

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.12.015

复杂曲面薄壁零件手板模型的快速成型研究*

肖苏华

(广州城市职业学院 机电工程系, 广东 广州 510405)

摘要: 针对复杂曲面薄壁零件手板模型制作的问题,对手板模型的3种常用制作方法进行了对比,研究了快速成型过程的关键技术,包括:STL格式文件转换的格式设置参数设置和快速成型关键参数设置,对普通手板模型及复杂曲面薄壁零件手板模型的关键问题进行了讨论和对比。通过壁厚为0.5 mm的曲面零件设计和模型制作,给出了适合普通零件及曲面薄壁零件快速成型零件的合理工艺参数。研究表明,只要正确合理的选取关键工艺参数,可以避免曲面薄壁零件快速成型易出现的断壁、多毛刺的问题,能高效、高精度地制造手板模型,能满足手板模型的各项特性需求。

关键词: 快速成型; 手板模型; 复杂曲面; 薄壁; STL文件

中图分类号: TH164 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-4551(2014)12-1583-04

Rapid prototyping of complex surfaces of thin-walled parts model

XIAO Su-hua

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Guangzhou City Polytechnic, Guangzhou 510405, China)

Abstract: For the problem of complex surface prototype model making thin-walled parts, the three commonly used method of making the opponent plate and model were compared to study the key technology of rapid prototyping process, including: STL file format conversion formatting parameters and rapid prototyping key parameters set on the key issues of ordinary model, prototype thin-walled parts of complex surface models were discussed and compared. By curved wall thickness 0.5 mm part design and model making, ordinary parts and surfaces suitable for thin-walled parts rapid prototyping parts reasonable parameters were proposed. The results show that, as long as the proper selection of critical process parameters reasonably avoid surface thin wall fracture parts prone to rapid prototyping, multi glitch problems efficiently manufacture high-precision model, to meet the needs of the characteristic model.

Key words: rapid prototyping; model; complex surface; thin-walled; STL file

0 引 言

复杂曲面也称自由曲面,指表面形状不能被连续加工的,具有传统加工成型的任意性特点的曲面。尤其是自由曲面,目前被广泛应用于装备制造、汽车、造船、模具、航天等行业的复杂产品设计中。

自由曲面的铣削加工主要依赖于编程工程师的经验和CAM/CNC系统的仿真功能^[1]。尤其是新产品的开发中,复杂曲面产品面临的困难更大。在工程上薄壁零件一般指壁厚小于1 mm的零件。手板是指新产品开发中根据产品技术图纸生产的少数样品,用来

检查外观、结构、强度等合理性的功能样板。早期,主要是通过技师的手工制作完成,手板是港台企业的叫法,目前国内统称为手板模型或首板模型。手板的做法分为手工、CNC和快速成型3种方法。传统手工手板制作存在着低效率、低精度等缺陷,目前已逐渐被抛弃。CNC手板模型也称数控手板模型,指通过数控机床生产而成,材料为金属、塑料等。CNC手板因其效率较高、成本适中,而且设备比较普及而得到大部分厂家的采用^[2-3]。但对于复杂曲面产品,CNC加工方法存在较大的限制(如必须采取五轴联动加工中心),甚至无法完成加工。

收稿日期: 2014-07-23

基金项目: 国家星火计划资助项目(2012GA780009);广州市属高校科研资助项目(10B011);广州市青少年科技教育资助项目(20140025)

作者简介: 肖苏华(1976-),男,湖南邵阳人,博士,副教授,主要从事逆向工程、CAD/CAM、机电控制方面的研究。E-mail: xsh@gcp.edu.cn

快速成型(RP)技术是在现代CAD/CAM技术、激光技术、计算机数控技术、精密伺服驱动技术以及新材料技术的基础上集成发展起来的,快速成型通过“分层制造,逐层叠加”的加法方法进行产品加工,和CNC的“刀具去除毛坯多余材料获得产品”减法加工方法有质的区别,也俗称3D打印^[4-5]。快速成型手板模型手板是伴随着快速成型技术快速发展的最新模型,利用CAD系统设计或者逆向工程获得STL的快速成型文件,通过材料堆积的方法,可以获取任意形状(除开少数壁厚限制)的产品模型。除此之外,快速成型可以快速获得产品模型,缩短加工时间,具有明显的效率优势^[6-7]。

薄壁结构是一种常见的特征形式,当采用铸造、锻压等方式制造时,需要先制造相应的模具,而采用切削方式又需要去除大量的金属。快速成型技术为薄壁结构的制造提供了更大的灵活性^[8-11]。因此,复杂曲面薄壁零件的手板模型制作,采用快速成型方法是最佳方法。

本研究针对手板模型制造,阐述文件格式的转换、加工参数的设置、加工结果,尤其是针对复杂曲面薄壁零件加工中易出现断壁、多毛刺的问题,提出合理的工艺参数,并进行加工验证。

1 STL 格式设置

STL文件格式是业界通用的快速成型格式文件,STL文件采用系列三角形网格组合来拟合三维实体模型的表面,因此,CAD建模的复杂曲面在转换STL格式时,必须合理设置文件转换参数,以获取所需的模型精度和加工效率。

本研究采用Proe 4.0野火版使用旋转、拉伸、扫描等指令等构建的曲面零件(零件名称为咖啡杯)如图1所示。零件壁厚为1 mm。

STL格式的转换过程为(以proe野火软件为例):

File(文件)->Save a Copy(保存副本)->Model(模型名称)->选择文件类型为STL(*.stl)。

转换确定后跳出的STL导出参数框如图1所示。

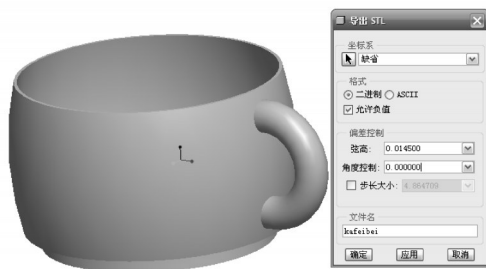


图1 STL文件格式转换

参数框主要包括STL格式选择(默认为二进制)、三角片拟合参数设置、文件名。其中,三角片拟合参数设置直接决定了快速成型的产品精度。

弦高输入0(默认修改为0.009 100,即为软件系统最高精度0.01)、输入0(默认修改为0.000 000 1),即对零件进行了三角片划分。

STL文件输出结果如图2所示。

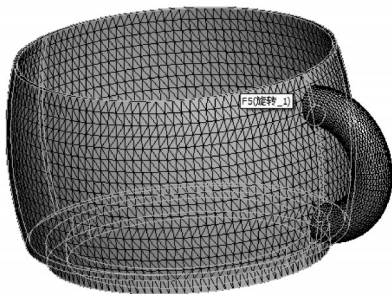


图2 STL文件输出结果

2 薄壁曲面模型快速成型参数设置

使用Dimension 快速成型机Elite 机型,其最大打印尺寸为8×8×12 in,精度达到0.08 mm,通过FDM溶入堆积法,高温将材料加热为液态,通过喷嘴喷涂实施堆积加工。

设备使用Catalys EX快速成型管理软件,模型材料可采用ABS plus增强型工程塑料,支撑材料采用可剥离、可溶解的BST材料。

Catalys EX能打开STL格式的文件,快速成型参数设置如图3所示。



图3 快速成型参数设置

首先对文件进行快速成型关键参数设置,如下:

(1) 层厚。共有0.254 0、0.177 0两个参数,不同的参数代不同丝的直径,一般使用0.254 0这个参数。

(2) 模型内部。共有实心、疏松-高密度和疏松-低密度 3 个参数,不同的参数打印的实体强度也不同,一般使用实体、疏松-高密度这两个参数。

(3) 支撑填充。共有最小化、基础、半实心和环绕 4 个参数,不同的参数支撑的效果不同,需根据实体的需要选择对应参数。

(4) 份数。默认为 1 份,可根据需要进行修改,也可以在后面模型包里添加,建议不作修改。

(5) STL 单位。共有英寸、毫米两个参数,一般模型添加进来后不需要修改。本研究中的咖啡杯模型的参数为毫米。

(6) STL 比例。默认为 1.000,可以根据自己需要进行修改,一般不需改动。本研究设置为 0.5 比例。因此模型的壁厚为 0.5 mm 的厚度。

一般手板模型的快速成型的设置依赖使用者对于模型的精度和加工效率的选择。理论上,快速成型能制作任意尺寸的产品,但工程应用上,由于壁厚的影响以及曲面尤其是自由曲面的几何复杂性,对快速成型产生了极大的影响,如薄壁容易出现成品易脆易断,甚至导致加工失败;复杂曲面的过渡处容易出现毛刺较多现象。在工程应用中,一般将壁厚小于 1 mm 的手板模型称为薄壁模型。因此,复杂曲面薄壁零件的快速成型对于参数的设置有一定特殊要求,如层厚的设置,一般零件选择 0.254,薄壁曲面零件选择 0.177;模型内部:一般零件选择疏松-高密度,薄壁零件选择实心方式,这些参数的选择可以提高加工质量。一般手板模型和复杂曲面薄壁手板的关键点及参数设置对比如表 1 所示。

表 1 中,通过采用复杂曲面薄壁模型的参数进行普通模型的设置,可以成型出高精度、高质量的手板模型,但加工时间较长;而在加工复杂曲面薄壁手板模型时,选用普通模型参数进行加工,会经常出现曲面及薄壁处毛刺严重甚至出现薄壁加工不成功的现象。

3 快速成型过程

设置好参数后,即可实行快速成型加工。设置好参数后,所生成的加工数据如图 4 所示。

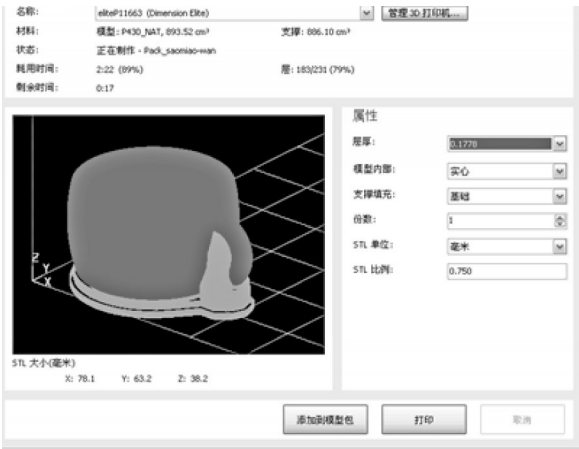


图 4 添加到模型包结果

选取合适的零件放置区域后,即可发送到快速成型机实施打印,快速成型过程中如图 5 所示。

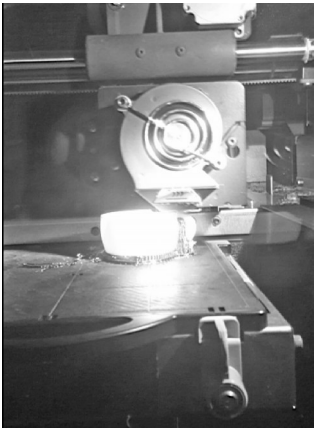


图 5 快速成型中

打印好的实物照片如图 6 所示。



图 6 快速成型手板模型实物

表 1 普通手板模型与复杂曲面薄壁手板模型对比

参数	普通模型	复杂曲面薄壁模型	备注
弦高/min	0.306 602	0.009 1	3D 实体转化 STL 格式参数
角度/(°)	0.5	0.02	3D 实体转化 STL 格式参数
步长/mm	3.066 019	0.3	3D 实体转化 STL 格式参数
层厚/mm	0.254	0.177	层厚越小,精度越高,越容易成型
模型内部方式	疏松-高密度	实心	实心方式对薄壁成型有利,易成型

4 结束语

针对复杂曲面零件难以加工出高质量、高精度手板模型的问题,本研究阐述了复杂零件尤其是薄壁零件的快速成型方法和过程,包括STL文件格式设置、Dimension Elite快速成型机的软件参数设置(针对薄壁和复杂曲面,合理选取加工参数和加工方法),并对普通手板模型和复杂曲面薄壁手板模型的加工进行了讨论对比。

本研究针对壁厚仅为0.5 mm的零件进行了快速成型,结果表明,模型质量较高,成型效果好。

实践证明,复杂曲面薄壁零件的手板模型制作,只要准确合适的设置好关键参数,就能加工出高精度、高质量的手板模型,能满足手板模型的需求。

参考文献(References):

- [1] 肖苏华,龚雄文. 自由曲面数控加工智能选刀方法的研究与开发[J]. 组合机床与自动化加工技术[J]. 2011(2): 21-23.
- [2] 高文博,覃 岭. CNC加工手机壳手板加工工艺分析[J].

机床与液压,2008,36(4):218-220.

- [3] 孙晓林. 快速成型技术的应用[J]. 机电产品开发与创新, 2013,26(5):115-117.
- [4] 陈雪芳,孙春华. 逆向工程与快速成型技术应用[M]. 北京:机械工业出版社. 2005.
- [5] CRESCENZIO F D, FANTINI M, CIOCCA L, et al. Design and manufacturing of ear prosthesis by means of rapid prototyping technology[J]. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine**, 2011(3):30-33.
- [6] 朱银松,张 峰,付求涯. STL切片数据的双弧曲线拟合算法[J]. 机电工程,2006,23(9):32-34.
- [7] 朱玉红. 快速反求工程及其在快速成型制造中的应用[J]. 机电工程,2004,21(8):23-26.
- [8] 沈晓伟. 逆向工程与快速成型技术的应用[J]. 新技术新工艺,2011(11):40-42.
- [9] 张惠敏,陈连帅,李 旭. 大型薄壁塑件翘曲变形分析及工艺参数优化[J]. 机械,2011(2):79-82.
- [10] 乌日开西·艾依提. 利用等离子弧熔覆的薄壁件快速成型工艺研究[J]. 现代制造工程,2012(4):78-80.
- [11] 刘薇娜,陈 韬,杨立峰. 薄壁复杂零件的逆向设计研究[J]. 长春大学学报,2012,22(12):1447-1450.

[编辑:张 豪]

本文引用格式:

肖苏华. 复杂曲面薄壁零件手板模型的快速成型研究[J]. 机电工程,2014,31(12):1583-1586.

XIAO Su-hua. Rapid prototyping of complex surfaces of thin-walled parts model[J]. *Journal of Mechanical & Electrical Engineering*, 2014, 31(12): 1583-1586.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>

(上接第1563页)

参考文献(References):

- [1] 李 虹,丁爱玲. 砂带磨削技术的应用与发展[J]. 华北工学院学报,1999,20(4):330-333.
- [2] 朱凯旋,陈延君,黄 云,等. 叶片型面砂带磨削技术的现状和发展趋势[J]. 航空制造技术,2007(2):102-104.
- [3] 毕诸明. 机器人姿态空间的分析与综合[J]. 机械科学与技术,1996,15(1):11-16.
- [4] SICILIANOB, KHZTIB. Springer handbook of robotics[M]. New York:Springer-Verlag, 2008.
- [5] 王战中,张大卫,安艳松,等. 非球型手腕 6R 串联型喷涂机器人逆运动学分析[J]. 天津大学学报,2007,40(6): 665-670.
- [6] 王 伟,负 超. 砂带磨削机器人的灵活性分析与优化

[J]. 机器人,2010(1):48-54.

- [7] 张 栋,负 超,宋德政,等. 基于正交试验法的 3P3R 磨削机器人灵活性优化[J]. 北京航空航天大学学报,2010(9):1075-1079.
- [8] 高志慧,兰晓东,边宇枢. 基于灵活磨削空间的面向复杂型面工件的机器人砂带磨削系统的结构尺寸优化研究[J]. **Chinese Journal of Aeronautics**, 2011(3):14.
- [9] XIA Gang, LIU Xin-jian, CHENG Wen-ke, et al. Numerical simulation of fluid-solid-thermal interaction in hypersonic flows bluntaircraft[J]. **Journal of National University of Defense Technology**, 2003, 25(1):35-39.
- [10] 邢宏光,王利红,张玉茹. 神经外科手术机器人灵活性分析[J]. 北京航空航天大学学报,2004,30(4):312-315.

[编辑:李 辉]