
台达 M 系列变频器在车床主轴上的应用

一、简介

数控机床的技术水平高低及其在金属切削加工机床产量和总拥有量的百分比,是衡量一个国家国民经济发展和工业制造整体水平的重要标志之一。数控车床是数控机床的主要品种之一,它在数控机床中占有非常重要的位置,几十年来一直受到世界各国的普遍重视,并得到了迅速的发展。主轴是车床构成中一个重要的部分,对于提高加工效率,扩大加工材料范围,提升加工质量都有着很重要的作用。经济型数控车床大多数是不能自动变速的,需要变速时,只能把机床停止,然后手动变速。而全功能数控车床的主传动系统大多采用无级变速。目前,无级变速系统主要有变频主轴系统和伺服主轴系统两种,一般采用直流或交流主轴电机。通过带传动带动主轴旋转,或通过带传动和主轴箱内的减速齿轮(以获得更大的转矩)带动主轴旋转。由于主轴电机调速范围广,又可无级调速,使得主轴箱的结构大为简化。目前对客户来说由于变频器的高性价比,所以变频器在车床上使用非常普遍。台达 M 系列变频器以其独特的性能和优越的性价比,在数控机床的应用上迅速崛起,成为目前市场上一支强大的生力军。

二、变频器特点的介绍

1. 体积小,属于迷你型产品,占用控制柜空间较小;
2. 控制方式为正弦波 SPWM (提供无速度反馈矢量控制),控制性能较以前的 VF 控制方式有很大性能上的改善,特别是在低速转矩上满足机床主轴的需求,5HZ 时起动转矩能够达到 150%以上;
3. 载波频率范围 0-15KHz,减小电机的电磁噪音;
4. 提供标准的 0-10V 模拟量接口(输入阻抗 47Kohm,输出阻抗 250Kohm),能够与大多数数控系统接口兼容,通用性强;
5. 过负载能力强,150%以上额定输出电流超过一分钟;
6. 提供多功能的输出端子信号,例如零速信号,运转中信号,速度到达信号,故障指示,

满足系统对于主轴速度状态的监控；

7. 自动转矩补偿，满足机床主轴在低速情况下的加工需求；
8. 提供三组异常纪录，供维修人员从侧面了解机床主轴实际的运行状况；
9. 电机参数自动整定功能，在线识别电机参数，保证系统的稳定性和精确性。

三、调试环境以及接线、调试方法

客户选配电机为 3.0KW/50Hz/380V，选用变频器型号为 VFD037M43，制动电阻 400W/150ohm。

如图 1：

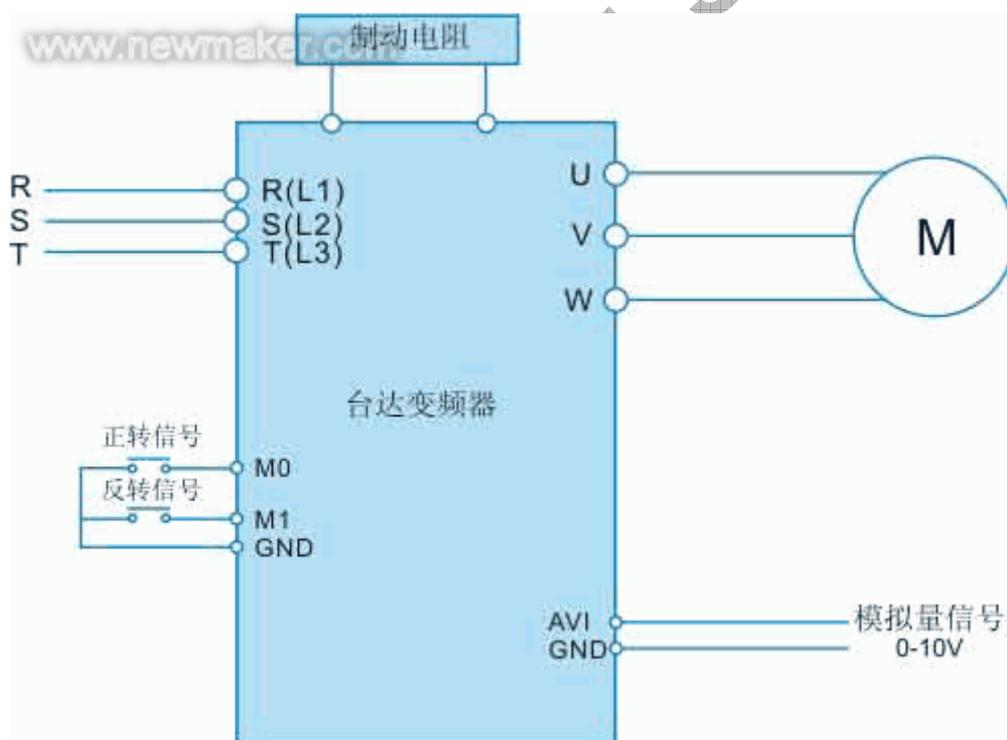


图 1 接线图

变频器 AVI/GND 端子提供与数控系统速度模拟量，AVI 接数控系统模拟量接口正信号，GND 接负信号，信号为 0-10V 模拟电压信号，控制主轴转速。M0/M1/GND 为变频器的正转/反转信号端子，通常由数控系统发出正转信号 FWD 或者反转 REV，来驱动中间继电器，中间继电器的常开接点接入变频器 M0/GND 或者 M1/GND，从而控制变频器的正反转。

在参数调整过程中，需要注意：

1. P00 参数为选择主频率输入设定来源，设置为模拟信号 0-10V 输入（1）；
2. P01 参数为运转信号来源设定，设置为外部端子信号控制（2）；
3. P03 最高操作频率选择，对应于模拟信号 10V 输入时变频器的输出频率，由于是在 0-3500rpm 范围内调速，将机械减速比这算进去以后，此参数需要设置为 184HZ；
4. P04 和 P05 按照电机铭牌设置，P04=50Hz，P05=380V；
5. P10 和 P11 为加速时间和减速时间，根据客户的要求，P10=5S，P11=5S；
6. P105 为控制方式的选择，需要选择矢量控制，P105=1；

特别需要注意，由于矢量控制需要提供电机参数（阻抗），变频器提供电机参数自整定功能 P103，选择 P103=2，通过面板运行键，变频器会自动运行。自动运行过程中，除了计算出电机参数以外，还能够检测出空载电流，这几个参数对于矢量控制能够表现出较高的性能非常重要，这个过程会持续十几秒钟时间。在执行自整定功能前，一定要确认电机侧是否没有任何连接，包括减速皮带。

四、调试结果

测试结果如下：

表 1 空载电流测试结果

主轴转速	V/F控制时空载电流	无速度传感器矢量控制时空载电流
500rpm	3.4A	1.6A
1000rpm	2.3A	1.6A
2000rpm	1.3A	1.3A
3000rpm	1.4A	1.5A

表 2 负载电流测试结果

主轴转速	VF控制时负载电流	无速度传感器矢量控制时负载电流
300rpm	6A	4.5A
1000rpm	5A	3.3A

从上表可以看出在恒转矩输出的频率段（0-50Hz），矢量控制的空载电流几乎只有VF控制的一半，负载时电流也比VF小一些；而且负载切削时，VF控制在初期有很明显的速度下降，而且空载速度和负载速度有比较大的差值。而相对于矢量控制，主轴转速初期虽然也会有下降，但是下降值较小，并且速度会很快回升，最终空载速度和负载速度相差不是很明显。经过上面的调试，相比较原来的VF控制，性能有了很大的改善，无论从空载电流，低速力矩，还是速度的变化，效果都是非常明显的，完全能够满足数控机床的需求。

<http://www.newmaker.com>

[\(如果您是本文作者，请点击此处\)](#)

WWW.SHEJIS.COM