

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.02.009

万能工具磨床钻头端齿的数控加工和参数化编程

张健¹, 贺思桥²

(1. 中国兵器工业第 58 研究所 数控事业部, 四川 绵阳 621000;
2. 中国兵器工业第 58 研究所 科研处, 四川 绵阳 621000)

摘要: 为了解决传统的方法加工钻头端齿精度和一致性不高的问题, 对数控系统中万能工具磨床加工钻头端齿进行研究。分析了万能工具磨床的机械结构, 根据钻头端齿的组成部分, 结合该刀具的加工要求, 通过对各工艺过程的组合, 以圣维 SKX4-F 数控系统为平台, 开发出适应加工钻头端齿的参数化编程软件。根据加工工艺要求, 输入相应的工艺参数和工艺代号, 数控系统即可自动生成固定格式的加工程序。实际应用表明, 该方法可以很好地解决钻头端齿的加工问题。

关键词: 万能工具磨床; 钻头; 端齿; 数控; 加工工艺
中图分类号: TH164 **文献标志码:** B

CNC Machining Drill's End Tooth with Parameter Programming Universal Tool Grinding Machine

Zhang Jian¹, He Siqiao²

(1. Dept. of CNC Engineering, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China;
2. Management Office for Scientific Research, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

Abstract: In order to solve the problem of the traditional way for machining drill's end tooth, analyze the configuration of the universal tool grinding machine, study the component part of the drill's end tooth, analyze the technological process of machining drill's end tooth, exploit the parameter software based on SKX4-F CNC System. By means of inputting appropriate technological parameter and number, the CNC generate technological programs automatically. The applications show that the method can machining drill's end tooth very well.

Keywords: universal tool grinding machine; drill; end tooth; CNC; technological process

0 引言

生产钻头需要十多道工序, 主要是开槽、刃磨和端齿, 其中, 磨削端齿的工艺过程最复杂。钻头端齿由平齿、内隙角、平齿倒角和隙角倒角 4 部分组成, 在使用中, 对于端齿各角度大小的精度和一致性的要求很高。传统依靠手工磨削端齿的方法相当落后, 一组端齿至少需要 3 台设备分工艺磨削, 导致产品的精度和一致性很差, 次品率超过 30%。故采用新的工艺方法实现钻头端齿的数控磨削, 并把各种工序进行了整合, 实现了编程的参数化。

1 万能工具磨床机械结构

万能工具磨床的机械结构包括 3 个直线轴 (X、Y、Z) 和一个装夹工件的旋转轴 (A), 共 4 个数控控制轴; 另外还有 2 个手动控制轴 (磨头摆动轴 B、旋转工作台 C), 机床一共 6 个轴, 其机械结构如图 1。X、Y 轴主要实现磨削端齿 4 个角度时的进给和退刀, Z 轴实现砂轮的修整, A 轴装夹工件并实现

旋转定位, 用以磨削各个角度, 手动控制的 B 轴用以调整砂轮的高度和角度, C 轴用来旋转定位到倒角的位置, 以实现各工序的连续加工。

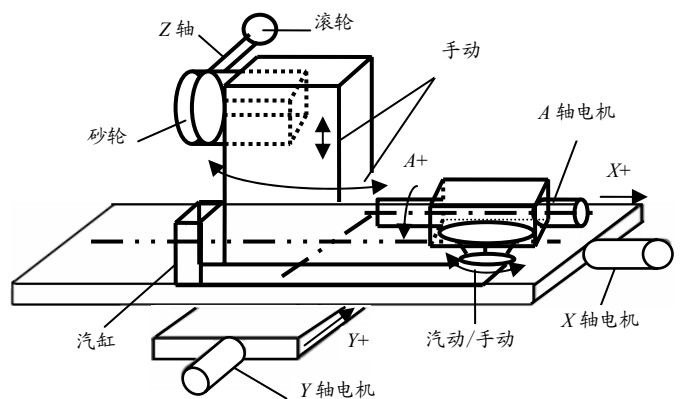


图 1 万能工具磨床机械结构图

2 加工工艺分析

钻头端齿由平齿、内隙角、平齿倒角和隙角倒角 4 部分组成, 其中, 平齿和内隙角相交成 135°,

收稿日期: 2010-08-26; 修回日期: 2010-11-23
基金项目: 基于统一平台数控系统的开发研究 (200587)
作者简介: 张健 (1981—), 男, 四川人, 大学本科, 助理工程师, 从事数控技术研究。

2 个倒角分别和其对应的角度垂直。由于其磨削量大，材料较硬，其磨削方式采用快速磨削加停顿的方式，即每次少量进给磨削，然后停顿，让其充分冷却。其进给量和停顿时间都可以在数控系统的表格参数中设置。采用这种方法可保证每个角度的平面光滑，且没有烧焦的现象。

磨削平齿和内隙角的时候，必须保证这 2 个角度的平面和机床 X 轴平行，这样，砂轮在磨削过程中才不会出现干涉现象。工件的旋转依靠汽缸推拉，到位信号通过两个高精度的接近开关来发出，同时在机床的工作台上，有专门的定位块来保证停止位置。

2 个倒角必须和它们所对应的角度垂直，其垂直进给量和磨削长度可在参数中设置。在实际磨削过程中，砂轮在不断地磨损，为保证产品的一致性，每道工序都分为粗磨和精磨两道工序，在粗磨完成后，统一对砂轮进行修整，系统根据体整量自动计算补偿量。

在一道工序磨削完成之后，工件退出一定的安全距离，提供 A 轴旋转和 XY 轴重新定位的空间。工件的装夹由 1 个气动夹头和定位块控制。在初始状态，汽缸控制夹头松开，根据定位块的位置，手动装配工件，然后控制其夹紧工件，加工结束后，汽缸自动控制夹头松开，方便拆卸工件和下一次装夹。

根据工艺分析，需要对每个角度进行粗磨和精磨。分析机床结构可知，磨削的方式当采用 Y 方向进刀，X 方向分段磨削进给。每个角度的磨削在 Y 向分 4 次进刀，Y 向每次进刀后，在 X 方向最多可以分 5 刀磨削。X 方向磨削为一磨一停的方式，停顿时间可以设置，X 方向的每一刀停顿时间相同。

3 工艺编程软件

通过对加工端齿的工艺过程的分析，在圣维数控系统 SKX4-F 平台上，开发相应的工艺编程软件，设计开发模块流程如图 2。该软件的主要特点是在通用数控系统的平台上，嵌入加工端齿的进刀参数和工艺参数，通过给定工艺程序代号来自动生成需要的加工 CNC 程序，然后经数控系统自动加工，数控系统的手动控制和程序管理的功能仍然保留。参数的输入方式和命名原则都是根据用户实际需求而定，进刀参数用以输入磨削端齿各角度时的进给方式和距离，工艺参数用以输入当前加工的工艺步骤和过程，根据进刀参数和工艺参数，系统通过编译工艺程序代号自动生成 CNC 加工程序。

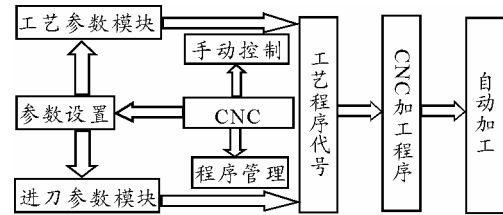


图 2 软件开发模块图

3.1 进刀参数

进刀参数的输入方式为绝对坐标方式，坐标 0 点建立在开始加工的位置。其参数输入的方式（以内隙角为例）如表 1。

表 1 进刀参数

补偿	Y0/mm	X0/mm						延时	退刀
	-1	-0.5							
	Y/mm	X1/mm	X2/mm	X3/mm	X4/mm	X5/mm	t/s	L/mm	
隙角 1	-1	-2	-2.5	-3	0	0	0.3	0	
隙角 2	-2	-3	-3.5	0	0	0	0.3	0	
隙角 3	-3	-3.5	0	0	0	0	0.3	0	
隙角 4	0	0	0	0	0	0	0	0	
精磨	-3.1	-3.5	-3.1	0	0	0	0	-3	

表格中包括以下内容：粗磨时 X 轴和 Y 轴方向的进给补偿量；粗磨和精磨时 Y 轴方向的进刀位置以及距离；粗磨时 X 轴方向的每次进刀位置；粗磨时 X 轴方向的退刀位置；精磨时 X 轴和 Y 轴方向的进刀退刀位置；粗磨和精磨时各轴的暂停时间。只要根据实际加工刀具的尺寸，就可以计算出以上参数描述的位置和距离。

3.2 工艺参数

该项参数可以任意设置规定的磨削工艺，来生成不同的加工工艺程序。系统给出 32 种工艺过程，分别对应 96 次分度。用户可以根据实际工艺输入分度值，然后输入下一道工艺参数。如果输入的分度值为零，则系统认为不分度就进行下一道工艺。系统在检测到工艺值为零的时候结束。工艺过程的参数编程代号和说明如表 2。

表 2 工艺参数

代号	工艺过程	编程代号	代号	工艺过程	编程代号
1	粗磨隙角	N1000	11	精磨隙角	N3000
2	粗磨平齿	N1500	22	精磨平齿	N3500
3	粗磨隙角倒角	N2000	33	精磨隙角倒角	N4000
4	粗磨平齿倒角	N2500	44	精磨平齿倒角	N4500
5	修磨砂轮	N5000	14	M14 推动汽缸	N5500
15	M15 拉动汽缸	N6000	0	加工结束	

3.3 自动生成程序

在加工过程中，根据加工工艺的要求，利用表 2 中的工艺代号编程，系统便会根据表 1 中的进刀参数自动生成加工程序。例如，在编程表格中的工艺一栏中填入数字“1”，点击面板上的“生成程序”，便会自动生成“粗磨内隙角”的加工程序如下：

(下转第 54 页)

1.2 mm 左右，相比较于未增加设定间隙补偿时的最大波动值 4 mm，电磁铁加速度变化范围为 $-1.5 \sim 1.5 \text{ m}^2/\text{s}$ ，同样减小到 1/10。因此，从仿真结果可以看出，设定间隙补偿算法对过轨道错台问题起到很好的抑制作用。

4 结束语

文中以两点悬浮系统模型为平台，对比了悬浮系统过轨道错台和外界干扰引发振动时传感器间隙和速度信号的不同，提出了能够正确识别轨道错台的方法，基于该轨道信息提出的设定间隙补偿算法

(上接第 32 页)

```

N0000 M00          ; 暂停
N0010 M03 S800    ; 开启主轴
N0020 M08          ; 开启冷却
N0030 G90 G92 X0 Y0 Z0 ; 建立坐标系
N0040 M98 P1000   ; 调用子程序
N0050 M02          ; 结束
N1000 G90          ; 子程序开始
N1010 G01 Y-1 F1000 ; Y 向进刀
N1020 G01 X-2 F500 ; X 向进刀磨削
N1030 G04 P0.3    ; 暂停 0.3 秒
N1040 G01 X-2.5 F500 ; X 向进刀磨削
N1050 G04 P0.3    ; 暂停 0.3 秒
N1060 G01 X-3 F500 ; X 向进刀磨削
N1070 M99          ; 子程序返回

```

程序的格式和语法满足 SKX4-F 数控系统的要求。根据工艺需要，可在编程表格中输入表 2 中列举的任何工艺代号，可单个输入，也可根据实际组

(上接第 46 页)

而经过训练后的方位仰角偏差信号方差为 2.856×10^{-5} ，已经比期望输出的方差要小，完全可以满足着舰精度需求。经过反复验证，所训练的网络能够很好的融合 2 个着舰系统的方位仰角偏差信号，取得较高精度的融合结果。

表 1 训练效果比较

各对比信号	均值/°	方差
OLS 方位仰角偏差信号	-0.001 1	2.978 0e-5
ACLS 方位仰角偏差信号	-0.001 1	9.260 6e-5
期望输出方位仰角偏差信号	-0.001 1	2.866 6e-5
训练前 BP 网络输出信号	-0.022 0	17.116e-5
训练后 BP 网络输出信号	-0.001 1	2.856 2e-5

3 结论

该方法利用一种可以有效提高方位仰角偏差信

能够有效地抑制轨道错台干扰。

参考文献:

- [1] 林科文, 余龙华. 磁悬浮列车过轨道台阶问题研究[J]. 兵工自动化, 2010, 29(10): 56-59.
- [2] 曹建福, 韩崇昭, 方洋旺. 非线性系统理论及应用[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2002.
- [3] 胡寿松. 自动控制原理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000.
- [4] 周富民. 考虑轨道若干因素的悬浮控制研究[D]. 长沙: 国防科技大学工学硕士论文, 2009.
- [5] 韩京清. 自抗扰控制技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.

合输入，由于组合方式很多，程序量很大，这里就不列举了。这样，无须手动编写 G 代码程序便可得到需要的加工程序。

4 结束语

该方法实现了钻头端齿的数控加工和参数化编程，现已成功应用于工具磨床数控系统，实现了万能工具磨床的数控化改造。利用该方法加工出来的产品质量高、一致性好，生产效率高。

参考文献:

- [1] 圣维 SKX4-F 数控系统操作说明. 四川: 绵阳圣维数控有限责任公司, 2005.
- [2] 圣维 SKX4-F 数控系统编程手册. 四川: 绵阳圣维数控有限责任公司, 2005.
- [3] 陈兴武. 应用 SINUMERIK 802D 数控系统开发工具磨床的研究[J]. 福建工程学院学报, 2003, 1(3).
- [4] 景富军. 西门子 802C baseline 数控系统应用[J]. 兵工自动化, 2009(9): 76-77.
- [5] 董明玉. 加工中心的改造[J]. 兵工自动化, 2009(2): 74-75.

号精度的 BP 神经网络结构和神经元传递函数，取得了比较理想的结果，为舰载机着舰导航信息的精确性和着舰过程的可靠性提供了技术支持。同时，对光学助降系统灯光偏差信号的量化建模研究，也可作为后续研究探讨的参考。

参考文献:

- [1] 刘同明, 夏祖勋, 解洪成. 数据融合技术及其应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1998: 9.
- [2] 沈飞, 郭军. 基于 BP 神经网络的数据融合方法[J]. 自动化与仪器仪表, 2005, 121(5): 63-65.
- [3] 朱晓娟. 飞行控制系统多传感器信息融合技术研究[D]. 南京航空航天大学研究生院自动化学院, 2008.
- [4] 董长虹. MATLAB 神经网络与应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005: 64-71.