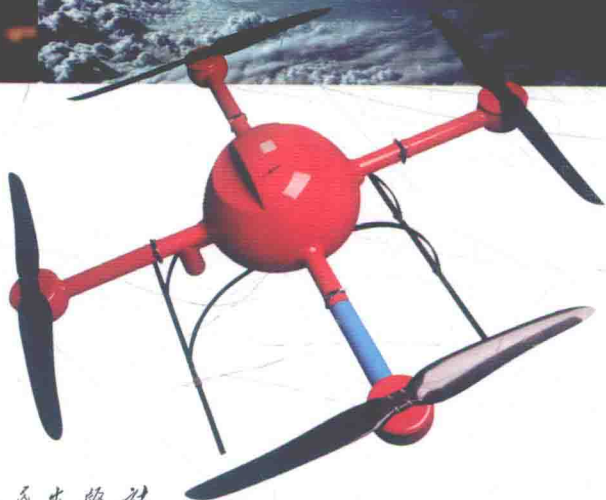


无人机入门宝典

赵雲超 郑宇 著

详解无人机六大系统及应用 多角度区分多旋翼与固定翼
全方位图解DIY制作过程 玩家必知的安全注意事项



山东人民出版社

全国百佳图书出版单位 国家一级出版社



无人机入门宝典

赵雲超 郑宇 著

详解无人机六大系统及应用

多角度区分多旋翼与固定翼

全方位图解 DIY 制作过程

玩家必知的安全注意事项

山东人民出版社

国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

无人机入门宝典/ 赵雲超, 郑宇著. — 济南: 山东人民出版社, 2017.3

ISBN 978-7-209-09279-1

I. ①无… II. ①赵… ②郑… III. ①无人驾驶飞机—基本知识 IV. ①V279

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第028314号

无人机入门宝典

赵雲超 郑宇 著

主管部门 山东出版传媒股份有限公司

出版发行 山东人民出版社

社址 济南市胜利大街39号

邮编 250001

电话 总编室 (0531) 82098914

市场部 (0531) 82098027

网址 <http://www.sd-book.com.cn>

印装 山东省东营市新华印刷厂

经销 新华书店

规格 16开 (170mm × 240mm)

印张 12.5

字数 150千字

版次 2017年3月第1版

印次 2017年3月第1次

印数 1—5000

ISBN 978-7-209-09279-1

定价 48.00元

如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换。

序

两位年轻人，一位是已有6年工作经历、今年4月毅然投身无人机职业教育的创业者，另一位是即将攻读硕士学位的在校大学生，他们以对无人机事业的热爱之情，为零基础的读者，编写了这样一本无人机入门书籍。此书，没有艰涩的理论，而是注重通俗易懂的讲解和简单实用的经验，对在无人机行业工作或有志于无人机事业的人们，一定会有所裨益。

无人机的发展史已近百年。有记载的最早的军用无人机的研发，发生在一战时期。20世纪90年代，海湾战争后，军用无人机得到加快发展。进入21世纪，军用无人机走向新的发展阶段，成为空中战场信息系统的重要组成部分和执行空中作战任务的新战机品种。

民用无人机随着军用无人机技术的外溢效应而得到发展。民用无人机在20世纪80年代开始被尝试投入应用，至今的扩展应用仅几十年时间。近年来，受益于无人机技术的成熟和成本的大幅下降，工业类与消费类无人机呈井喷式发展，并出现了一批民用无人机企业。自2010年以来，飞控系统开源化的趋势使更多的商业企业和发烧友加入无人机系统设计，成为引爆民用无人机市场的“爆点”。

同神秘、冷血的军用无人机相比，各种各样的民用无人机与国计民生贴得更紧，它们是人类生产工具的延伸，是科学研究的利器，更像是漫天飞舞的空中机器人，是能与人类进行交流的自由飞翔的精灵。当前，民用无人机

越来越密切地与通用航空（General Aviation）事业交织，已成为大部分通航业务的新品种航空器，其各类应用几乎没有边界，具有全面发展的永不枯竭的活力。在历史发展的长河中，民用无人机注定具有更加长久的生命力。它们的持续发展和广阔应用，将为人类带来新的福祉。

因此，一切有益于民用无人机事业推进的作为都应该受到鼓励和赞赏。这也是我为两个年轻人的第一本书写序的动因。祝愿此书顺利出版，使更多读者得以学习，为我国无人机事业发挥积极作用。祝愿作者在自己的事业和学业中取得好成绩，做出大贡献。

中国航空学会 张聚恩

2016.12.6

前言

作为一名无人机的爱好者和从业者，笔者于一年前投身无人机职业教育和青少年科技教育行业，许多学生和对无人机感兴趣的朋友要求我推荐一本适合零基础人群、综合性较强的无人机入门书籍，因此笔者决定结合自己的工作经验和对无人机的理解，撰写此书。

在过去的几年里，“无人机”这个名词频繁地出现在各种新闻中。毫无疑问，这种高科技产物已经真正走进我们的生活。这种飞行器给人们带来了很多便利，也给许多行业的作业方式带来了积极的转变。然而，对于大多数人来说，它还是一个既新鲜又神秘的事物。人们虽然频繁地看到它，甚至亲自驾驶它，却并不一定很了解它。希望本书可以帮助大家形成一个对无人机相对客观和全面的认识。

另外需要说明的是，本书不是一本学术著作，大家可以把它看成一本科普读物或行业入门教材，只要具备初二物理水平的人都可以轻松读懂绝大部分内容。因此，希望对如导航制导与控制、机械结构设计、能源与动力等细分学科进行深入钻研的读者，可以选择其他专业性较强的书籍进行学习。

由于笔者的水平、精力、资源有限，书中难免留下一些小遗憾，还请各位读者朋友加以指正。如有需要，可发送邮件至该邮箱（wurenjirumen@126.com）进行交流。

本书的框架结构

本书共分五章。

第一章：讲述无人机的定义并介绍一些有特色的无人机。

第二章：初步介绍无人机系统的组成，多旋翼无人机与固定翼无人机的区别以及无人机的应用。

第三章：详细介绍无人机的机体平台、动力系统、导航与控制系统、链路系统、载荷系统和地面站系统等六个分系统。其中还包含一些无人机的设计细节和检测手段。

第四章：从飞行原理、飞行模式、飞行环境、安全注意事项和飞行训练等角度出发，对无人机的飞行进行详细解析；此外，还涉及部分无人机教育与无人机法律法规相关内容。

第五章：主要介绍如何 DIY 一架多旋翼无人机。

本书面向的读者群

这是一本无人机入门书籍，适合以下几类读者：

各个年龄段的无人机或航模爱好者；

刚刚进入无人机行业的从业者；

接触无人机不久的行业应用者；

中、高级职业教育学校相关专业的师生；

从事青少年科技教育的机构。

为何要阅读本书？

对于上述范围内的读者，相信他们在阅读本书之后会有很大收获。那么对于该范围之外的读者，例如一位语文老师或一位公司文员，本书是否还有

意义呢？

其实，我们可以把这个问题进行延展：不从事科技相关行业或对科技不感兴趣的人群，是否有必要阅读科普类书籍？

这个问题使笔者想起一个故事：1998年世界杯后，一位中国记者向时任法国国家队主帅的埃梅·雅凯提出一个问题：“为什么法国足球这么厉害？”雅凯先生回答道：“因为法国有许多人热爱踢球。”

真可谓一语道破天机！在一个国家，一项全民积极参与的活动，其最高水平也一定是很高的。这和科普教育是一样的道理。只有所有人都重视科技，积极地学习科技，这个国家的科技水平才能实现长足的进步。

科技水平，不仅能代表一个国家的综合国力和文明程度，更能保障这个国家的国际地位。众所周知，一国的科技水平在很大程度上体现了其军事水平。在现代战争中，高科技的作用无可替代。当然，拥有领先的科技水平和军事力量并非为了侵略，而是为了守护——只有拥有了护国利器，才能威慑敌人，从而避免战争。岂不闻：“苟能制侵陵，岂在多杀伤？”

和足球的道理一样，决定一个国家科技水平和后续发展潜力的核心因素，并非顶尖科研院所或某一小部分精英，而是我们每一位普通人。只有每个人都重视科技、了解科技、热爱科技，我们的祖国才能成为真正的科技强国。也只有这样，我们国家的未来才会更加美好。

希望本书可以为大家打开一扇通往科技的兴趣之门。



目 录

序 / 1

前言 / 3

第一章 走近无人机

年少时的梦想 / 1

天空中的精灵 / 2

第二章 无人机系统概述

第一节 多旋翼无人机系统概述 / 9

机体平台 / 9

动力系统 / 12

导航与控制系统 / 16

链路系统 / 18

载荷系统 / 19

地面站系统 / 20

第二节 固定翼无人机系统概述 / 20

机体平台 / 20

动力系统 / 21



入门宝典

- 导航与控制系统 / 22
- 链路、载荷与地面站系统 / 22
- 第三节 多旋翼与固定翼的区别 / 23**
 - 结构上的区别 / 23
 - 动力上的区别 / 27
 - 优势与劣势 / 30
- 第四节 应用场景 / 35**
 - 测绘 / 35
 - 航拍 / 35
 - 农业 / 36
 - 电力 / 38
 - 厂区巡检 / 39
 - 运输 / 39
- 发动机 / 79
- 多旋翼无人机航时的计算 / 80
- 多旋翼无人机航时的提升 / 81
- 第三节 导航与控制系统 / 86**
 - 控制系统 / 87
 - 导航系统 / 88
- 第四节 链路系统 / 95**
 - 数传链路 / 96
 - 图传链路 / 97
 - 遥控器 / 98
- 第五节 载荷系统 / 101**
 - 可见光载荷 / 101
 - 红外热成像仪 / 102
- 第六节 地面站系统 / 103**
 - 硬件 / 104
 - 软件 / 105

第三章 无人机分系统详解

- 第一节 机体平台 / 41**
 - 多旋翼机体平台 / 41
 - 固定翼机体平台 / 48
- 第二节 动力系统 / 59**
 - 电池 / 59
 - 电机 / 67
 - 螺旋桨 / 69
 - 电机和螺旋桨的匹配与检测 / 74
 - 电调 / 78

第四章 无人机的飞行

- 第一节 无人机的飞行原理 / 107**
 - 多旋翼的飞行原理 / 107
 - 固定翼的飞行原理 / 118
- 第二节 飞行模式 / 125**
 - 定点模式 (GPS 模式) / 125
 - 姿态模式 / 125

手动模式 / 126
自主模式 (Auto 模式) / 126
一键返航模式 / 127
姿态模式与手动模式的说明 / 127
第三节 环境对飞行的影响 / 128
风 / 128
雨 / 129
云 / 129
温度 / 130
海拔高度 / 130
高大建筑 / 132
磁场 / 133
第四节 安全注意事项 / 134
起飞前的工作 / 134
飞行过程中的注意事项 / 136
降落后的工作 / 136
第五节 飞行技巧的训练 / 137
训练工具 / 137
训练科目 / 143
第六节 专业人才的培养 / 150
第七节 相关法律法规 / 151
相关定义 / 151
法律条款 / 152

第五章 多旋翼无人机的 DIY

第一节 准备工作 / 153

调研 / 153
配件 / 155
设备 / 160
消耗品 / 163

第二节 组装 / 165

焊接 / 165
插接 / 167
粘接 / 170
装接 / 171

第三节 调试 / 173

对频 / 173
飞控的调试与磁罗盘的校准 / 173
电机旋转方向测试 / 173

第四节 试飞 / 173

装螺旋桨 / 174
通电 / 174
起飞 / 175
降落 / 176

专业名词解析 / 177

国内知名无人机媒体、论坛 / 182

致谢 / 187

第一章

走近无人机

年少时的梦想

许多人在孩童时代都有一个梦想：拥有一架属于自己的小飞机。在二十世纪七八十年代，哪怕一架不能动的静态飞机模型，也足以让我们兴奋好一阵子。要知道，在那个科技较为落后的年代，一架能飞的航模对大多数人来说是绝对的奢侈品。但这并不妨碍我们对飞行器的热爱，几乎每个孩子都会从幼儿园阶段开始练习折纸飞机，然后和小伙伴们在投掷比赛中一较高下。

随着科技的不断进步，一种不仅能飞还能执行各种任务的飞行器在经历军事应用、工业应用两个阶段的锤炼后，日趋成熟并逐渐脱下神秘的外衣，开始“飞入寻常百姓家”。



被无人机吸引的儿童

这就是本书的主角——无人机。

天空中的精灵

无人机，也称“空中机器人”，它是科技集成度最高的机器人之一。在动画片或科幻片里，这种天空中的精灵永远是最吸引人眼球的主角，它们总能以各种方式完成几乎不可能完成的任务。

当然，并不是所有不载人的飞行器都可以叫作无人机，那么无人机究竟应该被怎样定义呢？

无人机是一个比较宽泛的概念，一般指具有自主飞行能力、机上不搭载驾驶员的飞行系统。绝大多数无人机可以根据起降方式及飞行原理归为两种：旋翼无人机和固定翼无人机。而大多数时候，我们又按照习惯将它们归为三种：多旋翼无人机、固定翼无人机、无人直升机。其他诸如仿生扑翼机和无人飞艇等飞行器属于冷门，在此不做概述。由于本书面向的对象以初学者为主，因此主要讲解民用领域中出镜率最高的多旋翼无人机和固定翼无人机。

多旋翼无人机，指带有两个以上旋翼、依靠螺旋桨旋转产生向上升力而飞行的无人机，俗称“多轴”。多旋翼有几个轴，就可以叫作“几轴”。如四旋翼，我们可以称其为“四轴”。

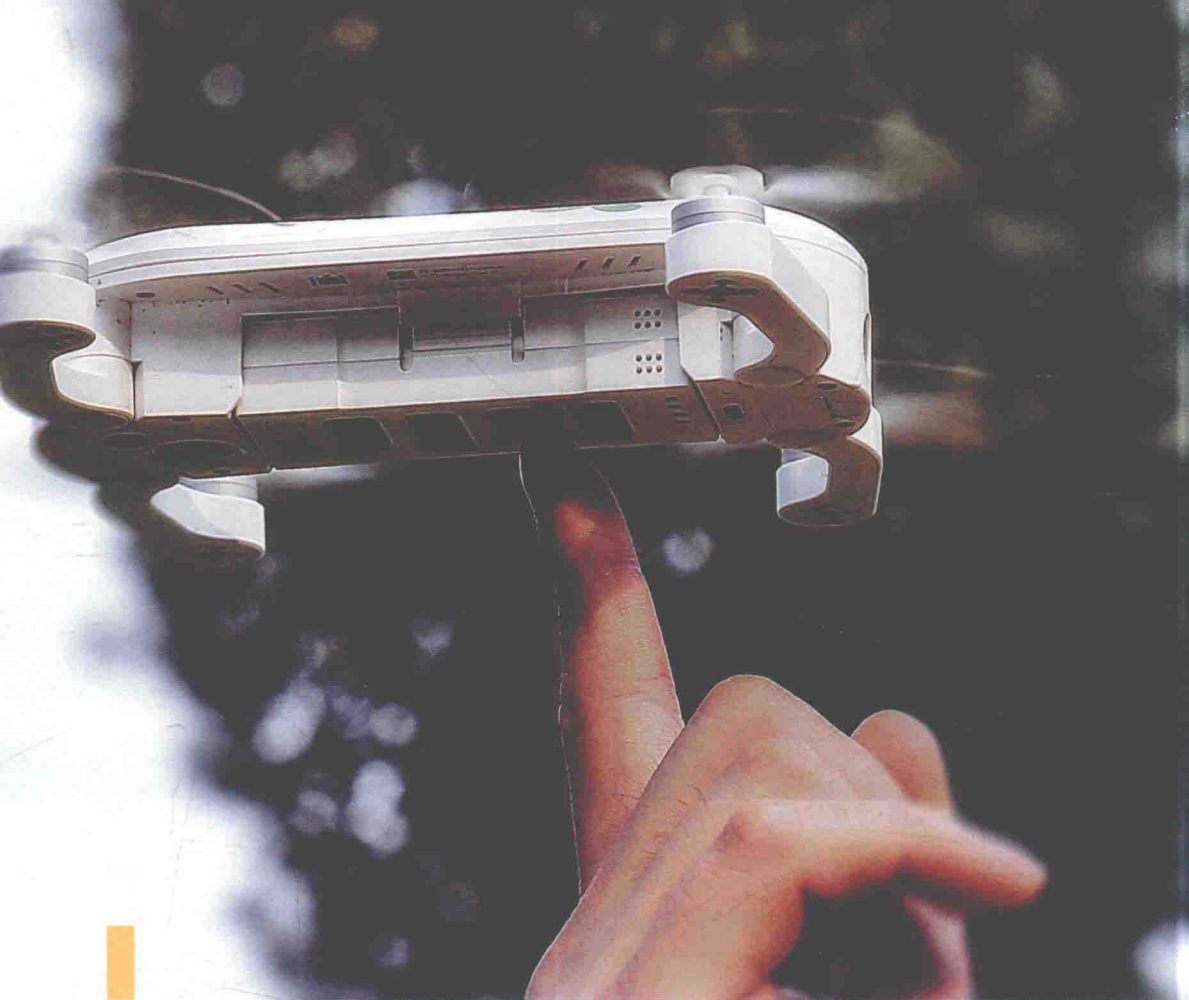
固定翼无人机，指带有机翼并且机翼位置固定不变的无人机，它的外观很像我们平时乘坐的客机。这种无人机依靠螺旋桨产生向前的推力或拉力，从而利用机翼上下表面产生的压力差飞行。

下面为大家介绍一些民用无人机中有特色的经典机型。



MD4-1000 四旋翼无人机

这款科技感十足的四旋翼无人机生产于佛山市安尔康姆航空科技有限公司。这家以作风严谨著称的公司成立于 2006 年，早期致力于无人机航空测绘，2008 年引入德国 Micro Drones 公司的全套生产线。严格的工艺流程和丰富全面的检测手段使得该公司产品的故障率远远低于国内平均水平。其核心产品多旋翼无人机 MD4-1000 代表了国内工业级无人机的一流水平，已经被大量应用于土地测量、电力巡线、警用侦察、森林防火等领域。



多比无人机

这款体积小巧的口袋无人机出自北京零度智控之手。作为口袋无人机中最具代表性的机型，这款飞机不仅外表讨人喜欢，而且功能极其强大：抛飞、语音控制、体感操控，甚至还具备一键翻转功能。整机总重不到 200 克，完全折叠后只有 iPhone6 手机大小。这款无人机的问世意味着消费级无人机即将真正开始走进千家万户。



Hover Camera 无人机

这款由北京零零无限科技有限公司研发的消费级无人机 Hover Camera 不仅具有令人印象深刻的外观，更有让人惊叹的人脸及人形追踪功能，整机仅重 242 克，其独创的保护设计可使操作者免受螺旋桨的伤害。

油动直驱多旋翼无人机

这款由深圳常锋推出，区别于绝大多数多旋翼无人机的植保机是由多个发动机驱动的。在突破了关键技术瓶颈之后，深圳常锋信息技术有限公司推出了这款油动直驱多旋翼无人机。这款飞机的面世意味着多旋翼无人机很有可能即将摆脱锂电池带来的航时限制，从而达到像油动直升机那样的长航时。目前这款飞机已经被广泛应用于农业植保领域，其载重 30 公斤农药续航 1 小时的性能可以帮助作业队在原有基础上大幅提高喷洒效率。





信息安全检测无人机

广州彭资信息技术有限公司是一家致力于提供智能设备综合解决方案的高新技术企业。2015年，这家公司发布了一款信息安全检测无人机。这款貌不惊人的无人机在飞行过程中会采集周围环境的Wi-Fi信息，并对其安全等级进行分类，一旦发现安全等级弱的信号源，即对其名称、坐标等信息进行记录。这款飞机的问世将对互联网大数据库的构建起到极大的推动作用。



广州彭资的信息安全检测无人机检测到的Wi-Fi信息