

高等教育“十三五”规划教材·无人机应用技术

无人机模拟飞行及操控技术

主 编◎杨 宇

副主编◎陈 明



西北工业大学出版社

高等教育“十三五”规划教材·无人机应用技术

无人机模拟飞行及操控技术

主 编 杨 宇
副主编 陈 明

西北工业大学出版社

西 安

【内容简介】 本书详尽介绍无人机概述、无人机的基本组成及相关行业应用;固定翼、多旋翼及常规旋翼无人机的结构及飞行原理;遥控器、地面站及飞行控制器的设备介绍与使用;从模拟软件的选择,到不同机型的模拟飞行要求与练习方法及技巧,以及自动驾驶仪器的模拟操控;通过对各种类型无人机飞行操控的相同与不同要求来介绍飞行训练;无人机在不同领域、不同任务要求下对工作实施过程、方法的组织和规划;无人机操控者必须了解的空域法规及飞行报备要求。最后附录为无人机专业术语表与外场飞行记录表。

本书可作为中、高等职业院校相关专业教材,也可作为无人机爱好者和无人机从业人员培训的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

无人机模拟飞行及操控技术/杨宇主编. —西安:
西北工业大学出版社, 2019. 7
高等教育“十三五”规划教材·无人机应用技术
ISBN 978-7-5612-6504-8

I. ①无… II. ①杨… III. ①无人驾驶飞机-模拟飞行-高等学校-教材 IV. ①V279

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 117779 号

WURENJI MONI FEIXING JI CAOKONG JISHU

无人机模拟飞行及操控技术

责任编辑:朱辰浩	策划编辑:杨军
责任校对:张潼	装帧设计:李飞
出版发行:西北工业大学出版社	
通信地址:西安市友谊西路127号	邮编:710072
电话:(029)88491757, 88493844	
网址:www.nwpup.com	
印刷者:兴平市博闻印务有限公司	
开本:787 mm×1 092 mm	1/16
印张:12.625	
字数:331千字	
版次:2019年7月第1版	2019年7月第1次印刷
定价:39.00元	

如有印装问题请与出版社联系调换

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

前 言

无人驾驶飞机简称“无人机”(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)。无人机是无人机系统(Unmanned Aerial System, UAS, 包括无人机、地面控制器和两者间的通信系统)的组成部分。这是一种非有人驾驶的航空器,通过无线电遥控设备和其相关程序控制装置进行操作。

国内最早由西北工业大学在 1958 年研制出第一套无人机系统,随着我国电子产业及消费级 MEMS 传感器开始大规模发展,无人机硬件成本快速下降,使得无人机进一步的小型化、集成化成为了可能。

无人机近年来发展迅速,从技术角度看已经比较成熟。其成本低,使用风险小,易操纵,具有高度灵活性,能够携带一些重要的设备从空中完成特殊任务,在军事和民用领域受到青睐。目前,无人机已广泛应用于航拍、农业植保、微型自拍、快递运输、灾难救援、观察野生动物、监控传染病、测绘、新闻报道、电力巡检、救灾和影视拍摄等领域,大大地拓展了无人机本身的用途,已成为我国经济的一个新增长点。

目前中国对无人机操控人员的需求非常大,而且将会在很长一段时间都处于一种供不应求的状态。无人机操控人员必须了解相应的航空法规、安全飞行知识,熟悉各类型无人机的飞行原理、相关电子设备的使用及保养维修,并通过无人机模拟飞行的练习与全方位模拟复杂的飞行环境来熟悉无人机遥控器、自驾仪等各种设备的操作,熟练掌握操控无人机的技能。

本书集中了作者及其研究团队近年来在无人机相关领域的研究成果,详尽介绍了相关法律法规、飞行前的练习与操控飞行中应注意的事项。为了适应不同的课程设计,本书共分为 7 章。第 1 章介绍无人机概述、无人机的基本组成及相关行业应用;第 2 章分别介绍固定翼、多旋翼及常规旋翼无人机的结构及飞行原理;第 3 章介绍无人机重要电子设备,包括遥控器、地面站和飞行控制器;第 4 章介绍无人机模拟飞行,从模拟练习软件的选择,到不同机型的模拟飞行方法与要求,以及自动驾驶仪器的模式练习;第 5 章通过对各种类型无人机飞行操控的相同与不同要求来介绍飞行训练;第 6 章介绍无人机在不同领域、不同任务要求下对工作实施过程、方法的组织和规划;第 7 章介绍无人机操控者必须了解的空域法规及飞行报备要求。最后附录为无人机专业术语表与外场飞行记录表。

本书由杨宇主编,陈明担任副主编。其中陈明负责编写第 1~3 章,杨宇负责编写第 4~7 章。书中内容体现了由杨宇带领的无人机创研团队的智慧结晶。西北工业大学出版社对部分内容提出了中肯的修改意见,在此谨致谢意!

编写本书曾参阅了相关文献资料,在此向其作者表示衷心的感谢!

由于笔者水平有限,书中难免有不足和疏漏之处,恳请各位专家、读者给予批评指正!

编 者

2019 年 4 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 无人机概述	1
1.2 无人机的基本组成及分类	4
1.3 无人机的行业应用	6
章节小结	8
习题	8
第 2 章 无人机的结构及飞行原理	9
2.1 固定翼无人机的结构及飞行原理	9
2.2 多旋翼无人机的结构及飞行原理	18
2.3 常规旋翼无人机的结构及飞行原理	21
章节小结	27
习题	27
第 3 章 电子设备	28
3.1 遥控器	28
3.2 地面站	41
3.3 飞行控制器	50
章节小结	55
习题	55
第 4 章 无人机的模拟飞行	56
4.1 飞行模拟器软件	56
4.2 固定翼无人机模拟飞行	57
4.3 多旋翼无人机模拟飞行	68
4.4 常规旋翼无人机模拟飞行	73
4.5 自驾模式控制模拟	78
章节小结	80
习题	80
第 5 章 无人机的飞行训练	81
5.1 固定翼无人机的训练	81
5.2 多旋翼无人机的训练	84

5.3 常规旋翼无人机的训练.....	85
5.4 无人机飞行特点.....	87
章节小结	90
习题	91
第 6 章 无人机任务规划	92
6.1 无人机任务规划定义.....	92
6.2 飞行任务规划.....	96
章节小结.....	102
习题.....	102
第 7 章 空域法规及无人机飞行报备.....	103
7.1 空域法规	103
7.2 无人机飞行报备	109
7.3 飞行执照	112
章节小结.....	113
习题.....	113
附录.....	115
附录 A	115
附录 B	125
附录 C	126
附录 D	139
附录 E	142
附录 F	144
附录 G	152
附录 H	158
附录 I	161
参考文献.....	195

第 1 章 绪 论

内容提示

中小型固定翼和旋翼战术无人机系统的出现,标志着无人机进入大规模应用时代。我国的无人机事业走出了一条具有中国特色的发展道路,随着世界新技术革命的深入发展,无人机的性能不断完善,形成了完整的体系结构。无人机系统由飞行系统、地面控制系统和任务载荷系统组成。根据结构形态、飞行情况和任务类型等有不同的分类,在各行各业有着广泛的应用。

教学要求

- (1)了解无人机来源与发展史;
- (2)了解无人机与航模的区别,掌握无人机基本概况;
- (3)了解无人机的基本组成及分类;
- (4)了解无人机行业应用与发展。

内容框架



1.1 无人机概述

1.1.1 无人机的来源与发展

1. 全球无人机的来源与发展

第一架无人机由美国人 Lawrence 和 Sperry 在 1916 年制造,初始是一种“姿态控制”,他们发明了一种陀螺仪代替飞行员来稳定飞机,从而促使了无人驾驶的实现。

1945 年,第二次世界大战之后将退役的飞机改装作为新型飞机的研究或者是靶机,开创了近代无人机使用的先河。随着电子信息技术的进一步发展,无人机体现出了在担任侦察与监视任务中的重要性。

20世纪90年代后,西方国家意识到无人机在战争中可发挥重要的作用,于是在无人机的研发上应用了更多高新技术:为了增加无人机的续航时间,不断研究设计新翼型及应用更多的轻型材料;采用更加先进的信息处理与通信技术,提高了无人机的图像与数字化传输速度;不断升级的自动驾驶仪使无人机不再需要陆基电视屏幕领航,而是按照相应程序设定完成飞行任务。

无人机技术在20世纪经历了三次发展浪潮,真正进入了一个“黄金时代”:1990年后,全球共有30多个国家装备了大型战术无人机系统,代表机型有美国“猎人”“先驱者”,以色列“侦察兵”“先锋”等;1993年后,以美国“蒂尔”无人机发展计划为代表,中高空长航时军用无人机得到迅速发展;20世纪末,中小型固定翼和旋翼战术无人机系统出现,其体积小、价格低和机动性好,使无人机进入了大规模应用时代。

2. 中国无人机的研发与制造过程

中国无人机研制始于20世纪五六十年代,逐步形成了靶机、高空无人照相侦察机等系列,具备自行研发设计与小批量生产能力。值得一提的是“长空一号”靶机作为一架大型喷气式的高亚声速无人机,不仅开创了我国无人机研发与应用的先河,更是在它的基础上改装成核试验取样机,并于1977年圆满完成了第一次核试验穿云取样任务。

我国不仅高度重视无人机作为靶机、侦察机和核试验取样机等军事用途,并且积极地进行民用无人机的研发工作。经过对军用无人机的适当改装,可使其执行大量的民用任务,如大气污染监控、地形与矿区勘察等。这也形成了我国无人机在军、民两用上共同研发进步的传统。我国先后开发了WZ-2000隐身无人机、“蜂王”无人机和“翔鸟”无人驾驶直升机等一系列无人机,直至形成现在种类、用途多样的无人机系统研发制造体系。

现今,我国无人机研制发展迅速。其代表机型,一是“翼龙”无人机。这是一种军民两用的中低空、长航时、多用途的无人机,装配一台100马力(1马力=735.499W)活塞发动机,具备全自主平台,它代表了目前我国无人攻击机研制的最新水平,是中国无人机制造领域的“当家明星”。二是“彩虹四号”(CH-4)无人机。这是一款中空、长航时、侦察与打击一体的大型军用无人机,在我国同级别无人机系统中属于飞行能力最优秀、挂载能力最强的无人机,被称为中国军用航空的领秀之作、中国版的“死神”。“彩虹四号”无人机系统的主要构成包括中空长航时无人机、地面遥测遥控站和全面的保障设备。无须中途加油,最远航程能达到3500km,巡航时间可达40h。该飞机装有性能优良的相机、SAR雷达和通信设备,除此以外,还可以挂载精确制导武器,对地面固定和低速移动目标进行精确打击。

我国的无人机事业发展虽越来越迅速,但还需要继续做好研发与制造,为国防建设和国民经济建设提供更好的服务。国产无人机相关机型如图1-1-1所示。

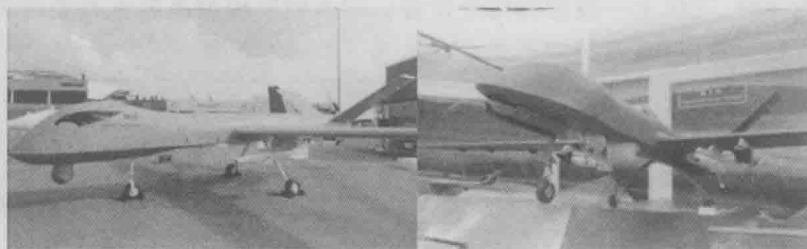
1.1.2 无人机与航空模型的区别

无人机与航空模型(以下简称“航模”)的区别存在于很多方面,下面从定义、飞控系统、功能、人机界面、自动控制、组成、用途、管理等多个方面来梳理这两者之间的区别。

1. 定义的区别

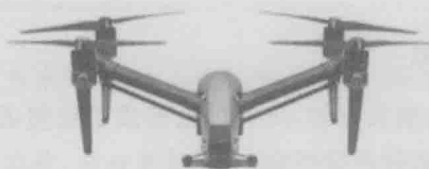
当前,我国对航模的定义是要求在视距内飞行,高度不得超过120m,并且有尺寸限制,有带动力系统和不带动力系统两种模式。而对无人机的定义要求大有不同。无人机可以完全不用遥控器,可以通过电脑、地面站、地面电路来指挥,可以飞到数千千米以外,现在已知的无人

机的最大续航时间达到了 48 h,长距离飞行是航模远达不到的。



翼龙无人机

彩虹-4无人机



国产航拍无人机

图 1-1-1 国产无人机

2. 飞控系统的区别

无人机和航模最大的区别,在于有无智能化的飞控系统。

无人机通过中央飞控系统,控制飞机的姿态和机动,是由程序控制的,通过数据链将地面控制参数与无人机进行交互,完全可以实现自主飞行。

航模是要在视距范围内通过遥控设备实现机动和姿态调整来控制飞行,本身没有自动化的飞控系统。

3. 功能的区别

无人机的功能有明确的个性化要求,由机上的有效载荷来完成执行任务能力。无人机可应用于各行各业,比如军用、巡查、航拍、测绘和农业等。航模则主要是用来供学生学习和练习如何飞行。

4. 人机界面的区别

最直观的区别还是从人机界面来区分无人机和航模。一般来说带有天线的游戏手柄状设备,多定义为航模;而带有显示器、摇杆及控制鼠标的设备,则多定义为无人机。

5. 自动控制的区别

在自动控制方面,无人机能够智能应对各种情况,进行任务执行,与地面站进行数据融合和任务确认,并进行下一步操作。而大多数航模的自动控制只能实现失控后自动返航。

6. 组成的区别

无人机比航模要复杂。航模由机体、动力系统和视距内遥控系统组成,主要是为了大众的观赏性,追求的是外表的逼真或是飞行轨迹等,科技含量并不高。

无人机系统由飞行平台、动力系统、飞控导航系统、链路系统、任务系统和地面站等组成,主要是为了完成特定任务,追求的是系统的任务完成能力,科技含量高。

7. 用途的区别

无人机多执行超视距任务,目前主要应用于军用与特种民用,最大任务半径达上万千米。

通过机载导航飞控系统自主飞行,通过链路系统上传控制指令和下传任务信息。航空模型通常在视距范围内飞行,飞机上一般没有任务设备。很多航空模型系统也有类似无人机的能力,可以在视距内直接遥控操作。

8. 安全管理的区别

在我国,航空模型划分由国家体育总局下属航空运动管理中心管理;民用无人机由民航局统一管理;军用无人机由军方统一管理。

1.2 无人机的基本组成及分类

1.2.1 无人机的基本组成

随着无人机性能的不断发展和完善,无人机也形成了完整的体系构成。无人机系统由飞行系统、地面控制系统和任务载荷系统组成。

1. 飞行系统

飞行系统是无人机系统组成的空中部分,包括飞机机体、飞行操控装置、动力装置、发射与回收设备、供电设备等。

2. 地面控制系统

无人机地面控制系统是整个无人机系统组成中非常重要的部分,是无人机与地面操作人员直接交互的渠道。它包括任务规划、实时监测、任务回放、数字地图和通信数据链等功能,具备集控制、通信和数据处理于一体的综合能力,是整个无人机系统的控制中心。无人机地面控制系统的详细功能如下。

(1)飞行监控功能:无人机通过无线数据传输链路,下传飞机当前各状态信息。地面站将所有的飞行数据保存,并将主要的信息用相应控件显示,供地面操纵人员参考。同时根据飞机的状态,实时地发送控制命令,操纵无人机飞行。

(2)地图导航功能:可以对无人机提前规划航点航线,观察无人机任务执行情况,同时根据无人机的经纬度信息,将无人机的飞行轨迹标注在电子地图上。

(3)任务回放功能:根据保存在数据库中的飞行数据,在任务结束后,使用回放功能可以详细地观察无人机在执行任务过程的每一个细节,检查任务效果。

(4)天线控制功能:地面控制站实时监控天线的轴角,根据天线返回的信息,对天线校准,使之能始终对准飞机,实时控制无人机飞行。

3. 任务载荷系统

任务载荷系统是指在无人机上搭载为完成任务的有效载荷设备。无人机任务载荷系统的快速发展极大地扩展了无人机的应用领域。无人机根据其功能和类型的不同,其上装备的任务载荷系统也不相同,常见的有效载荷设备有云台、相机、喊话器、农药箱、热成像模块和红外线模块等。

1.2.2 无人机的分类

(1)按照飞机结构形态分类,无人机主要分为两大类型:一类是垂直起降型无人机,主要包括无人飞艇、单旋翼无人机和多旋翼无人机等;另一类是非垂直起降型无人机,市场应用比较

广泛的是固定翼无人机,同时也包括三角翼无人机及伞翼无人机等。上述各类无人机的主要特点见表1-2-1。

表1-2-1 无人机分类及主要特点

分 类		特 点
垂直起降型	无人飞艇	结构简单、留空时间长、能耗低
	单旋翼无人机	垂直起降、载重能力高、可悬停
	多旋翼无人机	结构简单、造价低、操控能力好
非垂直起降型	固定翼无人机	续航时间长、巡航速度快、负载能力强

(2)按不同使用领域、任务来划分,无人机可分为军用、民用两大类,对于无人机的性能要求各有偏重。

1)军用无人机对于飞行高度、速度和智能化等有着更高的要求,主要用于战场侦察,电子干扰,携带集束炸弹、制导导弹等武器执行攻击性任务,以及用作空中通信中继平台、核试验取样机、核爆炸及核辐射侦察机等,要求其具有结构精巧、隐蔽性强和性能机动灵活等特点。

2)民用无人机一般对于速度、升限和航程等要求都较低,但对于人员操作培训、综合成本有较高的要求,因此需要成熟的产业链提供尽可能低廉的零部件和技术支持服务。目前民用无人机最大的市场在农业植保、环境保护、航拍、警用、消防和气象等。无人机将来最大的发展市场就在民用机型,新增市场需求将可能出现在货物速递、数据获取和空中无线网络等领域。

3)按照无人机所能担负的任务或功用分类,是一种最容易理解的分类型。根据无人机所能执行的任务,可将无人机分为靶机、无人侦察机、航拍机和农业植保机等。这种分类方法突出的是无人机的任务特性。对于很多常用的无人机设备来说,往往存在着利用相同的无人机平台搭载不同的任务载荷系统而成为另一功能无人机的现象。

(3)按照飞行器的大小和质量分类,民用无人机分为微型、轻型、小型、中型和大型。微型无人机,是指空机质量小于0.25 kg的无人机;轻型无人机,是指同时满足空机质量不超过4 kg,最大起飞质量不超过7 kg的无人机;小型无人机,是指空机质量不超过15 kg且最大起飞质量不超过25 kg的无人机;中型无人机,是指空机质量超过15 kg且最大起飞质量超过25 kg不超过150 kg的无人机;大型无人机,是指最大起飞质量超过150 kg的无人机。

(4)按活动半径分类,无人机可分为超近程无人机、近程无人机、短程无人机、中程无人机和远程无人机。超近程无人机活动半径在15 km以内;近程无人机活动半径在15~50 km之间;短程无人机活动半径在50~200 km之间;中程无人机活动半径在200~800 km之间;远程无人机活动半径大于800 km。

(5)按任务高度分类,无人机可分为超低空无人机、低空无人机、中空无人机、高空无人机和超高空无人机。超低空无人机任务高度在0~100 m之间;低空无人机任务高度在100~1 000 m之间;中空无人机任务高度在1 000~7 000 m之间;高空无人机任务高度在7 000~18 000 m之间;超高空无人机任务高度大于18 000 m。详细划分如图1-2-1所示。

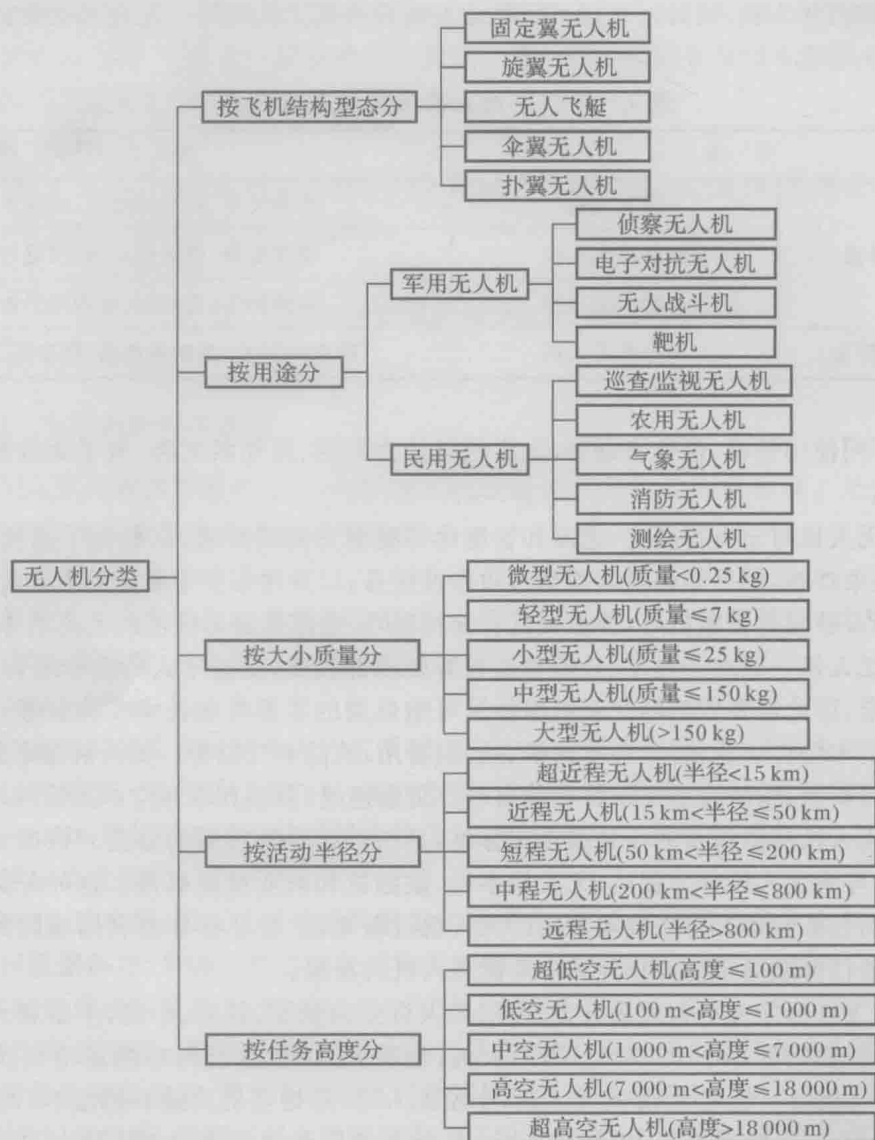


图 1-2-1 无人机分类图

1.3 无人机的行业应用

无人机具备成本相对较低、无人员伤亡风险、执行能力强、机动性能好和使用方便等优势，因此在地质测量、高压输电线路巡检、油田管路检查、高速公路管理、森林防火巡查、毒气勘察、缉毒和应急救援救护、航拍等民用领域发展极为迅速，占据很大市场份额。

1. 应急救援

利用搭载了高清拍摄装置的无人机对受灾地区进行航拍，提供实时影像。对于争分夺秒的灾后救援工作而言，意义非凡。此外，无人机保障了救援工作的安全，通过航拍的形式，避免了那些可能存在危险的地带，将为合理分配救援力量、确定救灾重点区域、选择安全救援路线

以及灾后重建等提供很有价值的参考。同时,无人机可全方位地监测受灾地区的情况,以防引发次生灾害。

2. 公共安全

在特别危险的大规模动乱中,无人机可以用于对暴力人群的空中监控,这可以在实时掌握情况的同时,避免现场维护安全人员遇到危险。对于特别危险的暴力犯罪嫌疑分子,动用无人机进行空中定点杀伤。搭载配备面容和体形特征的图形识别功能设备后,空中巡逻的无人机也可以在人群中搜寻、识别追捕对象,这比通过固定的街头摄像头要有效得多。

3. 农业

无人机植保作业与传统植保作业相比,具有高效环保、精准作业、智能化和操作简单等特点,为农户节省购置大型机械和人力输出的成本。无人机可用于土壤和农田分析。借助无人机,可以生成准确的三维地图,用于土壤属性、土壤含水量和土壤侵蚀等方面的分析,这些对于精播种植模式下的播种非常重要。无人机还可以用来制作显示精确的作物生长情况时间序列动画,用于显示作物精准的生长过程,更好地管理作物。使用无人机进行农药喷洒被证明比其他传统方法更快。

4. 电力巡检

装配有高清数码摄像机以及定位系统的无人机,可沿电网进行定位自主巡航,实时传送拍摄影像,监控人员可在电脑上同步收看与操控。无人机实现了电子化、信息化和智能化巡检,提高了电力线路巡检的工作效率、电力应急水平和供电可靠率。而在山洪暴发、地震灾害等紧急情况下,无人机可针对电力线路的潜在危险,诸如塔基陷落等问题进行紧急排查,丝毫不会受到周边状况影响,既免去攀爬杆塔之苦,又能勘测到人眼的视觉死角,对于迅速恢复供电很有帮助。

5. 环保

无人机在环保领域的应用,大致可分为三种类型。环境监测:监测空气、土壤、植被和水质状况,也可以实时监测突发环境污染事件的发展;环境执法:环境监察部门可利用搭载了特定采集与分析设备的无人机在规定区域巡航,观测工厂的废气与废水排放、施工单位的扬尘情况,确定污染源;环境治理:利用携带了气象探测设备和催化剂的无人机在空中进行喷洒,在一定区域内消除环境污染。

6. 测绘

测绘应用在无人机工程领域的研究中占很大的比例。使用无人机测绘只需要工作人员提前标画和设置控制点,操控人员半自主控制无人机即可。与传统测绘比较,使用测绘无人机可以得到平均 20 cm/像素的精度,对于 100 公顷(1 公顷=10 000 m²)的地方而言,无人机测到的点可以达到 2 500 万个,能得到更清晰的地形与地面图像。但目前大部分极其精确的设备由于体积或质量过大,无人机无法承载,现今为止,还无法改变传统测绘的地位。相信随着新技术的发展,将研发出更多适合无人机搭载的高精度的设备,轻小型化的设备会越来越多,尤其是高尖端仪器如高光谱成像系统等,相信无人机在测绘领域会得到更广泛的应用。

7. 航拍

无人机还可搭载高清摄像机,在无线遥控的情况下,根据拍摄需求,从空中进行拍摄。无人机实现了图像的高清实时传输,其距离可长达 5 km,而标清传输距离则长达 10 km。

随着无人机行业基础技术的逐渐成熟,无人机的应用领域由单一的军事领域扩展到民用

领域,无人机厂商也由国有企业逐渐向民营企业转化。不断成熟的飞行控制系统、发动机技术使总体技术更加完善,进而推进了市场需求的更大化,最终将使整个无人机行业趋向成熟。因此,可以预测无人机行业将迎来发展成熟的黄金时代。

章节小结

中小型固定翼和旋翼战术无人机系统的出现,标志着无人机进入大规模应用时代。目前,我国军用无人机的发展,主要代表有“翼龙”无人机和“彩虹四号”(CH-4)中空长航时无人机。我国无人机的发展走出了一条具有中国特色的发展道路,随着世界新技术革命的深入发展,无人机技术领域的发展也越来越迅速。无人机与航模的主要区别在于是否有智能化的飞控系统。无人机的基本组成包括飞控系统、地面控制系统以及任务载荷系统。无人机具备成本相对较低、无人员伤亡风险、执行能力强、机动性能好和使用方便等优势,因此在地质测量、高压输电线路巡检、高速公路管理、森林防火巡查、毒气勘察、缉毒和应急救援救护、航拍等民用领域应用前景极为广阔。

习 题

1. 无人机进入大规模应用时代的标志是什么?
2. 无人机与航模的区别有哪些?
3. 无人机基本常用术语有哪些?(至少写出6个)
4. 请简述无人机的基本组成。
5. 什么是任务载荷系统?常见的载荷有哪些?
6. 无人机按飞行平台分类可分为哪几种?
7. 无人机按飞行用途分类可分为哪几种?
8. 目前无人机应用在哪些领域?

第 2 章 无人机的结构及飞行原理

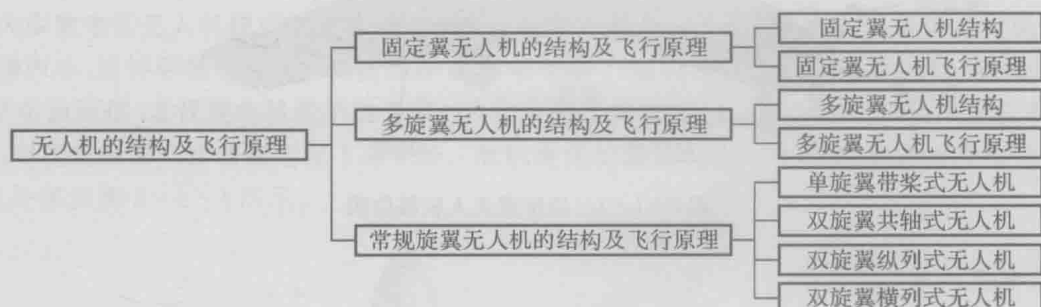
内容提示

近年来无人机的应用逐渐广泛,不少爱好者想集中学习无人机的知识。本章将从最基本的无人机系统组成结构、飞行原理等方面着手,集中讲述无人机的基本知识。

教学要求

- (1)掌握两个飞行基本定理;
- (2)了解固定翼、多旋翼、常规旋翼无人机的结构组成;
- (3)了解固定翼、多旋翼、常规旋翼无人机的飞行原理。

内容框架



2.1 固定翼无人机的结构及飞行原理

2.1.1 固定翼无人机结构

1. 固定翼无人机结构组成

大多数固定翼无人机主要由机翼、机身、尾翼、起落装置和动力装置五部分组成,固定翼无人机如图 2-1-1 所示。

(1)机翼。机翼是无人机产生升力的主要部件,机翼后缘有可操纵的活动面,靠内侧的是襟翼,用于增加起飞、着陆阶段的升力。位于外侧的叫作副翼,用于操控无人机的滚转运动。

(2)机身。机身主要是无人机其他结构部件的安装基础,将机翼、尾翼及发动机等连接成一个整体,还可以装载设备、燃料等。

(3)尾翼。尾翼是用来稳定和操纵无人机飞行姿态的部件,通常包括垂直尾翼(垂尾)和水平尾翼(平尾)两部分。垂直尾翼由固定的垂直安定面和安装在后面可活动的方向舵组成,水平尾翼由固定的水平安定面和安装在其后部可活动的升降舵组成。方向舵用于控制无人机的航向运动,升降舵用于控制无人机的俯仰运动。其中一些型号的无人机升降舵由全动式水平尾翼代替。

(4)起落装置。起落装置是飞行器重要的具有承力兼操纵性的部件,起落架是用来支撑无

人机停放、滑行、起飞和着陆滑跑的部件,由支柱、缓冲器、刹车装置、机轮和收放机构组成。陆上无人机的起落装置一般由减震支柱和机轮组成,此外还有专供水上无人机起降的带有浮筒装置的起落架和雪地起飞用的滑橇式起落架。

(5)动力装置。动力装置是用来产生拉力或是推力的,使无人机前进,它的性能直接影响到无人机的性能与可靠性。



图 2-1-1 固定翼无人机部位图

2. 机翼构造

固定翼无人机靠空气动力飞行,机翼剖面的形状叫作翼型,很大程度地影响着机翼上产生的升力大小。翼型最前端的一点叫“前缘”,最后端一点叫“后缘”。前缘和后缘之间的连线叫“翼弦”。其中上下弧线内切圆心点组成的弧线叫“中弧线”。翼型名称与中弧线大有关系。翼型构造如图 2-1-2 所示。

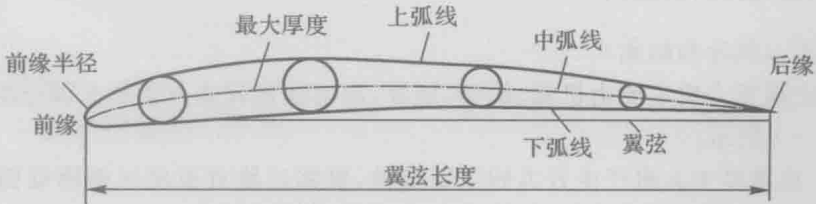


图 2-1-2 翼型构造示意图

常用的翼型有以下几种类型,如图 2-1-3 所示。

- (1)平凸翼型:这种翼型的升阻力较小,安全性好,制作调整也比较容易。
- (2)对称翼型:这种翼型在所有翼型中的阻力是最小的。
- (3)凹凸翼型:这种翼型升阻力较大,能生成较大的升力,同时阻力也较大。
- (4)双凸翼型:这种翼型比对称翼型的升阻比大。
- (5)S 翼型:这种翼型力矩特性稳定。

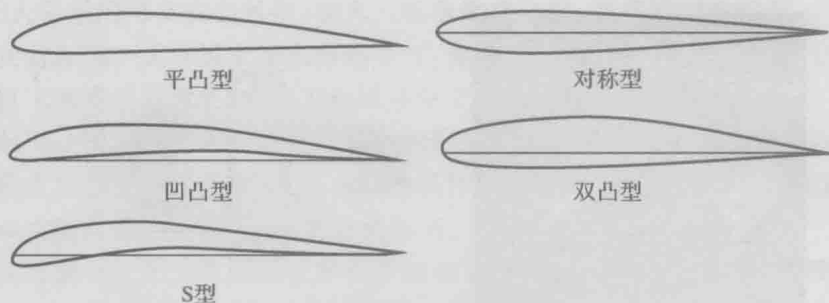


图 2-1-3 常见翼型图

3. 动力装置

固定翼无人机动力装置主要由螺旋桨、发动机组成。发动机可分为电动机与燃油类发动机。螺旋桨的选择与发动机息息相关。

(1)电动机。电机指依据电磁感应定律和电磁力定律实现机电能量转换和信号传递与转换的装置。电机的作用是将电能转化为动能,带动螺旋桨转动,从而实现无人机的飞行。目前,大多数电动无人机使用的是无刷电机配备无刷电子调速器,无刷电机具备可控性强、低干扰、噪声小、运转顺畅、寿命长和低维护成本等优势。电机参数含义:例如 2212,1 400 KV。2212 中前两位 22 代表电机转子的直径,12 代表转子的高度;1 400 KV 代表输入电压每增加 1 V,电机每分钟空转转速增加 1 400 转。电机电压的输入与电机空转转速成线性比例关系。电机外形如图 2-1-4 所示。



图 2-1-4 电机

(2)燃油类发动机。燃油类发动机分为活塞式发动机、喷气式发动机和火箭发动机,如图 2-1-5 所示。

1)活塞式发动机是一种小型或微型内燃机,经过近 100 年的发展,逐步发展出二冲程、四冲程。它们的共同特点是体型小、转速高、功率大、质量小,几乎全部用风冷散热,运行系统简单、可靠。常用的活塞式发动机分别有压燃式发动机、电热式发动机和电点火式发动机三种。

2)喷气式发动机通过燃料爆燃产生高温高压气体,由喷射管喷出时,气流的反作用力推动无人机飞行。目前用于无人机的喷气式发动机有脉冲式和涡轮式两种。

3)火箭发动机基本都是按国际航联的标准要求和规定专业化生产的定型产品。由于火箭发动机制作时存在危险,一般不能自行制作。