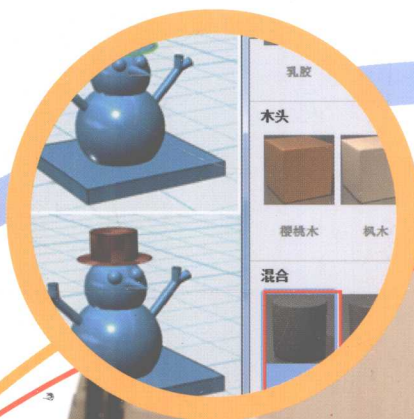
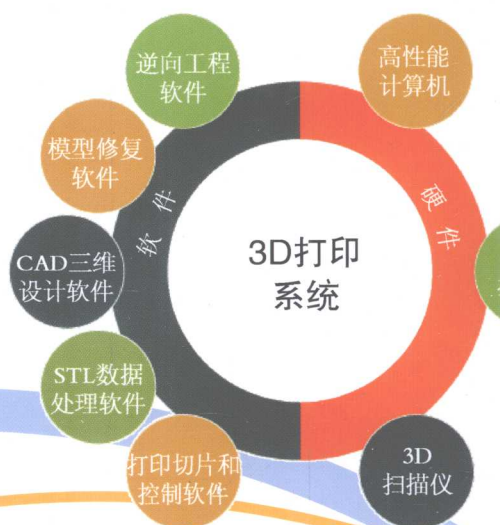


3D打印 创意实践

组编 易尚展示
主编 曹晓明



复旦大学出版社

3D打印 创意实践

组 编 易尚展示

主 编 曹晓明

副主编 胡世清 向开兵 童海云

编 委 文 冰 吴道锐 臧珊珊 关颖健 姜 昊

图书在版编目(CIP)数据

3D 打印创意实践/曹晓明主编. —上海:复旦大学出版社,2016.8
ISBN 978-7-309-12482-8

I. 3… II. 曹… III. 立体印刷-印刷术 IV. TS853

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 183140 号

3D 打印创意实践

曹晓明 主编

责任编辑/李 华

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路 579 号 邮编:200433

网址:fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

长沙超峰印刷有限公司

开本 787×1092 1/16 印张 13 字数 293 千

2016 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

印数 1—11 000

ISBN 978-7-309-12482-8/T·581

定价:70.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

~ 版权所有 侵权必究

目 录

基础知识篇

第一章 三维设计基础	2
1.1 三维坐标与3D立体模型	2
1.2 利用123D Design设计立体图形	6
1.3 反思与练习	21
1.4 资源链接	22
第二章 3D打印初体验	23
2.1 从模型库中获取打印模型	23
2.2 切片与打印	23
2.3 后处理	25
2.4 反思与练习	26
2.5 资源链接	26
第三章 初识3D扫描	27
3.1 扫描哆啦A梦	27
3.2 模型修复与格式转换	30
3.3 反思与练习	32
3.4 资源链接	32

技术实战篇

第四章 雪人	34
4.1 雪人模型效果图	34
4.2 建模方法——用基本模型组装而成	35
4.3 知识点	35
4.4 制作步骤	35

4.5	反思与练习	45
4.6	资源链接	45
第五章	四叶草杯	46
5.1	模型效果图	46
5.2	建模方法——布尔运算	47
5.3	知识点	47
5.4	建模步骤	47
5.5	反思与练习	54
5.6	资源链接	54
第六章	简易笔筒	56
6.1	模型效果图	56
6.2	建模分析	56
6.3	知识点	57
6.4	模型制作步骤	57
6.5	反思与练习	74
6.6	资源链接	74
第七章	生肖手机架	76
7.1	模型效果图	76
7.2	建模分析	77
7.3	知识点	77
7.4	建模步骤	78
7.5	反思与练习	87
7.6	资源链接	88

案例提升篇

第八章	哆啦A梦变形记	90
8.1	案例概述	90
8.2	模型的整合	111
8.3	反思与练习	113
8.4	资源链接	113

第九章 会跑的小汽车	115
9.1 案例概述	115
9.2 切片处理与打印	141
9.3 组装与测试	143
9.4 反思与练习	143
9.5 资源链接	144

创客实践篇

第十章 智慧随心，低碳随行——无动力小车	146
10.1 本节任务	147
10.2 小创客、大智慧	147
10.3 从创意到创造	149
10.4 作品打印与组装	150
10.5 创客PK大赛：比一比、谁更快	150
10.6 本节实践任务	151
10.7 资源链接	151

第十一章 精彩世界，创意无限——DIY校园	152
11.1 本节任务	152
11.2 小创客、大智慧	153
11.3 从创意到创造	154
11.4 作品展示	154
11.5 创客PK大赛：比一比、谁更牛	154
11.6 本节实践任务	155
11.7 资源链接	155

视野拓展篇

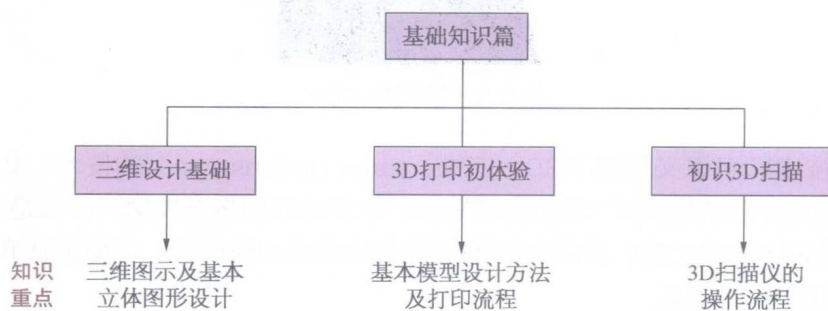
第十二章 3D打印技术的发展脉络	158
12.1 3D打印的由来	158
12.2 3D打印的发展现状	169
12.3 3D打印的发展趋势	178

12.4	反思与练习	183
12.5	资源链接	184
第十三章 3D 打印的基本原理		185
13.1	3D 打印系统构成	185
13.2	3D 打印的主要类型	189
13.3	反思与练习	195
13.4	资源链接	195
第十四章 3D 扫描与 3D 打印		196
14.1	3D 扫描的原理与应用	196
14.2	3D 扫描与 3D 打印	199
14.3	反思与练习	201
14.4	资源链接	202

基础知识篇

人类生活的现实世界是一个三维立体空间，计算机的发展过程也一直在致力于重现与支持人类现实世界的物体和规则。但在发展之初，由于受技术的制约，相当长一段时期内，人们仍是在尝试把立体空间的世界转化到二维的平面世界上；目前，我们通过电视、互联网获取的信息，其呈现方式主要仍然是二维的；但情况正在变化，近些年一项新的技术——“3D 打印”技术，在人类的现实世界与计算机的虚拟世界之间建立了一道可交互的双向“桥梁”。真实世界通过3D扫描进入虚拟世界，虚拟世界通过3D打印回归到真实世界，一系列神奇的事物正在我们身边悄然发生。

本篇主要通过一些具体案例，让同学们了解三维世界和二维世界的联系和区别，学会表征三维世界里的物体，同时能够在老师的引领下，初步学会3D模型设计软件（Autodesk 123D Design）的使用方法及3D扫描的基本流程和操作要领。本篇的知识结构图如下：



同学们，一个全新的全民制造时代已然到来！下面就让我们一起来认识三维世界，解开3D打印和3D扫描的神秘面纱，走进3D打印神秘而又有趣的世界吧！



手机APP二维码



学习目标

1. 认识与感知三维坐标，建立立体空间概念；
2. 会对形体进行尺寸标注。

第一章 三维设计基础

美国人查尔斯·赫尔，如图1-1所示。他是3D打印的发明者，也是全球最大3D打印公司3D Systems的创始人，正是他首创了影响全球的变革性发明——3D打印技术。



图 1-1 查尔斯·赫尔

3D打印技术顾名思义是基于3D（三维，three dimensions）的技术，要想打印出精美的物品，我们需要首先掌握三维的基本知识。本模块我们将首先学习什么是3D？现实中的三维物体是如何数字化的？虚拟空间里面的立体图形如何设计？下面就让我们带着这些初始问题开始3D创意之旅。

1.1 三维坐标与3D立体模型

客观世界是立体的、三维的。立体的事物到底应该如何去表示？在电脑中又是如何表示和处理的？让我们先从三维坐标开始去认识三维世界。

1.1.1 三维坐标

如前所述, 3D是英文three dimensions的简称, 中文俗称三维, 即有长、有宽、有高。我们都知道, 点可以构成线, 线又可以构成面; 反过来, 平面上的某一点的位置, 我们可以通过由原点、正方向和单位长度三要素所构成的平面直角坐标系来标注, 而通过平面上的多点的位置在平面直角坐标系里的标注, 又可以标定物体的形状、位置以及大小。例如, 通过两个点在平面直角坐标系里的标注可以确定直线的长度和位置, 通过3个点在平面直角坐标系里的标注来确定三角形的形状、大小和位置, 如图1-2所示。

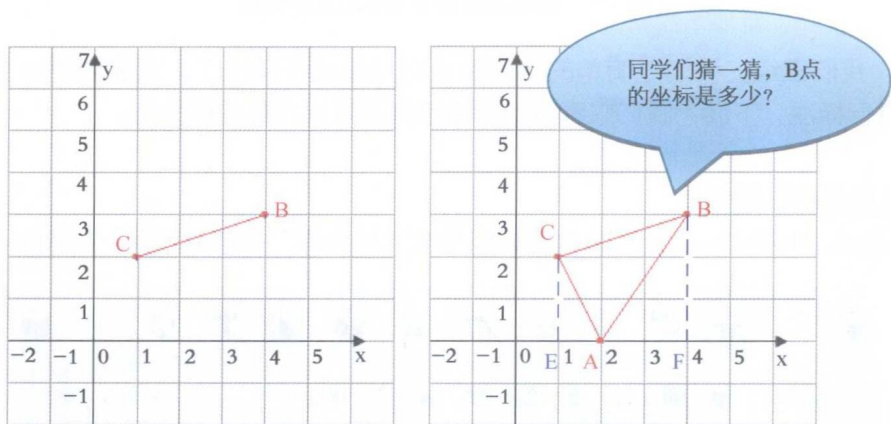


图 1-2 平面直角坐标系

思考: 如果坐标系不是平面直角坐标系, 而是具有长、宽、高的三维坐标系, 如图1-3所示, 如何标注某一点在三维空间里的位置呢?

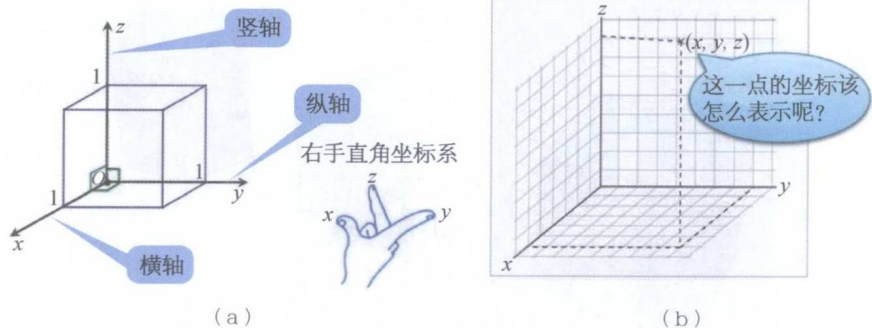


图 1-3 空间三维坐标系中的点

立体模型比平面图形要复杂得多, 立体模型主要由面构成, 而面又可以分成平面和曲面, 如图1-4所示。

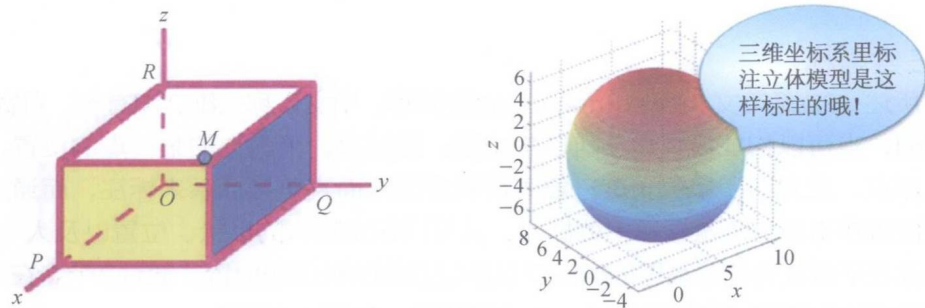


图 1-4 空间三维坐标系中的立体模型

所以，我们已经无法通过简单的点和线来对立体进行标注了，而需要进一步学习如何通过面来进行标注。下面，我们来看看如何给形体尺寸进行标注的方法。

1.1.2 基本的3D图形

Autodesk 123D Design的基本立体模型在“基本体”这个类别里，如图1-5所示。

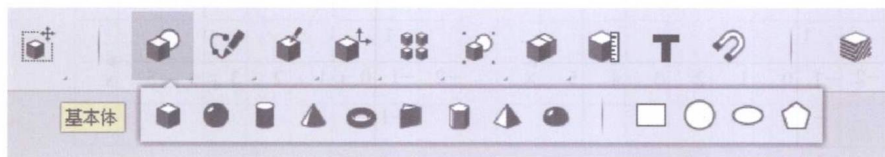


图 1-5 基本立体模型

基本的3D立体主要有两种，一种由若干平面围成的立体，称为平面立体，如棱柱、棱锥等，如图1-6，1-7所示。

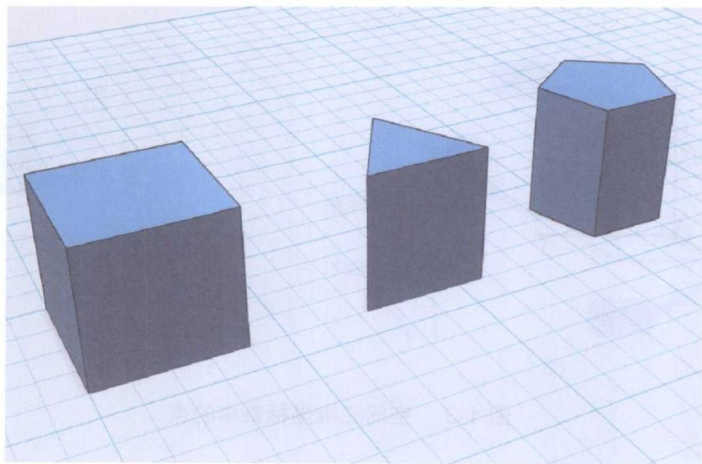


图 1-6 棱柱

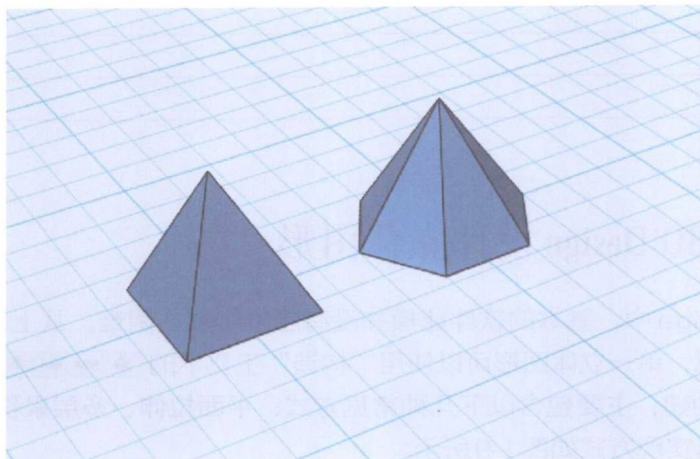


图 1-7 棱锥

另一种由曲面或曲面和平面围成的立体，称为曲面立体或回转体，如圆柱、圆锥、圆球、圆环等，如图1-8所示。

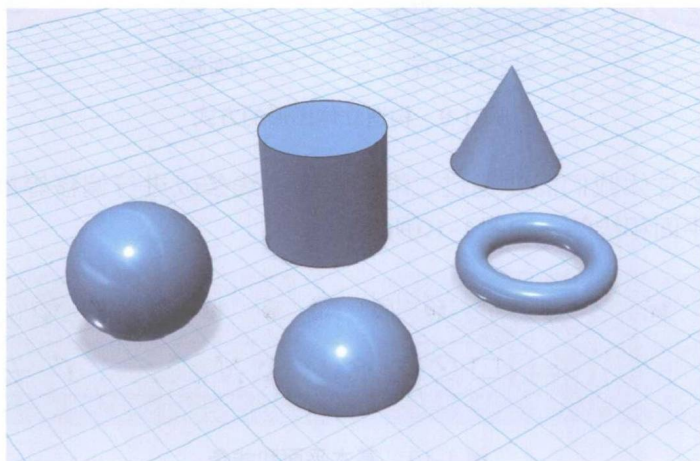


图 1-8 回转体

思考：我们的课桌是由哪些立方体组成的呢？



小任务

通过本节课的学习，你是否对三维立体模型有一定了解了呢？观察你身边的事物，举例说明二维与三维的区别，与同学们讨论。

1.2 利用 123D Design 设计立体图形

在 123D Design 中,基本的软件建模并没有想象中那么困难。从上面的基本立体视图构成中,我们发现,单一立体图形可以使用“构造”工具下的  工具,通过拉伸、旋转等操作进行创建,主要包含以下几种常见方式:平面拉伸、多层累积放样、平面旋转、路径跟随等等,其实现方式如图 1-9 所示。

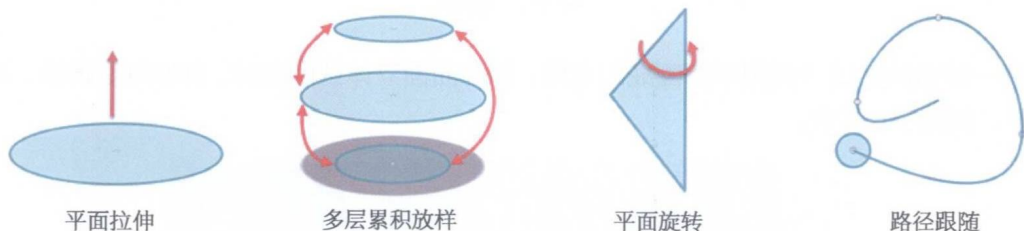


图 1-9 构造立体图形的方式

对于非规则的立体我们需要通过二维的平面、线条或进行偏移等操作来创建,123D Design 中的基本平面和线条,如图 1-10 所示。

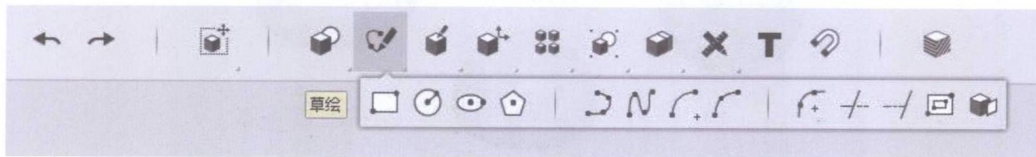


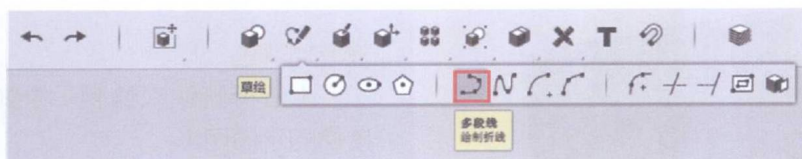
图 1-10 基本平面和线条

1.2.1 通过“拉伸”工具创建立体模型

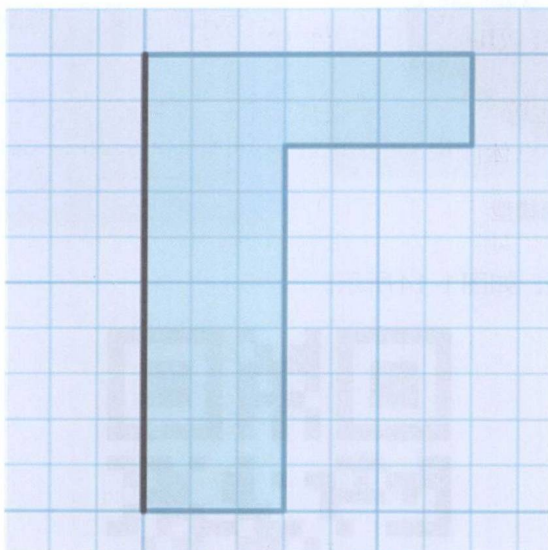
上面说到,可以通过拉伸平面图形的方法将一个平面图形转换为三维立体模型,下面就让我们一起来学一学!

对于不规则的平面构建,可以选择直线来绘制。首先,选择绘制“多段线”工具绘制出以下平面,如图 1-11 所示。

接下来,使用鼠标单击所绘制好的平面,在自动弹出的快速操作条中,选择“拉伸”工具,此时弹出一个控制立体旋转和移动的陀螺仪,我们变换一下观察的角度,通过拖动向上的箭头来实现创建以该平面为基础的立体模型,如图 1-12 所示。

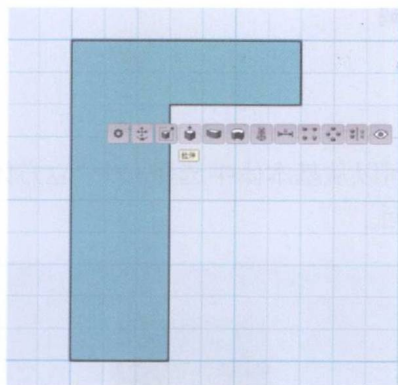


(a)

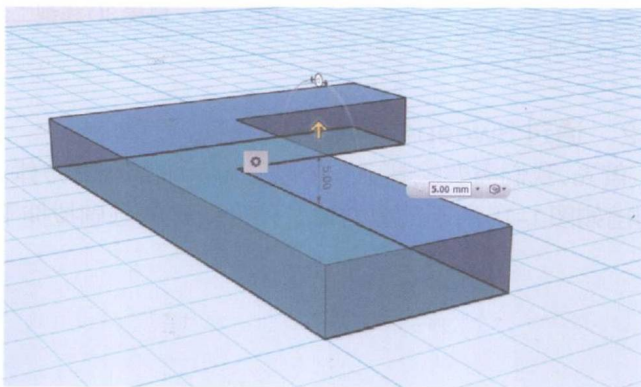


(b)

图 1-11 使用绘制多段线工具绘制的图形



(a)



(b)

图 1-12 使用拉伸工具将平面图形转换为立体模型



小任务

同学们想一想，怎么使用拉伸工具创建如图 1-13 所示的一个楼梯模型呢？自己动手试一试。

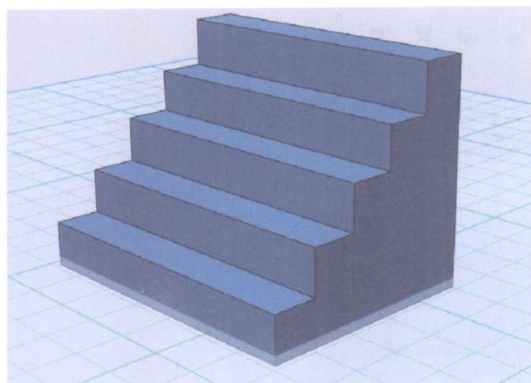
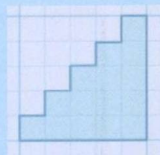


图 1-13 楼梯模型

操作步骤:

1. 选择直线来绘制一个如下所示的楼梯的平面图形。
2. 使用 Extrude 工具将其向上拉伸一定的高度，并调整其位置即可。



楼梯3D模型二维码，如图1-14所示。

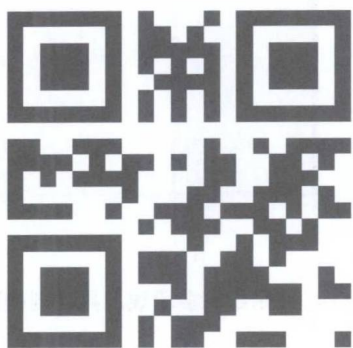
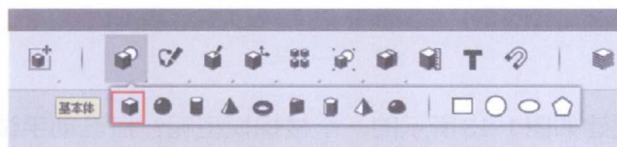


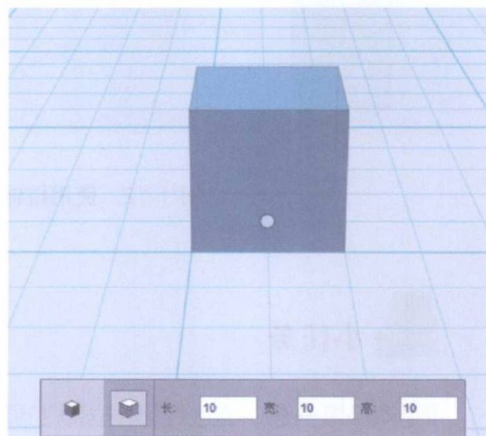
图 1-14 楼梯3D模型二维码

1.2.2 通过Sweep拉伸轨迹来形成立体

首先,我们需要绘制出一个基础平面或基础立方体。可以从基本体中选择一个“立方体”,绘制出如图1-15所示的立方体,作为轨迹的基础拉伸平面。



(a)



(b)

图 1-15 创建立方体

接下来,我们选择绘制“多段线”工具绘制出拉伸轨迹。把绘制的基础立方体的一个面与拉伸轨迹的一端相接,如图1-16所示。



(a)



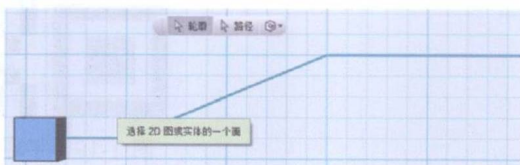
(b)

图 1-16 绘制拉伸轨迹

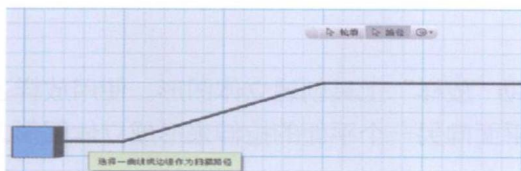
然后,选择“扫描”操作。注意:我们做拉伸操作时,是对平面进行拉伸,所以我们选择一个拉伸面,点击“轮廓”;然后选择与拉伸轨迹相接的立体平面,点击“路径”;再选择拉伸路径,即线段。此时,便可按照所绘制的轨迹拉伸成一个不规则立方体,如图1-17所示。



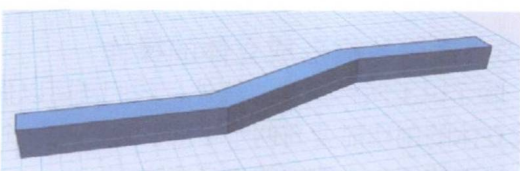
(a)



(b)



(c)



(d)

图 1-17 绘制不规则立方体



小任务

使用“扫描”工具,制作如图1-18所示的简单手环。

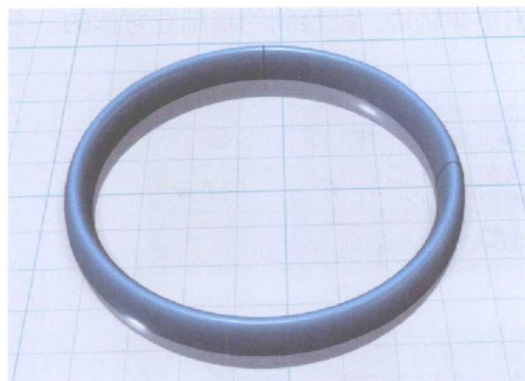
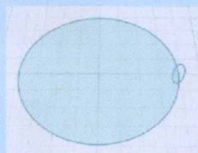


图 1-18 简单手环

操作步骤:

1. 分别绘制一个大圆和一个小椭圆，分别作为拉伸轨迹和拉伸平面，并将小椭圆调整至下图所示的位置。

2. 按照本节所讲的方法，使用sweep工具，以小圆为拉伸平面、大圆为拉伸轨迹创建手环。



手环3D模型二维码，如图1-19所示。



图 1-19 手环3D模型二维码

1.2.3 通过放样形成立体的操作

除了以上两种拉伸方法外，我们还可以借助“放样”工具创建立体图形。使用放样工具完成立体的创建需要有两个平面，通过从一个平面向另一个平面的拉伸来形成立体图形。同样，我们使用一个简单的例子来说明。

首先选择绘制多边形工具，绘制宽度为15mm的六边形，这是第一个平面，如图1-20所示。



(a)