



3D DRAWING&CRAFT
TECHNIQUES OF PRODUCT DESIGN

▲ 高等教育“十二五”全国规划教材 中国高等院校设计专业系列教材

产品设计三维表现技法

主编：薛刚 张诗韵

王楠 林英博 高华云 编著

人民美術出版社

3D DRAWING&CRAFT TECHNIQUES OF PRODUCT DESIGN

▲ 高等教育“十二五”全国规划教材 中国高等院校设计专业系列教材

产品设计三维表现技法

主编：薛刚 张诗韵

王楠 林英博 高华云 编著

图书在版编目 (C I P) 数据

产品设计三维表现技法 / 王楠、林英博、高华云编. --
北京: 人民美术出版社, 2011.3
ISBN 978-7-102-05483-4

I. ①产… II. ①王… ②林… ③高… III. ①三维—
工业产品—计算机辅助设计 IV. ①TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 022741 号

高等教育“十二五”全国规划教材
中国高等院校设计专业系列教材

产品设计三维表现技法

主 编: 薛 刚 张诗韵

编 著: 王 楠 林英博 高华云

编辑出版: 人 民 美 术 出 版 社

地 址: 北京北总布胡同 32 号 邮编 100735

网 址: www.renmei.com.cn

电 话: 设计艺术编辑室: (010)65122584

发 行 部: (010)65252847 邮购部: (010)65229381

责任编辑: 吉 祥

责任校对: 马晓婷 文 娅

装帧设计: 张子健

责任印制: 赵 丹

制版印刷: 沈阳新华印刷厂

经 销: 新华书店总店北京发行所

版 次: 2011 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 889 毫米 × 1194 毫米 1/16 印张: 9.5

印 数: 0001-2000

ISBN 978-7-102-05483-4

定 价: 44.00 元

版权所有 侵权必究

如有印装质量问题影响阅读, 请与我社联系调换。

总序

肇始于20世纪初的五四新文化运动，在中国教育界积极引入西方先进的思想体系，形成现代的教育理念。这次运动涉及范围之广，不仅撼动了中国文化的基石——语言文字的基础，引起汉语拼音和简化字的变革，而且对于中国传统艺术教育和创作都带来极大的冲击。刘海粟、徐悲鸿、林风眠等一批文化艺术改革的先驱者通过引入西法，并以自身的艺术实践力图变革中国传统艺术，致使中国画坛创作的题材、流派以及艺术教育模式均发生了巨大的变革。

新中国的艺术教育最初完全建立在苏联模式基础上，它的优点在于有了系统的教学体系、完备的教育理念和专门培养艺术创作人才的专业教材，在中国艺术教育史上第一次形成全国统一、规范、规模化的人才培养机制，但它的不足，也在于仍然固守学院式专业教育。

国家改革开放以来，中国的艺术教育再一次面临新的变革，随着文化产业的日趋繁荣，艺术教育不只针对专业创作人员，培养专业画家，更多地是培养具有一定艺术素养的应用型人才。就像传统的耳提面命、师授徒习、私塾式的教育模式无法适应大规模产业化人才培养的需要一样，多年一贯制的学院式人才培养模式同样制约了创意产业发展的广度与深度，这其中，艺术教育教材的创新不足与规模过小的问题尤显突出，艺术教育教材的同质化、地域化现状远远滞后于艺术与设计教育市场迅速增长的需求，越来越影响艺术教育的健康发展。

人民美术出版社，作为新中国成立后第一个国家级美术专业出版机构，近年来顺应时代的要求，在广泛调研的基础上，聚集了全国各地艺术院校的专家学者，共同组建了艺术教育专家委员会，力图打造一批新型的具有系统性、实用性、前瞻性、示范性的艺术教育教材。内容涵盖传统的造型艺术、艺术设计以及新兴的动漫、游戏、新媒体等学科，而且从理论到实践全面辐射艺术与设计的各个领域与层面。

这批教材的作者均为一线教师，他们中很多人不仅是长期从事艺术教育的专家、教授、院系领导，而且多年坚持艺术与设计实践不辍，他们既是教育家，也是艺术家、设计家，这样深厚的专业基础为本套教材的撰写一变传统教材的纸上谈兵，提供了更加丰富全面的资讯、更加高屋建瓴的教学理念，使艺术与设计实践更加契合的经验——本套教材也因此呈现出不同寻常的活力。

希望本套教材的出版能够适应新时代的需求，推动国内艺术教育的变革，促使学院式教学与科研得以跃进式的发展，并且以此为国家催生、储备新型的人才群体——我们将努力打造符合国家“十二五”教育发展纲要的精品示范性教材，这项工作长期的，也是人民美术出版社的出版宗旨所追求的。

谨以此序感谢所有与人民美术出版社共同努力的艺术教育工作者！

中国美术出版总社 社长
人民美术出版社



目录

1 第一章 形态造型三维表现的基础理论

第一节 无所不能——二维与三维表达	2
第二节 虚实之间——R3D 与 V3D 造型	8
第三节 前沿动态——V3D 的发展动态	13
思考与训练	16

17 第二章 形态造型的成型原理

第一节 四大元素——三维形态构成元素	18
第二节 纸上谈兵——三维形态造型成型种类	31
第三节 形态历程——三维形态造型成型过程	35
思考与训练	40

41 第三章 形态造型的建立方法

第一节 各显其能——造型建立典型方法	42
第二节 现实建立——R3D 建立三维造型	62
第三节 虚拟成型——V3D 建立三维造型	70
思考与训练	80

81 第四章 形态造型三维探索与设计

第一节 表面功夫——视觉触觉与肢体触觉	83
第二节 方案求证——造型材料功能实验研究	90
第三节 直接建造——三维空间直接建立造型	93
思考与训练	94

95 第五章 产品造型的三维表达

第一节 矩阵演出——产品模型的种类功能	96
第二节 运筹帷幄——产品模型的制作策略	98
第三节 金戈铁马——产品模型的物质条件	100
第四节 火光之间——典型材料产品模型加工范例	105
思考与训练	120

121 第六章 产品造型的表达策略

第一节 展示策略——造型展示的策略分析	122
第二节 样态展示——造型展示的系统表现	123
第三节 主题情节——形态情景化主题展示	137
思考与训练	147

第一章 形态造型三维表现基础理论

- 内容概述
 1. 无所不能二维与三维表达
 2. 虚实之间R3D&V3D 造型
 3. 前沿动态V3D 的发展动态

●教学重点
二维与三维之间的关系

●学习难点
R3D 与 V3D 之间的转换，
视知觉与触知觉的关系

●学时计划
课内合计学时：4 学时
(理论 2 学时，实验 2 学时)
课外研修学时：10~20 学时

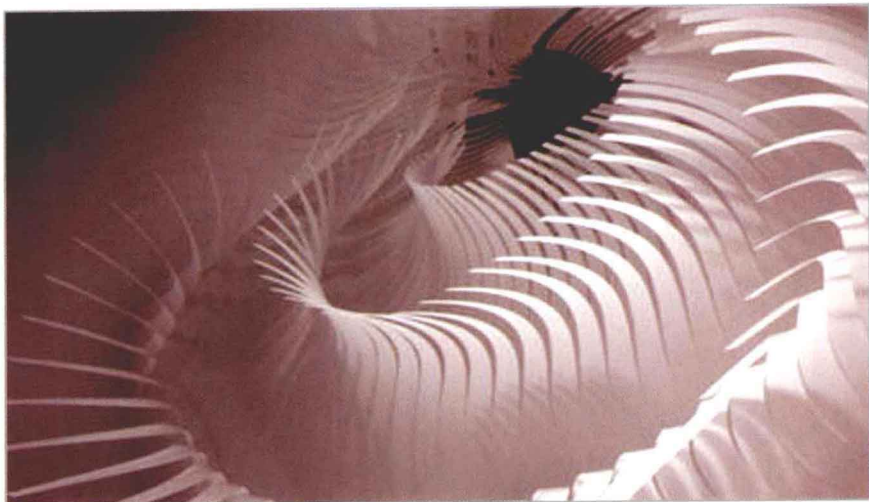
第一节 无所不能——二维与三维表达

我们日常生活真实的世界中，我们所见、所闻、所触的多是真实而立体的事物。这些事物形态中包括自然的形态、抽象形态，还有人造的形态。自然界中的事物形态变化万千，呈现多种样态，这些样态都是设计的转化来源。设计作品，多是立体的、三维的，所以，三维表达的作用是不可忽视的。在产品设计中，产品造型的三维表达更是表达的重要内容。

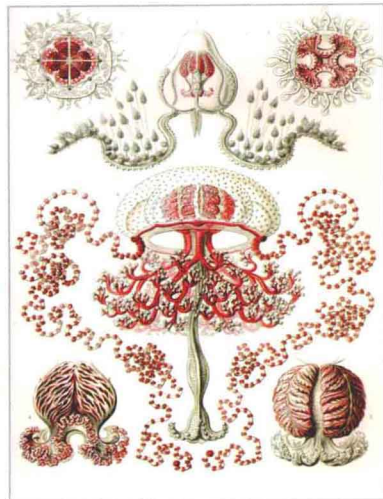
三维物体不仅包括产品设计，还可以扩展到其他方式和造物设计的专业：例如环艺、雕塑、服装设计等专业，甚至包括视觉传达、包装设计等等都需要立体的造型设计，所以了解三维立体方面的知识是非常必要的。产品的外观造型是产品设计相当重要的

工作内容之一，然而，设计出美观的产品造型依靠的不仅仅是绚丽的效果图表达，还需要图纸、草模型、比例模型、外观模型等表现。由此，造型仅仅依靠前期概念设计的草图设计、前期的三视图或六视图是不够的。造型设计必须要经过三维立体的多次的试验和验证过程，达到相关的设计要求后，才能得到最终的造型设计结果。

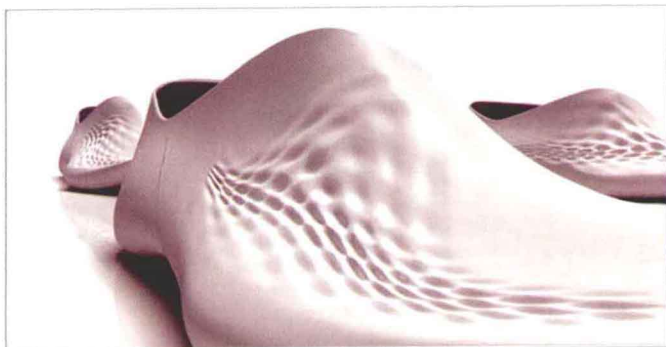
在一个设计师成长的过程中，从对物体的模糊认识开始，到经过科学的系统的形态学习，再到可以进行有效的，创造性的建立三维立体形态，最终可以通过科学的分析及利用三维造型为设计服务，这是个漫长的，循序渐进的认识过程。在这个过程中需要对立



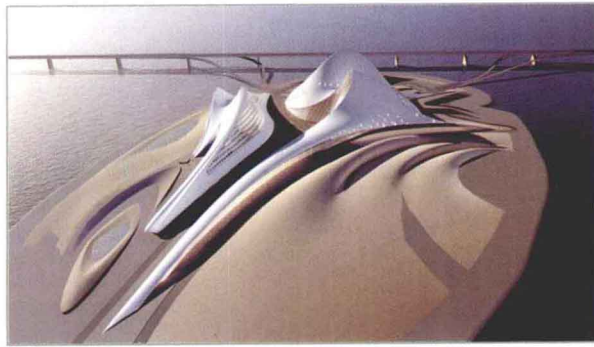
三维的艺术构成造型



自然形态的记录



产品形态的三维造型

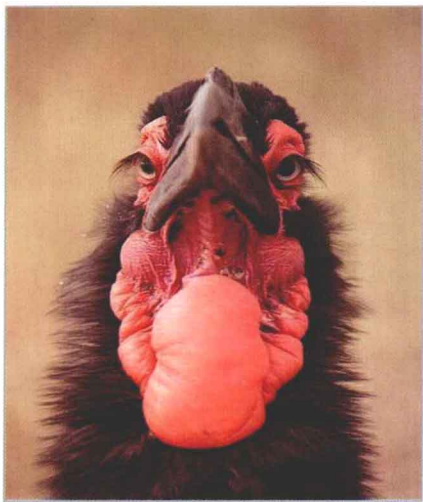


建筑形态的三维造型

体形态各种特性进行深入了解,包括体积感、触觉(包括视觉触觉和肢体触觉)、材质特性、造型表面处理、造型的功能与结构、造型的完善,记录与运用包括多媒体影像记录,最终才可以熟练地运用造型的方法和技巧进行设计。在深入了解后,充分运用各种方法,(其中包括了解立体造型的构成要素、立体造型的成型原理、立体造型的形成过程与方法步骤。)来完成造型设计。

在设计的过程中,站在三维的角度进行思考,甚至是进行多维空间的思考与设计,在立体空间思考是三维设计中的一个重要部分。在造物与行为方式的创造设计过程中,形态不只是静态的,还有动态的,所以要考虑其他的因素。正如科斯塔罗(美国设计教育先驱)曾经说过一个三维物体或空间不可能在一张纸上被创造出来,必然是在三维空间中被创造出来的。

设计必然要经历一个过程,在这个过程中,很多因素不是立刻就被确定的。它需要经过推敲、验证、试验等步骤,有时还需结合使用快速模型,计算机辅助设计等方法相互验证。“我不同意功能可以产生审美表达这个前提。我认为,功能需要反映一个时代,而各种审美则反映人造物的形体。”科斯塔罗认为设计的焦点是从审美培养转移到解决各种审美问题。对学生进行审美的引导与培养和训练,是非常重要的。这对培养造型能力有着直接的关系。创造三维形体的方法是用三维的方法去工作,这对于要进行造型训练的同学们来说,认同用三维方法在空间中进行造型设计是非常重要与必要的,这也是造型设计训练的重要目的。



自然形态中的鸡的造型



人类模仿自然造型的人工景观装置



室内设计中的三维形态造型



功能空间的三维造型

一、视觉知觉与触觉知觉间的断裂与联系

在设计过程中,表达的部分通常都会涉及到二维与三维的表达。表现信息都是一样的:被设计的物体。只是由于表现的方式不同,所以效果也会不一样。设计(包括产品设计、室内设计、雕塑、服装等造物的设计)都是将概念变为现实的过程,在这个过程中,被设计的物体本来是不存在的,是通过设计师的表达将其思维中的物体进行物化,也就是我们看到的被设计出来的作品。成熟的设计师都会通过科学的学习与训练,完成思维中物体形态变为现实物体的过程。在这个过程中,使用二维和三维的表达手段都是可以的,有的喜爱以实物形式进行琢磨,有的喜爱在纸上进行推敲。他们都是将脑海中的模糊物体转变成现实中的清晰的物体,由此可以看出二维与三维表达的目的是相同的,仅在某些方面有些许的区别,这要从人的视觉知觉与触觉知觉的关系说起。

正常人的视觉知觉和触觉知觉之所以会统一于同一个对象物体,不只是物体本身的属性,还依赖于两者之间存在的联系。

我们的知觉都是相对独立的,这些知觉之间本来是没有直接联系的,只有在这些知觉统一在一个物体上的时候,才会在他们之间建立联系,所以感官经验是被经验加工过的判断经验。

视觉知觉 $\neq$ 触觉知觉(贝克莱)

视知觉与触知觉没有必然联系:

一个天生视觉缺失的人,告诉他球体的概念,并且使他通过触觉感受球体。如果这个人恢复视力,在没有接触物体的情况下,通过视觉远距离从球体和锥体进行选择,最终这个实验的结果将是这个人在没有触觉帮助的情况下是无法分辨出球体和锥体的差别。这就是意识形态和视觉知觉没有产生关联的结果。在中国也曾经有《瞎子摸象》的故事说明这种情况。同样的,视知觉与听知觉没有必然联系。我们平常生活中打电话,如果你没有见过一个人,但是由于某种原因(例如工作原因),与这个人长时间地电话沟通接触,时间长了就会感觉两个人之间很熟悉,但是,当你在大街上和这个人碰到,如果没有声音接触,你就不会认出你的“好朋友”,这正是因为听觉知觉和视觉知觉没有产生联系。

所以无论是使用二维的表达方式还是三维的表达方式都必须经过学习和训练,将视觉物体与触觉知觉进行联系与统一才能在二维与三维中表达设计。

知识扩展

《瞎子摸象》:

《瞎子摸象》出自《大般涅槃经》:有王告大臣,汝牵一象来示盲者,时众盲各以手触。大王唤众盲问之,汝见象类何物?触其牙者言象形如萝菔根,触其耳者言如箕,触其脚者言如臼,触其脊者言如麻,触其腹着言如瓮,触其尾者言如麻。

贝克莱:

英国主观唯心主义哲学家、主教。贝克莱对于心理学的贡献,主要是他的《视觉新论》。经验断定来自视觉、肤觉的客体、方位、大小和形状。这本书主要企图证明人们的视觉经由什么途径来知觉客体的距离、体积和位置,并探讨视觉的观念和肤觉的观念有什么差异,是否有共同的观念。他认为由空间知觉来判断距离的远近和物体的大小,全凭人们的知觉经验。物体投射到眼睛视网膜的视象受方位、空气透视和相对大小的影响,这已是人所共知的常识。还提出眼的复合作用,眼的投射域和眼的调节作用(紧张度)。这些都符合现代眼科生理的事实。

二、视觉难以判断空间的深度

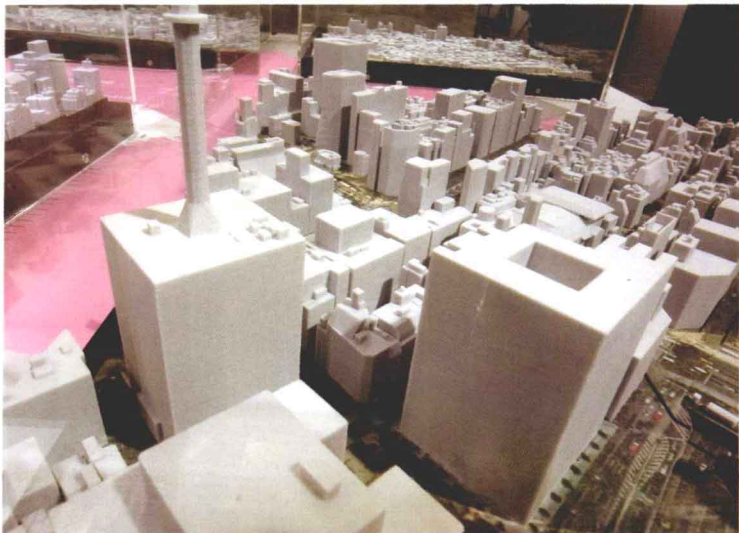
(一) 我们的视网膜只能把物体成像为二维图像。人们感觉出来的距离只不过是眼睛到物体之间假想的一条直线,直线的长度就是我们所说的距离。这条直线并不是平行于视平面直接呈现的,是有透视变化的,我们看到空间的长度,并不能直接反映问题,我们只能借助某些和距离相关的、不是必然的,但是有效的经验来判断距离。我们会被视觉欺骗,所以不能只靠经验将二维表现等同于所感知的物体,而要从多角度进行判断。

(二) 以空间和可以塑造的实体或者模型研究三维形态。虽然二维表达被视为设计过程中创造造型的重要手段,并且是有效的快捷的手段,但在这种快速的创建过程中,会被一些过程中的隐藏问题掩盖掉,这个就是单角度图片与视觉深度的误差,这些问题在设计过程中一开始的时候就是被忽略或者未被察觉的。当一幅漂亮的手绘图放在我们面前的时候,我们会被它漂亮的轮廓、绚丽的色彩和材质的表现等所吸引,但是有时完全遵从前期的概念草图(尤其是初期手绘图),进行造型深入创建后,会发现这些造型没有当时看效果图时那样震撼,这是什么原因造成的呢?原因就在于在后面的设计过程中,设计者没有按照三维的思维方式去思考,只是一味地按照二维的

思路进行转化,没有从空间的角度审视造型,没有在对空间中的物体进行再设计,结果导致了形态多样性的丧失。在二维表达中,尤其是曲面体,通常只会表现出造型的轮廓,对于造型表面细节,只能估计。

(三) 通常在设计过程中,三维造型说明问题的能力远大于二维图形的说明能力,并不是所有的造型都可以很容易地用二维表现技法(俗称手绘)表现出来。图纸也只是表达单个方向的效果,并不能表现出物体的全貌。绘制多张效果图只为表现一个物体形态,即 $N=1$ ($N \text{ views}=\text{one object}$),但是利用三维表现手段制作一个物体,就可以从多角度进行参量,进行设计调整,即 $1=N$ ($\text{one object}=N \text{ views}$)。在日常的设计过程中,若将二者进行相互转换,则可能会取得更好的设计结果。那么从二维多视图转化成一个实际的三维物体,再从多角度验证二维的物体。在设计的过程中一般需要进行二维的设计,把想法,思考的结果用二维的方式记录下来,进行推敲,再把已经获得的二维图像转化为三维物体,就是 $1=N=1$ 。

模仿观察城市角度的模型



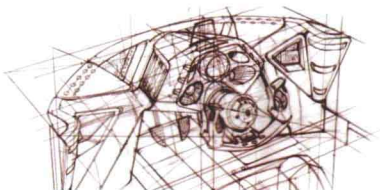
室内空间的透视图片



通过总结二维与三维表达的关系可以得到一个结论：二维表达和三维表达拥有共同的表达目的，所以，物体的二维表达和三维表达是可以相互转化的。对于同一个物体，可以将多个角度的视图，经过合理、合适的方法将其转化，制作成为三维物体，再反过来验证该物体二维表达的准确性。

二维与三维表达手段的不同偏重与差别

		二维 2D	三维 3D	
			真实三维	虚拟三维
视觉感官体验	优点	直接有效，可以表现物体的造型特征，但只能从单个角度表现，通常要表现一个物体，会选择多个角度进行多次表现。	表现效果直接、有效，可直接进行空间研究。	表现效果完美，可以虚拟各种环境、光线和材质。
	缺点	对曲面微妙、造型复杂的造型表现起来比较吃力，有可能会产生视觉误差。	受加工材料和工具与加工工艺的限制。	受软件的技术条件的限制。
耗费时间		时间短	时间长	时间适中
知觉感官体验		无触觉	有触觉	无触觉但是可以转化为实体产生触觉。
修正难度		纸面绘制需要重新绘制，计算机软件制作，修改容易	修改较麻烦，直接修改模型。	修改容易，可以直接调节参数修改造型，或者重新建模。
对空间要求		低。需要工作平面，需要电脑设备，需要专业软件。	高。需要空间很大，需要相应的工具 and 材料。	很低。电脑设备、专业软件。
经济耗费		低 如果使用电脑则需要设备与软件的费用。	高 需要材料、设备工具、场地。	高 需要电脑设备，需要软件，可反复使用。



在学习阶段,通过学习三维表达可以达到两种目的:学习目的与设计目的

1. 学习目的:

验证对物体的理解(形体特征),了解物体二维表达与三维表达的相互转化。

在学生没有建立立体思维形态与实物形态相关联的情况下,可以进行以下训练。

- (1) 选择一张或几张实物图片;
- (2) 以想象进行多角度的手绘练习;
- (3) 将物体以视图的方式进行二维表达;
- (4) 将二维表达的物体制作成实物或使用计算机软件制成电脑三维模型文件。

(5) 将制作出来的物体与之前选择的图片进行比较,找出差距。

2. 设计目的:

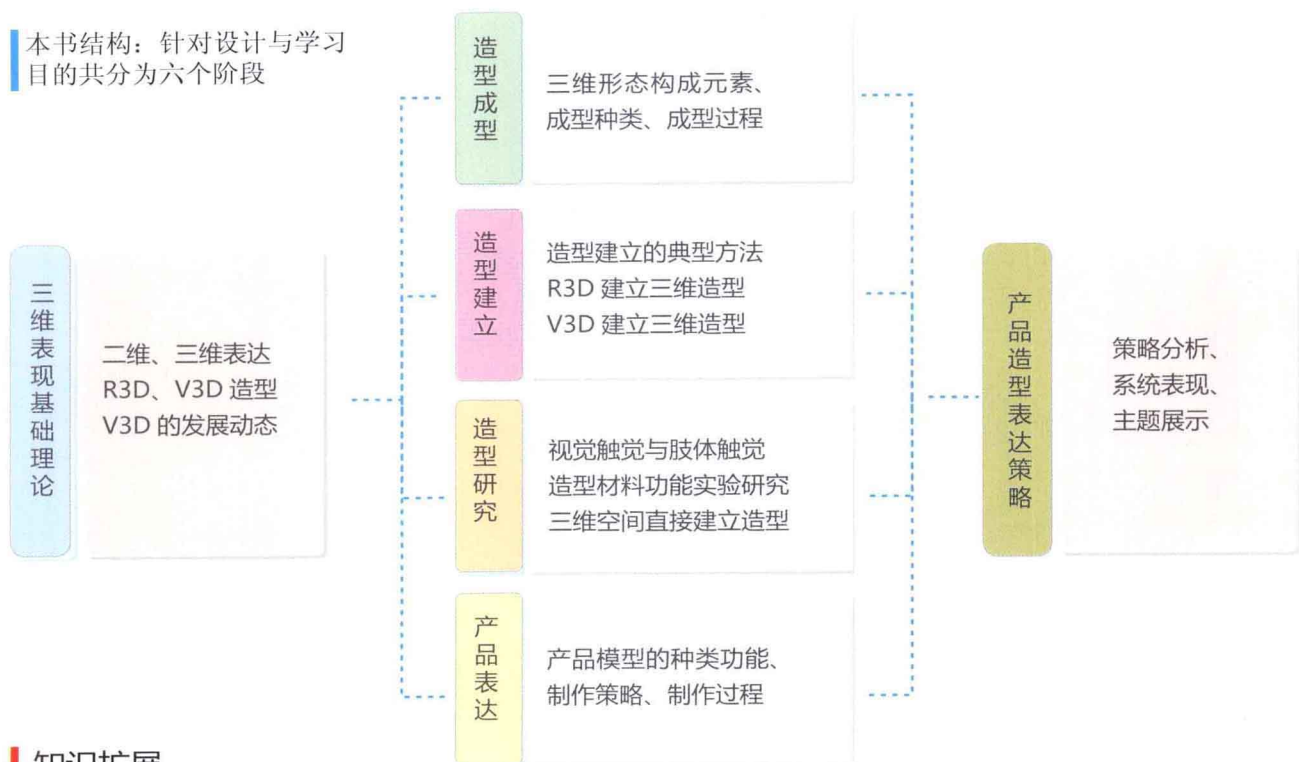
验证出造型设计的视觉感受和触觉感受。

在造型设计的过程中建立起来的二维与三维转化的能力,这一个阶段是将模糊造型进行清晰明确的物化过程的训练,步骤如下:

- (1) 在思维中进行造型创造;
- (2) 将造型在纸上进行多角度记录;
- (3) 通过合理的方法将物体制作出来;
- (4) 将最初思维中的造型与实际制作出的造型进行比较,指出差别;
- (5) 将思维中的造型假想进行实物的触觉体验。

经过针对上述两个目的的训练,可以将意识形态与真实物体联系起来,增强视觉物化的能力,将想象中多角度表现物体与真实物体多角度表现进行过渡训练,在这个过程中需要进行有针对性的学习和练习,以提高学生的造型能力。

本书结构:针对设计与学习目的共分为六个阶段



知识扩展

针对物化的概念,本书中“物化”指的是将思维中或者二维图片中的物体在真实空间中制作出来,但是“视觉物化”所指的是物化更加强调视觉效果,不仅仅是以仿真、写实为目的,还需要以再设计为手段,将“物化”物品附加视觉美感,属于再设计的范畴。

第二节 虚实之间——R3D 与 V3D 造型

一、R3D 与 V3D 的定义

真实空间三维物体: truespace or real 3D 指的是我们生活的真实时空内, 所有物质的总称, 是建立在具有空间和时间的意识之中。简称为 R3D。

虚拟空间三维物体: virtual space or virtual

3D 指的是虚拟三维空间, 这里主要指视觉所呈现的三维空间, 主要的就是使用数字技术手段, 模拟显示的三维空间。简称为 V3D。

R3D 与 V3D 之间的特点对比

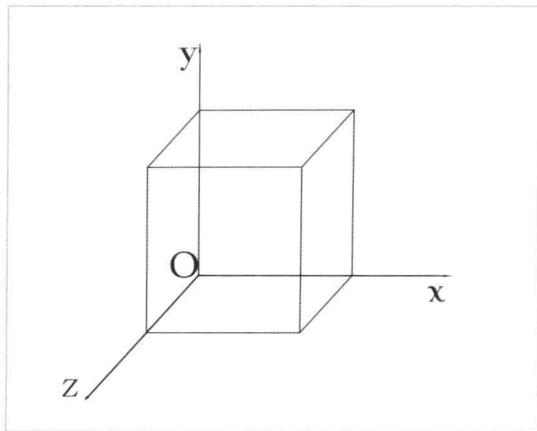
	物质基础	空间概念	表现手段	操作难度	转化方式
R3D	真实材料 真实工具 真实空间	真实尺寸 (受材料属性、工具尺寸、场所空间限制)	依靠真实灯光、材料、环境等表现物体	简单, 受技术、材料、工具等限制	依靠三维扫描设备将 R3D 转化为 V3D
V3D	计算机设备 三维软件 显示系统	虚拟三维不受任何限制, 可随意缩放, 但显示受一定限制	依靠虚拟灯光、环境等表现物体	受计算机运算速度和软件操作难度限制	依靠三维成型设备将 V3D 转化为 R3D

知识扩展

笛卡尔体系的三维构成理论基础:

三维物体属于抽象概念、不遵从于实际物品。所谓三维, 按大众理论来讲, 只是人为规定的相互交错的三个方向, 用这个三维坐标, 看起来可以把整个世界任意一点的位置确定下来。三维既是坐标轴的三个轴向, 即 x 轴、y 轴、z 轴, 其中 x 表示左右空间, y 轴表示上下空间, z 轴表示前后空间, 这样就形成了人的视觉立体感。

在坐标中, 首先确定的是原点, 其他的位置属性都是由此点延伸的。



二、R3D 与 V3D 的关系

R3D 与 V3D 的关系在前面的表格中可以清楚地看到, 三维物体在不同的空间内所遵从的造型标准是相同的, 它们的属性(空间概念属性)相同, 具有相互转化的基础, 由此可以说 R3D 与 V3D 虽相互独立存在, 但是在一定的技术、物质条件下, 真实空间三维物体与虚拟空间三维物体可以相互转化。在转换的过程中有下面几种情况:

- (一) V—R (V3D—R3D)
- (二) R—V (R3D—V3D)
- (三) R—V—R (R3D—V3D—R3D)
- (四) V—R—V (V3D—R3D—V3D)

前两种转化方式只是单纯的转化, 将两种空间的

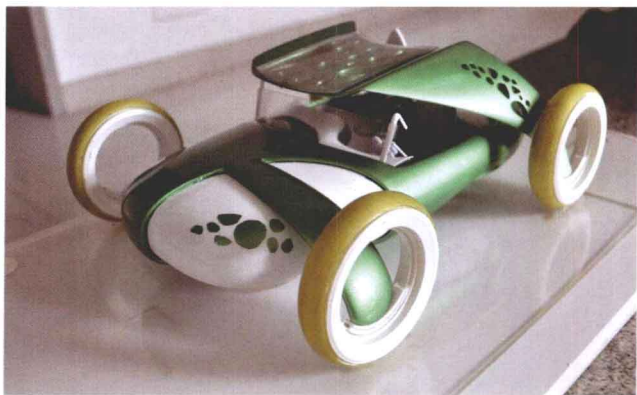
物体相互转化, 第三种和第四种情况就是属于验证与调整阶段。

R—V—R 先把物体在真实空间内建立, 再由特定设备转化为虚拟空间的三维物体, 成为数字模型, 将其在虚拟空间中进行修改与调整。经过调整后, 再通过特定设备在现实空间中制作出来。其最终的所属空间没有发生改变。

V—R—V 把虚拟的物体, 通过成型技术在真实空间中制作出来, 进行实际操作和验证, 进行必要的修正和调整。最终再使用特定设备, 将其在虚拟空间内重建。



电脑建立的三维模型, 旨在研究汽车造型设计。



由左图三维模型制作出来的实体模型。



构想“未来城市”的城市规划设计, 使用三维成型技术进行城市空间的模拟和还原, 以便进行城市设计规划研究。

三、R3D 与 V3D 之间的转化

在实现虚拟空间的物体与真实空间的物体转化的时候,需要借助特定的技术和设备。随着技术的进步,这种设备已经进入到了市场使用阶段。这些设备都是属于数字设备,功能作用有两种。一是将实际物体数字化的设备(三维扫描仪),作用是将真实空间中的物体转化为虚拟空间的物体。二是将数字物体实物化的设备(三维成型机)。作用是将虚拟空间的物体转化为真实空间的物体。

(一) 输入设备: 三维扫描仪

在许多领域内,如面形检测、实物仿形、自动加工、生物医学等,物体的三维信息是必不可少的,需要迅速获取物体的立体彩色信息并将其转化为计算机能直接处理的三维数字模型。三维扫描仪就是实现三维信息数字化的一种很有效的工具。在国外大部分工业化较发达国家,此类设备一般应用于三维检测与逆向工程、优化设计等领域中。三维扫描仪分两种类型:接触类三维扫描仪与非接触类三维扫描仪。

现在非接触的光电方法对曲面的三维形貌进行快速测量已成为一种趋势。非接触式测量,避免了接触测量中需要对测头半径加以补偿所带来的麻烦,而且

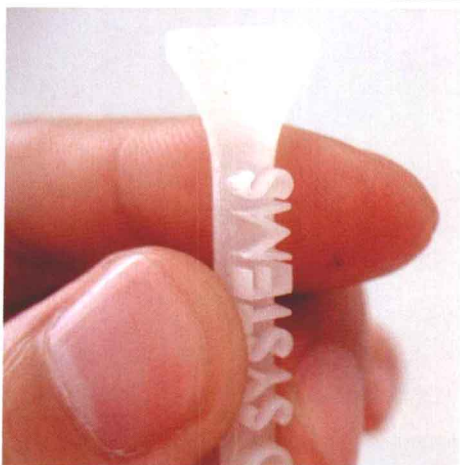
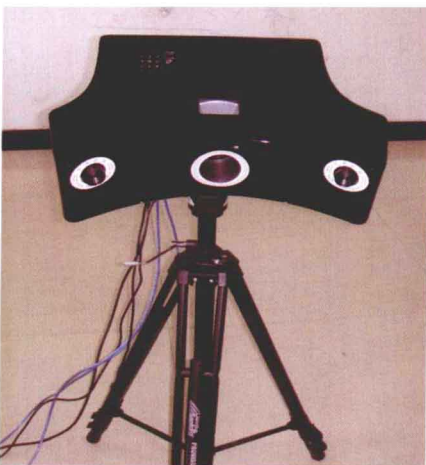
三维扫描仪扫描后的电子文件



不同类型的三维扫描仪



三维成型机及加工工件



对物体表面无伤害,可以实现对各类表面进行高速三维扫描。非接触式扫描分两种,光栅式与拍照式。

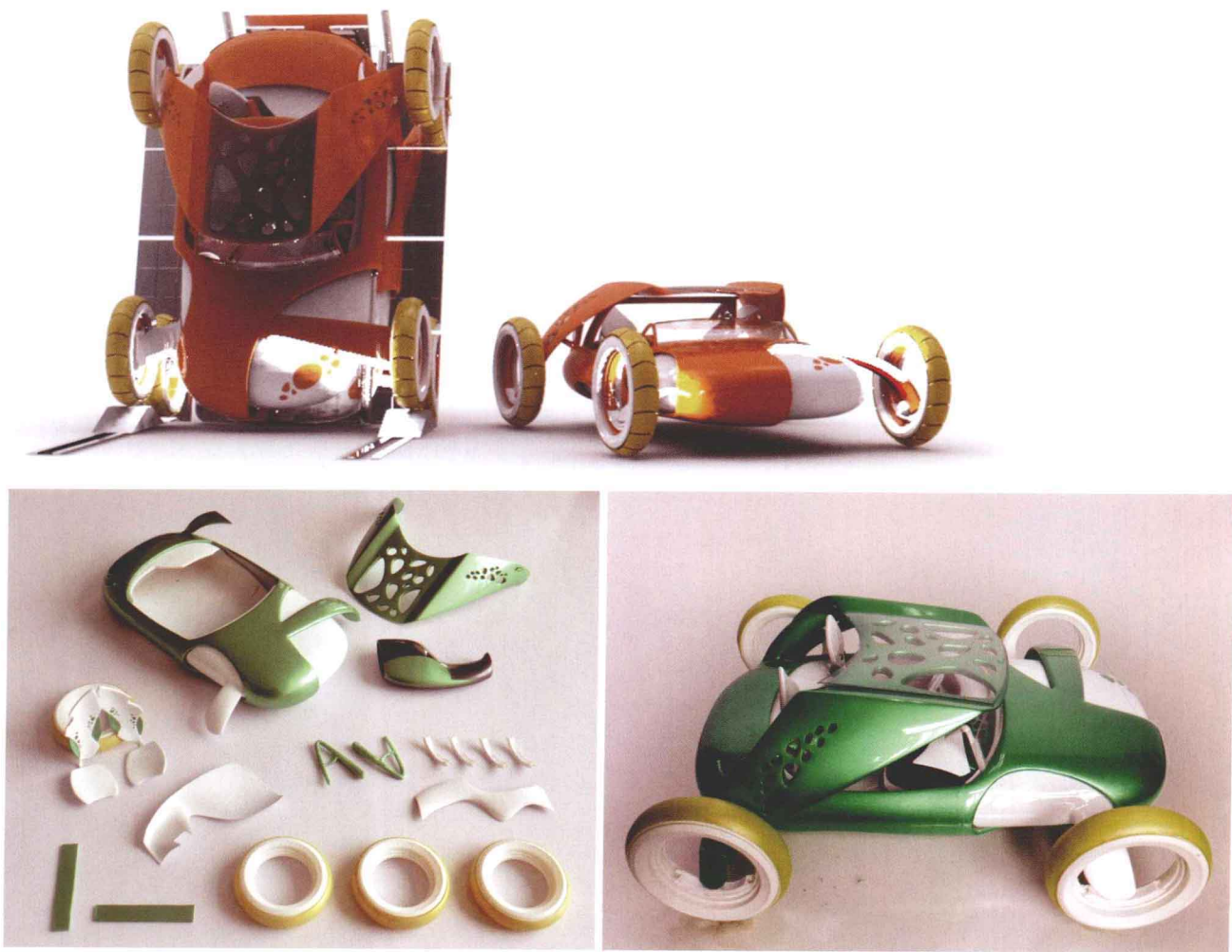
尤其照相式三维扫描仪则采用面光,速度更是达到几秒钟百万个测量点,应用于实时扫描、工业检测具有很好的优势。

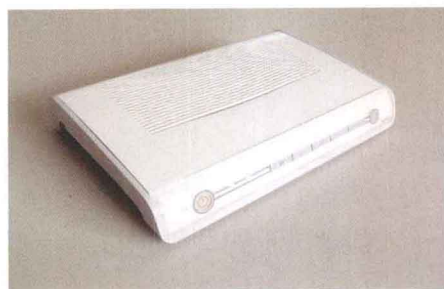
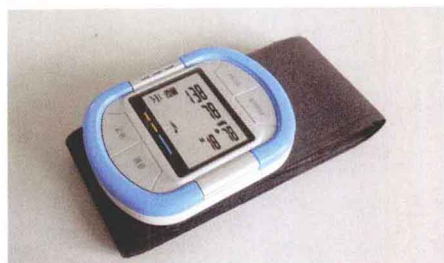
(二) 输出设备: 三维成型机

三维成型机属于一种快速成型(Rapid prototyping)技术,三维成型机有时也被称为快速成型机,是一种由CAD(计算机辅助设计)数据通过成型设备以材料累加的方式制成实物模型的技术。这一成型过程不再需要传统的刀具、夹具和机床就可以

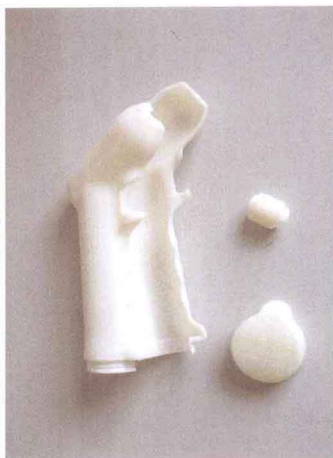
打造出任意形状。它可以自动、快速、直接和精确地将计算机中的设计转化为模型,甚至直接制造零件或模具,从而有效地缩短产品研发周期、提高产品质量并缩减生产成本。

虚拟效果图、三维成型机制作的模型零件和零件组装后的效果。

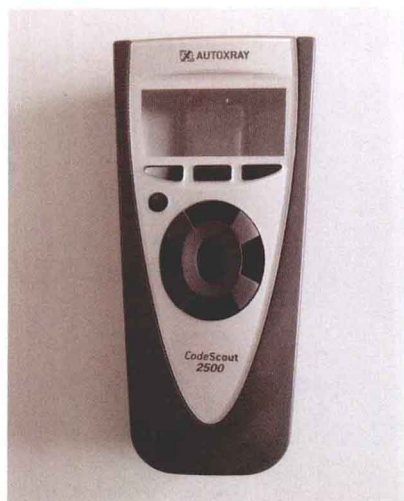




三维成型机制作的模型完成后演示效果。



三维成型机制作的模型零件和零件拆分效果。



三维成型机制作的模型零件着色后效果。