

ZHONGGUOGAODENGYUANXIAOGONGYESHEJIZHUANYEXILIEJIAOCAI
中国高等院校工业设计专业系列教材

产品设计模型表现

CHANPINSHEJIMOIXINGBIAOXIAN | 编著 俞英 韩挺 李勇



中国高等院校工业设计专业系列教材

ZHONGGUOGAODENGYUANXIAOGONGYESHEJIXILIEJIAOCAI

产品设计模型表现

艺术总监 张 同

策划编辑 张 晶

编 著 俞 英

韩 挺

李 勇

责任编辑 张 晶

封面设计 孙 青

版式设计 交流设计工作室

目 录

第一章	模型设计概念 / 1
	第一节 模型的内涵和分类 / 1
	第二节 模型的作用 / 6
第二章	材料选择与工具 / 8
	第一节 模型与材料 / 8
	第二节 工具与材料 / 18
第三章	模型表现相关要求 / 27
	第一节 模型设计与表现技法的特征 / 27
	第二节 效果图表现的要求 / 29
	第三节 模型图表现的要求 / 46
第四章	材料表现技法 / 65
	第一节 木质材料表现技法 / 65
	第二节 石膏材料表现技法 / 71
	第三节 塑料材料表现技法 / 76
	第四节 玻璃钢材料表现技法 / 81
	第五节 金属材料表现技法 / 87
	第六节 油泥材料表现技法 / 92
第五章	表面装饰处理技法 / 99
	第一节 表面装饰处理概述及作用 / 99
	第二节 表面装饰处理的方法及程序 / 100
第六章	快速原型制造技术 / 109
	第一节 快速原型制造技术的原理 / 109
	第二节 快速原型工作流程 / 115
	第三节 快速原型技术的应用范围 / 118
	第四节 当前快速成型技术研究和应用的热点问题 / 123
第七章	模型实例表现分析 / 126
	第一节 木制模型实例 / 126
	第二节 塑料模型实例 / 127
	第三节 石膏模型实例 / 129
	第四节 油泥模型实例 / 130
	课程作业 / 134
	参考文献 / 135

前 言

设计，是从意念到设计思路成形作为开始，形成具体设计方案不断深入表达时，就到了设计激情大显身手的阶段，运用的是各种手法，交融的是理性和感性的火花，凝注的是继往开来的物质精神。原创嫩芽发展到成果表达，模型表现在其中体现出实现设计的价值和意义。

模型表现是基于各种材料、工艺、制作手段和技巧进一步完善设计思路、深入表达和协调整体创意的重要环节。思路的细化深入，形体结构的精细刻画，人机关系的实体体验，综合功能的全面验证，表现风格的优化比较，等等，都在这一环节中体现出来。设计中的表现内涵在这一阶段反映得更加真实感人。

本书的编写是出于对此工作的执着热爱，力图通过努力使这方面的基本原理、知识和技能系统化，为现代设计教育的快速发展发挥微薄之力。

我们在积累了十多年产品设计模型教学经历和设计项目实践的基础上，经过整理充实形成本书。书中围绕产品模型表现为中心，在部分章节中也列举和介绍了环境设计模型等方面的常规知识和技巧。由于水平有限和时间仓促，完稿时总感到有不足之处，愿各位同仁和学生们在此砖石上再生出美玉。愿我们以此项工作的责任共同推进我国设计教育的快速发展。

在本书的编写中，张婷、林真等同学协助整理了部分图片和排版，深表感谢。上海人民美术出版社张晶先生给予的鼎力支持才使本书顺利出版，特致以真诚的谢意。

俞英

2003年12月

第一章 模型设计概念

模型，是产品造型设计、环境艺术设计等设计领域的主要设计表现手段之一。它是立体的形态表达特定的创意，以实体的形体、线条、体量关系等元素不同程度地表现设计思想，使设计思想的结晶化为视觉和触觉化的近似真实的设计方案。要真正使模型完成设计给予的使命，就要考虑如何根据不同的设计思路的特点去设计模型和制作模型，因而，就模型表达或表现而言，其制作程序和方法既是再设计或进一步完善设计的过程，又是依靠具体表现技能强化设计表现的过程。

建筑设计、环境艺术设计中的模型制作，通常设计师的设计表现方法是画出草图、效果图、平面图或施工图，即可完成一整套设计方案。如果为了增强视觉的感染力和开发商对购买者的说服力，就要选用模型设计这种方法来表现。建筑模型的技法没有产品模型那么复杂，所以，设计师很少亲自动手制作模型，往往都是由模型公司根据设计师设计的图纸来制作完成。其表现技法就是恰当地选用模型构件，甚至可利用电脑雕刻。

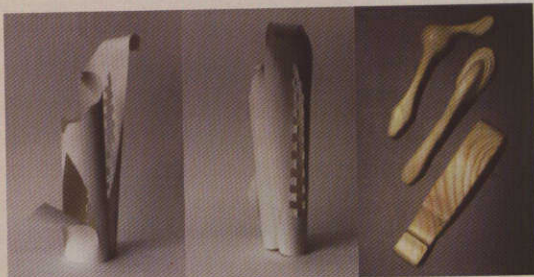


图 1-1 纸制品

图 1-2 木制品

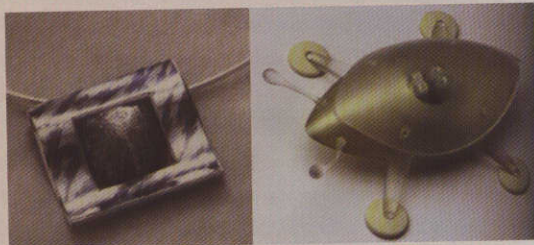


图 1-3 金属制品

图 1-4 塑料制品

第一节 模型的内涵和分类

在艺术设计领域里，“模型”具有不同的含义，更多的时候，它是一种对造型形态的塑造和创造，通过具体的造型，材质，肌理来模拟表现最终效果。



图1-5 卡通人物

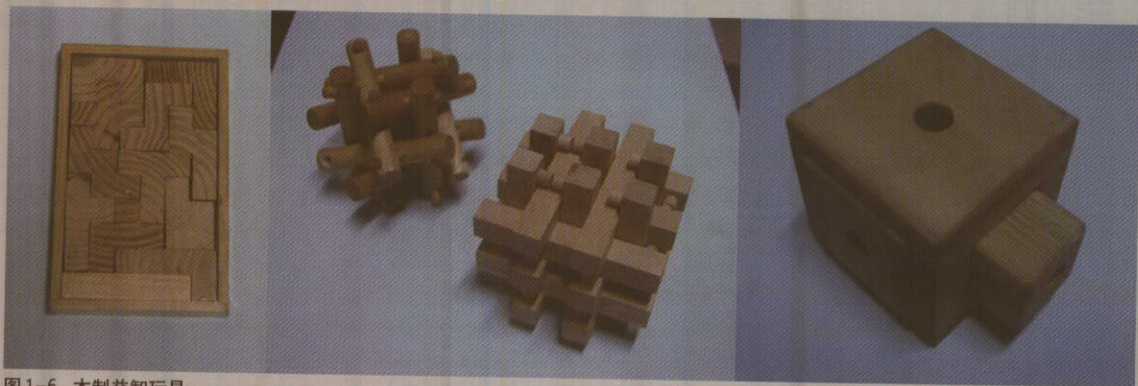


图1-6 木制益智玩具



图1-7 轮船模型



图1-8 飞机模型



图1-9 摩托艇、汽车模型

一 以作用性分类

在日常生活中，我们可以接触到各种各样的交通工具、建筑、仿制武器以及卡通人物、动物造型等模型产品。这类模型产品的主要作用是满足人们追求情趣的要求，它已经是产业化的大环境条件下发展起来的比较成熟的商品，是在原型样式或者形象的基础上，进行一定范围的比例的缩放，用能够反映最终效果的材质，制作成小的部件，形成包装后的产品，各类模型产品的爱好者购买后，根据商家提供的制作图纸，组装方法，去制作、修饰以期达到与原型“传真”的效果，在这个过程中满足个人的喜好和审美意趣。

另外一类，则是为了检验产品设计的合理性或者通过模型达到的效果来检验设计思想、创意而制作的模型，比如在设计艺术范



图 1-10、11 建筑模型

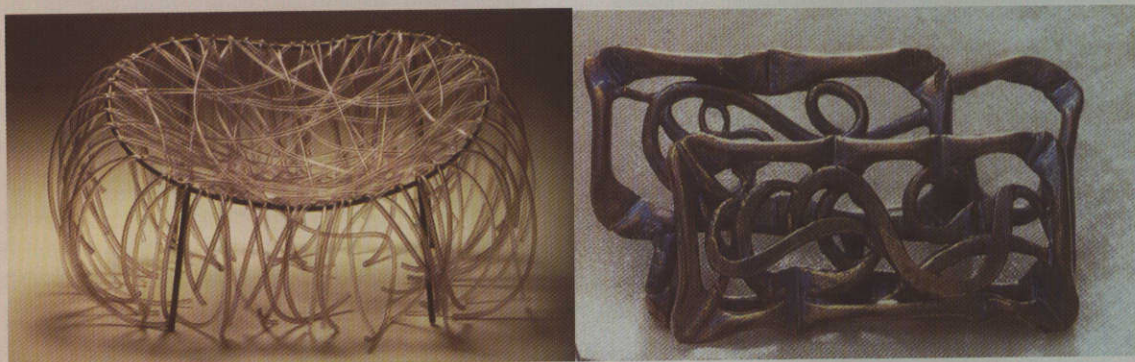
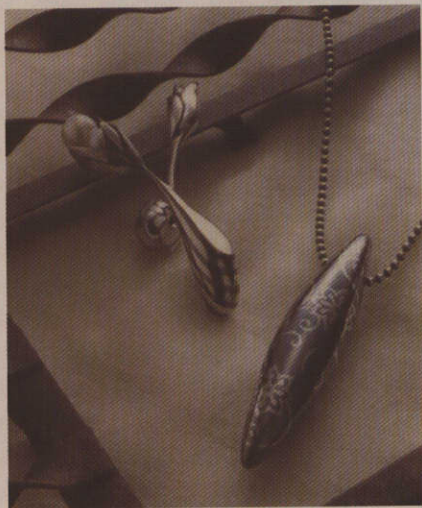


图 1-12-14 工艺品模型



畴内，产品造型设计、建筑设计、环境艺术设计、工艺品设计中，模型制作是在设计表现中主要的表现手段之一，此外在机械、电子、制造行业中，模型的制作也占据很重要的地位。



图1-15、16 手机模型

二 以加工工艺分类

模型按照加工工艺的不同，可分为手工模型和数控模型。

手工模型因为具有成本低、修改方便的优点，一般来说，大多数设计工作者都是通过手工模型来检验最终产品设计效果。在制作过程中，发现问题，解决问题，不断优化设计思路，及时调整，这也是达到视觉艺术效果最常用的方法。但是手工模型制作相对有不足之处，比如制作周期长，尺度精确性不够等问题。

随着计算机的普及，辅助设计软硬件设备的升级换代，加速了数控模型制作成本的降低，数控模型，根据所用设备不同又可分为激光快速成型（RP模Rapid Prototyping）模型和加工中心制作模型（CNC模型），RP模优点在于快速，通过堆积技术成型，缺点也在于外表相对粗糙，还不能真正达到产品传真的最佳效果，CNC模型优点相对比前者进步了，主要体现在它能非常精确地反映图纸所表达的信息，采用物理加工成型，原料采取密度最好的工程塑料，具有很优异的韧性和强度。这类的模型加工方法，其目的和宗旨都是为检验产品设计的工艺结构，外表也实际达不到“传真”的设计表达效果。在后面的章节里，我们会比较详细地介绍一下相关的技术和发展动态。



图1-17 香水瓶模型

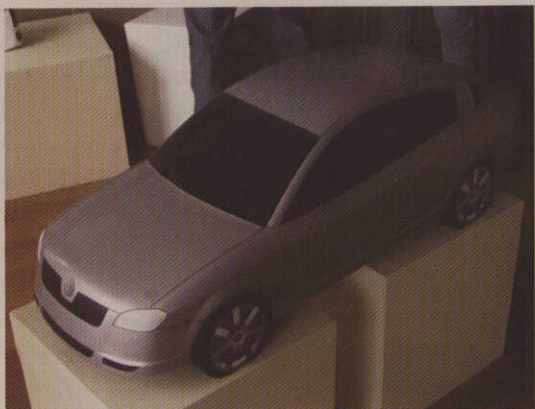


图 1-18 油泥模型



图 1-19 木制模型



图 1-20 ABS 板塑料模型



图 1-21 石膏模型



图 1-22 综合材料模型

三 以制作材质分类

模型制作中，我们把模型通常使用的材料分为 6 大类：石膏模型、木质模型、塑料模型、油泥模型、纸质模型与其他类综合材质模型。

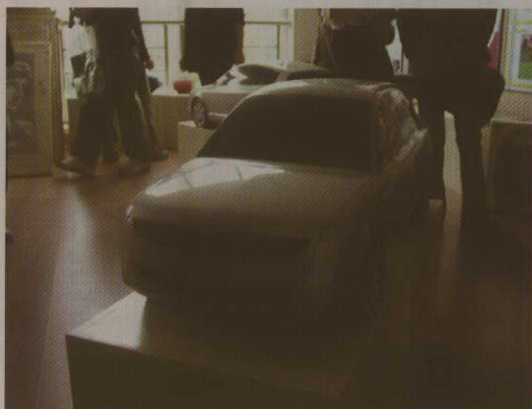


图 1-23-25 油泥车模展示会

第二节 模型的作用

在工业产品设计的开发过程中，需要许多设计人员有效合作。从设计师构思草图、效果图、三视图直到模型设计与制作由工业设计师完成，而从外型到内部组合件工程结构，特别是模具技术结构等工作需要结构设计师的全力配合，工程师则负责产品内部的性能指标以及软件技术实现等问题的工作，这是一个完整的技术开发团队。而在确定新产品设计开发项目并且实施之前，需要有个完整的立体形象展现，为调整修改设计方案、检验设计合理与否、指定产品能否提前生产等提供充分依据，在此模型设计表现有着举足轻重的地位。

这些年来，日益激烈的社会竞争导致产品的开发速度日益成为竞争的主要矛盾，随着科技的进步与技术的更新加快，模型设计制作的硬件配套设备的加速折旧使得数控模型制作成本急速下降，计算机的普及以及精确的计算机辅助设计 CAD/CAM 的快速发展，为模型制造提供了更精确优秀的技术支持，使得模型的精确程度大幅度提高。另一方面，模型的制造有效地加速了产品开发的周期。正是在这种情况下，模型制造业便脱颖而出，成为一个相对独立的行业而蓬勃发展起来。

一 检验设计思路与工艺方案的作用

模型不仅是可视的，并能充分地体现出三维空间的视觉感和触摸感，它可以很直观的以实物的形式反映出设计师的设计思想，避免了图纸的弊端。当产品模型最初制成时，与从图纸中所获的观感类同，往往会从模型中发现许多需要改进优化的地方，设计思路上也存在着盲点，需要深入完善设计。一件产品的最终制成，不会是一时性地凭空想像出来，而是在多次的工作实践中不断改进完成的，比如：在运用试验时，对具有活动性机构部分的制品尤其要注意，多分析、多试验，一旦发现不够清晰、不够合理的地方，就要及时改进或重新设计，有可能还需要再做模型或做局部模型，反复观察、试验，直至达到理想的状态。

模型也可以观察出该产品未来的实体情况，是在产品造型设计到生产过程中模拟真实产品的各个方面的检测。特别是对产品的人机性及使用机能的检测、三维形态外轮廓的美感检测、对模具分模结构线的设计与检测，“RP”技术对产品工艺结构、模具注塑成型加工工艺等等多方面的检测。

二 风险小与超前预想的作用

由于模具制造的费用一般很高，比较大的模具价值几万乃至几百万，如果在开模具的过程中发现结构不合理或其他问题，其损失可想而知。而模型制作则能最大程度避免这种损失，减少开模具的风险。

这种简易模具可以小批量地生产出一到几百件产品样品，可供新产品设计发布会、展示会、交易会、发布广告、订货等方式获取市场反应，寻求合作或者投资，取得“眼球效应”，争取快速获得定单。由于工业产品属于工业性大批量生产的产品，产品设计成功之后，还需要作生产前的工具准备、机器调试、生产程序安排等，定单尚未到手，企



图1-26、27 对电话机模型的检测

业为了争取时间迅速作生产工序的准备。而模型对生产工序的准备及制造前的准备工作发挥了极大的作用，这就是超前效应带来的好处。

第二章 材料选择与工具

第一节 模型与材料

制作不同造型的模型，需要选择恰当的表达特征的材料，选择不同特征的材料，就要选用不同的加工工艺和处理方法。

对于艺术性的雕塑、浮雕或非几何形状及不规则形态的设计作品制作模型时，多数人用手工泥、黏土或石膏为造型材料。造型的雕塑者不一定需要按照严谨的尺寸图进行制作，往往有一张构思草图或效果图就可以开始操作了，凭着感觉、心意去塑造。使用手工泥、黏土作设计作品形态塑造，可随意雕与塑或增与减。以至达到最理想的效果。所以许多设计师也有采用雕塑家的设计与制作方法，亦有以黏土或手工泥塑造初型（草模）待定稿后再作制图，以及再选用石膏或其它塑料或ABS、有机玻璃等材料重新复制出较细致的模型，精心加工完成。

关于材料的性质方面，包括着怎样将材料施于形态化的问题。因此，当涉及到材料方面时，自然地包括技术方面的实际工作问题，即：所谓技术与制造过程。材料具有其强烈的特性，同样地，使用的工具、机器也有其独特性。用锯子不能钻孔，钻孔机不能锯木板等，这种工具也都有它的特性。

我们所想创造的物品和材料，会暗示出适应于什么样的工具与技术。相反，我们所欲使用的技术，亦会令你选择适应的材料。

模型用材料有：塑料（ABS、有机玻璃、玻璃纤维胶等）；手工泥（油泥、橡皮泥）；黏土（造型土、黄泥土、褐泥土、陶土、惠山泥土等）；纹理细致的木材（椴木、红松、白松等）；石膏（模型设计用、工业用、医用）；电木块，甚至也有用金属（铜、铁、铝、银



图 2-1 ABS 塑料材料制作的玩具模型



图 2-2 氨基塑料材料制作的艺术品模型



图 2-3 ABS 材料制作的椅子模型



图 2-4 聚氨酯制作的模型

等) 以及其他材料等等制作而成。

我们目前使用最为广泛的材料是: ABS 板、木材、不饱和聚脂类树脂玻璃钢、石膏及油泥。

一 塑料材料

塑料在产品模型设计中, 是最为常用的材料, 它包括 PVC (聚氯乙烯)、PP (聚丙烯)、ABS (丙烯腈丁二烯苯乙烯共聚物) 以及亚加力 (丙烯酸胶)、有机玻璃等等。

PVC (聚氯乙烯): 可制作不同硬度、不同用途的各种制品。如: 硬管、硬板、软管、软板、凉鞋、拖鞋、人造革和搪塑制品等等。

PP (聚丙烯): 可制作不同硬度、不同用途的各种制品。如: 容器、玩具、箱子、篮子、盘子、高耐热的电器、电子零件、汽车零件、户外用抗紫外线制品和多种薄膜制品及编结袋等等。

ABS (丙烯腈丁二烯苯乙烯共聚物), 其中 A 代表丙烯腈, B 代表丁二烯, S 代表苯乙烯。由于 ABS 是三元共聚物, 所以可根据不同的需求、用途、配比生产出不同性能的 ABS 材料。ABS 具有优良的耐热性、耐光性和耐电性能; 还有良好的尺寸稳定性和不易燃烧的特性, 并且很坚韧, 有高的硬性、刚性和耐冲



图 2-5 有机玻璃材料制作的玻璃窗

图 2-6 其他塑料材料

击强度。其表面特性好，可电镀和着色。因此在工业生产中使用ABS材料较为广泛。在模型制作中，使用者最多的是ABS板材，其温度也较低，而且容易加工切割、弯曲等，也极容易粘合。切割方法也较容易，可用勾刀切割（直线用）也可以用锯子切割，锉刀锉、砂轮打磨和雕刻刀刻等等。加热也方便，可用电烤箱（温度不宜过高，应根据厚度、性能定温度）也可以用电炉或电吹风加热将ABS板变软，将其弯曲成任意的弧度。这是一种用处较多、较为理想的材料。特别是外饰处理时较为方便，可达到传真的效果。常用的ABS板有1mm厚、2mm厚、4mm厚及多种型号的圆筒、体块材料等等。

塑料材料，基本都是热塑性塑胶，热塑性塑胶就是在加热时可以软化，便于弯曲或压制塑型，模型中塑制所需要的形态的塑胶材料，有很多胶板是不宜制造模型的，象酚类、胺基类、防火胶板等，当一次成型后，固定并硬化下来，将不能再加热重新改变它的形态。

在模型制造中，材料加热塑造至所需要的形态，如：形状曲度或弧度等，一旦不理想便可重新加热，进行调整或重新塑造，是常有的现象。另外，是粘合。用溶剂将两件板粘合起来，使之成为一体，易于机器加工，切割、锉、刨、钻孔、打磨、抛光等等，都与合理地选择材料有关。

二 木质材料

对于较圆润的产品模型，采用木质材料为多，有少量的用ABS板几层粘合起来，成为体块形状进行“死做法”。也有用石膏、油泥等材料制作的。

木质材料与其它材料不同，性质差别很大。但是，就整体而言，所有木材都有一些相同的性质，反映出木材与其它材料（如ABS）相比，有其共同的优点或缺点。这是木材的共性。



图2-7 木质手把

图2-8 ABS材料制作的手机模型



图2-9 油泥制作



图 2-10、11 木质材料制作的建筑模型



图 2-12 木质材料制作的家具模型



图 2-13 木质材料制作的把手模型

木材的共同优点有：

- (1) 木材较轻、较软，使用简单的工具就可制成各种形状的产品；
- (2) 木材的强度大，吸收冲击和抗震动的性能良好，利于作铁道枕木等；
- (3) 对声、电、热的传导性弱，绝缘性强，可以制汤勺柄、电杆等；
- (4) 对温度变化的反映不大，热胀冷缩比金属小；
- (5) 木材在高温下虽然会燃烧，但大件木结构比金属结构变形慢而小，能逐渐燃烧或碳化，而金属结构会迅速变形倒塌；
- (6) 不会生锈，不易被腐蚀；
- (7) 容易钉接或胶合，易于制作胶合等；
- (8) 颜色、花纹美观，油漆、上釉等性能良

好，适宜于制造家具。

- (9) 强度一般可分为：压缩——顺纹抗压强度，如矿柱、屋柱等；横纹抗压强度，横纹全面受压，如铁道枕木等。弯曲——木材抗弯强度及弹性模量，如屋梁；冲击弯曲，如桥梁。拉力——顺纹抗拉强度，如车辕。剪力顺纹抗剪强，如螺栓、榫头结合等。劈开——劈开力，如劈柴。硬度——端面硬度、弦面硬度及径面硬度。

木材在使用中，力的作用很复杂，常常是多方面的，有的几项强度同时存在，如梁材，包括压、拉、剪三种力的作用。做地板用的木条，要综合考虑除了压、弯、硬度等外还要考虑抗磨损的性能等等特种力学性。

木材的共同缺点有：

- (1) 吸湿、吸水、干缩、湿胀性较大，影响木材的稳定性，使木材容易变形；
- (2) 木材是各向异性材料，特别是物理性质和强度性质变化大，也容易顺着木材纹理劈开；
- (3) 木材是有机物，会受腐木菌、昆虫等的危害，特别是防腐剂不足时；
- (4) 干燥较困难，容易产生翘曲、干裂等缺陷；
- (5) 有燃烧性；
- (6) 强度有限；
- (7) 有天然缺陷，纹理不一，斜纹理、木节等；
- (8) 生长不够快。

由于各种木材的重量、硬度、强度、胀缩、耐久性以及与它物联系的能力、油漆性能、胶粘性能等差别较大，所以木材的运用及使用范围不同。在选择木材时，要根据用途、要求及各项木材的性质等综合考虑。建筑用木材，使用最多的是红松和杉木，因为该树木高大、纹理通直、节少出材率高、强度适中、容易连接、变形率低等优点。

家具、枪托、工具柄等用料，选用核桃木、桦木、白蜡树较好，该树有一定的强度和耐久性、耐磨，干后尺寸性能稳定，油漆后光亮性能好等优点。

模型、绝缘材料等用料，选用轻木为好，其木质密度高且轻。

木材的性质：

木材的强度又称为木材力学性质，或木材机械性质，是表示木材抵抗外部机械力作用的能力。外部机械力的作用用拉伸、压缩、剪切、弯曲和扭转等。

由于组成木材的细胞是定向排列的，木材强度也就与木材的切面有着密切关系，各项强度必须是顺纹（轴向，平行于纤维方向）。

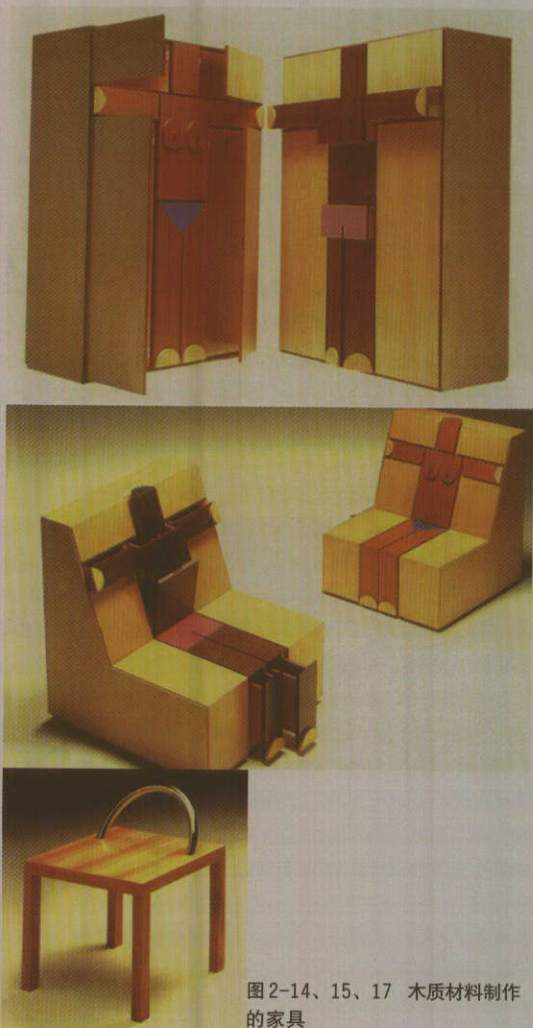


图2-14、15、17 木质材料制作的家具



图2-16 木质材料制作的建筑模型



图 2-18 石膏材料制作的台灯没有经过外饰处理的模型

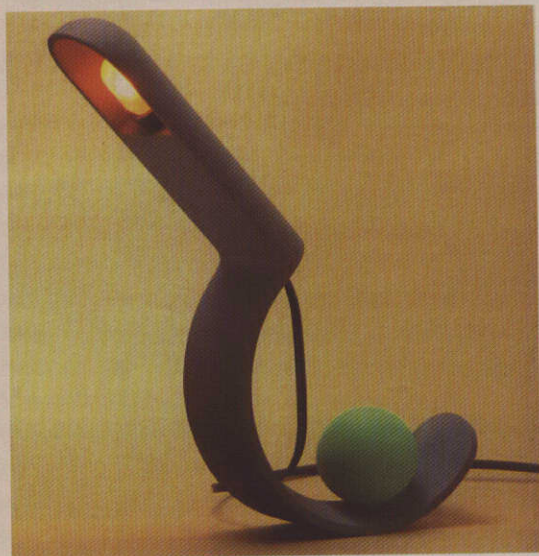


图 2-19 石膏材料制作的台灯模型

三 石膏材料

石膏材料是比较容易操作的一种材料，目前市场上有多种石膏，其主要有生石膏和熟石膏之分，各有其用途。模型制作使用的石膏是熟石膏，通常使用的是建筑用或医学用石膏。在台湾、日本和香港有专门为模型制作作用的石膏。该石膏质细，呈黄色，凝固较慢，易于塑型和细加工，强度也较坚硬。我国市场上出售的石膏粉没有日本、台湾等生产的石膏那么细腻，但较为便宜，使用也较为方便。既方便调制，也方便加工。对于制作草模者或初学者尤其实惠。使用时将石膏粉加入适当比例的水中，水量不应过多，否则会降低石膏的强度。普通水量是与石膏粉为 80% 的比例。由于各厂的制造原料不同，最好按照厂商的要求配制。

配制石膏时，首先将盛好水的容器放好，再将适量的石膏粉较均匀地洒进水中，不可在水中积成高堆。投入水中约 2 分钟，让石膏充分地吸湿水份后才能搅拌混合，搅拌动作不宜太快，以免产生气泡。当混合搅拌至稀膏状时（稀释胶水状态），应立即倒出浇铸。浇铸时可用手轻轻拍打表层或用竹筷轻轻上下戳动几下，赶出气泡，自然凝固。

石膏在浇铸成型时，由于调制成流体状态浇铸，没有固定形态，所以需要依附于其它材料或形态辅助固定后才能浇铸。一般使用玻璃、木板或胶板等光滑材料围成方形，底板也可用同样的材料平铺底部。必要时将所有的缝隙用包装胶带贴上，即可浇铸出方块、方板等；如果用厚纸板围成圆筒型，即可浇铸出圆柱体等等。将浇铸成型的石膏块或板，作原材料进行加工模型。如果中心线是圆轴的话，则可利用成型机车出圆锥、圆柱、圆半球等等形状。模型在翻制模型或做简易模具时，往往也是用石膏材料来完成。目前在陶瓷业中仍然保持着使用石膏材料作模具的方法，并且广泛地批量生产。