

目 录

TD3000/TD3300/TD3100 变频器调试案例	1
TD3000 变频器调谐问题一	2
TD3000 变频器调谐问题二	3
TD3000 变频器运行过程中报 E010	5
TD3300 变频器编码器问题一	6
TD3300 变频器编码器问题二	8
TD3000 变频器过电压问题一	10
TD3000 变频器过电压问题二	12
TD3000 变频器过电压问题三	13
TD3000 现场总线适配器的使用	14
TD3000 变频器 UP/DOWN 端子问题	18
TD3000 变频器在压光机上的应用问题处理	19
TD3000 变频器在行车上的应用问题处理	21
TD3100 变频器换速时经常无法平层	22
TD3100 变频器编码器的正确使用	24
TD3100 变频器上行不运行	25
TD3000/TD3300/TD3100 变频器应用案例	27
TD3000 在造纸行业的应用	28
TD3000 变频器 PROFIBUS 控制系统在造纸厂的应用	31
TD3300 在印机厂凹版印刷机上的应用	35
TD3000 在卧式螺杆离心机的应用	37
TD3000 变频器用于注塑机节能改造应用方案	39
采用通用变频器实现的切纸机应用方案	42
TD3100 变频器控制电梯舒适感的调试方法	47
提高电梯运行舒适感的有效途径	49
采用 TD3100 变频器实现的高精度定位控制的几种方法	56
带载调谐后相关参数的调整方法	61

TD3000/TD3300/TD3100 变频器调试案例

TD3000变频器调谐问题一

问题描述

某客户进行注塑机节能改造，电机功率为15kW，采用一台TD3000-4T0150G变频器控制。在调试时发现变频器启动时总是过电流，调整加减速时间、启动方式、加减速方式选择等相关参数均无效。

问题处理

经了解变频器并没有做电机参数调谐，由于采用了开环矢量控制，这种控制方式对目标电机参数的要求比较高，因此就有可能因变频器内默认电机参数与目标电机相差太大而出现上述故障。脱开负载做重新调谐后启动变频器，故障消除。

案例分析：

- 1) 在采用矢量控制方式运行时，一般都要先进行电机参数调谐即参数辨识，以获得被控电机的准确参数。在执行自动调谐前，必须脱开电机与机械负载的连接，使电机处于完全空载状态。
- 2) 如果不进行电机参数调谐，变频器内的默认电机参数和实际被控电机的参数可能会有较大的差异，从而会出现一些意想不到的结果。本案例所描述的故障就是此因素导致。
- 3) TD3000变频器默认电机参数是以国产Y系列4极普通鼠笼异步电机为调谐对象而来。

TD3000变频器调谐问题二

问题描述：

一台TD3000-4T0110G变频器在开环矢量方式下运行正常，但在闭环矢量方式下运行时却报E001、E002故障。

问题处理：

- 1) 根据现场情况，首先检查编码器的接线、相关参数设置，正确无误；
- 2) 更换编码器、接口板，采取措施抑制干扰，仍不见效；
- 3) 逐一检查电机参数，发现电机的额定频率被设置为100Hz，而额定转速设定为1440rpm，与实际电机参数不相符。将电机额定频率改成50Hz，重新调谐后运行，问题解决。

案例分析：

现场使用的是变频电机（4极），电机额定转速为1440rpm，但铭牌上没有标识额定频率，只标注了频率范围为0~100Hz，由于想当然地认为电机额定频率就是100Hz，造成调谐结果不正确，因而闭环矢量时变频器不能够正常运行。一般来讲，进行电机调谐时要注意以下几点：

1) 严格按照电机铭牌输入电机参数

对于普通交流电机，电机铭牌上已经标明了额定功率、额定电压、额定频率、额定电流、额定转速，因此只需按照电机铭牌将参数输入到变频器中即可。

对于变频电机，其铭牌标注与普通电机会有所不同，本例中电机铭牌没有直接给出额定频率，只标注频率范围为0~100Hz，这仅表明电机的工作频率在0~100Hz之间，额定频率需由额定转速计算而得，计算方法如下：

$$f = \frac{n \times p}{60}$$

其中：f为电机额定频率，n为电机同步转速，p为电机极对数。

由电机铭牌知电机额定转速为1440rpm，因此同步转速为1500rpm，代入上述公式可得

电机的额定频率为：

$$f = \frac{1500 \times 2}{60} = 50\text{Hz}$$

2) 带载调谐

在有些需要进行参数辨识但机械拆装不便的场合，也可以采用直接调谐方式：即不拆除负荷带载调谐。这种调谐方式将导致互感、空载励磁电流、定子电感、转子电感、转子电阻辨识不准，所以调谐后的电机参数不能直接使用，需手动更改才可获得较好的控制性能，这种方法只建议有较高理论基础和较多实际调试经验的技术人员在特殊情况下采用。

3) 特殊电机

对于一些特殊电机，因调谐后的参数与变频器内标准参数相差很大，变频器会报E024调谐错误故障，这时可和电机厂家联系获得准确的电机参数，直接输入变频器中即可。

TD3000变频器运行过程中报E010

问题描述：

一台TD3000 - 4T0550G变频器用于挤塑机改造，变频器运行过程中经常报E001、E010故障。

问题处理：

- 1) 经了解，由于现场情况特殊，不允许做电机参数自辨识；
- 2) 查看历史故障记录，故障时变频器的输出电流较大，接近200A，变频器报故障实属正常；
- 3) 用钳表测量电机电流，测量值与变频器显示值完全一致，且三相平衡；
- 4) 观察变频器运行电流，在某一工艺段时变频器输出电流突然增到100A以上，有明显的波动；
- 5) 试着修改变频器的转矩限定值，由180%减少到150%，故障消除。

案例分析：

从本例可以看出，由于没有进行电机参数调谐，因电机参数不准导致变频器控制性能变差，再加上挤塑机负荷波动，导致变频器输出电流不正常，直至过流。

对于这类无法进行调谐的应用现场，可以利用TD3000转矩限定功能来降低过流或过载发生的可能性，但要注意这个方法并不能解决所有问题。

如修改转矩限定后依然没有效果，最现实的方法是进行带载调谐，而后手动修改电机参数。

TD3300变频器编码器问题一

问题描述：

一台TD3300-4T0055G变频器在开环矢量方式下运行正常，转换到闭环矢量时，运行频率总在20HZ附近波动，输出电流高达20.3A。

问题处理：

- 1) 检查编码器，为日产NEMICON,OVW2-06-2MHC型，电源电压24V，每转脉冲数为600，变频器参数设置及编码器接线均正确无误；
- 2) 重新进行调谐后再次运行，故障仍未消除；
- 3) 考虑到编码器线路过长可能受到干扰，将变频器拆装到电机旁边，编码器信号线与电源线严格分开后上电试运行，无效；
- 4) 检查编码器安装方式，发现编码器转轴与电机轴之间简单地通过一弹簧连接，属明显的不规范连接，重新安装编码器，故障消除。

案例分析：

TD3000等高性能变频器在采用闭环矢量控制方式时，对编码器的要求非常高，因此在运行前必须从以下几个方面对编码器进行检查：

1) 编码器的选配

必须严格按照变频器用户手册的要求来选配合适的编码器，目前TD3000系列变频器支持差动、集电极开路和推挽三种类型的编码器。

2) 安装方式

编码器必须与电机同轴安装，任何采用弹簧、胶水等不规范的安装都会造成变频器和电机运行异常。

4) 参数设置和接线

必须严格按照编码器和变频器用户手册的要求来接线，编码器的接线必须使用屏蔽电缆，走线必须与强电分开；

编码器屏蔽层与变频器的地相接时，由于两端接地，变频器与电机之间存在电位差，容易产生干扰。因此，建议选用屏蔽层与外壳不连接的编码器，实施远端一点接地，这样可以大大提高系统的可靠性。

5) 当出现问题时，建议使用示波器察看编码器波形。

TD3300变频器编码器问题二

问题描述：

一台TD3300-4T0150G变频器用于收卷设备，在调试时发现开环矢量控制正常，设为闭环矢量控制时变频器经常报过流故障，检查编码器接线、相关参数设置及接口板跳线，均正确无误。

问题处理：

经现场检查，发现编码器为推挽方式，利用变频器P24供电，用示波器查看脉冲反馈波形如图1

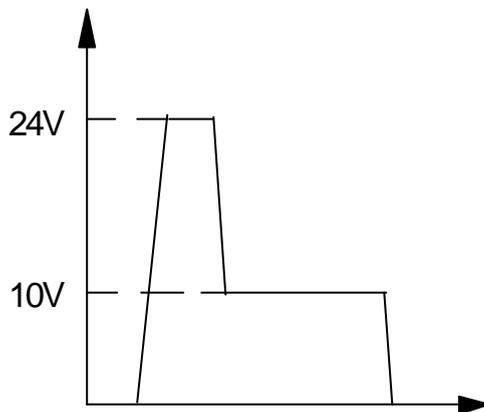


图1

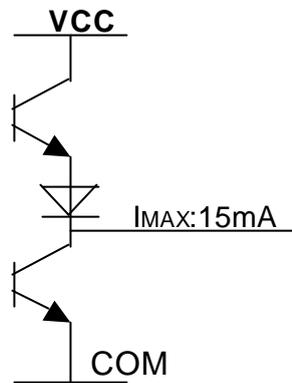


图2

编码器输出波形明显不正常。查看编码器说明书（如图2）发现：此编码器NPN管子最大流通电流15mA，TD3300变频器接口板上编码器接口电路做推挽输入时输入阻抗约为660 Ω ，当采用+24V供电，输入电流约36mA，超过了编码器最大允许工作电流。由于编码器具有短路保护功能，可以自动限制输出电流不超过15mA（ $10V/660\Omega=15.15mA$ ），因此出现图1所示的波形，导致编码器波形失真，变频器得到一个错误的速度反馈值，因此出现上述故障。更换编码器后问题解决。

案例分析：

本次故障明显是由于编码器的选型不良所致，编码器选型时不但要了解编码器本身的技术参数，还有充分了解对变频器接口电路的要求，总汇如下：

TD3300变频器上的编码器接口电路采用推挽接线方式时输入阻抗为660 Ω ，采用集电

极开路接线方式时输入阻抗为3k Ω 。编码器选型时不但要考虑其工作电压、输出类型、每转脉冲数，还要注意编码器的最大允许工作电流。

建议使用上海渡边电子有限公司生产的HLE/MLE系列及长春汇通SHC系列编码器，这两种编码器抗干扰能力强，最大允许工作电流均在100mA以上。

TD3000变频器过电压问题一

问题描述：

某客户一台TD3000-4T0110G变频器用于扶梯改造，扶梯上行时运行正常，但扶梯重载下行时变频器报E006故障。

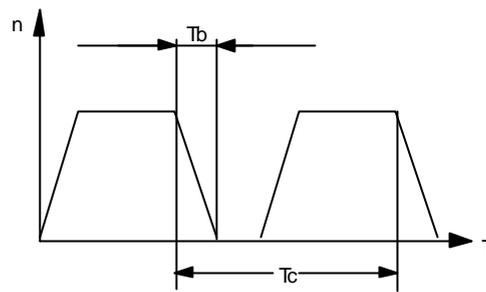
问题处理：

- 1) 察看历史故障记录，故障记录显示母线电压为780V，检查变频器的母线电压，变频器显示值和实际完全相同，由此可确认是过压导致运行异常；
- 2) 现场检查制动电阻、制动单元接线正确，电阻有发热现象，制动组件工作正常；
- 3) 检查制动使用率FA.10参数,发现设定为1(出厂默认值，制动使用率2%)，将FA.10参数改为7即制动使用率100%,故障消除。

案例分析：

- 1) 本次故障是由于制动使用率设置不当所致。
- 2) 对于扶梯这类应用场合，上行时电机处于发电状态，没有能量回馈，下行时分轻载和重载两种情况，轻载时电机既可能处于电动状态，也可能处于发电状态，但重载时肯定处于发电状态。鉴别电机状态的最简单方法就是观察、测量变频器的直流母线电压，如发现该电压值一直向上攀升，则可以认为在此阶段电机处于发电状态。
- 3) 由于扶梯的运行方向一般是由用户自由选定的，因此在做系统配置时，一律按下行重载方式选配，即变频器 + 制动单元 + 制动电阻。
- 4) 在实际应用中必须注意制动使用率的设置，该值的大小将直接决定制动电阻的功率，关于制动使用率，一般采用以下方式来描述：

$$ED\% = (T_B/T_C) \times 100\%$$



制动单元使用率示意图

上图中 T_B ：制动单元累计动作时间； T_C ：制动间隔周期

由于不同场合对制动的需求不一致，即 T_B 和 T_C 的数值是不固定的，为方便描述，一般定义 $T_C = 100s$ ，如果 $ED = 2\%$ 则 $T_B = 2s$ 。

由于 T_B 并不等同减速时间，所以想准确的得出 $ED\%$ 不太现实，所以故绝大多数变频器都提供一个对应功能码供用户自由修改制动使用率，制动电阻功率的大小一般也都是采用应该经验数据估算，在实际使用中，要注意不要随意加大制动使用率，以免损坏制动电阻，够用即可。

当实际制动使用率超过变频器内设定的制动使用率后，对于内含制动的变频器将自动禁止制动单元工作，保护制动组件（包括单元和电阻），如果此时能量回馈依然很大的话，则变频器报过压故障。

对于垂直提升负载，一般都选择100%的制动使用率。

TD3000变频器过电压问题二

问题描述：

某机床厂一台TD3000-4T0110G驱动机床主轴电机，使用中出现加速和恒速过电压故障，制动电阻非常热。

问题处理：

经观察：直流母线电压始终在690V附近波动,较正常值540V高出许多，仔细听电机声音,发现电机有扫膛现象，电机工作不太正常。更换一个新电机后,故障消除。

案例分析：

本案例中制动电阻发热是由于电机异常导致。按照电机学理论：只有电机处于发电状态，即定子频率小于转子频率时才会出现能量回馈进而制动电阻发热，但电机处于发电状态时，并不代表变频器就一定处于减速状态，如：变频器加速时电机也有可能处于发电状态，所以对于上述故障不能因为出现加速过电压就简单的认为是变频器问题。由于制动单元内置，所以对于以上问题需从以下几个方面来分析：

- 1) 制动电阻接线是否正确；制动单元是否出现故障，制动管是否损坏；
- 3) 直流母线电压是否经常超过710V,母线电压显示值是否和实际值相同；
- 4) 检查变频器和电机工作状态，确认是否有能量回馈；
- 5) 检查电机是否正常；
- 6) 检查变频器相关驱动信号是否正确，以确定变频器是否处于工作正常状态。

TD3000变频器过电压问题三

问题描述：

一台TD3000 - 4T0110G变频器用于皮带传输机，有时在加速过程时变频器偶尔报E005故障。

问题处理：

- 1) 恒速运行情况下测量直流母线电压：540V，正常。
- 2) 在加速结束时发现直流母线电压升高，偶尔出现过压保护。
- 3) 重新对电机参数进行辨识后，问题依旧，
- 4) 观察变频器输出电流，非常平稳。检查变频器参数，发现速度调节器的比例增益F3.00和F3.02设定为5，积分时间F3.01和F3.03设定为0.05，于是将速度调节器比例增益参数F3.00和F3.02改为2，积分时间F3.01和F3.03改为0.1，再没有出现E005故障。

案例分析：

- 1) 以上故障是由于ASR速度调节器的比例增益参数P不合适造成，虽然增大P会加快系统的动态响应，但过大也将使系统超调过大甚至发生振荡，电机会由电动状态切换到发电状态，从而产生能量回馈，在没有配置制动组件的场合则可能会使直流母线电压升高直至变频器过电压，因而出现E005故障。
- 2) 通过合理调整ASR PI参数可以避免上述情况发生。
- 3) 调节ASR PI参数通常的步骤是：先取消积分，调整比例增益P，在保证系统不振荡的前提下尽量增大P；然后调节积分时间I，使系统既有快速的响应特性又超调不大。
- 4) 如果调节ASR无效，增加制动组件也可以消除该故障。

TD3000现场总线适配器的使用

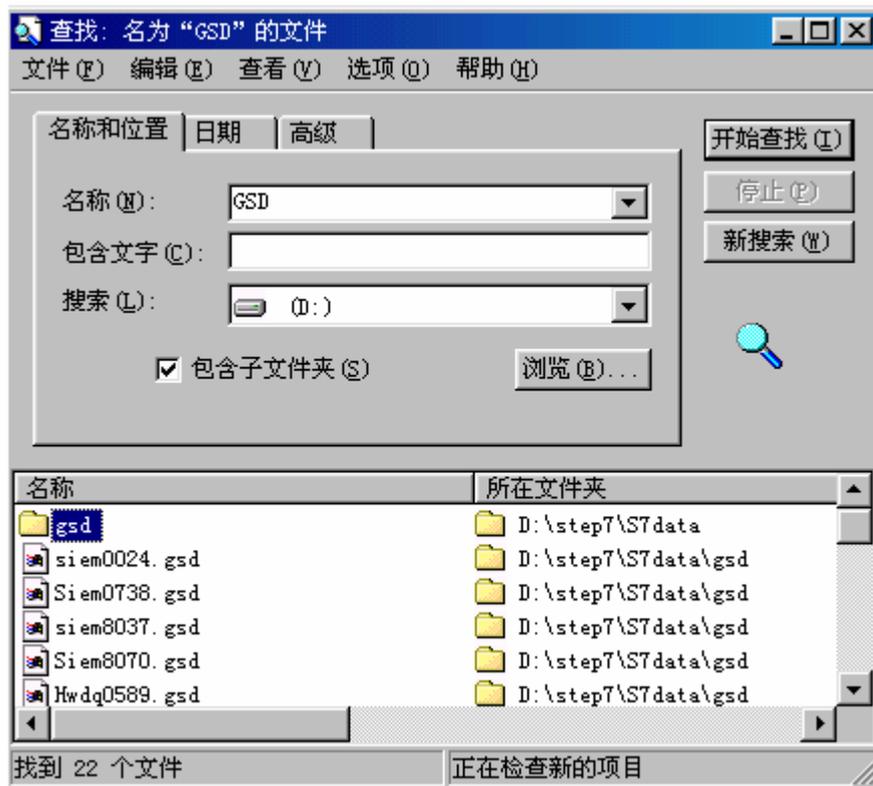
问题描述：

某厂新建一条生产线，由4台TD3000变频器与S7 - 300 PLC组成PROFIBUS总线系统。调试时，变频器总是无法由上位机启动。

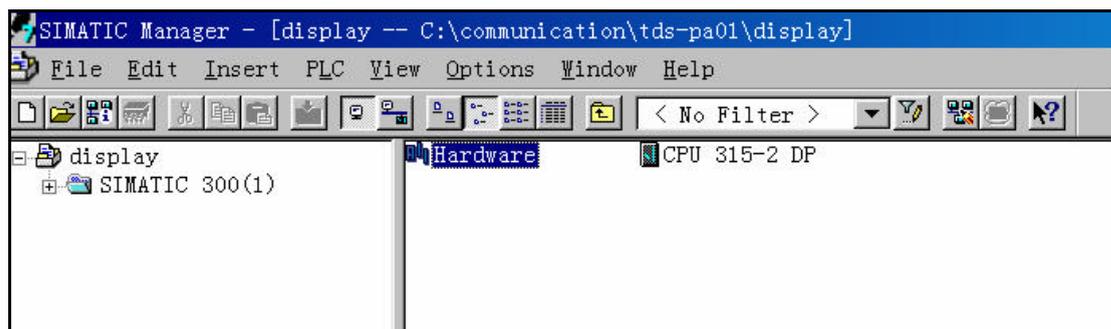
问题处理：

现场检查发现：TDS-PA01总线适配器并没有被S7-300的自动识别，因此无法进行通讯。处理过程如下：

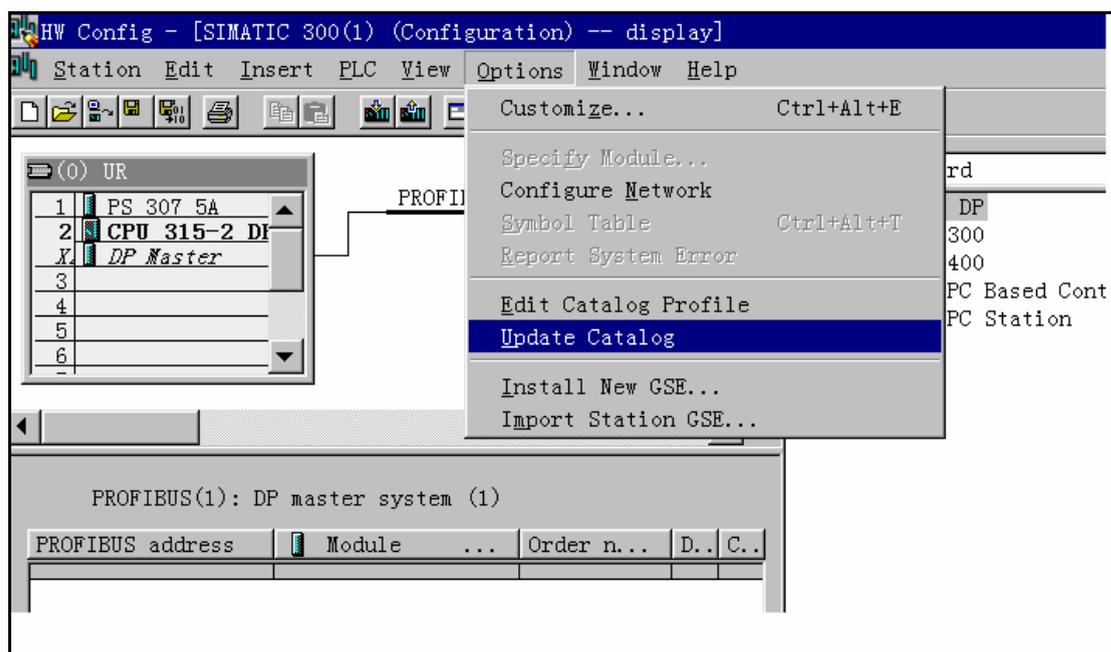
A、将TDS-PA01总线适配器的电子数据库文件Hwdq0589.GSD 拷贝到Simatic manager 内GSD子目录下（本例中相应目录名为：D:\STEP7\S7DATA\GSD目录，目录名因软件安装位置而不同），包含该文件的软盘随机附送。



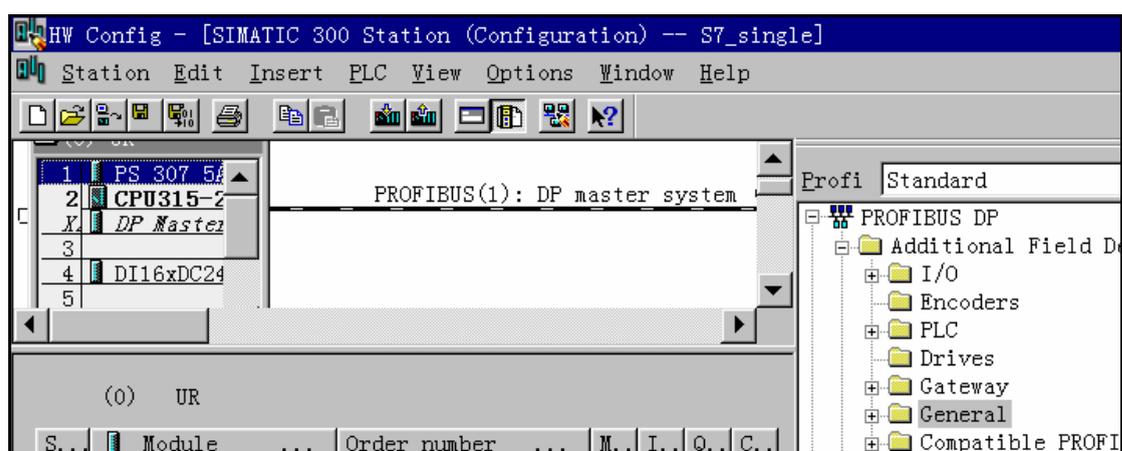
B、运行Simatic manager，双击HARDWARE，进入硬件配置窗口，如下图。



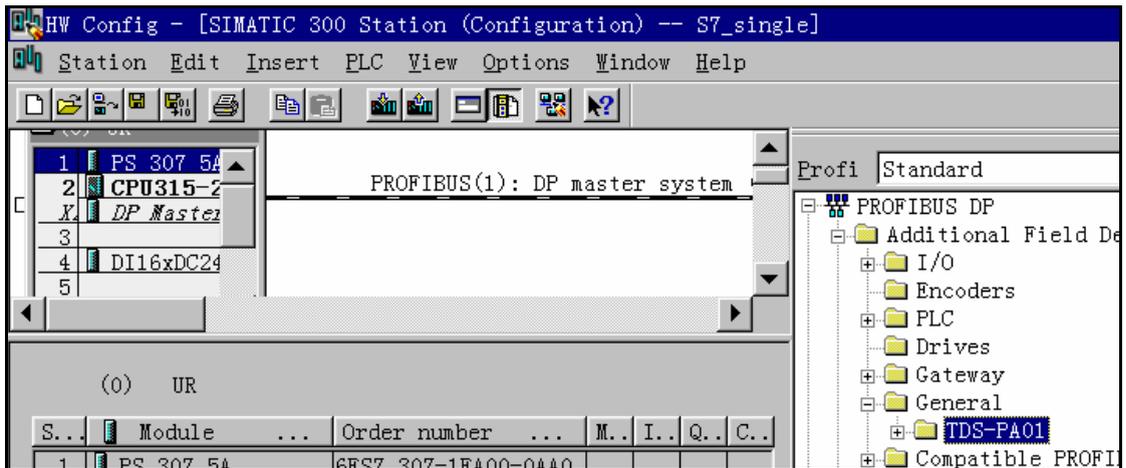
然后选择菜单OPTIONS\UPDATA CATALOG,如下图所示：



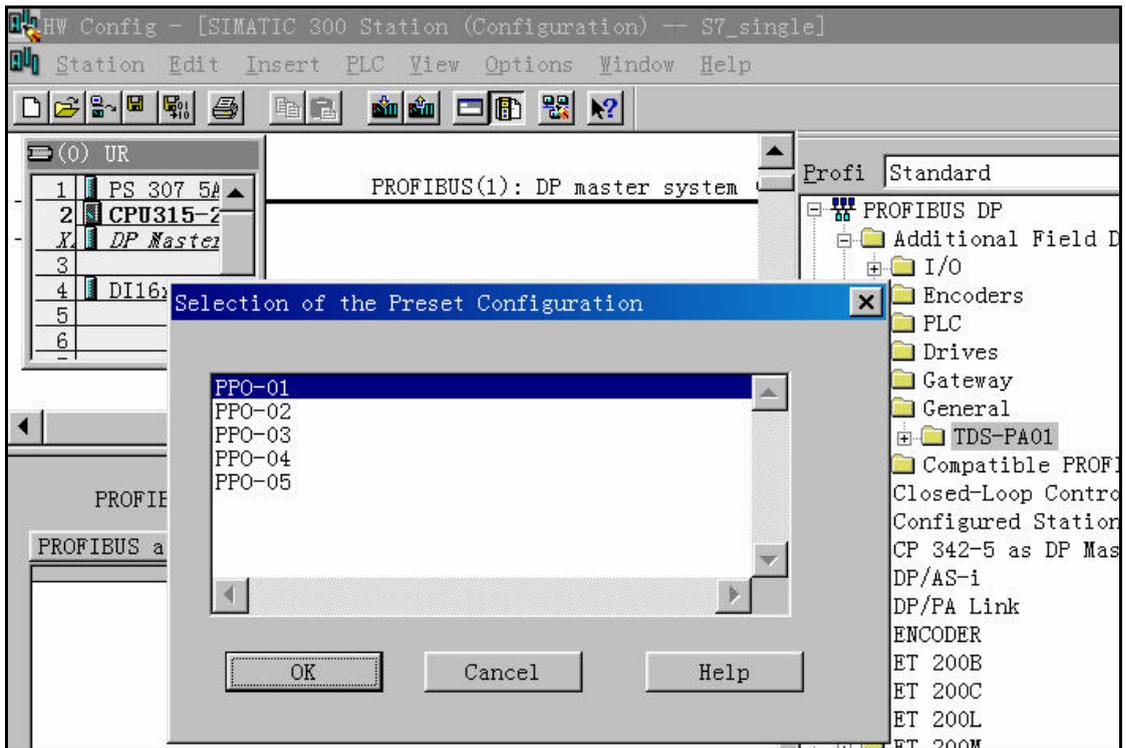
在进行更新之后，点击打开右边所示General 项目，如下图所示：



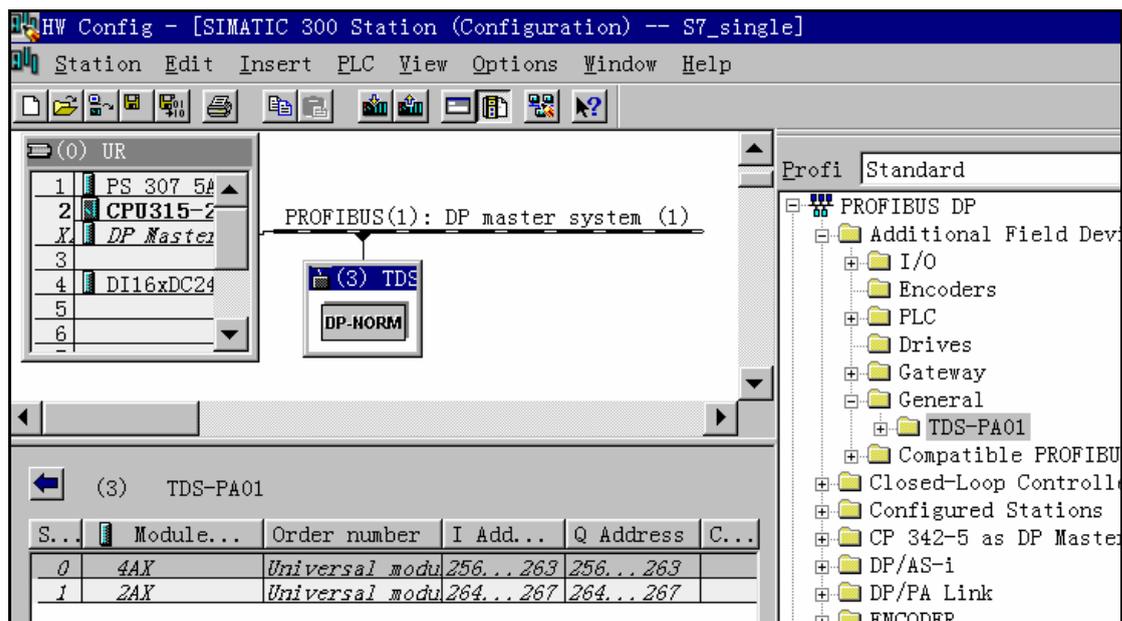
这时在General项目下面会出现TDS-PA01对象，说明TDS-PA01已经成为STEP7可辨识的设备；



C、在使得下图中横线（PROFIBUS（1）：DP master system）成为当前焦点的情况下，双击TDS-PA01，会出现PPO参数选择的对话框，本案例中选择PPO-01。确认后紧接着出现从站地址设置框，本案例中从站地址设置为3。



在完成以上步骤后，TDS-PA01已经被配置到主站下面了，如下图所示：



经过上述设置以后，再按照PROFIBUS-DP通讯协议发送命令，变频器启动正常。

案例分析：

除TD900外，我司其它系列变频器都可通过TDS-PA01连入PROFIBUS现场总线网络。

TDS-PA01现场总线适配器兼容所有支持PROFIBUS-DP通讯协议的主站，相关主站的参数配置可参看主站的说明书。在主站中对从站的配置参数应保持与从站的参数配置一致，主要参数包括：站地址、PPO类型、通讯波特率等。

在通讯前，必须确保TDS-PA01总线适配器被PROFIBUS 主站的识别，否则无法进行通讯，相关的配置方法请参见主站各有关资料。

TD3000变频器UP/DOWN端子问题

问题描述：

某用户一台TD3000变频器使用UP/DOWN端子调速，变频器运行时UP/DOWN 端子经常调速无效。

问题处理：

- 1) 现场检查接线，UP\DOWN功能是由多功能端子X2、X3完成，相应参数设置正确，外接按钮动作正常。
- 2) 拆掉UP端子连线，变频器运行时按下减速按钮，变频器能正常减速；接上UP端子连线，按下减速按钮，变频器无法减速。
- 3) 同样，拆掉DOWN端子上的连线，按下加速按钮，变频器可以加速，接上DOWN端子的连接线，按下加速按钮，变频器无法加速。
- 4) 检查连接线，发现没有用屏蔽电缆，并且和电源线、电机线捆扎在一起，埋在同一电缆槽中，估计可能是干扰造成UP/DOWN端子调速无效。
- 5) 用一条屏蔽电缆重新接线，走线和电源线、机电缆严格分开，UP/DOWN可以调速,变频器工作正常。

案例分析：

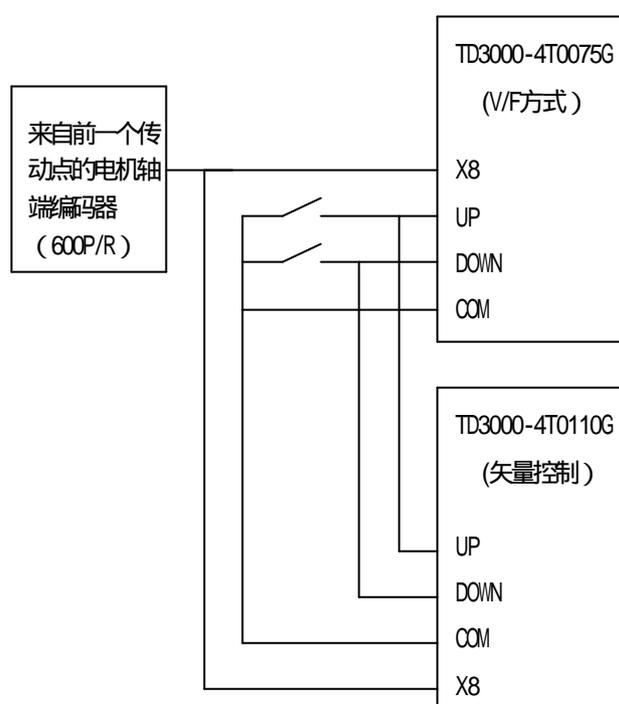
本次故障是由于走线不规范导致UP/DOWN 端子受到干扰所致，干扰导致UP/DOWN端子同时有效，变频器对此不响应，所以对于现场配线，一定要注意以下几点：

- 1) 控制电缆最好为屏蔽电缆，并且屏蔽金属丝网必须通过两端的电缆夹片与变频器的金属机箱相连；
- 2) 为避免干扰相互耦合，控制电缆和电源电缆应该与机电缆分开安装，一般它们之间应该保证足够的距离且尽可能远，特别是当电缆平行安装并且延伸距离较长时；
- 3) 信号电缆必须穿越电源电缆时，应当正交穿越；

TD3000变频器在压光机上的应用问题处理

问题描述

某造纸厂新安装一台两辊压光机，上辊是软辊，由一台TD3000-4T0075G变频器传动，采用V/F控制方式，电机功率7.5KW；下辊由一台TD3000-4T0110G变频器传动，采用闭环矢量控制，电机功率11KW，两辊虽然直径不同，但运行时要求两辊的线速度保持一致。主给定来自前一传动点的编码器（600P/R），并用UP/DOWN端子作为微调，叠加在主给定上，两台变频器均采用TD3000“O”版非标，如下图所示：



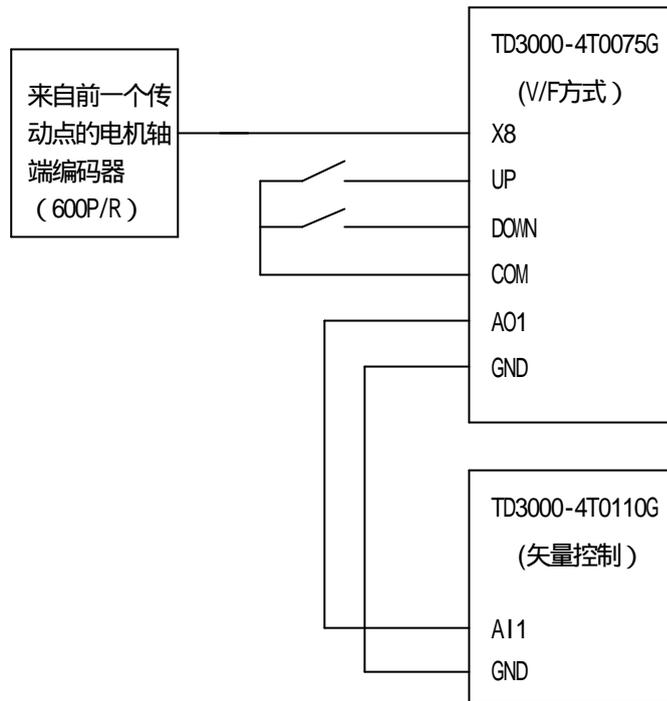
在调试时发现：两台变频器经常出现过高电压故障，增加制动电阻，并将制动使用率调整到100%后，情况明显改善，正常生产时没有问题，但在上纸需要用UP/DOWN端子微调时还是会出现过压、过流现象。

问题处理

根据故障现象分析得出：系统上纸采用UP/DOWN端子微调加减速时两台辊线速度出现了较大的差异，导致出现一台拖动另一台的情况。要从根本上解决问题需改变控制方案。按照生产工艺的要求，新控制方案改变为：将两台变频器串联起来，用一台变频器的运行频率输出作为另一台的频率给定，并根据两辊直径的比值调节前级变频器的

输出的增益。

改进方案示意图如下：



经过方案的改进，两个辊不论在主给定变化时还是在上纸等需要用UP/DOWN端子作微调时均能很好地同步，问题得以解决。

案例分析

按原有方案，两个直径不同的辊其电机速度采用同一脉冲信号作为主给定，又用同一UP/DOWN信号作微调，正常生产时，通过调整外部给定信号与频率的对应关系曲线的斜率（如F2.43外部频率设定的满度）可以保证两辊线速度一致，保持同步，因而不会存在过压、过流问题。当压光机上纸等过程中需要用UP/DOWN端子微调时，由于两辊直径不同，要保证线速度相同必须要求用不同的增/减速率来改变电机转速（角速度）。但变频器只有一个参数（FA.11）用来设定UP/DOWN的增/减速率，因此就造成用UP/DOWN端子加、减速时两辊失步，从而引起一个辊拖动另一个辊，导致被拖动辊的电机处于发电状态。当两者线速度相差不大时，通过制动电阻可以消耗掉，不至于报警。但当相差两者线速度相差过大时，制动电阻来不及将其回馈到变频器的能量释放，则出现了过压故障报警。

TD3000变频器在行车上的应用问题处理

问题描述：

一台TD3000-4T0075G 变频器用于某钢厂行车上，在起吊重物时启动瞬间重物有下坠现象，下放重物过程中频繁出现过压，过流故障。

问题处理：

现场观察：提升时行车先下落然后加速提升，下放时行车先瞬间突加速，然后才按加速曲线起动，可以肯定出现上述情况的原因是：

- 1) 电机力矩响应时间偏长
- 2) 抱闸打开过早

参数可做了如下调整：

- 1) 增强ASR低频PI参数,提高系统响应；
- 2) 提高制动电阻使用率；

采用以上措施后问题得到解决。

案例分析：

- 1) 在提升机构中，由于重力的因素，现场使用的提升机械都带抱闸，分外抱闸和内抱闸两种。本现场使用的是锥型电机，属内抱闸，一有激磁电机的抱闸会自动脱开。在这种情况下，如果要在空中开车，则要求电机力矩在抱闸打开后迅速建立，以克服重力的影响，否则就会出现以上故障现象，此时必须调整变频器ASR的PI参数，加快响应速度，缩短力矩建立时间，减少下坠量，特别是低频段。
- 2) 如机械使用的是外抱闸，如外置的液压或电磁制动器，对于此类系统，还可以采用系统起车时变频器先输出后开闸方式，即：利用变频器的FDT功能，当变频器有一定的力矩后送出开闸信号，效果更好
- 3) 对于过压问题，因为TD3000-4T0075G变频器本身内置制动单元,驱动势能负载,在安装制动电阻的同时需要将过压失速保护功能取消，让制动电阻有效投入工作，同时还必须提高制动电阻使用率。

TD3100变频器换速时经常无法平层

1、问题描述：

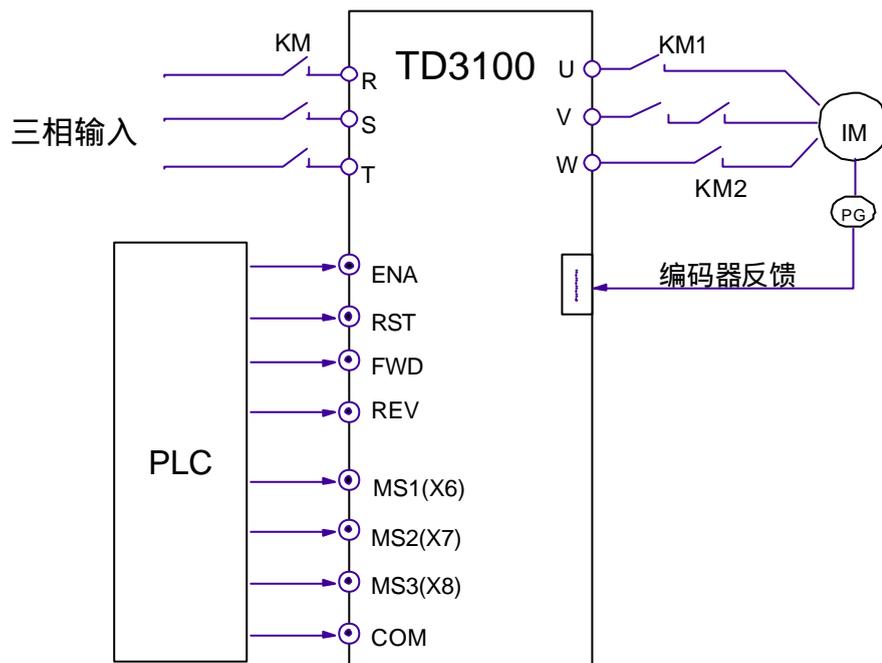
一台TD3100变频器用于货梯，变频器工作于多段速方式，电梯运行中经常出现较大的平层误差，变频器不报任何故障，检查控制回路及电梯井道换速开关均正常。

2、问题处理：

1) 现场了解情况，系统相关设置如下：

A. 电梯井道信号送入PLC中，由PLC根据现场情况发出运行使能指令、运行方向指令、运行速度指令。

B. 系统控制原理图如下所示：



相关功能设置如下：

MS3 X8	MS2 X7	MS1 X6	速度设定
ON	ON	ON	高速（功能码F3.09=0.920）
ON	OFF	OFF	低速（功能码F3.06=0.137）

由上述方案可知，电梯高速运行时，变频器取速度指令 $F3.09=0.920$ ，电梯低速运行时，变频器取速度指令 $F3.06=0.137$ 。

- 2) 现场检查发现，电梯运行一段时间后，由高速换到低速爬行段时，变频器运行频率显示0.00，电梯零速运行，无法平层，因此肯定是X6、X7、X8端子状态不对，导致低速时变频器取速度指令不是F3.06。
- 3) 利用TD3100变频器输入端子组1、输入端子组2状态监视功能，观测到：当电梯出现问题时，用万用表检测与变频器X6端子相连的PLC的输出端子，发现该输出端子指示灯不亮时，端子却是导通的，即X6端子为ON，但实际系统要求电梯低速运行时X6应为OFF。
- 4) 由于PLC无多余输出点，了解到TD3100变频器的多功能端子X6、X7时序和作用一致，决定修改变频器的参数设置，屏蔽掉X6端子的功能，将F3.07设置为0.137，和F3.06参数设置一致。这样，变频器低速指令与X6状态无关。参数修改后，电梯运行一直正常。

案例分析：

TD3100变频器是行业专用变频器，许多问题的出现可能与变频器无关，这就需要代理商、用户充分理解《TD3100变频器用户手册》相关说明，充分利用TD3100的功能，准确定位故障原因。

TD3100变频器编码器的正确使用

问题描述：

某客户反映其电梯使用我司TD3100变频器，采用按距离停车方式，经常出现错层的情况，而且电梯起动和制动的舒适感不是很好。

问题处理：

根据现象判断应该是编码器的原因，因为按照距离停车是依靠编码器的脉冲数来控制的，脉冲数目的异常会造成电梯错层。而且电梯变频器一般都采用闭环矢量控制，在编码器脉冲异常时会造成变频器调节异常，乘客最明显的感觉就是舒适感差。现场检查编码器的类型为推挽式的，但发现实际接线却按照集电极开路式，更改接线后重新对楼层进行自学习，电梯错层的现象消除，而且舒适感也有很大改善。

案例分析：

电梯的编码器对电梯的楼层信号及电梯舒适感有较大的影响，在电梯中使用要注意以下几个问题：

- 1) 电梯现场比较多的使用推挽式和集电极开路式两类编码器，这两种编码器的接线方式是不相同的，所以在使用时一定要注意编码器的类型及接法。
- 2) 如果待用编码器的屏蔽地已经在内部接地，建议变频器侧不要再接PE反之，如果要在变频器侧接地，建议选用编码器侧不接地的编码器。

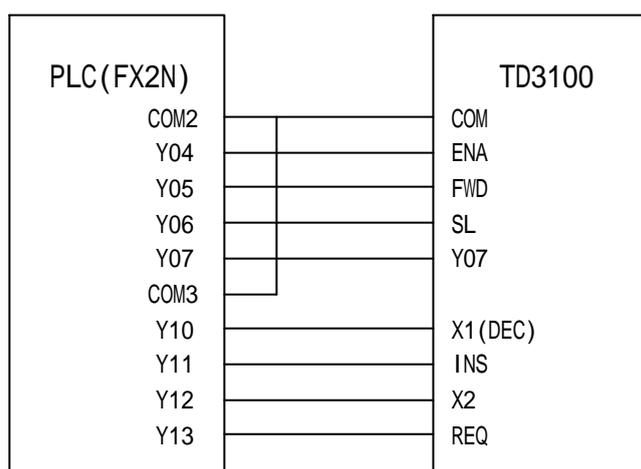
TD3100变频器上行不运行

问题描述

某地一台TD3100-4T0150G变频器用于货梯，在实际使用中总是有电梯上行不运行现象，但是在控制柜上使劲拍一下就好了。

问题处理

- 1) 现场工况为：电梯为2000kg、0.5m/s、绕绳方式为2:1的货梯，采用三菱PLC(FX2N)和TD3100变频器进行控制。控制方式为给定停车请求的距离控制，抱闸动作和接触器动作都是由变频器直接控制，自救速度由多段速1(X2)给出(0.15m/s)，变频器和PLC的连线如下图：



- 2) 检查出现问题时变频器的状态，PLC给的是上行命令，PLC上Y04(ENA)、Y05(FWD)、Y10(DCE)信号都有输出，但这时变频器运行指示灯不亮，上下行方向指示灯处于闪烁状态。
- 3) 利用TD3100变频器输入端子监视功能观察到这时ENA、DCE、FWD、REV信号都有了，变频器不能运行的原因是此时下行REV信号也进入到了变频器，变频器同时接到上下行的运行信号，这样当然不能运行。但是在不给上行命令时，虽然下行REV接通，但由于没有变频器使能ENA信号，因而不会在没有上行命令时电梯出现下行的情况。
- 4) 仔细检查之后发现是PLC的输出接点Y06(REV)显示虽然断开了，但实际上并

没有释放开，使劲一拍PLC的底板后，就断开了，证实了上述故障现象。

- 5) 由于PLC的输出点已经用完，于是就取了楼层显示的下行输出，经过中间继电器后，作为REV信号，变频器运行正常。

案例分析

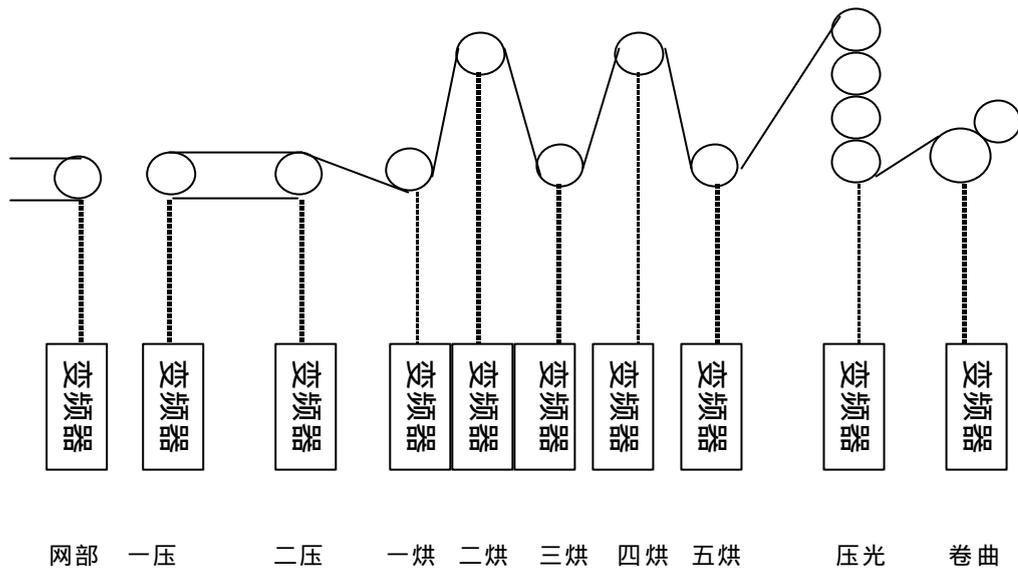
电梯是由机械、电气组成的一个比较复杂的系统，出现故障以后必须从多方面查找原因。

TD3000/TD3300/TD3100 变频器应用案例

TD3000在造纸行业的应用

湖北某造纸厂有一条生产线进行变频器改造，改造目的是：取消老式的直流系统，全部改为交流，共10个传动点，分为：网部、一压、二压、5组烘缸、压光、卷曲，设计最大速度为150m/min，全部选用TD3000变频器。

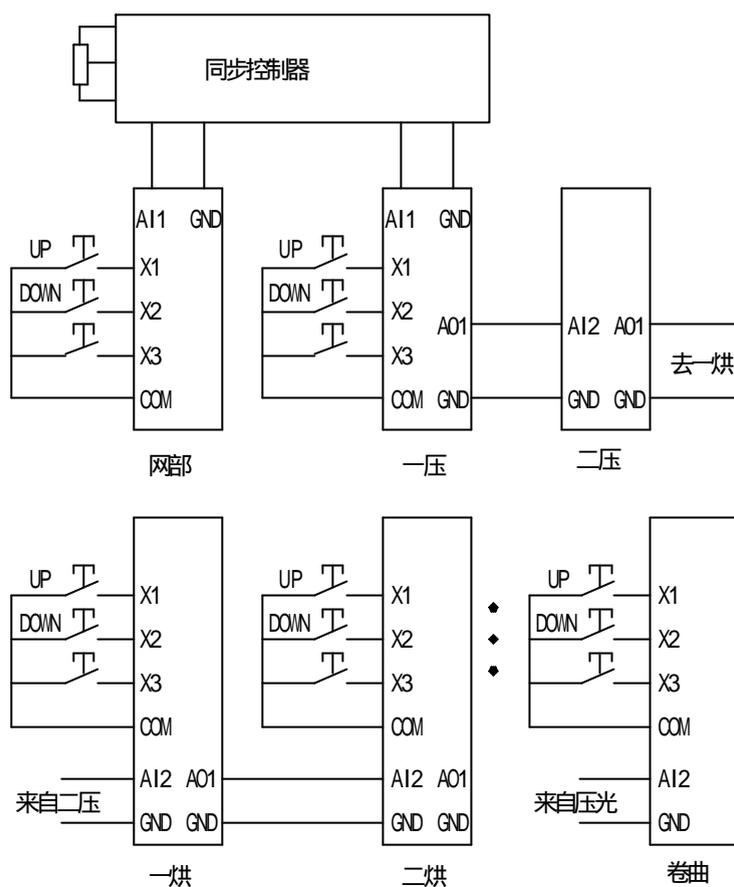
系统简介



以上是该纸厂生产线分布图，该生产线生产文化纸，共10个传动点，其中在一压、二压较其他传动点特殊，一压和二压是共用一台毛毯，且分别传动，而其他传动点在不走纸时各个传动点相对独立，因此一压和二压的同步控制的好坏是决定系统能否正常运行的关键。

系统设计

基本方案如下：



以上方案设计完全满足用户要求，能实现用户要求的所有功能：

- 1) 网部和一压采用同步控制器直接比例给定，主调电位器接在同步控制器上，用于全线提速。
- 2) 网部可进行单独的微调，其调节不影响下级传动点
- 3) 一压开始，全线可进行串调，除二压外，其他传动点都有UP/DOWN端子进行微调，一旦进行微调，当前传动点下游各点速度自动跟随调整，另外还增加一个微调清除端子，可对各传动点微调进行清0。
- 4) 二压没有单独的UP/DOWN端子，其速度自动跟随一压，一压或二压一旦任意一传动点出现故障，则一压和二压自动停车，但不影响其他传动点。（系统线路图中省略未画出）
- 5) 从一烘开始，下游任意传动点出现异常停止运转后，其他传动点将依然保持运行，直到操作工人人为停车为止。
- 6) 从一压到卷曲的串调，采用前级AO1与后级的AI2端子直联，为提高抗干扰能力，

采用的是0 - 20mA电流源。原本采用前级FAM到后级X8端子脉冲给定级联，但由于FAM直接输出的是运行频率，不满足用户级联要求：无论前级有何问题，后级应不受任何影响。所以只有选择可编程的AO1端子，将其设定为设定频率。

调试情况

在调试初期，除一压和二压以外传动点的调试工作都顺利完成了，但在一压、二压调试时却频频出问题，原因在于忽略了两个传动动态同步的要求，只考虑了稳态速度同步成比例的情况（一压和二压的辊径比为1.82:1），即：两个传动系统要求在任意时刻严格同步，不仅稳态同步，加减速过程中也要实时同步，这就要求两台变频器的加减速时间也要成比例，否则启动后不是毛毯松垮，就是变频器频繁报过压故障。修改好有关参数后问题解决，从低速到高速一压二压完全同步，达到要求。考虑到二压变频器（18.5KW）内置制动单元，所以增加了一制动电阻避免二压出现过压故障。

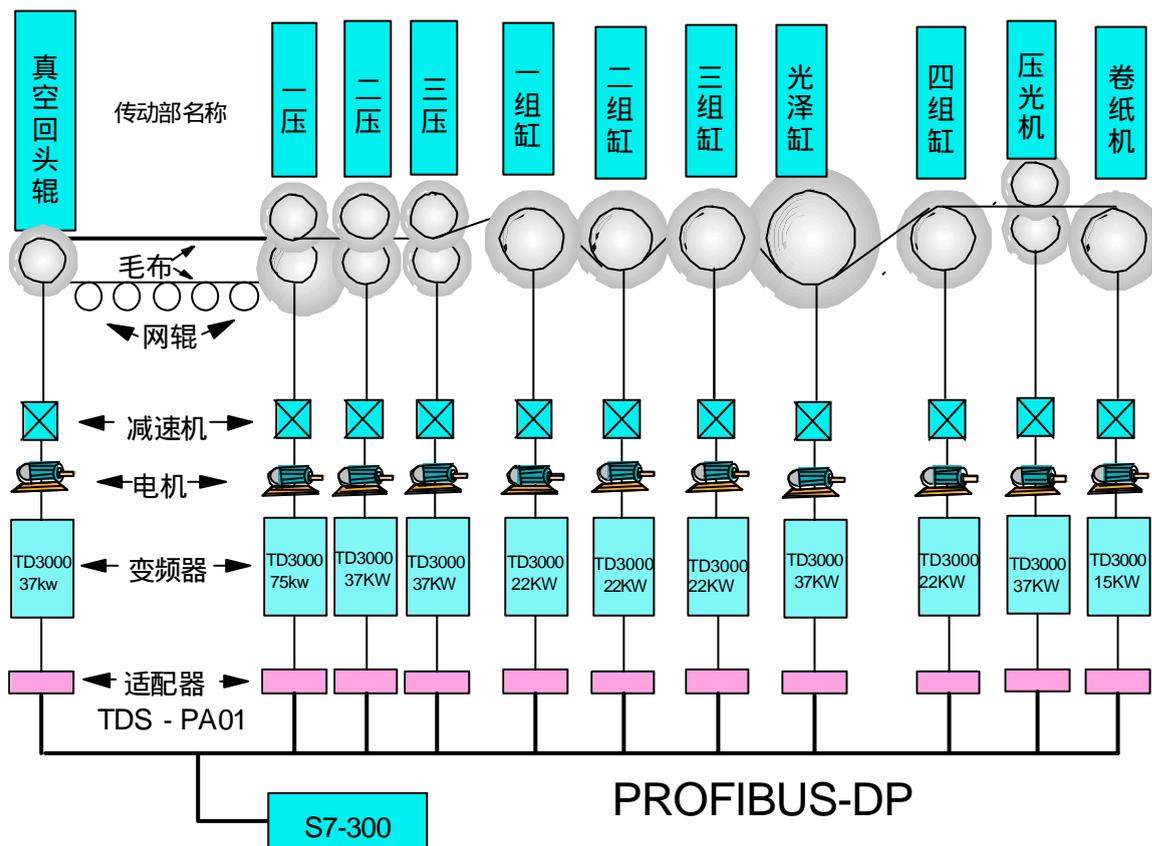
TD3000变频器PROFIBUS控制系统在造纸厂的应用

引言：

某板纸厂新上一套造纸设备，最高速度140m/min，纸张克重（每平方米纸张的质量）100~500克，共采用11台我司TD3000变频器，其系统控制方案如下：11台TD3000变频器与S7-300型PLC组成PROFIBUS总线系统，各变频器的给定频率和运行命令通过通讯给定，各传动点通过PLC单独配置手动微调（up/down）。

系统构成：

该生产线有11个传动点构成，分别由我司TD3000变频器驱动，按生产流程依次为真空回头辊、一主压、二压、三压、一组缸、二组缸、三组缸、光泽缸、四组缸、压光机、卷纸机，系统构成如下图（简化）：



工艺过程简述：

- 1) 首先，处理好的纸浆通过5个网逐层粘在毛布上，网辊（由毛布驱动）的投入数

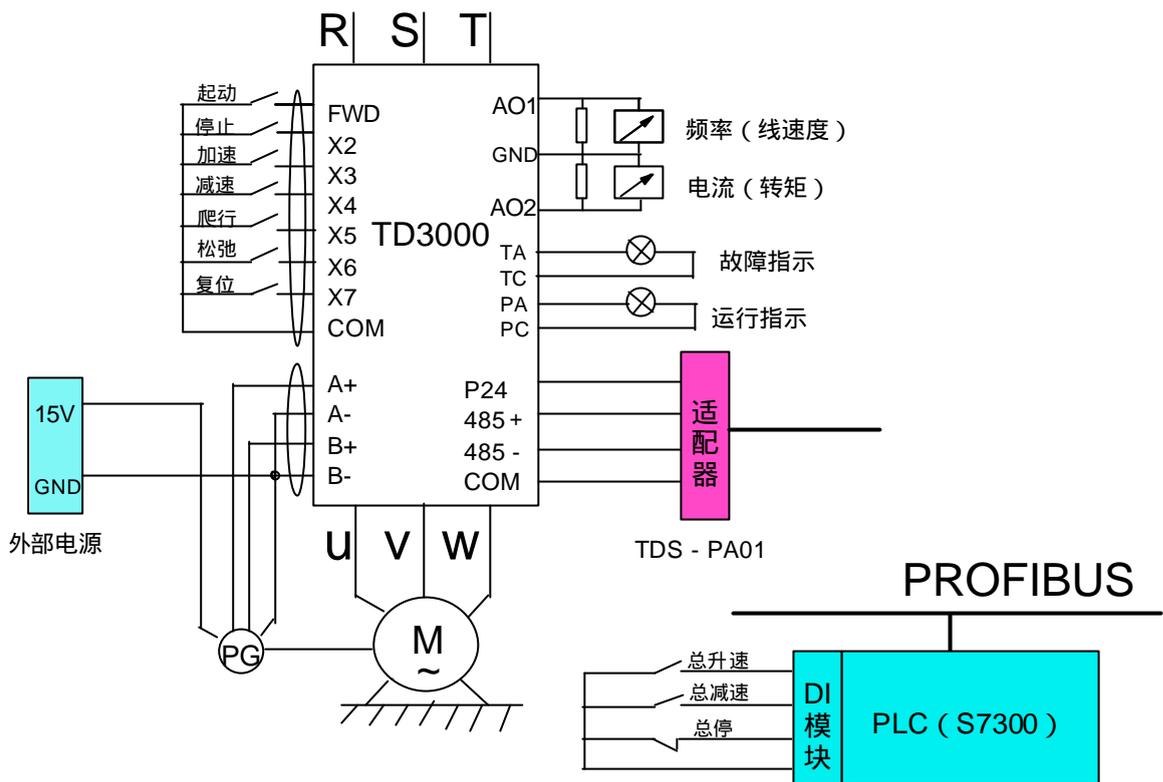
量决定纸张的克重（即厚度）；

- 2) 然后，经过真空回头辊，靠真空吸力进行第一次脱水处理；
- 3) 经过一压、二压和三压，进一步脱水和挤压均匀，使纸张的厚度均匀；
- 4) 经过一组缸、二组缸、三组缸，逐步对纸张进行烘干；
- 5) 经过光泽缸，对纸张进行初步的压光，以提高纸张的表面光洁度；
- 6) 经过四组缸，对纸张进行最后的烘干处理；
- 7) 经过压光机，进一步提高纸张的表面质量；
- 8) 通过卷纸机，对合格的产品进行分卷卷绕；
- 9) 9、最后，根据不同用户的需求，通过复卷机（由滑差电机拖动，不在主控制系统内），卷绕出不同大小的纸卷。

变频器软硬件配置：

变频器接线图

11台变频器的接线完全相同，下面只给出一台的接线，如下图。



系统调试：

1. 系统要求：

在不同的运行速度和负荷下，整个生产线保持线速度同步，尤其要保证线前两级一主压和真空回头辊的严格同步，并保证两个电机的负荷均衡。

2. 解决方案

当生产线在不同速度下，或在不同负荷下运行时，所需的微调量的调整非常困难，只要速度一变，或者负荷一变，平衡马上被打破，又需要重新调整。而调整过程又异常困难，因此，采用手动微调的办法不仅使操作工的劳动强度加大，而且也无法保证生产工艺。针对上述缺点我们采用了自动微调的方法，其基本思路如下：参考手动微调的概念，我们在进行手动微调时，靠人工观察两个电机的负荷情况（电流的负荷百分比），手动调整电机转速，以期达到负荷均衡；

自动微调的过程类似，通过PLC读取回头辊和一压变频器的输出转矩百分比，然后进行比较，如果回头辊变频器的输出转矩大于一压，则降低回头辊转速，反之升速。

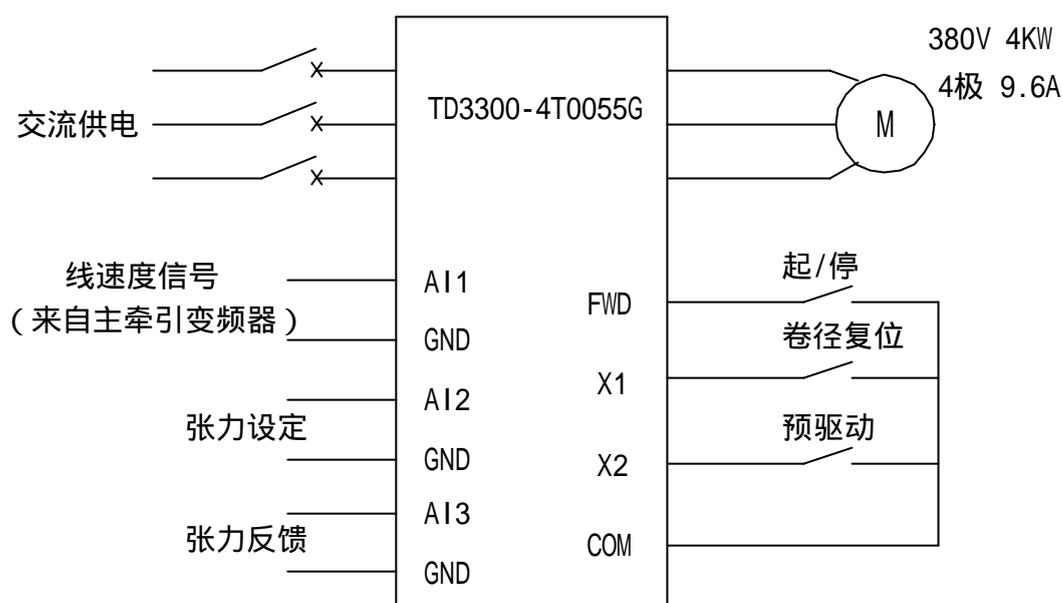
PLC软件关键点简介：

- 1) PROFIBUS通讯主程序：完成对变频器的读写操作；
读取变频器的端子状态和运行参量（电流、转矩等），同时根据每个变频器多功能端子状态字，由PLC发出起动、停止、加速、减速、爬行、松弛和复位信号。
- 2) 真空回头辊和一压变频器联动，同时起动和停止；
- 3) 总微调对11台变频器都有效；
- 4) 前一级微调对后面的所有变频器都有效，构成串行同步链，例如，二压微调升速，三压以及后面的所有变频器都升速；
- 5) 真空回头辊和一压自动微调负荷均衡程序；
- 6) 通过PROFIBUS，读取两台变频器的输出转矩%，然后比较，如果两者相差在5%以内，维持各自当前运行频率；如果真空回头辊变频器的输出转矩小于一压变频器5%以上，每隔0.1S，回头辊频率给定增加0.05Hz；反之，如果真空回头辊变频器的输出转矩大于一压变频器5%以上，每隔0.1S，回头辊的频率给定减少0.05Hz；
- 7) 停车信号软件滤波：在读取到某台变频器的停车信号（X2断开脉冲）后，经过100个程序循环周期（约1.2S），始终有效，给出停车命令，否则，计数器清零，等待下一次有效停车信号。

TD3300在印机厂凹版印刷机上的应用

系统简介

某印机机装厂在其凹版印刷机收卷上采用我司TD3300张力变频器作收卷试验,以替代原来的张力控制方案,降低成本。收卷电机为A、B两个电机,实现自动换卷,我司TD3300变频器控制方案如下图:



控制原理

张力控制系统的目的就是保持线材或带材上的张力恒定,由TD3300变频器构成的系统可以通过两种途径达到以上目的:一是通过控制电机转速来实现;另一种是通过控制电机输出转矩来实现。对应这两种途径,TD3300变频器有三种控制方案可选择:

- 1) 张力闭环控制方案1(速度模式)
- 2) 张力开环控制方案(转矩模式)
- 3) 张力闭环控制方案2(转矩模式)

本次改造中采用方案1即速度模式下的张力闭环,通过调节电机转速达到张力恒定。首先由材料的线速度和卷筒的卷径实时计算出同步匹配频率指令,然后通过张力检测装置反馈的张力信号与张力设定值构成PID闭环,调整变频器的频率指令。

同步匹配频率指令的计算方程式:

$$f = (V \times P \times i) / (\pi \times D) \quad (1-1)$$

其中：f 变频器同步匹配频率指令

V 材料线速度

P 电机极对数

i 机械传动比

D 卷筒的卷径

材料线速度由线速度检测模块获得，卷径由卷径计算模块获得。

获取线速度最简单、最常用的方法是用系统中控制系统速度的驱动级的变频器运行频率模拟输出信号作为线速度信号，因为驱动级的变频器运行频率与线速度成正比，只需将最大线速度设为其最高频率对应的线速度即可。此方案中主牵引变频器输出0-10V运行频率信号作为收卷电机的线速度输入，同时作为卷径计算的依据。

调试情况

- 1) 分析前面提到的公式(1-1)，在刚开始收卷时，因实际卷径与空卷卷径相差不大，可以让卷径在开始时不计算，将F8.08设为0(卷径不计算)或将最大卷径与空卷卷径设成一致即可，此时由张力摆杆构成的过程PID作微调。由于排除了卷径计算不准的影响，PID参数调整起来可以方便很多。从调试参数来看，可将两套PID参数设成一致，PID参数设定在比例增益P=25，积分时间I=1.5，微分时间D=0.5，采样时间设为0，在参数附近仔细调整，直到摆杆稳定地在极小范围内摆动，然后调整张力设定，保证摆杆在平衡位置稳定下来，从实际情况看，上述参数几乎不用调整即可。
- 2) 因PID参数已经在第一步完成初步调整，此时放开卷径计算功能(F8.08=1，或将最大卷径恢复)，将卷径计算的滤波时间FC.05设定在最大，启动系统，微调PID参数使摆杆达到稳定状态，调试即完成。

此种方案的调试简单，按照以上的步骤进行调试，关键参数在于PID参数和影响卷径的卷径计算模块F8和FC组的最大张力、最大线速度设定上。

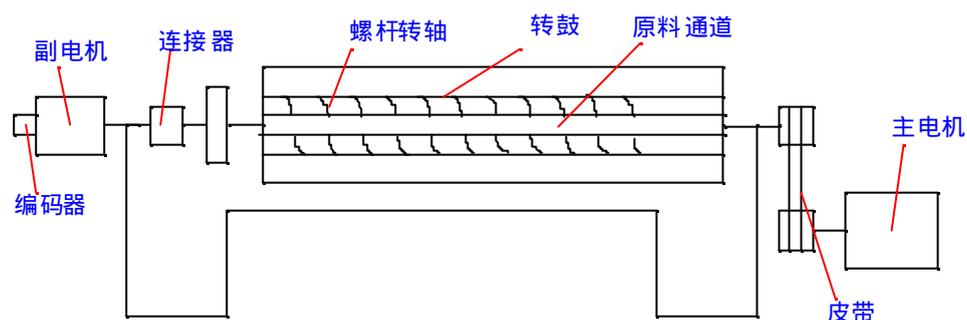
TD3000在卧式螺杆离心机的应用

引言

随着工业现代化程度的提高，环境意识的加强，在食品、化工处理、污水处理等行业，对离心机的依赖程度越来越高。而传统的卧式离心机采用的是通用型变频器加电磁制动器实现，离心机又是大惯量的设备（作过试验，空载时自由停车时间长达十几分钟），这样存在大量的能量浪费情况，采用我司TD3000高性能变频器可以有效的解决上述问题。

系统组成

螺杆卧式离心机的基本构造如下图所示：

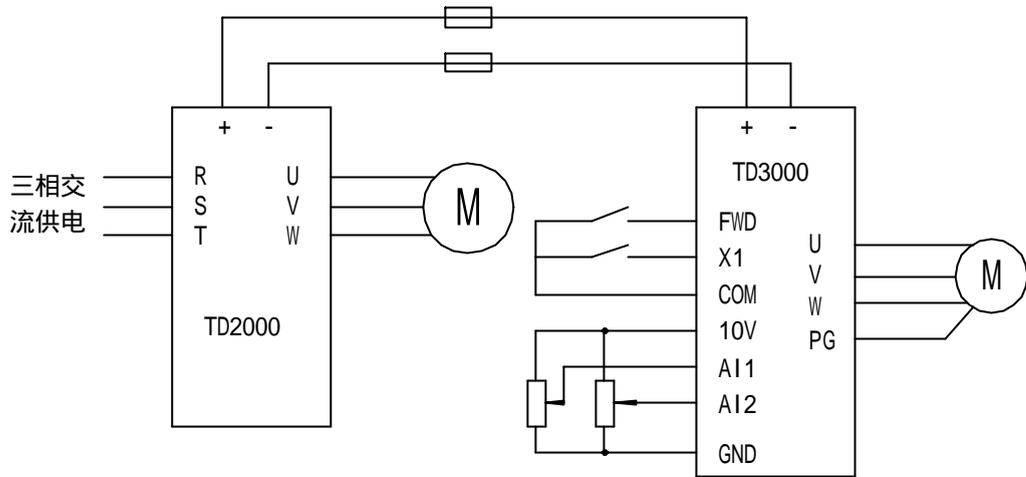


主电机是22KW普通电机，副电机是5.5KW变频电机，额定频率为50HZ，

TD2000（30KW）带的主电机经皮带驱动外面的转鼓，电机转速为1440转/分，转鼓速度为2390转/分；由TD3000（5.5KW）变频器驱动的副电机通过一个连接器带动里面的螺杆转轴，TD3000变频器运行的最高速度可达到2390转/分。

工作原理框图

系统原理图如下图所示：



两台变频器采用共直流母线的接线方式，TD2000变频器作转速控制，TD3000变频器采用速度和转矩可切换的控制方案，X1作速度和转矩切换功能使用，AI1为速度给定，AI2转矩给定。

当离心机工作时，转鼓的速度始终略高于里面的螺杆转轴。在制动的时候，由于螺杆转轴的速度高于副电机的运行速度，副电机就处于发电工作状态，向TD3000变频器反馈能量，由于TD2000和TD3000变频器是共用直流母线的，反馈回来的能量就可以进行利用。

系统分析及问题处理

由于两台变频器共用直流母线，TD3000变频器可以不采用三相输入电源，而由TD2000变频器直接供电，因此对TD2000变频器要求就高一些，在选型时要适当放大。

TD3000没有三相电源，所以必须设置输入缺相保护禁止功能。另外由于系统要作速度和转矩工作模式的切换，因此需设置控制端子X1功能选择F5.01为32(速度转矩切换)。

结论

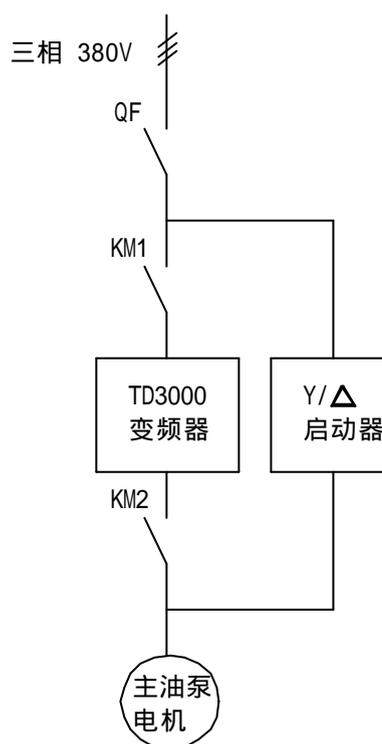
本方案的提出，在离心机行业引起较大的关注，极大地节约了能力，已经在食品、化工、污水处理等行业得到了广泛地应用。

TD3000变频器用于注塑机节能改造应用方案

引言

众所周知，注塑机是对各种塑料（例如聚乙烯、聚丙烯）成型加工的主要设备，其工作原理是：通过对塑料颗粒在双螺杆注塑机内进行多段温度加热，再熔融搅拌增压后将流体料注入模具腔内，完成成型加工。注塑机在成型过程中，主油泵压力不断变化，而且起伏较大，其主油泵（定量泵）压力调整靠压力卸荷来调节旁通油路的开度，通过液压油回流实现压力调节。这种调压方式，主泵的电动机始终恒速运行，是极不经济的运行方式。利用TD3000变频器来调节主泵转速，从而改变流量和压力，可达到高效节能的运行方式。

系统组成



采用TD3000变频器控制的主油泵控制系统示意图

KM1、KM2为交流接触器，闭合时变频运行

工频运行时采用Y/Δ启动器启动，KM1、KM2与Y/Δ启动器有联锁，变频-工频可以实现自动切换

在这里，变频器的应用不仅是简单的调速运行，实际使用中必须注意：

- 1) 要充分了解所选用变频器的性能、使用要求，并充分发挥其特长；
- 2) 要充分了解变频改造设备的工艺要求、技术性能、使用要求及负荷情况；
- 3) 要充分了解设备现有控制电路、液压油路。

注塑机变频改造后原工频运行时的设定参数要作一些必要调整，一切要从实际出发，以提高效率为标准。

工作原理框图



TD3000节能改造控制原理框图

如何巧妙取得控制信号，实现注塑设备与变频器的简易结合是十分重要的。

注塑机采用单片机进行控制，其压力、时序设定可按工艺条件人为给定，变频改造前利用单片机控制系统输出的信号，控制压力比例调节阀，从而调节主油泵压力的大小。变频改造后，把控制压力比例调节阀的信号（一个线性的电流值或0-24V的电压值）经信号转换模块转换后，变成一个0-10V的标准信号直接送到变频器的模拟输入端，从而改变变频器的输出频率，随即改变主油泵电动机的转速，达到调压、节电双重作用。

调试及注意事项

变频器选型和与之相适应的电路设计是注塑机节能改造的关键所在，变频器要求有良好的加减速性能和低频特性。实践证明，TD3000系列变频器可很好地应用在注塑机节能改造上。

在调试过程中，怎样抑制变频器对外干扰是一个不容忽视的问题，注塑机在改造前能正常运行，加上变频器后，往往输出就很不正常，这主要是变频器对外部信号的干扰引起的，为消除干扰，应从以下几方面想办法：

- 1) 控制信号线电缆与电源电缆、机电缆分开铺设，以避免干扰藕合；

- 2) 信号线电缆要采用屏蔽电缆，并在变频器近端接地；
- 3) 控制电源采用隔离变压器与变频器电源隔离；
- 4) 加装EMI滤波器。

五、结论

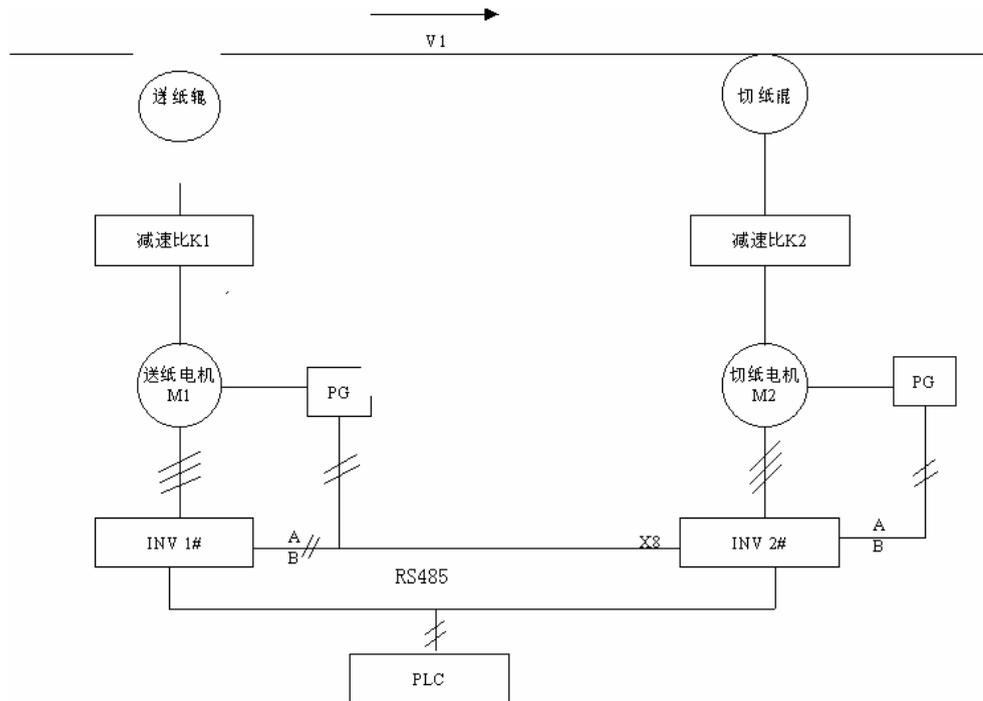
注塑机采用变频器改造后，主油泵电动机可实现大幅度节电（节电量可达40%），而且油温下降明显，有利于液压系统的正常运行，油泵密封圈使用时间加长，液压油漏失减少，综合效益非常可观。

采用通用变频器实现的切纸机应用方案

引言

在造纸行业中，经常需要高精度同步控制，特别是切纸机这样的机械，对于位置精度要求极高的情况下，靠通用变频器速度控制已经难以满足要求，一般只有采用直流或者交流伺服来解决，成本较高。本文针对这一情况，提出了采用艾默生网络能源有限公司生产的TD3000通用变频器的实现方案。

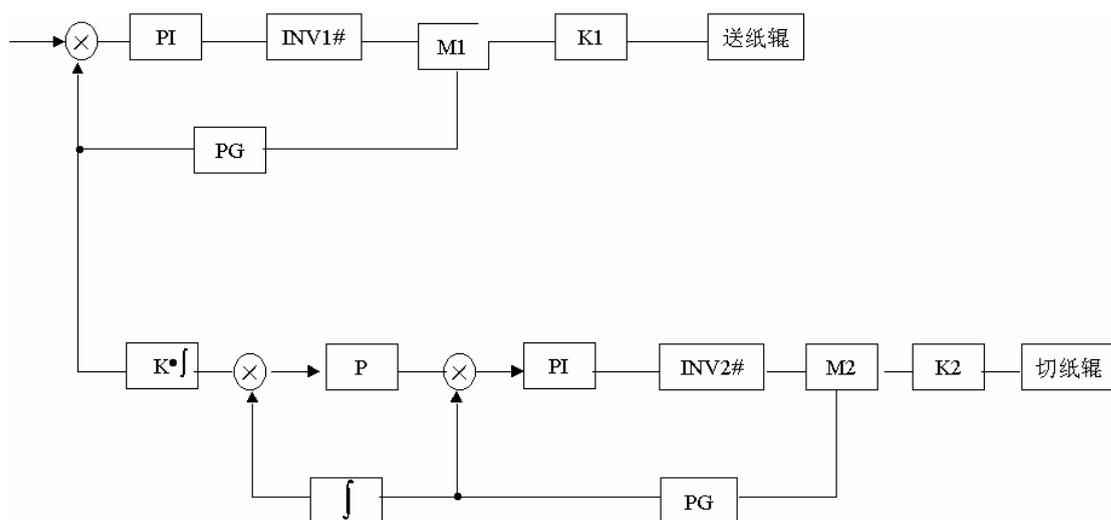
系统组成



采用通用变频器控制的切纸机系统

上图中只画出有送纸和切纸相关部分的连接图，放卷控制和传送带控制等无关部分在图中未画出。1# INV采用标准TD3000产品，2# INV采用具有伺服功能的TD3000非标变频器，两台变频器由PLC通过RS485通信来控制。1# 变频器采用闭环矢量速度控制模式，速度精度可以达到0.1%以上，控制送纸辊的转速，同时送纸电机的速度经过X8进入2# 变频器作为同步跟踪控制的脉冲输入源，用来控制切纸辊的转动速度和位置。

工作原理框图



切纸机控制原理框图

原理分析

INV 1# 工作于闭环矢量控制，K1为送纸机械减速比；INV 2# 工作于伺服控制模式，其中K通过上位机来设定，由切纸长度唯一确定，K2为切纸机械减速比。闭环矢量控制的速度、电流控制双闭环原理框图在图中未画出。K的推导计算如下：

$$\text{送纸线速度} \quad V_1 = \frac{N_1 \cdot p \cdot D_1}{K_1 \cdot 60} \quad (\text{m/s}) \quad (1)$$

$$\text{切纸长度} \quad L = V_1 \cdot T_2 \quad (\text{m}) \quad (2)$$

式中， N_1 为送纸电机转速， K_1 为送纸机械减速比， V_1 为线速度， D_1 为送纸辊的直径， T_2 为切纸辊转动一圈的周期。

由式(2)、式(1)得

$$T_2 = \frac{L}{V_1} = \frac{L \cdot K_1 \cdot 60}{N_1 \cdot p \cdot D_1} \quad (\text{s}) \quad (3)$$

同时我们可以采用切纸辊的转速 N_2' ，求出 T_2

$$T_2 = \frac{60}{N_2'} = \frac{60}{N_2 / K_2} = \frac{60 \cdot K_2}{N_2} \quad (\text{s}) \quad (4)$$

由式(3)与式(4)相等,即 $\frac{L \cdot K_1 \cdot 60}{N_1 \cdot p \cdot D_1} = \frac{60 \cdot K_2}{N_2}$ 整理得

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{K_2 \cdot p \cdot D_1}{K_1 \cdot L} \quad (5)$$

定义式(5)为跟踪速度增益K

$$K = \frac{K_2 \cdot p \cdot D_1}{K_1 \cdot L} \quad (6)$$

改变不同的纸的长度L,可根据式(6)求出不同增益K,只要上位机实时地改变K,就可以实时调整切纸的长度。另外,需要注意的一点是,在本文的分析中,隐含了一个前提,那就是切纸辊旋转一周,即完成一次切纸过程。证明过程如下:

$$\text{切纸线速度} \quad V_2 = \frac{N_2 \cdot p \cdot D_2}{K_2 \cdot 60} \quad (\text{m/s}) \quad (7)$$

式中, D2为切纸辊的直径。

由式(1)与式(7)相等,可以求出

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{K_2 \cdot D_1}{K_1 \cdot D_2} \quad (8)$$

对照式(6)和式(8),可以得到 $\frac{p}{L} = \frac{1}{D_2}$, 即 $L = p \cdot D_2$ 。

精度分析

a、跟踪误差

由于INV 2# 采用伺服控制,由于送纸电机的加减速过程一般比较缓慢,加减速时间可达到30到60秒,甚至更长,因此切纸机位置动态跟踪误差可以做到五个脉冲以内,则整个切纸过程跟踪最大误差 E_{gm} 可以控制在式(9)要求的范围内。在稳态过程中,由于TD3000闭环矢量的高精度,可以保证稳态跟踪误差小于两个脉冲,跟踪稳态误差只有动态1/4。

$$E_{gm} = \frac{\Delta P}{P} \cdot \frac{p \cdot D_2}{K_2} \quad (9)$$

式中， Δp 为误差脉冲数， P 编码器每转脉冲数。可以看出编码器每转脉冲数增大，可以减小跟踪误差，但是由于编码器接口速度限制，一般不超过50kHz，选用2000P/R的编码器已经到了极限。假设 D_2 为400mm， P 为2000P/R， K_2 为14，代入式9，可以求出最大跟踪误差为0.22mm，稳态跟踪误差为0.08mm。

b、速度分辨率误差

1#1NV变频器频率分辨率为0.01Hz，对应电机转速分辨率为0.3rpm（按照4极电机考虑），经过X8输入对应每分钟脉冲为600个，每秒种则对应10个。根据(a)的计算，速度分辨率造成的误差将小于0.44mm/s，假设切纸机的最高线速度为2m/s，速度精度将达到万分之二，完全可以满足高速切纸机的要求。实际上，由于在本方案中，INV 2#完全跟踪INV 1# 转速和位置，即使有速度分辨率误差，对输出切纸精度也无任何影响。

c、跟踪速度增益K的分辨率对精度的影响

假设切纸长度为550~1350mm，最大车速为2000mm/s，送纸辊的直径为400mm，送纸机械减速比 K_1 为16，切纸机械减速比 K_2 为14，通过式（6）可以计算出K的变化范围为0.814~1.998。

增益K的设定范围为0.000~9.999，分辨率为0.001，如果采用2000P/R的编码器，电机最大转速为1440rpm，对应最大脉冲频率为48KHZ，对应最大分辨误差为24P/s（ $1/2 \cdot 0.001 \cdot 48\text{KHz}$ ）。考虑在最大车速2m/s的情况下，最大绝对误差应该对应最大切纸长度1.35m/s的时候，即 $1.35/2 \times 24 = 16$ 个脉冲，对应绝对误差根据式（9）计算为0.717mm。需要说明一点的是，此精度只影响设定长度，并不影响切纸长度的一致性。

调试及注意问题

运行调试时，必须保证送纸电机和切纸电机处于完全停机状态，通过上位机或者外部端子，先让切纸电机运行，后再让送纸电机运行，同时给送纸电机设定频率。送纸电机驱动变频器的加减速时间可设定为30~60s，而切纸电机驱动变频器在不过压过流的

情况下，可以设定最短的加减速时间，一般小于0.5s，在精度要求较高的场合，需要快速的起制动控制，有必要添加制动电阻或者制动单元（30KW以上变频器）。

由于位置控制对于编码器的抗干扰和可靠性有较高的要求，必须选用欧姆龙等厂家高可靠性产品，输出电路形式为集电极开路输出，工作电压为24~30VDC，每转脉冲数为2000。但要特别注意，上位机软件在更改K的时候，需要设定为不存贮方式，防止常期多次存贮造成EEPROM的损坏。

结论

本文提出的方案具有切纸长度、相对精度与工作车速无关的优点，易于实现PLC通信的分时控制和进行切纸长度的随意调整，可大大降低低速引纸速度，可达到额定车速1/50以下，降低了工人引纸的操作难度和强度，缩短低速引纸时间，提高了生产效率。另外，该方案还可以应用在其他如造纸、起重等需要高精度同步跟踪控制的场合，对于各种需要同步控制的场合有一定的参考价值。

TD3100变频器控制电梯舒适感的调试方法

电梯的舒适感是电梯非常重要的一个技术指标，也是用户对变频器甚至电梯好坏的主要评判依据。调试也是比较麻烦的，有许多因素都和其相关。调整电梯舒适感之前不但应该了解变频器参数对运行曲线的影响，而且要了解并不是所有的情况都可通过参数来解决。机械安装对电梯运行过程的舒适感也有较大影响，所以在调整参数的同时要配合一些机械部分的调整。

建议按照以下次序调整电梯的舒适感：

(1) 首先确定电机是否在脱开轿厢后进行过电机调谐。如果没有，必须脱开轿厢后进行电机调谐。

(2) 确定编码器的型号及类型，并核对接法是否正确。特别是编码器的跳线选择要和编码器相符，并正确设定编码器的脉冲数。

(3) 确定抱闸接触器的接法。建议将抱闸的控制线路串入变频器的BRA、BRC中，可以利用变频器内部的参数对抱闸进行控制，以方便于对抱闸调试。而且要注意控制器内抱闸的时间要尽量设定的小一些，以便变频器内的时间调整有效。

(4) 因抱闸动作对电梯的起动和停止有很大的影响，直接影响电梯舒适感，所以要检查并调整好抱闸的动作情况，要求间隙均匀，动作灵活。

(5) 参数调整：

A. 对于速度较低电梯，一般不设起动补偿装置，调整低频的PI参数对电梯倒拉有比较明显的效果。加大低频的P参数(F2.02)对机械磨擦比较小的系统比较有效，对于机械磨擦比较大的电梯，宜将P参数减小。这样可改善起动倒拉的情况。但注意不要将此参数设的过大，以免造成减速停车的抖动。

B. 抱闸打开时间F7.00和启动保持速度F3.00及启动速度保持时间F3.01的配合调整对电梯启动舒适感有效。启动保持速度大,轻载下行时启动会好，但对上行有不良影响；启动速度保持时间长，空载上行启动会好，但对下行有不良影响。

C. 启动之后的加速过程可通过调整开始段急加速度F3.11和F3.10来改善。若感到比较急则减小加速度，若太缓可以加大加速度。

D . 减速段的舒适感可通过调整结束段急加速度F3.12、减速度F3.13来调整。若减速过急,减小减速度。若减速后爬行距离过长,可通过减小减速距离(通过调整机械部分)或通过增加减速度来改善。

E . 停车舒适感的调整。和停车舒适感相关的因素常有爬行速度、隔磁板的长度、抱闸关闭的时间。其中爬行速度对平层精度也有影响,一般小一些比较好,但太小会造成停车时间太长。隔磁板太长也会造成停车时间太长的感觉。抱闸延迟时间可调整零速抱闸,太小可能会造成停车时的停顿感。

提高电梯运行舒适感的有效途径

引言

随着我国经济的迅速发展，电梯市场异常繁荣，年需求4万多台，成为全世界最为活跃的市场。由于我国电梯受日本产品的影响较大，人们对于电梯舒适感的要求越来越高。如何提高电梯运行的舒适感成为各个电梯厂家关注的一个重要问题。

选用品质优良、稳定的曳引机

电梯控制系统首先应该说是个机械系统。电梯运行就是轿箱在导轨上的往复机械运动，由于其载人功能，对其可靠性、振动噪音和舒适感提出了较为苛刻的要求。电梯机械的可靠性由机械设计和材料的选型可以完全保证。轿箱在X、Y方向的机械振动完全靠导轨的安装和导靴的加工精度和质量来保证，而Z方向的机械振动与曳引机及其驱动电机、变频调速器息息相关。

曳引机是电梯运行的驱动装置，其性能直接关系到电梯运行的舒适感。曳引机的机械间隙对电梯的影响主要体现在电梯在加减速过程中，在电机速率发生变化时，电动运行和发电运行状态将发生切换，造成电梯的振动，极大地影响了电梯的舒适感。在电梯S曲线加减速过程中，一般各有一两次明显失重或者超重感觉，并伴随曳引机发出异响。另外，对于一些改造的双速旧梯用曳引机，由于多次高低速切换的巨大冲击，造成连接套轴中的橡胶垫片严重磨损，也会造成上述现象。因此，电梯厂家必须对新选型的曳引机的间隙必须提出明确的要求，并在维保时定期检查连接轴的磨损情况。

另外，曳引机内部齿轮或者涡轮蜗杆的加工、安装精度差、动平衡调节不好，也会造成电梯在高速时产生振动和噪音。笔者曾经在某个厂家，发现电梯运行的垂直振动特别大，采用了一切办法均无效的情况下，怀疑为曳引机问题，厂家不相信，更换市场上所有品牌变频器，均无改善，更换曳引机，问题得到解决。结果问题是该曳引机生产厂家规模小，检测手段落后，生产的曳引机，一致性难以保证，给电梯厂造成重大直接和间接的损失。因此，曳引机的选择，不能贪图便宜，必须选择技术实力雄厚，检测手段齐全，质量保证体系健全的厂家。还有一点要强调的是，在同样梯速情况下，以选择曳引机减速比大的曳引机为好。因为减速比大，造成的倒溜现象就小，启动舒

适感就容易调整。实践证明，同样梯速下，采用6极电机曳引机比采用4极电机的启动舒适感差。本质原因是6极电机比4极电机的启动转矩并没有大1.5倍以上。

选用品质优良的驱动电机

在保证曳引机质量的前提下，与曳引机配套的电机的性能也直接关系到电梯的起制动过程的性能，问题主要表现为启动舒适感的好坏。如果电机的启动转矩大，在电梯松闸的时刻产生的倒溜就会很小。目前，在许多变频器的手册中，有严重误导用户的说法。变频器可以达到200%甚至300%以上的启动转矩，实际上都是没有实际意义的。

如果一个电机的设计启动转矩 M_{st} 和最大转矩 M_{max} 小，变频器再好，也不会产生大的输出转矩，而且还容易产生速度的波动，造成振荡。

根据异步电机的基本知识，电机的M-N曲线如图1(a)所示，图中A点为最初启动转矩点，B点为最大转矩点，C点为额定工作点。其中电机的启动转矩 M_{st} 与电机的转差率 s 有关，转差大，初始启动转矩大，要提高转差，要求转子电阻 R_r 大，转子电感小，图1(b)示出了转子电阻不同情况下的机械特性曲线。从图上还可以看出，随着转子电阻增大，最大转矩 M_{max} 未发生变化，但是其对应的最大转差 s_m 增大，在同等负载下，转差也增大。这就是进口品牌电梯采用高转差电机的原因。可是目前许多进口品牌曳引机为了降低成本，均配备国产低转差电机，转差频率一般小于2.5Hz，其启动性能大打折扣。因此在选择曳引机品牌时，其配套电机的品牌和性能的选择也同等重要。

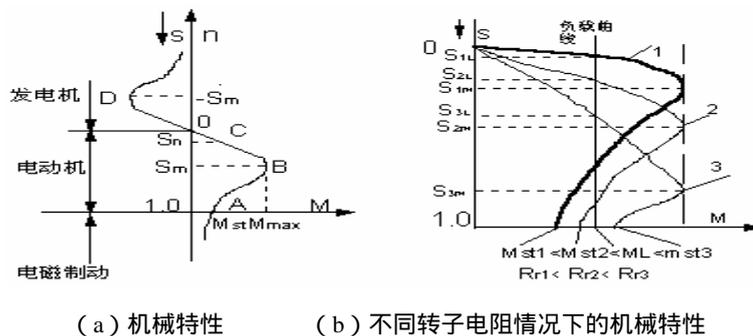


图1 异步电机机械特性

选用性能优良的变频器

异步电机矢量控制是完全基于电机参数的矢量控制，因此电机参数必须能够进行自动

学习。否则，取得不了优越的性能。因此，首先必须选用能够进行电机参数自学习的变频器。其次，变频器必须具有零速150%以上的转矩输出，可以保证良好的启动和停车舒适感。另外，需要非常好的过载能力，110%的额定负载，必须连续运行，特别对于高层电梯，需要满载运行超过30S以上的，更要考虑这一点。一些国外厂家的变频器，100%额定负载，不能够连续运行60S，因此，在用于高层电梯控制的时候，均建议放大一档使用，给用户造成了不必要的经济损失。

选定好变频器后，要做到比较好的舒适感，关键还要调试好变频器的性能及运行曲线。电梯在启动的时候，由于机械导轨有比较大的静摩擦力，可以通过调节启动速度和启动速度保持时间来消除。另外，一般变频器均有速度环PI参数调整功能，通过速度环PI参数调整，可以有效调整变频器的动态响应速度和稳速精度，可提高电梯的启动和稳态运行的舒适感。启动性能与低频PI参数有关，可以先将低频I设定为零或者比较大的值，不考虑平层精度情况下调节KP，增大KP，低频动态响应加快，启动转矩大，但是KP过大，容易引起振荡，启动和停车爬行的舒适感会变差。因此，必须增大KP到电梯在满载、空载情况下，不振荡为临界，然后可以逐步减小I参数，达到启动，爬行均满意的效果。高频PI参数调整原则是，保证启动加速和停车减速过程的超调最小，一般小于2%额定速度，又要保证稳速情况下的速度精度，一般不超过0.001m/s。先将高频I设定为零或者比较大的值，调节K，使参数小于电梯在高频稳态产生振荡的临界参数，然后逐步减小I，使得超调达到要求的指标。对于采用相同曳引机和机械的场合，可以在调好一台电梯情况下，通过键盘参数拷贝来实现复制。上述中，积分时间常数I的单位为时间单位S。特别提醒的是，目前市场上的绝大多数变频器PI参数采用独立的两个数来调整，没有实际物理量概念，此时的I越大，相当于时间常数越小。

对于加减速过程中的舒适感，要通过S曲线调整来解决。一般是加速度和减速度在 $0.5\sim 1m/s^2$ 之间，开始段急加速和结束段急减速可以调整为 $0.25\sim 0.5m/s^3$ ，结束段急加速和开始段急减速可以在 $0.5\sim 0.9m/s^3$ 之间。S曲线的调整还与电梯的场所有关，对于医院、疗养院等对舒适感要求很高的场合，需要减小相应参数，对于办公写字楼等需要高效率的场合，可以适当增大相应参数。结束段急加速和开始段急减速的增大，有利于克服间隙造成的加减速过程的抖动。

采用最佳控制时序

最佳的控制时序如图2所示，变频器接收到运行命令后，先进入零速运行过程，延时 T_1 ，保证电机励磁达到稳态后打开报闸，同时变频器开始运行启动速度的启动速度保持时间 T_2 后是高速、低速到零速，零速运行 T_3 后，在保证惯性影响为零的情况下，关闭报闸，由于报闸抱紧需要一定时间，因此必须延迟 T_4 后撤消运行命令。按照此时序，可以保证启动和停车均有理想的舒适感。在艾默生TD3100变频器中， T_1 由F7.00设定， T_2 由F3.01设定， T_3 由F7.01设定， T_4 由控制决定，如果控制器延迟时间不够，TD3100变频器将自动延长命令保持时间。

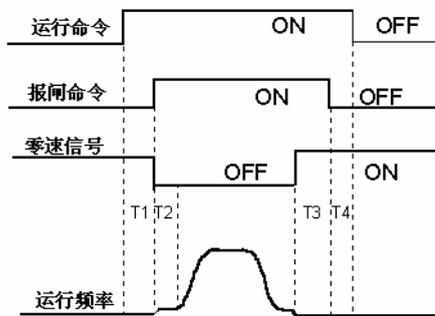


图2 电梯控制理想的控制时序图

其他

1、启动补偿

对于1.75m/s以下的中低速电梯，由于运行速度较低，基本不需要启动补偿就可以达到比较满意的程度。对于1.75m/s以上的中高速电梯，如果启动舒适感要求比较高的场合，就必须添加称重装置，进行启动转矩的补偿。一般有两种称重装置，开关量检测和模拟量检测方式。对于开关量检测具有成本低，但只能够做到有级，一般安装4个开关，可以在空载和满载之间实现任意4点的准确补偿，但是由于是有级补偿，还不能够做到理想的程度。模拟量传感器可以实现无级补偿，但是存在的问题是模拟量传感器往往随着电梯的使用，其输出会发生偏移，造成补偿错误，效果有时会比不补偿还差，因此需要定期对补偿增益进行调整。艾默生TD3100电梯专用变频器启动转矩补偿原理如下图所示

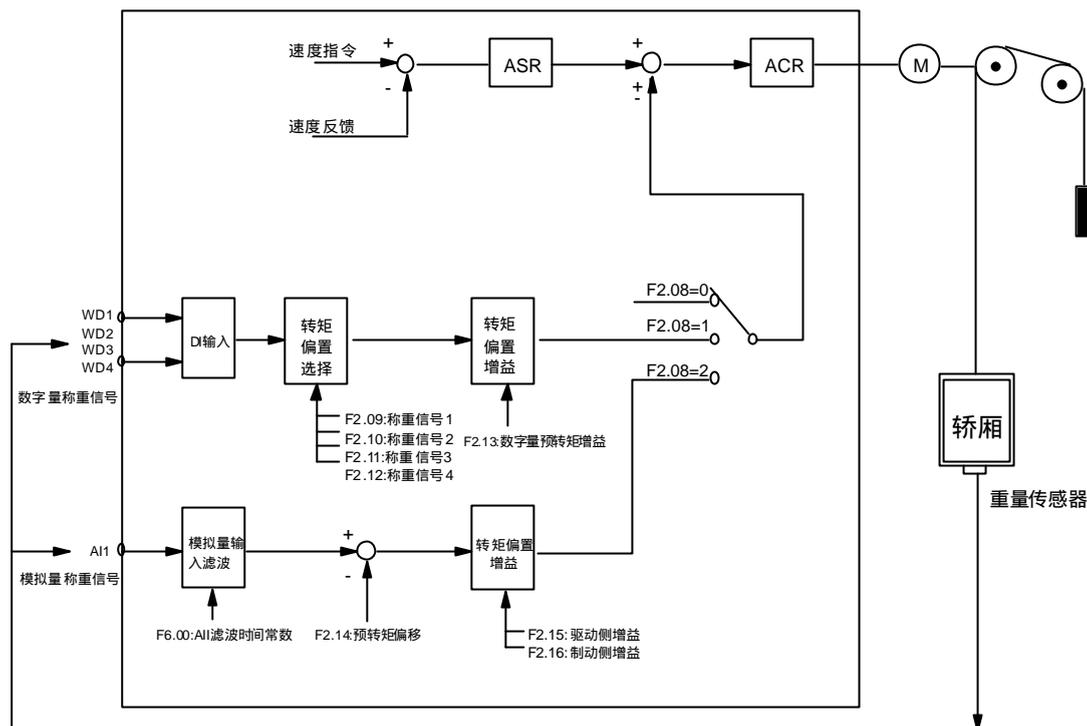


图3 艾默生TD3100电梯专用变频器启动转矩补偿原理

2、减振器和钢丝绳的合理选用

许多电梯厂家，对于减振器选用非常随意。实际上减振器对于提高电梯的舒适感有非常重要的作用。减振器一般有曳引机底座的橡胶减振垫、轿箱底部的减振弹簧或橡胶减振垫、轿箱顶部的钢丝绳减振器三种。曳引机底座的减振垫质量和减振效果千差万别，它直接影响到电梯的舒适感，特别是当电梯上行到顶层2至4层启动、停车时，问题将表现的异常突出。轿箱底部的减振器的质量将直接关系到电梯稳态运行的平稳性，如果弹性系数大，特性太硬，将起不到减振作用，会产生高频振动，人体会感觉到麻脚的感觉，严重时，将造成轿箱的高频振动，产生比较大的噪音。反之，将产生低频振荡，造成人体的下沉感。因此必须合理选用。钢丝绳的减振作用与轿箱底部的减振器作用相同，必须根据楼层高度，选用弹性系数合理的钢丝绳，在保证满载情况下，伸缩量符合要求的情况下，达到良好的减振效果。另外在高层电梯上，由于钢丝绳较长，松紧程度一致性差时，容易造成高速运行时钢丝绳的摆动，互相撞击造成轿箱的振动。一个有效的方法就是在钢丝绳末端添加钢丝绳减振器，对于钢丝绳的振动波产生有效的吸收，防止反射而形成差拍现象。

3、编码器的合理选用

编码器是电梯变频器闭环的必要器件，其合理选用对电梯的安全、可靠运行产生重大影响。从安装方式上，轴套式更加可靠，但价格相对连轴式稍贵。目前许多采用连轴式编码器厂家，由于标准连轴器在同轴度不好的情况下，很容易折断，可靠性非常差，就自己采用非常简单的连接方式，给电梯的运行带来安全隐患。从接线方式上讲，有推挽输出的和开路集电极输出的，建议在编码器连线超过5m以上时建议选用开路集电极编码器，以提高抗干扰能力。

编码器的每转脉冲数一般在300以上就可以保证变频器的正常运行，建议在成本许可的情况下，最好将编码器每转脉冲数提高到1000到2000，可以大大提高电梯的启动舒适感。原因是每转脉冲数越大，启动溜车就容易实现快速检测，从而达到转矩的快速调整，减小溜车。

4、控制系统的合理接地

电梯控制系统中，接地是一个影响可靠性的关键问题。由于我国供电的不规范，大多数场合是三相四线制，而非三相五线制，接地问题变得更加突出。在安装调试时首先必须保证控制柜、曳引机及轿箱可靠接地或零，然后是编码器接地。但是要强调的是，目前市场上编码器的规范性较差，有些编码器自身的抗干扰能力差，设计厂家将编码器引线的屏蔽层与编码器外壳连接，这是非常严重的错误。如果用户将编码器屏蔽层与变频器的地相接时，由于两端接地，变频器与电机之间存在电位差，容易产生干扰，轻者造成电梯的低频抖动和随机的过流保护，重者当调试现场曳引机没有接地或者接地不良时，电机的漏电将造成变频器接口板的严重损坏。因此，建议选用屏蔽层与外壳不连接的编码器，实施远端一点接地，可以大大提高系统的可靠性。

5、制动电阻的合理选取

制动电阻是用于消耗电梯在发电过程中产生的回馈电能，电阻阻值的选取参考变频器说明书有关内容以100%制动转矩选取，但是电阻功率大小直接关系到体积和价格，许多厂家不知道如何选取，同等功率的变频器电阻全部是一样的。这是存在严重隐患的。因为电阻的功率与楼层的高度是有关的，一个6层楼和一个30层大楼，所用变频器可能均是15KW，但是变频器发电连续运行的时间相差5倍，其功率也需要相差5倍，才

可以保证可靠性，延长电阻的寿命。因此电阻的功率应该先按照连续制动计算，然后根据不同楼层高度相应地调整功率。

结论

本文针对曳引机、电机、变频器及运行调试等内容，从电气和机械两个方面，提出了一些提高电梯启动、加速、稳态和减速停车运行过程中舒适感的有效对策，对于电梯厂家、曳引机制造厂家及电梯改造、维护厂家均有一定的参考价值。

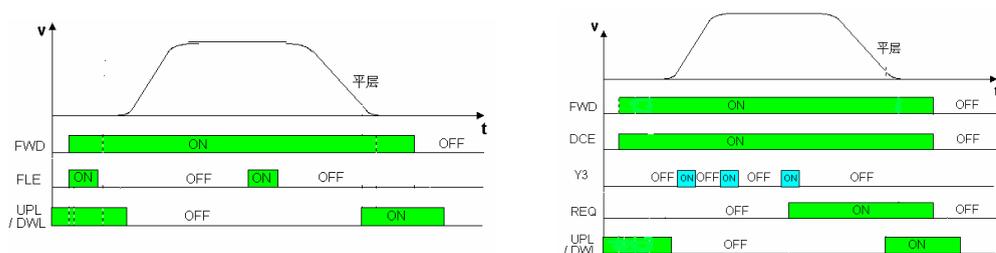
采用TD3100变频器实现的高精度定位控制的几种方法

引言

在机械加工和制造行业中，经常需要高精度位置控制，一般采用直流或者交流伺服来解决，但是成本较高。本文针对这一情况，提出了采用艾默生网络能源有限公司生产的TD3100变频器的实现方案。

TD3100距离控制原理简介

TD3100是我司在高性能矢量变频器TD3000基础上开发的电梯专用变频器，深受电梯厂家的青睐。其中的距离控制功能，实现了楼层距离自学习、直接高精度停靠功能，用户无需进行减速点的计算，简化了用户的软件设计工作量，在电梯和立体仓库方面得到了广泛的应用。变频器将各个楼层的高度信息通过编码器学习记忆在存储器中，在运行过程中，如果是给定楼层距离控制，变频器会自动计算减速点减速停车。目的楼层信息通过楼层使能端子FLE有效时，从F1~F6端子获取。如果是给定REQ请求信号的距离控制，变频器会自动计算每层的减速点，可以通过Y1~Y4可编程输出端子，提前输出给控制器，控制器在接收到每层的减速信号后，如果需要停车，就给出停车请求信号REQ给变频器，变频器就按照减速曲线正常减速停车。两种距离控制的时序如图1所示。



(a) 给定目的楼层的距离控制

(b) 给定停车请求的距离控制

图1 TD3100变频器距离控制时序

采用TD3100实现两点距离固定的定位控制方法

对于两点固定的定位控制，相当于电梯只有两层楼的情况，需要在两个端点安装限位开关，只要在两点之间进行距离自学习，直接按照给定停车请求的距离控制。

1、自学习

自学习连接线路如图2 (a) 所示。将UPL和DWL短接，左限位与右限位并联，当作平层信号输入到UPL、DWL，自学习开始的位置应该从左端或者右端的限位外的位置开始，如果不能离开限位的位置，可以先自学习后，在正常运行时通过调整平层距离调整F4.07或者层高1 F4.09来保证位置精度。设定F4.00为2 F4.01根据位置宽度来设定，用于自动计算分频系数。自学习时，将FWD、SL端子合上，即开始自学习，注意在运行到限位开关动作后，去除FWD命令，学习完成。查看F4.08和F4.09的值，看看是否正确记录。如果加减速时间太长或者过短，可以通过调整F3.11~F3.16来解决。

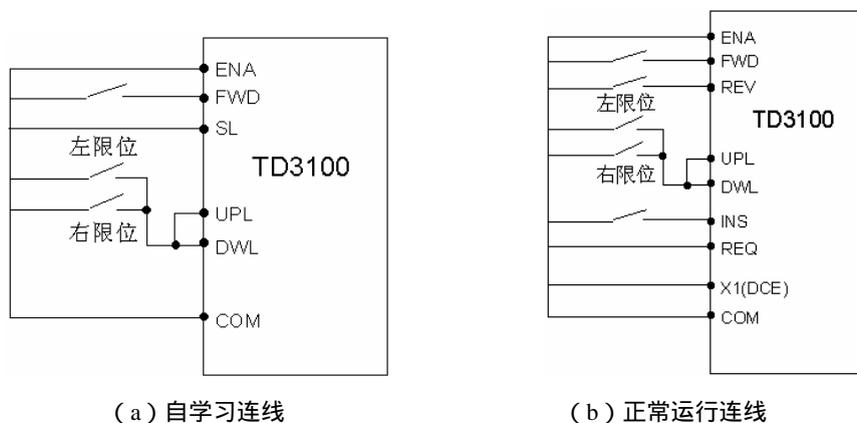


图2 采用TD3100实现两点距离固定的定位控制

2、正常运行

根据式1计算设定F1.07，式中D为控制线速度处的辊轮直径， i 为机械减速比。设定F5.00=15，选择X1端子为距离控制使能功能，根据工序需要的运行效率调整S曲线。最后通过调整F3.02和F3.21可以调整停车的位置精度。

$$F1.07 = \frac{p \times D}{i} \quad (1)$$

根据图2 (b) 接线，控制FWD、REV、INS三个命令，正常运行时只需控制FWD/REV信号。INS为点动命令，点动运行时，将INS先有效，然后控制命令FWD/REV有效即可控制点动左运行或右运行。

3、在玻屏移栽机中的应用

玻屏移栽机的结构如图3所示，采用2.2kW电机驱动，电机额定电压380V，额定工作频

率50HZ，额定电流5.0A，额定转速1420r/m，减速比1：17，安装有2个接近开关，其中1#和2#接近开关之间距离大约1400~1800毫米，移载平台带负荷约150~170kg左右。移载机要求在两个限位开关之间运动和定位，定位精度误差要求3毫米以内，单行程移动完成时间大约2-3秒，即从1#限位开关加速到恒速，再到减速停止在2#限位点的时间要求在2-3秒内完成。

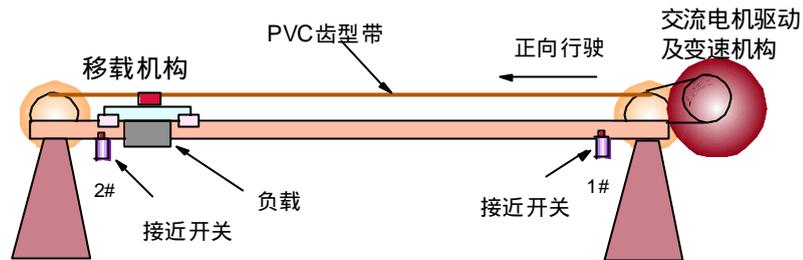
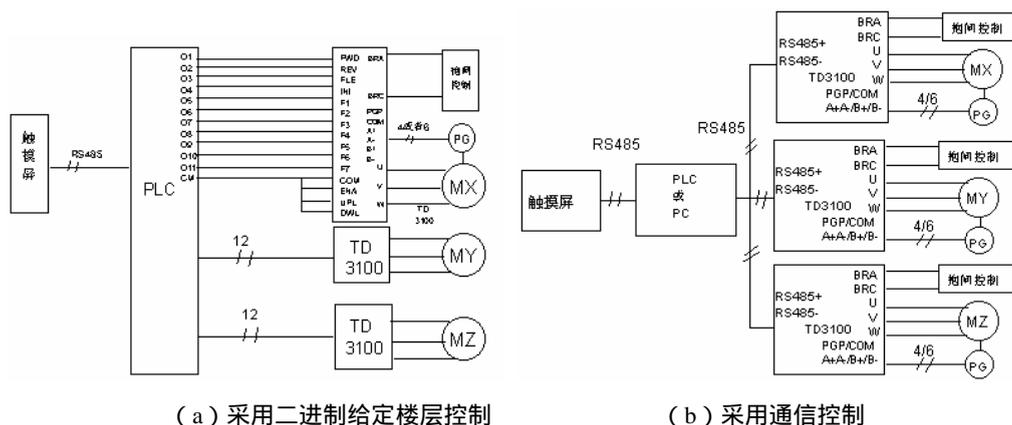


图3 玻屏移载机结构示意图

按照图2(a)接线，设定F4.00=2，先通过INS与REV闭合将车开到一侧，再通过FWD与SL端子闭合，完成自学习过程。为了提高运行效率，将S曲线有关参数设置最大，将抱闸控制延迟时间F7.00、F7.01设置为零，启动频率与启动等待时间F3.00、F3.01=0设置为零，S曲线参数F3.02、F3.11、F3.12、F3.14、F3.15均设定为 2.400m/s^2 ，F3.10、F3.13、F3.21均设定为 2.00m/s^2 ，F3.02设定为 0.3m/s^2 。结果是运行平稳，完全满足工艺精度要求，达到采用伺服控制的定位效果。

采用TD3100实现多点距离固定的定位控制方法

对于立体仓库、立体车库这样需要X、Y、Z三维多点定位运动控制的场合，采用TD3100实现，可以大大简化电路，降低成本，提高可靠性。由于最高层数可以达到128层，因此采用给定目的楼层的距离控制，使用异常简单。采用TD3100立体仓库的系统如图4所示，图中UPL与DWL信号可以使用用户的平层开关信号，也可以直接将UPL与DWL与COM短接。FLE为目的层使能端子，当其有效时，F1~F7的给定层信号有效；INI为当前层初始化端子，其有效时，恢复当前层为F1~F7的给定层。从图中对比可以看出，采用通信控制，线路简单，节省资源，节省成本。需要注意一点的是，目前该功能需要非标定制。当然该系统在应用前还需要进行层高自学习，自学习方法同上节描述，只需要将总层数F7.00按照实际情况设定即可。



(a) 采用二进制给定楼层控制

(b) 采用通信控制

图4 采用TD3100变频器的立体仓库系统

采用TD3100实现两点距离变化的定位控制方法

TD3100在实现两点距离变化的定位控制的时候,使用方法基本同两点距离固定的定位控制方法,唯一的区别是必须在停车方式下,手动或者自动改变层高1 F4.09的数值,然后运行即可。由于手动更改困难,一般需要通过上位机进行通信控制来实现。另外,由于为距离给定控制,为了防止上下或者左右到位产生机械冲击,需要两个限位开关用于位置到位的判别。

该功能的典型应用主要应用在类似智能数字舞台控制这样的多电机多轴高精度距离控制系统中。采用PROFIBUS-DP现场总线控制的现代舞台驱动系统如图5所示。该系统采用PC机控制,内置西门子插卡式PROFIBUS主站控制板CP5611或者CP5412均可,实现手动和自动控制。适配器采用EMERSON生产的PROFIBUS-DP适配器TDS-PA01与TD3100直接接口。采用PROFIBUS控制的目的是,由于舞台控制电机较多,可以达到较高的实时控制精度和较快的响应时间,达到既快又准的目的。

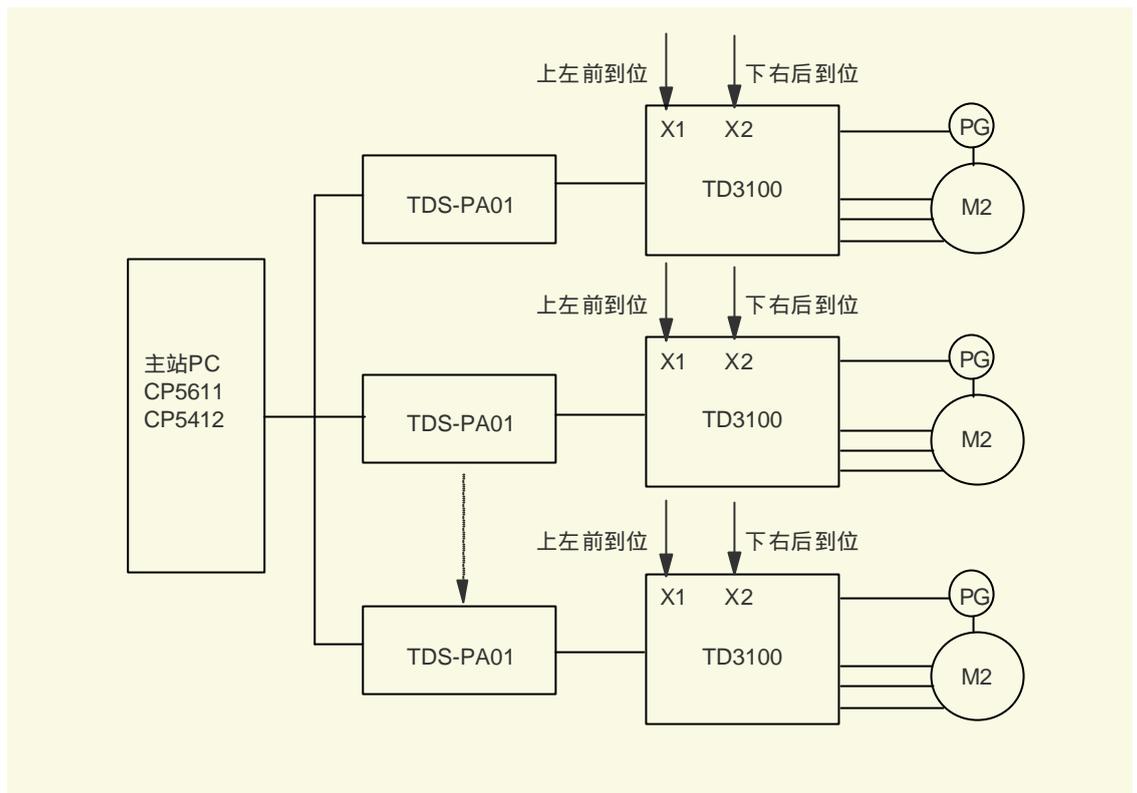


图5 采用PROFIBUS-DP现场总线控制的现代舞台驱动系统

结束语

TD3100除在电梯方面的应用外，通过灵活的配置，可以应用在多种需要定位和距离控制的场合，同时可以有效地减少用户硬件设计成本和软件设计工作量，提高控制系统可靠性。

带载调谐后相关参数的调整方法

TD3000目前的参数辨识算法建立在电机空载的基础上，带载辨识得出的参数不准确，所以《TD3000变频器用户手册》中规定不能带负载进行辨识，但是在某些不能卸掉负载的场合，也可以进行参数辨识，然后对辨识的电机参数进行一定调整，操作步骤如下：

- 1、正常启动调谐；
- 2、电机定、转子电阻 (F1.11、F1.13)不变，即为真实值；
- 3、调整空载电流 (F1.16)，空载电流大小基本在电机额定电流的50%左右，可在40%—60%之间进行调节。带载辨识的空载电流肯定比实际的空载电流大，所以应调小F1.16；
- 4、根据空载电流的调整比例调整电机互感 (F1.15)，调整比例可按式计算：

$$L_M = L_M' * (I_0' / I_0)^2$$

其中： L_M' 、 I_0' 为带载辨识出来的电机互感和空载电流， I_0 为调整后的空载电流。

- 5、按照漏感不变的原则调整电机定、转子电感值（定、转子电感值相等）。辨识后即可确定出漏感值：

$$L_0 = L_S' - L_M'$$

其中： L_0 为漏感， L_S' 、 L_M' 为辨识出来的定子电感和互感，即功能码F1.12和F1.15。

然后由调整后的互感值与漏感值求和得到调整后的定、转子电感。

$$L_S = L_R = L_M + L_0$$

举例如下：

对一台15KW、额定电流为30A的电机进行带载辨识，辨识出的参数如下：

RS (F1.11)=0.25 、LS (F1.12)=14.8mH、RR (F1.13)=0.2 、

LR (F1.14)=12.8mH、LM (F1.15)=12.8mH、I0 (F1.16)=25A

做调整如下：

- 1、调整空载电流为40%的电机额定电流，则修改F1.16=30*40%=12A；
- 2、修改F1.15=12.8*(25/12)²=55.5mH；
- 3、计算漏感I0=14.8-12.8=2mH，修改定、转子电感F1.12=F1.14=55.5+2=57.5mH

则调整后的电机参数为：

RS (F1.11)=0.25 、 LS (F1.12)=57.5mH、 RR (F1.13)=0.2 、

LR (F1.14)=57.5mH、 LM (F1.15)=55.5mH、 I0 (F1.16)=12A

实际运用中，可多次重复进行上述修改，争取获得最佳参数值，得到更好的控制性能。

如果在实际场合中要求调谐时电机不能运转，也可做参数辨识，这种情况只能运行调谐的前两步，即调谐时观察到电机刚要运转时就可手工按STOP键结束调谐，这时得到的定、转子电阻是准确的，其它参数可在缺省参数的基础上按上述方法进行修改调整。