



国防科技著作精品译丛
无人机系列

Unmanned Aircraft Systems
UAVS Design, Development and Deployment

无人机系统

——设计、开发与应用

【英】Reg Austin 著

陈自力 董海瑞 江涛 译



 WILEY | 

国防工业出版社
National Defense Industry Press



装备科技译著出版基金

2

无人机系统

——*i* 用

**Unmanned Aircraft Systems
UAVS Design, Development and Deployment**

[英] Reg Austin 著
陈自力 董海瑞 江涛 译



国防工业出版社
National Defense Industry Press

著作权合同登记 图字:军-2011-091号

图书在版编目(CIP)数据

无人机系统——设计、开发与应用/(英)奥斯汀(Austin, R.)著;
陈自力,董海瑞,江涛译.—北京:国防工业出版社,2013.4(2015.7重印)
书名原文:Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment
ISBN 978-7-118-08093-3

I. ①无… II. ①奥… ②陈… ③董… ④江… III. ①无人驾驶
飞机—研究 IV. ①V279

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第042305号

Translation from the English language edition:

Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment by Reg Austin;
ISBN 978-0-470-05819-0

Copyright © 2010 John Wiley & Sons Ltd

All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published
by John Wiley & sons Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests
solely with National Defense Industry Press and is not the responsibility of John Wiley
& Sons Limited. No part of this book may be reproduced in any form without the written
permission of the original copyright holder, John Wiley & Sons Limited.

本书简体中文版由 John Wiley & Sons Ltd. 授权国防工业出版社独家出版发行。
版权所有,侵权必究。

无人机系统——设计、开发与应用

[英] Reg Austin 著 陈自力 董海瑞 江涛 译

出版发行 国防工业出版社

地址邮编 北京市海淀区紫竹院南路23号 100048

经 售 新华书店

印 刷 北京京华虎彩印刷有限公司

开 本 700×1000 1/16

印 张 24

字 数 364千字

版 印 次 2015年7月第1版第2次印刷

印 数 3001—4000册

定 价 96.00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

译者序

信息技术、控制技术、通信技术的快速发展,极大地推动了无人机系统的进步,促进了其在军用、民用领域的应用,特别是在军事领域应用取得了显著效果。无人机的设计、开发、部署使用与有人机既有很多相同或相似之处,也有很多差异,系统、准确地理解这些差异,掌握技术选择与使用的原则和要点,对于无人机系统的研发具有重要的意义。

本书的特点是围绕无人机系统设计、开发、部署使用的全过程,从技术和使用两个层面开展探讨,系统地比较无人机和有人机,以及不同类型的无人机的相关情况和基本技术。全书内容多来自于作者多年的实践,利用大量的例子来说明作者的观点,其中很多是作者亲身实践的项目。在内容的铺展上,作者刻意避免把本书写成教科书形式,而是采取了点到为止的方式,重点阐述空气动力学、动力、电子、经济、数学、结构、热力学等不同专业学科是如何综合应用到无人机系统设计、开发和部署使用中的,并对这些学科在无人机领域与在其它航空航天领域应用之间存在的差别进行了较详细的论述。本书框架、线索清晰,重点突出,难度适度,对那些需要了解更多更详细内容的读者,可参考作者精心选择的参考文献进一步深入研究,全书的可读性、引导性较好。

作者瑞格·奥斯汀从20世纪40年代中期开始其飞行器设计职业生涯,从1968年涉足无人机研发,参与和主持了多个无人机型号的研发工作,是全世界历史最悠久的无人机学会——布里斯托尔国际无人机系统学会的创始人之一,曾经多年担任北约垂直起降无人机工程组的主席,其

主持研制的“小精灵”无人机可以搭载多种传感器全天候工作,既可陆用,也可舰载,在世界多个国家部署使用,是世界范围内最成功的无人机之一。本书是作者集多年实践经验,厚积薄发的倾心力作,在国外被从事无人机系统学习研究的学生、研发人员、使用者奉为案头必备宝典,也是无人机系统论证规划、采购订购、使用管理人员研读参考的权威著作,相信其译本的出版对我国从事无人机系统研发与应用的人员而言,也是一次分享智慧和经验的良机。

全书由陈自力、董海瑞、江涛历时一年进行翻译。由于译者水平有限,加之书中涉及较多的专业词汇,一些新概念、新机型还没有形成统一的称谓,译文难免存在不足,若有不当之处,恳请读者批评指正。

译者

2013年1月

前言

无人机的研发和投入使用经历了较长时间,可是科学家、工程师与管理者、法规制定者和财务主管人员很少在观点上取得一致,无人机系统的可用性还经常取决于核心技术的成熟度。

无人机系统现在已在军队的几个兵种中得到应用,在民用有限的范围内也得到应用。相信未来民用无人机的应用无论是在数量方面,还是在应用范围方面最终都将超过军用。

无人机系统的特性介绍将贯穿本书,这些特性是很多要素及其保障规程的结合,尽管飞机系统只是无人机系统的一个组成部分,但它在很大程度上对无人机系统其它部分提出了要求。

无人机系统与有人机在很多方面有共同点,但也有不同,这种不同经常导致操作使用方面的要求不同,例如,需要从偏远、短程、简易跑道上起飞,或者在高空长时间飞行等。无人机由于无需携带较重仪器,在结构上无需提供飞行员座舱,其性能得到改善,飞行气动阻力也降低了。无人机系统还经常从小型飞机方面获得收益。

作者不倾向把本书写成教科书,以包罗各种无人机多学科的详细工程知识,如空气动力学、电子学、经济学、材料、结构、热力学等,而是阐述多学科知识是如何集成到无人机系统的设计、开发和应用中的,描述无人机系统与其它航空系统、工程系统在教育方面的不同。

书中有些章节,如第3章,对学科的理论知识也做了一些介绍,但避免了烦琐公式,使读者不需要阅读专门教科书寻找答案,而将读者注意力

转移到更有用的方面。

同样在介绍无人机系统历史和发展中 (第 28 章), 主要是指出无人机是如何发展的, 有什么经验教训, 或者从发展历史中学习什么, 对未来有什么启示。

无人机系统特性覆盖每一个孤立的子系统是不可能, 也不现实, 一些特性出现在多个章节, 但介绍的详细程度不同, 目的是对重要部分进行强化。相关学科的详细知识, 读者可以直接参阅参考文献列出的专业著作。

部分系统及其分系统的举例是为了解释相关原理, 由于技术的持续发展, 这些例子没有反映最新的成果, 但是原理是通用的。读者可以查阅参考文献列出的最新系统。

在比较几个无人机属性时, 作者使用了生产商提供的数据, 并对他们的帮助表示感谢。另外还有一些没有数据, 作者通过缩比照片推断或者采取已有方法进行计算, 获得其性能数据。这样做的目的是为了解释有人机和无人机的不同, 以及无人机不同结构布局之间的差异。无人机结构布局经常由所承担的任务决定。对于可能出现的错误, 作者表示遗憾, 但不能认为没有官方数据就不能完成此书。

在作者的长期航空生涯中, 研究了包括有人和无人各种飞机, 但是对旋翼无人机的研究以及对其较强的多功能特性的认识, 促使作者花费了很大精力, 投身对该型无人机系统的研发和使用。

作者有关无人机的经历开始于 1968 年, 在西地直升机公司, 相继负责“牟特”、“韦斯皮”、“学生”和早期的“宽眼”垂直起降飞机项目, 后来在 ML 航空公司负责了一些固定翼和旋翼飞机项目。其中最先进的是在 ML 航空公司的“小精灵”无人机系统项目。这些系统已经应用于世界各地, 具备昼夜全天候工作能力, 可以离岸或离舰工作, 携带多种任务载荷完成不同任务。

作者也有幸应邀目睹了其它无人机生产商有关无人机的试验情况, 有机会与世界各地的无人机开发者、使用者进行讨论, 特别是参与每年在布里斯托举行的无人机系统大会, 超越 30 年的研究开发与交流, 受益非浅。

负责多用途“小精灵”无人机项目, 使作者深入了解了无人机设计、开发和使用的各个方面, 本书的很多实例都是源于这些经历。

作者期望本书不仅对无人机系统未来的学生、设计者、开发者、使用者有用, 而且还适合无人机的采购和管理部门。

单位及缩写

AA	防空
AAA	防空火炮
AAIB	航空事故调查委员会
AAM	空空导弹
AAV	自主飞行器
AC	交流电
ACAS	空基防撞系统/机长助理
ACGS	总参谋部副部长
ACL	通信语言代理/自主控制水平
ACNS	海军副部长
ACS	机载控制站(系统)
ACTD	先进概念技术验证
ADC	大气数据计算机
ADF	方向自动寻找器/搜寻
AEW	机载早期预警
AFB	空军基地
AFCS	自动飞行控制系统
AFRL	空军研究实验室(美国)
AFRP	芳香尼龙纤维增强塑料
AFV	武装战斗车
AGARD	航空航天研究开发顾问组(北约)
Ah	安培小时

AHRS	姿态和航向参考系统
AI	人工智能
AIAA	美国航空航天学会
AIC	航空信息周刊
AIP	航空信息出版社
AJ	抗干扰
AMA	航空模型研究会(美国)
AMS	采购管理系统(英国国防部)
ANSP	空中导航服务商
A α A	攻角
AOA	飞机运行管理机构
AOP	空中观测站
APU	动力单元辅助
AR	展弦比
ARAC	空中距离辅助控制器
ARINC	空中无线电公司(美国)
ARPA	DARPA 早期暂时名称
ASROC	反潜火箭
ASTRAEA	与飞机检验和评估有关的自主系统技术
ASV	地面自主系统
ASW	反潜战
AT	空中目标
ATC	空中交通管制
ATCO	空中交通管制官员
ATEC	飞机测试与评估中心
ATM	空中交通管理
ATR	自动目标识别
ATS	空中交通服务
AUM	起飞总质量
AUVSI	无人机系统国际联合会
AUW	起飞总重量
AV	空中飞行平台
Avgas	航油
AVO	飞机操作员
BAMS	大面积海区监视
BDA	战场损伤评估
BER	误比特率

BITE	机内检测设备
BLOS	超视距
BMFA	英国航空模型联合会
BVR	超视距
BW	带宽
C ²	指挥与控制
C ³ I	指挥、控制、通信与情报
C ⁴	指挥、控制、通信与计算机
C ⁴ ISTAR	指挥、控制、通信、计算机、情报、监视、目标获取、侦察
CA	无法获取 (GPS)
CAA	民航适航管理局 (美国)
C&EA	海关与税收管理机构
C of A	航空资质
CAD	计算机辅助设计
CAP	民用航空出版社
CAS	校准后的空速
CASA	民用航空安全管理局 (澳大利亚)
CBR	加利福尼亚承载比
CC	收集协同
CCD	电荷耦合器件
CCI	指挥与控制接口
CCIR	指挥员关键信息需求 (英国/美国)
CD	圆周散播/色度差
CDL	通用数据链
CDMQ	满足军用质量的商业开发
CDR	关键设计回顾
CEAC	欧洲空间协作委员会
CEP	圆概率误差
CEPT	欧洲电信和无线通信管理会议
CFAR	恒虚警率
CFD	计算流体动力学
CFRP	碳纤维增强塑料
CFT	试验飞行资格
CG	重心
CGF	计算机生成兵力
CIA	中央情报局 (美国)
CKD	拆下的元件

CME	日冕物质抛射 (注: 一种太阳活动)
CMOS	互补金属氧化物半导体
CMT	铯镅汞
CNC	计算机数字控制
COA	放弃或授权证书
CoM	质心
COMINT	通信情报
CONOPS	行动概念
CONUS	美州大陆
COTS	货架产品
CPL	商业飞行执照
CR	近程
CRH	共轴旋翼直升机
CRT	阴极射线管
CS	控制站
CTOL	常规起降
CW	连续波
DA	危险区域
DAP	航空航天政策主管
DARO	国防部空基倾察办公室 (美国)
DARPA	国防先进研究项目局 (美国)
dB	分贝
DDD	枯燥、危险和肮脏
DE&S	防卫设备与支援
DEC	装备力量主管 (英国防部)
DERA	国防评估与研究局 (英国)
DF	测向
DFCS	数字飞行控制系统
DGAC	民航总局 (法国)
DGM	设计总质量
DGPS	差分 GPS
DLI	数据链接口
DMSD	防务修改与保障局
DND	国防部 (加拿大)
DOA	设计单位认可
DoD	国防部 (美国)
DoF	自由度

DOSG	军械安全组
DPA	国防采购办公室 (英国国防部)
DPCM	数字脉冲编码调制
DSA	检测、感知与避障
DSTL	国防科技实验室 (英国国防部)
DTC	国防技术中心
DTED	数字地形高程数据
DUO	指定无人机系统操控人员
EAS	等效空速
EASA	欧洲航空安全管理局
ECCM	电子对抗的反对抗
ECM	电子对抗
ECR	电子战侦察
EDA	欧洲防务局
EEPROM	电子擦除可编程只读存储器
EER	地球有效半径
EHF	甚高频
EHS	增强监视
EISA	扩展工业标准结构
ELF	甚低频
ELINT	电子情报
ELT	应急位置发送器
EMC	电磁兼容
EMD	工程与制造研发
EMI	电磁干扰
EMP	电磁脉冲
EO	光电
ERAST	环境研究飞机与传感技术 (NASA 项目)
ERC	欧洲无线电通信委员会
ESM	电子 (或监视) 支援措施
EUROCAE	欧洲民用航空设备机构
EW	电子战
EXCON	演习控制
FAA	联邦航空局 (美国)
FADEC	完整授权数字引擎控制
FBW	线控飞行
FCS	飞行控制系统

FLIR	前视红外
FLOT	我方部队前线缘
FM	频率调制
FoV	视场
FPGA	现场可编程门阵列
FPT	自由功率涡轮
FRTOL	飞行机无线电操作执照
FSAT	全尺寸空中目标
FSEDF	全尺寸工程开发
FSK	频移键控
FSRWT	全尺寸旋翼目标
FSTA	未来战略级空中加油机
FW or F/W	固定翼
FY	财年
GCS	地面控制站(或系统)
GDT	地面数据终端
GEN	代
GFE	政府采用设备
GFRP	玻璃纤维增强塑料
GLCM	陆基巡航导弹
GOTS	政府货架产品
GPS	全球定位系统
GPWS	地面接近告警系统
GSE	地面保障设备
GUI	图形用户界面
HAE	高空续航
HALE	高空长航时
HF	高频
HFE	重油发动机
HIRF	高密度辐射区
HITL	人在环路
HMI	人机界面
HMMWV	高机动多功能轮式车
HTOL	水平起降
HUD	平视显示器
HUMS	健康和应用管理系统
HVI	高价值目标

Hz	赫
IAI	以色列航空航天工业
IAS	指示空速
IC	内燃
ICAO	国际民用航空组织
ICD	控制接口定义 (或文件)
IDF	以色列国防军
IEEE	电气电子工程师协会
IEWS	情报、电子战和传感器
IFF	敌我识别
IFOR	执行部队 (北约)
IFR	仪表飞行规则/空中加油
IGE	地效
IIRS	图像识读等级量表
ILS	集成后勤保障
IMINT	图像情报
IML	综合成熟度
IMU	惯性测量单元
IN	惯性导航
INS	惯性导航系统
IOC	初始操作能力
IOT&E	初始操作测试与评估
IPT	集成项目组
IR	红外
IR&D	内部研发
IRLS	红外线扫
IRST	红外搜索与跟踪
ISA	国际标准大气
ISO	国际标准化组织
ISR	情报、侦察与监视
ISTAR	情报、监视、目标获取与侦察
ITU	国际电联
J	进速比
JAA	联合航空管理机构 (欧洲)/联合适航管理机构
JAAA	日本农业航空协会
(JARUS)	无人机系统法规制定联合管理机构
JATO	喷气式辅助起飞

JPO	联合项目办公室(美国)
JSIPS	图像处理联合服务系统
JSOW	联合巡航武器
JSP	联合服务发布
JTIDS	联合战术信息分发系统
JUEP	联合无人机试验项目
JUET	联合无人机试验组
JWID	联合勇士系统互操作验证
KUR	关键用户需求
LAN	局域网
Lb	静推力 [注: 按短吨计, 2000 磅=1 短吨]
LCD	液晶显示器
L/D	升阻比
LED	发光二极管
LLTV	微光电视
LMA	大模型联合会
LO	低可观测
LOS	视距
LPC	线性预测编码/低压压缩机
LR	远程
LRE	发射回收
LRF	激光测距机
LRIP	低速初生产
LRU	在线可更换单元
MAC	平均气动弦长
MAD	磁异常检测
MAE	中空
MALE	中空长航时
MARDS	军用航空管理文件集(英国)
MART	军用航空管理组
MAV	微型无人机
MCE	任务控制单元
MDI	偏差距离指示
MEMS	微机电系统
MER	多弹射架
MFD	多功能显示器
MIL-STD	军用标准(美国)

MLA ML	军用航空 (英国)
MLRS	多发火箭系统
MMI	人机接口
MMW	米波
MoD	国防部 (英国)
Mogas	动力汽油
MoU	谅解备忘录
MPCS	任务规划和控制站 (或系统)
MPI	信息传递接口
MPO	任务载荷操控员
MPS	任务规划系统
MR	中程
MRCOA	军方注册的民用飞机
MRE	中程续航
MS&SE	建模仿真与环境合成
MTBF	平均故障间隔时间
MTI	动目标指示
MTOM	最大起飞质量
MTOW	最大起飞重量
MTTR	多目标跟踪雷达/平均修复时间
MUAV	小型无人机或海洋无人机
NACA	国家航空咨询委员会 (美国)
NAS	海军航空站 (美国)/国家空域 (美国)
NASA	国家航空航天管理局 (美国)
NATMC	北约空中交通管理委员会
NATO	北大西洋公约组织
NAV	超微型无人机
NBC	核、生物和化学 (核生化)
NCO	网络中心行动
NEAT	北欧航空航天测试范围
NEC	网络增强能力
NFS	海军火力支援
NIIRS	国家图像识读等级量表 (美国)
NLOS	非视距
NOLO	不在船上的实时操控员 (美国海军)
NOTAM	飞行员提示
NPV	海军巡逻船

NRL	海军研究实验室 (美国)
NTSC	国家电视标准委员会 (美国)
NULLO	未采用本地实时操作手 (美国空军)
OA	操作分析
OEI	单发失效
OEM	设备原生产商
OFCOM	通信办 (英国)
OGE	离地效应
OLOS	超过视距
OPA	可选择自动驾驶飞机
OPAV	可选择自动驾驶飞行器
OPV	可选择自动驾驶车
OSI	开放系统互连
OTH	超越地平线以上
OUAV	可操控无人机
PACT	飞行授权与任务管理
PAL	相位调整线/可编程逻辑阵列
PC	个人计算机
PCI	个人计算机接口
PCM	脉冲编码调制
PCMO	首席合同管理官
PDR	初样设计回顾
PERT	项目评估与回顾技术
PIM	期望运动位置/预先期望的运动
PIP	生产改进计划
POC	概念证明
PPC	脉冲位置编码
PPI	规划位置指示器
PPS	精确定位服务 (GPS)
PRF	脉冲重复频率
PRI	脉冲重复间隔
PS	驾驶状态/平面对称
PSH	平面对称直升机
PVM	并行虚拟机
PWO	主要战事指挥官
q	动态压力, 单位平方英尺压力 (磅)
QPSK	四相键控