

面向对象技术的数控刀具刃磨编程系统研究

NC Tool Grinding Programming System Based on the Object-Oriented Method

北京航空航天大学 马维民 郇 极

[摘要] 研究了将面向对象编程技术用于数控刀具刃磨编程系统开发的基本方法,以VB语言对象定义描述机床结构、砂轮、工件和加工工艺,开发了功能完善、操作方便、开放式的数控刀具刃磨编程系统。

关键词: 面向对象技术 数控刀具刃磨 编程系统

[ABSTRACT] This paper introduces the object-oriented method for the development of NC tool grinding programming system. The machines, grinding wheels, workpieces and cutting processes are described as objects in VB language. An easily operated and powerful open programming system is realized.

Keywords: Object-oriented method NC tool grinding Programming system

随着数控机床的普及和各种先进加工技术的发展,加工用刀具的用量急剧增加,对刀具的要求也越来越高,各种新型的、复杂的刀具不断出现。数控工具磨床,特别是多轴联动的数控工具磨床是高效、高质量加工精密、复杂形状刀具的关键设备。目前,国外的刃磨编程系统都是由刀具磨床生产厂家自行开发的,属技术保密范围,价格昂贵,不对用户开放。

北京航空航天大学在国家“八五”和“863”计划中承担了高性能开放式数控系统的开发任务。开发出的基于 Windows 操作系统的开放式数控系统 CH-2010,在车床、铣床、加工中心、凸轮磨床等多种机床上获得成功应用。本文内容来源于 CH-2010 数控系统用于刀具刃磨机床控制的专用软件开发。目的是研究一种集成在开放式数控系统上,并对用户开放的刀具刃磨编程系统。其基本方法可以推广到通用的数控刀具刃磨编程系统开发。

1 基于面向对象思想的刃磨过程描述

面向对象编程技术(Object-Oriented Programming, OOP)是软件工程学发展的结果,它一出现就被各行业的软件开发人员广泛使用。面向对象编程技术以对象为中心,将对象的属性、动态行为特征(方法)和设计处理(事件)等有关知识封装在表达对象的结构

里。因此,对象的设计成为解决问题的中心环节。Visual Basic(简称VB)也是一种面向对象编程语言。不同于 Visual C++ 这一类开发工具,VB 作为一种解决方案的开发工具,对 OOP 的支持有其独特之处:不设立只用于派生出其他类的抽象类;通过全局变量实现类的静态数据成员等。且 VB 在界面设计等方面要比 VC++ 方便。综合以上因素,选择 VB 作为开发数控刀具刃磨编程系统工具。机床、砂轮、工件和工艺是刀具刃磨加工过程中的基本要素。因此,数控工具磨床的刃磨编程系统应该包括这 4 个要素。对于机床,不同类型的机床最根本的差别就是运动轴数量和坐标轴布置方式的不同。因此根据机床运动轴的数量,将刃磨编程系统中的机床分为四坐标类、五坐标类等。对于砂轮,常见的砂轮有蝶形、碗形等,每一种砂轮有自己的几何参数,也有自己的安装、运动方式,所以刃磨编程系统中的砂轮就由蝶形类、碗形类等组成。对于工件,以铣刀为例,按功能铣刀可分为圆柱铣刀、球头铣刀、锥铣刀等,不同类型铣刀的结构参数不完全相同,加工方法也有差别,所以刃磨编程系统中的工件分为圆柱铣刀类、球头铣刀类、锥铣刀类等;对于工艺,不同工件的结构角度或同一工件的不同结构角度的加工方法各异,加工工艺主要决定于工件的结构角度(如圆柱铣刀前角、球头铣刀后角等),因此刃磨编程系统中的工艺由圆柱铣刀前角类、球头铣刀后角类等组成。

无论是机床、砂轮、工件,还是工艺等,都可以从中选择一类,修改属性值,生成该类的新实例;也可以添加或删除该类属性,生成新的机床类、砂轮类、工件类或工艺类等。用面向对象概念表述的刃磨编程系统分类如图 1 所示。刃磨编程系统类的层次结构见图 2。

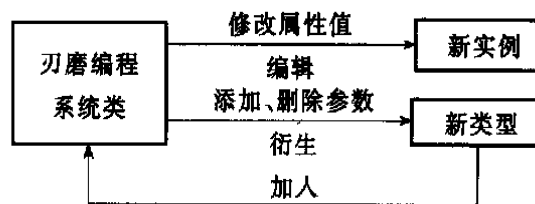


图 1 用面向对象概念表述的刃磨编程系统分类

Fig.1 Classification of grinding programming system based on OOP technology

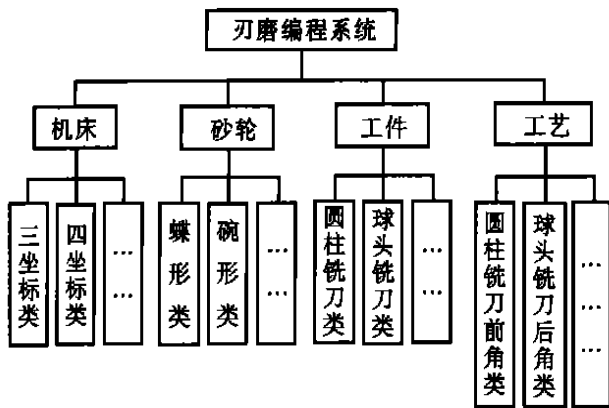


图 2 刃磨编程系统类的层次结构

Fig.2 Hierarchical structure of the classes of grinding programming system

2 刃磨编程系统

典型的刀具磨削过程为:选择机床、砂轮和工件→确定工艺→仿真或生成 NC 代码。根据刀具的实际磨削过程,在定义了各类的基础上,刃磨编程系统由 6 个模块组成:机床模块、砂轮模块、工件模块、工艺模块、仿真模块、NC 代码模块。现将各模块的功能分别介绍如下。

2.1 机床模块

用于选择机床类型和定义机床参数。使用对象定义,可以派生出多种结构。以五坐标机床为例,其结构尺寸可以用参数定义,轴的名称 X, Y, Z, A, B 根据实际情况设定。五坐标机床定义如下:

```
Public Type Machine-Data-5
dDistX As Double      ' 刀架距 X 轴距离
dDistY As Double      ' 刀架距 Y 轴距离
dDistZ As Double      ' 刀架距 Z 轴距离
dFixLength As Double  ' 砂轮安装长度
dAxis0 As String      ' 轴 Axis0 对应轴的名称
dAxis1 As String      ' 轴 Axis1 对应轴的名称
dAxis2 As String      ' 轴 Axis2 对应轴的名称
.....
End Type
```

图 3 为刃磨编程系统的五坐标机床的参数定义界面。

2.2 砂轮模块

用于选择砂轮类型和定义砂轮参数。以蝶形砂轮为例,其定义如下:

```
Public Type Wheel-Data-Butterfly
dDiameter As Double   ' 砂轮直径
```

```
dWidth As Double      ' 砂轮厚度
dAngle As Double      ' 砂轮斜角
dCorRadius1 As Double ' 砂轮边角 1 半径
dCorRadius2 As Double ' 砂轮边角 2 半径
.....
```

End Type

图 4 为刃磨编程系统中蝶形砂轮的参数定义界面。

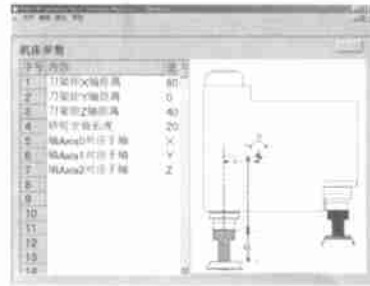


图 3 五坐标磨床的参数定义窗口

Fig.3 Parameter definition window for 5-axis grinding machine



图 4 蝶形砂轮的参数定义界面

Fig.4 Parameter definition interface for butterfly grinding wheel

2.3 工件模块

用于选择工件类型和定义工件参数。工件指的是待磨削的刀具。以圆柱铣刀为例,其定义如下:

```
Public Type Tool-Data-Cylinder
dDiameter As Double   ' 工件直径
dFluteLen As Double   ' 工件刀刃长度
dFluteAngle As Double ' 工件螺旋角
dFluteDepth As Double ' 工件槽深
dCutAngle As Double  ' 工件前角
nFluteNum As Integer  ' 工件齿数
nRight As Integer     ' 工件左右旋
.....
End Type
```

图5为刃磨编程系统中圆柱铣刀的参数定义界面。

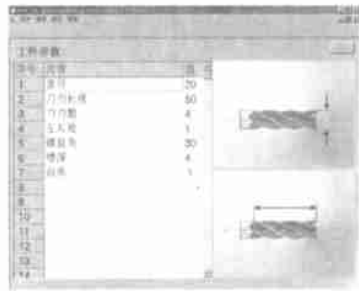


图5 圆柱铣刀的参数定义界面

Fig.5 Parameter definition interface for cylindrical milling cutter

2.4 工艺模块

用于生成和修改加工工艺。要设定的工艺参数包括起刀点位置、工件安装位置、进给速度、进给量以及加工余量、加工循环次数等。生成加工工艺后,用户可以对其做手工修改,例如添加或删除特殊工艺安排,工序排序等。

2.5 仿真模块

通过仿真,在实际磨削之前就可以对加工过程和结果做直观的了解,检查加工过程中工件和砂轮的运动情况,及时发现工艺编程中的错误。图6为四齿圆柱铣刀前角磨削的仿真。系统采用三维仿真模型,可以随时对画面进行缩放、旋转、平移等操作,也可以随时进行单步、连续、暂停、继续等操作,同时显示各坐标轴的坐标值和加工时间等。通过该仿真模块,可以实时、直观、简捷地了解加工情况。

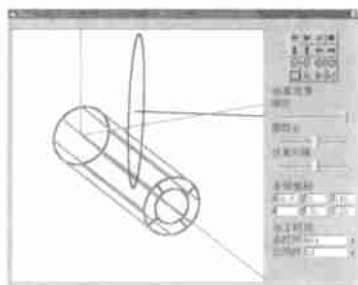


图6 四齿圆柱铣刀前角磨削仿真

Fig.6 Grinding simulation of front rake of 4-tooth cylindrical milling cutter

2.6 NC代码模块

自动刀具刃磨编程软件最终生成可由数控系统执行的NC代码。可以进行NC代码的参数设定,例如

数控代码的格式、后置处理中格式转换必需的信息等。然后系统会自动生成NC代码,同时也可由用户手工修改。

3 结束语

面向对象技术在CAD, CAM 以及CAPP中都有广泛和成熟的应用。在刃磨编程系统中应用面向对象思想,可以使得程序设计流程清晰,结构分明;用户操作简单直观。更重要的是它的通用性和开放性好,用户可根据需要追加和扩充机床、砂轮、工件类型。

参 考 文 献

- 1 何耀雄. 数控工具磨床的数控系统改造. 制造技术与机床, 1999(12): 62~64
- 2 韩秋实, 王红军, 许宝杰, 等. 数控凸轮轴磨床的加工仿真原理及软件研制. 制造技术与机床, 2000(8): 37~39
- 3 乔霄峰, 韩世强. 面向对象的数控加工过程的刀具轨迹仿真. 组合机床与自动化加工技术, 1996(5): 28~31

(责编 根 山)

(上接第25页)

- 3 Rajurkar K P, Yu Z Y. 3D Micro-EDM using CAD/CAM. Annals of the CIRP, 2000, 49(1): 127~130
- 4 Masuzawa T. State of the art of micromachining. Keynote paper, Annals of the CIRP, 2000, 49(2): 473~488
- 5 白春礼. 纳米科学与技术. 昆明: 云南科技出版社, 1995
- 6 袁哲俊. 纳米技术的新进展. 中国高校切削与先进制造技术研究会第7届学术年会, 南京, 2001
- 7 Mens W, Bacher W, Harmening M, et al. The LIGA Technique—a novel concept for microstructures and the combination with Si-technologies by injection molding. Proceedings of IEEE Micro Electro Mechanical Systems, 1991. 69~73
- 8 孙 涛, 谭久彬, 董 申. 基于原子力显微镜扫描的金刚石刀具纳米刃口轮廓测量方法研究. 仪器仪表, 2000, 21(1): 54~57
- 9 Datta M, Landolt D. Fundamental aspects and applications of electrochemical microfabrication. Electrochemical Acta 2000, 45: 2535~2558
- 10 Eigler M, Schweizer K. Positioning single atoms with a STM. Nature, 1990, 344: 524~526
- 11 Vorburger T V, Dagta J A. Industrial uses of the STM and AFM. Annals of the CIRP, 1997, 46(2): 597~620
- 12 Ohmori H, Nakagawa T. Mirror surface grinding of silicon wafers with electrolytic in-process dressing. Annals of the CIRP, 1990, 39(1): 329~332

(责编 庚 辰)