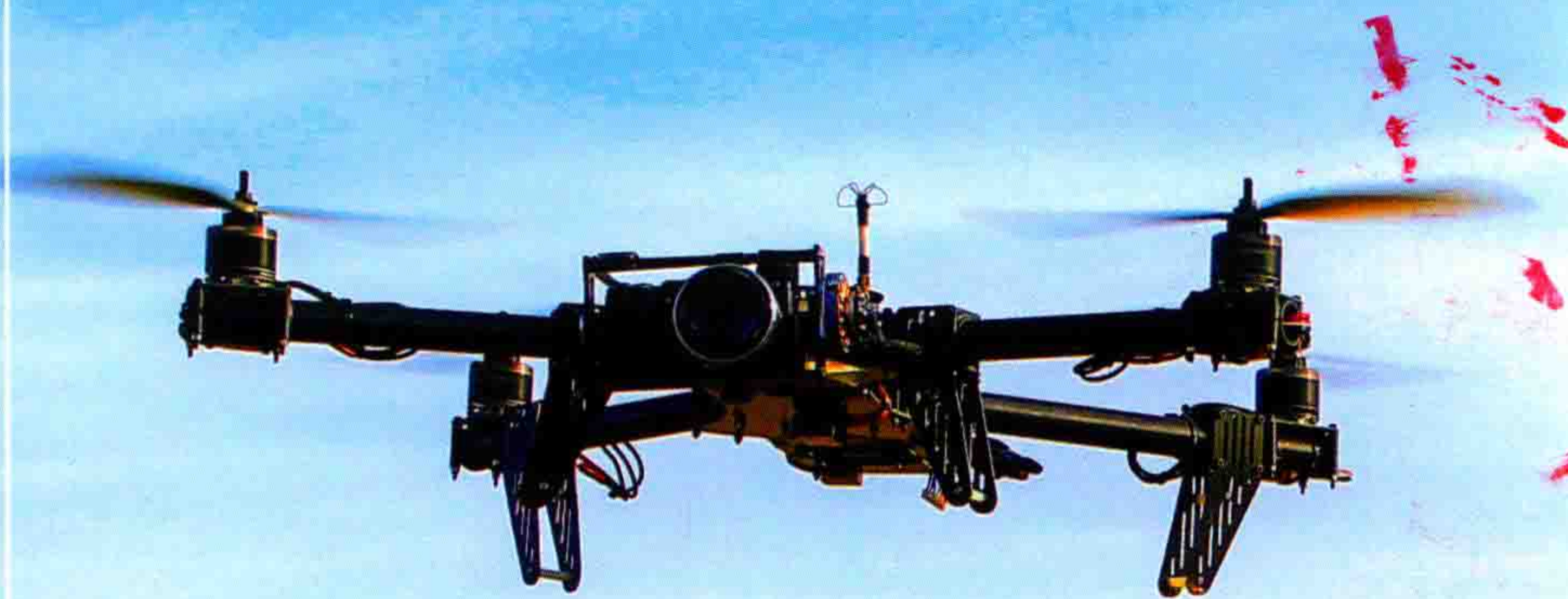


Make:

Getting Started with Drones

自己动手 制作无人机



[美] **Terry Kilby & Belinda Kilby** 著
姚军 等译



机械工业出版社
China Machine Press

Make:
Getting Started with Drones

自己动手 制作无人机

[美] Terry Kilby & Belinda Kilby 著
姚军 等译



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

自己动手制作无人机 / (美) 特里·基尔比 (Terry Kilby), (美) 贝琳达·基尔比 (Belinda Kilby) 著; 姚军等译. —北京: 机械工业出版社, 2017.3

(机器人设计与制作系列)

书名原文: Make: Getting Started with Drones

ISBN 978-7-111-56257-3

I. 自… II. ①特… ②贝… ③姚… III. 无人驾驶飞机—制作 IV. V279

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 044955 号

本书版权登记号: 图字: 01-2016-0672

© 2017 of first publication of the Translation China Machine Press.
Authorized Simplified Chinese translation of the English edition of Make: Getting Started with Drones (ISBN 978-1457183300) © 2016 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 2017。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。

自己动手制作无人机

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: 李 静

责任校对: 李秋荣

印 刷: 北京诚信伟业印刷有限公司

版 次: 2017 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 147mm×210mm 1/32

印 张: 5.875

书 号: ISBN 978-7-111-56257-3

定 价: 49.00 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

译者序

无人机无疑是近年来快速发展的一个领域。无论是在军用还是在民用领域，无人机因其成本低廉、功能多样而深受欢迎。在将来的一段时间内，其理论、制造和应用都将继续发展。

随着航空电子设备、传感器和搭配的计算机软硬件的不断发展，无人机已经摆脱了过去遥控飞行器的藩篱，引进了许多令人耳目一新的技术，成为真正的航空机器人。现代化的无人机不仅能够在地面控制下执行许多任务，还有相当强大的自主飞行能力，可在许多人们难以到达的环境中智能地完成任务。

无人机的广泛应用也催生了发展越来越壮大的爱好者社区，航模爱好者、计算机爱好者及摄影爱好者不断地加入其中。关于无人机的新闻报道也层出不穷，这方面的书籍更是数不胜数，但是刚入门的爱好者急需的是一本系统地介绍无人机结构、原理、制作过程以及安全事项的教程。本书由 Kilby 夫妇联袂编写，其中 Terry Kilby 为身兼多种专业背景的无人机制作能手，Belinda Kilby 为具备视觉艺术背景的教师。本书从无人机的基本概念和工作原理入手，通过对一架小型无人机制作过程的详细介绍，从而使读者对这一现象级新事物有全面的了解。本书最后还介绍了无人机在实际中的应用、飞行安全须知等实用知识，并提供了许多社区资源，使读者可以继续拓展自己的知识面及增长制作经验，成为真正的无人机行家。本书不仅适合初学者入门学习，还适合有一定经验的制作者参考。

本书的翻译工作主要由姚军完成，宁懿、白龙、方翊、林耀成等人也为本书的翻译做出了贡献。同时，在此感谢华章公司的编辑缪杰在翻译过程中给予的帮助和指导。

译者

前言

我们是 Belinda 和 Terry Kilby。我们是无人机爱好者、航空摄影师、制作者、培训师，也是一对夫妻。我们一起生活，同时也结合了彼此对技术和艺术的专长及热情。从 2010 年起，我们的公司 Elevated Element 已经设计和制作了用于艺术和实用航空摄影的小型无人飞行器（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）。作为这方面的尝鲜者，我们成为所在地区媒体的非正式 UAV 技术发言人。我们跟踪硬件、软件方面的进展以及无人机的新闻报道，因此，我们可以在艺术和创新方面代表无人机的制作者和用户。

同类书籍中的先行者

2013 年秋季，我们发行了《无人机艺术：巴尔的摩》，这是第一本完全使用小型定制 UAV 拍摄的照片集。该书的导言中描述了我们是如何入手以及设备和工作是如何演变的。照片按照时间顺序排列，展现了在我们逐渐理解如何制作、飞行和使用这些无人机拍摄照片的过程中，照片质量的不断提高。通过巴尔的摩促进与艺术办公室，我们将新书发布会安排在巴尔的摩世界贸易中心的“世界之巅”观景台上举行。这是一个完美的地点，因为第 27 层楼窗户的视角和我们工作的主题十分契合——鸟瞰。

本书的目标

本书的目标是以“小熊座”(Little Dipper) 300 级自主四轴直升机的制作方法为例，介绍空中机器人的实用知识。读者阅读本书并遵循书中的步骤和建议，便可以学到四轴直升机的工作原理，以及它所带来的一些设计难题的解决方案。在适当的地方，我们还将建议可供尝试的替代选项，或者适合读者自身偏好的同级零件。不管你选择的是制作四轴还是八轴直升机，使用的都是相同的概念。

“小熊座”是一种开源设计，设计文件可以从 <http://gettingstartedwithdrones.com/littledipper-build/> 下载，也可以从 www.MakerShed.com 订购完整的“小熊座”套件。

不要担心失败，每个人都会犯错。唯一重要的是，我们不断尝试、动手制作。航空机器人是一种亲身体验，你可以通过反复尝试解决现实中的问题，最终得到来之不易的经验。

重量分布或者速度上最小的差别，也能够决定成败。

本书使用方法

本书的每个章节将介绍无人驾驶飞机技术的一个特定部分。其中的一章可能介绍种类繁多的机身，而另一章可能深入介绍使用全球定位系统 (Global Positioning System, GPS) 辅助飞行的方法。我们努力介绍尽可能多的主题，但是要牢记，本书是一本入门书籍，而不是包罗万象的 UAV 百科全书。如果你是该技术的新手，本书中有大量重要的内容供你仔细揣摩。即使你对无人机已经很熟悉，我们也可以肯定，你仍然能够找到一些极具价值的

信息加入到自己的知识库中。

读完第 1 章之后，你应该会发现一种重要的模式：大部分章节都先介绍背景和理论知识，然后对制作示例进行分步讲解。你制作的是不是本书中介绍的同一种飞机并不重要，每个章节的理论部分都适用于绝大部分的无人机——从小型的 250 级四轴直升机到巨型的 1 000 级八轴直升机。如果你不想效仿我们的型号，尽可以跳过制作指南，根据自己的需要学习其中的理论。

不管你是经验丰富的无人机驾驶员还是业余爱好者，我们认为每个人都能从每一章节的理论部分中获益。我们建议你阅读这些理论知识，如果你也遵照示例制作飞行器，可以边阅读边制作，或者先学习理论再开始制作。对所涉技术的全面理解将在开始制作飞机之后为你提供帮助。

本书使用约定

本书使用如下排版约定：



表示一般注解、提示或者建议。



表示警告。

Safari 在线图书

Safari 在线图书 (www.safaribooksonline.com) 是一个点播式的数字图书馆, 提供来自技术和商业领域的世界一流作家们的书籍和视频专业内容。

技术专家、软件开发人员、Web 设计人员和创业者都将 Safari 在线图书当作研究、解决问题、学习和认证培训的主要资源。

Safari 在线图书为企业、政府机构、教育机构和个人提供一系列产品组合和定价计划。

订阅者可以从来自 Maker Media、O'Reilly Media、Prentice Hall Professional、Addison-Wesley Professional、Microsoft Press、Sams、Que、Peachpit Press、Focal Press、Cisco Press、John Wiley & Sons、Syngress、Morgan Kaufmann、IBM Redbooks、Packt、Adobe Press、FT Press、Apress、Manning、New Riders、McGraw-Hill、Jones & Bartlett、Course Technology 等数百家出版商的可搜索数据库访问数千种书籍、培训视频和出版前手稿。关于 Safari 在线图书的信息, 可以访问我们的网站。

联系方式

请将对本书的意见和问题发给出版商:

Make:

1160 Battery Street East, Suite 125

San Francisco, CA 94111

877-306-6253 (美国或者加拿大)

707-639-1355（国际或者当地）

我们为本书建立了一个网页，在那里列出勘误、示例和所有附加信息，你可以在 http://bit.ly/gs_w_drones 访问。

评论或者询问关于本书的技术问题，请发送电子邮件给 bookquestions@oreilly.com。

目录

译者序

前言

第 1 章	引言	1
1.1	定义	1
1.2	目标读者	2
1.3	无人机用户社区	3
1.4	自主飞行简史	3
1.4.1	无线电控制模型飞机	4
1.4.2	微芯片的出现	4
1.4.3	无人机技术	5
1.4.4	GPS 的发端	5
1.4.5	互联网	6
1.4.6	智能手机	6
1.4.7	小型自动驾驶飞行控制器	6
1.5	飞行原理	8
1.5.1	重力	8
1.5.2	升力	8
1.5.3	空气阻力	9
1.5.4	推力	9
1.6	飞行机动：用操纵杆控制飞行器的运动	10
1.6.1	油门	12

1.6.2	偏航	12
1.6.3	俯仰	12
1.6.4	翻滚	13

第2章 机身 15

2.1	什么是机身	15
2.1.1	推力矢量	15
2.1.2	飞行器设计	16
2.1.3	材料	18
2.1.4	保持平衡	18
2.2	制作“小熊座”机身	19
2.3	制作步骤	21
2.3.1	第1步：安装压铆螺母柱	22
2.3.2	第2步：组装脏框架	25
2.3.3	第3步：组装干净框架	29
2.3.4	第4步：连接两个子框架	34

第3章 传动系统 37

3.1	螺旋桨	37
3.1.1	方向	37
3.1.2	尺寸和螺距	38
3.1.3	平衡	40
3.2	电动机	42
3.2.1	尺寸	42
3.2.2	额定KV值	42
3.2.3	搭配合适的螺旋桨	43
3.3	总升力	44

3.3.1	电子速度控制器	44
3.3.2	飞行电池	46
3.4	制作步骤	47
3.4.1	第 1 步：安装配电板	48
3.4.2	第 2 步：焊接插塞接头	50
3.4.3	第 3 步：安装速度控制器	57
3.4.4	第 4 步：焊接电源	60
3.4.5	第 5 步：安装无刷电动机	63
3.4.6	第 6 步：连接无刷电动机	66
3.4.7	第 7 步：清理	67
3.5	小结	67
第 4 章 飞行控制器		69
4.1	什么是飞行控制器	69
4.1.1	对比开源与闭源	69
4.1.2	传感器	70
4.1.3	飞行特性	72
4.1.4	软件助手	72
4.2	制作步骤	73
4.2.1	第 1 步：安装飞行控制器	73
4.2.2	第 2 步：连接飞行控制器输出	75
4.2.3	第 3 步：连接两个子框架	78
4.3	小结	79
第 5 章 GPS、罗盘和电池监测仪		81
5.1	GPS	81
5.2	罗盘	84

5.3 电池监测仪	85
5.4 制作步骤	85
5.4.1 第 1 步：安装 GPS 设备	86
5.4.2 第 2 步：连接 GPS 和罗盘至 APM	87
5.4.3 第 3 步：安装电池监测仪	91
5.5 小结	94
第 6 章 发射机	95
6.1 什么是发射机	95
6.2 最常用的频段	96
6.3 全球各地的不同模式	96
6.4 对比 PWM 与 PPM	97
6.5 制作步骤	98
6.5.1 第 1 步：确定需求	98
6.5.2 第 2 步：安装接收机	99
6.5.3 第 3 步：接通接收机	100
第 7 章 遥测电台	101
7.1 软件监视与控制	101
7.2 制作步骤	102
7.2.1 第 1 步：安装地面站电台	103
7.2.2 第 2 步：准备安装飞行器电台	104
7.2.3 第 3 步：接通电台	105
7.2.4 第 4 步：安装飞行器电台	105
第 8 章 摄像头和 FPV 设备	107
8.1 流行的无人机摄像头	107

8.1.1	M4/3 相机	109
8.1.2	Mobius 运动摄像头	110
8.2	用于直播流的 FPV	110
8.3	制作步骤	112
8.3.1	第 1 步：固定摄像头支架	112
8.3.2	第 2 步：固定隔振板	114
8.3.3	第 3 步：放置摄像头于快拆支架中	114
第 9 章	ArduPilot Mega 设置	117
9.1	制作步骤	117
9.1.1	第 1 步：更新固件	117
9.1.2	第 2 步：连接并完成必要的设置	121
9.1.3	第 3 步：添加可选硬件	132
9.2	探索 Mission Planner 的其余功能	135
9.2.1	飞行模式	135
9.2.2	地理围栏	136
9.2.3	基础调整	137
9.2.4	扩展调整	138
9.2.5	标准参数	139
9.2.6	飞行数据	140
9.2.7	飞行计划	141
9.3	准备处女航	142
第 10 章	安全、负责任的飞行	145
10.1	安全第一	145
10.2	培训和教育	145
10.3	资源	146

10.4	重要链接	146
10.5	关键飞行安全规则	147
10.6	第一人称视角	148
10.7	飞行的场合和时机	149
10.8	飞行前检查列表和飞行日志信息	150
10.9	飞行器检查	152
10.10	飞行和维护日志	153
10.11	法规和监管	153
 第 11 章 现实世界中的应用		155
11.1	有益的无人机	155
11.2	航空摄影	156
11.3	地图绘制与测量	157
11.4	精准农业	158
11.5	搜索与救援	159
11.6	基础设施检查	161
11.7	环境保护	163
 第 12 章 扩展无人机的能力		165
12.1	增加一个摄像头和第一人称视角	165
12.2	用其他传感器采集更多数据	167
12.3	改变速度：各就各位，预备，起飞	168
12.4	延长飞行时间	170
12.5	致谢	171

第 1 章 引言

1.1 定义

除非你与世隔绝，否则就会在新闻上频繁地看到无人机（drone）这个词。许多关于无人机的新闻用这一术语描述许多种飞行器——从小型遥控玩具飞机、自主飞行的机器人，到全面武装的军用侦察无人机。这主要是因为不同的信息来源对无人机有不同的定义，那么如何为无人机的定义划定范围，或者说，是什么造就了无人机呢？让我们从一个基本定义开始。

韦氏词典对无人机的定义是：由遥控装置或者机载计算机引导的无人驾驶飞行器或者船只。

这个定义非常宽泛，以致当媒体报道特定类型的无人驾驶飞行器时，我们会看到以偏概全的现象和错误传达的信息。让我们来给出一个更具体的定义。Terry 说过，他将 GPS 和自动驾驶仪的引入作为无线电控制（Radio-Controlled, RC）飞行器和无人机的界限。当某种飞行器有自动驾驶的能力，即使它所能做到的仅仅是保持稳定，在 Terry 的眼中它就是无人机。本书中，我们将