

# 石材异型制品数控加工图形 自动编程子系统的开发\*

## Development of Graphic Auto-Programming System for Special-shaped Stone CNC machining

王志 张进生 田立芝 王涛 张良智

(山东大学机械工程学院及省石材工程技术研究中心, 济南 250061)

**摘要:** 简要介绍了数控加工自动编程技术的发展, 提出了面向石材异型制品加工的图形自动编程系统的总体设计思路和方案, 实现了图形自动编程系统的 3 个基本功能: 图形输入和编辑、前置处理、后置处理。

**关键词:** 图形编程 数控 石材 加工

**Abstract:** The paper briefly introduced the development of Auto-Programming for CNC machining, put forward the total design scheme for Graphic Auto-Programming of special-shaped stone, and realized the three basic functions of this system: graph input and edition, preposition and postposition.

**Key words:** graphic programming CN stone machining

### 0 引言

近年来,随着建筑装饰业和石材加工业的发展,石材异型制品开始大量应用于建筑物装饰业,并向着高档化、艺术化、多样化的方向发展<sup>[1]</sup>。我国虽然石材资源十分丰富,但石材加工技术尤其在石材异型制品加工方面与德国、意大利等发达国家相比,仍存在较大的差距。面对当前市场对石材异型制品的种类、形状、精度和产品尺寸的要求愈来愈高、需求愈来愈大的局面,我国石材加工业迫切需要适合我国国情的自动化加工设备与技术。山东省石材工程技术研究中心开发的 SS 系列石材异型制品数控加工设备,不仅投资小、见效快,而且实用性强、通用性好、质量稳定,非常适合我国的国情。

本文利用 Visual C++ 面向对象的编程思想以及计算机图形学的知识,在与 SS 系列石材异型制品数控加工设备配套的开放式软硬件结构的总体框架下,开发图形自动编程子系统,以提高我国石材异型制品的加工质量和加工效率,降低加工

成本。

### 1 自动编程技术的发展及软件方案的提出

所谓自动编程,就是编程人员将零件的几何信息输入计算机,由计算机生成零件的几何数据,然后进行相应的工艺处理与刀具轨迹计算,形成刀位数据文件,再经过后置处理即可生产 NC 代码。目前,自动编程系统主要有 3 种:数控语言编程系统、会话式编程系统和数控图形编程系统。

数控语言自动编程系统是最早研制的自动编程系统,应用较广;但存在不少缺点,主要是:编程人员需要掌握数控语言;需要将零件的几何信息转换成文字信息,而文字信息不如几何信息直观,且人为转换过程中易出错;由于采用批处理方式,在处理过程中编程人员不能对运行状态进行干预,也不能对其结果进行调整,因而,零件源程序的编写、编辑不够方便和直观。

会话式编程系统克服了语言编程系统的缺点,在工作时采用菜单方式引导编程人员回答问题,填写菜单,描写被加工对象的几何形状、刀具

\* 获山东省自然科学基金(Y2003F11)和山东省高技术产业发展基金(SD99-08)的资助。

第一作者简介:王志 1964 年生,山东省济南市人,山东大学机械工程学院副教授。主要从事制造过程自动化和石材工程技术方面的研究,取得成果 10 余项、专利 6 项,获省部级奖励 9 项。出版著作 4 部,发表论文 30 余篇。

运动轨迹及机床的辅助功能操作等。与数控语言编程系统相比,其优点是编程人员无需学习数控语言,整个编辑工作更加直观、方便,编程质量与效率进一步提高。但是,此类系统的缺点是在输入零件信息时也必须有一个将图纸信息进行转换的过程,而此过程也是由人工来完成的,易产生人为误差。

数控图形编程系统克服了上述两种编程系统的缺点,它利用图形输入装置,直接将被加工零件信息输入计算机,无需人工对图形信息进行转换,极大地减少了人为误差,提高了编程效率和质量。这种系统是利用被加工零件的工序图来生产数控加工指令,可以利用 CAD 进行工件设计,然后经过工艺信息处理,即可生成数控加工指令。正是由于上述优点,图形编程系统已经成为自动编程技术的发展方向<sup>[2]</sup>。

目前,国内异型石材加工业所采用的自动编程系统,要么是对编程人员要求较高的 APT 系统,要么是利用 AutoCAD 系统进行的二次开发。无论是哪一种,都无法避免要依靠国外昂贵的专业软件,这对中小企业是无法承受的。且由于这些软件的源代码不掌握在自己手中,无法根据实际需要及时进行更正、修改和完善。因此,我们开发了自己的自动编程系统。基于图形编程系统的优点是,本系统采用的是图形编程系统。在本系统中,不仅有自己的绘图平台,而且实现了与其他 CAD 软件的接口,可以利用他们丰富的资源,同时由于软件的开放性,用户可以方便地进行二次开发和研究。

## 2 系统功能设计与实现

本自动编程系统首先由自主开以的二维绘图平台或导入其他的 CAD 图形文件,生成石材异型制品的加工几何图形;然后进行相应的工艺分析,选择数控机床及刀具,规定走刀路线;再根据生成的刀具轨迹数据,生成相应的 NC 代码;最后利用代码进行模拟显示加工,以确保代码的正确性和刀具不发生干涉。本图形自动编程系统主要实现了如下的 3 个基本功能:图形交互输入、前置处理——工序设计、后置处理编制——NC 加工程序。

### 2.1 图形交互输入

计算机图形、图像处理应用程序所处理的对象可分为两类:矢量图和位图。矢量图,也称为面向对象的图像或绘图图像,在数学上定义为一系列由线连接的点。矢量图形文件中的图形元素称为图元,每个图元都是一个自成一体的实体。它

具有颜色、形状、轮廓、大小和位置等属性。对每个图元都可以进行移动或属性改变等操作,而保持其原有清晰度和变曲度,并且不影响图元中的其他对象。这些特征使基于矢量的程序,特别适用于图例和三维建模,因为它们通常要求能创建和操作单个对象。位图,又称为点阵图像或绘制对象,由像素(图片元素)组成。这些像素点可以进行不同的排列和染色以构成图样。当放大位图时,可以看见赖以抽出整个图像的无数单个方块。扩大位图尺寸的效果是增多单个像素,从而使线条和形状显得参差不齐。然而,如果从稍远的位置观看,位图图像的颜色和形状又是连续的。由于每一个像素都是单独染色的,用户可以通过以每次一个像素的频率操作选择区域而产生近似相片的逼真效果,诸如加深阴影和加重颜色。本图形自动编程系统的图形编辑器,必须能够对所绘制的每个图元进行操作,因此选择矢量图形是比较方便的,而且,选择矢量图形还可以节省内存资源<sup>[3]</sup>。

自动编程系统的绘图平台的开发一般有两种方式,一种是直接依附于现有的比较成熟的 CAD 系统(如 AutoCAD 等)进行二次开发,另外一种是自己开发一个 CAD 系统。本系统的绘图平台,结合二者的优点:一方面采用标准的 DXF 文件的交换功能,实现与 AutoCAD 等其他绘图系统进行信息通信;另一方面开发自己的绘图平台,结合异型石材制品的几何形状特点,在功能和使用上,向 AutoCAD 系统靠拢,方便用户的使用。

图形自动编程系统的图形编辑器,应该能够完成点、直线、圆、圆弧、矩形、椭圆等常见图元的输入,而且还应该能表明这些图形所组成的各种形面,如轮廓、平面、孔、槽、曲面等。本系统在构建图形编辑器时,主要从加工对象——石材异型制品的型面特点出发,同时充分利用 VC++ 软件平台上 MFC 的强大功能。石材异型制品是由各种异型面构成的,基本的异型面有平台面、球面、圆柱面、弧形面等,我们以此来确定图形编辑模块所需的图形元素。参考其他流行的 CAD 软件,对其功能进行分析,去除和石材异型面无关的一些图元功能,构建我们自己的图形编辑模器。我们构建了图形编辑类的子类,系统需具备的主要有直线类、矩形类、圆类、圆角矩形类、圆弧类以及椭圆类、多义线类、样条曲线类、任意多边形类等,并可以根据需要不断扩展。用户可直接在图形编辑模块上,进行图形元素的绘制、编辑。同时,通过本系统提供的与外部图形文件接口,可以将外部

的零件图形直接以 DXF 格式输入,或者将本系统的图形文件以 DXF 格式输出,进而加强了软件的开放性<sup>[4]</sup>。图形编辑器的界面如图 1 所示。

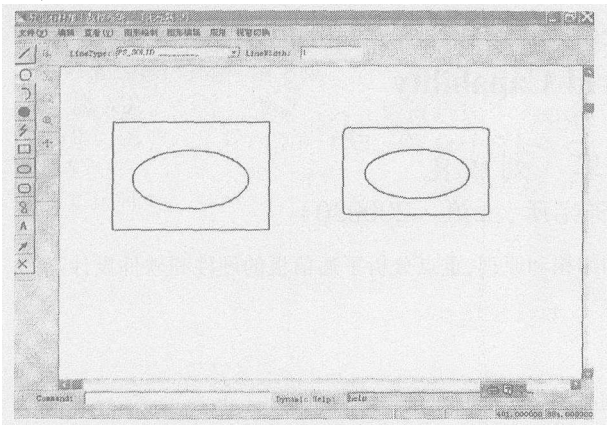


图 1 图形编辑器界面

## 2.2 前置处理(工序设计)

前置处理就是从二维几何图形中提取数控编程所需的几何信息,形成刀位文件的处理过程。就前置处理而言,二维图形中存在的问题是:由于绘图的原因,几何交点不相交;另外,图形实体数据按照产生的顺序存储,相互之间没有拓扑关系。因此,前置处理必须重建实体间的几何拓扑关系。

对于经过编辑的图形轮廓实体,必须按照工序和走刀路线进行拓扑重构。本系统的多义线中各实体依次首尾衔接,有起点和终点,其所包括的几何、拓扑信息最完备。因此,按照加工工序和走刀路线,将图形实体整合成多义线、各多义线的起点和终点,就是走刀和起点和终点。

在拓扑重构构成中,按走刀顺序用鼠标依次点取图形实体,系统依次对后点的图形实体进行几何求交运算,消除几何交点不相交和几何重叠问题。

对于编程所需要的数据,如图形的起点和终点坐标,圆弧的顺、逆以及圆心坐标等,可以从多义线的组码中提取。多义线的顶点就是各图形实体的起点和终点坐标,多义线的凸度,反映了圆弧的顺、逆。

凸度值 = 0,该段图形实体为直线,刀位文件的特性码为 G01;

凸度值 < 0,该段图形实体为顺圆弧,刀位文件的特性码为 G02;

凸度值 > 0,该段图形实体为逆圆弧,刀位文件的特性码为 G03。

系统提取编程所需的几何信息后,通过交互界面输入相应的工艺信息、刀具和机床类别信息,经处理便产生符合 IGES 标准的标准格式刀位数据文件。

据文件。

## 2.3 后置处理(编制 NC 加工程序)

后置处理的目的是,根据刀位文件和有关信息形成数控加工代码,即 NC 程序。所生产的数控代码以文本格式存储起来,以作为数控加工指令,并传给数控系统的后继子系统(控制子系统),经过语法检查、译码解释、刀补及插补运算以及软 PLC 的控制,通过输入/输出控制卡,向步进电机发出脉冲指令,从而驱动数控机床完成对既定石材异型制品的加工。

综上 3 种基本功能,本图形自动编程子系统的工作流程图如图 2 所示。

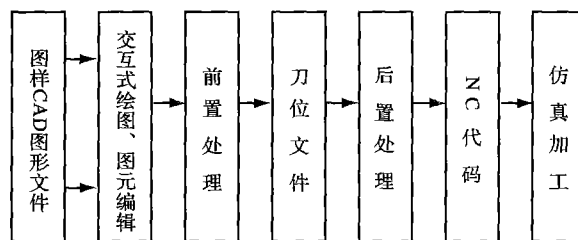


图 2 系统工作流程图

## 3 结论

图形自动编程是当前数控自动编程技术的发展方向。面向石材异型制品的图形自动编程系统的研究与开发,可以大大减少手工编程的误差,提高编程的效率,从而提高我国石材异型制品的加工质量和加工效率。利用 VC++ 面向对象的编程思想和 MFC 的强大功能,我们开发了与 SS 系列石材加工设备配套的面向石材异型制品的图形自动编程系统。本系统的最大特点是拥有自己的绘图平台,并且也可以通过 DXF 文件与其他 CAD 软件实现数据交换。通过自己开发的面向石材异型制品的二维绘图平台,绘制和编辑出二维几何图形,或导入其他 CAD 图形软件的文件,生成本系统的几何图形,然后通过适当的工艺干预即前置处理和后置处理,生成相应的数控代码,从而实现图形自动编程。实践证明,本系统操作简单,实用性强,效率高。

## 参考文献

- 1 谭金华. 近年来国内外石材工业发展及市场动态. 石材, 2000 (3)
- 2 赖喜善. 数控加工自动编程技术的发展. 兵工自动化, 2003 (2)
- 3 武装, 张碧霞. Visual C++ 项目开发指南. 北京: 国防工业出版社, 2000
- 4 陈建春. 矢量图形系统开发与编程. 北京: 电子工业出版社, 2004