国家教材委员会专家委员会审核通过
2019

普通高中教科书

XINXI JISHU

信息技术

选择性必修 5

三维设计与创意

教育科学出版社

普通高中教科书

XINXI JISHU

信息技术

选择性必修 5

三维设计与创意

教育科学出版社
·北京·

总 主 编 李 艺 董玉琦
本册主编 张义兵
本册副主编 尤海宁
主要编者 张义兵 尤海宁 窦艳辉 朱彩兰

出 版 人 李 东
责任编辑 贾立杰
版式设计 国美嘉誉文化 王 辉
责任校对 贾静芳
责任印制 叶小峰

普通高中教科书

信息技术 选择性必修 5 三维设计与创意

教育科学出版社出版发行
(北京·朝阳区安慧北里安园甲 9 号)
邮编：100101
总编室电话：010-64981290 编辑部电话：010-64989637
出版部电话：010-64989487 市场部电话：010-64989009
传真：010-64891796
网址：http：//www.esph.com.cn
各地新华书店经销
河南省四合印务有限公司印装
开本：890 毫米 ×1240 毫米 1/16 印张：8.25
2020 年 8 月第 1 版 2021 年 12 月第 5 次印刷
印数：1—500 册

ISBN 978-7-5191-2324-6
定价：14.70 元 (含光盘)
冀价审〔2022〕016040 价格举报电话：12315
图书出现印装质量问题，本社负责调换。
图片来源：高品（北京）图像有限公司

前　言

社会已经进入数字时代，数字化三维设计技术已经渗透到各个领域，在促进社会经济建设和文化发展中贡献着力量。数字化三维设计技术借助计算机构建数学模型并使其可视化，大大提高了人机合作的效率，更充分地释放了人类的创造力。三维设计既是一种技术，又是一种解决实际问题的思维方式，学习三维设计，既有利于发展空间想象力等基本能力，也有利于发展通过三维设计实现创意或解决具体问题的能力。

本书围绕同学们熟悉的生活内容开展项目式学习，既包括设计水杯、台灯、摆件、书架和书桌等三维设计与创意活动，又包括基于三维作品创作动画、借助3D打印将其打印成实物和制作虚拟现实作品等三维作品发布活动。本书以“做中学”来引领同学们一起完成项目的规划、设计、实施和评价等工作，进而完成学习任务。希望同学们通过学习，能初步了解三维设计及相关技术的基础知识，形成三维设计及相关技术对当今社会生活重要性的认识；初步掌握三维设计中建模的基础知识与基本技能，提高模块化信息处理能力并逐步延伸到系统化的信息处理能力；能够利用数字化手段查找资源辅助学习，提高运用三维设计的思

想、方法与技术进行创作与表达的能力；结合学习中的交流和评价，增强对信息技术影响社会发展的理解，增强参与信息社会建设的意识，进一步增强积极进取的态度。

在学习过程中，需要每位同学设身处地地面向真实问题；在切合实际的需求分析的基础上，形成运用三维设计及相关技术解决问题的方案；独立解决三维制作中的基本问题，也可利用配套资源中提供的半成品资源解决较为复杂的问题；在老师的引领下开展合作，在合作中完成知识建构。

希望同学们立足于本书，又不局限于本书；做到理论联系实际，在实践中练就技术本领；敢于尝试新事物，增强创新意识。期待大家积极分享学习中的各种收获！

目　录

第 1 单元　三维设计概述　1

1.1　身边的三维设计与创意　2
1.2　三维设计及其应用　7
1.3　初识三维设计平台　14
单元学习评价　18
单元学习总结　19

第 2 单元　三维设计过程　20

2.1　三维设计的分析与构思　21
2.2　三维模型的设计与制作　29
2.3　三维模型的评价与改进　39
单元学习评价　47
单元学习总结　48

第 3 单元　三维建模方法　49

3.1　基本实体建模　50
3.2　二维转三维建模　60
3.3　三维扫描建模　68
单元学习评价　73
单元学习总结　74

第 4 单元　三维视觉呈现　75

4.1　贴图与视觉呈现　76

4.2　材质与视觉呈现　82

4.3　灯光与视觉呈现　92

单元学习评价　100

单元学习总结　101

第 5 单元　三维作品发布　102

5.1　3D打印作品发布　103

5.2　三维动画作品发布　110

5.3　虚拟现实作品发布　118

单元学习评价　124

单元学习总结　125

后　　记　126

第 1 单元　三维设计概述

3D的全称是Three Dimensions，中文称为三维。二维空间只有两个维度，可表达为长和宽，而三维空间有三个维度，可表达为长、宽和高。显然，我们日常就生活在三维空间中。换句话说，我们用感官感知到的这个世界就是三维的。

在人类社会的发展中，人们一直在探索对三维世界进行认识和表达的方法。较早时候，受技术条件的限制，人们多是在沙地、纸张等的二维平面上用文字、图画等来表达三维概念。这种习惯也延伸到了现在。比如，我们使用二维地图来描述三维的地球；在平面上讨论运动学问题；针对纸盒的一个个表面谈纸盒的设计。

然而，人们对仅采用二维的表征方法越来越不满意，因为二维空间难以直观地表现错综复杂的三维空间结构，更无法展现丰富的色彩、光泽和纹理等外观质感，有非常大的局限性。进入信息时代以来，数字化三维技术蓬勃发展。如今，我们不仅可以运用计算机直接“设计”出三维模型，还可以对其进行丰富多彩的“可视化”处理，此即本书所说的三维设计的基本内涵。

本单元的学习将从探究我们身边的“水杯”开始，体验三维设计与创意的意涵；进而通过小组协作的调研，追踪三维设计与创意应用的领域，展望其发展走向。

很多同学都看过3D电影，或接触过3D游戏，但3D不仅与这些虚幻的视觉对象有关，其实3D就在我们真实的生活之中，我们就是生活在3D世界里。在家庭、学校、社区等不同的场所，我们都会遇到形形色色的房子、桌子、凳子等，这些都是真实的3D物品。比如人们使用的水杯，从它身上就可以抽象出形态、功能及材质等，设计水杯模型可以作为我们进入数字化三维设计大门的第一个实例。

本单元学习的项目是“了解三维设计及相关技术”，整个项目学习活动以整体上初步了解三维设计为目的，以微观与宏观相结合的方式来展开，主要包括“认识日常生活中的三维物品”“了解三维设计及相关技术的应用领域”“了解三维设计相关技术”“调研并讨论三维设计及相关技术的过去、现在与未来”和“初步了解三维设计平台提供的基本模块和操作”等任务。

1.1　身边的三维设计与创意

在三维技术出现之前，人们大多通过二维构图的方式传达三维设计思想，即在平面（纸）上绘制出产品的设计图纸，然后基于图纸实现三维产品的制作。这其中存在许多问题，一方面是表达复杂的产品结构时会需要大量的二维图纸，另一方面是由于二维图纸的直观性较差，技术人员需要反复进行沟通以确定产品形态，之后才能进行加工。因此，尽管三维设计需求旺盛，但是受到技术手法的限制，设计与开发效率无法进一步提高。

如今，随着计算机技术的发展，人们已经可以借助三维设计软件在计算机上完成三维作品的设计、检测、分析和渲染等工作，大大提高了生产效率。此外，在三维设计软件功能不断发展的同时，其易用性也得到极大提高，这使得非专业人员也可以设计自己的三维作品，展现自己的创意。

学习目标

★ 通过分析水杯的几何特点，了解三维设计与创意的基本含义。

★ 了解设计三维水杯时需要考虑的功能、造型、色彩和材质等因素。

● 三维设计

在二维空间中，点、线、面是描绘造型的三个重要元素，而三维设计的基本要素则是体积、空间、结构和材质等。基于计算机的数字化三维技术，通过在二维平面坐标系中加入一个新的方向向量构成三维坐标系，从而形成对三维对象的表现力；进而借助计算机的计算与显示功能，使图片或影像看起来有立体感以及质感等。从工业意义上

说，三维设计可以归类为计算机辅助设计（Computer Aided Design，CAD）技术。

用x轴和y轴所构成的二维空间最多可用于表示一个平面图形，如图1.1.1的左图所示；用x轴、y轴和z轴所构成的三维空间，可对所描述的三维对象形成近似实体的直观效果，如图1.1.1的右图所示。

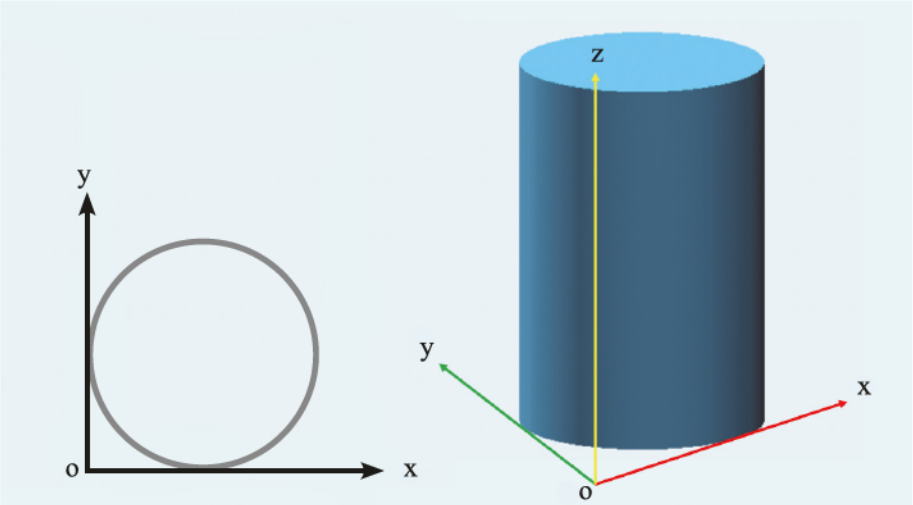


图1.1.1　二维图形与三维图形的视觉效果对比

三维设计与创意

针对实际的或创意的三维对象建立数学模型，并且借助计算机软件使其可视化，即是最直接意义上的三维设计。三维设计的过程，同时也是实现创意的过程；换句话说，通过创意才能使三维设计对象的结构与功能不断完善，创意能为三维设计带来更丰富的内涵。

三维设计是手段，基于三维设计的创意才是目标，此即三维设计与创意的含义。后面我们提到的三维设计，有时就包含两层含义：一层是最直接的意义，另一层是包含了创意在内的意义。

在家庭、学校及社会的各个场所，三维设计与创意产品比比皆是。大到各种建筑，小到铅笔、橡皮，它们都有其特殊的结构与功能，都是设计与创意的结果。一般而言，人们设计、制作、使用和改进这些产品的过程，就是围绕结构与功能进行三维设计与创意的过程。

水杯是生活中常见的三维物品，我们该如何站在三维的视角分析其特点呢？从几何特点看，可以观察到其结构上的许许多多实用、有趣或是富有个性的创意设计；从基本功能看，可以分析出其多元化的实用功能，如用于饮水或观赏等。

分析这些特征，对我们学习三维设计与创意有什么意义？我们是否也能设计出自己的个性化水杯，实现自己的创意呢？

任务　认识日常生活中的三维物品

※ 活动1　收集具有不同创意的水杯

水杯是贴近每个人生活的用品，请说一说你见过哪些具有创意的水杯。运用不同的信息查找手段，收集各种水杯实体或图片，说说它们的特点，补充完成表1.1.1。

表1.1.1　水杯的特点分析表

水杯的图样	水杯的特点
	外观卡通，杯盖上有手拎带，形状特殊
	创意独特，杯把手形似吉他
	造型简单，蓄水量大，材质轻便耐摔

分享了这么多种造型的水杯，我们自己也来设计一个吧。在设计水杯的时候，我们通常需要考虑哪些因素呢？

水杯的设计分析

水杯是日常生活中的必需品，在设计水杯的时候要综合考虑使用者、环境以及文化等因素，具体表现为功能性、舒适性、辨识度、安全性及审美和材质需求等。

在设计一个水杯时，通常需要进行功能、造型、色彩及材质等方面的创意分析。创意受“求新”的意愿所支配，设计者可以自由发挥，但基本原则是不能背离实际生活的需求。

一是功能分析。功能是一个水杯的核心价值，是水杯存在的根本，而对“功能”的理解可以是广义的。比如，在如今的生活中，水杯已经不再是单纯的盛水工具，一个设计得当的水杯可以大大提升使用体验。

二是造型分析。造型是吸引人的先决条件。选择一个物品的时候，首先吸引你的可能就是这个物品的外观，所以造型设计是水杯设计的关键。

三是色彩分析。色彩对人的视觉有刺激作用，从而影响人的心理感受。色彩必须借助或依附造型才能存在，形状与色彩的完美结合是外形设计最好的表现形式。

四是材质分析。水杯的选材也很重要。例如，用于制作水杯的材料要具备无毒、无害、环保、耐热、不易分解等特性；不同的材质也能给使用者带来不同的感受。根据不同需求，通常选择塑料、陶瓷、合金及玻璃等材质。

※ 活动2　水杯设计简析

水杯虽小，却也有无穷变化。有的造型吸引人，有的颜色靓丽，有的功能奇巧。收集具有不同创意的水杯进行观察、比较并总结其在功能、造型、色彩和材质等方面的特点，填写表1.1.2。

表1.1.2　水杯设计简析

水杯	功能	造型	色彩	材质
	可过滤茶叶、真空保温	柱状、螺旋杯盖、有内胆	外形简洁大方、颜色搭配简单	玻璃、金属
	防溢水、可悬挂	杯体为倒圆台、杯盖为半球壳，有吸管及吸管孔	采用透明材质与草绿色搭配	塑料

拓展练习

以结构与功能为基本要素，设计一款具有自己创意的带杯盖的水杯，用简图描绘出来。

我设计的具有三维创意的带杯盖的水杯简图：

1.2　三维设计及其应用

人类的三维设计实践历史悠久，我国古代的鲁班锁、木牛流马等都是生动的实例。近几十年来，凭借计算机超强计算能力的支持，三维设计及相关技术逐渐走向可视化和高效率，已经快速发展成为社会生产生活中的一个重要部分。

学习目标

★ 了解三维设计及相关技术在不同领域的应用。

★ 能举例说明三维设计及相关技术给人们的工作、学习和生活带来的影响。

★ 知道三维设计及相关技术发展的历程。

● 三维设计的应用领域

如今，三维设计在不同领域的应用范围很广。例如，医疗行业借助它制作器官的模型；电影行业借助它支持特效的制作；建筑行业借助它设计和展示建筑物的三维效果；制造行业借助它设计新的零件乃至整个产品；地球科学领域借助它构建复杂的三维地质模型等。部分三维模型图集如图1.2.1所示。

（a）

（b）

（c）　　（d）

（e）　　（f）

图1.2.1　三维模型图集

我们在看电影、逛商场、参观科技馆或博物馆等活动中，总会遇到被称为“3D”的东西。仔细探究，我们可以就此开展对三维设计及其应用的调研。

任务一　了解三维设计及相关技术的应用领域

※ 活动1　结合实际案例对三维设计及相关技术进行分析

三维设计越来越多地应用于各个领域，我们可以通过分析相关的案例了解它的优点。请通过上网查找、实地考察或专家访谈等不同形式，列举并分析三维设计及相关技术在不同领域的应用案例，填写表1.2.1，并思考哪些三维设计及相关技术可以应用于我们的学习。

表1.2.1　三维设计及相关技术在不同领域中的应用

领域	案例名称	应用内容	优点
教育	案例1：3D仿真物理实验 案例2：……	在虚拟仿真的环境中使用3D物理实验仪器进行实验	方便、安全、不易损坏、不受时空限制、降低成本并可支持自动评价
建筑			
影视			

续表

领域	案例名称	应用内容	优点
制造			
游戏			
军事			
科技			

※ 活动2　展示与交流

结合案例，以三维设计及相关技术给人们的生活、工作和学习带来的影响为主题，选择一个主题方向，例如“三维设计给学习带来的影响”，制作演示文稿并进行展示与交流。

我们在创客实验室或是创新课堂中可能会听到“3D打印”“虚拟现实”等词汇，其实这些技术都是基于数字化三维建模技术发展起来的。

任务二　了解三维设计相关技术

※ 活动　了解三维设计相关技术

通过上网查找资料或者亲身体验，了解虚拟现实（Virtual Reality，VR）、三维扫描和3D打印等技术，填写表1.2.2。

教科书配套资源中有关于三维设计相关技术案例的视频。

表1.2.2　三维设计相关技术讨论列表

技术类型	所用的设备	你对这项技术的理解
虚拟现实		
三维扫描		
3D打印		

虚拟现实技术

虚拟现实最基本的含义是指借助显示设备和交互设备，显示模拟真实世界及物体的数字模型并支持人在其中的交互活动，从而使人产生超越现实的身临其境的切身体验。图1.2.2所示是体验者借助头戴式显示设备体验虚拟现实游戏，戴上显示设备，体验者可感觉到身处游戏的真实场景之中，跟游戏场景“融为一体”。

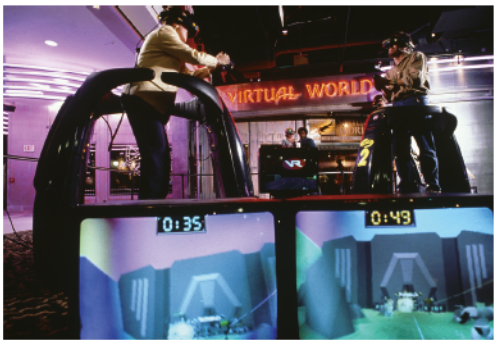


图1.2.2　虚拟现实游戏体验

三维设计技术对虚拟现实技术有重要的支持作用，虚拟现实场景中的模型，如校园建筑物、街道、绿地、树木、辅助性设施等，均可借助三维设计技术来完成。基于三维设计技术完成的三维数字模型作品，可以为用户提供全方位自由视角的观察，帮助观察者更加直观地把握模型的特点。从这一点上来说，三维设计技术和虚拟现实技术非常相近。但当我们从虚拟现实技术的视角看问题的时候，则不仅关注模型作品的真实再现，更强调在此基础上的交互，以进一步增强我们对于模型的把握。

三维扫描技术

三维扫描技术指借助三维扫描仪及计算机获得实际物体外形并使之最终成为三维数字模型的技术，它集光、机、电和计算机技术于一体，通过对物体空间外形的扫描获得物体表面的空间坐标信息。如图1.2.3所示，工作人员使用三维扫描仪从不同的角度对鞋子进行扫描，获取其外形、颜色等特征信息，然后在计算机中处理最终得到三维数字模型文件。

图1.2.3　三维扫描技术应用场景

3D打印技术

通过三维设计软件建立的三维模型是在计算机中形成的数字化的立体模型，需要使其变成实物作品或者是将其实物化，以进一步观察设计效果。三维模型的实物化有时可以借助3D打印技术实现。3D打印技术使用真实材料，以多种不同的技术手法将材料进行逐层堆叠，能够较快且在较低成本的情况下完成真实立体模型的建造。比如，将设计好的笔筒打印出来，就可以将其拿在手中把玩或摆在桌面上观察，确认其是否符合设计初衷，最终给出作品定型或修改设计的建议。

与我们日常接触的打印机不同，3D打印机打印出来的物件是三维的。其工作原理与普通打印机的工作原理既相同又有所不同：从打印出来的信息形态来看，普通打印机打印出来的信息是二维信息，如文字或二维图形，3D打印机打印出来的信息是三维数字模型；从打印材料看，普通打印机的打印材料是墨盒和纸张，而3D打印机的打印材料则是金属、陶瓷或塑料等。如图1.2.4所示，使用3D打印机可以将小恐龙的三维数字模型打印为实物。

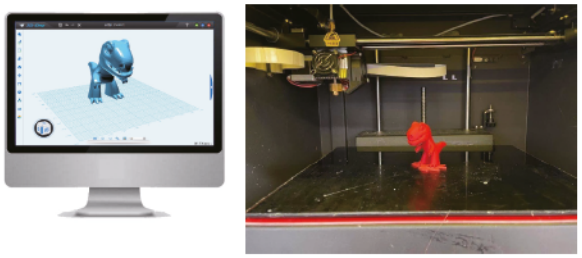


图1.2.4　3D打印小恐龙

数字化三维设计及相关技术的研发与应用已经有几十年的历史，如今的三维设计及相关技术已经在诸多方面获得成功，并且还在不断发展之中。我们必须注意，三维设计及相关技术给人们的生活带来了很大的改变，但它并不能完全取代真实的生活体验，我们需要分清真实与虚拟之间的区别。三维设计及相关技术的应用和发展，也应该受到伦理、道德与法律的约束。

同学们或许对三维设计及相关技术的历史很好奇，它是怎样一步一步发展到现在的状态的？经历了哪些阶段？

任务三　调研并讨论三维设计及相关技术的过去、现在与未来

※ 活动　探究三维设计及相关技术的发展阶段

计算机技术对三维设计及相关技术的发展起到了重要的支持作

用。阅读以下材料并利用网络查找信息，分析并总结数字化三维设计及相关技术的发展阶段，填写表1.2.3。

表1.2.3　三维设计及相关技术的发展阶段

发展阶段	时间	发展情况	案例
萌芽期			
发展期			
繁荣期			

20世纪60年代，三维设计及相关技术出现并被应用于军事领域。当时的三维设计及相关技术很原始，仅能用于在虚拟环境中展示物体的形状。那时的三维设计及相关技术只是极少数军队科学家在实验室中才能接触到的机密。

20世纪80年代，民间开始接触到原先神秘莫测的三维设计及相关技术，有的电影公司甚至出品了局部用到三维特效的电影。这个时期出现了专门用于三维图像制作的图形工作站，但由于工作站体积庞大、结构复杂且价格昂贵，当时的三维设计及相关技术只有少数专业人员才能接触到。

20世纪90年代以来，随着计算机硬件性能的提升和软件技术的发展，三维设计及相关技术在各民用领域获得进一步发展，某些领域如电影工业和机械设计业开始大量利用高性能三维图形工作站作为开发工具进行大型设计与制作。以电影工业为例，这一时期采用了三维设计及相关技术的电影有很多，如《小虎斑斑》、《玩具之家》和《太空特警》等都是纯粹利用三维设计及相关技术制作的动画电影。

21世纪初，随着计算机性能的继续提高及个人计算机的普及，三维设计及相关技术走进寻常百姓家，多家知名的图像软件制作公司相继推出了不同版本的三维图像制作软件，三维设计及相关技术达到了前所未有的繁荣。目前，三维设计及相关技术已经渗透到了各行各业，诸如电影电视业（包括动漫产业）、机械设计业、产品设计业、建筑业、基础设施建设业、广告业及软件业等都被三维设计及相关技术所覆盖，生活中随处可见应用了三维设计及相关技术的产品。放眼未来，三维设计的应用会更加普及，前景不可限量。

拓展知识

就思想与方法细节而言，基于计算机的三维设计的历史虽然不长，但也被认为经历了四次技术革命。

第一次技术革命发生在20世纪70年代，由二维平面设计升级到曲面设计，如图1.2.5所示。

1979年，世界上第一个完全基于实体造型的技术软件I-DEAS发布，理论上这是三维设计发展史上的第二次技术革命。具体示例如图1.2.6所示。

图1.2.5 曲面造型

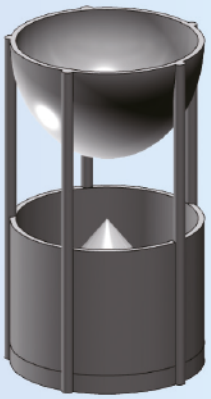


图1.2.6 实体造型

第三次技术革命的标志是参数化造型设计软件的出现。但是，参数化造型的技术也有局限性。它的驱动范围有限，如果尺寸不合理，就会引起设计的改变。这就大大限制了软件的使用范围，但它带来的效果的变化，依然可以称得上是革命性的。

参数化建模的限制使研发者们再次思考，能否根据产品的特征来决定变量是增加还是去除？有研发者提出将产品的特征与参数结合起来，在造型中随时调整产品的特征变量。于是，1993年，变量化的三维设计软件I-DEAS Master Series出现了，这标志着三维设计的第四次技术革命。

经过了几十年的发展，三维设计及相关技术还在各个领域飞速发展着，围绕三维设计的计算机辅助设计的技术革命也一直在进行着。不同行业对于特征造型的需求有所不同，变量化的三维设计及相关技术也一直在不断优化与发展之中。

1.3　初识三维设计平台

要实现三维设计与创意，首先要学会相关的基础操作。这包括两层含义：一是指在人脑中把抽象的物体形貌塑造出来，这是三维建模的思维过程；二是指利用三维设计软件在计算机中建立完整的三维虚拟数字模型，这是三维建模的技术实现过程。两个过程既有独立意义，实际上又相互交织。这些基础性的“操作”，一般是借助三维设计软件，在人机互动过程中完成的。

目前常用的三维设计软件有很多，比如专门针对青少年教育行业的三维建模国产软件3D One教育版；针对机械行业的三维绘图软件ZW3D、SolidWorks、UG和Pro/E；针对艺术设计的Rhino、ZBrush和3ds Max；针对室内外设计的SketchUp、VRay和ZWCAD建筑版等。

学习目标

★ 认识三维设计平台的基本功能模块及其基础操作。

★ 理解三维设计平台中三维坐标的意义。

● 标准几何体

在工程学中，将立体分为两大类：表面均匀且为平面的立体，称为平面立体；表面均为曲面或平面与曲面交织的立体，称为曲面立体。其中一些最基础的立体也被视为标准几何体，一般包括六面体、球体、圆柱体、圆环体和圆锥体等，如图1.3.1所示。一般情况下，较复杂的立体可以由标准几何体通过切割或叠加生成。

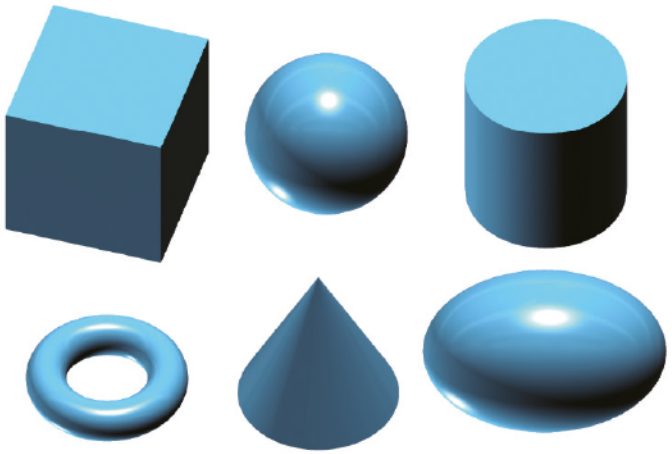


图1.3.1 标准几何体

为了方便用户的高效使用，多数三维设计软件中都设计了一些预置功能或素材模块，通过这些功能或模块，用户可以快速学习和使用三维设计软件，并制作出简易模型。预置模块一般包含标准几何体模型、草图工具、特征造型、特殊功能、材质库和模型库等。

看了丰富多彩的三维模型，同学们是否很兴奋，希望自己也能尽快制作出喜欢的作品呢？其实，要做出一个作品并不难。我们可以选择一款比较容易上手的三维设计软件，选用其中的标准几何体，创建出有趣的模型。

任务 初步了解三维设计平台提供的基本模块和操作

※ 活动1 获取三维设计软件

软件公司通常会把自己的三维设计软件放在互联网上，供用户自行下载并安装使用。但不同公司的软件的知识产权管理方式有所不同，我们使用时要充分注意。

1.上网搜索并分析模型文件扩展名的来源，完成表1.3.1。

表1.3.1 三维设计软件对比分析

模型文件的扩展名	软件名称	软件使用权限
.z1	3D One	适合青少年使用的三维设计软件，家庭版可作为免费学习工具使用
.blend		
.3dx		

续表

模型文件的扩展名	软件名称	软件使用权限
.sldprt		

2.选择一款适合自己的三维设计软件，下载并安装到计算机上。

3.通过软件下载网站的介绍，熟悉软件的特点和基本操作方法。查找相关软件的学习资源，在符合知识产权要求的前提下下载网络学习资源辅助学习。

※ 活动2　认识三维设计软件

可在软件公司官网上下载软件。

这里我们以3D One为例，讲解三维设计软件的使用。

1.打开三维设计软件，观察并了解软件的功能模块。某三维设计软件的功能模块如图1.3.2所示。

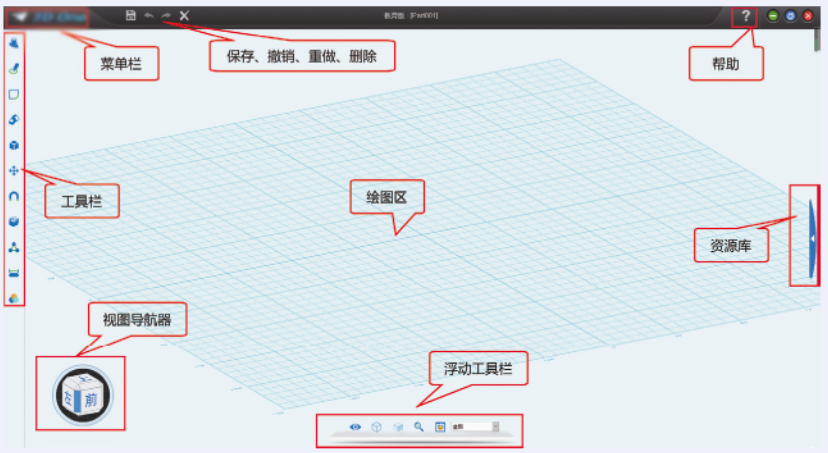


图1.3.2　某三维设计软件界面

2.尝试通过鼠标和键盘调整、转换三维设计软件中看图的角度和显示区域的大小。上述三维设计软件中鼠标按键的功能如图1.3.3所示。

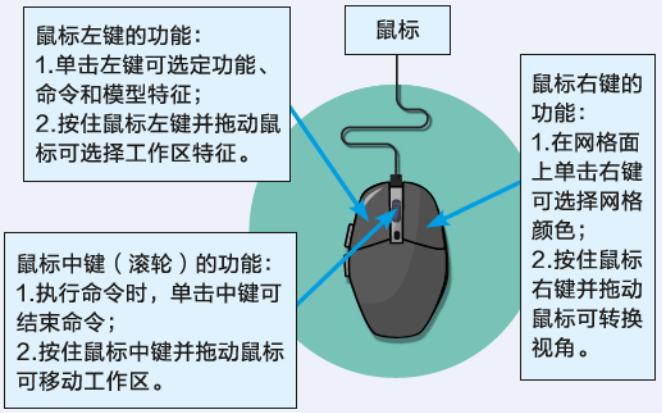


图1.3.3　某三维设计软件中鼠标按键的功能

3.利用标准几何体模块，在三维设计软件的工作区中放置多种不同形态和大小的几何体。

4.移动或旋转几何体，观察几何体的位置、尺寸及不同视角下的形态，思考其数学意义。

※ 活动3　体验利用三维设计软件制作水杯

尝试利用三维设计软件完成一只水杯的制作，水杯的组成部分如图1.3.4所示。可以在创意模型库中插入水杯模型，并尝试调整其组成部分的参数。具体的建模步骤参考表1.3.2。

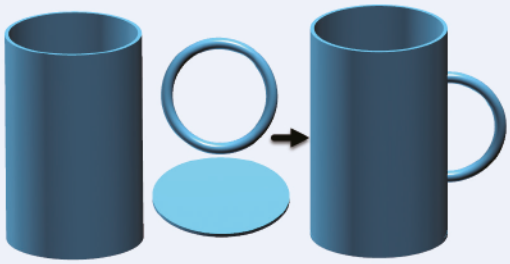
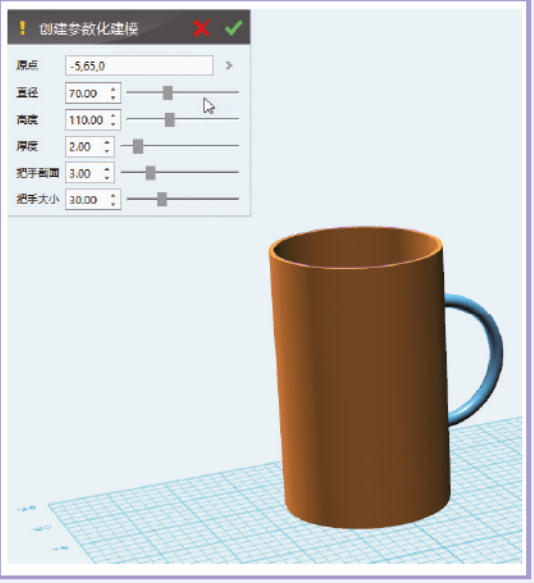


图1.3.4　水杯的组成

表1.3.2　水杯的建模步骤

步骤1：单击打开软件右侧的资源库，在“创意模型库”→“工艺品”中找到水杯，单击“插入”按钮	步骤2：单击网格面，确定水杯摆放位置，然后拖拉对应参数的滑块，修改水杯各部分的尺寸
	

拓展练习

与同学、老师或家人讨论你所了解的三维设计软件，说明该款软件的适用行业及特点。

单元学习评价

通过本单元的学习，我们认识到三维设计及相关技术已经被广泛应用，了解了三维设计及相关技术的现状和发展趋势。

1.结合所学内容，说一说你对计算机辅助设计中二维与三维关系与作用的理解。

2.选择一款三维设计软件，简要介绍其基本功能与特点。

3.请结合本单元主题，撰写一篇关于三维设计、三维设计软件或三维设计及相关技术发展趋势的调研报告并相互评价。

评价要点：

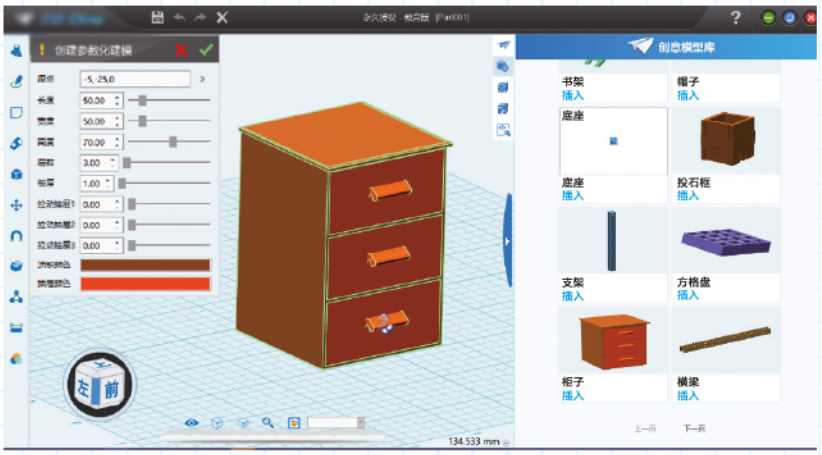
（1）是否能提出自己感兴趣的课题并说明原因；

（2）是否能围绕该主题相关领域提出自己的看法；

（3）是否能收集相关的权威资料，提供较翔实的数据或者案例；

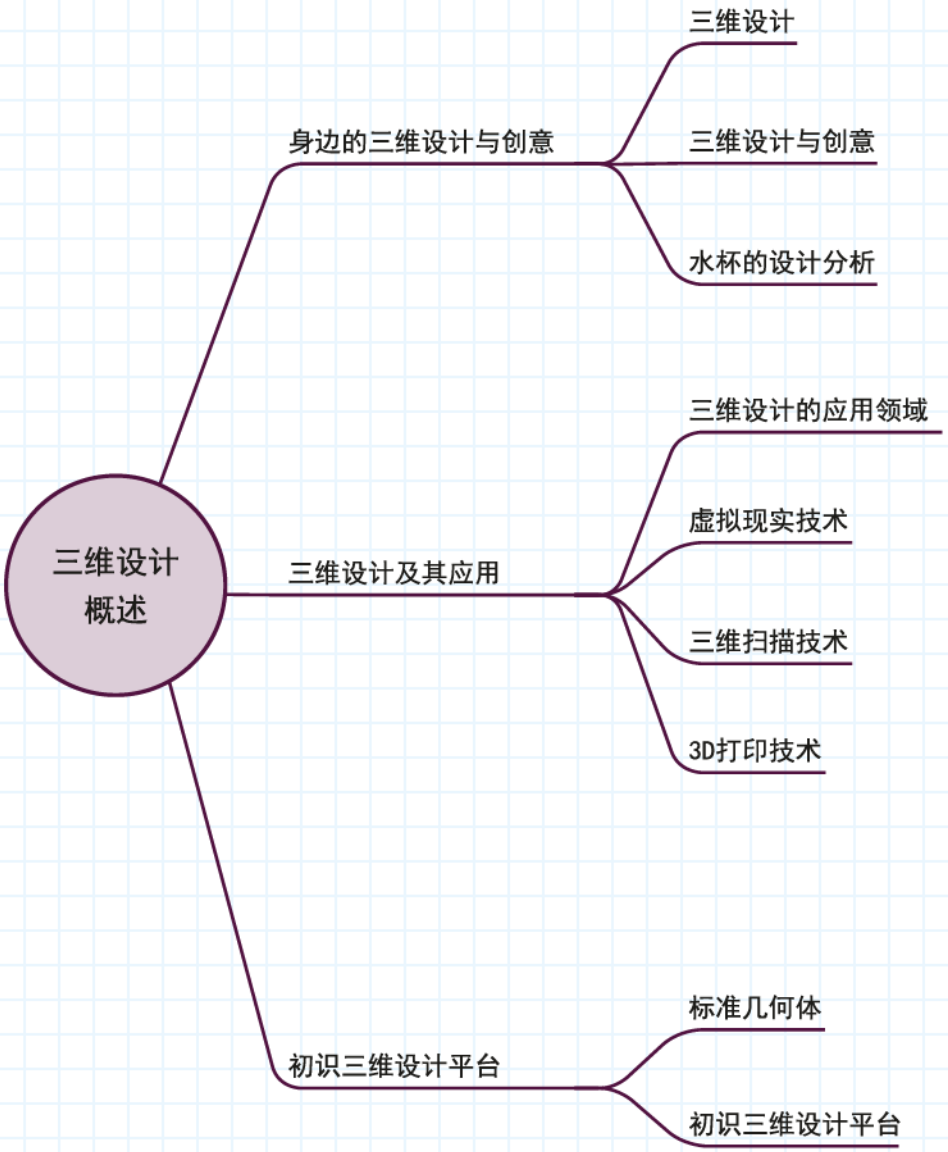
（4）是否符合调研报告的撰写规范。

4.尝试使用三维设计软件创建如下图所示的参数化模型。



第4题图　柜子

单元学习总结


三维设计概述
身边的三维设计与创意
三维设计
三维设计与创意
水杯的设计分析
三维设计及其应用
三维设计的应用领域
虚拟现实技术
三维扫描技术
3D打印技术
初识三维设计平台
标准几何体
初识三维设计平台

第 2 单元　三维设计过程

进入信息时代，设计思维（Design Thinking）是人们进行创新和创造的重要思维方式。设计思维也是三维设计的灵魂，贯穿于三维设计过程的始终。简单地说，设计思维的关键就是针对现实需求，从“无”中生“有”，从“有”中生“变”，在不断地生“有”生“变”的过程中实现价值。我们还可以这样理解设计思维：从表层看，设计思维是一个面向实际需求的分析和创造的过程；从中层看，设计思维是一套创新式问题解决的方法论及方法体系；从深层看，设计思维能力是人的素养的体现。设计思维能力的培养和提升是一个长期持续的过程，因此，希望同学们以本书的学习为基础，反思已有的学习并贯通未来的学习，逐步提升自己的设计思维能力。

在本书中，设计思维的形成建立在三维设计“做中学”的基础上。换句话说，三维设计与制作的工作流程承载着设计思维，我们是在进行三维设计的过程中逐步实现目标。三维设计“做中学”的基本过程亦可用类似软件工程的思路来描述，主要包括需求分析（Analysis）、创意设计（Design）、作品开发（Development）、应用与修改（Implementation）、评价与改进（Evaluation）等几个阶段。

本单元将上述软件工程五个阶段凝聚为分析与构思、设计与制作、评价与改进三个阶段，帮助同学们体验三维设计，发展设计思维。

在完成三维设计项目的过程中，设计人员需要走入实地，观察环境特点，了解用户需求，提出初步方案并逐步改进；继而运用支持技术，完成三维作品的设计与制作并对其进行完善。无论是建筑设计师、游戏设计师等专业人员，还是教师或学生等非专业人员，都可能需要运用三维设计的方法来完成生产任务或对工作的规划与管理。

本单元将带领同学们在完成一个真实三维设计项目的过程中，感受、领会并内化设计思维。

本单元学习的项目是“三维台灯的设计”，其中包含“三维台灯设计的规划与分析”“三维台灯的创意构思”“创建三维台灯灯罩模型”“搭建三维台灯”“作品模型评价”“作品的优化与调整”六个任务。

台灯是我们身边常见的物品，要具体设计与创建一个三维台灯模型，有许多事情要做。那么，我们应如何科学地完成需求分析，进而规划、设计出我们需要的三维台灯模型呢？

2.1 三维设计的分析与构思

三维设计并非随意的即兴之作，而是指向实际应用的有目的的活动。换句话说，三维设计需要满足应用中的真实需求，只有面向实际、面向应用，三维设计才会有方向，从而真正实现其价值。

三维设计的创意通常从以下两个方面着手考虑。

一是为了解决实际问题。既可以是创造一个具有新功能的新产品来服务于生活需求，也可以是对既有产品进行适当改造以进一步满足生活需求。例如，保温杯就是用玻璃或不锈钢等材料制作的具有真空隔热层的杯子，可以满足人们喝温开水的需要。又如，家里用的勺子多是统一生产的，尺寸规格是一定的，有时若放在较大的碗中容易滑入，可以尝试通过三维设计改变勺柄的长度并制作一把新勺子来解决这一问题。

二是为了彰显个性，表达设计者的个性化需求。在此需求下进行的三维设计与创意活动通常会带有艺术创作的特征。例如，可以设计有与众不同的艺术造型或外观的水杯。又如某个同学觉得自己家的卫生间花洒的造型太刻板了，于是就利用三维设计技术制作了一个恐龙造型，将其安装在普通花洒的外面，实现了恐龙喷水的效果。

学习目标

★ 能结合实例进行三维设计的需求分析。

★ 能够用草图表达初步的创意构思。

需求分析

需求分析是指对用户工作、学习以及生活的实际需求进行分析，收集并厘清用户的多样性需求，为后期的设计与开发做准备。三维设计中

的需求分析通常包括项目背景分析、产品创意点分析及相关案例搜集与分析等。

对用户的需求进行分析是一项复杂的活动，不能仅限于对用户提出的需求进行分析与整理，还需要主动挖掘用户潜在的需求、发现更多问题或设计的契机，对问题进行分析并改进（原有作品）或实现（从无到有）新设计，这其实也是创意的形成过程。进行需求分析后，还要对分析结果进行评估，确定其有效性，然后才可据此展开设计。

● 构思设计

在需求分析的基础上，可以构思产品的造型，进而形成一个相对完整且清晰的三维产品设计构思，作为后续开展设计的依据。简单易行的构思方法是用草图或设计规划表对该三维作品进行表达，使初步构思得以呈现并暂时确认。

构思是持续迭代的过程，只有通过多次反思、讨论并优化，才能使构思逐步走向成熟。

假定学校需要向厂家定制一批有特色的台灯，希望征求同学们的意见，形成可操作的方案，同学们可以结合学校实际开展需求分析，绘制草图，进而创建出三维模型，图文并茂地给学校提供翔实的方案建议。此时，同学们考虑的需求分析因素，可能包括学生身心特点、桌面空间布局、台灯的成本控制等。而就台灯三维模型的设计细节而言，灯罩、灯座、灯架和开关等诸多部件都要仔细设计，使其结构合理且性能优良；各部件的材质和色泽搭配也需要协调，以提升感官舒适度等。

任务一　三维台灯设计的规划与分析

※ 活动1　三维台灯设计项目规划

所有的项目都需要先有详细的规划才能有效实施。尝试制作三维台灯设计的规划流程图，用于帮助我们有条理地厘清项目周期、项目顺序、项目内容和项目分工等。请同学们参考图2.1.1，以小组为单位展开讨论与协作，草拟出每个子项目的具体内容，并对细节进行协商与调整，分析其中可能存在的问题和改进方案。

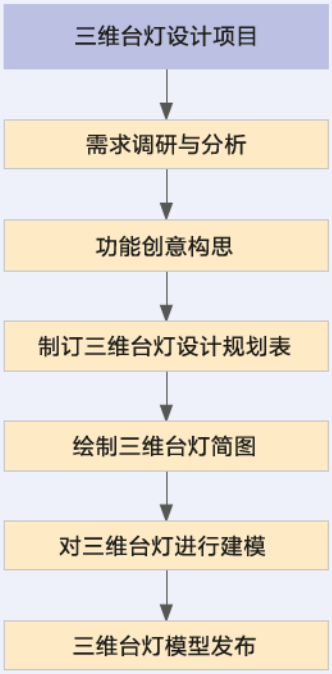


图2.1.1　三维台灯设计的规划流程图

制作规划流程图是设计思维中常用的方法。流程图能够直观地表现出一个部件流、信息流、观点流或生产流的信息。通过分析流程图，项目流程的每个阶段或每个层次一目了然，能够让制作者在实施过程中避免疏漏，使参与者在分工协作过程中提高效率。

在三维台灯设计规划的初期，大家对台灯设计的具体细节会有不同想法和意见，这就是设计思维中常见的个性差异的表现。存在个性差异是好事，这是产生创意的重要契机。但在众说纷纭中如何得到最优结果呢？这需要集思广益，同学们可以把各自的需求填写在需求分析表中，通过分组讨论，形成小组整体的需求分析表，然后汇总全班的需求分析表，再沟通讨论形成统一意见。

※ 活动2　三维台灯的需求分析

1.需求调研：分组讨论项目背景，访谈并实地调研，汇总填写表2.1.1，并形成统一意见。

表2.1.1　汇总三维台灯需求调研表

校方意见	教师意见	学生意见	使用环境调查
◆使用寿命长 ◆价格合理 ◆整体风格统一	◆结构稳固 ◆光线柔和 ◆较少占用桌面	◆高度和角度可调 ◆隐形触控开关 ◆造型简洁大方	◆以夜间使用为主，兼及白天使用 ◆要与环境相协调

2.初步构思：在得到需求分析的统一意见后，再参照表2.1.2，结合需求查找相关实例进行比较，也可吸收其中适合自己需求的因素，初步形成三维台灯设计的大致思路。

表2.1.2　初步设计构思表

相关实例	查找到的图片	可借鉴之处	初步构思
传统台灯		造型朴素，能适用于各种场景，制作简单，易于实现	所要做的三维台灯应该也包括底座、支架、灯罩和电线等基本的组成要件
阅读台灯		可以调整支架的高度、光照的方向	能否有创意？案例里的台灯的可调节支架很有趣：由多个立方体组成，用圆柱相连，可以通过折叠来调整角度；要是制作的话，可能要考虑台灯在极限位置时的重心问题

创意形成

创意概指创造意识或创新意识，它既指向创造和创新的行为，又指向在对现实存在事物的理解以及认知基础上所衍生出的一种新的抽象思维的潜能。我们要想形成创意，就需要有丰富的知识储备，以及良好的思维习惯与个人能动性。通过不断学习、持续实践，才可能产生新的想法，形成独特的见解。

创意的核心要义是敢于“冒险”，勇于提出新观念。但是，创意必须面向实际，解决生活中的具体问题或满足人们的精神追求，才能体现其价值。创意的形成过程，其实就是不断求索设问的过程，而生活就是创意最好的老师。

一件三维作品的创作，通常会经历创意形成与实现、创意评估与调整两大环节及可能的迭代过程。

创意技法

创意技法指的是可以在不同活动形式中寻找实现创意的机会，活动形式包括组合、移植、拼合、改变、倒置、置换、逆反和模仿等。

组合技法：将两种或两种以上思路、技术或产品的一部分或全部进行适当组合，形成新原理、新技术或新产品，如图2.1.2所示。

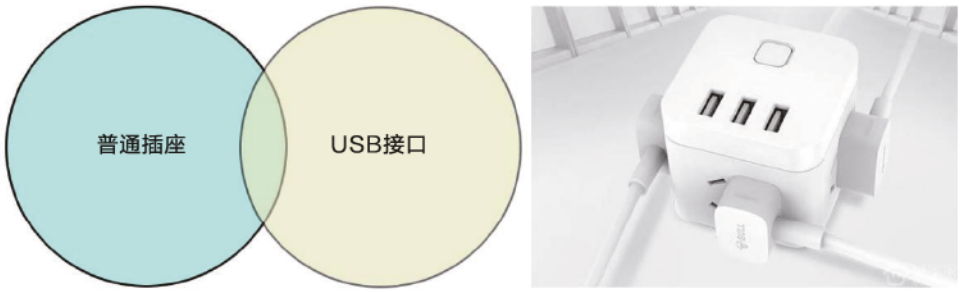


图2.1.2 USB插座—组合技法示意

改变技法：既包括放大、缩小及倒置等具体的手段，也包括认知上的改变。认知的改变往往是重要的创意来源，如图2.1.3所示。

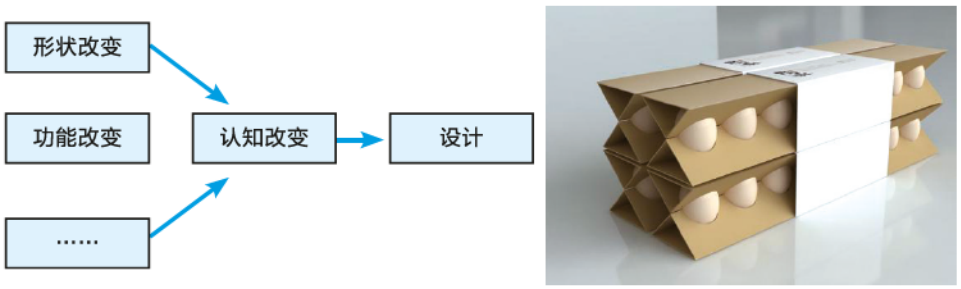


图2.1.3 纸鸡蛋盒—改变技法示意

逆反技法：即逆向或反向思维技法，指打破常规，从相反的角度思考问题，从而获得创造性灵感，如图2.1.4所示。

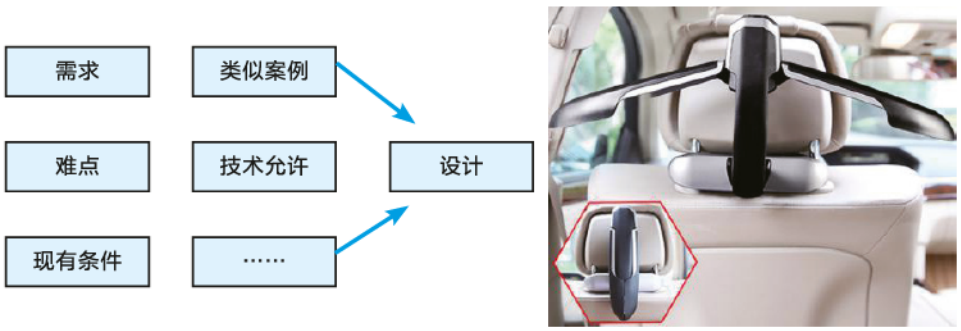


图2.1.4 车载折叠衣架—逆反技法示意

模仿技法：即模仿已有的事物进行形体创建的方法，如图2.1.5所示。模仿的目的是“再创造”，而不是简单抄袭和仿冒。

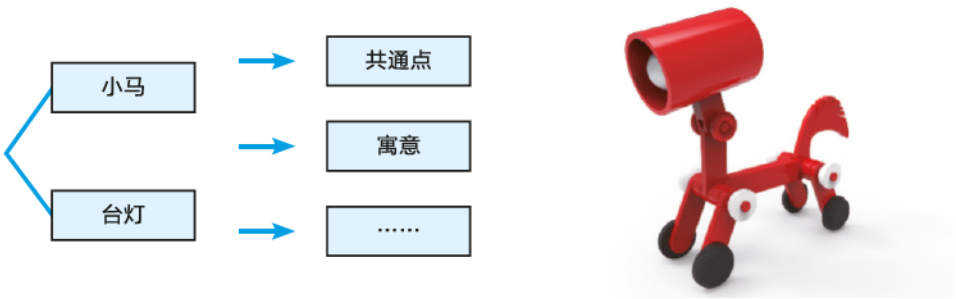


图2.1.5 小马台灯—模仿技法示意

三维台灯的设计，要充分考虑各方面要求并使之合理、协调，要将台灯的各项功能进行整合，甚至可能要提出新的实现方法。为了更好地体现三维设计与创意的结合，可以先归纳自己的创意点，与他人进行交流，再建立设计规划表并画出创意台灯的草图，为后面的设计与制作做好准备。

任务二　三维台灯的创意构思

※ 活动1　归纳三维台灯创意点

将调研的需求与查找的案例进行匹配，从功能、造型、色彩和材质等角度综合考虑，提出并归纳自己的创意，完成表2.1.3。

表2.1.3　三维台灯创意归纳

特点	创意灵感来源	创意技法
台灯外形呈小马形状	马到成功	模仿技法

※ 活动2　制订三维台灯设计规划表

为进一步细化三维台灯建模流程，请参照表2.1.4，从需求分类、任务名称、设计概述及需求分析等角度出发，制订三维台灯模型的设计规划表。

表2.1.4　三维台灯设计规划表

需求分类	任务名称	设计概述	需求分析
台灯主体	创建台灯底座	呈圆柱形状，边缘光顺圆滑	根据由局部到整体的原则，结合台灯灯罩比例制作底座
	创建支架	支架由多个圆柱体或球体等元素组成	立于底座上，与底座的比例协调美观
	创建灯罩	呈圆台形状，内空壁薄	遮光但有一定的透光性
台灯装饰	底座开关	呈圆钮形状，不要过于突出	具有一定的识别度并方便操作
	灯罩花纹	局部有花的图案	浅色，不影响透光
	底座电线		

※ 活动3 绘制三维台灯草图

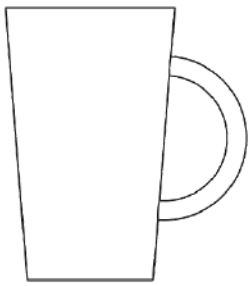
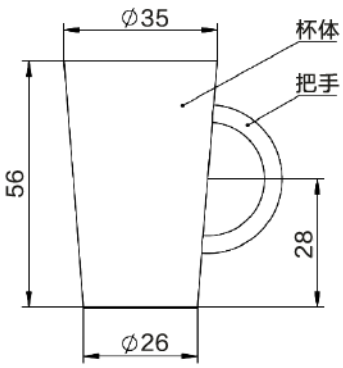
查找资料或者实际测量，获取台灯的常见尺寸、规格等数据；按照基本比例，在图纸上手绘出自己设想的台灯草图，注意将尺寸等关键信息及创意点标记在上面。

● 草图

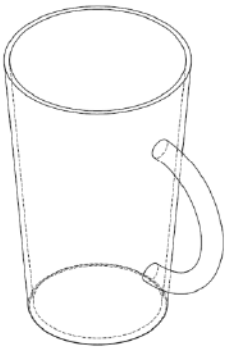
在设计三维作品之前，借助草图既可以不断优化自己的构思，也便于与他人交流思路和方法。草图往往不仅决定三维设计的外形，也会对三维设计的成本和效果产生影响。

绘制草图既可以手工处理，也可以利用计算机来完成。在绘制过程中，可以根据需要选择不同的草图类型。以水杯为例，常见的草图类型如表2.1.5所示。

表2.1.5 用计算机绘制的几种常见草图类型示例

概念草图	多用于初始阶段的轮廓设计。以线条为主，一般较简单；侧重记录设计的灵感，不追求视觉效果和准确程度	
解释性草图	多用于解释产品的结构与功能。基本以线条为主，附以简单的颜色或加强轮廓，经常会加入一些说明性的信息。通常画得较清晰，主要关系明确	

续表

结构草图	多用于呈现概略的立体关系。需要画透视线，辅以虚线表达，主要目的是表明产品的特征、结构及组合方式。多为设计师之间研究探讨使用，通常不是单一的图片	
效果草图	多用于设计师比较设计方案和设计效果，也用于评估。需要清楚地表现结构、材质和色彩等，通常不是单一的图片	

2.2 三维模型的设计与制作

完成需求分析与初步规划后，即可开始设计并制作三维模型。设计与制作阶段，同样需要先规划出有更多细节的工作流程，比如可以按照由大到小、由整体到局部、由普遍到特殊等原则考虑完成制作的先后顺序；在制作过程中，要做到及时反思、合理调整；遇到技术难题时，既要能迁移已有的经验大胆解决问题，更要积极地向他人求教和查阅资料，勇于学习与尝试新方法；对于制作工作量比较大的项目，可以切分工作任务，由团队分工协作完成。

学习目标

- ★ 学会选择恰当的标准几何体进行基本体建模。
- ★ 能够对标准几何体进行参数化修改和创意组合，完成简单的三维建模。
- ★ 知道三维作品制作的基本流程，能够有计划地完成制作任务。

三维建模

三维建模指在确认事物特征的基础上构造出一个三维对象。三维建模可以手工来完成，也可以借助计算机来生成，即数字化三维建模。数字化三维建模是利用三维建模软件在计算机中建立三维空间模型的过程，包括以数学工具描述出物体的几何形状或空间关系，以及通过显示器或者其他显示设备来可视化呈现物体，使我们获得视觉上的直观感受两个方面。

建模是一种确认事物特征的抽象思维活动，需要全面理解和把握建模对象的本质。但是，当我们将构建的模型与实物进行对比时，就会发现我们往往只抓住了较为突出的、引起了自己注意的主要的特征点，而常常会忽略许多细节，更不可能穷尽对象的所有信息。例如，当我们按

照日常经验描述台灯时，我们会想到这个台灯有底座、支架、灯罩，但可能不太会注意灯罩是半透明的、支架是灰色的等细节。而三维建模是个持续改进的过程，将捕捉到的重要方面巩固下来并逐步迭代，有助于我们更细致地刻画出事物的本质特征。

三维作品的设计和制作

三维作品的设计与制作整体上是指在建模基础上，运用相关技术支持设计与创作作品的过程。

所谓设计，既包括作品的设计，也包括建模的规划、设计；所谓制作，既包括数字模型的构建，还可以包括实物模型的实现。

各组的台灯设计方案各有特色，设计的方案既有比较简易的，也有比较复杂的。作为三维设计的新手，我们可以先选择结构简单的台灯进行制作，这样大部分结构都可以使用标准几何体来实现。我们采用“搭积木”的方法，将标准几何体组合起来，就可以完成简易台灯的制作了。

实际上，日常生活中的很多物体都是由这些标准几何体组成的。比如，高楼大厦多是长方体，旗杆是圆柱体，道路边的临时安全桩是圆锥体等。

由于刚接触三维设计，我们可以循序渐进地从局部开始搭建模型。首先结合前面学习过的知识，试着为三维台灯制作灯罩，然后再基于灯罩逐步补齐其他部件。

任务一　创建三维台灯灯罩模型

※ 活动1　三维台灯灯罩造型分析

在为三维台灯灯罩建模之前，请参照表2.2.1，提出自己所观察到的灯罩造型特点与可能匹配这些造型的基本几何体，以及其他细节，分组讨论并记录下来。

表2.2.1　三维台灯灯罩造型分析

在你看来，哪些标准几何体的外形和你心中的三维台灯灯罩的外形相近？	
若以合适的标准几何体为基础来制作三维台灯灯罩，需要怎么做？	
对于三维台灯灯罩的颜色和图案等，你有何想法？	

作为台灯重要的组成部分，灯罩的主要作用包括遮挡光线，避免灯光直射人眼，以及防止灰尘污染灯泡等。好的灯罩色彩搭配及造型设计，可以成为室内装饰的点睛之笔，给人以美的享受。图2.2.1所示是两种不同样式的台灯灯罩。

（a）简易台灯的灯罩　　（b）彩绘台灯的灯罩

图2.2.1　台灯灯罩示例

※ 活动2　尝试绘制三维台灯灯罩的简易草图

手绘草图可以快速勾勒出产品的特点，展示设计的意图，辅助我们进行直观思考，修改起来也比较方便。为了能让思维模型中各部分的比例与实物更加接近，我们可以以产品中的一个部件为参照来估计其他部件的大小。比如，先手绘灯罩，再参考灯罩的尺寸来手绘支架和底座，这样可使支架和底座与灯罩的大小比例协调。结合自己绘制的三维台灯草图，将三维台灯灯罩的解释性草图绘制出来。注意在草图中标注的尺寸要尽量合理，标注了尺寸的草图才可以作为下一步制作的基础。

三维台灯灯罩的解释性草图：

尺寸规范

尺寸是能表达物件大小的度量值，用指定的数字及单位来表示。“不以规矩，不能成方圆。”各行各业在发展进步的过程中，形成了特有的尺寸规范。

三维设计软件中的所有尺寸数据都可以与现实中物体的尺寸相匹配，这些数据是三维模型的数字化体现。在使用三维设计软件进行建模时，一定要了解并调整好尺寸数据，这样才能保证数字模型在转化为实物时符合设计要求。

※ 活动3　利用圆台制作三维台灯的灯罩

1.在三维设计软件中，选择标准几何体中的圆锥体，将圆锥体的顶部改为圆形平面，即可得到圆台。再通过抽壳工具，将圆台底部挖空，即可得到灯罩造型。

2.参考图2.2.2所示的台灯模型尺寸进行灯罩的设计。在解释性草图图纸中，截面为圆形的部分通常使用其直径来标注尺寸。而在三维设计软件中，一般用半径来表示尺寸。在三维建模过程中，要注意尺寸换算。具体制作过程如表2.2.2所示。

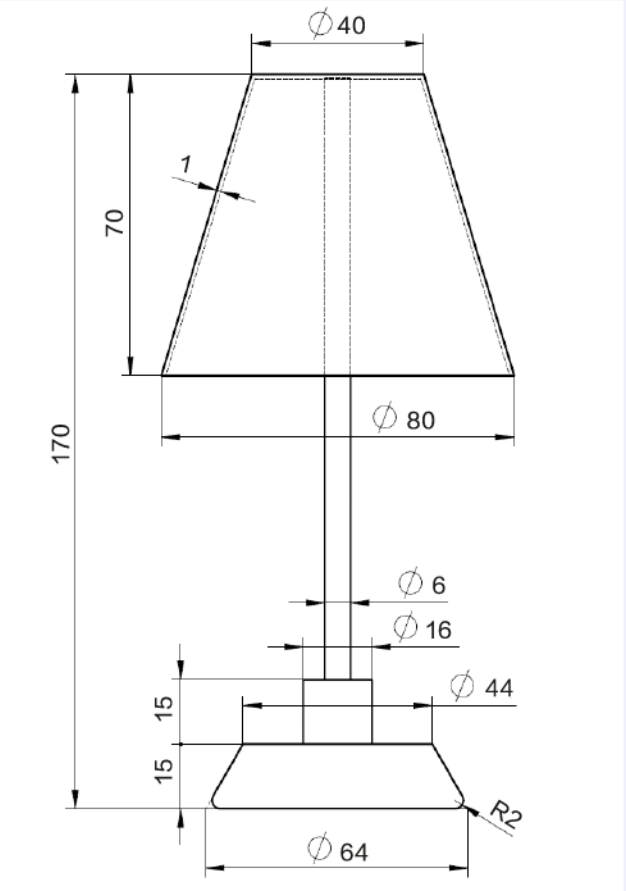
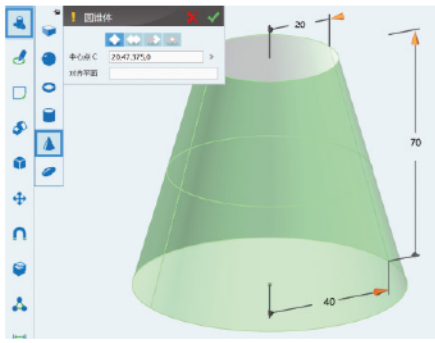
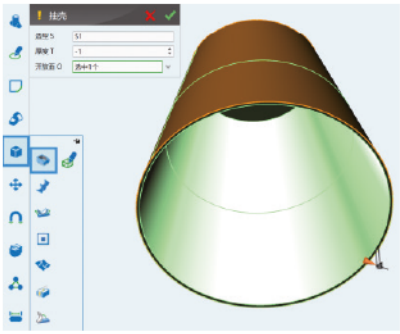


图2.2.2　台灯模型的解释性草图（单位：mm）

表2.2.2　三维台灯灯罩的制作过程

步骤1：制作一个圆锥体，参照图2.2.2调整灯罩尺寸	步骤2：通过抽壳工具将灯罩中间挖空，开放面选择圆锥体底面，调整厚度值，最终得到灯罩
	

台灯灯罩的详细建模步骤参见教科书配套资源。

抽壳工具在设计薄壁或容器时会经常用到。它可以把一个实心的东西中间挖空，使其变成有壁厚的壳体。例如，圆柱状水杯就可以通过对圆柱体抽壳得到。

在完成台灯部件模型制作并使用这些部件搭建三维台灯时，还要保证各部件之间准确的位置关系和协调的比例关系，才能最终呈现较好的表现效果。为此，需要合理优化建模过程，提高建模的效率和精确度。

任务二　搭建三维台灯

※ 活动1　制作三维台灯底座

1.在完成三维台灯灯罩的模型制作后，可以根据灯罩的大小比例来制作支架和底座，同时需要考虑支架和底座的实用性。

建模之前，我们需要计划好制作流程与方法，以提高工作效率，确保制作质量。请以图2.2.2为依据，对三维台灯底座进行分组观察与讨论，分析表2.2.3中的问题。你认为还有哪些是需要提前分析的问题，也请记在表中。

表2.2.3　三维台灯底座造型与制作方法分析

能否将底座的基本结构分解出来？	
可以利用哪些标准几何体制作底座？	
在制作底座的过程中需要用到哪些修改工具？	
底座的尺寸大小会影响整体效果吗？如果不合适怎么办？	

2.图2.2.2所示三维台灯的底座类似圆台。从结构上来看，最复杂的是底座底部的圆弧效果。较简单且易于理解的制作方法是用圆台制作底座，再对圆台进行削减，将多余的部分去除，得到圆弧效果，处理效果如图2.2.3所示。

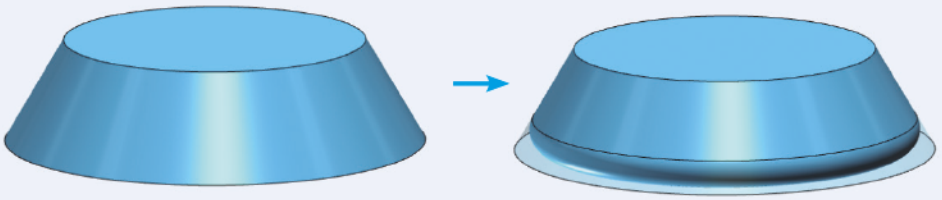
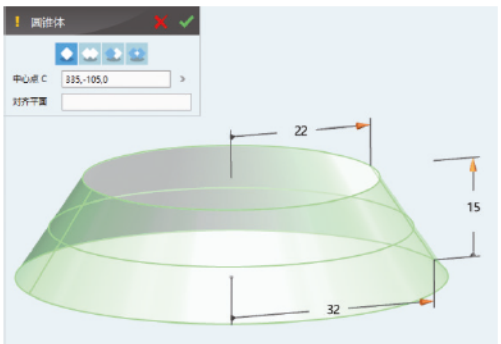
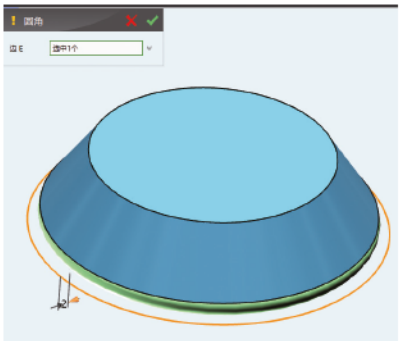


图2.2.3　三维台灯底座的处理效果

在三维设计软件中利用圆角工具处理圆台边线，就可以使圆台形底座的底边形成圆弧效果，表2.2.4是通过圆角工具为三维台灯底座添加圆角的过程。

表2.2.4　三维台灯底座的制作过程

步骤1：利用圆锥体工具在网格面上放置圆台，参考图2.2.3调整底座尺寸	步骤2：利用圆角工具将圆台底部的边改为圆角
	

三维台灯底座的详细建模步骤参见教科书配套资源。

学会选择合适的修改工具是建模过程中优化模型的关键。在建模初期，初学者可以先模仿，逐步熟悉建模的基础知识与技能，再进一步合理布局，形成最佳建模思路。知识技能与操作经验的丰富与否，决定着三维建模的效率。

只有不断尝试使用三维设计软件，进行自我反思、对比与调整，才能逐步提升对建模过程的优化能力，提升设计思维及应用能力。

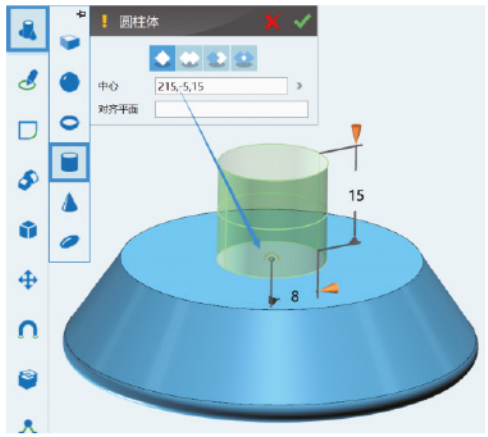
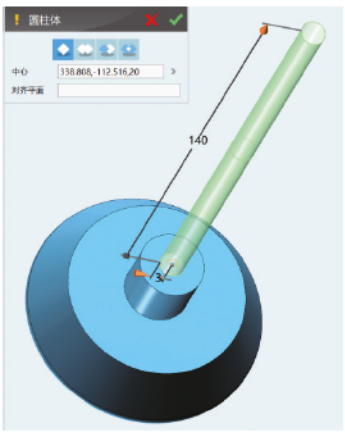
※ 活动2　制作三维台灯支架

1.由图2.2.2可知，台灯支架由两个大小不同的圆柱体组成，其用途是连接底座和灯罩。在制作台灯支架时，一种方法是参考解释性草

图所标注的尺寸，单独制作出支架模型，然后再将支架移动到底座上；另一种方法是在底座顶部中心位置直接创建圆柱体。

2.使用第二种方法需注意的要点是如何直接将圆柱体放置在底座顶面的中心位置。在使用三维设计软件的圆柱体工具时，将圆柱体底面中心坐标选择在底座顶部中心位置即可。参考表2.2.5，可在底座上直接制作支架。

表2.2.5　三维台灯支架的搭建

步骤1：利用圆柱体工具，将中心位置选择在底座顶部中心位置，调整圆柱体尺寸	步骤2：利用相同方法在圆柱体上制作另外一个圆柱体，得到支架模型
	

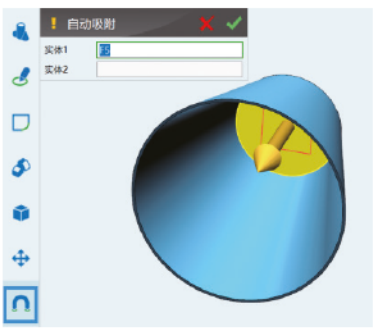
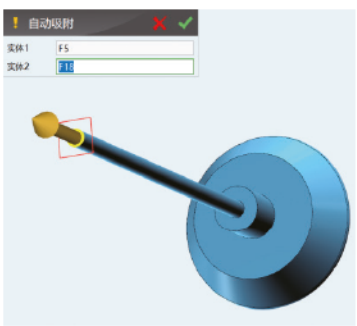
三维台灯支架的详细建模步骤参见教科书配套资源。

※ 活动3　组合三维台灯

三维建模过程中经常用移动工具来调整各部件之间的相对位置，从而改变模型整体表达效果，或对局部细节进行微调以实现更加精确的表达。

在三维设计软件中，能调整模型相对位置的工具有移动和自动吸附等，每种方法各有优缺点。表2.2.6所示的是用自动吸附工具将台灯各部件组合在一起的过程。

表2.2.6　灯罩位置调整方法

步骤1：利用自动吸附工具进行组合，“实体1”选择灯罩内部顶面	步骤2：“实体2”选择支架顶面	完成三维台灯的制作
		

调整台灯灯罩位置的详细步骤参见教科书配套资源。

模型的移动

在三维设计软件中，如果需要改变物体的摆放位置，可以通过移动命令来实现。如果三维空间中包含多个物体，要调整物体之间的相对空间关系时，也需要使用移动命令来完成。在一个多部件的制作任务中，我们可以将零部件提前制作好，通过对部件的移动将其准确地摆放在一起。

移动的方法一般包括点到点移动和动态移动两种。

点到点移动：如图2.2.4所示，以模型某一点的位置作为参考，通过改变点的位置实现整个模型的移动，这种方法在能准确捕捉到目标点位置时使用。

动态移动：利用坐标轴来移动模型。坐标轴包括x轴、y轴和z轴，分别拖动这三个轴的箭头，即可实现在某个方向上的移动，如图2.2.5所示。利用这种方法，可以实现精确的移动。动态移动方法中还包括旋转，通过拖拽单个坐标轴对应的弧，可以实现绕该轴的旋转，被选中的轴会高亮显示。

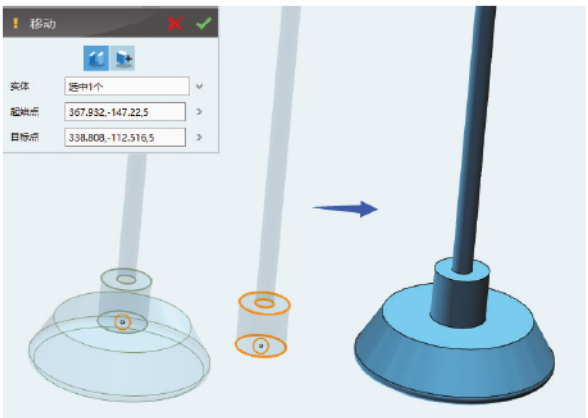


图2.2.4　点到点移动

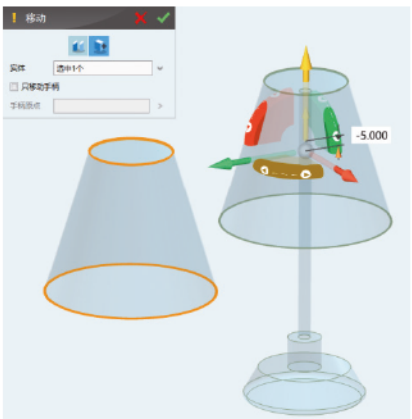


图2.2.5　动态移动

拓展知识

设计思维

按照信息论的观点，思维是对新输入信息与大脑内储存的知识经验进行一系列复杂的心智操作过程。一般意义上的思维指探索与发现事物的内部本质联系和规律性，是人类认识过程的高级阶段，通常包括分析与综合、比较与分类、抽象与概括等思维过程。

思维的分类方式有很多。从思维形态上划分，有动作思维、形象思维、抽象思维等；从思维技巧上划分，有归纳思维与演绎思维、集中思维与发散思维、求同思维与求异思维等。近年来，在教育领域也特别强调培养学生的批判性思维、反思性思维等。

信息技术课程所说的“计算思维”指的是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计以及人类行为理解等的一系列思维活动。

设计思维则主要来自工业设计领域，是指通过提出有意义的创意和想法，来解决特定人群的实际问题。通常需要与用户交流，通过建立同理心、需求定义、创意动脑、制作原型、实际测试等步骤，帮助用户解决实际问题。本书结合三维作品设计的过程，主要强调分析与构思、设计与制作、评价与改进等步骤。

三维设计中的思维模型

思维模型一般指人们认识事物时，在大脑中逐渐形成并不断完善的基本概念架构或网络。在三维设计及相关技术中，特指人脑中虚构的那个三维模型。有人曾这样描述：“思维模型是你大脑中用于做决策的工具箱。你拥有的工具箱越多，你就越能够做出正确的决策。”思维模型可以反映出我们看待事物或世界的视角，借助思维模型不仅能提高思维效率，还能提高决策的成功率。在三维设计中，亦是如此。

模型尺寸及单位

在设计过程中存在两种“尺寸”：一是指在计算机屏幕上显示的模型大小，即显示尺寸；二是指在三维设计软件中模型的标称尺寸。屏幕上显示的模型大小只是为我们呈现出模型的观察效果，通过调整显示区域和视角可以改变其显示的大小，但并不会改变模型“真正的”大小。模型的标称尺寸才是它的“真正的”大小，它不会因显示尺寸的改变而变，也不能由目测屏幕上的尺寸得到，它可以由人在三维设计软件中予以规定。我们所说三维设计作品的尺寸协调，包括在计算机屏幕上显示出的视觉尺寸协调和模型的标称尺寸协调两种含义。

在多人分工、协作完成项目时，需要统一系统的标称尺寸单位设置。如果单位设置不一样，后期就会难以整合模型。

设置标称尺寸单位时，一般的操作步骤是：选择“自定义”中的“单位设置”命令，进行“系统单位设置”。

尺寸参数设置的方法有两种：一种是建模的同时确定数值，这需要事先清楚作品的具体尺寸；另一种是先创建简单形体，后期再根据需要来修改参数。

拓展练习

1.分组活动，讨论如图2.2.6所示的别样台灯底座的制作方法，尝试完成该台灯底座的三维模型制作。

图2.2.6　别样台灯底座的效果图

制作别样台灯底座的参考思路如图2.2.7所示。

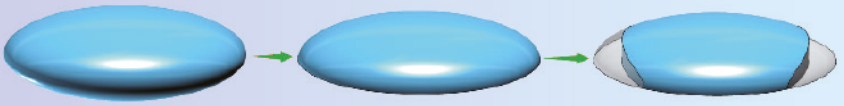
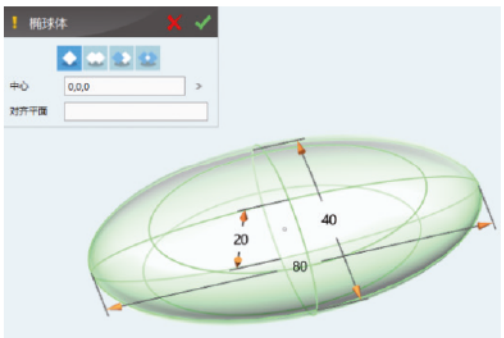
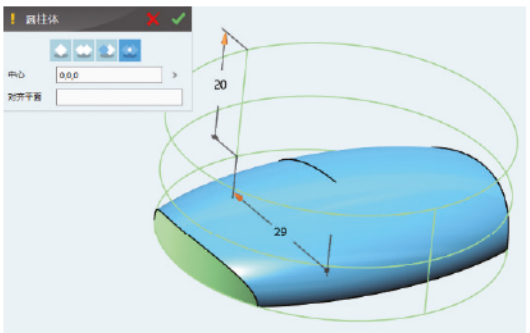


图2.2.7　别样台灯底座的制作思路

具体的制作过程如表2.2.7所示。

表2.2.7　别样台灯底座的制作过程

步骤1：在网格中心（0，0，0）位置放置尺寸为80mm×20mm×40mm的椭球体	步骤2：在网格中心（0，0，0）位置放置尺寸为29mm×20mm的圆柱体，将左上角对话框中的选项调整为第四项“交运算”，即可得到改进后的底座
	

2.查找并阅读资料，了解三维设计中“思维模型”的一般定义，分析其对工作、学习及生活的可能影响，然后与其他同学分享。

2.3 三维模型的评价与改进

在三维设计过程中，需要不断地进行评价与改进。也就是说，评价与改进伴随着三维设计与制作的全过程。

从评价与改进的依据来看，指向实际应用的三维设计，不仅应考量结构、功能的合理性等技术视角，还需考虑科学、艺术，乃至风土人情、道德法规等多层面的影响。

一般的设计与制作的评价并无绝对统一的“标准”。因为不同作者创建的模型通常是个性化的，比如在造型、风格等方面多有不同；不同受众的审美标准也有所不同，比如在颜色、材质方面的喜好不同。因此，在实际操作中，对三维模型的设计与制作的评价，一般都是相对评价；对三维模型的修改，也多是结合用户需求或者作者创意，有针对性地做出改进。

学习目标

- ★ 能够通过模型对比，发现问题并改进优化。
- ★ 能够通过旋转模型、移动模型及渲染等操作实现预期的效果。
- ★ 能够评价具有创意的作品，进一步理解三维模型评价的基本原则。

三维模型评价的基本原则

评价一个作品的优良与否，不仅要考虑作品的外观，还要考虑到作品的创意性、实用性、可制造性及美观性等。

创意性原则

三维模型的创意，体现在作品是否有“新意”。坚持创意性原则，创作的作品才有生命力。对于初学者来说，模仿是产生创意的基础，通

过赏析大量的原创作品，积累经验，从不同行业寻找参考，多角度思考并提升，最终才有可能形成独特的创意。例如，我们分析了大量的台灯案例，由此积累了一些经验，就可以从模仿这些案例开始，逐步提炼出自己关于台灯的创意。创意性原则的基本逻辑如图2.3.1所示。

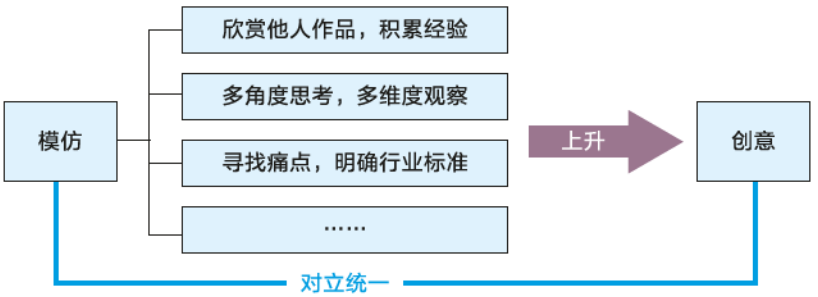


图2.3.1　创意性原则逻辑示意

实用性原则

实用性是产品开发的基本要求。根据实用性原则，产品需要满足用户的使用需求，在此基础上，产品本身需要能够良好地运行，提高客户的体验满意度，从而实现产品的价值。例如，当我们设计一个可调节角度的台灯时，就要充分考虑实物台灯使用时的角度及可调节关节锁紧的方式等，由此设计出切合用户实际需求的三维台灯。实用性原则的基本逻辑如图2.3.2所示。

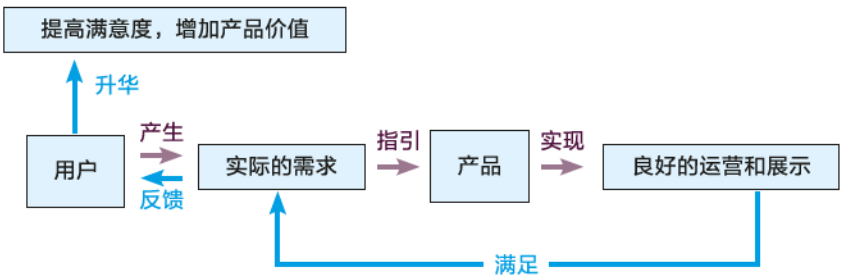


图2.3.2　实用性原则逻辑示意

可制造性原则

可制造性原则从两方面考虑：一是生产成本；二是制造难度。有些产品设计出来后，受材料或技术的限制，无法达到量产，产品本身的价格就会比较高，受众人群少，最终可能导致失败。如果产品结构过于复杂，制造难度高，在制作和装配的过程中需要耗费过高的材料和人力，就会增加产品的成本，使产品失去市场价值。

美观性原则

美观性原则是指产品设计应该满足人们的视觉、听觉及触觉等感官体验，符合目标人群的审美标准，让人们感受到美好。美观性原则一般

体现在产品的外观设计上，包括色彩搭配、光线搭配、场景搭配及交互环节搭配等多个方面。

同学们在完成三维台灯模型绘制后，想要对三维台灯的结构进行调整。按照创意台灯的构思，虽然结构和制作方法基本相同，但做出的效果却各不相同，有的造型不好看，有的比例不协调。那么，如何改进模型的效果呢？

任务一　三维模型评价

※ 活动1　实物台灯对比分析

1.在教科书配套资源中或网上找到实物台灯图片，选择不同的台灯进行对比，分析各自的优点或不足，完成表2.3.1，并说说自己的改进设想。

表2.3.1　台灯对比分析

实物台灯图片	优点/不足	改进设想
	结构比较死板，适用性较高	设计一个比较可爱的外形
	造型简洁大方，适用性不高，光照区域太广，容易使眼睛疲劳	设计一个可以调整方向的“帽子”，一来增加卡通趣味，二来能调整光照区域
……		

2.向同学推荐自己喜欢的台灯，并根据需要讨论改进的方法。

※ 活动2　模型对比评价

在教科书配套资源中找到对应的三维台灯数字模型资源，参照表2.3.2进行分组讨论，表中分别是现代风格的可调节台灯和传统文化风格浓郁的复古台灯，结合三维设计评价的四个基本原则对台灯模型进行评价。

表2.3.2　模型评价

评价项目	创意性	实用性	可制造性	美观性	我的观点
	调节方法独特，巧妙结合连杆机构	产品适用于大多数使用环境，作品结构合理，但稳定性不足	材料选择合理，可加工性强，成本易控制	颜色单调，视觉效果差，外观设计精巧	
……					

创意产品的结构与功能

功能设计是创意的出发点，而结构设计则是创意向实现的延伸。针对某功能的实现，产品可以有多种不同的结构。这一特点使得我们可以在核心功能要求相同的情况下，配备不同的子功能和展现不同的结构形式，兼顾产品的普遍适用性及个性化特征的形成，同时实现对生产成本的控制。

在制作产品模型的过程中，我们要将其置于现实的情境中对其进行考察，使其结构与功能尽量合理。以台灯为例，从使用效果出发，台灯的灯罩是为了保护人们的眼睛，避免光源直射人眼，但为了保证照明效果，灯罩也需要具有一定的透光性；台灯的灯罩也可以有一定角度，这样可以将台灯放置在桌面一角，在少占用桌面空间的情况下保证台灯对桌面中心的照明效果；这时为保证台灯的稳定性，支架应当倾斜一定的角度，保证灯罩倾斜后，灯罩和支架的重心依然在底座范围内；从安全角度出发，若台灯整体看起来棱角较多，实际使用时会触感不佳，甚至成为安全隐患，需要做圆滑处理；等等。

任务二　作品的优化与调整

根据实际使用情境对三维台灯进行调整，调整后模型的尺寸及效果可参考图2.3.3的解释性草图和效果图。

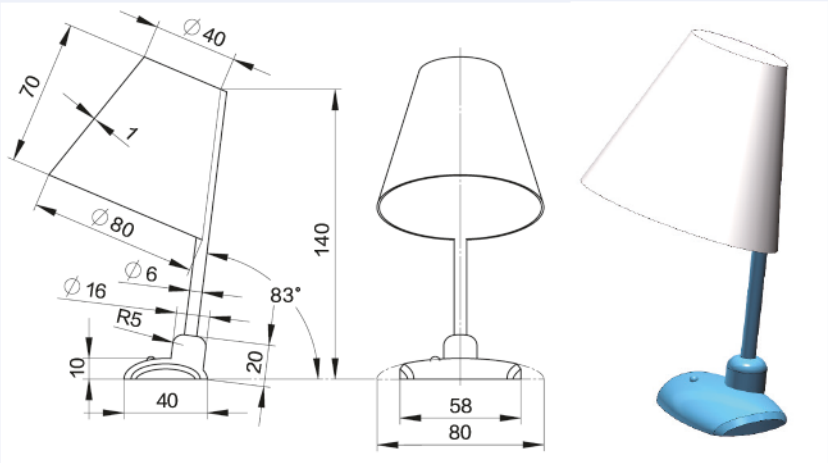


图2.3.3 创意台灯模型解释性草图及效果示意图（单位：mm）

※ 活动1 根据实际情况优化台灯模型结构

1.在教科书配套资源中找到“创意台灯”的三维数字模型，首先调整灯罩的角度，将灯罩边缘调整至与支架相重合，之后再将灯罩和支架一起移动，调整台灯直至其重心的位置合适，具体流程参考图2.3.4。

创意台灯的详细建模步骤参见教科书配套资源。

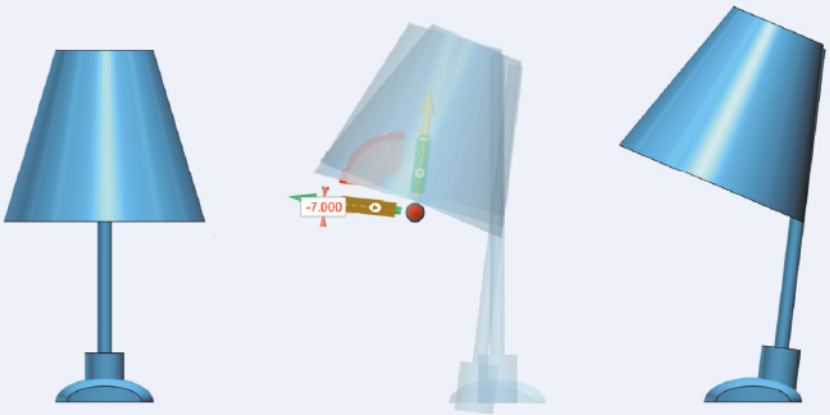


图2.3.4 台灯结构调整流程

2.为台灯添加装饰和其他圆滑效果。将球体放置在灯罩边缘，利用圆形阵列方法得到灯罩修饰效果。使用圆角和倒角命令，为台灯底座和支架添加圆滑效果。完成后的效果如图2.3.5所示。

图2.3.5 修饰后的台灯

阵列模型

阵列的原义为排成行和列的数学元素，在三维设计软件中则用三维对象组成阵列。阵列的排列形式有很多种，如线性阵列、圆形阵列和曲线阵列等，这与现实中同一造型有规律地反复出现的情况非常吻合。使用阵列建模可以帮助我们提高制作效率。

线性阵列：沿着指定直线的方向有规律地复制造型。

圆形阵列：围绕指定轴线形成的圆形路径复制造型。

图2.3.6展示的就是线性阵列和圆形阵列的效果。

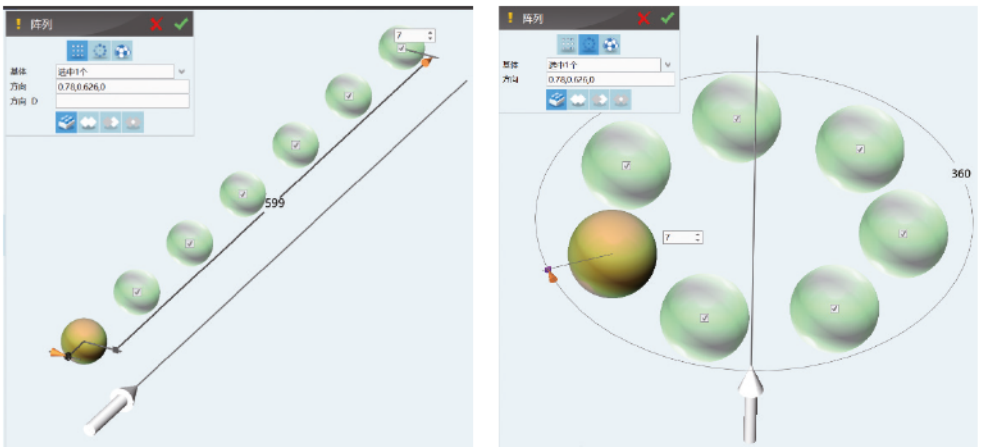


图2.3.6　两种阵列示例

※ 活动2　给台灯模型添加颜色

1.在三维设计软件中，初步制作好的模型的颜色往往比较单调，叠加在一起后视觉效果较差，会给人不易区分结构细节或单调乏味的感受。我们可以添加与实际物体相近的各种颜色来区分结构，给人以更接近真实的视觉体验。需要注意的是，在为多个实体添加颜色时，可以选中所有对象，一次性添加颜色，也可以单独选中某个部件或某个面添加颜色。参照如图2.3.7所示的台灯模型，为灯罩、支架、底座和开关分别添加颜色。

在分组协作进行项目模型制作时，往往会出现这样的问题：由于前期设计过程中并未详细考虑模型尺寸和方位问题，导致合成场景时，模型有的大，有的小。针对这一问题，可以利用移动、旋转和缩放命令来调整单个模型，使其实际尺寸与其他模型匹配，最后再组合成协调的整体。

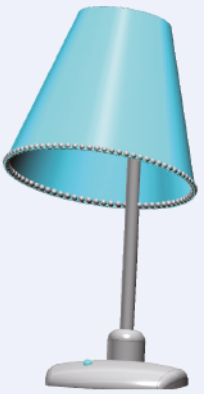


图2.3.7　进行颜色优化后的台灯模型

2.对比优化前后的模型效果。
3.将文件保存为“三维台灯.zl”。

跨三维设计软件平台的数据互通

用不同三维设计软件制作的模型，都有默认的保存格式。通常情况下，默认的格式只能通过原软件打开和编辑。三维设计软件非常多，要想分享设计好的作品，数据的互通非常重要，标准的做法是采用通用格式导出作品。所有的三维设计软件都可以导出通用格式，如IGS格式和STP格式等；同时也可以导入其他通用格式的文件，将其他模型加入自己制作的模型中。

在整合多个作品时，经常需要将单独保存的作品文件导入同一个作品中。例如，在“三维台灯.zl”模型文件中导入一个制作好的水杯或其他模型时，可以使用“导入”功能依次将模型导入。需要注意的是，不建议一次导入全部模型，因为每次导入的模型都会摆放在系统默认的同一位置，导入过多就会堆积在一起，使操作者难以选中需要调整的对象。可每次只导入一个模型，并核实其标称尺寸，使该模型与整个场景的比例协调，调整其摆放角度和位置，然后再依次导入其他模型。

拓展练习

1.分组活动，各组对小组成员完成的三维台灯模型进行评价和改进。
2.查找并阅读资料，分析评价的视角和方式方法，与其他同学分享。

拓展知识

缩放模型

在三维设计软件中，缩放模型主要是指调整模型整体的标称尺寸。为了便于操作，通常通过直接调整模型的比例来实现模型整体标称尺寸的改变。缩放模型的方法主要有两种，在实际建模过程中，可根据需要采用不同的方法进行缩放。

均匀缩放：通过同时改变x轴、y轴、z轴三个方向的比例，实现模型的各方向

均匀放大或缩小。这种方法一般在不改变模型外观效果的情况下使用，如图2.3.8所示。

非均匀缩放：通过将模型在x轴、y轴、z轴三个方向的比例调整为不同值，实现模型在某个方向上的放大或缩小。这种方法会改变模型的原有效果，如图2.3.9所示。

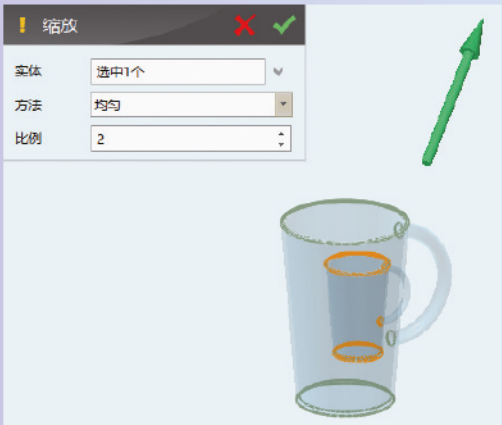


图2.3.8　均匀缩放

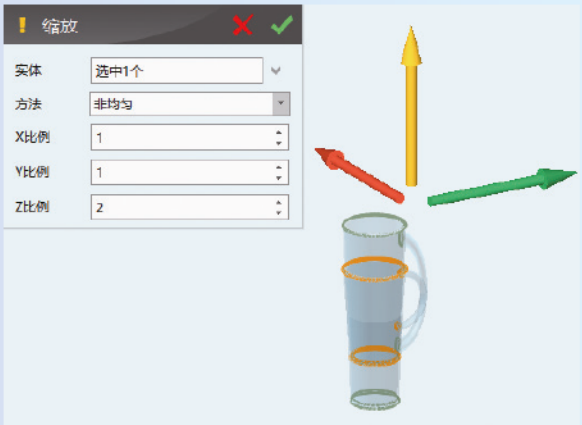


图2.3.9　在z轴上非均匀缩放

单元学习评价

本单元中，我们学习了使用标准几何体搭建三维模型的方法，初步体验了借助三维设计软件制作三维模型的基本流程，对三维设计的基本思想有了一定的认识。请结合所学内容，回答下列问题。

1. 列举3～5种标准几何体，说明其特点与可能的用途。

2. 用自己的语言说明三维台灯设计的基本思路是什么。

3. 试着从需求分析的角度考察和分析生活中的某一种三维物品，并与同类产品进行比较，分析其设计思路与创意等。

4. 选择日常生活中自己喜欢的物件作为样板，尝试用标准几何体搭建一件三维作品并相互评价。

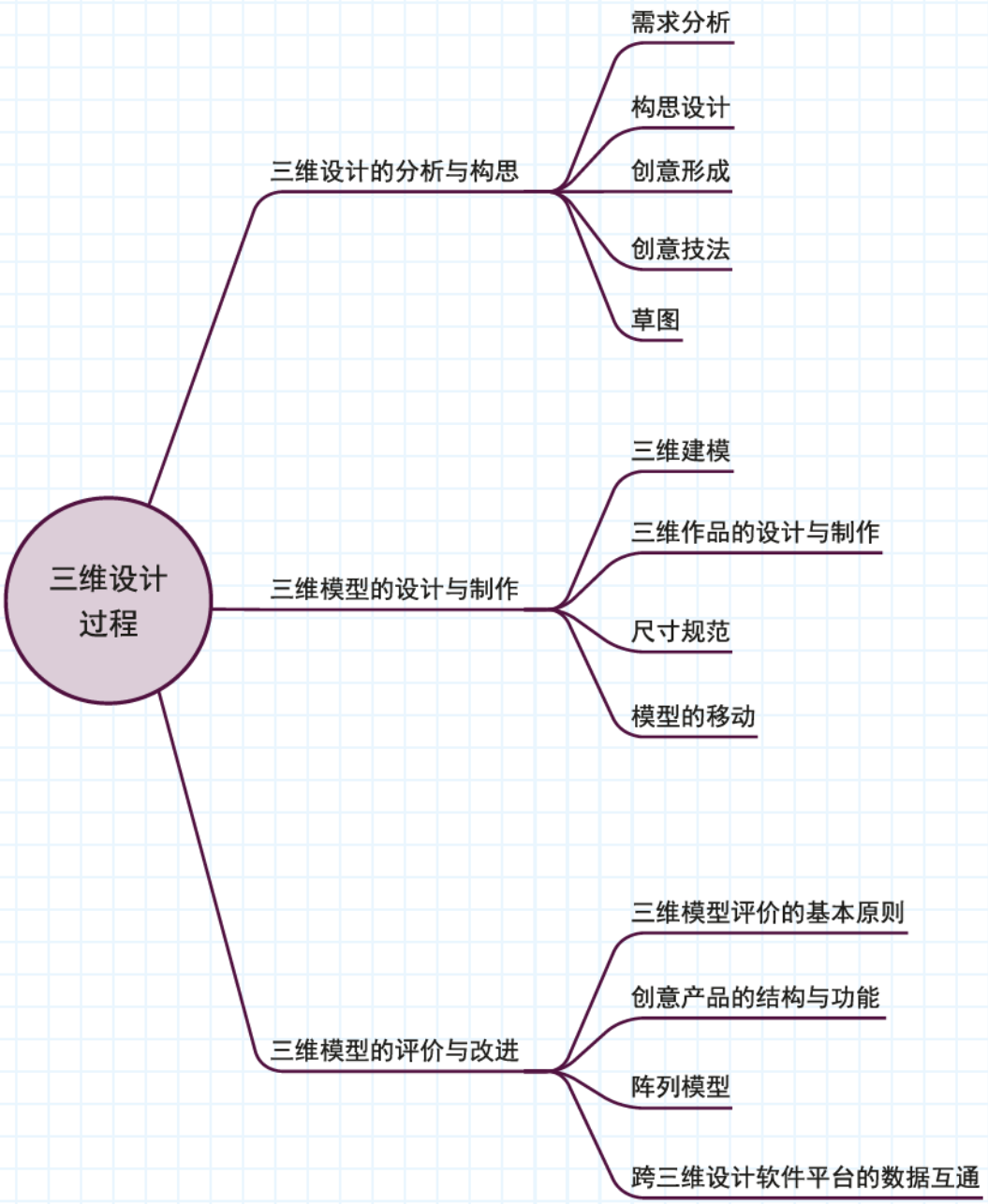
评价要点：

（1）能否自由地切换视图，从不同角度介绍自己的作品；

（2）物体的空间位置及大小尺寸是否合理；

（3）能否赋予模型以合理、协调的颜色。

单元学习总结


三维设计过程
三维设计的分析与构思
需求分析
构思设计
创意形成
创意技法
草图
三维模型的设计与制作
三维建模
三维作品的设计与制作
尺寸规范
模型的移动
三维模型的评价与改进
三维模型评价的基本原则
创意产品的结构与功能
阵列模型
跨三维设计软件平台的数据互通

第 3 单元　三维建模方法

数字化三维建模包括正向建模和逆向建模两大类方法。

正向建模起源较早且应用较广泛，主要是指根据设计者关于某物的构想，在计算机支持下建立三维数字模型的过程。正向建模方法又可分为两种：一是针对较简单的模型，可采用标准几何体组合的方法，这种方法在上一单元已有初步尝试，本单元再次对其进行提升与归纳；二是针对较复杂的模型制作，一般是从绘制二维平面图开始，然后向三维发展，最终实现三维建模。

逆向建模则是一个反向过程，比如我们在第1单元曾提到的，可以通过三维激光扫描技术对真实的物体进行扫描来获取该物体的空间几何数据，然后再将这些数据导入三维设计软件生成三维数字模型。

本单元包括正向建模的“基本实体建模”“二维转三维建模”和逆向建模的“三维扫描建模”三部分内容。

在我们日常的学习环境中，书桌、椅子和笔筒都是大家非常熟悉的用具。在模拟教室环境的设计中，我们可能需要对书桌、椅子和笔筒等进行建模。我们可以采用什么方法来建模？具体该如何操作？

本单元我们将围绕“学习环境的三维设计”项目开展学习，其中包括“体验拆解与组合的建模方法”“创建三维书桌的基本模型”“优化三维书桌结构”“了解二维转三维的建模方法”“综合运用建模方法创建三维笔筒模型”“体验与调研逆向建模方法”六个任务。

本单元的学习，可以从观察书桌及书桌上的布置开始。

3.1　基本实体建模

第1单元中，我们曾经提到三维设计软件中有六种常用的标准几何体。基本实体建模就是将标准几何体看成基本实体，利用这些现成的标准几何体作为基础造型单元，用不同的组合方式进行拼合，快速创建出简单的三维模型。基本实体建模属于正向建模。

基本实体建模是通过基本实体的随意组合，像搭积木一样搭出各种模型；或是在基本实体间建立空间逻辑关系，从而实现较复杂的建模效果。从表面上看，大多数的建模对象“貌似”都比较复杂：大的如吊车、钻井平台或轮船，小的如眼镜、水杯或书桌，这些“积木”似乎都不太好“搭”。然而从理论上看，无论多么复杂的对象，都可以被拆解为基本实体或与基本实体相近的基础造型。因此，多数建模操作可以沿着“基本实体—基础造型—复杂对象”的路径，实现各种创造。

学习目标

★ 基于案例学习，能从给定物品的形象中分析出其基础造型。

★ 掌握基本实体的具体应用及逻辑运算方法。

★ 掌握通过基本实体创建复杂对象的建模方法。

书桌、椅子和笔筒等是学习环境中的常用物品，它们是怎么被设计、制作出来的呢？想象一下，木工师傅或者是家具设计师是如何构思产品的？这些物品的基本结构如何？各由哪些部件组成？这些部件的形状和尺寸是多少？

我们可以从观察书桌开始，尝试在头脑中抽象出书桌的模型，并尽可能详细地分解书桌的结构，找出组成书桌的所有基本实体。

任务一 体验拆解与组合的建模方法

※ 活动1 “拆解”书桌，分析结构

观察教室里的书桌，列出其零部件组成；与同伴讨论这些零部件，分析这些零部件与哪些基本几何体形状相似，在表3.1.1中记录分析及讨论的结果。

表3.1.1 书桌的特点

分析产品	零部件	几何体形态	数量	备注
书桌	桌面板	长方体	1	
	书搁板		3	
	桌腿			
	桌脚和桌脚垫			

※ 活动2 模拟书桌的组合

如图3.1.1所示，分解后的书桌部件大都可以看成不同的标准几何体。这样，无论拆解还是搭建书桌，都似乎比较容易了。拆解是对书桌的理解，通过搭建才能形成书桌。一般而言，“搭建”也有其规律，从建模思想看，规范的设计与制作需要确定一个基准，就像盖房子要先建地基一样。我们可以先确定书桌零部件中的一个主体，比如桌面，再围绕桌面逐一搭建出完整的书桌（图3.1.2）。

1.尝试在头脑中将如图3.1.1所示的零部件搭建成如图3.1.2所示的书桌，并在图中标记出各部件的移动次序、移动方向及拼合位置。

2.观察自己的书桌，思考并讨论你的书桌的哪些部分是仅使用基本实体所无法实现的。

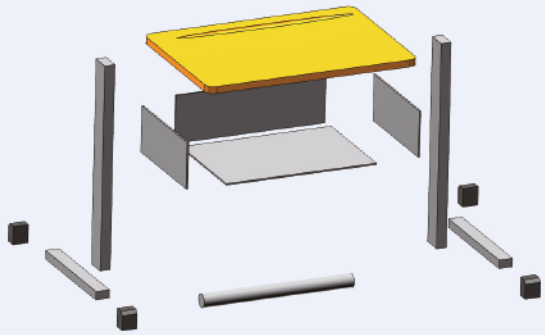


图3.1.1 书桌各部件拆解图

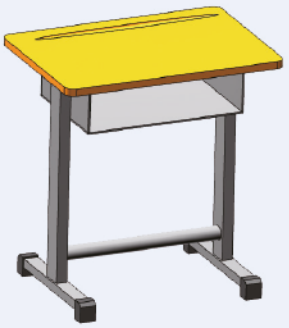


图3.1.2 搭建完成的书桌

参考教科书配套资源中提供的模型素材，体验组合法。

三维建模方法——组合法（搭积木）

搭积木本是一种儿童游戏，活动方式是将不同造型的几何体组合在一起形成新的造型。三维设计软件中的一些基本实体，如六面体、圆环体、圆锥体及椭球体等都可以被看作积木块，基本实体建模即是通过组合这些基本实体形成所需造型。我们前面制作台灯模型时就用到了组合法，图3.1.3所示的是如何使用组合法制作盒子。

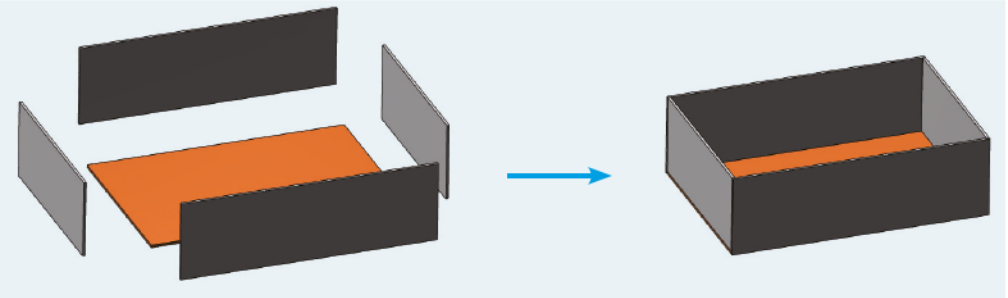


图3.1.3　使用组合法制作盒子

组合建模方法在学习建模的初期非常重要。在练习这种建模方法时，可以化繁为简，先舍弃细节部分，仅考虑主要的形态和结构，通过对实物模拟思考来提升建模中的归纳能力。

参考教科书配套资源中提供的模型素材，体验削减法。

三维建模方法——削减法

削减法是与组合法策略相反的一种方法。确切地说，削减就是由多到少，通过减去多余材料，将所需要的形体塑造出来。传统机械加工工艺中的车、铣和刨等，也都可以归结为削减法的应用。

在三维建模过程中，经常会使用削减法来快速得到特殊的造型。图3.1.4所示的是削减法的使用示例，图中绿色的方框相当于削减工具，与橙色物体交叠后，将其重合部分减除。

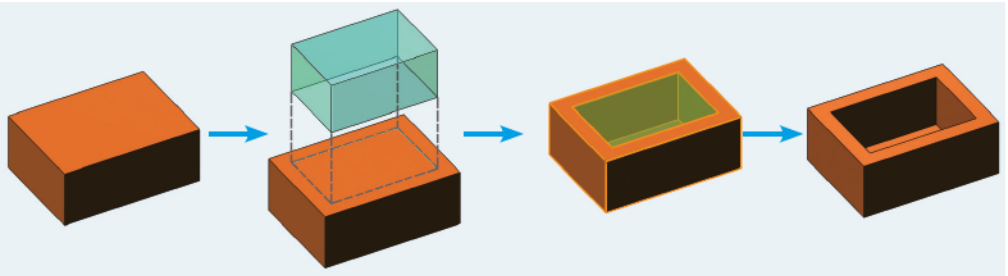


图3.1.4　使用削减法制作盒子

上述组合法和削减法，是三维建模过程中较为常用的方法。一般而言，我们会先通过削减法得到局部造型，再利用组合法实现最终的复杂造型。将削减法和组合法进行有效的结合，可以创造性地解决许多建模问题。

借助三维设计软件，我们可以更顺利地完成建模任务。为此，我们需要熟悉软件中基本实体的综合运用，并能够按照建模方法，制作空间位置和尺寸关系都符合要求的复合造型。

任务二 创建三维书桌的基本模型

※ 活动1 实体测绘

1.观察身边的书桌并进行测量，参考表3.1.2记录具体尺寸数据。

表3.1.2 书桌数据采集

零部件	几何体形态	数量	几何尺寸	需连接的部件
桌面板	长方体	1		书搁板、桌腿
书搁板	长方体	3		
支架	圆柱体			

2.尝试绘制书桌的解释性草图，参考如图3.1.5所示的书桌的解释性草图对书桌各零部件的尺寸进行标注，也可尝试通过从正面、侧面和背面等多个角度表达的一组草图来解释书桌。

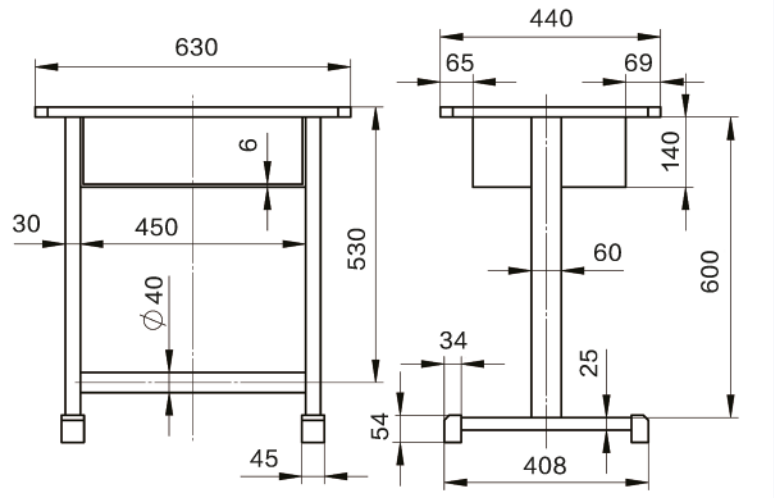


图3.1.5 书桌的解释性草图（单位：mm）

我绘制的三维书桌解释性草图：

※ 活动2　组合基本模型形成书桌

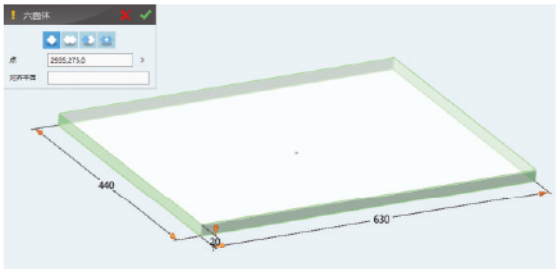
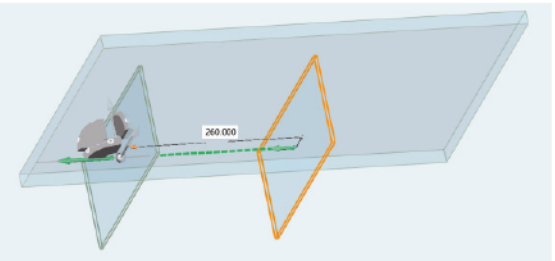
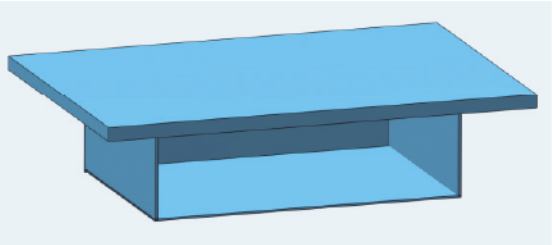
根据测绘的书桌尺寸，在软件中制作出桌面模型，然后以此为基础连接其他部件。

书桌的基本模型的建模步骤详见教科书配套资源。

制作思路与过程如下。

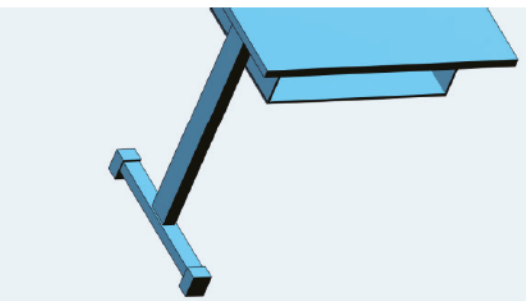
1.以图3.1.2中的书桌为例，利用六面体工具完成桌面建模后，制作书搁板。根据书搁板的尺寸和位置，在桌面底面中心位置分别绘制三个侧板，并将其移动至指定位置。具体步骤参考表3.1.3。

表3.1.3　桌面和书搁板的制作流程

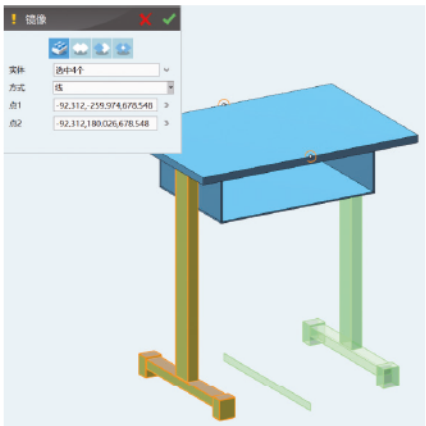
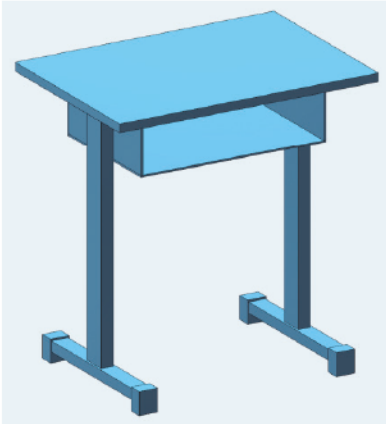
步骤1：利用六面体工具创建出符合尺寸要求的桌面	
步骤2：在桌面底面中心位置创建书搁板的侧板，设定长度尺寸为306、宽度尺寸为6、高度尺寸为140。利用移动命令将其移动至对应位置，移动尺寸参考图示效果	
步骤3：分别创建其他侧板和底板，完成书搁板的组合	

2.参考书搁板的位置，可以方便地制作出书桌的桌腿和桌脚。书桌的桌腿和桌脚是左右对称的，制作时可以先制作出一侧，再通过镜像工具制作另外一侧。具体操作流程参考表3.1.4。

表3.1.4　桌腿和桌脚等的制作流程

步骤1：参考尺寸图，利用六面体工具制作出桌腿、桌脚和脚垫	

续表

步骤2：选择镜像工具，“实体”选择桌腿、桌脚和桌脚垫，镜像面通过选择桌面两条长边的中点“点1”和“点2”来确定	步骤3：确定镜像操作，完成另一侧桌腿、桌脚和桌脚垫的制作
	

模型镜像

利用镜像工具，可以选择一个或多个对象，使其沿着指定的面或线镜像出与之对称的另外一个或多个对象。

镜像是一种优化建模过程的方法，可以先制作一半模型，再通过镜像得到完全对称的另外一半；也可以通过镜像，复制出对称的整体模型，实现创意效果。

一般情况下，镜像时先选择需要镜像的对象，然后再选择镜像面或镜像线，即可生成一个完全对称的镜像造型。在教科书配套资源中打开“对称椅”模型，如图3.1.6所示，对椅子进行镜像即可得到椅子的“另一半”。

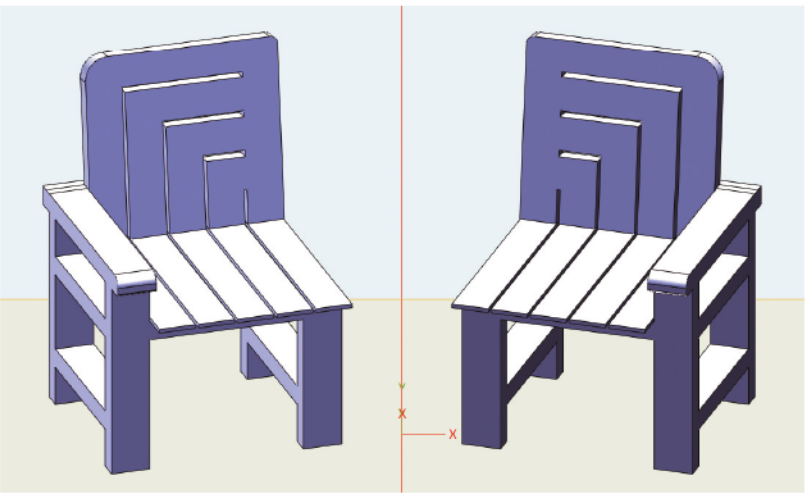


图3.1.6　镜像对称椅

同学们应该已经注意到，实际的书桌上可能包括一些不规则的结构，在三维建模时不能通过基本实体直接得到，这就需要对基本实体进行适当修改来实现。

如何对这些几何体进行组合运算？如何提高组合和削减的效率？通过优化和完善三维书桌，我们将进一步了解基本实体的组合运算方法。

任务三　优化三维书桌结构

※ 活动1　三维书桌改进分析

三维书桌的基本模型制作完成后，结构上还有很多可改进的地方。因为现实中的书桌的许多部件是不规则的，要做出符合实际的模型，还需要进一步改进，参考表3.1.5，结合实际书桌分析尚需改进的地方。

表3.1.5　三维书桌结构分析

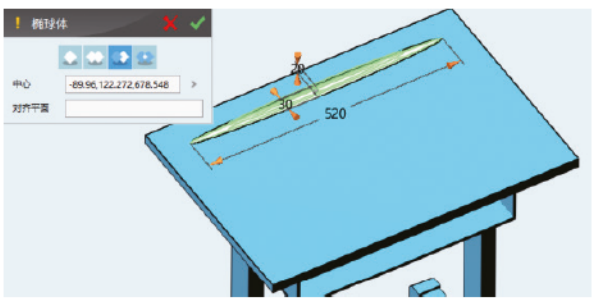
结构	特点	设计目的
桌面凹槽	类似椭圆形的凹槽	在桌面上开出凹槽，可以放笔，防止笔滚动掉落
桌面圆弧边		
底部支架		

※ 活动2　完善三维书桌建模

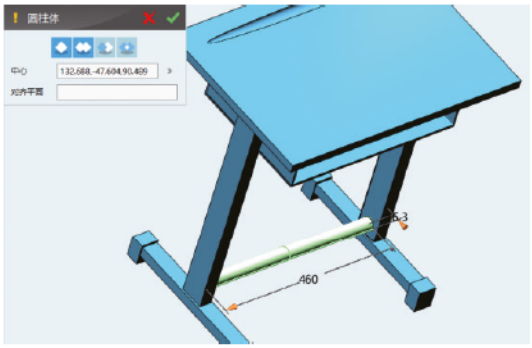
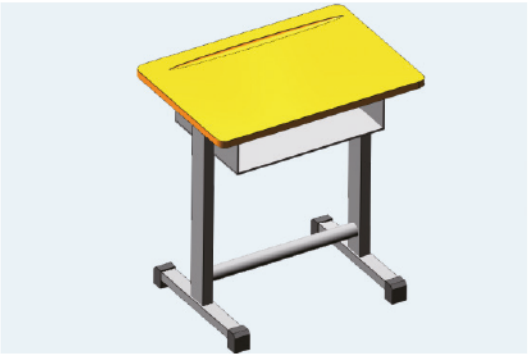
书桌完整模型的建模步骤详见教科书配套资源。

打开本节教科书的配套资源，在桌面上制作椭球体，通过布尔运算的减运算得到凹槽。在桌腿之间制作圆柱横杆，以增强书桌结构的强度。利用圆角和倒角命令，分别对桌面和桌脚垫进行修饰，提高其安全性和美观性。具体步骤参考表3.1.6。

表3.1.6　桌面及支架的制作流程

步骤1：使用椭球体命令，结合布尔运算的减运算操作在桌面上制作凹槽	

续表

步骤2：利用圆柱体工具制作横杆，通过布尔运算的加运算使其与桌腿连成一个整体	
步骤3：利用圆角、倒角和颜色工具，将桌面和桌脚垫做圆滑处理，再调整整个作品的颜色	

布尔运算

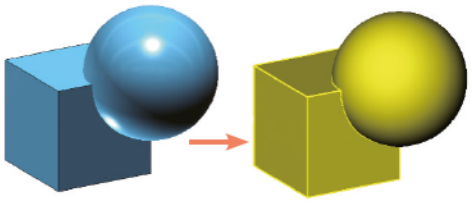
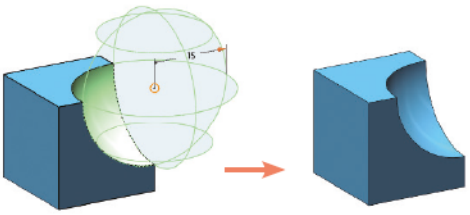
布尔运算是一种数学逻辑算法，也称为布尔代数。20世纪30年代初，它在电路系统中获得应用，随后在电子技术与计算机技术中得到普遍推广，可实现的运算结果也越来越复杂。

三维建模中的布尔运算是通过对两个或两个以上的基本实体进行加运算、减运算或交运算，以实现对实体形状优化的操作，如表3.1.7所示。其中，加运算也是一种组合，而减运算则属于削减。

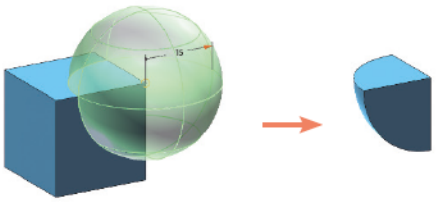
布尔运算在不同三维设计软件中的使用方法基本相同。

可以参考教科书配套资源中提供的模型素材，体验布尔运算的用法。

表3.1.7　布尔运算的应用

加运算	新建的实体与原有的实体合并成一个整体	
减运算	新建的实体会减去原有的实体上与其相交的部分	

续表

交运算	运算结果会保留新建的实体和原有的实体上相交的部分	

布尔运算是三维建模中常用的基础功能，合理利用布尔运算可以快速实现特殊造型，增强建模的表现力。

拓展知识

自顶向下的建模方法

自顶向下的建模方法利用了“从整体到部分”的思路。先进行整体规划，确定各个组件在空间的位置关系，明确各部分的功能效果及特点，再进行每个零部件的单独设计和组装，如图3.1.7所示。它本质上就是建模的视角从整体的宏观性逐层进入具体的微观性的一种建模思想。

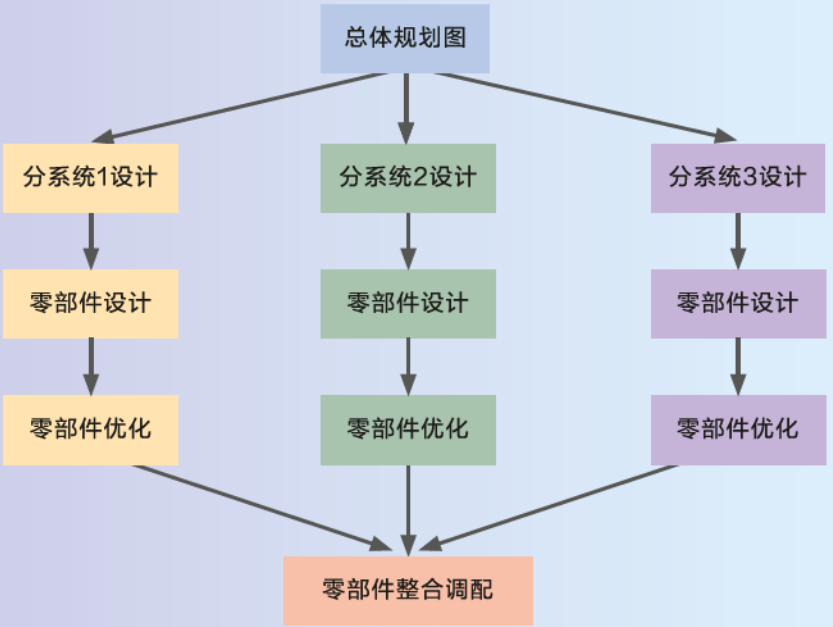


图3.1.7　自顶向下的建模方法

这种从整体到局部的建模方法，可以保证模型的完整性，有利于最终完成模型时得到精准的整体比例关系和结构关系。在此基础上，可以对建模作品进行精雕细琢，以求实现更好的效果。

自顶向下的建模方法的优点在于重视系统性及全局性，在项目的总体规划、子项目的协调和衔接等方面有优越性，突出强调的是宏观目标保持不变。

该方法的不足之处是建模周期可能比较长，容易产生疲劳感；系统过于复杂，初学者不易理解；所需的环境配置及资源要求都较高等。

拓展练习

1.除了组合法、削减法和自顶向下等建模方法外，还有多种其他建模方法。构建一个比较复杂的产品模型时，一般不会只使用一种建模方法，往往是多种方法配合使用。请查阅相关资料，了解更多的三维建模方法，如自底向上的建模方法等。

2.参考图3.1.8中的椅子模型尺寸示意图，综合运用前面所学的基本实体建模方法，尝试搭建具有特定尺寸要求的三维椅子模型，注意角度和距离的精准。接着用圆角工具按图3.1.8所示的效果将棱边处理光滑。

也可以大胆尝试创新，结合自身需求及创意构思，从牢固、舒适、简易、风格一致、整体美观或可伸缩等角度来设计自己的个性化椅子。完成作品后，进行分享与展示。

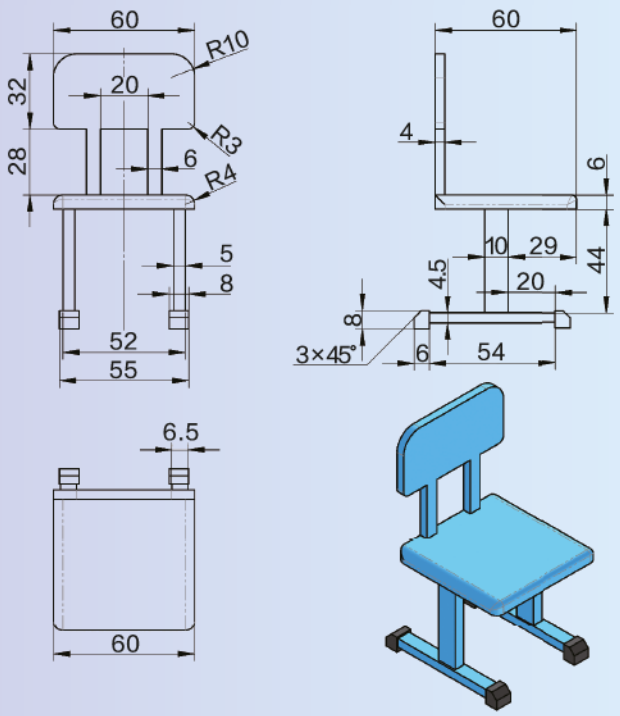


图3.1.8 椅子尺寸示意及造型效果图（单位：mm）

3.2　二维转三维建模

三维设计软件所能提供的基本实体是有限的，在对有较多弧线或弧面的物体进行建模时（如制作轴对称花瓶或立体文字等），用基本实体组合的方式会变得非常复杂而低效。针对这些问题，有效的建模方法是由二维转三维建模。

什么是二维转三维建模呢？举例说明：先绘制出直角三角形的二维草图，再使其围绕一条直角边旋转，就可以得到圆锥体了。二维转三维建模，既是一种建模的思路，又是一种二维图形与三维对象之间数学关系的直观呈现。

在本书的学习中大家会发现，尽管数字化三维设计最终给出的是三维对象，但也还是秉承了从一维到二维再到三维的数学思维传统。也就是说，虽然我们要讨论的是三维设计与创意问题，但仍会涉及从二维到三维的认识过程，这也会使同学们的数学思考经验更具连续性。

学习目标

★ 基于案例学习，掌握二维草图建模的方法及要点。

★ 理解二维转三维建模的几种不同方法及应用场景。

★ 掌握二维转三维建模的几种简单操作。

● 二维草图

与前面提到的几种草图不同，这里所说的二维草图特指三维设计软件中的二维图，它是二维转三维建模的基础。例如，想要创建一个圆柱体，我们可以在软件中先绘制一个二维矩形“草图”，再通过旋转功能对其进行适当的“操作”，从而得到圆柱体。

使用二维草图工具，一般要注意以下几点：首先，确定绘制草图的平面，绘制时要使观察的视线垂直于绘图平面，以提高所绘图形的准确性；其次，绘制完成的草图必须是首尾相连且没有交叉的封闭图形，这样才能将其作为从二维转三维的基础；最后，可以通过曲线连通性检测来确认草图是否合格。

在学习环境的设计过程中，同学们希望能够制作出多样的、有特色的三维模型，把它们放在书桌上，从而布置出个性化的学习环境。有的同学打算制作笔筒，有的同学想制作圆弧形的日历，大家想法各不相同。于是，班级里的“三维设计师”们纷纷踊跃学习二维转三维建模的方法和原理，以便更顺利地完成建模任务。

任务一　了解二维转三维的建模方法

※ 活动1　体验二维草图建模

1.分析二维草图工具的使用方法和作用，并尝试应用，将结果记录在表3.2.1中。

表3.2.1　草图功能分析

类别	功能	主要方法和作用
草图绘制	圆形	在确定圆心和半径后可以绘制出圆形的草图图形
草图编辑	单击修剪	将不需要的线段裁剪掉

2.体验草图的绘制方法和呈现方式，尝试画出如图3.2.1所示的二维草图。

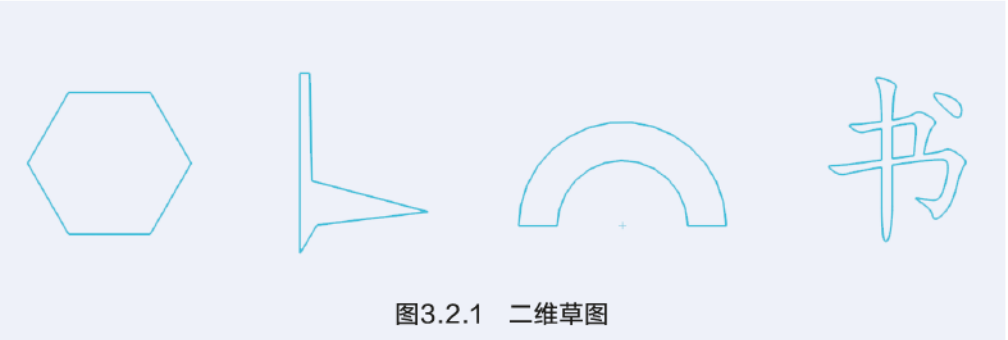


图3.2.1　二维草图

二维转三维建模的方法包括拉伸建模、旋转建模、扫掠建模和放样建模，一般统称特征建模。

我们所绘制的二维草图相当于三维造型的截面，通过对截面进行特征建模可形成不同的造型。

拉伸建模、旋转建模、扫掠建模和放样建模的详细操作方法参见教科书配套资源。

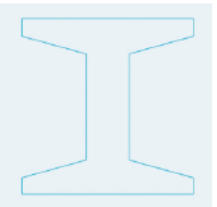
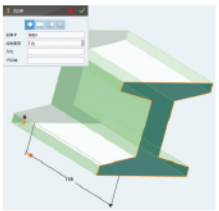
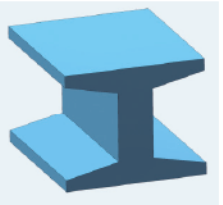
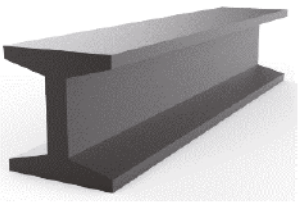
拉伸建模

拉伸建模是将二维草图（截面）沿着指定方向移动而形成三维对象模型的方法。

拉伸的默认方向是与草图平面相垂直的方向，但也可以是其他方向，三维对象的厚度通过起始位置和终止位置来控制，如表3.2.2所示。

当二维草图是一条直线时，对其沿垂直方向或侧向拉伸可以得到一个平面。

表3.2.2　拉伸建模

二维草图	建模过程图示	三维立体模型	代表性实物工字钢
			

※ 活动2　体验一般的二维转三维的建模方法

从教科书配套资源中找到如图3.2.1所示的二维草图，尝试使用特征造型中的拉伸功能将草图制作成三维立体模型。通过观察二维转三维建模方法的特点，分析工具的应用场景。

旋转建模与模型旋转的区别：模型旋转是将三维模型转动一个方向；旋转建模是利用旋转工具对二维草图进行旋转，从而得到三维模型的方法。

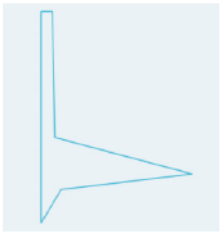
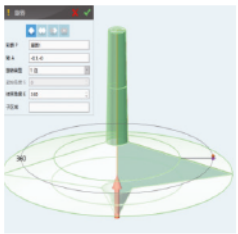
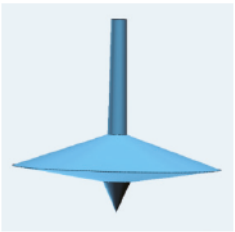
旋转建模

旋转建模是将二维草图（截面）绕指定的轴进行旋转得到三维对象模型的方法，旋转的方向和角度可根据建模的需要选择和调整，如表

3.2.3所示。

旋转时可以选择草图上的边线作为旋转轴，也可以在草图之外专门绘制。若在草图之外绘制旋转轴，就可能通过旋转得到环形造型。

表3.2.3 旋转建模

二维草图	建模过程图示	三维立体模型	代表性实物陀螺
			

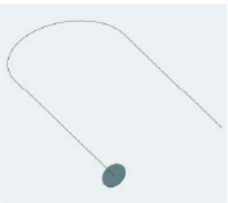
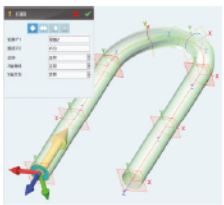
扫掠建模

扫掠建模与拉伸建模相似，不同之处在于，扫掠建模是将二维草图沿着指定的路径形成三维对象，如表3.2.4所示。

进行扫掠建模时，需要绘制两个不同的草图，分别是轮廓草图（截面）和路径草图。轮廓草图按路径移动时所形成的三维对象，即是三维模型。

当扫掠建模的路径是直线时，其建模结果与拉伸建模的效果相同。一般先绘制路径草图，再以路径草图为参照绘制轮廓草图。

表3.2.4 扫掠建模

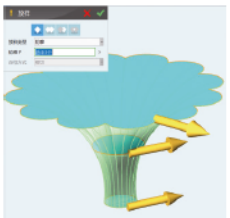
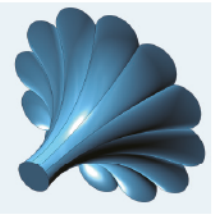
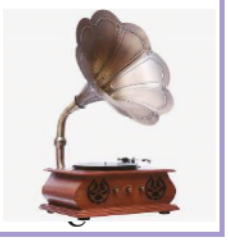
二维草图和路径草图	建模过程图示	三维立体模型	代表性实物 U形锁
			

放样建模

放样建模一般用于建立不规则造型，需要绘制出两个或更多不同位置的二维草图作为截面，再通过有序的方式连接这些截面形成三维对象。

进行放样建模时，也可以使用不同形状的二维草图截面，形成各部分形态有异且光滑过渡的单体模型，如表3.2.5所示。

表3.2.5　放样建模

二维草图	建模过程图示	三维立体模型	代表性实物 喇叭扩音器
			

绘制出的多个二维草图，需要用移动工具将其调整至不同的平面位置。放样时，按照摆放位置顺序选择二维草图，可以得到较为光顺的造型表面。也可以交错选择二维草图，但由于三维设计软件中造型生成计算方法的问题，这时容易出现模型表面的自相交叉，产生不必要的建模错误，所以使用这种方法时要特别注意。如果出现了这种建模错误，可以撤销操作后重新放样。

同学们根据学习环境设计的需求，开始基于二维转三维的建模方法来构思笔筒。他们提出了许多附带不同功能的创意笔筒设计方案，其中一个组提出了一个比较有创意的方案——制作组合笔筒，基本想法是：从其中一个单元看，可以把笔筒设计为简约造型，也可以设计为卡通造型；从组合方式的角度看，可以设计为直列排列的，也可以设计为环形排列的等。

任务二　综合运用建模方法创建三维笔筒模型

※ 活动1　分析三维笔筒的结构

1.根据小组设计方案，尝试绘制出三维笔筒的简易结构草图。

2.基于小组绘制的简易结构草图，或以图3.2.2所示的具有特色的笔筒为例，分析笔筒结构并填写表3.2.6。

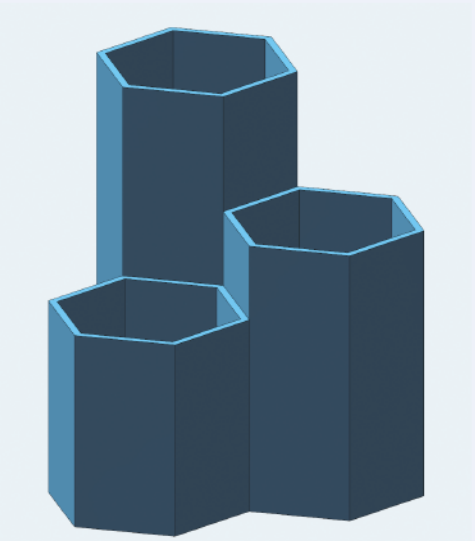


图3.2.2　具有特色的笔筒

表3.2.6　三维笔筒结构分析

名称	建模方法	截面草图构成	制作要求
笔筒	拉伸建模、抽壳	正多边形草图	每个小笔筒大小相同，高度不同，互相连接摆放
……			

※ 活动2　三维笔筒模型制作

参照表3.2.6的分析，可以将笔筒“拆解”成三个单独的小笔筒，在制作时先独立完成每个笔筒，再根据空间布局要求将其调整至合适的位置，形成组合笔筒。

制作思路如下。

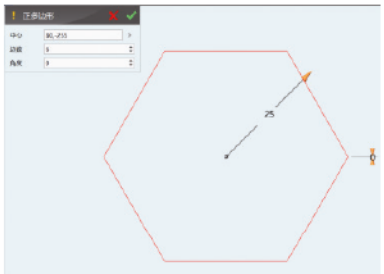
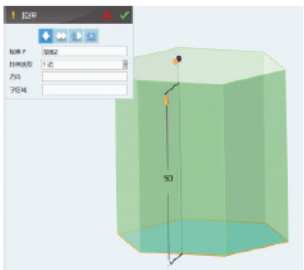
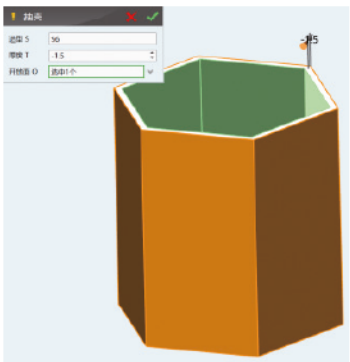
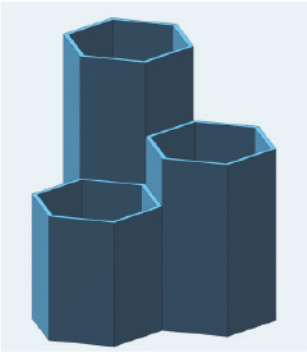
1.制作单个笔筒时，需要先用草图工具制作出正六边形草图，记住其尺寸；通过拉伸实现模型，同样记住拉伸的高度；通过抽壳工具将中间挖空，完成一个小笔筒的制作。

2.再绘制一个相同尺寸的正多边形草图；通过拉伸，得到不同高度的另一个笔筒；以此类推，得到三个高度不同的笔筒。

3.利用移动功能，以最小的笔筒为参考，分别将其他笔筒移动至最小笔筒侧面，使侧面相贴合且底面平齐，即可得到组合笔筒。

参考表3.2.7中的笔筒建模的具体步骤，完成三维笔筒的建模。

表3.2.7　三维笔筒建模方法

笔筒建模	步骤1：利用草图工具绘制出正六边形	步骤2：利用拉伸建模工具将草图拉伸成立体模型
		
	步骤3：利用抽壳工具将笔筒中间挖空	步骤4：重复操作，逐个制作出不同高度的笔筒并摆放在一起
		

三维笔筒的建模步骤详见教科书配套资源。

笔筒拉伸的高度值会直接影响最终作品的美观程度，需要反复调试，才能达到理想效果，还可尝试为每个笔筒添加不同的颜色，增强美观性。

拓展练习

1.在特征造型中，除了拉伸、旋转、扫掠和放样命令外，还有圆角、拔模、变形实体等功能。请探究其他命令的使用方法和应用场景。

2.轴承是现代机械设备中常见的一种部件，主要由内圈、外圈、保持架和滚珠等几部分零件组成，如图3.2.3所示。

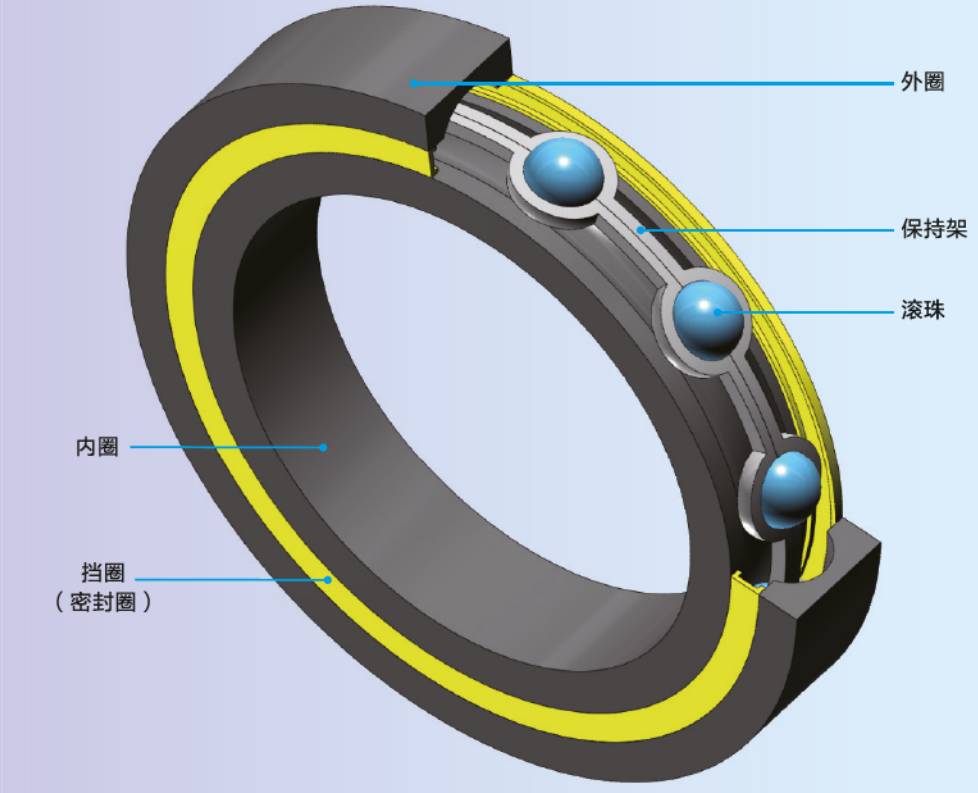
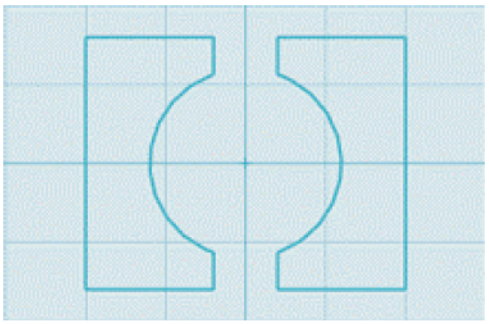
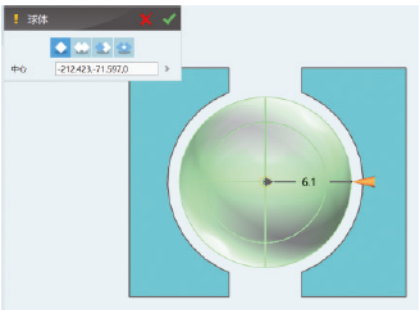
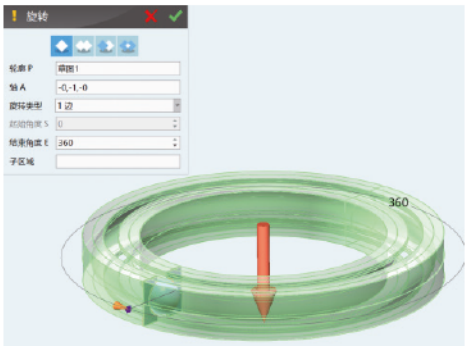
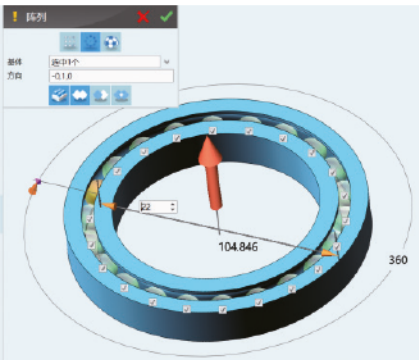


图3.2.3　轴承结构

常规工艺下，轴承的制作过程比较复杂。但轴承各零件的数学模型及各零件间的数学关系却非常简单，除去挡圈和保持架，在三维设计软件中利用旋转建模和阵列等工具，我们可以快速得到一个轴承的三维模型。请参考表3.2.8中轴承建模的具体步骤（详细建模步骤参见教科书配套资源），尝试完成轴承的建模。

表3.2.8　轴承建模方法

步骤1：绘制下图所示的轴承圈截面轮廓草图，完成后退出草图状态	步骤2：使用球体命令在内圈与外圈之间位置制作轴承滚珠，注意球体的位置
	
步骤3：在轴承轮廓草图左侧绘制一条直线作为轴线，然后旋转轮廓草图得到轴承的内圈与外圈	步骤4：将球体进行阵列，得到完整的轴承三维模型
	

3.利用所介绍的二维转三维建模中的另外两种方法，制作一个常见且具有代表性的物品的三维模型，如花瓶、带花纹的餐盘等。

3.3　三维扫描建模

正向建模是指从分析目标对象的基本结构开始，按照常规的逻辑顺序逐步进行建模。但在实际操作中，经常需要对一些不规则的造型进行建模，如动植物、石头或损坏的零件等，均较难通过正向建模得到准确的模型。

那么，能不能通过适当的技术支持，先获取实物形状的基础数据，在此基础上进一步进行处理，从而得到其数学模型呢？随着三维设计技术的发展，这一问题已经得到解决，这就是从实物到模型的三维扫描建模，它属于逆向建模的一种。

学习目标

★ 了解逆向建模的基本方法。

★ 通过活动体验逆向建模的过程。

★ 通过调查了解三维扫描建模的应用领域及优势。

● 三维扫描建模的技术分类

三维扫描建模技术主要分为接触式扫描建模和非接触式扫描建模两类。

接触式扫描建模通过实际触碰物体表面的方式获取测量数据。其优点是数据精确，缺点是在扫描过程中扫描仪必须接触物体，测量时有可能会破坏甚至是损毁待测物，且扫描所需时间较长。因此，接触式扫描建模有一定的适用范围，特别不适用于文物的修复、遗迹的重建等工作。

非接触式扫描建模是通过光学扫描得到物体扫描点数据。其优点是在采集数据时，不会与被扫描物体产生物理接触，从而不会对物体造成损毁。由于其高效性和强大的适应性，非接触式扫描建模在逆向工程领域的应用日益普及。非接触式扫描可分为激光扫描建模、深度相机建模、摄影建模和光场建模四种。

激光扫描建模主要是使用激光扫描仪，利用激光测距的原理，通过记录被测物体表面大量密集的点的三维坐标、反射率和纹理等信息，计算出被测目标的线、面、体等多组数据，以此为基础得到三维模型。

深度相机有双目、结构光、飞行时间测距法（TOF）等不同种类。深度相机建模就是通过深度相机发射红外线、光脉冲等，接收物体表面反射的信号，据此计算出深度数据并完成建模。

摄影建模是把物体的多张照片用算法拼接起来，生成物体的三维模型，但生成的模型几何精度不够高，可能还有破洞、断面和多余物景等，需要后期进行处理才能完成建模。

光场建模是通过相机阵列和深度相机采集物体的三维信息，运用算法还原出极具真实感的三维内容，最大限度还原真实物体材质的颜色、纹理及光泽，最终完成建模。

无论采用哪种三维扫描建模技术得到的非连续的离散点数据，都需要使用其他软件进行后期建模处理。

在布置书桌环境的过程中，还需要准备一些装饰品。大多数装饰品的造型奇特，进行正向建模会非常复杂。我们可以采用逆向建模的方法，利用三维扫描建模获取卡通模型的基础数据，经过建模处理，使其形成需要的三维模型，将其添加到三维环境中。

多数逆向建模需要利用特定的设备设施，一般难以实现。下面我们采用一种最简单易行的摄影建模的方法，体验逆向建模并通过调研增加对它的了解。

任务　体验与调研逆向建模方法

※ 活动1　拍摄卡通玩具的数码照片，构建三维模型

1.利用数码相机从不同视角拍摄卡通玩具获得照片，所拍摄的照片应尽量是连续且全方位的。

2.在网络上搜索“摄影建模”，选择一款在线合成软件，将所有照片上传，启动合成并等待软件自动处理生成三维模型。具体流程参考表3.3.1。

“摄影建模”的详细步骤参见教科书配套资源。

表3.3.1　以卡通熊猫为例的摄影建模流程

步骤1：对卡通熊猫拍照，得到多组不同角度的照片	步骤2：通过图像在线合成软件生成三维模型

※ 活动2　组合模型

1.在教科书配套资源中找到经由图像合成的卡通玩具模型和建模的笔筒模型，将模型全部导入软件中。

2.使用颜色功能对导入的卡通玩具模型进行上色，再利用缩放和移动功能，调整卡通玩具的标称尺寸和位置，使其和笔筒相匹配。具体操作步骤参考表3.3.2。

合成模型的详细步骤参见教科书配套资源。

表3.3.2　合成模型的处理过程

步骤1：对卡通熊猫模型进行上色	步骤2：使用缩放和移动命令调整卡通熊猫的比例和位置

※ 活动3　以三维扫描法为例的逆向建模案例调查

当前，三维扫描建模已应用于较复杂的模型建模工作中。请利用网络查找资料，了解三维扫描的应用领域，并简单列举其优势，完成表3.3.3。

表3.3.3 三维扫描的应用及优势

应用领域	优势	具体应用案例
教育	为学习者进行创造和设计提供新的方法，在现实和虚拟之间建立一座联通的桥梁	
影视作品	能快速复制出大面积的三维仿真场景，节省人力、时间成本，提高工作效率	
医疗	快速获得被测物体的信息，无辐射、无接触、安全	
航拍地图		
人体三维建模		
隧道施工		
考古文物保护		
数字三维城市		

拓展知识

逆向工程技术

随着工业技术水平以及人们生活水准的提高，人们对通用性产品的需求逐渐下降，仅仅满足一般功能需求的产品已经不再有市场竞争优势。企业纷纷想方设法，努力推出更多特定功能增值或个性化风格更强的产品，这对企业的创新能力提出了更高的要求。为此，企业常常会采用样件反求的方法提高创新效率。样件反求，即针对现实产品进行结构、功能与效果分析，在此基础上实施改进。这也被称为逆向工程技术，而逆向建模技术是逆向工程技术中的一种基本方法。

逆向工程技术是对现代化工业设计理论方法、生产工程学、材料工程学和相关专业知识的综合应用，能系统地分析和研究产品，帮助企业加速开发和制造出高附加值、高技术水平的新型产品。

逆向工程技术往往会让人联想到对知识产权的侵害，实际上，将两者完全等同是一种误解。逆向工程技术行为也完全可能发生在自有产品或无知识产权冲突的产品的改进过程中，也可以用来仔细分析他人产品，尝试寻找创新突破。事实

上，它还是保护知识产权的重要手段。比如，如果怀疑他人侵犯了自己的知识产权，就可以用逆向工程技术来反求证据。

从广义上讲，逆向工程可分为以下三类。

实物逆向：基于现有的实物模型，通过分析和测绘，根据结果再推陈出新，其中包括方案、功能、性能、结构或材质等多方面的逆向。实物逆向的对象可以是整体，也可以是单一或部分组件。

软件逆向：产品实物样本、技术文件、设计稿、使用说明书、图纸、相关规范和标准、管理规范和质量保证手册等均被称为技术软件。比如，在只有实物而没有技术软件或没有实物仅有全套或部分技术软件的情况下，就需要软件逆向。

影像逆向：研发时既没有实际产品，也没有相关技术手册，只有图片或视频，设计者根据这些影像资料进行整理、构思并设计产品，同时形成整套技术文件，这种逆向称为影像逆向。

实物产品的逆向工程工作流程可参考图3.3.1，该图呈现的是通过对油泥汽车模型的数据采集和处理，得到新型汽车外观的创新和生产的过程。

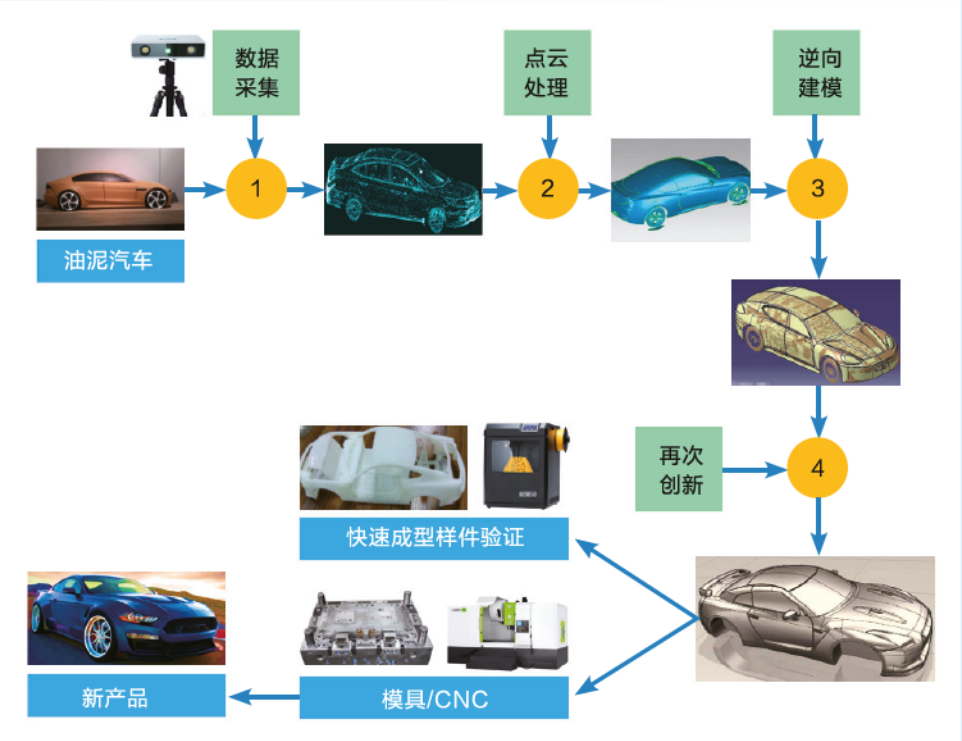


图3.3.1　汽车外观的逆向工程工作流程

单元学习评价

通过本单元的学习，我们学会了三维建模的一般方法。利用这些建模方法，我们已经可以制作比较复杂的造型。请结合所学内容，完成下列评价。

1.用自己的语言描述对正向建模和逆向建模的认识，如它们的特点及用途等。

2.用自己的语言描述对二维转三维建模中草图的认识，说说草图的特点及绘制过程中的注意事项等。

3.对比分析本单元所学的三维建模方法，填写下表。

三维建模方法	应用场景	优点	缺点

4.选择日常生活中自己喜欢的物品，尝试用正向建模方法设计与制作一件三维作品并相互评价。

评价要点：

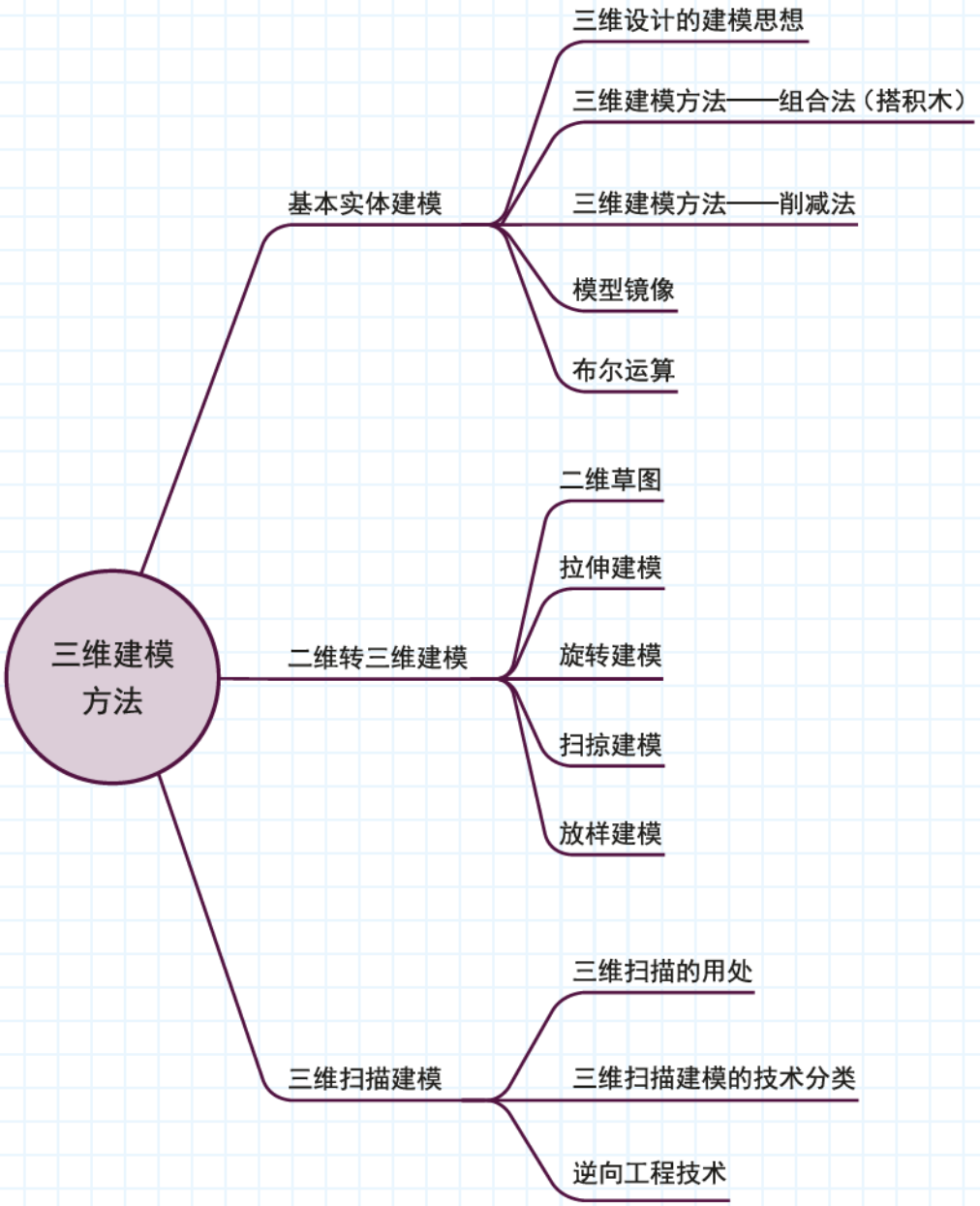
（1）能否分析、拆解出物品的全部结构组成；

（2）是否运用了多种建模方法；

（3）模型结构是否合理。

5.尝试寻找一台激光扫描仪，选择一个不规则物体测量它的数据，体验使用三维扫描法进行逆向建模的过程。

单元学习总结


三维建模方法
基本实体建模
三维设计的建模思想
三维建模方法——组合法（搭积木）
三维建模方法——削减法
模型镜像
布尔运算
二维转三维建模
二维草图
拉伸建模
旋转建模
扫掠建模
放样建模
三维扫描建模
三维扫描的用处
三维扫描建模的技术分类
逆向工程技术

第 4 单元　三维视觉呈现

初步完成建构的三维模型，视觉上是单调而生涩的，借助技术工具，可以对其进行可视化表征，此即技术支持下的三维视觉呈现。在动画、机械设计或艺术创作等领域，经常需要借助三维设计软件的视觉呈现功能，完成作品的创作。

三维视觉呈现的意义有两个：一是可以借此满足我们的视觉感官需求，让我们直观地对三维作品进行观察、评价或鉴赏；二是可以发挥计算机的数据处理优势，辅助我们提高三维设计与制作的工作效率。因此，三维视觉呈现是三维设计中不可或缺的重要一环，它是进一步优化人机互动、提升人机协作效率的基本手段。

本单元将围绕贴图、材质和灯光三个方面的应用实践，解决一些较为基础的三维视觉呈现问题，并简要讨论其一般原理。

同学们已经完成了书桌及台灯等常用物体的建模，其视觉上看起来比较单调，与实际效果相差较大，因为实际生活中的物品是色彩纷呈且质感丰富的。以台灯为例，从图案风格来看，有传统、现代或卡通的；从材质来看，有布质、塑料或金属的；另外，将台灯置于不同环境中，它会产生不同的视觉效果，等等。

在三维设计软件的支持下，我们能否为台灯模型添加生动的图案？是否可以赋予其特定的质感？将台灯置于给定环境之中的时候，它的视觉效果是否会受到环境的某种影响？

本单元基于“台灯的视觉呈现”项目展开学习，具体包括“台灯贴图处理”“材质对比”“材质的参数调整与仿真”“多种材质的综合处理”“灯光分析”“调整场景的灯光效果”六个任务。

4.1　贴图与视觉呈现

改变作品外观的最基本方法是对其表面进行贴图处理。通过对模型表面的贴图处理，可以让模型拥有所贴图片的纹理、色彩、图案以及质感，直观地表现出设计者的设计意图。

学习目标

★ 通过贴图作品的对比，领会贴图的基本原理。

★ 能够通过三维设计软件进行简单的贴图制作，实现需要的视觉呈现效果。

★ 知道贴图是材质表现的一种基本手段。

贴图

贴图是一种将图像信息投影到模型表面的方法，通过贴图可以将文本、图像或纹理添加到对象上，使对象看起来更真实，如图4.1.1所示。贴图主要用于模拟各种纹理图案，或者通过贴图控制反射及折射等效果，以模拟对象质地。

纹理：“纹”是指物体表面的花纹或纹路；“理”原义同“玉”，专指石材的纹路和细腻程度；纹理泛指物体表面的花纹或线条。

质地：通常指某种材料的视觉表征和物理性质。例如，行走时飘然的衣裙，看上去轻薄明快，摸起来又滑又凉且有点挺括，综合起来就是人们对其质感的认识。

图4.1.1　贴图作为纹理图案

贴图的应用

贴图的应用范围很广，大到墙壁的纹理，小到包装上的定制标识，都可以用贴图来完成。如图4.1.2所示，可以给桌面贴上全覆盖的木纹，可以给铅笔盒贴上蓝色基调的底纹，同时再加上文字徽标。

图4.1.2　贴图的基本使用

贴图是表达物体视觉特征的基本方法，可以通过拍摄、截取或者直接绘制等方式获得所需图片。根据实际需要，通常可以选用二维软件（如Photoshop、Adobe Illustrator）对图片进行适当处理。

● 贴图与UV编辑

贴图需要通过操作UV编辑器，使其与模型中具体的面产生关联。UV是贴图操作中的一种人机互动的技术过程，其工作原理如图4.1.3所示。

UV 编辑器可用于查看和编辑二维视图内的多边形和细分曲面的 UV 纹理坐标、形状和贴图方式等信息。

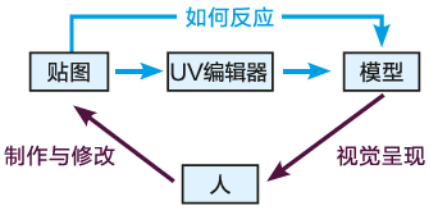


图4.1.3　UV编辑器的作用

归根到底，三维模型的表面是由各种不同的面组成的，分为平面和曲面。UV编辑器的基本原理可以理解为：在UV编辑器中将三维模型的面“分拆”或“重组”，最终实现对单个或一组面的针对性处理，如图4.1.4所示。

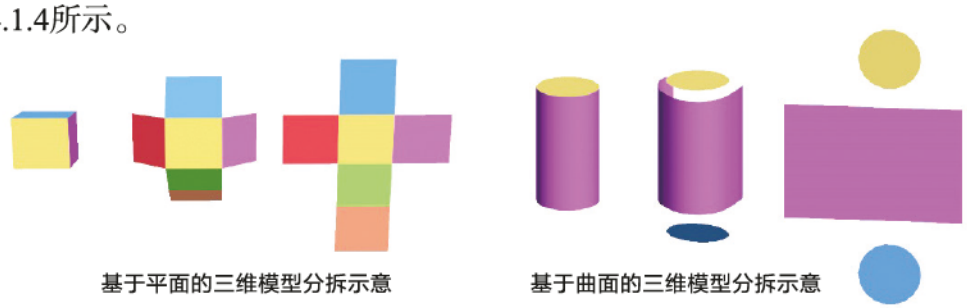


图4.1.4　UV编辑器中的模型分拆示意

在UV编辑器中，三维模型被拆分处理为二维坐标系中的面，通过该坐标系在模型上的正确映射，实现贴图与模型的完美结合。因此，可

以理解为，贴图需要通过UV编辑器来指定图片、显示的形状及在模型表面上的具体位置，如图4.1.5所示。

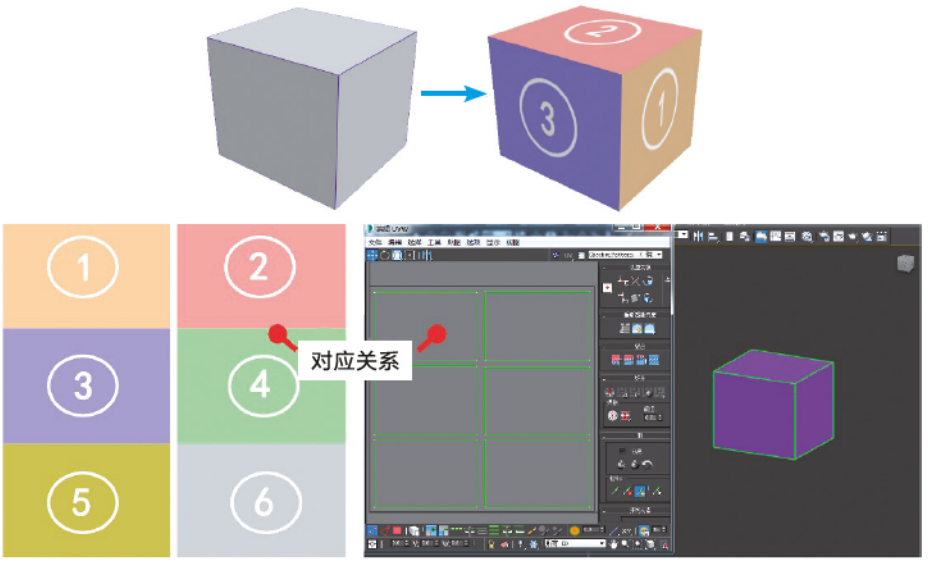


图4.1.5　UV编辑器与贴图的结合

前面完成的台灯模型是系统默认的单色效果，现在我们可以利用三维设计软件为其赋予更加真实的丰富的视觉效果。

任务　台灯贴图处理

※ 活动1　分析已有贴图作品

观察图4.1.6，分组讨论分析贴图前后及不同贴图的效果差异，体会贴图的作用，并完成表4.1.1。

图4.1.6　贴图前后效果对比

表4.1.1　贴图前后效果对比分析

有贴图的模型	颜色：具体、明确。贴图可以包含丰富的颜色变化
	图案：定制化图案，包括位置、样式和大小等信息
	主题：
	纹理：
无贴图的模型	只有一个单纯的颜色

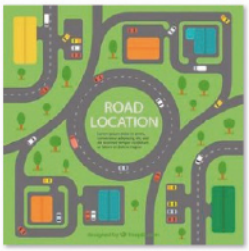
※ 活动2 为台灯灯罩添加贴图

1.根据个人喜好，在草稿纸上给台灯灯罩大致规划出合适的贴图方案。

2.挑选或自己制作所需要的图案，并与同学进行协商确定。

3.参照表4.1.2所示的步骤，利用三维设计软件完成贴图操作。

表4.1.2 为台灯灯罩添加贴图

步骤1：调用前面完成的创意台灯模型或者从教科书配套资源中调用简单的台灯模型。为了更好地展示贴图效果，我们将台灯复制为三份后并排放置
步骤2：利用上网搜索或拍照等方法获得贴图所需的素材图片

步骤3：在三维设计软件中，将准备好的贴图素材贴到台灯模型的灯罩上并进行对比

续表

步骤4：任选一张贴图，利用图像处理软件对图片进行色相、明度、对比度及饱和度等的调整，之后再次贴图并观察效果

贴图有其积极意义，也有一定的局限性。从技术角度来说，贴图无法与三维模型在场景变换中的实时效果进行完全匹配，所以无法灵活、快速地输出多角度逼真的图像。从创意角度来说，模型的最终视觉表现（包括纹理图案、光照及周围环境影响等）主要依赖贴图的绘制进行模拟，这样会带有较强的个体主观性特征。

如图4.1.7所示的台灯灯罩，其暗部和亮部是通过贴图直接绘制表现的。其效果直观，但是缺乏灵活性。当环境光线发生变化时，暗部和亮部会因不能产生相应的变化而影响模型的视觉效果。与后面的学习内容相比较，大家将会有更加直观的感受。

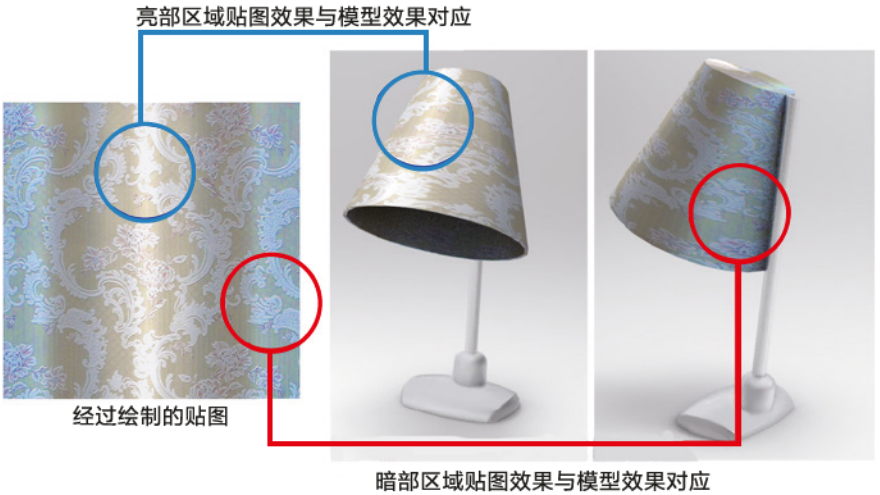


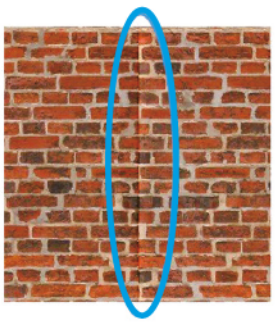
图4.1.7　利用贴图模拟材质可视属性示意

拓展知识

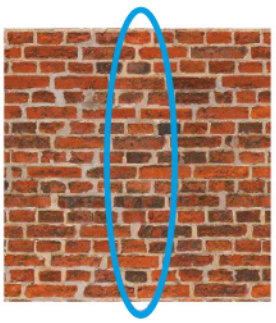
程序贴图

程序贴图是材质编辑器里的一类功能，包括无缝贴图、置换程序贴图、法线程序贴图及噪波程序贴图等，其要义是借助计算机的运算功能自动解决直接贴图中可能产生的一些不足。

以无缝贴图为例，在制作面积大又有一定重复规律的纹理，如地面、墙面及公路等的纹理时，为了节省贴图资源、提高浏览效能，一般先制作局部贴图，然后对其重复利用。这种情况下，要求图片首尾自然衔接、没有缝隙，这就是我们所说的无缝贴图。如图4.1.8所示，有缝贴图和无缝贴图的视觉效果差异显著。



未采用无缝贴图，接缝不能融合



采用无缝贴图，接缝自然融合

图4.1.8　墙面的纹理

拓展练习

教室里往往铺着地砖或者地板，视觉上它是由一组重复的几何图形构成的。请试着在三维设计软件的帮助下，完成一个教室地面的大面积无缝贴图。

4.2　材质与视觉呈现

在日常生活中，我们通常仅凭肉眼观察就可以基本了解物品的材质属性，这是因为我们可以从经实际物体反射或透射的光线中捕捉到物体的质感信息。

学习目标

★ 理解材质的基本概念。

★ 通过不同材质的对比，理解材质的作用。

★ 通过给模型添加简单的材质，实现所需要的视觉效果。

● 材质

这里所说的材质，特指三维设计软件中的一个基本功能。通过设定材质，可以调整模型表面的各种可视属性（如色彩、纹理、光滑度、透明度及反射率与折射率等），从而给人不同质感的视觉感受。

在三维设计软件中，“材质”的种类多种多样。如图4.2.1所示，有反射类材质，如车漆和镜面等；有漫反射类材质，如木材和纸张等；有透明材质，如玻璃、玉器等。

图4.2.1　三维设计软件中的不同材质与模型的对应

我们通过基于物理的渲染（Physically Based Rendering）理论对材质的原理进行阐述。其主要意义在于以物理参数为依据表现材质，并使得在任何光照条件下，材质都能正确显示。

基于物理的渲染（Physically Based Rendering），是一种渲染技术集合。现今大多数的 PBR 材质标准来源于迪士尼 2012 年提出的“迪士尼原则的 BRDF（Disney Principled BRDF）”。

一是物体本身的物理属性是材质的视觉效果基础，决定了材质给物体带来的独特外观特性，如平滑的或粗糙的，有光泽的或暗淡的，发光的、反射的或折射的，透明的或半透明的等。

二是材质属性是通过描述物体如何反射和传播光线而实现的。光线照到物体上，因物体自身物理属性的作用，形成漫反射、镜面反射、折射和透射等光学现象，从而形成丰富的材质视觉效果。图4.2.2对物体与光线互相作用形成材质效果的关系给出了简要描述。

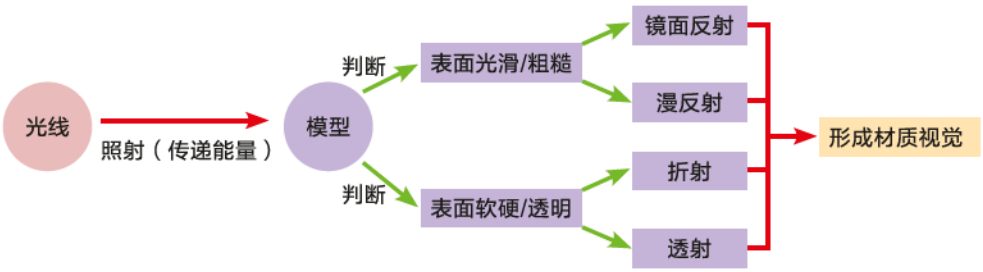


图4.2.2　物体与光线关系示意图

通过调研可以发现，市面上台灯的部件由各种各样的材料制成，如塑料、金属、木头等。通过对三维模型进行材质处理，可以有效地增强物体的真实感。在对三维模型进行材质处理时，具体应该如何操作？哪些因素会影响材质的真实感？

下面我们将通过材质对比了解不同材质的视觉呈现效果，然后再为台灯模型增加材质。

任务一　材质对比

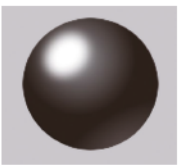
※ 活动1　三维材质与实际材质对比

根据表4.2.1中提供的几种材质类型，分组进行讨论，试着对比不同材质的特点，填写该表。

表4.2.1　材质对比分析（1）

材质球名称	材质球样式	生活中对应的材质物品	视觉特点
橡胶材质球		橡胶圈、救生筏、轮胎	柔软、光感柔和有弹性

续表

材质球名称	材质球样式	生活中对应的材质物品	视觉特点
玻璃材质球			
金属材质球			
木材材质球			

在三维设计软件中，多用“光滑度”“反射率”“透明度”“折射率”与“漫反射”等材质参数来模拟和刻画材质的视觉特点。其优点是可以进行较为精准的模拟再现，从而构造理想的材质效果。因其具有实时性、移植性和可修改性等特点，可实现较高的人机协作效率。具体流程如图4.2.3所示。

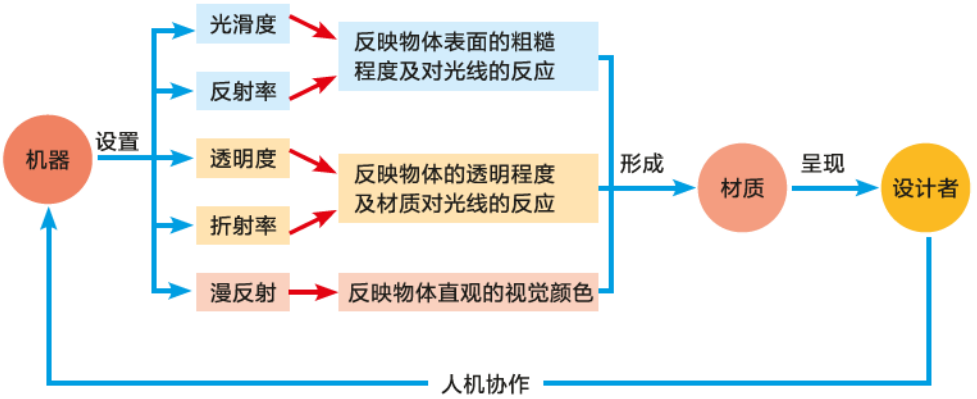


图4.2.3　材质与人机协作流程示意

实际上，三维设计中的材质就是模仿现实生活中的真实材质效果而得的。我们可以根据实际物品的纹理、质感等因素，调整三维模型的材质属性，直到实现满意的视觉效果。

质感一般指某物体的材质、质量带给人的感觉。质感是作品内容的有机组成部分，也是形式美的重要因素。

※ 活动2　对比不同材质的质感

分组讨论并分析图4.2.4中的玻璃、金属、陶瓷和木材这四种材质的质感并填写表4.2.2。

图4.2.4　玻璃、金属、陶瓷和木材四种材质

表4.2.2　不同材质的质感分析

这些材质看起来是什么样子的？	玻璃：透明、透光性强……
	金属：
	陶瓷：
	木材：
这些材质是怎样的触感？	玻璃：光滑……
	金属：
	陶瓷：
	木材：
在制作这些材质时，有哪些因素会影响材质的效果？	玻璃：光泽度、透明度和折射率……
	金属：
	陶瓷：
	木材：

材质的仿真性原则

日常生活中，我们接触到的金属、木材等材质，因其本身的物理属性，在光线的影响下会呈现特定的视觉效果。在三维设计软件中，模拟材质效果就是以实际效果为参照，以逼近实际效果为主要制作目标，此即为三维设计软件材质模拟的仿真性原则。仿真性原则不仅可用于指导材质模拟，同时也可以作为对三维作品材质模拟效果进行观察、鉴赏和评价的基本原则。

通过参数调整可以模拟材质的视觉特点，那究竟需要调整哪些参数呢？不同参数的取值范围如何？参数的设置会不会受到其他设置的影响？

任务二　材质的参数调整与仿真

※ 活动1　在网上搜索材质信息，填写材质参数表

与材质相关的参数设置是材质形成的直接方式，以3ds Max软件为例，其参数主要包含环境光、漫反射、反射值、高光值和光泽度等。分组合作，参照表4.2.3，上网搜索材质参数数值并完成该表的填写，在此过程中尝试理解材质的概念并总结材质与参数关系的一般规律。

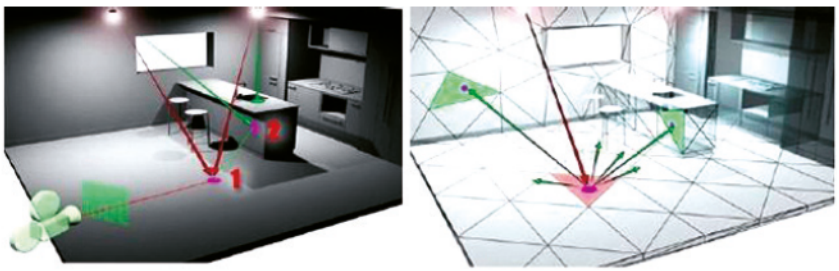
表4.2.3　不同材质的参数分析

参考软件					
材质名	漫反射	反射值	高光值	光泽度	其他
木材	素材贴图	35	0.8		
玻璃	素材贴图	35	0.8	0.85	
陶瓷	白色				
不锈钢	黑色				

漫反射效果可以通过添加贴图或直接赋予颜色以漫反射属性来实现。

光线追踪、光能传递和菲涅尔反射等知识，可以为材质的参数设置提供参考，我们可针对实际需求并结合这些知识，通过参数调整来实现材质的仿真。

光线追踪可以说明柔和阴影及过渡效果，光能传递可以说明物体之间反射或透射光线的相互影响，而菲涅尔反射则可用于说明水面等特殊材质在不同角度上为何会有不同的反射效果。光线追踪及光能传递的示意图如图4.2.5所示。



光线追踪　　光能传递

图4.2.5　光线追踪以及光能传递示意

※ 活动2　了解菲涅尔反射现象

观察图4.2.6，分析为什么观察角度变换后，水面显示的效果和内容完全不一样。尝试搜索更多与菲涅尔反射相关的知识，讨论其特点并尝试举出生活中能见到的其他相关例子。

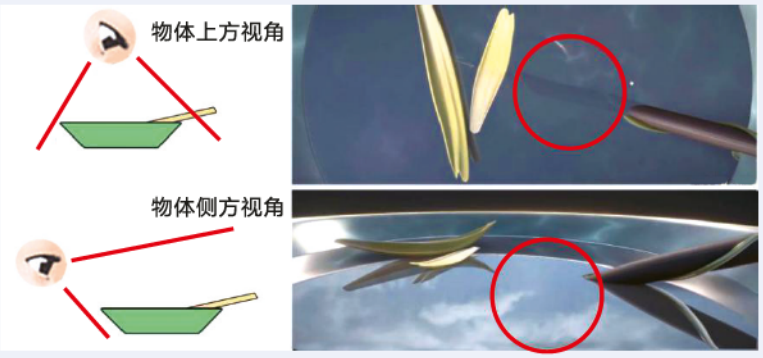


图4.2.6　菲涅尔反射

菲涅尔反射：三维设计软件中的菲涅尔反射指的是一种特殊反射效果的营造，这种反射效果与观察角度有关系。举例来说，当我们的视线垂直于水面时，看不到明显的反射效果，但当视线与水面的夹角变小时，反射效果会变得非常明显；再如我们看向一个玻璃圆球时，圆球中心的反射较弱，靠近边缘处的反射较强。

通过参数调整，虽然可以直接对作品的材质属性进行灵活设置，但是在实际制作作品时，贴图仍然是一种重要的补充手段。综合应用贴图与材质，有助于实现丰富多样且更逼真的仿真效果。

对于三维模型对象来说，没有贴图纹理只有材质，或者只有贴图纹理没有材质，往往都达不到预期的实际效果。如图4.2.7所示，为花瓶模型贴上青花瓷的图案并添加上瓷器的材质，它就变成了精美的青花瓷器。

图4.2.7　花瓶的不同效果

※ 活动3　结合贴图，使用材质球给台灯添加材质

三维设计软件中提供了多种材质球，可以根据需要选用，为已有贴图的台灯添加材质属性，以实现模型的材质视觉效果。具体操作如表4.2.4所示。

表4.2.4　台灯的材质添加步骤

步骤1：打开有贴图的台灯模型，为了便于对比不同材质的效果，依然将台灯复制三份后并排放置
步骤2：在三维设计软件中，在灯罩原有贴图的基础上按照仿真性原则设置参数，制作一个材质；然后复制该材质，尝试改变其颜色、光滑度、透明度、反射率与折射率等参数值，形成多种材质并观察效果，最终选择一个你认为最合适的材质对模型进行渲染。也可以同时尝试为底座和支架赋予相应的材质效果

● 影响模型仿真度的因素

为模型选择材质时，以下因素会影响模型的仿真度。

色彩与纹理

色彩会直接影响三维材质的视觉感受。我们可见物体表面色彩的主要原因是可见光的照射，可见光中某些波长的光波被吸收，某些波长的光波被反射到我们的眼睛中，我们才能看到颜色。例如，红苹果的表面主要反射红色光线，其他部分则被吸收。纹理的疏密深浅也会给人带来不同的视觉体验。物体表面纹理的不同会导致对光线反射效果的不同，这是形成质感的重要原因之一。例如，粗布和细布会因纹理不同有不同的质感，不同织法的布也会有不同的纹理和不同的质感。

光滑度与反光度

光滑度指的是模型表面的粗糙程度，反光度指的是光线照射到物体表面之后被反射的程度，这两者既各有意义，又密切关联。比如玻璃和木材的表面，就不仅有光滑度的不同，也有反光度的不同。对同类或同一实物而言，反光度往往取决于模型表面的光滑程度，物体表面越光滑，反光的程度越高，反射的影像就越清晰。例如，古代的铜镜就需要经常打磨，使其能够保持光鉴照人，若不经常打磨，使用一段时间后，铜镜会因氧化或污染等原因变得不再光滑，影像反射效果从而变差。

描述物体的光滑度与反光效果的一种重要理论为微面元理论。该理论假设物体表面由被称为微面的一些不同方向的小尺寸平面细节构成，每一种小平面上的反射光线会因其法线的不同而向不同方向进行反射，由此造成漫反射。微面元理论下的镜面反射与漫反射如图4.2.8所示。无论对木材如何打磨，其反光度也不可能超过玻璃，这是因为木材质地相对疏松，总会有很多微面元存在。

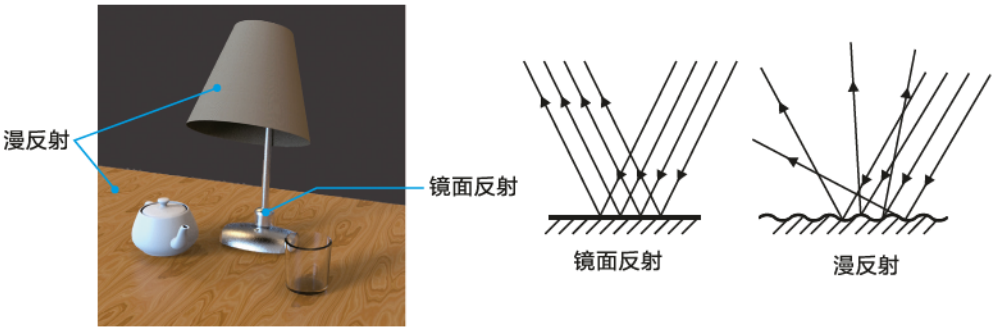


图4.2.8　漫反射与镜面反射示意

折射与透光度

透光度指光线能够透过的物体的深度，它决定了光线对三维模型的穿透性，也称透明度。有些材质如玻璃或液体就有着较高的透明度。在考虑光线透射的时候，还需要考虑光的折射。光线从一种光学介质穿透到另外一种光学介质的时候，往往会发生折射，即改变光线行进的方向从而影响视觉效果。折射原理的示意图如图4.2.9所示。

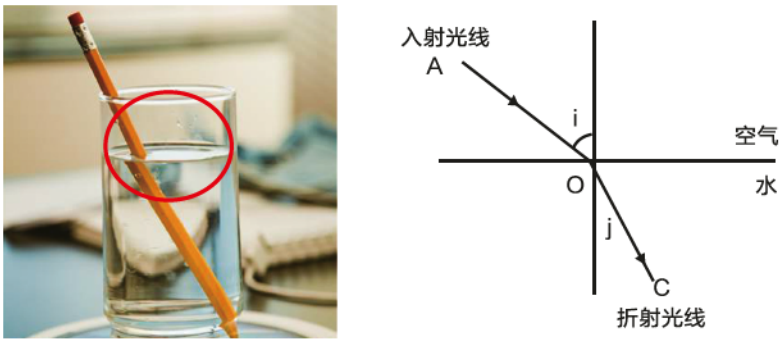


图4.2.9　折射的视觉效果及光线的折射原理示意

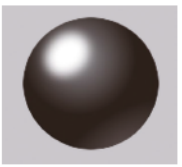
“色彩与纹理”“光滑度与反光度”以及“折射与透光度”对模型的视觉仿真度有着重要影响，这些因素是如何反映在材质效果上的？会带来怎样的视觉感受？

任务三　多种材质的综合处理

※ 活动1　三维材质分析

分组讨论，从“色彩与纹理”“光滑度与反光度”以及“折射与透光度”的角度进行材质分析，填写表4.2.5。

表4.2.5　材质对比分析（2）

材质球名称	材质球样式	色彩与纹理	光滑度与反光度	折射与透光度
橡胶材质球		红色，纹理不清晰	不光滑，反光一般	无折射，不透光
玻璃材质球				
金属材质球				
木材材质球				

※ 活动2　多种材质的综合处理

选择前几个单元中自己制作的三维模型，或者使用教科书配套资源中提供的三维模型，参考图4.2.10，尝试把台灯、椅子、书桌、水杯、课本、笔和茶壶等模型合并到同一场景中，为它们分别赋予不同的材质，借此理解“色彩与纹理”“光滑度与反光度”“折射与透光度”等因素对模型仿真度的影响。

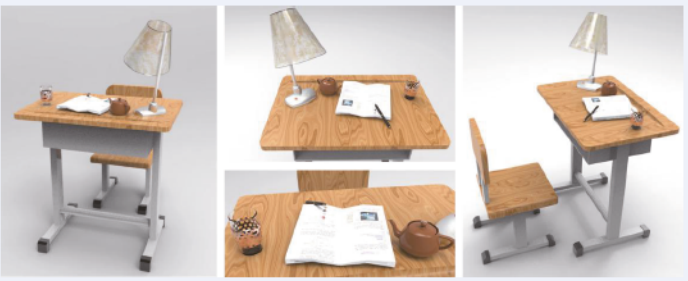


图4.2.10　多种材质的综合处理

拓展知识

运用贴图解决特定材质问题

※ 针对局部复杂情况的灵活贴图

观察图4.2.11中最右面磨损的面片，面片本身是涂上了一层红色的油漆，但是其中间部分产生了磨损，露出了里面的金属材质，此时使用材质参数无法描述这一复杂的材质情况，因而适合使用与贴图结合的方式解决问题。

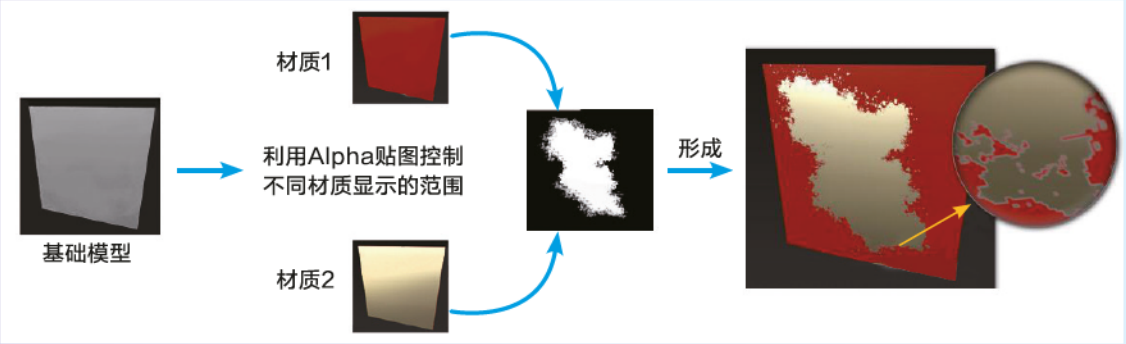


图4.2.11 复杂材质的实现原理示意

※ 特定的贴图可以展现特定的效果

在三维设计软件中，不同的参数范围可以用来直接模拟物体的材质特征。而贴图除了作为图案纹理的基础使用外，也可以在更大的范围表达物体的视觉特征，比如可以通过贴图来实现特定的反射与折射效果。其优点在于可以通过图片的方式灵活地控制贴图效果和范围。

特定的贴图包含法线贴图、光滑度贴图、高度贴图和反射贴图等。

拓展练习

任意选择一种特定效果的贴图，如法线贴图，上网搜索其使用效果和意义，提交一篇简短的图文并茂的调研报告。

4.3　灯光与视觉呈现

光与我们的生活密不可分。如果失去光明，我们的世界将陷入一片黑暗。三维设计软件中的灯光设置，可以为我们提供不同的光线效果，给我们的三维设计与创意工作提供更多的视觉空间。

在三维设计中，灯光的使用决定了三维模型的光影效果，正确运用好灯光，可以为模型赋予轮廓、强弱及颜色等视觉意义。要想渲染出好的呈现效果，需要结合模型周边的环境，综合考虑被照物体的形态与物体本身的形状、照明光源的方位、观察视角（摄像机的机位）等因素。当然，综合运用贴图、材质与灯光等多种手段，才能制作出整体效果较好的作品。图4.3.1所示为光与影的效果。

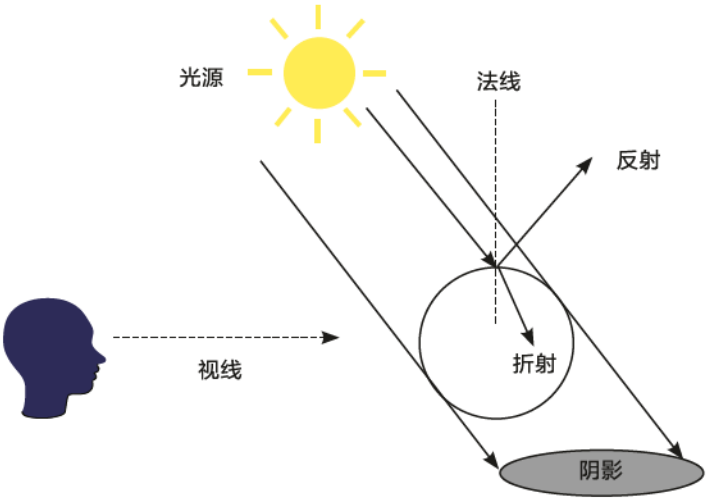


图4.3.1　光线、物体和阴影

学习目标

★ 初步了解光影理论。

★ 通过灯光效果分析掌握灯光的作用。

★ 能够为模型设置合适的灯光效果。

光与影的重要作用

光影赋予了物体颜色与材质，让我们在未触摸到物体的时候，仅凭观察就可以了解物体的质地。在图4.3.2中，光线的照射使物体呈现出形体和色彩，光线照射不到的地方形成了阴影，而且随着光照的角度及强弱的不同，物体也会呈现出不同的视觉效果。所以，光与影是表现物体立体感的重要手段。

图4.3.2　光与影的对比

在三维作品的设计与制作阶段，需要在光与影的环境中随时观察，以形成对作品结构及初步效果的理解；在三维作品的评价与鉴赏阶段，光与影对于情感、氛围以及主题等的表达更是不可或缺。

三维设计软件中灯光的使用

灯光是一个灵活有趣的设计元素，它不仅可以表现空间结构及相互关系，还是进一步营造气氛的催化剂。在三维设计软件中，系统按照不同的灯光状态设计了一系列预设的灯光功能，我们适当调整这些预设就可以得到所需的光照效果。从用光的角度看，灯光有以下几种。

主光

主光是指在大环境中起到主要照明作用的光线，一般是环境中最亮的光线。因此，确定主光的方法，是看场景中少了哪一种光线会导致画面的整体效果发生显著变化。主光不一定要用直射光源来实现，如在昏暗的条件下，为表达某种特定的氛围，反射光也有可能成为画面的主光。

补光

补光的作用是补充照明或突出主体，也可以用于表现阴影或其他部分的细节。补光是刻意加入的光线，根据实际需要可以添加一个或多个补光。如果只有主光，场景整体看上去会表现力不足。以人像摄影为例，有时用灯来做补光，有时用反光板来做补光，如图4.3.3所示。三维设计软件中的用光思路与之相同。

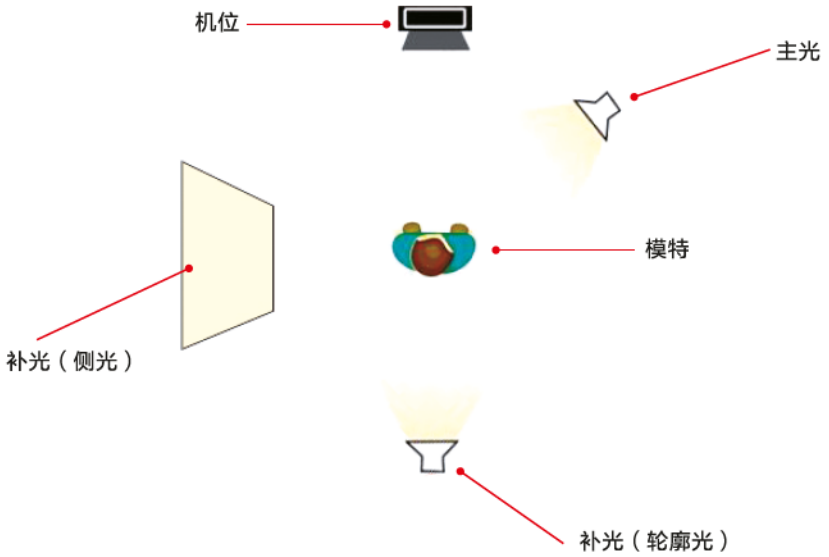


图4.3.3　人像摄影布光示意

如图4.3.4所示，在三维设计软件中，模拟红色的主光以及蓝色的补光，一般是根据实际情境的需要交替或组合使用软件提供的面光源、点光源、聚光以及环境光等光源来实现。

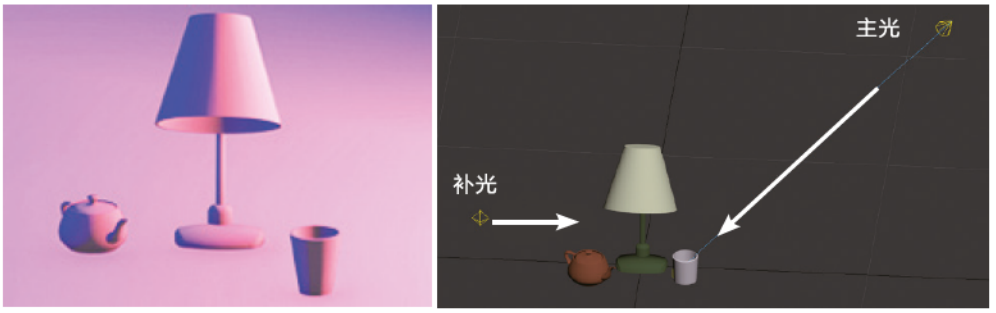


图4.3.4　三维设计软件中灯光的设置示意

反光

反光是指物体表面的反射光，能够体现表面的光滑度，也能够对周围物体产生影响。它取决于主光的强度、角度和颜色，以及物体本身的光滑程度、颜色和材质等。图4.3.5是受物体材质影响的反光实例及示意。

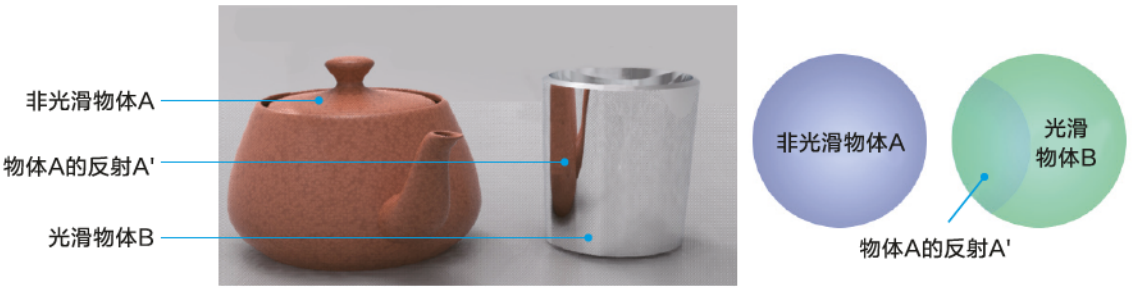


图4.3.5　受物体材质影响的反光实例及示意

确定模型的材质后，仔细观察，可以发现不同的光线对其有不同的影响。如图4.3.6所示，对于青花瓷材质，在黄色光线为主的环境下，白色的表面会反射黄色的光。那么，设置灯光时需要考虑哪些因素？如何利用灯光模块使三维模型的视觉效果更加逼真？

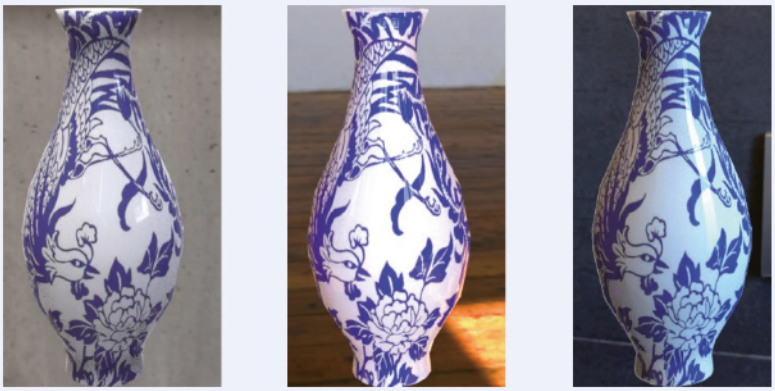


图4.3.6　光线强弱、反光及环境光对最终视觉的影响示意

任务一　灯光分析

※ 活动　分析与鉴赏不同灯光下的桌面道具

观察图4.3.7，分组讨论三维场景的光线效果及反射光线分布，然后根据表4.3.1的问题进行分析并完成该表的填写。

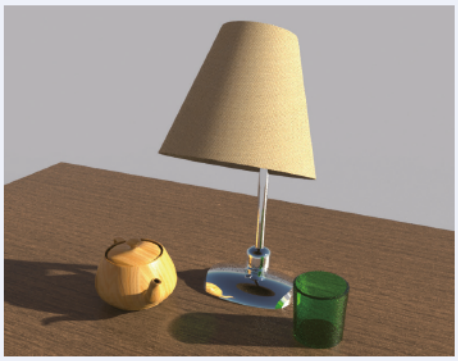


图4.3.7　桌面道具

表4.3.1　灯光分析

问题分析	分析结果
图中有哪些光源？	
哪些是反光效果？	
哪些是投影效果？	
每一部分的光是从什么地方照射到物体上的？	

灯光与材质的关系

光线的颜色

三维设计软件的灯光系统中有一系列参数可以用于控制灯光的颜色变化。光线的颜色往往决定了画面整体或局部的色调。

色调的重要性在于它可以左右画面气氛，带来不同的心理感受。例如，室内色调的冷暖取决于照明灯具的类型，室外色调的冷暖与天气和时间有关，阴天的色调偏冷，晴天太阳刚升起时和傍晚的光偏暖。为了在特殊的地方营造特殊的气氛，在清晨的小巷可以运用冷色调来营造清晨的安静，而厨房、锅炉房、餐馆及喜庆场所等一般使用暖色调来烘托气氛。在三维设计软件中，主要通过设置不同光及其不同的颜色来调整和模拟色调。

冷色调：给人以凉爽感觉的绿、蓝、紫等构成的色调。冷色调可以给人一种沉稳、踏实和安静的感觉。比如白色的日光灯。

暖色调：对于大多数人来说，橘红、黄色以及红色一端的色系总是和温暖、热烈等相联系，因而称为暖色调。暖色调给人比较温暖的感觉。比如篝火的火光。

图4.3.8展示的是监狱内压抑的场景和晴天海边明朗的场景，这两个场景的色调截然不同。

图4.3.8　不同色调下的场景

光线的衰减

光线在空气或者其他介质中传递时受到杂质的干扰，强度逐渐减弱，即为光线的衰减。用光时考虑到这个因素，会提升三维设计的真实感。光线透过一定的材质也会有衰减，如毛玻璃和薄塑料材质等。这些效果都需要在三维设计软件中通过调节与灯光的“衰减值”相关的参数来完成。光线的衰减示意如图4.3.9所示。

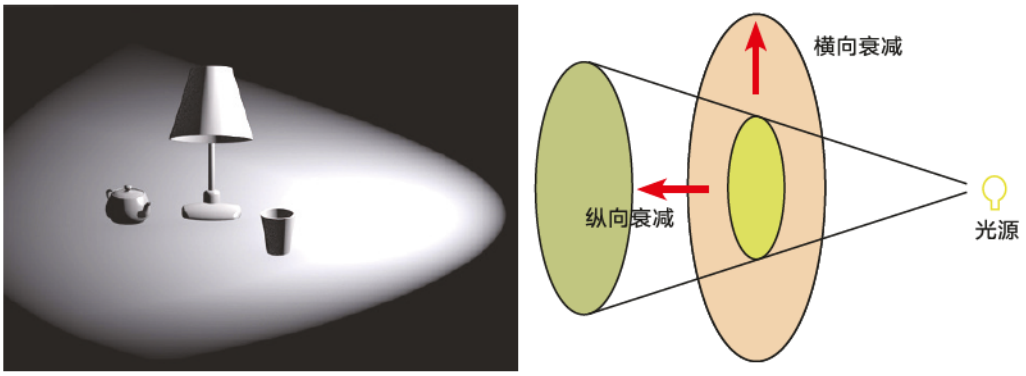


图4.3.9　光线的衰减示意

光线的投影

产生投影的原因是物体遮挡住了光线的传播，使其后面的物体受到不均匀的照射。有光的地方就会有阴影。设置阴影参数可以使同一环境中的模型之间建立联系。现实生活中的投影因为受到周围材质反射的影响，其实是有颜色的，它的颜色也与灯光、环境光、天气和反光等因素有关。光的投影效果需要在三维设计软件中通过调节与灯光的“阴影”相关的参数来完成。光线的投影示意如图4.3.10所示。

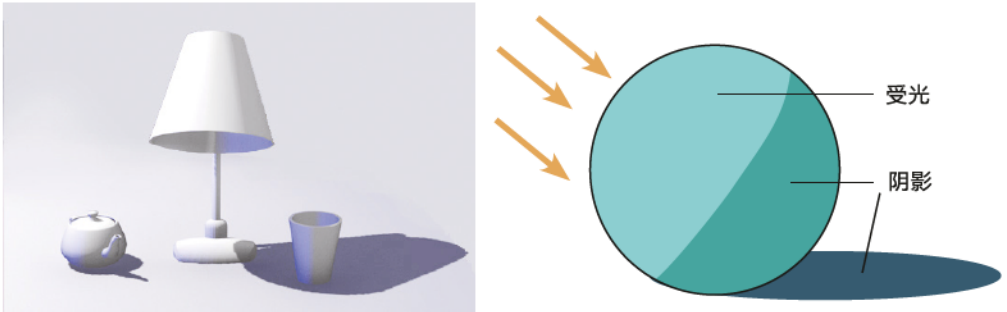


图4.3.10　光线的投影示意

将分别完成了贴图、材质等加工的不同作品合并到同一个场景中，可以通过布光使它们之间形成视觉效果上的关联，形成一种令人惊喜的和谐的真实感。

任务二　调整场景的灯光效果

※ 活动　设置灯光效果

从教科书配套资源中打开已经布置完成的书桌场景，参考如表4.3.2所示的操作步骤，为其设置灯光效果，部分参数设置参见教科书配套资源。

表4.3.2　书桌的灯光效果设置

步骤1：将添加过贴图和材质的各种模型置于场景中。此时模型有了基本的纹理样式和材质属性

续表

步骤2：在场景中任意打一束灯光作为主光，并对灯光的颜色、投影及衰减等进行设置。设置完毕后通过渲染器渲染，根据效果继续对材质和光影等做出适当调整，直到渲染出的成品实现了预期效果
步骤3：通过三维设计软件，将模型与以真实照片作为背景的场景相融合

拓展练习

为前面添加过材质的书桌模型设置灯光效果，尝试输出不同环境下的书桌效果图（如图4.3.11所示），如沐浴在阳光中的暖色调的书桌，并与生活中的真实书桌场景（如图4.3.12所示）做对比。

图4.3.11 书桌效果图

图4.3.12 真实书桌场景

单元学习评价

通过本单元的学习，我们对三维视觉呈现有了一定的认识，了解了贴图、材质及灯光对三维视觉呈现的影响。请结合所学内容，回答下列问题。

1.列举3~5种基本材质，并说明其用途。

2.用自己的语言描述贴图、材质及灯光三者的关系。

3.谈谈你打算如何用贴图、材质及灯光设计并制作一个个性化的台灯作品。

4.选择日常生活中自己喜欢的物品，尝试用材质、贴图及灯光等功能制作一件三维作品并相互评价。

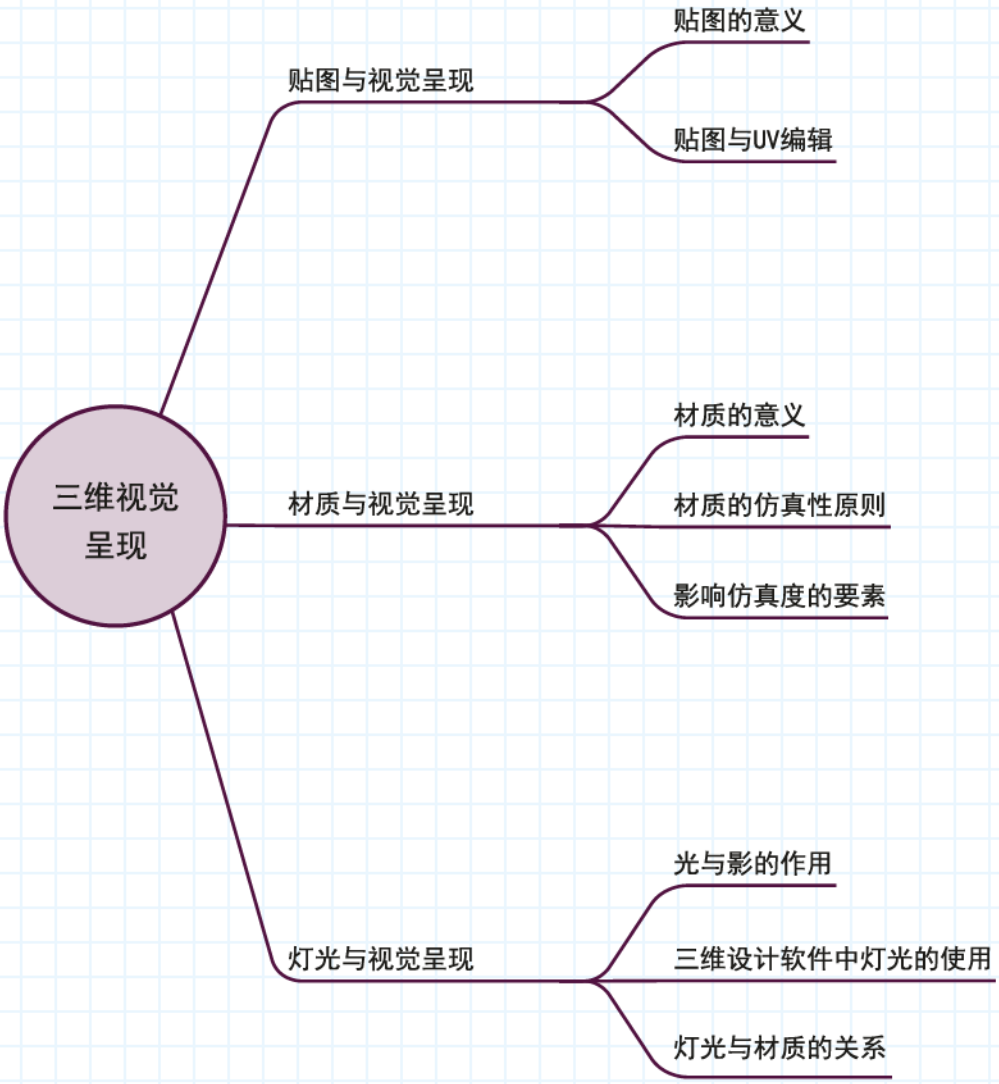
评价要点：

（1）能否根据需求合理选择贴图；

（2）能否通过材质的参数调整，使物体呈现更好的质感；

（3）能否制作出较为写实的灯光，或通过灯光营造出不同的环境氛围。

单元学习总结


三维视觉呈现
贴图与视觉呈现
贴图的意义
贴图与UV编辑
材质与视觉呈现
材质的意义
材质的仿真性原则
影响仿真度的要素
灯光与视觉呈现
光与影的作用
三维设计软件中灯光的使用
灯光与材质的关系

第 5 单元　三维作品发布

三维设计有一整套方法体系，一般而言，三维作品的发布是三维设计与创意的最后一个环节。当然，所谓“最后”又是相对的，因为发布可能意味着作品迭代改进新阶段的开始。

三维作品发布直接指向应用，是沟通设计与应用的桥梁，是推动三维设计价值实现的重要环节。一般意义上，三维作品发布指的是将利用计算机制作的三维作品通过各种载体，如网络、移动存储设备、投入生产形成实物等，分享给他人观看或使用的过程；从发布的形式来看，一般包括发布为虚拟动画、虚实结合的虚拟现实作品或使之成为真正的实物等。

我们可以将一个三维设计作品用3D打印的方式变成实物，这即是一种发布。将前面完成的书桌、台灯、水杯、轴承摆件等作品模型摆在一起，即可构成一个简单的书桌场景，为向全校同学展示，可以将其转化为动画，以增强观赏性，这也是一种发布。

本单元的项目是“三维模型的综合发布”，包括“认识3D打印技术”“模拟打印发布轴承摆件模型”“三维书桌动画脚本规划”“书桌展示三维动画制作与发布”“调研虚拟现实显示设备”“体验增强现实技术”六个任务。

5.1　3D打印作品发布

3D打印技术是把三维作品发布为实物的常用方法之一。3D打印技术是集机械、计算机、数控和材料于一体的先进制造技术。这项技术的前身要追溯到19世纪，其核心思想与19世纪的地貌成型技术和照相雕塑技术类似。虽然3D打印技术的核心思想起源很早，但这项技术直到20世纪80年代后才真正实现并投入商业化应用。

学习目标

★ 了解 3D 打印的原理与过程。

★ 能够利用 3D 打印机将自己的三维作品打印成实物，并体会 3D 打印发布的优势。

3D打印技术

3D打印技术，又名“增材制造”，是先进制造技术的重要组成部分。与传统制造业中的车、铣或刨等“减材”机械加工方式不同，3D打印技术是将三维实体模型经过切片处理变换为二维截面数据，再进行逐层叠加制造。这种技术可以在不用模具和工具的条件下生产零部件，如图5.1.1所示，在计算机的驱动下，3D打印机就可以采用把“打印材料”一层一层地叠加起来的方式，使数字模型最终变成实物。

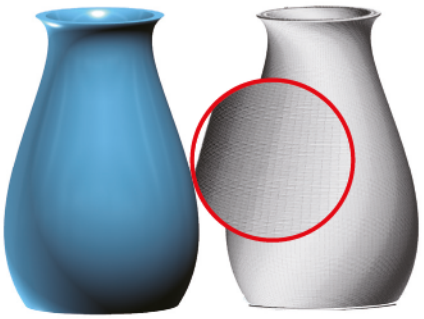


图5.1.1　3D打印实物中的二维层次结构

一般而言，3D打印具有以下特点：省略二维图纸输出，可以直接使用三维数字化模型进行零件加工，所见即所得，设计空间无限；操作简单，加工环境相对安全；材料利用率高，节省材料；可一次成型加工几乎任意复杂的物件，且不增加生产成本；无须大型生产线和加工使用的固定卡具、各种刀具、模具等；可对实体几何形状进行精准复制。

上网搜索可以发现，有很多关于3D打印的话题。从3D打印的作品看，制作出来的有人物、建筑等；从3D打印的材料看，有金属、塑料等；从3D打印的设备看，有工业级大型设备、桌面级小型设备等。那么，我们自己设计的三维模型是不是也可以打印出来呢？

任务一　认识3D打印技术

※ 活动1　3D打印发布分析

围绕3D打印进行网络调研，回答表5.1.1中的问题。

表5.1.1　3D打印发布流程分析表

3D打印可以打印哪些类型的模型？	
选择3D打印材料的依据是什么？	
3D打印的模型可以从哪些渠道获取？	
什么原因会导致3D打印失败？	
3D打印技术有哪些局限性？	

3D打印成型技术

3D打印的成型技术有很多，比较典型的如立体光固化成型（Stereo Lithography Appearance，SLA）、选择性激光烧结（Selective Laser Sintering，SLS）、数字光处理（Digital Light Processing，DLP）、熔融沉积成型（Fused Deposition Modeling，FDM）等。

下面着重介绍熔融沉积成型技术，以下简称FDM。FDM是现在使用最为广泛的3D打印技术，基于FDM技术的3D打印机种类最多，在个

人家庭桌面打印机及企业工业级打印机中均能见到。FDM打印机的成型过程是：材料在喷头内被加热熔化，喷头沿零件截面轮廓和填充轨迹运动，同时将熔化的材料挤出，材料迅速固化，并与周围的材料黏结形成整体。由于融化了的熔融材料在固化前比较软因而无支撑力，故FDM往往需要考虑支撑问题。一般而言，每一层都是在前一层上堆积而成，前一层对当前层就起到定位和支撑作用，有时又需要专门为其提供支撑。在图5.1.2中，使用一种材料作为成型材料，将另一种作为支撑材料，以不同颜色相区分。

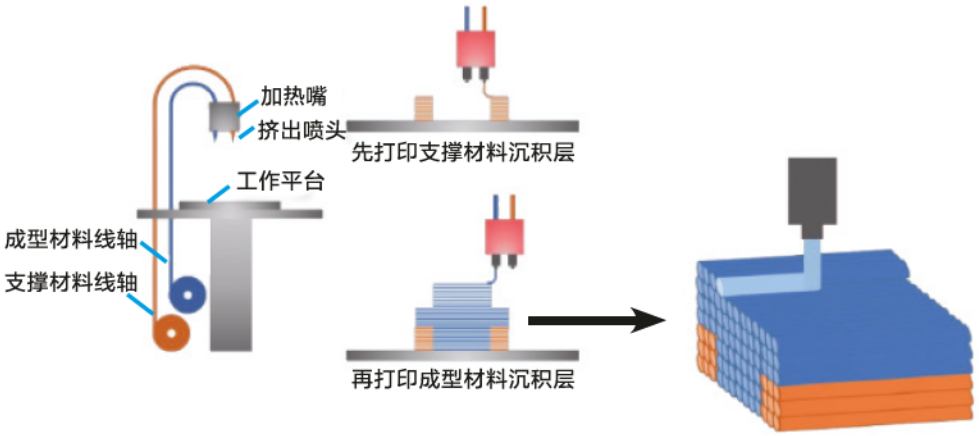


图5.1.2　熔融沉积成型的原理

※ 活动2　认识3D打印材料

通过上网搜索，分小组协作调研更多的3D打印成型技术的种类及其适用的材料，归纳并完成表5.1.2。

表5.1.2　不同3D打印成型技术适用的材料

类型	成型技术	适用的材料
挤出成型	熔融沉积成型（FDM）	
粒状粘黏成型	直接金属烧结（DMLS）	金属合金
	电子束熔炼（EBM）	钛合金
	选择性激光烧结（SLS）	热塑性材料、金属粉末、陶瓷粉末
	选择性热烧结（SHS）	热塑性粉末
	基于石膏粉末粘黏（PP）	

续表

类型	成型技术	适用的材料
光聚合成型	立体光固化成型（SLA）	
	数字光处理（DLP）	液态树脂
	聚合体喷射（PI）	光敏聚合物
层压型	层压板制造（LOM）	

3D打印的操作流程很简单，我们也可以打印自己设计的三维模型。要打印的三维模型最好能体现3D打印的优势，那我们要选择哪个模型呢？

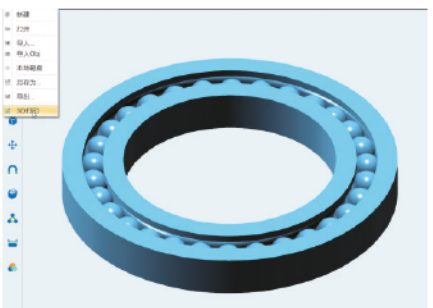
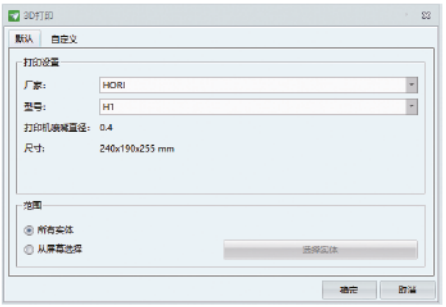
轴承是一个重要的机械零部件。在传统的加工工艺中，一个轴承的加工制造需要经过复杂的制造流程。例如，滚珠轴承的外圈就需要经过选材—锻造—退火—车削—淬火—回火—磨削等环节，最终和其他零部件装配到一起。而若采用数字化3D打印技术，不仅用简单的数学模型就可以完成对轴承的表达，且整个轴承可以一次性加工成型。由于轴承具有这样的特点，我们选择它作为一个实例，通过3D打印制作出来，得到一个比较有特色的桌面摆件。

任务二　模拟打印发布轴承摆件模型

※ 活动　打印书桌装饰——轴承摆件

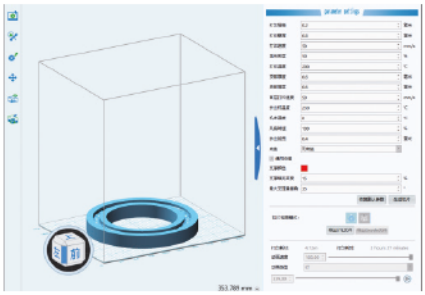
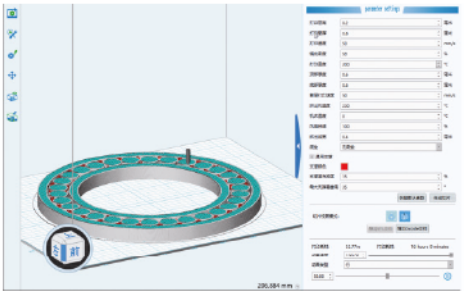
3D打印需要消耗一定的时间，课内时间很难完成，所以我们利用三维设计软件进行虚拟打印，从而体验3D打印的过程。具体步骤请参考表5.1.3。

表5.1.3　虚拟打印设置参考步骤

步骤1：在教科书配套资源中提取轴承的模型，单击菜单栏中的“3D打印”	步骤2：根据三维模型尺寸修改虚拟打印机型号及尺寸
	

真实打印时，不同的打印机通常配有不同的切片软件，常见的切片软件有3D One、Cura、Make Bot、Xbuilder、Repetier-Host等。

续表

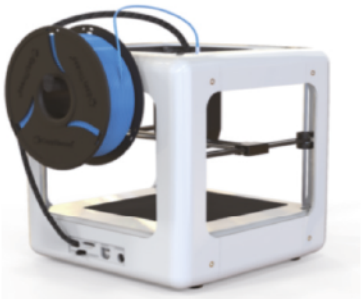
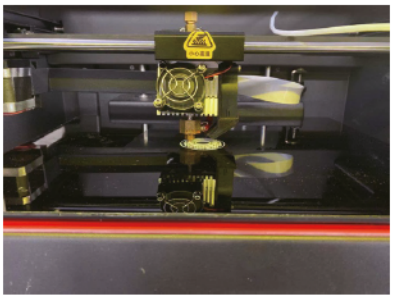
步骤3：调整模拟打印机切片参数，然后生成切片，等待切片结束	步骤4：调整动画播放速度和动画类型滑块，单击播放按钮，开始虚拟打印
	

需要注意的是，我们在进行虚拟打印之前，只需要将三维模型生成切片即可进行虚拟打印，但是一般情况下，真实的3D打印还需要把切片文件导出为GCode文件，才能导入打印机进行打印。

如果有兴趣打印轴承摆件得到真实物品，可以利用课后时间进行打印。打印前需设置好打印机，准备好充足的材料。请参考下面的打印思路完成打印工作。

一般而言，打印机的设置可参考表5.1.4中的步骤。

表5.1.4　打印机的设置步骤

步骤1：选择颜色合适的3D打印材料安装在打印机的喷头上，启动打印机，通过设置加载材料	步骤2：调整打印机参数，如平台高度及水平度等
	
步骤3：将GCode文件导入打印机，选择开始打印	步骤4：打印机预热并开始打印模型
	

切片参数调整一般包括以下几个参数。

填充密度：填充的参数是由百分数来表示的。例如，填充设置为0%，会得到一个空心模型；设为100%就是实心模型。应根据自己的需求调整填充密度。

打印支撑：3D打印中所用的支撑相当于传统加工中的夹具，起固定原型的作用。

支撑按基底作用不同分为基地支撑和对零件原型的支撑，它的作用主要有以下几点。

一是便于零件从工作台上取出。

二是保证预成型的零件原型处于水平位置，消除工作台的平面度误差所引起的误差。

三是有利于减小或消除翘曲变形。

打印出来的物品大多数会因打印支撑、打印结节等问题造成打印物件表面比较粗糙，所以物品打印完成后要进行后期处理，以使其更加美观。

将轴承摆件一体打印完成后，再进行后期打磨、抛光或喷漆，一个完整的作品就会呈现在我们眼前，作品效果如图5.1.3所示。

图5.1.3　利用3D打印得到的轴承

3D打印的精度

3D 打印机的自动层高有一定的控制精度，通常能够达到 0.05mm~0.4mm，但由于所使用的打印材料在被热熔及固化过程中会发生较大变形，容易导致打印精度不够理想。实际上，整体的变形与机械运动精度、材料性质、重力和挤压、3D 打印机的精度以及 3D 模型的精度等因素都有关。

3D打印机通过步进电机可以同时在三个方向上移动，包括x轴方向、y轴方向和z轴方向。虽然通过导轨移动可以减小摩擦力，但不能从根本上消除摩擦，因此细微偏差不可避免。再加上大部分熔融沉积机器采用的是皮带传动，本身就具有一定的伸缩率，在运动的过程中必然会造成误差。

熔融沉积式的制造工艺使用的材料主要是PLA（生物降解塑料聚乳酸）和ABS（丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物）。PLA是一种新型的生物基及可再生生物降解材料，使用可再生的植物资源（如玉米或木薯等）所提取出的淀粉原料制成。ABS是由丙烯腈、丁二烯和苯乙烯化学合成的一种树脂材料。这两种塑料的热胀冷缩性质较为明显，经过高温熔化后再冷却，都难免产生误差。

目前，3D打印采取逐层堆积的方式，彻底固化前的每一层都会受到向下的重力及新增材料的压力，这也会导致误差。

模型后期处理

常见的3D打印机是熔融沉积类型的，这类打印机通过逐层堆积制作

出作品，作品表面往往不够光滑，还会有去除支撑物后留下的痕迹，需要进行后期处理。对模型进行后期处理的流程如图5.1.4所示。

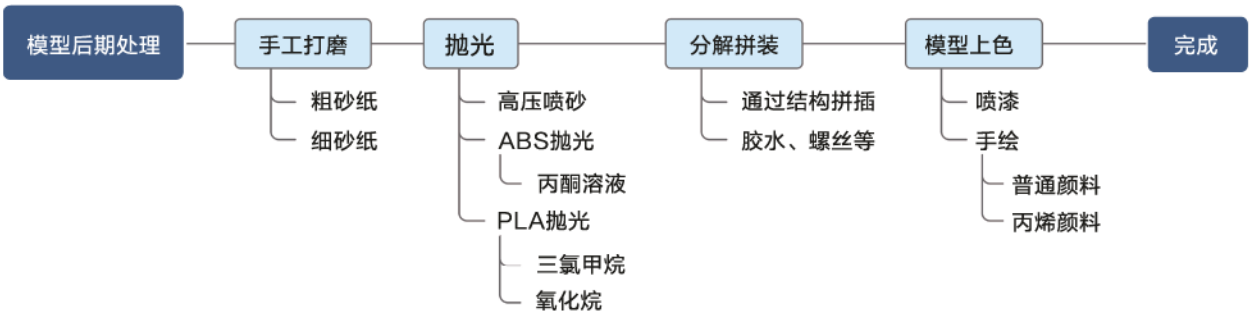


图5.1.4　模型后期处理流程

运用3D打印技术发布三维作品的意义

3D打印是一种新兴的制造技术，有着其他传统制造技术所不具备的许多优势，但这项技术也不是全能的，有其局限性。3D打印技术和传统制造技术有着这样的关系：首先，3D打印技术是计算机技术与制造技术的再次深度融合，代表了技术进步的整体趋势；其次，3D打印技术的出现及逐渐成熟，可以有效弥补传统制造业在某些方面的短板，有助于推动制造业的技术革新和进步；最后，从整体上看，3D打印技术和传统制造技术之间呈扬长避短、互相补充的态势。

跨过“理想”“虚拟”“实体”三者之间的鸿沟，3D打印为艺术表现和科学表达提供了一种新的支持方式，更容易让理想变成现实。3D打印技术已经被众多“创客”应用到不同的场合当中，使自己的奇思妙想得以实现；同学们通过体验3D打印将虚拟构想转化为实体的过程，相当于建立了一种新型的实践通道和学习通道，可以使自己的认识不断被丰富、提升。

5.2　三维动画作品发布

二维动画的制作原理是把对象的动作及变化等分解成许多静态的画幅，再用摄影机连续拍摄成一系列画面并连续放映，给人造成对象在连续变化的视觉感受。三维动画也是这样的过程，只不过其画幅由二维换成了三维；相比二维动画，更为直观的三维模型会给观赏者以身临其境的感觉。

三维动画的创作是一个动态的过程，可简单划分为前期准备、中期制作和后期合成三个阶段，每个阶段又有若干个步骤，如图5.2.1所示。一般我们有了制作动画的需求后，可以先从动画剧本的创作开始行动。

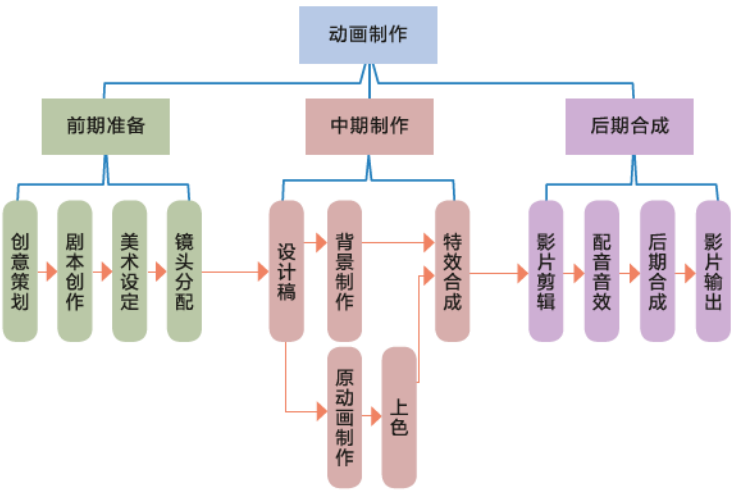


图5.2.1　三维动画制作流程

学习目标

- ★ 了解动画制作的基本流程。
- ★ 了解剧本创作方法及要点。
- ★ 理解三维设计软件中数字摄影机的作用和分类。
- ★ 掌握三维设计软件中关键帧动画的创建方法。

从空间的视觉效果上看，动画可以分为二维动画和三维动画，两种动画的制作原理相近，对制作者的美术和绘画功底具有一定的要求。

三维动画的制作主要涉及故事剧本、三维建模、灯光、材质、渲染、视觉处理、镜头运用以及后期剪辑等。本节我们以动画剧本、视觉效果、镜头运用等为切入点，学习三维动画的制作。

动画内容规划

动画剧本

剧本是通过纯文字的形式描述需要表现出的情景的文本，包括人物、对话、动作和情境等许多元素。动画剧本的首要任务是把生活卡通化，由画面讲述故事，强调充分发挥想象和夸张的特性，营造具有原创性的幻想空间。

剧本是一剧之本，它可以保证故事的完整性、统一性和连贯性，是动画片创作的基础，同时也提供动画片的主题、结构、人物情节和背景等基本要素。编写剧本时，需要针对动画片的制作特点，考虑丰富的画面效果和足够的拓展空间，并在此基础上进行分镜头设计。简单地说，动画剧本需要让读者能够清楚理解作者的文字、画面及故事。下面是动画片《哪吒闹海》的剧本选段。

（一）

陈塘关外的全景：出现工作人员字幕

总兵府全景：出现工作人员字幕

李靖的书房：出现工作人员字幕

李靖伏案而眠的背影：出现工作人员字幕

香炉里冒出青烟，袅袅上升，化作仙鹤形状飘散：出现工作人员字幕

青烟又化作蝙蝠形状飘散：出现工作人员字幕

李靖特写："老爷！"传来家将的声音，李靖惊醒。"夫人生了……"家将站在李靖面前。李靖面有喜色，忙问："是男是女？"

家将摇摇头，吞吞吐吐："不知是个什么……"

李靖眉头紧皱。

内室：李靖的手把幔帐拉开。

地上架着一只大盆，盆中有一个莲花形状的彩球，迸射出奇异的光彩，使人眼花缭乱。

李靖心头不悦："怀胎三年多，生下这么个东西，恐怕不是好兆头。"唰的一声抽出随身所配的宝剑，吓得侍童使女掩面躲避。

李靖一剑劈下去，只听"咣当"一声，莲苞开放，花瓣儿一层层地展开，

各层颜色都不一样，非常好看。

家人个个惊呆，李靖也觉得奇怪。

花瓣儿化作图案消散。剩下一株花托，上面站着一个头绾双髻、身穿红肚兜的小孩儿，他揉了揉鼻眼，打了个呵欠。

家人们又奇又喜。

小孩儿扶着盆沿跳了下来，落在李靖靴上，用手弹了一下剑刃，发出铮铮的声音，惹得众人大笑。李靖苦笑了一下，把剑插回鞘里。

小孩儿开始迈步，摇摇晃晃走了几步就跌了一个跟斗，老家将把他扶了起来。小孩儿扶着凳腿，摸着墙根，来到走廊里，众人也嘻嘻哈哈地跟了出来。

小孩儿绕过厅柱，自顾自地走了。众人出来四处张望，已不见了小孩儿……

分镜头设计

动画分镜头设计也称分镜头脚本设计，也叫故事板，即将剧本所讲故事分解为一个个相对独立的由一组连续画面构成的“短故事”，我们称之为“镜头”。这个环节的任务要点是把剧本的文字内容转换成影视语言，它是动画制作前期工作的重要环节，是导演落实影片全面设计和构思的依据。

一般情况下，确定文字剧本、角色设定稿和场景设定稿以后，动画导演就要开始分镜头脚本的创作了。分镜头设计是利用影视语言将文字剧本转换成画面的形式，配以各种特效和拍摄手法等，主要内容包括镜头号、景别、拍摄手法、画面内容、对话、音响效果、音乐和镜头长度等，其主要任务是根据解说词和电视文学脚本来设计相应的画面细节，并配置音乐和音响效果，把握动画片的节奏和风格等。

书桌常常出现在教室、书房或是图书馆中，是我们读书、写字的主要工具。近些年为了满足书桌的不同使用需求，新的书桌产品层出不穷。

同学们在分析实体书桌或完成新书桌设计构思的过程中，会在头脑中通过“分解”或“拼合”来理解或构想书桌，我们可以用动画的形式将“分解”和“拼合”过程展示出来。在新书桌产品发布会上，研发人员为了能直观地展示产品，往往会通过三维动画来展示其结构或功能。

要完成动画的制作，前期需要策划好动画剧本、设计好分镜头脚本等；在制作的过程中，需要妥善处理关键帧等细节；在后期处理中，需要选择合适的声音、调整好音效等。

任务一　三维书桌动画脚本规划

※ 活动1　确定剧本创意内容

借助网络，搜索并观看一些产品发布的视频，策划一个书桌产品发布会上展示新书桌的三维动画，并根据自己的构思来策划创意内容。请思考并完成表5.2.1。

表5.2.1　书桌动画题材内容策划表

调研分类	调研结果
动作及顺序确定	◆ 镜头开始 ◆ 一镜到底，依次拍摄出书桌的书搁板、桌腿、横梁和支架的组装
场景设定	◆ 书桌产品发布会
分镜头设定	
配音	

※ 活动2　编写三维书桌动画剧本

剧本参考格式如下。

主角：学生书桌

书桌爆炸图三维动画

×××编剧

场景：书桌产品发布会

第一部分：

（1）镜头由远到近，围绕书桌旋转360°，展示完整的学生书桌；

（2）镜头旋转之后，呈现书桌各部分结构分散爆炸图；

（3）以桌面为基点，将书桌各部分按顺序依次组装完成。

● 数字摄影机的使用及其特点

三维动画在镜头的发挥上有很大的空间，但也意味着更大的挑战，镜头如何运动是需要考量的关键。我们把软件中的摄影机称为虚拟摄影机或数字摄影机，数字摄影机既是在软件中对传统摄像机的还原，同时又有诸多不同，比如在运动的扩展性上，大大优越于传统摄像机。借助它，我们可以更自由地运用镜头实现各种拍摄效果，如传统摄像机镜头有推、拉、摇、移、甩、跟、升、降等运动方式，其中的环摇镜头、甩镜头等都是难度较高的镜头运动方式，但在数字摄影机中使用起来会变得轻而易举。我们还可以随意调节运动模糊或景深效果，不必受到种种

条件限制。镜头的运用效果会直接影响影片风格，在特效片《大圣归来》《哪吒》等作品中，镜头的灵活转换及运动模糊等特效使用较多；《机器人总动员》等温情片中，则较多使用相对安静的镜头、平稳的摄影机运动、大光圈景深以及漂亮的构图等，从而有效地烘托剧情。

数字摄影机可以使导演充分发挥想象力，优化观众的视觉体验，所以它在三维动画、电影特效以及广告拍摄中备受青睐。

动画的视觉特性分析

视觉暂留

“视觉暂留”指的是一个图像消失后，图像对视觉感官的刺激仍然会保持一段短暂的时间。因此，在播放动画时，如果两个相近图像转换的时间间隔不超过1/24秒，那么人就不会察觉到图像的消失或转换而认为图像是在连续变化。影视动画技术正是利用人眼的这一视觉特性，用连续转换又略有不同的序列图像，给人提供动感、流畅运动的视觉效果，如电影画面播放的速度就是每秒24帧。

产品设计中的动画与影视动画略有不同，产品设计动画主要是模拟产品的运动及功效，影视动画更多是为了展示故事，两者的区别一般体现在精确性和美观性上。

帧与关键帧

“帧”是动画制作中最小的单位。关于“帧”，简单地说，一帧就是一幅静止的画面。在动画软件的时间轴上，帧表现为一格或一个标记，将连续的帧连续播放就形成了动画，每秒播放多少帧称为动画的帧频。

关键帧是计算机动画制作领域中的术语，“关键”的意思是对事物来说最紧要的部分，或在一段时间内对事物属性起决定性作用的要素。因此，关键帧是指角色或物体运动与变化中的关键动作所处的那一帧。在制作动画的过程中，关键帧是计算机创建完整动画的重要依据，可以理解成是关于运动变化表达中对关键的时间和空间关系的特定表达；关键帧之间的帧，一般称为过渡帧；计算机软件会以关键帧为基准，通过均匀的过渡效果自动生成过渡帧，最终完成动画中所有帧的制作。

帧率

帧率是指每秒显示的图片数。帧率与画面的流畅度成正比：帧率越大，画面越流畅；帧率越小，画面越有跳动感。由于人眼的特殊生理结构，如果动画帧率高于16，人眼看上去会认为画面是连续的。当帧率达到一定数值后即便再增长，人眼也不容易察觉到流畅度有明显提升。

爆炸图

爆炸图又称结构爆炸图或分解视图。我们在所购买产品的产品说明书中经常会看到结构示意图或装配示意图，这种示意图往往就是简单的爆炸图，它通过分解产品让我们清楚地观察其内部结构及对应位置。图5.2.2所示是某录音产品的结构爆炸图。

图5.2.2　某录音产品的结构爆炸图

※ 活动3　撰写分镜头脚本

分镜头脚本主要有三个作用：一是前期拍摄的依据；二是后期制作的依据；三是动画长度和经费预算的参考。请参考表5.2.2尝试编写三维动画剧本的分镜头脚本。

表5.2.2　分镜头脚本参考格式

顺序	画面内容	声效	参考画面	镜头	时间
1	书桌全景	轻快的音乐		书桌由远及近的长镜头	5s
2	书桌结构分散画面			书桌各部分结构分散的全景	2s
3	桌面和书搁板			书搁板装配近景特写	4s
4	叠加桌腿			桌腿装配近景特写	2s
5	桌腿横梁与支架装配			横梁与支架装配特写	3s
6	镜头围绕书桌旋转360°			镜头由远到近，围绕书桌做360°特写	10s

分镜头脚本完成后，就可以着手制作动画了。要完成书桌展示三维动画的制作，同样需要合理的工序，所以需要先规划再制作，然后发布。

任务二　书桌展示三维动画制作与发布

※ 活动1　书桌展示三维动画的制作规划

规划三维动画的制作时，可以结合实际进行构想，分析基本制作思路，并讨论关键帧时间点的动作特点。请参考表5.2.3完成书桌展示三维动画的制作规划。

表5.2.3　书桌展示三维动画制作规划

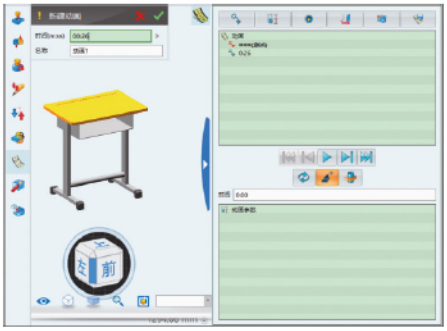
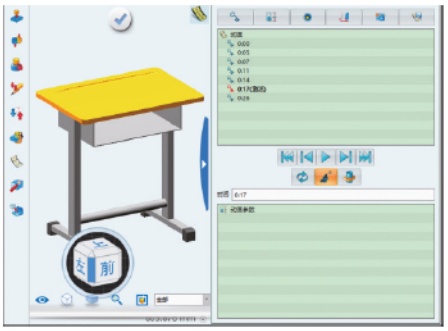
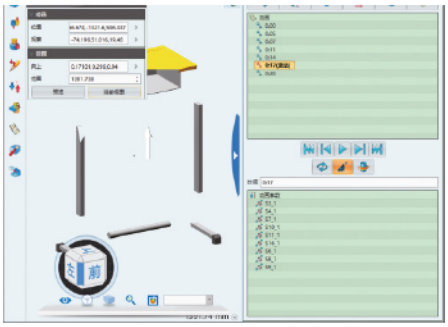
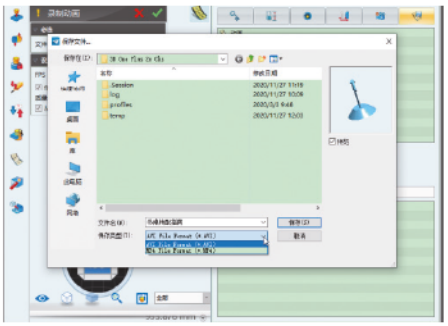
基本流程	所需技术
1.从教科书配套资源中导入书桌模型	◆ 导入命令 ……
2.为书桌及各部分结构赋予材质并设置场景灯光	◆ 场景处理方式 …… ◆ 效果表现方式 ……
3.根据剧本规划出关键帧的时间点	◆ 在 0s~5s 时，通过调整视角角度，实现全景旋转 ◆ 在 6s~16s 时，注意书桌各部分的移动方式 ……
4.讨论各关键帧时间点的动作特点	
5.在软件中添加动画效果，设置关键帧、相机位置和模型动作	◆ 关键帧的添加 ◆ 设置相机 ◆ 场景的切换方法，如移动、旋转等
6.渲染并输出动画	◆ 预览动画 ◆ 渲染、输出并保存动画

渲染就是将制作完成的三维模型进行材质、灯光设置的集成输出，渲染过程是将三维动画生成最终的图像素材，便于进行后期合成等加工。

※ 活动2　制作书桌展示三维动画并发布

利用教科书配套资源中提供的书桌模型，调整书桌的外观及场景，设定好分镜头关键帧的时间点，再调整每个模型在不同时间点的造型，运行软件生成动画，参考表5.2.4中的动画制作流程，在软件中制作动画并发布。

表5.2.4　书桌展示三维动画制作流程

步骤1：新建动画，导入书桌模型	步骤2：添加并设置关键帧的时间点，可根据动画剧本的要求自由设定时间点
	
步骤3：调整书桌在每一帧的状态并设置相机，记录模型状态。重复制作其他关键帧的模型状态	步骤4：发布书桌展示三维动画
	

拓展知识

三维设计软件中的数字摄影机

三维设计软件中的数字摄影机既可用于摄影（拍照片），也可用于摄像（录视频）。它如同人的眼睛，创作者要通过这双眼睛（镜头）来创建场景，调整物体的位置和大小；欣赏者要借助这双眼睛来获得观察视角。

数字摄影机的常用选项有以下两个：“目标摄影机”，可以很容易地对准前方目标点的某个物体；“自由摄影机”，可以通过改变参数，模仿真实世界的摄像效果。数字摄影机的主要参数包括焦距（短焦距、长焦距）和视野等。

5.3　虚拟现实作品发布

顾名思义，虚拟现实就是虚拟一个现实环境。从理论上来讲，虚拟现实技术是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真技术。其实质是将某真实或构想的物体的数学模型在计算机中生成数字信号，再结合各种输出设备使其转化为能够让人们观察到的三维影像，所以这也是一类三维作品的应用发布。

学习目标

★ 了解虚拟现实的发布设备。

★ 通过体验增强现实技术增加对其应用意义的了解。

去电影院看3D电影，戴上一副特别的眼镜，观众会感觉电影里的角色就像真人一样在自己身边活动；在观看某个学校的虚拟现实的三维地图时，就好像真的走在校园里……。为什么观看虚拟现实的作品常常需要戴上特制的眼镜或需要特殊的设备？虚拟现实与我们所学习的三维设计与制作有什么关系？我们自己能不能制作出这样的作品？

任务一　调研虚拟现实显示设备

※ 活动1　关于不同性能虚拟现实显示设备的调研

利用网络查找目前主流的虚拟现实显示设备，了解它们各自的特点，填写表5.3.1。

表5.3.1 主流的虚拟现实显示设备

序号	虚拟现实显示设备	特点	存在的问题
1	HTC Vive VR头盔	主机式设备体验感好，价格高	使用不便捷，需连接外接设备，在体验时受到数据线的束缚
2			
3			

虚拟现实的真实存在感

虚拟现实通过模仿真实的双目视觉，设法为两只眼睛提供两个稍有视角差异的场景，从而使观察者获得立体感，而数字化三维模型为此提供了很好的支持条件。虚拟现实还可以将单纯视觉上的真实感拓展到其他感官，上升到真实存在感的意义上来，业内用“沉浸感”来描述。这种“沉浸感”通常就等同于“存在感”，即在非物质世界获得类似物理存在的感觉，这是一种感知状态。当前为虚拟现实提供的存在感交互支持越来越丰富，比如可以同时提供视觉、听觉、触觉、嗅觉甚至味觉等交互支持，在这种感知状态当中，用户可以获得一种宛若置身真实世界的模拟体验。不同的感知效果是采用不同的技术手段支持实现的，这种全方位的真实感支持技术正在不断发展之中，并已经在许多领域的生产或生活实践中得到应用。

虚拟现实显示设备

虚拟现实显示设备的主要作用是支持用户实现具有沉浸感的视觉感受，它主要分为以下三类。

移动端虚拟现实显示设备：属于简易显示设备，其构造相对简单，有时甚至可以直接用手机来显示和运算数据。

一体式虚拟现实显示设备：有独立的CPU处理器，并且具有无须外接运算和显示主机的显示核心与全景式设备，往往会同时具备位置感应和陀螺仪平衡等功能。

主机式虚拟现实显示设备：是一种功能最强的虚拟现实系统，它的运算能力较强，能够提供最好的体验感受。

虚拟现实显示设备在生活中并不常见，但头戴式移动端的虚拟现实显示设备其实很简单，完全可以自己制作。

※ 活动2　自制简易的头戴式移动端虚拟现实显示器

准备硬纸板若干、两片凸透镜和手机。在制作时要考虑到手机的放置位置以及双目的左右宽度等因素。由于只有一部手机提供显示屏幕，因此必须让左右眼所看的图像各自独立分开，才能让使用者产生立体感，如图5.3.1所示。请用硬纸板或结合三维设计及3D打印完成一个以手机作为显示设备的方便佩戴和使用的头戴式虚拟现实显示器。

图5.3.1　简易的头戴式移动端虚拟现实显示器

头戴式移动端虚拟现实显示器的三维模型可在教科书配套资源中提取。

虚拟现实的应用领域

目前的虚拟现实技术有以下六大应用领域。

医学领域：医生在虚拟的空间重复进行手术的模拟，提高手术的熟练度或对手术方案进行研讨，图5.3.2所示是医生利用虚拟现实进行模拟手术。虚拟现实可被应用于对重度烧伤恐惧症、创伤应激障碍等疾病的治疗；甚至已有针对焦虑症和抑郁症治疗的临床医疗虚拟现实投入应用。

图5.3.2　利用虚拟现实进行模拟手术

军事领域：士兵使用虚拟现实设备在虚拟战场中进行模拟训练，沉浸式系统可使参训士兵产生身临其境的体验。这种训练可以满足不同兵种的不同训练需求，如飞行员的飞行、坦克手的驾驶或伞兵的跳伞等。

考古与文物管理领域：将虚拟现实与网络相结合，展示文物或发掘现场，提高展示效果的同时也将文物保护提升到了新的阶段。

游戏娱乐领域：将游戏环境改变为虚拟现实环境，提升游戏的体验感。

城市规划领域：重现城市的建筑街景、模拟城市的运转等。

教育领域：虚拟现实应用于教育是教育发展的一个亮点。它有助于营造“自主学习”的环境，由传统的“以教促学”的学习方式转换为学习者通过自身与信息环境的相互作用来获得知识与技能的新型学习方式。借助虚拟现实，可以模拟各种学习环境和虚拟实验室，模拟地理、物理、化学和消防安全逃生等实验。

虚拟现实作品发布流程

发布虚拟现实作品时，往往不仅要发布所完成的三维模型，如一把椅子或一个杯子，还需要有一个与之相合的三维场景，这样可以使作品整体上看起来更加真实。如我们前面制作完成的三维书桌，既可看成一个三维模型，又可以作为展示水杯、台灯等三维模型的场景。一般而言，三维场景的建模制作也是基于建模软件来制作虚拟的三维空间，其具体制作流程如图5.3.3所示。

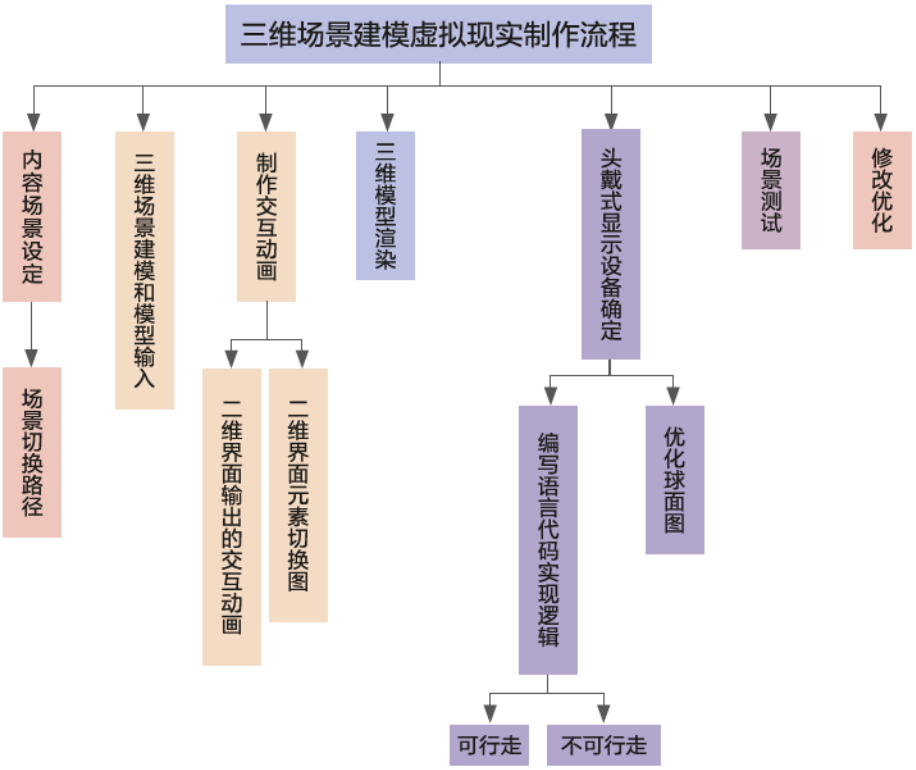


图5.3.3　三维场景建模虚拟现实制作流程

增强现实技术

增强现实技术是虚拟现实技术的一种应用形式，它是将计算机系统提供的信息叠加到用户对现实世界感知之中的技术，以真假融合的方式提供沉浸感。简单地说，它借助计算机生成虚拟物体，并将其叠加到真实世界场景（如影像）中，使真实的环境和虚拟的物体实时地被叠加到了同一个画面或空间而同时存在。常见的另外一种应用是在镜头中加入虚拟的数字信息，这种数字信息可以是美颜或头饰，也可以是玩具或者

游戏界面，在手机屏幕上就可以轻松实现叠加效果。增强现实的相关技术及功能如表5.3.2所示。

表5.3.2　增强现实功能细分

跟踪注册技术	为了将虚拟对象信息和真实场景稳定叠加，虚拟信息与真实环境中物体的影像要进行配准注册。常用的跟踪注册方法有基于跟踪器的注册、基于机器视觉的跟踪注册及基于无线网络的混合跟踪注册等
显示技术	显示系统是增强现实技术中比较重要的内容，为了能够得到较为真实的虚拟系统，同时考虑到便利性，色彩丰富的显示器必不可少。显示器包含头盔及非头盔显示设备等。 例如，光学透视头盔显示器可以利用安装在用户眼前的半透明半反光的光学合成器，将虚拟环境与真实环境融合在一起，为使用者提供支持
虚拟物体生成技术	虚拟物体的生成是在三维建模技术的基础上实现的。虚拟物体生成的过程中，自然交互是比较重要的技术内容。在具体实施时，需要对现实技术的有效实施进行有效辅助，使信息注册更好地实现
交互技术	增强现实情境下，我们有时需要和场景中的对象进行交互。一般而言，交互方式主要有以下三种。 （1）选取现实世界中的点位来进行交互，这是最为常见的一种交互方式。 （2）动作捕捉：对空间中的一个或多个事物的特定姿势或者状态加以判断，这些姿势或者状态都对应着不同的命令。比如用不同的手势表示不同的指令，进行交互。 （3）特制工具交互：利用不同的外界真实交互工具进行一系列的操作，例如设备上的按钮、语音设备等
生成技术	为了增加增强现实使用者的真实体验，增强现实技术要具有较强的真实感。为了实现这个目标，增强现实必须具备几何一致、模型真实、光照一致和色调一致四个条件，任何一个条件的缺失都会导致增强现实效果的不稳定，从而严重影响增强现实体验的真实感

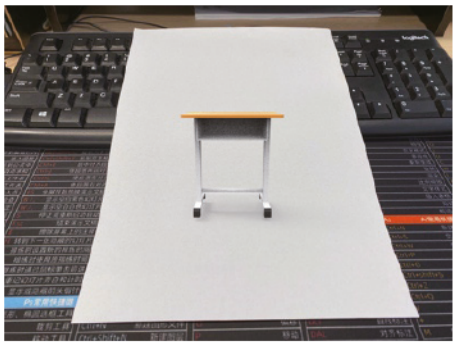
增强现实技术已经变得越来越成熟和方便。要想体验增强现实技术，最简单的方法就是借助手机或平板等移动设备来实现。目前，移动端的增强现实网络资源很丰富。我们能不能借助这些资源来体验增强现实技术呢？

任务二　体验增强现实技术

※ 活动　观察并体验增强现实作品

使用移动平台观看书桌展示并尝试进行交互，领略增强现实带来的视觉体验，具体步骤如表5.3.3所示。

表5.3.3 书桌展示增强现实体验流程

步骤1：将教科书配套资源中的“Desk.jpg”打印到纸张上	步骤2：在移动端下载教科书配套资源的增强现实体验软件，启动软件，运行扫码功能
步骤3：使用平板设备的摄像头对准打印好的图片“Desk.jpg”，等待立体效果的出现	步骤4：分别点击屏幕上的旋转、移动及抓取等按钮，360° 旋转观看书桌
	

拓展知识

混合现实技术

混合现实是虚拟现实的另一类应用。混合现实的特点在于虚拟世界和现实世界可以互动并合并叠加到虚拟世界里。其基本原理是，先将现实的东西虚拟化，这一过程需要用摄像头捕捉画面，再将得到的二维图像通过计算机形成三维的虚拟图像，即3D建模，经过这样的虚拟化之后，就可以融合进虚拟的三维世界。

虚拟现实、增强现实与混合现实三个概念的区别可以简单地理解为：通过虚拟现实看到的场景和人物是“假”的，由设备产生图像，图像将人带入一个虚拟的世界；通过增强现实看到的场景和人物一部分是真的，一部分是“假”的，是把虚拟的信息带入现实世界中；混合现实包括增强现实和增强虚拟，既可以将虚拟融入现实，也可以将现实融入虚拟，合并现实世界和虚拟世界而产生新的可视化对象和环境。

单元学习评价

通过本单元的学习，我们了解了三维作品发布的几种形式，掌握了三维设计软件中关键帧动画的创建方法，能够利用3D打印机将自己的三维作品打印成实物，了解了虚拟现实的发布方法和所需设备，体验了增强现实技术。请结合所学内容，回答下列问题。

1.根据本单元所学习的知识，列举三种常用的三维作品发布方法。

2.简要介绍3D打印的基本流程及注意事项。

3.调研三维作品发布的相关技术，分析其优点与不足，展望其发展趋势，撰写调研报告并相互评价。

评价要点：

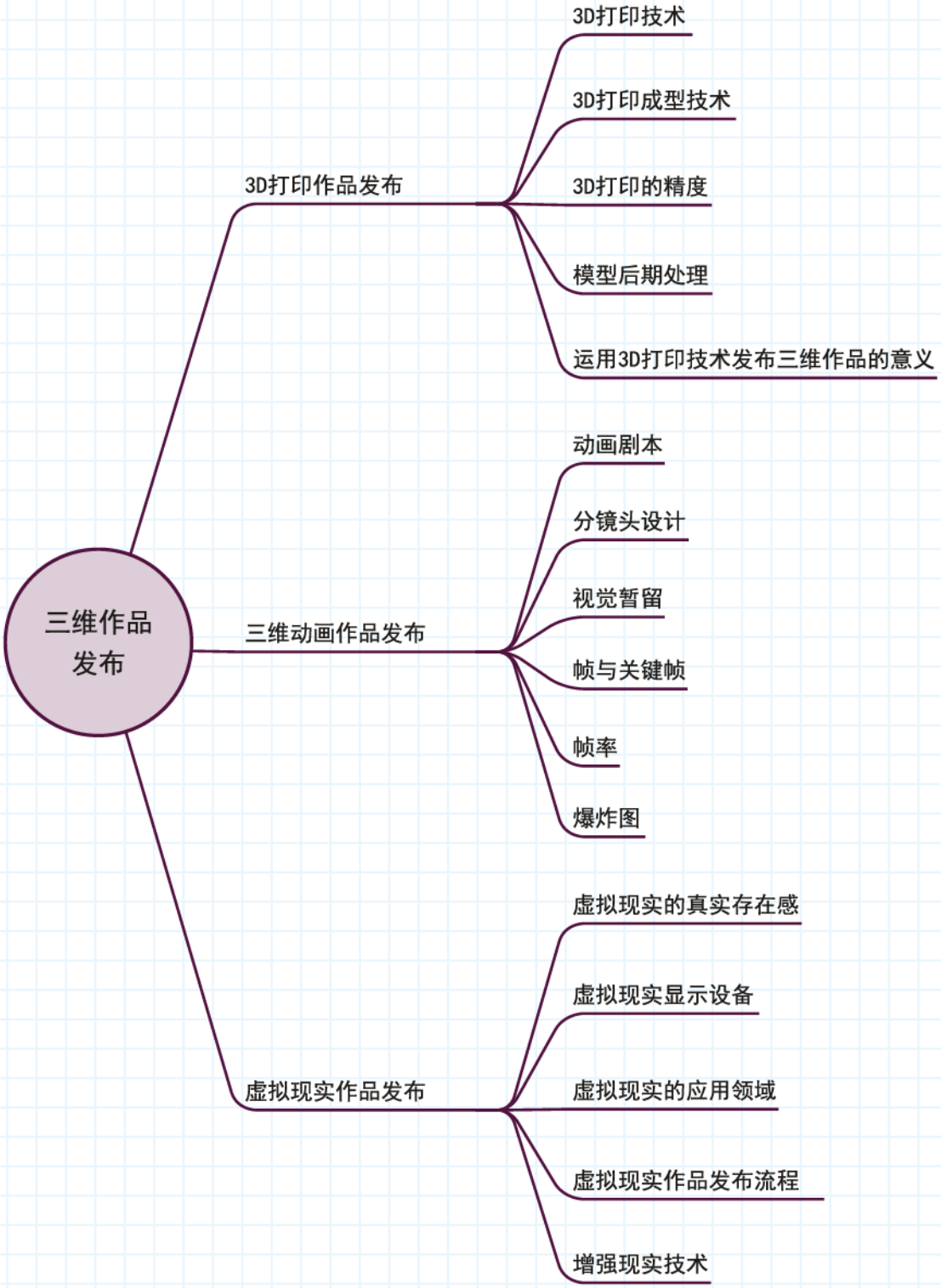
（1）能否用自己的语言阐述三维作品发布的意义；

（2）能否概括出三维作品发布的一般途径和基本用途；

（3）能否分析不同三维作品发布技术的优点与不足；

（4）能否描述该技术的发展趋势。

单元学习总结


三维作品发布
3D打印作品发布
3D打印技术
3D打印成型技术
3D打印的精度
模型后期处理
运用3D打印技术发布三维作品的意义
三维动画作品发布
动画剧本
分镜头设计
视觉暂留
帧与关键帧
帧率
爆炸图
虚拟现实作品发布
虚拟现实的真实存在感
虚拟现实显示设备
虚拟现实的应用领域
虚拟现实作品发布流程
增强现实技术

后　　记

为全面落实立德树人根本任务，着力发展学生的核心素养，根据《普通高中课程方案（2017年版）》的精神，我们按照《普通高中信息技术课程标准（2017年版）》的要求对高中信息技术教科书进行了修订。

本书的修订由张义兵、尤海宁、窦艳辉、朱彩兰、耿昂等直接参与。在修订过程中，得到了许多专家、学者和老师的指导与帮助。李艺、董玉琦等为本书的编写提供了理论上的指导。孙洪波、谢琼、李静、张瑞、代正军、张钰、张静、王建宇等审阅了本书修订稿的部分章节，并提出了宝贵意见。在此，我们对所有关心、支持本书编写与修订的专家、学者和老师们表示衷心的感谢。

本书选用了一些图片和文字资料，对相关作者和出版社，我们一并表示诚挚的谢意。

编者

2020年12月