

数控车削编程系统图素工艺信息自动输入模块的研究

石 鑫

(中航工业江西洪都航空工业集团有限责任公司, 南昌 330001)

[摘要] 根据 NC 车削自动编程系统的需要,为高效输入图形零件信息,实现数控编程的自动化,确定了基于回转体零件的数据结构(包括几何信息和工艺信息)。通过求交算法实现各图素的特征提取和输入,客户可在屏幕上点选特征图素并同时输入其对应的工艺信息,随后通过动态绑定技术利用数据库来进行数据处理和储存。不同的特征图素将产生不同类型的表,可通过打开数据库的方式使零件图形输入并重现,最终实现输出系统所需的数据结构,提高了图形输入效率,为虚拟化数控加工仿真提供技术支持。

关键词: 数控; 数据结构; 特征提取; 数据库; 数据处理; 图形输入

Research on Pixel Processing Information Automatic Input Module of NC Lathe Turning Programming System

SHI Xin

(AVIC Jiangxi Hongdu Aviation Industry Group Corporation Limited, Nanchang 330001, China)

[ABSTRACT] According to the requirement of NC lathe turning automatic programming system, in order to solve how to express and put in parts information effectively, realizing NC programming automation, it has set up the data structures of parts of revolution solid (including geometric information and processing information). Through the method of intersection algorithm, it can put the pixel feature extraction information as well as its processing information in when clients pick up the pixel needed, realizing dealing with its data processing and storing its data structure with the dynamic link library technology. As it goes, different graphic pixel generates different types of lists and it can make the graphic input and reappear on the screen by different ways of opening database, realizing output of data structure required by the system. The efficiency of graphic input is improved, with technology support for visualization of virtual machining of the NC lathe turning offered.

Keywords: NC; Data structures; Feature extraction; Database; Data processing; Graphic input

DOI: 10.16080/j.issn1671-833x.2017.1/2.094

随着计算机的飞速发展,计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)在机械制造领域中占有越来越重要的地位。随之而来的问题,就是实现 NC 加工过程的自动化。要想真正实现 NC 加工过程的自动化,首先需要实现计算机图形输入,来代替冗长繁杂、效率低下的手工编程方式。高效地输入零件信息,并实现数控编程的自动化,已然成为实际生产中亟待解决,且备受重视的课题和研究方向。就目前情况而言,有很多图形输入方法,例如 AutoCAD、CAXA、Pro/E 等,但是这些图形格式不能为 CAPP、CAM 等相关模块所利用。针对这种情况,国内外学者对这一相关领域开展了许多研究工作^[1]。

本次研究利用 VC++ 6.0,在 Windows XP 操作系统下开发了车削 NC 图形输入模块,实现端面、柱面等特征图素及工艺设计过程中零件的总体或各个图素工艺

信息和形位公差信息的输入。图形输入结束后又可将这些形面的重要数据存入到 Access 数据库中,而且能生成系统统一数据结构的文件,供后续模块的正确读取和使用,从而为实现车削 NC 加工过程自动化打下基础。

1 模块总体结构

NC 车削图形编程系统图形输入模块主要是实现交互式输入零件几何信息和工艺信息,并生成系统统一的数据结构^[2-3]。其模块总体结构如图 1 所示。

1.1 零件的几何输入子模块

零件的几何输入模块是整个系统的核心模块。它以交互式的方法逐步引导用户输入零件的几何信息,这些几何信息包括回转体的主要加工形面:端面、柱面、锥面、螺纹、圆弧面、空刀槽、倒圆、倒角、键槽等(图 2)。

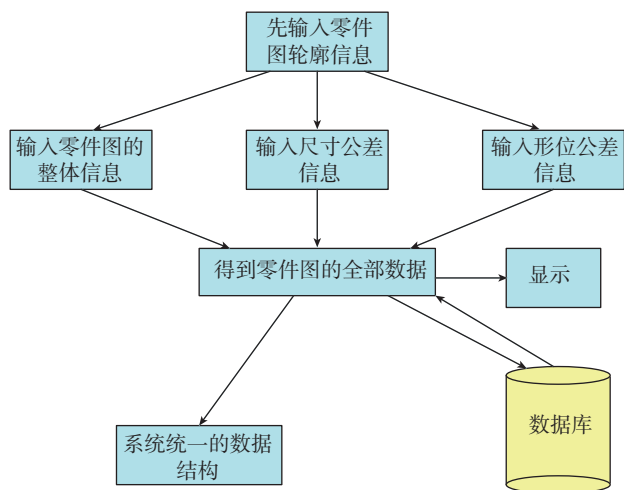


图1 模块总体结构
Fig.1 Module system structure

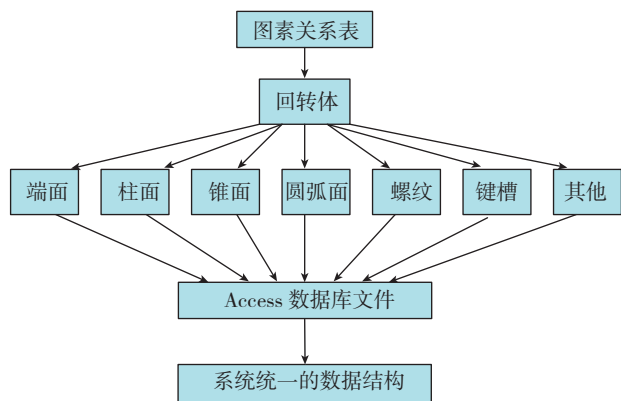


图2 几何信息输入模块
Fig.2 Geometrical information input module

在本系统中,所绘制的零件图的几何信息和工艺信息的数据都存入到数据库中,并能随时调出数据库中的数据进行显示。

本系统的数据库采用 DAO (数据访问对象) 数据库接口^[4-5]。尽管 ODBC (开放数据库连接) 确实是一种访问异种数据库的强大工具,但它不是所有数据库应用程序都合适的 API (应用程序接口),尤其在数据库应用程序只需与 Access 数据库接口的情况下,DAO 数据库接口具有明显的特点和优势。

由于一些 Access DBMS 的功能不被 Access ODBC 驱动程序 (Microsoft Desktop Drivers) 支持,而且,ODBC 的 MFC 类库不支持数据库的动态绑定。综合上述分析,最终在本系统中采用了微软 DAO3.0 数据库引擎。DAO 3.0 通过 Automation (自动化,以前称 OLE Automation) 提供 Jet 引擎的所有功能。其数据库结构如图 3 所示。

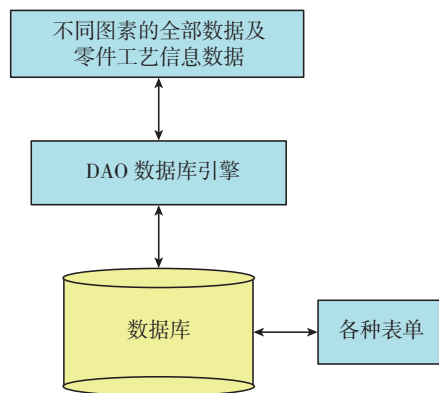


图3 数据库结构
Fig.3 Database instructure

1.2 零件的工艺信息输入子模块

零件的工艺信息输入模块可采用选择菜单或点击所绘制的图素,交互式地引导用户输入零件全局工艺信息输入部分、零件特征实体尺寸公差信息输入部分以及零件实体形位公差输入部分。

零件的全局工艺信息输入部分是输入零件的各个实体面的共同工艺信息:零件名称、图号、制图者、生产批量、热处理工艺方法、零件材质、零件抗拉强度、零件冲击韧性等。

零件特征实体尺寸公差信息输入部分是对零件各表面的表面处理状态、硬度、尺寸公差等工艺参数的输入。

零件实体形位公差信息输入部分的输入以及存取方式都与尺寸公差的输入和存取方式相似。其中,形位公差信息包括形状公差、定向公差、定位公差、跳动公差等。

1.3 生成系统数据库

2 零件图素信息

本系统在总结各种信息描述方法的基础上,结合当前实际,采用了一种交互式的 CAD/CAPP 特征信息模型。特征信息模型是对零件设计和制造过程中所需的信息进行集成,不仅包含零件的几何信息及其拓扑信息,还包括零件的语义信息、功能信息、材料信息和总体信息^[6]。因此,特征模型可以很好地表达产品完整的技术和生产管理信息,并可加强产品设计、工艺分析、加工等部门之间的联系,更好地将产品的设计意图贯彻到各个后续环节,并及时得到意见反馈。

2.1 特征的定义和分类

形状特征是特征的主体,兼有形状和功能两种属性,从它的名称和词义足以联想它的特定和拓扑关系、典型功能、绘图表示方法、制造技术和公差要求。

特征分类的主要目的是对零件结构信息的抽象化和形式化,以灵活、有效的组织和处理零件的有关信息。

通过对回转体零件的分析,可将特征分成以下几类:

(1) 总体特征: 描述零件的总体信息,如零件名称、图号、材料牌号及热处理、设计者、日期以及该零件的主特征数量等;

(2) 主特征: 描述构造零件的主体形状结构,如圆柱体、圆锥体、螺纹、成形体、长方体等;

(3) 辅助特征: 附在主特征或辅助特征之上的特征,主要有以下几类: 辅助形状特征: 描述零件的次要几何形状,是对主特征的局部修饰,反映形状的细微结构,一般依附于主特征。如退刀槽、键槽、倒圆、倒角等; 技术特征: 描述零件的技术要求,如尺寸公差、形位公差、表面处理、表面粗糙度、硬度值及其他技术要求。

上述分类的出发点是每一主体特征都可能含有数量不等的辅助特征,而且各不相同,在对特征进行加工时,都必须根据技术特征来安排主特征的加工顺序,如粗加工、精加工等; 辅助形状特征也会包含技术特征,如退刀槽的表面粗糙度、公差等。另外,本系统在建立特征库的基础上,采用交互式特征信号输入,有利于用户使用本系统进行设计画图,灵活处理各种几何形状信息和形位公差信息。

2.2 零件主体形状特征的结构和输入方法

2.2.1 零件图的简化

由于数控机床所加工的零件都是旋转体零件,故其沿中心线的剖面的特征都是相同的,而且剖面上的坐标也是相对中心线对称的,在这样的条件下本系统可将旋转体零件视图简化为现在的 1/2 中心线剖面形式,如图 4 所示。由这个剖面可以换算出该旋转体的全部信息,也就是说采用这样的处理不会丢失信息。

经这样简化后的零件具有以下特点: 零件图是由外轮廓线组成,是一个封闭的单连域; 零件图是一个二维截面图; 在几何上图形是由直线、弧线组成,但每个图素具有特定的工艺特征。

2.2.2 绘图输入模块的结构

为减少用户输入量,本系统采用图素扫描,即从零点开始按顺序绘图,前一图素的最终输入结果是由后一图素与前一图素的求交而完成,故可减少输入量,大约是传统输入方式的 60% 左右。

输入模块主要完成本系统自己的 CAD 功能,实现

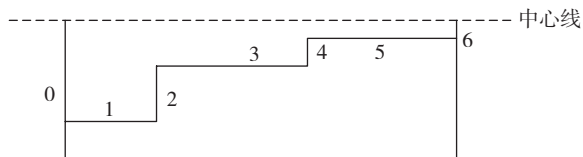


图4 简化模型示意图

Fig.4 Sketch map of simplified model

从零件图到本系统数据的转换,完成一般 CAD 系统所具有的常见功能,包括一般图素的输入、图素的显示、图素的放大与缩小变换等。

输入模块总体结构如图 5 所示。

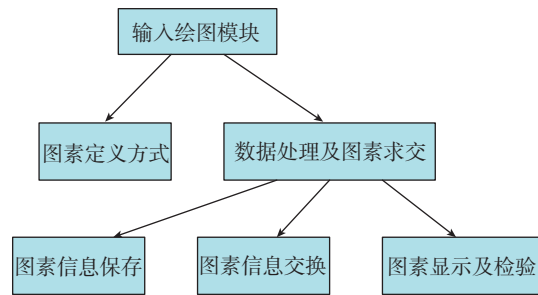


图5 输入模块总体结构

Fig.5 Input instructure of system

2.3 数据处理

本系统图素的数据通过结构体利用文件流入临时文件,经转化后写入用户的数据库文件,并且可以利用“数据输出”工具输出文本格式的文件。

2.3.1 图素求交

图素求交的子函数有 3 个: 直线与直线求交(CNCPRODoc::zxqj()), 直线与圆弧求交(CNCPRODoc::zxqx()), 曲线与曲线求交(CNCPRODoc::qqxj()).

这里主要介绍一下直线与圆弧的求交,图 6 为直线与圆弧求交。

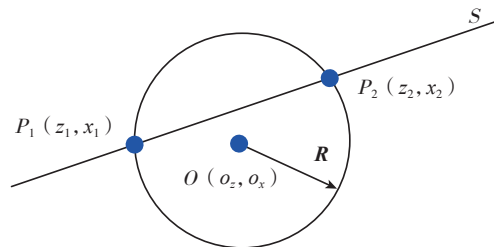


图6 直线与圆弧求交

Fig.6 Intersection computation between line and arc

设直线标准方程为:

$$ax+bz+c=0$$

圆的标准方程为:

$$(x-o_x)^2+(z-o_z)^2=R^2$$

联立上述两个方程,求出有效交点坐标 $P(z_1, x_1)$ 和 $P(z_2, x_2)$ 。实现直线与圆弧的求交需要调用函数 CNCPRODoc::zxqx(), 此函数是用来确定直线与圆弧的交点个数和每一个交点的坐标值,并且返回交点的个数。

通过对直线与圆弧的求交可知: 无论用户以何种方式输入图素,只要将图素的标准方程求出,通过求交子函数就可以求出交点坐标。

对于直线其标准方程为 $ax+by+c=0$, 圆弧的标准方程为 $(x-o_x)^2 + (z-o_z)^2 = R^2$ 。对于不同的端面、柱面和锥面分别有相应的函数利用用户输入的值求出标准直线方程; 对于曲面的输入方式也有相应的函数将用户输入的值转化为标准的曲线方程。

2.3.2 图素信息的完善

当连续输入的两个图素的交点确定以后, 这个交点就是前一图素的终点, 这时前一图素的所有信息都已求出, 就可以写入数据文件, 这样就完善了前一图素的信息, 数据文件中图素信息这时就可以供后续部分使用了。

2.3.3 图素信息的交换和图形显示

由于本系统输入的图素都是连续的, 故前一图素的终点必然是后一图素的起点, 所以, 在生成前一图素完整信息的同时, 需要将前一图素的终点赋给后一图素的起点。这样就使得相邻的两个图素之间完成了数据交换。

用户输入的图素都可以在显示器上显示出来, 包括信息完整的图素(以实线表示)和信息不完整的图素(以虚线表示)。为了方便用户检查输入的正确性, 本系统支持状态条的显示, 即在屏幕下方的状态条上显示出鼠标所指的屏幕坐标, 可以大致检验输入的正确性, 可以将用户输入的数据及求交的结果通过鼠标单击图素的方式显示出来。

2.4 零件技术特征的结构及输入方法

用户在输入完零件轮廓图后, 就可以输入零件的技术特征信息。

为了使各种形位公差数据结构得到统一, 故在本系统中定义了一个形位公差结构体和一个形位公差结构体对象。

采用鼠标直接在屏幕上已绘出的图素附近点选图素进行输入的方式。方便用户, 使用户无须按照零件图图形的输入顺序来输入尺寸公差和形位公差信息。如果用户输入错误, 可再次点选图素重新输入, 系统会自动覆盖前次该图素工艺信息的内容, 并可随时对任意图素的工艺信息进行修改。用户在确认输入尺寸公差或形位公差完全正确后, 点选菜单中对应项或直接点右键, 确认是否结束对零件图尺寸公差或形位公差的输入。尺寸公差工艺信息以大写字母“G”标志, 形位公差工艺信息以大写字母“X”开头。通过点选所绘制的图素, 可进行各种信息的输入。

3 图形输入系统的数据库存储

数据库是有效地进行数据存储、共享和处理的工具。为此, 本系统也以数据库作为零件图信息存储的一

种方式。在本数据库中, 数据不是为某个具体应用而准备的, 而是从整个系统结构出发, 来考察整个系统中的各种信息需求, 统一地进行数据的组织、定义和存储。数据库中的数据可以随时打开、读取、存储、修改, 达到数据共享的目的。系统其他模块与数据库之间的关系如图 7 所示。

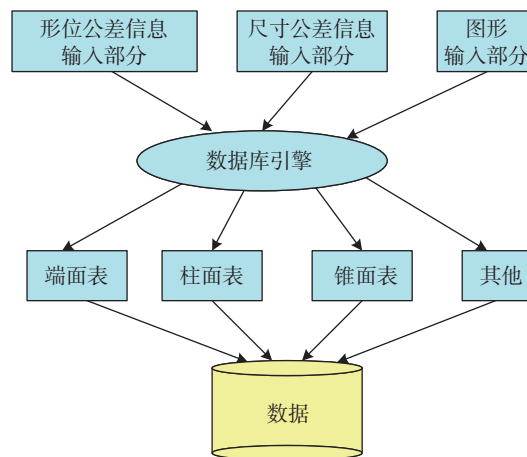


图7 系统模块与数据库关系结构

Fig.7 Relation instructure between system module and database

3.1 本系统所用MFC中DAO类的说明

CDaoWorkspace 类, DAO 默认工作区;

CDaoDatabase 类, 显式地创建了 CDaoDatabase 的对 CDaoTableDef 类, 表示数据库中的基本表或附加表的存储定义;

CdaoRecordset 类, 是对 DAO 记录集的封装。

3.2 动态绑定

因为本系统在设计期无法预料其数据库结构, 表的类型和数目都是随着零件图的不同而不同, 所以在系统中采用了动态绑定。动态绑定的步骤如下:

Step1: 创建一个 CdaoRecordSet 对象;

Step2: 调用该对象的 Open 函数以连接到指定的数据库;

Step3: 使用 Move 函数在记录集中滚动;

Step4: 调用记录集类的 GetFieldValue 成员函数以获得当前记录中的指定字段值, 调用 SetFieldValue 函数设置指定字段的值, 然后调用 Update 函数以提交修改。

动态绑定是一种非常灵活的方法, 它不要求系统在设计时期就知道数据库的纲要, 因此能够处理不同结构的数据库。使用这种方法时, 将不会用到 DoDataExchange 机制。

使用动态绑定可以获得比使用 DFX 机制的静态绑定更好的性能。因为动态绑定可以使数据库结构更清晰、分类更明确。所以在本系统的数据库处理部分全部

使用动态绑定技术。

3.3 本系统数据库使用

在本系统中,各种图素类型的表是随着零件图的不同而不同,即是动态创建的。例如:某一零件由端面、柱面、锥面、圆弧面和倒角组成,则在创建该零件的数据库时,就会相应地产生端面表、柱面表、锥面表、圆弧面表和倒角表,各表中字段的类型、数目和信息均不相同。用户可使用第三方软件(如 Microsoft Access)打开、浏览和修改数据库中的数据,也可以使用本系统中的“显示数据库”菜单浏览数据库中的数据。尺寸公差和形位公差信息与上述零件外形的创建过程相似。系统零件图图素表的总体结构如图 8 所示。

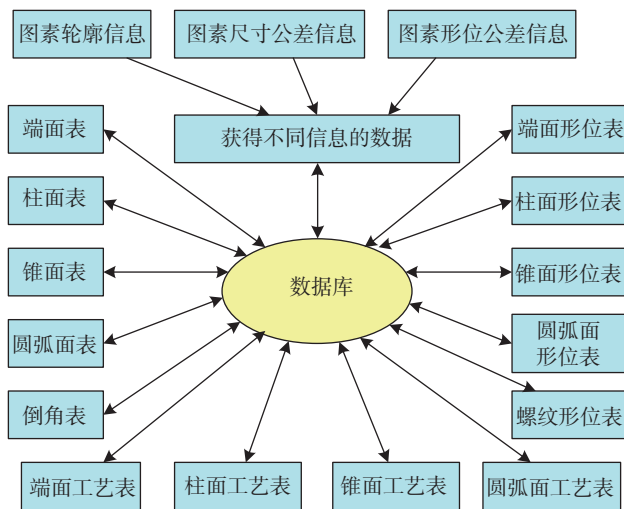


图8 系统零件图图素表总体结构
Fig.8 Overall structure of pixel table for system parts

4 开发实例简介

NC 图形输入系统开发界面如图 9 所示。界面中已显示读取的一个典型旋转零件的 1/2 剖面图,至此,已经得到了零件几何数据信息,但是这还不能满足我们 NC 数控加工的需要,接下来对零件的工艺信息进行输入。图 10 为实际操作过程中,点选实体面并对其进行查询和修改的工艺信息输入图。整个操作简单方便,直

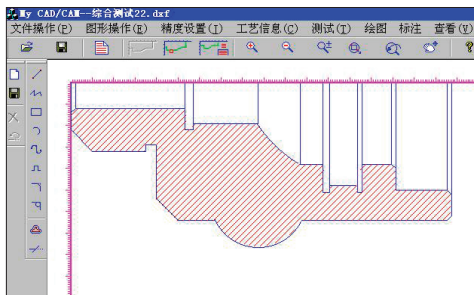


图9 NC图形输入系统开发界面
Fig.9 Developed interface of NC graph input system

接点选图素便可查询和修改相关工艺参数,运行稳定,最后可保存为标准的统一数据结构的文件。经测试,满足刀位点模块计算的需要,所以本系统能正确、可靠地实现 NC 自动编程系统的图形输入。但由于系统开发困难大,特别是对于复杂图形模块输入的程序编写仍需进一步完善和处理,这将是未来工作的研究重点。

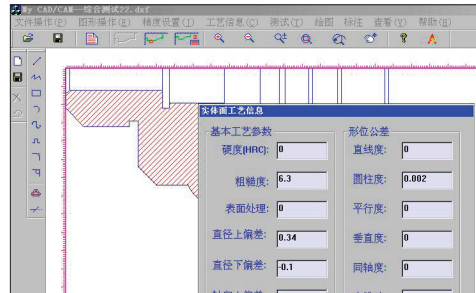


图10 查询和修改实体面工艺信息输入
Fig.10 Enquiry and verify entity process information

5 结论

通过对零件图几何特征信息和工艺信息的深入研究,开发了 NC 车削自动编程图形输入系统,实现了零件图轮廓信息和工艺信息的输入,并可将零件图的信息输入到系统统一数据结构的文件中,也可将这些信息输入到数据库中进行统一的管理,从而得出以下结论:由于车床加工的主要是回转体零件,故在本系统中做了零件图的简化,即将旋转体零件视图简化为 1/2 中心线剖面形式;零件图形数据信息的根据是零件设计图,通过输入模块将零件图形按图素分解成编程所需的图形拓扑信息数据和几何信息数据;在几何上,零件图的图形是由直线、弧线组成,但每个图素具有特定的工艺特征;用户可以在屏幕上直接点选图素输入零件图的工艺信息。数据库处理采用基于 DAO 的 MFC 类,因为它能动态地创建表及表中的字段。

参考文献

[1] 吕凤均. 浅谈自动编程在数控加工中的利与弊[J]. 新课程研究, 2013(2): 160-161.
LÜ Fengjun. Discuss advantages and disadvantages of automatic programming in NC machining [J]. New Curriculum Research, 2013(2): 160-161.
[2] 张万里,王金娥. 基于特征识别的轴类零件二维工程图的自动编程[J]. 图学学报, 2013, 34(1): 133-138.
ZHANG Wanli, WANG Jine. Automatic programming of engineering drawing of shaft part based on feature recognition[J]. Journal of Graphics, 2013, 34(1): 133-138.
[3] 刘凌. 基于 VC++ 的孔加工自动编程系统开发[J]. 机械设计与制造, 2010(9): 55-56.

(下转第102页)