

XD5032/BQ型铣床主传动系统的微机控制

勾治践

(吉林工学院化学工程系 长春 130012)

阎占辉 于骏一

(吉林工业大学 长春 130022)

摘要 在长春第二机床厂生产的XD5032型立式升降台铣床的基础上首次研制开发了一台XD5032/BQ型变速切削铣床。在铣床主传动系统设计中,选用STD工控机作为控制系统的主控单元,研制开发了一套变速切削铣床主传动微机控制系统。

关键词 铣床 时变主轴 微机 控制

1 引言

变速切削方法加工能大大地提高加工质量和效率已为国内外众多试验所证实^[1-4]。为了使变速切削这一新的加工技术尽快在生产中推广应用,在长春第二机床厂现有产品XD5032型立式升降台铣床基础上研制开发了一台XD5032/BQ型变速切削铣床;变速切削加工要求铣床主轴要以一定的变速幅度、变速频率、变速波形围绕某一基本转速作时变转速运动,所研制的变速切削铣床必须配备能使机床主轴作时变转速运动的变速装置及微机控制系统。

2 微机控制系统设计

本文选用可靠性高、抗电干扰能力强、价格较低的TPSTD总线工控机作为变速切削铣床主传动系统的主控单元,机床主轴的基本转速、转速的变动幅度、变动频率和变动波形均由TPSTD总线工控机控制。图1是机床主传动微机控制系统的硬件配置框图。

STD总线工控机的控制对象是变频器,变频器外部频率设定需由0~5V的模拟量控制,因此必须把STD总线主板的输出数字量00~FFH经过D/A转换为0~5V的模拟量送给变频器的外部频率设定端子,控制电动机在0~3315r/min范围内变速。

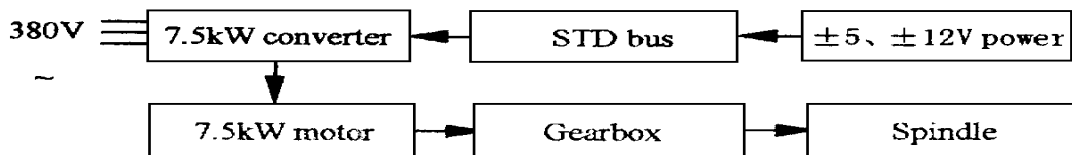


Fig. 1 Block diagram of computer control system

原 STD 总线 CPU 卡上应用的是 62256 型动态存储器, STD 总线掉电后, 动态存储器存储的内容即消失。为防止工人倒班和休息时关闭电源丢失动态存储器存储的变速参数指令, 特重新配置了可与 62256 型动态存储器兼容的 HK 1235-100 型掉电保护存储器, 除非人为重新设置变速参数, 即使关闭电源也无需在下次工作时重新设置。

3 微机控制系统程序设计

为便于工人操作, 机床主轴变速参数的设置必须十分方便, 为此编制了变速参数微机控制程序。该程序共分 7 段, 其中包括主程序, 变速数据生成子程序, 挡位变换子程序, 进制变换子程序, 乘、除法子程序和查表子程序等。图 2 是机床主传动微机控制系统的程序流程图。

在变速切削中, 铣床主轴转速 $n(t)$ 应按以下规律变动 $n(t) = n_0 [1 + \rho A(t)]$, 式中 n_0 为主轴的基本转速 (r/min), $\rho = \Delta n / n_0$ 为转速变动幅度, $A(t)$ 为幅值为 1、周期为 $1/f_n$ 的三角函数、正弦函数、矩形函数, f_n 为转速变动频率 (Hz)。由控制面板上输入的 n_0 、 ρ 和 $A(t)$ 可计算得到 49 个转速数字量, 经 D/A 转换即可输出以电压为模拟量的控制转速信号, 转速的变动频率 f_n 由中断时间常数和中断次数确定。在本程序中, 变速参数的输入占用 HK1235-100 型存储器的 2000~2004H 五个地址, 其中 2000~2001H 输入基本转速, 2002H 输入转速变动幅度, 2003H 输入转速变动频率 (Hz), 2004H 输入转速变动波形。表 1 为变速参数输入地址与输入值对照表。

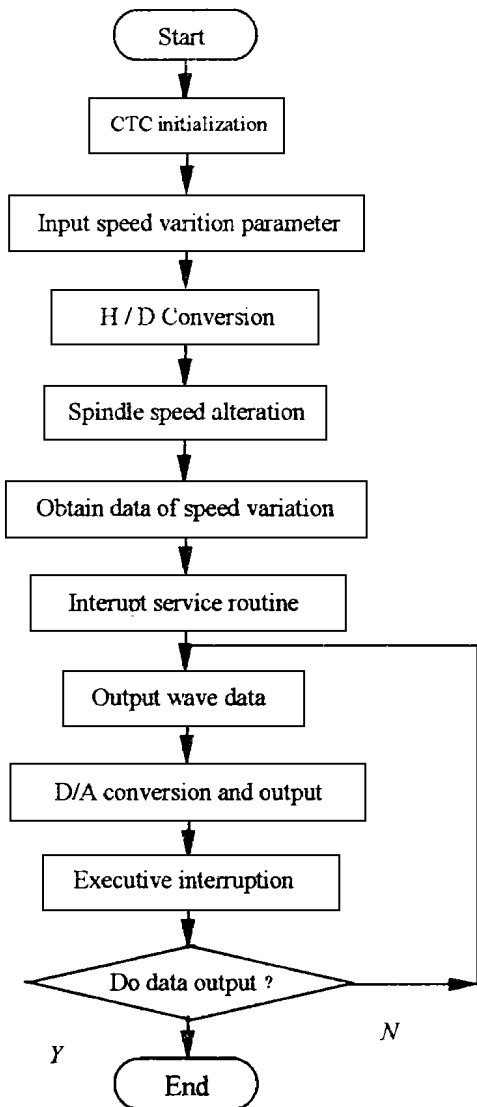


Fig. 2 Flow chart of program

在输入变速参数时, TPSTD 总线的键盘仅能读并显示十六进制数码, 为了能在键盘上直接输入并显示十进制数, 设计了进制转换(H/D)子程序, 以使工人操作简单易行。

为实现铣床主轴转速在 30~1500 r/min 范围内的无级调速, 控制程序中编制了与齿轮四档变速相对应的档位变换子程序。

Table 1 Input of speed change parameters and input address

nominal speed n_0 (r/min)	input address 2000 ~ 2001	speed vari. amp. $\Delta n/n_0$ (%)	input address 2002	speed vari. freq. f_n (Hz)	input address 2003	speed vari. wave	input address W_n	2004
I								
30 ~ 142	0030 ~ 0142	5	05	0.2	02	sinusoid wave		01
143 ~ 311	0143 ~ 0311	10	10	0.3	03	triangle wave		02
312 ~ 701	0312 ~ 0701	15	15	0.4	04	rectangle wave		03
702 ~ 1500	0702 ~ 1500	20	20	0.5	05	constant speed		00

4 微机控制程序考证

图 3 是微机控制程序考证框图。铣床主轴转速变速参数 $\{n_0, \Delta n/n_0, f_n, A(t)\}$ 在微机控制面板上设定(参见表 1), 机床主轴转速由测速发电机 1 测量, 测出的转速信号 $U(t)$ 和时变主轴转速控制信号 $n_c(t)$ 同时由磁带机 3 记录后送信号分析仪 5 处理, 经标定, 主轴转速信号当量值 $U(t)$ (V) 与机床主轴转速 $n(t)$ (r/min) 的数值对应关系为:

$$n(t) = 0.04 + 233.61U(t) \text{ (r/min)} \quad (1)$$

图 3 中 2 为稳压电源, 4 为铣床主轴转速微机控制装置。

图 4 是程序考证取得的一组试验数据。考证条件为: $n_0 = 170 \text{ r/min}$, $\Delta n/n_0 = 20\%$, $f_n = 0.5 \text{ Hz}$, 变速波形为正弦波。图 4 (a) 是对磁带机记录的主轴转速信号 $U(t)$ 经分析仪处理得到的转速信号当量值 $U(t)$ 随时间的变化图, 将表头中有关数据代入标定公式(1)经统计平均求得电机最低转速为 143.7 r/min, 最高转速为

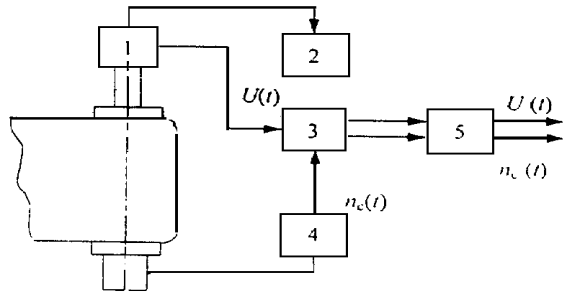


Fig. 3 Block diagram of cheating on program

1	1. 8984 SEC	0. 8833 V
2	3. 8984	0. 8809
3	4. 8437	0. 6147
4	6. 8828	0. 6152

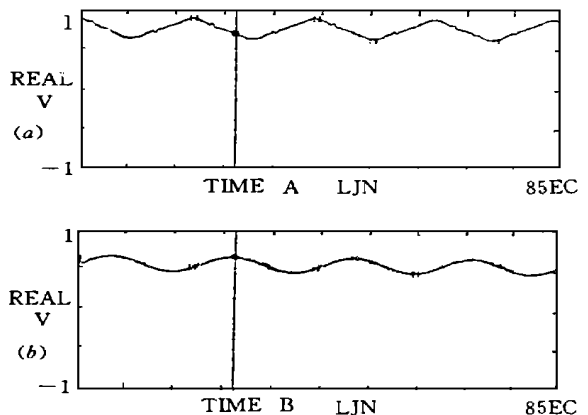


Fig. 4 Testing result of cheating on program

206.1r/min, 电机转速的变动幅度 $\Delta n/n_0 = 17.8\%$, 电机转速的变动频率 $f_n = 0.495(\text{Hz})$ 。从机床主轴转速信号 $U(t)$ 的变动波形分析, $U(t)$ 与 $n_c(t)$ 的差别较大, $n_c(t)$ 基本上按正弦波变化, $U(t)$ 则基本上按三角波形变化, 且 $U(t)$ 变动波形相对于 $n_c(t)$ 的变动波形在相位上有一个明显的相移。表 2 列出了考证试验数据汇总。

Table 2 The testing results

nominal speed	n_0 (inputed)	170	100	30	320	690
r/min	n (measured)	170.9	96	27.8	330.5	717.0
speed vari-	error (%)	2.9	3.0	4.3	3.1	3.9
amplitude	inputed	20	15	15	10	5
$\Delta n/n_0(\%)$	measured	17.8	13.6	13.9	9.9	4.9
speed vari-	error (%)	11.0	9.3	7.3	1.0	1.2
frequency	inputed	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
f_n (Hz)	measured	0.495	0.395	0.397	0.299	0.201
speed vari-	error	1.0	1.3	0.7	0.3	0.5
wave	inputed	sinusoid	sinusoid	triangle	rectangle	sinusoid
W_n	measured	approximate	approximate	approximate	approximate	approximate
		sinusoid	sinusoid	triangle	rectangle	sinusoid
		wave	wave	wave	wave	wave

分析表 2 所列试验数据可知, 机床主轴的基本转速、变速幅度、变速频率和变速波形与设定值均有程度不同的差异, 其中以变速波形的差异为最大; 主轴基本转速的平均误差率为 3.4%, 转速变动幅度的平均误差率为 5.7%, 变速频率的平均误差率为 0.8%; 它们都在变速切削的工程应用许可范围内。本文研制的铣床主传动微机控制系统完全可以满足变速切削加工的要求。

5 结 束 语

为满足变速切削加工要求, 本文首次研制开发了一套 XD5032/BQ 型变速切削铣床主传动微机控制系统。经考证, 该微机控制系统完全可以满足变速切削加工要求; 本文提供的微机控制程序可在 TPSTD 总线键盘上直接输入并显示十进制数的变速参数指令, 便于工人操作。

参 考 文 献

- 1 Sexton J S, Stone B J. The stability of machining with continuously varying spindle speed. Annals of the CIRP, 1978, 27(1): 321 ~ 326
- 2 于骏一, 韩相吉, 吴博达. 变速切削的研究. 机械工程学报, 1988 年, 24(4): 57 ~ 62
- 3 Lin S C, DeVor RE, Kapoor S G. The effects of variable speed cutting on vibration control in face milling. Trans of ASME, J of Eng for Industry, 1990, 112(1): 1 ~ 11
- 4 于骏一, 吴博达等. 变速铣削的试验研究. 兵工学报, 1995 (1): 86 ~ 89

Computer Control of Spindle Speeds for Type XD5032 Milling Machine

GOU Zhi-Jian

(*Dept. Chemical Engineering, Jilin Institute Technology, Changchun 130012*)

YAN Zhan-Hui, YU Jun-Yi

(*Jilin University of Technology, Changchun 130025*)

Abstract

Based on XD5032 type milling machine, XD5032/BQ type time-varying spindle milling machine has been designed. The STD bus device for industrial control is used as a main unit in the system. Computer control of spindle speeds for type XD5032 milling machine has been developed.

Key words: Milling machine, Time change spindle speed, Computer, Control

勾治践 男 1958年12月生, 1982年毕业于吉林工学院机械系并取得学士学位; 1982~1991年在吉林工学院化工系高分子加工教研室任教; 1994年3月毕业于吉林工业大学机械工程系并取得硕士学位; 1997年12月毕业于吉林工业大学机械工程系并取得博士学位; 现在中科院长春光机所光学中心CAD/CAE/CAM室从事博士后研究。主要研究方向是机械加工系统动力学和塑料成型模具设计CAD/CAE/CAM, 在《计量学报》、《振动工程学报》等学术期刊上发表论文20余篇。