

全彩图解

无人机技术概论

深圳市无人机行业协会　组编
贾恒旦　郭　彪　主编

- 无人机组成及工作原理
- 应用案例和操作技巧
- 全彩图解、视频演示

扫码观看
29个无人机应用案例

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

儿童图书网 www.ertongbook.com

全彩图解

无人机技术概论

深圳市无人机行业协会　组　编

主　编　贾恒旦　郭　彪

副主编　谢习华　张显志　李明政　吕诗哲
　　杨　刚　杨洁琼　郭丽芳

参　编　赵彦丽　任亚青　李良波　胡　乐
　　杨　柳　王　征　王　俊　刘　伟
　　郭曦徽　陈宪军　马树华　贾司晨
　　林崇昆　李　均　廖运雄　徐　挥
　　马育春

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书主要介绍了无人机（固定翼无人机、无人直升机、多旋翼无人机）的主要组成部分及相关实际应用场景，内容涵盖了无人机监控、航拍、消防、遥感、送货、植保、救援、军演、察打等，以及无人机与体育竞技和反无人机方法等，在介绍过程中采用图解方式，尽量反映国内近年来在无人机方面的研究和实际应用成果，通过大量的实例，让读者对无人机有一个清晰的认识。本书配有 29 个二维码，扫码可以直接观看无人机应用实例。

全书通俗易懂，图文并茂，可读性、实用性强，既可作为大专院校、技工院校无人机专业的教材，又可以作为无人机培训机构用书，同时可供无人机从业者与爱好者参考。

图书在版编目（CIP）数据

无人机技术概论 / 贾恒旦，郭彪主编. —北京：
机械工业出版社，2018.5
ISBN 978-7-111-60016-9

Ⅰ.①无… Ⅱ.①贾… ②郭… Ⅲ.①无人驾驶飞机
-概论 Ⅳ.①V279

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 109200 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策划编辑：赵磊磊 责任编辑：赵磊磊 陈玉芝 侯宪国
责任校对：李亚娟 责任印制：**李 昂**
北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

2018 年 9 月第 1 版第 2 次印刷
169mm × 239mm · 10 印张 · 141 千字
6001—9000册
标准书号：ISBN 978-7-111-60016-9
定价：49.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
服务咨询热线：（010）88361066	机 工 官 网：www.cmpbook.com
读者购书热线：（010）68326294	机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
（010）88379203	金 书 网：www.golden-book.com
封面无防伪标均为盗版	教育服务网：www.cmpedu.com

本书编委会

主　　任	杨金才	深圳市无人机行业协会	会长
副 主 任	郭　彪	株航高校	校长
	贾恒旦	株航高校	副校长
委　　员	（按姓氏笔画排列）		
	王　征	深圳市轻准科技有限公司	技术主任
	文　彪	武汉拓普新科无人机科技有限公司	教务总监
	邓　宇	湖南山河科技股份有限公司	副总经理
	任亚青	西安天问智能科技有限公司	市场总监
	刘　伟	深圳中航电科技有限公司	总经理
	孙艳妮	深圳市科卫泰实业发展有限公司	技术主任
	杨　刚	株航高校	系主任
	杨　柳	深圳三叶精密机械股份有限公司	副总经理
	杨洁琼	深圳市无人机行业协会	常务副秘书长
	张立东	深圳市蓝东明科技有限公司	总经理
	张显志	深圳一电航空技术有限公司	总经理
	陈宪军	深圳市华业航空科技有限公司	培训主管
	林崇昆	深圳市艾特航空科技股份有限公司	总经理
	赵彦丽	深圳市富斯科技有限公司	工程师
	郭丽芳	株航高校	副校长
	郭曦徽	株航高校	教师
	黄佳维	湖南省库塔科技有限公司	总经理
	曹　胜	深圳市飞盈佳乐电子有限公司	总经理
	赖龙飘	深圳市智璟科技有限公司	市场部经理

专家委员 （按姓氏笔画排列）

王　俊	深圳飞盈佳乐电子有限公司	总工程师
王　雷	深圳市嘉利源电磁技术有限公司	总经理
吕诗哲	深圳市科卫泰实业发展有限公司	总监
刘　伟	深圳中航电科技有限公司	总经理
刘　丰	深圳市富斯科技有限公司	董事长
刘喜龙	西安天问智能科技有限公司	总经理
李　均	湖南省库塔科技有限公司	总工程师
李良波	深圳市蓝东明科技有限公司	总工程师
李明政	深圳市智璟科技有限公司	经理
张显志	深圳一电航空技术有限公司	总经理
林崇昆	深圳市艾特航空科技股份有限公司	总经理
胡　乐	武汉拓普新科无人机科技有限公司	总经理
韩振铎	深圳市华业航空科技有限公司	总经理
谢习华	湖南山河科技股份有限公司	副总工程师
薛　塑	深圳市轻准科技有限公司	董事长

需要全本请访问 www.ertongbook.com

序

读完《无人机技术概论》书稿后，思绪万千，感触颇多。我国开发、研制、生产无人机已有四十多年历史，随着我国军民融合快速发展，无人机这项高科技的人工智能技术在我国民用航空领域得到了广泛的应用和发展。无人机的产品愈发成熟，无人机的功能更加智慧，已由航空神坛走进了寻常百姓的工作、生活领域。对于无人机，说它是高科技的产物并不为过，因为无人机不是单一学科，而是不同学科以及多个科技领域互相交叉、相互渗透、相互融合的高科技产物。它是航空航天、计算机、无人驾驶、遥控、遥感、遥测技术等高新技术高度融合的产品，这些技术在无人机应用中得到了充分展示。

进入21世纪，随着GIS、GPS、微电子机械系统、磁力同步自动驾驶机、数字无线电、数字运动相机、新型材料及人工智能等新技术的广泛应用，民用无人机技术同各种电子信息化技术完美结合，获得了更加快速的发展，并持续推动了全球无人机市场的繁荣。

到2018年3月底止，中国无人机产业链上有近万家企业，年产值近400亿人民币，而且还在不断持续地攀升。民用无人机市场发展也从影视航拍延伸到了警用、农业植保、航测、电力、应急救援、物流、消防、气象、环保等几十个领域，无人机应用的增长速度远远超过了无人机行业人才成长的速度。面对广大的无人机行业从业者以及急需的专业人才，有关这个新兴科技行业的科普书籍屈指可数，不尽人意。我身为中国无人机行业中最大的协会——深圳市无人机行业协会的会长，深感责任重大，任务紧迫，这也是多年来时常涌现在我心中的一件大事。

株航高校（湖南航空职工工学院、株洲南方航空高级技工学校）建校66年来，为中国航空工业培养出了3万多名航空高等职业技术人才。我有幸

结识了走在中国无人机技术教育前沿的郭彪校长、贾恒旦副校长，共同组织了中国无人机行业中具有较高技术的企业，开展《无人机技术概论》一书的编写工作，希望能为推动中国民用无人机行业快速、可持续发展做些实事，为中国无人机行业人才的快速成长尽绵薄之力。

本书对无人机行业和技术的介绍言简意赅，注重基础知识的汇集和科普，图文并茂，引人入胜。本书汇聚了众多院校和企业专家的心血，可作为中国无人机爱好者、从业者、学习者的入门读物。书中未能详尽之处，后续我们会再接再厉。欢迎中国无人机行业更多的专家、学者、企业的科研人员等加入我们的队伍，为共同推动中国无人机行业的发展，贡献出自己的智慧。

仅以此序，感谢所有的参与人员，并与行业的各位专家们共勉。

深圳市无人机行业协会会长　杨金才

2018 年 4 月

前　言

无人机起源于1914年，起初主要用于军事领域。经过一百多年的发展，无人机技术开始走向成熟。无人机走向民用市场是近十几年的事。在近十年里，中国民用无人机产业迅猛发展，让世界刮目相看。从大数据统计来看：截止到2015年11月份，中国已经是全球民用无人机最主要的生产基地，其中深圳无人机企业就已经超过300家，而且深圳无人机企业获得专利的数量已突破1000项，仅民用消费类无人机就占有全球70%的市场，专业无人机占有国内60%的市场，2015年无人机交易规模超过160亿元人民币。2016年，中国民用无人机生产产值已经超过260亿元人民币。随着国家“十三五”产业转型发展战略的实施和中国制造2025智能化产业政策的出台，无人机产业、无人机教育、无人机服务即将迎来新的发展机遇。

无人机行业快速发展，但专业人才的成长速度远远跟不上行业发展速度，而且市场上关于无人机的科普书籍屈指可数。为此，我们集合了株航高校、深圳市无人机行业协会和十五家无人机企业共同编写了《无人机技术概论》一书。

本书以最通俗的方式向读者全面介绍了无人机的组成和功能，内容深入浅出，图文并茂，并与微视频相结合。本书在内容选择上与时俱进，以最简捷的方式尽量反映国内近年来在无人机应用方面的最新成果；在结构编排上循序渐进，坚持兴趣导向。

本书从五个层面展开了介绍：

1. 介绍了什么是无人机，无人机与航模的区别，无人机在军事、民用、消费领域的应用。通过这部分内容，引发读者对无人机产生浓厚的学习兴趣，并为后续进行无人机技术的学习奠定坚实的基础。

2. 全面、通俗地介绍了无人机系统的各个组成部分，全面普及无人机专业入门知识。

3. 全面介绍了我国无人机在各行各业的实际运用实例及应用方向。

4. 介绍了近年来全球刚刚兴起的无人机体育竞技项目及赛事。

5. 针对无人机快速发展带来的不利因素，介绍了反无人机方法。

全书共分为9章。第1章介绍了航空器与无人机；第2章介绍了无人机的飞行原理及结构；第3～6章介绍了无人机的组成；第7章介绍了无人机任务载荷及应用场景，包括运送货物、监控、航拍、遥感、消防、植保、救援、军演、察打；第8章介绍了无人机与体育竞技；第9章介绍了反无人机方法。最后，用附录的形式介绍了无人驾驶航空器飞行管理暂行条例（征求意见稿）及民用无人机驾驶员管理规定。本书配有29个二维码，扫码可以直接观看无人机应用实例。

感谢深圳市无人机行业协会的杨金才会长为了推动中国民用无人机产业、教育、服务的快速发展，精心组织深圳市无人机行业协会中的成员单位，参与本书的编写工作；感谢各位委员和专家能从百忙之中抽出时间，为本书提供指导意见和相关素材；感谢在写作过程中，给我们无偿提供帮助的所有朋友。

在本书的编写过程中，参阅了多种书籍，为了避免冗长，书中只列出了主要参考书目，其他资料未能一一列举，在这里向其作者表示衷心的感谢。另外，书中有部分无法明确原作者的图片，希望原作者与我们联系，以便标注致谢。

无人机行业所涉及的领域非常广泛，再加上本书编者水平有限，编写时间仓促，书中不足之处在所难免，望读者指正。

编者

目　录

序

前言

第 1 章　航空器与无人机 / 001

1.1　航空器 / 001

1.2　无人机 / 001

复习思考题 / 011

第 2 章　无人机的飞行原理及结构 / 012

2.1　无人机飞行原理 / 012

2.2　无人机结构 / 015

复习思考题 / 026

第 3 章　无人机的动力 / 028

3.1　活塞航空发动机 / 028

3.2　涡轮航空发动机 / 031

3.3　锂电池电动机 / 034

3.4　油电混合（燃油发动机 + 锂电池）/ 045

3.5　氢燃料电池动力 / 045

3.6　太阳能动力 / 046

复习思考题 / 046

第 4 章　无人机飞控操作系统 / 048

4.1　硬件 / 048

4.2　软件 / 055

复习思考题 / 057

第 5 章 无人机通信 / 060
5.1 无线信号 / 060
5.2 遥控器 / 060
5.3 数据、图像传输 / 064
复习思考题 / 071

第 6 章 无人机材料 / 072
6.1 木材 / 072
6.2 金属 / 073
6.3 非金属 / 075
复习思考题 / 076

第 7 章 任务载荷及应用场景 / 078
7.1 任务载荷 / 078
7.2 应用场景 / 084
复习思考题 / 108

第 8 章 无人机与体育竞技 / 109
8.1 体育竞技 / 109
8.2 穿越机 / 109
复习思考题 / 118

第 9 章 反无人机方法 / 119
9.1 无人机的威胁 / 119
9.2 反无人机主要方法 / 119
复习思考题 / 122

附录 无人机相关文件 / 123
附录 A 无人驾驶航空器飞行管理暂行条例 （征求意见稿）/ 123
附录 B 民用无人机驾驶员管理规定 / 137
复习思考题 / 144
参考文献 / 147

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第 1 章　航空器与无人机



1.1 航空器

1. 大气层

大气层是星球表面上的气体因为星球引力的影响，在星球表面积聚而成的一层气体。地球就被很厚的大气层包围着。

2. 航空器的分类

航空器是指在大气层中飞行的飞行器，其分类如图 1－1 所示。

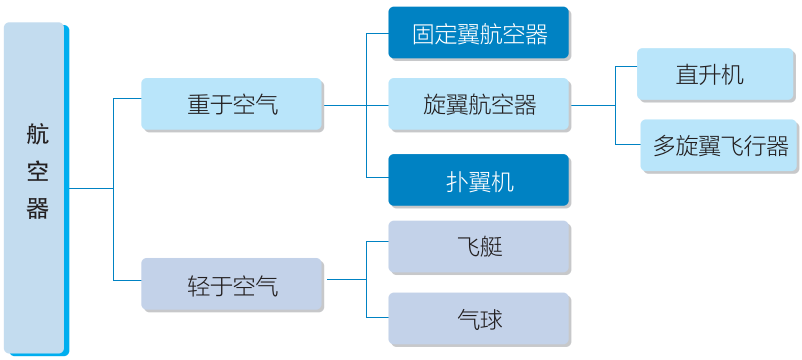


图 1－1　航空器的分类

1.2 无人机

1. 无人机的起源

无人机诞生于 1914 年，当时第一次世界大战正进行得如火如荼。1927 年，由 A. M. 洛教授参与研制的“喉”式单翼无人机在英国海军“堡垒”号

军舰上成功地进行了试飞。该无人机载有 113kg 炸弹，以 322km/h 的速度飞行了 480km，在世界上曾引起极大的轰动。“喉”式无人机如图1－2所示。

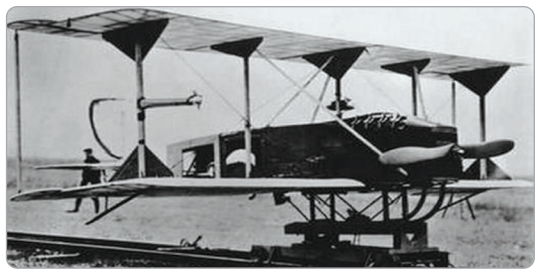


图 1－2 “喉”式无人机

2. 无人机的定义

中国民用航空局对无人机的定义如下：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，也称为远程驾驶航空器。

通俗地说，驾驶员或控制员不在飞机座舱内的能自由飞行的飞行器，称为无人机。

3. 无人机与有人机的比较（见表 1－1）

表 1－1 无人机与有人机的比较

项目	无人机	有人机
人员伤亡情况	执行危险性任务，无人员伤亡	执行危险性任务，可能会有人员伤亡
载人限制	不需要考虑人数及安全措施	需要考虑人数及安全措施
尺寸	体积不受限制	同等情况下，体积要大许多
成本	无驾驶舱，不需要培养飞行员	增加制造成本、飞行员培养成本
机动性	起降要求低	起降要求高
自控性、可靠性	智能化水平不高，抗干扰能力差	飞行员操作为主，抗干扰能力相对强

4. 无人机与航模的区别

1）航模（图 1－3）是以娱乐、竞技为主（见图 1－4），以应用为辅；

而无人机是以应用为主（即无人机 + 行业应用），以娱乐、竞技为辅。



图 1－3　各种航模

（图片源自：三叶）

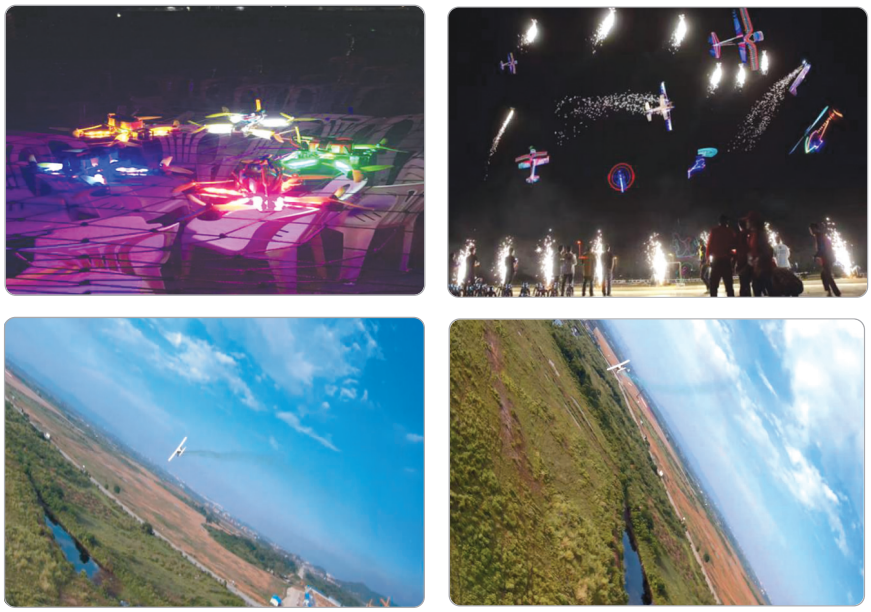


图 1－4　航模进行娱乐表演

航模娱乐表演

2）航模没有智能化的飞控系统，始终需要人通过遥控器在视距范围内操作，才能实现航模的机动和姿态调整，如图 1－5 所示。无人机配有智能化的飞控系统，通过程序控制和数据链将地面控制参数与无人机进行交互，控制无人机的姿态和机动，并可以实现自主、超视距飞行。多旋翼无人机系统如图 1－6 所示，多旋翼无人机如图 1－7 所示。



图 1－5 航模需要在人的视线范围内操控



图 1－6 多旋翼无人机系统

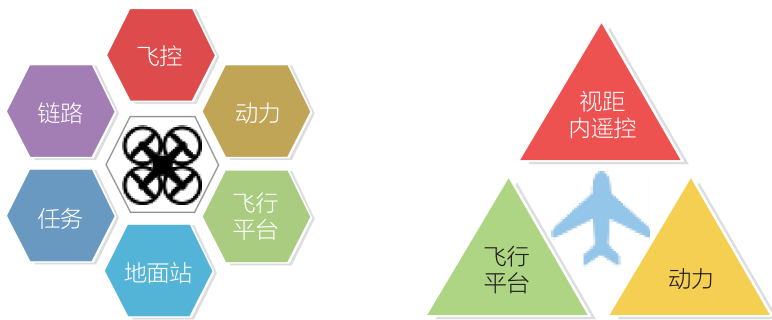
（图片源自：山河科技）



图 1－7　多旋翼无人机

（图片源自：AEE）

无人机与航模的差异如图 1－8 所示。



a）无人机　　b）航模

图 1－8　无人机与航模的差异

5. 无人机的分类

（1）按使用领域分　无人机可分为军用、民用和消费三大类。

1）军用。军用无人机可以用作侦察无人机、诱饵无人机、电子对抗无人机、通信中继无人机、无人战斗机以及靶机等。军用无人机是现代空中军事力量中的一员，具有无人员伤亡、使用限制少、隐蔽性好、费效比高等特点，在现代战争中的地位和作用日渐突出。

2）民用。民用无人机在农业植保、快递运输、电力巡检、石油管道巡检、交通监控、治安监控、城市规划、消防救援、灾难救援、观察野生动物、监控

传染病、测绘、新闻报道、影视拍摄等领域都有大量应用。2014 年，在用无人机和直升机联合拍摄纪录片《飞越山西》时，无人机拍摄点数量第一次超过了有人机，无人机拍摄点有 300 个，直升机拍摄点有 200 个。用无人机拍摄的丹江口宣传片，把丹江口的自然美完全呈现出来，如图 1－9 所示。



图 1－9 无人机航拍丹江口宣传片

（图片源自：TOP）

丹江口

无人机用于宣传如图 1－10 所示。

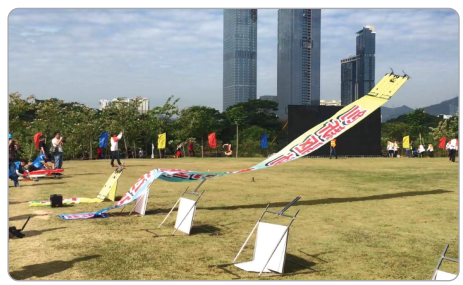


图 1－10 无人机用于宣传

无人机用于宣传

无人机在民用领域的应用如图 1－11 所示。

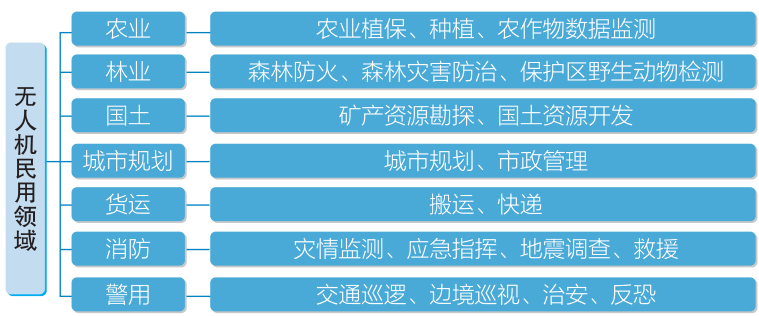


图 1－11 无人机在民用领域的应用

需要全本请访问 www.ertongbook.com