

## 基于CAD/CAM的复杂曲面产品设计

魏加兴, 杨晓清

(桂林电子科技大学, 桂林 541004)

**摘要:** 以现代产品设计发展现状和趋势为依据, 深入探讨了不同造型类别产品的设计方式与制造过程。在此基础上, 提出了如何整合设计方法, 合理利用现代先进的CAD/CAM技术, 实现复杂曲面产品在造型和结构上的设计, 以适应现代社会发展的需求。

**关键词:** CAD/CAM; 复杂曲面; 产品设计

**中图分类号:** TB472   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1001-3563(2011)22-0035-04

### Complicated Curved Surfaces Product Design Based on CAD/CAM

WEI Jia-xing, YANG Xiao-qing

(Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

**Abstract:** Based on the development status and trends of modern product design, it discussed the design methods and manufacturing processes of different modeling products. On this basis, it put forwards how integrate design approaches, made use of modern advanced CAD / CAM technology reasonably, achieved modeling and structural design of complex surface products, so as to meet the current needs of social development.

**Key words:** CAD/CAM; complicated curved surfaces; product design

自从古人类在从事生产活动的过程中, 产生了对工具的需求进而开始设计制造简陋工具时, 设计便形成了。随着人类社会的不断进步与发展, 人类对工具的需求也不断变化与发展, 而工业设计也正是因为适应这种需求所孕育而生的创造性活动。作为艺术和科学技术相结合的边缘学科, 现代工业设计起到承接科学技术(艺术)与产品市场的纽带作用, 将先进的科学技术运用于产品设计与生产制造之中, 生成可在市场上销售的商品。产品设计, 作为工业设计的重要组成部分, 在整个企业产品设计活动中占据着主导地位<sup>[1]</sup>。

现代社会的进步与经济的快速发展, 使得消费者的自我和个性意识不断提高与加强。为满足消费者日益增强的自我和个性意识, 现代产品设计逐步转向多样化、细分化和复杂化。CAD/CAM技术的引入更加拓宽了设计的空间, 增加了设计的方法和途径<sup>[2]</sup>。同时, 正是CAD/CAM技术在设计领域的引入, 使得现代产品

设计能够满足人们对产品个性化的诉求。计算机辅助工业设计(CAID)的介入, 开拓了工业设计师之前无法达到的设计手段、设计方法以及视觉感受。现代CAD/CAM技术的运用, 使产品设计在造型的创造上和工程结构分析等各方面都进入了一个崭新的时代。

### 1 现代产品设计的的发展趋势

随着信息时代的高速发展, 多数同类企业在科技、信息、制造和市场等方面逐步趋于同化, 设计已日益成为进行产品区分与竞争的唯一决定要素, 并促成产品参与全球范围的协作与竞争。

产品是企业经营活动的最终成果, 它直接面对市场, 是否能满足消费者的需求, 使其产生足够的购买欲, 享受产品为其带来的特殊价值, 成为企业生存与发展的主导因素。中国的产品设计所需要的不仅仅是生产能力, 更重要的是设计能力, 只有更进一步提

收稿日期: 2011-06-14

基金项目: 广西教育厅资助项目(200808LX160)

作者简介: 魏加兴(1975—), 男, 山东临沂人, 硕士, 桂林电子科技大学讲师, 主要从事产品造型设计、CAD/CAM等方面的教学与研究。

高设计能力,才能真正实现由“MADE IN CHINA”到“DESIGN IN CHINA”的转换,才能真正让中国设计走向世界<sup>[3]</sup>。

### 1.1 现在产品造型的发展趋势

随着信息技术的高速发展,消费者的需求已经由以往的通用性层面,转换到现代的个性化和自我体现层面上。相应的现代产品设计也已由传统、单一的通用产品设计向多元化、复杂化产品方向发展。随着生活水平的提高,产品供应市场的丰富化、多元化,消费者的消费观念也不断变化,功用上的满足已不再是消费者购买商品的最主要原因。消费者对产品的造型、人机、个性、绿色环保等方面的要求越来越高。种种这些趋势迫使企业提高新产品在外观造型、人机工程等方面的设计力度,力求增加产品的附加价值,以塑造企业形象、提升产品设计水平、增强市场竞争力、增加市场份额<sup>[4]</sup>。

随着社会的进步,物质上的满足与丰富,使消费者开始追求精神层面的充实与自我。消费者在产品选购上,日益注重个性化,以体现自我价值。随之,现代产品设计也日趋多元化与复杂化。设计师在产品的设计时,除了考虑功用上的满足之外,更多地思考消费者心理上的感受。现代产品设计的重心已由“物”上升至“精神”层面,开始精神上的思索与人性上的关怀。以现代家电类产品为例,企业在不断提高和完善产品功用之余,更多地注重产品外观设计与操作

使用方式。

### 1.2 计算机辅助工业设计(CAID)

CAID的运用使现代设计技术得以深入发展,将科学方法大量应用于设计分析和市场分析。作为工业设计领域的前沿,CAID不仅意味着设计手段的改变,同时也改变了工业设计的思维方式。大批操作简便,功能强大的CAD/CAM软件的问世,使产品设计实现了在电脑上进行三维造型、上色、材料质感、三维动画、工程制图、工程分析等。实现了产品从概念设计、零部件设计、结构设计、机构设计、装配、动画演示以及产品生产制造的全部过程计算机化<sup>[5]</sup>。

## 2 基于CAD/CAM的复杂曲面产品设计

### 2.1 造型规则的产品设计流程

CAID软件中,可分为造型设计软件(如Pro/Design, Rhino等)和工程设计软件(如Pro/E,UG等)<sup>[6]</sup>。造型设计软件在曲面造型上有着强大的功能,但其生成的模型不能直接用于生产制造,与产品设计后期脱钩;工程设计软件所生成的模型可以接用于生产制造,但其曲面造型的运用上相对造型设计软件较难操作。在产品曲面的复杂程度往往确定了该采用何种软件进行设计。

造型规则的相对曲面较少或通用的机械类产品,往往直接通过工程设计软件进行造型与结构设计并进行生产,其过程见图1。

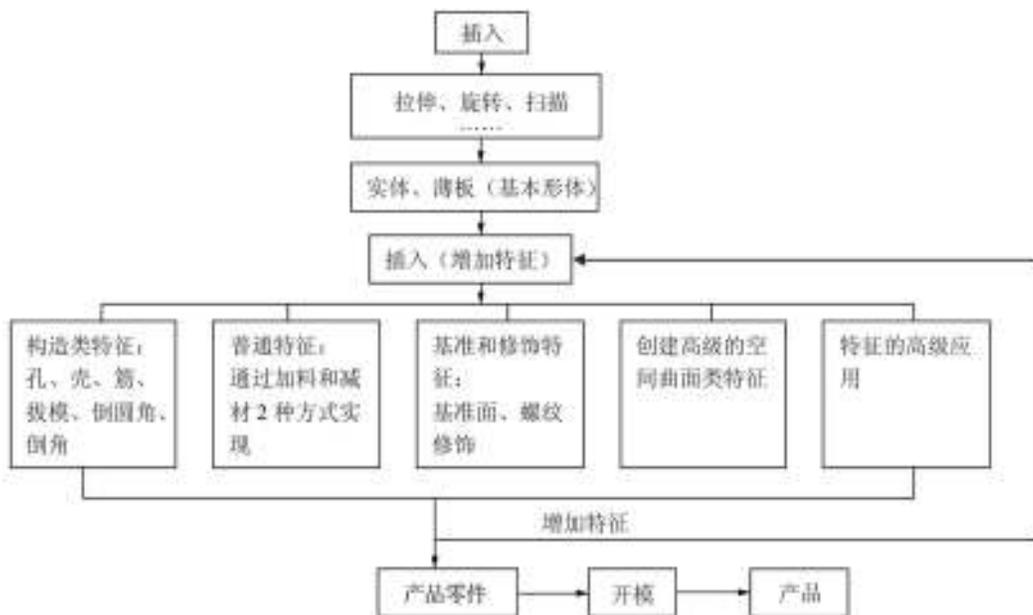


图1 规则造型产品设计流程

Fig.1 Design process of regular product

## 2.2 复杂曲面产品的设计流程

现代产品设计的创新性、外观造型、宜人性、环保性等因素愈来愈受到重视,在竞争中占据非常重要地位。为人们所熟知的很多产品,包括MP4、手机、数码相机等都体现着这方面的设计,这些产品大多都采用了复杂的曲面设计和流线型设计,这样就增加了产品设计过程的难度。

随着计算机技术、计算机图形学的发展,曲面造型近几年得到了长足的发展,这主要表现在研究领域的急剧扩展和表示方法的开拓创新。(1)从研究领域来看,曲面造型技术已从传统的研究曲面表示、曲面求交和曲面拼接,扩充到曲面变形、曲面重建、曲面简化、曲面转换和曲面等距性。(2)从表示方法来看,已从传统的连续造型到以网格细分为特征的离散造型。近年来就兴起了一个专门用NURBS建模的快速工业产品设计软件——Rhino(犀牛),它在复杂曲面的设计上灵活而快速。当然,这就出现了软件之间的相互转换问题。因为在实际产品设计中,不仅要把建立的三维模型输入数控机床(加工中心)进行生产,产品外观设计师与结构工程师之间需要进行模型的转换——Rhino和Pro/E之间的转换。一般在三维软件之间,NURBS模型物体转换都以IGS作为标准进行,然而当IGS模型进入工程设计软件(如Pro/E等),却普遍会产生错误,比如破面等缺陷。在转换时,先把NURBS模型物体转化成网格模型物体,然后再导入到工程设计软件。但是当NURBS模型物体转化成网格模型物体后,就很难再由网格模型物体转化成NURBS模型物体。这是因为NURBS模型物体和网格模型物体它们的基本计算方式不同<sup>[7]</sup>。

通过造型设计软件(Rhino)与工程设计软件(Pro/E)相结合的方式设计,其过程见图2。比如包含较多复杂曲面的电话机设计过程如下:完成方案草图之后,先在Rhino中实现电话机的外观造型建模,见图3。在Rhino中所完成的只是电话机的外观,而最终产品的结构设计还是要靠工程设计软件(如Pro/E等)来实现。在此过程存在2种软件之间的一个衔接过程。即:把在Rhino中生成的外观模型导出IGS格式文件,并将该格式文件导入Pro/E进行3D模型的再生成<sup>[8]</sup>。IGS文件导入Pro/E后,见图4。

导入之后首先建立以 $x, y, z$ 轴3个坐标为基准

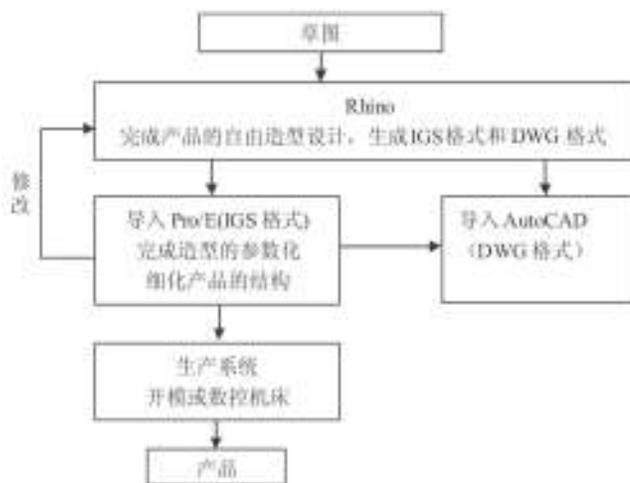


图2 复杂曲面产品设计流程

Fig.2 Design process of complex surfaces product

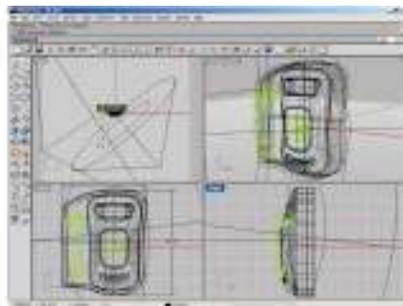


图3 在Rhino中完成的电话机外观建模

Fig.3 The model of telephone built by Rhino



图4 导入Pro/E的IGS文件

Fig.4 IGS imported into Pro/E

的基准面,这样便可以利用“造型”工具完成线段的提取和曲面的建立了<sup>[9]</sup>。Pro/E所主要利用的是IGS文件中的骨架曲线。提取、修改、完善曲线,利用“造型”中的“曲面”或者“边界混合”来构建曲面,由生成的各个曲面来生成曲面组,完成的曲面组再生成实体。

利用造型工具中的“曲线来自基准”提取并编辑

曲线,见图5。利用“边界混合工具”或者“造型”中“曲



图5 提取、修改完善后的骨架曲线

Fig.5 Picked and improved framework curves

面”工具生成曲面并进行各曲面合并生成曲面组,再把曲面组实体化生成实体(或薄壁件),完成电话机的外观造型重建。再利用去除材料的方式生成电话机上所需的观察窗、线孔等之类的结构,见图6。

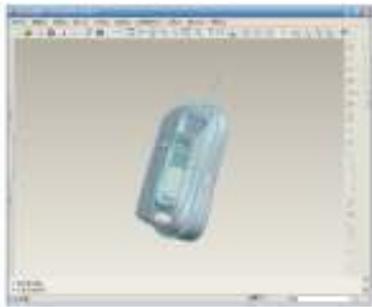


图6 在Pro/E中实现模型重建

Fig.6 Model rebuilding by Pro/E

把上一步完成的电话机壳体再次细化其结构设计,生成内部的支撑柱、加强筋之类的结构。完成电话机的整体设计,见图7。

### 3 结语

消费者盼望购买称心如意的人性化、个性化的新产品,企业需要创新、设计受消费者青睐的新产品,设计师需要掌握科学实用的创新设计方法。合理运用现代先进设计手段,快速准确地将设计意图



图7 在Pro/E中细化后的模型

Fig.7 Consummated model by Pro/E

表达出来,缩短产品设计周期,尽量增加产品的附加价值。

### 参考文献:

- [1] 汤翔燕.未来产品设计发展趋势[J].包装工程,2006,27(4):236.
- [2] 任立昭.现代产品符号创新设计方法研究[J].包装工程,2010,31(2):8.
- [3] 高楠.CAID在机车外观造型设计中的应用[J].电力机车与城轨车辆,2005(7):54.
- [4] 杨家鹏.基于UG的以设计为中心的虚拟装配技术及应用[J].制造业自动化,2010(6):248.
- [5] 程能林.产品造型设计手册[M].北京:机械工业出版社,1994.
- [6] 朱淳.工艺与工业设计[M].上海:上海书画出版社,2000.
- [7] 李春杰.产品设计系统中复杂曲面建模的研究[J].现代机械,2007(1):19.
- [8] 周春晖.数字化产品设计的艺术新语境[J].艺术研究,2008(2):106.
- [9] 李翔鹏.Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 NC加工[M].北京:中国铁道出版社,2006.

(上接第34页)

- [6] 王凯.基于风格描述的产品外形设计[J].包装工程,2004,25(2):148—150.
- [7] 黄琦.基于产品风格认识模型的计算机辅助概念设计技术的研究[D].杭州:浙江大学,2005.

- [8] 闵光培.汽车造型的运动意象风格研究[D].长沙:湖南大学,2007.
- [9] 许占民.面向产品造型设计的形态风格描述模型构建[J].计算机应用研究,2005(11):38—41.