

虚拟仿真技术在数控加工编程教学中应用研究

Application research of virtual simulation technology in numerical control program course

陈为国

CHEN Wei-guo

(南昌航空大学, 南昌 330063)

摘要: 分析了数控编程课程教学的特点, 讨论了数控虚拟仿真软件分类及特点, 并介绍了虚拟仿真软件在数控加工编程课程教学实践中的应用, 最后讨论了数控虚拟仿真软件应用于教学中存在的优点和不足。

关键词: 数控仿真; 数控编程; 教学

中图分类号: G712

文献标识码: A

文章编号: 1009-0134(2009)06-0106-04

0 引言

随着科学技术的不断发展, 数控技术在实际生产中的应用变得越来越广泛, 市场对数控技术特别是数控编程人员的要求变得较为紧迫。基于这样的现状, 大部分高校的机械制造类专业都开设了数控技术或数控编程类课程。

数控加工编程课程是一门以应用为目标的综合性、实践性课程。其上承了机械制造技术、数控原理和数控技术, 下载了CAM类课程、数控加工的操作实训, 是一门介于数控基本理论与数控实际运用之间的课程。数控加工编程课程中很多内容是与实际机床操作有密切关系的, 撇开数控机床的操作与实践, 孤立地去讲授数控编程的各类代码, 将很难达到理想的教学效果, 特别是一些直接与机床上的按键或操作有关的代码, 课堂讲授时更是难以使学生理解和记住。

数控机床的投资大, 成本高, 难以做到人手一机练习, 更不可能搬到教学课堂上来。另外, 在讲解数控程序的时候, 即使将加工图样与程序同时投影到屏幕上也难于将呆板的图纸与每一程序段对应讲解。

近年来, 随着计算机技术和虚拟仿真技术的不断发展, 配合数控编程与数控教学的虚拟仿真软件不断涌现, 将这些虚拟仿真软件应用于数控加工编程教学中, 可较好的解决上面谈到的教学问题, 使数控程序的枯燥字母与数字的集合变成屏幕上的虚

拟现实及动画, 极大的提高了数控编程课程的教学效果。

1 数控虚拟仿真软件的现状与分析

当前, 国内可见到的数控仿真软件较多, 有以辅助程序编制和运动轨迹校验型的, 其以实际应用为目标, 常常包含有程序传输功能, 如CIMCOEdit、NCSEntry、MetaCut等等。还有虚拟现实型的, 能够虚拟仿真出类同于真实三维数控加工的环境, 如数控机床的程序输入、编辑和调试等, 数控机床的操作过程, 数控零件的切削加工、测量等内容, 这类软件有上海宇龙的数控加工仿真系统、南京斯沃数控仿真软件(SSCNC)、南京宇航数控仿真软件(YHCNC)等等。

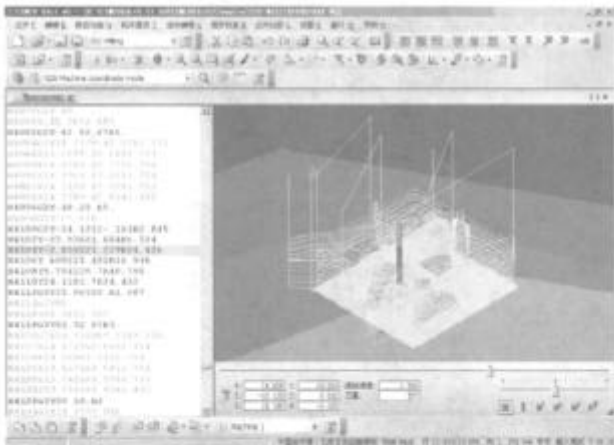
运动轨迹校验型的仿真软件, 可以将程序中的运动程序段实时的与加工轨迹同时显示, 并具有动画效果, 非常适合于课堂讲解和分析程序。以CIMCOEdit仿真软件为例。CIMCOEdit是CIMCO DNC系统软件的一个组成部分, 其工作界面如图1所示。其左侧有一个可以编辑的程序窗口, 显示调入的仿真程序; 右侧是虚拟仿真窗口, 可仿真出刀具轨迹甚至加工后的虚拟实体, 右下部能显示当前程序段和刀位点的实时信息, 如X、Y、Z值和I、J、K值, 进给速度, 刀具情况等, 并能控制刀具轨迹运行。该软件使用时可控制刀位轨迹的正反运行, 自由的缩放、旋转和移动; 程序与刀位轨迹的动态交互分析, 可方便定位任意程序行对应的刀位以

收稿日期: 2008-12-03

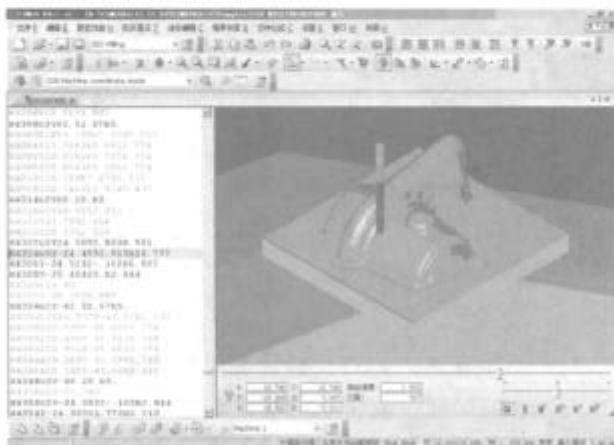
作者简介: 陈为国(1962-), 男, 江西永新人, 教授, 主要从事冲模和塑料模具的设计、制造、CAE分析, 数控编程与加工, 液压与气压传动等方面的教学和研究工作。

【106】 第31卷 第6期 2009-06

及任意刀位对应的程序行；快速高效的实体仿真功能，可以形象、直观、高效地发现干涉、过切等程序的错误隐患。可在左侧窗口中编辑和修改程序，并与调入的原程序对应改动。



(a) 加工轨迹仿真



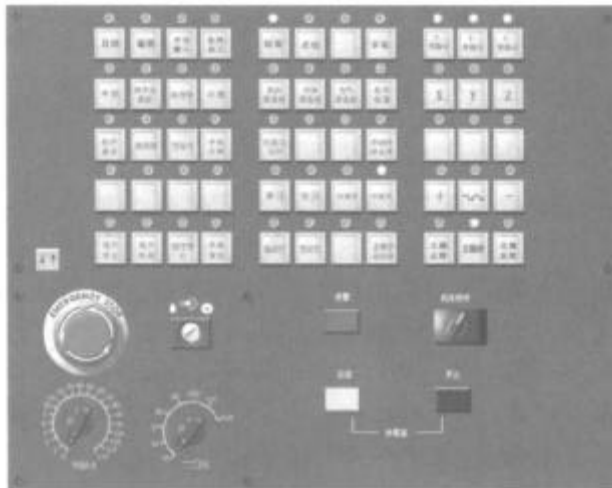
(b) 实体仿真

图1 CIMCOEdit 仿真软件的工作界面

虚拟现实型的仿真软件能够在计算机屏幕上通



(a) Fanuc Oi Mate MB 型 CNC 系统工作环境



(b) 展开的操作面板

图2 斯沃数控仿真软件的工作界面

过键盘和鼠标操作，在虚拟的现实环境中仿真练习和学习。国产的仿真软件基本上都能仿真出国内应用的主流数控系统或主流机床厂家的机床产品。图2所示是斯沃数控仿真软件虚拟出的北京机床厂Fanuc Oi Mate MB型CNC系统的数控机床的工作环境，由于操作面板较大，其设计成了下部隐藏型的，如图2(a)的右下角，图2(b)为展开后的机床操作面板。从图中可以看出，其屏幕右侧的CRT/MDI面板和操作面板与真实的机床布置基本相同，完全可以模拟练习机床的基本操作，右侧则是一台数控机床的虚拟现实，模拟机床的实际动作。

2 数控加工编程课程教学特点

数控编程技术是一项实践性很强的技术，在讲解数控编程时，首先必须让学生了解数控机床加工的全过程，包括从程序的编写、输入、相关参数的设置、机床操作方法及常用操作按键的作用、零件加工过程等，因为很多指令是与加工过程有关的；其次，授课过程中如果一味的讲解各种指令的功能，而不通过程序来理解，将会陷入枯燥、乏味，进而难以理解的地步；第三，很多加工指令如果仅凭口头说明，学生难以理解，如工件坐标系建立指令G92、G54~G59、G50、G00与G01在走直线时的区别、某些固定循环指令、M00和M01的工用等；第四，在讲解程序时，程序段与加工图形难以互动；第五，难以找到与教材上的程序案例完全相同的加工录像。

以上问题如果借助于虚拟仿真软件去做，可以达到事半功倍的效果。

3 虚拟仿真软件在数控加工课程教学实践中的应用

3.1 数控加工全过程的回顾

数控加工编程课程的前期,借助于虚拟现实型的数控仿真软件(如图2所示的斯沃仿真软件)通过一个典型零件的数控加工,让学生回忆起前期金工实习所接触的数控加工的概念,同时,对授课过程中可能用到,难以理解的知识点先做一个介绍,做下伏笔,在后面的教学中重点和重复的介绍,通过多次的重复增强学生的理解和记忆。

3.2 加工程序的阅读

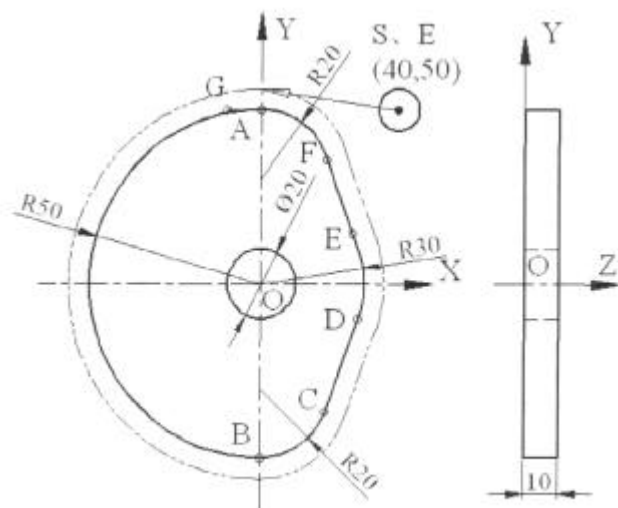
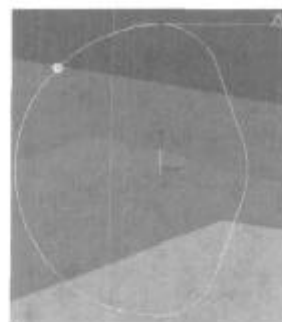


图3 凸轮

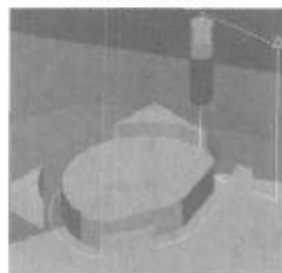
数控加工编程课程中,常常要阅读一个完整的程序,这时,运动轨迹校验型的仿真软件就可以发挥作用。如图3所示的凸轮零件的外形铣削过程,可以通过CIMCOEdit仿真软件将程序段与运动轨迹段互动讲解,大大提高了学生学习的兴趣。图4所示是图3凸轮外轮廓的仿真界面,图4(a)中,左边显示



(a) 仿真界面



(b) 轨迹仿真(俯视)



(c) 实体仿真

图4 基于CIMCOEdit的凸轮仿真界面

的当前程序段为N50段,右侧可以看到R50圆弧轨迹上有一个刀位点。讲解过程中刀位点的运动可以单段,连续运动,运动速度可调,也可以手动调节窗口右下角的滑尺手动调节刀位点的位置。刀位点与程序段是对应互动的。

3.3 工件坐标系建立指令

工件坐标系的建立是数控加工过程中必须掌握的内容,仅仅通过教材上的插图和指令的说明难以使学生充分理解。这时,借助于虚拟现实型的仿真软件就可以通过数控机床的操作和程序的运行(单段或连续),借助于CRT显示器上的坐标值变化来深刻理解。

如工件坐标系建立指令G92X_Y_Z_,可以通过一段包含有G92指令的程序,在仿真软件中单段运行。在程序运行中,不管刀具处于什么位置(通过绝对坐标值可以看到),当程序运行到含有G92指令的程序段时,CRT显示器中的指令值都变成了G92指令中的X_Y_Z_值,而实际的刀具没有任何动作。数控车系统中的G50指令与数控铣系统中的G92建立工件坐标系的原理是一样的。

在讲解工件坐标系选择指令G54~G59时,可以通过G54~G59的建立过程,了解用CRT/MDI面板手工数据输入的方式,理解这6个工件坐标系相对与机床坐标系的偏置和偏置值的概念,并通过包

含有 G54 ~ G59 指令的程序了解工件坐标系选择与建立的过程。以图 4 中的程序为例,当程序执行到 N10 程序段时,刀具会迅速的移动到 G54 坐标系中的 X40.0Y50.0Z150.0 位置上,同时 CRT 显示器上的绝对坐标值也变成了 X40.0Y50.0Z150.0。

在以上坐标系建立过程的中,一般以程序单段执行为好。讲解过程中可以穿插讲解程序单段和连续执行的区别和特点。同时也可以看到 G92 指令执行过程中刀具是不动的,而 G54 ~ G59 指令执行时则刀具可能会有一段快速移动。

对于数控车床中利用刀具偏置功能建立工件坐标系时,也可通过对刀、偏置值的输入,刀具指令的编写规则和相应程序段的单独按执行等来讲解。

3.4 辅助功能指令中 M00 与 M01 的作用

在辅助功能指令中,程序暂停指令 M00 与选择停止指令 M01 两个指令是与机床操作面板和操作过程有一定联系的指令,这两个指令的讲解可以借助虚拟现实型仿真软件——斯沃软件,配合操作面板上的“循环启动”和“选择停”按钮仿真讲解,其效果是可想而知的。

在讲解这两个指令时,可以扩展讲解“循环启动”和“循环停止”按钮、“程序段跳选”按钮,“自动”和“单段”按钮等的作用,并结合其在实际工作中的应用情况,如程序的调整、测量、清除铁屑等进行讲解。

3.5 完整程序段的“自动”和“单段”运行

数控机床的程序都可以以“自动”或“单段”方式运行,教师可以通过一套完整程序的“单段”执行过程,充分理解其它指令,如主轴的转速指令 S_—和主轴的正转 M03 与停止 M05 指令,冷却液的开/关指令 M07、M08 和 M09 指令,刀具补偿指令、程序结束指令 M30 等。并以“自动”运行方式观测数控加工连续的全过程。

3.6 手工编程的程序校验与修改

数控仿真软件都可以通过仿真手段校验手工编写的程序。顺便提一下的是 CIMCOEdit 仿真软件可以在左侧的程序窗口中直接修改,其修改的程序与调入的程序是互动联系的,即在 CIMCOEdit 仿真软件程序窗口中修改的部分,本地机上调入的程序也会相应的改变,这个功能对程序的修改时非常有帮助的。

3.7 数控加工过程的录制

在多媒体教学手段普及的今天,教师授课都希望配套一些加工录像或动画素材。当前,有些数控仿真教学软件便具有这些功能(如斯沃仿真软件)。教师可根据需要,将教材中典型的程序案例制作成符合自身习惯和特点的加工录像(avi 格式),辅助课堂教学。对于没有录制功能的仿真软件,可以借助于通用的屏幕录制工具,如 HERO SCREEN RECORDER 软件进行抓屏录制。

3.8 数控实验或实训过程中的虚拟现实练习

与数控加工编程课程配套的实践性教学环节一般有实验或实训。由于各校的条件差异较大,受资金方面的限制,大部分学校的数控机床的台套数往往远小于学生的人数,且数控机床的运行成本高,有一定的风险,这时,借助于虚拟现实型的仿真软件真实仿真效果较好的特点,让学生先在计算机上练习程序的输入、查找、编辑、修改等操作,相关参数(坐标系的设定,刀具补偿值的设定等)的输入方法、相关按钮的作用,虚拟数控加工操作等,在学生了解数控机床的操作有一定了解的基础上,再转入基于实际的数控机床的数控实验或实训环节。

4 结束语

借助于数控虚拟仿真技术辅助数控加工编程课程,对提高教学质量是由一定帮助的。但是,由于数控虚拟仿真软件的开发还不是很完善,还存在着一定的不足,因此说数控虚拟仿真技术对于教学仍然是一个辅助的手段,综合实际应用的经验可以看出其优劣。其优点表现为用较低的成本熟悉数控机床的操作面板和操作过程,学生具有参与感和成就感,安全性和节约性较好。缺点为转速、进给量和刀具的形状离现实有一定的差距,零件的装夹、测量等与实际相差较大,有些固定循环指令的动作有一定的错误或还不能实现。练习者的实际手感较差,离实际操作还是有一定的差异,因此,不能完全用虚拟仿真练习代替实际数控加工编程的实验或实训。

参考资料:

- [1] 王海根,程国标,方珠芳.数控加工技术课程实践教学的探索[J].实验技术与管理,2008.2.
- [2] 蒋杨永,王海根,秦春节.基于仿真技术的数控实验平台构建及应用[J].计算机仿真,2006.11.
- [3] 聂秋根,陈光明.数控加工实用技术[M].北京:电子工业出版社,2007.