

数控车床图形仿真功能及其实现*

郇 极 胡梅梅

(北京航空航天大学)

【摘要】 介绍车床数控系统中的加工过程图形仿真环境描述方法,其中包括:刀具,刀架,卡盘,尾架和工件的定义方法,以及仿真过程的实现。本方法已用于北京航空航天大学开发的 CH-2000数控系统。

关键词: 数控 数控车床 图形仿真

【Abstract】 This paper introduced a method to describe graphic simulation environment of NC turning machine, such as tools, tool holder, chuck, tailstock and workpiece, and its implementation on a CNC-system, CH-2000, developed by Beijing University of Aeronautics and Astronautic.

Key words: NC NC turning machine Graphic simulation

一、概 述

随着数控车床的广泛应用和计算机技术的发展,越来越多的机床用户要求控制系统带有加工过程图形仿真功能。在此类数控系统上可以通过动态图形画面模拟加工过程,获得与加工过程相似的真实感,直观地检查数控加工程序,优化加工参数;监视加工过程,防止可能出现的刀具与卡盘、工件、机床之间的干涉和碰撞。

近几年 PC 计算机技术发展非常迅速,它们已经被广泛应用于工业控制领域,同时也用于作为数控系统硬件平台。由于 PC 计算机的图形处理软硬件非常丰富,可以方便地在数控系统上实现加工过程图形仿真功能。本文介绍用于北京航空航天大学 CH-2000数控系统的车床加工过程仿真方法,该系统是在 PC 计算机上实现的多轴多通道数控系统。

二、加工环境描述和输入

数控车床加工环境由卡盘、工件、刀具、刀架和尾架组成,在仿真之前,必须将有关数据输

入给数控系统,正确描述加工环境。由于上述部件的外形和尺寸都是可变的,加工环境的描述和生成是一项非常繁琐费时的工作。因此研究加工环境数据的定义和输入方法是实现加工过程仿真的一个关键问题。一个完善的数控车床图形仿真系统必须具备如下主要功能:①能描述不同结构和尺寸的机床。②能描述不同结构和尺寸的卡盘、尾架、刀架、工件。③能描述不同类型和尺寸的刀具。④数据输入和修改方便。⑤具有部件库功能,能通过部件调用自动生成加工环境。

CH-2000数控系统的车床仿真环境由以下环境描述文件组成:

CHK(卡盘文件)

WP(工件文件)

TSK(尾架文件)

THD(刀架文件)

T0(0号刀刀具文件)

T1(1号刀刀具文件)

.....

Tn(n号刀刀具文件)

机床操作人员可以使用以上文件定义加工环境,并将它们长期保存在数控系统中,构成描述加工环境的部件库。由于 CH-2000数控系统是在 PC 计算机上实现的,可以利用 DOS 操作

《机械工业自动化》

* 本文研究内容系国家“八五”攻关项目

系统提供的文件管理功能建立仿真环境部件库,并将数据存储于在电池 RAM 盘上或者硬盘上。以下分别介绍各个部件的定义方法和数据内容。

1. 卡盘文件

图1为卡盘文件的格式。其中几何元素 element 1...element 6定义了卡盘的外形和尺寸,由元素的起点和终点坐标表示;diameter 表示卡盘的张开位置,color 表示卡盘在屏幕上的显示颜色,offset_x 和 offset_z 表示卡盘原点在机床原点中的位置。可以利用多个卡盘文件 CHK 在数控系统中定义不同类型和尺寸的卡盘供选用,当工件的尺寸改变时,操作人员只需改变卡盘的张开位置 diameter。

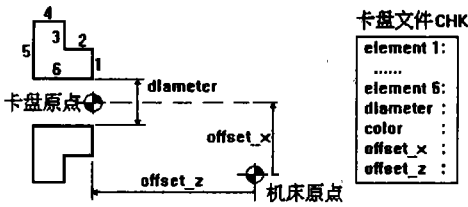


图1 卡盘文件数据格式

2. 工件文件

图2为工件文件的格式,其中 length 为工件长度,external_diameter 和 internal_diameter 分别表示工件的外径和内径。当内径 internal_diameter=0时,表示实芯工件。color 表示工件的颜色,offset 表示工件与卡盘的安装关系。加工不同尺寸的工件时,操作者应将表示工件尺寸和特征的数据添加入工件文件。图3列出了几种典型的工件与卡盘的安装关系。

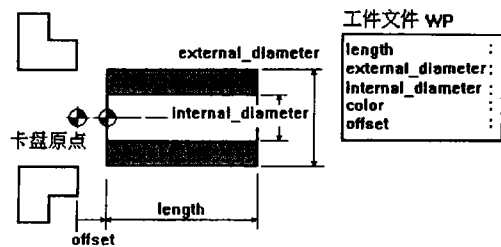


图2 工件文件数据格式

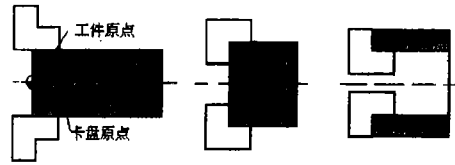


图3 仿真环境下卡盘与工件的安装关系

3. 尾架文件

图4为尾架文件的格式,其中几何元素 element 1...element 9定义了尾架的外形和尺寸,由元素的起点和终点坐标表示;color 表示尾架外形的颜色,offset 表示尾架与卡盘原点之间的距离,可以控制尾架与卡盘和工件之间的安装关系。在同一台机床上,尾架的外形和尺寸是固定的,操作者只需改变 offset 值,控制尾架与卡盘之间的距离。

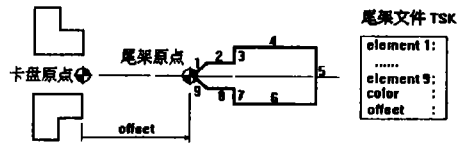


图4 尾架文件数据格式

4. 刀架文件

图5为刀架文件的格式,其中几何元素 element 1...element 4定义了刀架的外形和尺寸,由元素的起点和终点坐标表示,可以描述卧式或立式刀架;color 表示刀架外形的颜色。在仿真过程中,刀架原点表示机床坐标轴的位置,随机床 x 和 z 坐标变化移动,带动刀具移动产生动画效果。

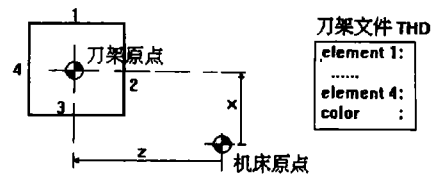


图5 刀架文件数据格式

5. 刀具文件

图6为刀具文件的格式,用几何元素 element 1...element 7可以定义各种外形和尺寸的

刀具,由元素的起点和终点坐标表示;color 表示刀具外形的颜色.offset_x 和 offset_z 表示刀具与刀架之间的安装关系。在仿真过程中,刀架带动刀具移动,产生动画效果。操作者可以根据经常使用的刀具情况,建立常用刀具的文件库,加工仿真时,只需从文件库中选出所用刀具文件,复制到仿真刀具文件 T1,T2...Tn 中,并设置偏移量 offset_x 和 offset_z。在仿真程序运行时,系统能够根据数控加工程序中的换刀指令(TxxM06)自动选择相应的刀具文件 Txx,描述正在使用的刀具。

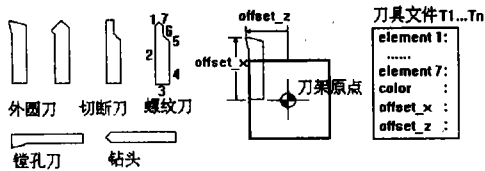


图6 刀具文件数据格式

6. 加工环境设定和生成

利用上述机床加工环境描述数据文件,操作者通过以下步骤设定和生成车床加工环境:

- 设置卡盘数据,例如,卡盘爪张开直径。
- 设置工件数据,例如,工件长度,直径和与卡盘之间的安装关系(offset)。
- 设置尾架数据,例如,尾架与卡盘之间的距离(offset)。如果不需要尾架,可以用较大的 offset 值将尾架移出仿真显示区。
- 设置刀具数据,例如,从刀具库文件中选取相应的刀具文件,T1...Tn,用偏移量 offset_x 和 offset_z 分别设置刀具与刀架之间的安装关系。

上述工作完成后,数控仿真系统将生成如图7所示的车床仿真环境。

三、动态图形处理

图7描述了数控车床的仿真环境以及仿真模块与 NC 模块之间的关系。NC 模块实时地将刀具指令 T 和机床坐标轴位置 X 和 Z 传送给仿真模块,仿真模块根据 X 和 Z 值产生刀架

和刀具运动。如果数控加工程序中有 T 指令,仿真模块自动在刀具文件中找到新的刀具文件,并在刀架上显示新的刀具外形。

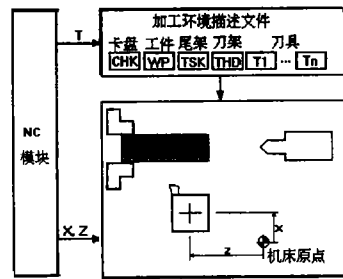


图7 车床加工仿真环境生成

当刀具与工件接触时,工件与刀具的公共部分被屏幕的背景色覆盖,表示工件的该部分已经被去除掉。同时工件轴线的对称部分也被去除掉,产生真实的仿真效果。与此同时,也可以观察到刀架与卡盘或尾架之间的干涉情况。图8为工件去除情况仿真。

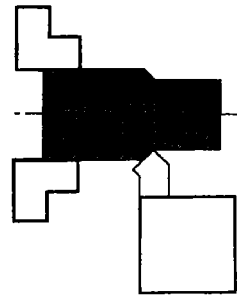


图8 工件去除情况仿真

四、总结

本文重点研究和介绍了数控车床动态仿真的加工环境描述方法,其主要特点是建立车床的主要部件的部件库,并将它们存在数控系统中。在用 PC 计算机实现的 CH-2000 数控系统中,它们可以被存在电池 RAM 盘上或硬盘上供仿真时调用。操作者只需修改少量数据,即可生成加工环境。此方法也可以扩展到双刀架车床的加工仿真。

《机械工业自动化》