

3D

打印——起学

123D

DESIGN

沈冰 施侃乐 李冰心 江小才 编著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

3D

打印——起学

123D

DESIGN



沈冰 施侃乐 李冰心 江小才 编著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书是学习 3D 打印、3D 打印建模的入门进阶书。介绍了 3D 打印技术发展史、Neobox 3D 打印机、3D 打印材料。并以 Autodesk 公司的 3D 建模软件 123D Design 为工具,用通俗易懂的语言,系统、全面地讲解了 3D 打印模型的制作方法。

本书分三编共 16 章:第 1 编(第 1~4 章)介绍了 3D 打印技术发展史、3D 打印机、3D 打印材料,并引入 123D Design 建模软件;第 2 编(第 5~14 章)从实际应用出发,通过大量的实例,详细讲解了运用 123D Design 软件构建 3D 打印模型的技术;第 3 编(第 15~16 章)介绍了如何利用 123D Design 在线模型库组装 3D 打印模型。

本书可作为中职学校和培训机构的教材使用,也适合中小学、中职学校学生和 3D 打印爱好者自学 3D 打印模型的制作技术。

图书在版编目(CIP)数据

3D 打印一起学:123D Design/沈冰等编著. —上海:上海交通大学出版社,2017
ISBN 978-7-313-17364-5

I. 3... II. 沈... III. 立体印刷—印刷术 IV. TS853

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 142661 号

3D 打印一起学——123D Design

编 著:沈冰等

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:郑益慧

印 制:上海天地海设计印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:243 千字

版 次:2017 年 7 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-17364-5/TS

定 价:38.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:10.5

印 次:2017 年 7 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:021-64366274

前 言

3D 打印(又称“增材制造”)是快速成型技术的一种,它是一种以数字模型文件为基础,运用粉末状金属或塑料等可粘合材料,通过逐层打印的方式来构造物体的技术。作为一项前沿性的先进制造技术,3D 打印正快速地改变着人们的生产和生活,在教育、医学、建筑等领域发挥着越来越重要的作用。

在全球 3D 打印兴起的大背景下,3D 打印技术也在国内外作为培养学生创新能力的重要工具推广开来。国内中小学、职校和大中专院校等纷纷引入 3D 打印机,开设 3D 打印课程,成立 3D 打印社团,开展 3D 打印相关的教育活动。2015 年 2 月,工信部、发改委、财政部联合发布了《国家增材制造产业发展推进计划(2015—2016 年)》,意在抢抓新一轮科技革命和产业变革的重大机遇,加快推进我国增材制造产业健康有序发展。推进计划同时提出:组织实施学校增材制造技术普及工程,在学校配置增材制造设备及教学软件,开设增材制造知识的教育培训课程,培养学生创新设计的兴趣、爱好、意识。

目前国内专门介绍 3D 打印技术以及 3D 打印模型制作的教材尚处于空白状态,本书的编写旨在抛砖引玉,为推动国内中小学和职业学校 3D 打印技术的普及教育起到积极的作用。

本书是 3D 打印技术和 3D 打印模型制作的入门进阶教材,以 Autodesk 公司的 3D 建模软件 123D Design 为工具,系统、全面地讲解了 3D 打印模型的制作方法。本书的编写包含了以下特点:

- (1) 内容丰富,本书的实例涵盖了 123D Design 软件的所有功能模块。
- (2) 讲解详细,通俗易懂,条理清晰,图文并茂,使初学者能够通过自学独立掌握本书内容。
- (3) 写法独特,采用 123D Design 软件中真实的按钮、图标和对话框等进行实例讲解,使初学者能直观准确地操作软件,提高学习效率。
- (4) 突出实用性和可操作性,每一章节都配有实例,供读者练习,巩固所学内容。

本书由上海市实验学校东校沈冰主编,北京清软海芯科技有限公司施侃乐,上海海擎心科技有限公司李冰心、江小才参与共同编写。由于水平有限,书中尚存在一些错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

目 录

第 1 编 神奇的 3D 打印

第 1 章 3D 打印的奥秘	3
1.1 3D 打印发展简史	3
1.2 3D 打印的应用	4
1.3 3D 打印机分类和原理	7
第 2 章 3D 打印机(Nebox)	10
2.1 Neobox 3D 打印机打印操作	11
2.2 实例——打印一个书签模型	13
第 3 章 3D 打印材料	15
3.1 形形色色的 3D 打印材料	15
3.2 PLA 材料	16
第 4 章 3D 建模软件	17
4.1 专业级 3D 建模软件	17
4.2 Autodesk 123D Design	17

第 2 编 Autodesk 123D Design 建模软件

第 5 章 Autodesk 123D Design 安装和界面	21
5.1 软件下载和安装	21
5.2 认识 123D Design 界面	25
5.3 鼠标按键功能	27
5.4 对模型进行基本操作——移动旋转工具	29
第 6 章 基本几何体	31
6.1 立方体,球体,半球体	31
6.2 圆柱体,圆锥,圆环体	34

6.3 实例——雪人	35
第7章 基本几何体和平面图形	45
7.1 楔形,多棱柱,多棱锥	45
7.2 矩形,多边形,圆形,椭圆形	46
7.3 倒圆角,吸附	48
7.4 实例——飞机模型	50
第8章 布尔运算	54
8.1 并差交工具	54
8.2 实例——笔筒,飞碟	57
第9章 2D 草绘工具——草绘图形生成 3D 模型	61
9.1 矩形,多边形,圆,椭圆	61
9.2 多段线,样条线,两点弧,三点弧	63
9.3 草图圆角,剪切,延伸,轮廓偏移,投影	67
9.4 由 2D 草绘图形生成 3D 模型——拉伸工具	70
9.5 实例——机翼,尾翼,齿轮,机械零件	73
第10章 构建实体工具	83
10.1 拉伸,扫掠,旋转,放样	83
10.2 实例——壶模型	95
第11章 修改工具	99
11.1 按住拖动,扭动,分割面,分割实体	99
11.2 倒圆角,倒斜角,抽壳	106
11.3 实例——飞机起落架仓,高脚葡萄酒杯	111
第12章 阵列	116
12.1 矩形阵列(Rectangular Pattern)	116
12.2 圆周阵列(Circular Pattern)	117
12.3 路径阵列(Path Pattern)	119
12.4 镜像(Mirror)	121
12.5 实例——飞机发动机,轴承	122
第13章 成组	127
13.1 成组,解组,全部解组	127
13.2 实例——甲烷分子模型,装配飞机模型	130

第 14 章 几个工具	137
14.1 对齐,智能缩放,缩放,智能旋转	137
14.2 标尺,测量	140
14.3 文字	143
14.4 实例——刻图章	145

第 3 编 利用 Autodesk 123D Design 在线模型库装配模型

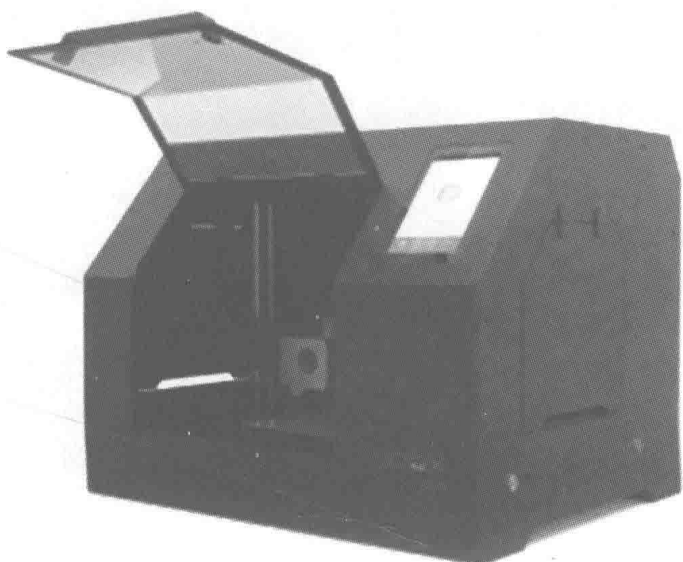
第 15 章 自行车	150
15.1 在线模型库	150
15.2 自行车模型部件下载	151
15.3 组装	152
第 16 章 机器人	155
16.1 机器人模型部件下载	155
16.2 组装	155
参考文献	158

第1编 神奇的3D打印

第 1 章 3D 打印的奥秘

3D 打印,又称增材制造技术,是快速成型技术的一种,它是一种以数字模型文件为基础,运用粉末状金属或塑料等可粘合材料,通过逐层打印的方式来构造物体的技术。

3D 打印通常是采用数字技术材料打印机来实现的。常在模具制造、工业设计等领域被用于制造模型,后逐渐用于一些产品的直接制造,已经有使用这种技术打印而成的零部件。该技术在珠宝、鞋类、工业设计、建筑、工程和施工(AEC)、汽车,航空航天、牙科和医疗产业、教育、地理信息系统、土木工程、枪支以及其他领域都有所应用。



1.1 3D 打印发展简史

1984 年,Charles Hull 在一家公司工作时产生 3D 打印的想法的。这家公司用紫外线使桌面涂料快速固化,他想,何不直接用这些材料来制造立体的东西?于是他将这种用瞬间固化的液体“打印”物体的技术取名光固化成型 Stereo Lithography Apparatus(SLA)。

1986 年,Charles Hull 创立了第一家专注发展 3D 打印技术的公司 3D Systems,并随后发布了第一款商用 3D 打印机。

1988 年,Scott Crump 发明了另外一种 3D 打印技术——熔融沉积成型(FDM),利用蜡、ABS、PC、尼龙等热塑性材料来制作物体,并于 1989 年成立 Stratasys 公司。

1989 年,C. R. Dechard 博士发明了选区激光烧结技术(SLS),利用高强度激光将尼龙、蜡、ABS、金属和陶瓷等材料粉烧结成形。

1993 年,麻省理工学院(MIT)教授 Emanuel Sachs 创造了三维打印技术(3DP),将金属、

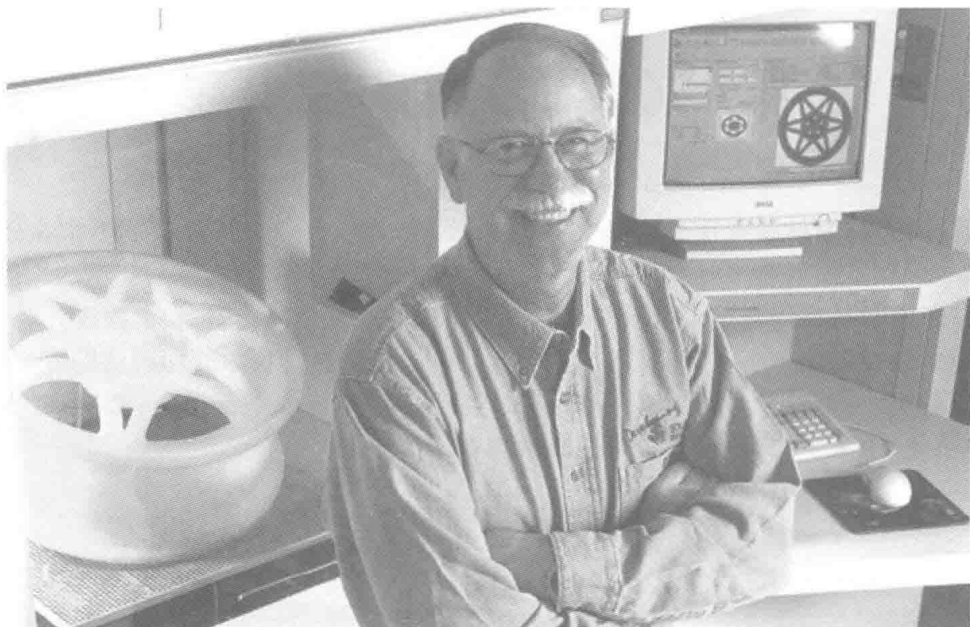


图 1-1 Charles Hull

陶瓷的粉末通过粘接剂粘在一起成形。

1995 年,美国 Z Corporation 公司获得 MIT 授权开发 3D 打印机。

1996 年,媒体第一次使用了“3D 打印机”的称谓。

2010 年 11 月,第一台用巨型 3D 打印机打印出整个身躯的轿车出现。

2011 年 8 月,世界上第一架 3D 打印飞机由英国南安普敦大学的工程师创建完成。

2012 年 3 月,美国总统奥巴马在卡内基梅隆大学宣布创立美国“制造创新国家网络”计划。由政府主导、联邦政府和工业部门共同斥资 10 亿美元逐步建立 15 个“制造创新中心”,组成创新网络。

2012 年 4 月,英国《经济学人》刊文《第三次工业革命》,认为 3D 打印技术将与其他数字化生产模式一起,推动第三次工业革命。

2012 年 8 月,美国“国家增材制造创新中心”成立,号称要成为增材制造技术全球卓越中心并提升美国制造全球竞争力。

2015 年 2 月,中华人民共和国工业和信息化部、国家发展和改革委员会、财政部联合发布《国家增材制造产业发展推进计划(2015—2016 年)》。

计划中也明确提出:组织实施学校增材制造技术普及工程。在学校配置增材制造设备及教学软件,开设增材制造知识的教育培训课程,培养学生创新设计的兴趣、爱好、意识,在具备条件的企业设立增材制造实习基地,鼓励开展教学实践。

1.2 3D 打印的应用

3D 打印,到底能做什么? 看看表 1-1 中的一些实例。

表 1-1 3D 打印应用实例

案 例	简 介
	<p>2011年,英国南安普敦大学完成的世界上第一架3D打印无人小飞机,翼展1.98米,最高时速161千米/小时,并且在飞行时几乎完全不发出任何声音</p>
	<p>世界上第一架3D打印的喷气动力无人机,2015年11月迪拜航展展出。翼展超过3米,仅重15千克,最高时速241千米/小时</p>
	<p>美国亚利桑那州的local Motors公司耗时44小时生产的3D打印电动汽车Strati。最高速度为80千米/小时,续航里程约为100千米</p>
	<p>上海青浦3D打印建筑交付使用,3小时建成,建筑能被使用50年,材料为建筑垃圾</p>

(续表)

案 例	简 介
	<p>上海第九人民医院用 3D 打印的人工髋关节,外面能同人体骨骼组织完全融合的多孔结构,里面光洁平滑的关节支撑面,这是传统制造技术无法胜任的工作</p>
	<p>2015 年底,以色列 Nano Dimension 公司用 3D 打印 PCB 电路板,该公司也因此获批在纳斯达克股票交易所上市</p>
	<p>德克萨斯州奥斯汀的 SolidConcepts 公司制造了全球首支用 3D 打印的布郎宁 1911 式手枪,外观上与原装布郎宁 1911 式手枪没有什么差别</p>

(续表)

案 例	简 介
	<p>清软海芯科技 3D 打印的煎饼,既好吃又好看</p>
	<p>用 3D 打印机做出一个自己,留下美好的青春记忆</p>
	<p>用 3D 为自己或你的好友度身定做一个小礼品,是不是很有创意</p>

1.3 3D 打印机分类和原理

由表 1-1 所列的实例可以看出,3D 打印是无所不能的,大到房屋,小到玩具;从航空航天尖端制造,到日常生活衣食住行,3D 打印都能做。正是因为这样,世界首个公布 3D 打印机开

源数据信息的科学家、英国工程学家阿德里安·鲍耶对中国青年报记者表示,“未来你想要什么,只需下载图纸,按一下‘打印’键,就可以去喝咖啡听音乐了,剩下的所有事,请统统交给打印机。”

3D 打印技术几乎是无所不能,但 3D 打印机却不是无所不能的,目前 3D 打印机有工业级和桌面级之分,其成型累积技术也有所不同。

1.3.1 3D 打印机分类

3D 打印机分类及其相应的累积技术如表 1-2 所示。

表 1-2 3D 打印机分类

分 类	累 积 技 术
桌面级 3D 打印机	熔融沉积成型技术 Fused deposition modeling(FDM),适合打印热塑性塑料、可食用材料
工业级 3D 打印机	熔融沉积成型技术 Fused deposition modeling(FDM),适合打印热塑性塑料,共晶系统金属、可食用材料
	选择性激光烧结技术 Selective laser sintering(SLS),适合打印金属粉末、陶瓷粉末
	光固化技术 Stereo Lithography Apparatus(SLA),适合打印光固化树脂
	粉末层喷头三维打印 Three-Dimensional Printing(3DP),粉末材料成形,适合打印陶瓷粉末,金属粉末,通过粘结剂粘结,需要后期烧结

表 1-2 是四种最早成熟的 3D 打印累积技术,其中 FDM 技术因为机器造价低廉,是桌面级打印机的首选。

1.3.2 3D 打印基本原理

基本原理是一样的,都是通过:[分层制造、逐层叠加]。把一个设计或扫描等方式做好的 3D 模型按照某一坐标轴切成无限多个剖面,然后通过精密加工机器 3D 打印机一层一层打印出来,并按原来的位置叠压到一起,然后固化或粘结,形成一个实体的立体模型,类似于高等数学中的积分。

图 1-2 为熔融沉积成型(FDM)打印机,打印 3D 模型的原理图,其他类型打印机与此类似。

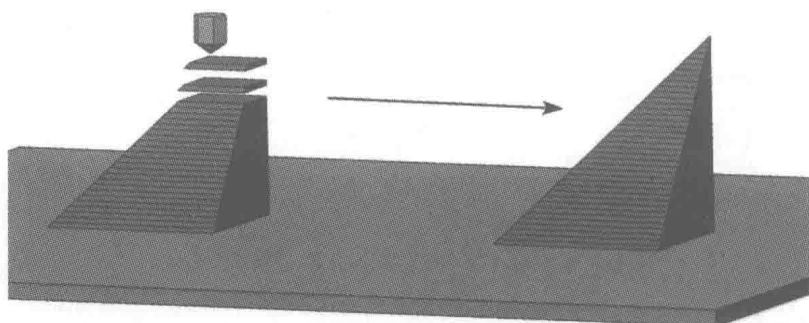


图 1-2 打印 3D 模型原理

本章小结

综上所述,我们基本了解了3D打印技术。大家来总结一下,要打印一个模型或物体,需要哪些东西?如图1-5所示。

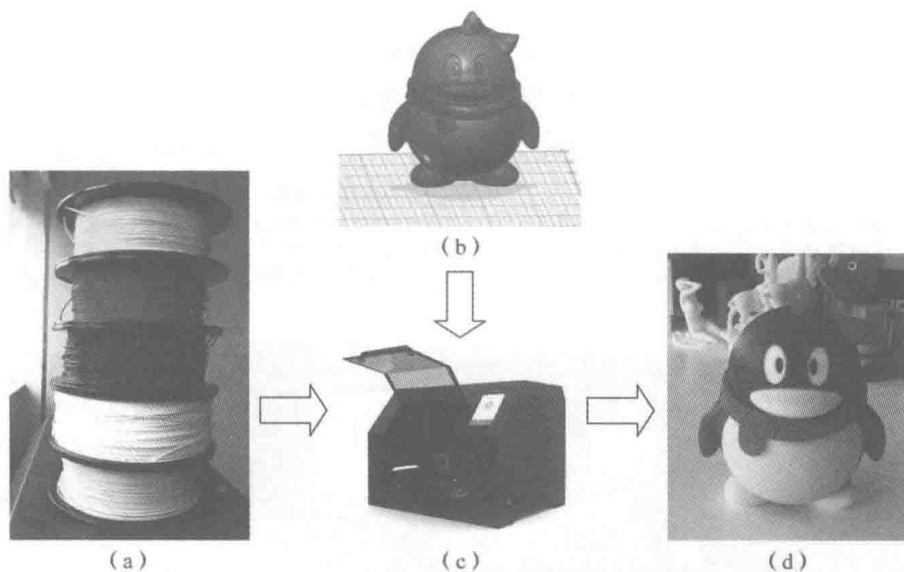


图 1-3 3D 打印模型实体

(a) 材料 (b) 数字 3D 模型 (c) 3D 打印机 (d) 模型实体

3D 打印机
材料
数字 3D 模型文件 } ⇒ 模型实体

有了打印机、打印材料、再有数字模型文件,就可以打印出一个实体模型出来。

第 2 章 3D 打印机(Nebox)

Neobox 3D 打印机(见图 2-1)是商用 3D 打印机的领跑者,由法国总统奖得主、巴黎卢浮宫夜景设计大师 Jean-Claude Paul 亲临设计,最顶级电动汽车外观设计团队及多名艺术家直接主笔的殿堂级准工业 3D 打印机,堪称个性化与工业化的最完美结合。

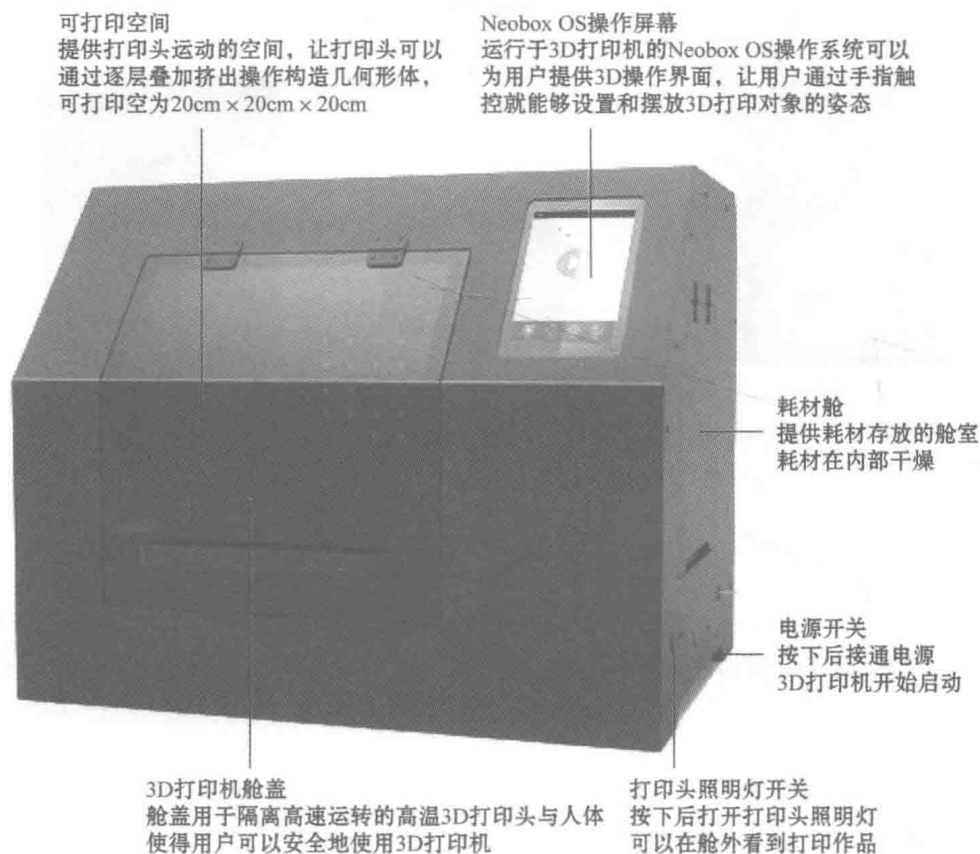


图 2-1 Neobox 3D 打印机

Neobox 3D 打印机的配置也相当高端,配备 7.1 英寸高清电容屏,1.6GHz A9 强劲处理器,支持 Wi-Fi/SD 卡/U 盘。除普通软件支持的 STL/OBJ 外还支持近 40 种网格和 CAD 格式。此外,高至 2GBRAM、16GB 的内存稳夺全球最高配置桂冠的四核之王。该打印机可达到工业级 0.025 毫米打印精度同时拥有 720 万立方毫米打印空间。独一无二的 3D 打印图形操作系统 Neobox OS,支持手绘操作,即使是 4 岁的儿童也可以使用。

与此同时,Neobox 3D 打印机可以通过互联网连接海量模型库,其中内置的 5 组高品质模型包,可以随时下载使用。内置独立的板载切片器,使打印机完全脱离 PC 运转,用户直接下载模型即可打印。另外,Wi-Fi 功能可随时接入网络的智能设备,在社交网络分享您的打印成果,免费无限升级获得最新版本无限资源。