



普通高中教科书

通用技术

选择性必修11

产品三维设计与制造



普通高中教科书

通用技术

选择性必修11

产品三维设计与制造

主编 顾建军 杨继全 刘海林



随着科学技术突飞猛进的发展，技术日益成为我们生活中几乎无时不在、无处不在、无所不在的客观存在，成为引起社会变化、塑造社会变化和应对社会变化的重要因素，也成为实现中华民族伟大复兴的重要支柱。因此，技术素养是当代青少年的基本素养。通用技术课程是普通高中学生人人必须修学的课程。

通用技术是指当代技术体系中较为基础、在日常生活中应用较为广泛、育人价值较为丰富并与专业技术相区别的技术，是学生适应社会生活、高等教育和职业发展所必需的技术。普通高中通用技术课程，以提高学生的学科核心素养为主旨，以设计学习、操作学习为主要特征，是一门立足实践、注重创造、体现科技与人文相统一的课程。它的学习过程是同学们主动建构知识、不断拓展关键能力、铸造积极价值观和关键品格的过程，是一个富有生机、充满探究、方式多元的活动过程。

相信通用技术的学习一定会成为同学们高中时光中夯实基础、练就素养、挑战自我、享受创造与发展乐趣的美好生活的一部分。



一、三维打印技术的成型原理与发展历程

了解本书章节和任务的构成，能使我们总揽全貌，形成关于课程学习的宏观架构。



学习目标

学习目标会使我们明确学习的方向，为进入学习过程做好心理准备。



基于学生生活经验和技术学科基本特点的情境，带领我们走进真实的技术世界，发现复杂而真实的技术问题，进入富有意义建构的学习过程。

同学们，
欢迎你们进入
技术世界。



每节有2~4个相互联系的任务。我们将在完成一个个任务的过程中，建构积极价值观、必备品格和关键能力，形成核心素养。



亲临其境、亲自动手、亲身体验是本栏目的宗旨。这里的一系列精彩项目将使我们经历激动人心的操作实践，使我们感受到技术实践的特有乐趣，感悟到技术世界的丰富多彩。



怎样使用本书 不 导读

学习评价

对学习过程和学习结果作一回顾总结和反思，有助于学习目标的真正实现，有助于核心素养的有效形成。



综合实践

将本章所学内容与本学科其他内容、与其他学科知识、与自己已有知识和经验综合起来，可以提高综合能力，领略学习的最高境界。



本章小结

在学完一章后，以思维导图形式，对学习内容进行概括和归纳，有助于我们学会学习和自我建构。



练习

生动活泼、形式多样的作业，使我们所学的内容得以巩固，同时也打通了与课外活动结合的通道。



拓展阅读 选用

这些是我们技术学习中拓宽视野、深化认识、铸造精神、品味技术信息的“美味佳肴”，不要错过哟。



案例分析 选用

本栏目富有典型意义的范例、素材、话题是学习中对话的平台，使我们享受到由丰富的技术感性走向深刻的技术理性的快乐。



小辞典



思维碰撞

基于关键的技术问题，立体化地加以呈现，这是我们思维互联、智慧众筹、头脑风暴的广阔天地。



学习反思



马上行动

穿插在课文之中、形式多样的活动使我们所学的知识与技能得到及时的巩固、应用和内化，也是我们学会技术学习的有力工具。



技术提示



技术试验

技术试验是在技术活动中为了某种目的所进行的尝试、检验、优化等探索性的实践活动，使我们的实践才能和创新才能得到展示。



技术探究

学习，
是一个
螺旋上升的过程，
它永无止境……



目录

产品三维设计与制造



第一章 三维打印原理

一 三维打印技术的成型原理与发展历程

- 任务一 体验神奇的三维打印技术/002
- 任务二 追溯三维打印技术的发展历程/005
- 任务三 探究常见三维打印技术的成型原理/011

二 三维打印机的结构与工作过程

- 任务一 探索三维打印机的结构/014
- 任务二 体验三维打印机的工作与维护过程/016



第二章 三维产品技术分析

一 产品三维设计的技术分析

- 任务一 构思产品的设计方案/022
- 任务二 分析产品的结构/025

二 产品三维打印的技术分析

- 任务一 测试与修正产品三维数字模型/029
- 任务二 分析与设定产品三维打印参数/031



3

第三章 产品的三维数字模型设计

一 产品三维数字模型的获取

- 任务一 探究获取三维数字模型的途径与方法/038
- 任务二 初识三维设计软件/043

二 产品三维数字模型的绘制

- 任务一 绘制三维设计中的草图/047
- 任务二 绘制不规则结构的三维数字模型/050
- 任务三 渲染产品三维数字模型/053

三 产品三维数字模型装配和工程图样绘制

- 任务一 装配产品三维数字模型/055
- 任务二 绘制三维设计工程图样/057

4

第四章 三维打印技术应用

一 模具制造中的三维打印技术应用

- 任务一 体验模具制造工艺/062
- 任务二 设计与制作班徽/064

二 生活中的三维打印技术应用

- 任务一 分析自行车手机支架需求/067
- 任务二 设计自行车手机支架产品的方案/069
- 任务三 设计自行车手机支架/071
- 任务四 制造与测试自行车手机支架产品/072

主 编 顾建军 杨继全 刘海林

编写人员 (按姓氏音序排列)

曹书成 顾建军 何继华

林学斌 刘海林 杨继全



第一章 三维打印原理

- 一 三维打印技术的成型原理与发展历程
- 二 三维打印机的结构与工作过程

《老子》有云：“合抱之木，生于毫末；九层之台，起于累土。”合抱的大树由细小的萌芽生长而成，九层的高台由一层层泥土堆积而成。在现代制造领域，三维打印技术也是应用这种“分层制造、层层叠加”的造物原理。

一、三维打印技术的成型原理与发展历程



学习目标

- 任务一 体验神奇的三维打印技术
- 任务二 追溯三维打印技术的发展历程
- 任务三 探究常见三维打印技术的成型原理

1. 通过技术体验，说出三维设计在现代数控技术中的重要作用，阐述数控技术的特点和优势。
2. 通过案例分析和技术体验活动，阐述三维打印技术的产生与发展历程及其对人类的生产、生活方式的影响，辨析其应用领域的普遍性和局限性。
3. 通过亲身体验，探究常见三维打印技术的成型原理。



走进情境

在三维打印机展示会上，孙宇看到各种功能强大的三维打印机，能够打印出产品零件、花瓶、食物等。在学校的通用技术实践室中，孙宇也看到了三维打印机，这引起他极大的兴趣。



任务一 体验神奇的三维打印技术

20世纪中叶以后，数控机床、工业机器人等数字化设计制造技术的产生和发展，极大地促进了现代制造业的发展。在机械工程制造领域，由于微电子技术和计算机技术的迅速发展及其向机械工业的渗透所形成的机电结合，使机械工业的技术结构、产品机构、功能与构成、生产方式及管理体系发生了巨大变革，使工业生产由“机械电气化”迈入了以“机电结合”为特征的发展阶段，形成了一种机械技术与微电子技术、信息技术互相渗透的现代制造技术。近年来，三维打印技术异军突起，预示着未来的数字化制造技术将对产品设计、制造工艺、制造装备及生产线、材料制备、相关工业标准、制造企业形态乃至整个传统制造体系产生全面、深刻的变革。



技术体验

用数控机床制作象棋子

体验目的：体验数字化设计制造技术。

情境展示：孙宇的爷爷特别着迷下象棋，对玩了几十年的象棋爱不释手，可是最近弄丢了一个棋子，怎么也找不到。孙宇看着爷爷着急的样子，决定帮爷爷制作一个丢失的棋子。

问题分析：要加工制作一个象棋子，首先需要观察和分析原象棋子的外形、尺寸和所使用的材质，然后依据分析和判断选择合适的加工工艺和材料，对制作流程进行合理规划，最后按照流程进行加工制作。

**活动准备:**

材料: 直径为80 mm、长为150 mm的直松木棒一根。

工具: 小型木工车床(含刀具)、小型数控铣床(含刀具)、象棋子的数字化加工文件、砂纸等。

主要过程:

1. 按照象棋子的数字化加工文件中设定的象棋子的外圆直径和形状使用木工车床进行加工。
2. 按照象棋子的厚度切割下毛坯料。
3. 将毛坯料固定在数控铣床的夹具上, 输入象棋子的数字化加工文件, 启动数控铣床, 加工象棋子。
4. 对加工好的象棋子进行打磨等后期处理。

讨论: 与完全由手工制作象棋子相比, 应用数字化设计制造技术制作象棋子的优势体现在哪些方面?

**安全提示**

操作机床时, 要严格遵守操作规程, 注意安全。应在教师的指导下进行操作。

以数字化设计制造技术为主要特征的现代制造技术具有以下特性:

1. 实用性。现代制造技术是面向工业应用、具有很强实用性的新技术, 以实现优质、高效、低耗、灵活生产, 应对市场的个性化需求和提高产品竞争力的制造技术。
2. 系统性。现代制造技术覆盖了产品设计、生产准备、加工与装配、销售与使用、维修与服务等全过程。
3. 集成性。现代制造技术中专业界限逐渐淡化, 技术趋于系统化、集成化, 集机械、电子、信息、材料和相关的管理技术为一体。

**案例分析****经典的数字化设计制造技术应用**

波音777飞机的研制过程是数字化设计制造的经典。1990年, 在波音777飞机研制过程中, 全面采用数字化技术, 实现了三维数字化定义、三维数字化预装配, 建立了全球第一个全机数字样机, 取消了全尺寸实物样机, 通过精确定义几何尺寸和形状, 使工程设计水平和飞机研制效率得到了巨大的提高, 设计更改和返工率减少了50%以上, 装配时出现的问题减少了50%~80%, 制造成本降低了30%~40%, 产品开发周期缩短了40%~60%, 用户交货期从18个月缩短到12个月。

讨论: 结合案例说明传统加工工艺和基于数字化设计的现代制造技术, 在产品的设计和制造等领域发生了哪些变化?



图 1-1 波音 777 飞机的数字化模型

数字化改变了社会，也改变了制造技术。设计与制造中的数控化率已成为衡量设计制造技术水平的重要标志。

1. 数字化设计制造促进了制造技术向高层技术的发展。随着科学技术的迅猛发展，制造业正在向自动化、柔性化、集成化、智能化方向发展。

2. 数字化设计制造改变了传统的制造方式。由传统的单机为主，按工艺流程路线和工艺要求一步一步操作，发展到以数控方式，按编制好的数控程序进行加工。

3. 数字化设计制造改变了传统的加工理念。以往新产品的开发一般需要经过图纸设计、制样、调试、修改等过程，需要消耗大量的人力、物力且研发周期较长。现在新产品的开发可以借助计算机技术和软件完成大部分的研发工作，缩短了产品的研发周期和生产周期。

日常生活中纸质文件的打印都是二维（平面）的。三维打印技术的出现，打破了传统二维打印的限制，人们可以通过三维打印机打印出三维（立体）的物品。三维打印技术的产生与发展不仅极大地丰富了人们的生产、生活方式，而且扩展了人们的想象空间，让普通人原本遥不可及的制造梦想逐步成为现实。



技术体验

打印有核哨子

体验目的：体验三维打印技术。

情境展示：哨子的种类多种多样，人们最早使用的哨子中间是一个空腔，空腔中有一个小核，用嘴一吹，“嘟嘟”作响。这种哨子看似结构简单，但如果要亲自动手制作一个却不是一件简单的事情。

问题分析：有核哨子采用传统工艺制造时往往需要多道工序才能完成，如果要使其一次成型，用三维打印技术可以做到。

活动准备：

材料：PLA材料、什锦锉刀、细砂纸。

工具：计算机、桌面FDM三维打印机、有核哨子的三维数字模型文件等。

主要过程：

1. 将存有有核哨子的三维数字模型Gcode文件的SD卡插入三维打印机中（或将文件直接发送给三维打印机）。

2. 在教师的指导下操控三维打印机的操作面板，设置相应参数，开始打印有核哨子。

3. 对有核哨子进行后期打磨和整理。

4. 测试该有核哨子是否能够正常使用。

讨论：你还知道有核哨子的其他加工方法吗？三维打印技术的优势体现在哪些方面？



图 1-2 三维打印的有核哨子



安全提示

由教师带领学生操控面板、设置参数，学生观察成型情况，具体由教师执行。



三维打印技术是对传统制造技术的一种颠覆，它的快速发展将对社会经济和人们的生产生活产生深远的影响。如今，三维打印机不再是设计师和工程师的专属机器，已经开始走进千家万户，用于人们个性化设计和制造，实现万物打印，让人们体验到将创意变为现实的快乐。



实物成型的基本方法

1. 去除成型法：又称减材制造。借用物理或化学手段，将材料的多余部分去除而成型。去除成型法的特点是成型精度高，成型件形状受到工艺限制，成型过程与材料制备过程无关。

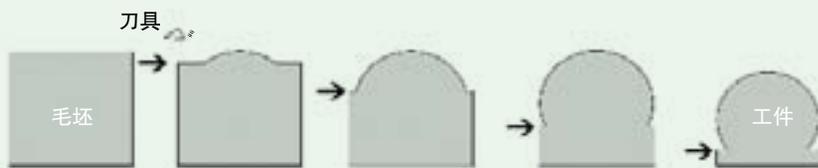


图 1-3 减材制造加工过程示意图

2. 冲压成型法：又称等材制造。利用模具控型，将液体或固体材料变为所需结构的零件或产品。冲压成型法的特点是成型需要模具，成型精度受到模具影响，成型过程与材料制备有一定的联系。

3. 生长成型法：通过对细胞的操作，将其堆积成型。生长成型法的特点是材料制备过程与成型紧密联系在一起，可以按需求制造出不同材料梯度的零件。

4. 离散/堆积成型法：又称增材制造。根据离散/堆积原理，在三维数字模型直接驱动下完成材料的有序堆积而成型，被称为快速成型。离散/堆积成型法的特点是不需要模具，材料制备过程与成型紧密联系在一起，拥有最高的成型柔性，可用来进行定制生产。

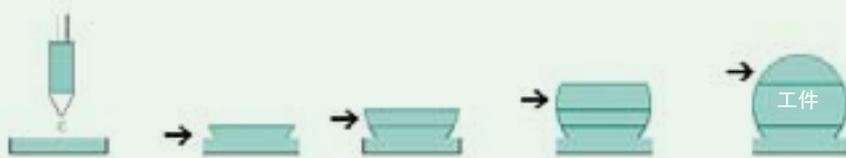


图 1-4 增材制造加工过程示意图



任务二 追溯三维打印技术的发展历程

从《西游记》中的“72变”到传说中马良的“神笔”，无不寄托着人们渴望拥有一个神奇的机器，只要对着它说一声“变”，它就能变出人们想要的东西，如静止的房子、会跑的动物，还有各种各样的美食。这一梦想随着三维打印技术的产生、发展和不断进步将会逐渐变成现实。



案例分析

光敏树脂选择性固化技术的诞生

1983年，查克·赫尔在一家与紫外线有关的公司工作，每天在公司里摆弄着各种各样的紫外线灯，看着那些原本是液态的树脂一碰到紫外线就凝固。某一天他突然意识到，如果能够让紫外线一层一层地扫在光敏聚合物的表面上，使其一层一层地变成固体，并将这成百上千的薄层叠加在一起，就能够制造出任何可以想象的三维物体了。1986年3月11日，赫尔获得专利授权。同年他在加利福尼亚成立了3D Systems公司，致力于将光敏树脂选择性固化技术（SLA）商业化。

讨论：这种将成百上千的薄层叠加在一起就能够制造出任何可以想象的三维物体的方法，和我国古代就出现的“干打垒”技术原理相同。为什么查克·赫尔能够以此原理发明最早的三维打印技术，而我们却一无所获？

三维打印技术发展历程

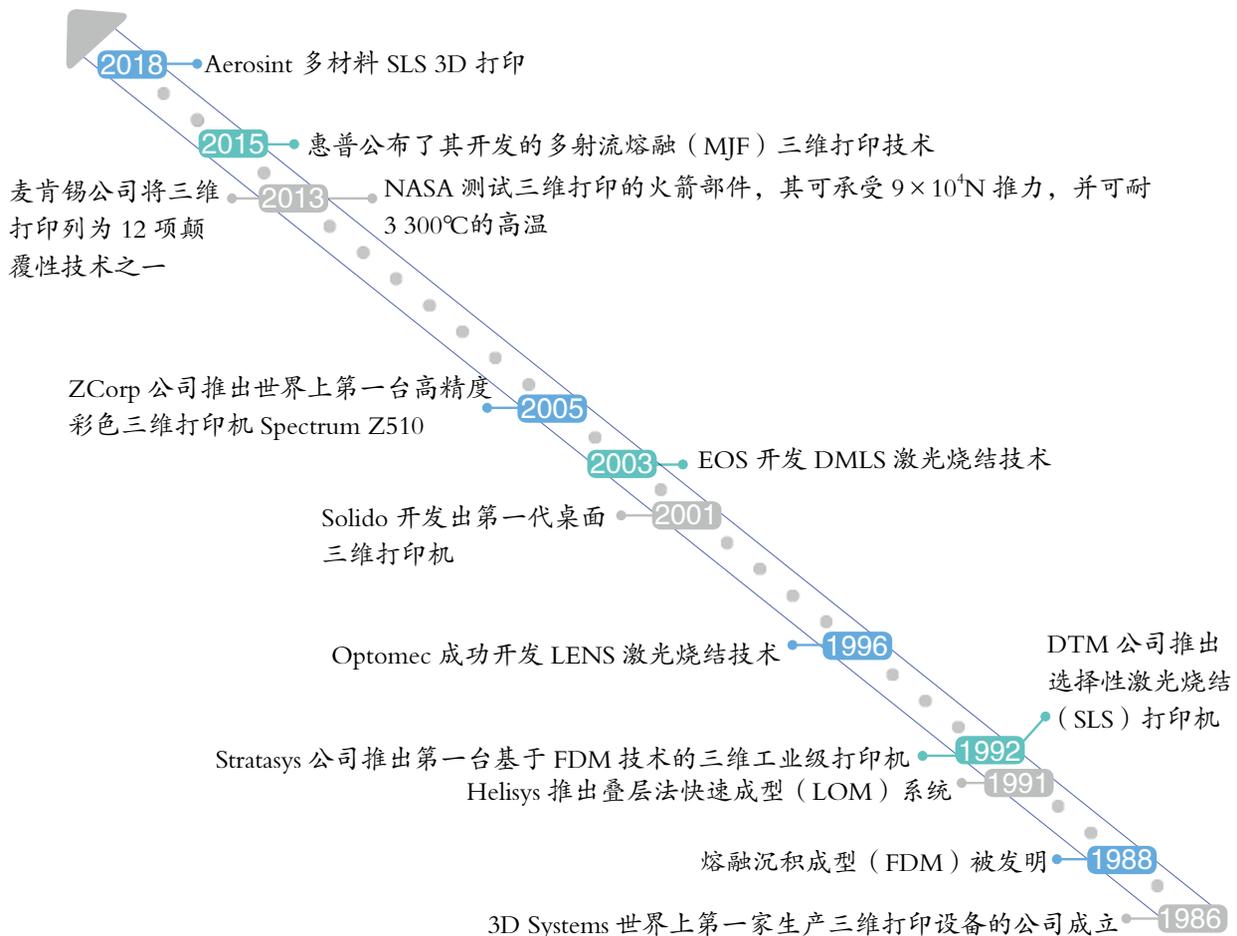


图 1-5 三维打印技术发展大事件



技术体验

用光固化三维打印机制作象棋子

体验目的：体验光固化三维打印技术。

情境展示：孙宇同学尝试了利用数控机床和熔融沉积成型（FDM）三维打印技术来制作象棋子。他发现利用数控机床加工后，还需要进行大量的后期加工，这需要较高的技术水平；利用FDM三维打印技术制作的象棋子虽然成型效果不错，但是打印速度太慢，而且质感和真正的棋子相差甚远。若使用光固化三维打印技术制作棋子会有令人满意的效果吗？他决定进行尝试。

问题分析：要加工制作一个质感与原来相近的象棋子，不仅在外形和材质上要相近，而且在颜色上也要相近。光固化材料的颜色多种多样，但是在打印过程中不能替换材料，只能打印一种颜色，可以利用光固化材料易于涂色的特点，采用白色原料打印，然后对其进行涂色。



图 1-6 光固化三维打印的象棋子

活动准备：

材料：光固化材料（白色）、配制与原象棋子颜色相似的颜料。

工具：光固化三维打印机、象棋子的三维数字模型、细砂纸、涂色笔等。

主要过程：

1. 准备好光固化三维打印机。
2. 导入打印文件，开始打印。
3. 对打印好的象棋子进行打磨、上色等后期处理。

讨论：

1. 与用数控机床和FDM三维打印技术制作象棋子相比，应用光固化三维打印技术的优势体现在哪些方面？
2. 观察光固化三维打印的过程，说出光固化三维打印技术和FDM三维打印技术的成型原理与过程有什么区别和联系。

三维打印技术过去常用在模具制造、工业设计等领域，主要用于制造模型。随着相关技术的不断发展和成熟，三维打印技术现在已逐渐应用于制造业、建筑业、科学研究和技术服务业、教育事业、生物医学、航空航天、文物保护、食品行业等领域，尤其是在生物医学领域，通过三维打印技术制备人体组织和器官前景一片光明，未来生物三维打印技术将可能成为解决人体器官供体的主要来源。除此之外，

三维打印技术的发展与应用也深刻影响着传统产业的生产链和供应链，逐渐降低了备件和库存的压力，实现了产品数字化模型到实物的精准制造和快速供应。



世界首辆尼龙-玻
纤复合材料的三维打
印汽车



三维打印的一只生活在
3.9亿年前浑身尖刺、全身
覆盖硬甲的软体动物模型



中科院技术团队自
主研发的国内首款三
维打印智能上肢假肢



三维打印的中式园
林建筑



美国宇航局成功测试以
液态甲烷为燃料的三维打
印火箭发动机涡轮泵



三维打印食品



国产大飞机C919部分零件采用三维打印技
术制作，这是我国首次在民用飞机上成功应
用三维打印钛合金零件

图 1-7 三维打印技术的应用



案例分析

三维打印的人工椎体

某医院的医生面对多节段脊椎肿瘤这样的疑难病例，借助三维打印技术修复大跨度的骨缺损，让病人完全恢复到了正常生活状态。

面对疑难，医生做了大胆的探索：在将五节椎体做了完整切除后，将一个三维打印的人工椎体支撑到脊椎前方结构。在三维打印的人工椎体上设置了四颗椎弓根结构，将脊椎前后方的内部定物紧密连接起来，使强度大大增加。

手术取得了圆满成功。病人3个月就已经完全恢复到正常状态，6个月可以开车、骑车，11个月已经可以外出旅游了。手术两年后复查的情况表明，三维打印的人工椎体和两端骨结合得非常好。

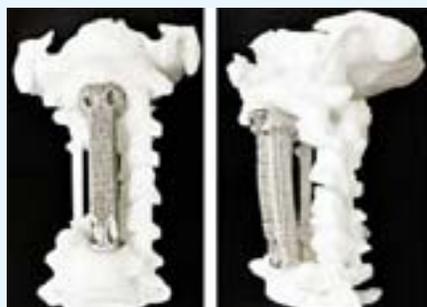


图 1-8 三维打印的人工椎体



讨论：未来三维打印材料的发展将会更加广泛，设备在成型速度、成型精度以及成型色彩方面将有所突破，物联网、云计算、人工智能等新技术交叉融合，加速三维打印无人工厂的创立。如果这一切都得以实现和普及，将会给人们的生活带来什么影响？

未来三维打印技术的发展将会向更多领域、新型材料开发、设备革新、新技术交叉融合、更多维度、标准化确定等方向发展。



三维打印方兴未艾， 四维打印已呼之欲出

四维打印概念源于美国麻省理工学院。四维打印的流程是，首先对材料进行编程，使其能够对某些刺激做出反应，如冷、热或湿度，再把这样的材料用三维打印机打印出来。四维打印可以生产智能产品，它可以自动适应外部变化，进行自我修复。例如，管道可以设计成能够根据水流量进行膨胀或收缩，或者能够在破裂时自我修复。

虽然四维打印在实验室中已经取得了成功，但是目前还没有人用四维打印制造出真实的产品。如果四维打印能够成功，它将给建筑、制造等行业带来革命性的改变。



图 1-9 四维打印实验

三维打印技术：打印静态物体



四维打印技术：打印可操控物体

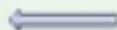


图 1-10 三维打印技术与四维打印技术的对比



请分析三维打印技术在下列领域中应用的优势与局限。根据其相符的程度，将结果从“*”到“*****”标识到表中。（从“*”到“*****”表示相符程度逐渐增大）

	优势与局限	医疗行业	航天航空	消费电子	汽车设计、制造
三维打印技术的优势	能源节约程度提高		**		*
	复杂部件的加工速度提高，成本降低				
	功能性产品设计性能提高				
	产品设计环节速度加快				
	一体化设计，减少组装环节				
	制造工具简化				
	降低多产品共线的生产成本				
三维打印技术的局限	简单结构部件制造速度较慢				
	直接制造部件的大小受限制				
	制造速度相对较低				
	表面加工质量相对粗糙				
	控制软件智能化水平有待提高				
	使用材料范围和性能受限制				
	设备、材料成本增加				

和所有技术一样，三维打印技术也不是无所不能的，它的应用与发展也受到一些制约与挑战。



三维打印技术的应用领域及制约与挑战

应用领域	制约与挑战
	材料限制：一方面，现在的三维打印机无法打印许多比较昂贵和稀缺的材料；另一方面，也无法使用任意材料进行打印
	设备研发：目前的三维打印技术几乎能打印出任何静态的物品，但在打印某些要求较高的可运动物体并保持其精度和清晰度时就难以实现
	道德制约：人体组织、生物器官的三维打印技术的应用，还处在基础研究阶段。目前很难界定打印生物器官或者活体组织，是否有违伦理道德
	法律模糊：借助三维打印技术，人们可以无限数量地随意复制物品。需要制定有关三维打印的法律法规来保护知识产权等权益，避免出现法律空白



马上行动

有人说三维打印技术是“宝库”，它的不断发展和进步可以实现人们的所有梦想；也有人认为人类的欲望是无止境的，三维打印技术就是“魔盒”，一旦打开，将会毁灭人类的未来。请就三维打印技术是“宝库”还是“魔盒”展开辩论。



任务三 探究常见三维打印技术的成型原理



技术体验

手工制作三维小山羊模型

体验目的：通过木材切片分层黏合，体验三维打印技术“分层制造，层层叠加”的成型原理。

情境展示：孙宇的一个好朋友马上要过生日了。孙宇想到这个朋友属羊，于是他决定自己动手为他做一个小山羊模型作为生日礼物。

问题分析：手工制作小山羊模型，传统的方法有用陶泥捏制，也可使用材料雕刻，但这些方法不是没有新意，就是比较费时费力。如果将所设计的山羊三维数字模型利用软件进行分



图 1-11 三维打印的模型山羊

层后用激光切割机进行加工，然后像搭积木一样将每层黏合进行制作就方便多了。

活动准备：

材料：3 mm厚的实木板材、胶水、山羊模型分层文件、多种颜料。

工具：激光切割机、什锦锉刀。

主要过程：

1. 在123D Make中导入小山羊三维模型的STL格式文件，选择Later Locked Slices生成切片分层文件，然后导入激光切割机中进行切割。
2. 将切割好的材料按顺序逐层黏合起来。
3. 将黏合好的小山羊模型打磨上色。

讨论：用实木分层黏合的方法制作小山羊与用其他方法制作相比较，这种“逐层叠加”的制作方法的优势是什么？

三维打印技术的成型原理和小山羊模型的制作原理相似，将计算机中的产品三维数字模型进行分层切片得到各层截面的轮廓数据，计算机据此信息控制喷嘴（或激光器）有选择性地逐层喷涂热熔材料或黏合剂（或逐层固化液态光敏树脂，或逐层切割片状材料，或逐层烧结粉末材料等），形成一系列具有一个微小厚度的片状实体，再采用熔结、聚合、黏结等手段使其逐层堆积成一体，最终制造出新产品样件、模型或模具。

根据所用材料及生成层片方式的区别，三维打印技术产业不断发展出的成型工艺可大致归纳为挤出成型、粒状粉末物料成型和光聚成型三大技术类型，每种类型又包括一种或多种不同技术路线。

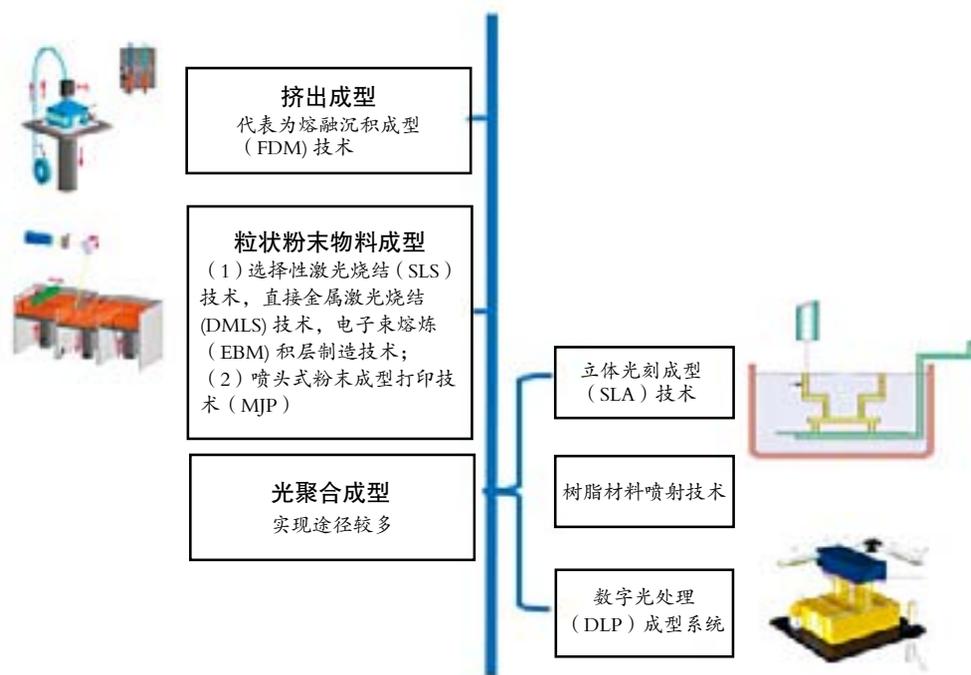


图 1-12 三维打印技术成型原理



学习反思

随着三维打印技术的普及，很多产品将不再依赖手工制作，这是否意味着我们不再需要“工匠精神”了？

练习

1. 三维打印技术的发展和我们的生活密切相关，主要体现在哪些方面？
2. 观察FDM三维打印机的操作面板并进行实际操作，填写下表。

面板显示	选项含义	机器动作

3. 有人说制约三维打印技术向更广的应用领域发展的主要因素是打印的材料问题而不是三维打印技术的问题，你对此有什么看法，请举例说明。

4. 查找相关资料，列举2~3种不同成型技术的三维打印应用实例，并做出评价。

二、三维打印机的结构与工作过程



学习目标

1. 通过组装和测试简单的FDM三维打印机，说出三维打印机的结构、工作过程和打印实施流程。
2. 使用一款软件对产品的三维数字模型进行路径规划并转化成打印机的运行指令文件，学会操控三维打印机进行制造。
3. 经历产品三维打印的过程，能正确、安全地对三维打印机进行使用和维护。

- 任务一 探索三维打印机的结构
- 任务二 体验三维打印机的工作与维护过程



走进情境

孙宇和同学们在使用三维打印机时，时常会出现一些技术问题，如打印机不出丝，喷丝不着床等。由于对三维打印机的结构和工作过程不是很了解，他们常常感到束手无策，不知道该怎么处理。



任务一 探索三维打印机的结构

从组成结构看，常见桌面三维打印机一般是由打印机整体框架、打印平台、传动机械、电子控制系统等部分组成的。从系统组成来看，这类三维打印机是由控制系统、传动系统、送料系统、供电系统和操控系统五大系统构成的。



马上行动

分小组按照图示完成桌面FDM三维打印机的组装。

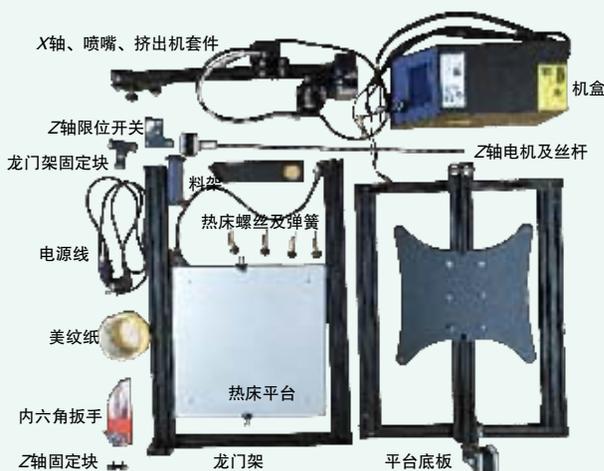


图 1-13 三维打印机各组成部分



图 1-14 桌面 FDM 三维打印机组装流程

结合桌面FDM三维打印机的组装，将各零件（部件）填入下表中的相应系统中。

系统名称	所包括的零件（部件）
控制系统	
传动系统	
送料系统	
供电系统	
操控系统	

FDM 三维打印机的工作过程是将专用细丝材料熔融挤出后黏结成型。这一过程需要各系统之间相互配合，无论哪个系统出现问题都会直接导致机器无法正常工作。



阅读如图1-15所示的FDM三维打印机各系统之间的相互关系，回答问题。

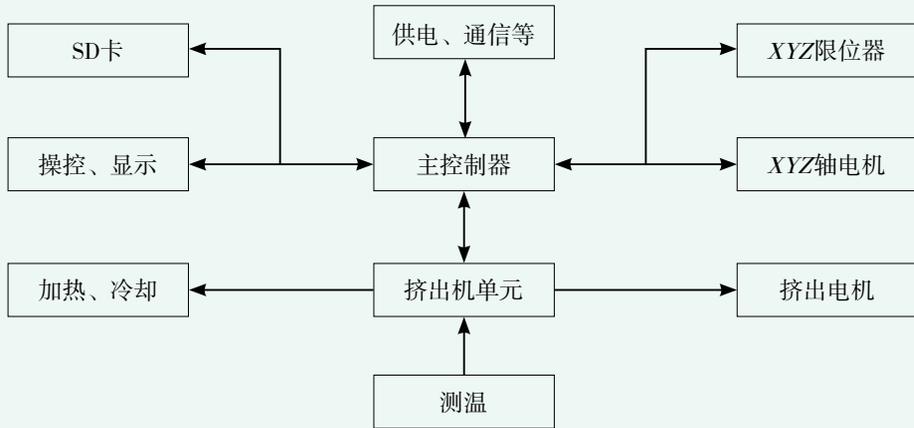


图 1-15 FDM 三维打印机各系统之间的关系

有同学说，因为测温系统对三维打印机是否能够正常工作没有影响，所以可以对其进行优化。请你结合组装和调试三维打印机所积累的知识和经验谈谈你的看法。

任务二 体验三维打印机的工作与维护过程

FDM 三维打印机打印的过程是从建立STL格式的三维模型开始，由控制程序获取三维模型，并把它送到切片程序，切片程序把三维模型切分成适合于三维打印的片层路径，这个过程将形成的G代码（Gcode）告诉三维打印机将挤出机移动到何处、何时挤出、挤出多少等信息，这些G代码被打印机切片控制程序发送给微控制器上的固件。固件是装载

在微控制器上的特殊的程序代码，它负责解析从三维打印机控制程序发来的G代码指令，控制所有的电器元件（包括步进电机和加热器）。固件根据从控制程序发来的指令来建造三维模型，并把温度、位置和其他信息反馈给控制程序。其三维打印实施流程如图1-16所示：

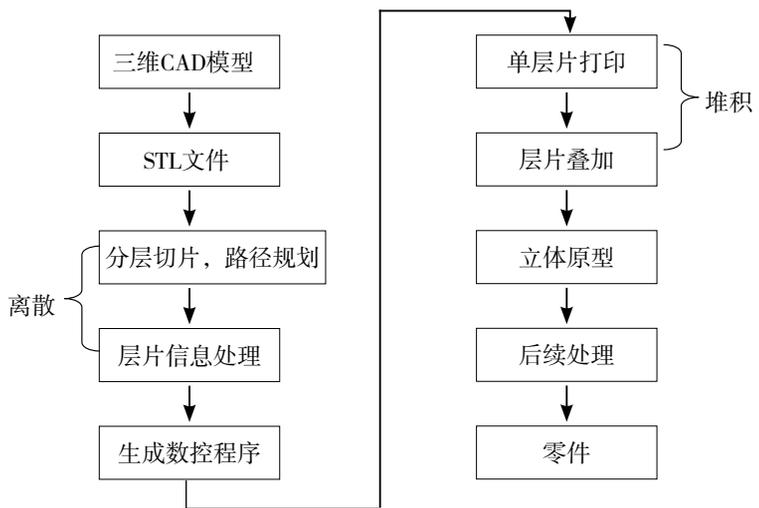


图 1-16 FDM 三维打印实施流程



依据FDM技术的三维打印实施流程，对安装好的三维打印机进行调试，观察打印机的工作过程，画出工作流程图。



通常，在对三维打印数字模型分层完成后，还要对每层轮廓线的填充进行路径规划，即规定打印机在逐层累加过程中的运动轨迹。三维打印的路径规划对打印物体的成型精度、力学性能和成型效率有很大的影响。打印时要根据设计要求，兼顾材料特点、零件精度和处理时间采用不同的路径方式。



通过使用如图1-17所示的三维打印笔制作一个简易的四棱锥，探究三维打印路径规划的意义。

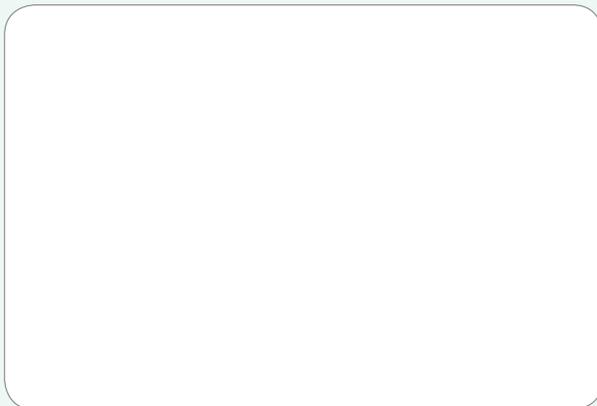
步骤：

1. 在A4纸上规划出每个切面的路径（三维打印笔的路径），四棱锥的底面边长为5 cm，层数为6层，最底层切面为平行的6条线条。
2. 在透明板上使用三维打印笔沿着规划好的线条分别绘制每层的截面。
3. 记录完成作品所用的时间。
4. 比较不同的路径规划所用的时间和作品的质量。

讨论：使用三维打印笔打印四棱锥的一个切面时，可以有几种路径规划？请画在右边空白处，并比较出速度最快的一条路径。



图 1-17 三维打印笔



学校通用技术实践室里配置的三维打印机具有使用时间较为集中，使用强度和密度较大，使用人员不固定等特点，所以需要经常对其进行维护与保养。

桌面级FDM三维打印机需要维护和保养的关键部位通常为丝杠、传动带、打印喷头、送料齿轮、同步带轮、多用载物平台等。



技术体验

三维打印机载物平台的调整

体验目的：体验三维打印机载物平台的调整方法。

情境展示：孙宇和同学们在使用三维打印机的过程中，时常会遇到料丝和载物平台结合不紧造成吐丝不能着床，有时打印的产品和载物平台结合得太紧而拿不下来，用力取下后，再进行打印时就会发现料丝和载物平台附着力不均衡等现象。

问题分析：如果出现打印的产品不黏平台或黏得太紧而取不下来等问题，可能是因为载物平台设定温度不正确；如果载物平台温度正常，则可能是因为载物平台没有处在与打印喷头垂直的状态，或者是因为载物平台和喷头之间的间距太大或太小造成的。

活动准备：

材料：70克A4打印纸一张、3M贴纸、测试用产品的三维数字模型文件。

工具：三维打印机、内六角扳手一套等。

主要过程：

1. 打开三维打印机工作开关，等待机器运行准备一切就绪。
2. 对照说明书，观察三维打印机控制面板中载物平台的加热温度是否达到规定温度。
3. 如果没有达到规定温度，则在控制面板上重新设定平台温度值。
4. 当平台达到设定温度后，在控制面板中选中平台调平选项。
5. 将一张70克A4打印纸平放在平台上，对折一次，点击确认键，打印喷头会自动运行到第一个测量点，转动平台底部前面的一个蝶形螺母，调节平台与喷头的间隙高度，同时来回抽动纸张，通过纸张移动的阻力来判断间隙高度，合适的间隙高度是抽动纸张时略有阻力。
6. 再一次按下确认键，打印机会自动找到第二个测量点，再进行测试，以此类推。在四个测量点分别进行测试后，返回控制界面，完成平台调平工作。
7. 再次输入打印测试文件，观测调试效果。

讨论：

1. 如果打印较大物体时，所打印物体有一部分与载物平台的附着力不够而发生移动，是什么原因造成的？应该如何进行调整？
2. 如果打印一切正常，但是在检查打印出的产品时发现产品出现了错位的现象，是什么原因造成的？



技术提示

一般情况下，打印机正常工作要求喷嘴与平台的间隙约为一个层高。



安全提示

打印喷头正常工作时温度在100℃以上，注意不要接触到喷头而造成烫伤。



学习反思

1. 在使用组装的三维打印机进行打印时发现总是发生耗材断丝现象，你认为这是由于什么原因造成的？应该如何避免？
2. 三维打印机要能正常工作，为什么必须要求喷嘴与平台的间隙约为一个层高？



练习

1. 思考在产品的打印过程中有无填充对打印件的影响，填写下表。

影响因素	有填充	无填充
体积		
坚固程度		
打印时间		
打印成本		
填充方式		

2. 为组装好的FDM三维打印机执行进丝、退丝操作，将操作要点及注意事项记录到下表。

操作	操作要点	注意事项
进丝		
退丝		

本章小结

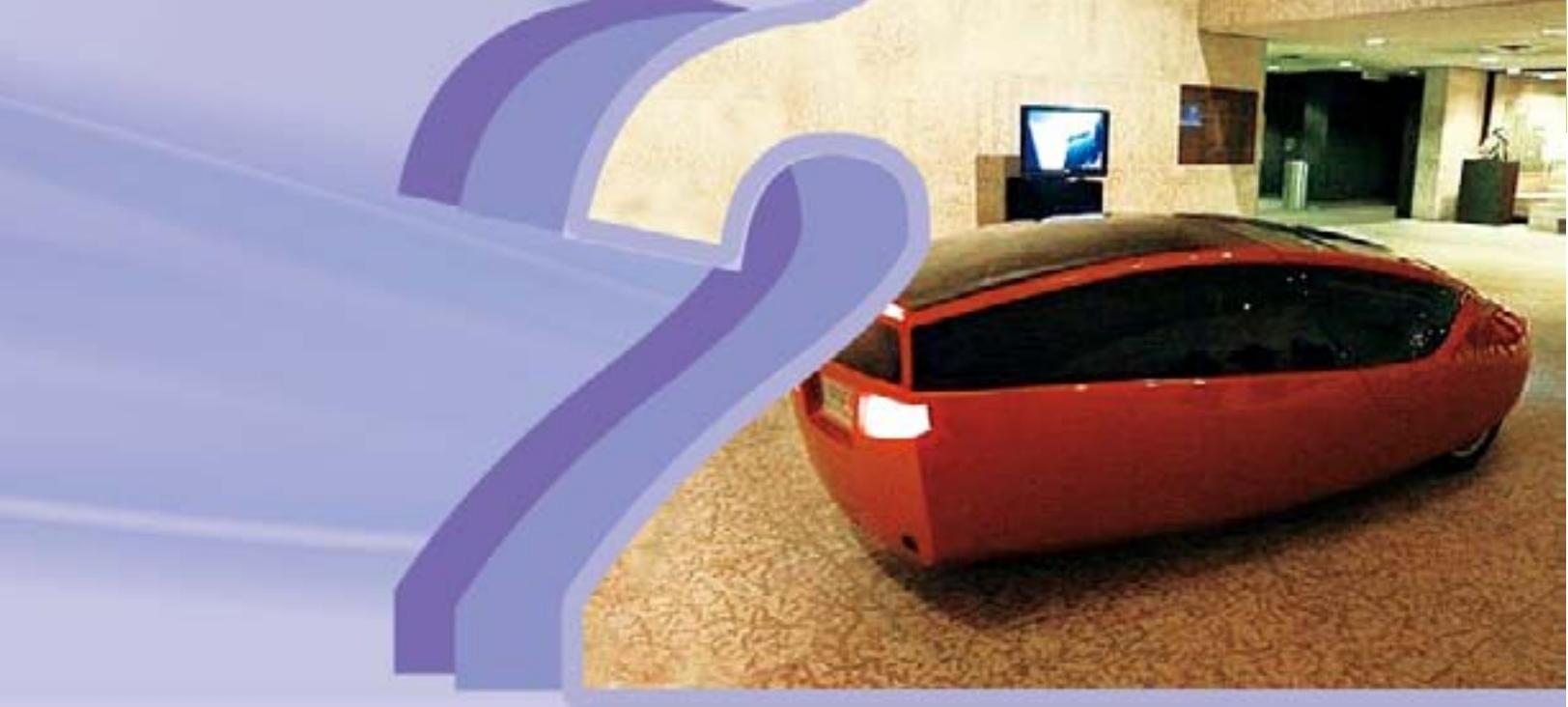


综合实践

通过资料查阅、调查访问等方式，了解我国三维打印技术的发展现状、典型案例、发展三维打印技术的优势、三维打印技术的发展方向等任一方面，整理资料写一篇小论文。

评价内容	达成情况		
	优良	合格	不合格
说出三维设计在现代数控技术中的重要作用（TA、CM）			
阐述数控技术的特点和优势（TA、CM）			
说出三维打印技术的特点和优势（TA）			
说明三维打印技术的产生与发展历程（TA）			
感受三维打印技术对人类的生产、生活方式产生的影响（TA）			
明确其应用领域的普遍性和局限性（TA、ET）			
描述常见三维打印技术的成型原理（TA、ET）			
说出三维打印机的结构、打印实施流程（TA、ET）			
感受软件进行路径规划并转化成打印机的运行指令文件（TD）			
体验操控三维打印机进行制造（ID、CM）			
能正确、安全地对三维打印机进行使用和维护（ET、CM）			
说明 TA——技术意识，ET——工程思维，ID——创新设计，TD——图样表达，CM——物化能力			

在平台中完成自我测试	
测试成绩	
存在的主要问题	



第二章

三维产品技术分析

- 一 产品三维设计的技术分析
- 二 产品三维打印的技术分析

《考工记》谈到造车时说“凡察车之道。比自载于地者始也，是故察车自轮始……故兵车之轮，六尺有六寸，田车之轮，六尺有三寸，乘车之轮六尺有六寸……”这里是说车轮的直径是车子设计的逻辑起点，而车轮直径又是根据人的身长和上下车的方便确定的，归根结底，人是设计过程中需要考虑的重要因素。三维打印技术应用于产品设计也需要遵循这种“以人为本”“致用利人”的设计思想。



一、产品三维设计的技术分析

- 任务一 构思产品的设计方案
- 任务二 分析产品的结构



学习目标

1. 经历产品的设计过程，学会制订能够同时满足设计要求和三维打印成型工艺要求的设计方案的方法。
2. 通过对多方案的比较、权衡和优化，确定三维产品最终设计方案。
3. 通过技术探究，完成设计产品的技术分析。



走进情境

孙宇的课桌上总是放满了各种学习资料，桌面能用的面积较小。如果将文具和水杯放在桌面上，写作业时就很不方便，只能将文具放进课桌，将水杯放在地上，这样又出现了取放文具不方便，水杯经常被踢倒的问题。孙宇仔细观察课桌，决定设计制作一个产品，以解决不方便取放文具和水杯的问题。



任务一 构思产品的设计方案

在进行产品三维设计方案构思时，首先需要梳理和明确设计需求，进行科学的设计分析，找出设计需要解决的主要问题，进而找到可能的解决方案。



马上行动

明确桌边多功能收纳盒的设计需求

孙宇通过观察和思考，准备设计一个能固定在课桌边角处的多功能收纳盒，使用时能方便地取放水杯和文具用品，不用时能部分收起以节约空间。请分析此桌边多功能收纳盒的设计需求，并填写在图2-1的空白处。

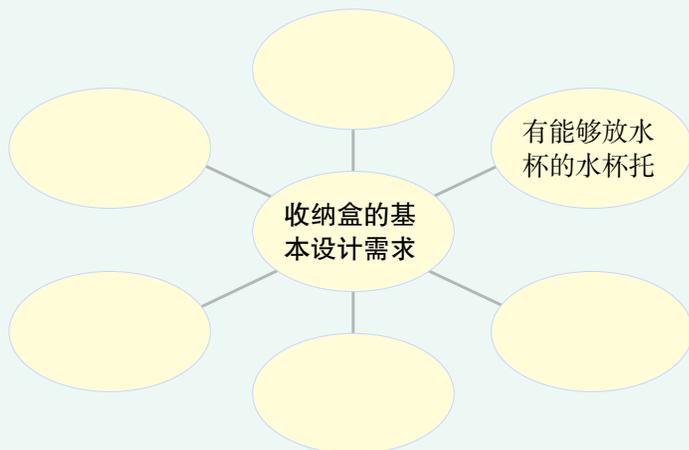


图 2-1 收纳盒的基本设计需求



明确了设计需求后，需要分析设计对象的主要构件、使用功能及受力情况，并依据三维打印技术的特点，对主要构件进行设计分析。

为了了解市场上此类商品的情况，获得设计所需的资料和信息，孙宇和同学们通过走访商店、阅览图书、搜索互联网等方式收集了桌边收纳盒的相关资料。以下是他们收集到的类似产品的图片资料：

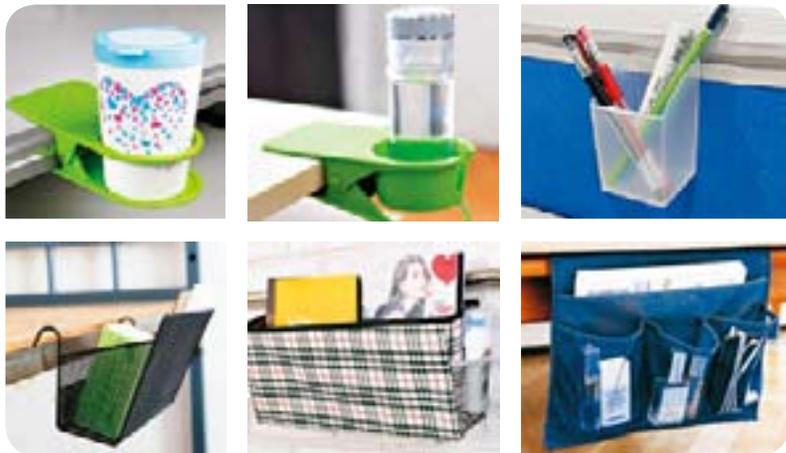


图 2-2 不同形态的桌边收纳盒



思维碰撞

1. 如图2-2所示的桌边收纳盒分别有哪些优缺点？
2. 孙宇和同学们可以借鉴以上桌边收纳盒的哪些结构进行方案设计？



马上行动

结合孙宇和同学们收集的相关信息，分析桌边多功能收纳盒的主要构件、功能及设计需求，填写在下面的表格和横线中。

序号	主要构件	主要功能
1	水杯托	用于放置水杯、瓶子等
2		
3		
4		
5		

桌边多功能收纳盒的设计需求：

1. 具有放置水杯和瓶子的杯托，杯托不用的时候能够方便地收放到桌面下；
2. _____；
3. _____；
4. _____。

三维产品的结构设计是产品设计方案的基本内容之一，也是整个产品设计过程中最复杂的环节，在产品形成过程中起着至关重要的作用。设计者既要构想一系列关联部件来实现各项功能，又要考虑产品结构紧凑、外形美观的要求；既要安全耐用、性能优良，又要易于制造、价格便宜。



结合桌边多功能收纳盒的设计要求与三维打印技术的特点，填写下表。

需要解决的问题	解决问题的方法
1. 水杯托在不用的时候能方便地收到桌面下	水杯托以转动轴的连接方式与固定装置连接，不用的时候可绕转动轴沿水平方向收到桌面下
2.	
3.	
4.	
5.	

在明确了设计要求和解决问题的方法后，可以选用适当的技术语言将构思方案进行呈现。

在大家提出的多种设想基础上，孙宇和同学们通过讨论和分析，提出了三种设计方案，并用草图将它们呈现出来，如图 2-3 所示。

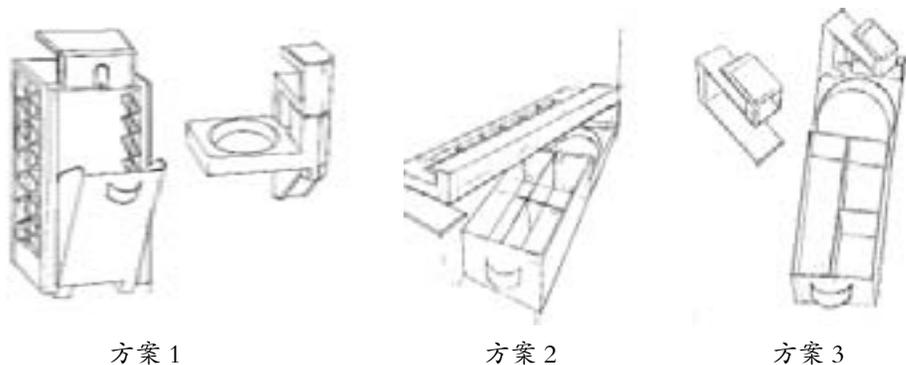


图 2-3 三种设计方案草图



4~6名同学组成一组，按照设计要求对上述设计方案进行比较、权衡和优化，形成自己小组较完善的设计方案，然后全班同学进行交流。

三个方案各有特点，孙宇和同学们分别对三个方案进行了比较和权衡：方案 1 的缺点是将文具盒和水杯托分开设计，文具盒没法收到桌面下，不能有效地节约空间；优点是文具盒侧面采用网格结构，节约打印时间和材料，且不会影响强度。



方案2，能方便地收到桌面下，但是水杯托只能放外形下细上粗的圆台形状的杯子。
方案3，结构简单、功能完备，基本满足需求，但是放水杯和文具盒的一体化设计导致在使用其中任一功能时都必须把整体转到外面，影响过道通行。

最后，孙宇决定在方案3的基础上进行优化设计，将水杯托和文具盒设计成分体式，共用旋转轴，从而解决了一体化设计存在的问题，形成了优化后的设计方案，如图2-4所示。

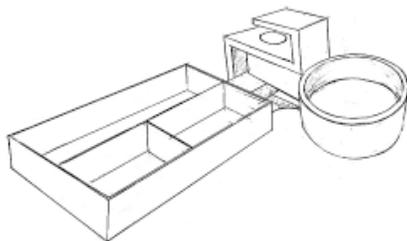


图2-4 优化后的设计方案草图



任务二 分析产品的结构

产品设计草案形成后，不能直接使用三维打印机进行制造，还有一些技术问题需要确定，如还需要对产品及其构件的尺寸、构件连接方式、结构稳定性等方面进行分析 and 确定。



技术探究

桌边多功能收纳盒模型功能及结构分析

探究目的：探究所设计的桌边多功能收纳盒模型是否能实现功能，人机关系是否合理，分析检查收纳盒各构件的相互配合情况。

情境展示：孙宇和同学们认为前面收集的桌边收纳盒并不能满足自己的需求，对自己的设计充满了期望。

问题分析：为了让设计满足自己的需求，孙宇和同学们决定制作模型来更好地研究收纳盒的人机关系。

活动准备：

材料：窄木条（20 mm × 20 mm × 100 mm）、瓦楞纸、三合板、纸杯、铁钉（长度大于30 mm）、螺帽螺栓、热熔胶棒。

工具：美工刀、木工锯、热熔胶枪、台钻、羊角锤。

主要过程：

1. 使用窄木条、木工锯、铁钉制作桌边多功能收纳盒模型固定装置。
2. 使用三合板、瓦楞纸、热熔胶枪制作文具收纳盒。
3. 使用三合板、美工刀、纸杯制作水杯放置架。
4. 将固定装置安装在桌边，使用螺栓分别将文具收纳盒、水杯放置架和固定装置进行连接。
5. 在水平方向上分别转动文具收纳盒、水杯放置架，观察其能否顺畅地收到课桌下。

6. 在水杯放置架上摆放装满水的水杯，观察收纳盒受力形变的部位。
7. 在水杯放置架上摆放水杯的状态下转动文具收纳盒，观察其能否顺畅地收放。

讨论：

1. 桌边收纳盒模型中，比较容易发生形变的部位有哪些？可以通过哪些方法来增加其强度？
2. 为了节约材料，同时提高打印速度，哪些部件可以分开打印？
3. 在增加桌边多功能收纳盒强度的同时，可能需要消耗更多的材料，消耗更多的打印时间，我们该如何权衡？

经过测试和试验，孙宇发现当文具盒处于打开状态时，水杯托转动时会与文具盒产生碰撞导致无法打开，受力较大的转动轴、水杯托和保持夹也容易断裂。孙宇针对这些问题进行了改进和优化，使得桌边多功能收纳盒结构更加合理，操作更加方便，如图 2-5 所示为改进后的设计方案草图。

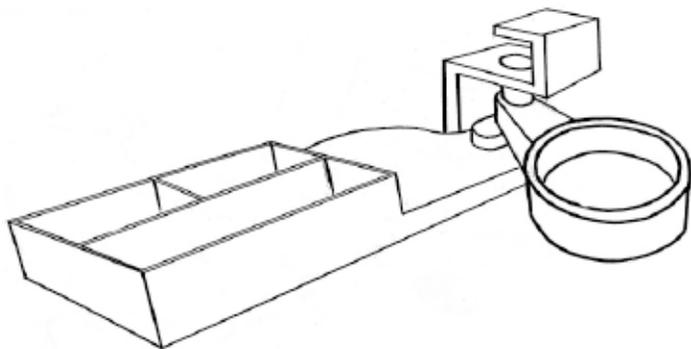


图 2-5 改进后的设计方案草图

产品设计的最终目的是为了人们的需求，这就需要对所设计的产品结构进行人机关系分析，通过对人体尺寸参数、产品功能、使用环境等方面进行研究分析，合理选择产品各部件的尺寸参数。



桌边多功能收纳盒基本外形结构确定后，为了能够设计出合适的三维数字模型，还需要确定每个部件的尺寸。在确定尺寸时，需要考虑哪些因素？如何确定尺寸的大小？请填写下表。

部件名称	参数名称	要考虑的因素	确定尺寸的方法
水杯托	直径	常用水杯和瓶子的直径	使用卡尺测量常用水杯和瓶子的直径
	壁厚		
	底面厚		



(续表)

部件名称	参数名称	要考虑的因素	确定尺寸的方法

在进行产品结构设计时，除了需要充分考虑产品的功能、结构形态，还需要考虑产品美学形式、文化特征等因素，充分满足人的生理、心理需求。



思维碰撞

如何使设计的桌边多功能收纳盒在不影响功能的同时，还能够凸显其美学形态和文化特征？



拓展阅读

三维产品结构设计时的注意事项

1. 由于三维打印是经过逐层堆积成型的，如果模型存在悬空设计，打印过程就需要增加支撑（如图2-6所示），由此会延长打印时间，增加成本，而且需要在打印后对支撑进行手动去除和对模型表面进行打磨等处理，为此，在进行结构设计时要尽量减少使用悬空结构。

2. 为确保三维打印产品的强度和刚度，又不增加产品的壁厚，可以在产品的适当位置增加加强筋，如图2-7所示。

3. 在满足产品结构强度的前提下，应尽量降低产品的壁厚和填充密度。壁厚和填充密度过大，不仅会因用料过多而增加成本，还可能会影响产品的美观，如图2-8所示。

4. 充分考虑产品使用过程中的安全问题，避免产品带有锋利的棱角和棱边。



图 2-6 悬空结构的支撑

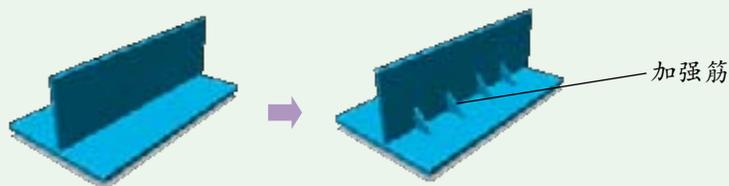


图 2-7 加强筋



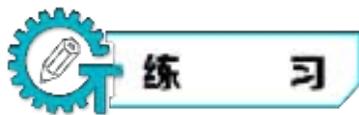
图 2-8 不同壁厚的产品



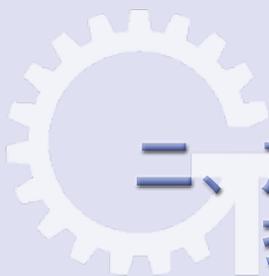
根据设计方案绘制你设计的桌边多功能收纳盒草图，并标注每个部件的尺寸。



1. 利用三维打印技术能够打印各种各样的结构，是否意味着在进行技术产品方案构思时可以随心所欲地进行结构设计？
2. 基于三维打印技术的产品设计是否还需要遵循设计的一般过程？



1. 《中国制造2025》中指出“基于信息物理系统的智能装备、智能工厂等智能制造正在引领制造方式变革”，并提出“以推进智能制造为主攻方向”。请查阅资料，了解智能制造的内涵，并分析智能制造和三维打印有怎样的联系和区别。
2. 产品设计过程中可以通过纸、油泥、三维打印笔、三维打印机等建立实物模型，帮助设计者对设计方案进行分析。试从其实用性、有效性、便利性等方面对用纸、油泥、三维打印笔、三维打印机制作模型进行比较分析。



二、产品三维打印的技术分析



学习目标

- 任务一 测试与修正产品三维数字模型
- 任务二 分析与设定产品三维打印参数

1. 通过案例分析，说出三维打印技术对产品三维数字模型的要求。
2. 通过马上行动等活动，阐述产品三维打印所设定的相关参数的含义，能根据产品设计要求进行合理设置。



走进情境

在体验三维打印时，孙宇和同桌使用同一台三维打印机打印了两个外形相同的书挡。在测试时，孙宇打印的书挡的拐角处发生了断裂，而在相同测试条件下，同桌打印的书挡却没有出现这个问题，这是怎么回事呢？



任务一 测试与修正产品三维数字模型

不是所有的三维数字模型都能通过三维打印机完成制造，三维打印技术对数字模型文件的正确性和合理性有较高要求。为了使三维打印机能够顺利地完产品制作，需要保证数字模型是一个各个面都闭合、无裂缝和破面、无悬面和交叉面的实体模型，且保证数字模型的壁厚满足三维打印机最小厚度要求。



案例分析

三维打印机的“能”与“不能”

通过前面的学习，孙宇了解了三维打印机的强大功能，只要有产品的三维数字模型就可以通过三维打印机将产品制作出来。孙宇迫不及待地请同学用手机拍摄了若干张自己的头像照片，通过网络平台生成了自己头像的三维数字模型，正当他欣喜地将模型导入三维打印机准备打印时，却发现打印界面提示错误，无法完成打印。

讨论：孙宇制作的头像数字模型无法用三维打印机制作完成的原因可能是什么？



思维碰撞

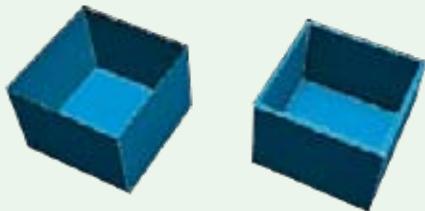
还可以通过哪些途径获取自己头像的三维数字模型？



拓展阅读

三维打印技术对数字模型的若干要求

1. 绘制的产品三维数字模型应该是实体模型，而不是开放的面片。三维打印不能打印面片模型，操作者必须提交一个厚度大于打印耗材直径的实体模型。



❌ 面片：没有厚度 ✅ 实体：有厚度

图 2-9 三维打印只能打印实体模型

2. 不能有重合、叠加。三维数字模型各个对象之间的体不要有重合或相交，需要叠加的模型应通过布尔运算合并在一起。



图 2-10 三维打印不能有重合、叠加

3. 确保模型的各个组件的面是封闭的。可用软件检查是否有任何开放面或孔洞，有孔就意味着数字模型不是实体的密闭模型。

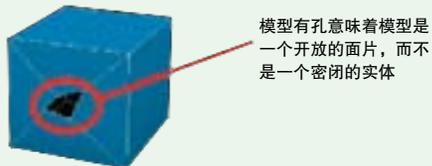


图 2-11 数字模型各组件的面是封闭的

4. 注意运动部件的连接间隙。运动部件之间要留有缝隙，否则会影响运动部件的运动功能。

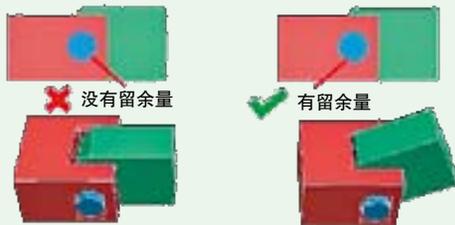


图 2-12 注意运动部件的连接间隙



思维碰撞

1. 面片模型和实体模型的主要区别是什么？
2. 运动部件之间的间隙没有留余量或余量较小会产生什么后果？



通常，在三维软件中正向绘制的产品三维数字模型，在打印输出时错误概率较小；而通过逆向或反求系统获得的模型，依赖于软件功能、使用者经验及周边环境等因素，获得的模型错误概率较大，需要通过专业的逆向工程软件进行修复处理。一些三维打印软件自身具有STL模型容错处理功能，对于重叠面、孔洞等一些常见问题可以自动修复，而对于问题较多、错误较大的模型则需要返回专业三维修复软件进行修复处理。



小辞典

逆向工程

逆向工程，也称反求工程、反向工程，是指用一定的测量手段对实物或模型进行测量，根据测量数据通过三维几何建模方法重构实物的计算机数字模型的过程。



马上行动

选择一款三维数字模型修复软件，对有问题的小餐勺、哨子、高脚杯等模型进行修复。



任务二 分析与设定产品三维打印参数

三维打印机出厂时，大部分打印参数就已经固化在三维打印机中，用户打印时只需要根据分层厚度和成型要求选择合适的参数集，一般不需要对预设参数进行修改。若想充分发挥三维打印机的功能打印特定需求的作品时，也可以通过修改相关参数实现其更优的打印效果。



案例分析

“磨刀不误砍柴工”

孙宇和李丽使用相同的三维打印机制作外形相同的瓶盖起子模型。孙宇认为按照三维打印机默认参数打印可以又快又好，于是按下“一键打印”功能直接使用三维打印机默认的参数进行打印。而李丽根据瓶盖起子的特点，对三维打印机的相关参数进行了适度的调整，结果李丽制作的瓶盖起子不仅质量好，而且耗时短。

讨论：孙宇和李丽打印的瓶盖起子质量不同的原因是什么？



图 2-13 瓶盖起子模型

常见的FDM三维打印机基本参数主要有层高、壁厚、顶/底面厚度、填充密度、打印速度、喷头温度、支撑类型等。



图 2-14 三维打印机基本参数



拓展阅读

FDM三维打印机基本参数

1. 层高：指打印每层的高度，是决定侧面打印质量的重要参数，最大层高不得超过喷头直径的80%。

2. 壁厚：指模型侧面外壁的厚度，一般设置为喷头直径的整数倍。

3. 顶/底面厚度：指模型上下外壳的厚度，一般为层高的整数倍。

4. 填充密度：指模型内部的填充密度。零为全部空心，100%为全部实心，根据打印模型强度需要自行调整。

5. 打印速度：指打印时喷嘴的移动速度，也就是吐丝时运动的速度。建议打印精度要求高的模型时使用低速，反之使用高速。

6. 喷头温度：指喷头工作温度，通常以耗材的熔化温度来设定，聚乳酸（PLA）材料的打印温度一般为180℃~200℃，丙烯腈丁二烯苯乙烯（ABS）材料的打印温度一般为210℃~240℃。

7. 支撑类型：指打印有悬空部分的模型时可选择的支撑方式，根据模型要求选择“无”“部分支撑”或“全部支撑”。

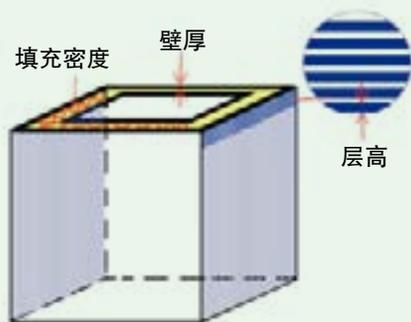


图 2-15 层高、壁厚、填充密度示意图

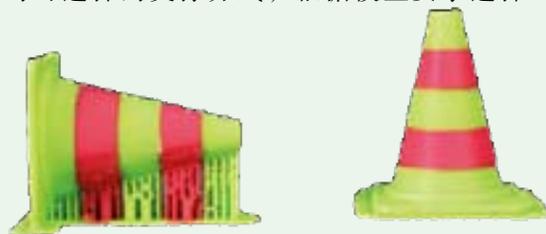


图 2-16 支撑



思维碰撞

1. 是否可以通过改变模型的摆放方式来达到减少支撑材料使用的目的？请举例说明。
2. 不同厂家、不同型号的三维打印机的基本参数和设置方式有所不同，有哪些方法可以快速了解一台三维打印机的相关参数和设置方式？

在运用三维打印机制作产品时，设定不同的参数往往就意味着不同的打印效果，只有充分理解每项参数的含义和作用，并结合产品设计方案及实际需求，才能保质保量、省时高效地制造出理想的产品。

马上行动

请综合考虑桌边多功能收纳盒的盒体部分的外观、强度、打印时间、质量等要求，确定合适的打印参数，并填写在下表中。

序号	基本参数	参数数值	考虑因素
1	层高		
2	壁厚		
3	顶/底面厚度		
4	填充密度		
5	打印速度		
6	喷头温度		

学习反思

1. 俗语说“慢工出细活”，《论语》中讲“欲速则不达”，使用三维打印机制造产品时，若要提高打印精度，必须要降低打印速度吗？
2. 产品的所有部件都用三维打印机制作是否一定更省时、更经济？

练习

1. 总结产品三维设计与制造的一般过程，用流程图的形式表述出来。
2. 孙宇从网络上下载了一个共享的“章鱼触手iPad支架”三维数字模型。模型外围尺寸为200 mm×126 mm×65 mm，他准备使用聚乳酸（PLA）材料的三维打印机进行制造，以下是孙宇设置的三维打印机参数，请分析他设置的参数是否合理。若不合理，请进行修改。



本章小结





综合实践

1. 文具盒是学生经常使用的学习用品，一个外形美观、功能多样的文具盒有助于文具的分类摆放和便捷取放。结合三维打印技术，制订一个集美观、实用、轻便于一体的多功能文具盒设计方案，并将设计草图绘制出来。

2. 在“技术与设计1”模块的学习中，为解决晚上读写作业和保护视力的问题，同学们制定了读写台灯的设计方案，并通过木工、金工、电子电工等加工工艺制作了台灯模型。若有些部件可以用三维打印机制作，请试着对台灯设计方案进行优化改进。

评价内容	达成情况		
	优良	合格	不合格
能制订出满足设计要求和三维打印成型工艺要求的设计方案（ET、ID、TD）			
能够对三维产品设计方案进行比较、权衡和优化，确定最终设计方案（ET、ID、TD）			
结合FDM三维打印技术的特点，对设计的产品进行技术分析（TA、ET、ID）			
描述三维打印工艺对数字模型的要求（ET、CM）			
阐述产品三维打印相关参数的含义，能根据产品设计要求进行设置（TA、ET、CM）			
说明 TA——技术意识，ET——工程思维，ID——创新设计，TD——图样表达，CM——物化能力			

在平台中完成自我测试	
测试成绩	
存在的主要问题	



第三章

产品的三维数字模型设计

- 一 产品三维数字模型的获取
- 二 产品三维数字模型的绘制
- 三 产品三维数字模型装配和工程图样绘制

《礼记·中庸》曰：“凡事预则立，不预则废。言前定则不跲，事前定则不困，行前定则不疚，道前定则不穷。”使用三维打印技术制造产品时亦是如此，打印前必须提前准备好所设计产品的三维数字模型文件。

一、产品三维数字模型的获取



学习目标

- 任务一 探究获取三维数字模型的途径与方法
- 任务二 初识三维设计软件

1. 探究获取三维数字模型的途径与方法，理解三维扫描、逆向工程和智能制造在技术产品设计和制造中的作用。
2. 通过技术体验活动，了解一款三维设计软件界面按钮的功能，学会三维设计软件的使用方法。
3. 通过实践活动，学会使用软件中的图库、基本运算、基本编辑等命令绘制一个简单结构的三维数字模型。



走进情境

孙宇和同学们完成了桌边多功能收纳盒方案的设计，要用三维打印机进行制造，就必须先将其转化为三维数字模型。



任务一 探究获取三维数字模型的途径与方法

我们可以通过以下三种途径获取产品三维数字模型，第一种是利用相关的三维设计软件设计模型，第二种是运用网络技术获取已有的模型资源，第三种是使用三维扫描仪进行逆向设计。

■ 神奇的三维设计软件

设计技术经历了手工绘图和计算机辅助设计等发展过程，其中用三维设计软件辅助设计三维数字模型，模型逼真、直观，并能提高设计、工艺、制造等不同部门工作人员之间的沟通效率，因而受到更多人的青睐。



技术体验

运用三维设计软件绘制火箭的三维数字模型

体验目的：体验三维设计软件的神奇功能。

情境展示：人们常说三维设计软件就像传说中马良的“神笔”，可以“画”出各种神奇的造型，那么三维设计软件是如何通过计算机将人们的想象变为可视的数字化模型呢？

问题分析：想了解三维设计软件的神奇功能，首先要破除对它的神秘感。我们可以打开一款三维设计软件，在它的设计界面里任意“涂鸦”，或者有目的地绘制一个作品，了解三维设计软件的工具属性。



活动准备：连接网络的计算机、三维设计软件。

主要过程：

1. 在计算机中找到三维设计软件的图标，双击打开。
2. 新建一个零件文件。
3. 尝试用基本形体绘制一个火箭模型。

讨论：

1. 从打开软件到“画”出火箭模型，使用三维设计软件与使用常用的平面绘图软件有哪些不同？
2. 在使用三维设计软件“画”火箭模型时，你遇到哪些问题？你是如何解决的？



图 3-1 三维设计软件绘制的火箭

三维设计软件不仅集成了设计规则和标准等规则性知识，还有效地记录了设计过程，完成设计过程的知识积累。因此，在后期设计时，使用三维设计软件进行设计不仅能确保设计方案符合设计规则，满足设计标准的要求，还能使用早期积累的过程知识自动完成设计方案的构建。

三维设计软件的功能因其应用领域的不同而有所差异，主要包括以下五项功能：（1）以参数化驱动的三维造型建模及分析系统；（2）设计数据的动态采集、处理与分析；（3）三维模型的编辑处理功能；（4）二维工程图纸的生成和处理；（5）三维建模的可视化处理。



马上行动

常见的三维设计软件种类很多，下面列举了几种常用三维设计软件，请查阅资料，填写下表。

序号	三维设计软件名称	功能及特点
1	4Dclass	
2	123D Design	
3	Inventor	
4	SoildWorks	
5	CAXA	
6	3DMAX	
7	Rhino	
8		
9		

丰富的网络资源

随着互联网的发展，网络上出现了大量三维数字模型素材，既有众多的工业产品、艺术作品、动物、建筑、玩具等模型，还有种类繁多的交通工具、家居用品等模型。在网络上搜索可以得到相关三维数字模型，我们在设计模型时可以参考借鉴，也可以直接下载使用。



图 3-2 三维数字模型网络资源



利用网络资源搜索以下类型中你喜欢的三维数字模型，回顾查找过程并填写下表。

序号	三维数字模型	搜索方法
1	生活用品	
2	办公用品	
3	交通工具	
4	玩具	

在网络上搜索三维数字模型通常有三种方法。第一种方法是直接在搜索引擎中输入“STL文件下载”。STL文件是用三角网格来表现三维模型，用来描述三维物体的几何信息，是三维打印机支持的最常见文件格式和标准文件类型。不同的三维设计软件有各自不同的源文件，因此第二种方法是在搜索引擎中输入“***（三维设计软件名称）文件下载”。第三种方法是进入三维设计软件开发公司、三维打印机生产厂商等相关网站搜索下载。



使用网络搜索玩具的三维数字模型

体验目的：能够分别使用三种不同方式进行网络搜索，获取所需的三维数字模型。

情境展示：“六一”儿童节快要到了，孙宇和同学们准备利用三维打印技术自制一些玩具，送给儿童福利院的小朋友们。



问题分析：儿童使用的玩具首先应该符合国家相关的质量标准，其次应该满足儿童的生理和心理需求。孙宇准备在网上搜索下载一些有趣的儿童玩具三维数字模型。

活动准备：连接网络的计算机、三维设计软件。

主要过程：

1. 在计算机中打开浏览器。
2. 使用不同的方法搜索相关玩具的三维数字模型。
3. 下载三维数字模型并保存。

讨论：将下载过程中的感受与大家进行分享。使用哪些方法和途径能更快捷地找到适合的三维数字模型？

网络上众多的三维数字模型文件为产品的三维数字模型设计提供了帮助，我们可以在此基础上对相关模型进行分析和再设计，这样可以极大地缩短设计时间和降低设计难度，但无论是将搜索到的三维数字模型直接下载打印还是作为参考进行再设计，都要注意尊重与保护三维数字模型原设计者的知识产权。

■ 产品的三维扫描

基于三维扫描技术的逆向工程设计在各行各业应用越来越广泛。逆向设计是将现有的产品实体通过激光扫描和点采集等手段，获得产品的三维数据和空间几何形状，通过计算机专业设计软件将获取的数据转换成三维数字模型，用于生产制造。这种设计并不是简单的复制和模仿，而是运用相关手段对产品进行分析再设计等创新处理，从而使产品表现出更优的性能，缩短新产品的开发周期，提高设计开发效率。

使用三维扫描获取三维数字模型，一般过程如图3-3所示。



图 3-3 使用三维扫描获取三维数字模型的一般过程

基于三维扫描的逆向设计的一般流程如图3-4所示。

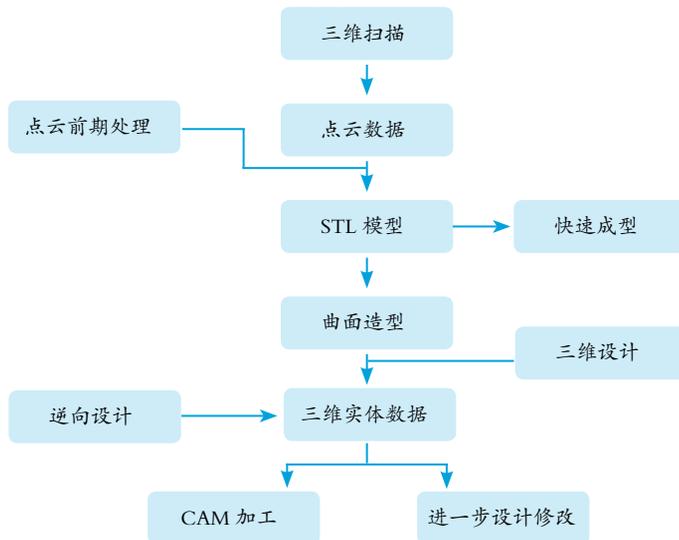


图 3-4 基于三维扫描的逆向设计的一般流程



马上行动

小组讨论哪些领域需要应用产品逆向设计，填写下列表格，并思考产品逆向设计的应用前景。

序号	需要应用的领域	序号	需要应用的领域
1	文物修复，数字化归档	5	
2		6	
3		7	
4		8	



案例分析

使用三维扫描与三维打印技术修复文物

某博物馆保存了在文物发掘中收集的大量破损瓷器。这些瓷器破损情况严重，若采用传统的方法进行修复难度很大。该博物馆采用三维扫描与三维打印技术，首先使用三维扫描仪获取瓷器的高精度三维数据，然后通过三维设计软件进行修复，再用工业级光敏树脂打印机进行打印，最后进行拼接、打磨和上色处理，从而让这些破碎的瓷器重获新生。



图 3-5 使用三维扫描与三维打印技术修复文物



讨论：还有哪些领域可以应用三维扫描进行逆向工程设计？

智能制造的基础与手段是基于三维数字模型的数字化制造。实质上，智能制造是借助计算机收集、存储、模拟人类专家的制造智能，对制造各环节进行分析、判断、推理、构思和决策，取代或延伸制造环境中人的部分脑力劳动，实现了制造过程、制造系统与制造装备的智能感知、智能学习、智能决策、智能控制与智能执行。



图 3-6 智能制造



逆向工程与智能制造分别怎样促进技术产品设计与制造的发展？

任务二 初识三维设计软件

三维设计软件种类很多，不同的三维设计软件的制图界面风格不同，内容基本相似，主要包括标题栏、菜单栏、工具栏、绘图区、操作提示等。

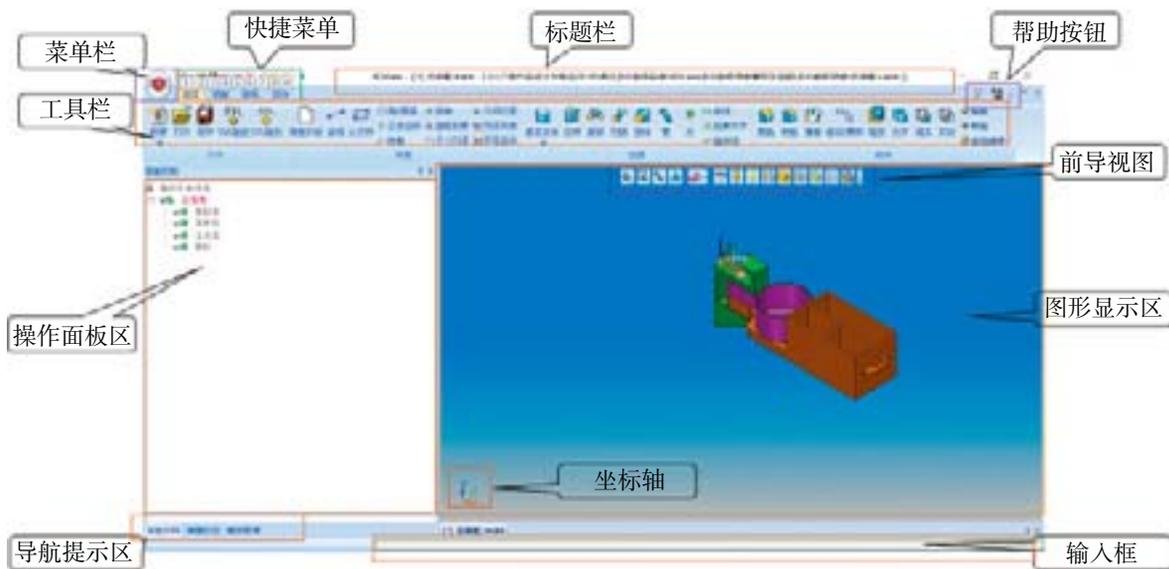


图 3-7 某三维设计软件制图界面



打开你所使用的三维设计软件，点击各个按钮，探究其功能，填写下表。

序号	按钮	功能
1	菜单按钮	新建、保存或另存一个文件，导出为三维数字模型或二维图形，打印，退出等
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

三维设计软件的图样格式一般包括新建零件图样、草图图样和装配图样三种，分别用于构建产品三维模型、二维草图和对三维零件图的装配。在绘制简单几何体模型时，可直接调取图库中的几何体进行参数设置、编辑和运算。在绘制较为复杂的三维模型时，则需要在草图的基础上进行旋转、放样、扫掠等操作。

一般情况下，复杂的几何模型都能拆解为基本形体，这些基本形体统称为基体。通常用基体来定义基本零件形状，它也是模型的第一个形状。构建三维模型可以通过不断向基体中添加材料（基体）或从基体中移除材料（基体）来实现。如图3-8所示是一个工件的三维模型绘制（建构）过程。



图 3-8 三维模型绘制过程



绘制带托盘花盆的三维数字模型

体验目的：通过带托盘花盆的设计体验，学会利用图库进行产品的三维设计。

情境展示：教室中的多盆绿萝生长茂盛，为了不影响各自的生长，需要分盆处理。孙宇和同学们准备设计和打印一些个性化的花盆。

问题分析：植物根部需要透气与合适的湿度，花盆底部需要设计多个透气和渗水孔，而且为了防止残水污染桌面，还要配套一个花盆托，花盆和花盆托之间也要留一定的缝隙。基于三维打印的要求，花盆和花盆托需要分开设计与制作。

活动准备：计算机、三维设计软件等。

主要过程：

1. 在三维设计软件中新建零件文件。
2. 使用图库中的圆锥体创建一个圆台（下底半径为40 mm，上底半径为60 mm，高为100 mm）。
3. 抽壳（上底面为开放面，厚度为3 mm），并进行倒圆角。
4. 用图库中的圆锥创建5个半径为4 mm的圆柱，移动到下底合适位置，并和圆台执行布尔减运算（作为渗水孔用）。
5. 用图库中的球创建4个半径为5 mm的球，移动到下底合适位置，并和圆台执行布尔加运算（作为支撑用）。



图 3-9 带托盘花盆



图 3-10 花盆三维设计主要过程

6. 按照第2步和第3步的方法创建一个花盆托（下底半径为50 mm，上底半径为60 mm，高为25 mm，壁厚为3 mm）。
7. 保存文件到提前建好的文件夹中。

讨论：除了以上调用图库绘制带托花盆的三维数字模型外，你认为还有哪些方法？



技术提示

1. 相同的形体可使用“Ctrl+C”和“Ctrl+V”快捷方法复制粘贴。
2. 有规律的复制可以采取阵列的方法。
3. 此处会用到布尔加、减运算。（布尔运算是数字符号化的逻辑推演法，包括联合、相加、相减。）



马上行动

使用图库功能和圆角命令绘制桌边多功能收纳盒中的转轴。
要求：上圆柱半径为8 mm，高为65 mm；下圆柱半径为10 mm，高为5 mm；圆角为1 mm。



图 3-11 绘制转轴

三维设计软件的图库一般包括长方体、球体、圆柱体、圆锥体、棱锥、椭圆球等基本几何体，有的还包括螺旋体等基本几何体。这些基本几何体通过执行倒角、圆角、抽壳、布尔运算等功能可以绘制出更多复杂的形体。



学习反思

如果把桌边多功能收纳盒的转动轴设计为空心的，该如何设计？



练习

1. 当今制造业广泛应用三维扫描仪进行逆向工程设计。某汽车公司曾运用三维扫描仪获取赛车的三维数字模型，然后对尾翼进行分析与改进，最终提高了新赛车的空气动力性能。请你根据所学知识，写出对汽车或其他产品进行逆向工程设计的过程。

2. 运用三维设计软件设计一个手机壳的三维数字模型，写出绘制步骤。

二、产品三维数字模型的绘制



学习目标

- 任务一 绘制三维设计中的草图
- 任务二 绘制不规则结构的三维数字模型
- 任务三 渲染产品三维数字模型

1. 通过技术体验活动，掌握使用三维设计软件相关功能与命令绘制结构较为复杂的三维数字模型的方法。
2. 通过技术体验活动，掌握使用三维设计软件对所设计的三维数字模型进行优化与渲染的方法。



走进情境

同学们尝试使用图库和编辑功能绘制桌边多功能收纳盒的三维数字模型，但绘制过程中发现难度很大，尽管同学们花费了很多时间，还是没能绘制出让自己满意的三维数字模型。



任务一 绘制三维设计中的草图

通常使用图库和编辑功能只能绘制一些简单和规范的三维数字模型，若要绘制较为复杂的三维数字模型，就需要借助草图绘制功能进行绘制。绘制草图是三维数字模型设计的基础，也是创建复杂零件的第一步。草图绘制是基于点、线（直线、曲线）、面（长方形、圆形、多边形）进行一系列的动作或命令，最终绘制出复杂三维数字模型的一种方法。

用三维设计软件中草图绘制功能绘制的图是二维草图，需要在此基础上执行旋转、拉伸、扫掠、放样等功能或命令才能得到我们所需的三维数字模型。



技术体验

使用草图绘制加旋转的方法绘制花瓶

体验目的：使用草图绘制功能绘制一个轴对称三维数字模型。

情境展示：母亲节前夕，孙宇为母亲设计了一款花瓶（如图3-12所示），但是他认为以前所学的设计知识无法绘制出三维打印需要的三维数字模型。

问题分析：孙宇设计的花瓶是轴对称造型，需要运用绘制二维草图和旋转的方法绘制三维数字模型。

活动准备：计算机、三维设计软件。

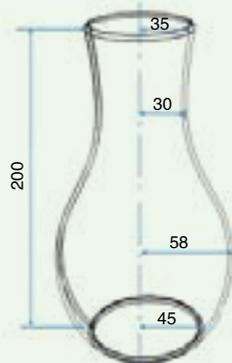


图 3-12 花瓶草图

主要过程：

1. 打开三维设计软件，新建一个文件。
2. 点击图纸模式，查看并选择合适的图纸界面。



图 3-13 三维设计软件命令栏

3. 用直线、曲线等工具绘制花瓶草图。
4. 使用旋转和抽壳命令创建花瓶三维数字模型。
5. 使用圆角命令对花瓶进行简单修饰。

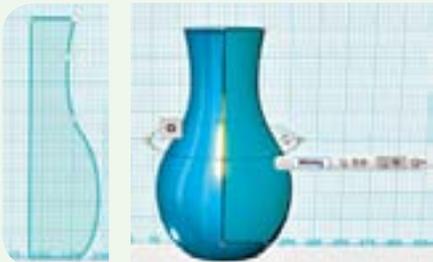


图 3-14 旋转命令

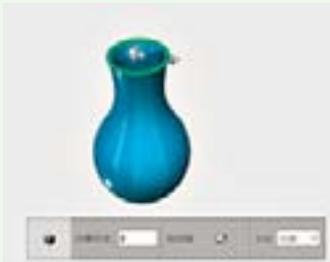


图 3-15 抽壳命令



图 3-16 圆角命令

6. 导出为STL格式文件并保存到提前建好的文件夹中。

讨论：

1. 绘制花瓶三维数字模型的过程中应该注意什么？
2. 如果不使用抽壳命令，如何绘制出花瓶三维数字模型？

使用三维设计软件绘制草图时，需要分析产品的结构特征。若产品是轴对称的几何体，三维数字模型可采用草图加旋转的方法绘制。若产品不是轴对称的几何体，则采用草图加拉伸或放样的方法绘制三维数字模型。

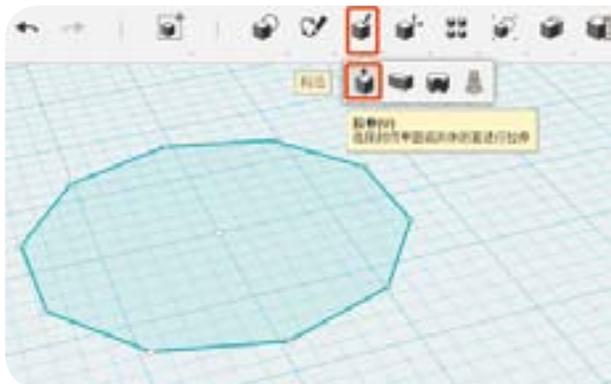


图 3-17 拉伸命令

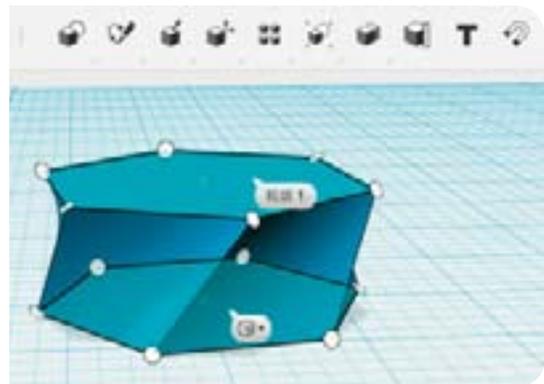


图 3-18 放样功能



马上行动

使用草图加拉伸的方法来完成保持架三维数字模型的框架绘制，如图3-19所示，然后使用其他功能或命令完成细节的绘制。请按以下步骤完成绘制任务：

1. 打开三维设计软件，新建一个文件。
2. 点击图纸模式，查看并选择合适的图纸界面。
3. 绘制保持架轮廓。
4. 执行拉伸命令。
5. 执行圆角命令。

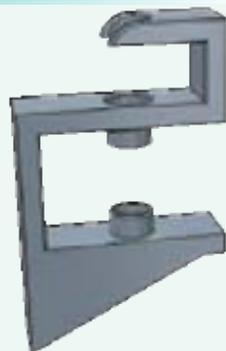
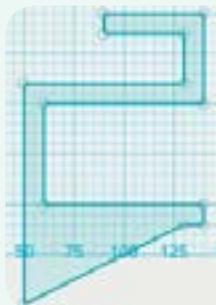
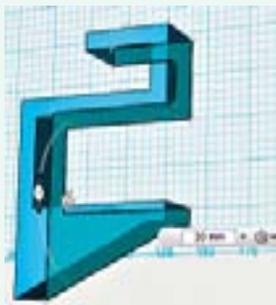


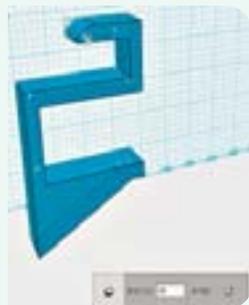
图 3-19 保持架三维数字模型



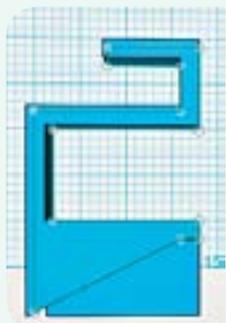
(第 3 步)



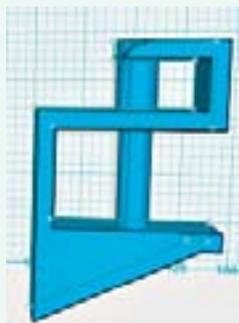
(第 4 步)



(第 5 步)



(第 6 步)



(第 7 步)



(第 8 步)



(第 9 步)

图 3-20 绘制步骤

6. 使用图库绘制一个长方体，移到合适位置，执行布尔减运算命令。
7. 使用图库绘制一个双层圆柱，移到合适位置，执行布尔减运算命令。
8. 执行圆角命令。
9. 使用图库执行布尔加运算命令绘制转轴。
10. 保存文件到提前建好的文件夹中。

注意事项：

1. 先完成保持架的绘制，然后再进行其他构件的细节绘制。
2. 如图3-21所示，保持架有两个孔，一个是为了方便插入转轴，另一个是为了用销钉将其固定在桌面上，因此必须预留。
3. 为了避免收纳盒和水杯托之间发生干涉（冲突），在转轴到收纳盒之间必须预留出足够的空间。
4. 四个构件的设计尺寸要依据实际测量的尺寸。

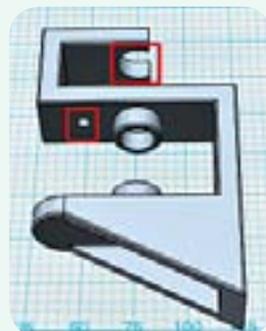


图 3-21 保持架



布尔运算中的剪裁圆孔、轴等功能也能绘制草图，然后反向拉伸再剪裁可以完成设计任务。

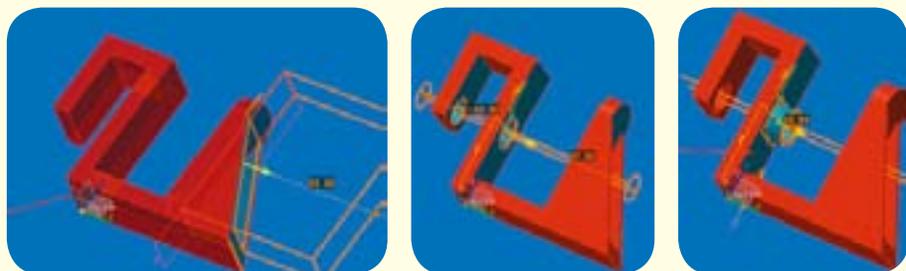


图 3-22 剪裁圆孔、轴等功能



使用草图功能和其他命令绘制桌边多功能收纳盒的水杯托和文具盒。

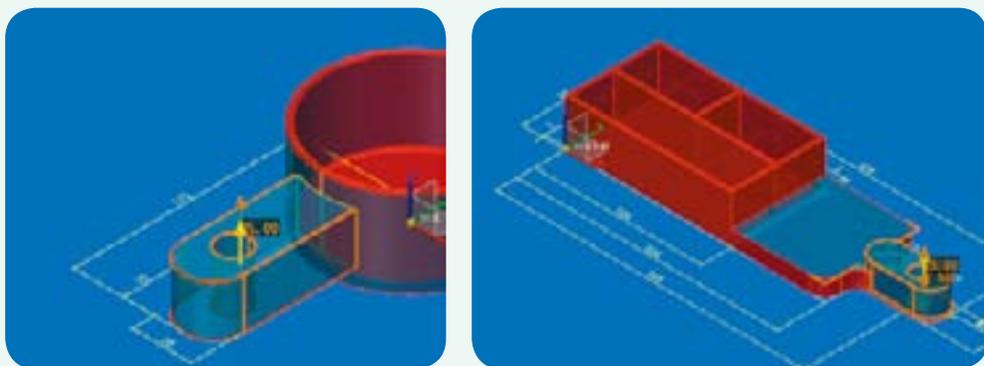


图 3-23 用草图功能和其他命令绘制水杯托和文具盒

在三维设计软件中，对二维草图进行拉伸、旋转只能获得有规律的三维造型。为了获得更丰富的造型，还需要执行圆角、布尔运算等其他命令或功能进行辅助设计。

任务二 绘制不规则结构的三维数字模型

在三维设计过程中，我们经常会遇到一些弯曲结构的设计，比如水杯的把手、弯曲的台灯支架等，对于这种不规则结构的设计，可以运用三维设计软件中的扫掠功能来实现。三维设计软件中的扫掠功能是将一个截面轮廓沿一条轨迹线进行扫描，完成曲面或实体特征的创建。



技术体验

使用扫掠功能绘制花盆吊耳

体验目的：学会使用三维设计软件的扫掠功能。

情境展示：孙宇和同学们制作的花盆满足了绿植分盆的需要，但最近几盆吊兰的匍匐茎过长，只能吊起来养。

问题分析：要将花盆吊起来，需要在花盆的两边各设计一个可以挂绳子的结构。

活动准备：计算机、三维设计软件。

主要过程：

1. 打开三维设计软件，新建一个文件。
2. 使用草图功能，绘制花盆吊耳扫掠路径（引导线）。
3. 使用草图功能，在垂直于扫掠路径的平面绘制花盆吊耳的轮廓（基准线）。
4. 执行扫掠命令，设置基准线和引导线（扫描路径），点击确定。



图 3-24 绘制花盆吊耳的主要过程

5. 将花盆吊耳移到花盆合适位置，然后另外复制一个也移动到合适位置。
6. 执行布尔加运算，合并花盆和花盆吊耳。
7. 保存此文件到提前建好的文件夹中。

讨论：

1. 如果扫掠轮廓与扫掠路径在同一个平面内，执行扫掠命令会出现什么情况？
2. 如果扫掠路径起点不在扫掠轮廓面内，执行扫掠命令会出现什么情况？

使用三维设计软件的扫掠功能时，先要对三维数字模型进行必要的分析，然后在三维设计软件的草图中绘制出扫掠轮廓和扫掠路径，注意扫掠轮廓应该与扫掠路径起点处的切线保持垂直。

马上行动

使用三维设计软件的扫掠功能绘制收纳盒的把手，便于转动收纳盒。

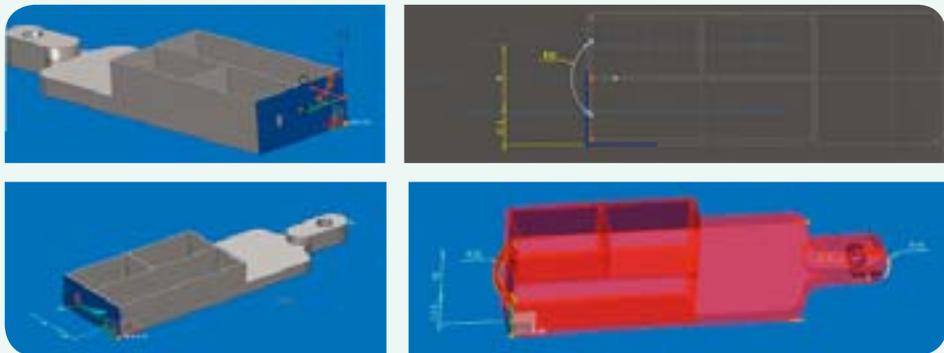


图 3-25 用扫掠功能绘制把手

扫掠功能只能用于设计粗细均匀的构件。设计粗细不均匀的构件就需要使用软件中的放样功能。放样功能是建立三维数字模型的一种基本方法，它是利用产品设计的几个特征截面，轻松形成三维实体或曲面的特殊方法。

马上行动

使用放样功能为桌边多功能收纳盒的文具盒部分绘制一个粗细不均的把手。

1. 在三维设计软件中打开桌边多功能收纳盒的三维数字模型。
2. 绘制多个椭圆作为把手轮廓线。
3. 使用放样功能，创建把手三维模型。
4. 将把手三维模型移动到文具盒合适位置，执行布尔加运算。
5. 保存文件到提前建好的文件夹中。

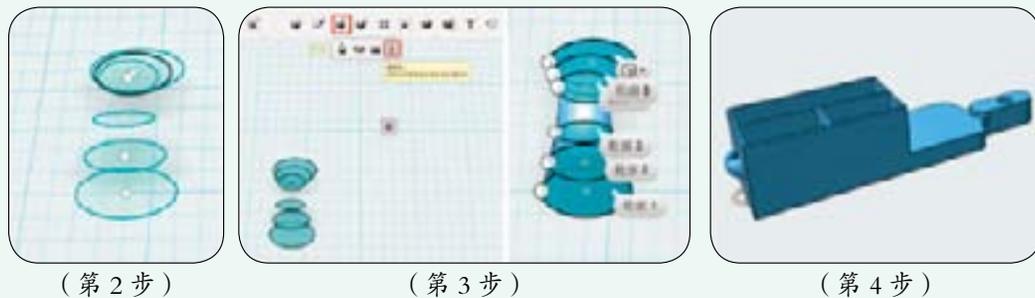


图 3-26 使用放样功能绘制把手的主要过程

三维设计软件中的扫掠功能和放样功能都可以绘制结构比较复杂的三维数字模型。它们的共同点是都能用一条或多条引导线来控制轮廓（截面）点的走向。不同点表现在生成方式上，扫掠是通过沿着一条路径移动轮廓（截面）来生成基体、凸台或曲面，放样则是通过在轮廓（截面）之间进行过渡生成基体、凸台或曲面。



任务三 渲染产品三维数字模型

为了更直观地表现产品的设计意图和效果，可以使用三维设计软件的渲染功能。三维设计软件中的渲染功能通常包含材质选择、颜色匹配、浮雕效果、文字渲染、场景渲染等。



马上行动

绘制一个如图3-27所示的课桌三维数字模型并对其进行渲染。写出你绘制与渲染的过程。



图 3-27 课桌三维数字模型



技术体验

桌边多功能收纳盒的渲染

体验目的：学会使用三维设计软件的渲染功能。

情境展示：孙宇绘制了桌边多功能收纳盒三维数字模型，但可视界面里看不出实际效果。

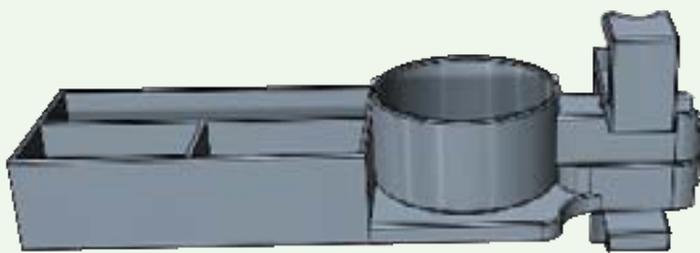


图 3-28 桌边多功能收纳盒三维数字模型

问题分析：桌边多功能收纳盒包括四个构件，可以分别对它们进行颜色渲染。收纳盒外侧面积较大，可以对它进行文字渲染。

活动准备：计算机、三维设计软件等。

主要过程：

1. 在三维设计软件中打开桌边多功能收纳盒的三维数字模型。
2. 使用文字功能在收纳盒侧面贴上文字，然后拉伸文字以便在收纳盒上刻出文字。

3. 使用颜色切换、材质选择等功能，对四个构件进行简单着色、材质选择等渲染。

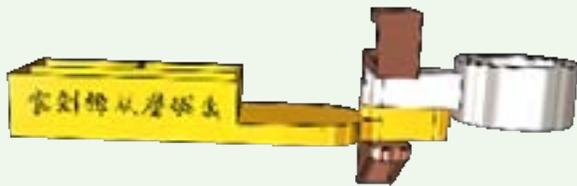


图 3-29 渲染

4. 加入课桌和杯子模型创设场景渲染。



图 3-30 创设场景渲染



技术提示

不同的三维设计软件渲染功能不一样，要获取较好的渲染效果就必须使用功能强大的三维设计软件。

5. 将此文件保存到提前建好的文件夹中。

讨论：在三维设计软件中如何才能获得更加美观、逼真的产品渲染图？

运用三维设计软件对产品构件进行渲染美化，既能达到直观、实时的表面基本着色效果，更接近真实模型，又能为产品制作后期处理提供依据。

学习反思

如果要增加桌边多功能收纳盒保持架的强度，可以通过哪些方法进行设计？



练习

1. 用三维设计软件绘制一个如图所示手杖的三维数字模型，并记录下你的绘制流程。（要求：手杖的把手和支撑杆之间插接，支撑杆至少由五节插接而成。）



（第 1 题图）

2. 用三维设计软件绘制一个如图所示的口算小玩具，并记录下绘制流程。



（第 2 题图）

三、产品三维数字模型装配和工程图样绘制



学习目标

- 任务一 装配产品三维数字模型
- 任务二 绘制三维设计工程图样

1. 经历技术实践过程，学会对产品三维数字模型进行装配和测试的方法。
2. 通过技术体验活动，掌握在三维设计软件中生成二维机械加工图的方法。



走进情境

有同学一绘制完桌边多功能收纳盒四个构件的三维数字模型，就迫不及待地直接打印出了实体构件。但在组装过程中，他发现这些构件之间的间隙预留过小，无法正常安装。若修改后重新打印，既浪费时间又浪费材料，强度还可能大打折扣。



任务一 装配产品三维数字模型

在所设计的产品进行制造之前，通常要在三维设计环境中对三维数字模型进行装配和测试，检验合格后才能进行加工与制造。

产品三维数字模型的装配和测试是在三维设计软件中对产品的装配过程进行模拟，对装配过程和装配结果进行分析和评价。这种装配过程可以有效地改进产品的装配工艺，提升装配质量，对缩短产品开发周期、提高产品质量、降低产品开发成本发挥着重要作用。



马上行动

使用三维设计软件对桌边多功能收纳盒三维模型进行装配，操作步骤如下：

1. 打开三维设计软件，在三维设计软件中打开桌边多功能收纳盒文件。
2. 新建一个装配文件。
3. 添加装配体（四个构件）。
4. 添加保持架为约束固定，添加文具盒轴孔与保持架轴孔为同轴约束和底面贴合约束，采用同样的方式添加水杯托和转轴。
5. 保存此文件到提前建好的文件夹中。

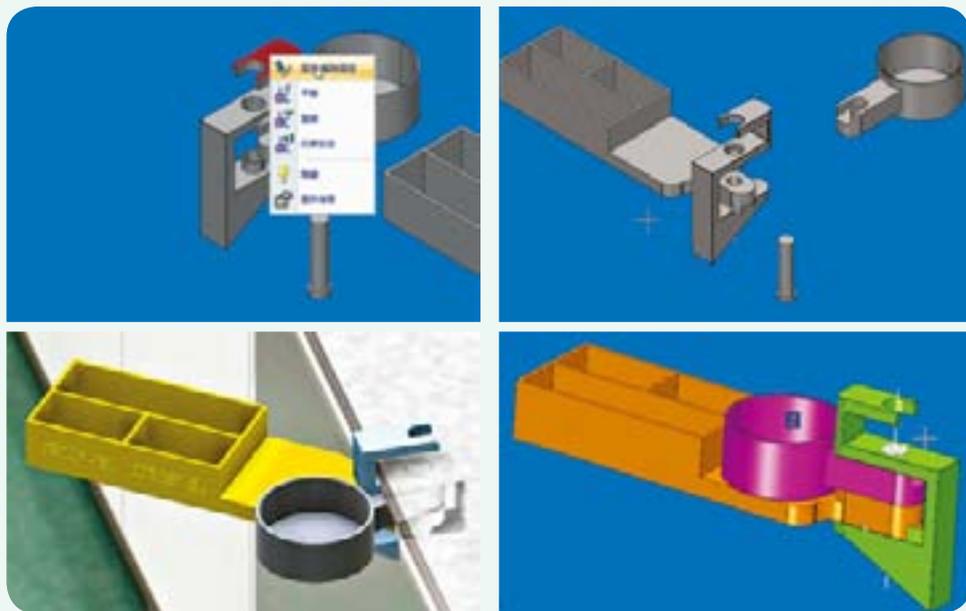


图 3-31 用三维设计软件进行装配的主要过程

思维碰撞

1. 装配顺序和约束条件的选择对装配速度和效果是否有影响？如果有影响，有哪些影响？
2. 在装配前对三维数字模型进行渲染和在装配后对三维数字模型进行渲染，其渲染效果是否相同？如果不同，有哪些不同？举例说明。

产品三维数字模型装配完成后，可以对产品进一步分析与优化，主要是考虑连接部分的配合情况，不能出现过盈配合，也不能出现过大的间隙配合。若过盈配合，将导致无法装配；若间隙配合过大，将导致连接不紧。不仅如此，如果采用FDM三维打印技术，产品还要考虑打印过程中产生的误差，一般会发生水平方向的膨胀（由材料挤压造成），因此如果装配图中完全配合，实物装配则会出现过盈配合情况。综上所述，如果在三维设计软件中装配完成，还应再检查连接部分的配合情况，若是过盈配合或完全配合，则需要将连接处的凹槽或开口扩大或将凸起缩小。

不同三维打印机的打印精度和打印误差不同，产生的装配不良程度也不同，需要打印出实物进行装配测试，找到打印误差大小，从而在以后的设计过程中尽可能加以避免。

马上行动

对打印出来的桌边多功能收纳盒的四个构件进行后期处理，然后再进行实物装配。装配完成后，安装在课桌上进行实物测试。请回顾实物测试中发现的问题，分析原因，并提出解决方案，填写下表。



图 3-32 实物装配



实物装配问题分析记录

序号	问题	产生问题的原因	解决方案
1			
2			
3			
4			
5			
6			



任务二 绘制三维设计工程图样

在产品三维数字模型绘制完成后，设计者会依据结构需求来分析并选择最优的加工技术，如三维打印等数控加工技术以及传统机械加工技术等。一般情况下，产品的三维数字模型决定了产品的外形和功能，但不能详细描述产品加工的细节（如内部结构等），因此设计者需要将产品的三维数字模型转换成产品的工程图样。

由产品的三维数字模型转换成工程图样通常包括打开产品的三维数字模型、创建一张新的图纸、生成视图和进行标注四个步骤。



技术体验

绘制桌边多功能收纳盒的工程图样

体验目的：学会使用三维设计软件将产品的三维模型转换为工程图样。

情境展示：孙宇将设计并打印好的桌边多功能收纳盒分享到朋友圈后，他的一个朋友也想自己动手做一个一模一样的收纳盒，但他没有三维打印机，孙宇应该如何帮助他？

问题分析：孙宇的朋友准备通过传统加工工艺制作桌边多功能收纳盒，需要对应的工程图样。

活动准备：连接网络的计算机、具有图纸功能的三维设计软件等。

主要过程：

1. 打开三维设计软件，打开桌边多功能收纳盒的三维数字模型并新建图纸文件。
2. 执行“视图投影”命令，选择“投影对象”。

3. 点击“预览”，查看图形的视图，选择俯视图。再点击“确定”，执行视图投影命令。移动鼠标摆放三视图，点击鼠标中键确定。执行“轴视图”命令，调整视图至合适放置位置后，点击鼠标中键确定。在放置完成后，还可以点击左键选中视图，拖动微调，点击中键确定结束。
4. 双击标题栏单元格填写标题栏中的文字。
5. 将文件保存到提前建好的文件夹中，也可以输出成 PDF 格式文件。

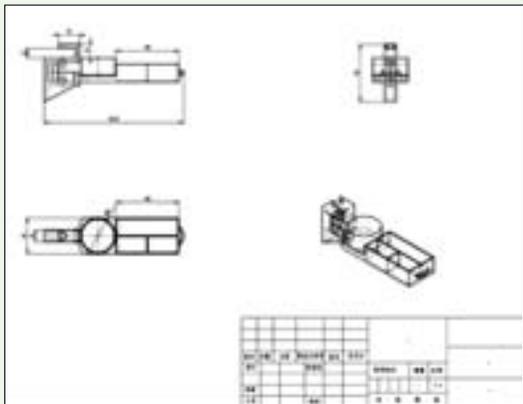


图 3-33 打开三维数字模型文件

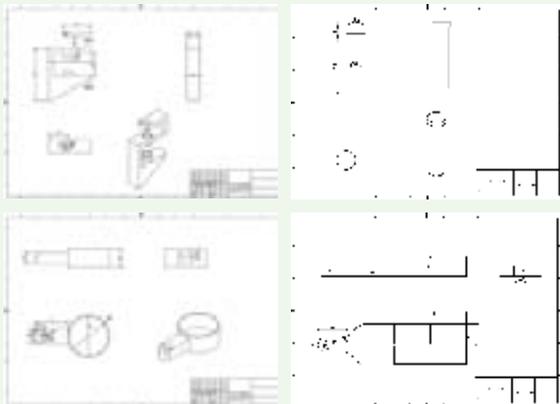


图 3-34 四个构件的三视图

讨论：选择不同的视图方向对生成的工程图样有什么影响？



技术提示

尺寸标注要参考轴测图，按照一定的顺序标注。

将三维数字模型转换为工程图样，给加工制造增加了其他途径，而用三维设计软件进行转换，规避了很多直接绘制工程图的麻烦。

完整的工程图样还包括尺寸标注，产品的真实大小应依据图样上所注的尺寸数值，与所示图形的大小无关。



马上行动

使用三维设计软件对桌边多功能收纳盒的工程图样进行尺寸标注。



思维碰撞

在三维设计软件中，如何快速有效地对工程图样进行准确、完全、清晰、合理的尺寸标注？

带有标注的工程图样不仅可以用于三维打印技术，还可以用于其他加工技术制造产品。



学习反思

1. 如何简单快速地绘制工程图样？
2. 仅在三维设计软件环境中对产品进行装配，能否避免因制造过程中产生的误差而造成的实物装配失败？

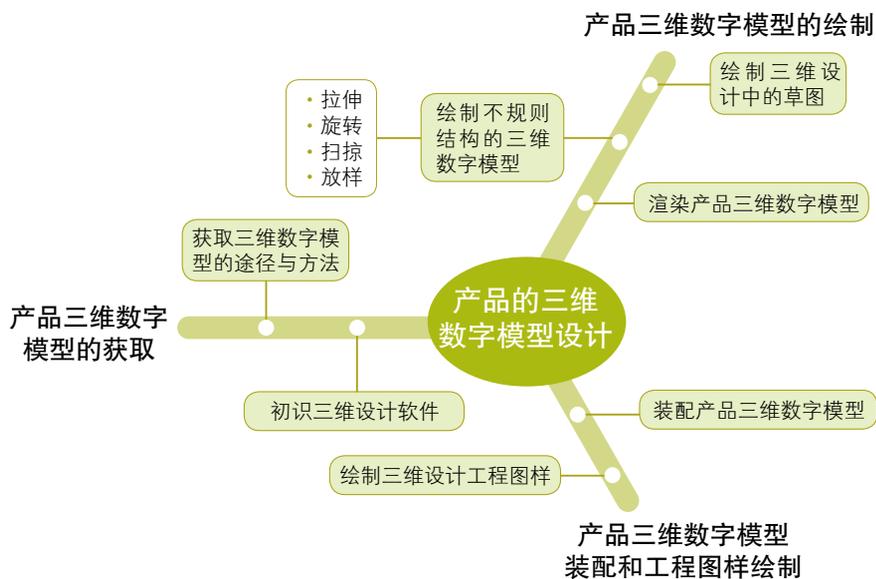


练习

1. 查阅资料，写一篇阐述虚拟装配的重要性的小论文。（字数不少于500字）
2. 将你设计的如右图所示的口算玩具的三维数字模型转换成工程技术图样并用A4纸打印出来。



本章小结



综合实践

1. 同学们制订了一个集美观、实用、轻便于一体的多功能文具盒设计方案，如右图所示，请绘制该多功能文具盒的三维数字模型，进行渲染，并转换成工程图样。

2. 优化《技术与设计1》教材中的台灯设计方案，绘制该台灯的三维数字模型，并进行打印、组装与调试。



评价内容	达成情况		
	优良	合格	不合格
说出获取三维数字模型数据的途径与方法，阐述三维扫描、逆向工程和智能制造在技术产品设计和制造中的作用（TA、ET）			
熟悉一款简单的三维设计软件界面按钮的功能及使用方法（TA、TD）			
能够使用软件中的图库、基本运算、基本编辑等命令绘制一个简单结构的三维数字模型（ET、ID、TD）			
能够用三维设计软件中的相关功能和命令绘制结构较为复杂的产品的三维数字模型（ET、ID、TD）			
能够在三维设计软件中对所设计产品的三维数字模型进行优化与渲染（ET、ID、TD）			
掌握对产品三维数字模型进行装配和测试的方法（ET、ID、CM）			
能够在三维设计软件中生成二维机械加工图（ID、TD）			
说明 TA——技术意识，ET——工程思维，ID——创新设计，TD——图样表达，CM——物化能力			

在平台中完成自我测试	
测试成绩	
存在的主要问题	



第四章

三维打印技术应用

- 一 模具制造中的三维打印技术应用
- 二 生活中的三维打印技术应用

随着三维打印技术的兴起与高速发展，为了解决生活与生产中的实际问题，技术人员会利用三维设计软件进行设计并打印出成品，这样不仅缩短了开发周期，还能够降低成本费用。



一、模具制造中的三维打印技术应用

- 任务一 体验模具制造工艺
- 任务二 设计与制作班徽



学习目标

1. 通过经历模具加工和制造过程，了解模具制造的加工工艺。
2. 通过活动体验，理解三维打印技术在模具制造领域的作用。



走进情境

学校开展文化月宣传活动，每个班级都需要制作班徽。有的班级同学自己设计然后定制，有的班级同学自己先平面设计然后手工为其他同学重复绘制。小通认为，这些方法既不经济又费时费力，最终成品的效果也不尽如人意。



任务一 体验模具制造工艺

工业生产中用注塑、吹塑、挤出、压铸或锻压成型、冶炼、冲压等方法得到所需产品的各种模子和工具统称为模具。常见的模具有以下类型：

冲压模：分为冲裁模、弯曲模、拉伸模、压缩模。冲压模用于加工金属材料。

塑料模：分为压制成型模、注射成型模、挤出成型模、吹塑成型模、真空成型模。塑料模用于加工热固性塑料、热塑性塑料。

压铸模：即压力铸造模。压铸模用于加工低熔点合金。

模具具有特定的轮廓或内腔形状。若应用具有刃口的轮廓形状，则会使坯料按轮廓线形状发生分离（冲裁）；若应用内腔形状，可使坯料获得相应的立体形状。模具一般包括动模和定模（或凸模和凹模）两个部分，二者可分可合。动模和定模分开时，可以取出制件；它们合拢时，坯料注入模具型腔成形。模具是精密工具，形状复杂，能够承受坯料的胀力，但对结构强度、刚度、表面硬度、表面粗糙度和加工精度都有较高要求。



图 4-1 压铸模



马上行动

按照图示步骤，使用压模制造技术制作月饼，并展开讨论。



图 4-2 用压模制作月饼的过程

讨论：

1. 使用压模制作月饼和使用手工制作月饼，各自有什么优点和缺点？
2. 可以采取哪些技术方法生产制作月饼的模具？



技术提示

用于食品生产的模具所使用的材料一定要符合国家相关强制标准要求。

模具是用来制作成型物品的工具，模具在生产与生活中起着不可替代的作用，大部分生活用品的生产都离不开模具。如计算机、电话机、传真机等，这些生活用品的外壳都是塑胶制品。汽车和摩托车中发动机的外罩也是借助模具制作的，仅制造一辆汽车用到的各种模具就有2万多个。由于批量生产离不开模具，因此模具有着“工业生产之母”的赞誉。

拓展阅读

三维打印技术为传统失蜡铸造注入新的生命力

失蜡铸造又称“熔模铸造”，通常是指用蜡等易熔材料制成模样，在模样表面包覆若干层耐火材料制成型壳，再将模样熔化排出型壳，从而获得无分型面的铸型，经高温焙烧后即可填砂浇注的铸造方案。由于模样广泛采用蜡质材料来制造，故常将熔模铸造称为“失蜡铸造”。可用失蜡铸造法进行铸造的材料有碳素钢、合金钢、耐热合金、不锈钢、精密合金、永



图 4-3 三维打印的蜡模 图 4-4 铸造出的首饰

磁合金、轴承合金、铜合金、铝合金、钛合金、球墨铸铁等。

我国的失蜡铸造起源于春秋时期，其工艺最难的部分就是蜡质模样的制作，使用传统工艺制造模样耗时费力，主要依靠工匠的手艺，所以受到很多限制。如今使用三维打印技术就可以先在计算机中建模并进行调试，然后输出打印蜡模，即可用于铸造，弥补了传统工艺中手工模具制造的不足，为传统失蜡铸造工艺注入新的生命力。

讨论：自己家里使用的日常物品哪些是使用模具技术生产出来的？它们可能使用了哪种加工工艺？选择1~2种常见生活产品，尝试使用三维打印技术进行设计与制作。



任务二 设计与制作班徽

班级是学生学习和交往的重要场所，同时也是学生个性发展的舞台。班徽作为班级的象征和标志，必须能够体现班级的特点和精神风貌。



马上行动

孙宇和同学们准备使用三维打印技术为自己班级设计一个独特的班徽，并用压模成型工艺进行批量生产，请写出自己的设计方案，并画出设计草图。

班徽设计草图	设计意图

依据设计需求，班级同学在众多方案设计中选择了三个方案，请你就方案3的班徽设计图，填写班徽设计创意，说明设计寓意。



班徽设计图	班徽设计创意
 <p>设计方案 1</p>	<p>班徽采用满圆结构，寓意班级团结精神，色调为蓝色象征智慧，“理必求真，事必求是，言必求信，行必求实”是我们的班训。2016届9班，中间金色的“9”字下面两片叶子如同老师温暖的双手呵护我们，又如同一本书，组成奋发向上腾飞的9班，星星就代表着9班同学的梦想！</p>
 <p>设计方案 2</p>	<p>班徽整体形象近似“9”，代表高二（9）班，班徽标志由“EJ”字母紧凑组成，是班级团结的象征。“E”似彩带有飞翔之感，“J”似人的造型，代表班级同学，特别是一轮红日象征班级充满活力，班徽采用渐变色，寓意班级学习生活丰富多彩！</p>
 <p>设计方案 3</p>	

班徽设计方案的比较与优化：

设计方案	主要优点	改进建议
方案1		
方案2		
方案3		

孙宇综合分析了以上三个设计方案，决定采用设计方案 3 作为基本设计方案，并对其进行方案优化。

因为班徽的制作是先用FDM三维打印机打印出PLA材质的模具，然后采用压模制造技术进行生产，因此在模具制造好后，要分析和确定可以用来制作班徽的材质。



马上行动

运用三维打印技术，设计并制造用于班徽制作的模具。

1. 使用三维设计软件将所设计的班徽方案转换成三维数字模型。
2. 将设计的三维数字模型横向反向，生成新的三维数字模型。
3. 打印模具。
4. 选用白色聚己内酯材料作为班徽的材质，将适量的白色聚己内酯放入60℃的水中，待其变软后放入模具中压制成型，将其浸泡入冷水中凝固后再进行后期着色处理。



思维碰撞

为什么要将设计好的三维数字模型横向旋转180° 使其反向？



学习反思

三维打印技术给模具制造业带来了一场革命，那么能否认为三维打印技术可以完全取代模具制造业的所有传统工艺？请举例说明。



练习

1. 通过上网查阅资料，深入了解模具生产工艺，你认为哪些过程可以通过三维打印技术进行改造以提高生产效益？
2. 请你为学校设计一个工艺品作为学校赠送给外国朋友的礼物，画出设计图，并简述加工工艺和方法。

二、生活中的三维打印技术应用



学习目标

- 任务一 分析自行车手机支架需求
- 任务二 设计自行车手机支架产品的方案
- 任务三 设计自行车手机支架
- 任务四 制造与测试自行车手机支架产品

1. 能够应用三维打印技术，设计并制造实用且具有简单组合结构的产品；对制造出来的产品进行后期加工、组装与测试。
2. 能够制定出满足产品设计要求和三维打印成型工艺要求的方案，学会通过比较、权衡和优化等方式，确定最终的解决方案。

走进情境

每逢假期，孙宇和家人都要一起出游，他们经常租用自行车游览城市风光，但由于不熟悉道路常常迷路。如今手机导航普及，再也不怕迷路。但孙宇发现在骑行时查看手机导航非常不方便，容易造成交通事故，有时甚至可能危及生命安全。

任务一 分析自行车手机支架需求

产品需求分析是产品开发人员通过深入细致的调研和分析，准确把握用户对产品的外观、结构、功能、可靠性、生命周期等具体要求，从而将用户的需求转化为完整的需求定义，最终确定设计者要解决哪些问题的过程。

产品设计需要从多个维度进行需求分析，如市场分析、竞争产品分析和实际产品使用场景分析等，依据分析结果提出需要解决的问题及解决问题的策略。

孙宇通过市场调查发现手机支架有多种类型，主要有以下几种：

1. 夹合式手机支架。夹合式手机支架是市面上最普遍的手机支架种类之一，材质有硬质塑料和合金两大类。
2. 硅胶手机支架。硅胶手机支架主体均为软性硅胶材质，无任何金属部件。一般采用捆绑式的固定方式，充分发挥了硅胶的材质特性，弹性十足，抓握力强，且固定后对手机的紧固力是均匀的。
3. 手机壳式手机支架。这是手机支架中单一适配性最好的，也是成本最高的一种。支架由两部分组成，一部分为固定在自行车上的支座部分，有夹环式和头管盖两种固定方式，其中用头管盖固定较好，整合程度很高。另一部分则是直接与手机整合在一起的固定架，也就是手机壳。



请分析不同类别自行车手机支架的优缺点，填写下表。

序号	自行车手机支架类别	优点	缺点
1	夹合式手机支架		
2	硅胶手机支架		
3	手机壳式手机支架		

讨论：市面上可安装在自行车上的手机支架产品种类很多，各有优缺点，它们对自己设计手机支架有什么启发？

为了验证同学们分析的原因是否符合真实情况，同时也为进一步优化设计，孙宇和同学们决定从自行车手机支架的实际使用场景分析入手，进行“骑车使用手机试验”。



自行车手机支架的体验

体验目的：通过使用自行车手机支架的实际体验，进一步了解骑行人与自行车手机支架之间的人机关系及其实现的目标。

情境展示：市面上可安装在自行车上的手机支架产品种类很多，但使用者寥寥无几，这究竟是什么原因呢？

问题分析：不同形状和材质的自行车手机支架在不同路面上的适应性不同，手机支架的高度应该与人骑车时对手机高度和角度的要求相一致；不同的自行车手机支架与自行车连接方式的便捷程度也是重要的标准。

活动准备：多种市面流行的手机支架、自行车、刻度尺、扳手。

主要过程：在自行车上分别安装不同的手机支架，选择不同身高的同学进行骑行体验，记录同学们对不同手机支架的使用体验和同学们的实际需求。

结论：

“自行车手机支架”产品基本需求如下：

1. 对安装和分离的要求为_____；
2. 在颠簸的路面上骑车时，对手机支架的要求为_____；



图 4-5 自行车手机支架



安全提示

车速不要太快，并且要有人在一旁观察并保护骑车人。



3. 对手机支架高度的要求为 _____ ；
4. 对手机支架携带方面的要求为 _____ 。

讨论：

1. 市面上成品自行车手机支架大多是固定在自行车把手上的，这种方式有哪些优缺点？从人机关系角度分析，骑车过程中需要查看手机，最适合的高度是多少？
2. 从安全角度分析，哪种手机支架更安全？对于产品设计又提出了哪些新的要求？

通过调查与分析，孙宇和同学们找到了问题的原因，决定自己设计一款可以方便地安装在自行车上又能够满足同学们实际需求的自行车手机支架，并用三维打印技术进行制造。

经过讨论，“可安装在自行车上的手机支架”产品的设计要求如下：

1. 使用便捷，能够快速安装和拆卸。
2. 稳定可靠，使用安全，抗震动颠簸。
3. 手机高度能够根据人们查看的高度进行调节，并能转动手机角度方便阅读和操作。
4. 不遮挡手机按键和耳机插孔等。
5. 可折叠，能放入包中，携带方便。



任务二 设计自行车手机支架产品的方案

设计可安装在自行车上的手机支架，应坚持合理的人机关系，把人和手机支架作为一个整体来考虑，力求达到高效、健康、舒适、安全的目标。根据任务一中“可安装在自行车上的手机支架”产品设计要求，设计出具体的方案。

对于设计对象本身，必须了解其各个组成部分的作用，以及它们之间的关系。通常，自行车手机支架分为手机固定组件系统、高度调节组件系统和把手固定组件系统等。对应部分的具体功能要求如下：

1. 固定手机组件，主要功能是能够固定手机，并能适应目前市面上各种流行的手机宽度、长度和厚度。
2. 高度调节组件，主要功能是能够调节高度，在骑车出行时能适应不同人目视的安全高度，手机的屏幕位置与人的视线协调，不用过多低头看信息内容。
3. 固定把手组件，主要功能是适应不同自行车把手，且装卸方便快捷。



依据设计需求，孙宇和同学们在设计的众多方案中选择了三个比较典型的方案。

设计方案1

1. 固定手机处采用螺杆调节固定，固定时两边侧板与手机的接触面较宽，在固定时不会损坏手机。
2. 高度伸缩部分采用两节连杆调节，利用两节折叠杆，可以自由调节手机高度位置。调节范围为距离自行车把手10~48 cm。
3. 与自行车把手连接部分采用螺杆调节固定，适用于目前市面上大部分类型的自行车。

设计方案2

1. 固定手机采用固定卡口式，为了适应不同手机的宽度，卡口一侧增加弹簧片。
2. 高度伸缩调节采用固定连接杆，长度为40 cm。
3. 固定把手部件采用固定卡口式，为了适应自行车不同直径的把手，卡口一侧增加弹簧片。

设计方案3

1. 固定手机采用X型的伸缩结构，可以抽拉调节以适应目前市面上各种流行的手机宽度和长度。
2. 高度伸缩调节采用伸缩连杆，可以自由调节手机高度位置。调节范围为距离自行车把手10~48 cm。
3. 固定把手部件采用圆环形结构固定。

讨论：根据手机支架的使用环境，从人机关系角度分析，你认为手机安装在手机支架上的高度在什么范围内比较合适？

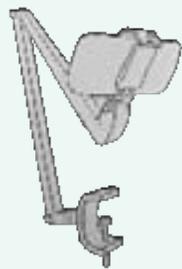


图 4-6 设计方案 1



图 4-7 设计方案 2



图 4-8 设计方案 3

当多个“可安装在自行车上的手机支架”设计方案产生后，要进行方案比较和优化。



孙宇和同学们对三个设计方案进行比较与优化。

方 案	主要优点	改进建议
方案1		
方案2		
方案3		



孙宇和同学们对以上三个设计方案进行综合分析后，决定采用设计方案1作为基本设计方案，并对其进行方案优化。由于方案1主要采用螺杆调节和固定，有5处采用螺杆连接，考虑到实际加工和材料强度的原因，螺杆采用从市面购置标准件嵌入。



根据上述“可安装在自行车上的手机支架”基本需求，结合自己的思考，写出设计方案，并画出自己设计的可安装在自行车上的手机支架草图。

手机支架设计草图	设计细节说明



任务三 设计自行车手机支架

设计并绘制手机支架功能设计图样。

1. 手机固定组件（图4-9）

设计时，应注意以下两个问题：

（1）手机固定组件可调节的宽度是由什么决定的？采用怎样的尺寸比较合理？为什么？

（2）手机固定组件还可以怎样设计使手机安放更稳固、更便捷或者更美观？

画出设计草图，并通过三维设计软件绘出三维制造图样。

2. 手机高度调节组件（图4-10）

设计时，应注意以下两个问题：

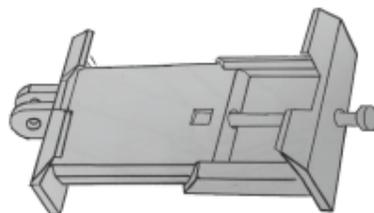


图 4-9 手机固定组件

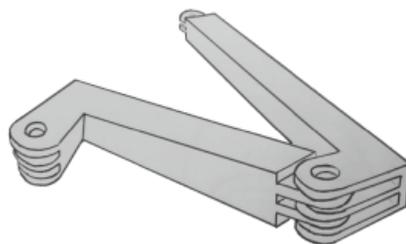


图 4-10 手机高度调节组件

(1) 手机高度调节组件的两个连杆长度是由什么决定的? 采用怎样的尺寸比较合理?

(2) 手机支架与自行车把手的连接方式有没有其他更好的设计方法?

画出设计草图, 并通过三维设计软件绘出三维制造图样。

3. 固定把手组件(图4-11)

设计时, 应注意以下两个问题:

(1) 固定把手组件可调节的宽度是由什么决定的? 你认为采用怎样的尺寸比较合理?

(2) 手机支架与自行车固定把手组件有没有其他设计方法?

画出设计草图, 并通过三维设计软件绘出三维制造图样。

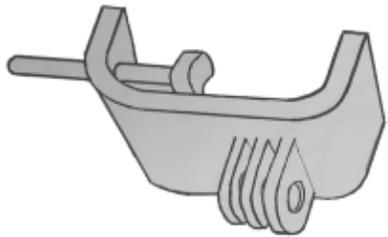


图 4-11 固定把手组件



马上行动

根据自己设计的手机支架草图, 在三维设计软件中设计产品三维制造图样。



任务四 制造与测试自行车手机支架产品

一、装配测试

在三维设计软件中系统实现了模型组件实时移动、旋转和约束对接等可视化装配操作。



图 4-12 手机支架三维效果图



思维碰撞

1. 在三维设计软件中进行装配有什么作用和意义?
2. 若装配过程中发现设计存在问题, 如何进行修改?

二、利用三维打印进行制造

1. 手机固定组件的制作。



图 4-13 手机固定组件三维效果图



2. 手机高度调节组件的制作。



图 4-14 手机高度调节组件三维效果图

3. 固定把手组件的制作。



图 4-15 固定把手组件三维效果图

三、三维打印后处理技术

利用三维打印快速输出自行车手机支架成品，还需要进行拆除支撑、打磨和上色等后期处理。

模型打印完毕后，通常其表面状况、机械强度等方面还不能完全满足最终产品的需要。例如，模型表面不够光滑，其曲面上存在因分层制造而引起的小台阶以及因STL格式化造成的小缺陷；模型的薄壁、薄筋强度以及刚度不足；模型的某些尺寸或形状不够精确；模型的耐高温性、耐湿性、耐磨性、导电性、导热性和表面硬度不够满意；模型表面的颜色不符合产品的要求等。因此，在模型成型后，一般都必须对其进行适当的后期处理。其中，修补、打磨和抛光是为了提高表面的精度，使表面光洁；表面涂覆是为了改变表面的颜色，提高强度、刚度和其他性能。

砂纸打磨

砂纸打磨是一种廉价且行之有效的方法，可以自己灵活处理，其缺点是精度难以掌握，尤其是在打磨比较微小的零部件时。用FDM三维打印技术打印出来的对象往往有一圈圈的纹路，对于电视机遥控器大小的零部件，只需要用砂纸打磨消除纹路即可。如果零部件有精度和耐用性要求，则不能过度打磨。一般用120号或220号的精砂纸先去皮。砂纸按照由粗到细的顺序打磨，如240号—320号—400号—600号。软材质可以不用粗砂纸打磨。



图4-16 砂纸打磨

抛光

抛光可根据不同材质和实际需要采用不同的工艺，如化学抛光、电解抛光、超声波抛光、流体抛光、磁研磨抛光、机械抛光等，还可以采用蒸汽平滑处理、珠光处理等。

上色

只有全彩砂岩打印技术可以做到彩色三维打印，其他材料只能打印单彩颜色，如ABS塑料、光敏树脂、尼龙、金属等。因此，有时候需要对打印出来的物件进行上色，不同材料需要使用不同的颜料。



图4-17 蒸汽平滑处理效果



图4-18 上色处理效果



马上行动

选择合适的三维打印后期处理技术对自己制作的自行车手机支架产品模型进行后期处理。



安全提示

在测试时应特别注意安全，车速不能太快，并且一旁要有人观察并保护骑车人。

四、最终产品测试

安装手机支架到自行车把手上，进行观察与调试。

手机支架测试注意事项：

测试过程中应尽量使用蓝牙耳机设备连接手机，用语音方式进行通信。在骑车速度较快（人骑自行车的平均速度大约是5 m/s）、路途不平较为颠簸以及行人和车辆较多时，不要使用手机。

对“可安装在自行车上的手机支架”作品进行评价时，要从基本功能的实现、优良的外观结构、良好的用户体验及针对问题的创新等几个方面进行评价。



马上行动

1. 小组交流“可安装在自行车上的手机支架”作品，进行综合评价，说出其主要优势，并提出改进建议。

评价对象	主要优势	改进建议
手机固定组件		
调节高度组件		
固定把手组件		
综合评价		



2. 根据实际使用情况，设计“自行车手机支架使用说明书”。

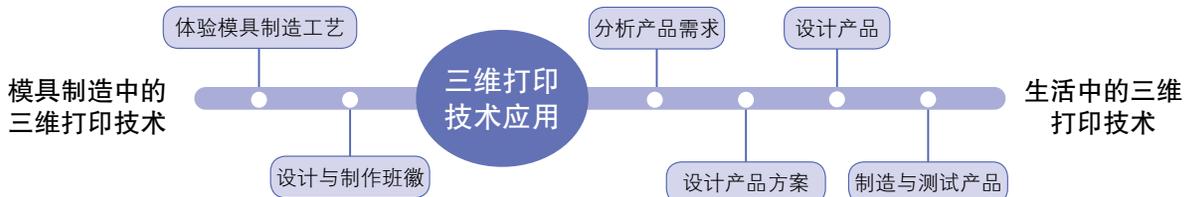
学习反思

在实际生活中应用三维打印技术具体需要考虑哪些主要的问题？

练习

为了保持讲台的整洁，请你设计一个能放置黑板擦、粉笔及相关教学用品的装置，并增加适当的装饰物，要求画出设计草图并作适当的说明，绘制出三维数字模型并打印出实体。

本章小结



综合实践

孙宇的爸爸爱好书法，对朋友所赠的书镇爱不释手，特别是对它的式样和图案尤其钟爱，平时也舍不得使用。但爸爸觉得书镇过轻，偶尔用起来也不顺手。孙宇想为爸爸制作一个复制品，请你使用三维扫描仪对书镇进行扫描，修正扫描数据后建立三维数字模型，制作出压模模具，然后用此模具制造出与原书镇外形相似的陶土书镇，最后通过烧制制成陶瓷书镇。

第四章

学习评价

评价内容	达成情况		
	优良	合格	不合格
应用产品的三维设计与三维打印技术，设计并制造一个实用且具有组合结构的产品（TA、ET、ID、TD、CM）			
能对制造好的产品进行后期加工、组装与测试（TA、ET、CM）			
能综合应用所学知识，在具体领域基于三维打印技术的应用，解决具体问题（TA、ET、ID、TD、CM）			
说明 TA——技术意识，ET——工程思维，ID——创新设计，TD——图样表达，CM——物化能力			

在平台中完成自我测试	
测试成绩	
存在的主要问题	

后 记

2017年教育部颁布了《普通高中通用技术课程标准（2017年版）》，规定高中通用技术课程的结构由必修、选择性必修、选修三大部分组成。其中，必修2册（技术与设计1、技术与设计2），选择性必修包括四大系列11册（“技术与生活”系列3册，包括现代家政技术、服装及其设计、智能家居应用设计；“技术与工程”系列3册，包括工程设计基础、电子控制技术、机器人设计与制作；“技术与职业”系列2册，包括技术与职业探索、职业技术基础；“技术与创造”系列3册，包括创造力开发与技术发明、产品三维设计与制造、科技人文融合创新专题），选修4册（传统工艺及其实践、新技术体验与探究、技术集成应用专题、现代农业技术专题）。本套教科书由长期从事技术教育专业的普通高中通用技术课程标准研制组组长、南京师范大学顾建军教授主编，教育部普通高中通用技术课程标准组核心成员、海南省教育研究培训院段青特级教师和清华大学基础工业训练中心主任李双寿教授为副主编，以高中通用技术课程标准研制组专家、高校学者、教研员、一线优秀通用技术教师为主体进行设计和编写。

本册教科书是根据教育部《普通高中通用技术课程标准（2017年版）》中“产品三维设计与制造”模块的内容要求编写的，供高二年级选修之用。

《产品三维设计与制造》的编写着眼于提高学生通用技术学科的核心素养，帮助学生形成技术意识、工程思维、创新设计、图样表达、物化能力。教材通过情境导入、任务引领、问题嵌入、活动贯穿等努力整合技术内容所蕴含的原理、思想和方法，并强化学生运用技术原理分析和解决实际问题的能力，发展技术意识和工程思维；通过丰富多彩的设计性、探究性、创造性活动，如技术试验、技术探究、技术操作等活动激发学生的开放性、批判性思考和创造潜能，使学生的创新能力得到进一步发展。注重学生工匠精神的培育，通过作品制作、工艺实践、技术试验、方案物化及优化等，培养学生严谨细致、专心致志、精益求精、追求卓越等良好品质。

本册教科书由顾建军、杨继全、刘海林任主编，参与编写的有顾建军、杨继全、刘海林、林学斌、何继华、曹书成等老师，参与讨论的还有许嘉玮、侯红梅等，全书由顾建军、杨继全统稿。

本册教科书在浙江、江苏、北京、海南、福建、甘肃、辽宁、新疆等省、直辖市、自治区进行了试教。根据师生反馈，我们对本册教科书先后进行了多次修订。在此感谢参加试教的各位老师，为我们提出了宝贵的建议。江苏凤凰教育出版社郜键、董秀敏等为本书的出版付出了艰辛的劳动，在此一并表示衷心的感谢。

编 者
2020年6月

感谢您使用本书，您在使用本书时有建议或疑问，请及时与我们联系。

联系电话：025-83658728

电子邮箱：jsep_gaojian@126.com

普通高中教科书
通用技术 选择性必修11

书 名 产品三维设计与制造
主 编 顾建军 杨继全 刘海林
责任编辑 郜 键 董秀敏
出版发行 江苏凤凰教育出版社（南京市湖南路1号A楼 邮编 210009）
排 版 南京新华丰制版有限公司
印 刷 江苏扬中印刷有限公司（电话：0511-88420818）
厂 址 江苏扬中市大全路6号（邮编 212212）
开 本 890毫米×1 240毫米 1/16
印 张 5.25
版 次 2020年6月第1版
印 次 2020年6月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5499-8704-7
本书定价 6.70元
盗版举报 025-83658579

苏教版图书若有印装错误可向出版社联系调换

质量热线：025-83658528 025-83658526



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5499-8704-7



9 787549 987047 >

定价:6.70元

YOUJ
365优教
大学生共享家教联盟

致力于用榜样的力量提升学生成绩的共享家教平台

中国家庭教育学会荣誉会员单位

985/211 大学生 1对1 上门辅导

找家教就像叫“代驾”一样简单
家长们都在偷偷用的家教预约神器

记得拍照留存哦



扫码关注 预约上门

关注送200元优惠券

小初高全科辅导

学霸云集任您挑

学历真实可担保



与优秀大学生同行，激发孩子无限潜能



微信搜索公众号：365优教网

咨询热线：4000-711-365

YOUJ 优教

既是找老师，更是找榜样

家教老师全国招募中