

快速点磨削成形机开放式数控系统的研究与开发

龙云云, 李超, 宓和, 房义军

(南京师范大学 电气与自动化工程学院, 江苏 南京 210042)

[摘要] 基于 PC 机和 Windows 操作系统的开放式数控系统是数控技术的发展方向. 介绍了在快速点(磨削)成形机的开发中, 利用 GE-300-SG-PCI 运动控制卡, 采用“NC 嵌入 PC”结构构建开放式数控系统, 完成了该系统硬件总体结构构建和基于 Windows 操作系统下的软件平台设计. 针对此快速点(磨削)成形机开放式数控系统, 介绍了该运动控制卡及其与主机之间的通讯. 此系统缩短了开发周期, 具有开放程度高、运动轨迹控制精确、通用性好等特点, 具有较好的发展前景和经济效益.

[关键词] 开放式数控系统, 运动控制, VB

[中图分类号] TH39 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1672-1292(2006) 04-0083-04

Research and Development of Open-Architecture Computer Numerical Control System of Fast-Point (Grinding)-Machine

LONG Yunyun, LI Chao, DING Youhe, FANG Yijun

(School of Electrical and Automation Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China)

Abstract Open-architecture CNC (Computerized Numerical Control) system based on PC and Windows operating system is the trend of the CNC. The study of the fast point (grinding) forming machine is introduced in this paper. The GE-300-SG-PCI motion control card and a NC-embedded PC open-architecture CNC system are applied in the research. The design of the hardware structure and the software platform based on Windows operating system is accomplished. The motion control card and the communication between the motion control card and PC are introduced especially for open-architecture CNC system of this fast point (grinding) forming machine. It is proved that the shorter the exploit period of this system is, the higher the degree of opening is, the better the motion control is, and it could be in common application. So this system has a good future of development and economic benefit.

Key words open-architecture CNC system, motion control, VB

0 引言

麻花钻是应用最复杂的刀具之一, 钻头主要是采用后刀面刃磨来改进与恢复切削力, 其后刀面的刃磨形式在很大程度上决定了其使用性能, 因此一直受到国内外学者的普遍重视^[1-3]. Tsa 等^[1]将锥面、椭球面和单叶双曲面等作为钻尖后刀面, 统一成二次曲面的标准方程, 但除了锥面钻型的后刀面容易用常规磨削方法完成以外, 双曲面和椭球面钻型的成形磨削一直没能很好地解决. 文献[3]提出了用数控快速点磨削的方法解决这个技术问题, 相关研究得到了江苏省自然科学基金的资助. 由于传统的数控系统是一种专用封闭式系统, 其通用指令无法满足快速点磨削椭球面、双曲面等二次模型曲面的要求, 且其内部结构复杂, 与通用计算机不兼容, 难以进行升级^[4], 必须采用灵活的开放式数控系统才能解决此问题, 本文针对该现状进行了研究.

本系统是为快速点磨削成形机研制^[5]的专用数控系统, 采用当前流行的 PC-NC (Numerical Control) 途

收稿日期: 2005-09-28

基金项目: 江苏省自然科学基金资助项目 (BK2004141).

作者简介: 龙云云 (1982-), 女, 硕士研究生, 主要从事机电一体化工程的学习与研究. E-mail: cathy0915@126.com

通讯联系人: 李超 (1961-), 教授, 主要从事机电一体化工程的教学与研究. E-mail: lichao@njnu.edu.cn

径,在 Windows 平台上开发,符合国际数控技术发展的最新潮流.

1 基于 PC 机的开放式数控系统^[6-8]

开放式数控系统是各发达国家从 20 世纪 90 年代开始争先发展的新型控制器,是计算机软硬件技术、信息技术、控制技术融入数控技术的产物. 根据 IEEE(美国电气电子公司工程师学会)的定义,开放式数控系统是指一个开放式系统能使各种应用系统有效地运行于不同供应商提供的平台上,具有与其他应用系统相互操作及用户交换的特点.

开放式数控系统可以充分利用 PC 机资源,将其功能集成到 CNC (Computer Numerical Control)中去,是基于 PC 的数控系统. 其控制系统具有硬件无关性,用户可根据需求选用通用 PC 机和各种硬件板卡,采用高级语言 (如 VC、Delphi 等) 开发数控控制程序,并可方便地与其它的应用软件、网络环境有机地结合起来,使整个体系具有开放化、标准化、可扩展化、软件模块化、功能多元化等特点,为机床厂和用户追加功能、实现功能的个性化提供方便.

就结构形式而言,目前开放式数控系统大致可以分为 3 种类型:

(1) “PC 嵌入 NC”结构的开放式数控系统: PC 板装入 CNC 内部, PC 与 CNC 之间用专用的总线连接. PC 板主要运行非实时控制, CNC 主要运行以坐标轴运动为主的实时控制.

(2) “NC 嵌入 PC”结构的开放式数控系统: 把运动控制卡插入 PC 机的扩展槽中, PC 机处理人机界面、加工显示等非实时性任务,而差补计算、位置控制等实时性要求高的任务则由运动控制卡中的 CPU 完成.

(3) 纯 PC 型开放式数控系统: 它的 CNC 软件全部装在 PC 机中,而硬件部分仅是插在 PC 机扩展槽中的 I/O 卡,其开放式功能完全由软件实现. 这种系统目前正处于探求阶段,还没有大规模投入到实际应用中.

“NC 嵌入 PC”结构的开放式数控系统,是以软件技术的研究和开发作为主体,辅之以智能运动控制卡的开发制造,主要硬件设备采用市场流行的工业 PC 机和多轴运动控制器. 这种系统灵活性好、功能稳定、可共享计算机的所有资源,是当前最为理想的开放式数控系统. 本文采用的就是将 GE-300-SG-PCI 运动控制卡插入 PC 机构成 “NC 嵌入 PC”结构的开放式数控系统.

2 系统硬件设计

2.1 硬件组成

本系统采用 “NC 嵌入 PC”的结构模式来构建开放式数控系统. 硬件结构利用 PC 机作为主体,将运动控制卡插在其 PCI 标准插槽中,外接步进电机驱动模块、主轴模块等构成硬件总体结构. 系统选用南京希曼得自动化设备有限公司生产的步进电动机和步进电机驱动器,型号分别为 90BYG3501 和 MS-3H090M. PC 机作为非实时处理,而实时控制则由控制卡来承担,从而方便地实现人机界面的开放化和个性化. 系统硬件总体框图如图 1 所示.

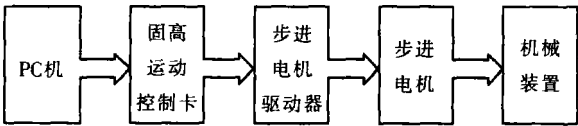


图 1 系统硬件总体框图

2.2 GE-300-SG-PCI 运动控制卡

运动控制卡是本数控系统的重要组成部分. 本文采用深圳固高科技生产的 3 轴电机控制卡 GE-300-SG-PCI 其核心由 DSP 和 FPGA 组成,可以实现高性能的控制计算. 有 3 个独立的脉冲发生器,能同时单独控制 3 根轴. 对于控制步进电机,控制器提供两种不同的控制信号: 正脉冲/负脉冲、脉冲+方向; 控制模式为开环控制时,不需要编码器的反馈信号. 该运动控制器可以实现小线段连续轨迹加工功能,并且提供基于前瞻预处理的速度规划策略.

通过调用该运动控制器提供的 C 语言函数库和 Windows 动态链接库,将其与本控制系统所需的数据处理、界面显示、用户接口等应用程序模块集成在一起,来实现快速点磨削成形机加工曲面锥形麻花钻的控制功能.

3 系统软件设计

3.1 软件结构

本系统基于 Windows 2000操作系统, 采用 Visual Basic 6.0作为开发工具进行控制软件的设计. 该软件的主要功能是实现数控加工过程的计算机控制及友好的人机界面. 考虑到将来的扩展性, 系统采用模块化的程序设计方法, 将整个系统功能划分为 3 个模块^[8], 如图 2所示.

(1) I/O 控制模块用来处理各种 I/O 量. 输入量包括键盘输入、限位输入、加工参数输入等; 输出量包括主轴控制参数等.

(2) 显示操作模块负责处理系统各种信息显示, 包括工作时刀具位置、参数设置^[9]、差补设置等, 如图 3所示.

(3) 运动控制模块根据输入的参数值来控制工作台实现各种运动, 该模块包括点动、连续运动等. 运动控制模块的主要流程如图 4所示.

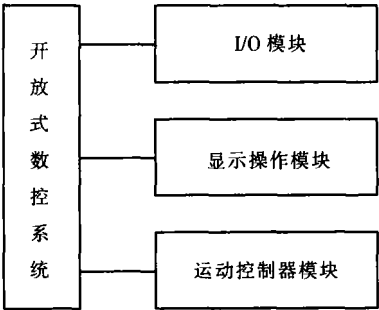


图 2 系统软件总体框图

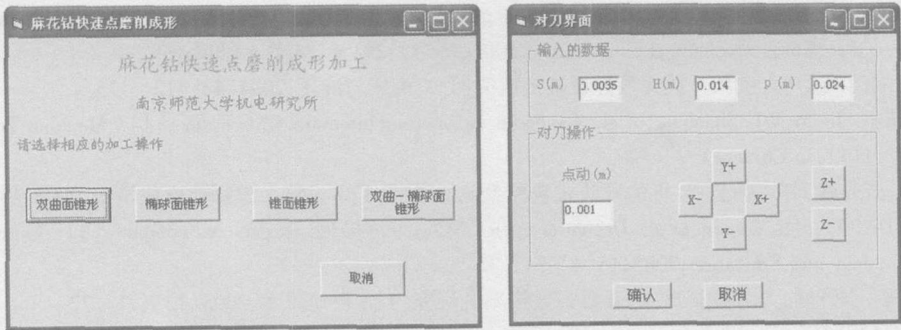


图 3 显示操作界面

3.2 主机与 GE-300-SG-PCI卡的通讯

Visual Basic在具有可视化、面向对象、采用事件驱动特点的同时还屏蔽了 Windows环境下程序设计的复杂性, 使 Windows应用程序设计变得简单、方便、快捷. 深圳固高科技生产的 GE系列运动控制器提供 DOS下的 C 语言函数库和 Windows下的动态链接库. 只需调用函数库中的指令, 就可以实现运动控制器中的各种功能. 将动态链接库和函数声明文件复制到工程文件夹中, 同时将函数声明文件 (ges bas) 添加到工程中即可完成主机与 GE-300-SG-PCI运动控制卡的通讯.

本系统需要磨削多种曲面锥形, 必须实现多段连续轨迹运动^[9], 因此需要利用运动控制卡 8kB 的缓冲区, 先将部分运动指令 (小于或等于 8kB) 存放在控制器的指令缓冲区, 然后执行指令. 这样就降低了对主机通讯实时性的要求, 又提高了通讯效率, 而运动控制器通过对缓冲区的连续段运动轨迹的预处理, 能够获得良好的运动特性.

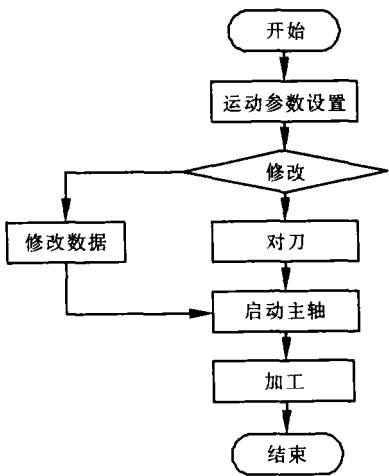


图 4 运动控制流程图

4 结束语

本文采用“NC嵌入 PC”的结构体系构建了一个开放式数控平台来研究快速点磨削成形机各受控部件的运动控制问题. 利用 Visual Basic在 Windows平台上扩展运动控制卡, 可以方便地开发数控系统. 运动控制卡的运动函数能够完成升降速直线插补、圆弧插补等复杂的控制细节, 大大缩短了控制系统的开发周期. 此系统具有信息处理能力强、开放程度高、运动轨迹控制精确、通用性好等特点, 具有较好的发展前景和经济效益.

[参考文献] (References)

- [1] TSALW D, WU S M. A Mathematical model for drill point design and grinding [J]. Trans of the ASME, 1979, 101(8): 333-340
- [2] 雄良山, 师汉民, 陈永洁. 二次曲面钻头几何角度的统一模型 [J]. 中国机械工程, 2006, 17(2): 119-123
XIONG Liangshan, SHI Hanmin, CHEN Yongjie. Integrating module of geometric angles for twist drill [J]. China Mechanical Engineering, 2006, 17(2): 119-123 (in Chinese)
- [3] 李超, 王珉, 左敦稳. 双曲面麻花钻数学模型及刃磨方法研究 [J]. 中国机械工程, 2003, 14(14): 1202-1204
LI Chao, WANG Min, ZUO Dunwen. Mathematical model and grinding method for twist drill hyperboloid grinding [J]. China Mechanical Engineering, 2003, 14(14): 1202-1204 (in Chinese)
- [4] 陈德妙, 张桂香. 基于 Windows 2000 下开放式数控系统软件的开发 [J]. 组合机床与自动化加工技术, 2005(4): 28-30
CHEN Demiao, ZHANG Guixiang. Development of open CNC system software based on windows 2000 [J]. Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique, 2005(4): 28-30 (in Chinese)
- [5] 李超, 包进平, 陈玲. 点磨削快速成形与非直线刃钻头的成形刃磨研究 [J]. 中国机械工程, 2005, 16(4): 291-294
LI Chao, BAO Jinping, CHEN Ling. Research on rapid prototyping with point grinding and forming sharpening for drills with non-linear edges [J]. China Mechanical Engineering, 2005, 16(4): 291-294 (in Chinese)
- [6] 林峰, 郑家锦, 巫少龙, 等. 机床开放式数控系统的研究 [J]. 机床与液压, 2004(4): 112-115
LIN Feng, ZHENG Jiajin, WU Shaobang, et al. Research on open-architecture CNC system [J]. Machine Tool & Hydraulics, 2004(4): 112-115 (in Chinese)
- [7] 刘朝华, 戴怡, 石秀敏, 等. 基于 PC 机的开放式数控系统的设计 [J]. 天津工程师范学院学报, 2005, 15(4): 31-33
LIU Zhao Hua, DAI Yi, SHI Xiumin, et al. Design of open CNC system based on personal computer [J]. Journal of Tianjin University of Technology and Education, 2005, 15(4): 31-33 (in Chinese)
- [8] 李剑锋, 张洛平, 李济顺, 等. 基于 PC 的开放式数控系统研究 [J]. 数控技术, 2003(12): 71-72
LI Jianfeng, ZHANG Luoping, LI Jishun, et al. Research on open-architecture CNC system [J]. CNC Technique, 2003(12): 71-72 (in Chinese)
- [9] 李超. 麻花钻后刀面点(磨削)成形理论与实验验证研究 [D]. 南京: 南京航空航天大学, 2003
LI Chao. Research on theory and practice of point (grinding) forming for twist drill flank [D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2003 (in Chinese)

[责任编辑: 严海琳]