

基于柔性制造模式的冲床开放式数控系统设计

石林, 王飞, 姚斌, 陈春榕
(厦门大学机电系, 福建厦门 361005)

摘要: 为了满足敏捷制造发展的要求, 使传统制造设备实现快速柔性制造, 本文针对传统冲裁加工研发了一个柔性冲裁模具系统, 介绍了系统的组成模块及其功能结构。面向研发对象详细阐述了其中运动控制模块的开放式数控系统的开发, 从硬件平台的搭建、软件系统的实现两方面介绍了整个系统的设计, 同时给出了令人满意的实验加工结果。

关键词: 敏捷模具; 冲裁; 开放式数控系统

中图分类号: TG 659 TP273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3881(2007)7-042-3

Design of Punching and Shearing Open Numerical Control System Based on Flexible Manufacturing Model

SHILIN, WANG Fei, YAO Bin, CHEN Chunrong

(Dept of Mechanical & Electrical Engineering, Xiamen Univ., Xiamen Fujian 361005, China)

Abstract In order to satisfy the development request of agility manufacturing make the traditional equipment realize rapid and flexible manufacturing a flexible mould system was proposed in view of the traditional punching and shearing its components and function structure was introduced. To face researched object design of the open numerical control system of the movement control module was explained. The system design from building of hardware platform to realization of software system was introduced and the satisfying experimental results were given.

Keywords Agility mould; Punching and shearing; Open numerical control system

0 引言

随着先进制造技术不断发展, 为了提高企业对市场的快速响应, 敏捷制造模式 (AM) 应运而生。由于以计算机和 Internet 网为代表的信息处理与传播技术对制造业的发展作用越来越大, 产品已由“大量生产”过渡到满足用户需求的单件小批生产。在企业之间, 通过动态灵活的虚拟组织集成不同企业的优势构建动态联盟; 在企业内部, 采用柔性化、模块化的产品设计方法和可重组的设备工艺技术对制造中的制造单元提出了一种新的制造理念, 即: 以小批量多品种生产方式满足用户要求的高度制造系统柔性^[1]。由于传统冲裁模具系统已不能满足现代制造系统的灵活和快速要求, 为了将上述的理念贯穿到实际的制造业中, 本文提出了敏捷冲裁模具系统对普通的冲床的改造方法, 简要地分析了敏捷冲裁模具系统的总体结构, 着重阐述了运动控制部分的设计。经改造后的系统提高了快速响应产品变化的能力, 在缩短产品设计制造周期、增加制造系统的柔性、降低成本、提高机械产品质量等方面均有明显的改善。

1 敏捷冲裁模具系统的总体结构

敏捷冲裁模具系统总体结构主要由 5 个模块组成, 包括图形处理及转换模块、运动控制模块、冲裁行程控制模块、敏捷模具快换组件模块、被冲板材定点数控输送模块^[2]。整个敏捷冲裁模系统的组成见图 1。

1.1 图形处理及转换模块

图形处理及转换模块的主要功能是读取工件的几何信息, 并结合机床的配置参数 (如: 机床吨位、机床喉口尺寸等) 和工艺要求对图形数据进行处理、排序后, 自动生成数控加工代码传输到运动控制模块。此模块借助基本的图形交换标准 DXF, 首先将不同的绘图软件 (Auto-

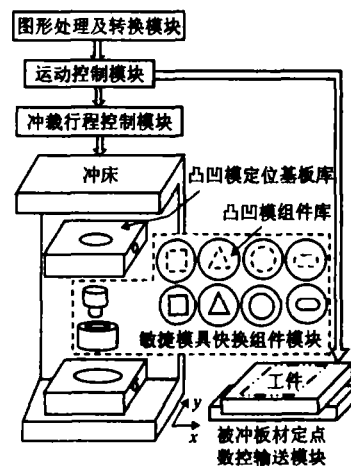


图 1 敏捷冲裁模系统组成

CAD、Solidworks、Pro/E 和 UG 等) 所设计的二维工程图转化为通用的 DXF 文件格式, 然后通过自动识别读取 DXF 文件, 最后将其读取的数据输送到公共数据数控加工代码转换操作区, 直接生成加工指令代码。图形处理及转换模块实现设计和制造集成化的要求, 大大地提高了生产效率、保证了加工质量。

1.2 运动控制模块

运动控制模块是整个智能控制系统的核心, 其功能是在得到图形处理及转换模块给出的机器码指令后, 再通过控制系统操纵被冲板材的载体——定点数

控输送平台进行二轴插补运动, 目的是实现凸凹模与工件板材在不同位置上的相对运动。采用开放式数控系统, 通常 PC 板嵌入 CNC 中, 即 PC+ 运动控制卡, PC 通常以工控机为主, 总线采用 PCI 总线。运动控制卡现在已经成为一种标准的模块, 用户只需要按照自己的实际需要进行硬件的搭建和软件的开发, 符合敏捷制造的快速化、柔性化和模块化的要求。

1.3 冲裁行程控制模块

冲裁行程控制模块的功能是实现被冲件的冲裁成形时的冲头行程。在 PLC 控制下实现动模对静模上下相对移动控制, 动模移动距离的长短受可调节行程开关控制。冲裁行程控制模块通过运动控制模块触发激活后, 在预先设置的冲裁工进时间内, 运动控制模块必须处于中断控制状态, 以免冲裁时, 工件板材被拖动。

1.4 敏捷模具快换组件模块

敏捷模具快换组件模块的构形过程是一个选择组件、组装元件的过程。快换模块由 4 个组元件库组成, 即凸凹模组件库 (见图 1)、凸凹模定位基板库、夹紧元件库和卸料元件库。4 个组元件库根据生产需要可以灵活扩充。前 3 类元件通过拼装形成冲裁成形单元, 卸料元件库一般由不同规格的聚氨酯橡胶块组成。在二维板材冲裁加工中, 一般以圆形孔、矩形孔、三角孔和腰形孔为主, 因此, 凸凹模组件库记录 2 方面的信息: 组件几何信息、组件与定位基板装配特征信息。组件几何信息由 CAD 平台直接读取工件图形获得; 组件与定位基板装配特征信息通过定义和读取凸凹模组件几何参数选取定位基板库获取。

1.5 被冲板材定点数控输送模块

被冲板材定点数控输送模块实质上是一个二维数控移动平台, 在运动控制模块传授的指令下进行定点移动, 实现工件板材相对凸凹模的位置变换。它由驱动器、大力矩电机、精密丝杠和高性能直线滚动导轨, 以及安装在移动平台上的装夹板材单元 (夹具体) 构成。

2 基于开放式运动数控系统的冲裁运动系统设计

传统的计算机数控 (CNC) 系统大多采取封闭式设计, 产品的彼此不兼容使得数控系统难以进行结构的改变和功能的扩展。开放式数控系统克服了传统数控系统的许多缺点, 并且具备以下基本特征: 开放性、可互换性、可伸缩性、可移植性和可扩展性等。因此, 开放式数控系统必然成为数控系统未来发展的主流。IEEE 对开放式数控系统的定义^[3]: 能够在多种平台上运行, 可以和其它系统相互操作, 并能给用户提供一种统一风格的交互方式。

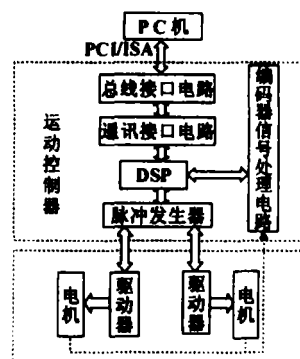
数控系统的开放化必须顺应现代制造业发展要

求, 满足数控系统制造商、机床生产商及用户对数控系统灵活性、可重组可扩展性等要求。下面从敏捷冲裁模具系统开发中的运动控制模块、冲裁行程控制模块和被冲板材定点数控输送模块出发, 将其结合起来, 设计了冲裁系统的运动控制部分。

2.1 开放式数控系统硬件平台的开发

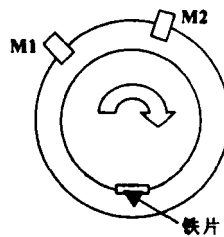
本文设计所采用的是基于 PC 机的开放式数控系统, NC 嵌入 PC 中 (PC+ 运动控制器), 这也是目前所广泛采用的一种方式。“PC+ 运动控制器”形式建造数控系统的硬件平台, 其中以工业 PC 为主控计算机, 组件采用商用标准化模块, 总线采用 PC 总线形式, 同时以多轴运动控制器作为系统从机, 进而构成主从分布式的结构体系。运动控制器通常以 PC 硬件插件的形式构成系统, 完成机床运动控制、逻辑控制等功能。PC 作为系统的主处理器, 主要完成系统管理、运动学计算等任务^[4]。

冲床工作台的进给运动是通过采用运动控制器来进行控制, 按照图 2 所示搭建硬件平台^[5]。由于本数控系统用于冲裁加工, 必须保证冲压和进给动作的协调。在制动盘轴 (或其它部位) 固定一个与曲轴运行同步的旋转的铁片, 在铁片扫过的圆弧区, 安



装 2 个接近开关 M1 和 M2 (见图 3 所示)。当铁片接近 M1 和 M2 的敏感区时, 开关状态改变 1 次, 这样提取到与 T_1 、 T_2 (假设加工中冲头下落快要接触工件的时刻为 T_1 , 加工完成后冲头上升刚离开板料的时刻为 T_2) 时刻相对应的电平信号, 送入系统作同步信号, 用其控制进给的起始。这样就能保证冲头动作与进给运动的协调, 并且易于实现。

图 3 安装示意图



2.2 冲裁运动系统的软件的实现

数控软件结构的设计是基于 Windows 操作系统为开发平台, 可利用 C++, VC++, Visual Basic 6.0 等多种高级编程语言开发自己的应用程序。在应用程序中, 利用数控内核系统已定义好的 I/O 接口, 把这些应用程序与数控内核系统连接起来。通过这种以 I/O 接口衔接的方式就把用户本身的知识、经验、专用工艺集成到数控系统中, 形成了独特的专用数控系统。使其完全适用于某种特定的应用场合, 从而使数控系

统具有更强的针对性^[6]。

选用 Visual Basic 6.0 开发此数控系统, 其步骤如下: 首先导入运动控制器所配套的动态连接库; 然后根据冲床的实际要求, 定义变量; 最后进行前后台和初始化的编程, 确保机床能按照既定的指令动作。

下面针对深圳雷赛运动控制卡, 实现二维直线插补的编程如下:

```
If fangzhenbutn = 1 Or jiangongbutn = 1 Or xiaohetn = 1 Or monibutn = 1 Or openfilechk = 1 Then
  If twoarray1(2).aa = "X" Then
    d1000_start_ta_line2 axisarray(1), posarray(1), startspdy, normalspdy, actimey
  Else If twoarray1(2).aa = "U" Then
    d1000_start_t_line2 axisarray(1), posarray(1), startspdy, normalspdy, actimey
  End If
End If
```

另外该系统具有指令校核功能, 还具有模拟仿真功能, 人机交互性很强, 可真正实现智能控制。所开发系统的人机交互界面如下:

(1) 主操作界面

主操作界面主要包括代码编译显示窗口和模拟加工仿真窗口, 还有一些基本的功能按钮。代码指令可以由自动编程模块直接得来, 显示在代码窗口中, 也可以在代码窗口中手动编程, 如图 4 所示。每次在模拟、加工仿真操作之前, 必须对指令进行校核, 确保其指令代码的书写正确, 当指令代码书写错误时, 会立即弹出一个指令代码书写错误的提示框, 显示出错误代码的行号, 便于查找错误, 并直接修改。另外在加工前最好能进行模拟, 保证冲头能符合既定的轨迹冲裁。

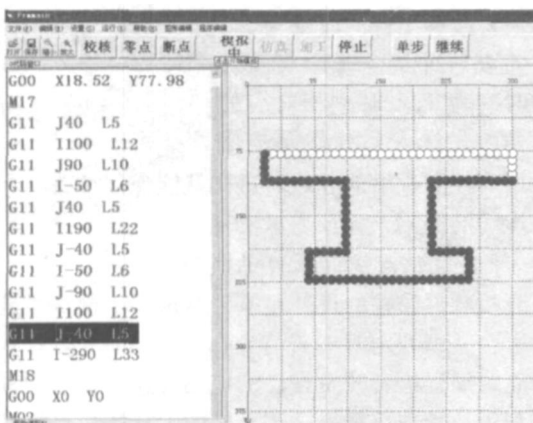


图 4 系统的主操作界面

(2) 参数设置界面和信号检测界面

参数设置界面主要是机床一些重要参数的设定, 用户可以根据自己的实际需要设置启动速度、正常速

度、加速时间等参数, 该界面简单易用。信号检测界面可以实时对信号进行观测, 了解机床运行状态, 便于及时排除故障。

3 应用实例

基于系统自动生成的 G 指令, 在经过改造后的数控冲床上进行实验, 加工出了我们预期设计的被加工零件, 加工结果完全符合设计加工要求, 如图 5 所示。

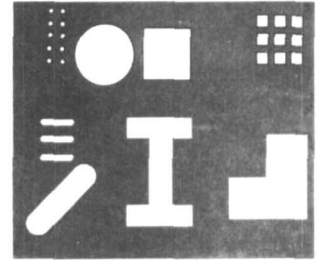


图 5 试验结果

4 结论

本文基于敏捷制造的模块化思想, 适合于普通冲床的数控改造, 完成了以下工作:

(1) 提出了在冲裁制造工艺单元的敏捷模具制造理念, 构建了系统的组成模块, 并介绍了模块的功能结构。

(2) 以运动控制模块为例, 阐述了开放式数控系统的概念与发展情况, 并提出了设计方案, 较好地实现了工作台的二维插补运动。另外良好的人机界面, 很大程度上方便了用户的使用。

(3) 系统实现了制造单元柔性化、产品设计模块化方法和可重组的工艺设备, 并借助仿真技术可让用户很方便地参与设计和制造, 通过应用表明该系统的加工效率和加工质量大大提高。

参考文献

- [1] Brunner Lincoln. Nest generation operations [J]. Modern Metals, 2004, 60: 20-23.
- [2] 何刚, 姚斌. 敏捷冲裁模具系统设计中的图形处理技术 [J]. 中国工程机械学报, 2006, 4 (1): 113-117.
- [3] 林峰, 刘家绵, 乌少龙, 计时鸣. 机床开放式数控系统的研究 [J]. 机床与液压, 2004 (4).
- [4] 石宏, 蔡光起, 史家顺. 开放式数控系统的现状与发展 [J]. 机械制造, 2005, 43 (6): 18-21.
- [5] 赵春红, 秦现生, 唐虹. 基于 PC 的开放式数控系统研究 [J]. 机械学科与技术, 2005, 24 (9): 1108-1113.
- [6] 王可, 孙凤, 付玉升, 李卉. 开放式数控系统在专用数控机床上的应用研究 [J]. 组合机床与自动化加工技术, 2004 (12): 79-80.

作者简介: 石林, 厦门大学机电系 05 级硕士研究生, 机械电子专业。王飞, 厦门大学机电系 04 级硕士研究生。姚斌, 厦门大学机电系副教授。电话: 0592-2186923, E-mail: yaobin@xmu.edu.cn, 陈春榕, 厦门大学机电系 05 级硕士研究生。

收稿日期: 2006-07-17