

COMPUTER

<http://www.phei.com.cn>

高等学校计算机基础及应用教材

虚拟工业设计

李怡 李树涛 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

高等学校计算机基础及应用教材

虚拟工业设计

李 怡 李树涛 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书根据工业设计专业学生的知识结构和思维特点,全面介绍虚拟现实技术及其在工业设计中的应用。全书分为两部分:理论篇着重阐述虚拟现实技术、现代工业设计、现代制造技术和虚拟工业设计的基本概念及其相互关系;实践篇系统介绍两种流行的桌面虚拟现实软件 Viewpoint 和 Quick Time VR 的用法。

本书内容翔实、丰富,结构合理、清晰,是一本学习虚拟现实技术的入门教材。本书可作为高等学校工业设计专业教材,也适合于网页设计师、室内设计师、建筑设计师、机械工程师及广告媒体设计师阅读参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟工业设计/李怡,李树涛编著. —北京:电子工业出版社,2003.6
高等学校计算机基础及应用教材
ISBN 7-5053-8749-9

I. 虚… II. ①李… ②李… III. 虚拟技术—应用—工业设计—高等学校—教材 IV. TB47
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 039425 号

责任编辑:童占梅 特约编辑:逢积仁

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

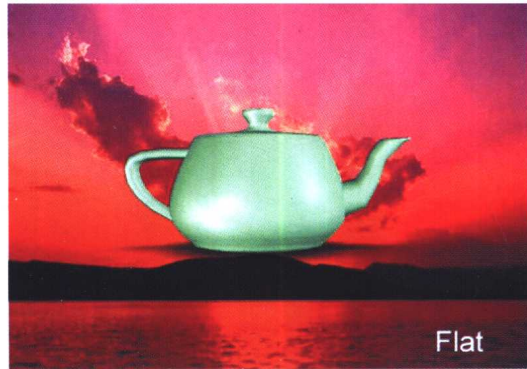
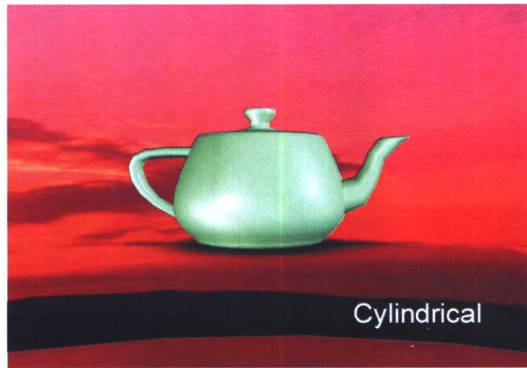
经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:14 字数:303 千字 彩插:2

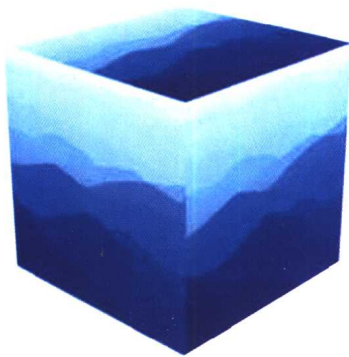
版 次:2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:20.00 元

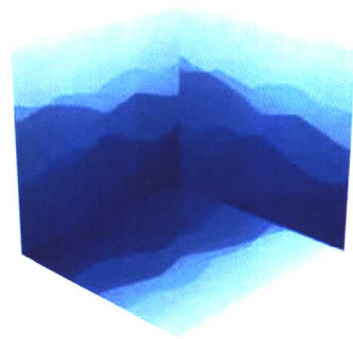
凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077



彩图〔1〕相同环境贴图的不同映射方式效果比较



(a) Backface Culling=On



(b) Backface Culling=Off

彩图〔2〕Backface Culling 不同设置效果比较

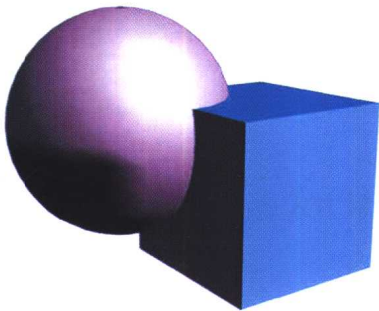


(a) Invert Lighting=Off

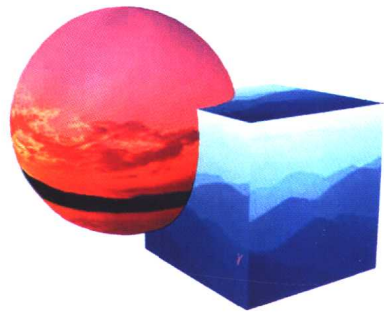


(b) Invert Lighting=On

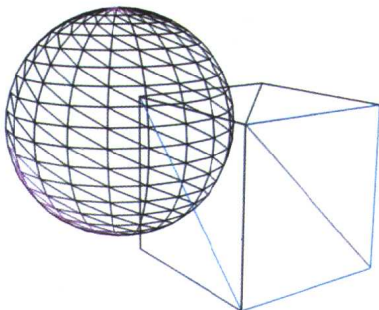
彩图 [3] Invert Lighting 不同设置效果比较



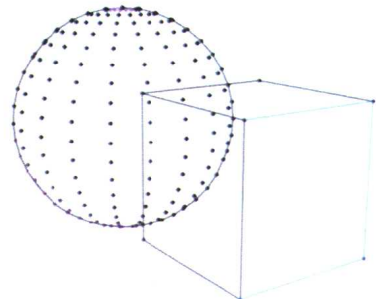
Default 模式



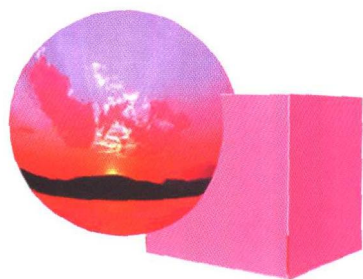
Texture 模式



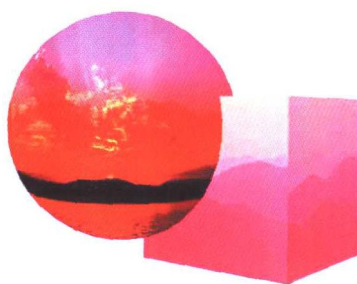
Wire 模式



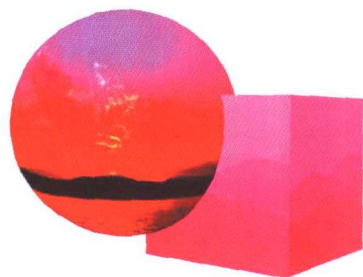
Point 模式



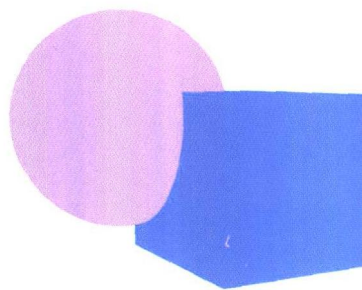
Lightmap 模式



Lightmap Texture 模式



Lightmap TexMod 模式

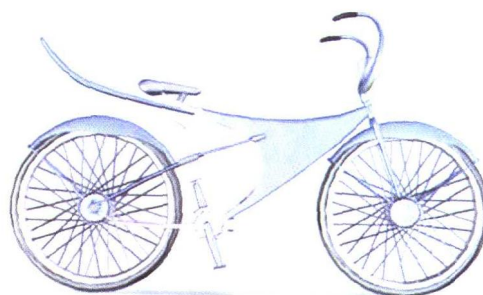


Flat 模式

彩图〔4〕不同渲染模式的效果比较



(a) 不使用光线贴图

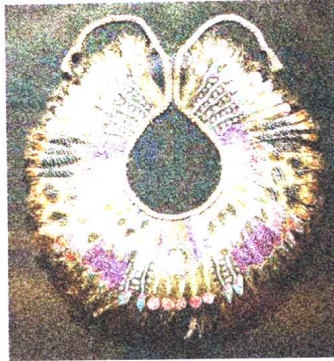


(b) 使用光线贴图

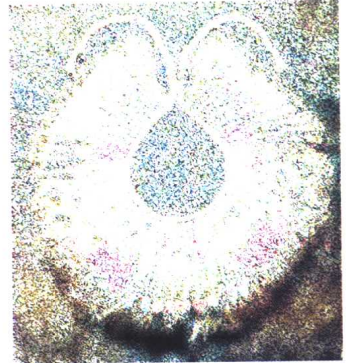
彩图〔5〕Lightmap 不同设置效果比较



(a) Global Noise=0



(b) Global Noise=10



(c) Global Noise=110

彩图 [6] Global Noise 不同设置效果比较



Ambient
 Diffuse
 Specular



Ambient
 Diffuse
 Specular



Ambient
 Diffuse
 Specular



Ambient
 Diffuse
 Specular

彩图 [7] Edit Material 不同设置效果比较

前 言

基于虚拟现实技术的工业设计是以现代信息技术为基础，集成虚拟现实技术和现代先进制造技术的产品设计方法，是设计艺术学的前沿热点之一。在传统的工业设计中，我们一直使用二维的平面图来表达设计思想，即使是使用计算机三维软件，最终也只能得到某个视角的立体效果图，不能完整表达设计者的意图。而基于虚拟现实技术的工业设计方法是以数字化的 Web 3D 模型作为设计思想的载体，全面表达设计者的意图，是人-机接口技术的重大突破，它将设计师的理念和作品以平常人可以理解的方式传达，并且通过网络，交流设计师、制造者和使用者的信息，使信息交互的深度、广度和速度都得到了很大的提高，符合现代设计技术发展的大趋势。基于虚拟现实技术的工业设计是一种新颖的、具有巨大商业价值的技术领域，是工业设计发展的主流方向，其核心 Web 3D 可以应用于各类网站设计。目前虚拟工业设计应用的外部条件已经成熟，但国内鲜有这方面的著作，希望这本书能给大家带来一些收获和启迪。

本书作为教学用书，从新颖实用的角度出发，根据工业设计专业学生的知识结构和思维特点，对虚拟现实的基本概念和在应用中可能遇到的技术问题进行了阐述，重点在于指导学生将虚拟现实技术用于设计实践。学习本书，需要有初步的计算机知识和 3DS MAX 建模基础。全书分为两部分：理论篇重点讲述现代工业设计和虚拟现实技术的历史及发展现状，工业设计与制造模式的关系，虚拟工业设计系统的内涵和外延等基础知识。实践篇系统讲述 Viewpoint 桌面虚拟工业设计方法和 Quick Time VR 桌面虚拟工业设计方法。本书可作为高等学校工业设计专业教材，也适合于网页设计师、室内设计师、建筑设计师、机械工程师及广告媒体设计师阅读参考。

本书的内容有两个主要来源：一是作者的设计实践，文中 Viewpoint 软件包和 Quick Time VR 软件包的所有命令都经作者验证，是学习心得的总结；二是源于对国内外相关技术最新科技文献的搜集和分析。由于文献搜集的时间和渠道比较复杂，有关引文如在参考文献中未能提及，敬请原作者谅解。

本书得到了湖南大学工业设计系何人可教授的大力支持和热情帮助，在此深表感谢。作者还要真诚感谢电子工业出版社的童占梅女士，她对本书的初稿提出了中肯的修

改意见，没有她的支持与帮助，完成本书是不可能的。冷巧娟、姚彩阳承担了本书初稿的大部分录入工作，沈谦、伍君、刘丽绘制了本书的部分插图，杨卫东、颜其峰、蒋玲制作了书中的部分模型，张桑帮助校对本书的文稿，对于他（她）们的辛勤劳动表示衷心的感谢。

尽管在写作过程中，作者力求准确，但水平有限，书中难免有不妥甚至错误之处，敬请广大读者批评指正。

作 者

目 录

理 论 篇

第 1 章 概论	(1)
1.1 基于虚拟现实技术的工业设计基础	(1)
1.1.1 基本概念	(1)
1.1.2 基于虚拟现实技术的工业设计特性	(2)
1.2 虚拟现实技术对工业设计的影响	(3)
1.2.1 虚拟现实技术对工业设计观念的影响	(3)
1.2.2 虚拟现实技术对工业设计方法的影响	(3)
1.3 基于虚拟现实技术的工业设计应用	(4)
思考题	(5)
第 2 章 现代工业设计	(7)
2.1 工业设计与企业发展	(7)
2.1.1 工业设计的神话	(7)
2.1.2 信息时代的设计组织	(10)
2.2 个性化与民族特色	(14)
2.2.1 从宜家的成功看个性化设计	(14)
2.2.2 设计的民族性、地域性	(16)
2.3 虚拟设计是高科技设计的旗帜	(19)
2.4 绿色设计是新世纪的设计主题	(23)
2.4.1 绿色设计的概念	(23)
2.4.2 设计及设计师的地位和作用	(24)
2.4.3 绿色设计的应用	(25)
2.4.4 绿色设计的实现	(26)
思考题	(28)
第 3 章 虚拟现实技术及其发展现状	(29)
3.1 虚拟现实技术	(29)

3.1.1	虚拟现实的概念	(29)
3.1.2	虚拟现实系统的分类	(30)
3.1.3	虚拟现实技术的应用领域	(33)
3.2	虚拟现实建模语言综述	(36)
3.2.1	VRML 概述	(36)
3.2.2	VRML 的历史	(37)
3.2.3	VRML 97 例子及分析	(37)
3.3	Web 3D——互联网上的 3D 图形技术	(40)
3.3.1	Web 3D 简介	(40)
3.3.2	Web 3D 技术比较	(41)
	思考题	(49)
第 4 章	虚拟现实与现代制造技术	(50)
4.1	工业设计与制造模式	(50)
4.2	现代制造业的特点及关键技术	(52)
4.2.1	21 世纪制造业的特点	(52)
4.2.2	21 世纪制造业的关键技术	(53)
4.2.3	制造生产模式的转变	(54)
4.3	虚拟制造技术简介	(54)
4.3.1	虚拟制造的概念	(55)
4.3.2	虚拟制造技术与其他先进制造技术的关系	(56)
4.3.3	虚拟现实技术在制造业中的应用与研究	(57)
4.3.4	虚拟原型技术	(58)
	思考题	(61)
第 5 章	虚拟工业设计系统	(62)
5.1	虚拟工业设计系统的概念	(62)
5.2	虚拟工业设计系统的关键技术	(62)
5.2.1	实物虚化	(63)
5.2.2	虚物实化	(64)
5.2.3	高性能计算处理技术	(65)
5.3	虚拟工业设计系统的建设	(65)
5.3.1	虚拟工业设计系统的关键设备	(65)
5.3.2	图形工作站相关技术	(68)
5.3.3	“闪电” NT 图形工作站	(70)
5.3.4	虚拟工业设计系统的硬件配置	(75)

5.3.5 虚拟工业设计系统的软件配置	(76)
思考题	(79)

实 践 篇

第 6 章 Viewpoint 虚拟工业设计系统	(80)
6.1 Viewpoint 简介	(80)
6.1.1 Viewpoint 概述	(80)
6.1.2 Viewpoint 的组成及发布过程	(81)
6.1.3 Viewpoint 先进的技术特征	(83)
6.1.4 软件和系统需求	(84)
6.2 获得 Viewpoint 软件包	(85)
6.2.1 Viewpoint 软件包简介	(85)
6.2.2 下载 Viewpoint 软件	(86)
6.3 Viewpoint 使用权申请	(91)
6.4 在 3DS MAX 中建立数字模型	(95)
6.4.1 建立数字模型	(95)
6.4.2 制作动画	(98)
6.4.3 输出模型前的检查工作	(100)
6.4.4 输出模型	(101)
6.5 Viewpoint Scene Builder 的用法	(103)
6.5.1 Viewpoint Scene Builder 程序介绍	(103)
6.5.2 3D 场景在 Viewpoint Scene Builder 程序中的工作流程	(145)
6.5.3 由 ASE 文件创建可多次编辑的 Viewpoint 场景	(146)
6.6 Viewpoint Stream Tuning Studio 的用法	(147)
6.7 网上发布 Viewpoint 模型	(161)
6.7.1 用 Viewpoint Media Publisher 输出 HTML 文件	(161)
6.7.2 在 Viewpoint Media Player 中浏览 Viewpoint 场景	(162)
思考题	(163)
第 7 章 Quick Time VR 虚拟工业设计系统	(164)
7.1 Quick Time VR 概述	(164)
7.1.1 Quick Time VR 简介	(164)
7.1.2 Quick Time VR 的基本特征	(166)
7.1.3 Quick Time VR 与其他技术的比较	(169)

7.2 VR Toolbox 的用法	(169)
7.2.1 利用 VR ObjectWorx 实现与物体的交互	(169)
7.2.2 利用 VR PanoWorx 实现全景交互	(180)
7.2.3 利用 VR SceneWorx 开发动态全景视频	(190)
思考题	(198)
附录 Viewpoint 术语原文列表	(199)
参考文献	(212)

理 论 篇

第 1 章 概 论

1.1 基于虚拟现实技术的工业设计基础

1.1.1 基本概念

基于虚拟现实技术的工业设计是一种以现代信息技术为基础，利用虚拟现实技术和现代先进制造技术实现产品设计的方法。

现代信息技术是以微电子技术为核心，结合了计算机和通信技术，对各种信息进行接收、存储、传递和处理的技术。如利用计算机及其配套设备和数字化技术，将文字、声音、图像、图形和视频等多种媒体有机结合起来进行处理的多媒体技术等。现代信息技术发展的特点是网络化和智能化。互联网的发展是信息技术的综合体现，它将成为其他信息媒体的平台。

虚拟现实（Virtual Reality, VR）是一种高度逼真的模拟人在自然环境中的视、听、动等行为的人机界面。简单地说，是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机系统。虚拟现实技术不仅指那些戴着头盔和手套的技术，而且还包括一切与之有关的具有自然模拟、逼真体验的技术与方法，它的根本目标就是达到真实体验和基于自然技能的人机交互，能够达到或者部分达到这样目标的系统都可称为虚拟现实系统。

现代先进制造技术包括精益生产、并行工程、敏捷制造和绿色制造。

- **精益生产**（Lean Production, LP） 要求简化生产过程，减少信息量，消除过分臃肿的生产组织，使产品及其生产过程尽可能地标准化。

- **并行工程**（Concurrent Engineering, CE） 是集成地、并行地设计产品及其相关过程（包括制造过程和支持过程）的系统方法。

- **敏捷制造**（Agile Manufacturing, AM） 是一种以竞争力和信誉度为基础，选择合作者组成虚拟企业，进行分工合作的制造模式。虚拟企业为增强整体竞争能力，快速反映用户需求的同一目标而共同努力。

- **绿色制造**（Green Manufacturing, GM） 绿色制造是一个综合考虑环境影响和资源效率的现代制造模式，其目标是在产品设计、制造、包装、运输、使用和报废的整个产品生命周期中，使对环境的负面影响最小，资源的使用效率最高。

何谓设计呢？有人认为设计即解决问题，是一种目标导向的问题解决活动，这说明

设计活动是有目的性的。还有人提出,设计是一种过程,过程的运作是一种创造性的行为。此外,还有人强调设计是各专业的集合,包含来自广泛专业人员的所有工作。设计不仅指产品的形状,色彩及尺寸的确定,还是决策的过程,它处理有关物品形式如何反映经济性与技术功能性,并响应不同消费者的需求。由此可见,现代工业设计不仅包括传统的工业产品外形设计和工程设计,还包括市场研究、消费者调查、人机工程学研究、公关策划、企业网站的设计及维护等服务于产品生产及销售全过程的工作。

1.1.2 基于虚拟现实技术的工业设计特性

基于虚拟现实技术的工业设计主要具有三个特点:网络化、交互性、高效率。

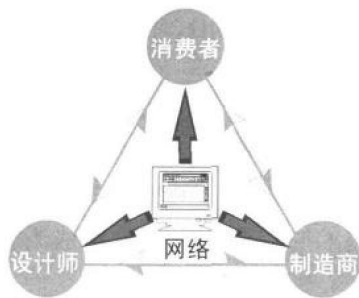


图 1-1 虚拟设计三角形

● **网络化** 如图 1-1 所示,在虚拟设计三角形中,基于虚拟现实技术的工业设计是以网络技术为基础的,通过网络建立起一种并行结构的设计系统,将设计、工程分析、制造三位一体集成于一个系统。一方面,在产品真正制造之前,首先在虚拟制造环境中生成数字样机,设计师、工程师和市场人员共同对其外观、性能、可制造性和市场接受程度进行预测和评价。在进行这些工作的时候,可以通过互联网在不同的地方相互反馈信息。另一方面,为了快速响应某一市场需求,可以通过

网络将产品涉及到的不同企业临时组建成为一个没有围墙、超越空间约束、靠计算机网络联系、统一指挥的合作经济实体,从而缩短产品的设计与制造周期,降低产品的开发成本,提高系统快速响应市场变化的能力。同时还可以通过网络建立多用户共享的信息资源库,随时根据自己的需要调出相关虚拟模型用于研究。

● **交互性** 基于虚拟现实技术的工业设计以三维虚拟数字模型作为信息载体,多人员协同工作。如图 1-2 投影式虚拟现实系统所示,数字模型如果与虚拟现实设备(立体眼镜、头盔、数据手套、跟踪器等)及投影设备结合在一起,可以生成产品的虚拟世界,这个虚拟世界是全体虚拟环境和给定仿真对象的结合,通过视觉、听觉和触觉等作用于人,使之产生身临其境的感觉,每个人对它所做的操作和修改都可以及时在数字模型上体现,从而实现了人与人之间、人与机器之间的信息交互。



图 1-2 投影式虚拟现实系统

● **高效率** 在设计波音 777 飞机的过程中,波音公司由于采用了虚拟现实技术,对比以往的飞机设计,公司节省了 94% 的花费,减少了 93% 的设计更改,而且使模具的设计精度提高了 10 倍,从而大大降低了费用,同时使制造周期缩短了一半。福特公司在

其 C3P (CAD/CAM/CAE/PIM) 项目中采用虚拟现实技术后, 使其产品周期从原来的 48 个月缩短为 24 个月。从以上的例子可以看出, 在工业设计中运用虚拟现实技术无疑可以提高资金和时间的使用效率。

1.2 虚拟现实技术对工业设计的影响

1.2.1 虚拟现实技术对工业设计观念的影响

随着基于虚拟现实技术的工业设计的广泛推广, 工业设计师将参与企业生产销售的全过程, 并对自己的设计负责。工业设计不仅包括传统的工业产品外形设计和工程设计, 还包括市场研究、消费者调查、人机工程学研究、公关策划、企业网站的设计及维护等服务于产品生产及销售全过程的工作。工业设计师需要具备更高的整体意识, 在每个阶段扮演适当的角色, 与不同阶段共事的各领域专家有效沟通, 携手合作, 使优良的设计概念顺利地转变为成功的新产品。同时还需要不断更新除工业设计专业知识以外的新知识, 如工程科技、制造技术、材料发展、自然环境、人文社会、文化艺术、市场营销、消费心理、生活资讯、竞争策略、经营管理等相关知识。只有这样, 才能正确把握社会的脉动, 并适时提出足以引起共鸣的创新概念, 并实现与经营阶层及产品开发团队中其他领域专家的有效沟通。

虚拟现实技术在设计中的普及, 将会改变设计质量的评判标准。以往我们所看重的效果图表现, 在具有高度真实感和交互性的虚拟模型面前将失去意义, 评判的标准将更注重设计的实质问题: 产品的创新、美和科学性。

1.2.2 虚拟现实技术对工业设计方法的影响

在传统的工业设计中, 如图 1-3 和图 1-4 所示, 我们一直使用二维的平面图来表达设计思想, 即使应用计算机三维软件, 最终也只能得到某个视角的立体效果图, 不能完全表达设计者的意图。而基于虚拟现实技术的工业设计方法是以数字化的三维模型作为设计思想的载体, 全面表达设计者的意图。别人可以根据自己的需要任意放大、旋转模型, 主动索取信息, 从而实现工业设计由面的表达向体的表达的突破, 让设计师有更充裕的时间来考虑设计的细节问题, 这对设计及其教育体系是革命性的冲击。

工业设计是建立在科学技术基础之上, 以赋予工业产品艺术性为目的的一项感性思维和理性思维相互融合的工作。将虚拟现实技术引入工业设计中, 在设计各个阶段利用虚拟数字模型方便快速地进行各种调查和试验, 可以取得适用面更广、更接近真实状态的试验数据。建立在实践基础上的产品设计工作将更具科学性和客观性。

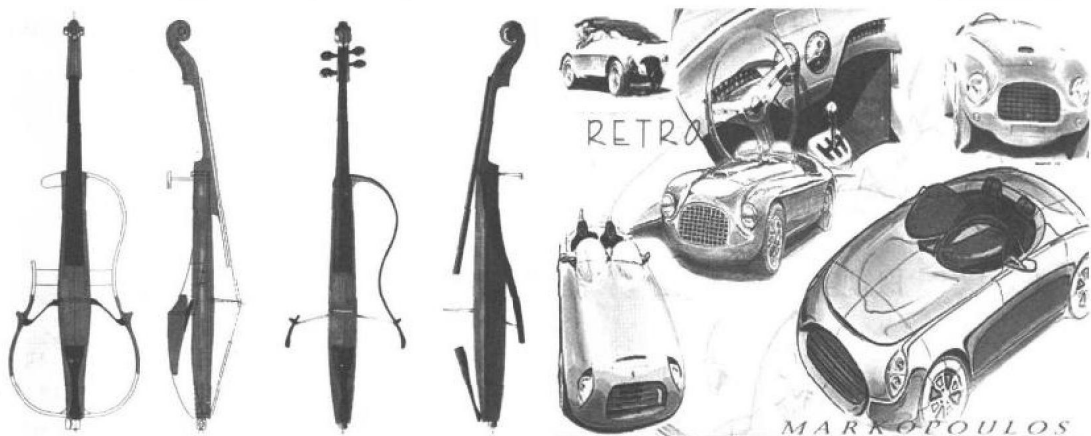


图 1-3 二维的平面图

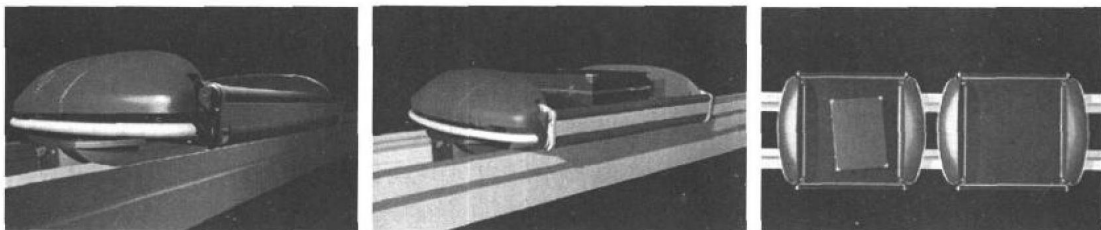


图 1-4 某个视角的立体效果图

1.3 基于虚拟现实技术的工业设计应用

1. 增强设计表现

利用个人计算机和低端工作站建立桌面虚拟现实系统，将设计方案做成可以任意放大、旋转的 Web 3D 模型，通过网络传送，用于设计交流。这是一种更为符合人类感知习惯的、高效的设计表达方式。

2. 辅助市场调研

产品设计的第一步就是市场调研，可将网上市场调查作为获取原始市场数据的一种方法。可以根据调查的主题设计一些具有不同特征、非常直观的虚拟模型，通过网络展示，请大家根据自己的喜好投票；还可以将需要调查的产品的部件做成若干种不同形式，以虚拟现实游戏的方式，请大家根据自己心目中该产品的理想式样进行组装，从而判断顾客的喜好，预测流行趋势。