



3D Modeling and Printing

*A Complete Guide to
Autodesk 123D Design*

3D打印建模

Autodesk 123D Design详解与实战

陈启成 编著



机械工业出版社
China Machine Press

3D Modeling and Printing

*A Complete Guide to
Autodesk 123D Design*

3D打印建模

Autodesk 123D Design详解与实战

陈启成 编著



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

3D 打印建模: Autodesk 123D Design 详解与实战 / 陈启成编著. —北京: 机械工业出版社, 2015.4

(3D 打印技术丛书)

ISBN 978-7-111-49992-3

I. 3… II. 陈… III. 立体印刷—印刷术 IV. TS853

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 080253 号

本书从实际应用的角度出发, 用通俗易懂的语言, 详细讲解 123D Design 的各部分功能, 并配备大量插图以帮助理解。为拓展 2D 图形的绘制能力, 书中还介绍了 Illustrator 中钢笔工具的使用方法以及把 AutoCAD 绘制的平面图导入 123D Design 中去创建模型, 并讲解了 Cubify Sculpt 2014 的使用, 使建模流程更加灵活。

本书分为五部分: 第一部分 (第 1 章) 简单介绍 3D 建模的相关知识; 第二部分 (第 2~15 章) 通过大量实例详细解析 123D Design 的菜单和工具按钮的功能与操作方法; 第三部分 (第 16 章) 介绍将 Illustrator 和 AutoCAD 设计的平面图导入 123D Design 的操作步骤; 第四部分 (第 17 章) 介绍 Cubify Sculpt 2014 的使用方法和将 123D Design 设计的模型导入 Cubify Sculpt 去修饰模型; 第五部分 (第 18 章) 展示 123D Design 设计机械零件的能力。

本书内容翔实、层次清晰、通俗易懂、图文并茂, 不仅可以作为 3D 打印培训班教材, 也可以供广大创客、3D 打印爱好者、中小学生学习 3D 打印建模技术参考。

3D 打印建模 Autodesk 123D Design 详解与实战

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 秦秀真

责任校对: 殷虹

印刷: 中国电影出版社印刷厂

版次: 2015 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 186mm × 240mm 1/16

印张: 18.75

书号: ISBN 978-7-111-49992-3

定价: 95.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

Autodesk (欧特克) 是全球最大的二维、三维设计和工程软件公司, 为制造业、工程建设行业、基础设施业以及传媒娱乐业提供卓越的数字化设计、工程软件服务和解决方案。为迎接已经到来的 3D 打印浪潮, 该公司推出了开源 3D 打印平台 Spark 和打印机, 目的是推广 3D 打印技术在设计和制造领域的应用并促进 3D 技术的创新; 此外, 该公司还推出了一套适用于普通用户的免费建模软件 Autodesk 123D, 这套软件包含的种类不断增加, 以强化和完善 3D 打印建模的功能。

本书详细讲解了 Autodesk 123D 套件中类 CAD 设计软件 123D Design 的使用方法, 该设计软件适用于 Mac、PC 和 iPad, 界面简洁且功能强大, 能够满足初级用户的建模需求。作为一本概念讲解和实例操作相结合的教程, 本书配备了大量的图例作为辅助介绍说明。为了拓展读者的设计能力, 还介绍了使用 Adobe Illustrator 软件中钢笔工具的绘图方法以及将 AutoCAD 绘制的平面图形导入 123D Design 中创建 3D 模型的流程, 也讲解了用 Cubify Sculpt 2014 软件对 123D Design 创建的模型进行修饰和修复的方法。通过讲解整个流程, 使读者尽可能地掌握日常 3D 打印的建模手段, 高效地完成 3D 打印的设计任务。

Cubify Sculpt 2014 是一款雕刻软件, 它是 Geomagic FreeForm 的简版, 是 3D Systems 公司普及 3D 打印设计程序的一部分, 有着独特的建模方式, 与 123D Design 结合起来使用具有惊人的设计能力。本书意欲为广大创客、3D 打印爱好者、中小學生讲解 3D 建模技术, 所以介绍了 Autodesk 123D Design 和 Cubify Sculpt 2014 这两个软件的使用方法。这两个软件基本上是利用工具按钮操作, 没有复杂的菜单, 因此行文也尽可能避开专业术语, 希望十岁以上的读者都能够理解本书的内容。

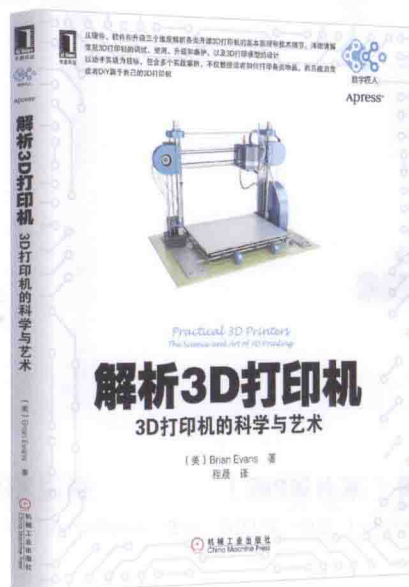
在完成本书的编写之后, 国家有关部委印发了《国家增材制造产业发展推进计划(2015—2016年)》, 通知提出, 到 2016 年初步建立较为完善的增材制造(又称“3D 打印”)产业体系, 产业销售收入实现快速增长。可以看出, 3D 打印已上升为国家战略。通知中还提到了组织实施学校增材制造技术普及工程, 希望本书能够为普及 3D 打印起到推波助澜的作用。

由于水平有限, 且时间仓促, 书中难免有错误和疏漏之处, 恳请广大读者批评指正。

陈启成

2015 年 3 月

推荐阅读



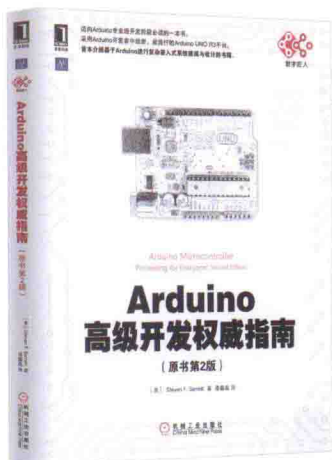
解析3D打印机：3D打印机的科学与艺术

书号：978-7-111-44249-3 作者：Brian Evans 定价：59.00元

从硬件、软件和升级三个维度解析各类开源3D打印机的基本原理和技术细节，详细讲解常见3D打印机的调试、使用、升级和维护，以及3D打印模型的设计

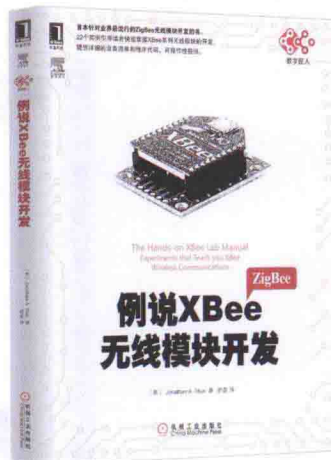
以动手实践为目标，包含多个实战案例，不仅教授读者如何打印各类物品，而且能启发读者DIY属于自己的3D打印机

推荐阅读



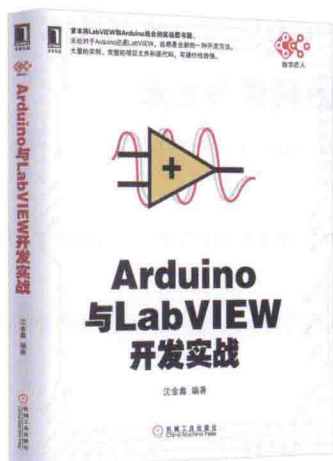
Arduino高级开发权威指南 (原书第2版)

作者: Steven F. Barrett ISBN: 978-7-111-45246-1 定价: 59.00元



例说XBee无线模块开发

作者: Jonathan A. Titus ISBN: 978-7-111-45681-0 定价: 59.00元



Arduino与LabVIEW开发实战

作者: 沈金鑫 ISBN: 978-7-111-45839-5 定价: 59.00元



Arduino开发实战指南: STM32篇

作者: 姚汉 ISBN: 978-7-111-44582-1 定价: 59.00元

目 录 Contents

前言	
第 1 章 计算机中的 3D 世界 1	
1.1 什么是 3D 设计..... 1	
1.2 计算机 3D 图像的应用领域..... 2	
1.3 艺术与工业模型的区别..... 3	
1.4 3D 打印使用什么类型的软件建模..... 4	
1.5 小结..... 4	
第 2 章 初识 123D Design 软件 5	
2.1 安装 123D Design..... 6	
2.2 第一次启动 123D Design..... 7	
2.3 欢迎界面中的内容..... 7	
2.4 体验一下 123D Design..... 8	
2.4.1 创建计算机中的第一个 3D 物体..... 9	
2.4.2 创建一个桌子..... 12	
2.5 关于材质..... 14	
2.6 小结..... 14	
第 3 章 123D Design 建模的三种基本方法 15	
3.1 基本几何体的组合方法..... 16	
3.1.1 合并操作..... 17	
3.1.2 减去操作..... 17	
3.1.3 相交操作..... 18	
3.2 根据 2D 草绘创建 3D 模型..... 19	
3.2.1 2D 草绘..... 19	
3.2.2 绘制样条曲线和贝塞尔曲线..... 21	
3.2.3 由 2D 草绘构建 3D 模型的方法..... 23	
3.3 修改已有几何体模型..... 25	
3.4 几点建议..... 26	
3.5 小结..... 27	
第 4 章 123D Design 的界面 28	
4.1 123D Design 软件的界面..... 28	
4.2 123D Design 的文件菜单..... 35	
4.3 撤销和重做..... 43	
4.4 主谓操作与动宾操作..... 44	
4.5 小结..... 44	
第 5 章 基本几何体 45	
5.1 五种基本几何体..... 45	
5.1.1 立方体..... 45	
5.1.2 球体..... 46	
5.1.3 圆柱体..... 47	
5.1.4 圆锥体..... 48	
5.1.5 圆环体..... 49	
5.2 对屏幕视图的操作..... 50	

5.3	三个显示控制按钮	51	8.3.1	绘制两点弧形	89
5.4	三个基本编辑命令：移动、旋转和缩放	52	8.3.2	绘制三点弧形	89
5.4.1	移动和旋转模型	52	8.4	编辑草绘	90
5.4.2	缩放模型	53	8.4.1	【倒圆角】工具	90
5.5	正交视图和透视图	54	8.4.2	【剪裁】工具	91
5.6	实例	55	8.4.3	【延伸】工具	93
5.6.1	创建铅笔模型	55	8.4.4	【偏移】工具	94
5.6.2	创建带轮子的小车	56	8.5	投影曲线	95
5.7	小结	59	8.5.1	投影曲线的概念	95
第6章	布尔运算实例	60	8.5.2	草绘曲线投影实例	96
6.1	合并操作	60	8.5.3	实体的轮廓投影到草绘平面	98
6.2	减去操作	62	8.5.4	实体轮廓投影到另一个实体平面上	100
6.3	相交操作	66	8.6	草绘基本练习	100
6.4	应用基本图形切割实体	68	8.6.1	草绘基本图形的变化	100
6.5	小结	70	8.6.2	多段线和样条曲线绘图示例	107
第7章	倒角	71	8.7	小结	113
7.1	【倒圆角】工具	71	第9章	用2D草绘构建实体	114
7.2	【倒斜角】工具	73	9.1	【拉伸】工具	114
7.3	门把手实例	74	9.2	【扫描】工具	116
7.4	小结	79	9.3	【旋转】工具	118
第8章	2D草绘	80	9.4	创建一个台灯	121
8.1	绘制基本图形	80	9.5	【放样】工具	124
8.1.1	绘制矩形	82	9.5.1	放样的基本操作	124
8.1.2	绘制圆形	83	9.5.2	对不同的几何形状执行放样操作	125
8.1.3	绘制椭圆形	83	9.5.3	注意选择草绘的顺序	126
8.1.4	绘制多边形	83	9.5.4	几个放样的例子	127
8.2	绘制多段线和样条曲线	84	9.5.5	使用放样工具创建台灯灯罩	129
8.2.1	绘制多段线	84	9.6	修改草绘尺寸	131
8.2.2	绘制样条曲线	86	9.7	雪人实例	134
8.3	绘制弧形	88	9.8	小结	143

第 10 章 功能强大的修改工具	144	第 15 章 材质	204
10.1 【按住并拖动】工具	144	15.1 【材质】工具	204
10.2 【调整】工具	147	15.2 建模实例	207
10.3 【分割面】工具	149	15.3 小结	215
10.4 【分割实体】工具	152	第 16 章 由 Illustrator 到 123D	
10.5 【抽壳】工具	154	Design	216
10.6 使用在线模型库	156	16.1 Illustrator 中的 SVG 格式	216
10.7 小结	161	16.2 认识 Illustrator 中的钢笔工具	217
第 11 章 实体阵列	162	16.3 Illustrator 的应用示例	227
11.1 矩形阵列	162	16.4 导入 SVG 格式文件到	
11.2 圆周阵列	164	123D Design	229
11.3 沿路径阵列	167	16.5 导入 AutoCAD 的 DWG 格式文件	
11.4 镜像实体	169	到 Illustrator	231
11.5 阵列实体示例	171	16.6 小结	235
11.6 小结	173	第 17 章 由 123D Design 到 Cubify	
第 12 章 成组与解组	174	Sculpt	236
12.1 成组	174	17.1 Cubify Sculpt 简介	236
12.2 解组	176	17.2 Cubify Sculpt 的界面与工具操作	237
12.3 全部解组	177	17.2.1 Cubify Sculpt 的界面	237
12.4 小结	178	17.2.2 Cubify Sculpt 的工具操作	239
第 13 章 捕捉	179	17.3 从 123D Design 输出 STL 文件到	
13.1 实体捕捉	179	Cubify Sculpt	257
13.2 练习实例	182	17.4 扩展设计的边界	261
13.3 小结	188	17.5 小结	285
第 14 章 调整工具与文字工具	189	第 18 章 用 123D Design 制作简单的	
14.1 调整工具栏中的两个工具	189	机械模型	286
14.1.1 【测量】工具	189	18.1 123D Design 的设计能力	286
14.1.2 【标尺】工具	193	18.2 小结	293
14.2 【文字】工具	197	参考文献	294
14.3 小结	203		



第 1 章 计算机中的 3D 世界

Chapter 1

有兴趣翻开本书的人，想必已听说过“3D 打印”这个名词了，所以我们不再作过多的解释。不过，关于计算机中的 3D 世界，或许有人还没有太多的概念，还是有必要先简单地阐述一下。

在日常生活中，人们大部分时间会接触计算机中的应用程序，如办公软件、排版软件、平面图像处理软件、CAD 制图软件等，可以用来制作文档、电子表格、处理照片。你的计算机中是否安装了 3D 设计程序？除了专业的设计人员，可能大部分人都没有安装，这是因为在过去，3D 设计程序使用起来非常复杂，普通人并不容易理解掌握它们。

随着 3D 打印的逐渐兴起，人们会看到、听到有关 3D 打印的各种报道，会对这个新兴事物充满好奇，也想使用 3D 打印机制作自己的物品。但首先遇到的问题是创建计算机中的 3D 模型，因为 3D 打印机要使用物体的 3D 数字模型，才能打印出实物。

1.1 什么是 3D 设计

3D 设计是建立在 2D 设计的基础上，让设计对象更立体化、更形象化的一种新兴的设计方法。利用计算机强大的运算能力，使用计算机图形工具（3D 设计软件）创建出对象的图像。

使用 3D 软件和用 2D 软件制作图像的区别是：3D 图形的原始文件描述了三维空间的信息，图像由此计算出来。在初中我们学习过平面几何，高中会学习立体几何的知识，3D 设计更多是在研究如何创建出立体的对象。在日常生活中，我们接触的都是实实在在的立体实物，比如卡丁车、毛毛熊玩具等各种生活用品、交通工具。即使没有学过立体几何，也会对立体有感性的认识。简而言之，3D 设计是对现实世界中的各种物体，在计算机上使用 3D 设

计软件进行模拟，还可以创建出现实生活中所不存在的对象，比如游戏中的角色、道具等。

下面给出示例，看一看 2D 设计和 3D 设计的差别，如图 1-1 和图 1-2 所示。

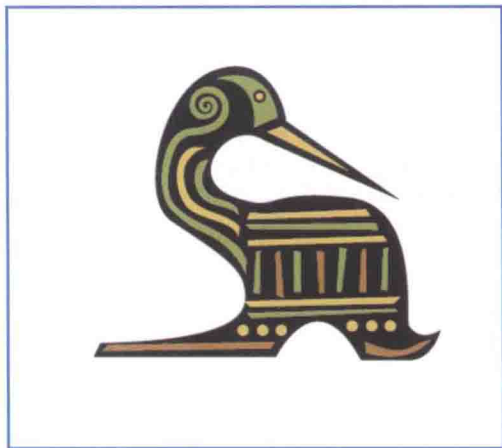


图 1-1 2D 设计软件设计的图形



图 1-2 3D 设计软件设计的模型

1.2 计算机 3D 图像的应用领域

在现代生活中，随处可见计算机设计的 3D 模型，例如每晚《新闻联播》的片头等。3D 软件应用于创建 3D 游戏、3D 电影、建筑设计与表现、产品广告、工业设计；用于法庭辩论、事故模拟分析、科学可视化图解；用于医学、航空和运动领域的培训；用于学生教学等。在影视行业，应用了大量的 3D 图像，完成了真人根本无法拍摄的镜头，比如爆破、灾难等场景。

对于不同的 3D 应用，产品的传输途径也完全不同。在影片中，即使是一个简单的枪击镜头，也是由成百上千个图像合成的高分辨率的图像。因此，在影视行业中，后期制作的工作也是主要的部分，如冯小刚执导的《唐山大地震》特效花费了 3000 万，而 3D 电影《阿凡达》则花费数亿美元进行后期制作，它们都非常耗时。对于实时和网上 3D 游戏，则要先对几何图形制作动画，并进行纹理贴图，然后就可以输出到游戏引擎或者嵌入到网页中。很多 3D 打印爱好者发现，打印游戏模型时，模型在计算机中显示得很漂亮，但打印出来的效果并不理想，这是因为游戏模型为适应与玩家的快速交互，一些效果主要是靠贴图来实现的，其实模型的实际精度较低。

以上主要讲了 3D 图像在视觉方面的应用，离本书的主题有些远。接下来，转入正题，讲一下 3D 打印在工业生产领域中的应用。

所有新技术的出现，都是要满足人类的某种需求。3D 设计在生产领域中，应用越来越广泛，数控加工（CNC）设备目前基本上已经取代了传统的加工设备，计算机辅助设计（CAD）起到了决定性的作用。要生产某个零件，首先必须在计算机中构建出这个零件的 3D

数字模型。全部的数字模型可以装配到一起，进行运动模拟、应力分析等测试，这属于计算机辅助工程（CAE）的范畴。计算机辅助制造（CAM）是利用计算机进行生产设备的管理控制和操作过程。它的输入信息是零件的工艺路线和工序内容，输出信息是刀具加工时的运动轨迹（刀位文件）和数控程序。

实际上，工程中实际软件设计出来的3D模型与艺术领域中软件设计出的3D模型有着本质的差别，如图1-3所示为使用工程设计软件设计出来的图形。这也是我为什么要写这一章的原因。



图 1-3 使用工程设计软件设计出来的图形

1.3 艺术与工业模型的区别

在计算机图形学（CG）领域中，模型大致可以分为两类，即曲面模型与实体模型。我笼统地把主要应用于视觉传达设计领域中的模型称为曲面模型，而应用于工业生产中的模型称为实体模型。曲面模型通常是以网格的形式来表达一个面，即用网格来组成一个三维物体的形状（也就是只有外皮，内部是空心的）；而实体模型是实体，是实心的（通过各种操作变成空壳的除外）。例如一个球体，曲面模型好比是足球，实体模型就好比是铅球，它们是可以转化的。

由工业领域中的CAD类软件设计生成了实体模型，由艺术领域中的建模软件生成了曲面模型。曲面模型的构建又分多边形建模（Polygon）和NURBS建模，多边形建模软件以3D max、Maya、Cinema 4D、Modo等为代表，NURBS建模软件主要以Alias、Rhino等为代表，实际上NURBS建模软件主要用于工业外观设计，如珠宝设计、汽车外观设计等。

CAD类型的3D软件，也就是通称为参数化建模的那些软件，以Pro-E、Solidworks、Catia、UG等为代表。事实上，CAD类型的软件并不是绘图软件，而是一种用来进行产品设计的软件，这是一个非常重要的基本认知。

一般来说，一个产品的开发流程会经过诸如外形设计、结构设计、结构分析或其他必要的物理性分析、模具设计、模流分析、成本分析、制程设计等复杂的流程，而所谓CAD类型软件的中心是试图将整个产品开发的常见流程加以数字化，以提高工作效率。因此在CAD类型的软件中，绘制出对象并不是我们使用这个软件的最终目的，而是进行其后的众多开发流程的一个必要起点而已。这就是一般人之所以缺乏了解，而将CAD软件认知为是一种用来绘图（建模）软件的根本原因。

如果在产品的制造流程中，必须使用软件以数控加工方式生产模具的话，那么就一定要使用CAD，或至少是NURBS建模类的软件来产生所需的数据，因为数控加工机器只能取用这些类型的数据格式。

1.4 3D 打印使用什么类型的软件建模

这个问题的答案是什么类型的软件都可以。

不过，因为不同成型方式的 3D 打印机，各自有不同的特点，有的模型在一种类型的 3D 打印机上打印，需要添加支撑结构，而在其他类型的打印机上则不需要支撑。还要注意一点，因为数字模型最终是要打印出来，特别是在使用多边形建模软件设计模型时，一定要注意没有破面、悬空等情况，杆状物体的直径不能过细，曲面要有一定的厚度。

本书主要讲的 Autodesk 123D Design 是基于实体建模的免费设计软件。要理解一点，3D 打印本质上也可以看作是一种生产工艺。有了物体的数字模型，随后要经过切片软件对模型进行处理，转换为能够被 3D 打印机所识别的 G 代码，用来驱动 3D 打印机进行打印。

1.5 小结

作为一本入门教程，本章简单地讲解了有关 3D 建模的相关知识。在后续的章节中，我们会详细讲解 Autodesk 123D Design 的具体操作，帮助大家进入 3D 设计的大门。保持足够的热情，多掌握一些方法，你也能够设计自己的模型，并把它打印出来。

让我们从头开始吧！

第 2 章 初识 123D Design 软件

Chapter 2

Autodesk 公司于 2012 年推出了 Autodesk 123D 系列软件, Autodesk 123D 系列现在已有 8 款应用程序, 即 123D Catch、123D Circuits、123D Design、123D Make、123D Sculpt+、Meshmixer、Sandbox 以及 Tinkercad。123D Design 应用程序可以从 Autodesk 公司网站 <http://www.123dapp.com/> 上免费下载。

登录该网站, 在页面的最下角, 点击 APPS 下的 123D Design, 如图 2-1 所示。123D Design 有 iPad 版、PC 版和 MAC 版。我们不去讨论 iPad 版本, 根据自己的计算机类型, 选择 PC 或 MAC 版下载到计算机中。

点击 123D Design, 稍等一会儿, 屏幕切换到如图 2-2 所示的页面。

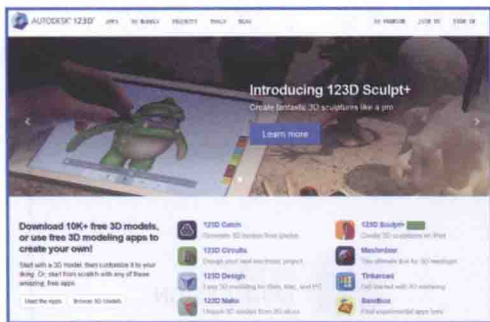


图 2-1 登录网站, 下载 123D Design



图 2-2 123D Design 的下载页面

点击 PC download, 会出现选择要下载的是 32 位版本还是 64 位版本。根据计算机属性选择, 在此我选择了 64 位版本, 单击 64-bit version 会出现一个选择下载文件存储位置的对话框, 选择要保存文件的位置。当然可以选择使用迅雷下载, 那样速度会快一些。稍等一会

儿，因为我使用的是PC，下载完成后得到的文件名是 123D_Design_R1.6_WIN64_1.6.41，免费的且功能强大的软件就要安装到你的计算机了。



注意 现在，大部分程序已不支持 Windows XP 了。拥有一台性能良好的计算机，对 3D 设计是非常有利的。

2.1 安装 123D Design

在下载的文件上双击鼠标，稍等一会儿，出现了最终用户注册界面，在左边可以更改程序的安装位置，选择保留默认的路径，点击右下角的 Accept&Install 按钮，如图 2-3 所示。

接着开始安装程序，下面的进度条显示了程序的安装进度，如图 2-4 所示。

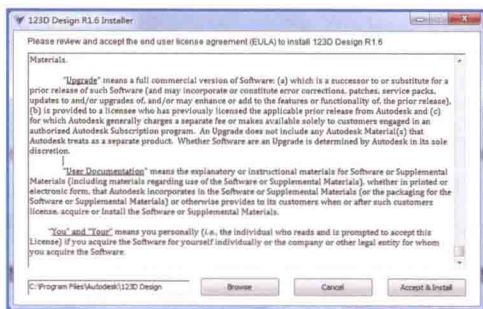


图 2-3 最终用户注册界面



图 2-4 安装进度

在安装快要完成时，会出现提示下载 Autodesk Meshmixer 的界面，如图 2-5 所示，点击“否”。

程序已经安装成功了，出现了如图 2-6 所示的询问界面。下面的 3 个按钮，分别是 Launch 123D Design（启动 123D Design）、Join/Sign In（注册 / 登录）、Done（完成）。我们现在什么都不做，点击 Done。

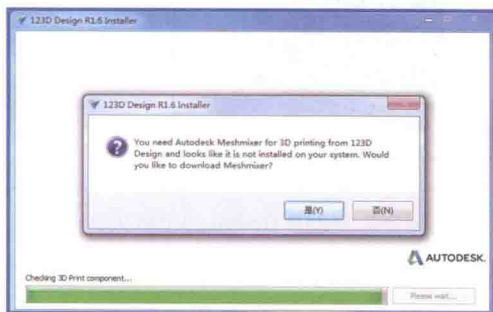


图 2-5 询问是否下载 Autodesk Meshmixer 的界面

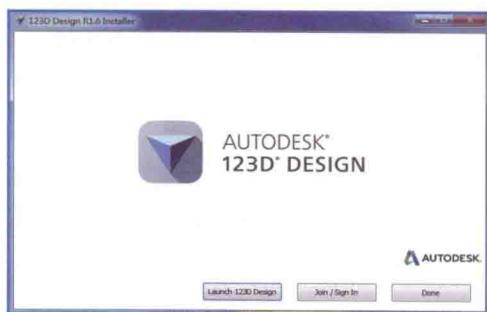


图 2-6 询问安装完毕所要执行的操作

现在，看看你的计算机桌面，是不是添加了一个新图标？
恭喜你，已经完成了 123D Design 的安装过程。

2.2 第一次启动 123D Design

双击桌面上的 123D Design 图标，将会启动应用程序。屏幕上出现的第一个画面，如图 2-7 所示。


接下来出现的画面中，会有一些英文，意思是 Autodesk 要搜集一些用户信息，可以在 Help 中关闭这个功能。点击右上角的  关掉它，如图 2-8 所示。



图 2-7 屏幕上出现的第一个画面

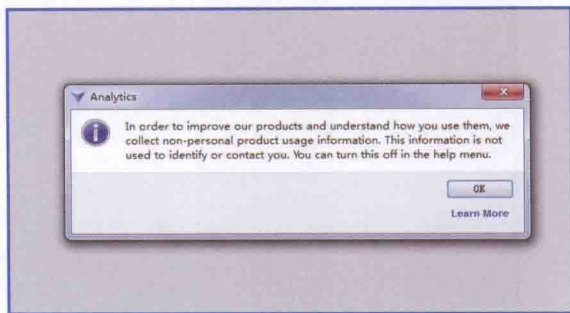


图 2-8 搜集用户信息提示

终于进入 123D Design 的程序中了，我们看到了软件的欢迎界面，如图 2-9 所示。

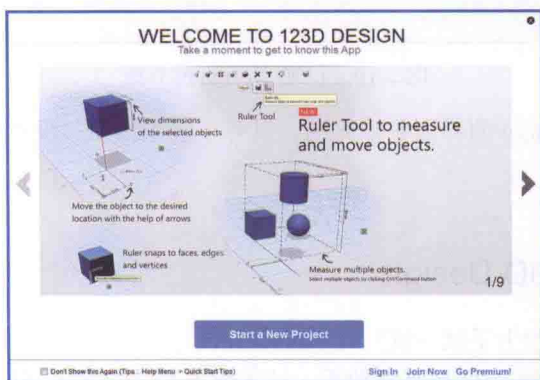


图 2-9 123D Design 的欢迎界面

2.3 欢迎界面中的内容

先把工具栏中的按钮放一边，我们看看欢迎界面中的内容。上面的标题是 WELCOME

TO 123D DESIGN (欢迎使用 123D Design), 中间显示的是新增工具和性能改进的说明, 可以点击屏幕中的 > 或者 <, 进行前后翻页。最下面是 Start a New Project (开始新项目), 点击就会进入到 123D Design 的主界面。左下角有个 Don't Show this Again (不再显示这个页面) 复选框, 点击它, 下次启动时, 将不再显示欢迎界面。右下角有 Go Premium (成为高级会员)、Sign In (登录)、Join Now (注册) 三个按钮, 它们与成为 Autodesk 123D 的会员有关系, 单击它们, 将切换到注册或登录界面。

先了解这些就可以了, 点击欢迎界面左上角的 ✕, 将它关闭, 下面我们就直接进入 123D Design 的界面, 如图 2-10 所示。

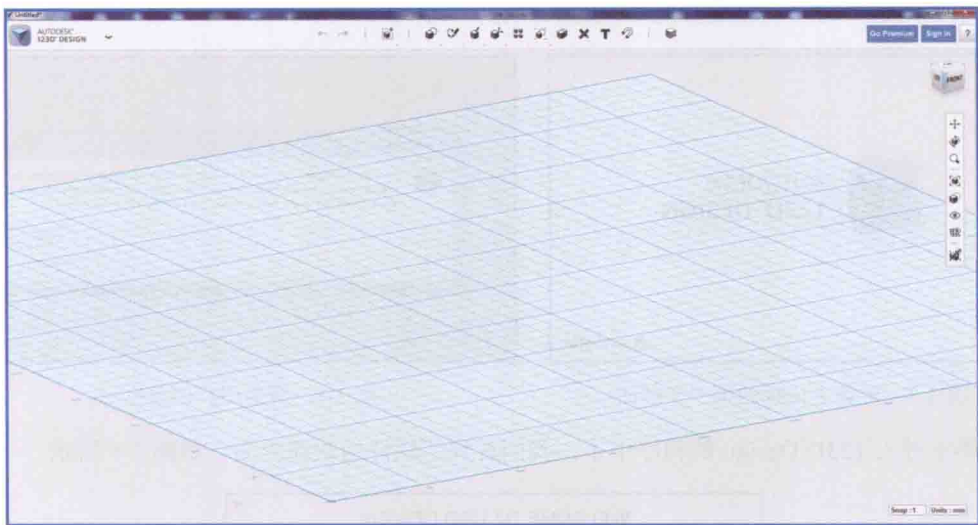


图 2-10 123D Design 的界面

可以看到 123D Design 的界面非常简洁, 只有一些小按钮, 没有更多的属性面板、选项卡。该如何使用它呢?

2.4 体验一下 123D Design

此刻, 你是不是很想上手试一试?

我也主张大胆地去试, 只有亲自动手, 才能够掌握如何操作它。不过, 还是稍等片刻吧。有件事情需要说明一下, 就是屏幕中的网格代表了什么?

在现实生活中, 一张纸就是一个平面, 它有两个方向: X 方向和 Y 方向, 如图 2-11 所示的坐标纸, 更形象地说明了这一点。在计算机软件中, 要实现对三维物体的模拟, 还需要再增加一个维度, 这就是 Z 方向。在 123D Design 的窗口中, 屏幕中的网格是绘图的参考平面, 称为母格 (3ds Max 中也有类似的栅格)。可以想象一下, X、Y 平面平躺在你面前的一张桌面上, 把坐标纸平铺在桌面上, X 方向水平指向屏幕的内部、远离你的方向, Y 方向水