

基于逆向工程的塑料油壶设计与制造^{*}

黄明宇 倪红军 朱 昱 廖 萍 唐通鸣

(南通大学机械工程学院,南通 226007)

摘要 介绍逆向工程技术在塑料油壶设计制造中的应用。对塑料油壶样件先进行激光三维数据采集,以采集的数据为基础采用三维 CAD/CAM 进行模型的三维重建和再设计,并自动生成数控加工程序,再由加工中心加工出吹塑模具。采用聚乙烯吹塑生产出油壶,产品外观和质量较好。

关键词 逆向工程 塑料油壶 三维重建 CAD/CAM 设计 制造

近年来,先进的塑料产品及模具的设计与制造技术促进了塑料工业的快速发展。在瞬息万变的塑料产品市场中,能否快速地生产出合乎市场要求的产品成为企业成败的关键。而常会遇到的难题是,客户给你的只有一个实物样品或手板模型,没有图纸或 CAD 数据档案,制造模具非常复杂,用传统方法设计加工产品,时间长而效果不佳,甚至根本无法成功。而逆向工程技术为这一难题提供了一个一体化的解决方案:样品→数据→产品,这是一个高效的三维制造路线。下面就笔者设计和制造塑料油壶的过程,介绍这一先进的塑料产品设计与制造技术和方法。

1 逆向工程技术

逆向工程是近年发展起来的一系列先进分析方法和应用技术的组合。逆向工程应用领域相当广泛,可应用于模具制造业、玩具业、游戏业、电子业、制鞋业、艺术产业、医学工程及工业设计等方面。逆向工程在塑料工业中通常是进行模型的仿制工作,即往往拟制作的产品没有原始设计图档,而是委托单位交付一件样品或模型,如木鞋模、高尔夫球头、玩具、电器外壳结构等,请制作单位复制出来。传统的复制方法是用立体雕刻机或仿形铣床制作出模具,再进行批量生产。这种方法无法建立工件尺寸图档,也无法做任何的外形修改。而逆向工程则是由高速三维激光扫描机对已有的样品或模型进行高速、准确地扫描,得到其三维轮廓数据,配合反求工程软件进行曲面重构,并对重构的曲面进行在线精度分析、构造效果评价和再设计等,最终生成 IGES 或 STL(在 CAD/CAM 中用于数据交换的文件格式)数据,据此就能进行数控(NC)加工或快速成型。逆向工程技术对改善技术水平,提高生产率,增强经济竞争力具有重要的意义^[1~4]。图1为塑料零件的逆向工程开发流程。

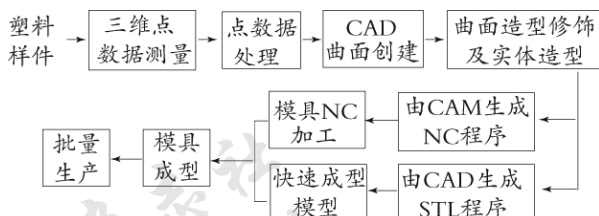


图1 塑料零件的逆向工程开发流程

2 塑料油壶的三维数字化设计和制造

2.1 油壶三维数据获取

图2为装机油用的塑料油壶样件实体照片。油壶容量3.5 L,采用聚乙烯(PE)吹塑成型,其形状较复杂,多为不规则曲面,采用常规方法无法测量。零件原型的最初数字化通常采用三坐标测量机或激光扫描机等测量装置获取表面点的三维坐标值。逆向工程中常用的测量方法分为接触式与非接触式两类。非接触式测量根据测量原理的不同,大致有光学测量、超声波测量、电磁测量等方式。其中最常用的为光学测量方法中利用光学三角形原理的激光扫描法^[2]。



图2 油壶样件实体照片

笔者采用三维激光扫描机采集油壶样件的数据。三维激光扫描机是采用空间对应法测量原理,利用激光光刀对物体表面进行扫描,由电荷耦合器

^{*} 江苏省科技厅项目(BG2004029)、江苏省高校自然科学基金研究项目(04KJB430103)、南通市科技局项目(C4008)

(CCD) 式摄像机采集被测表面的光刀曲线, 然后通过计算机处理, 最终得到表面的三维数据。三维激光扫描速度快、不损伤物体表面, 由于是非接触式测量, 对柔软物体同样适用。三维激光扫描机可应用于: ①模具、汽车、家电、运动器材、玩具、陶瓷、玻璃等制品或样品开发; ②古董、人物、艺术品、卡通人物的快速原型制作; ③人体外形测量、医疗器材制作; ④立体动画、多媒体虚拟现实、广告动画的造型设计。图 3 为油壶样件三维激光扫描采集的数据点云图。



图 3 油壶样件三维激光扫描采集的数据点云图

2.2 数据处理及三维模型的重构

零件原型数字化后形成一系列的空间离散点, 接下来就是要在这些离散点的基础上, 应用计算机辅助几何设计技术构造零件原型的 CAD 模型。通常对于含有自由曲面的复杂型面, 用一张曲面来拟合所有的数据点是不可行的, 一般首先按照原型所具有的特征, 将测量数据点分割成不同的区域, 各个区域分别拟合出不同的曲面, 然后应用曲面求交或曲面间过渡的方法将不同的曲面连接起来构成一个整体。提取有效的三维测量数据进行分割和拟合是逆向工程中的重要内容。由三维激光扫描机获得的数据可送入 Surfacar、Geomagic 等软件进行三角网络计算、修补等, 形成由油壶样件扫描数据构成的外形面模型。若由两次测量数据来构成实体模型, 在两个面拼合时, 只需分别在两个面上选取若干个位置相近的点, 则面与面就会自动拼合成一个整体。但此时的模型一般不适合直接应用于制造模具。更多的做法是从此外形面模型中由逆向工程设计软件提取线框模型, 转换成 IGES 格式文件再到三维 CAD 软件(如 Pro/E 等)中进行再设计。图 4 为在 Surfacar 软件中处理、提取出线框特征保存为 IGES 文件后用 Pro/E 打开的油壶线框实体模型^[1,3]。

产品的再设计是非常重要的, 在三维 CAD 软件中可以很好地实现产品的改进和创新。三维实体造

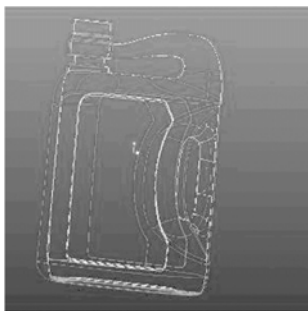


图 4 在 Pro/E 中打开的油壶线框实体模型

型主要步骤有: 在 Pro/E 中打开经 Surfacar 处理的 IGES 文件, 在修改和再设计的基础上进行曲面重构, 生成曲面模型, 再由曲面模型生成实体模型。图 5 为在 Pro/E 中生成的油壶实体模型。生成的实体模型可供用户参考。也可生成 STL 数据, 经曲面断层处理后, 采用快速原型制造技术如激光快速成型将实体模型制作出来, 提供一个实物供用户认可。



图 5 在 Pro/E 中生成的油壶实体模型

2.3 吹塑模具加工和油壶吹塑成型

CAD/CAM 软件和 NC 加工技术的发展, 使塑料模具制造时间越来越短、质量越来越高、形状越来越复杂。在 Pro/E 中完成实体模型设计后, 可根据需要加放所需的收缩余量和拔模斜度等, 还可使用塑料模具设计模块软件完成模具设计。最后生成 IGES 文件数据, 再传输给 CAM 软件(如 MASTER-CAM、UG 等)进行刀具路径设定, 产生 NC 加工程序代码, 最后传送到加工中心将模具型腔加工出来。油壶的生产在吹塑机上进行, 图 6 为采用逆向工程



图 6 采用逆向工程制作的 PE 油壶

制作的 PE 油壶照片,产品外观和质量都很好。

3 结语

通过以上实例可看到,逆向工程为塑料产品设计与制造提供了一种新的技术和方法。一般步骤为采用激光扫描技术快速完成模型数据点的采集,采用后处理软件完成数据点的处理,采用三维参数化设计软件完成曲面重构、实体造型和模具设计并生成数控加工程序,由加工中心加工出模具,最后批量生产塑料产品。逆向工程极大地提高了产品设计与制造精度,整个过程无需画出图纸(也很难画出),

实现了无纸化加工并缩短了产品开发周期,为模具制造及汽车、摩托车等领域的塑料产品快速上市提供了重要技术手段。

参考文献

1 齐从谦,陈亚洲,甘屹,等.反求工程中复杂曲面数字化重构关键技术的研究.机械工程学报,2003,39(4):131
2 宗志坚,陈新度.CAD/CAM 技术.北京:机械工业出版社,2000.
3 伊启中.Pro/ENGINEER 2001 实用教程.北京:机械工业出版社,2003.
4 Saied M. Review of reverse engineering approaches. Computers Industry Engineering, 1998,35(1):22

DESIGN AND MANUFACTURE OF PLASTIC ENGINE OIL POT BASED ON REVERSE ENGINEERING

Huang Mingyu, Ni Hongjun, Zhu Yu, Liao Ping, Tang Tongming

(School of Mechanical Engineering, Nantong University, Nantong 226007, China)

ABSTRACT The application of reverse engineering techniques in the design and manufacture of plastic engine oil pot is presented. The 3D data of oil pot model are collected by laser scanning. The model is reconstructed and redesigned by 3D CAD/CAM according to the data, and the NC program is brought out automatically. Then the blow mould is produced by the machining center. Finally the polyethylene oil pot is produced by blow molding. The product has good appearance and quality.

KEYWORDS reverse engineering, plastic engine oil pot, 3D reconstruction, CAD/CAM, design, manufacture

Crescent Moon 新型 PUR 滑雪板穿着简便

美国著名滑雪板制造商 Crescent Moon 新近推出一种新型的捆绑装置,将它装在滑雪板上,可使滑雪者穿滑雪板就像穿靴子一样容易。制造商相信,这种装置将会受到越来越多人的欢迎。

在寒冷的冬季,滑雪令许多运动爱好者着迷。但是,将滑雪板绑在脚上的程序却十分烦琐复杂,着实让人头痛。这种新型捆绑装置的主要原料是聚氨酯(PUR)弹性体,研究者利用其高密度、耐低温、柔软、易弯曲的特性,将其制成细绳状绑在脚面上,鞋跟处也是用同样原料制成,但高度相对较低,这样便于穿脱,一旦双脚踏进之后,操纵侧部的拉环,鞋子就非常牢靠地固定在滑雪板上了。(钟欣)

上海交大开发环氧基军舰螺旋桨

近日,上海交通大学金属基复合材料国家重点实验室研制开发出环氧树脂非金属基复合材料螺旋桨,并成功用于海军军舰。

螺旋桨材料由轻质高强的复合材料代替了传统的金属材料,减轻了动力装置的负载;经过阻尼设计的复合材料螺旋桨明显降低了噪声,也满足了螺旋桨力学、阻尼、耐海水等特性的要求。采用树脂传递模塑成型(RTM)工艺,避免了二次加工,规模生产有望降低加工成本。

该实验室研制出的复合材料完全满足鱼-7鱼雷的高强度、高刚度、高阻尼工程的需求;采用碳纤维及混杂纤维增强环氧树脂复合材料及采用RTM工艺制成鱼雷螺旋桨,属国内首次,具有国际先进水平。(海霞)

罗地亚公司推出新型汽车汽缸罩用尼龙

法国罗地亚工程塑料有限公司近期向市场投放一种新型尼龙66,该尼龙具有优良的热性能和力学性能,是汽车发动机汽缸罩盖的理想材料。

新型尼龙综合了高温下优异的力学强度和突出的热老化性能,满足汽缸罩盖和其它发动机舱部件苛刻的应用要求。同时由于玻纤和矿粉的和谐搭配,使该材料具有低收缩率和各向同性,因而翘曲变形很小;此外,在高温下该材料具有比较低的热膨胀,蠕变很小,因此避免了漏油。该材料良好的抗冲击性能、动态力学性能及优异的焊接性能均超过了热固性塑料,它还具有非常好的耐化学药品性和良好的可油漆性。(张小红)

Equipolymers 大幅提升 PET 产能

近日,Equipolymers 公司开启了其位于德国的第二套 17.5 万 t/a 的聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)生产装置,这使得该公司的 PET 产能达到了 45 万 t/a。据公司方面称,该装置的选址是出于面向中东欧市场的战略考虑。

Equipolymers 公司首席执行官兼总裁 Falvio Terruzzi 介绍说,此次扩能是与公司的全球业务增长战略和公司长期供应市场的承诺相一致的。该公司正在投资新增产能并促使其所有在欧洲的 PET 装置具有更强的竞争能力,同时也将努力创新下一代生产技术。2006 年,该公司还计划对位于意大利的 PET 装置进行现代化改造。

Equipolymers 公司是科威特石化工业公司和陶氏化学以 50:50 的出资比例组建的合资公司。(庞晓华)