



无人机科普系列丛书

零基础 学飞无人机

什么是无人机？无人机是**怎么发明的**？

无人机**能干什么**？无人机是**靠什么飞起来的**？

如何自己动手组装一架无人机？

无人机的飞行又是**怎样操作**的呢？

刘俊辉 文放 • 主编



中国民航出版社

无人机科普系列丛书

零基础学飞无人机

刘俊辉 文 放 主编

中国民航出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

零基础学飞无人机 / 刘俊辉, 文放主编. —北京:
中国民航出版社, 2018.7
ISBN 978-7-5128-0553-8

I. ①零… II. ①刘… ②文… III. ①无人驾驶
飞机 - 普及读物 IV. ① V279-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 122803 号

零基础学飞无人机

刘俊辉 文放 主编

责任编辑	王迎霞
出 版	中国民航出版社 (010) 64279457
地 址	北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼 (100028)
排 版	中国民航出版社照排部
印 刷	北京博海升彩色印刷有限公司
发 行	中国民航出版社 (010) 64297307 64290477
开 本	787 × 1092 1/16
印 张	8.75
字 数	134 千字
版 本	2018 年 7 月第 1 版 2018 年 7 月第 1 次印刷

书 号	ISBN 978-7-5128-0553-8
定 价	45.00 元

官方微博 <http://weibo.com/phcaac>
淘宝网店铺 <https://shop142257812.taobao.com>
电子邮箱 phcaac@sina.com

Preface 序 言

“十三五”以来，通用航空被国家列为战略性新兴产业，2016年，国务院办公厅发布了《关于促进通用航空业发展的指导意见》。最近一段时间以来，中国民航局密集发力，出台了一系列有利于通用航空产业发展的利好政策，希望通用航空在“热度上升”的基础上尽快“飞起来”。

所谓“通用”，就是大家都用。从这个意义上讲，无人机产业属于典型的通用航空产业范畴。中国民用无人机产业近年来正在迅猛发展，从技术水平、产业规模和应用范围等多个角度看，我国民用无人机产业的发展均处于世界领先水平。近几年民用无人机，尤其是消费级无人机，在巨头“大疆”的推动下，迅速进入寻常百姓家，让原本“高高在上”的航拍飞行活动，变得平民化。如同GPS一样，现在无人机的应用几乎就取决于人们的想象力。

无人机的快速发展也带来不少安全问题。近几年无人机“黑飞”扰航事件频发，给民航安全带来严重隐患。一个很重要的原因就是，很多无人机使用者对于航空知识和无人机安全管理法规缺乏了解。我国在航空领域的科普工作做得不够到位，普通百姓对于航空知识仍然十分陌生，尤为重要，航空安全知识的普及严重不到位。很高兴看到《零基础学飞无人机》这本书在航空安全知识的科普方面花了不少笔墨，例如谈到“孔明灯”还特意备注了其不能在城市随意放飞的小知识。

本书是一本难得的无人机和航空知识的科普图书。细看这本书后，发现有如下几个特点与大家分享：

(1) 内容丰富多彩。在作者的视野里，除了进一步阐述了无人机作

为空中机器人(或披着飞机外衣的机器人)与航模的差异在日益区分出来,更为可贵的是,他形象地把人类(尤其是我们祖先)对于飞行的渴望用一个个生动的故事和传说呈现出来,这里的每一段都是对少年儿童进行普及教育的很好素材。

(2) 专业知识深入浅出。无人机的结构与飞行原理是一个颇为专业的行业知识,但作者通过大量配图,把复杂的无人机构成与原理以图片的形式展现出来,并且避开了部分晦涩难懂的专业术语,采用最通俗的讲法,让读者在不知不觉中懂得了一个个在航空院校才能弄明白的专业航空知识,拉近了读者与艰深难懂的航空知识和无人机原理之间的距离。

(3) 飞行基本功详实实用。在遥控器是无人机“标配”的现阶段,强调操作员基本功的修炼是十分重要的。正如马步是练习武术最基本的桩步,起飞、悬停、精准降落都是安全飞行的基本功,绕杆飞行、圆形航线等则是安全飞行进一步需要训练的步骤。

(4) 无人机法规内容与时俱进。书中综合了中国民航局和国家其他相关管理部门发布的最新的关于无人机的管理要求,进一步为读者解读了能飞哪些无人机、能在什么地方飞等需要注意的问题,做到安全飞行、合法飞行、有序飞行。本书也介绍了目前无人机管控的一些基本手段(比如无人机云系统)。随着国家低空空域管理体制改革的深入,相信国家会进一步有序、安全地规范和管理无人机各项飞行活动。

以上仅是我粗读这本书后的一些感受,想必读者读了此书后会有更多的感触。因此,我向各界各个年龄层次刚接触无人机的人士推荐此书。青少年朋友读了此书,一定能了解飞行的魅力,更自觉地做到安全飞行;中年朋友读了此书,在长见识的同时,或许还能增加一些与孩子交流的话题;对老年朋友来说,可以拿此书作为休闲时的读物,读到精妙之处可以发出会心一笑,说不定还会圆了您一个“飞行梦”。

本书作者刘俊辉先生是中国民航大学的毕业生,与我校大多数校友一样毕业后进入航空公司工作。让我稍感意外的是,他从深圳航空香港营业部离职后,选择进入无人机领域创业。因为在几年前,这还是一个充满

了很多不确定性的新领域。

前几天，我来深圳市出席第二届世界无人机大会。会议期间，俊辉先生邀请我为他的科普图书作序，并将书稿发给了我。今天乘机回天津，到机场后却遇到天气原因引起的航班延误。于是我利用候机间隙将书稿一口气读完，全然没有感受到航班延误引起的焦虑，并在回程飞机上完成了这篇文章。

是为序。

全国政协委员、民航特聘专家、中国民航大学副校长 吴仁彪

2018年6月23日于飞机上

Contents 目 录

第 1 章 什么是无人机?	1
1.1 无人机的定义	3
1.2 无人机本质是遥控飞机	5
1.3 无人机与航模	6
1.4 披着飞机外衣的机器人	8
第 2 章 无人机的前世今生	11
2.1 人类的飞行梦想	13
2.2 早期飞行器	15
2.3 人类第一架飞机	19
2.4 无人机的前身	24
2.5 无人机的发展	26
2.6 无人机的未来畅想	31
第 3 章 无人机的结构组成	37
3.1 无人机的分类	39
3.2 固定翼无人机	40
3.3 无人直升机	41
3.4 多旋翼无人机的结构和布局	45

第4章 多旋翼无人机的基本原理	57
4.1 多旋翼无人机的飞行动力	61
4.2 多旋翼无人机的飞行姿态	63
4.3 多旋翼无人机的重要传感器	66
4.4 云台原理简介	68
第5章 无人机的法规与飞行安全	71
5.1 无人机的飞行法规	73
5.2 无人机的安全飞行	80
5.3 无人机云系统	86
第6章 多旋翼无人机的飞行技巧	89
6.1 多旋翼无人机的飞行基本功	91
6.2 多旋翼无人机的进阶飞行练习	95
第7章 无人机的其他知识	99
7.1 电池的使用与管理	101
7.2 无人机电机性能测试	106
附录A 无人机的法律法规	109
A.1 《轻小型无人机运行规定（试行）》	111
A.2 《民用无人机驾驶员管理规定》	119
附录B 课后练习答案	127

第1章

什么是无人机？

本章主要对无人飞行器的基本概念进行详细介绍。学生需掌握无人机定义的三个要点，从本质上理解无人机的概念。

近几年，有一个词开始不断地出现在新闻媒体和人们的日常谈论中。

这个词就是“无人机”。

最初的无人机，是一种战场利器，能够穿梭于千里之外斩杀敌人；逐渐地，它是科学家手中的强大工具，可以翱翔九重天际，可以窥探大地奥秘；后来，它成了摄影师的绝密法宝，给你带来震撼的视觉体验；而现在，它也成了你手中的新玩具，带给你各种新奇体验，给你飞翔的乐趣。

那么，无人机到底是什么呢？

1.1 无人机的定义

很多人第一次听说无人机是因为中国的无人机公司——大疆的产品（图 1.1）。而大疆的航拍无人机产品几乎是一夜之间将无人机的概念传播给了普通大众，大疆也一跃成为全球最大的无人机公司。于是在很多普通大众眼中，无人机与大疆之间，几乎是画了等号的。



图 1.1 全球市场占有率第一的国产无人机——DJI 精灵系列航拍机

不过也有人说：市面上见到的像大疆那样的航拍飞机不是无人机，只是航模、只是四轴飞行器。只有像美国军方使用的那种，才是真正的无人机，其余都只是“玩具”。

虽然大疆这样的消费级航拍飞行器，在全球无人机市场上占据了绝大部分比重，但这些消费级、玩具级的无人机产品是否有资格被冠以“无人机”一名，一直让无人机和航模爱好者们争论不休。

那么究竟什么才是无人机呢？

让我们来看看我国对无人机的官方定义：

无人机，全称为无人驾驶飞机，英文缩写为“UAV”，是利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞机。

这里有三个要点：

（1）利用无线电控制——简单讲，就是可以遥控的，利用无线电将遥控信号发送给无人机，告诉无人机应该往哪儿飞，应该做什么动作等。而操作遥控信号的可以是人，也可以是电脑或者其他设备。

（2）利用自备的程序控制——像人一样，无人机也有自己的大脑，它的大脑就是它自备的程序，一般由一块 CPU（中央处理器芯片）和其他外部器件组成，主要负责控制实现遥控信号所要求的动作。比如，遥控信号要求一架四旋翼无人机（无人机的分类参见 1.2 节）往前飞，但如何控制螺旋翼的速度使得无人机能够往前飞，便是自备程序的工作了。

（3）不载人——无人机与普通飞机最大的区别就是不载人。但不载人并不代表没有人操作，只是操作的人是通过远程无线电控制，再结合无人机自备程序进行操纵的。

按照这三点定义来看，毫无疑问大疆这种航拍机真的是“无人机”，因为它满足上面的三个要点。

而美国联邦航空总署（简称 FAA）在《小型无人机操作和认证规则》里，无人机的定义则更简单：

一种不需要人类从内部直接介入的飞行器。

这种定义与中国的定义其实含义是相同的。不需要人类从内部直接介入，说明有自备的程序，但可通过遥控信号间接控制，当然也不需要有人坐在飞机上驾驶操作。

因此，无论在我国的定义中，还是在 FAA 的眼中，无论你是大飞机、小飞机，甚至是个小气球也好，只要符合上面的几个特点，都有资格成为“高大上”的无人机。

1.2 无人机本质是遥控飞机

无人机最初源自第一、二次世界大战的军事科技（无人机的发展起源详见第2章）。最初，由于电子技术还未完善，无人机不能进行太复杂的任务，只能被当作练习用的靶机。但在第二次世界大战后，美国开始大量使用无人机作为侦察机，无人机的技术也开始逐渐成熟。

后来，在电子技术不断发展的背景下，21 世纪初美国在中东开始大量使用无人机执行攻击任务，例如图 1.2 的掠食者 (Raptor)，就是美军目前主力的军用无人机。



图 1.2 美国主力军用无人机——掠食者 (Raptor)

美国为什么要用无人机打仗呢？

最大原因是军方要让“人类”无须直接进入战场，减低空军的伤亡率，也能让操控者更冷静地进行极危险的任务，所以军方需要远距离遥控无人机进入战场。

但到目前为止，美军大量使用的无人机在执行攻击任务时，仍然需要有真正的空军机师操作，只是不需要机师亲身上战场而已。所以说最初的无人机是遥控飞机也不为过。曾执行无人机攻击任务的机师在接受记者访问时就表示：“很大程度上是像玩电脑游戏。”

因为当前的无人机技术还不能完全脱离人类的控制，因此，无人机，也是遥控飞机。

但遥控飞机并不都是无人机，比如很多航模飞机并不属于无人机。有没有内部程序的控制，是判断是否为无人机的重要标准。

1.3 无人机与航模

随着电子技术的不断进步，未来“遥控飞机”式的军用无人机，开始有被全新的自动化无人机取代的趋势。

以英国的雷神无人机 (BAE Systems Taranis) 为例，它就加入了全自动模式，只要预先设定任务，无人机在大部分时间里都不需要人类遥控操作，自动升降、自动导航，进行侦察任务。那很像今天航拍机的“Way Point”“Flight Plan”之类的自动飞行计划吧。

而最新的军用无人机研发计划，已经进入“神经元”世代。法国“神经元”无人机 (NEURON) 概念 (图 1.3-1)，把无人机的“无人”二字推到更高的高峰。它是一种可以在没有任何人类指令的情况下，透过人工智能完成独立飞行任务，更能在复杂飞行环境中进行自我校正的无人机。

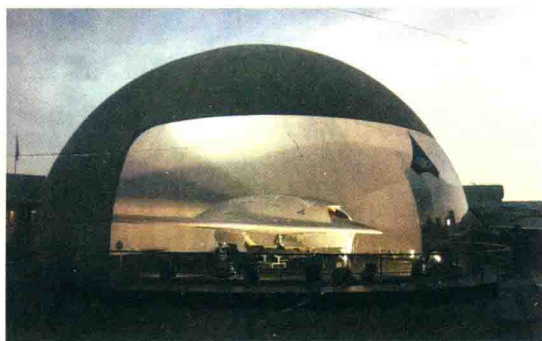


图 1.3-1 法国“神经元”无人机（NEURON）概念图

尽管这些新一代无人机仍然在概念阶段，但它们的核心技术，就是“自动化”。

所以为什么我们会觉得航拍机是航模、是玩具？因为我们仍然要拿着遥控器来操作。所以，在很多人心裡，航拍机不是“无人机”。但实际上，目前的军用无人机也没有我们想象中的那么“自动化”。

虽然航拍机仍然有个遥控器，这并不代表自动化技术与航拍机无关。



图 1.3-2 Intel 公司利用 100 台无人机结合音乐在空中编队表演

事实上，一般航模失去遥控信号就会很容易失控。不过，现代的航拍机即使没有遥控，也一样能够飞行。比如 DJI 大疆系列的无人机在失去遥控信号的情况下，可以依据用户的设置自主返回到起飞地点，或者在空中悬停，等待遥控信号重新连接。2015 年，美国 Intel 公司曾利用 100 台携带了 LED 的无人机进行编队飞行表演（图 1.3-2），这当然不可能是由 100 个人来操作的，而是通过电脑自动控制无人机来精准下达指令，再由无人机自己完成的。

1.4 披着飞机外衣的机器人

大狗（Big Dog）（图 1.4），是美国波士顿动力研究所研究出来的一款世界顶尖机器人，有 4 条可活动自如的腿，身形与毛驴相当，即使在火海中跑来跑去也毫不畏惧，酷似《星球大战》中帝国军队使用的“步行者”战车，能够携带辎重在崎岖不平的山路上行走 30 公里。

大狗能够做出这么复杂的动作，完成各种各样的任务，其核心就在于它有着强大的计算能力，能够自己计算出它的四条腿应该如何做出动作，而不需要人类一直的控制。无人机之所以被称为“无人机”，其自备的程序就赋予了它类似的计算能力。

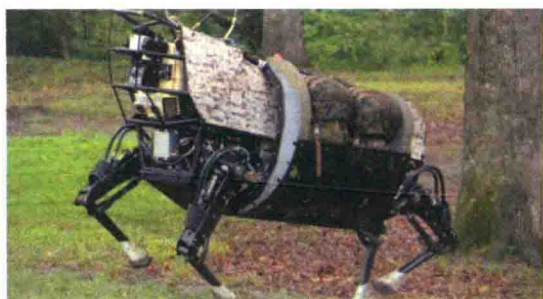


图 1.4 大狗（Big Dog）机器人

无人机与大狗相比，两者的科技含金量当然不同：机械狗需要处理更多的关节活动，程序算法更为复杂。尽管技术水平不同，但两者其实都是同一概念：它们的核心技术，都是“自动化”的机器人。换句话说：

机器人加四条腿，就是机械狗；

机器人加个轮子，就是平衡车；

机器人加个汽车，就是无人驾驶汽车；

机器人加个航模，就是无人机。

英文单词“Drone”，在无人机流行之前一般被译为“机器人”。在漫威电影《钢铁侠 2》最后一段，与钢铁侠恶斗的机器人军团，其名字就

是 Hammer Drones (锤子机械兵团)。

而如今,虽然无人机的正式英文名叫“Unmanned Aircraft Vehicle” [ʌn'mænd] ['er'kræft] ['vi:ɪkl], 缩写为 UAV, 但科技界很少使用这个名词, 更多称呼无人机为“Drone” [dron], 就是因为它的骨子里就是机器人。

因此, 无人机 Drone, 本质上就是披着航模外衣的机器人。

课后练习

1. 什么是无人机?
2. 无人机的本质及最初的起源是什么?
3. 经过初步认识, 你认为无人机的用途都有哪些?
4. 思考题: 如果你有一架无人机, 最想用来做什么?