

滚齿机数控化改造设计

俞鸿斌¹, 金波¹, 舒柏和²

(1. 金华职业技术学院, 浙江 金华 321007; 2. 金华汉生机电控制工程有限公司, 浙江 金华 321017)

摘要: 本文介绍了运用基于 HUST CNC- H3X 开放式运动控制器对滚齿机进行数控化改造的原理, 用此方法改造普通滚齿机, 可以有效地扩大机床加工鼓形齿轮的功能, 大大提高了机床性能, 获得较大的经济效益。

关键词: 滚齿机; 改造; 设计

中图分类号: TG61+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671- 3699(2007) 02- 0014- 03

Design and Reform in Gear Hobbing Machine

YU Hong- bin¹, JIN Bo¹, SHU Bai- he²

(1. Jinhua College of Profession & Technology, Jinhua 321007, China; 2. Jinhua Hangsheng Mechanical and Electronical Control Engineering Limited Company, Jinhua 321017, China)

Abstract: The paper discusses the principle of the gear hobbing machine CNC Reform utilizing HUST CNC- H3X open motion controller. With this design, the function of hobbing machine to machine crown gear can be effectively expanded, the performance and processing capacity of the CNC gear hobbing machine are greatly enhanced. and the economical benefit can be gained economically.

Key Words: gear hobbing machine; reform; design

引言

齿轮传动应用广泛, 对齿轮制造质量的要求越来越高, 需求量也日益增加, 而鼓形齿轮可改善齿轮的啮合状况, 使齿向载荷分布均匀, 提高齿轮的抗弯强度, 降低传动噪声, 延长使用寿命。鼓形齿联轴器和直齿联轴器相比, 具有承载力高、使用寿命长、维修费用低、机械效率高等优点, 在起重机等方面应用非常广泛^[1]。普通滚齿机不具备加工鼓形齿轮的功能, 部分滚齿机通过加装仿形板并手摇机床立柱来实现获得鼓形齿轮加工功能, 但这种方法存在立柱进给灵敏度差、工件齿面粗糙度高、仿形板规格繁多、操作费力等弊端, 特别是机床调整复杂, 调整周期长, 产品适应性较差, 加工质量较低, 严重制约了鼓形齿轮的生产。

本课题来源于生产企业对鼓形齿轮加工的实际需求, 根据近年来数控技术, 尤其是开放式运动控制器快速发展的现状, 应某厂方要求, 对某厂的 Y3150E 滚齿机进行数控化技术改造, 成功地开发了一套基于 HUST CNC- H3X 的开放式运动控制器

的数控滚齿系统并用于实际生产。改造好的数控滚齿机调整简单, 机械性能稳定可靠, 使鼓形齿轮的加工质量、加工精度大大提高, 同时大幅度提高生产效率。

1 滚齿机加工原理

1.1 滚齿机传动链分析

滚齿机应具备下列传动链: 主运动传动链、展成运动传动链、垂直进给运动传动链、轴向运动传动链、径向进给运动传动链^[2]。滚齿机的工作运动有:

(1) 主运动: 主运动即滚刀的旋转运动。

(2) 展成运动: 滚刀和工件的回转, 由伺服电动机分别驱动滚刀和工件的回转, 伺服电动机按控制指令运动, 严格保证滚刀和工件二者同步。该方案投入大, 成本高, 对运动控制器的实时控制要求较高, 控制软件编程难度大。

(3) 垂直进给运动: 垂直进给运动即滚刀沿工件轴向作连续的进给运动, 以切出整个齿宽上的齿

形。轴向进给改造为由伺服电动机 M1 驱动, 调节 M1 的转速可以得到需要的进给速度, 改造原理如图 1 所示。

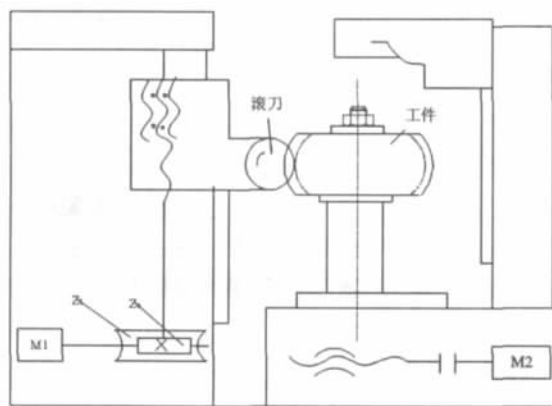


图 1 滚齿机改造原理简图

(4) 径向进给: 工件向滚刀方向作径向进给, 垂直进给运动和径向进给联动加工鼓形齿轮。水平径向进给改造为由伺服电动机 M2 驱动, 经蜗杆副、丝杆副使滚刀切向移动, 调整伺服电动机转速可以得到需要的切向进给速度。

因厂方要求, 且受成本限制, 展成运动保留了普通滚齿机原分齿传动链, 采用两台伺服电动机进行数控改造。

1.2 总体设计方案

根据鼓形齿轮的成形原理, 综合考虑滚切中对机械进给系统跟随性、快速性的要求及改造成本等因素, 在保留原普通滚齿机分齿传动链的基础上, 按照数控理论中两坐标圆弧插补原理, 对机床的刀架垂直进给运动和水平径向进给进行数控化控制改造, 实现鼓形齿轮加工。按工件精度和切削力的计算, 参考国内外数控滚齿机的拖动方式, 采用伺服电机驱动的半闭环伺服系统。

在数控滚齿机上加工鼓形齿轮, 要根据其工件图参数、夹具尺寸、滚刀参数、工艺要求, 确定各轴位置, XY 两坐标联动, 用圆弧插值法, 加工对称于工件齿宽、带圆弧的鼓形直齿和斜齿齿轮^[3]。数值计算和调整原理见图 2。

2 机械部分改造

在满足实际应用需求的情况下, 为了降低成本, 酌情减少数控轴数, 对原机械滚齿机的改动较少。对不同尺寸的鼓形齿轮通过参数化设置便可

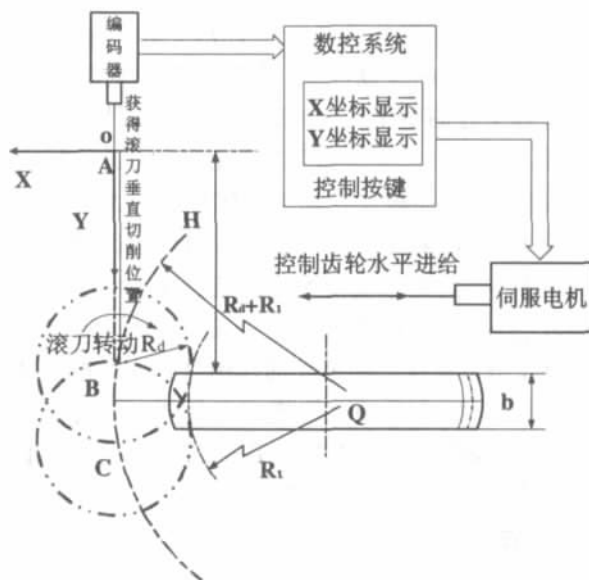


图 2 XY 两坐标联动圆弧插值法加工鼓形齿轮

进行加工, 操作简单、方便。

进给 X 轴、Y 轴分别采用伺服电动机通过数控系统单独控制, 数控机床的进给系统应满足无间隙、低摩擦、高刚度等基本要求, 需要完成的机械改造主要包括滑动丝杠改为具有预紧、消除功能的滚珠丝杠, 蜗杆-蜗轮副改为双导程渐开线蜗杆副。增加轴向调整环节, 滑动轴承均改为滚动轴承, 去掉垂直进给传动链及调整挂轮机构。使刀架 XY 轴数控化, 使得机床各项运动精度大大提高, 机床更加柔性化, 调整更加方便, 大大降低工人的劳动强度。

3 控制软件设计方案

3.1 控制系统方案制定

本方案是采用台湾亿图的多轴运动控制器 HUST CNC-H3X 的开放式数控系统。核心是一块具有 PC104 总线并且自带高速 DSP 芯片的开放式多轴运动控制卡, 与嵌入式 PC 主机构成多处理器结构, 卡上自带 DSP 芯片以实现实时高速插补、计算功能, 可完成空间直线、圆弧插补, 大大减轻了主机负担, 还提供了程序缓冲区, 该运动控制卡通过 PC104 总线和计算机通讯, 一方面将从各控制轴采集到的数据送给主机进行计算, 另一方面, 将主机根据工艺及数学模型进行运算生成的运动控制指令经过进一步处理送各轴伺服驱动器, 完成各轴的运动控制, 加工出满足工艺要求的合格零件。

3.2 控制软件设计方法

本系统控制软件是在纯 DOS 下用 C 语言开发的, DOS 系统的开放性、单任务、准确的时钟中断管理及其良好的稳定性, 为工业化生产提供了可靠的保证。整个软件系统采用模块化设计, 它包括主程序模块、子程序模块及加工程序模块三大部分。控制器 LCD 面板及按键参见图 3。单段运行操作界面参见图 4。其中系统初始化包括自制小汉字字模的装入、显示器图形方式的初始化、控制器滤波参数的整定等。系统诊断模块的作用是监控各被控轴的运动状态, 如: 各轴有无运动误差超限、伺服报警、运动完成、限位开关动作等。实时控制模块, 由中断服务程序实现, 它在每个时钟中断周期内读入各轴位置, 根据加工对象的加工工艺要求计算出新的运动控制指令送运动器解释执行。

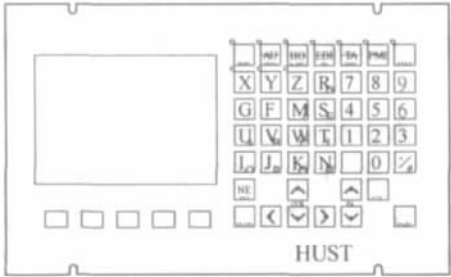


图 3 TNC-A3 系列控制器 LCD 面板及按键



图 4 滚齿机数控系统单段运行操作界面

4 硬件电路

本文讨论的改造方案采用开放式运动控制卡去驱动各轴电机, 摆脱了国外进口的限制, 充分发挥了 PC 平台上的软硬件优势, 丰富和改善了开发环境。硬件电路由外设、信号变换电路及辅助电路几部分组成, 构成一个完整的简易数控系统, 完成程序的输入与处理、显示、电机驱动等一系列功能。滚齿机系统硬件控制部分及部分电器原理图如图 5 所示。

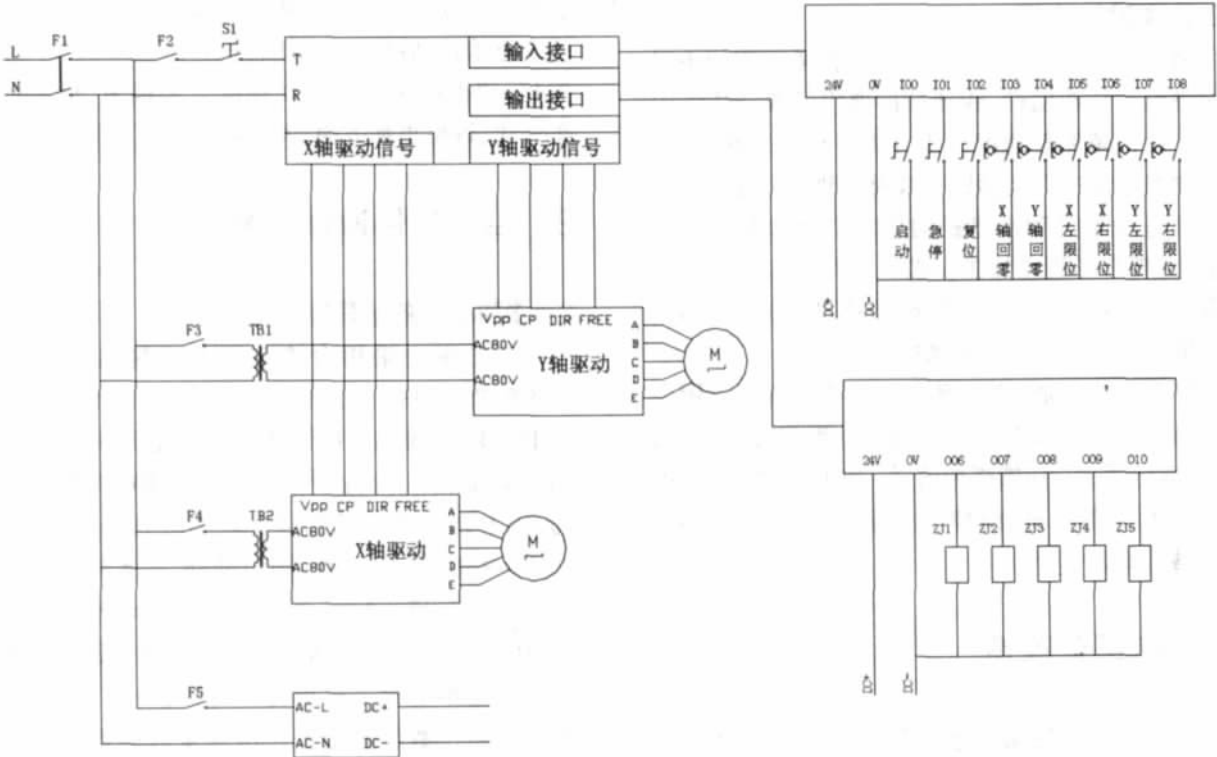


图 5 滚齿机系统硬件控制部分及部分电器原理图

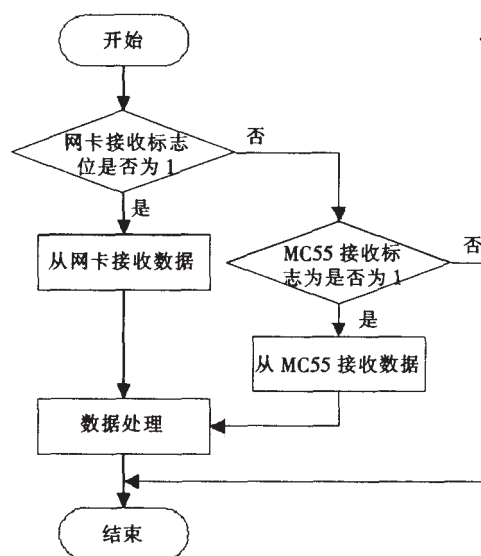


图 6 数据接收子程序流程图

4 调试与结论

在集中器的调试过程中,我们采用了分模块调试的方法,首先在 LCD 显示屏上显示存储单元中的数据,并能通过键盘来选择相应数据的显示;第二步调试 485 通讯模块,根据中华人民共和国电力行业标准:《多功能电能表通信规约》(DL/T 645—1997)中的约定,使电表中的数据能被顺利地采集并存储到集中器中;第三步调试数据发送模块,包括以太网和 GPRS 两个部分。最后进行系统的整体联调,实现了电表数据的实时抄录和远距离发送;抄表系统管理中心通过集中器对电表的远程控制功能也得到了实现。该集中器经过适当的调整,可以应用于供水、供气系统中,做到水、电、气三表合一的集中抄表,具有良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 杜春雷. ARM 体系结构与编程[M]. 北京:清华大学出版社, 2003.
- [2] 陈 隰. ARM9 嵌入式技术及 Linux 高级实践教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2005.
- [3] 丁毓山. 电子式电能表与抄表系统[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2005.
- [4] 钟章队, 蒋文怡, 李红君, 等. GPRS 通用分组无线业务[M]. 北京:人民邮电出版社, 2001.
- [5] 崔 强, 宋玉炎. 基于无线通信的自动抄表系统的设计与实现[J]. 现代通信技术, 2003, 28(8): 15-18.
- [6] 孙 磊, 张崇巍. 以太网控制器芯片 RTL8019AS 及其远程抄表系统中的应用[J]. 仪器仪表用户, 2004, 1(4): 37-39.

(上接第 16 页)

5 结论

本设计已成功地运用于中型滚齿机的改造。它较好地解决了鼓形齿轮的滚齿加工问题,加工出的鼓形齿轮齿面质量高。对于不同的鼓形齿轮产品,要根据其零件图参数、滚刀参数加工工艺要求,确定各轴位置,只需输入相应的 G54 工件坐标系等参数,就能灵活、迅速地适应加工零件的变更,加工各种鼓形齿轮。因此,本设计具有产品适应性强,加工质量好,生产效率高特点,而且改造费用低、改造周期短、操作使用方便等优点。

(1) 滚齿机的数控化改造,大大提高了齿轮加

工能力和加工效率,改善操作性能问题。

(2) 数控改造后有效提高工件加工精度和效率。机床操作简便,加工效率高,加工质量稳定,效果良好。

(3) 机床可根据加工零件的特点进行编程加工,可进行各种形式的方框循环加工程序,可通过编程实现鼓形齿轮的数控加工。

(4) 相关技术改造的可在齿轮机床上推广,既有广阔的技术前景,又有显著的经济效益。

(5) 如需进一步提高该滚齿机的加工能力可对其他进给各轴和滚刀刀盘角度 A 轴等采用单独的伺服电机控制,进行全面数控化改造。在技术上已不困难但成本较高,用户要根据需求和成本进行取舍。

参考文献:

- [1] 陈伯时. 电气拖动自动控制系统[M]. 北京:机械工业出版社, 1997.
- [2] 实用数控加工技术编委会. 实用数控加工技术[M]. 北京:兵器工业出版社, 1995.
- [3] 杜建铭, 李富生, 吴 宏, 等. 基于开放式运动控制器的滚齿机数控改造方案[J]. 制造技术与机床, 2002(10): 47-48.