

数控车床编程的图示模拟系统研究

陈亚年 林 波

(精密机械工程系)

摘 要

本文介绍了数控车床编程的图示模拟系统的研制,提出了运用光栅显示原理处理实体图形以达到动态模拟效应和增加轴向视觉模拟以及图示尺寸检验的方法。

一、前 言

随着材料科学的发展、加工精度要求的提高和生产类型方面的变化,数控机床在制造业中的比重日益增大。先进的工业国如美国、日本和西德,已普遍使用了数控机床(NC)、计算机数控机床(CNC)、直接数控机床(DNC),并正在发展柔性加工中心(FMC)以及柔性加工系统(FMS)以实现无人化工厂。在我国,数控技术虽然发展较晚,但目前其发展速度正日益加快。总之,数控机床在制造业中有着重要的地位和巨大的潜力。然而,完成一份完全正确的加工程序却并非易事,加工程序一般包括语法错误、几何错误、工艺错误、潜在错误等四种类型的错误。编程人员要经过多次试切和修改的反复过程才能将数控程序投入使用,既浪费了很多材料,又占用了很多数控机床加工时间。为了合理地经济地使用数控机床,相应地研制了许多计算机自动编程系统包括语言和后置处理程序,这对克服前二类程序错误起到很大作用。但对后二类错误例如刀具干涉、碰撞、切削用量不适等仍无法避免。因此,近年来国内外一些学者开始研制用于NC加工的模拟系统的完成程序的预诊断和优化工作。分析这些系统可知,首先这是一些专用系统,一般造价甚高。如德意志联邦共和国的TX8-GPS系统,过去用于军事方面的导弹跟踪,现用于数控加工模拟。其次是需特定的硬件支持,如国内最近研制的系统,一般需增加和改装硬件设备。根据我国国情,一般中小型企业往往具有使用数控机床的能力而无购买这些系统的能力。但另一方面,微型机由于其适用性和经济性,已被大多数企业广泛使用。因此,研制(在微机上完全由软件实现而不增改硬设备)实现动态模拟的系统是非常重要的。深入地了解一下CAD/CAM系统领域,可以发现,对程序设计而言,交互图形学已成为优化的主导,因此,探索一种图形模拟交互方式的辅助编程方法也是很有意义的。

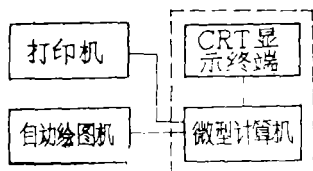
本文1987年4月25日收到。

二、系统概述

数控车床编程的图示模拟系统包括二个部分：1) 具有动态图形模拟及刀具轨迹模拟功能的交互式图形辅助编程系统；2) 数控程序参数的动态加工模拟系统。该系统的特点是：(1) 不需昂贵的设备，如小型和中型计算机；(2) 不需对现有设备进行硬件改动和增加；(3) 具有轴面和轴向两种视觉的模拟功能；(4) 具有成品尺寸检查功能。系统的基本硬件设备是APPLE II 微型计算机及显示终端。根据需要和条件可配打印机、绘图仪等，系统软件包括SIMULATIONA、SIMULATIONH和SIMULATIONP。SIMULATIONA可根据数控车床加工程序的参数，动态模拟加工全过程；SIMULATIONH可以动态模拟加工各步骤的交互方式辅助编程，并由绘图仪输出刀具切削运动轨迹；SIMULATIONP可以交互方式用图形模拟方法辅助编程并由打印机输出数控指令单。系统经运行验证，文中提出的利用光栅显示原理处理实体图形以达到动态模拟效应的方法具有对速度的适应性和图形模拟的逼真性。同时，增加轴向视觉模拟的方法及图示尺寸检查法也具有一定的模拟确定性和几何直观性。

三、系统硬件构成

数控车床编程的图示模拟系统的硬件构成非常简单，由微型计算机、CRT显示终端、打印机和绘图仪组成(图1)。虚线框内为基本系统，其可以支持软件系统SIMULATIONA独立完成对加工全过程的动态模拟，也可以支持其它两个系统的工作。打印机、绘图仪可根据条件和需要相应配置。考虑到绘图仪并未普及，作者还研制了在微机显示终端模拟刀具轨迹的子系统TRACE。



四、系统软件构成

数控车床编程图示模拟系统软件包括三个主要子系统SIMULATIONA、SIMULATIONH和SIMULATIONP，两个辅助子系统TRACE、TOOLTABLE。

1. SIMULATIONA

该系统软件是根据用户提供的加工程序参数，如刀号、数控指令代码、轨迹坐标列以及夹具、毛坯、成品和机床参数、动态模拟毛坯装夹，包括钻、攻、铰、车、镗、螺纹割槽等各种切削加工以及成品尺寸检查的全过程。在模拟过程中，由于主观逻辑错误和程序潜在错误造成的刀具干涉、刀夹具碰撞、吃刀过深、走刀过快、成品尺寸不对、形状不符等现象均可由动态画面反映。同时，为了进一步排除孔加工过程中的刀具干涉危险，该系统对直径小于40mm的孔加工增加了轴向视觉模拟以便观察，其工作流程如图2所示。

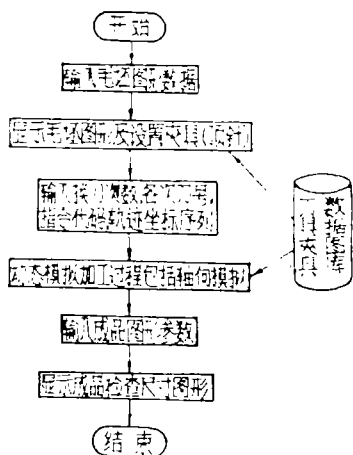


图2

SIMULATIQNA工作流程图

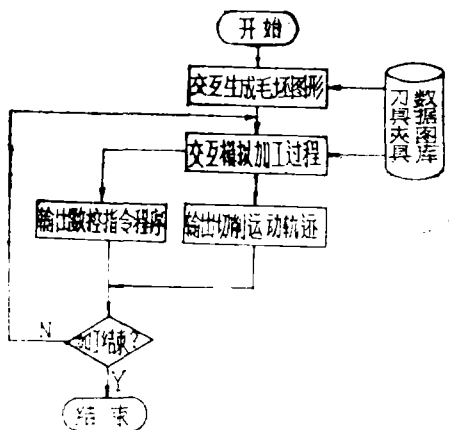


图3

SIMULATIONH, SIMULATIONP流程图

2. SIMULATIONH及SIMULATIONP

这两个系统是以对话方式辅助用户编制加工程序。系统工作时有序地向用户询问有关刀具、加工轨迹、毛坯等参数，并逐步产生相应的动态模拟图形，输出相应的刀具运动轨迹和相应的数控指令代码，其工作流程如图3示。

五、实现动态模拟效应的方法

对NC加工动态图形模拟而言，最重要的就是能够相当的速度逼真、准确地由图形反映出加工过程，而其中较为关键的是连续动态地图示金属切削的过程。换言之，在模拟过程中，要以相当高的速度计算、变换和显示图形。目前国内外各系统采用方法号各有特点，但大致都是用线图表示零件和刀具，在模拟过程中，对刀具图形和零件被切削区域图形进行交集计算，确定不可见线段，消除隐线，修改图形参数，变换图形显示。由于对图形进行交集计算比较复杂，需要一定的时间，所以这些系统必须具备一些特定的硬件设备，如高速大容量的中小型计算机，支持显示终端的专用处理器件以及各种图形软件的固化芯片等，才能达到动态效应。因此，能否找到一种不需进行交集计算而获得同样的金属切削模拟效应的方法，是在微机上不作硬件改动而实现动态模拟的核心问题。作者就是针对这一点提出了利用光栅显示原理处理实体图形以达到动态模拟效应的方法，该方法主要包括三个方面：（1）用实体图形方式描述被加工零件；（2）用机器语言方式建立刀具图库；（3）用刀具补色原理自动消隐。

从60年代后期以来，光栅扫描显示终端得到了很大的推广应用，目前大多数微型计算机的显示终端均为光栅扫描显示器。光栅显示不同于随机扫描画线显示之处在于显示数据的表示法，由于采用帧缓存器，因而各点亮度值是以二维矩阵存贮，因此，光栅显示器允许在屏幕上建立实体图形，而这正是实现该方法的基础所在。微型机虽然价格经济，使用方便，但其容量较小，运算速度较低，图的生成速度也不高，况且在不增加硬件设备条件下，机器总是在中断MPU工作时显示图形，这对大量的刀具图形的快速计算和显示是很不利的。为了克

服刀具图形占用空间大,显示速度低的问题,系统采用机器语言方式建立刀具图库。由于节省了大量的编译时间而提高了刀具图形的显示速度,同时还大大地压缩了占用空间,并使得这些图形参数可为多个NC程序所共享。在这两个前提下,作者运用补色原理,提出用刀刃亮度值改变的方法自动消除而获得了动态模拟金属切削的效应。由于采用这种方法,不必通过复杂的交集运算而达到消隐目的,使得系统的模拟速度仅仅依赖于轨迹计算的速度,因此只要轨迹计算有相应的速度,就可以获得相应的模拟效应。例如,在模拟刀具快速运动时,系统通过自动增加计算步长而达到这一目的。在模拟曲线加工时,系统采用了一些适用于计算机的快速曲线生成法,从而同样保持了相应的模拟速度。

用实体描述被加工零件的另一优点是使图形模拟更加逼真。当用轴面图描述零件时,外部轮廓和内部轮廓清晰可见,刀刃在模拟过程中和工件的接触情况比较全面,这样,对刀具干涉、切削用量不适等现象可以逼真地反映,同时消隐效应完全不符合人的视觉习惯。

六、轴向视觉模拟和图形尺寸检验方法

在NC加工中,孔内干涉现象比较严重,而用二维参数的图形模拟二维空间的状态存在不确定性,可是用主体图形模拟另件加工又会使系统过于复杂,对于车削加工也不必要,因此本系统增加了轴向视觉的模拟功能,这样可以使得观察者能清楚地了解到在平行于水平面的各个平面里刀具的干涉情况,从而解决了上述不确定性。

成品在屏幕上进行尺寸检验往往受到屏幕工作方式、字符发生功能条件的限制,同时也需占用一些存贮空间和计算时间,这是因为人们一提到尺寸,很快就联想到尺寸线和尺寸数据的显示。就信息结构而言,对尺寸检验,不论是尺寸线、尺寸数据,还是图形,都是尺寸检验信息的载体。因此,可以提出这样一种检验尺寸的方法:当加工结束时,系统根据成品的外部轮廓坐标,用与实体不同的亮度值生成零件和线图,如果该图完全是实体图形的边界,则尺寸是正确的,否则程序加工出的另件尺寸是不正确的,因而程序也是不正确的。

七、结 论

本文提出的利用光栅显示原理处理实体图形获得动态模拟效应的方法在数控加工模拟领域是一种新的方法,为今后这方面的研究提供了一些参考途径。按照上述方法研制的数控车床编程的图示模拟系统可独立使用作为辅助编程的工具和程序模拟的工具,也可以增加接口软件,用于自动编程系统中作为程序验证和修改工具。同时,通过进一步地完善,可以和数控机床联机作为实时模拟的工具。

参 考 文 献

- [1] W.M.纽曼、R.F.斯普劳尔著,易晓东等译,对话式计算机图形显示原理,科学出版社,(1984)
- [2] 朗·普尔、马·丁麦克尼夫、史蒂文·库克著,何绪范等译,微型计算机用户指南,北京出版社,(1985)。

A Graphic Simulation Syetem for NC Turning Programming

Chen Yan'an Lin Bo

Abstract

This paper describes a graphic simulation system for NC turning programming developed by the author. It pro-poses a method with which the dynamic simulation effect can be acquired by using grating display principle to treat solid graphics.

The methods for axial view simulation and dimensional gauging are also proposed in this paper.