

Development of a Simple Numerical Control Experimental Device

Cheng Chang

College of Mechanical and Electrical Engineering, Beijing Information Science and Technology University, Beijing
Email: wfcc2519_cn@sina.com

Received: May 26th, 2015; accepted: Jun. 7th, 2015; published: Jun. 10th, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

According to the actual situation of our school, a simple numerical control experimental device is developed. The device consists of numerical control system and mechanical structure parts. Students can put a CNC program into the CNC system. It makes simulation of NC machining tool trajectory and the motion process. The Numerical Control Equipment solves the insufficient funds and the experiment equipment per capita number of low.

Keywords

Numerical Control Experiments, Numerical Control Equipment, Numerical Control Programming

简易数控实验装置的研制

常 城

北京信息科技大学, 机电工程学院, 北京
Email: wfcc2519_cn@sina.com

收稿日期: 2015年5月26日; 录用日期: 2015年6月7日; 发布日期: 2015年6月10日

摘 要

根据我校的实际情况, 研制出一种简易的数控实验装置。该装置包括数控系统和机械结构部分, 学生可

以把编制好的数控程序，输入数控系统，模拟数控加工时刀具的运动轨迹和运动过程。解决了资金不足，实验设备人均台套数低的不足。

关键词

数控实验，数控装置，数控编程

1. 引言

《数控技术》课程是我校机械设计制造及其自动化专业的必修重点课程，课程除了讲授理论知识以外，还安排数控编程和数控加工等内容的实验。学生通过实验，调试编写的数控程序，并用数控机床对零件进行加工，对数控的理论和数控机床的操作有了更加深刻的了解和认识，对数控编程与加工等实践知识的掌握起到了很好的作用。

但目前，我校数控机床数量有限，设备经费紧张。为了保证学生实验设备的人均台套数满足要求，我们研制了一种简易的数控实验装置，不但可以进行编程，还可以模拟加工，很好的解决了实验设备不足的问题。

2. 数控实验装置总体设计

2.1. 数控实验装置应满足的基本要求

数控实验装置主要用于学生根据所学知识，编写简单的数控加工程序，输入数控系统，并进行加工过程的模拟。1) 数控实验装置的精度要求不高，能按照数控加工程序，使虚拟刀具实现相应的加工运动轨迹，而不需要进行实际切削。2) 在可靠性方面，应要求数控实验装置稳定可靠，不轻易发生或尽可能少发生故障。3) 要求数控实验装置应具有较高的使用寿命和较低的成本。4) 造型应简洁明快、美观大方、使用方便舒适[1]。

2.2. 数控实验装置总体方案设计

在充分调研的基础上，我们拟定了几个方案。并从工艺分析、主要参数、总体布局、传动系统、数控系统、电气系统以及技术经济等方面进行了分析、论证。最后统一了认识，确定了最后的方案。

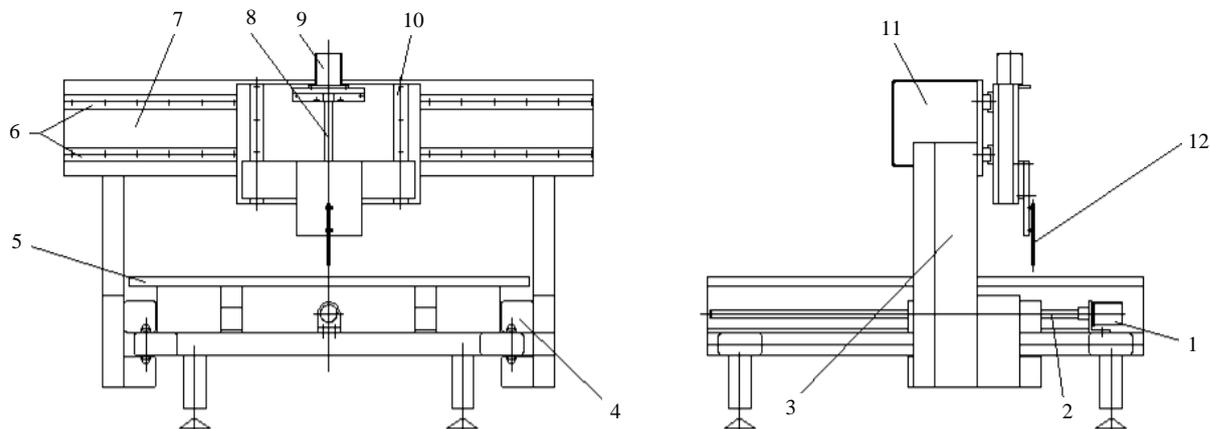
1) 数控实验装置的总体布局

数控实验装置总体布局就是指各部件间的相对运动和相对位置关系，并使实验装置具有协调优美的造型。合理的确定实验装置总体布局，可以使实验装置满足基本要求，还可以使机械结构更加简单、合理、经济[2]。

《数控技术》课程要求学生通过学习，掌握数控程序编制的一般步骤、机床坐标系的规定、G 代码和 M 代码的用法。掌握数控车、铣、钻床的手工编程方法。在实验装置设计上，我们力求结构简单、操作方便、机床运动更加直观、结构刚度高以及动态性能好等[2]。因此我们采用了龙门数控铣床的布局，如图 1 所示。主要结构包括工作台 5，立柱 3，以及固定在立柱上的横梁 7 等。画笔 12 (代替刀具) 固定在刀架上，由 Z 向步进电机 9 驱动，通过滚珠丝杠 8 使其沿 Z 向导轨 10 作 Z 向移动；Y 向运动由 Y 向步进电机(电机箱 11 内)驱动，沿固定在横梁上的 Y 向导轨 6 实现；X 向步进电机 1 通过滚珠丝杠 2 驱动立柱 3 沿 X 向导轨 4 作 X 向运动，从而实现画笔的 X 向运动。数控系统采用三轴联动的铣床数控系统。

2) 数控实验装置主要技术参数的确定

数控实验装置主要技术参数包括尺寸参数、运动参数和动力参数等[2]。



1: X向步进电机, 2: X向滚珠丝杠, 3: 立柱, 4: X向导轨, 5: 工作台, 6: Y向导轨, 7: 横梁, 8: Z向滚珠丝杠, 9: Z向步进电机, 10: Z向导轨, 11: Y向步进电机及滚珠丝杠箱, 12: 画笔

Figure 1. The overall layout of the numerical control device

图 1. 数控装置的整体布局

a) 尺寸参数: 尺寸参数是影响实验装置性能和结构尺寸的主要参数。作为学生实验用的数控实验装置, 力求结构紧凑、小巧, 确定整体尺寸为 $1000 \times 800 \times 600 \text{ mm}$, 占地小, 可以充分利用实验面积。

b) 运动参数: 运动参数是指执行件(主轴、刀架和工作台等)成形运动的速度。考虑到实验装置不需要加工, 只是用画笔代替刀具, 描绘出加工轨迹, 所以不需要设计主运动装置。进给运动过程中也无需考虑切削力等, 所以采用直流步进电机作为执行装置, 并分别与 X、Y、Z 向滚珠丝杠直连, 以减少传动误差, 缩短传动链。

c) 动力参数: 主要指电动机功率及扭矩等参数。X、Y、Z 三个进给方向分别采用独立的步进电机驱动, 且无需考虑切削力, 选择电动机功率及扭矩时, 只需计算空载功率即可。

3. 数控实验装置的数控系统与伺服系统的选择

数控系统是机床实现自动加工的核心, 主要由操作系统、主控制系统、可编程控制器、各类 I/O 接口等组成[3]。数控实验装置的整体结构类似于龙门铣床, 模拟加工时, 用画笔代替刀具, 实现二维的运动轨迹即可。依据这样的要求, 我们选用了三轴联动的国产铣床数控系统。该系统可控三个坐标轴: X、Y、Z。三轴直线插补、二轴圆弧插补, 编程更方便; 中英文显示界面; 参数编程功能, 可满足特殊需求等。满足我们作为数控实验装置的数控系统的要求, 且价格较合理。

通过计算和分析, 伺服系统选择了两相混合式步进电机及步进驱动器。步进电机具有较好的定位精度, 无漂移和累计定位误差, 能跟踪一定频率范围的脉冲列。步进电机伺服系统没有反馈检测环节, 是典型的开环控制系统, 既满足了伺服控制的需要, 也满足了降低成本的要求。步进电机的运行性能不仅与电机本身特性、负载有关, 而且与其配套使用的驱动电源有着密切的关系。步进电机的运行性能是步进电机驱动电源的综合结果, 选择性能良好的驱动电源对于发挥步进电机的性能是十分重要的[4]。

4. 数控实验装置机械结构设计

4.1. 数控实验装置本体的设计

数控实验装置主要用于学生模拟数控加工的过程, 用画笔实现刀具的运动轨迹, 不需要实际的切削加工, 本体对刚度和强度的要求并不是很高。因此实验装置的本体采用工业铝型材搭建而成, 包括工作台、立柱、横梁等, 都选用不同类型和规格的工业铝型材组装。

工业铝型材具有很高的精度,如在 5700 mm 范围内,铝型材的交线及槽线的平行度不大于 ± 0.05 mm,在 300 mm 长度内直线度不大于 ± 0.3 mm,在 2000 mm 长度内直线度不超过 ± 1.5 mm,在 2000 mm 长度内扭曲度最大为 1.5 mm。工业铝型材表面经过氧化后,外观非常漂亮,且耐脏,一旦涂上油污非常容易清洗。组装成产品时,根据不同的承重采用不同规格的型材,并采用配套铝型材配件,不需要焊接,较环保,而且安装、拆卸,轻巧便于携带、搬移极为方便。

4.2. 传动零部件的设计与选择

数控实验装置不需要用来加工,也就不需要主传动系统。而进给传动系统是将伺服电机的旋转运动变为工作台直线运动的整个机械传动链,主要包括丝杠、导轨等零部件。为保证数控装置的传动精度和工作平稳性,零部件应具有较高的传动精度、较快的响应速度、较高的传动刚度、较小的摩擦力,以及较高的稳定性、寿命长、使用维护方便等要求[5]。

因此丝杠选用了滚珠丝杠螺母副。它具有传动效率高、运动平稳无爬行、无轴向间隙、使用寿命长以及维护方便等特点[5]。

导轨选用了直线滚动导轨。它除了导向外还能承受颠覆力矩,其制造精度高,可高速运行,并能长时间保持精度,通过预加负载可提高刚性,具有自调的能力,安装基面允许误差大,维护方便简单,寿命长等特点。

5. 结语

简易数控实验装置整机(见图 2)安装调试后,已经用于数控实验中。学生把编写好的数控程序输入数



Figure 2. The numerical control experiment equipment

图 2. 数控实验装置整机

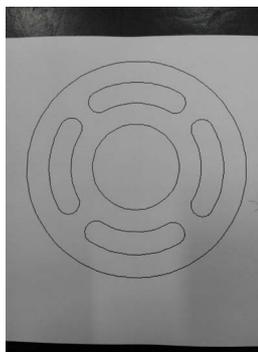


Figure 3. The curve of the numerical control experiment

图 3. 数控实验装置画出的轨迹曲线

控系统后，该装置能模拟加工时刀具的运动轨迹，即在工作台上画出运动轨迹曲线，见图 3 示例。还可以模拟加注冷却液的状况，用压力表显示冷却液的喷注等。简易数控实验装置不仅增加了实验设备的数量，使更多的学生有时间可以把自己编制的数控程序进行加工模拟，同时也解决了设备经费不足、场地紧张等问题。该设备价格较低、操作简单方便、装置坚固可靠，适合于初学者使用，具有广泛的推广价值和意义。

参考文献 (References)

- [1] 韩建海, 胡东方 (2013) 数控技术及装备. 华中科技大学出版社, 武汉.
- [2] 周利平 (2011) 数控装备设计. 重庆大学出版社, 重庆.
- [3] 李虹霖 (2012) 机床数控技术. 上海科学技术出版社, 上海.
- [4] 黄筱调, 丁文政, 洪荣晶 (2012) 机床数控化改造理论、方法及应用. 科学技术出版社, 北京.
- [5] 许吉庆 (1999) C616 车床的数控化改造设计. *机械制造*, **1**, 187-188.