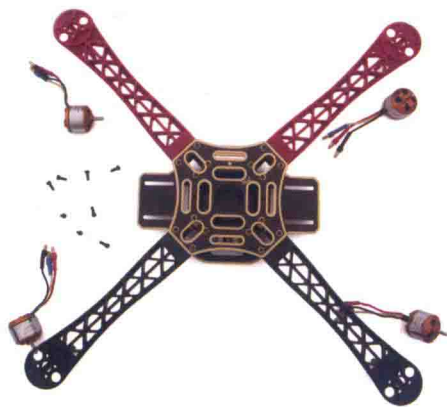


国内第一本四轴飞行器制作教程，手把手带你从无到有制作一个四轴飞行器
全程图解教学，详细讲解选材、组装、无桨调试、有桨调试和飞行的全过程

玩转四轴飞行器

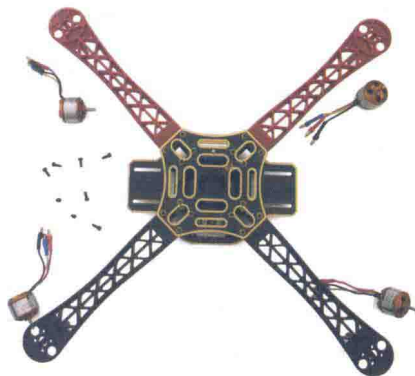
鲍凯 编著



清华大学出版社

玩转四轴飞行器

鲍凯 编著



清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是国内第一本四轴飞行器专业教程。本书按照大多数人的认知和操作方式,讲解了如何玩转四轴飞行器。书中提供了一些专业术语讲解,帮助读者熟悉四轴飞行器的相关理论。另外,对书中的相关操作使用了大量的图片来指导读者识别各种器件,并讲解如何组装和操作自己的四轴飞行器。

本书共6章。第1章介绍了飞行器的定义和分类,并引出了本书中要讲解的四轴飞行器。第2章介绍了在制作四轴飞行器时需要用到的各种器材,告知读者应该如何选择这些东西。第3章介绍了如何组装四轴飞行器,让读者亲历四轴飞行器的安装过程。第4章介绍了四轴飞行器的标准调试步骤。第5章介绍了有桨调试(本章内容需要注意安全)。第6章介绍了使用模拟器在电脑上练习操作四轴的方式。

本书非常适合没有任何基础,也没有专人指导,而需要独立完成四轴飞行器的组装和操作的入门人员。也适合想初步了解和学习四轴飞行器的飞行器爱好者。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

玩转四轴飞行器/鲍凯编著. —北京:清华大学出版社,2015

ISBN 978-7-302-39252-1

I. ①玩… II. ①鲍… III. ①飞行器—基本知识 IV. ①V47

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第024246号

责任编辑:杨如林

封面设计:傅瑞学

责任校对:徐俊伟

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦A座

邮 编: 100084

社总机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者: 三河市漂源装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 180mm×210mm 印 张: 8

字 数: 192千字

版 次: 2015年6月第1版

印 次: 2015年6月第1次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 49.80元

产品编号: 063392-01

前言

随着国内电子制造业的发展，与电子产品相关的设计和手工制作越来越受到人们的欢迎。最热门的设计和制作包括机器人、3D 打印和四轴飞行器。其中，四轴飞行器由航模发展而来，具备更广泛的群众基础。同时，其制作相对简单，所以更为人们喜欢。而国内四轴飞行器经过几年的发展，其对应的器件也极为丰富。但是在该领域，大家都属于自我摸索，缺少系统的相关资料。尤其是对于初学者，往往会走很多弯路，多花费了大量的时间和金钱。很多爱好者由于缺少辅导，最终放弃了四轴飞行器的制作。

笔者结合自己的实际经验编写了本书，以给四轴飞行器入门人员和爱好者提供必要的帮助，减少他们的摸索时间。本书详细讲解了四轴飞行器的全部流程，包括材料选择、组装、无桨调试、有桨调试、日常飞行训练和模拟训练。针对常见问题，本书对比分析了各类器件，并以大量图片的形式展现组装过程。同时，本书还讲解了四轴飞行器常见的飞行方式。通过本书的学习，读者可以更为快捷地拥有并操控自己的四轴飞行器。

本书特色

1. 国内第一本介绍四轴飞行器制作图书

电子制作的三大热点中的机器人制作、3D 打印均有对应的图书。而从航模发展而来的四轴飞行器却缺少系统化的教材。本书作为国内第一本四轴飞行器图书，将填补国内图书市场的空白，帮助更多的爱好者投入四轴飞行器制作和使用的领域。

2. 本书全程讲解手工制作过程

本书针对四轴飞行器的制作难点，详细讲解如何从无到有制作一个四轴飞行器。内容包括选材、组装、无桨调试和有桨调试等各个环节，帮助读者顺利完成每个制作环节。

3. 详细讲解飞行控制

飞行控制是四轴飞行器使用的最重要环节。操作不当，会造成部件损伤，甚至是彻底损毁。为了避免读者出现此类问题，本书详细讲解常见的飞行控制方式，如起飞、升降、俯仰、偏航和翻滚等。

4. 引入虚拟飞行模式

为了训练读者使用遥控器的经验，本书专门介绍航模模拟器的使用方式。通过虚拟的飞行，帮助读者突破场地限制和电池损耗等实际问题。

本书内容及体系结构

第1章 什么是飞行器

本章主要介绍了飞行器的种类，同时介绍了四轴飞行器的飞行原理和组成部分。通过学习本章内容，读者可以了解飞行器的种类，了解四轴飞行器的组成部分。

第2章 四轴飞行器的材料准备

本章按照四轴飞行器的不同部件进行分类，并在不同的分类中讲解了其中部件的种类，然后告诉读者如何选择自己需要的四轴飞行器。通过学习本章内容，读者可以了解四轴飞行器各部分的器材及如何选择。

第3章 硬件的组装

本章主要介绍如何组装 F450 类的四轴飞行器。通过学习和实践组装，可以让读者了解组装的难度，并了解各个部分之间的连接方式，从而为以后的四轴飞行器的深入学习打下基础。

第4章 无桨调试

本章主要介绍了如何连接线路，如何烧录 KK 飞控的程序，如何进行飞行前的无桨调试。通过本章的学习，读者可以了解飞控、电调和电机之间的连接方式，学会如何操作遥控器来控制飞行器。

第5章 有桨调试

本章主要介绍了调试已经安装上螺旋桨的四轴飞行器。重点讲解了桨的安装方式、有桨调试的步骤和一些常规的飞行器操作练习。通过本章的学习，读者可以学会有桨调试步骤，完成一些基本的飞行器动作操控。

第6章 航模模拟器的使用

本章主要介绍了模拟器的种类和安装方式，以及在模拟器中完成四轴飞行器的训练。通过本章的学习，读者可以知道如何使用模拟器，明白一些常规操作的方式。

学习建议和注意事项

- 学习本书时，第1章和第2章的内容是必须阅读的内容。这两章是四轴飞行器的基础内容，对于初学者这两章必须看，而且是必须首先看的内容。
- 在阅读过第2章内容后，读者可以选择自己喜欢的设备进行组装，不过仍希望读者可以选择与本书介绍的相同的设备。因为不同的设备组装方式可能有些不同，所以读者需要判断自己动手能力是否很强，然后考虑是否需要跟随本书买同样的设备。
- 第3~5章的内容，是在拥有了与本书介绍的相同设备时才有同样的操作，而对于不同的设备，其操作有一些地方不太相同，需要读者自行判断。
- 读者如果喜欢航模的话，最好购买一套模拟器，这将会减小很大一部分的成本。
- 本书中的所有操作都具有一定的危险性，所以建议16周岁以上的人群使用。16~18周岁之间的人需要有成人陪同一起制作和操控，而且成人在操作时也务必注意保护自己和孩子安全。

本书读者对象

- 想要了解四轴飞行器的人员；
- 想要学习四轴飞行器制作，但是无从入手的人员；

- 已经购买四轴飞行器套件，但是无法完成正常组装的人员；
- 使用 KK 飞控时，不会初步调试的人员；
- 想要学习模拟器使用的人员。

本书售后服务方式

玩四轴飞行器需要实际的摸索和实践，希望读者仔细阅读书中的内容，不要放过任何细节，这样才会少走弯路。另外，我们也提供了以下交流和沟通的方式：

- 提供技术论坛 <http://www.wanjuanchina.net>，读者可以将学习过程中遇到的问题发布到论坛上以获得帮助。
- 提供 QQ 交流群 336212690，读者申请加入该群后便可以 and 作者及广大读者交流学习心得，解决学习中遇到的各种问题。
- 提供 book@wanjuanchina.net 和 bookservice2008@163.com 服务邮箱，读者可以将自己的疑问发电子邮件以获取帮助。

本书作者

本书主要由鲍凯编写。其他参与编写的人员有吴振华、辛立伟、熊新奇、徐彬、晏景现、杨光磊、杨艳玲、俞晶磊、张建辉、张健、张林、张迎春、张之超、赵红梅、赵永源。

希望读者在本书的带领下，能少走弯路，顺利组装并操控自己的四轴飞行器。

目录 CONTENTS

第 1 章

什么是飞行器

1.1 飞行器的历史	2
1.1.1 飞行器的定义	2
1.1.2 飞行器的发展	3
1.2 飞行器的分类	8
1.2.1 航空器	8
1.2.2 航天器	9
1.2.3 火箭和导弹	9
1.3 四轴飞行器的原理和组成	10
1.3.1 四轴飞行器的实现原理	11
1.3.2 四轴飞行器的安装平台——机架	11
1.3.3 四轴飞行器的控制系统——飞行控制器	12
1.3.4 四轴飞行器的动力——电机与电调	13
1.3.5 四轴飞行器的感知器官——传感器	15

第 2 章

四轴飞行器的材料准备

2.1 机架的选择	18
2.1.1 机架的种类	18
2.1.2 推荐机架	20
2.1.3 机架的选择原则	22
2.2 飞控板的选择	23
2.2.1 飞控板的作用	23
2.2.2 KK 飞控板	24

2.2.3	FF 飞控板	26
2.2.4	玉兔二代飞控板	28
2.2.5	MWC 飞控板	31
2.2.6	APM 飞控板	33
2.2.7	NAZA (哪吒) 飞控板	36
2.2.8	零度飞控板	38
2.2.9	WooKong-M 飞控板	41
2.2.10	飞控板的选择原则	43
2.3	电调、电机和桨片的选择	45
2.3.1	电调、电机和桨片的作用	46
2.3.2	电调、电机和桨片的种类	48
2.3.3	电调、电机和桨片的选择	48
2.4	遥控器的选择	49
2.4.1	遥控器的种类	49
2.4.2	选择合适的遥控器	50

第 3 章

硬件的组装

3.1	机架的组装	54
3.1.1	首先组装机架的原因	54
3.1.2	F450 机架的组装	54
3.1.3	组装完成后的思考	71
3.2	整体组装前的准备	72
3.2.1	线路的焊接	72
3.2.2	线路的走线方式	84
3.3	整体组装	87
3.3.1	安装机架、电机和电调	87

3.3.2 安装飞控	92
------------------	----

第 4 章

无桨调试

4.1 无桨调试的主要作用	102
4.1.1 无桨调试的原因	102
4.1.2 无桨调试的目的	102
4.2 调试方式	103
4.2.1 调试步骤 1——连接线路	103
4.2.2 调试步骤 2——发射机检查	108
4.2.3 调试步骤 3——接通电源，匹配接 收机	109
4.2.4 调试步骤 4——检查电机转动是否 正常	112
4.2.5 调试完成后的检查工作	116
4.3 注意事项	119
4.3.1 安装完成后的检查内容	119
4.3.2 调试过程与注意事项	120

第 5 章

有桨调试

5.1 有桨调试的作用	124
5.1.1 有桨调试注意事项	124
5.1.2 有桨调试前的检查	124
5.2 调试方式	126
5.2.1 调试步骤	126
5.2.2 调试完成后的首飞	130
5.2.3 首飞测试	133

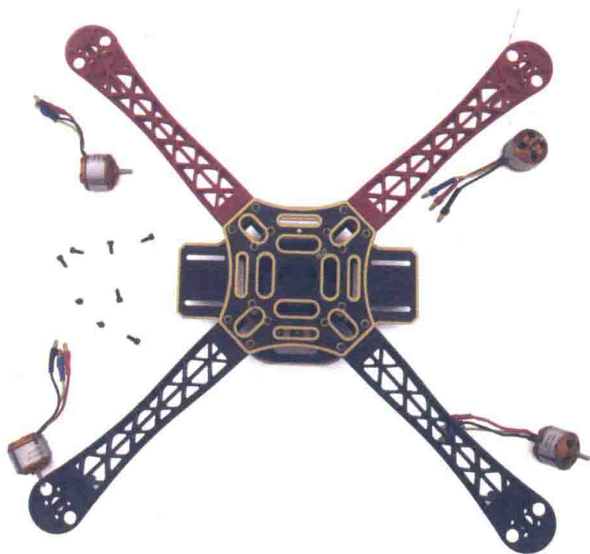
5.3 新手基础操作练习	137
5.3.1 起飞与降落练习	137
5.3.2 升降练习	138
5.3.3 俯仰练习（前行与后退）	139
5.3.4 偏航练习	140
5.3.5 翻滚练习	141
5.4 日常飞行练习	141
5.4.1 悬停	142
5.4.2 直线飞行	142
5.4.3 曲线飞行	143
5.4.4 爬升练习	143
5.4.5 下降练习	144

第 6 章

航模模拟器的使用

6.1 模拟器的种类	146
6.1.1 Phoenix	146
6.1.2 RealFlight	147
6.1.3 XTR	148
6.2 凤凰模拟器的安装	149
6.3 凤凰模拟器的使用	154
6.3.1 首次启动 Phoenix	155
6.3.2 选择飞机	174
6.3.3 修改遥控器控制	178
6.4 模拟器练习与现实操作的差异	181

四轴飞行器是飞行器的一个类别。我们现在先来了解一下飞行器的历史、分类和原理等常识性内容，然后进入真正的四轴飞行器的制作。



第1章

什么是飞行器

1.1

飞行器的历史

人类自古到今，无时无刻不在想着怎样才能让自己翱翔在广阔的天空中。从古代会飞的神仙，一直到现在的飞机、航天飞机和人造卫星，人类一直在追求飞得更高、更快！在本书开始四轴飞行器的制作之前，我们先观摩一下关于飞行的历史和定义。

1.1.1 飞行器的定义

飞行器，字面意思理解为可以飞行的机器或者器械。而这里，飞行可以认为是在人类生存的大气环境中飞行。不过，同样可以广义地认为在大气外的环境中飞行。所以可这样定义：在大气层内、外飞行的器械即为飞行器（英文名称可以为 flight vehicle, aerospace vehicle, flying machine）。一些常见的飞行器有飞机、滑翔翼、热气球、航天飞机和人造地球卫星等，如图 1.1 所示。



图 1.1 飞行器举例

1.1.2 飞行器的发展

在人类历史的长河中飞行的梦想由来已久。有图 1.2 为证，不管是长了翅膀的天使，还是可以腾云驾雾的神仙，这都表明古时候人类已经十分渴望像鸟儿一样飞翔在天空中。在这飞翔渴望的驱使下，人类一步一步地发明和创造了各种飞行器。



图 1.2 飞行愿望的表现

1 古代飞行器

在笔者看来最早的飞行器出现在中国。现如今，此飞行器还受光大群众的喜爱。这就是先人所发明的风筝，如图 1.3 所示，仅凭几个细小的竹木、薄薄的布料和一根细线，就可以乘风而起。这是人类已知的最早的飞行器。



图 1.3 风筝

而后来，在我们祖国的大陆上还出现了另外一种飞行器——孔明灯，如图 1.4 所示。此飞行器，不需要借助风的力量，仅需要一个燃烧的火球即可升上天空。这种飞行器可以说提供了人造动力，唯一的缺点是不能控制飞行的方向。在飞上了天空以后，孔明灯只能随风而动了。细细算来，孔明灯还是热气球的鼻祖。



图 1.4 孔明灯

2 近代的飞行器

快到近代的时候，有两位流芳千古的美国人——莱特兄弟，如图 1.5 所示。他们开启了人类真正征服天空的梦。莱特兄弟于 1903 年首次完成了受控制、附机载外部动力、机体比空气重、持续滞空不落地的飞行。他们发明了全世界第一架真正能满足当时人飞行要求的飞机，如图 1.6 所示。

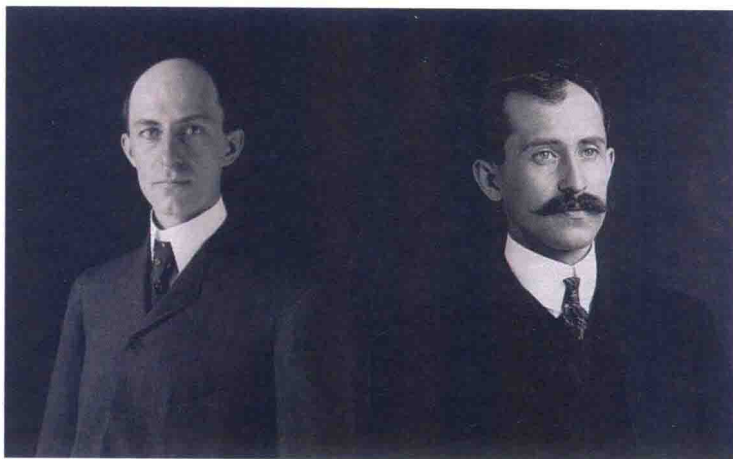


图 1.5 莱特兄弟

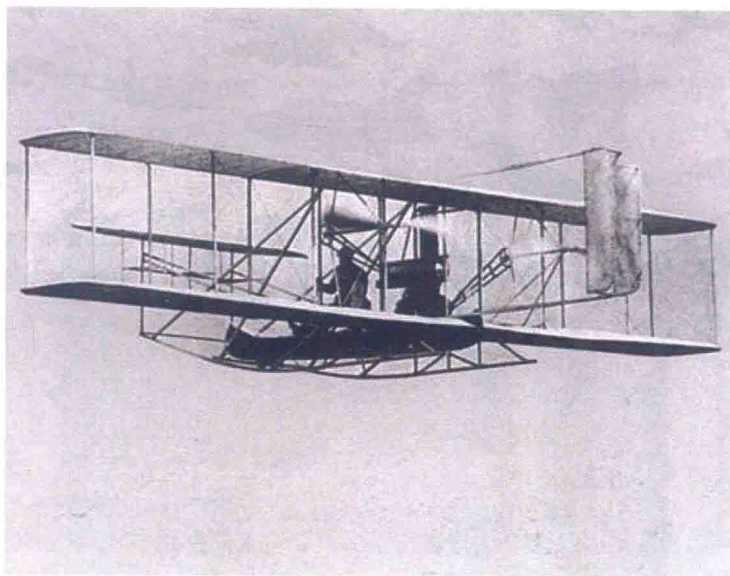


图 1.6 第一架飞机

在莱特兄弟的带领下，人类终于走上了征服天空的路！

3 现当代的飞行器

如今飞行器的种类繁多，单是飞机就有很多种类，如图 1.7 所示。现在，除了过去已经发明的飞行器以外，我们还有了喷气式飞机、导弹、火箭、航天飞机和卫星等。人类的飞行器已经不再局限于在地球上飞行，它们要飞出去，遨游在太空里。



图 1.7 各种各样的飞机

4 对未来飞行器的设想

生活在现在，看着前人飞天梦的成真，不由得要对未来生活中的飞行器做一些憧憬。下面看一些未来的概念飞机。

如图 1.8 所示是洛克希德马丁公司设计的超音速喷气飞机，这是一款“超音速绿色飞机”。该方案采用了关键的倒 V 字引擎设计，这种设计可以大大降低超音速时音爆的影响。