

数控转塔式冲床 NC 自动编程研究

范守文* 黄大贵

(电子科技大学电子机械系 成都 610054)

【摘要】 提出了一种基于特征的动态滑动匹配算法,用于从零件 CAD 产生的图形交换文件中识别基孔类型、提取基孔的形位参数。在此基础上,结合冲压工艺研制开发了数控转塔式冲床 NC 自动编程系统,可由零件 CAD 产生的 DXF 格式或 IGES 格式的图形交换文件自动生成零件的 NC 加工程序。

关键词 数控; 自动编程; 特征; 计算机辅助设计

中图分类号 TC385.1; TH164

在钣金冲压加工中,数控转塔式冲床使用通用标准模具,如圆型(RO型)、正方形(SQ型)、矩形(RE型)、OB型、DD型等(见图1),通过这些模具的适当组合,可以加工出各种复杂形状的零件。由于使用通用标准模具,数控转塔式冲床在加工中小批量的钣金零件时亦可产生较好的经济效益。编制数控转塔式冲床 NC 加工程序是一项繁杂工作,为了提高 NC 编程的质量和效率,国内外研究人员作了一些有价值的研究工作。^[1~3]

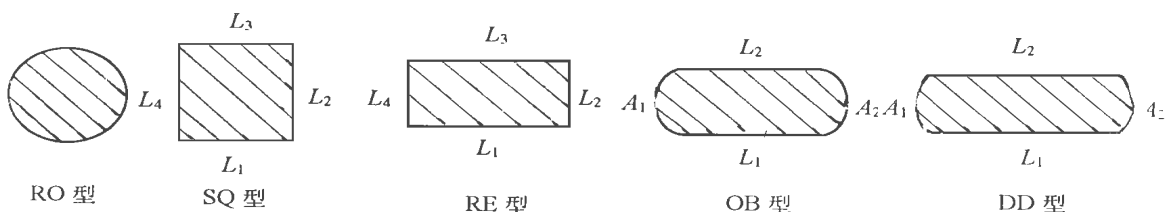


图 1 标准模具断面形状

目前 CAD 系统普遍采用的是实体模型,这种模型对于描述零件的几何信息是非常完美的,但它缺少面向加工的信息,使得 CAD/CAPP/CAM 的集成面临许多困难。本文提出的从实体模型中由计算机自动识别与提取形状特征信息,得到零件的特征模型的方法,在现有 CAD 系统上增加了一层外寄生式的特征建模功能,对于实现 NC 编程自动化及 CAD/CAPP/CAM 的集成有较重要的现实意义。

1 NC 自动编程系统结构

数控转塔式冲床 NC 自动编程系统结构见图 2,它主要由形状特征识别加工参数提取模块,排列模式识别排列参数提取模块,加工工艺分析与处理模块,模具优化选取模块,加工路径优化选择模块,后置处理模块等组成。

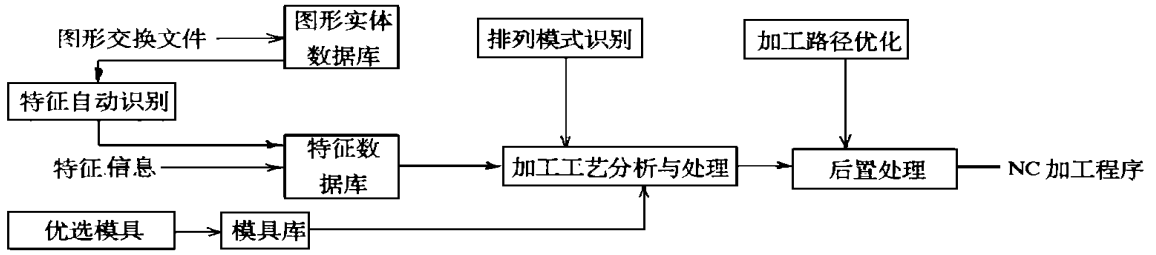


图 2 NC自动编程系统结构图

2 特征的定义与分类

迄今为止,特征尚未有一个统一的定义,本文在前人研究的基础上,结合到数控转塔式冲床的加工工艺,将特征定义为一组与零件描述及制造相关的信息集合。在对零件信息分析的基础上,可将特征分为以下五类:

- 1) 形状特征 在钣金类零件中,形状特征具有明确的定义,即 RO型孔、RE型孔、OB型孔、DD型孔等,在此统称为基孔。
- 2) 精度特征 是与产品的几何允许变动量相关的信息集合,如尺寸公差、形位公差等。
- 3) 材料特征 是与零件材料相关的信息集合,如材料名称、加工性能、热处理方式等。
- 4) 管理特征 是与零件的管理相关的信息集合,如设计者、加工工时、成本、批量等。
- 5) 技术特征 是与零件的作用、性能相关的信息集合。

3 数据结构

数控转塔式冲床 NC自动编程系统主要采用了链表的数据结构。定义的链表有四个:直线类实体链表 Lin-db、圆弧类实体链表 Arc-db、基孔链表 Hole-db、模具链表 Tool-db。

直线类实体链表 Lin-db的链体由八项组成:标记 mark,起点区域编码 Start-Code,终点区域编码 end-Code,起点坐标 x_1, y_1 ,终点坐标 x_2, y_2 ,链接指针* Link。

圆弧类实体链表 Arc-db的链体由九项组成:标记 mark,起点区域编码 Start-Code,终点区域编码 end-Code,圆心坐标 x_0, y_0 ,半径 radius,起始角 start-angle,终止角 end-angle,链接指针* Link。

基孔链表 Hole-db的链体由九项组成:标记 mark,基孔类型 type,基孔中心区域编码 Code,基孔中心坐标 x_0, y_0 ,基孔形状参数 Para1 Para2,旋转角度 rotate-angle,链接指针* Link。

模具链表 Tool-db的链体由五项组成:标记 mark,模具类型 type,模具形状参数 Para1 Para2,链接指针* Link。

4 基孔类型的识别、形位参数的提取

4.1 预处理

任一图形交换文件中,实体记录的顺序可能是杂乱无章的,但这些实体间又是有内在联系的,基孔类型的识别关键在于根据基孔的形状特征找出这些实体间的内在联系。Cogun[®] C曾提出了一种基于几何规则的识别方法^[1],但这种方法在零件图形稍复杂时,计算量变得相当大,效率很低。

在进行基孔类型的识别前,先对实体数据库进行一些必要的预处理。将零件图形以左右极限位置为界,沿长度方向等分为 M 等份;以上下极限位置为界,沿宽度方向等分为 N 等份,将零件图形

所在区域划分为 $M \times N$ 的网格,对网格区域统一编码,如图 3 和图 4 所示。

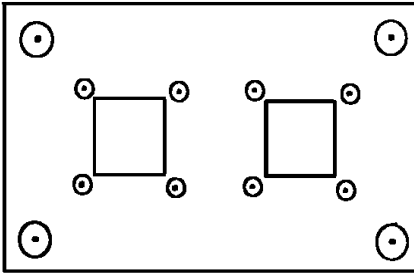


图 3 零件图形

$M(N-1)$	•	•	•	•	•	$MN-1$
•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•
M	$M+1$	•	•	•	•	$2M-1$
0	1	2	•	•	•	$M-1$

图 4 网格划分、区域编码

任一点 (x^*, y^*) 所在区域编码 Code 可由下式计算

$$\text{Code} = M \times \left(\text{int} \left[\frac{N \times (y^* - \text{Bottom})}{(\text{Top} - \text{Bottom})} \right] \right) + \left(\text{int} \left[\frac{M \times (x^* - \text{Left})}{(\text{Right} - \text{Left})} \right] \right) \quad (1)$$

式中 Left 为零件极左点 x 坐标; Right 为零件极右点 x 坐标; Top 为零件极上点 y 坐标; Bottom 为零件极下点 y 坐标; int 表示取整运算。

4.2 基孔类型识别

不失一般性,基孔类型的识别在此仅讨论 RE 型基孔的识别,其他类型基孔的识别方法与此类似,以下是针对 RE 型基孔提取的约束特征。

1) 连续条件

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{abs}(L_{1 \rightarrow} x_2 - L_{2 \rightarrow} x_1) < X \\ \text{abs}(L_{1 \rightarrow} y_2 - L_{2 \rightarrow} y_1) < X \\ \text{abs}(L_{2 \rightarrow} x_2 - L_{3 \rightarrow} x_1) < X \\ \text{abs}(L_{2 \rightarrow} y_2 - L_{3 \rightarrow} y_1) < X \\ \text{abs}(L_{3 \rightarrow} x_2 - L_{4 \rightarrow} x_1) < X \\ \text{abs}(L_{3 \rightarrow} y_2 - L_{4 \rightarrow} y_1) < X \\ \text{abs}(L_{4 \rightarrow} x_2 - L_{1 \rightarrow} x_1) < X \\ \text{abs}(L_{4 \rightarrow} y_2 - L_{1 \rightarrow} y_1) < X \end{array} \right. \quad (2)$$

式中 abs 表示取绝对值运算; \rightarrow 表示取结构中变量的值运算; X 为任意小的正数。

2) 等长条件

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{abs} \left(\frac{(L_{1 \rightarrow} x_2 - L_{1 \rightarrow} x_1)^2 + (L_{1 \rightarrow} y_2 - L_{1 \rightarrow} y_1)^2 - (L_{3 \rightarrow} x_2 - L_{3 \rightarrow} x_1)^2 - (L_{3 \rightarrow} y_2 - L_{3 \rightarrow} y_1)^2}{(L_{3 \rightarrow} x_2 - L_{3 \rightarrow} x_1)^2 + (L_{3 \rightarrow} y_2 - L_{3 \rightarrow} y_1)^2} \right) < X \\ \text{abs} \left(\frac{(L_{2 \rightarrow} x_2 - L_{2 \rightarrow} x_1)^2 + (L_{2 \rightarrow} y_2 - L_{2 \rightarrow} y_1)^2 - (L_{4 \rightarrow} x_2 - L_{4 \rightarrow} x_1)^2 - (L_{4 \rightarrow} y_2 - L_{4 \rightarrow} y_1)^2}{(L_{4 \rightarrow} x_2 - L_{4 \rightarrow} x_1)^2 + (L_{4 \rightarrow} y_2 - L_{4 \rightarrow} y_1)^2} \right) < X \end{array} \right. \quad (3)$$

3) 垂直条件

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{abs} \left[\frac{(L_{2 \rightarrow} y_2 - L_{2 \rightarrow} y_1) \times (L_{1 \rightarrow} y_2 - L_{1 \rightarrow} y_1)}{(L_{2 \rightarrow} x_2 - L_{2 \rightarrow} x_1) \times (L_{1 \rightarrow} x_2 - L_{1 \rightarrow} x_1)} + 1 \right] < X \\ \text{abs} \left[\frac{(L_{3 \rightarrow} y_2 - L_{3 \rightarrow} y_1) \times (L_{2 \rightarrow} y_2 - L_{2 \rightarrow} y_1)}{(L_{3 \rightarrow} x_2 - L_{3 \rightarrow} x_1) \times (L_{2 \rightarrow} x_2 - L_{2 \rightarrow} x_1)} + 1 \right] < X \end{array} \right. \quad (4)$$

基孔类型识别算法流程表述如下(以 RE 型为例):

STEP1 打开图形交换文件,读取实体参数信息,将图形实体参数登录在直线类实体链表及圆弧类实体链表中

STEP2 划分网格,区域编码 对所有直线类实体 圆弧类实体的起点、终点所在区域号统一编码。

STEP3 任取一直线实体,记录下其终点区域编码。

STEP4 在直线类实体链表中,搜索与该直线实体终点区域编码具有相同区域编码值的直线实体,将其标记 mark 值置为 1

STEP5 在标记 mark 值为 1 的直线实体范围内,搜索满足连续条件(式 2)的实体,记录下其终点区域编码

STEP6 重复 STEP4 STEP5,直至有四段直线实体构成一封闭形状,若直线实体形状不封闭,则将所经历的直线实体的标记 mark 值置为 - 1

STEP7 判断等长条件(式 3) 垂直条件(式 4)是否满足,如果两条件都满足,则四段直线实体构成一 RE 型基孔。如果两条件之一不满足则将四段直线实体的标记 mark 值置为 - 1

STEP8 提取基孔的形状 位置参数,登录在基孔链表中,删除组成 RE 型基孔的四段直线实体

STEP9 重复 STEP3 STEP4 STEP5 STEP6 STEP7 STEP8,识别出所有 RE 型基孔

4.3 基孔形状 位置参数的提取

在识别出基孔类型后,基孔的形状 位置参数可由组成基孔实体的相关参数计算得到 RE 型基孔的形位参数可由下式计算:

$$\left\{ \begin{array}{l} H \rightarrow \text{Para 1} = \frac{(L_1 \rightarrow x_2 - L_1 \rightarrow x_1)^2 + (L_1 \rightarrow y_2 - L_1 \rightarrow y_1)^2}{(L_2 \rightarrow x_2 - L_2 \rightarrow x_1)^2 + (L_2 \rightarrow y_2 - L_2 \rightarrow y_1)^2} \\ H \rightarrow \text{Para 1} = \frac{(L_2 \rightarrow x_2 - L_2 \rightarrow x_1)^2 + (L_2 \rightarrow y_2 - L_2 \rightarrow y_1)^2}{(L_1 \rightarrow x_2 - L_1 \rightarrow x_1)^2 + (L_1 \rightarrow y_2 - L_1 \rightarrow y_1)^2} \\ H \rightarrow x_0 = (L_1 \rightarrow x_1 + L_1 \rightarrow x_2 + L_3 \rightarrow x_1 + L_3 \rightarrow x_2) / 4 \\ H \rightarrow y_0 = (L_1 \rightarrow y_1 + L_1 \rightarrow y_2 + L_3 \rightarrow y_1 + L_3 \rightarrow y_2) / 4 \\ H \rightarrow \text{rotate-angle} = \arctan\left(\frac{L_1 \rightarrow y_2 - L_1 \rightarrow y_1}{L_1 \rightarrow x_2 - L_1 \rightarrow x_1}\right) \times \frac{180}{PI} \end{array} \right. \quad (5)$$

5 结束语

本文提出的动态滑动匹配算法在现有 CAD 系统基础上增加了一层外寄生式的特征建模功能,为实现数控转塔式冲床的 NC 自动编程提供了一种新的方法和手段 基于以上方法开发的数控转塔式冲床 NC 自动编程系统的实际使用效果良好。

参 考 文 献

- 1 Cogun C. NC Parts programs generation from CAD exchange files. Computer in Industry, 1992, 20 (2): 193~ 202
- 2 Choong N F, Nee A Y C, Loh H T. The implementation of an automatic tool selection system for CNC nibbling. Computer in Industry, 1993, 23: 205~ 222
- 3 李 琨,孙宗禹.实现数控编程自动化的新思路.组合机床与自动化加工技术, 1994, 1: 11~ 13
- 4 李伟青,谭建荣,彭群生.工程图纸中尺寸约束信息的识别与提取,第二届全国青年图学工作者会议论文集,杭州: 1994, 407~ 410
- 5 黄大贵.微机数控系统.成都:电子科技大学出版社, 1994

Study of NC Automatic Programming for Numerical Control Turret Punch Press Machine

Fan Shouwen Huang Dagui

(Dept. of Electromechanic Eng., UEST of China Chengdu 610054)

Abstract A feature based dynamic slide match method for recognizing hole's type extracting hole's shape and location parameters from CAD exchange files is proposed. Software System for automatic make NC Program of numerical Control turret Punch Press machine is developed based on the method. The Software system can generate NC program from CAD exchange files of DXF format or IGES format automatically on Computer.

Key words numeric control; automatic programming; feature; computer aided design
编辑 徐培红

.....
.....
.

。科研成果介绍。

异种数据库互操作支撑件 IST

主研人员:熊萍 刘锦德 唐雪飞 徐波 谭浩 李国华 谢娟

异种数据库互操作支撑 IST首次将交易技术引入数据库互操作中,通过交易器和交易活动实现了集中式的全局目录管理和服务管理,提供了完全的数据库位置透明性和迁移透明性;提供了后端信关的思想,通过后端信关机制提供数据库类型透明性,提供了后端信关的自动生成工具,为用户今后接入其他关系数据库创造了条件,使 IST 环境在后端具有良好的开放性;网络会话管理基于远程数据库访问模型 RDA,数据库访问不经过交易性,避免了通信瓶颈,缩短了响应时间;为应用开发提供了统一的客户方编程接口库,使 IST 环境在前端具有良好的开放性;提供客户方面与服务方的安全隔离。

数据会议系统

主研人员:敬万钧 谭浩 周明天 万竞 尚晋钢

数据会议系统适用于工业、科研、教育、行政管理、军事指挥等部门,通过计算机网络,实现声音、图形、图像等媒体信息的实时、交互通信。该系统具有下述主要功能和特点:

- 1) 系统工作于 UNIX 平台,在局域网环境下,实现了 SUN-SGI 工作站之间的声音、图形、图像点对点双向传输;
- 2) 系统的远程会话使异地用户可实时地进行交谈,并可记录谈话内容;
- 3) 系统的文档会议功能完善、使用方便,异地用户通过电子白板,可见相同内容文档,进行讨论、删改,并能进行语言注释;
- 4) 在设计中实现了对象的链接和嵌入。

。科 卜。