

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.01.017

基于 Imageware 和 UG 技术的逆向曲面 重构及模具设计方法^{*}

郭恒亚¹, 黄明², 李红莉¹

(1. 浙江工业职业技术学院, 浙江绍兴 312000; 2. 郑州大学橡塑模具国家工程研究中心, 郑州 450002)

摘要: 采用逆向辅助技术, 对一款结构较为复杂的某制品进行快速而精确的模具设计, 先利用三维激光扫描仪得到其点云数据, 再使用 Imageware 软件进行点云处理和曲面重构, 然后在 UG 软件中进行三维造型及相应的优化设计, 最终以最合理的设计方法得到完整的模具图, 用于后续的模具加工与生产。结果表明, 此方法既能提高模具及产品的精度, 又能大大缩短设计周期, 节约成本。尤其对一些具有结构复杂、曲面要求高或者缺失原始几何数据的制品, 此方法更能发挥其优势。

关键词: 模具设计; 点云处理; 曲面重构; 三维造型

中图分类号: TQ320.66+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)01-0076-04

Reverse Surface Reconstruction and Mould Design Method Based on Imageware & UG

Guo Hengya¹, Huang Ming², Li Hongli¹

(1. Zhejiang Industry Polytechnic College, Shaoxing 312000, China; 2. NERC for APPT Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Using reverse assistive technology for fast and precise mold design of some complex structure products, using 3D laser scanner to get point cloud data, using Imageware software for point cloud processing and surface reconstruction, then 3D modeling in UG software and the corresponding optimal design were made. The full mould drawings of final design with the most reasonable method was got for subsequent mould processing and production. The results show that this method can not only improve the precision of the mould and products, and can greatly shorten the design cycle, save cost. Especially for some complex structure, high surface requirements or lost original geometric data of the products, it can exert more advantage.

Keywords: mold design; point cloud processing; surface reconstruction; 3D modeling

随着现代工业和科学技术的发展, 模具设计由传统的正向设计开始延伸并丰富新的设计方法, 除传统的设计方法外, 目前较为流行的模具设计方法主要有 CAE 辅助设计和逆向辅助设计。特别是在艺术品、文物修复、汽车、航空航天及现代医学等领域, 逆向工程技术在模具设计与制造过程中扮演着越来越重要甚至不可或缺的角色^[1-5]。

逆向工程技术是相对于传统的正向工程而言的, 主要是通过三坐标测量机或三维激光扫描仪对存在的实物模型或零件进行测量, 获得点云数据, 再通过相应的处理软件如 Imageware 和 UG 等进行曲面重构, 并最终获得实物三维 CAD 模型的过程。重构的 CAD 模型可以反映原实物的几何特征和其它属性, 并且可以用于对实物的分析、修改、制造和检验等多种目的。正向工程和逆向工程流程分别见图 1 和图 2 所示。笔者针对一款结构较为复杂的某制品, 采用逆向辅助技术, 先利用三维激光扫描仪

得到其点云数据, 再使用 Imageware 软件进行点云处理和曲面重构, 然后在 UG 软件中进行三维造型及相应的优化设计, 最终得到完整的模具图。

产品需求—概念设计—CAD—设计评估—

CAE—工艺评估—CAM—成品

图 1 正向工程流程图

实物模型—数字化点—CAD—设计评估—

CAE—工艺评估—CAM—成品

图 2 逆向工程流程图

1 点云数据扫描及预处理

1.1 点云采集

使用 ATOS 三维激光扫描仪 (见图 3) 对制品

^{*} 国家自然科学基金项目 (10872186)

联系人: 郭恒亚, 硕士, 主要从事材料加工工程及逆向工程研究

收稿日期: 2014-10-28

进行数据采集,该扫描仪具有测速快(500 000 点/秒),精度高(0.005~0.01 mm),可以测量复杂结构,数据格式兼容性好等优点。为了完整地得到制品点云数据,根据其表面特征从各个角度共进行8幅连续的光栅式扫描,其中一幅如图4所示。



图3 三维激光扫描仪

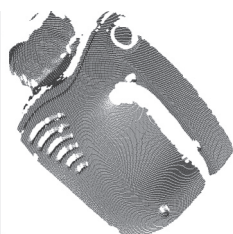
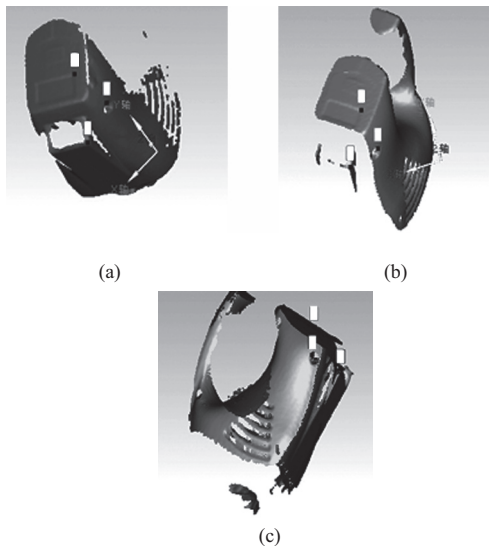


图4 初始点云

1.2 点云数据拼接

扫描仪对制品的扫描是分幅进行的,每一幅点云的坐标都是独立的,所以多幅点云数据放在一起是杂乱无章的,这就需要对多幅点云数据进行手工拼接,也就是坐标系的重新对齐。

先采用三点对齐的方式进行模糊拼接,其原理是在拼接点云和被拼接点云上找到不在一个面上的至少三个公共点,根据几何原理,当这三个公共点重合后,两幅点云会自动拟合在一起,以此类推,直到所有点云拟合完成,见图5所示。



a—制件块1点云;b—制件块2点云;c—拼接后点云

图5 点云拼接示意图

在拼接过程中,对公共点的找准是有误差的,最终的拼接结果也不可避免的存在误差,若误差过大将直接导致点云的分层,影响后续的建模。其解决方法为:全部拼接完成后,再根据制品上的小特征以及曲面曲率等进行优化拟合,这样获得的点云数据就会非常精确,如图6所示。

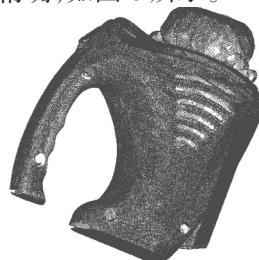


图6 拟合后的点云

1.3 点云数据预处理

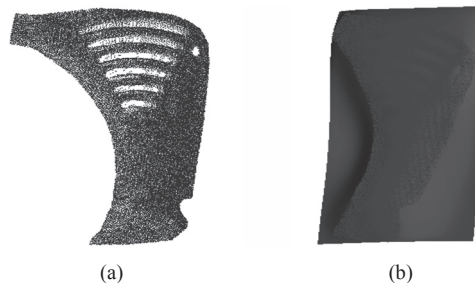
各种因素的影响会导致在扫描过程中产生一定数量的噪声点和杂点,这些点会严重干扰后续的曲面重构,因此预处理的第一步是利用Imageware软件先去除噪声点和杂点之后对数据进行采样精简,在不影响制品各个特征的情况下精简数据量,在便于后续处理的同时,也删除了一些不必要的重叠点。本制品的数据量经过多次试验,由510 000个点精简为200 000个,未影响模型的精度。

2 曲面重构和三维优化建模

为了更清楚地表达制品的形状、细节特征,以及后续的曲面处理,需要对采样后的点云进行多边形网格化和建立工作坐标系,一般选择制品平面部分的中心位置作为坐标原点。

2.1 曲面重构

曲面重构时要具体分析制品中各个曲面的特征规律,然后选择合适的曲面重构方法,如边界面、放样面、扫描面、自由面等。首先要抽取即将进行曲面重构的点云,抽取点云时,要保留初始点云,根据此幅点云的特征,采用自由曲面拟合的方式重构。图7为点云抽取和自由曲面拟合示意图。



a—点云抽取;b—自由曲面拟合

图7 点云抽取和自由曲面拟合示意图

2.2 曲面误差分析

基于点云的曲面拟合重构之后,还要检查曲面和点云的贴合度、曲面的光顺性、曲面曲率等参数是否符合精度要求。如不符合,要通过以下几种方法进行修改或优化:重新选择曲面重构方法;对点云再次进行降噪处理,删除一些会影响曲面精度的点;更改曲面重构参数如阶次、跨度等;对曲面的控制点进行微调。直到此曲面符合设计要求,按同样的方法进行其它曲面的重构。图 8 为曲面误差分析。在 UV 的阶次提升为 6 和 4 时,最大误差在 0.13 mm 以内,符合设计要求。此时若继续提升 UV 阶次,精度会继续提高,但会影响到曲面的光顺性。所以,在保证精度符合设计要求的情况下,建议使用最小阶次值。

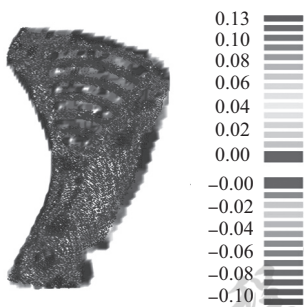


图 8 曲面误差分析

2.3 三维建模、检测及优化

对于制品上的一些较为复杂的小特征或者一些孔洞、键槽等、制品中扫描仪无法采到点的特征、曲面之间的过渡、裁剪等操作以及制品最终的优化再设计,在 Imageware 软件中处理起来会非常困难,精度也不好保证,建议利用 UG 软件进行拟合造型。

图 9 为点云数据三维剖切示意图。将剖切数据和已完成拟合的曲面一并导入 UG 软件中,进行后续造型处理。

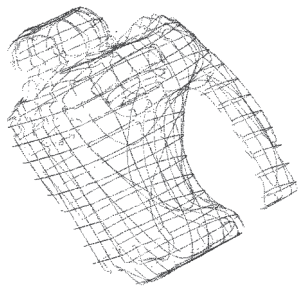


图 9 点云数据三维剖切示意图

图 10 为根据实际需求优化设计后的制品三维模型。造型结束后,需要检测整个制品三维模型的精度,根据检测结果,对误差较大的曲面或特征进行

修改,直到精度和光顺度符合要求为止。最后再根据实际需求或市场要求,对模型进行部分的优化再设计。



图 10 制品三维造型及优化结果

3 制品模具设计

首先分析制品的材质、结构、注塑方法、产量等,据此选择合适的模具设计方案。在设计过程中,需要分别进行模具材料的选择、分型面的选择、模腔数量的确定、浇口、流道的设计、标准模架的选用、推出机构及导向定位机构的设计、冷却水管的分布、排气系统的设计等,以得到一副完整的模具设计图。根据制品的结构形状、大小,再考虑实际的生产条件(如注塑机的注塑量等),设计出如图 11 所示的一模两腔模具总装图。

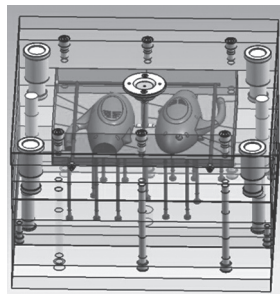


图 11 制品模具总装图

4 结论

以结构较为复杂的某制品为例,完整系统地阐述了基于 Imageware 技术的曲面重构方法、误差分析修改和基于 UG 技术的三维造型方法、误差分析、优化再设计,最终完成整副模具设计。

相对于传统模具设计,此种设计方法不仅能够大大缩短模具生产周期,提高生产效率;亦能保证模具精度,提升制品的质量和美观度;尤其对于结构复杂、精度要求高的制品,更能体现其优势。

参考文献

- [1] 李勇. 塑料注塑模具经典结构 180 例[M]. 北京:机械工业出版社, 2009.
Li Yong. 180 cases of classic structure of plastic injection mold[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2009.

- [2] 范希营,郭永环. 基于 UG / NX 的洗发水瓶盖注射模设计与模流分析[J]. 模具工业,2009,35(8):50-54.
Fan Xiyang, Guo Yonghuan. UG / NX based design of injection mould and moldflow analysis[J]. Mould Industry, 2009, 35(8):50-54.
- [3] 陶永亮,王学琴. 水管接头注塑模设计[J]. 工程塑料应用,2012,40(10):54-56.
Tao Yongliang, Wang Xueqin. Water tube fittings injection mold design[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40(10):54-56.
- [4] 付宏生,刘京华. 注塑制品与注塑模具设计[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
Fu Hongsheng, Liu Jinghua. Injection molding products and injection mold design [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2003.
- [5] 钱泉森. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.
Qian Quansen. Plastic forming technology and die design [J]. Beijing: People's Posts and Telecommunications Publishing House, 2008.

OPM 公司推出两款航天用 3D 打印聚合物材料

近日,牛津性能材料(OPM)公司开发出两款针对航空航天及工业制造市场的 OXFAB 3D 打印材料:OXFAB-N 和 OXFAB-ESD。据了解,2013 年 2 月,OPM 成为第一家也是迄今唯一一家获得 FDA 批准生产 3D 打印的聚合物植入物的公司,而在 2014 年 7 月,OPM 再次获得 FDA 的批准,生产针对特定患者的面部植入物。

OXFAB 是 OPM 公司用来 3D 打印聚醚酮酮(PEKK)材料的专有工艺。OXFAB-N 是未经修饰的 PEKK,由于它的低微波介电常数,最适合用于制造微波天线(天线罩)或其它特殊的电气应用。OXFAB-ESD 则是一种加了碳的 PEKK,它具有高强度、低质量的力学性能。

据 OPM Aerospace & Industrial 总裁 Paulmartin 介绍,“尽管商业化聚合物的增材制造已经出现了一段时间,但是 3D 打印的 PEKK 被用于航空航天和工业应用领域还是第一次。经过范围广泛的机械试验数据证明,PEKK 是性能表现最出色的热塑性材料,可以用于 3D 打印功能完整、可直接使用的零部件。我们正在履行与航空航天和工业领域客户的一些关键开发合同,为商业和军用飞机、太空、工业领域 3D 打印零部件,这些应用能够显著减轻质量和节省成本,这是我们的客户关注的核心。”

OXFAB 的强度质量比优于铸造铝、镁和尼龙。由于其惰性特点,OXFAB 是具有高度耐化学性和耐热性以及定制电性能的能力,这对于高性能的航空航天和工业零部件十分关键。
(工程塑料网)

三聚氰胺专用树脂及泡沫成套技术研发成功

不久前,由中国科学院成都有机化学有限公司完成的四川省科技支撑计划项目——千吨级软质三聚氰胺专用树脂及泡沫研制通过了四川省科技厅组织的科技成果鉴定。在千吨级技术的基础上,该公司与成都玉龙化工有限公司合作开发的 10 万 m^3/a 三聚氰胺泡沫工业生产装置已开车成功,生产的三聚氰胺泡沫产品性能稳定,主要性能指标达到 BASF 公司同类产品 Basotect 的指标。这表明该成套工艺技术达到国际先进水平。

中国科学院成都有机化学有限公司党委书记、技术委员会主任王公应研究员表示,我国三聚氰胺的产能已达到 230 万 t/a ,占世界总产能 50% 以上,但开工率仅 50% 左右。三

聚氰胺泡沫附加值高,其推广应用对拓展三聚氰胺产业链、推动三聚氰胺行业转型升级具有非常重要的意义。

王公应表示,中国科学院成都有机化学有限公司自主开发了三聚氰胺专用树脂及泡沫的制备技术。研究人员通过研究影响三聚氰胺泡沫专用树脂结构和性能的因素,确定功能单体、改性单体等对专用树脂结构的影响以及与泡沫性能的关系,优选出的发泡剂性能优异、环保,且易于回收,解决了以戊烷为发泡剂时易燃易爆的难题。此外,他们还设计出了从尾气中回收利用发泡剂和尾气处理后达标排放的专用装置,以及本项目专用树脂、工艺匹配的微波专用发泡设备,形成了具有自主知识产权的从树脂合成到发泡工艺、设备等的成套技术,完成了 1000 m^3/a 的中试研究。在此基础上,成都有机化学与玉龙化工通过优化树脂合成和发泡工艺等,实现了 10 万 m^3/a 三聚氰胺泡沫的工业化生产。

三聚氰胺泡沫的应用前景十分广阔。据王公应介绍,三聚氰胺泡沫塑料除具有优良的阻燃性能外,还具有很好的隔热保温、隔音性能。我国已颁布一系列建筑节能方面的政策法规,并部署到 2020 年全社会建筑总能耗至少要实现节能 65%,这为三聚氰胺泡沫提供了巨大的市场空间。如果三聚氰胺泡沫能占据目前泡沫市场份额的 20%,则软质三聚氰胺泡沫的需求量约为 3000 万 m^3/a 。就目前处于运行中的装置产能来看,中原大化产能为 10 万~15 万 m^3/a ,成都玉龙化工与成都有机化学合作建设的 10 万 m^3/a 生产线,实际产能可达到 15 万~20 万 m^3/a ,目前国内总产能在 30 万 m^3/a 左右,远不能满足国内市场需求。
(中国聚合物网)

全球塑料和橡胶机械销量预增 3%

德国 VDMA 塑胶机械协会称,2014~2016 年,塑料和橡胶机械的全球销量预测将平均每年增长 3%。

该报告还指出,以欧盟为主的机械制造商预计 2014 年的销量将下降 2%,2015 年恢复 2% 的增长。

VDMA 提供德国机械制造商的定期更新,表示 2014 年度销售可能出现 1% 的跌幅。2015 年,德国机械制造商期待 4% 的增长。VDMA 没有提供全球市场细节,但表示:“2015 年的前景是,中国、美国和欧洲市场有进一步复苏的积极趋势。”它指出,欧洲生产国和中国占全球塑料和橡胶机械生产的近四分之三。主要市场是中国和美国。如果把欧盟市场也包括在内,共占全球机械出口的 47%。
(中国色母粒网)