

无人机 发展概览

郝英好 严晓芳 等编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

无人机发展概览

郝英好 严晓芳 白 蒙 龚振炜
计宏亮 周荣坤 张永利 线珊珊 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书共分6章介绍了无人机的发展情况,主要包括世界各国无人机的介绍、无人机在军事领域的应用、无人机在民用领域的应用、无人系统关键技术、无人机的发展趋势等内容。

图书在版编目(CIP)数据

无人机发展概览/郝英好等编著. —北京:国防工业出版社,2017.1

ISBN 978-7-118-10979-5

I. ①无… II. ①郝… III. ①无人驾驶飞机—介绍
IV. ①V279

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第287193号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

三河市众誉天成印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本710×1000 1/16 印张12¼ 字数246千字

2017年1月第1版第1次印刷 印数1—2000册 定价58.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

试想一下,在不远的将来,无人系统充斥整个世界。空中满是来来往往的小飞侠(无人机);地面是无人驾驶的钢铁侠(无人车、机器人);海上是自由穿梭的无人飞艇;水下是四处游荡的海底幽灵(无人潜航器)。不要觉得不可思议,它们正在发生!无人化已成为一种不可阻挡的趋势,无人机是这一趋势的必然产物之一。从重达十几吨的大型无人机到微小如蜜蜂的微型无人机,无人机这一大家族可谓成员众多。

从世界上第一架无人机问世,至今已有一百年的历史。无人机技术持续进步,尤其是微电子、导航、控制、通信等技术,极大地推动了无人机系统的发展。在军事方面,无人机由于不受人员生理限制,具有机动灵活、持续耐久、经济实用、零伤亡等独特优势,应用得到不断扩大。无人机的扩散和成功,已经使人们开始质疑有人驾驶飞机未来的效用。每种可以想到的飞机功能,包括空运、情报侦察、空中预警、反空袭、目标打击等,都可以由无人机来处理。随着无人机在战场上的应用,致使越来越多的国家发展无人系统,否则无法适应新的作战要求。试想,对方使用大量低成本无人机进行攻击时,单靠人脑如何能够做出充分决策?只有以无人系统应对无人战争,让无人机具备一定的自主判断能力,应对常规性状况,而人只在决策的关键节点上发挥应有的作用。

20世纪90年代,随着无人机技术在军用领域应用的日益成熟,欧美国家首先开始将无人机应用于农业领域,开启了无人机民用的先河。相比于传统的作业方式,基于无人机提出了新解决方案,在空间维度上丰富了作业手段,当前正在作为传统作业方式的一种补充,逐步推广,未来应用前景十分广阔。目前,中小型无人机,特别是消费级的小型多旋翼无人机系统在世界范围内掀起发展热潮,在摄影娱乐、农林作业、边境巡逻、治安反恐、地理测绘、管线检测与维护、应急救援等方面广泛应用。在国外,农业是无人机民用领域最大也最成熟的市场。根据国际无人机系统协会(AUVSI)的报告预测显示,未来十年里无人机在民用领域中的应用将为美国带来820亿美元的收益,其中756亿美元来自农业。2014年1月,美国联邦航空局FAA正式批准无人机用于农作物检测,在MIT《科技评论》杂志评选出的“2015年十大最具突破性的科技创新”中,农业无人机名列榜首;2015年6月,《CropLife》杂志评选出的2015年—2018年应用范围增长最快的前五大农业技术(无人机技术、产量分析技术、农田绘图、变率处理播种技术和卫星航空影像技

术)中,无人机被认为是增长幅度最大的。在日本,平均每三碗大米中就有一碗是靠雅马哈无人机喷药种出来的。

无人机的发展离不开相关技术的进步。这些技术涵盖动力系统、新能源、新材料、有效载荷、通信、导航、互操作性、自主性、保密性、可持续性、高性能计算等方面。无人机技术的不断突破,降低了研发成本和行业门槛,无人机不再是“高大上”的姿态,中低端无人机领域的参与者大大增加了;另一方面降低了研发成本、提高了可靠性和稳定性,使无人机的应用不断扩展。例如,自主性技术可以使无人机不依赖外界指令,在未知的环境中依靠自身的控制设备完成指定任务;太阳能技术应用到无人机上可以使其长期悬浮在固定空域,谷歌(Google)正尝试利用这一功能实现5G网络的覆盖;通信技术的发展则使无人机能够置于手机的操控下。这些技术的发展都将对无人机产生重要影响,也是未来无人机的发展方向。

目前,无人机产业正处于快速发展期,似乎每天都会有新的创新出现。2016年3月25日获得美国FAA许可的城市快递无人机成功完成首单配送业务。2016年4月7日,德国Volocopter公司首次无人机载人试飞成功。尽管全程飞行只持续了几分钟,但仍然刷新了记录。这台电动载人无人机质量超轻,和特斯拉电动车一样,是零排放。换句话说,这就是一台飞着的特斯拉。美国加利福尼亚州发明家沃斯甚至将无人机与虚拟现实(VR)技术结合,开发出VR无人机FlyBi,能够将无人机拍到的画面实时展示在使用者眼前,用户只要转动头部便能改变镜头角度,即使身处地面,也能感受翱翔天际的快感。但是,无人机的快速发展也给监管带来了难题。民航局已出台《关于民用无人机管理有关问题的暂行规定》《民用无人机空中交通管理办法》《民用无人驾驶航空器系统驾驶员管理暂行规定》等一系列规范性文件。随着无人机技术不断发展、运用领域逐渐拓展,以上文件将难以对市场形成有效监管。如何确保无人机在规定的时、空域飞行?如何确保无人机遵守交通规则?一旦发生事故,如何界定责任?如何在发展和监管中寻求平衡,这是当前无人机市场发展亟需解决的问题。事实上,任何一个新生事物在发展初期,都需要面临这样的抉择。

这个产业的发展比我们预想的还要快,我们只有奔跑起来,才能不被落下。希望本书能够转化为能量,助你一臂之力,了解现在,面向未来。

作者

2016年8月

第1章 无人机发展概述	1
1.1 无人机定义与发展优势	1
1.2 无人机发展历程	2
1.3 全球无人机发展概况	5
1.4 无人机的军民应用	6
1.5 无人机市场前景和发展趋势	7
第2章 世界各国无人机介绍	8
2.1 美国	9
2.1.1 “黄蜂”系列无人机	9
2.1.2 RQ-11“渡鸦”无人机	11
2.1.3 “美洲狮”无人机	12
2.1.4 “扫描鹰”无人机	13
2.1.5 RQ-7A/B“影子 200”无人机	14
2.1.6 RQ-1A/B“捕食者”无人机、MQ-1B/C“灰鹰”无人机	14
2.1.7 A160T“蜂鸟”无人机	16
2.1.8 MQ-9“收割者”无人机	16
2.1.9 MQ-8B“火力侦察兵”舰载无人机	17
2.1.10 RQ-4A/B“全球鹰”无人机、MQ-4C“特里同”无人机	18
2.1.11 无人飞艇系统	20
2.1.12 X-47B 无人机	21
2.1.13 潜射无人机	22
2.1.14 “全球观测者”无人机	23
2.1.15 MFX-2“柔性蒙皮”变形无人机	24
2.1.16 RQ-180 无人机	24
2.1.17 无人战斗武装旋翼机	25
2.1.18 X-51A 无人机	26
2.2 俄罗斯	27

2.2.1	“海雕”-10 无人机	28
2.2.2	卡-137 多用途无人驾驶直升机	29
2.2.3	“鲛鱼”无人机	30
2.2.4	“猎手”无人机	30
2.3	以色列	31
2.3.1	以色列无人机分类	32
2.3.2	“赫尔墨斯”系列无人机	33
2.3.3	“搜索者”无人机	35
2.3.4	“苍鹭”无人机	35
2.3.5	“云雀”无人机	36
2.3.6	“蜻蜓”2000 无人机	38
2.4	德国	38
2.4.1	“西莫斯”垂直起降式无人直升机	39
2.4.2	“梭鱼”无人机	39
2.4.3	德国潜射无人机系统	40
2.5	英国	41
2.5.1	“大乌鸦”无人机	41
2.5.2	“雷神”无人战斗机	41
2.5.3	仿生无人机	43
2.6	中国	43
2.6.1	“翔龙”无人机	43
2.6.2	“翼龙”无人机	44
2.6.3	“利剑”无人机	45
2.6.4	“彩虹”-4(CH-4) 无人机	45
2.6.5	大疆“精灵”系列无人机	47
2.7	印度	48
2.7.1	“曙光”无人机	49
2.7.2	“鲁斯图姆”无人机	49
2.8	日本	51
2.8.1	RPH2 无人机	51
2.8.2	RMAX、Mk IIG 无人机	51
2.8.3	海上无人监视平台	52
2.9	韩国	52
2.9.1	“夜间入侵者 300”无人机	52
2.9.2	K-UCAV 无人机	54
2.9.3	KUS-7、KUS-9、KUS-FT 无人机	54

2.9.4	韩国中空长航时无人机	54
2.9.5	“遥控眼”系列无人机	55
2.9.6	智能无人机	56
2.10	新加坡	56
2.10.1	“天刃”系列微型无人机	56
2.10.2	MAV-1 无人机	58
2.10.3	“扇尾鸽”无人机	58
2.10.4	“金鹰”微型无人机	59
2.10.5	水空两用小型无人机	60
2.11	土耳其	60
2.11.1	“巴伊拉卡塔尔”无人机	60
2.11.2	“安卡”无人机	63
2.11.3	“马拉兹戈特”无人直升机	64
2.11.4	“卡亚瑞尔”无人机	64
2.12	伊朗	66
2.12.1	“候鸟”无人机	66
2.12.2	“卡拉尔”无人攻击机	66
2.12.3	“阿巴比”无人机	68

第3章 无人机在军事领域的应用 70

3.1	无人机在争论中发展壮大	70
3.2	军用无人机分类	71
3.3	无人机军事应用任务领域	73
3.3.1	情报、监视与侦察	76
3.3.2	攻击/时敏目标打击	76
3.3.3	部队防护	77
3.3.4	目标指示	77
3.3.5	电子战	78
3.3.6	通信导航网络节点	79
3.4	无人机杀伤链	80
3.4.1	杀伤链定义	81
3.4.2	无人机在对时敏目标打击中的作用	81
3.5	无人机的典型应用举例	85
3.5.1	“全球鹰”系列无人机及其应用	85
3.5.2	广域海上监视无人机及其应用	88
3.5.3	联合无人作战空中系统 J-UCAS	92

3.5.4	未来战斗系统	95
3.5.5	有人机/无人机协同作战	96
第4章	无人机在民用领域的应用	101
4.1	无人机是军民融合发展的重要领域	101
4.2	无人机民用的政策障碍正在消失	102
4.3	无人机民用的几大领域	105
4.3.1	无人机在农业领域的应用	105
4.3.2	无人机在输电线路和油气管道巡检领域的应用	112
4.3.3	无人机在地理测绘领域的应用	118
4.3.4	无人机在灾情侦察领域的应用	123
4.3.5	无人机在环保执法中的应用	128
4.3.6	无人机在警务侦查领域的应用	130
4.3.7	无人机在影视拍摄中的应用	133
4.3.8	无人机在邮政速递领域的应用	136
第5章	无人机系统关键技术	138
5.1	推进系统	138
5.2	有效载荷	141
5.3	通信技术	142
5.3.1	卫星通信、通信网关和中继站	143
5.3.2	网络基础设施和企业数据中心	144
5.3.3	天线	145
5.3.4	发射机/接收机系统	147
5.3.5	电磁频谱	148
5.3.6	多重输入与多重输出(MIMO)系统	148
5.3.7	抗电磁环境影响(E3)技术	150
5.3.8	光通信技术	151
5.4	导航系统	151
5.4.1	定位、导航和授时系统(PNT)	151
5.4.2	高精度惯性导航系统(PINS)	153
5.5	互操作性	155
5.6	自主性	159
5.6.1	自动系统与自主系统	159
5.6.2	自主性技术的发展与目标	160
5.6.3	OODA 循环	160

5.6.4	自主性相关技术	162
5.7	加密技术	163
5.7.1	加密技术需求	164
5.7.2	云计算加密技术	165
5.8	可持续性	167
5.8.1	尺寸、质量、动力和冷却(SWaP - C)	167
5.8.2	可靠性、可用性和可维护性(RAM)	168
5.8.3	生存性	168
5.8.4	结构和材料	169
5.9	高性能计算	170
第6章	无人机的发展趋势	171
6.1	发展概述	171
6.2	无人机市场趋势预测	172
6.3	无人机技术发展趋势	174
6.3.1	协同化、系统作战	176
6.3.2	自主性提高	177
6.3.3	通用机体 + 模块化 + 开放式结构	178
6.3.4	多任务、大型、空战能力	179
6.3.5	隐身、高空、长航时、全天候	179
6.3.6	复眼与蜂群战术	180
6.3.7	将无人机接入现有军事或者民用网络,快速提高无人机 功能	180
参考文献		182

第 1 章 无人机发展概述

1938 年,在飞机首飞 34 周年纪念会上,有人问怀特(Orville Wright),“你认为飞机将发展到什么程度?”怀特说,“无法预测。事情发展太快。没有人能够预测终点在何方。”今天,无人机的发展证实了这点。飞机向无人化方向的转变之快是我们未曾预料的。无人机的发展十分引人注目,它在军事上将改变未来战争的作战范围和作战方式;在经济上,将成为重要产业,并对应用行业的生产模式产生深远影响。

1.1 无人机定义与发展优势

无人机(Unmanned Aerial Vehicle,缩写 UAV)是无人驾驶飞机的简称,它是一种有动力、可控制、能携带多种任务设备、执行多种任务,可一次性或多次重复使用,携带各类有效载荷完成各种指定任务的有动力空中飞行器。无人机机上无驾驶舱,不需要飞行员在机舱内进行驾驶,但安装有自动驾驶仪、程序控制装置等设备。地面、舰艇上或母机遥控站的人员通过雷达等设备,对其进行跟踪、定位、遥控、遥测和数字传输。无人机既可以在无线电遥控下像普通飞机一样起飞或用助推火箭发射升空,也可以由母机带到空中投放飞行。可采用与普通飞机着陆过程一样的方式自动着陆,也可通过遥控使用降落伞或拦网回收。

从技术角度定义可以分为无人直升机、固定翼无人机、多旋翼无人机、无人飞艇、无人伞翼机等,其中应用最为广泛的是无人直升机、固定翼无人机和多旋翼无人机。从应用角度可以分为军用、民用和军民两用无人机。

无人机以其生存概率高、机载配置多样化、滞空时间长、操作灵活、经济实用、训练维修成本低、武器平台性能不受人类生理条件限制等优点,在侦察、对地攻击、战场毁伤评估、干扰、欺骗(诱饵)、信息中继、对地支援等诸多军事领域得到了成功的运用,并受到了世界各国的青睐。与侦察卫星相比具有分辨率高、预警时间短、制造成本低、侦察能力强等优势。而相对于有人驾驶飞机,则具有设计灵活、体积小、重量轻;续航时间长,空间利用率高,载荷能力强;隐身性能好,生存能力强;安全系数高,自主控制能力强;无人员伤亡,可在高风险空域飞行等优点。此外,无人机造价低廉,通常无人机的造价只占有人驾驶飞机造价的百分之十甚至百分之几。例如,美国海军正在研制的最新无人机驾驶飞机不仅容易操纵、安全性能高,造价低廉,而且使用成本也仅为有人驾驶战斗机

的百分之十。

1.2 无人机发展历程

无人机最初起源于第一次世界大战期间,一般认为世界上第一架无人机是诞生于1917年的斯佩里空中鱼雷号无人机。^①从那时起,美英等国开始设计遥控无人机用作靶机进行炮兵训练。第二次世界大战期间,日本试用了无人飞行器、海上无人舰艇和地面车辆。但是这个阶段的无人机在技术上尚不成熟,准确性很低,实战应用范围有限,并没有引起普遍重视。

第二次世界大战后,随着电子技术的进步,无人机在更复杂作战任务方面显示出了其特有的优势,受到的关注开始增多。冷战期间,无人机系统除了作为训练目标或敌军雷达的诱饵飞行以外,还开始执行侦察与情报收集等任务。^②例如,在越南战争期间,美军曾经使用大量的无人机对高情报价值或者是防御严密的目标进行侦察。20世纪60年代后期,美国空军曾在空中C-130飞机上对AQM-34无人驾驶飞行器进行遥控,并实施有人和无人平台编队试验。^③1982年以色列航空工业公司首创以无人机进行侦察、情报搜集、跟踪和通讯等活动的理念。而后美国和以色列在局部战争中多次使用军事无人机,引发全球对无人机的关注,世界各国开始进入无人机研发领域。

海湾战争之后,无人机真正进入高速发展、广泛运用阶段。这主要得益于微电子、通信、新材料及推进系统等技术的成熟和应用,加之20世纪90年代以来的几场局部战争中使用无人机的成功战例,以美国为首的西方国家充分认识到无人机在战争中的作用,竞相把高新技术应用到无人机的研制与发展上,不仅增加了续航时间,提高了图像和数字化传输速度,而且还使用了先进的自动驾驶仪。20世纪90年代,通用原子公司(General Atomics)发明了RQ-1“捕食者”(RQ-1 Predator),预示着无人机系统发展迈入了现代化时期。RQ-1捕食者从1995年开始在巴尔干半岛冲突期间执行侦察任务^④,2001年“9·11”事件加速了无人机的

① 阿尔敏·克里斯南(Armin Krishnan),《杀手机器人:自主武器的合法性与伦理性》,Ashgate出版社,2009年,第15-16页。

② 耶利米·格特勒(Jeremiah Gertler),《美国无人飞行系统》,华盛顿特区:国会研究服务中心,2012年1月3日。

③ 耶利米·格特勒(Jeremiah Gertler),《美国无人飞行系统》,华盛顿特区:国会研究服务中心,2012年1月3日,第82页。

④ 克里斯托弗(Christopher Drew),《打击基地组织的首选武器:无人机》,纽约时报,2009年3月16日。联军1991年在海湾战争中部署了多款无人系统用于侦察和火力观测,参见耶利米·格特勒(Jeremiah Gertler),第2页。

武器化研制。2001年10月7日,美国首次在阿富汗上空派出武装“捕食者”。^①2002年2月4日,“捕食者”在战争中发射了第一枚“地狱火”。持久自由军事行动(Operation Enduring Freedom)的第一年年末,“捕食者”机组在阿富汗针对115个目标发射了“地狱火”。^②2002年12月,美国空军将AIM-92“毒刺”(Stinger)导弹装载于伊拉克上空飞行的“捕食者”上,进行空对空无人作战的在役试验。^③从目前发展趋势看,这种武器化的无人机战斗机(UCAV)将是未来军用无人机的发展方向,典型机型如美国的“X-47B”、欧洲的“神经元”以及我国正在研制的“利剑”无人机。表1-1列出了世界无人机发展中代表性的机型。

表1-1 经典无人机简史

时间	机型	描述
1917	斯佩里空中鱼雷号	第一次世界大战期间,皮特·库珀和埃尔默·A·斯佩里发明第一台自动陀螺稳定器,该装置能够使得飞机保持平衡前飞,无人机自此诞生
1920—1930	RAE 1921 型遥控靶机	无人机用作炮兵的训练靶机。其中,包括英国RAE 1921 型遥控靶机,无人机开始用于军事训练靶机用途
1935	DH. 82B 蜂王号	蜂王号的发明使无人机能回到起飞点,最高飞行高度5182m,最高航速161km/h
1944	复仇者一号	第二次世界大战期间,为攻击英伦列岛,德国设计制造出一款时速470mile的无人机,即复仇者一号,也是巡航导弹的先驱
1955	瑞安火蜂号	由美国瑞安航空公司制造,是世界上首架喷气推动的无人机,用于美军情报收集任务
1980	Yamaha	基于日本国内植保问题突出的现状,Yamaha应日本农林水产省委托研发农业植保无人机,后形成系列产品,日本农业无人机植保覆盖了日本过半的耕地
1986	RQ-2A 先锋号	为美国海军战术指挥官提供特定目标以及战场实时画面,执行侦察监视并获取目标等任务
1992	“搜索者”无人机	1992年,以色列的“搜索者”无人机开始量产,并投入部队,一直到2009年仍在服役

① 克里斯托弗(Christopher Drew),《打击基地组织的首选武器:无人机》,纽约时报,2009年3月16日。联军1991年在海湾战争中部署了多款无人系统用于侦察和火力观测,参见耶利米·格特勒(Jeremiah Gertler),第16页。

② 辛格(P. W. Singer),《遥控战:机器人革命和21世纪的冲突》,美国纽约企业出版社,2009年,第35页。

③ 马特·马丁(Matt J. Martin),查尔斯·萨斯(Charles W. Sasser),《捕食者:在伊拉克和阿富汗实施的远程遥控战:飞行员的故事》,美国明尼苏达州明尼阿波利斯真丽斯出版社,2010年;大卫·富尔干(David A. Fulghum),《捕食者的进展,航空周和空间技术》,第9期48页,2003年3月3日。

(续)

时间	机型	描述
1993	阿巴比无人机	1993 年,伊朗的阿巴比无人机列装部队。“阿巴比”拥有三种型号:靶机、监视型和攻击型。2004 年,一架“阿巴比”无人机降落在以色列的地中海沿岸
1994	RQ-1 捕食者无人机	1994 年,美国通用原子航空系统公司开始研制新型无人机,即 RQ-1 捕食者无人机,2011 年,美国空军对其升级后,可携带“海尔法”(Hellfire)反坦克导弹,编号改为“MQ-1”
1994	无锡汉和	率先在国内进行农业无人机的生产,研发和生产单旋翼油动植保无人机
1995	曙光无人机	1990 年印度国防研究与发展组织开始研发曙光无人机,1995 年首飞,2007 年进行全自动控制验证飞行,并开始小批量生产
1997	RMAX 无人机	1997 年,雅马哈公司研发 RMAX 民用无人机,其军用版本 Mk IIG 无人机在 2005 年部署到伊拉克,主要用于侦察
1998	RQ-4 全球鹰	1998 年首飞,2001 年 4 月,完成了从美国到澳大利亚的越洋飞行创举。这是第一架能够不经停直接飞越太平洋的无人机。2011 年 11 月投入对阿富汗的军事打击行动中
2001	MQ-9 收割者无人机	美国通用原子航空系统公司研制的 MQ-9 收割者无人机 2001 年首飞,2004 年开始装备部队
2002	“云雀”无人机	2002 年,以色列开始研制“云雀”无人机,相继卖往澳大利亚、加拿大、瑞典等国;2006 年开始研制“云雀 II”无人机
2003	“天刃”无人机	2003 年,“天刃 II”无人机首飞,2006 年交付部队
2004	RQ-7B 影子 200	能定位并识别战术指挥中心 125km 之外的目标,让指挥官的观察、指挥、行动更敏捷。最高航速可达 227km/h
2005	翼龙无人机	2005 年中国开始研制翼龙无人机,2007 年完成首飞。该无人机配有合成孔径雷达和侦察设备,能够对敌方目标进行远距离长航时侦察,并进行精确打击的能力
2006	“雷神”无人战斗机	2006 年 BAE 系统公司获得 1.24 亿英镑合同,为英国国防部研制一款具有隐身、自主作战能力和远程攻击能力的高科技无人战斗机,2010 年形成技术验证机,2013 年首飞
2007	“鳐鱼”无人机	2007 年,俄罗斯米格设计局研制的大型作战无人机“鳐鱼”在莫斯科展出,最大起飞重量 10t,有效载荷 2t,航程 4000km
2009	RQ-170 哨兵	臭鼬工厂为美国空军设计并生产的 RQ-170 哨兵无人机飞行高度 15000m,先后参加阿富汗的“持久自由行动”、剿杀奥萨马·本·拉登的行动中

(续)

时间	机型	描述
2010	大疆系列无人机	消费级无人机的酝酿时间相对较长,但2010年后,大疆航拍无人机的市场需求被引爆,引发了市场对消费级无人机以及无人机市场的关注和投资热潮
2012	海雕-10 无人机	2012年俄罗斯国防部决定列装“海雕”-10,并优先部署黑海舰队和其他敏感地区驻军
2013	X-51A 无人机	2013年,美国高超音速无人机X-51A试飞成功,飞行速度达到5.1倍音速
2013	X-47B 无人机	X-47B无人作战飞机验证机在乔治·布什号核动力航母(CVN77)上成功完成首次拦阻着舰
2013	利剑无人机	中国的“利剑”大型隐身无人攻击机和英国的“雷神”无人机在同一年完成首飞
2015年	彩虹4(CH-4) 无人机	伊拉克使用从中国进口的CH-4无人机对IS恐怖分子进行攻击

1.3 全球无人机发展概况

根据最新数据显示,目前世界上有80多个国家拥有无人机系统,40多个国家正在进行无人机研制,无人机类型高达300多种。其中发展最快、水平最高的主要是美国和以色列,以及英、法等欧洲国家,属于无人机技术发展的第一梯队,无人机技术领先全球,型谱完备,并在国际市场上占据较大份额。紧随其后的是中国、俄罗斯、日本、新加坡、土耳其、印度等国家,具备自主研发能力,但是与第一梯队国家相比在性能指标上有一定差距。

美国在“全球作战”的战略指导下,已经计划发展重、中、轻型,远、中、近程,配套成族、系列发展的多用途无人机体系,以满足不同战略、战役任务的需要。此外,其活动半径从几十到几千千米,留空时间从几小时到几十小时。其中最具代表性的是“全球鹰”、“捕食者”无人机和“火力侦察兵”无人直升机、X-47B隐形无人机等。为制定无人机开发和采办的长期战略,同时,对工业界无人机技术开发进行指导,美国国防部制定了“无人机系统路线图”,用于集中反映和描述美军对无人机的最新认识、无人机系统开发的最新进展、美军对无人机系统的需求以及美军无人飞行器系统的未来发展规划。例如,2005年发布的《2005—2030年无人机系统路线图》,2007年发布的《2007—2032年无人系统集成路线图》,2009年发布的《2009—2034年无人系统集成路线图》,2010年发布的《陆军2010—2035年无人机系统路线图》,2011年发布的《2011—2036年无人系统集成路线图》,

2013 年发布的《2013—2038 年无人系统集成路线图》。这些路线图介绍了无人机系统的发展环境,提出了无人机系统研制、试验、作战使用、培训、综合保障等方面的发展方向和愿景,制定了无人机系统关键技术的发展路线,为无人机装备的未来发展提供了指引。

以色列无人机发展与其所处的战略环境不可分割,中东地区不断的战争使以色列发展了强大的高科技型国防工业,经过数十年持之以恒的努力,其军用无人机覆盖了侦察、干扰、反辐射、诱饵、通信等多个领域,已经形成从长航时无人机、战术无人机到攻击无人机的较为完整的无人机体系,有的无人机作战性能甚至已经超过了美国。典型的军用无人机包括“苍鹭 TP”、“哈比”和“猎人”等。

欧洲是无人机的发源地,无人机技术起步较早,整体技术水平较高,无人机系统在海湾战争以后迅速发展,在续航时间、有效载荷等方面的技术指标与美国相当,整体水平处于世界前列。比较典型的无人机包括神经元(Neuron,法国)、AVE(法国)、红隼(Creccerelle,法国)、雷神(Taranis,英国)、梭鱼(Barracuda,德国)、守望者(Watchkeeper,英国)等。

我国自从 20 世纪 60 年代开始进入无人机研究领域,但是发展速度较快,已经装备部队的无人机包括长空一号无人靶机系列、长虹高空高速无人侦察机、T-6 通用型无人机、Z-5 系列无人侦察机、ASN 系列无人机、W-50 型多用途无人机等。近十几年来,又有多型无人机装备部队,包括“暗剑”、Z-3、WZ-2000 隐身无人机、M21 无人机、翔鸟、蜂王等。国内从事无人机行业的企事业单位有 120 多家,包括工业部门和民营企业。

1.4 无人机的军民应用

无人机产业是典型的军民融合型产业,其核心技术基本上是按照先军后民的衍生路径发展。无人机发展的初期是为了纯粹的军事用途:第一次世界大战时期英国研制的世界第一款无人机被定义为“会飞的炸弹”,第二次世界大战时期德军已经开始大量应用无人驾驶轰炸机参战;第二次世界大战后美国和以色列研发的无人机基本都是用于延伸至战地侦察和情报搜集,用于朝鲜、越南和海湾战场。直到 20 世纪 90 年代,随着移动终端的兴起,芯片、电池、惯性传感器、通讯芯片等产业链迅速成熟,成本下降,使智能化进程得以迅速向更加小型化、低功耗的设备迈进,给无人机整体硬件的迅速创新和成本下降创造了良好条件,欧美国家开始将无人机应用于农业领域,从此开启了无人机在军民领域的应用。无人机由军用性民用领域衍生,一方面降低了行业参与门槛,无人机不再是“高大上”的姿态,增加了中低端无人机领域的参与者;另一方面降低了研发成本、提高了可靠性和稳定性,使无人机在民用领域的产业化成为可能。如今,无人机已经被广泛应用于农林植保、航拍测绘、安防反恐以及巡线等领域。

另外,无人机在应用层面也体现了明显的军民融合特性。实际上军用与民用无人机的平台技术相同,可实现平台通用化设计,只是根据不同任务需要搭载不同的有效载荷。军用无人机的发展以战争需求为驱动,性能是主要考虑因素,因此要追求更高的指标、更高的可靠性、操控性、隐身性、带载能力等,成本不是主要考虑的因素;而民用无人机的发展要充分考虑产品的盈利能力,在满足任务要求的前提下要尽可能追求低成本,因此选用设备、部件和材料都呈现低端化的趋势,在设计方面也相对简化,以近程小型无人机和消费级微型无人机为主。

1.5 无人机市场前景和发展趋势

无人机经过了 100 多年的发展,经历了漫长的萌芽发展和酝酿阶段,在 21 世纪迎来高速发展。根据美国 Deptula 和 Mathewson 的统计,1995 年到 2007 年 5 月期间,无人机的飞行记录大约为 25 万小时。在接下来的 18 个月,即 2007 年 5 月到 2008 年 11 月期间,又飞行了 25 万小时。而仅在 2009 年,无人机的飞行记录就将近 50 万小时,到 2010 年年中,总飞行小时数超过了 100 万小时。无人机的使用已经相当广泛。

根据世界著名的飞行器评估机构蒂尔集团的最新预测,预计 2015 年至 2024 年 10 年全球军用无人机市场规模达到 810 亿美元。而预测国际公司(DMS)预计 2014 年至 2023 年 10 年间全球军用无人机市场规模达到 710 亿美元。对两个权威机构的预估进行折中,未来 10 年全球无人机市场规模应该在 800 亿美元左右。

对于军用无人机而言,作战任务需要推动无人机系统的设计和开发。根据美国国防部的对无人机未来发展规划,军用无人机未来的发展方向主要包括四个方面:一是从低空、短航时向高空长航时发展,续航能力提升;二是向隐形无人机方向发展,生存能力提升;三是从实时战术侦察向空中预警方向发展;四是从空中侦察向空中格斗方向发展,实现无人飞机的武器化、自动化。

随着民用无人机技术进步的加速,它的应用范围将不断拓宽,但是其大面积推广还需要许多方面的工作,除了技术以外,政策法规方面也是民用无人机未来发展必须解决的一个问题。比如,民用无人机飞行必须要取得适航管理机构的认证,以及进入民用管制空域飞行的许可。目前美国、欧洲一些国家已经在做这方面的努力。

本书从各国无人机的发展情况,无人机在军事领域的应用,无人机在民用领域的应用,无人机的关键技术,以及无人机的发展趋势等几个方面进行阐述。