

基于人机交互的卧式车床多段速度控制的实现

春兰,韩文颖,巴特尔,徐明娜

(内蒙古工业大学 工程训练教学部电工电子实习中心,内蒙古 呼和浩特 010051)

摘 要:分析 CED6140A 卧式车床主轴电机转速控制的现状和缺点,提出基于 S7-200 PLC 和 G120C 变频器的 CED6140A 卧式车床主轴电机多段速控制方法,选用 TPC1061i 触摸屏作为 PLC 的上位机,完成了人机交互界面的设计。采用该控制方法对 CED6140A 卧式车床进行主轴电机多段速调速实际试验,实验结果显示:该控制方法运行平稳、可靠,且调速范围广;同时速度设置方便灵活,与齿轮调速相比灵活性和效率大大提高。

关键词:PLC;多段速调速;控制

中图分类号:TG51 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2023)04-0093-03

Realization of Multi-step Speed Control for Horizontal Lathe Motor Based on PLC

CHUN Lan, HAN Wenying, BA Teer, XU Mingna

(Engineering Training Education Department, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China)

Abstract: By analyzing the current status and disadvantages of speed control for CED6140A horizontal lathe motor, the method of multi-step speed control based on S7-200 PLC and G120C frequency changer is proposed. TPC1061i touch screen is selected as the upper computer for PLC to complete the design of human-machine interaction interface. And by the proposed method, actual tests are conducted to adjust the multi-step speed of CED6140A horizontal lathe motor. The results show that the proposed control method has the advantages of smoothness and reliability of operation, extensive range of speed control and convenient and flexible speed setting, which, in comparison with gear speed regulation, is much more flexible and efficient.

Keywords: PLC; multi-step speed adjustment; control

0 引言

CED6140A 卧式车床结构成熟,主轴变速范围广,可以车削内外圆柱面、内外圆锥面、端面、倒角、成形表面和切槽,可以钻孔、铰孔和拉油槽,并且还可以加工公制螺纹、英制螺纹、模数螺纹、径节螺纹和周节螺纹等。适合加工钢、铸铁、有色金属及非金属材料。对于不同的加工工艺,需要主轴输出不同的转速。而主轴转速的改变需要主轴停车的情况下,通过转动手柄到不同的位置来改变的。每次改变速度都需要转动手柄,从而影响整个工作效率;同时频繁更换主轴转速增加了齿轮之间磨损,影响产品的质量。此外,齿轮在工作过程中存在噪声大、运行不平稳和调速冲击大等缺点^[1-2]。为了提高工作效率,保障产品质量,同时考虑经济因素,对 CED6140A 车床进行小型化改造具有重要的意义。

变频器具有节能降耗与保护电器设备的功能,应用范围越来越广。利用自动控制技术,可以达到对变频器电源的三相交流电动机和异步电动机的控制,从而能够有效地实现无级调速、自动控制、高精度控制等^[3-4]。因生产工艺、生产效率和生产质量等方面的要求,许多生产机械要求在不同的工作阶段电动机运行在不同的转速,可以通过

PLC 对每个段速的运行时间进行设置,从而实现多段速运行的自动控制^[5]。PLC 以其编程简单方便、控制稳定可靠、功能强大等优点通常作为控制器广泛应用于现代工业控制领域,触摸屏作为人机交互界面在一定程度上减少 PLC 外部 I/O 点的使用以及减轻系统外部按钮开关的连线复杂程度,同时也提高了运行维护的方便性^[6-7]。根据控制要求,通过触摸屏去控制 PLC,调节变频器的输入参数,从而改变变频器输出频率,进而实现主轴电机多段速控制的目的。

1 系统设计

1.1 电机调速原理

三相异步电动机的转速

$$n = \frac{60f}{P} (1-s) \quad (1)$$

式中: n 为三相异步电动机的转速; f 为电源频率; P 为磁极对数; s 为转差率。

从式(1)可知,改变 f 、 P 、 s 参数即可改变电动机转速。其中改变频率 f 的调速称变频调速。从实现原理上考虑,变频调速是一个简捷的方法。从调速特性上看,变频调速

基金项目:内蒙古自然科学基金项目(2018LH05031;2019LH05017)

第一作者简介:春兰(1980—),女,内蒙古兴安盟人,高级实验师,博士,研究方向为工业控制,83974547@qq.com。

的任何一个速度段的硬度均接近自然机械特性,因而调速特性好。如果能有一个可变频率的交流电源,则其可实现连续调速,且调速平滑性好。变频器就是一种可以实现变频、变压、变交流电源的专业装置。

1.2 系统设计

系统设计如图 1 所示,根据 CED6140A 卧式车床主轴电机型号和变频器控制电机的特点,同时考虑经济性,触摸屏选用 MCGS TPC1061Ti,PLC 选用 S7-200 CN,变频器选用 SINAMICS G120C。MCGS TPC1061i 触摸屏具有 259.08 mm(10.2 英寸)高亮度 TFT 液晶显示屏,四线电阻式触摸屏,同时还预装了 MCGS 嵌入式组态软件(运行版),具有强大的图像显示和数据处理的功能。S7-200 CN 具有 14 个数字量输入,10 个继电器输出,在工业控制中应用较广泛。SINAMICS G120C 是西门子生产的紧凑型变频器,它紧凑的尺寸、便捷的快速调试、简单的面板操作、方便友好的维护以及丰富的集成功能都将成为新的标准。该变频器具有 6 个数字量输入,2 个数字量输出,1 个模拟量输入和 1 个模拟量输出。

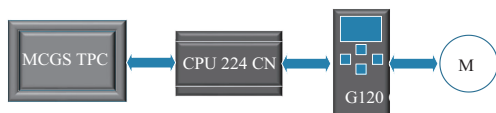


图 1 系统设计图

触摸屏主要实现启动、停止及显示的功能,通过 PLC 输出端口控制变频器的输入,根据控制要求设定好 PLC 程序及变频器的设定,从而实现电机的多段速运行控制。

1) 触摸屏的设计

触摸屏的设计如图 2 所示,其中选择位 0、1、2 和 3 各对应一个指示灯,如图 2(a);当选择位被选择时,对应指示灯亮,如图 2(b)所示,按动对应取消选择位按钮即可取消,指示灯灭。总启动和总停止按钮具有最高级别,在启动时先按总启动后选择位按钮才起作用。而不管什么运行状态,只需按动总停止按钮运行即可停止。

根据转速要求选择不同的选择位,不同的选择位组合可以实现不同的转速。



(a) 选择位均未选中

(b) 选择位1和3被选中

图 2 触摸屏的设计

2) 触摸屏与 PLC 的连接

触摸屏的选择位按钮 0、1、2、3 分别对应 PLC 位逻辑 M0.0、M0.1、M0.2 和 M0.3,总启动和总停止分别对应 M0.4 和 M1.4;触摸屏取消选择位分别对应 PLC 位逻辑 M1.0、M1.1、M1.2 和 M1.3,如表 1 所示。

表 1 触摸屏与 PLC 程序对应参数

触摸屏	PLC	触摸屏	PLC
选择位 0	M0.0	取消选择位 0	M1.0
选择位 1	M0.1	取消选择位 1	M1.1
选择位 2	M0.2	取消选择位 2	M1.2
选择位 3	M0.3	取消选择位 3	M1.3
总启动	M0.4	总停止	M1.4

触摸屏中选择位 0、1、2、3 分别控制 PLC 输出端 Q0.0、Q0.1、Q0.2、Q0.3,即当 PLC 输出端有输出时,对应的选择位变为高电平而被选择。当选择位被选择时,与选择位对应的变频器数字量输入端的状态变为 1,从而选择与其对应的转速,进而实现变频器的多段速控制。

通过 PLC 输出 Q0.0—Q0.4 分别控制变频器数字量输入端,PLC 输出不同的组合,即变频器数字量不同组合,即可实现变频器输出不同的转速而实现调速目的。

3) PLC 与变频器的连接

PLC 与变频器的连接如表 2 所示,PLC 的输出端子 Q0.0、Q0.1、Q0.2、Q0.3、Q0.4 分别接变频器数字量输入端口 DI0、DI1、DI4、DI5、DI2;将 PLC 的 1L 和 2L 端子与变频器 24 V 端子连接。

表 2 PLC 与变频器端口对应

Q0.0	Q0.1	Q0.2	Q0.3	Q0.4	1L	2L
DI0	DI1	DI4	DI5	DI2	24 V	24 V

2 多段速控制的实现

2.1 变频器硬件接线

变频器的硬件接线如图 3 所示。L1、L2、L3、PE 连接三相电源插头;1、2、3、4 端子接电抗器;5、6、7、16、17 端子分别连接 PLC 的输出端子;28、69、34 端子相互短接;U2、U2、W2 连接 CED6140A 卧式车床。电机的多段速控制,可将与车床主轴电机对应的参数输入至对应的变频器参数中来实现。

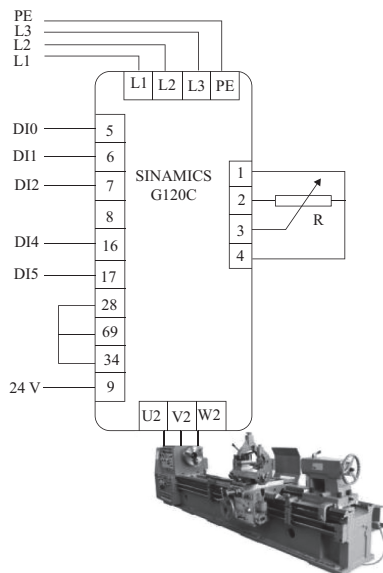


图 3 变频器硬件接线图

2.2 变频器参数设置

三相异步电动机采用四线制控制,设置 15 个转速,因此需要设置变频器 4 个数字量输入端口,如表 3 所示。端子 5(DI0)、6(DI1)、16(DI4)和 17(DI5)分别接通 PLC 输出端 Q0.0、Q0.1、Q0.2 和 Q0.3,通过 PLC 程序,实现端子的开关状态,不同的组合实现多段速的控制。通过 PLC 输出端 Q0.4 控制变频器数字量输入端子 7(DI2),即启动电机。如当 PLC Q0.0 和 Q0.1 有输出时,变频器 DI0、DI1 导通,即选择表 3 中 P1003,变频器输出 P1003 设定的转速;如当 PLC Q0.2 和 Q0.3 有输出时,变频器 DI4 和 DI5 导通,即选择 P1012,变频器输出 P1012 设定的速度;以此类推,同理可实现变频器 15 中不同转速的输出,从而实现 15 段速控制,即实现了 CED6140A 卧式车床主轴电机的多段速控制。

表 3 多段速的转速与对应端子

段速 序号	对应的 转速参数	输入端子开关状态			
		5 端子	6 端子	16 端子	17 端子
1	P1001	0	0	0	1
2	P1002	0	0	1	0
3	P1003	0	0	1	1
4	P1004	0	1	0	0
5	P1005	0	1	0	1
6	P1006	0	1	1	0
7	P1007	0	1	1	1
8	P1008	1	0	0	0
9	P1009	1	0	0	1
10	P1010	1	0	1	0
11	P1011	1	0	1	1
12	P1012	1	1	0	0
13	P1013	1	1	0	1
14	P1014	1	1	1	0
15	P1015	1	1	1	1

2.3 PLC 程序编写

多段速控制 PLC 程序如图 4 所示,每个网络分别对应表 1 中选择位、取消选择位、总启动和总停止等。程序中的输出 Q0.0—Q0.4 控制变频器输出端子,从而实现变频器输出不同的转速,即可实现车床电机的不同转速。

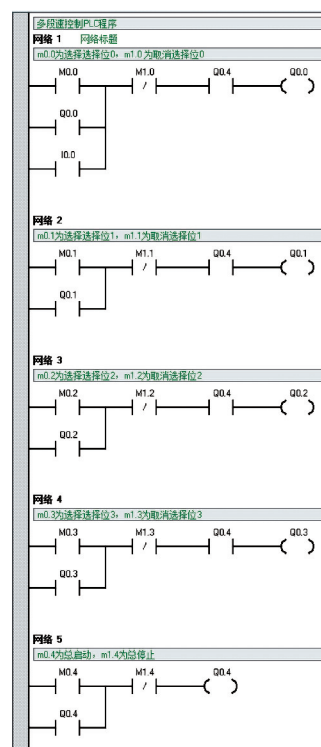


图 4 多段速控制 PLC 程序

3 结语

采用该多段速方法对 CED6140A 卧式车床主轴电机进行调速控制,发现该控制方法运行平稳、可靠。

针对 CED6140A 卧式车床运行不平稳、调速冲击大、调速效率低等缺点,本文提出基于 PLC 控制的变频器多段速控制方法,满足不同速度要求,实现平滑、无冲击调速,且调速范围广,可选择 15 种不同的转速;同时速度设置方便灵活,根据需求提前设置转速值,与齿轮调速相比灵活性和效率大大提高。

参考文献:

- [1] 李稳,车焕. 变频器在 C6150 * 3000 卧式车床上进行多段速控制的应用[J]. 微电机,2018,51(7):65-67.
- [2] 乔东凯,陈军. 基于 PLC 和变频器的 C650 卧式车床主轴电机多段速系统设计[J]. 组合机床与自动化加工技术,2016(1):98-100.
- [3] 赵小霞. 关于自动控制领域变频器多段速控制技术的应用分析[J]. 电子测试,2020(19):104-106.
- [4] 高平. PLC 控制变频器多段速的编程方法设计[J]. 电气传动自动化,2018,40(4):23-24.
- [5] 胡洪钧. 基于 PLC 和触摸屏的 SCARA 机器人控制系统设计[J]. 制造业自动化,2019,41(5):98-101.
- [6] 王琪,吴少斌,高进可,等. 基于 PLC 的多层玻纤缠绕机控制系统的设计[J]. 机械制造与自动化,2020,49(6):182-185.
- [7] 刘伟. 基于 PLC 与触摸屏的电机变频调速系统设计与实现[J]. 船舶职业教育,2020,8(6):33-36.

收稿日期:2021-12-08