

“十二五”高等院校工业设计规划教材

丛书主编 何人可



随书赠送光盘

Computer

Aided Industry Design: 3D Product Performance

计算机辅助工业设计——三维产品表现

主编 张文莉 姜斌

湖南大学出版社
HUNAN UNIVERSITY PRESS

计算机辅助工业设计——三维产品表现

Computer Aided Industry
Design: 3D Product Performance

主编 张文莉 姜斌
副主编 李明琼 姜春梅



内 容 简 介

本书针对高校教学的实际需要,同时根据市场对学生的基本要求编写。在虚拟产品开发环境下,计算机几乎渗入工业设计各阶段的工作,成为设计师不可或缺的工具。

本书阐述了概念可视化阶段三维效果的表现、设计商品化阶段计算机的功用,对贯穿整个虚拟产品开发流程的设计集成管理与评价进行了讨论,最后介绍了两款计算机辅助工业设计软件的基本操作方法。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助工业设计——三维产品表现/张文莉,姜斌主编.——长沙:湖南大学出版社,2013.8

(“十二五”高等院校工业设计规划教材)

ISBN 978-7-5667-0382-8

I.①计… II.①张… ②姜… III.①计算机辅助设计—工业设计—高等学校—教材

IV.①TB47-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第140350号

计算机辅助工业设计——三维产品表现

Jisuanji Fuzhu Gongye Sheji——Sanwei Chanpin Biaoxian

主 编:张文莉 姜 斌

责任编辑:贾志萍 程 诚

责任校对:全 健

责任印制:陈 燕

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山

邮 编:410082

电 话:0731-88822559(发行部),88821251(编辑部),88821006(出版部)

传 真:0731-88649312(发行部),88822264(总编室)

电子邮箱:pressjzp@163.com

网 址: <http://www.hnupress.com>

印 装:湖南画申画印刷有限公司

开 本:889×1194 16K

印张:12.5

字数:320千

版 次:2013年8月第1版

印次:2013年8月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5667-0382-8/J·264

定 价:49.80元

版权所有,盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

参编院校 (按地域分布排列)

天津工业大学

天津美术学院

山东大学

山东轻工业学院

山东工艺美术学院

郑州轻工业学院

中原工学院

河南工业大学

湖南大学

长沙理工大学

中南林业科技大学

南华大学

东南大学

南京理工大学

南京航空航天大学

南京林业大学

江苏大学

华东理工大学



张文莉

博士，教授，1968年出生于江苏靖江。毕业于江苏大学机械专业，南京航空航天大学 and 斯图加特大学（德国）联合培养博士。现为江苏大学艺术学院工业设计系教授，长期从事工业设计和数字化艺术设计教学及研究。



姜斌

硕士，副教授，毕业于湖南大学设计艺术学院工业设计专业。自1995年开始在南京理工大学参加设计教育工作，主讲课程“产品设计”被评为江苏省省级精品课程。2005年获得教育部国家教学成果奖。2010年被评为中国教育部国家级优秀教学团队成员。

总序

21世纪是由中国制造转变为中国创造的世纪,在这一进程中,工业设计将起到关键作用,综合化和国际化已成为工业设计专业发展的必然趋势。工业设计教育必须从以课程为中心向以课题为中心转变,将设计作为一种高度综合的交叉学科来组织教学,全面提高设计师的综合素质。同时,随着中国经济的日益国际化,设计教育也必须面向国际化的竞争环境,培养具有国际化视野的设计人才。鉴于此,我们着手编写这套新型的工业设计教材。

本套教材编写的宗旨是创新型、立体化与互动式、国际性。

创新型主要体现在:

1. 教材力求触及设计教育本质,建立以项目为核心、以案例为基础的教学模式,在内容上探寻认知发展的规律和研究的方法,在形式上辅以多媒体的教学手段,在实施上强调培养学生的社会实践能力和实际动手能力,使教材能引导工业设计专业健康发展,对工业设计教育的改革与实践起到积极的作用。

2. 充分重视设计创意的可生产性,充分探索新材料、新生产工艺在工业设计中的可实现性。既可作为工业设计的专业教材,亦可作为工业产品设计公司的工作参考书。

立体化与互动式主要体现在:

1. 本套教材随纸质教材配备VCD/DVD光盘,光盘不只是简单的纸质教材的电子教案,其中包括了丰富多彩的拓展材料,如教材中没有涉及的新材料、新技术、新思想和新案例等,是教材内容的补充和延伸。

2. 信息化时代的教材出版和建设,有别于过去的纯纸质形式。随着教学理念和手段的变化,学生成为课程的主体。教材出版和建设必须以用户体验为核心,才可能提升教材的可用性和出版社的品牌价值。因此,教材建设的核心竞争是服务的竞争,教材的服务模式成为“纸质+电子版+网络”的形式。今天的工业设计是创造品牌而不仅仅是制造产品,教材的建设也是如此,必须注重质量和服务。我们期待以本套教材为基础,建立一个中国设计教育的数字网络,不仅在教材内容方面与读者有互动,同时

也可以为工业设计同行搭建一个学术和实践交流的数字平台，实现设计教育与实践的资源共享和信息交流。

国际性主要体现在：

当代工业设计的研究重点已经发生了巨大变化，由注重产品的设计，发展到强调系统设计、服务设计和人机交互设计的融合，同时讲求设计的可制造性、设计的人文价值和社会价值。本套教材的选题和内容都以此为宗旨，吸收国内外优秀的设计理念和案例，为培养具有国际化视野的设计人才服务。

我们的目标是：通过教材建设来引导和规范专业课程教学，紧密结合社会实际需要，对课程体系进行创新实验，提高工业设计人才培养水平。

参与本套教材编写的大多是专业设计领域具有丰富教学经验的专家和骨干学者，还有许多有创新精神和新思维、新设计观念的年轻教师，这使得扎实的基础理论和实际经验与新设计观念、创造力相融合。本套教材力求体现设计专业的实用性要求，培养学生的创造能力，实现教师与学生的良好互动、设计爱好者之间的交流沟通，真正成为创新型、立体化与互动式、国际性的工业设计规划教材。

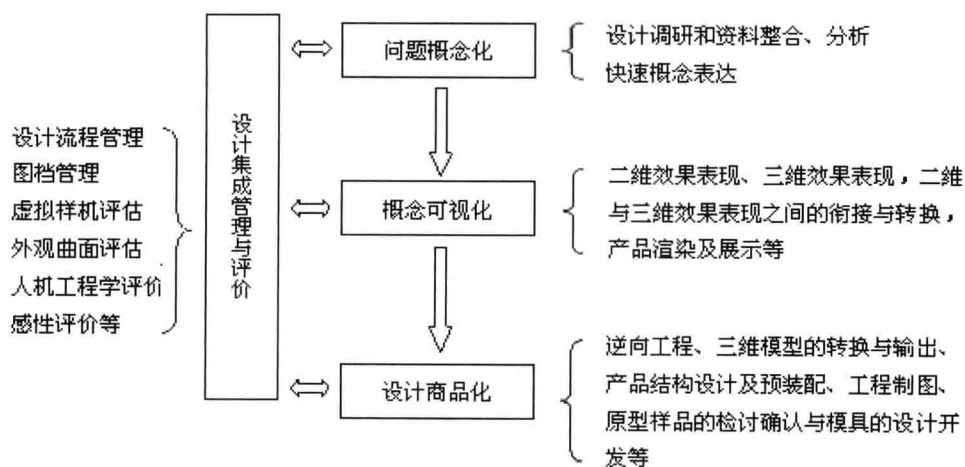
教育部高等教育工业设计专业教学指导分委员会主任委员

何人可 教授

2010年6月于岳麓山下

绪 论

虚拟产品开发环境下，计算机几乎渗入工业设计各阶段的工作，成了设计师不可或缺的工具。我们将计算机在工业设计不同阶段的介入分成问题概念化、概念可视化及设计商品化三个阶段考量，本书将主要阐述概念可视化阶段三维效果的表现、设计商品化阶段计算机的功用，并对贯穿整个虚拟产品开发流程的设计集成管理与评价进行讨论，此外还选择了Rhinceros及Alias Studio Tools软件进行解说。



在概念可视化阶段，需要将问题概念化阶段形成的设计概念转化成具体的概念产品，并且以产品效果图的形式表现出来。产品效果图是设计师之间进行有效沟通和交流的桥梁，也是管理决策部门对产品设计方案进行评审的重要依据，同时又是工程设计部门对产品进行工程设计的基础。目前，产品效果图的表现方法主要分为二维和三维两种。

CAID (Computer Aided Industrial Design) 在概念可视化阶段的具体应用侧重于三个环节：①二维效果图表现；②三维效果图表现（三维模型制作和渲染）；③设计方案展示。利用计算机来辅助设计概念表达，将设计师的创意和想法转化为可视的产品二维或三维效果图，采用合理的展示手段对产品设计方案进行展示，可给企业决策者或客户以直观的感受，方便方案的评选与决策，也为设计商品化阶段奠定了基础。

Contents

01	概念可视化——三维效果表现	001
1.1	三维效果表现	002
1.2	二维与三维效果表现之间的衔接与转换	007
1.3	数字雕刻	008
1.4	渲染	011
1.5	产品设计方案的展示与表现	016
02	设计商品化	021
2.1	概述	022
2.2	逆向工程	023
2.3	三维模型的转换与输出	028
2.4	材料和工艺选择	032
2.5	产品结构设计和数字化预装配	038
2.6	工程图	044
2.7	原型样品	046
2.8	生产阶段	050
2.9	外购件的选择	052
03	设计集成管理及评价	053
3.1	网络协同设计	054
3.2	设计集成管理	056

Contents

3.3	计算机辅助设计评价	059
0 4	Rhino软件概述	069
4.1	认识Rhino	070
4.2	Rhino的基本使用方法	072
0 5	Rhino建模基础案例	089
5.1	Rhino的曲面建模案例	090
5.2	Rhino的实体建模案例	101
5.3	Rhino应用案例——MID产品设计	110
0 6	Autodesk AliasStudio Tools总览	121
6.1	Autodesk Aliasstudio 的系统要求	122
6.2	Autodesk Aliasstudio 的基本使用方法	122
0 7	Alias应用案例	133
7.1	Alias简单曲面建模——莱特光学仪器 (APD-100 Laite Optical Instrument_欧爱设计)	134
7.2	Alias交通工具建模——概念游艇案例	164
	参考文献	188
	后记	190



概念可视化——三维效果表现

01

工业产品的最终表现形式是与产品的功能、结构、色彩、材质等要素相互关联的三维立体形态。工业设计最终要面向制造，随着计算机技术的发展，计算机在结构设计、工程设计与分析、模具设计、工艺设计、快速成型等过程中发挥着越来越重要的作用，而这些通常需要以三维模型为基础，所以需要将设计方案三维化。

相对于二维效果表现，三维效果表现拥有更大的优势：更加符合人们对几何形态的认知，能够表达更多的产品信息，更便于人们对产品的讨论与评估。设计师可以通过三维模型更直观、准确地表达出设计构思，设计团队、企业决策者和客户可以在三维模型上进行设计讨论与产品评估，工程师可以直接在三维模型的基础上进行后续的结构设计，也可以用快速成型机将三维模型直接输出为实物模型。

1.1.1 三维建模的思路与方法

各种形态产品的三维建模，对初学者而言都有很大难度。尤其是在面对复杂形态时，他们通常感到束手无策，不知道从哪里下手。尽管CAID软件的建模方式和操作手法各有不同，但总的来说，三维建模的思路与方法是一致的。一个产品可能是简单的几何形态，也可能是纯粹的有机形态，但多为两者的结合。在实际建模过程中，大多数产品模型是不可能通过某一个命令就建立起来的，而是要依据一定的方法和规律，利用简单形态的组合、变化来完成最终的产品模型。因此，在开始建模之前，需要对产品形态进行细致的分析，最后整理出清晰的建模思路与方法，在此基础上开展建模工作，可以少走一些弯路，提高建模效率。

建模是指从基本的点、线、面、体入手，通过一系列的操作完成对产品形态的三维表现，建模思路则是对如何实现这一过程的设想。要明确建模思路，首先要了解三维环境中点、线、面、体各元素之间的关系。在三维软件中，点是最基本的元素；线是由控制点所定义的；面是通过线的拉伸、旋转、扫掠、放样等方式形成的；而体是由多个面组合而成的，是产品形态的最终表现形式。建模过程可以描述为：通过关键控制点的绘制和编辑确定关键曲线；以曲线为基础延展形成曲面；建立曲面间相互连接的过渡面；通过多个曲面的组合形成封闭实体，实现产品形态的三维建模。

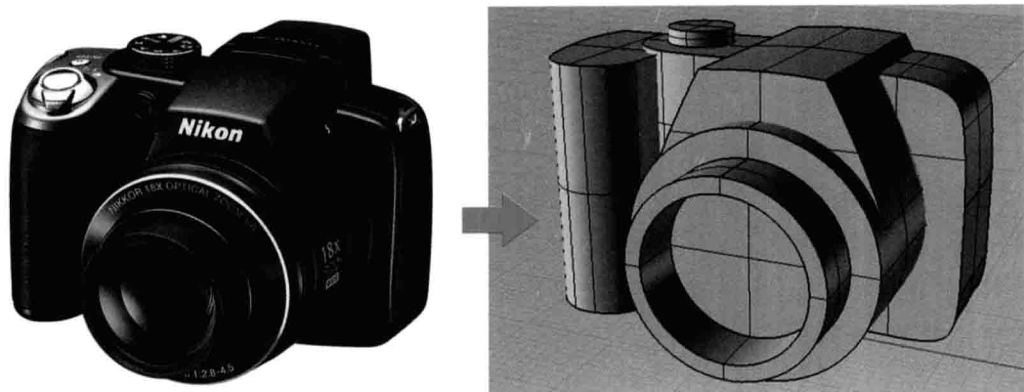


图1-1 相机的形体分析和建模思路

在开始建模之前，需要对产品形态进行理解和分析。不同的产品，其建模方法会有所不同，但基本形体的建立方式却是有限的，这就需要对产品形态进行理解和分析，把一个复杂形体分解成若干个典型的基本形体。任何一个复杂的形体都是由简单形体的叠加、剪切或混合得到的，都可以抽象还原为一个或多个基本形体。对产品形态的理解和分析是三维建模的基础，主要有两种方法：一是组合构成法，即搭积木式的“加法”；二是切割构成法，即挖洞式的“减法”。在实际应用中，需要根据不同产品的形态特征，选择使用合适的方法。另外，设计师需要在生活中对事物多加观察、多加分析，以丰富自己的想象力、提高对产品形态的概括能力。因此，产品形态的三维建模方法和步骤可归纳为：①基本形体建模。基本形体可以是简单的长方体、球体、圆柱体等，也可以是单纯的有机形态。通常，几何形态的建模比较简单，而有机形态的建模则需要分析形态的构成原则，然后绘制出关键曲线，通过拉伸、旋转、扫掠、放样等手段将曲线延展成曲面。②基本形体的组合、切割及过渡面的生成。对由多个基本形体构成的组合形体来说，在完成基本形体建模后，还需要通过不同形体间的组合、切割来建立产品的三维模型。③倒角及细节处理。图1-1为相机的形体分析和建模思路，可见一台相机可以简化为几个长方体和圆柱体的组合。

1.1.2 计算机辅助三维效果表现

虽然三维空间的快速概念表达能够有效地描述设计思想和产品方案，并在此基础上进行立体空间的初步评估，但产品设计最终仍然需要将选定的方案完全三维化，通过建立具体的三维模型，对形态、细节、结构等方面的设计进行进一步的明确和优化，为产品制造提供基础，这就需要真正的三维造型。

目前，比较流行的专业建模软件主要有Rhino、Alias、Pro/ENGINEER、Unigraphics、CATIA等。这里着重介绍前三种：Rhino和Alias属于专门面向三维造型设计和动画设计的软件，提供了多样化的三维建模手段和专业的设计模块；而Pro/ENGINEER属于集成化程度较高的CAID软件，工业设计模块十分强大，对产品设计提供了

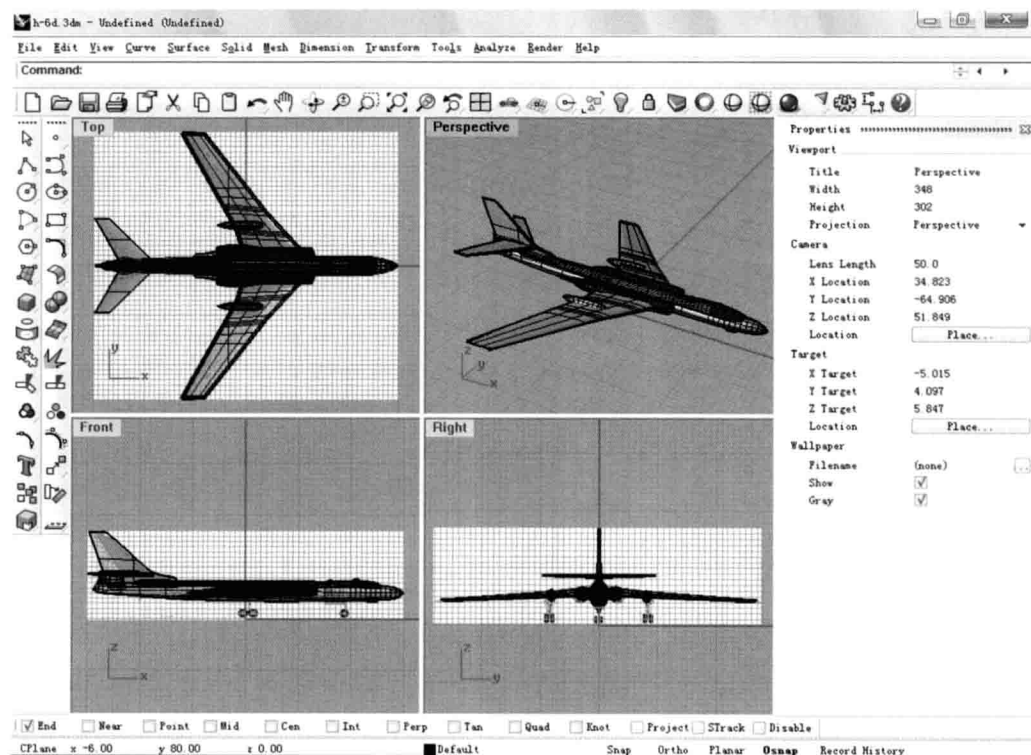
强有力的支持。

(1) Rhinoceros

Rhinoceros, 简称Rhino(犀牛), 是美国Robert McNeel & Assoc公司开发的专业3D造型软件, 广泛应用于工业设计、三维动画制作、机械设计等领域。与其他建模软件相比, 它没有庞大的身躯, 不占用太多资源, 所需硬件配置也很低。但是它包含了所有的NURBS建模功能, 是不受约束的自由造型3D建模工具, 十分符合设计师的建模思维, 同时它能输出3DS、OBJ、DXF、IGES、STL等不同格式, 几乎适用于所有3D软件。

Rhinoceros主要侧重于模型的创建, 具有很高的建模效率和易用性, 其人性化的操作流程让设计人员极易上手。对于后期渲染方面, V-Ray、Brazil、HyperShot等渲染工具也纷纷推出了针对Rhinoceros的外挂渲染插件。但由于Rhinoceros的集成化程度较低, 缺少与下游设计环节的衔接, 需要设计人员具备结构设计、工艺设计、模具设计等工程知识和丰富的建模经验。另外, Rhinoceros是非参数化建模软件, 没有历史记录功能, 模型的修改显得比较困难。图1-2为使用Rhinoceros完成的轰炸机三维建模。

图1-2 使用Rhinoceros完成的轰炸机三维建模



(2) Alias

Autodesk Alias系列软件是专门为工业设计开发的三维造型设计软件, 为工业设计提供各个阶段的辅助工具, 可以帮助设计师完成从草图绘制、造型设计, 一直到制作可用于加工生产的最终模型的全过程辅助。Alias 2010包含了Alias Design、Alias Surface

以及Alias Automotive三个设计模块，分别针对产品设计、曲面设计以及汽车设计三个领域。

Alias从本质上与传统的CAD (Computer Aided Design) 软件不同，其价值在于外形设计的高自由度及高效率。它具有强大的NURBS建模能力，非常适合表现产品设计中的流线造型、复杂曲面等。同时，参数化建模系统更方便了设计师对设计方案的修改与评估。它能够优化设计流程，提供的一整套草图绘制、建模和概念可视化工具可以帮助设计师完成创意设计，在单一软件环境中快速地将想法变为现实。除了典型的曲面设计外，它还可用于逆向工程。Alias巧妙地将设计与工程、艺术与科学连接起来，实现了设计、创意与生产的一体化。图1-3为使用Alias完成的手机三维建模。

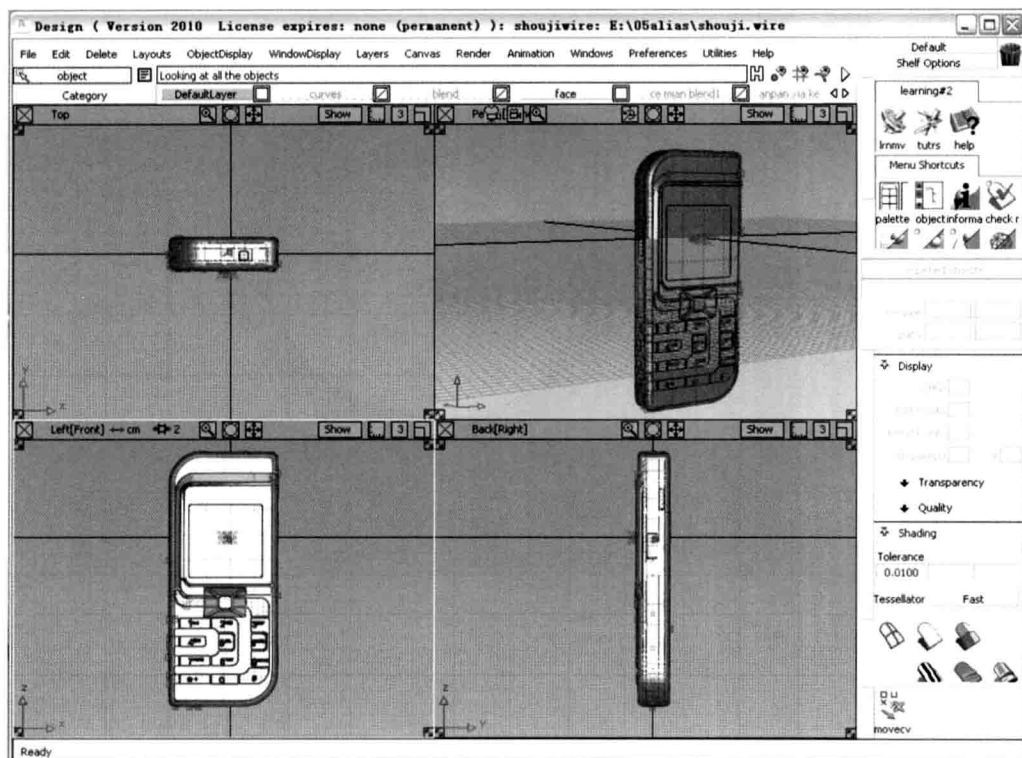


图1-3 使用Alias完成的手机三维建模

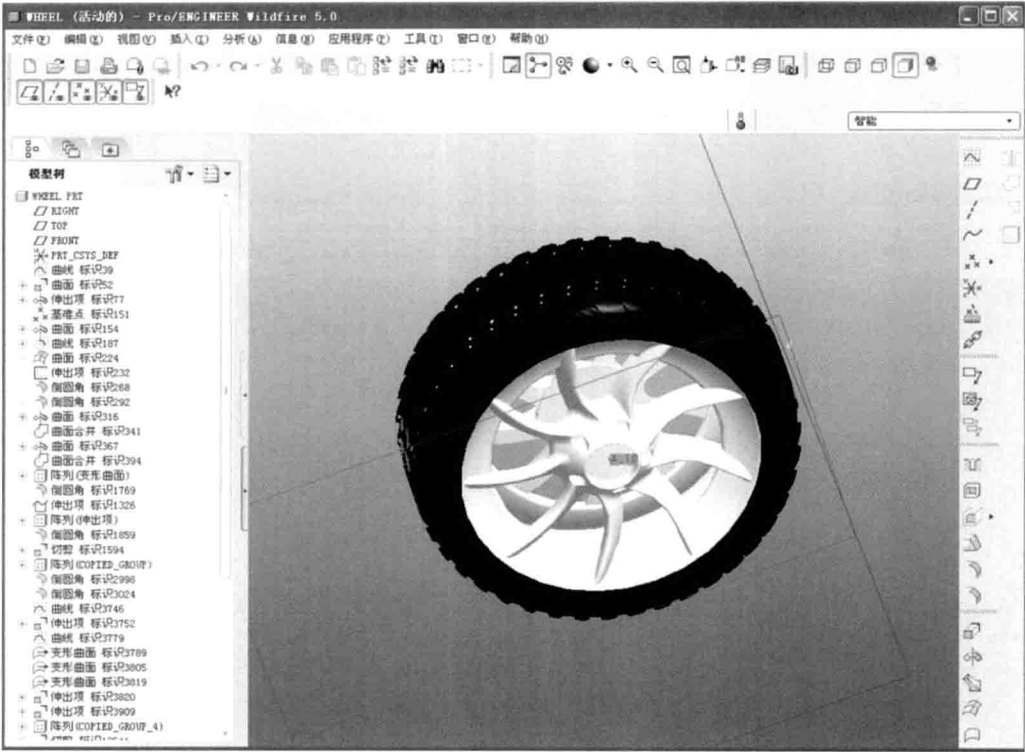
(3) Pro/ENGINEER

Pro/ENGINEER，简称Pro/E，是美国PTC公司的产品，目前已经发布了最新版本Pro/ENGINEER Wildfire 5.0。它的软件设计思想可概括为单一数据库、参数化、基于特征、全相关及工程数据库再利用等概念，主要应用于工业设计、机械设计等领域。

Pro/ENGINEER提供了目前所能达到的最全面、集成最紧密的产品开发环境。它以其先进的参数化设计，基于特征设计的实体造型而受到用户的欢迎，可以帮助用户克服传统的设计障碍，提高产品开发的速率、效率和创新性。整个系统建立在统一的数据库上，具有完整而统一的模型，能将整个设计到生产的过程集成在一起。Pro/E采用模块化方式，用户可以根据自身的需要进行选择，分别进行草图绘制、零件制作、装配设计、

钣金设计、加工处理等操作。此外，Pro/ENGINEER不但可以应用于工作站，也可以应用到单机上；用户界面简洁，概念清晰，符合工程人员的设计思想与习惯。基于以上原因，Pro/ENGINEER在最近几年已成为三维机械设计领域最富有活力的建模系统，并作为机械CAD/CAE/CAM领域的新标准而得到业界的认可和推广。图1-4为使用Pro/ENGINEER完成的车轮三维建模。

图1-4 使用Pro/ENGINEER完成的车轮三维建模



二维与三维效果表现之间的衔接与转换

产品造型设计中，使用二维效果表现在效率上有着绝对的优势，不用经历复杂的建模和漫长的渲染，就可以得到最终的效果。但二维效果图并不能够完整而精确地表现产品设计方案的全部信息，仅适用于表达概念。与之相对的三维表现方法则可以全方位地展示产品，表现效果也最接近于实际产品的真实效果，但通常需要花费大量的时间。因此，我们在设计过程中需要由二维设计方案向三维实体建模转换，将二、三维这两种截然不同的表现方法结合起来，并汲取各自的优点来进行产品造型设计和效果表现。在进行三维建模时，为了保证二维向三维转换过程中设计方案的延续性，忠实还原二维设计方案，许多CAD软件将二维设计模块与三维设计模块进行了整合，使创作过程能够很好地衔接，方便了设计方案的表达与修改。

当设计师将设计方案由二维设计图转变为三维模型之后，还需要对其进行更深入地分析并继续细节设计，如果此时发现设计方案的不合理之处，需要对形态进行一些改动，则往往需要重新绘制设计图来推敲形态。这种继续设计或是对原有方案的修改过程，通常是依靠绘制二维草图来完成的。在一些CAD软件中，能够轻松实现二、三维效果表现之间的衔接与转换，为高效、便捷地表达设计方案提供了可能。例如，在Alias中设计师可以将二维草图直接绘制在三维场景中，以此实现二维与三维的相互作用。利用这一功能，设计师在进行方案探讨的过程中，可以将新的设计思路以及客户的修改意见直接绘制在三维模型上，并与他人进行直观的交流。

这种由二维平面向三维立体转换的设计流程，目的是给设计师提供一种更加直观的设计方法，使设计师能够在设计最初阶段就对产品最终效果有很好的把握。二维设计图转化为三维模型的中间阶段，弥补了二维与三维之间的鸿沟，使设计的流程更加流畅和自然。