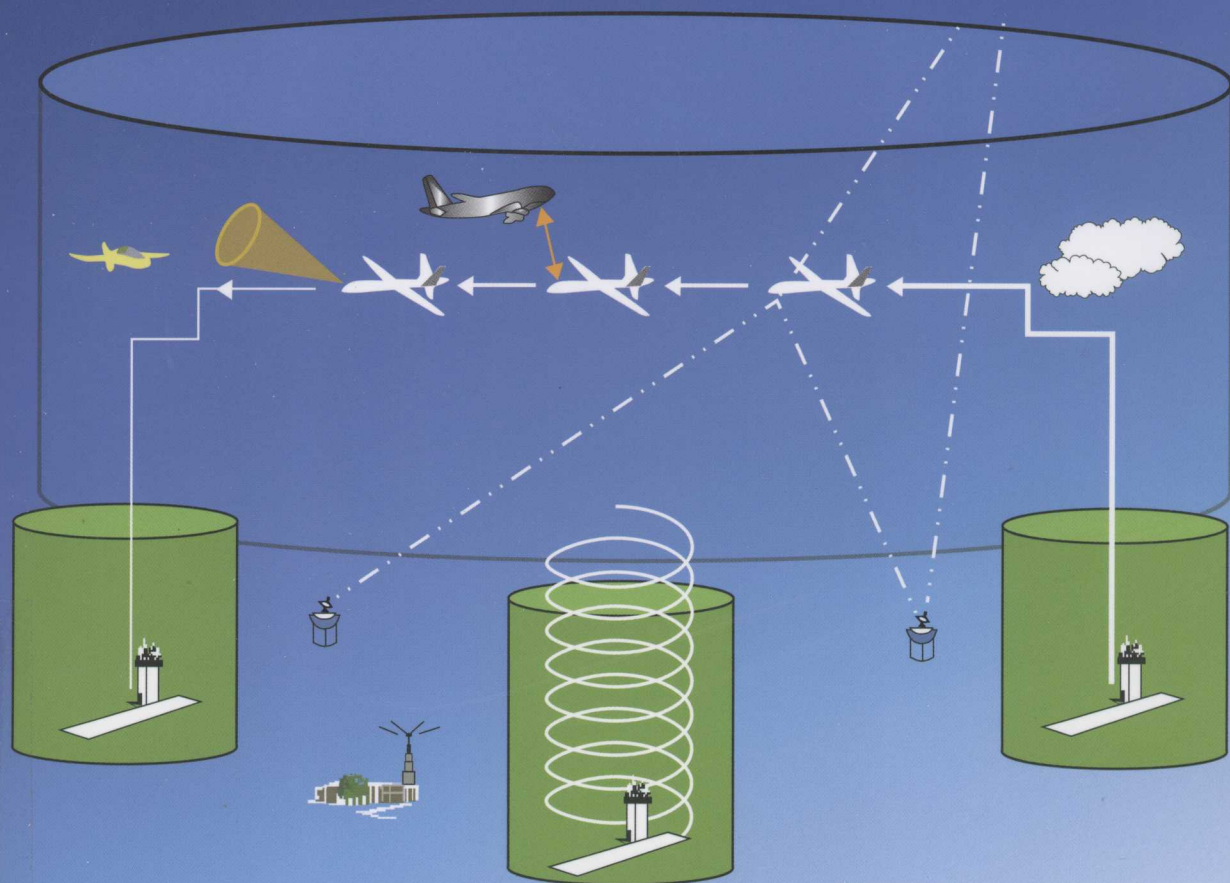


无人机系统的运行管理

Operational Management of Unmanned Aircraft Systems

李春锦 文 涇 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

无人机系统的运行管理

Operational Management of Unmanned Aircraft Systems

李春锦 文 涇 编著

北京航空航天大学出版社

BEIHANG UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书全面、系统地论述了军民航无人机进入空域安全运行的相关问题。首先介绍无人机系统(UAS)和空域的基本知识、分类和背景情况;然后针对保证 UAS 安全运行的关键问题(如运行管理、法规、适航取证以及机组人员的培训、资格审定和取证上岗等)进行了比较深入的解读,还为 UAS 申请运行许可提供了实用的建议。同时描述了 UAS 的感知和避让等前沿问题。最后的附录(包括缩略语、UAS 安全运行的原理和理论,以及美国小型 UAS 的法规建议)可方便读者阅读和理解。本书对空中交通管理部门和无人机的采办、研发、运营、管理、教学等部门,以及对空中交通管理、无人机从业人员都具有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

无人机系统的运行管理 / 李春锦,文涇编著. —北京 :
北京航空航天大学出版社, 2011. 5

ISBN 978-7-5124-0399-4

I. ①无… II. ①李…②文… III. ①无人机系统—运行—管理
IV. ①V279

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 055186 号

版权所有,侵权必究。

无人机系统的运行管理

李春锦 文 涇 编著

责任编辑 文幼章

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:10.5 字数:269 千字

2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷 印数:2 000 册

ISBN 978-7-5124-0399-4 定价:30.00 元

前 言

本书内容侧重于无人机系统(UAS)交付使用后的运行管理。其中主要包括相关主管部门应采用的管理办法和法规、空中交通管理的规范和标准、UAS 机组人员的合格审定、UAS 的适航,以及与空中交通管制(ATC)有关的机载设备的要求。此外还介绍了 UAS 和空域的分类,以帮助读者从更广的视角更好地理解 UAS 运行管理的诸多方面。

本书是作者参阅了大量国内外文献,并结合我国的具体国情编著而成的。它不是法规,而是作者对目前我国进行 UAS 运行管理的建议,同时也描述了我国建立 UAS 运行管理法规的一个愿景,可供有关方面参考。

本书第 1~5、9 章李春锦编著,第 6~8、10~12 章由文 涇编著。附录“无人机系统的安全水平”由王能翻译,附录“能量原理”和“小型 UAS 规章”由李春锦翻译。

此外,王 瑛、陈 峰、谢劭辰、路 遥、苏 多、于敬宇、舒小华、姚登凯、陈志斌、魏新何、郑俊华等同仁的工作也对本书的编著有很多帮助。在此表示致谢。

本书内容广泛、知识新颖,加之作者水平有限,难免有不当和错误之处,望读者批评指正。

编著者

2010 年 12 月于北京航空航天大学

目 录

00	.....	外航航管人员使用UAS	2.7
30	.....	类别\系统并指人员使用UAS	3.7
40	.....	对重要的人员使用UAS	4.7
80	.....	使用UAS的人员使用UAS, 附录	8.7
17	.....	使用UAS的人员使用UAS, 附录	8.7
第 1 章	无人机系统(UAS)简介	.....	1
1.1	无人机的名字	.....	1
1.2	定义	.....	1
1.3	UAS 的其他术语和定义	.....	2
1.4	UAS 的工作原理简介	.....	5
1.5	UAS 的历史、现状及发展趋势	.....	8
第 2 章	空域	.....	11
2.1	空域概念	.....	11
2.2	空域分类	.....	11
第 3 章	无人机系统(UAS)分类	.....	18
3.1	航空器分类概述	.....	18
3.2	无人机分类	.....	19
第 4 章	无人机系统(UAS)空域飞行的需求背景、面临的问题	.....	25
4.1	UAS 空域飞行的需求背景	.....	25
4.2	目前 UAS 空域飞行面临的问题	.....	25
4.3	未来环境	.....	31
第 5 章	无人机系统(UAS)的运行管理法规	.....	32
5.1	概述	.....	32
5.2	国外 UAS 运行管理现状	.....	32
5.3	关于我国 UAS 的运行管理愿景	.....	35
第 6 章	无人机系统(UAS)的适航管理	.....	45
6.1	概述	.....	45
6.2	UAS 适航管理现状	.....	51
6.3	UAS 适航要求	.....	52
6.4	UAS 飞行手册	.....	54
6.5	UAS 持续适航	.....	55
第 7 章	无人机系统(UAS)机组人员	.....	59
7.1	概述	.....	59

7.2	UAS 机组人员管理现状	60
7.3	UAS 机组人员证书体系/分类	62
7.4	对 UAS 机组人员的要求建议	64
7.5	示例: UAS 机组人员培训计划	68
第 8 章	无人机系统(UAS)的运行许可	71
8.1	概述	71
8.2	现状	71
8.3	UAS 飞行许可的申请	72
第 9 章	轻小型无人机系统(UAS)的运行	83
9.1	概述	83
9.2	模型机运行指南	83
9.3	视距内低空低速飞行的 150 kg 以下的 UAS	99
9.4	小型 UAS(25 kg 以下)	101
第 10 章	Ⅱ类无人机系统(UAS)	102
10.1	概述	102
10.2	Ⅱ类 UAS 的民航法规体系	103
10.3	结束语	106
第 11 章	Ⅲ类无人机系统(UAS)	107
11.1	概述	107
11.2	Ⅲ类 UAS 的民航法规体系	107
11.3	结束语	109
第 12 章	国家无人机系统(UAS)在空域中的运行	110
12.1	概述	110
12.2	军用 UAS 的特点与运行管理	110
12.3	军用 UAS 的分类	112
12.4	空管程序与要求建议	112
12.5	军用 UAS 放飞的前提条件	112
12.6	示例: 军用 UAS 运行管理	114
附 录	.....	118
附录 A	无人机系统(UAS)的安全水平	118
附录 B	轻型无人机运行管理中的能量原理	125
附录 C	小型无人机系统(sUAS)规章(建议稿)	128
附录 D	英文缩略语	144
参考文献	.....	148

第1章 无人机系统(UAS)简介

本章介绍的是无人机系统的基本知识。这些知识对了解无人机系统的运行管理是必不可或缺的。

1.1 无人机的名字

无人机在其发展的历程中曾沿用过不同的名字,它们是 Drone、RPV、UAV、UCAV 和 UAS。从某种意义上讲,这些名字都和当时无人机的技术状态和用途有着密切的关系。

Drone 是无人机最早使用的名字,早期的无人机技术粗糙、噪声大、飞行高度低,当其飞行时人们能听到一种嗡嗡的声音,Drone 的字义就是“嗡嗡声”,因此无人机就有了它的第一个名字“Drone”。早期的无人机多用于靶机,所以 Drone 曾经也是靶机的代名词。随着无人机的发展,分类的细化,今天用“Target Drone”表示靶机。

RPV 是 Remotely Piloted Vehicle 的缩写。无线电技术的使用,可以对无人机进行远距离控制,因此在 Drone 之后出现了 RPV,而且沿用至今。

UAV 是 Unmanned Aerial Vehicle 的缩写,是在预编程自主飞行技术在无人机上应用之后出现的名字,至今仍在广泛使用。

UCAV 是 Unmanned Combat Aerial Vehicle 的缩写,是在使能技术出现之后,把广泛应用于侦察定位功能的无人机发展成无人作战飞机。近年来无人作战飞机发展很快。

UAS 是 Unmanned Aircraft System 的缩写。尽管术语 UAV 已经使用多年,但是目前出现了用 UAS 取代 UAV 的倾向,而且术语 UAS 已被美国联邦航空局(FAA)和国防部(DOD)以及欧洲航空安全局(EASA)所接纳。应用的差别是使用了术语飞机。飞机是在大气层中使用的飞行器。这表明无人机同有人机一样需要适航取证。除此之外,UAS 是一个系统,是一个包括了飞机以及发射回收设备、地面控制站和通信链路的系统。总之,无人机系统和现有的有人机(即:有人驾驶航空器)相比更具有多样性。

1.2 定义

1.2.1 无人机系统(UAS)的定义

UAS 是无人机(UA),和使 UA 能够进行滑跑、起飞/发射、飞行和回收/着陆所需要的装置和设备以及能完成 UA 任务目标的设备的组合。换句话说,UAS 包括了 UA 和 UA 运行所需要的所有相关支持设备、控制站、数据链、遥测、通信和导航设备等。具体说除飞机本身外,UAS 还包括以下内容:

- 控制站;

- 软件;

- 状态监视；
- 通信链路(指挥+控制+数据)；
- 数据终端(载荷运行和操作)；
- 任务载荷；
- 发射和回收设备；
- 飞行终止系统；
- 支持和维护设备；
- 电(能)源产生、分配和供应；
- 空中交通管制通信设备(语音+数据)；
- 装卸、贮存和运输设备；

● 与上面所提到的设备、系统所需要的相关的文件。

1.2.2 无人机(UA)的定义

飞机内没有驾驶员,又具备对其本身进行控制的航空器。具体地说,UA 是 UAS 的飞行平台部分,驾驶员可以通过地面控制系统、控制/管理其飞行,或通过使用机载计算机、通信链路和为保证 UA 安全运行所需要的任何其他辅助设备自主飞行。

1.3 UAS 的其他术语和定义

1.3.1 空中交通管制(ATC)通信设备

能够使 UAS 机组人员和空中交通管制员(ATC)之间进行交流的所有设备。

1.3.2 通信链路

在 UAS 机组人员、空中交通管制员、空域用户和其他数据用户之间传递语音或数据的数字或模拟链路。

1.3.3 控制链路

包括上行链路和下行链路,通过上行链路传输控制 UA 飞行和控制任务载荷工作状态;通过下行链路将 UA 的飞行状态数据和任务载荷情报数据从 UA 上传给控制站。

1.3.4 控制站(CS)

能够对 UA 的所有飞行阶段进行控制的设施、设备或装置。

一个 UAS 至少有一个控制站。根据需要控制站的配置也可以多于一个。控制站可理解为是由多部计算机和其他设备组成的系统,设在一个指定的运行区域由驾驶员和其他机组人员使用这个系统与 UA 进行通信联系,控制 UA 飞行和管理任务载荷的运行。

1.3.5 数据链

数据链指的是 UAS 内部各部分之间的所有互连,包括控制链路、通信链路和载荷链路。

1.3.6 下行链路

来自 UA 的直接或间接的通信链路。

1.3.7 飞行终止系统

由人工或自动触发任何设备或程序来启动一个预编程操作或专门设计的一组操作让 UA 以安全的方式终止飞行。

1.3.8 发射装置

用来发射一个不具备常规起飞能力的 UA 的机械装置。

1.3.9 维修设备

把 UAS 维护在可供使用状态的所需要的所有设备。

1.3.10 支持设备

保障 UAS 既定的功能所需要的所有设备。

1.3.11 UA 的发射/回收设备

用来发射和回收 UA 的设施、设备或装置。一个 UAS 至少分别有一个发射和回收装置。根据需要一个 UAS 的发射和回收装置也可以多于一个。

1.3.12 无人机系统机组人员(UAS-C)

为保证 UAS 的正确和安全运行,而指定的完成各种专门任务的人。

1.3.13 无人机系统总指挥(UAS-cdr)

在 UAS 执行一个专门(具体)任务的过程中,对 UAS 的安全运行有全部执掌权和负有全部责任的人,UAS-cdr 也可以具备 UAS-P 的功能。

1.3.14 无人机系统机组人员(UAS-cnr)

所指定的 UA 飞行前,UAS 运行过程中和 UA 回收或着陆后,负责不同时段专门任务的人。

1.3.15 无人机系统的经营者(UAS-O)

- 管理和运营 UAS 的法定机构。
- 被 UAS-O 授权管理和运营 UA 的人,可以是业主、承租人、受委托人,也可以是承担适航和持续适航要求的机构。

1.3.16 无人机系统驾驶员(UAS-P)

发动机启动后直接控制 UA,并对 UAS-cdr 负责的人。UAS-P 可以直接控制多架 UA。

1.3.17 上行链路

对 UA 的直接或间接的通信链路。

1.3.18 目视控制

UA 是控制和避撞的一种方法。这种方法依据在视距内无干扰的情况下,驾驶员或观察员用人的眼睛可以观察到 UA 和 UA 周围的空域以实施避让。在这种情况下驾驶员和目视观察员也可以借用可调放大镜。

1.3.19 可选驾驶航空器(OPA)

驾驶员既可以在飞机内操纵飞机,也可以不在飞机内操纵飞机,与无人机一样实现无人驾驶。即:既可以作“有人机”,又可以作“无人机”的航空器。这种航空器称为“可选驾驶航空器(OPA—Optional Piloted Aircraft)”。作“有人机”用时,驾驶员在航空器内;作“无人机”时,驾驶员在控制站操纵。

1.3.20 代用无人机(SUA)

机上有安全驾驶员的 OPA 当作无人机飞行时叫“代用无人机(SUA=Surrogate UA)”。

1.3.21 安全驾驶员(Safety Pilot)

在 SUA 上的人,如果需要,此人可以履行驾驶员的功能。

1.3.22 自动化

把人工操作变为自动化的性能。

1.3.23 自主性

完全自主性是指系统能够理解和解释环境,并做出决策从而进行自主操作的能力。

1.3.24 完全自主式

完全自主式是指 UAS 的一种控制模式。在这种控制模式下,UAS 期待仅仅在机长(pilot-in-command)的监视下,在预编程的范围内执行他们的任务。作为对控制模式的解释,该术语包括:

- 全自动运行;
- 自主功能(如起飞、着陆或避撞);
- “智能”式的完全自主运行。

1.3.25 链路丢失

链路丢失是一种状态。在这种状态下控制站同 UA 之间的联系手段上行链和下行链双双丢失或丢失了其中一种手段,驾驶员再也不能对飞机的飞行进行控制和监视或履行控制和监视中的一种功能。

1.3.26 管制员

空中交通管制服务的提供者叫管制员。

1.3.27 半自主式

半自主式是 UAS 的一种控制模式。在这种控制模式下驾驶员通过飞行管理系统界面去执行任务或改变任务。在没有这种输入的情况下, UAS 将实施预编程的自动运行。半自主式可能包括,但也不一定包括某些自主功能(如起飞、着陆和避让)。

1.3.28 “感知—避让”系统(SAA System)

SAA 系统是一种设备。它能够满足中国民航规章 91 部(对应美国 14CFR91.113)中的要求。

1.3.29 目视范围

没有任何助视设备帮助的人的目视距离。在这个视距内人可以化解 UAS 运行中的冲突,并能有效地监视 UAS。

1.4 UAS 的工作原理简介

本章 1.2.1 节中已经对 UAS 给出了明确的定义,应该说 UAS 是一个由所有 UAS 的组成部分组成的系统(见图 1-1)。



图 1-1 无人机系统(UAS)的组成(示例)

本节将从 UAS 运行管理的视角介绍其工作原理,因此,将省略对航空器、发动机、发射/回收以及与 UAS 的运行管理无密切关系的部分,着重介绍无人机的飞行管理系统(FMS)和测控与信息传输系统,因为无人机自主飞行和测控飞行并列为无人机飞行的两种飞行控制模式。

1.4.1 无人机的飞行管理系统

飞行管理系统(FMS)由传感器、飞行管理计算机、飞行控制与推力控制系统及控制显示单元组成(见图 1-2)。

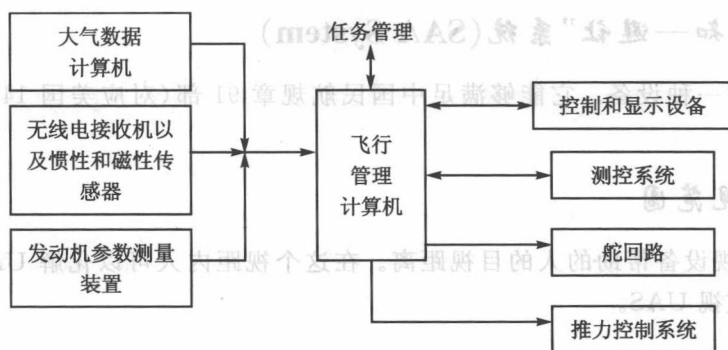


图 1-2 飞行管理系统原理图

图 1-2 中的“控制和显示设备”对有人机而言就是驾驶舱;而对无人机系统而言则将这部分功能放在了测控站中。

飞行管理系统把大部分传统功能(如导航、控制等)都考虑进去了。飞行管理系统实际上是由数据总线连接起来的一组分别进行独立工作的计算机对各子系统进行管理、控制、故障检测和状态显示的系统。飞行管理系统的主要功能可以归结为以下四个方面:

1. 自动飞行控制

- 自动驾驶仪/飞行指示;
- 推力管理;
- 增稳。

2. 机组人员操作

- 飞行计划数据输入;
- 飞行管理系统工作模式控制。

3. 性能管理、制导和导航

- 性能管理和任务管理;
- 侧向导航和垂直导航;
- 飞行优化。

4. 提示和报警

其中第1个功能“自动飞行控制”可以实现无人机的自主飞行。目前自主飞行还停留在把计划的飞行航线进行预编程而进行半自主飞行,但尚未达到完全自主飞行的能力。预编程将计划的飞行航线由若干航路点勾画出来,实现侧向导航(见图1-3),而垂直导航则由高度系统实现。

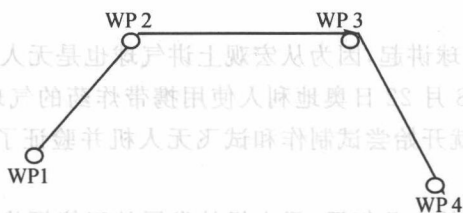


图1-3 装订到飞行管理系统的飞行航线

1.4.2 遥测、遥控与信息传输系统

遥测、遥控与信息传输系统(简称“测控系统”)是无人机系统的重要组成部分之一。如同上面提到的,测控系统相当于把有人机的驾驶舱放到了测控站中,无人机的驾驶员通过下行链路接收来自无人机各种传感器给出的无人机飞行状态信息、机载设备状态的检测信息,以及接收与处理从任务载荷设备获取的各种任务信息,从而借助这些数据,通过上行链路对无人机的飞行和任务载荷设备的工作实现必要的控制,完成各种任务。

在不能完全依赖机上的导航定位数据的情况下,还可以通过测控系统对无人机进行相关角度和斜距的测量来确定无人机同测控站的相对位置,再结合测控站本身的位置来实现对无人机的跟踪定位。

当无人机处于测控站的视距范围外时,需要使用中继系统。依据情况不同可以选用以下三种中继方案中的一种为其服务。

1. 地面中继系统

地面中继系统是中继站设在地面上的中继系统。中继站可以与地面测控站规模相同,也可以是具有更好机动性的小型站。地面中继站实际上是一个增配了地面收发设备的测控站,主要用来克服地形对无线电电波的阻挡。

2. 空中中继系统

当地面测控站与无人机之间由于地形阻挡或距离太远而不能实现无线电通信时,可以通过在无人机、有人机、飞艇、气球等空中平台上设置中继站实现空中中继测控与信息传输。

3. 卫星中继系统

卫星中继是通过延伸作用距离实现对无人机超视距测控与信息传输的最有效的方式。适用于作为中继平台的卫星一般是地球同步卫星,具有传输容量大、覆盖范围广、连续性好的特点,但由于需要在无人机上安装一定尺寸的跟踪天线,一般只适用于大型无人机。小型无人机

则可以使用由近地轨道卫星组成的多卫星平台,其缺点是传输容量小。一般使用中继卫星时,仍然需要配置用于视距内测控与信息传输(包括无人机起降时)的测控地空视距链路。

1.5 全UAS的历史、现状及发展趋势

1.5.1 历史

无人机的历史可以从气球讲起,因为从宏观上讲气球也是无人驾驶飞行器,气球作为武器使用最早的记载是1849年8月22日奥地利人使用携带炸药的气球攻击意大利的威尼斯城。第一次世界大战期间,人们就开始尝试制作和试飞无人机并验证了无人机的概念。同时也认识到了无人机的发展潜力。

第一次世界大战结束后的十几年里,无人机的发展处于停顿状态。直至二十世纪30年代中后期才又出现了作为重要作战训练工具的新型无人机(靶机)。随后出现了用无线电控制的靶机。第一个比较成功的无线电控制靶机当属英国人1931年开发的“Fairy Queen”,后来曾改名为“Queen Bee”和“Drone”。第二个比较成功的无线电控制靶机是Reginald Denny靶机。Reginald Denny是一战后从英国移民到美国的美国人,1935年他演示了命名RP-1的靶机样机,之后又相继开发了RP-2,RP-3,RP-4,RP-5。

第一次世界大战期间Reginald Denny RP-5更名为无线电飞机QQ-2,并装备美国陆军近15 000架。继QQ-2靶机的成功,战后又开发了另外一个非常成功的基本训练靶机(BTT)系列。BTT系列共生产了73 000架,有18个国家使用。

进入20世纪50年代后,由于可以进行格斗的有人作战飞机的能力达到马赫数2,迫于需要快速靶机与其同步。为此NORTHROP公司开发了以涡轮喷气发动机为动力的AQM-35,之前发动机都是活塞发动机。因此可以说,20世纪60年代前无人机作为靶机使用是这个时期无人机的一大特点。

无人机作为靶机使用取得的巨大成功,产生了人们开发无人机其他用途的欲望,因此在20世纪50年代后期首先将靶机改装作为诱饵使用,同时也开始了开发无人侦察机。美国人选用美国瑞安公司的火蜂靶机作为演示无人侦察机的平台取得成功,之后便出现了由火蜂靶机派生的无人侦察机瑞安“147”型。美国人从20世纪60年代至70年代一直使用这种侦察机进行间谍活动。在这个时期还开发了更加复杂的瑞安“154”型、瑞安和波音的“罗盘针”和洛克希德的“D-21”无人侦察机。至今无人侦察机仍是无人机家族中最重要的成员。

从20世纪70年代开始,除美国外其他国家也开始研制属于自己的先进的无人机系统,中国也不例外。但成效卓著的国家当属以色列。在20世纪80年代以色列人开发了不同类型的无人机装备了自己,同时也出售给包括美国在内的其他国家。

1.5.2 现状

进入20世纪90年代,在需求和新技术支撑两大动力的推动下,无人机得到了很大的发展。目前世界上有三十多个国家在发展和制造三百多种型号的无人机。同时无人机也开始了它的和平利用,如对地球环境的监测等。以日本为例,日本现有商用无人机两千多架,有四千七百多名使用人员持证上岗。

美国 2008 年的无人机市场额已超过 34 亿美元,专家估计全世界现役无人机已达 12 万架,2015 年欧洲人将实现大型无人喷气货机横跨大西洋,2015 年无人机将占美国作战飞机的 90%,民用无人机有遍地开花之势。

1.5.3 发展趋势

从客观上讲无人机系统有以下功能:

- 遥感;
- 运输;
- 科学研究;
- 精确定位与打击;
- 搜索与救援。

有以下特点:

- 成本低;
- 高过载能力;
- 高生存能力;
- 执行单调、肮脏和危险任务的优越性;
- 较好的流动性和机动性。

正因为无人机系统有以上功能和特点,所以对无人机的需求是广泛的,但与此同时无人机的发展是建立在技术不断进步的基础之上的。

表 1-1 取自美国(2007—2032)年的无人机路线图。表 1-1 中给出了美国军方未来对各种功能无人机的需求和对需求的优先排序。从表 1-1 中不难看出,除对侦察和精确目标定位继续有需求而且排序在前两位外,对信号情报、战役管理、通信中继、生化核侦察、武器化/攻击、电子战、探雷和扫雷等应用领域也都有需求。因此表 1-1 可作为未来军用无人机系统发展趋势的重要参考。同时无人机的民用前途方兴未艾,可作为边界巡逻、监视、油气管路探伤、喷洒农药、森林防/灭火和科学试验等领域。

表 1-1 美国(2007—2032)年无人机规划需求优先排序

任务需求(无人机应用领域)	小型无人机	战术无人机	战场用无人机	无人作战飞机
侦察	1	1	1	1
精确目标定位和指示	2	2	2	2
信号情报	7	3	3	4
战役管理	3	4	5	6
通信/数据中继	8	6	4	7
生、化、核侦察	5	5	9	8
作战搜索与救援	4	7	8	9
武器化/攻击	16	8	7	3
电子战	12	11	6	5
探雷与扫雷	6	9	12	11
对抗伪装、隐蔽和欺骗	10	10	11	12

续表 1-1

任务需求(无人机应用领域)	小型无人机	战术无人机	战场用无人机	无人作战飞机
信息战	13	12	13	10
数字地图	15	14	15	13
隐蔽传感器的放置	11	15	15	13
人、目标、现象的伪造/路线引导	9	13	18	16
特种部队再补给	14	16	14	15
伪 GPS	18	17	17	17
沿海作战	17	18	16	18

21 世纪不断出现的新技术还会大大地促进其功能的扩展和性能的提高。

第2章 空域

2.1 空域概念

随着航空事业的发展,空域逐渐成为一个专门术语。一般将其定义为地球表面以上可航空间。空间是指包围地球的大气层,它是航空器的飞行环境。目前航空器的最大飞行高度一般还没有超过 30 km,而且大部分航空器都在 20 km 以下飞行。所以,目前已经使用的空域只是可航空间的一部分。因此,目前人们所提到的空域,更具体地说应该是为航空器飞行提供服务的空间。空域是一种资源,如同土地、河流、海洋一样的一种自然资源。这种自然资源有两个明显的属性,即:公共性和经济性。“公共性”是指这种资源属整个社会所有,它必须为整个社会的全体公众服务。国家政府代表社会和公众利益,因此它归政府所有,不属于任何个人、团体或部门。空域资源的“经济性”主要体现在它能产生效益。空域只有被使用才有价值,而且可重复使用。空域的管理目标就是使其产生更好的效益和更高的价值。

2.2 空域分类

为满足不同用户对空域的需求和使用方便,便于航空器飞行和提高空域的使用效率,必须对空域进行合理分类。其做法是将空域划分成三维扇形区,每个扇形区都被指定为具有某种功能和用途的某类空域。

2.2.1 国际民航组织(ICAO)的空域分类

1990 年 3 月 12 日 ICAO 开始采用至今还在使用的空域分类。空域分类的主要依据是飞行规则和飞机与空中交通管制之间的相互作用。其相关概念如下:

- 间隔:为避免飞机同飞机,或飞机同地面物体相撞,它们之间要规定最小距离。为此,通常为飞机的飞行设置了飞行高度层、飞行限制区、航路等。也可以通过限制飞机的飞行方向或飞行速度加以实现。
- 航行许可:飞机要在空管批准的一定的航行条件下开展活动。
- 交通情报:由空管提供的可能会造成飞行事故的有关其他飞机位置和飞行意向的信息。

ICAO 采用的空域分类方案:

- A 类空域:所有飞行必须在空管批准的航行许可条件下,依据 IFR 规则或“特殊目视飞行规则(SVFR)”进行。空管对所有的飞行提供间隔。
- B 类空域:所有飞行必须在空管批准的航行许可条件下,依据 IFR、SVFR 或 VFR 飞行。空管对所有的飞行提供间隔。
- C 类空域:所有飞行必须在空管批准的航行许可条件下,依据 IFR、SVFR 或 VFR 飞