

NC 工具软件开发

Design of Software for Aided NC Program

中国南方航空工业(集团)有限公司 416 中心 龚环球 宁雄 李贺 赵军 李孝锋

[摘要] 应用 Visual C++ 软件开发平台开发 NC 工具软件(数控编程辅助工具软件),实现了以整体叶轮叶盘为代表的数控加工主程序的简单快捷生成;实现了数控程序在各控制系统之间的快速准确转换,大幅度提高了数控程序编制的效率和数控程序的可靠性;针对五轴叶轮编程软件 MAXPAC 定制五轴机床的后置处理,实现了五轴机床控制控制系统的先进功能的在五轴联动数控加工中的应用。

关键词: 主程序 程序转换 五轴后置处理

[ABSTRACT] Visual C++ software development platform is used to design NC software tool (NC programming tool software). It is realized the integral impeller blade disc as the representative of the NC processing main program is simple and quick generation. NC program rapid and accurate conversion between control systemes is also realized. The efficiency of NC programming and NC program reliability is greatly improved. According to the five shaft impeller programming software MAXPAC customizing 5 axis machine tool post processing, implementation of 5 axis machine tool control system to control the advanced function in five axis NC machining is realized.

Keywords: Main program Program conversion 5-axis postprocessor

随着数控加工技术的快速发展,数控加工将逐步替代传统的手工操作的加工方式。而制约数控加工技术水平和数控机床的利用率的主要因素是数控程序编制的质量和效率。数控编程经历了从手工编程到利用数控编程软件辅助编制的过程,虽然出现了大量的数控编程软件,但是有些方面的数控程序还没有相应的软件,仍需用手工编制,如整体叶轮叶盘加工主程序的生成、数控程序在 FANUC、SIEMENS 和 HEIDENHAIN 系统之间的转换等。手工编制数控程序不但效率低,更容易产生错误,从而影响零件的加工质量以及数控机床的利用效率。

随着五轴数控加工技术的发展,在五轴数控控制系统 SIEMENS840D、HEIDENHAIN530 中针对五轴加工开发了一些先进的控制指令和功能,如 SIEMENS840D 中

的 G93、TRAORI, HEIDENHAIN530 中的 M128 等。为了充分发挥五轴机床的功能,需要针对特定的机床开发专用的五轴后置处理。

1 功能分析

1.1 整体叶轮叶盘主程序的生成

当加工的内容在圆周上均布或按一定的规律分布时一般采用主程序调用子程序的方式进行数控编程,子程序一般用专用编程软件生成,该模块的主要功能是实现主程序的自动生成。

在主程序中主要包含有刀具信息,如刀具号码、刀具名称、直径大小等;子程序信息,主要是子程序的名称;加工内容均布的数量即等分角度的数量。

该模块以整体叶轮叶盘零件叶片的铣削为例,主要实现以下功能:

(1) 实现控制系统为 HEIDENHAIN 的五轴机床的主程序自动生成。

(2) 实现控制系统为 SIEMENS2100 的四轴或五轴机床的主程序自动生成。

(3) 实现控制系统为 SIEMENS840D 的四轴或五轴机床的主程序自动生成。

(4) 实现控制系统为 FANUC 的四轴机床的主程序自动生成。

不同的控制系统具有不同的主程序格式,如 Heidenhain 控制系统的叶轮主程序格式如图 1 所示。

```
% TTT G71                ;(T02 XD D=8)
;(TTT 10-12-31 11:14:42)  N12 G54 G90 X0 Y0 Z0 A0 C0.000
;(T01 YMXD D=10)        N13 T02 DL+0 DR+0 G17
N1 G54 G90 X0 Y0 Z0 A0 C0.000    N14 %F01
N2 T01 DL+0 DR+0 G17          N15 G54 G90 X0 Y0 Z0 A0 C120.000
N3 %R01                      N16 T02 DL+0 DR+0 G17
N4 G54 G90 X0 Y0 Z0 A0 C120.000  N17 %F01
N5 T01 DL+0 DR+0 G17
N6 %R01
```

图1 HEIDENHAIN控制系统叶轮主程序

Fig.1 Main program of impeller for HEIDENHAIN control system

1.2 数控程序转换

数控程序的转换包括数控车床和加工中心程序的

转换,以下重点以加工中心为例说明。

本厂的数控加工中心的控制系统主要有3种: FANUC 系统、SIEMENS 系统和 HEIDENHAIN 系统。在生产过程中经常需要在不同机床之间转换数控加工程序,各数控机床的数控控制系统各不相同,在不同数控控制系统的数控机床之间进行程序转换时,由于各控制系统的格式差异很大,所以数控转换的工作量大,也经常出错。在程序转换过程中,一般需要以手动的方式将各控制系统的格式进行转换,在钻孔循环中还要根据不同的数控系统的不同定义进行数据计算。

该模块主要实现以下功能:

- (1) FANUC → SIEMENS 系统的程序转换;
- (2) FANUC → HEIHENHAIN 系统的程序转换;
- (3) SIEMENS → FANUC 系统的程序转换;
- (4) SIEMENS → HAIDENHAIN 系统的程序转换;
- (5) HAIDENHAIN → FANUC 系统的程序转换;
- (6) HAIDENHAIN → SIEMENS 系统的程序转换;
- (7) SIEMENS2100 → FANUC 系统的程序转换;
- (8) FANUC → SIEMENS2100 系统的程序转换;
- (9) 自定义程序转换。

自定义程序转换可实现除了以上8种特定条件下的程序以外的程序转换,其中的各转换项目由程序转换者自行定义。除了自行定义各转换项目外,还增加了在特征字符前或在特征字符后增加多段程序的项目,在增加多行程序段时,只需在程序段之间增加空格即可。

1.3 五轴后置处理

五轴加工中心结构多种多样,有双旋转工作台的机构,有双摆头结构,有单旋转工作台+单摆头结构,形式上分卧式五轴加工中心和立式五轴加工中心,不同的结构导致不同的运动关系(图2~图4)。

后置处理过程就是将专业数控编程软件产生的APT代码转换到特定机床能识别并驱动数控机床运动的代码的过程。为了实现各种结构的五轴联动加工,必须用各自对应的特定后置处理生成相应的五轴联动数控加工程序,所以必须针对每种机床结构和机床数控控制系统开发出每种五轴加工中心的后置处理软件。

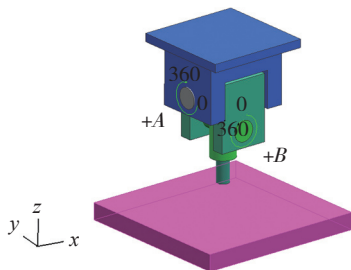


图2 双摆头五轴机床结构

Fig.2 5-axis machine with double rotatory heads

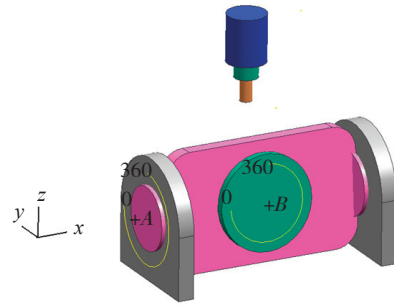


图3 双旋转工作台5轴机床结构

Fig.3 5-axis machine tool with double rotary tables

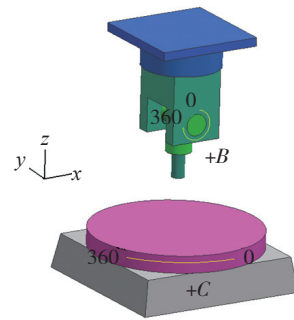


图4 单摆头+单旋转工作台5轴机床结构

Fig.4 5-axis machine tool with single rotary tables and head

该模块主要实现以下功能:

- (1) 双旋转工作台结构卧式加工中心 XXX1100,控制系统为 HAIDENHAIN530 的后置处理;
- (2) 双旋转工作台结构双主轴卧式五轴加工中心 XXX550,控制系统为 SIEMENS840D 的后置处理;
- (3) 双旋转工作台结构卧式五轴加工中心 XXX125,控制系统为 SIEMENS840D 的后置处理;
- (4) 单旋转工作台+单旋转工作台结构卧式五轴加工中心 XXX1600,控制系统为 SIEMENS840D 的后置处理。

2 系统结构

2.1 程序转换模块设计思路和主要结构形式

将数控程序的转换过程分为输入、处理、输出3个过程。该软件的主要特点是将最复杂、最繁琐的工作由计算机进行自动处理,操作者只需进行输入、输出的内容操作,并在处理过程中参与选择即可(图5)。

2.2 五轴后置处理设计思路和主要结构形式

后置处理过程分为数据输入、数据处理、数据输出3个过程。数据输入是选择和添加要处理的程序APT代码文件路径和名称以及要输出的NC代码文件的路径和名称;数据处理过程是将APT代码转换为特定机床NC代码的运算过程;数据输出为经过计算后得到的

NC 代码文件(图 6)。

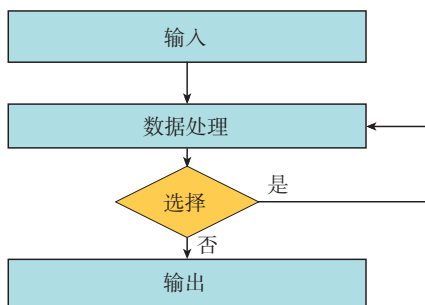


图5 程序转换模块软件结构形式

Fig.5 Software structure for program conversion module

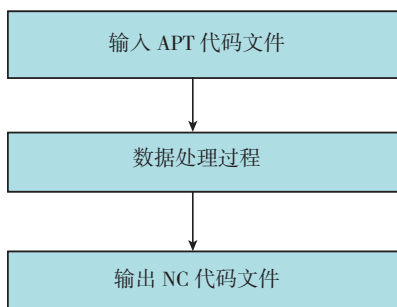


图6 五轴后置处理软件结构形式

Fig.6 Software structure for 5-axis post processing

3 详细设计

根据系统分析和功能模块设计,采用 Visual C++6.0 来实现各个模块的功能。本系统采用基于对话框的设计方法来实现。

3.1 叶轮主程序模块设计

叶轮主程序模块界面的左侧分别为刀具号、子程序号和刀具备注信息,右侧由机床选项、叶片总数、主程序加工叶片的数量、程序号、生成的主程序文件的路径和名称等组成。通过设计组合框,在组合框中选择不同的机床即可得到对应机床的主程序,这里包含有 HEIDENHAIN、SIEMENS、FANUC 等控制系统的多种

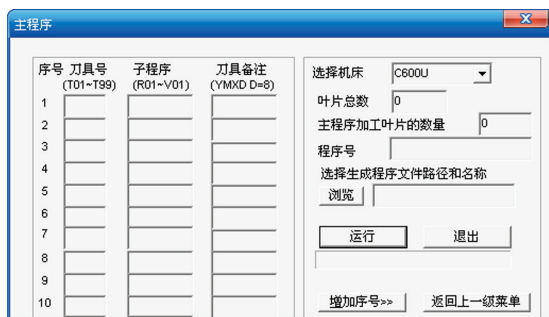


图7 主程序模块界面

Fig.7 Interface of main program module

机床,当选择不同的机床时即可得到对应机床的主程序(图 7)。

3.2 程序转换模块界面设计

程序转换模块分 2 个子模块,加工中心程序转换模块和数车程序转换模块,其中加工中心转换模块又分 9 个子模块,数车程序模块分 2 个子模块(图 8)。

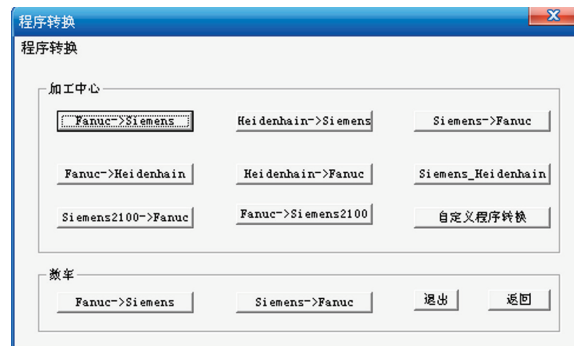


图8 程序转换模块界面

Fig.8 Interface of program conversion module

3.3 加工中心程序转换模块设计

加工中心程序转换模块包括各种控制系统 (HEIDENHAIN、SIEMENS840D、SIEMENS2100、FANUC) 之间的程序相互转换模块,共包含 8 个子模块。

3.3.1 加工中心 FANUC 系统,SIEMENS 系统程序的主要差异

(1) 加工中心 FANUC 系统中的钻孔循环格式:

```
G98G81Z-1.R3.F100
G98G82Z-1.R3.P2000F100
G98G83Z-30.R3.Q5.F50
.....
```

其中, R 代表安全高度, Z 代表孔的深度值, R 和 Z 都是相对于 G54Z0 的绝对坐标值, Q 为深孔钻每次进刀深度, F 为进给速度, P 为暂停时间。

(2) 加工中心 SIEMENS 系统中的钻孔循环格式:

```
MCALL CYCLE81(300,3,0,-30,);
MCALL CYCLE82(300,3,0,-30,,2)
MCALL CYCLE83(300,3,0,-30,,,3,,,1,1,3,3,,0)
.....
```

其中,括号右边第一位数字代表退刀高度,第二位数字代表安全高度,第四位代表孔的深度值。

3.3.2 FANUC → SIEMENS 模块设计

FANUC 系统程序转换为 SIEMENS 系统程序模块界面中的上部分为转换的源程序和目标程序,即转换的程序和被转换的程序,程序的路径和名称通过按钮浏览的方式进行选择,也可以直接输入程序的路径和名称。源程序为 FANUC 控制系统的数控程序,目标程序

为 SIEMENS 控制系统的数控程序,源程序和目标程序都包含文件的路径和名称。

界面的中间部分列出 SIEMENS 控制系统钻孔循环的一般格式,供编程人员参考和学习,同时它们也是程序转换的主要内容,当然还有其他的大量格式需要转换。即使同一个数控控制系统,它们的格式也不相同。例如换刀的代码,刀补的代码等,在界面的下方通过输入或用可选项来实现。颜色为灰色的选项为不可编辑项,颜色为白色的选项为可输入项,可根据特定的机床做根据实际情况作适当的调整。

最底下显示正在处理的程序段的内容,主要作用是在程序转换过程中如果出现错误时,可以查到有错误的程序段,将程序格式更改后再进行处理。

3.4 五轴后置处理模块设计

3.4.1 界面设计

软件界面是应用程序的操作平台,主界面如图 9 所示。

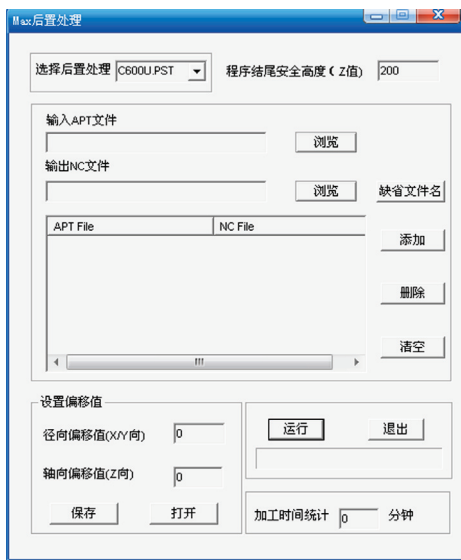


图9 五轴后置处理主界面

Fig.9 Interface of 5-axis post processing

主要功能按钮包括:(1)不同机床后置处理程序的选择;(2)子程序结束前的安全距离设定;(3)输入 APT 文件路径和名称的输入或选择;(4)输出 NC 文件路径和名称的输入或选择;(5)输出 NC 文件路径和名称的默认路径和名称选择;(6)输入 APT 文件路径和名称以及输出 NC 文件路径和名称的列表显示;(7)输入 APT 文件路径和名称以及输出 NC 文件路径和名称的添加、删除、清空;(8)机床和夹具等工艺参数的输入;(9)程序运行时间统计。

3.4.2 不同机床后置处理程序的选择功能按钮设计

后置处理选择的作用是通过选择不同的后置处理

得到不同机床的 NC 代码文件。这里采用下拉菜单的形式来实现,点击下拉按钮,各种后置处理显示在下拉菜单内,通过鼠标移动来实现后置处理的选择。

3.4.3 后置处理过程处理设计

后置处理的过程就是将 APT 代码转换到特定机床的 NC 程序代码的过程,其核心运算过程是进行坐标变换,即将产生 APT 代码的坐标系中的各点位坐标和矢量方向转换到特定机床对应的坐标系中对应的坐标点和旋转坐标,机床、夹具和零件等工艺参数参与运算过程,同时将 APT 代码中的各种加工信息翻译成机床可以识别的格式。

APT 代码格式如下(其中包括 X, Y, Z, I, J, K):

GOTO/86.3374,-12.4382,-12.9058,0.998875,-0.038379,-0.027844 \$\$PT3

GOTO/86.3008,-12.4331,-12.2819,0.998875,-0.038379,-0.027844 \$\$PT4

GOTO/86.2903,-12.7211,-12.2678,0.998667,-0.043585,-0.027649 \$\$PT5

NC 代码格式如下(其中包括 X, Y, Z, C, A):

N9X9.1142Y-62.8862Z85.0333C-2.2003A-91.5955F400.0

N10X9.1105Y-63.5089Z84.9791C-2.2003A-91.5955F400.0

N11X8.9466Y-63.5077Z85.0395C-2.4990A-91.5844F479.9

坐标旋转公式为:

$$\text{在 } XY \text{ 平面上: } X1=X \times \cos(\beta)-Y \times \sin(\beta)$$

$$Y1=X \times \sin(\beta)+Y \times \cos(\beta)$$

$$\text{在 } YZ \text{ 平面上: } Y1=Y \times \cos(\beta)-Z \times \sin(\beta)$$

$$Z1=Y \times \sin(\beta)+Z \times \cos(\beta)$$

$$\text{在 } ZX \text{ 平面上: } Z1=Z \times \cos(\beta)-X \times \sin(\beta)$$

$$X1=Z \times \sin(\beta)+X \times \cos(\beta)$$

其中, β 为旋转角度。

4 结束语

该软件实现了重复性的任务由计算机自动处理,提高了数控编程的速度和程序质量。一个好的软件其实就是集大量的实践经验和技巧于一身,通过计算机软件形式表现出来,两者缺一不可。NC 工具软件将个人的编程经验、知识和技巧压缩成一个可执行文件,实现了复杂而繁琐的工作简单化,实现了机械工程知识和计算机软件知识的有机结合。应用软件的形式实现了知识和经验的可持续继承和发展,为数控加工技术的不断发展建立起一个用软件方式汇集在一起的平台。

(责编 三丰)