「变频器」

变频器有级调速的单片机控制

文/苏州市立医院东区　陈玉红

介绍了一种单片机控制板和MD280变频器的功能后，采用按钮控制通过单片机控制板对变频器实现多段速的有级调速。提出了使用三菱PLC编程软件设计单片机控制梯形图程序，然后通过专用转换软件转换成HEX目标代码，再烧录到单片机芯片内的开发方法。给出了电气原理图、部分控制梯形图。

采用变频器驱动是在工农业生产中实现电动机节能的基本措施之一。变频器的调速有无级和有级调速两种，它们可通过操作面板控制、外接电压或电流控制、总线控制和端子控制。当变频器是多功能输入端设置成为多段速方式时，即可利用单片机输出引脚的开关量对变频器的多功能输入端进行控制，实现三相异步电动机的正/反转和多种速度的有级调节。本文以STC11F60XE单片机应用系统组成的16点输入14点输出的开关量控制板，利用该控制板三个输出点的不同组合来实现变频器的8级速度调节控制。速度的逐级切换由按钮SP_UP或SP_DWN进行加速或减速控制。按一次按钮便可以升或降一级速度。

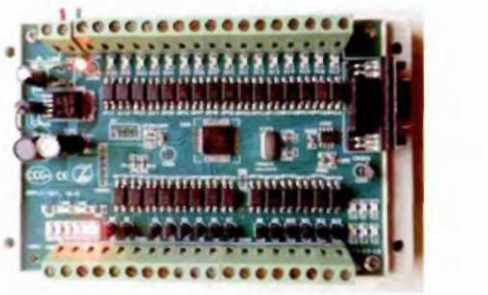
单片机控制板

单片机控制板由STC11F60XE单片机、外扩存储器24C16、16路光电隔离开关量输入、14路光电隔离开关量输出、24 V降至5 V的DC/DC转换电路，其原理框图如图1所示。该控制板的实物如图2a所示，板上各端子的排列如图2b所示。

图1　单片机控制板原理框图

MD280变频器

MD280变频器是深圳市汇川技术股份有限公司生产的通用多功能变频器。MD280不仅支持操作面板，端子和串口通信控制三种控制方式，还具有多点V/F、多段速、简易PLC、PID、摆频、跳跃频率、转速跟踪等功能。这里选用三相通用型MD280变频器，该变频器的接线端子分布如图3所示。端子的功能如表1所示。



(a) 控制板

(b) 端子排列

图2　30点单片机控制板

图3　接线端子分布

表1 变频器端子功能

类别	端子标记	名称	功能说明
主回路	R、S、T	三相电源输入端	三相交流电源输入连接点
	（+）、（-）	直流母线正、负端子	共直流母线输入点
	（+）、PB	制动电阻连接端子	30 kW以下外接制动电阻点
	U、V、W	变频器输出端子	外接三相电动机
控制回路	A+、A-	485通信接口	标准485通信接口
	AI1、GND	模拟量输入端子1	1. 输入电压范围：DC 0～10 V（可以非标定制为DC－10～＋10 V） 2. 输入阻抗：20 kΩ
	AI2、GND	模拟量输入端子2	1. 输入范围：DC 0～10 V（可以非标定制为DC－10～＋10 V）/0～20 mA，由控制板上的J1 跳线选择决定 2. 输入阻抗：电压输入时20 kΩ，电流输入时500 Ω 3. 键盘电位器输入：通过 J2 跳线，可以在AI2 和外接键盘电位器之间切换
	AO、GND	模拟量输出	由控制板上的 J3 跳线选择决定电压或电流输出 输出电压范围：0～10 V 输出电流范围：0～20 mA 注意：AO，FM，DO3 三功能共用通道，只能选择一种功能
	DI1/DI2/DI3/DI4/DI5、COM	数字输入量1/2/3/4/5	1. 光耦隔离 2. 输入阻抗：3.3 kΩ 只能使用内部电源给DI供电
	DO1/DO2、COM	数字量输出	使用外部电源给DO 供电时，J7 使用跳线短接24 V、EXT 使用内部电源给DO 供电时，J7 使用跳线短接24 V、IN 光耦隔离，开路集电极输出 输出电压范围：0～24 V 输出电流范围：0～50 mA
	FM、COM	高速脉冲输出	当作为高速脉冲输出，最高频率到50 kHz 当作为集电极开路输出DO3 功能使用时，与DO1规格一样 注意：AO，FM，DO3 三功能共用通道，只能选择一种功能
	T/A、T/B	常闭端子	触点驱动能力：AC 250 V，3 A，$\cos\varphi=0.4$。DC 30 V，1 A
	T/A、T/C	常开端子	
	+10 V、GND	外接+10 V电源	向外提供+10 V 电源，最大输出电流：10 mA 一般用作外接电位器工作电源，电位器阻值范围：1～5 kΩ
	+24 V、COM	外接+24 V电源	向外提供+24 V 电源，一般用作数字输入输出端子工作电源和外接传感器电源 最大输出电流：200 mA

变频器与单片机板连接

MD280变频器由STC11F60XE单片机控制板实现8段速有级调速的电气原理如图4所示。图中变频器的型号为：MD280T11G/15P，配用三相异步电动机功率为11 kW，外接制动电阻选用43 Ω 800 W；单片机控制板输入点X17接变频器的继电器输出端子，默认为“故障输出”，但需要改为“运行准备就绪”；X02接停止按钮STP，按下为变频器停止输出；X03接按钮SFD，按下为变频器正转运行；X04接按钮SRS，按下为变频器反转运行；X05接按钮SP_UP，按一次为变频器升一级速度按钮；X06接按钮SP_DWN，按一次为降一级速度按钮；X07接变频器电源接触器KM1常开触点。单片机控制板输出点Y02接控制变频器主电源接触器KM1的继电器KJM；Y03接指示灯HL_F，点亮表明电动机正向运行；Y04接指示HL_R，点亮表明电动机反向运行；Y11、Y12、Y13分别接变频器的多功能端子DI5、DI4、DI3；Y14、Y15分别接变频器的反转、正转运行控制端子。变频器端子的参数设定如表2所示。在功能码“F8－00”中设置参数值“0”选定多段速0给定方式。数字量输入多功能端子DI5、DI4、DI3的状态与对应的段速如表3所示，

当正转SFD或反转按钮SRS按下后，电动机按照频率5 Hz速度运行。按下按钮SP_UP，电动机升一级速度运行，每按一次，升一级速度，直到第8

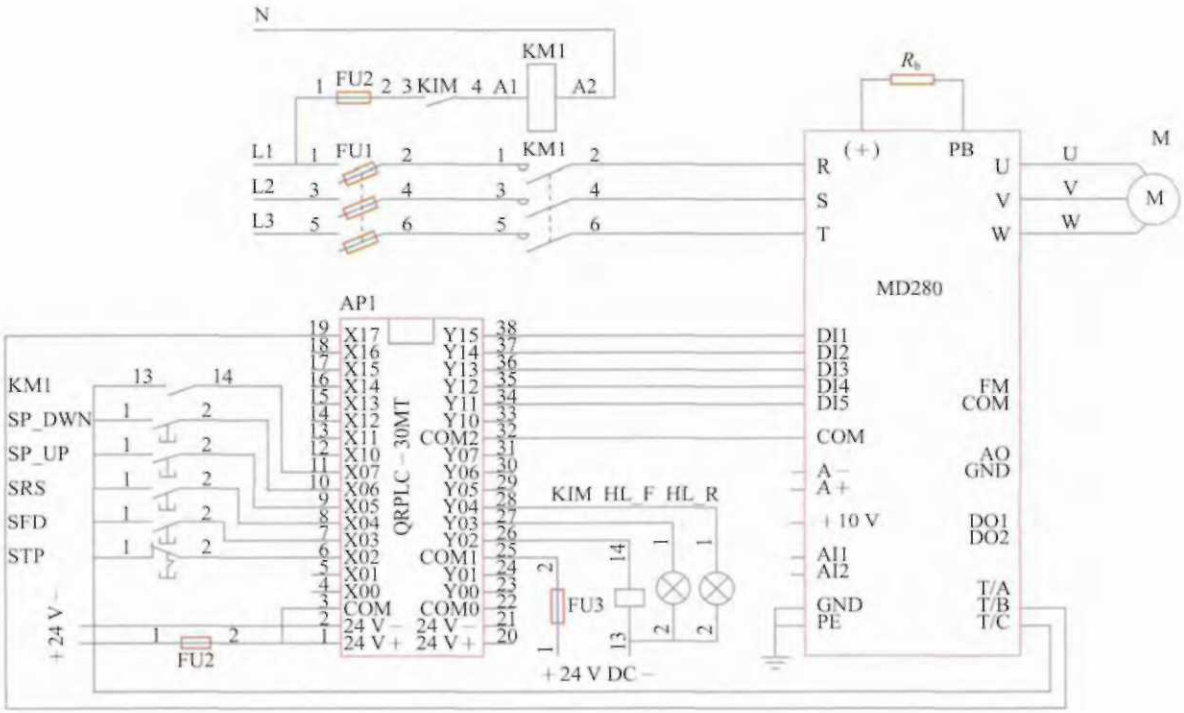


图4　变频器的单片机有级调速原理

级速度为止。按下按钮SP_DWN，电动机降一级速度运行，每按一次，降一级速度，直到第0级速度为止。当电动机运行在中间某一级速度时，同样可以按SB6或SB7进行升或降一级速度。

在实际工程中，各级速度大小的设置可以根据工艺要求来设定。速度的大小要求可以在表3所示变频器功能码F8－01～F8－08中设置相应的值来满足工艺上的要求。

表2　端子参数设置

输入端子号	功能码	出厂值	设置值	设置功能
DI1	F2－00	1（正转运行）	1	正转运行
DI2	F2－01	2（反转运行）	2	反转运行
DI3	F2－02	4（正转点动）	12	多段速端子1
DI4	F2－03	8（自由停车）	13	多段速端子2
DI5	F2－04	0（无功能）	14	多段速端子3
T/A、T/C	F3－01	2（故障输出）	16	运行准备就绪

表3　8段速度与多段速控制端子对应表

多段速	功能码	端子DI5	端子DI4	端子DI3	运行频率/Hz	Y11Y12Y13
多段频率0	F8－01	断开（off）	断开（off）	断开（off）	5	000
多段频率1	F8－02	断开（off）	断开（off）	闭合（on）	12	001
多段频率2	F8－03	断开（off）	闭合（on）	断开（off）	18	010
多段频率3	F8－04	断开（off）	闭合（on）	闭合（on）	23	011
多段频率4	F8－05	闭合（on）	断开（off）	断开（off）	30	100
多段频率5	F8－06	闭合（on）	断开（off）	闭合（on）	37	101
多段频率6	F8－07	闭合（on）	闭合（on）	断开（off）	43	110
多段频率7	F8－08	闭合（on）	闭合（on）	闭合（on）	50	111

控制程序编制

本单片机控制板的编程不同于传统采用汇编或C51的方法，而是使用三菱PLC的编程软件FXGPWIN3.3，用梯形图编制源程序，如图5所示。然后通过一种专用的PMW文件转换成HEX软件PWM-HEX-V2.4.exe，将梯形图程序转换成单片机可执行的目标代码，再通过单片机烧录程序“STC_ISP_V486.exe”将目标代码烧录到单片机芯片内。

（下转第61页）

统，如果在理想情况下，使发电机的出口开关合闸，则在发电机定子回路中的环流将为零，这样不会产生电流和电磁力矩的冲击。

同期屏配置江苏国瑞自动化公司自动准同期装置。该装置具有并网安全可靠、快速、稳定、精度高、功能多的优点。自动准同期是利用滑差检查、压差检查及恒定导前时间的原理，通过时间程序与逻辑电路，按照一定的控制策略进行综合而成的，它能自动监视电压差、频率差级选择理想的时间发出合闸脉冲，使断路器在相角差为0°时合闸，圆满地完成准同期并列的基本要求。

设计中其他技术亮点

1）发电机引出线采用先进的屏蔽绝缘铜管母线。该型管母线具有载流量大、机械强度高、温升小、绝缘水平高的特点，避免了原有裸露母线桥在运行中时有发生的污闪、金属物或小动物引起的相间短路或接地短路事故，对提高供电的可靠性，实现母线全免维护安全运行起到了积极的作用。

2）采用高压变频技术，节能效果显著。本设计锅炉配有两台引风机，电动机功率约500 kW，每台引风机可满足额定负荷的70%，两台引风机配套一台高压变频器，可满足锅炉工况变化的调节。同时，发电机组的循环水泵房设有三台循环水泵，两用一备，也配套一台高压变频器，进行负荷调节。采用变频技术后，节能效果显著，具有广泛的推广价值。

3）采用大容量高速开关FSR与电抗器并联的限流方案。FSR具有开断时间短（约5 ms）、开断能力强（120～200 kA）的特点，正常运行时FSR将电抗器短接，避免了电抗器巨大的电能损耗和大型电动机起动时的电压降。短路时FSR快速断开，负荷侧断路器的开断电流受电抗器限制到允许范围。该方案既提高了系统的可靠性，又大大降低了系统投资，运行效果良好。

4）采用WX－98F型微机自动准同期装置。该装置具有并网安全可靠、快速、稳定、精度高、功能多的优点；配合YAC－2000同期智能控制操作箱，可使对对象同期接线大为简化。同时在并网过程中，对于系统电压过高或过低、系统频率过高或过低、机组电压过高或过低、机组频率过高或过低以及电压回路断线、过励磁等，装置具有保护告警功能。

经济效益和社会效益显著

锅炉为全燃高炉煤气锅炉，投产后平均每小时燃用高炉煤气14万m^3，按年工作8 400 h计，年可减少煤气放散为11.76亿m^3，折合标准煤12.44万t，直接经济效益约7 560万元。扣除运行费用（含电耗、水耗、维修费用、折旧、人工工资等）3 943万元，年经济效益3 617万元。减少煤气放散，减少污染。有利地改善了厂区及周边地区的环境。因此，该项目的实施具有良好的经济效益和社会效益。**EA**

（收稿日期：2014.10.25）

［责任编辑：白文亭］

（上接第57页）

图5　有级调速梯形图

将图5梯形图程序转换成单片机目标代码，下载到控制板上的STC11F60XE芯片进行试验。试验结果达到预期要求，与PLC控制具有同样功能，但成本仅为PLC的1/3。

结束语

利用按钮通过单片机输出的开关量对变频器的数字输入多功能端进行控制，实现三相异步电动机的正反转、多速有级调节。实际应用中，人们可以按照控制系统要求取其中的几段，并设置合适的速度值（频率），使系统尽可能地工作在高效能状态。对大多数控制系统来说，这种多级速度控制方式不仅能满足其工艺要求，而且接线简单、抗干扰能力强，使用也方便。与利用模拟信号进行速度给定的方法相比较，成本较低，并且不存在因外界噪声和内部漂移带来的一些问题。**EA**

（收稿日期：2014.12.25）

［责任编辑：白文亭］