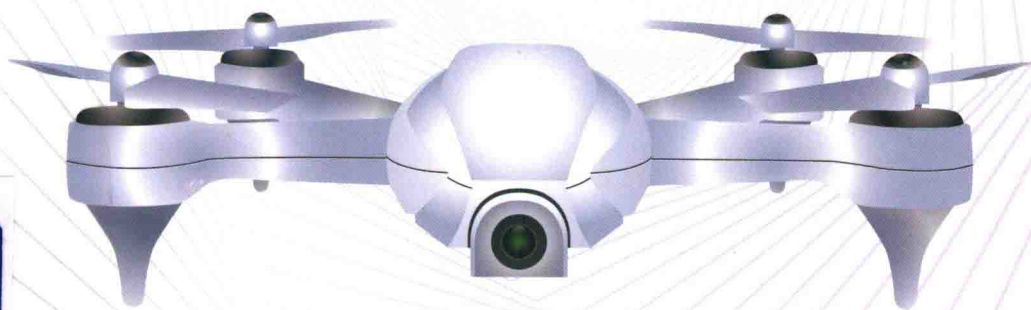


认识 无人机

姜坤 / 主编

——触手可及的智能飞行领航者



武装无人机

民用无人机

无人机安全监管

无人机革新与创新

无人机操控



化学工业出版社

姜坤 / 主编

认识 无人机

——触手可及的智能飞行领航者



化学工业出版社

· 北京 ·

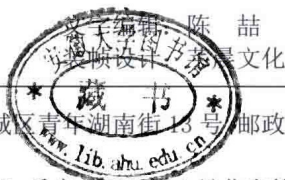
图书在版编目 (CIP) 数据

认识无人机：触手可及的智能飞行领航者 / 姜坤主
编. — 北京：化学工业出版社，2018.8
ISBN 978-7-122-32325-5

I . ①认… II . ①姜… 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 (2018) 第 123697 号

责任编辑：贾 娜
责任校对：王鹏飞



出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码 100011）
印 装：北京新华印刷有限公司
710mm×1000mm 1/16 印张 10¹/₂ 字数 142 千字 2019年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888

售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：58.00 元

版权所有 违者必究

认识无人机

——触手可及的智能飞行领航者



认识无人机

——触手可及的智能飞行领航者



前言

FORE WORD

根据中国民用航空局飞行标准司的规定，无人机（unmanned aircraft, UA）是指由控制站管理（包括远程操纵或自主飞行）的航空器，也称远程驾驶航空器。

行业内所说的无人机（unmanned aerial vehicle, UAV），是指利用空气动力起飞，借助无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵，可一次性或多次重复使用，并能够携带各类有效载荷的飞行器。

无人机诞生之初主要用于军事领域，其应用历史之久，可以追溯到 1914 年。随着航空技术的发展，以及计算机技术、遥控技术等的应用，军用无人机的发展愈加迅速，在航空侦察、空对地攻击以及近距离空中支援等方面大显身手。

民用无人机则是在进入 21 世纪后得以发展并逐渐备受关注的。民用无人机分为消费级和工业级两大类。消费级无人机主要用于航拍、摄影、娱乐、游戏等休闲用途；工业级无人机主要用于警用、消防、救灾、农业植保、安防、工业巡检、野生动物保护等领域，拥有广阔的市场前景。

无人机的普及，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。随着无人机的广泛应用，“黑飞”“扰航”“航拍”“远程打击”等名词成了公众谈资。无人机对大众而言，是一个既新鲜又神秘的事物，人们频繁谈论它，却不一定很了解它。无人机的尺寸有多大？飞行距离有多远？如何执行侦察任务？如何进行远程打击？“黑飞”又是怎么回事？

本书从科普角度出发，针对大众疑惑的问题，由广为讨论的无人机“黑飞”入手，用通俗易懂的语言，讲解了无人机的起源、武装无人机的发展、民用无人机的普及、无人机的安全监管、未来无人机的创新、无人机的操控等知识。

本书由姜坤主编，参与编写的人员有：王子旋、王明鉴、方亚儒、华超、刘云思华、何泳锦、张良、林瑀欢、覃远旺、舒乾贵。

由于水平所限，书中不足之处在所难免，敬请批评指正。

编者

引言 “黑飞”扰航——无人机出名了 01

2017年1月15日，一位网友在微博上转发了一条短短8秒的视频，视频内容为使用大疆 Mavic PRO 无人机拍摄的一架民航飞机正在降落的过程，画面十分清晰。

2017年4月14日至4月30日，成都双流机场接连发生9起无人机扰航事件，总计造成114个航班备降、4架飞机返航、超1万旅客出行受阻被迫滞留机场。

第1章 无人机起源——智能飞行时代来临 02

无人机可以看作是一种空中机器人，在各个领域都有广泛的应用。军用方面：当作靶机，用于侦察、通信、对地攻击、电子干扰等，可以减少人员伤亡，并具备良好的机动性。民用方面：无人机已经被用于航测、植保、影视传媒等行业，能完成有人驾驶飞机不宜执行的多种任务。

1.1 军事无人机——无人机的开端	04
1.2 第二次世界大战后的无人机——无人机的多种尝试	07
1.3 从原型机到现代无人机	11
1.4 技术进步促使无人机突破性发展	16
1.5 民用无人机逐渐兴起	20
1.6 无人机的软硬件构成	24
1.7 航模是无人机吗	27
1.8 无人侦察飞机的缘起	29
1.9 从侦察到打击行动	32
1.10 无人机作为战争机器	35
1.11 四轴无人机成为民用无人机的主流	38

2017年上映的美国电影《天空之眼》，讲述了美军利用无人机打击恐怖分子的过程。在这一过程中，无人机驾驶员身处遥远的大洋彼岸，仅需按下一个按钮，就能控制地球另一端的无人机发射导弹，在4分钟内精准打击目标。

2.1 “空中杀手”——专门用于打击行动的无人机	42
2.2 谁在无人机攻击的名单上	43
2.3 无人机的作战方式	44
2.4 无人机攻击的效果如何	46
2.5 无人机如何实现远程操控	48
2.6 无人机会搭载哪些武器	50
2.7 号称“最致命”的美军军用无人机	52
2.8 无人机“蜂群”技术	56

2016年12月7日，一名住在英国剑桥附近的男子从亚马逊网上购买一个Fire TV和一包爆米花。或许他并没有想到，他的这笔订单创造了历史。这笔订单由亚马逊研发的无人机送货，历时13分钟完成，是无人机在物流行业的首次实用。

3.1 中国制造——大疆	60
3.2 可用手机操控的无人机——Parrot	62
3.3 创意无人机	64
3.4 无人机连接现实与科幻	67
3.5 无人机可以用于哪些方面	68
3.6 无人机航拍摄影	71
3.7 无人机监控	74
3.8 无人机遥感技术日益成熟	76
3.9 无人机用于地质勘探	77
3.10 植保无人机的春天	79
3.11 无人机进行电力巡航	82
3.12 无人机助力消防	84
3.13 无人机快递已经成为现实	85
3.14 “互联网+”时代的无人机	88
3.15 球形无人机	91

某日深夜,某监狱上空出现无人机盘旋,存在实施投放危险物品、拍摄监管设施等不法行为的可能。值班人员判断请示后,迅速拿起新配备的反无人机枪,瞄准无人机并扣动扳机,无人机应声而落,安全隐患被迅速消除了。这不仅仅是故事,更是无人机可能带来的一种威胁。

4.1 无人机流行带来的潜在危险	94
4.2 无照驾驶无人机——“黑飞”	95
4.3 无人机扰航	96
4.4 机场防止无人机干扰——电子围栏	98
4.5 各国对“无人机热”如何应对	100
4.6 反无人机系统问世	101
4.7 反无人机枪——无需子弹就能击落无人机	105
4.8 我国对无人机的飞行适航及空域如何限制	106
4.9 无人机实名制	108

第5章 未来无人机——革新与创新

2016年6月,Facebook公司的太阳能无人机Aquila首次试飞。Aquila体型巨大,其翼展超过了波音737飞机。试飞进行了90多分钟,但在着陆时意外坠毁。这次尝试虽然不算成功,但却打开了通往未来无人机发展之路的一扇大门。

5.1 更高、更快、更远	112
5.2 能够隐形的无人机	115
5.3 持久续航——太阳能无人机	117
5.4 临近空间无人机——大气层内的卫星	119
5.5 高超声速无人机	120
5.6 模块化无人机	122
5.7 利用无人机探索火星	124
5.8 新型材料与无人机	125
5.9 当3D打印技术遇到无人机	126
5.10 无人机微型化	128
5.11 智能无人机——无人机+AI	130
5.12 仿生无人机能否成为现实	132

第6章 无人机操控——你也可以成为无人机“飞行员” 136

据 AOPA（中国航空器拥有者及驾驶员协会）统计，至 2016 年底，共颁发 10255 个无人机驾驶员合格证。而全国无人机使用人数已超百万。“持证上岗”的无人机驾驶员数量严重不足，大部分航拍公司、无人机研发生产公司等，基本上处于“黑飞”状态。

6.1 选购无人机——新手第一节课	138
6.2 操控训练——无人机快速入门大法	141
6.3 无人机有哪些不同的遥控方式	143
6.4 想飞得更安全？进行飞行前检查	146
6.5 如何遥控无人机起飞和返航	147
6.6 学会无人机飞行的基本动作	148
6.7 无人机航线分析	152
6.8 缺一不可！航拍需要哪些技巧	153
6.9 无人机清洁与维护指南	156
6.10 安全第一！无人机驾驶证怎么考	158

参考文献

160

引言

“黑飞”扰航——无人机出名了

无人机并不是一种新事物，进入 21 世纪以来，无人机逐渐从单纯的军事航空武器装备，转变成军用装备、行业工具和新型消费品，无人机行业迎来了前所未有的发展春天。

2017 年 1 月 15 日，一位网友在微博上转发了一条短短 8 秒的视频，视频内容为使用大疆 Mavic PRO 无人机拍摄的一架民航飞机正在降落的过程，画面十分清晰。该无人机升空至 450 米高度，拍摄了多个空中画面，其中包含多架途经的民航客机，空中拍摄过程约 10 分钟。事后，该网友截取了 8 秒视频上传至飞友 QQ 群，并被广泛传播。不少网友都对此事强烈谴责，认为无人机“黑飞”严重影响了航空安全，要求警方介入调查。1 月 16 日上午，浙江省公安厅宣布该视频内容属实，并非后期 PS 而成。这件事造成了恶劣影响，最终由警方介入调查。

2017 年 4 月 14 日至 4 月 30 日，成都双流机场接连发生 9 起无人机扰航事件，总计造成 114 个航班备降、4 架飞机返航、超 1 万旅客出行受阻被迫滞留机场。

无人机经历了怎样的发展？它又是如何从高精尖的军事航空武器装备摇身一变普及到民用的？在这以后，无人机又为何在机场净空保护区内屡禁不止？它的出现，将会对机场、航班造成怎样的影响？本书将逐一为您解答。

第 1 章

无人机起源

——智能飞行时代来临



近几年，无人机开始走入大众视野，并成为热议话题之一。那么，什么是无人机？简单来说，无人机是无人驾驶飞机的简称，主要利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置来操纵的不载人飞机。世界上第一架无人机诞生于 1917 年，但严格来说，20 世纪 30 年代出现的能够返回起飞点并能遥控飞行的不载人飞行器才属于真正意义上的无人机。20 世纪 50 年代以后，美国的“火

蜂”、中国的“长空一号”靶机等无人机的出现令无人机走上独立的发展路线。尤其是“长空一号”，它作为一架大型喷气式无线电亚声速飞机，不仅开创了我国无人机的先河，而且在此基础上改装成的核试验取样机于 1977 年圆满完成了一次核试验穿云取样任务。

无人机可以看作是一种空中机器人，在各个领域都有广泛的应用。军用方面：当作靶机，用于侦察、通信、对地攻击、电子干扰等，可以减少人员伤亡，并具备良好的机动性。民用方面：无人机已经被用于航测、植保、影视传媒等行业，能完成有人驾驶飞机不宜执行的多种任务。



1.1 军事无人机——无人机的开端

2003 年，伊拉克战争中，美军的无人机攻势让普通人认识到了无人机这种“新事物”。实际上，美军当时的进攻部队里面只有少量的无人机，主要用来对伊拉克一些重要目标进行侦察。到了 2010 年时，五角大楼已拥有将近 7000 架无人机。而现在，美国的军用飞机里面每 3 架就有 1 架飞机是不需要飞行员的。美军无人机，尤其是“捕食者”和“死神”无人机的使用推动了这一技术革命的进程。

无人机其实并不是新事物，早在 1917 年，就有人进行过采用无线电控制和惯性制导的无人驾驶飞机飞行试验。到第二次世界大战时期，无人机逐渐走向战场，当时无人机很重要的一个用途是作为靶机训练防空炮手。美国与德国还曾尝试以无人驾驶飞机携带大量炸药，由飞行员直接或者是通过另外一架飞机控制，对特殊目标进行精确度较高的攻击。当时德国使用了运输机作为无人机的母机运输重 2300 磅（1 磅=0.45359237 千克）的遥控飞行炸弹，由母机上的一名飞行员控制其飞行方向。美国试验性地使用 B-17 轰炸机作为炸药的载具，飞行员在最后阶段启动自动飞行装置之后跳伞，飞机则在预设的飞行之后撞击目标。

1918 年查尔斯·凯特林制造的“凯特林飞虫”，能够携带炸药飞向目标



第二次世界大战结束以后，无论是决定无人机外形关键的飞机动力学还是作为内部核心的遥控系统，短期内都没有取得太大进步。因此，在战后差不多二十年的时间中，无人机的发展形势并不明朗。

到越南战争时，无人机首次大规模使用在战场上。美军的“萤火虫”无人机完成了多达数千架次的空中侦察任务，这对有人驾驶侦察机而言是较难做到的。



1982年黎巴嫩战争期间，以色列空军大量运用了“先锋”无人机，推动了无人机的发展。

1990年2月“沙漠风暴”行动期间，美国版“先锋”无人机投入行动，当时“先锋”无人机代替美国海军“威斯康星”号战列舰上的直升机，用于为直接炮火进行空中定位。在一次实际应用中，当“威斯康星”号战列舰正在攻击科威特附近的地面目标时，无人机操作员奉命操纵无人机在伊拉克部队战壕上空低空飞行，以便让伊拉克士兵知道他们即将成为打击目标。伊拉克部队听到“先锋”无人机独特的嗡嗡声，意识到他们将会受到炮火攻击，然后就挥舞着手帕、汗衫和床单出来投降。这支伊拉克共和国卫队的部队成了首批向无人机投降的人员。

从那时起，无人机经过几十年的发展，已经越发全面和成熟。如今在军事行动中使用的无人机，范围从小型的手持式系统到与有人驾驶轰炸机一样

大的系统。这些无人机性能多种多样，可提供监视、侦察、情报搜集、对地面打击等不同的作战功能。

放眼当今世界，军用无人机正处在一个技术发展日新月异的时代，新的技术和作战用途层出不穷。然而，由于无人机部署力度和密度的加大，无人机空中交通管制的问题开始凸显，针对无人机态势感知和防止碰撞的技术成为无人机领域近期的重点研究方向，并已经取得一定成果。

军用无人机技术发展带来的另一个具有深远意义的变化在于：无人机技术的成熟和迅速小型化，使得无人机在过去几年大规模地进入商用领域乃至民用领域，为无人机的发展开启了一扇新的大门。

“先锋”无人机是无人机真正开始被成熟运用的标志，也促使现代战争出现了新的作战形式





1.2 第二次世界大战后的无人机——无人机的多种尝试

前文已经提到第二次世界大战及战后无人机发展的基本情况，无人机在这一时期的进步谈不上巨大，但是却为日后军用无人机的发展、应用指明了方向。

第二次世界大战前后，飞机工业相比以往取得了多方面的技术突破。在飞机外形方面，空气动力学开始得到重视，对飞机流线形、机翼结构的改进极大地提高了飞机的机动性能，其中许多设计方案至今仍具有深远的意义。像如今流行的后掠翼和三角翼，都是在第二次世界大战期间提出的。飞机动力方面，航空发动机的技术进步令飞机飞得更快、更高，尤其是喷气发动机开始登上航空舞台，早期的喷气动力飞机也在战争期间成功应用。第二次世界大战期间的飞机与之前的飞机相比，根本意义上的区别是飞机上开始安装各种航电设备，如机载雷达的使用为超视距作战提供了可能。

这些技术不仅促进了飞机技术的发展，同时也为当时无人机的研制提供了具有实际意义的参考。

20世纪30年代，美国人雷吉纳德·丹尼在他的无线电飞机公司里制造出了一架遥控飞行模型，将其命名为“RP-1”并推荐给军方，遗憾的是当时美国军方对这种“小玩意”毫无兴趣。然而，短短几年后，欧洲和亚洲上空密布的战云令美国军方意识到了潜在的危险，也改变了军方人士的想法。从1939年到第二次世界大战结束，美军一口气采购了15000多架这种遥控飞机，型号也由RP-4型发展到RP-18型。

雷吉纳德·丹尼和 RP-1 型飞机



RP-14 型飞机

