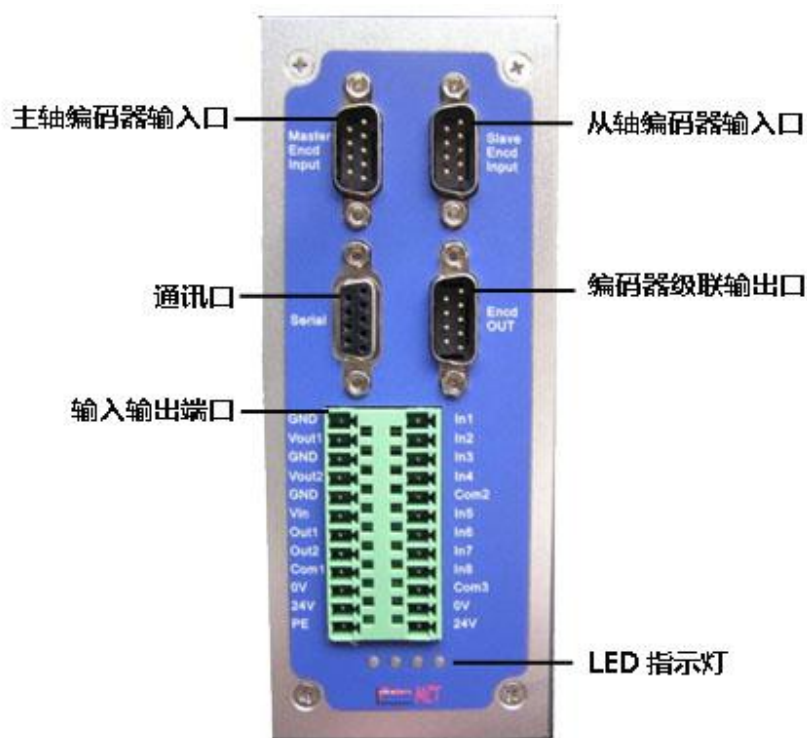
5.1 定时器修整（模式 1）

从“Trim+”或“Trim-”端口输入信号，给从电机一个较低或较高的临时速度，这样就改变了电机的相对位置。当 Trim 输入端信号无效时，主从轴会在新的相对位置下实现同步。增加和减小的速度可以在“Trim Step”中设置，任何时候，都可以用硬件信号或软件命令将调整好的信号寄存在 EEPROM 中，这样以后可以使用同样的速度，断电后也一样。差异的 Trim 速度由内部的定时器产生，并且是可调的，使从电机加速或减速，不考虑实际的绝对速度，这样 Trim 方式可以在停止的时候将从电机移动到一个合适的初始位置。

5.2 输入脉冲修整（模式 2）

从“Trim+”和“Trim-”端口输入脉冲发生器、编码器或者 PLC 发出的脉冲信号，每个 Trim 脉冲会使相位差增加或减少一个相当于本轴编码器的脉冲数。使用输入频率计数器或 PLC 时可以重复改变或调整主从轴间的相位。模式 2 同样适用于差速箱功能。

6. 连接和硬件设置



接口示意图

6.1 电源

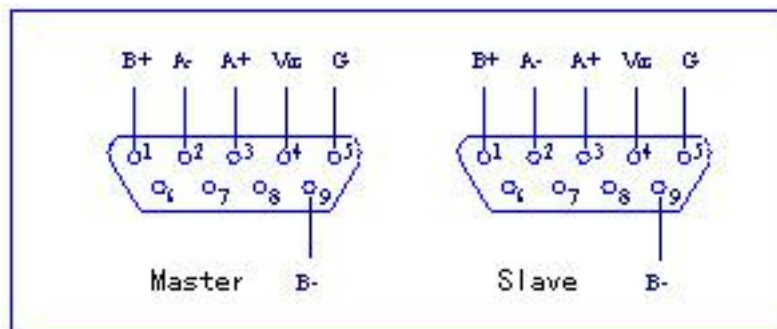
MCT150B 用 24V 直流 ($\pm 25\%$) 供电, 实际上支持 18~30VDC, 控制器的电源输入端口为 “24V” 和 “0V”。MCT150B 内部提供了保护二极管以防止电源极性反接而损坏电路。

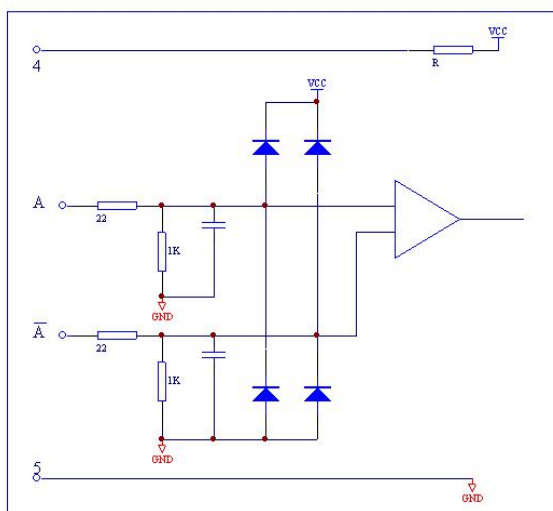
6.2 编码器

6.2.1 主从编码器输入

引脚号	定义	引脚号	定义
4	5V 电源输出正极	5	5V 电源输出负极
3	A+	2	A-
1	B+	9	B-

主从编码器接收 TTL 脉冲信号 (5V, RS422) 或类似的信号输入, A+、A-、B+、B- 必须接上。输入端口分别为: 主编码器输入口 Master 和从编码器输入口 Slave。在主、从编码器输入的 9Pin 接头中都提供了 5.5V 的电源供编码器使用。当使用外部电源给编码器供电或编码器自带电源时, 不得将编码器的电源接入 4、5 脚, 以免因控制器和编码器电源电势不同而造成控制器或编码器的损坏。使用差动信号输入能减少电磁干扰。





编码器差分信号输入接线及内部原理图

6.2.2 编码器输出

引脚号	定义	引脚号	定义
3	A+	2	A-
1	B+	9	B-

通过参数“Encoder Output Select”的设置，可以选择从“Encoder OUTPUT”端口输出的信号来源为经过 FPGA 数字滤波整形后通过差分驱动芯片输出的主从轴的信号。接线图编码器输入类似，与输入不同的是，输出 4、5 脚没有提供电压供外部使用。

6.3 模拟电压输出

模拟输出端子为 Vout2，对应的地线为端子上方的 GND，模拟量输出范围是-10~+10V。

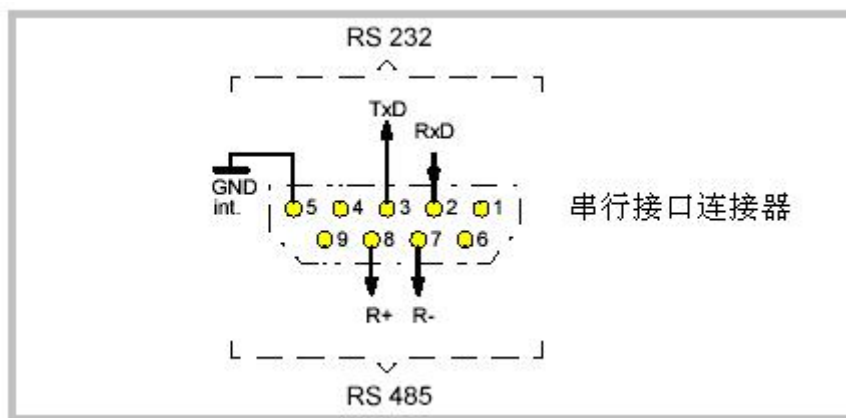
Vout2：输出从动电机的速度指示电压信号，当“Gain Correction”设为非“0”时，数字修整电压会叠加到这个输出电压上。

实际接线配对输出模拟信号(即 Vout2 与其上方的 GND 作为一组信号)到驱动器上，可以降低干扰信号。

6.4 串行端口

引脚号	定义	引脚号	定义
8	D+(RS485)	7	D-(RS485)
3	TXD(RS232)	2	RXD(RS232)
5	GND(RS232)		

MCT150B 可以使用 RS232 接口或 RS485 接口，两种串行连接使用同一接口，可以分别使用。



串行端口接线示意图

使用串行端口：

◇ 用计算机进行在线操作，访问所有的寄存器和使用控制功能，串行端口使用工业上普遍使用的 Drivecom 标准（ISO1745）。

备注：

◇ 使用 RS485 时，MCT150 需要时间进行数据的传输和接收，计算机在进行下一次存取的时候必须提供一个滞后时间。（见下图）

Raud Rate:	Delay Times in ms:
4800	4
9600	2

◇ 使用内部的 RS485，接头的 4 脚和 9 脚不能接外部的电压。

6.5 控制信号的输入、输出

接线端子共有 8 个输入脚，2 个输出脚。所有的输入和输出都是采用光耦隔离信号，与 PLC 兼容。

Logic 0 = 0...5 Volts

Logic 1 = 18...30 Volts

为了避免指令出错，指令信号(En/RST/Start)必须在稳定状态保持 1 毫秒以上。

所有的输入口分成三组，共用三个公共端 Com1/Com2/Com3：

Out1,Out2 的公共端为 Com1；In1/In2/In3/In4 的公共端为 Com2；In5/In6/In7/In8 的公共端为 Com3。输入为信号都采用双向光耦作为隔离元件。因此，每组输入都可以接入 PNP/NPN 或推挽式的信号，但是要求每组的输入型式必须相同。如：组 1 外部控制的输出型式为 PNP 时，将 Com1 接至 V-，每个输入口上有高电平时，该端口即为有效输入；若组 1 外部控制的输出型式为 NPN 时，将 Com1 接至 V+，每个输入口上有低电平时，该端口即为有效输入。

输入：

引脚号	定义	引脚号	定义
GND	Vout1 输出地	In1	数字输入口 1(Tirm+)
Vout1	Vout1(MCT150B 不用)	In2	数字输入口 2(Trim-)
GND	Vout2 输出地	In3	数字输入口 3(Start)
Vout2	Vout2	In4	数字输入口 4(Enable)
GND	Vin 输入地	Com2	数字输入口 1-4 公共端

GND	Vin (MCT150B 不用)	In5	数字输入口 5(Reset)
Out1	输出端 1	In6	数字输入口 6(Index0/REF)
Out2	输出端 2	In7	数字输入口 7(Index1/Cuting Pl)
Com1	输出公共端	In8	数字输入口 8(Index2/Mark)
0V	24V 电源输入电源地	Com3	数字输入口 5-8 公共端
24V	24V 电源输入正极	0V	24V 电源输入电源地
PE	大地	24V	24V 电源输入正极

Trim+/Trim+: 当从轴使能时，调整从轴的相位。

En: 设置 Slave 的同步/飞剪运行使能。此输入无效时，控制器所有功能无效，模拟输出电压为 0，不对主轴的速度和位置作任何跟踪和校正。

Start: 飞剪的启动/停止输入。

输入无效时: 切刀轮(刀辊)保持在当前位置“HOLD”状态(闭环位置控制)，通过“Jog For , ”和“Jog Rev ”输入信号可以控制切刀轮(刀辊)向前和向后旋转。“Immediate Cut”信号输入控制器执行一个完整的裁切过程。

输入有效时: 自动按程序裁切。根据设定的工作模式，按照预设的长度或切割标记进行自动切割。只有当切刀轮(刀辊)在零点位置，控制器才能接受“启动”信号(参看输入“Homing ”和参数“Home Window”设置)

RST: 设置从轴内部的差分计数器和模拟修整信号为 0; 从轴只跟踪于主轴的速度变化，不对位置偏差进行校正。

Cutting Pulse: 飞剪时有效。裁切脉冲传感器输入。为了定义切刀的位置，控制器每一需要需要一个标志脉冲作为对刀信号。

REF: 套准功能的参考信号输入端。

Mark: 套准功能 MARK 信号输入端。

输出:

Out1/Out2: 此组信号的公共端为 Com1, Com1 应接 18VDC~24VDC 的直流输入。输出端都是集电极开漏输出，最大电流 50mA。输出功能的定义由参数 Output1 Function/Output2 Function 决定，具体参考 7.1 之说明。

7. 参数说明

参数值存在 EEPROM 中，可以通过串行接口 RS232 或 RS485 来设置。每次的修改参数值如果与以前保存的不同，则会自动将新的参数值保存到 EEPROM 内。有些参数在控制器使能的情况下是修改无效的。参数请参考附表。

注意：以下参数中凡是涉及到频率和脉冲数的，都是经过内部 4 倍频后的值。

7.1 通用、主轴参数及控制器信息

.. **Working Mode:** 0 为同步模式; 1 为飞剪模式。从同步模式切换到飞剪模式，需要将 Data Active 置 1，才能正确完成模式切换。

.. **Sample Time** : 设置内部 F/V 转换器(数字前馈控制)的动态性能。没有特别限制; 当值越小，响应越快，值越高精度越高，低响应速度会引起速度的突变。飞剪模式时需要设置为 1。

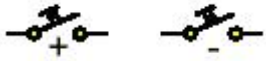
注意：同步进行时低精度的前馈信号不会影响速度精度，只会引起微小的角度误差。

相对主编码器最大的输出频率(4 倍频后)，推荐设置:

主轴最大输入频率	Sample Time
----------	-------------

4 kHz	100msec
12 kHz	30msec
30 kHz	15msec
120 kHz	10msec
400kHz	3msec
800kHz	2msec
1200kHz	1msec

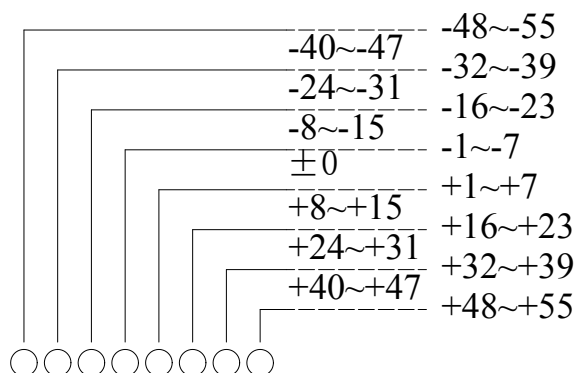
- .. **Encoder Output Select** : 编码器信号输出源选择。设置编码器输出信号的来源, 该信号为经过 FPGA 数字滤波整形后通过差分驱动芯片输出的主从轴的信号, 0 为主轴 (Master) 编码器的信号, 1 则分别为从轴 Slave 编码器的信号。
- .. **Maxim Frequency of Master** : 主轴最大输入频率。对 Vout2 的值产生影响。一般使用默认值, 只有当实际的最大主频远远小于默认值时, 才需设置该值。
- .. **Zero Frequency of Master** : 主轴的低速频率。当主轴的实际输入频率高于此值时, Master in motion(通讯地址 B25)输出为 1, 否则为 0。
- .. **Maxim Frequency of Virtual Master** : 虚拟主轴的最大输入频率。虚拟主轴的设置频率不可高于此频率。
- .. **Set Frequency of Virtual Master** : 虚拟主轴的设置频率。
- .. **Ramp of Virtual Master** : 虚拟主轴的加减速时间, 设置值等于从零速到最大虚拟主轴的加速时间。启动及停止虚拟主轴或修改虚拟主轴的设置频率, 控制器都会按照此速率来递增或递减虚拟主轴的频率。
- .. **Zero Frequency of Virtual Master** : 虚拟主轴的低速频率。当虚拟主轴的频率高于此值时, Virtual Master in motion(通讯地址 B24)输出为 1, 否则为 0。
- .. **Master Encoder Direction** : 主轴编码器信号的计数方向选择。
- .. **Master Trim Mode** : 相位修整模式设定, 决定 Trim 输入源和参考信号的作用。共有 2 个模式: 设为“1”时, 则使用内部 Trim 时间; 设为“2”时, 则使用外部脉冲(上升沿, 来自“Trim+”及“Trim-”端子)信号进行修整。具体的含义请参考“5. 相位和相对位置的改变”章节。

Master Trim Mode	Trim 输入源	涉及到的参数
1	相位修整量来自内部定时器 	Master Trim Time Master Trim Step
2	相位修整量来自外部脉冲 	

- .. **Master Trim Time** : 当 Master Trim Mode 为 1 时, 内部 Trim 的采样时间。
- .. **Master Trim Step** : 当 Master Trim Mode 为 1 时, 每个 Trim 单位增减的脉冲步数(相当于主轴), 即每次修整的步数。
- .. **LED Function** : 设置 LED 指示灯的功能。
LED Function = 0 时, LED 指示灯从左到右依次按下面的定义指示状态:
第 1 位 (最左边) – 控制器准备好指示
第 2 位 – 从轴 1(Slave1)报警指示

- 第 3 位 – 从轴 2(Slave2)报警指示
- 第 4 位 – 从轴 3(Slave3)报警指示
- 第 5 位 – 输出 1(Output1)状态指示
- 第 6 位 – 输出 2(Output2)状态指示

LED Function = 1 时, LED 用来显示从轴 1(Slave1)的偏差, 具体代表数值如下图所示:



LED Function = 2 时, LED 用来显示从轴 2(Slave2)的偏差, 具体代表数值同上。

LED Function = 3 时, LED 用来显示从轴 3(Slave3)的偏差, 具体代表数值同上。

..Output 1 Function : 设置输出端口 1(Output1)的定义含义。具体参考 7.4。

..Output 2 Function : 设置输出端口 2(Output2)的定义含义。具体参考 7.4。

..User Parameter 1 : 用户参数 1。

..User Parameter 2 : 用户参数 2。用户可以使用这两个参数作为其它用途。

..Controller Type : 控制器型号, 只读。读出后的值为 1501, x 表示子型号。

..Firmware Version : 固件版本, 只读。

..Software Version : 软件版本, 只读。

..Agent Code : 代理商代码, 只读。

..Mfg Date : 生产日期, 只读。

..S/N : 控制器序列号, 只读。

7.2 从轴参数及套准参数

.. Alarm : 偏差报警限; 为 0 时不报警。即最大偏差数值的限制, 超出范围则 Alarm Slave x(x=1/2/3)(输出指令是 B27/B28/B29)输出为 1。

.. Factor 1 : 系数 1。请参考“3. 输入脉冲”的有关说明。

.. Factor 2 : 系数 2。请参考“3. 输入脉冲”的有关说明。

.. Factor1 Minimum : Factor1 的最小设置值。Factor1 的设置值不可低于此值。

.. Factor1 Maximum : Factor1 的最大设置值。Factor1 的设置值不可高于此值。

.. Factor2 Minimum : Factor2 的最小设置值。Factor2 的设置值不可低于此值。

.. Factor2 Maximum : Factor2 的最大设置值。Factor2 的设置值不可高于此值。

.. P Gain : 偏差校正增益, 范围 0—9999。值越大, 跟踪位置的偏差的校正越大, 太大则会造成系统振荡。此参数在飞剪模式也是需要调整的。

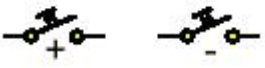
.. Ana-Out Gain : 主速跟踪增益, 即前馈增益, 范围 0—65000。合适的设置值会使跟踪偏差降到尽可能的小。此参数在飞剪模式也是需要调整的。

.. Ramp : 在修改 Factor1 或 Factor2 时按照此设置值(单位: 秒)进行线性的增加或减少。当 Ramp 设置为 0 时, 修改 Factor1 或 Factor2 的值就立即生效, 使得从轴的速度立即改变, 位置偏差也按照立即按照新的设置值进行校正。

.. Slave Encoder Direction : 从轴编码器信号的计数方向选择。

.. **Ana-Out Offset** : 模拟电压输出偏移 (每单位相当于 1.25mV)。正常情况下设置为 0, 在进行计数方向测试时设置该值为非 0。

.. **Slave Trim Mode** : 相位修整模式设定, 决定 Trim 输入源和参考信号的作用。共有 4 个模式: 设为 1 时, 则使用内部 Trim 时间; 设为 2 时, 则使用外部脉冲(上升沿, 来自 “Trim+” 及 “Trim-” 端子)信号进行修整。具体的含义请参考 “5. 相位和相对位置的改变” 章节, 其中模式 3/4 可以用外部脉冲接入 Trim+或 Trim-的端子来修改 Factor1 或 Factor2 的值, 具体功能见下表。

	Trim 输入源	涉及到的参数和功能
1	相位修整量来自内部定时器 	Slave Trim Time Slave Trim Step 修正相位
2	相位修整量来自外部脉冲 	修正相位
3	相位修整量来自外部脉冲 	修改 Factor1 的值, 每个脉冲加或减 0.0001
4	相位修整量来自外部脉冲 	修改 Factor2 的值, 每个脉冲加或减 0.0001

.. **Slave Trim Time** : 当 Slave Trim Mode 为 1 或 5 时, 内部 Trim 的采样时间。

.. **Slave Trim Step** : 当 Slave Trim Mode 为 1 或 5 时, 每个 Trim 单位增减的脉冲步数(相当于本轴), 即每次修整的步数。

.. **Maxim Correction** : 最大校正电压, 单位 mV。对位置偏差的校正电压不可大于此电压。

.. **Correction DeadBand 1**: 同步校正死区。当偏差不超过此值时, 控制器就不对偏差进行纠正。对于一些机械间隙毕竟大的设备或执行机构, 此参数的设置是比较重要的。

.. **I Time** : 对跟踪偏差的积分时间, 单位 10ms。设为 0 表示没有积分。

.. **Index Mode** : Index 模式, 即套准工作模式。套准工作模式适用于同步和飞剪。

Index Mode	参考、色标输入源	功 能	计数脉冲来源
0	无	无套准功能	无
1	REF /MARK: 分别来自端口 REF/Mark	不提取特征区	Master
2	REF /MARK: 分别来自端口 REF/Mark	Mark 提取特征区	Master
3	REF /MARK: 分别来自端口 REF/Mark	REF/Mark 提取特征区	Master

4	REF /MARK: 都来自端口 Mark	REF/Mark 提取特征 区	Slave
---	--------------------------	--------------------	-------

- .. **Index Offset Set** : 套准功能时, 套准位置的设置值。实际的套准位置与此设置进行比较, 控制器以此为依据进行套准位置的纠正。
- .. **Index Window** : 套准位置的窗口开放区。若此值设置为 0, 则表示不设窗口; 否则, 只有在以 **Index Offset Set** 为基准, 在 **Index Window** 范围内的色标(Mark)信号才被认为是有效的 Mark 信号, 其它信号都将被忽略。
- .. **Index Trim Step** : 对套准位置偏差进行校正的速度, 即每毫秒校正的位置量。正确设置该值, 可以使控制器能平稳快速的达到对套准位置偏差的校正。
- .. **Maxim Index Correction** : 对套准位置偏差的最大校正量。对于超过此值的套准位置偏差按此值进行校正, 其余偏差在下次校正中进行。
- .. **Index DeadBand** : 套准偏差的校正死区。当套准偏差不超过此值时, 控制器不对套准偏差进行校正。
- .. **Index OK Window** : 套准位置到达窗口。当套准位置与设置位置在此窗口区内时, Index Slave OK(串口输出命令为 B26)输出为 1。
- .. **Index Function** : 套准功能开关。设为 1 时, 表示套准功能开; 设为 0 时, 表示套准功能关闭。
- .. **KP** : 套准校正系数, 以%为单位。检测到的误差按此比例纠正。
- .. **Characteristic Distance** : 特征区长度, Index Mode=2/3 时有效, 根据 Index Mode() 以 Master 或 Slave 的脉冲为单位。
- .. **Characteristic Distance Error**: 特征区长度误差, Index Mode=2/3 时有效, 根据 Index Mode 以 Master 或 Slave 的脉冲为单位。长度在 **Characteristic Distance**±**Characteristic Distance Error** 范围内的 REF 信号或 MARK 信号作为有效的特征区, 特征区应该在一个周期内只出现一次。REF 信号或 MARK 信号以此特征区无基准来确定有效的 REF 和 MARK 信号。
- .. **REF Number After Characteristic Distance** : 特征区后的第几个 REF 输入作为有效的 REF 信号参与套准计算。
- .. **Mark Number After Characteristic Distance** : 特征区后的第几个 Mark 输入作为有效的 REF 信号参与套准计算。
- .. **REF Current Position** : Index Mode=2/3 时有效, 有效的 REF 当前位置。
- .. **Index Current Width** : Index Mode=2/3 时有效, 当前的 Index1~3 的前后信号之间的宽度。
- .. **Index Cycle Counter** : Index Mode=2/3 时有效, 一个特征区周期的脉冲数。
- .. **Act. Index Number** : Index Mode=2/3 时有效, 每个特征区周期输入的实际 Index 信号数。
- .. **Act. Index Pos1~16** : Index Mode=2/3 时有效, 实际 Index 信号的位置, 特征区总是作为第一个位置。

- .. **Slave Counter** : 从轴计数值(4 倍频后), 只读。
- .. **Slave Frequency** : 从轴频率(4 倍频后), 只读。
- .. **Different Counter** : 跟踪偏差, 只读。
- .. **Index Current Offset** : 套准当前实际位置, 只读。
- .. **Index Error** : 套准位置偏差, 只读。
- .. **I-Value** : 积分效果, 范围-8191~+8191。
- .. **LV-Value** : 前馈效果, 范围-8191~+8191。
- .. **DAC Ana.Out** : 模拟电压输出值, 范围-8191~+8191, 每单位约相当于 1.25mV。

7.3 飞剪参数

设置这些寄存器之前，用户先要确定使用的尺度或长度单位。可以使用 0.1mm、1mm、0.001inch 或者其他需要的任意的单位。之后所有的设置都要使用这个长度单位。例如：当以 0.1mm 为单位时，1000 个单位长度意味着 **100.0** 毫米。

..**Cutting Length**：预设的切割长度，当切割测试长度 (Cut Test Length) 无效时，控制器按照此设置的长度切割材料。设置范围：1-999999。单位：用户定义的长度单位。

..**Test Cut Length**：预设的测试长度，当切割测试长度 (Cut Test Length) 有效时，或在前一个切割过程中收到一个有效脉冲时，控制器按照此设置切割材料。设置范围：1-999999。单位：用户定义的长度单位。

测试切长可以用于切割测试样品或废料等。

..**Circ. Master**：此参数设置为连接到 Master 编码器输入的送料辊或测量轮的周长。单位为用户定义的单位长度，数值范围 1-99999 长度单位。

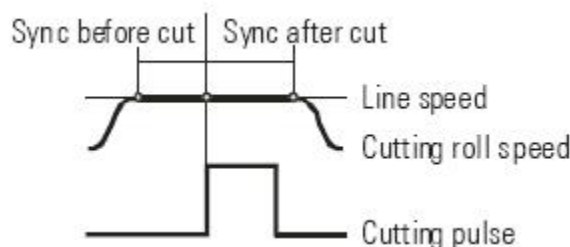
..**PPR Master**：连接到 Master 编码器的测量轮每转的脉冲数 (不需要倍频，内部会自动 4 倍频)。数值范围 1-999999。

..**Circ. Cutter**：裁切刀的周长。数值范围 1-99999 长度单位。

..**PPR Cutter**：裁切刀每转脉冲数，输入的脉冲数为切刀轮编码器每转脉冲数 (不需要倍频，内部会自动 4 倍频)。数值范围 1-999999。

..**Sync Before Cut**：定义裁切脉冲上升沿之前切刀轮与线速度同步的区域长度。1-9999 长度单位。

..**Sync After Cut**：定义裁切脉冲上升沿之后速度曲线开始改变速度之前，切刀轮仍保持同步的区域长度。数值范围 1-9999 长度单位。

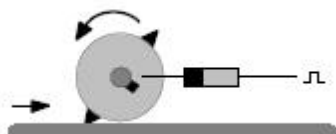


..**Cuts per Rev.**：切刀轮每转切刀数。设置范围 1-99。

当切刀轮只有一个刀具，每转执行一次裁切时，此参数设为 1。当切刀轮安装两个或两个以上刀具，每转执行两次或两次以上裁切时，有两种不同的方法设置此参数：

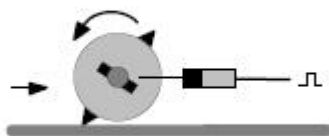
a. 刀轮上安装了多个刀具，但每转只有一个裁切脉冲时，设置参数 “Cuts per Rev.” 为刀轮每转的切刀数。

例如：每转两个切刀但只有一个裁切脉冲 → 设置 “Cuts per Rev.” = 2



b. 刀轮上安装了多个刀具，且每次裁切产生自己单独的裁切脉冲时，按如下步骤设置：

- 设置 “Cuts per Rev.” 为 1。
- “Circ. Cutter” 设为两刀其间的部分周长，而不是刀轮的实际周长。
- “PPR Cutter” 设为刀轮两刀之间的脉冲数。



例如：每转两个切刀，两个裁切脉冲 → 设置“Cuts per Rev.”=1，“Circ. Cutter”=切刀轮周长的一半。

..Vmax/Vline: 切刀轮和测量轮的线速最大比。当裁切长度小于刀的周长时，因而刀轮在两次切割间必须加速，此参数是非常重要的。此参数设置切刀轮速度与测量轮所需线速度的最大比率。也就是说，无论裁切多短的长度，slave 驱动电机至少可以运行线速度的两倍。比率越大，可裁切出的最小长度就会越短。需要注意的是，此比率的设定是相对于裁切短尺寸似的线速度，而不是最大线速度。也就是说短尺寸设定时可以随意减小线速度。此参数设为 8。但是必须确认裁切驱动电机可以运行当前短尺寸长度裁切线速度的 8 倍。通常，推荐设置为 8。数值范围 2-8。

..Correct. DeadBand 2: 飞剪校正死区。当偏差不超过此值时，控制器就不对偏差进行纠正。对于一些机械间隙毕竟大的设备或执行机构，此参数的设置是比较重要的。

..Fly ITime: 飞剪切长补偿采样次数。由于驱动器的响应延时或者转动惯量过大等，造成在低速和高速时实际切长与设置切长不一致时设置该值。控制器按照设置值对切长进行采样、计算误差并对切长进行修正，建议设置为 1。设置为 0，控制器则不对切长进行补偿。

..Fly IStep: 飞剪切长补偿倍率。倍率越高，每次切长误差产生的修正量就越大；倍率太小则对误差的修正慢，过大则会造成系统的振荡，切长时大时小。建议设置值：5-10。

..Fly CRange: 飞剪切长补偿区。当实际切长误差在此范围内，切长补偿才会起作用。这个值是以用户的单位长度为单位的，如用户的单位为 0.1mm，设置 30 表示实际切长在 ±3.0mm 内对切长误差进行补偿。

..Fly CValue: 飞剪补偿效果。范围-8191~+8191，每单位约相当于 1.25mV。

..Ramp Form: 选择切刀轮旋转中加减速过程的形式。两种形式实现加减速过程：线性和 S 形曲线加减速。

0: S 形曲线加减速

1: 线性加减速(本版本暂不支持)

当使用伺服电机时，推荐使用 S 形曲线加减速；当使用 DC 电机是，建议使用线性加减速。

..Photocell to Cut: 光电探头与裁切位置之间的距离。(套准模式 4 参数)

..Home Speed Low: 低速回原点速度，每次回原点以此速度结束。设置范围：000—100。当设置为 100，则对应最大切刀速度。推荐设置：1。

..Home Speed High: 高速回原点速度，每次回原点以此速度开始。设置范围：000—100。当设置为 100，则对应最大切刀速度。推荐设置：2。

..Home Ramp: 回原点加减速时间，设置范围：0-99。

..Home Switch point: 回原点过程中速度高低速切换点到最终原点位置的距离。

设置范围：1-9999 长度单位。

..Home Window: 设置切刀轮原点位置的公差范围。当切刀轮在这个范围内，输出原点(Home)信号。如果在需要开始新的切割过程时，切刀轮还没有完成上一次切割回到原点范围内，控制器会进入报警状态，显示“No Home Position”无原点位置错误。设置范围：1-999 长度单位。

..Jog Speed: 设置在停止状态下使用“Jog F”和“Jog R”输入是切刀点动的速度。设置范围：0-100。

100 对应最大切刀速度。

..Jog Ramp: 点动的加、减速时间，设置范围：01~99 秒，从静止到点动全速的速度改变时间。

..Sync Rate: 这个寄存器可以在+/-50%的范围内调整切刀轮与材料速度的同步率。通常这个参数设为 0，切刀轮严格按照编码器的信号与线速度同步。在一些特殊应用中，需要稍高或稍低的速度。例如：刀形状的原因。这个参数只影响同步速度，不影响裁切长度。

..Cut Tolerance: 定义“Waste Cut”输出和废料计数器标准，当实际误差大于此参数值时，会产生输出信号“Waste Cut”，“Waste Counter”会自动增加。

..Cutter Position: 切刀轮实际位置

..Cuter Home Position: 切刀轮原点位置

..Actual Length(inc): 实际切长(脉冲数)，只读

..Actual Length: 实际切长(单位长度)，只读

..Actual Length Error: 实际切长误差(单位长度)，只读

..Batch Counter: 产量计数器

..Waste Counter: 废料计数器

7.3.1 飞剪错误信息(Error Code)

当检测到功能错误，完成一次切割后，平台会停在原点位置（闭环锁定），出错(Error)输出为高，控制器上所有 LED 闪烁。可以通过串口读到错误信息。可以通过如下操作清除错误状态：

1. 关闭控制使能 (En)
2. 输入清除错误 (Clear Error)
3. 或控制器重新上电

如果产生错误的原因没有消除，那么，即使执行了以上的操作，但是控制器还是会马上返回错误状态。

ErrorCode = 7: 切长(Length)或试切切长(TestLength)设置太短，造成电机最高速度与线速度的倍数超过设定值(V_{max}/V_{line})。切长或者试切长太短，意味电机需要在很短时间内从线速度加速到很高速度，并立刻减速到线速度来完成较短切长任务。为了保护电机和机械， $V_{max}/V_{line}(W215)$ 是一个保护限值。

ErrorCode=8: 切刀异常，刀数(Cuts per Rev.)或者切刀编码器脉冲数设置与实际不符。

ErrorCode=9: 切刀旋转一周无回原信号

ErrorCode=10: 套准模式 4 时，PhotocelltoCut 设置值小于切长或者试切长，则无法实现长短标的功能

ErrorCode=30: 切刀飞车保护。如果控制器接收到异常信号或者运行过程中数据设置不正确导致电机需要突然加减速，控制器则会自动将速度降到 0。这时需要停机，清除故障原因，并按下 ClearError(B42)，然后按正常流程重新启动运行。

7.4 控制命令(外部端子和串口指令)

控制命令可以来自外部端子和串口的指令，两者的效果是或的关系，即任何一个有效，则此命令生效。有效命令只能来自串口，有效命令只能来自外部端子。对于外部端子的状态都可以用串口来读出。具体的串口指令地址，请参考附表。下面只对几个特殊的命令进行说明，其它的请参考“6.5 控制信号的输入、输出”。

.. Reset Slave : 串口地址 B41, 复位从轴命令。设为 1 时，相当于所有从轴的复位(Reset)开启，从轴只对主轴速度响应，不对位置偏差进行纠正。

.. Test Program : 串口地址 B63, 测试命令。当需要修改主从轴的计数方向时，必须将此

值设为 1。

.. **Data Active**: 当飞剪的长度同步区同步速率等参数修改后, 将此参数置 1 使控制器生效。

7.5 输出指令

所有的输出指令都可以通过串口读出其状态, 并且有相对应的 Function Code 值, 具体值可以参考附表的“4. 输出 Outputs”。输出端口 (Out1/Out2) 可以通过设置对应的 **Output 1/2 Function** 来定义要输出的含义。

例如: 需要将 Out1 设置为从轴 1 报警输出, Out2 设置为从轴 1 的套准 OK 输出, 则可以这样进行: 通过附表的“4. 输出 Outputs”查到“从轴 1 报警”(Alarm Slave 1)对应的 Function Code 为 16, 则将 **Output 1 Function** 设为 16; 同样的, 通过附表的“4. 输出 Outputs”查到“从轴套准 OK”(Index Slave OK)对应的 Function Code 为 1024, 则将 **Output 2 Function** 设为 1024。这样, 输出端口 Out1 和 Out2 就会分别按照从轴 1 的报警和从轴的套准 OK 来输出了。

7.6 通讯参数 (Serial)

.. **Ser Unit Address** : 控制器轴号。控制器使用的是 MODBUS 从机通讯协议, 控制器的轴号设置为 1~255, 不能设置为 0; 在多控制器联机工作时, 需要将 MODBUS 上的控制器的轴号设置成互不重复的轴号, 否则控制会出错。默认设置: 16。

.. **Ser Baud Rate** : 波特率。控制器传送的格式为: 8, N, 1, 波特率可选。

默认设置: 1(9600bps)

可以选择以下的传送比率。

0	4800 bps
1	9600 bps
2	19200 bps
3	38400 bps
4	57600 bps
5	115200bps

8. 驱动器、编码器、电缆说明

8.1 驱动器必须考虑电源和动力学的要求, 若驱动器超出物理极限, MCT150B 无法使其达到同步; 先将主、从电机连接到同步装置, 先在单机运行状态下调整到没有振动, 即微小的速度参考电压。参考输入必须没有电势。

8.2 TTL 编码器的分辨率尽可能高 (最高的频率), 为了尽可能减小机械误差, 一般编码器相位误差范围为 5 个增量和编码器的分辨率, 它决定了机械精度。然而选择大大高于需要和合理的分辨率是没有意义的。主、从编码器的频率要在相同的范围, 这样保证其能使用最高的分辨率。

警告: 当编码器信号同时反馈给驱动器和 MCT150B, 可能会产生干扰, 编码器也能在同时支持驱动器和 MCT150B 的情况下很好的工作。

8.3 屏蔽: 编码器和模拟量信号强制使用屏蔽电缆, 正确的连接屏蔽线是排除故障基本的要求。

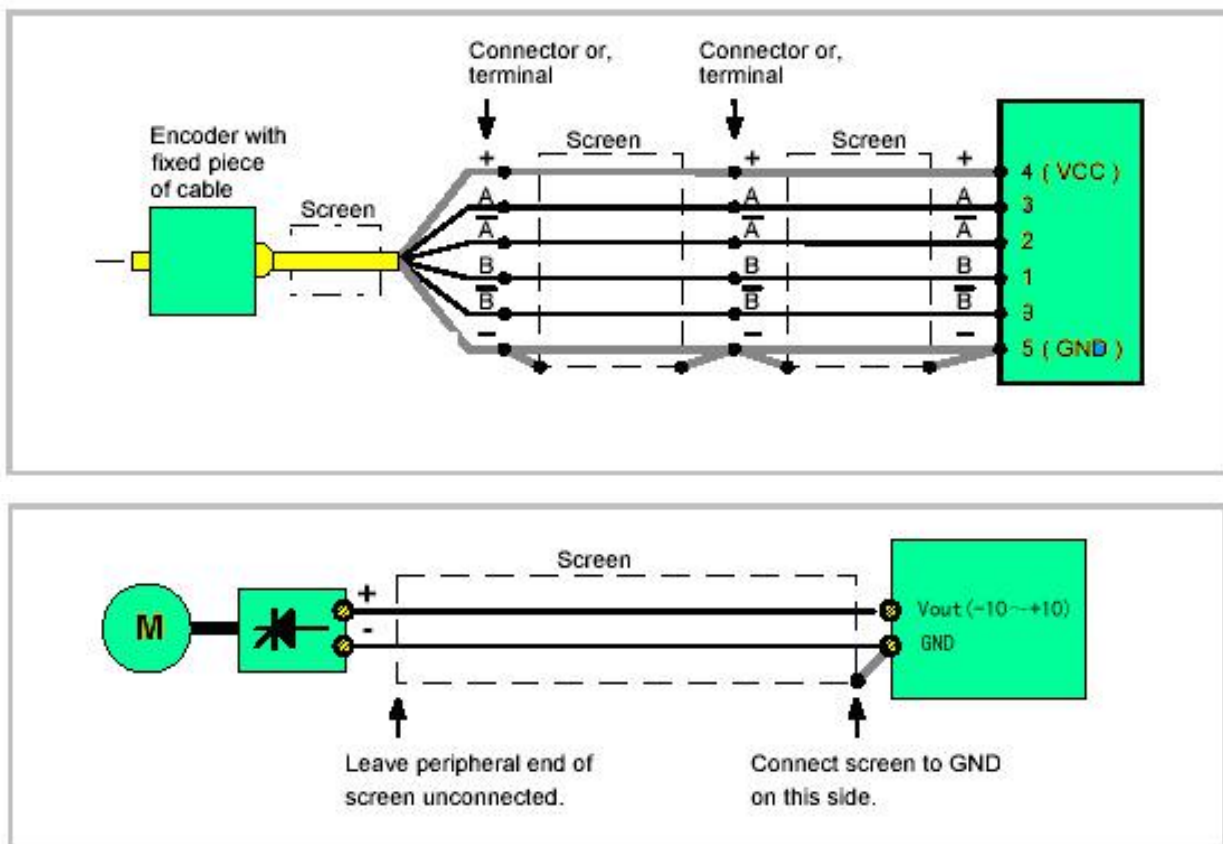
控制输入比如 Reset, Trim 等, 倘若电缆长度不超过 5 米, 可以不屏蔽, 更长的电缆也要屏蔽。

必须遵守以下的基本屏蔽规则:

- 脉冲输入电缆 (编码器), 两头连接都要求屏蔽;
- 模拟量信号和控制线只需要屏蔽一端
- 电势屏蔽必须连接 MCT150B 内部的 GND (不是接地的 GND! 因为, 24V 电源

的负端一般要接地，屏蔽线如果连接到 GND 会自动接收到大地的电势。

d. 外围设备的末端，屏蔽线不能接地，也不能接触接地的金属部件！当编码器使用插塞式连接器，屏蔽线必须完全没有接触到金属架构！（不论编码器是否连接在机器上，可能会是不合规定的接地）



注意，不是所有类型的电缆都适合传输频率达到 500KHz！无论如何，应正确的安装和屏蔽，在长距离情况下，才能提供理想的传输效果。

编码器电缆的交叉部分必须考虑到电压降低。MCT150B 为编码器提供了 5.5V 的电源，在其它端口，编码器接收到的必须是最小的电压。

8.4 所有的电缆要和电机电缆和其它的电源线分开，所有同步设备安装的使用标准的过滤方法（如交流用 RC 过滤，直流用二极管过滤），用在工业电子设备上时要考虑配线和外界环境的影响。

8.5 如果需要用继电器作电子信号的转换，则必须使用黄金触点的继电器（电压低、电流小）作脉冲或模拟量的转换。

9. 同步调试

调试前需要检查接线和电源是否符合要求，将模式(Working Mode)设为 0，让控制器处于同步模式下，按照先确定主从编码器的计数方向，按照机械和电气配置合理设置 Factor1/Factor2，最后调试 P Gain 和 Ana-Gain 的步骤来进行。

9.1 从轴编码器计数方向的确定方法：

9.1.1 通过串口将“Test Program”(B63)置为有效(置 1)。使主轴电机停止运行，从轴电机使能开启。

9.1.2 将“Ana-Out Offset”的值调整为+20。

9.1.3 观察 Slave Freq 的频率值。若为正，则 Slave(从轴)的计数方向正确；若为负，则调整 Slave Direction 的值，使 Slave Freq 的值往上加即可。

9.1.4 将 Ana-Out Offset 调整到从电机不出现零漂的值，也可以将 Ana-Out Offset 设为 0，直接调整从电机的驱动器的零漂参数来修正从电机的零漂。

9.1.5 通过串口将“Test Program”(B63)置为无效(置 0)。

9.2 主轴编码器计数方向的确定方法：

9.2.1 通过串口将“Test Program”(B63)置为有效(置 1)。使主轴电机低速运行。

9.2.2 调整 Master Counter Direction 的值，使 Master Freq 的值为正即可。

9.2.3 通过串口将“Test Program”(B63)置为无效(置 0)。

9.3 Factor1/Factor2 的确定：

请参考“3. 输入脉冲”的介绍来确定 Factor1/Factor2 的值，需要提醒的是，请务必参考其中的 3 点提示。

9.4 P-Gain 和 Ana-Out Gain 的调整：

9.4.1 将 P-Gain 调到 50 左右。

9.4.2 开从电机使能，让主从电机都开始运行，先让主电机低速运行；如果实际的主电机不方便运行，可以利用“VirOn”外部端子或“Run Virtual Master”(B42)的串口命令来运行虚拟主轴，通过参数“Set Frequency of Virtual Master”来设置虚拟主轴的频率，需要注意的是虚拟主轴的方向是通过参数的正负来设置的。

9.4.3 调整 Ana-Out Gain 的值，使对应从轴的 Different Counter 值尽可能地在 0 左右跳动。

9.4.4 逐步加大主轴频率，到设备正常运行时经常使用的频率为止。

9.4.5 再微调的值，使得 Ana-Out Gain 加 1 或减 1，Different Counter 的方向都会发生改变(即原来为正偏差，Ana-Out Gain 加 1 或减 1 后，偏差变为负；反之相同)。

9.4.6 逐步加大 P-Gain 的值，直到 Different Counter 的跳动尽可能的小。正常情况，建议设置到 500-1500 之间。

9.5 I Time 的设置：(在同步模式下有效)

为了让同步偏差(Different Counter)在低速和高速时都尽可能的小，可以设置 I Time 为 1(即 10ms)，利用积分计算来消除控制器与驱动器模拟电压输出和输入的线性误差，从而使控制器不同速度下都能保持比较小的偏差。但是需要注意的是，不能让控制器处于对从轴不受控的情况，例如控制器的使能未关闭而将从轴的驱动器关闭，人为调整从轴的位置后，直接让从轴重新回到运行状态，这种情况由于对偏差积分的结果和原来对偏差的记忆，可能出现从轴在重新上电后高速转动的情况。

只要按照上电时，先开从轴驱动器的使能，再开同步控制器的使能；停机或关机时，先关同步控制器的使能，再关从轴驱动器的使能的步骤来操作，上升情况是不会出现的。由于同步控制器内部的电源保持能力没有外部的驱动器的保持能力强，所以，建议按照上述正确的停机步骤停机后，先切断从轴驱动器电源，后切断同步控制器电源的步骤来切断电源。

9.6 Flying ITime 的设置：(在飞剪模式下有效)

由于驱动器的响应延时或者负载转动惯量过大，造成在高速和低速时实际切长与设置切长不同的现象，可以通过设置飞剪切长补偿来解决。飞剪正常调试的时候，需要将 Flying

ITime 设置为 0，即先关闭飞剪切长补偿功能。正常调试结束，用虚拟主速在高速低速下测试一下，看看是否有切长不一致的情况，如果有，可以将 **Flying ITime** 设置为 1、**Flying IStep** 设置为 5，看看切长是否很快回到正确的切长下，如果太慢，可以加大 **Flying IStep** 的值，也不能太大，否则会造成长度一长一短的现象。**Flying CRange** 的含义请参考参数说明。

10. 飞剪调试

首先按照节 9 的方式在同步模式下，把计数方向、PGAIN、Ana-Out Gain 等参数调好后，将 **Working Mode** 设为 1，使控制器工作于飞剪模式。

现在，机器已经准备好工作了，可以进行第一次切割动作测试了。

- 将控制使能 (En) 输入有效，使能控制器。
- 用 “Homing ” 功能执行一个回原点过程。切刀轮执行一次回原点过程并移动到位于同步区中心相反方向的原点位置。
- 第一次侧试，应该使用较长的切割长度 (Cutting Length) 和较低的虚拟线速度 (Set Freq.Vir.Master)。如果在初次裁切测试时不使用材料，可以使用虚拟主轴仿真材料线速度。然后，在启动 (Start) 输入无效时，打开选择虚拟主轴 (VirOn) 输入，并设置仿真线速度会数 “Set Freq.Vir.Master”。内部信号发生器开始工作，使用立即切割 (Immediate Cut) 输入，看控制器是如何完成第一次切割过程的。
- 打开启动 (Start) 输入，切刀等待指定长度到达时开始切割过程。
- 通过串口观察切割长度、虚拟速度等等实际数据。

观察位值误差 (Position Error) 和 LED 的状态 (将 LEO 功能设为 1)。在整个过程中，位置误差不应该超过 30 ，并且 LED 灯应该保持在中间区域。逐步增加虚拟线速度，并持续观察。

当设置在任何线速度和任何设定裁切长度下，都能保证 LED 位于中间位置，说明达到了最优状态。如果在这种条件下，切割结果仍不能达到精度或同步要求，问题应为机械问题或其他控制环以外的外部原因。

下列提示说明 LED 和位置误差表示的非正常状况：

如果前面的多个 LED 灯同时亮起，位置误差参数显示值很不稳定：

编码器的分辨率 (单位长度脉冲数) 远高于齿轮的齿间距等。

- 增加修正细分 (“Correction DeadBand2”) 的值
- 减小 “P-Gain ” 设置

注意：如果通过 LED 显示极不稳定，但裁切精度和动作可能很好。不用理会这个视觉缺点。

如果 LED 和位置误差值随着刀具速度循上下移动：

- 尝试增加 “P-Gain ” 值
- 检查驱动器，避免斜坡和延时
- 可能刀具的驱动器电机动力不够跟上速度曲线和 / 或在刀具切进材料时扭矩不够
- 当观察到此问题时，减小所有长度设定的线速度

注意：这不一定影响裁切效果。当裁切精度良好时，这个视觉缺点是可以接受的。除非在裁切中突然产生误差，否则位置误差不影响裁切精度，因为位置误差每次裁切持续重复，相抵消。

若出现高低速切长不一致的现象，请参考 9.6 之说明。

至此，飞剪系统的调试过程完成。建议保存所有参数设里到硬盘或光盘。当有重复的应用 (机器规格相同)，或更换控常，器时，只需使用相同参数便立即可运行。

11 套准模式 4 长短标功能说明

11.1 要实现长短标功能必须是：飞剪模式 + 套准模式 4 + 每圈刀数 1，即：

WorkingMode = 1, IndexMode = 4, Cuts per Rev. = 1

11.2 外部接线时，可以不用接 Index0(REF)，REF 的信号直接由内部 Index1(Cutting Pulse) 产生。

11.3 误差纠正时，只在非同步段纠正。

11.4 使用了最新的纠正技术，即误差纠正也使用 $\sin^2$ 曲线纠正，即使出现需要纠正的误差较大时也不会出现刀头突然升降速来完成纠正动作，造成刀头加减速异响的现象。

11.5 PhotocelltoCut 设置值需要在 1.5 个 Length 以上，给刀纠正留出足够的时间。

11.6 PhotocelltoCut 的单位与 Length 的单位一致，把实际距离输入即可。

11.7 调整裁切位置，可以调整 PhotocelltoCut 或者 IndexOffset 都可以。

11.8 色标示教模式使用方法：

11.8.1 进色标示教模式，必须先设置 MarkCycle(W248) = 0；

11.8.2 在运行过程中 Enable 有效时(IndexFunction=1 时也可以操作)，后按下 B48，等待需要的色标进入，走过一段距后，关闭 B48 即可。开启 B48 的那段距离就是色标的示教窗口，这个色标后面的 Length(切长)周期窗口内的色标即为有效色标信号。

11.9 直接设置色标窗口使用方法：

11.9.1 进入直接设置色标窗口模式，必须先设置 MarkCycle(W248) = 1,2,3...，MarkCycle 不能设置为 0。

11.9.2 IndexWindow=0 时，实际每个 Length 周期内色标只能有一个，否则会按照每个色标切一次处理。尽量避免使用“IndexWindow=0”这种情况！

11.9.3 IndexWindow≠0 时，按 Start 后第一次切下后的第 MarkCycle 个色标为参考色标，这个色标后面的 Length 周期周边的色标为有效色标信号。

11.10 匀速模式下实现长短标的方法：

11.10.1 利用飞剪模式下的特殊飞剪--**匀速飞剪**来实现，参数设置必须：

WorkingMode = 1, IndexMode = 4, Cuts per Rev. = 1

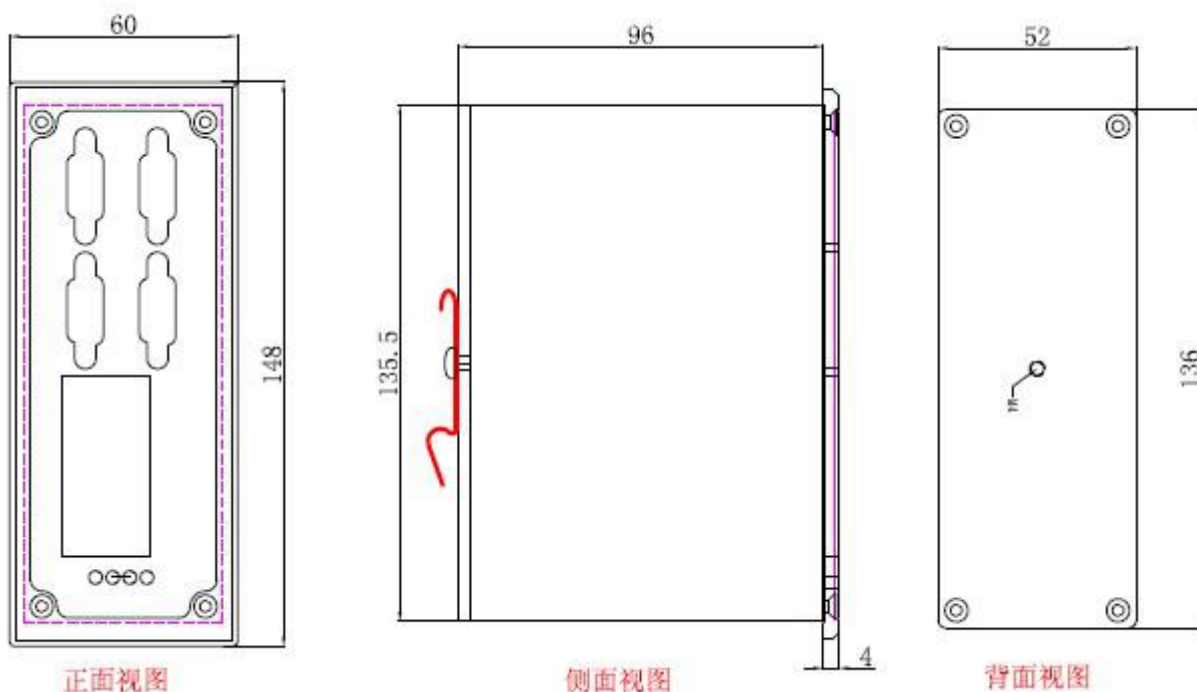
11.10.2 匀速飞剪设置方法：

Sync Before Cut = Sync After Cut = 0, Circ Cutter = Length，即将前后同步区都设为 0，且刀的周长设置与切长一样，即可实现特殊的飞剪模式--匀速飞剪。需要修改切长时，必须需要将 Circ Cutter 一起修改！并且需要按下 DataActive(B44)让修改生效！

11.10.3 色标示教或者设置色标窗口同上述方法。

12. 规格和尺寸

电源	: 18...30VDC
消耗	: 约 4W(若编码器使用内部供电, 每增加一个内部供电的编码器增加约 1W 的消耗)
编码器电源	: 5.0V, 最大 200mA
处理器工作频率	: 24MHz
PCB 和工艺	: SMD, FR-4 电路板
编码器输入	: A+, A-, B+, B- (5V TTL)
其它输入	: 8 组控制线, 都为 18~30V, 推挽式或 PNP
串口	: RS232/RS485
最大计数频率	: 差分信号输入: 500KHz(内部倍频前)
响应时间	: 约 30usec
模拟量输出	: -10~10V ($I_{max}=5mA$) 分辨率: 14 位
模拟量修整饱和	: 最大 9.999V
误差记忆	: $\pm 2^{30}$ 误差增量
控制输入/输出	: 8 入 2 出; 光耦合输出, 最大 50V/100mA
运行温度	: 0~45℃
重量	: 大约 500 克
安装方式	: DIN 35 导轨安装
尺寸	: 见下图



附表 MCT150B 参数一览表

1. 主轴及通用参数 General Parameters

Description	Unit	Serial Code	Minimum	Maximum	Default	Remark
Max.Freq.V.Mast.	Hz	W0,W1	1	2000000	100000	
Set Freq.V.Mast	Hz	W2,W3	-2000000	2000000	10000	
Ramp Virt. Master	s	W4	1	999	3	
Sample Time	ms	W5	1	500	5	
Zero Freq. V.Mast.	Hz	W6,W7	0	2000000	1000	
Max.Freq. Master	Hz	W8,W9	1	2000000	100000	
Zero.Freq. Master	Hz	W10,W11	0	2000000	1000	
Encoder Output Select		W12	0	3	0	
Master Counter		W14,W15				
Master Frequency		W16,W17				
Master Dir. Counter		W18	0	1	1	
Index Cycle Counter		W38,W39				
Master Trim Mode		W19	1	2	1	
Master Trim Time		W20	1	999	1	
Master Trim Step		W21	1	200	1	
LED Function		W30	0	3	1	
Output 1 Function		W31	0	8192	1	
Output 2 Function		W32	0	8192	16	
Output 3 Function		W33	0	8192	32	
Output 4 Function		W34	0	8192	64	
Working Mode Select		W50	0(Normal Mode)	1(Flying Mode)	0	
User Parameter1		W88				
User Parameter2		W89				

2. 控制器信息 Controller Data

Description	Unit	Serial Code	Minimum	Maximum	Default	Remark
Controller Type		W90				Read Only
Firmware Version		W91				Read Only
Software Version		W92				Read Only
Agent Code		W93				
Mfg Date(YYWW)		W94				
S/N		W95				
Control Code		W96				

2. 从轴同步参数 Slave Parameters

Description	Unit	Serial Code	Minimum	Maximum	Default	Remark
Ramp	s	W107	0	999	0	
Alarm	inc.	W108,W109	0	320000	2000	
Max. Correction	mV	W111	1	9999	9999	
Dir. Counter		W130	0	1	1	
Ana-Out Offset		W131	-2047	2047	0	
Ana-Out Gain		W134	0	65000	1000	
P-Gain		W100	0	9999	1000	
I Time	ms	W101	0	999	0	
Factor 1		W102,W103	0.0001	9.9999	1	
Factor 2		W104,W105	0.0001	9.9999	1	
Factor1 Minimum		W122,W123	0.0001	9.9999	1	
Factor1 Maximum		W124,W125	0.0001	9.9999	1	
Factor2 Minimum		W126,W127	0.0001	9.9999	1	
Factor2 Maximum		W128,W129	0.0001	9.9999	1	
Correct. DeadBand 1 Counter	Inc.	W110 W136,W137	0	9	0	Slave Site Counter for pulses of Encoder
Frequency	Hz	W138,W139				Frequency of Encoder
Diff.Count.	Inc.	W140,W141				Differential Error of Slave
I-Value Slave	1.25 mV	W150				Integration value of Slave
LV-Value Slave	1.25 mV	W151				Feed Forward Value of Slave
DAC Ana.Out	1.25 mV	W152				Voltage of Analogue Output

3. 套准参数 Register Parameters

Description	Unit	Serial Code	Minimum	Maximum	Default	Remark
Index Offset Set	inc.	W112,W113	0	9999999	0	Master Site
Index Window	inc.	W114	0	50000	0	Master Site
Index Trim Step		W115	1	999	2	Master Site
Max. Index Corr.	Inc.	W116	1	32000	1000	Master Site
IndexokWindow	Inc.	W118	0	9999	100	Master Site
Index Function		W119	0(OFF)	1(ON)	0	
Index DeadBand		W120	0	500	10	Master Site
Index Trim Direction		W135	0	1	0	
KP		W153				
Characteristic Dist.		W154,W155	0	9999999	0	
Chara. Dist. Error		W156,W157	0	99999		
Ref. Number After Chara		W158	1	16		



Mark Number After Chara		W159	1	16		
Index Current Offset		W142,W143				
Index Error	Inc.	W144,W145				Index Error of Master Site
Error Code		W160				
Ref. Current Ps		W260,W261				
Index Current Width	Inc.	W262,W263				
Index Cycle Counter	Inc.	W264,W265				
Act. Index Number		W267				
Act. Index Pos1	Inc.	W268,W269				
Act. Index Pos2	Inc.	W270,W271				
Act. Index Pos3	Inc.	W272,W273				
Act. Index Pos4	Inc.	W274,W275				
Act. Index Pos5	Inc.	W276,W277				
Act. Index Pos6	Inc.	W278,W279				
Act. Index Pos7	Inc.	W280,W281				
Act. Index Pos8	Inc.	W282,W283				
Act. Index Pos9	Inc.	W284,W285				
Act. Index Pos10	Inc.	W286,W287				
Act. Index Pos11	Inc.	W288,W289				
Act. Index Pos12	Inc.	W290,W291				
Act. Index Pos13	Inc.	W292,W293				
Act. Index Pos14	Inc.	W294,W295				
Act. Index Pos15	Inc.	W296,W297				
Act. Index Pos16	Inc.	W298,W299				

4. 飞剪参数 Rotating Parameters

Description	Unit	Serial Code	Minimum	Maximum	Default	Remark
Cutting Length	LU	W200,W201	1	999999	10000	
Test Cut Length	LU	W202,W203	1	999999	10000	
Circ. Master	LU	W204,W205	1	99999	1000	
PPR Master	inc.	W206,W207	1	999999	10000	
Circ. Cutter	LU	W208,W209	1	99999	1000	
PPR Cutter	inc.	W210,W211	1	999999	10000	
Sync Before Cut	LU	W212	1	9999	10	
Sync After Cut	LU	W213	1	9999	10	
Cuts per Rev.		W214	1	2	1	
Vmax/Vline		W215	1	8	8	
Correct. DeadBand 2	inc.	W216	0	20	0	
Ramp Form		W217	0	1	0	
Photocell to Cut	LU	W218,W219	1	999999	1000	



Cut Tolerance	LU	W220,W221	0	99999	10	
Fly ITime	Times	W121	0	50	0	
Fly IStep		W117	1	100	5	
Fly CRange	LU	W148	1	200	20	
Fly CValue	1.25 mV	W149				
Home Speed High	%	W222	1	100	10	
Home Speed Low	%	W223	1	100	5	
Home Ramp	s	W224	0	99	1	
Home Switchpoint	LU	W230,W232	1	99999	100	
Home Window	LU	W228	1	999	10	
Sync Rate	%	W225	-50	+50	0	
Jog Speed	%	W51	1	100	10	
Jog Ramp	s	W52	0	99	1	
Cutter Position	inc.	W170,W171				
Cuter Home Position	inc.	W172,W173				
Actual Length(inc)	inc.	W174,W175				
Actual Length	LU	W176,W177				
Actual Length Error	LU	W178,W179				
Batch Counter		W180,W181				
Waste Counter		W182,W183				
Error Code		W160				Read Only

5. 命令输入 Commands Input

Name of Command	Hardware	Serial Code	Serial Commands	
Run Virtual Master	X2 / 4	B0	B32	
Master Trim +	X2 / 2	B1	B33	
Master Trim -	X2 / 3	B2	B34	
Start/Stop	X1 / 2	B3	B35	
Homing	X1 / 3	B4	B36	
Immediate Cut	X1 / 4	B5	B37	
Cut Test-Length	X1 / 5	B6	B38	
Jog Forward	X1 / 6	B7	B39	
Jog Reverse	X1 / 7	B8	B40	
Reference	X2 / 5	B9		
Cutting Pulse	X2 / 6	B10		
Print Mark	X2 / 8	B11		
Clear Error	X1 / 11	B12	B41	
Mark Enable	X1 / 12	B13		
Enable Slave	X1 / 13	B14	B42	

Flying/Normal Select	X1 / 15	B15		
Reset Slave	X1 / 16	B16	B43	
Data Active			B44	
Test Program			B63	

6. 输出 Outputs

Description	Hardware	Serial Code (for single	Function Code	
Ready	—	B17	0x0001(1)	
Virtual Master in motion	—	B18	0x0002(2)	
Master in motion	—	B19	0x0004(4)	
Error	—	B20	0x0008(8)	
Alarm	—	B21	0x0010(16)	
Waste Cut	—	B22	0x0020(32)	
Home	—	B23	0x0040(64)	
Max. Cor. Slave	—	B24	0x0080(128)	
Max. Index Cor.	—	B25	0x0100(256)	
Index Slave OK	—	B26	0x0200(512)	
Mark Enable Input	—	B27	0x0200(1024)	
Output 1	X2 / 13	B28		
Output 2	X2 / 14	B29		
Output 3	X2 / 15	B30		
Output 4	X2 / 16	B31		

7. 通讯参数 Communication Settings

Description	Unit	Serial Code	Minimum	Maximum	Default
Can Unit Address		W40	1	127	1
Can Baud Rate		W41	0	7	1
Ser Unit Address		W45	1	255	16
Ser Baud Rate		W46	0	5	1

Serial Baud Rate	
0	4800 bps
1	9600 bps
2	11920 bps
3	38400 bps
4	57600 bps
5	115200 bps

附录 使用触摸屏的 MODBUS 与同步控制器 MCT150B 通讯

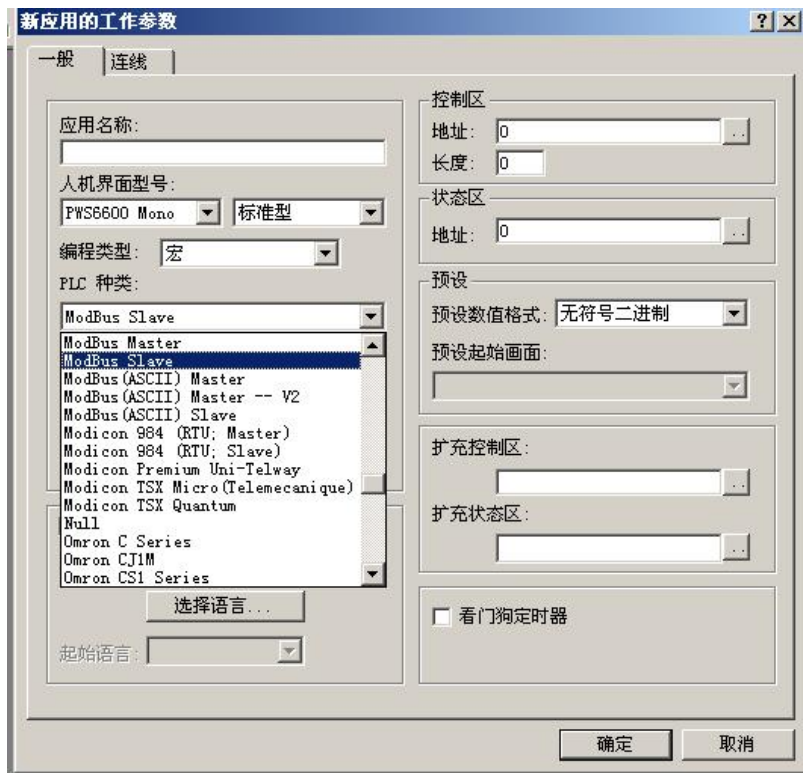
MCT150B 内含 MODBUS 从机通讯协议, 可以通过 RS232 或 RS485 与计算机、PLC、触摸屏等主机进行通讯。通讯速率可以设置为 4800bps、9600bps、19200bps、38400bps、57600bps、115200bps 六种, 通讯格式固定为“8,N,1”, 即 8 个数据位, 1 个停止位, 无奇偶校验。

通讯前需检查主机与 MCT150B 的通讯设置是否一致, 接线是否正确。MCT150B 的通讯相关参数有“Unit Address”和“Baud Rate”两个参数。需要特别指出的是 Unit Address 指的是 MCT150B 的地址(轴号), 只有主机设置的通讯轴号与 MCT150B 的轴号相同时, 通讯才能正常进行。MODBUS 通讯协议中规定, 主机的地址为 0, 从机的地址可设为 1~255 的任一值, MCT150B 出厂设置为 16。MCT150B 不能同时使用 RS232 和 RS485 方式通讯, 因此需要事先根据需求选择通讯方式。一般而言, 需要长距离通讯(5m 以上)的使用 RS485 能保证数据的完整性, 需要保证数据的双向可靠性使用 RS232。RS232 使用 2、3 两条通讯线和 5 这条地线, 而 RS485 使用 8(+)、7(-)两条通讯线, 因为不同的主机(特别是触摸屏)RS485 的通讯线是不同的, 通讯前请确认接线正确与否。

下面仅以 HITECH 的 PWS6600S 和台达的 DOP-AE57BSTD 与单台 MCT150B 通讯为例说明触摸屏与 MCT150B 的通讯方法, 触摸屏与多台 MCT150B 通讯方式请根据触摸屏厂商提供的相关资料编写。

1. HITECH 的 PWS6600S

1.1 在新建文件设定新的工作参数时, 出现对话框, 如下图所示



在“一般”标签卡 PLC 种类选项中选择 ModBus Slave, 控制区地址和长度状态区地址均设为 0。

1.2 选择“连线”标签卡, 如下图所示



设置需要的传输速率，资料位设置为 8，校验位设置为 None，停止位为 1，将预设地址/站号设置与 MCT150 参数 Unit Address 相同的值，最后，选择触摸屏与 MCT150 通讯的通讯口/连线方式。

需要特别指出的是，修改“命令延迟”的时间可以改变触摸屏向 MCT150 申请数据的速率，对于某些需要延长刷新速度的参数，修改该值是必要的；但该值会对所有的命令都起到延迟的作用。

◇ 1.1 与 1.2 也可在“应用”菜单中的“设定工作参数”修改。

1.3 下面仅以设置参数 Slave1 的 Factor1 和读取 Diff Counter 为例说明通过触摸屏设置和读取参数。

■ Factor1 (Slave1)：设置一个数值输入元件后，双击数值输入框，如下图所示



在变量写至对话框直接写入“W102”(W102 即为 MCT150 的 MODBUS 对应的 Factor1 的地址, 详见参数一览表), 格式选择无符号二进制, 并选择 “双字” 而非 “字”。或者点击对话框右边的展开按钮 “..”, 出现地址/常数输入对话框, 正确设置连线\元件种类\地址/数值, 在 PLC 站号勾选预设值即可。

■ Diff Counter: 设置一个数值显示元件后, 双击该元件, 如下图所示



设置的方法与 Factor1 的方法类似, 不同的是, 根据参数一览表 Diff Counter 的 MODBUS 地址是 W140, 格式为有符号二进制。

此触摸屏与 MCT150B 的通讯范例程序可向销售商或代理商免费获取。

2. 台达的 DOP-AE57BSTD

2.1 在新建文件的新应用的 Base Port 控制器选择 Modbus 的 RTU Hex Address(Master)



在新建文件的新应用对话框中还不能全部设置好 MODBUS 的相关参数, 还需按 2.2 的

步骤设置相关参数后才能正常使用。

2.2 在选项菜单中选择设定工作模组的“一般”标签卡设置参数，如下图所示

模组参数

一般 通讯 打印 默认值 其它

基本设定

应用名称
HMI

人机界面种类
DOP-AE57BSTD 8 Gray

Base Port 控制器
RTU Hex Address (Master)

断电保持资料存放位
SRAM

权限管理

最高权限密码
12345678

预设开机权限
0

☐ 等级不足时显示提示信息

系统控制区域

地址
None

长度
0

☐ 动作完成清除旗标

系统状态区

地址
None

最佳化方式

☒ 动态最佳化
☐ 静态最佳化

上/下载设定

☐ USB 1.1
☒ PC 通讯口
COM1

开机延迟时间
0

Clock 宏延迟时间
100 (ms)

确定 取消

除正确选择 Base Port 控制器为 RTU Hex Address(Master)外，系统控制区域和系统状态区设置为 None，系统控制区域的长度设置为 0。

2.3 选择模组参数中的“通讯”标签卡，如下图所示

模组参数

一般 通讯 打印 默认值 其它

编号	连线名称	控制
1	Base Port	RTU Hex Address (Master)

新增
删除
修改

Controller 设定

通讯口
COM2

密码
12345678

通讯延迟时间
200 ms

Timeout
300 ms

Retry 次数
3

☒ 读取最佳化 ☐ 长度限制

☐ 通讯中断 3 次后取消连线

人机站号
0

PLC 预设站号
16

通信端口
RS485

数据长度
8 Bits

停止位
1 Bits

波特率
9600

奇偶校验
None

确定 取消

选择正确的通讯口和相应的通讯端口，PLC 的预设站号设置与 MCT150B 参数 Unit Address 相同的值，数据长度、停止位和奇偶校验分别设置为 8bit、1bit、None，波特率设置值与 MCT150B 相同。

需要特别指出的是，修改“通讯延迟时间”的可以改变触摸屏向 MCT150B 申请数据的速率，对于某些需要延长刷新速度的参数，修改该值是必要的；但该值会对所有的命令

都起到延迟的作用。

2.4 下面仅以设置参数 Factor1(Slave1)和读取 Diff Counter(Slave1)为例说明通过触摸屏设置和读取参数。

■ Factor1(Slave1): 设置一个数值输入元件后, 选则该数值输入框, 如下图所示



在属性表的“写入存储器地址”点击展开菜单, 填写正确的地址(数值)为 66 (RW-66 为 MCT150B 的 MODBUS 对应的 Factor1(Slave1)的地址, 详见参数一览表)。

需要特别注意的是, 台达触摸屏的 RW 地址是按 16 进制编辑的, 因此参数一览表中 W9 以上的地址需要转换成 16 进制后填入地址框。

点击设定值展开菜单设置正确的数值单位、数值格式、最小和最大值等。如下图所示



■ Diff Counter(Slave1): 设置一个数值显示元件后, 点击该元件, 其属性表如下图所示

其设置与 Factor1 的方法类似, 需要注意的是在参数一览表中 Diff Counter 的 MODBUS 地址为 W140(L), W141(H), 必须转换成 16 进制的 8C(即 10 进制的 140), 并且在设定值的数值单位选择“Double Word”, 数值格式选择“Signed Decimal”。



3. 其它说明

☆ 其它厂商的触摸屏的通讯方法与上面的方法类似，只要明确与 MCT150B 的 MODBUS 通讯几个关键，在编写触摸屏程序时就非常方便了。

- MCT150B 使用的是 MODBUS 从机协议，即与 MCT150B 通讯时，MCT150B 为从机
- MCT150B 的通讯格式为 8,N,1
- 检查 MCT150B 的波特率和通讯口设置是否与触摸屏一致

☆ 在触摸屏的各类宏和巨集指令中可以直接使用 MCT150B 中有关 MODBUS 元件进行二次开发，需要注意的是单字、双字及数据格式。