

“十三五”
国家重点图书出版规划项目



奥松机器人
www.alsrobot.cn

Apress®

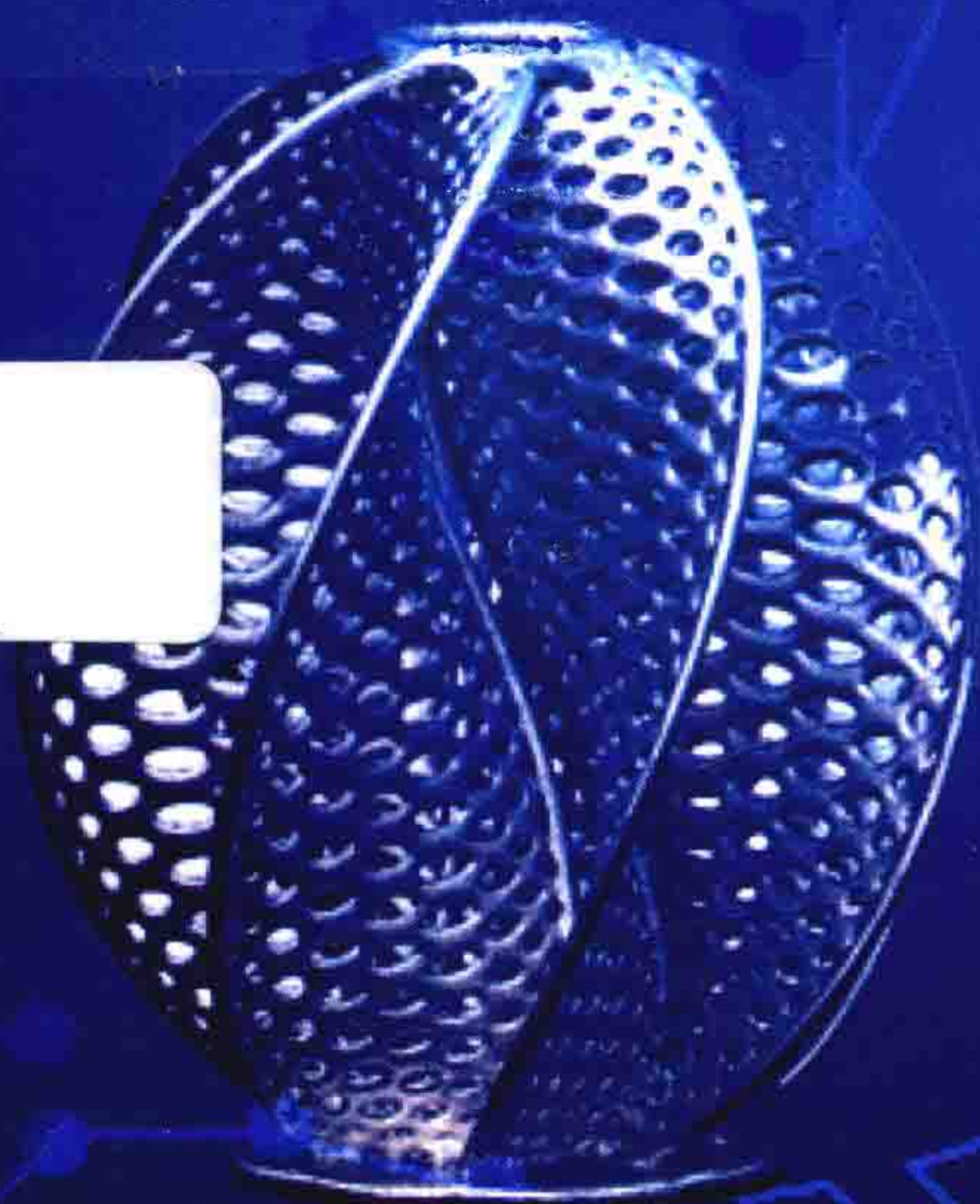
Maintaining and Troubleshooting Your 3D Printer

3D 打印实用手册

组装 · 使用 · 排错 · 维护 · 常见问题解答

[美] 查尔斯·贝尔 (Charles Bell) 著 糜修尘 译

- ◆ 实用而全面的 3D 打印完全指南
- ◆ 组装和校准 3D 打印机
- ◆ 挑选最适合的打印材料
- ◆ 诊断和排除不同的软硬件问题
- ◆ 例行维护
- ◆ 提升打印质量
- ◆ 设计和打印优秀的 3D 模型作品



 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Apress®

Maintaining and Troubleshooting Your 3D Printer

3D 打印实用手册

组装 · 使用 · 排错 · 维护 · 常见问题解答

[美] 查尔斯·贝尔 (Charles Bell) 著 糜修尘 译

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

3D打印实用手册 : 组装·使用·排错·维护·常见问题解答 / (美) 查尔斯·贝尔 (Charles Bell) 著 ; 糜修尘译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2018.7
(创客教育)
ISBN 978-7-115-47844-3

I. ①3… II. ①查… ②糜… III. ①立体印刷—印刷术—手册 IV. ①TS853-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第017148号

版权声明

Maintaining and Troubleshooting Your 3D Printer
By Charles Bell, ISBN: 978-1-43026-809-3

Original English language edition published by Apress Media.

Copyright © 2014 by Apress Media. Simplified Chinese-language edition. copyright © 2018 by Post & Telecom Press. All rights reserved.

本书简体中文版由 Apress Media 授权人民邮电出版社出版发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制本书的内容。

版权所有, 侵权必究

内 容 提 要

本书从3D打印机的搭建开始讲解, 对硬件、软件的配置与设置进行要点提示和常见问题解答, 对第一次进行3D打印经常遇到的困难做出解决方案, 使初学者在实践中得到知识的积累, 本书适合对3D打印感兴趣的初学者作为工具书查阅。对于那些有着数年3D打印经验的爱好者们, 也能够通过本书介绍的内容来进一步增强自己的技能。本书的内容分为四个部分。第一部分主要介绍3D打印技术、一些实用的组装技巧, 以及如何打印的设置和校准等。第二部分主要介绍如何对硬件、软件以及打印质量问题进行排错。第三部分主要介绍如何对打印机进行维护和升级。第四部分主要介绍如何设计零部件、打印后的精加工方法等。本书能够让爱好者们寻找到3D打印中的乐趣。

◆ 著 [美] 查尔斯·贝尔 (Charles Bell)

译 糜修尘

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>

北京市艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 27.75

2018 年 7 月第 1 版

字数: 639 千字

2018 年 7 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2015-2825 号

定价: 139.00 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: 京东工商广登字 20170147 号

内 容 提 要

本书从 3D 打印机的搭建开始讲解，对硬件、软件的配置与设置进行要点提示和常见问题解答，对第一次进行 3D 打印经常遇到的困难做出解决方案，使初学者在实践中得到知识的积累，本书适合对 3D 打印感兴趣的初学者作为工具书查阅。对于那些有着数年 3D 打印经验的爱好者们，也能够通过本书介绍的内容来进一步增强自己的技能。本书的内容分为四个部分。第一部分主要介绍 3D 打印技术、一些实用的组装技巧，以及如何进行打印的设置和校准等。第二部分主要介绍如何对硬件、软件以及打印质量问题进行排错。第三部分主要介绍如何对打印机进行维护和升级。第四部分主要介绍如何设计零部件、打印后的精加工方法等。本书能够让爱好者们寻找到 3D 打印中的乐趣。

本书简介

现今，3D 打印机已经变得越来越常见。随着 3D 打印技术的不断发展，它正在快速地受到越来越多具备一定经济实力的人的欢迎和喜爱。而热爱 3D 打印也不再和昏暗的地下室、车库、工作室，以及书呆子般的工匠形象联系在一起。

本书面向的读者

我撰写本书的目的是将我对 3D 打印机的热情分享给所有希望加入 3D 打印世界，但是却不具备相关的知识，又或者是没有充足的时间来挖掘多如牛毛的论坛讨论或是从语焉不详的百科中挑选出对于学习使用和维护 3D 打印机真正有用的内容的人。我希望本书能够帮助你补足从一本薄薄的甚至有时不存在的使用说明里获取不到的、专家等级的知识和经验。

因此本书主要面向那些刚刚接触或者是略微了解 3D 打印，并且希望更加深入了解它们的爱好者们。对于那些有着数年 3D 打印经验的爱好者们，也能够通过本书介绍的内容来进一步增强自己的技能。

更重要的是，我撰写本书是希望能够帮助那些在学习 3D 打印过程中遇到挫折的人们。我曾经和许多遇见挫折的人交流过，也读到过一些人在尝试 3D 打印却一直遭受失败之后发出的哀叹。我希望通过本书介绍的内容，能够让二手网站上组装了一半，甚至是使用时间没有超过 10 小时的全新 3D 打印机彻底消失。也许这个愿望很遥远，但是只要本书能够让至少一个人重新开始寻找 3D 打印中的乐趣，那么我也将会十分开心。

本书的结构

本书的内容分为四个部分。第一部分主要介绍通用性较强的主题，包括 3D 打印技术的简介、一些实用的组装技巧、如何进行打印的设置和校准等。第二部分主要介绍如何对硬件、软件以及打印质量问题进行排错。第三部分主要介绍如何对打印机进行维护和升级。第四部分主要介绍如何设计零部件、打印之后的精加工方法，以及如何为逐渐增长的 3D 打印社区

做出贡献等主题。

第一部分：3D 打印入门

本书的第一部分是为了帮助你入门 3D 打印，它包含了对于 3D 打印技术、相关软件和硬件的简单介绍。其中的主题包括如何挑选合适的丝材、购买和组装 3D 打印机、校准和设置 3D 打印机以及如何配置 3D 打印软件，此外还有一些帮助你进行第一次 3D 打印和优化 3D 打印机设置的小技巧。

- 认识 3D 打印。第一章简单地介绍了 3D 打印技术，包括 3D 打印机的构造以及打印时用到的软件和丝材种类。
- 获取 3D 打印机。第二章介绍了 3D 打印机的分级、3D 打印机上常见的功能，以及如何决定购买还是组装一台 3D 打印机。
- 组装 3D 打印机：实用技巧。第三章详细介绍了组装和维护 3D 打印机过程中用到的各种工具。它还包含了一节介绍如何组装属于你的 3D 打印机的内容，主要是组装过程中的各种实用技巧。
- 配置打印软件。第四章展示了如何在计算机和打印机上安装 3D 打印软件，同时还详细介绍了如何在打印机上配置 Marlin 固件。
- 校准 3D 打印机。第五章则介绍了 3D 打印的准备工作中最重要的步骤，即如何正确地进行校准，保证各项硬件正常工作。从轴机构、限位开关到控制电路，这一章将能够帮助你正确地校准 3D 打印机。
- 尝试第一次打印。第六章将会帮助你为打印准备好打印基板，包括介绍了各种不同的表面处理方式，以及针对不同的丝材种类应当如何对打印基板进行处理。它还介绍了如何设置 Z 轴的初始高度、配置切片软件来导出打印文件，以及如何通过打印某些物体来测试打印机的性能。

第二部分：排错

第二部分则开始介绍 3D 打印中十分艰难的排错和改善打印质量的过程。它包含了如何诊断硬件和软件问题的章节。你还会学到如何诊断打印质量问题，例如打印品底层的黏附问题（翘边）或者其他可能出现在打印品上的异常状况。这一部分里还有许多帮助你最大化利用 3D 打印机的实用技巧。

- 解决硬件问题。第七章介绍了应当如何进行排错，包括观察和诊断问题的技巧。尤其详细介绍了如何检查与硬件相关的问题，包括与打印丝材、挤出机以及轴机构相关的故障。
- 解决软件问题。第八章则介绍了由软件导致的问题，例如导出.stl 文件过程中的故障或是校准固件的过程中由于意外、硬件变化或升级导致的故障。

第三部分：维护和升级

第三部分将会带你熟悉维护 3D 打印机相关的概念，其中包括校准、调整、清洁，以及修复打印机的各项零部件。你还会学到如何通过升级和改进 3D 打印机的各项功能来延长它的使用寿命。

- 3D 打印机的维护：检查和调整。第九章介绍了应当如何进行 3D 打印机的维护，以及一系列帮助你在故障发生前就实现预知的现象。它还介绍了每次打印之前为了保证打印机正常工作需要进行的例行检查和维护。
- 3D 打印机的维护：预防和修复性维护。第十章则详细介绍了需要你周期性进行的维护事项，它们能够修正 3D 打印机的磨损和校准问题，例如对活动零部件进行清洁和润滑。它还介绍了如何修复出现故障的零部件，包括 3D 打印机上常见的几个故障问题。
- 3D 打印机的升级和改进。第十一章里介绍了如何提升 3D 打印机的性能，包括对现有功能进行改进，以及升级和添加全新的功能。此外还介绍了几种流行的 3D 打印机型号上的一些关键升级。

第四部分：精进技艺

第四部分为你在 3D 打印世界中的旅程做了个总结，向你介绍了如何成为 3D 打印社区里具有贡献的一员。它还介绍了如何对打印品进行修饰处理，以及如何设计可以打印的 3D 模型。最后，书中还介绍了一些通过 3D 打印来解决生活问题的例子，希望它们能够激发你的创造力。

- 学会处理物体。第十二章将会带领你开始处理 3D 打印品，首先从介绍使用 OpenSCAD 设计自己的物体开始，还包括将现有的模型和自己的 OpenSCAD 代码结合起来进行修改的相关内容。你还会学到如何对打印品进行上漆或者其他的表面处理手段。
- 更上一层楼。最后一章介绍了加入 3D 打印社区的相关建议和需要注意的礼仪。它还介绍了一些你可以尝试的复杂项目，包括如何复制一台 3D 打印机，以及一些如何利用 3D 打印机来解决家中出现的生活问题的实例。

附录

附录里包含一系列关于诊断打印质量问题、打印故障或者其他软硬件问题的表格，它们能够帮助你快速地确定问题的来源。

如何使用本书

你可以通过多种方式来运用本书，实际的使用方法则取决于你的经验水平，以及能够投入在学习上的时间长短。毕竟，你希望能够更好地享受自己的“新玩具”，不是吗？接下来我们将会介绍几类不同等级的 3D 打印爱好者。你也许发现自己同时符合其中的几类描述，这并不是问题。因为这里介绍的并不是阅读本书和使用书中内容的唯一方式。实际上，你可以从头到尾完整地阅读本书或者随时根据自己的需要来挑选某些章节进行阅读。只要你能够明确自己的需求，这些都不是问题。但是如果你需要一些指引的话，那么希望接下来的内容能够对你有所帮助。

3D 打印新手

这里指的是那些刚接触 3D 打印技术，并且刚刚购买或者是准备购买 3D 打印机的爱好者们，同时还包括那些希望学习如何自己组装 3D 打印机的人们。你将会学到关于 3D 打印机的一切，包括组装过程中用到的各种硬件以及运行时需要的软件。

如果这些内容能够满足你的需求，那么我推荐你在详细地阅读本书的前两部分之后，再开始花费时间来熟悉你的打印机。即使你购买的是一台商业打印机，我也希望你能够这样做。你花在阅读、学习和后续正确执行校准和配置上的时间将会是决定你成败的关键。

当你能够让打印机正常工作并成功打印了一些物体之后，接着就可以尝试本书第三部分中的内容，它能够帮助你了解打印机的维护需求。此外还有一章是介绍如何给 3D 打印机添加缺失的功能。当你准备好学习如何更好地利用 3D 打印机，以及如何对物体进行打印后的修饰处理时，就可以开始研究本书的第四部分了。

拥有 3D 打印机，但是需要帮助来让它正常工作

这一部分的内容针对那些有着一定的 3D 打印机使用经验，但是又希望进一步学习它的工作原理，以及更重要的，如何调节打印机来提升打印质量的爱好者们。

如果这就是你的目的，那么我推荐你首先浏览本书的第一部分来确保了解了 3D 打印技术的各项关键概念。即使完成了 3D 打印机的配置并且安装了相关的软件，你依然可以通过阅读相关的章节来更加全面地了解 3D 打印技术，并且学习如何选择合适的丝材、硬件和软件解决方案。

到这一步之后，我推荐你详细阅读本书第二部分和第三部分中的每一章内容，并且依次尝试你学会的各种技巧，包括打印机的校准、设置、维护以及排错。排错是大多数爱好者经常会遇见挫折的内容。正如我在某一章中介绍的那样，对于常见的问题可能有着多种解决思路和解决方案；但是其中一部分更像是魔法和幻想，一部分只能在少数情况下生效，而大部

分也只适用于特定的型号或者特定的情境，并不能作为通用方案。如果你遇到了打印问题，这些章节将会向你介绍许多能够帮助你解决问题的实际方法。

在设置完打印机并解决了可能出现的问题之后，你就可以进入本书的第四部分来学习如何将你的爱好进一步精进，包括对打印品进行表面修饰处理、学习如何通过分享你的想法和设计来成为 3D 打印社区的一员。

拥有一台 3D 打印机，但是希望做更多

这一部分的内容面向那些有使用 3D 打印机的经验，但是又感觉自己没有充分利用 3D 打印机的爱好者们。^①换言之，如果你希望深入研究 3D 打印并成为一个真正的 3D 打印爱好者，而不仅仅是 3D 打印机的使用者。

如果你发现自己符合这样的描述，并且很可能你已经有了相关领域的经验，我推荐你从目录开始，并且挑选那些你已经掌握的、希望进一步研究或者复习的章节来进行阅读。当然这些内容主要出现在本书的第一部分。

同时，我推荐继续详细地阅读书中的第二部分和第三部分，因为学会如何正确地进行排错和维护是成为专业爱好者所必须掌握的关键技能。此外，希望第四部分的内容能够让你融入到 3D 打印社区当中，并且用自己所掌握的技能来帮助其他人。

下载源代码

书中各个范例的代码可以在 Apress 网站上下载。你可以在本书相关信息页面里的源代码/下载（Source Code/Downloads）标签页里找到相应的链接。标签页的入口位于页面中相关书籍区域的下方。

联系作者

如果你有任何问题或者建议，或者是发现了书中的错误，可以通过邮箱 drcharlesbell@gmail.com 联系我。

^① 几年前的我也处于这样的状态，因此我很理解这样的想法！

献词

谨将本书献给我去世的父亲，理查德，他教会了我
终生受用的机械学、电子学和汽车相关的技巧。

他启发了我对于事物工作原理的好奇心以及
尝试维修各种不同事物的欲望。

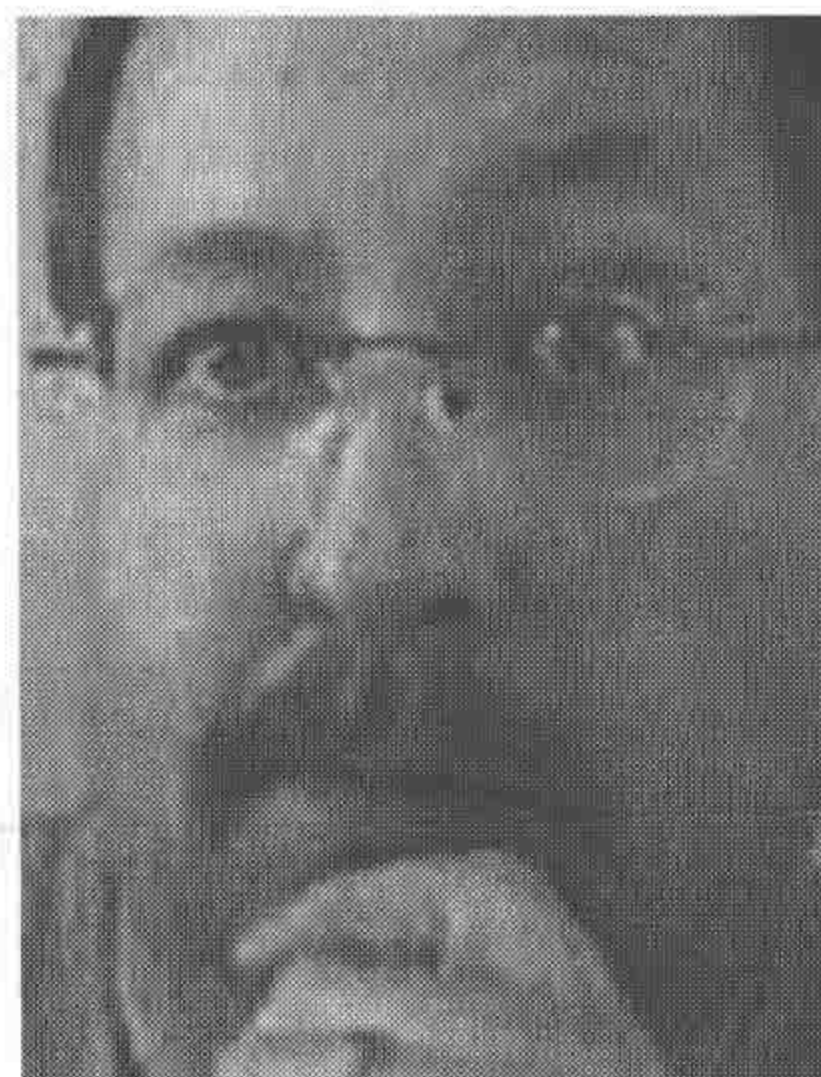
我希望自己作为一名工程师的工作生涯能够满足他对于我的期望。

——查尔斯·贝尔博士

关于作者

查尔斯·贝尔博士 (Dr. Charles Bell) 专注于研究各种不断出现的新技术。他是甲骨文公司 MySQL 开发团队的一员，领导了 MySQL Utilities 工具的开发。他和妻子住在弗吉尼亚州乡村的一个小镇里。他于 2005 年从弗吉尼亚联邦大学获得了工程学博士学位。他的研究方向包括数据库系统、软件工程、传感器网络和 3D 打印。他将自己有限的业余时间都花在了钻研微处理器和 3D 打印上。

贝尔博士的研究和工程学经验让他将本书的内容变得十分充实。他在工作、业余时间和生活中都是一名专业的工程师，并且在组装、维护和使用 3D 打印机上有着丰富的知识和经验。



关于技术顾问

里奇·卡梅隆 (Rich Cameron, 网名 “Whosawhatsis”) 是 Deezmaker 3D 打印公司研发部门的副总裁，负责设计了 Bukito 便携式 3D 打印机。里奇是一名经验丰富的开源开发者，并且多年以来都是 RepRap 打印机发展社区的关键成员。里奇个人曾经组装过许多早期经典型号的 3D 打印机，并且能够从古旧的 3D 打印机上获得极佳的性能表现。当他没有忙着尝试着改进他自己的 3D 打印机时，无论是切片软件的设置、固件设置还是硬件，他喜欢将自己的知识和经验分享出来，从而帮助所有人的 3D 打印机都变得更好。

致 谢

感谢 Apress 出版社杰出和热情的全体工作人员。感谢我的编辑米歇尔·洛曼 (Michelle Lowman) 和流程编辑凯文·沃尔特 (Kevin Walter)，对我的理解和耐心。他们对我完成本书给予了极大的帮助。我还要感谢 Apress 出版社的印刷人员让我在书上看起来这么棒。感谢你们！

我要特别感谢本书的技术顾问理查德·卡梅隆 (Richard Cameron)，感谢他在我写作过程中提供了深邃的洞察力、建设性的批评意见，以及在我最需要的时候给予我指导。我还要感谢我的朋友们鼓励我完成本书的写作。最重要的，感谢我的妻子安妮特，感谢她在生活中的忍耐，以及对我长时间独自写作的理解。

目 录

第一部分 3D 打印入门

■ 第一章 认识 3D 打印.....	3
从头开始	4
3D 打印是什么?	4
熔丝制造的工作原理.....	6
3D 打印软件	7
计算机辅助设计.....	8
挑选 CAD 软件	9
Blender.....	10
OpenSCAD.....	11
Thingiverse: 一个模型素材库	12
计算机辅助制造	14
挑选 CAM 软件.....	17
MakerWare	17
Slic3r.....	20
打印丝材特性.....	21
固件.....	22
挑选固件.....	23
打印机控制.....	27
Pronterface	28
Repetier-Host.....	29
3D 打印机硬件.....	32
轴的运动.....	32

最小值和最大值限位开关和碰撞	33
步进电机	34
挤出机构（挤出机）	35
打印平台	36
控制电路	37
框架	37
打印丝材种类	38
ABS 或者 PLA：哪种最好？	40
切换丝材	41
对 3D 打印机的期望	41
易用性	42
打印质量	42
可靠性	43
易维护性	44
总结	44

■ 第二章 获取 3D 打印机 45

3D 打印机的级别	45
专业级	46
消费级	49
业余级（RepRap）	53
订制属于你的打印机套件	59
制定计划	60
获利守则	61
未来的风险	63
3D 打印机的功能	64
打印容积	65
打印丝材	65
热端类型	65
液晶屏	68
SD 卡读卡器	68
送丝结构	68
网络连接功能	68
无线网络支持	68
可调节打印床	69

丝材清洁器	69
丝材卷支架	69
可加热打印床	69
打印床的散热风扇	69
电路散热风扇	70
打印床自动调平	70
组装还是购买?	71
组装 3D 打印机的理由	71
购买 3D 打印机成品的理由	71
如何进行选择?	72
购买二手 3D 打印机	73
总结	74
第三章 组装 3D 打印机: 实用技巧	75
必须的工具和技能	75
工具质量: 重要吗?	76
各种工具	77
技能	89
再议 3D 打印机套件	90
完整套件	90
零部件套件	92
配件套件	93
组装 3D 打印机的技巧	94
一般事项	95
框架零部件	100
活动零部件	103
电路部分	105
最终检查	109
总结	113
第四章 配置打印软件	114
在打印机上安装和配置固件	114
挑选固件	115
认识 Marlin 固件	115
Arduino 教程	116

下载 Marlin 固件.....	118
参数值的相关计算.....	119
配置 Marlin 固件.....	125
编译和上传.....	135
项目：定制 Marlin 固件.....	136
添加自定义菜单项.....	137
显示欢迎信息.....	138
在计算机上安装软件.....	140
选择打印机控制软件.....	140
安装 Repetier-Host.....	141
连接打印机.....	141
进行最终测试.....	143
项目：构建 3D 打印机共享服务器.....	144
树莓派教程.....	145
配置树莓派硬件.....	147
配置树莓派软件.....	148
连接和使用 OctoPi.....	149
总结	152

第五章 校准 3D 打印机.....153

设置限位开关.....	153
X轴限位开关	154
Y轴限位开关	155
Z轴限位开关	156
校准步进电机.....	159
校准各个轴.....	160
必备工具.....	161
X轴	161
Y轴	163
Z轴	164
校准挤出机.....	165
调平可加热打印床.....	169
框架和机壳.....	171
总结	172

■第六章 尝试第一次打印	173
为打印做准备	173
准备合适的打印表面	174
设定 Z 轴高度	186
切片软件校准	187
打印你的第一个物体	193
打印流程	193
校准打印	195
寻找能够打印的设计	198
从零开始	199
搜索设计	199
下载设计	200
总结	202

第二部分 排错

■第七章 解决硬件问题	207
排错方法	208
创建基准线	209
观察和记录	210
考虑可能的成因	211
挑选一个成因并进行修正	212
硬件故障	214
丝材	214
挤出机和热端	217
黏附问题	219
轴和机壳	224
电路	227
总结	232
■第八章 解决软件问题	233
切片软件	234
底层丝材的黏附问题	234
打印质量问题	238