

文章编号: 1673-5196(2008)04-0026-04

基于数码图片特征的创新产品模具快速铸造工艺

李亚敏, 刘洪军, 齐国庆, 文东生

(兰州理工大学 有色金属合金及加工教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 介绍一种基于数码图片特征的创新产品设计及其模具制造方法, 采用 Pro/Engineer 软件使二维特征的数码图片生成具有关键设计信息的三维 CAD 模型, 并用快速成型机制造出设计产品的 SLA 原型, 利用 SLA 原型翻制硅橡胶模具并结合石膏型特种铸造工艺实现设计产品锌基合金模具的快速铸造, 为新产品的开发提供一种简便快捷的新途径.

关键词: 数码图片特征; 三维造型; 快速成型; 快速铸造; 快速制模

中图分类号: TG242 **文献标识码:** A

Rapid casting mould process for innovatory products based on characteristics of digital picture

LI Ya-min, LIU Hong-jun, QI Guo-qing, WEN Dong-sheng

(Key Lab. of Non-ferrous Metal Alloys, The Ministry of Education, Lanzhou Univ. of Tech., Lanzhou 730050, China)

Abstract: The design of innovatory products and their mould processing methods were introduced. Their 3-D model with key design information was generated by using the two-dimensional characteristics in the digital picture and software Pro/E. The SLA prototype of designed product could be manufactured quickly with rapid prototyping machine. Then this prototype was reproduced into a silicone rubber one, and finally the quick casting of zinc-alloy mould for the designed product was implemented with the help of the special casting technology with gypseous mold, providing a simple and quick way for development of innovatory products.

Key words: characteristic of digital picture; 3D modeling; rapid formation; rapid casting; rapid mold processing

传统的产品设计制造首先由造型设计师根据产品要求和构思做出草图, 或者由设计师根据实物原型构思, 通过石膏模型来反求原物, 经过不断的修改完成原型设计, 然后结构工程师确定出产品的结构设计, 再根据消费市场需要制作不同比例的原型, 最后通过机械加工的方法制造模具, 以便使产品能够大量生产. 然而在没有实物模型、产品图纸, 而只有数码图片作为产品原创造型设计来源的情况下, 如果能够根据数码图片信息使产品模型化, 甚至开发出相应的模具, 将使产品原创设计、制造过程大大简化. 本文介绍了一种基于数码图片特征的创新产品设计及模具制造方法, 采用 Pro/Engineer 软件使数

码图片的二维特征生成具有关键设计信息的三维 CAD 模型, 并用快速成型机制造出设计产品的 SLA (stereo lithography apparatus) 原型, 利用 SLA 原型翻制硅橡胶模具并结合石膏型特种铸造工艺实现设计产品锌基合金模具的快速铸造.

1 基于数码图片特征的创新产品建模

在互联网、图片库、甚至自己拍摄的数码照片中, 往往有一些信息会激发产品设计者或者制造者的灵感, 将其中的部分特征运用到产品中. 但是数码图片是二维平面的, 而产品模型往往是三维的, 如果将二维平面特征用到三维的产品建模中, 需要将所需的特征提取出来, 然后根据设计需求进行修改并最终体现在三维 CAD 设计中. 本文采用 Pro/Engineer 软件进行图片关键特征的提取及其三维模型

收稿日期: 2008-01-02

基金项目: 甘肃省科技支撑项目(0708GKCA057)

作者简介: 李亚敏(1973), 女, 河北蠡县人, 博士生, 讲师.

生成^[1~3]。

基于数码图片特征的产品建模过程如图1所示。首先根据 Pro/E 提供的跟踪草绘功能获取一些重要的点,其带有图形的特征信息,再通过这些点做曲线,然后通过曲线来构建曲面,最后生成实体。其设计思路为点-线-面-实体。

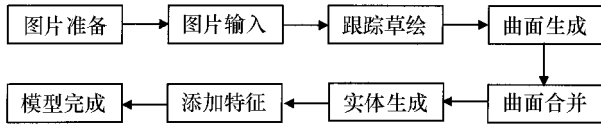


图1 产品建模流程

Fig-1 Flow-chart of product modeling

现在以一个实例介绍产品建模的过程。图2是从互联网上得到的一张图片。图3为从图2中提取龙的特征进行创新产品的建模过程。图3a为从图片

中提取并修改后的平面特征曲线,图3b为根据平面特征曲线所构建的空间曲线,图3c为曲面生成并实体化后的三维CAD模型,最后根据产品设计的要
求,在三维模型上添加底座、文字和图标等,如图3d所示。至此这个源于数码图片特征的新产品的三维CAD模型就完成了。

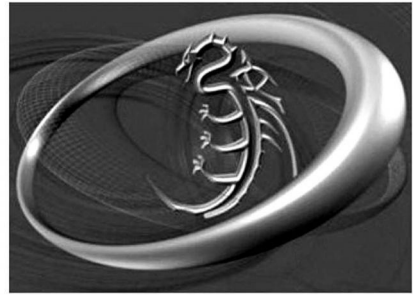


图2 数字图片实例

Fig-2 Example of digital picture

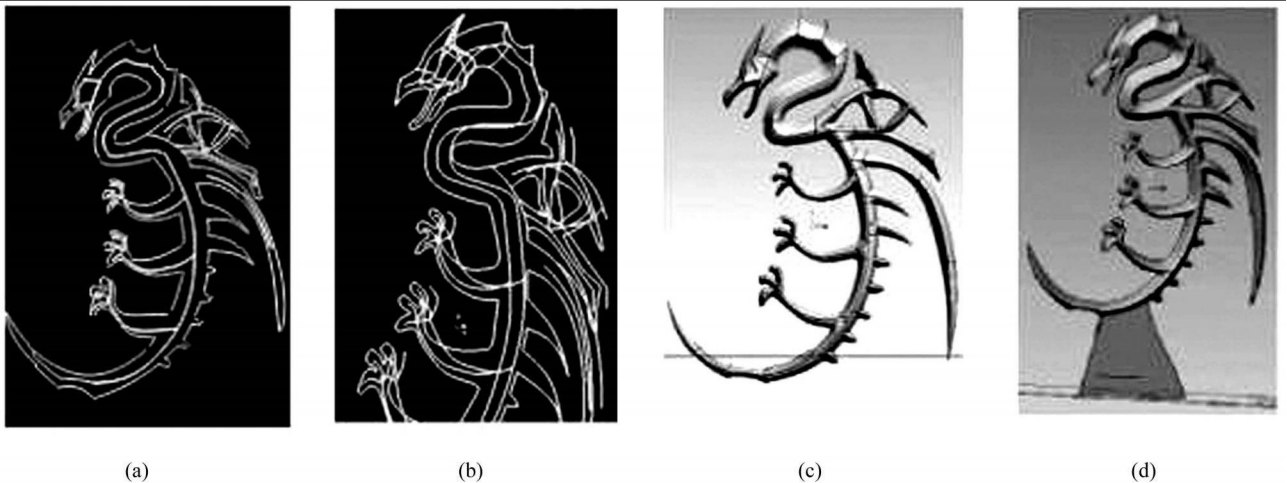


图3 基于图2的龙特征进行产品设计的过程

Fig-3 Process of product designing based on characteristics of dragon-feature in Fig-2

2 SLA 快速原型和硅橡胶中间模具的制作

2.1 SLA 原型快速制造工艺^[4,5]

SLA 成型设备采用西安交通大学光固化快速成型机(型号:SPS450)。首先将产品建模设计完成的三维CAD模型在 Pro/E 中以 STL 格式输出,然后采用西安交通大学开发的 RP Data 软件对三维零件进行分层切片处理,分层厚度为 0.1 mm,经过分层处理所得到的数据可直接用于零件的快速成型。快速成型过程中的工艺参数一般要根据制作零件的特点、设备的状态和已做出零件的情况进行调整。

SLA 原型制作完成后,从成型机中取出零件,用乙醇溶液清洗,除去支撑,清洗完毕后,将零件放

在紫外灯下照射约 15 min 对其进行固化处理。固化后的 SLA 原型经打磨、抛光后来制作硅橡胶中间模。

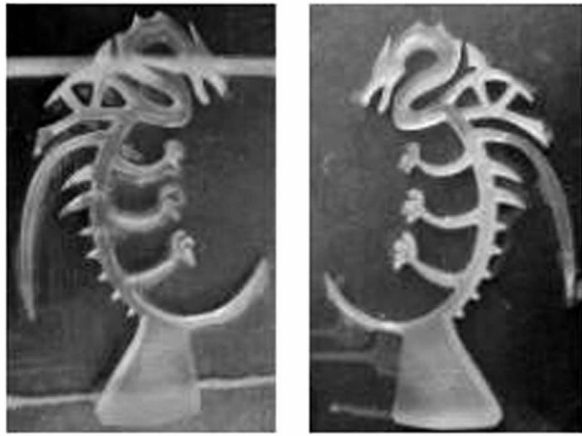
由于要铸造金属模具,因此将上述设计好的龙造型分成 2 部分制作。将制作好的原型分别粘贴到分型板上用来翻制硅橡胶模。

2.2 基于 SLA 原型的硅橡胶模具制作^[6]

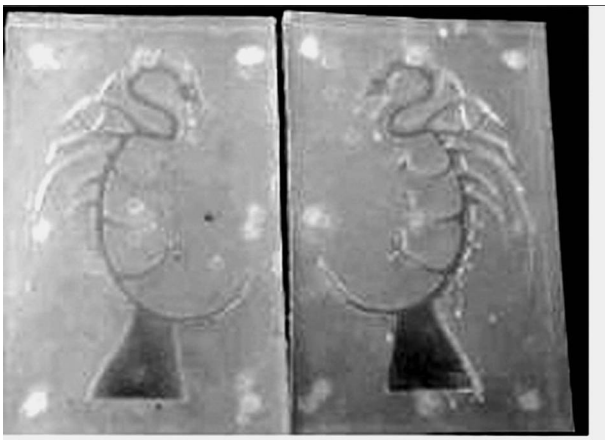
采用快速成型原件做模型,可制作硅橡胶模具。这种模具具有良好的仿真性、强度和极低的收缩率,脱模容易,同时模具修改也很方便,可作为中间过渡模制作精密铸造用的铸型。

硅橡胶制模具体的工艺过程已在文献[7]中做了详尽的描述,在此不再赘述。

完成后的 SLA 原型和硅橡胶模如图 4 所示。



(a) SLA 原型



(b) 硅橡胶模

图 4 SLA 原型和硅橡胶模

Fig. 4 SLA prototype and its silicone rubber mould

3 基于石膏型的锌基合金模具快速铸造工艺

金属模具型腔零件的快速铸造,首先要从硅橡胶模翻制铸型.铸型可以采用多种方法制做,本文利用硅橡胶模翻制石膏铸型.

石膏型铸型的制作工艺过程是将一定比例的半水石膏、填料、添加剂以及适量的水配制成浆体,然后将浆体灌入放有硅橡胶模的砂箱中,待浆体凝结后具有一定湿强度时即可脱模,再经烘干、焙烧成为石膏型,最终浇铸获得模具零件^[8].

单纯使用 a 型半水石膏并不能进行石膏型铸造,这是因为石膏在烘干及焙烧过程中不断脱水,发生相变,并伴随着体积的变化.由于收缩过大,裂纹倾向严重,强度急剧降低,因此在石膏粉料中必须加入适当的填料,以减小石膏型的线收缩和裂纹倾向,使其具有良好的室温和高温强度.因石膏的热传导率很小,铸件在凝固时易出现晶粒粗大、疏松等缺

陷,可通过加入热传导率大的填料以改善石膏型的导热能力.根据以上石膏型对填料的性能要求以及填料本身对石膏混合料性能的影响,选用了 320 目石英粉和 100 目石英砂作为石膏混合料中的填料.另外,为弥补由于填料加入导致石膏型强度的降低,还需加入一些水玻璃作为黏结剂,以增强石膏型的湿态强度和高温强度.

经多次试验,确定用于快速铸造的石膏型混合料配方的质量分数为:a 型半水石膏 65%,320 目石英粉 15%,100 目石英砂 20%.加水量占粉料质量分数的 60%,水玻璃加入量为粉料质量分数的 3%.

灌浆后的石膏模型经过 15~20 min 静置后起模,从石膏型腔中取出硅橡胶模.起模后的石膏型需进行低温烘干以除去大量水分.石膏型经过烘干后即可进行焙烧,焙烧温度约 250~300 °C.焙烧的目的是去除石膏型中的自由水及结晶水,完成石膏型中一些组成物的相变过程,使石膏型体积稳定.

在制定焙烧工艺时必须注意到石膏型导热能力低,焙烧时里外温差较大,本身又属脆性材料,在升温或降温过程中,热应力易引起石膏型出现裂纹.因此要采用阶梯升温提高焙烧温度,升温速度要慢.石膏型的焙烧工艺如表 1 所示.

表 1 石膏型烘烤工艺

Tab. 1 Stoving process of gypseous mould

温度/°C	80	150	220	280
时间/h	5	5	5	10

锌合金材料熔化温度低,锌合金模具制模工艺简单,适合于石膏型的浇铸,同时流动性好,模型上的精细纹路可直接复映,成形好,因此非常适合于作为快速铸造的模具材料.

采用 ZAS 合金进行配制,其成分为: $w(\text{Al})=4\%$ 、 $w(\text{Cu})=3.1\%$ 、 $w(\text{Mg})=0.05\%$ 、其余为 Zn.由于实验中需要铸造的是表面花纹细腻的艺术龙模具,而且石膏型本身又具有热传导率小、透气性差、强度及表面硬度均不够高的特点,因此,石膏型精密铸造浇冒口系统的设置就显得更为重要,除了要保证合金熔液平稳充型外,还必须有良好的排气能力.锌基合金的浇注温度为 410 °C.当合金液凝固冷却后,打开石膏型,取出铸件.经打磨修整后,该铸件可以用于注塑模具的型腔部分.将其作为模具镶块安装、固定到模架上,便制成了龙工艺品的注塑模.用该模具试制了聚氨酯浇注塑料件的制作,效果良好.

图 5 所示为创新设计的龙工艺品的石膏型、铸造的锌基合金模具及试制的聚氨酯零件.



(a) 石膏型



(b) 锌基合金模具型腔



(c) 聚氨酯零件

图5 创新设计工艺品的模具及试制的聚氨酯零件

Fig.5 Allied mold of handicraft articles with innovatory design and components for their trial-manufacturing

4 结语

介绍了一种基于数码图片特征的创新产品设计及模具制造方法,采用 Pro/Engineer 软件使数码图片的二维特征生成具有关键设计信息的三维 CAD 模型,并用快速成型机制造出了设计产品的 SLA 原型,利用 SLA 原型翻制硅橡胶模具并结合石膏型特种铸造工艺实现了设计产品锌基合金模具的快速铸造,为新产品的开发提供了一种简便快捷的途径.该方法的特点是基于数码图片的特征造型,可以将一些平面图片中的关键特征用于三维立体产品的设计,尤其适合于一些比较注重造型而不太注重精度的产品的设计和制造.

致谢:本文得到兰州理工大学博士基金(SB01200414)的资助,在此表示感谢.

参考文献:

- [1] 李小兵. PRO/ENGINEER WILDFIRE 2.0 中文版曲面设计白金手册 [M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [2] 柳迎春,简琦昭. Pro/ENGINEER 2001 中文版自由曲面与行为建模 [M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [3] 辜勇,刁燕,李伟,等. Pro/E 环境下基于数码相片的考古工艺品数字化建模与修复 [J]. 铸造技术,2005,26(6):538-540.
- [4] 朱林泉,白培康,朱江森. 快速成型与快速制造技术 [M]. 北京:国防工业出版社,2003.
- [5] ROSOCHOWSKIA A, MATUSZAK A. Rapid tooling: the state of the art [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2000, 106: 191-198.
- [6] 罗启全. 简易模具设计与制造 [M]. 广州:广东科技出版社,2004.
- [7] 李亚敏,齐国庆,刘洪军. 基于数码图片特征的产品建模和快速制造 [J]. 塑料工业,2007,35(6):62-65.
- [8] 刘洪军,李亚敏,郝远. SLA 原型和石膏型相结合快速精密铸造工艺 [J]. 热加工工艺,2007,36(13):47-50.