

爱上3D打印

3D Printing

Make:

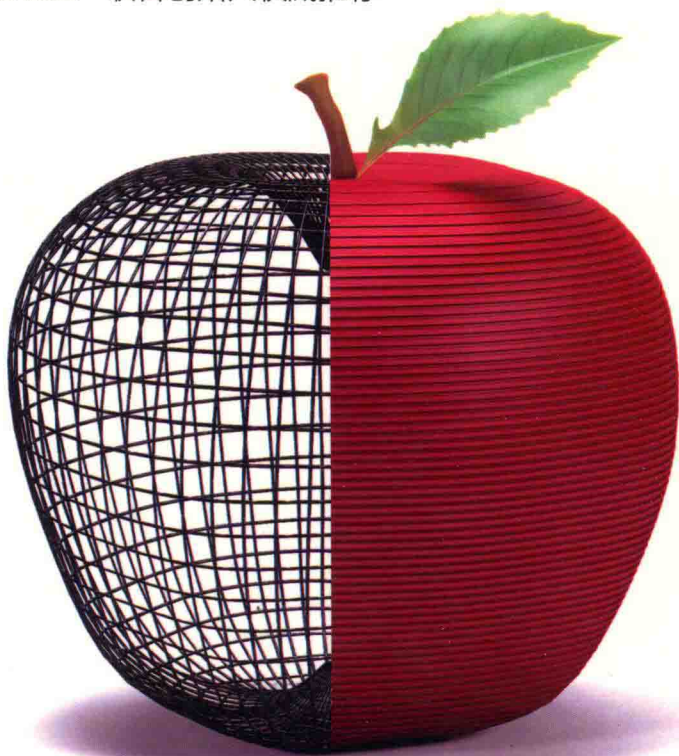
Getting Started with 3D Printing

爱上 3D打印

从零起步学三维立体打印实战技巧

告诉你新兴制造业革命背后的秘密

HoneyPoint3D™ 联合创始人权威推荐



[墨西哥] **Liza Wallach Kloski、Nick Kloski** 著

王玫芳 译



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

爱上 3D打印

从零起步学三维立体打印实战技巧



[墨西哥] **Liza Wallach Kloski, Nick Kloski** 著

王玫芳 译

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

从零起步学三维立体打印实战技巧 / (墨) 丽萨·沃拉奇·克洛斯基 (Liza Wallach Kloski), (墨) 尼克·克洛斯基 (Nick Kloski) 著; 王玫芳译. — 北京: 人民邮电出版社, 2017.5

(爱上3D打印)

ISBN 978-7-115-44988-7

I. ①从… II. ①丽… ②尼… ③王… III. ①立体印刷—印刷术 IV. ①TS853

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第051195号

版权声明

© 2017 year of first publication of the Translation Posts & Telecom Press.

Authorized Simplified Chinese translation of the English edition of Make: Getting Started with 3D Printing (ISBN 9781680450200) ©2016 Maker Media, Inc. published by O'Reilly Media, Inc.

This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to sell the same.

本书英文版版权归 Maker Media, Inc. 所有, 由 O'Reilly Media, Inc. 于 2016 年出版。简体中文版通过 O'Reilly Media, Inc. 授权给人民邮电出版社, 于 2017 年出版发行, 得到原出版方授权。版权所有, 未经书面许可, 本书的任何部分不得以任何形式重制。

内 容 提 要

本书言简意赅地介绍了什么是3D打印、需要什么设备和耗材、3D打印机的功能以及行业发展情况。本书不仅从宏观角度介绍了3D打印的两大主流技术原理, 还微观地介绍了3D打印机常见的硬件原型和3D模型设计、处理、切片的软件等实际操作技巧, 甚至还介绍了如何外包3D打印工作流的步骤、如何在家搭建3D打印工作间等, 提供了一幅不乏细节刻画的3D打印全景图, 适合初学者阅读。

◆ 著 [墨西哥] Liza Wallach Kloski Nick Kloski

译 王玫芳

责任编辑 魏勇俊

责任印制 周昇亮

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京缤索印刷有限公司印刷

◆ 开本: 690×970 1/16

印张: 10.75

2017年5月第1版

字数: 205千字

2017年5月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2016-5086号

定价: 59.00元

读者服务热线: (010) 81055339 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京东工商广字第8052号

作者简介

Nick Kloski

毕业于美国加州大学圣芭芭拉分校英语专业，在互联网发展最繁荣的时代先后入职 Sun Microsystems、Oracle，将多个项目复杂的技术构架转化成条理易懂的见解。16年高科技行业经验、勤奋奉献的工作精神和高瞻远瞩的战略眼光广受认可。他对3D打印机技术和机械层面有着深刻的理解，对行业潜能的预见高屋建瓴、发人深思。

2013年与妻子 Liza 共同创建了 HoneyPoint3D™ (<http://www.honeypoint3d.com>), 现负责教育和组织部门。

Liza Wallach Kloski

来自墨西哥瓜达拉哈拉，毕业于加州大学伯克利分校，2003年创立高端珠宝品牌 LizaSonia Designs，并入驻奥克兰的蒙特克莱区。她曾赢得多项设计和商业奖，是《企业家》杂志 StartUp 系列的零售专家作者。

2013年她带领 LizaSonia Designs 向3D打印行业成功转型，现负责 HoneyPoint3D™ 的快速原型设计部门和湾区3D打印小组的组织工作。

HoneyPoint3D™ 专注于提供3D打印网络教程、快速原型设计、3D建模服务、3D扫描业务及行业咨询，获得的行业奖项不胜枚举。

作为公认的3D打印专家，Nick和Liza曾接受CNN、RT、《洛杉矶商业时报》、KGO广播、湾区新闻及多家互联网媒体的采访。

译者简介

王玫芳，杭州铭展网络科技有限公司海外市场经理，从挖掘3D打印机卖点到认真聆听用户痛点，从学习国外行业领袖到引导客户挖掘3D打印应用的赢利点，她工作思路的改变体现着公司战略的升级和3D打印行业的发展。目前杭州铭展不仅生产设备，更致力于提供解决方案，打造3D打印生态圈。

译者序

3D打印技术一直被雪藏在高端专业领域，近几年终于飞入平常百姓家，桌面级3D打印行业的发展离不开众多3D打印机、耗材、软件等相关产品开发商的不断探索和挖掘，和互联网商业模式的催化。杭州铭展（Magicfirm）作为3D打印行业的第一批先遣军，从刚开始提供模型打印服务，到研发FDM打印机，创立MBot3D打印机品牌并销往全球，再到提供3D打印教育方案，打造3D打印生态圈……7年来每一步战略规划都离不开国内市场的驱动和国外同行的启发。

而这本由HoneyPoint3D创始人写的3D打印实操指南正是一本能给人带来启发的书，作者不仅介绍了3D打印技术理论，还从实操角度介绍了3D打印工作流程中涉及的软件和硬件，以及当前服务市场的业务现状。每个部分都从理论到实操，内容条理清晰，既不会给初学者带来太大的阅读压力，又不乏提供给想要深入学习者的线索，希望读者朋友们能借这本书敲开3D打印的大门，体验3D打印的魅力。

译者作为杭州铭展的一员，非常感恩这些年在3D打印行业的海外市场工作经验，感谢翻译期间公司同事和业内朋友的支持，尤其是CEO金涛先生的指导和建议。

本书涉及领域众多，译者在结合自身经验理解并查阅取证相关资料之后，仍有可能出现一些不妥和纰漏，敬请广大读者朋友批评指正。

王玫芳

杭州铭展网络科技有限公司海外市场经理

rosalie.wang@outlook.com

前言

翻开这本书时，一场改变生活的旅程跃然纸上，等你来探索！

合上这本书时，你家里可能已经多了一台3D打印机，即使没有，你也已经对3D打印了然于心。

本书将带你去体验和审视3D打印学习的全过程。开始你可能对这项划时代的技术一无所知，但读下去，你就会进入一个精英云集的世界，他们能点石成金，对我们周边的物理世界施以魔法。而你也将成为他们那样的造物者！

造物者这个概念可以追溯到几万年前，那时候坦桑尼亚的塞伦盖蒂大平原上还游荡着穴居的尼安德特人，他们在泥潭中匍匐的时候，造物者们学会了把木棍、石头、兽骨做成打猎求生的工具。而他们造出了带手柄的石器时，造物者们已经进入到了青铜器时代，用炼制出的矛头在山顶上刻下了名字。

斗转星移，时代变迁，造物者的力量依旧。新一代造物者挥舞着数字化制造的大旗改变着社会，他们用数控机床切割金属，用激光切割机雕琢木头，用电路板巧妙地驾驭着电……如今不管多么复杂的机器人都能驱使。但是可能没有比3D打印机更具实力的“炼金术”了。

就我个人经历而言，学3D打印并非总是充满欢乐，但绝对不乏成就感，记得我的第一台测试机开始工作时，那种新奇感无以言表——我在Thingiverse的网站上找到的模型数据，突然就在我的眼前实物化了！当然也有令人烦躁的时候，比如打印头堵塞、履带断裂、CAD软件出错。希望就在前方，但你要从哪儿起步？毫无疑问，这本书是个绝佳选择，本书由Liza Wallach Kloski和Nick Kloski亲自执笔。两位了不起的炼金师桃李六千，成功发起过多项教育项目，对3D打印的解析深入浅出，广受欢迎。他们两位将在你的漫漫学习路上为你解惑。尤其是当你的打印机线路混乱了、打印头堵塞了、打印底板不平了时，他们都会给你有益的指导。

很快，你会学会如何把想法变成实物，把数据变成物质，如何克隆生活用品，如何把它们传送到千里之外，如何改造，如何私人定制。你将会待神秘如友如己，

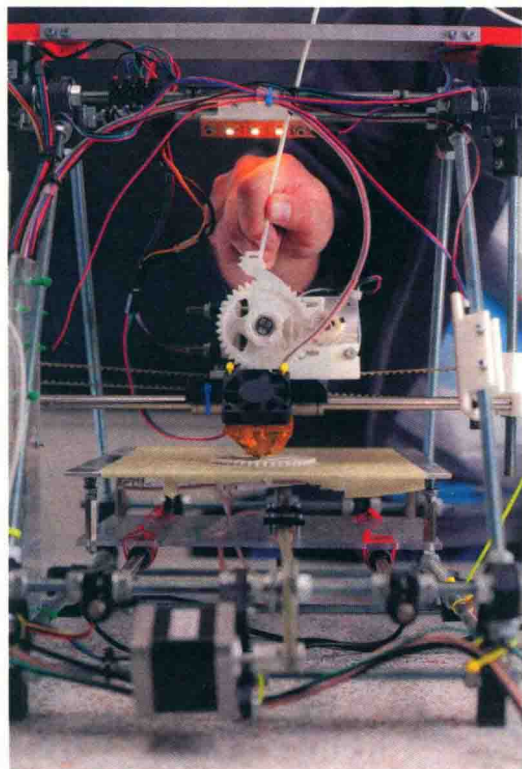
因为它可以发掘你的潜能。你甚至可能加入当地的老年俱乐部、创客空间，在那里的各种仪式中学会利用集体的力量去壮大自己的实力，挑战更大世界里的更强项目。最终，科技会越来越强大，人们可以制造出任何想要的东西，不管是多彩的雕塑，还是完整的电子设备，都能凭空制造出来。这就是当你结束这段旅途时应该看到的情形。朋友，当你读完这本书时你就正式入会创客联盟了。你就是造物者！

——Michael Molitch-Hou
3D打印产业（3DPI）主编
3D打印新闻网站领导者

3D 打印技术简介

我们应该为生在这个时代而感到幸运，因为科技，人可以支配环境。3D 打印机把工厂搬上了我们的桌面，打开了闻所未闻的新世界，带来了前所未有的新机遇。

工业级 3D 打印机早在 20 世纪 80 年代就出现了，直到 2009 年 Reprap 项目召集世界各地的程序员创建了开源代码库，这项技术才对个人爱好者和消费者开放，然后才有了个人级 3D 打印机，如图 P-1 所示。



图P-1 早期的开源3D打印机组装套件

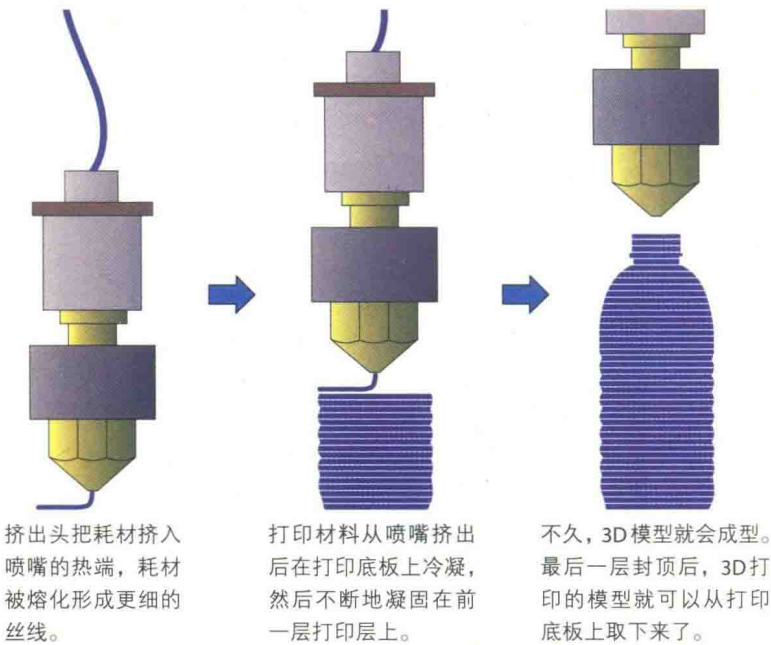
开源设计对技术爱好者们开放产品设计蓝图，让他们能免费接触到这项本来很贵的技术，从而为普通消费者有能力买桌面级 3D 打印机打下基础。

快进到2016年，包括工业级和桌面级在内的3D打印行业总产值约为70亿美元，预计2020年会超过172亿美元。谁也没有窥探未来的本事，但是我们相信3D打印将改变我们的设计和生产方式。

3D打印的工作原理

桌面级3D打印（别名增材制造）最常见的技术是熔融沉积（FDM），或称为熔丝制造（FFF），即通过一层层连续堆积材料来制造模型。打印耗材是一根细线，通过打印头时被高温熔化（温度一般是200℃）。之后的章节还会讲到其他技术原理，都是以层层堆积的方式进行制造的。

这种加工方式类似热熔胶枪，这个工具广为人知，可能你家里就有，或是在学校的手工课上用过。挤压手柄，胶就会被推到高温熔化区被软化，然后从喷嘴里像意大利面一样挤出来。想象一下，把胶一层接一层地绕着圆圈往上抹，冷凝后就会形成一段管子。同理，3D打印机把熔化的耗材在一个平坦的表面上一层层堆积起来，冷却后就会形成一个立体形状。图P-2更好地表现了这种技术的工作原理。大部分3D打印机采用FDM技术，买机器附赠一卷塑料丝料。



图P-2 打印头正在挨层堆积熔化的塑料，制作一个瓶子（图片编辑：Jeff Hansen，来自HoneyPoint3D公司）

其他的技术原理我们会在以后的章节讲到。3D打印机可以通过计算机发过来的数据文件准确地知道每一层的打印路径。

3D打印不同于2D打印

2013年，在我们加州奥克兰的一家3D打印机零售店里，总会有人问“墨放在哪里？”“用多少纸？”大部分人都还没意识到，3D打印和2D打印截然不同，前者是打印三维物体，后者是在纸上打印平面图形。今天，不论年龄、背景、兴趣，99%的客户都已经知道2D打印和3D打印的区别了。3D打印在过去几年里得到了媒体的大力关注，普通老百姓对它的了解增进了一大步。

因此，3D打印概念相对于传统的纸墨打印理念发生了本质性的区别，传统的文件格式，例如PDF和JPEG是没办法3D打印的，只有特殊的文件格式（也称为3D模型）才能打印。之后的章节会更详细地探讨3D模型。

开启3D打印旅程前的目标管理

3D打印比想象的难。这项技术相对还很新，不像家用电器那样即插即用。学习过程中要不断试错吸取经验才能成功。随着学习的深入，你会掌握到一些行家诀窍，以下是几点你可能遇到的常见情况。

打印失败

失败会非常多，尤其是首次打印。你要在试验中不断地自问这些问题：打印温度设置对了吗？3D文件是否有错误？打印底板放平了吗？

打印时间过长

你想打印一个手机壳？没问题！但是要花3个多小时。

打印机时常需要维护

电机突然故障，喷嘴热端堵塞，各种故障频出，你都得去修理。

有些打印作品需要前期和后期处理

有些在网上找到的3D模型不能直接打印，需要修改，有些打印出来的模型需要处理表面，你会发现砂纸可以对3D打印模型的粗糙棱角起到神奇的作用。

别担心！有我们！

3D打印不仅仅是一项技术，而且是一个囊括了软硬件等其他要素的生态圈。3D打印包括三部曲：前期学习、生成CAD文件和3D打印实物。读完本书，你会对整个系统有初步的宏观理解，你会感恩这段时间学习付出的努力，因为节约了你大把的时间和金钱，省去了你不少麻烦，避免今后所谓的“吃一堑，长一智”。我们犯了很多错误，所以你不必再犯了。

本书提要

本书提供了一幅最佳实操法的清晰地图，将指引你把3D打印带回家，引进教室、办公室，带领你从最初的好奇转向主动实践，希望你能享受其中的乐趣。这本书专为那些没有3D打印经验的人编写，当然即使你有一些3D打印经验，你也会从这本书中看到更大的蓝图、更多的可能。

本书将概述：

- 3D打印机工作原理
- 购买3D打印机及耗材的注意事项
- 设置和维护3D打印机
- 外包3D建模和打印服务
- 创建和修改3D模型
- 设计个人3D打印空间
- 3D打印的未来

系好安全带，做好准备，制造业革命正飞驰而来，让它来改变你的生活吧！

Safari电子书库

Safari电子书是一个按需取阅的电子图书馆，藏有来自世界顶尖作者所著的科技和商业题材书籍和影像资料。技术专家、软件开发、网页设计师、商业精英们都把Safari电子书城当作查阅资料、解决难题、学习和资格培训的首选资源库。这里提供了一系列关于企业、政府、教育机构和个体户的战略规划和定价方案。

会员可以在数据库里搜索上千本书籍、视频，甚至是出版前的创作手稿。

IV 爱上3D打印

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

出版商有创客传媒 (Maker Media)、奥莱利传媒 (O'Reilly Media)、Prentice Hall Professional、Addison-Wesley Professional、微软出版 (Microsoft Press)、Sams、Que、Peachpit Press、Focal Press、思科出版社 (Cisco Press)、John Wiley&Sons、Syngress、Morgan Kaufmann、IBM 红皮书 (IBM Redbook)、Packt、Adobe Press、FT Press、Apress、Manning、New Riders、McGrawHill、Jones&Bartlett、Course Technology 等几百家。请访问 <http://safaribooksonline.com> 了解更多 Safari 电子书库。

致谢

非常荣幸能够和 Maker Media 合作出版这本书。我们相信3D打印有改变世界的魔力，感谢这些机构和个人支持我们的研究和想法，给我们无尽的鼓励：

Roger Stewart

Brian Jepson

Neil

Alicia Moszee

Jeff Hansen

Susan Wallach

Deborah Wallach

Ari Wallach

Autodesk

Kudo3D Printrbot

Type A Machines

Solid Professor

Breathe-3DP

目 录

第一部分 3D打印的应用

第一章 想要革新?	2
制造业闭环	3
第二章 3D打印和创客运动	5
创客运动的影响	5
谁是创客?	5
3D打印生态圈助你成为创客	6
第三章 3D打印的应用	11
快速打造你的发明设计	11
一群有远见的公司正在推进3D打印的普及	12
别担心! 绝无额外消费, 复杂设计不加价	14
3D打印正在推动医疗保健事业的发展	15
3D 打印鞋垫	15

第二部分 硬件和打印选项

第四章 走近FDM 3D打印机	18
打印精度	20
外壳/机框	21

打印底板	23
直线运动控制	25
挤出头	28
耗材	31
FDM打印机使用小窍门	33
打印底板贴纸	34
切片器	36
良莠不齐的切片器市场	36
打印底板调平	38

第五章 走近SLA 3D打印机 40

工作原理	40
耗材成本	43
树脂耗材的种类	43
两种SLA机型：激光打印和数字光投影	44
Autodesk Ember（DLP机型）档案	45
Kudo3D Titan 1（DLP 机型）档案	46
FormLabs Form2（激光头机型）档案	48
树脂打印切片软件	49
SLA打印的支撑结构	51
小结	51

第六章 外包打印V.S.购买打印机自主打印 53

外包3D打印服务的优势	53
最受欢迎的外包服务机构	54
地方性外包服务的崛起	56
在家自主打印的好处	57

在家自主打印涉及的变量	58
产量问题：小批量生产	60
FDM打印机是入门者的最佳选择	61
选择合适的模型后处理方式	62
特殊机械因素评估	63
小结	64
第七章 3D打印 workflows 概览	65
3D模型文件格式	66
3D模型	66
如何将想法付诸实物	67
3D打印 workflows 的细节	68
3D打印 workflows 中任意一个环节都可以外包	71
第八章 找模型、修模型	73
下载3D模型	73
3D模型的使用许可和版权	74
用智能手机或数码相机建模	75
摄影测绘应用案例	76
3D模型文件格式和尺寸单位	77
创建含多种多边形网格的模型	78
3D打印前的模型修复	79
用Meshmixer修复模型	81

第三部分 CAD 自学指南

第九章 开启Tinkercad之旅	84
注册账号	85

制图前的准备工作	86
用Tinkercad创建模型	86
旋转模型	90
修改形状	91
修改尺寸	91
组合模型	94
完成作品	95
接下来怎么办?	100
第十章 敲开Meshmixer之门	102
初步入门	103
开启教程	104
雕刻数字黏土	105
添加支撑	107
创建球体	111
第十一章 打开Fusion360之窗	117
几何建模V.S.参数建模	118
打开Fusion360	118
主界面介绍	119
用Fusion360做戒指	121
给指环加装饰	127
修饰装饰	129
导出模型进行3D打印	130
第十二章 打造3D打印个人创客空间	134
准备工作	135

任务1: 买什么3D打印机	136
任务2: 安全第一.....	137
任务3: 给3D打印机最好的运行环境	139
房间硬件设施的配置建议	141

第四部分 展望未来

第十三章 3D打印将如何改变你我他的生活	146
人人都是创客奇才，家家都是造物神社	147
企业用3D打印增强客户黏度	148
组织机构用3D打印增强盈利能力的同时更加生态友好	149
本地经济受益于3D打印的商业用途	150
压轴戏还在后面!	151