

Make: 3D Printing Projects 3D打印 实用项目解析

[美] Brook Drumm &
James Floyd Kelly

John Baichtal, Rick Winscot,
Brian Roe, John Edgar Park,
Steven Bolin, Nick Ernst,
Caleb Cotter 著

陈启成 译



机械工业出版社
China Machine Press

Make: 3D Printing Projects

3D打印 实用项目解析

[美] Brook Drumm & James Floyd Kelly
John Baichtal, Rick Winscot, Brian Roe,
John Edgar Park, Steven Bolin,
Nick Ernst, Caleb Cotter 著
陈启成 译



图书在版编目 (CIP) 数据

3D打印实用项目解析 / (美) 布鲁克·德拉姆 (Brook Drumm) 等著; 陈启成译. —北京: 机械工业出版社, 2016.8

(3D打印技术丛书)

书名原文: Make: 3D Printing Projects

ISBN 978-7-111-54507-1

I. 3… II. ①布… ②陈… III. 立体印刷—印刷术 IV. TS853

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第184500号

北京市版权局著作权合同登记

图字: 01-2016-2697号

©2016 of first publication of the Translation China Machine Press.

Authorized Simplified Chinese translation of the English edition of Make: 3D Printing Projects (ISBN 978-1457187247) © 2015 published by Maker 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.

英文原版由Maker Media, Inc. 出版2015。

简体中文版由机械工业出版社出版2016。英文原版的翻译得到O' Reilly Media, Inc. 的授权。此简体中文版的出版和销售得到出版权和销售权的所有者——O' Reilly Media, Inc. 的许可。

版权所有, 未得书面许可, 本书的任何部分和全部不得以任何形式重制。

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

书 名/ 3D打印实用项目解析

书 号/ ISBN 978-7-111-54507-1

责任编辑/ 王春华

封面设计/ Anna Kaziunas France (英文版) 马冬燕 (中文版)

出版发行/ 机械工业出版社

地 址/ 北京市西城区百万庄大街22号 (邮政编码100037)

印 刷/ 中国电影出版社印刷厂

开 本/ 186毫米×240毫米 16开本 13.75印张

版 次/ 2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷

定 价/ 99.00元 (册)

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

购书热线: (010) 68326294; 88379649; 68995259

投稿热线: (010) 88379604

读者信箱: hzit@hzbook.com

译者序

时至今日，创客与 3D 打印已紧密联系在一起。一说起创客，通常都会想到 3D 打印机。3D 打印技术虽然已有 30 年的历史，但是过去一直在科研机构、大型企业中应用和发展，与普通大众的关系不是很紧密。随着技术的发展，市面上出现了桌面级别的 3D 打印设备。风靡全球的桌面型 3D 打印机正是出自创客之手，这种类型的打印机以低廉的成本、快捷的成型速度，为创客提供了发挥想象力的空间，帮助创客把头脑中的创意变为现实。从这一点来讲，3D 打印技术又为创客提供了成长的空间。

目前国内的创客和国外的创客一样，他们拥有创新想法，并通过硬件创造、软件开发、设计等手段，努力把创新想法变为现实且乐于和他人分享，而 3D 打印机的出现让创客的门槛再一次降低，创新、实践、分享也成为新一代创客的代名词。

目前我国正大力推进“大众创业，万众创新”，各地方政府也鼎力支持众创空间的发展，高校纷纷开设创客实验室，创客群体呈现出蓬勃发展的态势。但是，迄今为止，国内还没有一本系统针对创客的 3D 打印项目教程，而创客则在自行探索过程中前进，本书在国内的出版与发行会填补创客教育与 3D 打印技术应用的空白。通过具体案例的学习，可以帮助你掌握一些创客思维、方法和产品设计的理念，走上一条由模拟到自由开发设计的道路。

产品开发是个不断试错的循环过程，而创新设计更是如此。借助 3D 打印机，可极大地缩短创新产品开发的循环周期，其实，对于创客制作小发明也同样如此。在本书第 2 章里，作者写道在将 NeoPixel Ring 扣合到底座之前，他进行了 3 次测试打印，以微调环槽的外径和内径尺寸。最终找到了错误原因，是 NeoPixel Ring 与环槽配合过紧，致使根本无法取出，最终通过在底座底部钻孔，才把 NeoPixel Ring 推出来。结果是，作者在底座上设计了几个孔，来避免出现类似问题。

本书由 9 个项目案例构成，皆是国外创客无私分享的项目制作经验。这些项目由简单到复杂，适合不同层次的创客练习制作。而且本书还介绍了一些新的技术，例如，把分开打印的部件粘合，以及胶合与摩擦焊接技术联用的方法。再者，建议创客读者

触类旁通，正如 Skycam 项目的作者所提到的，完全可以把 Skycam 的控制部分应用到你的其他项目中，设计自己的能 3D 打印的带有流媒体摄像头的遥控汽车、坦克。还可以把花卉护理机器人测量探头间电阻值的部分移植到其他项目中，或者改造为测量热敏电阻、光敏电阻值，以实现不同的控制目的。

好了，做一个快乐的创客吧，玩得开心！

陈启成

2016 年 5 月

前言

不要再把 3D 打印机作为孤立的机器了——它们只是工具箱中的一种工具。

本书通篇在讲项目制作，其中包含了从简单实用到创意十足的项目。而这些项目都需要通过一台 3D 打印机来制作定制化部件。每个项目都使用了电子器件组装与手工装配技术特有的组合，同时还需要辅助工具、部件和软件。3D 打印机能够实现定制化制造，但你只是使用它创建物体，并不是用它来完成全部的制作过程。

因为人们已经不再认为 3D 打印机无所不能，接受了它只是“另一种工具”的理念，我们发现并持续证明了 3D 打印机本身是一种能够节省时间、具有多种功能的机器。与传统工具相比，3D 打印机能够缩减大量的时间，加速制作进程。当你能够设计一个小部件并可以恰当地、精确地钻孔时，为什么还要想着在小部件上去钻 $1/4"$ ^① 的孔呢？

增材制造过程还可为我们节省时间、金钱并减少痛苦。使用木材和铝材制作模型的业余爱好者需要花费大量的时间进行测量、切割和钻孔。由于错误或小的修改必定是相伴相随的，经常导致不得不从头开始，一遍又一遍地反复进行加工。

正如第 2 章所举的射线枪笔项目中的手枪握柄例子，当你在软件中完成了设计，进行打印测试，调整，然后又重新打印，这些操作可以显著缩短整个循环周期。在打印一个新部件的同时，还可以做项目中其他相关的工作，或者做一些更普通的工作，像做饭或修剪草坪等。

然而 3D 打印机并不能承担全部的工作。如果项目中需要添加一些 LED 或电动机，这些是不能打印出来的，需要对它们接线，并焊接到一起，以完成最终产品。

也许你拥有一台 3D 打印机已经有一段时间了，或者一直想找个理由购买一台，不过，“尤达^②的头部”雕像已不再新奇了。这个机器甚至可能闲置在某个角落，上面落满了灰尘。现在是该启用那台打印机进行工作的时候了！

① $1\text{ in}(1") = 25.4\text{mm}$ 。——编辑注

② 尤达是《星球大战》中重要的人物，是一位德高望重的绝地大师。——编辑注

本书中的每一个设计作品都经过精心构思，细致打印，并通过独特的方式组装起来。总之，这些作品通过可打印部件、融合各种工具和使用多种价格低廉的电子元件，展现了一系列极具个性化、突破极限项目能力的可选择方法。

即使从来没有接触过 3D 打印机，我们也希望这些项目能够激发和鼓励你去学习新技能，拓展你目前的能力，并唤醒你去创造的冲动。如果本书能够激励你去制作一些物品，那么，我们就完成了自己的使命。

Printrobot 创始人兼首席执行官 Brook Drumm

作家、创客、探险家 James Floyd Kelly

需要理解的事项

本书采用分步解释的方式介绍每一个项目，前提是你知道如何焊接，并掌握一定的电子产品知识。如果这些内容对于你而言是全新的，那么互联网上有大量的可用资源（在本书项目中，我们给出了部分资源的链接），另外 **Maker Media** 也已经出版了一些关于这些主题的书籍。

项目文件和代码

书中的每一个项目都被设计成适合在 Printrobot Simple Metal 打印机上打印，该 3D 打印机能打印的最大产品尺寸是 6"×6"×6"。

下载项目文件

本书中每一个项目所包含的最新定制化文件、代码和资源都可以在 Make: 3D Printing Projects 网站 (<https://github.com/Make3DPrintingProjects>) 上找到。

本书的组织结构

书中的项目由简单到复杂，难度逐渐提高。

第 1 章：3D 台灯

在本书开篇，Caleb Cotter 提供了一个非常棒的台灯模块化项目，它非常适合初学者学习，并能使他们快速将电子线路布置在 3D 打印的结构中。

第 2 章：20 世纪 50 年代的射线枪笔

你是否曾有真正喜欢的东西，又希望它有一点与众不同？James Floyd Kelly 带着读者一步一步地通过一个入门示例，详细介绍如何应用 3D 打印来增强已有物体。

第 3 章：二轴摄像机云台

你可能要为摄像质量的稳定性花一大笔钱，或者采用 Nick Ernst 的 3D 打印设计项目，制作自己的摄像机云台，这能比购买一台摄像机节省一半以上的资金。

第 4 章：泡泡机器人

John Baichtal 的泡泡机器人设备不仅能够吐泡泡，而且能够为（至少）3 种不同类型的泡泡自定义速度。

第 5 章：可充电电动螺丝刀

两把短使用寿命的电池供电螺丝刀提醒 Rick Winscot 进行拆解，结果是得到了一把重新设计过的 3D 打印电动螺丝刀。

第 6 章：仿真眼睛

前特效技术人员 Brian Roe 将指导你完成一套功能齐全、极富表现力的仿真眼睛作品，你可以轻松地把该眼睛作品应用于影片中的生物角色。

第 7 章：遥控倒三轮车

这是一辆光滑的、有光泽而且速度快的三轮车，就像是一辆昂贵的成品遥控车一样，但它是可以完全定制化的。Steven Bolin 提供了经济适用的设计方案，并为了应对使用过程中那些无法避免的碰撞，巧妙地使用了易于互换的可 3D 打印的替代部件。

第 8 章：Skycam

Brook Drumm 的 Skycam 是一个小机器人，它能够行走在一条绳子或索道上，甚至可以行走走到每一个角落！你还能够使用手机或者网络浏览器来遥控它，并从它的可平移、可倾斜的摄像机实时直播流媒体视频。

第 9 章：昌西：Wrylon 智能花卉护理机器人

去接触昌西（Chauncey）吧，它是一个完全自主运行的（并且绝对可爱的）植物监控机器人，使用一套微型浇水装置愉快地为植物浇水。John Edgar Park 将带着你去探讨这一复杂构造中的每一个细节。

作者简介

Brook Drumm 是 **Printrbot** 公司的创始人兼首席执行官。**Brook** 是一位美国创客，在自家的车库中开创他的副业。2011 年，**Brook** 经历过一次非常成功的 **Kickstarter** 众筹，之后一举成为众筹、3D 打印和蓬勃发展的创客文化方面的名人。如果你全身心投入充满激情的事业中，用鲜血、汗水和泪水就能够造就成功，**Printrbot** 公司就是个榜样。

James Floyd Kelly 是一名作家，现与他的妻子和两个年幼的儿子居住在亚特兰大。他拥有工业工程和英语学位，热衷于制作物品，撰写关于这些物品的文章，同时培训年轻的创客。他已写作了超过 25 本书籍，涉及从乐高机器人到开源软件，再到搭建自己的 CNC 机床和 3D 打印机等广泛的课题。

John Edgar Park 是迪士尼研究中心的一名制片人。他曾在迪士尼动画制作部门工作了 10 年，自 1994 年以来，他在不同的公司从事计算机图形学工作，包括 **IBM**、**Novalogic** 游戏工作室和 **Sony Pictures Imageworks**。**John** 是艾美奖提名剧集《**Make: Television**》的主持人和联合撰稿人。他定期在 **Maker Faires**（创意嘉年华大会）上展示自己的项目，并为《**Make:**》杂志和其他在线或印刷媒体策划、撰写技术项目文章。

Brian Roe 在内心深处是一名发明狂人，职业是机械设计师。多样化的职业生涯引领他走过许多有趣的路。他曾经是好莱坞影业的一名生物建模人员，并且是《机器人大战》剧组成功的格斗机器人团队中的一名成员。他还协助设计了用于电影《阿凡达》的 3D 摄像机。目前，他是 **Printrbot** 的一名工程师，还为 **The Long Now Foundation** 的 10 000 Year Clock 项目工作。

Steven Bolin 是 **Printrbot** 的制片人和研发部助理。他一直享受着动手制作物品的乐趣，覆盖从施工到室内的一些小活计，并从设计和制作 3D 打印机中寻找到了绝对的快乐。作为两个孩子的父亲，他喜欢制作物品和玩玩具，因此自然地 3D 打印技术产生了兴趣。**Steven** 希望持续开发能够将 3D 打印融入日常生活的新产品。

Rick Winscot 只要头脑中有思路，双手就能够将它实现，同时还大声播放着 **Art Blakey** 的歌曲。他将技术术语转变为现实……然而特殊的嗜好却是省略这个过程。

John Baichtal 撰写关于玩具、工具、机器人和业余电子学的书籍。他的第一本书是《**The Cult of Lego**》，这是一本探讨成人乐高玩家文化和制作的书籍。他也是

《 Maker Pro 》《 Robot Builder 》和奇幻小说《 The Locksmith's Apprentice 》的作者。现与妻子和三个孩子居住在明尼阿波利斯。

Nick Ernst 在海军陆战队 (Marine Corps) 服役了 8 年, 然后决定重返校园, 希望在电子工程领域谋一份职业。在加入 Printrbot 公司致力于电子领域工作之前, 他曾在 Parallax 公司工作了两年, 担任 Elev-8 多旋翼飞行平台的首席开发人员。实际上他是一位创客, 喜欢搞一些小发明和破解各式各样的电子产品。他信奉如果没有突破它们, 就不能充分地进行改进。

Caleb Cotter 是 Printrbot 的研发专家。他是一名对 3D 打印和快速原型制造充满激情的创客, 并对桌面制造提供的机会非常着迷。他平时不是在自家车库中做着破解工作, 就是在那里修理他的汽车。

使用示例代码

本书旨在帮助读者完成自己的制作, 通常情况下, 在你的程序和文档中可以使用本书列出的程序代码。除非你重新改写了代码中的重要部分, 否则不需要得到我们的许可。例如, 你所编写的程序使用了本书中的几段代码并不需要得到许可; 销售或发行包含本书中实例的光盘需要得到许可; 引用本书内容和示例代码来回答问题不需要得到许可; 将本书中大量的示例代码加到你的产品文档中时, 则需要得到许可。

我们很感激本书能得到各类引用, 但不强制约束。一个引用通常包括书名、作者、出版社和 ISBN。例如: “ *Make: 3D Printing Projects* by Brook Drumm and James Floyd Kelly (Make). Copyright 2016, 978-1-4571-8724-7.”

如果你对如何合理使用示例代码有疑问, 或对以上介绍的许可授权有疑问, 请通过 bookpermissions@makermedia.com 随时联系我们。

如何联系我们

请把关于本书的评论和疑问反馈给出版商:

Make:

1160 Battery Street East, Suite 125

San Francisco, CA 94111

877-306-6253 (in the United States or Canada)

707-639-1355 (international or local)

创客 (Make), 是由富有智慧、充满灵感的人群构成的团结协作的、富有创意灵感的、活跃的, 以及不断壮大的群体社区, 他们在自家的后院、地下室和车库开发一些奇妙的项目。创客, 可释放你应用任何技术到你所想的作品中的权利。创客, 一种不断成长的文化和社区, 爱好者相信能改善自我、环境、教育体系, 甚至改变整个世界。这已经远远超出了爱好范畴, 这是由创客主导的世界范围的运动, 可称之为创客运动。

有关创客的更多信息, 可访问我们的在线网站:

Make: magazine: <http://makezine.com/magazine/>

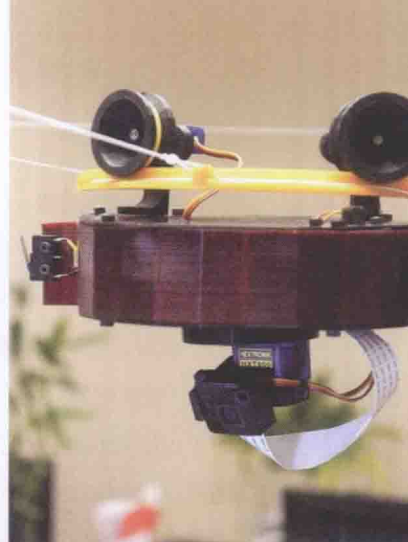
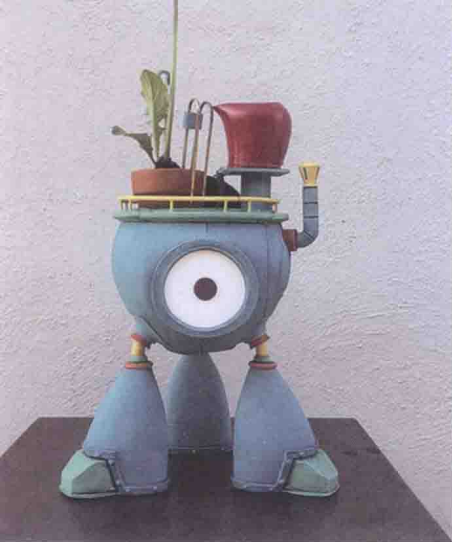
Maker Faire: <http://makerfaire.com>

Makezine.com: <http://makezine.com>

Maker Shed: <http://makershed.com/>

我们为本书建了一个网页, 其中列出了勘误表、实例和任何附加信息, 网页地址是 <http://bit.ly/make3Dprintingprojects>。

想要发表评论或询问有关本书的技术问题, 请发送邮件到 bookquestions@oreilly.com。



目录

译者序

前言

第1章 3D台灯	1
1.1 部件、工具和文件	2
1.2 打印所需的部件	3
1.3 为圆筒插孔接线	3
1.4 把LED驱动器连接到圆筒插孔	4
1.5 焊接连线到LED上	5
1.6 组装灯臂	6
1.7 连接底座	6
1.8 最终完成电子器件组装	6
1.9 收尾工作	8
1.10 可行的升级和改进	9
第2章 20世纪50年代的射线枪笔	11
2.1 部件、工具和文件	12
2.2 对射线枪笔的头脑风暴	13
2.3 选择一支笔	13
2.4 3D打印握柄	14
2.5 制作NeoPixel底座	19
2.6 测试电路	21
2.7 NeoPixel闪动	23
2.8 连接NeoPixel Ring	25

2.9 测试电路	25
2.10 转移电路	28
2.11 装配最终的电子器件	31
2.12 点亮它吧	33
2.13 升级和改进	34

第3章 二轴摄像机云台 37

3.1 部件、工具和文件	38
3.2 组装倾斜支座	39
3.3 组装旋转支座	43
3.4 组装底座和旋转电动机安装座	45
3.5 最终的装配和调平	47
3.6 设置电子器件	50
3.7 软件设置	53

第4章 泡泡机器人 59

4.1 部件、工具和文件	60
4.2 加工底架	61
4.3 组装底架	62
4.4 为底架喷漆	62
4.5 组装风机安装座	63
4.6 把风机固定到底架	64
4.7 固定步进电动机	64
4.8 装配联轴器到转轴	65
4.9 制作泡泡溶液储液槽	65
4.10 打印泡泡板	65
4.11 组装泡泡板	66
4.12 固定泡泡板	67
4.13 焊接排针	68
4.14 焊接步进电动机连线	68

4.15 增添电源连接	69
4.16 连接传感器	70
4.17 安装风机	71
4.18 下载和自定义代码	71
第5章 可充电电动螺丝刀	73
5.1 部件、工具和文件	74
5.2 电动螺丝刀拆解：我能修好它吗	75
5.3 我们可以重新制作它	78
5.4 光导管升级（可选）	80
5.5 安装电子器件	82
5.6 双刀双掷开关按钮	87
第6章 仿真眼睛	91
6.1 部件、工具和文件	92
6.2 可3D打印的文件	93
6.3 制作和安装连接杆	94
6.4 装配眼球框架	96
6.5 装配眼球	100
6.6 安装伺服装置	100
6.7 制作伺服摆臂	101
6.8 设置电子线路	102
6.9 加载代码	104
6.10 安装并使伺服摆臂居中	105
6.11 欣赏你的杰作	111
第7章 遥控倒三轮车	115
7.1 部件、工具和文件	116
7.2 3D打印的提示和配置文件	117
7.3 前轮装配	119

7.4 前转向装配	122
7.5 后轮装配	123
7.6 车架装配	126
7.7 转向组件	128
7.8 电子器件	132
7.9 编程和使用	135
7.10 附加配件	136

第8章 Skycam 139

8.1 部件、工具和文件	140
8.2 组装顶板	141
8.3 Raspberry Pi SD软件设置	143
8.4 为Raspberry Pi安装Google Coder	144
8.5 在Raspberry Pi上安装Pi-Blaster	145
8.6 安装MJPEG-Streamer并启用摄像头	147
8.7 组装中间部分	150
8.8 安装限位止挡	150
8.9 装配摄像头	151
8.10 安装摄像头组件到底板上	154
8.11 电子器件	156
8.12 电源和信号	156
8.13 连接Raspberry Pi	160
8.14 测试软件控制	161

第9章 昌西: Wrylon智能花卉护理机器人 165

9.1 部件、工具和文件	166
9.2 制作阶段	169
9.3 打印和组装腿部与足部	169
9.4 打印躯干	170
9.5 组装躯干	170

9.6 制作浇水装置	178
9.7 机电准备工作	179
9.8 喷漆	180
9.9 机电设备和软件概述	182
9.10 硬件组装	184
9.11 为Arduino编程	191
9.12 主要部件的植入和装配	194
9.13 测试和配置	195
9.14 升级	197
附录 安装Arduino库文件	199