

逆向工程在产品设计实践中的运用

陈骏 张强

(沈阳航空工业学院工业设计系 110034)

wtrues@sina.com.cn

摘 要

曲面形态的产品设计在当今的工业设计领域是一大潮流。形态独特而又具有优美曲线的产品也日益成为广大消费者的追求。基于此，在众多的产品设计之中融入了设计师无限的想象和创造力，曲面造型的产品亦更多的以亲和、人性化的一面呈现在人们面前。

在具有曲面特征的产品设计过程之中，前期对产品形态的创意、构思，是设计师对产品本身造型特征的感性把握；而进入产品设计的后期，即工程、结构设计阶段，此时设计师对产品造型特征曲线、曲面的思考就应带有

理性的，定量的分析。逆向工程在设计流程中的介入无疑成为工业设计师进行曲面造型的有力武器。

逆向工程是现代工业设计中最常用的 CAID 手段之一，作为进行工业设计教育的教学单位，亦是工业设计探索的科研单位，我系始终在教学领域活动向生产力的转化领域中不断尝试，均取得了良好效果，先后与营口尹氏商贸有限公司合作进行了帕萨特、中华、高尔夫轿车用挡泥板设计，以及沈飞日野新一代豪华大巴的前围造型设计，在这两大项目中，逆向工程的运用使得设计生产周期大大缩短，有效节约

了人力、物力资源。

关键词

CAID、逆向工程、产品设计、
曲面

1. 逆向工程使产品设计流程 产生重大变革

在工业设计领域中，许多具有曲线曲面设计涉及到运动物体的外形，例如汽车、飞机、船舶的造型设计，这些交通工具的造型光滑与否直接影响到其运动性能，因此，一种曲线曲面的 CAD/CAM 造型方法被提出，由此发端也波及产品设计的各个领域。逆向工程正是其中一种最为常用的 CAID 手段之一。

作为一种新式的产品开发概念，逆向工程技术是一项综

合了三维测量、快速成型等高新技术，在没有设计图纸或者设计图纸不完整以及没有 CAD 模型的情况下，按照现有零件的模型（称为零件原形），利用各种数字化技术及 CAD 技术重新构造原形 CAD 模型的过程。

逆向工程是近年来发展起来的，并消化和吸收了一系列先进分析方法和应用技术，其主要目的是为了改善产品生产的技术水平，提高生产率，增强企业及其产品的市场竞争力。世界各国在经济技术发展中，应用逆向工程消化吸收先进技术经验，给人们有益的启示。

据统计，各国百分之七十以上的技术源于国外，逆向工程作为掌握技术的一种手段，可使产品研制周期缩短百分之四十以上，极大提高了生产率。因

此研究逆向工程技术，对我国国民经济的发展和科学技术水平的提高，具有重大的意义。

逆向工程技术对整个工业设计的意义是重大的。拥有此技术，设计师的设计意图将被真实的再现。以轿车的设计为例，在产品开发前期，设计师的意图形成草图效果图，胶带图，直至模型制作完成，设计师的意图、理念体现阐述告一段落。如何将这些概念模型转化为产品？接下来的事交给逆向工程技术。以三坐标测量仪为源头，对设计师的模型进行精确的数字化扫描，得到其三维轮廓数据，通常它将使大量的离散点云，结合专门的逆向工程软件对其进行曲面重建，生成实体，配合数字化加工中心，即可加工出模具，投

放生产。

相同的设计流程如果针对一些小型产品，那么还可以通过快速成型机制造出样品，甚至可以硅胶制模进行小批量生产，快速地将产品投向市场，以验证市场，既可以为商家抢占商机，也为赢得市场节省大量宝贵时间，并且有效地减少了风险。

由此可见，可以说现代工业设计流程中，逆向工程已然成为产品设计开发不可缺少的有力手段。

2. 工程在设计实践活动中的运用

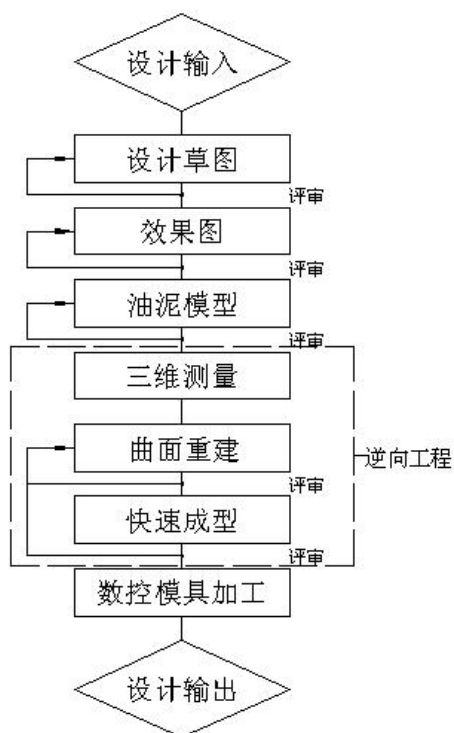
沈阳是闻名全国的装备制造业基地，放眼全国，制造业的竞争是激烈且残酷的，南方一些地区之所以在改革开放之

后成为制造业的又一生立军，是因为大量高新技术、装备的采用。而对于工业设计而言，CAD/CAM 技术的运用无疑是设计向产业转化的纽带。

沈阳航空工业学院工业设计系作为我国东北地区较早开设的工业设计系之一，借助我学院以工科为主的优势，除了进行常规的教学，在设计转化为产品的技术研究上也进行了一些有益的尝试。

以我系与辽宁省营口尹氏

商贸有限公司合作开发轿车用挡泥板为例，这是一次典型的以逆向工程为主要设计开发手段的产品设计流程（见图）。首先，在设计输入阶段，客户先确定希望开发挡泥板的车型（以帕萨特车型为例），设计师在充分调研的基础上，抓住此款车型的造型风格要素：圆润饱满的车体轮廓，车身造型中曲线曲面居多，却又不失刚强。很快设计草图、方案得到客户的认可，接下来就直接在实车上进行等比例的油泥模型造型制作。这中间省略了尺寸线图的制作步骤，因为挡泥板形态复杂，曲面较多，难于用图纸表达，而且因为工作环境的局限（车身下方），因此尺寸图或者胶带图显得毫无意义。依据效果图，在实车的条件下，挡



泥板的距地高度，宽度得到确定，造型也得到客户的认可，下一步就进入后期的逆向工程阶段。

通过激光测量仪，油泥模型的数据转化为离散点云形式的三维数据的形式，通常它是由数以万计的空间点构成的，将这些数据导入例如 I-DEAS, Surfacer, UG 等逆向工程软件之中，进行曲面的重新构件。

大致步骤是这样的：①导入点云，移除杂点；②提取特征点云，用来构建曲线；③以购建完成的数条曲线构建曲面；④将曲面物体经过一定工序构建为实体；⑤对此实体进行其他相应的操作，例如加筋板，开安装孔等。当然这只是大概的步骤，曲面重建是一项辛苦的工作，点、线、面构建时的质

量好坏，关系到实体构建的好坏，也直接关系到快速成型的成败。在实体 CAD 模型构建完毕之后，即可进行快速成型，制成试验件，装配在实车上进行验证，如不符合设计要求应修改 CAD 数字模型直至符合要求，在进行快速成型并验证，待完善之后便可以进行数控模具加工。这样挡泥板的设计就宣告完成。

同样的逆向工程流程也用在了我系和沈飞日野客车公司的新型豪华大巴设计中。这些造型包括车前脸、前部的大灯灯罩、两侧车体以及保险杠等，这些构件均是玻璃钢件。在整个的设计流程之中，笔者参加了 1:5 和 1:1 比例的油泥模型的制作，直至后期的逆向工程。在这期间，我深深的感

觉到模型对于产品设计的重要性，可以说设计师的创意，思想均是由模型完全的体现出来：实体模型造型块面的起伏、转折给人的感受是全方位的，不仅可以在各个事件进行观察评价，而且他的形体是实实在在的，可以触摸的。所以要搞好后期的曲面重建，必须对模型本身的造型有较深层的了解，这样在能忠实再现设计师的创意。

在利用 ATOS 照相扫描系统测取了等比例车体模型点云数据之后，同样对其进行了曲面的重新构建，重新构面是为了在这之后玻璃钢车体的加工过程之中有尺寸参照的依据：客车的结构设计人员可以在三维曲面车体上截取任意的截面线，用来制作装配图纸指导生

产。

在曲面重建过程中，我们采用了处理大规模点云的专用软件 Surfacar，这个软件的优势在于：可以将一整体点云视为一个物体，运算进程大大加快；针对点云的方便有效的功能大大加快了造型进度。鉴于该点云数据量较大，根据原车造型，我们将其分为若干块进行构建，如灯罩、保险杠、前脸、侧车体等，每个部件之间的装配关系，以及相应的必要尺寸应事先由厂方提供，这些既定尺寸轻易不能更改，在建模中应严格遵循。逆向建模工作是一项费时的工作，和前面所讲述的方法一样，由点到线，再进行构面，每一步都是需要耐心去调整的，因为是初次涉及这样的工程，因此不是一蹴

而就的，经过和厂方结构设计人员的多次协调尺寸，最终才能通过。

3. 逆向工程对工业设计的深远影响

作为教育单位，除了教书育人之外，将理论结合实践，将设计付诸于生产是每个搞工业设计教育者的心声。我系在教学之余（这些项目大都是在假期完成的）曾多次和厂家进行合作开发新产品，将学院的科研优势付诸实践，同时借此提高自身设计、科研水平，以提高教学质量。

工业设计的活动是与商业化、制造、市场紧密联系的，而逆向工程正是顺应了制造业发展的需求而产生的，利用这项技术，商家可以快速抢占商机，赢得市场，有效规避投资

风险。

总而言之，逆向工程对工业设计本身而言只是一项先进的工具手段，仅此而已，和设计师本身的理念、创意并没有太大的关系，但掌握了这项先进的设计手段之后将对设计师理念的再现，创意的阐述将起到关键的作用。相信这项技术必将推动工业设计达到新的高度。

参考文献

- [1] 刘国玉，沈洁。《产品设计基础》，中国轻工业出版社，2001.5.
- [2] 陆凯，沈洁。《CAS 在产品设计中的综合运用》，设计之角，2002.3.