

基于逆向工程的眼镜框模具设计与制造

宁树林

范士娟 付伟

(北京隆长泰工程机械有限公司, 北京 100072) (华东交通大学机电学院, 南昌 330013)

摘要 以眼镜框模型为例, 利用激光扫描仪以 Surfacar、Pro/Engineer、Mastercam 软件为平台, 介绍基于逆向工程实现模具快速设计与制造的过程和方法, 阐明了逆向工程技术应用的一般程序如数据获取及处理、外观造型设计、模具设计与制造的技巧及常见问题的解决方法。

关键词 逆向工程 激光扫描仪 快速模具 眼镜框

在快速模具设计与制造中, 人们常常利用激光扫描仪(或 3D 数字化测量仪)测量现有实物(样品或模型)的轮廓坐标数据, 然后构建曲面, 编辑、修改后传至一般的 CAD/CAM 系统, 由 CAM 产生的刀具数字控制(NC)加工代码被送至计算机数字控制(CNC)加工机床制作所需模具, 或者被送到快速成型机将样品模型制作出来, 此流程称为逆向工程。其设计流程如图 1 所示。

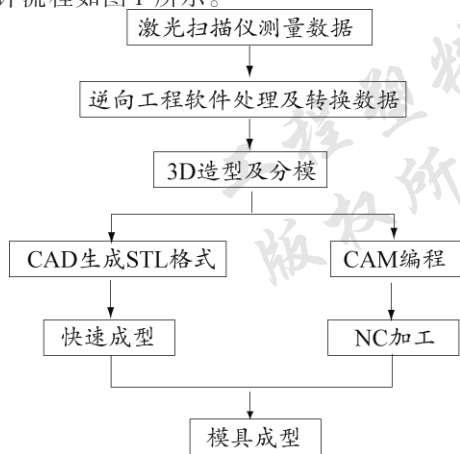


图 1 逆向工程设计流程图

逆向工程主要包括数字化技术和曲面重建技术两方面内容。数字化技术是指实物或模型数据的采集; 曲面重建技术是指根据离散数据在 CAD 软件里构建曲线、曲面, 从而建立 3D 模型。利用逆向工程进行 3D 曲面造型的步骤一般是: 首先获取点云数据, 然后在点云中提取特征, 构建特征曲线, 再分割面域, 最后构建自由曲面。

随着工业技术水平及人们生活质量的提高, 任何通用性产品在消费者高品质的要求下, 功能上的需求已不再是赢得市场竞争力的唯一条件。产品不单单是功能要先进, 对外形也有很高的要求。近年来在 3D CAD 软件普及的带动下, 工业设计越来越侧重于产品的外观造型。设计师们先通过手工方式

塑造出模型, 如蜡模、木模等, 然后再以 3D 测量工具测量数据, 最后由 CAD 软件生成自由曲面。在没有图纸且产品或模型比较复杂的情况下, 采用传统的测量技术已经远远不能满足要求, 而采用逆向工程, 则可以大大缩短设计与制造加工周期, 而且精度更高。

笔者以图 2 所示眼镜框为对象, 利用激光扫描仪测出眼镜框曲面的若干数据, 通过 Surfacar 逆向工程软件进行数据处理, 然后输出到 Pro/Engineer (Pro/E) 进行 3D 造型并分模, 形成模具型腔, 最后转换到 Mastercam 编写程序, 后处理后生成加工代码。



图 2 眼镜框造型

1 数据的获取及处理

由于眼镜框具有对称性, 测量数据及构建的 3D 图形只要一半。首先把实物放到 Roland 激光扫描仪里, 找一个比较容易测量的基准面作定位面, 设置相应参数, 点击“扫描”选项, 激光扫描仪就能自动记录下所获取的曲面点云数据并保存在计算机里。在扫描时测量点距越小, 所获得的点云数据就越逼近于所测量的实物表面, 但相应地扫描时间也就越长。点距大小主要取决于仪器的精度及实物所要达到的要求。Roland 激光扫描仪可以达到最小精度为 0.05 mm 的间距, 完全能达到一般模具设计的要求。

在测量时, 由于激光扫描仪存在着扫描死

点”,或因零件形状复杂而有一部分曲面数据无法一次性扫描得到,这就需要移动或旋转零件来获得完整的数据,然后以 SEC 格式输出。输出的点云经 Surfacar 利用诸如圆柱面、球面、平面等特殊的点信息将点阵准确对齐。扫描后的点云数据如图 3 所示。然后对离散点数据进行过滤处理,借助对点阵进行判断,去除噪声点(即测量误差点)。首先用 Point\Extract Point\Circle\Select Points 命令对点数据进行优化,删除一些不必要的数据点。



图3 扫描后的点云数据

需要注意的是,在设计过程中,除了噪声点外也并不是所有的点都要选取。因此在确定基本曲面的控制曲线时,需要找出哪些点或线是可用的,哪些点或线是一些细化特征,需要在以后的设计中用到的,而不是在总体设计中就体现出来的。实际上一些圆柱、凸台等特征是在整体轮廓确定之后再测量实体模型并结合扫描数据生成的。同时应尽量选择一些扫描质量较好的点或线进行拟合。

由于扫描后的点云数据杂乱无章,所以需确定眼镜框的外观轮廓线及主要的轮廓线,且需截取出垂直于主要轮廓线的若干点云矩阵。选择下拉功能表 Point\Extract Point\Slice 命令进行均匀分割点群,此功能可将点群按照某一方向分为几个均匀部分,同时使用者可以手动设置点群等距宽度(这里取组间的间距为 4 mm),等分后的点云数据如图 4 所示。

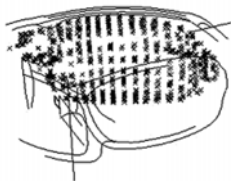


图4 等分后的点云数据

在实际设计中,目前专门的逆向工程设计软件还存在着较大的局限性,集中表现为软件智能化程度低,对点云数据的处理功能弱,建模过程主要依靠人工干预,设计精度不够高,集成化程度低等。如 Surfacar 软件在读取点云数据时,系统工作速度较快,并且能较容易地进行点线的拟合。但通过 Surfacar 进行线、面拟合时,软件所提供的工具及面的

质量却不如其它的 CAD 软件如 Pro/E、UG 等。对 Surfacar 生成的面往往还需要在 Pro/E 等软件中修改。但是,使用 Pro/E、UG 等软件读取点云数据时却会因数据庞大而读取困难。在具体工程设计中一般采用几种软件配套使用以取长补短。所以合成及处理后的点云要以 IGS 格式输出到 Pro/E 中进行光顺处理及造型设计。

2 眼镜框外观造型设计

2.1 曲线创建

在曲线创建时可以通过改变控制点的数目来调整曲线。控制点多则形状吻合程度好,控制点少则曲线较为光顺。曲线可以是精确通过点阵的,也可以是很光顺的,或介于两者之间。

在 Pro/E 里调入 IGS 格式的点云数据后,为了后续构建 3D 图形的方便,每一组截面点都以固定层来存放。同时创建以各截面点的拉伸曲面为后续构建 3D 的基准平面,如图 5 所示(部分截面)。然后建立主要截面轮廓线,点击 Insert\Datum\Curve\Sketch\Done 命令,选择第一组曲面作为草绘平面,进入草绘界面,选择 Spline 命令进行曲线创建。创建的 Spline 曲线不必经过每个点,否则会造成曲线扭曲。只要使分布在 Spline 曲线两侧点的数量大致相同即可,如图 6 所示。图 6 中角落处的点偏离曲线较远,可以通过后续倒圆角来逼近这些角落的离散点。

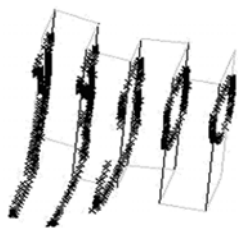


图5 点云截面图

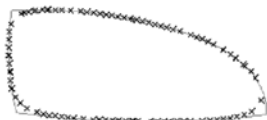
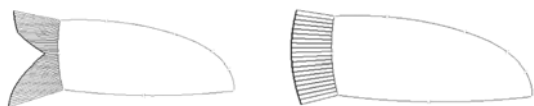


图6 主要截面拟合

任何一条创建好的曲线还需诊断和修改,通过曲线的曲率分析来判断曲线的光顺性,还可以通过改变曲线与其它曲线的连续性(连接、相切、曲率连续),调整特征线在公差允许范围内来确保曲线与原型的一致性。点击 Analysis\Curve Analysis\Cur-

vature 命令进行曲率分析。图 7 是光顺前后的对比图形。由图 7 可知, 图 7a 中的曲线曲率变化比较大, 是不可取的, 需进一步调整。而图 7b 中曲线的曲率为光顺过渡, 虽然从肉眼看来, 两图的曲线差不多, 但用微调光顺后的曲线建立的 3D 图形比较美观, 且不会造成区域性突变。



(a) (b)

a—光顺前; b—光顺后

图 7 光顺前后图形对比

一个 3D 图形是由相当多的截面组成的, 为了避免不同截面之间的不光顺过渡, 必须创建边界轨迹线, 用于引导所有截面。同样, 边界轨迹线也需进行光顺处理, 所有截面交点必须处于边界轨迹线上。创建的轨迹线如图 8 所示, 除了截面 3 个端点的轨迹线外, 同时还创建了上下 2 条轨迹线, 用于控制形状上下的最大外形。然后继续构建截面线, 原理如上所述。需要注意的是, 创建的曲线除了要使大部分点分布在两侧外, 还必须通过轨迹线(在截面同轨迹线的交接处打点)。对于截面线也必须进行光顺处理。最终曲线造型如图 9 所示。



图 8 轨迹线



图 9 最终曲线造型

2.2 曲面创建

在曲线创建之后可以用光顺后的曲线生成曲面。首先决定生成哪种曲面, 然后使用曲面高级命令里的边界曲面来构建眼镜框的自由曲面。选择菜单命令 Feature \ Create \ Surface \ New \ Advanced \ Boundaries \ Done \ Blend Surf \ Done, 按顺序选择曲线作为边界线, 创建后的图形如图 10 所示。最后需检查曲面的光顺性及其与其它曲面的连续性, 当曲面

曲率变化较为均匀时, 即可达到设计要求。若曲面质量很差, 需对不合理的曲面进行修改, 如可以让曲面与点阵对齐, 或者对构成的曲线进行重新调整, 直至曲面达到要求为止。图 11 是眼镜框各部分的 3D 造型曲面。

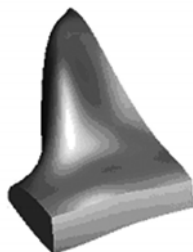


图 10 边界曲面造型

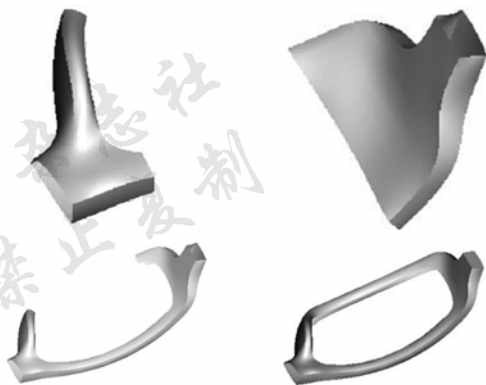


图 11 眼镜框各部分的 3D 造型曲面

2.3 生成实体

各部分曲面生成后需把一组组相应的曲面合并成一副眼镜框 3D 造型图, 接着进行细化设计, 如倒圆角、固定孔等。生成单片的眼镜造型如图 12 所示。最后镜像生成眼镜框最终 3D 造型, 如图 13 所示。



图 12 单片眼镜框 3D 造型

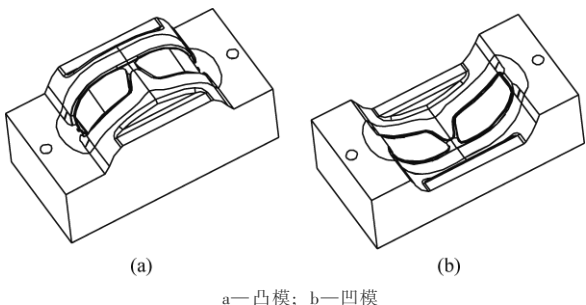


图 13 眼镜框造型

3 模具分模

3D 造型完毕, 就需要进行模具设计, 拆出凸凹

模型腔。分模后的凸凹模如图 14 所示。



a—凸模; b—凹模

图 14 分模图

生成凸凹模型腔后,需转成 IGS 格式,以作 Mastercam 加工使用的源代码。

4 NC 代码的输出

在 Mastercam 中打开模具型腔 IGS 数据文件,建立毛坯,根据型腔曲面选择不同刀具和加工工艺,设置合理的刀具参数、切削用量及主轴转速等。模拟仿真确认无误后,经后处理生成 NC 加工代码。通过直接数字控制(DNC)接口机构与机床通讯并实施加工即可得到眼镜框模具。

5 结语

逆向工程是一项开拓性、实用性和综合性很强的技术,它已经被广泛应用到新产品的开发、旧零件的还原及产品的检测中,它不仅消化和吸收实物原型,并且能修改再设计以制造出新的产品。通过对眼镜框的逆向工程建模实践,证明采用复杂曲面实物逆向工程建模方法实用、可行,能够解决实际工程中存在的大量类似逆向工程建模问题,Pro/E、Mastercam 等 CAD/CAM 软件平台能够在复杂曲面实物逆向工程中发挥重要作用,实现快速设计与加工模具的目的。

参考文献

- 1 林清安. Pro/ENGINEER2000i² 零件设计高级篇(上). 北京: 北京大学出版社, 2001.
- 2 徐慧娟, 夏治, 谢静. Pro/E 的应用现状. 中国制造业信息化, 2005, 34(4): 92
- 3 王睿, 郑联语. Mastercam 8.0 基础教程. 北京: 人民邮电出版社, 2001.
- 4 袁平. 逆向工程技术的研究与工程应用: [硕士学位论文]. 昆明: 昆明理工大学, 2002.

DESIGN AND MANUFACTURE OF GLASSES FRAME RAPID MOULD BASED ON REVERSING ENGINEERING TECHNOLOGY

Ning Shulin

(Beijing Longchangtai Engineering Mechanicals Co. Ltd., Beijing 100072, China)

Fan Shijuan, Fu Wei

(College of Mechanic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

ABSTRACT The processes and methods to design mould and manufacture it rapidly based on inverse engineering technology were presented by using laser scanner and Surfacar, Pro/Engineer, Mastercam software with glasses frame as example. The general proceeding such as data acquisition and processing, appearance design, mould design and manufacture skill and the solutions of frequently asked question when using reverse engineering technology were illustrated.

KEYWORDS reverse engineering, laser scanner, rapid mould, glasses frame

拜耳材料科学公司推出新型模内涂装法

涂料应用于注射模塑零件仍然是一个耗时且成本密集的程序。目前拜耳材料科学公司开发的新型模内涂装法正在改善这种情况。模内涂装法将注射成型和反应注射成型结合在一起。

注射成型和双组分聚氨酯体系的固化同时进行,这样确保缩短了热塑性塑料注射的一般循环次数,故生产率得到提高。将注射成型和反应注射成型相结合极大地挖掘了节约成本的潜力。由于双组分聚氨酯系统在热塑性塑料的模腔中固化,因此不再需要另外一个模腔。拜耳材料科学公司找到了新型模内涂装法在汽车行业零件的表面涂料、家庭用具的生产及通信技术和电子电气行业的应用方面存在的巨大的潜力。

与一单独的涂装线相比,通过新工艺在热塑性塑料基材上涂装则意味着投资成本更低,并且降低了对空间的要求。无需将注射模塑零件运输到涂装线,这样极大地降低了零件被污染或损坏的风险,同时不合格率也会大幅降低。另一个优势就是不会再发生任何过度喷涂的情况。(塑机网)

联塑苏州模塑厂将投运

美国联盟集团将投运其在中国苏州的第三家模塑工厂,从而使其在中国的模塑生产能力提高 3 倍。

新模塑厂投资 1 000 万美元,能容纳 60 台重达 600 t/台的注塑模压机,雇员将超过 1 000 名,并能实现不间断开工。联盟集团目前在中国有 3 家工厂,在墨西哥有 2 家工厂,在英国有 1 家工厂,在美国有 5 家工厂。该公司主要服务于医疗、汽车、电器和个人消费品用户。(慧聪网)