

基于 Pro/E 和 MasterCAM 的饮料瓶模具设计与数控加工

李学忠, 刘晓

(武汉轻工大学, 武汉 430023)

摘要: **目的** 研究基于 Pro/E 和 MasterCAM 的包装容器模具设计及数控加工。**方法** 以饮料瓶模具为例, 利用 Pro/E 软件进行零件造型及模具结构设计, 将图形文件转换到 MasterCAM 软件, 详细分析了饮料瓶模具的加工工艺, 确定了加工方案, 分别对型腔粗加工、半精加工、精加工及清角加工设置了加工参数。**结果** 通过几何建模、确定刀具路径、仿真加工和后置处理等, 实现了对饮料瓶模具进行数控自动编程与仿真加工, 得到了 NC 代码加工程序。**结论** 将 Pro/E 和 Mastercam 结合使用, 发挥各自优势功能, 可以提高包装容器模具设计及其数控加工的质量和效率。

关键词: Pro/E; MasterCAM; 饮料瓶; 模具设计; 数控加工

中图分类号: TB482.2; TG659 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)17-0076-04

Mould Design and NC Machining of Beverage Bottle Based on Pro/E & MasterCAM

LI Xue-zhong, LIU Xiao

(Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

ABSTRACT: Objective To study the mould design and NC machining of packaging container based on Pro/E and Mastercam. **Methods** With the use of Pro/E software, using beverage bottle as an example, model and mould design were proceeded, and by converting the graphics data to Mastercam software, a detailed analysis of mould machining process was proposed, which included formulation of processing scheme, and setting up of machining parameters respectively for cavity roughing, semi-finishing, finish machining and flow cut. **Results** The beverage bottle mold NC automatic programming and simulation machining were carried out through the realization of geometric modeling, cutting tool path, post processing and simulation, and also NC program was obtained. **Conclusion** Practice showed that with the use of Pro/E and Mastercam combination, giving full play to the advantages of each software function, the quality and efficiency of the packaging container mould design and NC machining could be improved.

KEY WORDS: Pro/E; MasterCAM; beverage bottle; mould design; NC machine

随着计算机技术和信息技术的发展, CAD/CAM 技术已经广泛应用于机械、电子、航天、化工和建筑等行业。对包装容器制造领域来说, CAD/CAM 是提高产品设计及制造品质、缩短开发周期和降低开发成本的有效手段, 也是企业赢得市场的法宝。而 Pro/E 和 MasterCAM 无疑是 CAD/CAM 软件王国中的奇葩, 有着举足轻重的地位^[1]。一般的造型及制造过程为: 先利

用 Pro/E 造型功能的优势进行 CAD 造型, 经过数据转换后, 再利用 MasterCAM 的 CAM 功能确定刀具路径, 然后通过 Post 后处理功能自动生成 NC 代码, 最后传送到数控机床进行加工。在此, 以饮料瓶模具为例, 研究了基于 Pro/E 和 Master CAM 的包装容器模具设计与数控加工过程。具体阐述了用 Pro/E 软件进行中空吹塑饮料瓶的三维造型及模具设计的实现过程, 以及

收稿日期: 2014-04-02

作者简介: 李学忠(1968—), 男, 湖北武汉人, 硕士, 武汉轻工大学副教授, 主要研究方向为包装自动控制技术及 CAD/CAM。

将图形文件转换到 MasterCAM 中进行数控加工的具体实现方法,完成了加工方案设计、参数设置、刀具选择、刀具路径生成及模拟仿真加工,最后通过后置处理生成数控加工程序。

1 基于 Pro/E 的饮料瓶实体建模与模具设计

基于 Pro/E 和 MasterCAM 的饮料瓶模具设计一般设计流程见图 1。

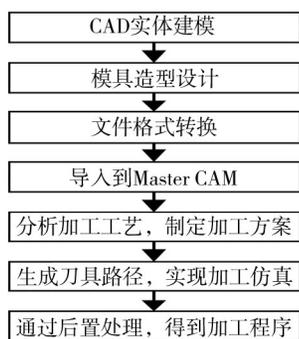


图1 设计流程

Fig.1 Design flow chart

1.1 饮料瓶实体建模及模具设计

在 Pro/E 软件中运用[零件][实体]模块进行三维造型设计,通过旋转、倒圆角、倒边角、插入混合曲面等指令,对偏移曲面和混合曲面进行合并、实体化及切除、阵列,完成瓶口和瓶底建模。得到饮料瓶零件模型见图 2。

饮料瓶三维造型完成后,首先,在 Pro/E 中通过[制造][模具型腔]模块,得到模具型腔设计文件,将原设计模型装配至模具模型,使其成为模具设计的参考模型^[3];其次,设置收缩率,选择菜单管理器中的收缩命令,系统弹出按尺寸收缩对话框,选择按尺寸,再选择公式 1+S,在比率中输入 0.005 即完成收缩率设置;然后,完成毛坯工件设计,创建饮料瓶模具分型面,分模,抽取模具元件;最后,通过开模仿真对模具各结构进行必要的干涉检查。饮料瓶零件模型及开模示意图见图 2—3。

1.2 数据文件格式转换

饮料瓶模具造型设计完成后,将模具文件转换为 IGES 格式文件,并将其导入到 MasterCAM 软件进行数

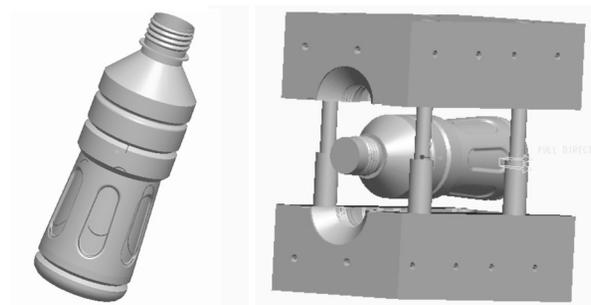


图2 曲面特征造型

图3 分模效果

Fig.2 Surface feature model- Fig.3 Schematic diagram of parting

控仿真加工。其转换步骤为:打开需要转换的文件,选择菜单栏中的[文件][保存副本]命令,在[类型]栏中选择“IGES(*.igs)”格式,接受默认的名称,单击“确定”按钮,即可将模具零件输出为 IGES 曲面格式的文件^[3]。

2 基于 MasterCAM 的饮料瓶数控加工

2.1 导入 IGES 数据文件

将 IGES 数据文件导入到 MasterCAM 软件,进入 MasterCAM-X4 系统,选择[文件][文件转换][IGES][读取文件]命令,导入 IGES 数据文件。考虑到各软件坐标系的默认方向不完全一致,文件转入后一般选择侧视图按钮,并通过旋转命令将模型旋转一定的角度即可解决坐标系的问题,从而完成对数据文件的坐标处理^[4]。

2.2 加工工艺分析与实体加工模拟

为了使模具能适应大批量生产饮料瓶产品,并提高其使用寿命,采用硬度比较高的 718 材料^[5]。根据型腔的形状和模具加工的工艺原则,首先使用曲面挖槽进行粗加工,铣削大量余料,然后再用平行铣削进行半精加工,最后再用平行铣削进行精加工和清角加工^[6]。

2.2.1 加工边界绘制

使用菜单栏中的绘制曲线命令选择模腔上表面并确认,产生上表面的曲面边界,绘制加工边界的缺口处线段,完成加工边界的绘制,见图 4。

2.2.2 型腔加工

根据型腔的结构形状、材料硬度及加工效率,确定使用 $\phi 20 \text{ mm}$, $R0.8 \text{ mm}$ 的可转位圆鼻刀,以曲面挖

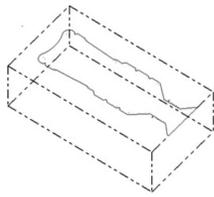


图4 加工边界示意

Fig.4 Schematic diagram of processing margin

槽粗加工方式进行型腔粗加工,大量铣削余料;根据型腔的结构形状、材料硬度及加工余量,确定使用 ϕ

12 mm, R6 mm的可转位球刀以平行铣削加工方式进行型腔半精加工;根据型腔的结构形状、材料硬度及残余量,确定使用 ϕ 8 mm, R4 mm的涂层硬质合金球刀以平行铣削加工方式进行型腔精加工;根据型腔的结构形状、材料硬度以及残余量,确定使用 ϕ 2 mm, R1 mm的涂层硬质合金球刀以平行铣削加工方式进行型腔清角加工。曲面挖槽粗加工的主要加工参数及结合所用的刀具类型和加工方式确定的型腔半精加工、清角加工的主要参数见表1。

表1 主要加工参数

Tap.1 Main processing parameters

| 加工(刀具) 类型 | 刀具直径/ mm | 切削深度/ mm | xy进给速度/ (mm·min ⁻¹) | z进给速度/ (mm·min ⁻¹) | 主轴转速/ (r·min ⁻¹) | 提刀速度/ (mm·min ⁻¹) | 预留量/ mm |
|-----------------------------|-------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------|
| 粗加工(可转位圆鼻刀) | 20 | 0.5 | 1800 | 1000 | 2000 | 2000 | 0.4 |
| 半精加工(可转位球刀) | 12 | 0.25 | 1300 | 800 | 2500 | 2000 | 0.15 |
| 精加工(ϕ 8 mm, R4 mm球刀) | 8 | 0.15 | 1200 | 800 | 2800 | 2000 | 0 |
| 清角加工(ϕ 2 mm, R1 mm球刀) | 2 | 0.15 | 800 | 500 | 3500 | 2000 | 0 |

2.2.3 加工过程仿真

在加工操作管理器中,单击选择所有操作按钮,单击实体加工模拟按钮,在【Moves/step】及【Moves/refresh】栏输入“10”,单击执行按钮。型腔粗加工、半精加工、精加工和清角加工的最终模拟加工结果见图5。

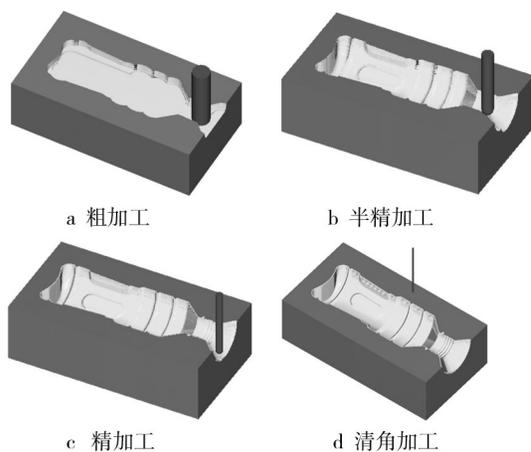


图5 型腔加工仿真示意

Fig.5 Cavity processing simulation diagram

3 后置处理

数控机床的所有运动和操作,都是执行特定数控指令的结果。完成零件的数控加工,一般需要连续执

行一连串的数控指令,即数控程序^[7]。编程人员使用MasterCAM软件对加工零件进行交互式编程,所有工艺信息在编程过程中已设置好,由此生成刀具轨迹文件。后置处理则根据刀具轨迹文件,以规定的标准格式转化为数控系统能够识别和执行的数控指令,这实质上是一个文本编辑处理的过程。受篇幅所限,具体代码从略。

4 结语

利用Pro/E和MasterCAM软件在零件模具造型设计和数控仿真加工方面的各自特点,以饮料瓶模具为例,介绍了采用Pro/E与MasterCAM进行包装容器三维建模及模具造型设计与数控仿真加工的方法和步骤,两者结合使用,可以更有效地发挥软件各自的优势,从而提高包装容器的设计、制造及开发效率,缩短产品开发周期,降低生产成本,有利于产品的设计和制造向更高层次发展,对其他包装容器的设计及制造具有一定的借鉴意义。

参考文献:

[1] 欧长劲. 机械CAD/CAM[M]. 西安:西安电子科技大学出版

(下转第96页)

- [13] ERDELYI HTALABA D A. Novel Method for the Dynamic Synthesis of Cam Mechanisms with n Imposed Driving Force Profile[J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 2010, 224 (C8): 1771—1782.
- [14] 贺兵, 邵军, 刘典, 等. 基于MATLAB固定凸轮与连杆组合机构的优化设计[J]. 包装工程, 2009, 30(9): 96—98.
- HE Bing, SHAO Jun, LIU Dian, et al. Optimum Design of Fixed Cam and Connecting Bar Mechanism Based on MATLAB[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(9): 96—98.
- [15] WU L I, LIU C H, CHEN T W. Disc Cam Mechanisms with Concave-faced Followers[J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 2009, 223(C6): 1443—1448.
-
- (上接第78页)
- 社, 2007.
- OU Chang-jin. Mechanical CAD/CAM[M]. Xian: Xidian University Press, 2007.
- [2] 詹友刚. Pro/ENGINEER 中文野火版教程零件设计范例[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- ZHAN You-gang. Pro/ENGINEER Wildfire in Chinese Version of the Tutorial Component Design Paradigm[M]. Beijing: Tsinghua University press, 2004.
- [3] 杜智敏. Pro/ENGINEER 野火版中空吹塑、合金压铸模具设计实例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- DU Zhi-min. Pro/ENGINEER Wildfire Version of Hollow blow Molding and Alloy Die-casting Mould Design Example [M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2005.
- [4] 刘伟洪, 刘海波. Mastercam 导入其他 CAD 模型数控加工的策略和应用[J]. 制造业自动化, 2011, 33(5): 34—36.
- LIU Wei-hong, LIU Hai-bo. NC Machining Strategies and Application that Mastercam Guided the Other CAD Models[J]. Manufacturing Automation, 2011, 33(5): 34—36.
- [5] 谭雪松, 姜胜, 陈霖. MasterCAM 数控加工实战训练[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.
- TAN Xue-song, JIANG Sheng, CHEN Lin. MasterCAM CNC Machining Training [M]. Beijing: People's Posts and Telecommunications Press, 2005.
- [6] 沈自林, 沈庆云. PET 饮料瓶模具设计与制造工艺研究[J]. 机械工程师, 2002(8): 23—25.
- SHEN Zi-lin, SHEN Qing-yun. Technological Research on Design and Manufacturing of Mould for PET Drink Bottle[J]. Mechanical Engineer, 2002(8): 23—25.
- [7] 戴向国, 于复生, 刘雪梅. Mastercam9.0 数控加工基础教程[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- DAI Xiang-guo, YU Fu-sheng, LIU Xue-mei. Mastercam9.0 NC Maching Fundamentals Tutorial [M]. Beijing: People's Posts and Telecommunications Press, 2004.
- [8] 王峥, 史智斌. Pro/Engineer 在刚性塑料包装容器设计中的应用[J]. 包装工程, 2010, 31(23): 72—76.
- WANG Zheng, SHI Zhi-bin. Application of Pro/Engineer in Design of Rigid Plastic Package Container[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(23): 72—76.
- [9] 杨应洪, 陈俊冬, 尹显明. Mastercam 软件在数控加工中的应用[J]. 机械工程与自动化, 2013(6): 167—170.
- YANG Ying-hong, CHEN Jun-dong, YIN Xian-ming. Application of Mastercam in Numerical Control Machining[J]. Mechanical Engineering & Automation, 2013(6): 167—170.
- [10] 唐静静, 董海祥. Pro/ENGINEER 在包装容器结构设计中的应用[J]. 包装工程, 2005(12): 92—93.
- TANG Jing-jing, DONG Hai-xiang. Application of Pro/ENGINEER in Structural Design of Packaging Container[J]. Packaging Engineering, 2005(12): 92—93.
- [11] PTC. Pro/Engineer Wildfire Pro/Toolkit User's Guide[M]. Parametric Technology Corporation, 2003.
- [12] WANG Long-wang, XIAO Jun-shi, XIAO Ling-yan. Moulds CAD/CAM Based on AutoCAD and MasterCAM[C]// Proceedings of the Second International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering (MACE), 2011: 4172—4175.
- [13] KUANG Wei-hua. Research on 3D Complex Surface Construction and NC Machining Based on MasterCAM[C]// Proceedings of the 9th International Conference on Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design, 2008: 633—638.
- [14] LIU Yong-feng, TIAN Hong-sen, LIU Lian-da. Research on 3-D Design Based on Pro/E Software[C]// Proceedings of the Second International Workshop on Education Technology and Computer Science (ETCS), 2010: 509—512.
- [15] CHENG Chen, FU Min. Pro/E Software Applications in Industrial Product Design[C]// Proceedings of the 2011 International Conference on System Science, Engineering Design and Manufacturing Informatization (ICSEM), 2011: 160—163.
- [16] LIU Yong-feng, YANG Jian-wei, TIAN Hong-sen. Study on CAD for the Complex Combustion Structure in Engine Based on PRO/E[C]// Proceedings of the Second International Conference on Digital Manufacturing and Automation (ICDMA), 2011: 1145—1148.