



无人机系列丛书

无人机飞行管理

主 编◎陈金良

副主编◎高文明 史际刚

WURENJI FEIXING
GUANLI



西北工业大学出版社

无人机飞行管理

主 编 陈金良

副主编 高文明 史际刚

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书从无人机飞行管理的角度,对涉及无人机飞行的空管需求、无人机分类、无人机飞行管理运行机制、无人机飞行管理方法、无人机飞行规范体系架构和无人机飞行管理规章以及国外航空发达国家无人机管控情况等问题进行较为全面的分析探讨,可为从事无人机飞行的单位、个人和相关飞行管理部门在组织实施无人机飞行和管理中提供有益的参考。

本书内容涵盖面广,可作为无人机领域从事飞行、管理、教学、研究和制造使用的各类人员参考用书,也可作为高等院校相关专业教学用书和学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

无人机飞行管理/陈金良主编. —西安:西北工业大学出版社,2014.10
ISBN 978-7-5612-4165-3

I. 无… II. ①陈… III. ①无人驾驶飞机—飞行管理 IV. ①V279

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 226706 号

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)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西向阳印务有限公司

开 本:727 mm×960 mm 1/16

印 张:11

字 数:194 千字

版 次:2014 年 10 月第 1 版 2014 年 10 月第 1 次印刷

定 价:30.00 元

前 言

当前,无人机因其体积小、使用风险小、工作时长、可进入危险环境、成本低、使用方便、对作战环境要求低、作战范围广、战场生存能力强、隐身性能良好、攻击准确等诸多优点,在军事和民用领域受到青睐。随着军用无人机技术的快速发展,越来越多的无人机开始在天空中飞行。21 世纪前 10 年,世界各国都在大力发展各种用途的无人机,目前约有 55 个国家装备了无人机,约有 2 万多架无人机在为各国的部队服役,数量众多的无人机成了一支独具特色的机器人部队。目前无人机已演进出侦察、预警、目标指示、电子对抗、战场评估、攻击、空中靶标等多种系列和类型,在军事领域的应用将越来越广泛,甚至有专家预言:“未来的空战,将是具有隐身特性的无人驾驶飞行器与防空武器之间的作战。”无人机在商业摄影、航空测绘、农作物监测、广告、通信和广播等民用方面同样得到了广泛应用,应用范围也在逐渐扩大,仅在美国,就有大约 50 家企业、大学和政府机构已经设计、研发并生产了超过 155 种无人机。可以预见,将会有大量无人机出现在未来的空域中,无人机在全空域运行已成为必然趋势。

由于无人机独特的操作特性和运行特点,无人机管控问题难以得到有效的解决,无人机在战区空域中运行对其他有人驾驶航空器,尤其是直升机的飞行安全产生了严重威胁,已造成多起无人机与有人驾驶航空器危险接近、相撞的事故。2003 年到 2007 年,美军发生了 5 起无人机与有人驾驶航空器相撞事件,2003 年美军的一架手掷式无人机撞上了一架“A-10”攻击机,飞行员驾驶着受伤的飞机返回了基地;2004 年 11 月,一架美国陆军的“大鸦”无人机撞上空军的“OH-58”侦察直升机,造成两名飞行员丧生。在飞行时间、频次急剧增加的情况下,无人机在非隔离空域运行,安全性受到公众质疑,影响了无人机在全空域运行的进程。为了解决这些问题,国外航空发达国家积极采取措施,加强无人机飞行管理,建立了较完善的无人机管控的运行机制,制定了一系列的法规标准,并对无人机管控的理论技术进行了广泛研究,所采取的保障方法以及管控经验值得我们研究并参考,其中美国、英国、澳大利亚、巴西、日本以及欧盟成员国等国家走在了世界前列。在我国,无人机发展还存在许多问题:一是没有相关的政策、法规作保障,无序发展现象严重;二是无人机空管设备配备不全,空管部门不能实时有效地对飞行中的无人机实施监控,不能满足空管要求;三是无人机管制失控,严重影响军、民航正常航路航线

和空域的飞行安全,存在恐怖分子、敌对势力利用无人机威胁国家和社会安全的重大隐患;四是使用单位多,使用人员水平参差不齐,飞行组织的实施机制不健全。因此,亟须对无人机运行的管控加强研究,积极采取应对措施,加强无人机飞行的管理,以跟上无人机研制开发和无人机运行管理需求的步伐,使我国的无人机发展最大限度地满足国民经济发展和国防建设需要。

本书旨在从无人机飞行管理的角度,对涉及无人机飞行的空管需求、无人机分类、无人机飞行管理运行机制、无人机飞行管理方法、无人机飞行规范体系架构和无人机飞行和管理规章以及国外航空发达国家无人机管控情况等问题进行较为全面的分析探讨,为从事无人机飞行的单位、个人和相关飞行管理部门在组织实施无人机飞行和管理提供有益的参考。本书内容的选材与组织力图体现系统性、应用性和前瞻性。全书共分为十章并附有六个附录。第一章绪论,概略介绍航空器诞生发展、航空器飞行基础、航空器飞行管理、无人机发展趋势和无人机飞行管理。第二章介绍了无人机系统。第三章分析研究了无人机分类。第四章分析了无人机的空管需求。第五章分析研究了国外航空发达国家无人机管控情况。第六章阐述了无人机飞行管理运行机制。第七章和第八章讨论了无人机飞行静态管理与动态控制。第九章论述了无人机飞行活动管理规范体系架构。第十章研究并提出了加强与完善无人机飞行管理的对策与措施。附录一翻译了英国空域无人机运行指南。附录二翻译了欧洲空管关于军用无人机在隔离空域外的运行规范。附录三翻译了无人机在马来西亚空域运行指南。附录四引用了我国民用无人机空中交通管理办法。附录五研究制定了无人机飞行管理规章建议草案。附录六列出了基于空管实践的无人机分类标准。

本书由陈金良主编,高文明、史际刚担任副主编。其中第三、四、六、七章和附录五由陈金良编写,第二、五、九章和附录一、六由高文明编写,第一章由陈金良、李强、李晖编写,第八章由陈金良、韩冬编写,第十章由席新、牛嗣信、黎恒明编写,附录二、三、四由史际刚编写。本书的出版,得到了国家空管委无人机飞行管理项目资助,书中内容体现了无人机飞行管理项目研究组全体成员的智慧结晶,空军工程大学空管领航学院领导和机关给予了大力支持,徐天舒、邹玉清、李超、王少朋、张建峰、魏潇龙、王文然等人在版面设计、插图绘制、录入校对等方面做了大量工作,西北工业大学出版社肖亚辉社长对部分内容提出了中肯的修改意见,在此一并谨致谢意。

囿于笔者水平,书中错误和不当之处在所难免,敬请专家和读者批评指正。

编者

2014年5月

目 录

第一章 绪论	1
一、航空器诞生发展	1
二、航空器飞行基础	2
三、航空器飞行管理	3
四、无人机发展趋势	6
五、无人机飞行管理	9
第二章 无人机系统	10
一、无人机系统组成	10
二、无人机系统工作原理	11
三、无人机任务规划	16
四、无人机放飞与回收	20
五、无人机系统的支撑技术	22
第三章 无人机分类	26
一、传统的无人机分类方法	26
二、基于型谱的无人机分类方法	29
三、基于我国空管实践的无人机分类标准	29
第四章 无人机飞行的空管需求	33
一、无人机飞行方法、特点	33
二、无人机飞行对空域使用的需求	43
三、无人机飞行对空管保障的需求	48
四、基于空管实践的技术需求	52
第五章 国外航空发达国家无人机管控概况	54
一、欧盟无人机管控概况	54

二、美国无人机管控概况·····	59
三、澳大利亚无人机管控概况·····	65
四、英国无人机管控概况·····	70
五、巴西无人机管控概况·····	74
六、马来西亚无人机管控概况·····	77
七、日本无人机管控概况·····	79
第六章 无人机飞行管理运行机制 ·····	81
一、无人机管控机构设置·····	81
二、无人机管控机构职能·····	81
三、无人机管控法规制度·····	82
四、无人机管控技术支持·····	83
第七章 无人机飞行静态管理 ·····	85
一、无人机飞行许可·····	85
二、无人机适航性认证·····	86
三、无人机飞行空域划设·····	88
四、无人机操控人员的资质认证·····	90
第八章 无人机飞行动态控制 ·····	94
一、无人机飞行动态掌握·····	94
二、无人机安全间隔服务·····	96
三、无人机飞行应急处理·····	98
四、无人机违规飞行查处·····	99
五、无人机空管保障与协调·····	100
第九章 无人机飞行活动管理规范体系架构 ·····	102
一、发达国家无人机飞行活动管理规范体系架构分析·····	102
二、我国无人机飞行活动管理规范体系架构设计·····	104
三、无人机管理立法的指导思想、基本原则与价值取向·····	105
四、无人机飞行活动管理条例的框架内容·····	107

第十章 加强与完善无人机飞行管理的对策与措施	110
一、注重无人机空管问题研究与管控立法	110
二、强调无人机按分类标准实施适航管理	110
三、加强无人机飞行机载适航设备的研制	110
四、创建军民协同、军地联动的管控机制	110
五、研究制定国家中长期无人机发展规划	111
六、借鉴有人驾驶航空器管理经验创建无人机管控机制	111
七、平衡利益诉求,合理引导行业规范发展	111
八、加强法规宣传教育,树立法规权威性	112
九、规范执法程序,强化执法手段	112
附录一 英国空域无人机运行指南	113
附录二 欧洲空管关于军用无人机在隔离空域外的运行规范	142
附录三 无人航空器(无人机)在马来西亚空域运行指南	150
附录四 民用无人机空中交通管理办法	154
附录五 无人机飞行管理规章建议草案	156
附录六 基于空管实践的无人机分类标准	166
参考文献	167

第一章 绪 论

一、航空器诞生发展

航空,是指人类利用器械在大气层中所作的飞行活动。人类对航空的渴求早在 2 000 多年前就已萌发,据《墨子·鲁问》中记载,春秋时期的著名工匠公输般已能“削竹木以为鹊,成而飞之”;而《后汉书·张衡传》中说,东汉著名的科学家张衡也曾制造出能够飞翔的木鸟。2 000 多年以前,世界上最早的实用飞行器——风筝——就已在中国诞生了。唐·赵昕著《息灯鹞文》中记载,楚汉争霸时,韩信在垓下之战中便曾使用过风筝,南北朝时风筝已正式用于军事联络了。五代时的松脂灯,又名“孔明灯”,众所周知是利用热气升上天空,其实便是一种原始的热气球;西方学者称为“中国陀螺”的竹蜻蜓则被普遍视为现代旋翼机的雏形^①。航空的蓬勃发展始于近代,自莱特兄弟在 1903 年发明飞机后,各国的军方对航空产生了浓厚兴趣,一直是航空发明的主要资助者,莱特兄弟飞机的第一个买家就是美国陆军通信兵团。直到第一次世界大战结束后,随着军事需要的遽然减少,才开始将之应用于民间的邮政及交通运输。直到 20 世纪 60 年代后期,随着喷气机飞行高度高过大部分的天气变化(30 000 ft 左右,1 ft=0.304 8 m),同时可提供快捷而又平稳、舒适的旅程,搭机旅行才逐渐广为大众接受。目前全球每年搭乘飞机的旅客约有 16 亿人次之多,并还在逐年增长。虽然民用航空成为航空的主要需求,但由于人类世界的各种矛盾依然存在,各国的军队对航空的需求仍然非常强烈,空中作战、侦察、对地攻击,空中运输,有人驾驶、无人驾驶等形形色色航空器的问世层出不穷,使人类航空的发展更加趋于多元、五彩缤纷。

^① 闫瑞瑞,《中国航空发展史》,百度文库。

二、航空器飞行基础

(一)航空器飞行的基本条件

航空器能在空中飞行,必须具备一些最基本的飞行条件:一是要能克服地球对其引力的作用;二是要有供其起飞、降落的场地;三是要有操纵航空器的飞行人员;四是要有保障航空器安全飞行的规则;五是要有适于航空器飞行的外部气象环境。

(二)航空器飞行的基本原理

航空器要想克服地球引力,浮在大气层中自由飞行,必须有足够的升力抵消航空器的重力,对于重于空气的航空器而言,主要靠飞行中空气流过航空器机翼或旋翼上下表面产生的压力差(升力)来支撑航空器在空气中飞行(见图 1.1 和图 1.2)



图 1.1 直升机、飞机

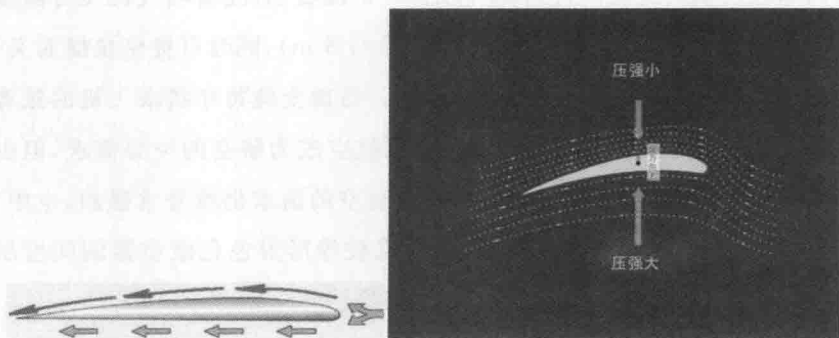


图 1.2 升力产生示意图

对气球、飞艇类航空器则是靠充于其内部的气体轻于航空器外部的空气,产生了克服航空器自身重力的升力,使航空器浮于空气中飞行。

(三)航空器飞行的实施过程

航空器飞行,就是航空器离开地面,靠自身升力消除自身重力的影响,在大气层中运动。航空器飞行通常需要经过起飞、空中飞行和降落地面三大过程。

起飞,是指航空器离开地面上升到空中安全飞行的过程。飞机起飞,是指飞机从开始滑跑到离开地面,并上升到起飞安全高度(起飞安全高度即起飞飞越障碍高度,一般规定为 15 m)的运动过程。飞机起飞过程一般分为滑跑、离地、小角度上升和上升等几个阶段。

空中飞行,是指航空器在空中平稳地保持住一种飞行姿态的运动,通常有平飞、上升、下滑、转弯、盘旋等姿态,对于战斗机而言,还有与战术需要相关的各种飞行姿态,如俯冲、跃升、各种特技飞行等姿态。

降落,是指航空器结束空中飞行安全着陆到地面的运动过程。飞机着陆是指飞机从着陆进入高度(一般规定为 15 m)下滑并降落于地面,滑跑直至完全停止的整个减速运动过程。飞机着陆可以分为下滑、拉平、平飘、接地和滑跑五个阶段。着陆的主要特点是降低高度和减慢速度,以便使飞机轻轻接地,并尽快停止运动。

三、航空器飞行管理

航空器飞行不同于地面物体移动,航空器自身质量问题、飞行员操作问题、空中气象环境和飞行保障环节等各种因素都会干扰或影响航空器的正常飞行,甚至会危及航空器的飞行安全或地面人员、财产安全。因此,如何对航空器的飞行活动实施有效的安排、协调与控制,以使航空器的飞行安全水平处于人们可接受的阈值范围,一直是航空器问世以来人们关注与研究的重要问题。航空器飞行管理,主要是建立安全、高效的飞行环境,设立拥有必要权力的管理机构,提供必要的法律与管理规章,建立并形成适当的安全管理机制。航空器飞行管理通常包括航空器及其设备的质量管理、航空器飞行的环境建设管理、航空器飞行的人因安全管理以及航空器飞行的组织运行管理四大类。

(一)航空器及其设备的质量管理

航空器飞行管理通常包括航空器及其设备的质量管理,亦称航空器及其设备的适航管理。航空器适航性是指“在预期的使用环境中和在经申明并被核准的使

用限制之内运行时,航空器(包括其部件和子系统,性能和操纵性)的安全性和物理完整性”。

航空器适航管理,就是由国家航空管理相关当局对航空器的设计、生产、使用和维修等都制定适航标准,规定或审定发证及实施检查、监督,使航空器及其设备在航空器有限的运行生命期内始终符合适航标准,处于适航状态。

适航管理是航空安全保障系统工程中的一个环节,它涉及了航空器的设计、生产、使用和维修的每一个阶段,从初始适航性到持续适航性,进行全过程的监督和管理,无疑将为航空安全奠定一个坚实的物质基础,即符合适航标准的航空器是保障民用航空安全的重要前提。

航空器适航管理的主要内容:

- (1)制定有关航空器适航规章、标准、程序、指令或通告并监督执行。
- (2)对航空器进行型号合格审定、颁发型号合格证。
- (3)对航空器(包括主要部件、零件)进行生产许可审定,颁发生产许可证。
- (4)对已取得国籍登记证的航空器进行检查鉴定并颁发适航证。
- (5)为本国航空产品的出口厂商颁发出口适航证(或适航标签),以证明该产品符合本国的适航标准;根据外国航空产品制造人的申请,对其型号进行审查,发给型号认可证(或设计、批准认可书),证明其符合本国的或等同于本国的适航标准。
- (6)对维修企业进行审定、颁发维修许可证,维修企业要根据获批准的维修大纲制定维修方案,对维修人员进行考核并颁发执照。
- (7)掌握航空器的持续适航状况,颁发适航指令。
- (8)对安全问题或事故进行调查。对不符合适航标准,违反规章的采取吊销证书、执照或勒令停飞、罚款等措施。

(二)航空器飞行的环境建设管理

航空器飞行环境,主要是指与飞行紧密相关的各种客观条件,包括自然环境和人工环境。飞行的自然环境,主要是指飞行地带和空域、航路及其周围的地形地貌、山丘河川以及大气物理现象;飞行的人工环境,亦称社会环境或称软环境,主要是指飞行场所的机场、航路、通信、导航、灯光、标志、保障飞行的各种固定设施和物体以及涉及航空器飞行的管理体制、运行机制和法规制度。航空器和飞行人员是主体,是航空器安全飞行的生产力,飞行环境是客体,是航空器安全飞行的条件,只有主体与客体的各种要素组成合理结构,通过信息流动、沟通联系、互相协调,形成一个整体的航空器飞行安全保障系统,才能发挥整体的预设功能,确保飞行安全。

航空器飞行环境建设管理,就是建立安全、高效的飞行环境,即基于确保飞行

安全的高度,从利于飞行的视角,去创造、选择、改善飞行环境,使之符合航空器飞行的安全需要。航空器飞行环境安全管理,主要涉及机场的选址、设计与建设,空域(包括航路)的规划与设计,保障飞行的通信、导航、监视、气象监测、预报设施设备的布局、规划与建设,与航空器安全运行相关的法规、制度建设,与航空器安全运行相关的组织体制的设计、建立与改革,以及保障飞行的航空气象的监测、预报工作的组织与实施。

(三)航空器飞行的人因安全管理

安全是航空的永恒主题,安全和效率是航空界关注的目标,二者缺一不可,优化航空人员的工作表现是实现安全和效率的可靠保障。事故致因理论证明,造成事故的直接原因不外乎人的不安全行为和物的不安全状态两种因素。在现代社会生产生活中,物的不安全因素具有一定的稳定性,而人则由于其自身及社会的影响,具有相当大的随意性和偶然性,是激发事故发生的主要因素。

在百年航空发展史中,随着航空器设计和制造业的发展,飞机的可靠性得到了很大提高。20 世纪后期由于航空器安全水平的提高,飞机的机械原因导致的事故比例从 80%降低到 20%,但人为差错在先进的设备下仍然出现,并且这种情况越来越明显,占到事故比例的 70%左右。人们逐渐认识到,航空器的可靠性已远远大于人的操作可靠性,人的失误会对飞机构成更大的威胁,这就使得提高航空器安全的关注点逐步转移到人的身上。为此,世界各国都在积极探索解决人为因素的途径。因此,有必要对影响航空器飞行安全的人为因素进行深入分析,了解其在航空安全管理中的重要作用,进而采取有针对性的措施,巩固航空器飞行的安全基础。

航空器飞行的人因安全管理,是指对涉及航空器飞行安全的各种人为因素,在深入分析研究致因条件、环境的基础上,有针对性地采取切实可行的措施,使各种影响飞行安全的致因消除在萌芽状态,确保航空器飞行安全。根据航空器飞行全过程涉及的人群,航空器飞行人因安全管理,主要在飞行人员、机务维护人员、航空管制人员和各种勤务保障人员中进行。管理活动通常是发现问题、分析原因、采取措施、督促落实。即先对各种人群所涉及的航空器飞行工作进行人为差错枚举分析,接着进行人为差错原因分析,针对分析的原因,制定切实可行的措施,督促检查所涉及人员对新措施的落实情况,发现偏差,及时纠正。对带有普遍性、全局性和程序性的问题,必须通过制定相关法规制度、规则章程,促使相关人员在航空器飞行工作中严格按规章办事,杜绝人为差错的发生。

(四) 航空器飞行的组织运行管理

航空器飞行的组织运行管理,是指在组织实施航空器飞行的全过程中,基于合理规划、科学控制、提高效率、确保安全的思想,利用各种先进管理工具,对航空器飞行全过程中的组织实施行为进行科学、有效的安排,并严格按照预先设定的规程控制航空器飞行的进度和质量。

航空器飞行的组织运行管理,其主要任务是,制定航空器飞行计划,安排适于完成飞行任务的飞行人员,组织并检查保障飞行的设施、设备和人员的工作状态,协调涉及航空器飞行的各类人员的工作,检查并监督所有人员严格执行安全规定,及时发现并纠正航空器飞行中的事故征候和工作偏差,督促所有参与航空器飞行的人员严格按照批准的飞行计划实施,保证航空器飞行计划安全、顺利施行。其目的是,保证航空器飞行得以安全、顺利地组织实施,并保质保量地完成预计飞行任务。航空器飞行的组织运行管理指导思想是,积极稳妥、安全第一。航空器飞行组织运行管理的主要内容涉及航空器飞行资源管理、安全管理、飞行人员管理、航空器安全维护质量管理以及飞行保障管理等。

由于航空的特殊性质,航空器飞行的安全管理,实际上成为了航空器飞行运行管理中的一项重要内容。安全管理的目的是提高对航空安全的主观认识,促进安全基础设施的标准化建设,提高风险分析和评估能力,加强事故防范和补救行动,维护和增加安全的有效性,持续对航空器飞行全程进行事故征候监控,以及通过审计检查对运行中所有不符合标准的方面进行纠正,对由审计检查形成的报告实施共享等。通过风险控制的方法,阻止航空事故链的形成,避免航空事故的发生。

四、无人机发展趋势

无人机是一种由动力驱动、机上无人驾驶、可重复使用的航空器的简称,英文常用 Unmanned Aerial Vehicle 表示,缩写为 UAV。1917 年,英国人研制成功了世界上第一架无人机,从此无人机经过了无人靶机、预编程序控制无人侦察机、指令遥控无人侦察机和复合控制多用途无人机的发展过程,但直到 20 世纪 80 年代才得到日益广泛的应用,并在几次局部战争中发挥了重要作用,到 20 世纪 80 年代中、后期,各国制造的无人机有近百种,其起飞质量从数千克到 100 kg 以上,航程从数千米到上千千米,飞行速度从大于 100 km/h 到超声速。

迄今为止,无人机已经历了五次局部战争的实战使用考验。在 20 世纪 60 年代的越南战争、70 年代的中东战争、90 年代的海湾战争和科索沃战争及 21 世纪的

阿富汗战争中,无人机卓有成效地执行了多种军事任务,如照相侦察、撒传单、信号情报搜集、布撒雷达干扰箔条、防空火力诱饵、防空阵地位置标识、直升机航路侦察,为武器系统提供目标定位、目标指示、目标动态监视和目标毁伤评估的实时情报。无人机以突出的战绩使各国高层军事首脑对它刮目相看,对其作为军队战斗力倍增器的作用与地位及其潜在的军事价值取得了共识,从而为无人机的迅速发展提供了强大动力。20世纪90年代冷战结束后各国军费削减、军队裁员,迫使军方努力寻求既能完成特殊任务,又花费较少的途径,这无疑为无人机的发展提供了机遇。

无人机未来的发展将在很多方面与有人机相似,但也会有不少创新,比如它的性能将向隐身、高空高速、高机动发展,但在材料、能源的利用上会有许多不同于有人机之处。

从目前的发展势头和无人机各项关键技术的解决程度来看,无人机将不再只是一种配属和点缀,而很可能极大程度地代替有人机,成为未来海战或海空战的主力,在侦察、空中格斗、电子战等各个领域大显身手。

21世纪无人机发展趋势:

一是无人机的作战任务进一步扩展。由于无人机技术已趋成熟,性能日臻完善,因此它承担的任务范围进一步扩大,任务级别由战术级扩大到战役、战略级;任务性质由支援性保障任务扩展到攻击性作战任务,并将作为新的杀伤平台出现在21世纪战场上。侦察型无人机的任务已由战术侦察向战略侦察范围扩展。美军已经在2001年后用“全球鹰”高空长航时无人机取代“U-2”有人侦察机。在21世纪,无人侦察机已经成为卫星侦察、有人机侦察的重要补充与增强手段。无论在战略或者战术侦察范围,无人机都将成为应用非常广泛的低风险、高费效比的战场感知平台,成为C⁴ISR^①系统的重要组成部分。杀伤型无人机的任务是由目前的电子干扰、反雷达攻击向执行多种精确打击和空战任务发展而来的。无人侦察机技术的发展与成熟,为攻击型无人战斗机的诞生创造了条件。设计人员因无须考虑驾驶员的生理和心理极限,可设计出布局奇特、性能优异,具有高过载、大机动、高隐身性能的无人战斗机。在21世纪,无人作战空中飞行器(Unmanned Combat Aerial Vehicle,UCAV)将取代有人轰炸机、歼击机、武装直升机和巡航导弹的部分功能,成为空中精确打击武器的一种新手段。能够深入战区,先期进入高危战场环境执行攻击任务的无人攻击机在美国已开始研制。

二是无人机向小型化、智能化、隐身方向发展。随着微电子、微机电技术、信息

① 指 Command,Control,Communication,Computer,Intelligence,Surveillance,Reconnaissance。

技术、智能技术和航空技术的飞速发展,在 21 世纪初无人侦察机已相当成熟,美国正在研制的微型无人机翼展不超过 16 cm,质量不超过 1 kg,可以在城市楼群中间甚至深入到建筑物内进行侦察,更有甚者,已经有人在研制只有马蜂大小的无人机。2005 年后,美军特种部队的单兵已经计划装备采用纳米技术的袖珍掌上型无人机。可靠的高空长航时无人侦察机的飞行将司空见惯。立足无人侦察机的技术基础,无人攻击机技术将有所突破。以氢基等特种燃料的喷气发动机为动力,具有隐身特性、人工智能自主飞行控制、自动敌我识别、武器投放控制功能的美国“攻击星(Strike Star)”长航时无人攻击机将在 2025 年之前投入使用。

三是无人机的任务设备向全天候、高分辨率、远距离、宽收容、实时化、小型化方向发展。由于雷达技术、光电技术和数字技术的飞速发展,21 世纪无人机机载任务设备的性能将有质的飞跃,探测距离大幅度增加、灵敏度更高、分辨率更细、质量更小、体积更加小型化。在无人机上将广泛使用真正具有全天候侦察能力的合成孔径雷达。战略和战术无人机用多模式合成孔径雷达的作用距离将分别超过目前的 200 km 和 10 km 量级,分辨率将优于目前的量级。无人机机载雷达的体积、质量、功耗将大幅度缩小,雷达的功能将由侦察、监视地面和水面目标扩展到穿透树丛、地表,探测伪装目标、地下目标和地雷场。

四是无人机的测控、传输系统向远距离、安全保密、通用化、数字化、网络化方向发展。卫星中继的超视距测控传输系统在无人机上的运用在 21 世纪将更加成熟、普遍,无人机的测控站将实现系列化、通用化。各种型号的无人机信息互通性将得到解决,从而实现利用同一地面站来控制不同型号的无人机或用不同的地面终端来接收同一无人机数据的目的。各军兵种使用的无人机获取的情报将融入 C⁴ISR 网,实现资源共享。

五是无人机向高生存率、低造价、低损耗方向发展。鉴于科索沃战争及阿富汗战争中暴露出现役战术无人机损耗率较高的问题,21 世纪的无人机将在控制造价的同时提高生存率,以降低损耗率和使用费用,从而为扩大无人机的民用范围创造条件。随着无人机成本的降低、安全性的提高,使用保险费随之下降,无人机的民用范围将从目前的农业作业、气象探测、边境缉私等需求迅速扩大,市场前景看好。

21 世纪的无人机将在未来的信息战、精确打击作战、无人化作战和陆、海、空、天、电五维一体化战场中大显身手。无人机的用途由执行侦察任务扩展到执行多种打击任务之后,必将演变成为一种高费效比、攻防兼备的全新概念武器,并将引起军队的作战思想、作战样式和组织编制的一系列变革。例如西方的一些军事专

家近期推出的所谓“零伤亡”战争理论就是以无人机为代表的无人作战武器平台为基本核心策划的。一旦高空长航时无人侦察机、无人轰炸机、无人战斗机等高级无人机投入战争,将会导致武器装备的第三次革命。

五、无人机飞行管理

无人机属于航空器范畴,其飞行管理与其他航空器基本类似。但由于无人机独特的飞行操作与控制模式以及无人机执行任务的广泛性,无人机的飞行管理也存在有别于其他航空器飞行管理的特点,必须有针对性采取措施,科学管理,以保证无人机飞行任务的顺利实施,减少对有人驾驶航空器飞行任务的干扰,更重要的是消除对有人驾驶航空器飞行安全和地面人员财产安全的威胁。

无人机飞行管理,分为静态管理和动态控制。

静态管理,就是通过建立并利用规范飞行行为的法规章程,督促、检查并控制飞行行为符合正常的飞行规律,保证飞行任务的顺利施行。无人机飞行的静态管理,就是为无人机的飞行创建顺畅、有序、高效、安全的运行机制。具体内容包括,划设所需空域,调整空域使用需求冲突,办理飞行空域使用的申请与批复,提供适合无人机安全飞行的空域,制定、颁发无人机飞行必须遵守的各种法规章程,监督检查无人机飞行所涉及人员遵章守纪情况,组织考核颁发无人机飞行相关人员的工作执照,并通过定期或适时的考核、检查,保持无人机相关人员工作执照的有效性,适时总结无人机飞行的组织实施经验、教训,制定存在问题的整改措施,促使无人机飞行组织实施工作始终处于规范有序、安全可控状态。

动态控制,就是在飞行全过程中,利用航空法规,实时规范并控制飞行行为符合正常的飞行规律,减少或消除飞行冲突,保证飞行任务的顺利施行。无人机飞行的动态控制,就是在无人机飞行实施中,在基于现行航空法规的基础上,通过协调、动态调整等行为,为无人机飞行创造并保持良好的空中飞行环境,确保无人机飞行顺畅、有序、高效、安全。无人机飞行动态控制的具体内容包括,审查批准无人机飞行计划申请,根据空域飞行动态、飞行特点和飞行性质,适时实施飞行调配,监督飞行计划的执行情况,按照规定指挥飞行活动,提供有关飞行资料和情报,协助相关部门处理飞行中遇到的各种突发情况,引导无人机在规范的范畴内遂行飞行任务。