

文章编号:1000-582x(2000)04-0030-04

30-32, 37

数控刻楦机加工鞋楦的方法

王 希, 石道渝, 罗达立, 钱家渝, 钟先信

(重庆大学 光电工程学院, 重庆 400044)

摘 要: 描述了鞋楦 CAD/CAM 的系统结构, 并介绍了系统输出设备—数控刻楦机的加工原理。着重分析了利用直接数字定义进行加工编程的方法, 对圆整误差和步进电机的运行频率作了特别处理, 不仅避免了误差的累积, 而且使步进电机始终运行在最佳工作频率段上, 从而提高了鞋楦的加工精度和速度, 并保证了步进电机的使用安全。

关键词: 鞋楦; 数控刻楦机; 计算机辅助设计; 计算机辅助制造

中图分类号: TH 164; TP 391.73

文献标识码: A

TS 943.5

1 鞋楦 CAD/CAM 系统^[1~3]

鞋楦(图 1)是皮鞋设计和制造的依托, 是制鞋过程中不可取代的重要模具。皮鞋款式、品种的变化直接依赖于鞋楦的造型设计。用造型优美的鞋楦制造的皮鞋穿着起来既舒适又美观, 既能美化人们的生活, 又能增强市场竞争力。



图 1 鞋楦

鞋楦有其独特的形状造型, 它是一个由复杂不规则的异型曲线和曲面所组成的自由型闭合曲面体, 其外形轮廓不能由初等解析曲面构成, 也不能用一般的三视机械图描述, 而且人们希望皮鞋样式的变化能够越快越好。这些因素都给鞋楦的设计制造增加了难度。传统的方法是通过有经验技工用手工方式制造,

其制造周期长, 精度低。随着微机及其 CAD/CAM 技术的发展, 鞋楦的设计和制造自动化已成为可能。

整个鞋楦 CAD/CAM 系统由测量、CAD 和 CAM 三个部分组成。

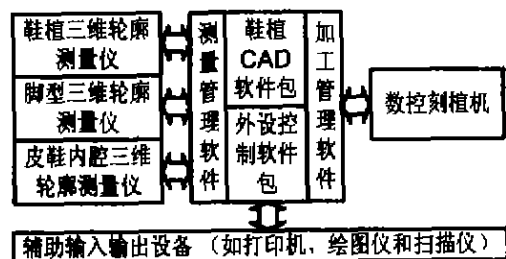


图 2 鞋楦 CAD/CAM 系统模块示意图

如图 2 所示, 测量部分包括三个相互独立的模块: 鞋楦测量、皮鞋内腔测量和脚型测量。它们的共同目的是为鞋楦 CAD/CAM 提供原始三维数据; 鞋楦 CAD 软件包为数控刻楦机提供鞋楦加工数据。此外, 系统还设计了各模块与系统软硬件之间的协调软件。由于系统良好的模块化结构, 所以可以将其各功能模块重新组合, 以满足用户特定的要求。

鞋楦 CAD 根据脚形、皮鞋内腔、鞋楦测量仪测得的三维离散坐标值, 采用离散法造型技术对鞋楦进行实体造型和重构, 也就是用满足一定精度要求的离散小平面片来近似表达鞋楦曲面体, 实现鞋楦的数字化

· 收稿日期: 2000-03-14

基金项目: 国家“八五”科技攻关项目

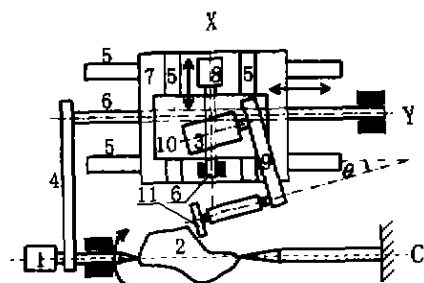
作者简介: 王希(1975-), 男, 四川自贡人, 重庆大学博士生。主要研究方向为 CAD/CAM。

定义,进而根据实际要求对这种描述鞋植的三维轮廓数据进行局部修改和三维缩放,可设计和加工出异形脚的鞋植和批量生产用的标样植。

鞋植 CAM 是在鞋植 CAD 的基础上,按照加工工艺要求,进行加工工艺过程设计和加工的数据处理。根据鞋植的三维轮廓数据以及数控刻植机的铣刀旋转包络面,逐个计算在加工每个点的时候铣刀需移动的距离和速度以及植体转动的速度,然后把这些数据全部储存起来形成一个加工数据文件,以供数控刻植机的加工控制程序在加工时调用。从而在系统的安全范围内实现最大的表面加工精度和最高的加工速度。

2 数控刻植机及加工原理^[1,3]

数控刻植机,即利用数字控制进行鞋植加工的机器,它是鞋植 CAD/CAM 的最终输出设备,可以说是整个系统中最关键的一环,它的工作可靠性直接影响到所加工鞋植的外形。数控刻植机在加工程序的控制下调用鞋植 CAD 生成的加工数据文件实现鞋植自动加工。



1—C 轴步进电机;2—鞋植;3—高速防爆电机;
4—齿形皮带;5—导轨;6—丝杆;7—Y 轴滑动工作台;8—X 轴步进电机;9—平皮带;10—X 轴滑动工作台;11—铣刀刀盘

图 3 数控刻植机工作原理

如图 3 所示,数控刻植机主机采用两坐标联动加工方式,待加工的毛坯植沿纵向固定在 C 轴上并可在 C 轴步进电机的驱动下以 C 轴为中心旋转,同时通过同步齿轮,齿形皮带和丝杆带动 Y 轴滑动工作台沿 Y 方向左右移动。通过 X 轴步进电机和丝杆,位于 Y 轴滑动工作台上面的 X 轴滑动工作台可沿 X 方向前后平移,固定在 X 轴滑动工作台上的高速防爆电机通过平皮带驱动铣刀高速旋转。因此,在 X 轴和 Y 轴两个滑动工作台的帮助下高速旋转的刀碗可以在 X-Y 平面上自由运动,通过控制铣刀刀盘中心与 C 轴中心的距离即可按照测量获得的鞋植轮廓数据对毛坯植每个截面外轮廓进行加工,切割掉多余的材料即可获得所需的鞋植。

数控刻植机采用开环伺服数控系统,开环系统的优点是结构简单、容易调试、造价低,对木质或塑料材质鞋植进行加工是完全可以胜任的。

3 数控刻植机加工的实现

要实现刻植机数控加工,首先需完成鞋植加工的工艺处理,确定工艺参数;其次进行数据处理,计算步进电机的运行参数;最后编制鞋植加工控制程序。

3.1 工艺处理

根据鞋植加工原理以及毛坯的材料,合理选择刀具及对刀点;确定走刀路线;确定 X 轴和 C 轴运行的脉冲当量等。

3.1.1 刀具及对刀点的选择^[1]

待加工的毛坯植材料是木头或塑料,为保证加工表面的光滑和精度要对刀具和切点作一定要求,在一个半径为 40~50 mm 圆盘的边沿上均匀地嵌入两把或三把常用机制刻植铣刀,铣刀刀碗直径 30 mm 左右(如图 4),刀盘以 7000~8000 r/min 的转速高速旋转,以保证切削表面的光洁度。如前所述,刀盘和驱动它转动的高速防爆电机固定在 X 轴滑动工作台上,并可在 X 和 Y 两个方向上平移。

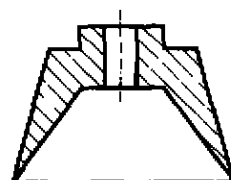


图 4 刻植机刀碗剖视图

对刀点即是加工时的起点,选择在植的头部,在鞋植设计时,对鞋植的头尾都留一个工艺加工部份,称为植头和植尾,以便于加工装夹,加工完成后,再用前跟机和后跟机或人工把这部份去掉。为了避免切入时滑动工作台与工件的机械干涉,刀盘与 C 轴之间保持了一定的夹角。

3.1.2 走刀路线^[2]

根据鞋植的独特三维造型和刻植机的加工原理,刻植机加工时的运动过程如下:毛坯植绕 C 轴旋转,滑动工作台沿 X 轴前后进退同时沿 Y 轴正向移动,同时带动高速旋转的铣刀逐步切削掉毛坯植上多余的材料。从图上可看出鞋植的加工过程是由 C 轴旋转、X 轴平移以及 Y 轴平移这三个空间自由度上的独立运动所组合成的一个复杂的三维运动过程,其走刀路线是一个螺旋环切线。由于它是连续的,从而减少了空程,提高了加工效率。

3.1.3 脉冲当量确定^[1,4]

在数控刻植机中,步进电机驱动 C 轴带动工件旋转,一个脉冲(即 1 步)使 C 轴所转的角度 P_c 叫做 C 轴的转角脉冲当量。每加工一点, C 轴需要转动的角度为 $\alpha = (360/m)^\circ$, 其中 m 是鞋楦每个截面的加工点数、要转 α 角需要 S_c 个(步) P_c 。取 S_c 为整数,可保证加工每一个点时, C 轴都能以整步数转动 α 角。由此即可确定 C 轴转角脉冲当量 P_c 。 P_c 可通过对步进机细分角进行调整得到解决。

另一个步进电机驱动刀台沿 X 轴方向平移,一个脉冲使刀台沿 X 轴的位移量称为 X 轴的脉冲当量 P_x 。 P_x 与加工精度和加工表面的粗糙度有直接的关系。对于木质和塑料材料的加工, P_x 可在 0.02 mm ~ 0.05 mm/脉冲之间选用。

3.2 数据处理

数据处理的目的是根据鞋楦三维轮廓和铣刀旋转包络面在加工过程中的相对位置,按照一定的算法确定各种加工参数,即两个步进电机在加工每个点时的转动方向、运动步数以及转动频率等。按加工点的顺序生成加工数据文件供加工控制程序调用。(由于 X 轴运动步数和刀位点的计算方法比较复杂且篇幅有限,故将单独由另一篇文章来详细描述其具体内容。)

3.2.1 C 轴步进电机运行参数^[4]

加工鞋楦的过程中, C 轴始终以同一方向转动,所以对于每个加工点来说, C 轴转动的方向和角度都是相同的。每加工一个点驱动 C 轴转动的步进电机转动步数为 S_c , 是一常数,这在前面已确定。每个加工点的频率 $f_c = S_c/t_c$ (步/s), 其中 t_c 为加工此点 C 轴转动经历的时间,单位为秒。

3.2.2 X 轴步进电机运行参数^[4]

刀台沿 X 轴运动采用的是相对坐标系,前一加工点的走刀终点坐标值 d_i 将作为当前加工点的起始坐标。因此加工当前点时的步进电机位移量 L 是当前点坐标值 d_{i+1} 与前一点坐标值 d_i 之差的绝对值,按照前面确定的 X 轴脉冲当量换算后即可得到 X 轴步进电机的转动步数 $S_x = [L/P_x]$ ($[]$ 为取整符号),而且两者相减所得差值的符号正负则决定了 X 轴步进电机的转动方向。因而,转动频率 $f_x = S_x/t_x$ (步/s), 其中 t_x 为加工此点 X 轴平移经历的时间,为了使每个点都能精确地加工,必须保证 X 轴和 C 轴运动同步,即: $t_x = t_c$ 。

只要满足两个时间相等,其实上述时间可以按照

要求随意变化,而且不必关心它的具体大小。因此笔者设计了一个简单的算法来确定 X 轴和 C 轴步进电机的运行频率。

由于 $t_x = t_c$

则 $f_x/S_x = f_c/S_c$

而且 S_x 和 S_c 均是已知量,我们只要事先确定出步进电机的最佳极限工作频率 f_{max} 。当 $f_x > f_c$ 时,令 $f_x = f_{max}$,则可求出对应的 f_c ;同理,当 $f_x < f_c$ 时,令 $f_c = f_{max}$,则可求出对应的 f_x 。按照这个算法就可以使两个步进电机处于安全范围内的最佳工作频率,从而可保证加工过程能够在符合安全条件的最短时间内完成。

3.2.3 圆整误差的处理^[5]

L/P_x 是理论上是 X 轴步进电机应该转动的步数,但由于它是一个浮点数,而电机只能转动整数步数,所以在实际应用中进行了近似处理,舍弃小数部分只保留整数部分作为电机实际转动的步数,由此产生的移动距离误差称为圆整误差 e 。虽然每次舍弃的小数部分的值很小,但是由于 X 轴按照相对坐标运动,将产生非常可观的累积误差。为了避免这种情况的出现,我们每次在计算当前移动距离 L_i 时把前一次的圆整误差 e_{i-1} 一起考虑进去,即: $L_i = d_i - d_{i-1} + e_{i-1}$,这样就实现了圆整误差的及时消化,不使其累积到以后的加工中去。

4 总结

作者设计出了一套数控加工程序,并且将其在自行研制的数控刻植机上进行了实验加工,结果表明系统具有较高的加工精度,加工光洁程度已达到常规制植的要求,表明了所提出的加工方法正确有效。本加工方法同样适用于加工其他的三维实体。

参考文献:

- [1] 石道渝. 基于 PC 机的鞋楦数控刻植机数控系统[A]. 重庆第五届计算机学术大会论文集[C]. 重庆: 计算机科学杂志社, 1997. 114-116.
- [2] 李坤. 皮鞋鞋楦 CAD/CAM 技术研究[D]. 重庆: 重庆大学光电工程学院, 1998.
- [3] 唐荣锡. CAD/CAM 技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1994.
- [4] 任仲贵, 张关康. CAD/CAM 原理[M]. 北京: 清华大学出版社, 1992. 452-453.

(下转 37 页)

Pre-processing Subsystem of Recognizing Free Handwritten Chinese Character

HUANG Xiang-nian, CHEN Ping, YANG Bo, ZHENG Sheng-lin, PAN Bao-chang

(College of Optoelectronic Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: The paper gives out an efficient and utility pre-processing subsystem of on-line recognizing free handwritten Chinese character, which includes the processes of data acquisition, normalizing character image, deleting the same points, inserting data points, linking strokes, extracting line segments and canceling useless line segments, and presents or improves a set of strategy and algorithm that has been applied in the subsystem. The results of preliminary experiments show that the subsystem has advantages of high degree of steadiness and tolerance to strokes variance

Key words: on-line recognition; Chinese characters recognition; pre-processing

(责任编辑 张小强)

* * * * *

(上接 32 页)

Research on Machining Last by Numerical Controlled Last Carving Machine

WANG Xi, SHI Dao-yu, LUO Da-li, QIAN Jia-yu, ZHONG Xian-xing

(College of Opto-electronic Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: System structure of last CAD/CAM is described. Then machining principle of system output device named numerical controlled Last Carving machine is introduced. Furthermore, we lay stress on analyzing machining programming method making use of direct numeric definition. Special disposal is taken on step error and working frequency of step motors so that not only error accumulation is avoided but also step motors always work in the best frequency range. As a result, machining precision and speed of last are both enhanced as well as step motors' working safety is guaranteed.

Key words: last; numerical controlled last carving machine; computer aided design; computer aided manufacturing

(责任编辑 张小强)