

总策划：戴清民  
主 编：吴汉平

信息战名著翻译丛书

# 军用航空电子系统

*Military Avionics Systems*



WILEY

[英] Ian Moir 著  
Allan Seabridge

吴汉平 等译

邵国培 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

信息战名著翻译丛书

总策划:戴清民

主 编:吴汉平

Military Avionics Systems

# 军用航空电子系统

[英] Ian Moir 著  
Allan Seabridge

吴汉平 等译

邵国培 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



Copyright © 2006 by John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England. All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Ltd. No part of this publication

WILEY may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, scanning, without the prior written permission of the publisher.

本书英文版由美国 Wiley 公司出版, Wiley 公司已将中文版独家版权授予中国电子工业出版社及北京美迪亚电子信息有限公司。未经许可,不得以任何形式和手段复制或抄袭本书内容。

版权贸易合同登记号 图字:01-2007-2002

### 图书在版编目(CIP)数据

军用航空电子系统/(英)莫伊尔(Moir, I)等著;吴汉平等译.北京:电子工业出版社,2008.2

(信息战名著翻译丛书)

书名原文: Military Avionics Systems

ISBN 978-7-121-05927-8

I. 军… II. ①莫…②吴… III. 军用器材—航空电气设备 IV. V243

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 014443 号

责任编辑:张羽

印刷:北京天竺颖华印刷厂

装订:三河市金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

北京市海淀区翠微东里甲 2 号 邮编:100036

开本:850×1168 1/32 印张:22.25 字数:600 千字

印次:2008 年 2 月第 1 次印刷

定价:60.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店缺货,请与本社发行部联系。联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线:(010)88258888。

## 信息战名著翻译丛书

总 策 划：戴清民

主 编：吴汉平

出版策划：卢 强 吴 源

## 军用航空电子系统

主 译：吴汉平

主 审：邵国培

翻 译：胡以华 施自胜 兰汉平 雷武虎  
吴汉平 王可人 马海波 崔 琛  
张跃忠 郝士琦 丁亚非 陈 红

## 丛书总序

相伴两次世界大战和上百次局部战争的腥风血雨,电子战自登上战争舞台至今,已走过一个世纪的历程。20世纪初,电磁波的发明及无线电通信的使用,战争中出现了无线电通信对抗,飞机的使用和雷达的发明,雷达对抗应运而生,越南战争将电磁频谱运用扩展到光电频段,诞生了光电对抗,反辐射导弹的问世,开辟了电子战硬杀伤的新领域。战场的信息化,使电磁斗争由信息获取、传递及控制向包括信息处理、利用等整个信息流程延伸,电子战便发展成为“能在大得多的范围采取进攻行动并影响整个战争的军事科学”,成为“一个更大概念——信息战的基本组成部分”。从海湾战争、科索沃战争到最近发生的伊拉克战争,以电子战和网络战为主要形式的信息战愈演愈烈,对战争胜负发挥了极其重要的作用。

与异彩纷呈的信息战历史相伴随的,是信息战理论的生生不息,繁荣昌盛。信息战理论是信息战实践活动经验的总结,是人类智慧结晶的重要部分。它源于战争实践,又用来指导战争,反映了人们对信息战的基本认识和驾驭信息战的一般能力,而信息战著作则是信息战军事思想和理论的主要载体。中外为数众多的信息战著作构筑了人类一座新的智慧宝库。

江泽民主席深刻指出:“任何一支军队,如果关起门来搞建设,拒绝学习国外先进的东西,是不可能实现现代化的。我军进行现代化建设,必须面向世界,跟上世界军事变革和发展的潮流,积极借鉴各国军队特别是发达国家军队现代化建设的有益经验,有选择地引进先进的技术装备和管理方法。”打开学习的窗户,引进可借鉴的经验,是我们加快信息战力量建设步伐,实现跨越发展的重要途径。我们

高兴地看到,许多从事军事科研和教学工作的专家、学者,对引进外军先进的信息战理论给予了特别的关注,他们用自己辛勤的劳动推出了一本本外军信息战理论专著,为期盼进入信息战理论殿堂探胜寻宝的人们提供了一条路径。电子工业出版社从2003年2月起陆续出版的《信息战名著翻译丛书》就是这方面的一个突出成果。这套丛书汇集了外军信息战理论的经典著作,内容涵盖了通信对抗、雷达对抗、光电对抗、卫星对抗和网络对抗等专业领域。参与《信息战名著翻译丛书》翻译的同志多是我在担任解放军电子工程学院院长期间朝夕相处的战友,由于工作的关系,我与他们在学术上常有交流与切磋。我相信,这套丛书的陆续出版,对于大家了解外军信息战的作战思想和技术发展,对于我军的院校教学、装备科研及部队训练,都将会有所裨益。

当人类迈着铿锵的步伐走进21世纪,蓦然回首,工业革命已成为历史,迎面吹来的是信息革命的强劲飓风。用信息技术改造军队,靠信息优势赢得战争,成为当今军队发展的趋势。纵观世界近期几场局部战争,无不打上了信息革命的烙印。当我们面对信息领域的对弈而思索时,深切感受到对理论的需求。“善战者,先胜而后求战”。新的军事变革,新的战争形态,新的作战形式,新的军事实践,呼唤着新的军事理论。我们应当积极吸收外军的有益经验,开阔视野,兼收并蓄,为丰富和发展我军信息战理论,壮大我军信息战力量的建设服务。我期待着有更多的同类成果面世。

戴清民

2003年5月1日

## 原系列丛书前言

航空领域十分广袤,涉及多种产品、学科门类及其分支,不仅在工程方面,在许多相关的支撑行业亦如此。所有这一切结合起来,就使得航空工业能够生产出激动人心的、在技术上具有挑战性的产品。航空领域的个体从业者和专业人士掌握着丰富的知识,这些知识对该行业的其他从业者以及那些刚走出校门步入此行的莘莘学子们亦大有裨益。

“航空系列丛书”(The Aerospace Series)的编写旨在应用,所有不同主题的分册都是针对工程专业人士、操作人员、产品用户以及同类专业人士,如与航空业界有关的商业人员和执法人员。这些主题除了涉猎基础设施的操作和在研究以及技术上的开发之外,还涉猎飞机设计开发、生产、操作和销售。本书撰写的目的就是为那些在航空业界工作的人们提供对他们有用的、使他们感兴趣的有关信息。

Ian Moir (伊恩·莫伊尔)

Allan Seabridge (阿伦·西布里奇)

## 作者简介

Ian Moir (伊恩·莫伊尔)在皇家空军服役 20 年之后,来到英国史密斯工业公司(Smiths Industries)就职,在这家公司,他参与了多项尖端项目的研发。从公司退休之后,他又应邀成为该公司的一位德高望重的顾问。Ian 在军用和民用飞机的航电系统方面均有着渊博的知识和丰富的工作经验——从英国皇家空军的“旋风”战机、阿帕奇攻击直升机到波音 777,他所从事的工作使他一直处于新系统研发和集成系统实现的前沿。此外,他在航天工程的人才培养和教育方面也有着特殊的兴趣。

Allan Seabridge (阿伦·西布里奇)是英国航宇系统公司(BAE SYSTEMS)的飞行系统总工程师,该公司位于英国兰开夏郡沃顿地区。在过去的 30 年里,他在航天工业领域的研发工作包括“猎迷”(Nimrod)MRA4 侦察机和联合攻击战斗机(JSF)上的航电系统,以及大量高速喷气式飞机、教练飞机、地面和海上监视飞机项目里的航电系统。由于 Allan 用大量时间穿梭于欧洲和美国两地,因此,他对世界范围的航电系统的发展状况了如指掌。他还是鼓励人们对集成工程系统进行更深入了解的热心人。



## 鸣 谢

本书准备的时间很长,如果没有我的同事们和有关单位的支持和帮助,我们是不可能写成这本书的。他们热情奉献的不仅是他们的时间,还有他们的有关资料。

我们要特别感谢 Malcolm Jukes, Kevin Burke, Keith Atkin,是他们审看了好几个章节;感谢 Leon Skorczewski,是他拨冗审阅了全部书稿,并且写下许多宝贵意见。

为本书提供资料和图片的有下列公司:

BAE SYSTEMS

Brilliant Technology

Cambridge Display Technology

Eurofighter GmbH

Federation of American Scientists for UAV pictures and Nimrod R Mk 1

Honeywell

Honeywell Aerospace Yeovil

InfraRed 1

Kaiser Electronics

Kentron

Korry Electronics

L-3 WESCAM

Lockheed Martin

Lockheed Martin Fire Control

Martin Baker

Microvision Inc  
Northrop Grumman Corporation  
Raytheon  
Rockwell Collins  
Royal Aeronautical Society  
SAAB Avionics  
Smiths Group  
Texas Instruments  
Thales  
Thales Optronics  
VSI

此外,还要特别感谢下列人士的热情帮助,他们为本书提供了许多高质量的插图:Marc Abshire, Randy Anderson, Myrna Buddemeyer, Ron Colman, Francesca De Florio, Joan Ferguson, Alleace Gibbs, Charlotte Haensel-Hohenhausen, Karen Hager, Dexter Henson, Clive Marrison, Katelyn Milesosky, Ian Milne, Marianne Murphy, Shelley Northcott, BethSeen, Kevin Skelton 和 Greg Siegel。

本书的飞机图片是从美国国防部空军的网站 [www. af. mil](http://www.af.mil) 上下载: B-2“幽灵”轰炸机系美空军技术军士 Cecilio Ricardo 拍摄, B-1B“枪骑兵”系美空军高级军士 Michel B. Keller 拍摄, A-10“雷电”系美空军高级军士 Stephen Otero 拍摄, T-38“禽爪”(Talon)教练机系美空军参谋军士 Steve Thurow 拍摄, C-5 由美空军军士长 Clancy Pence 拍摄, C-17 由美空军一等兵 Aldric Bowers 拍摄,“捕食者”无人机由美空军军士长 Deb Smith 拍摄,“全球鹰”无人机由 George Rohlmaller 拍摄, E-JSTARS(联合监视目标攻击雷达系统)飞机由美空军军士长 Shane Guomo 拍摄, F-117A“夜鹰”隐身飞机由美空

军参谋军士 Aaron D Allmon II 拍摄, B-2“幽灵”轰炸机由美空军军士长 Val Gempis 拍摄。

感谢 VP-45 美海军中队提供了 P-3 飞机的 MX-20 炮塔的照片。我们还要感谢 John Wiley<sup>①</sup> 出版公司的编辑们, 是他们承担了此书的出版工作, 并指导我们一路走来, 直到全书工作满意地告成。

---

<sup>①</sup> 系美国著名出版公司, 出版的电子期刊共有 363 种, 其学科范围以科学、技术与医学为主。该出版社期刊的学术质量很高, 是相关学科的核心资料, 其中被 SCI 收录的核心期刊近 200 种。

## 译者序

农家人往往最喜欢秋季,因为秋季金风送爽,可以拂去额头的汗水,吹干湿透的衣裳;可以在夕阳斜照下,坐在农家小院中小憩,松弛一下紧绷的肌肉;秋季更是收获的季节,是兑现期盼的季节,是采摘成果和分享喜悦的季节。《军用航空电子系统》就像农家人屋后的一块田地,经过译者大半年的辛勤耕耘,五易其稿,终于开花结果,在第23个教师节来临之际译完了它的数百万字符中的最后一个字符,算是献给教师节、献给关爱本译丛的广大读者的小小礼物。

原著“Military Avionics Systems”的作者系航电系统领域的两位英籍顶级专家 Ian Moir 和 Allan Seabridge,他们多年工作于英美两地的航宇工业公司,参与并领导过多项当代尖端航电项目的研发,经验丰富,颇负盛名。在此之前,他们还出版过一本姊妹篇《民用航空电子系统》“Civil Avionics Systems”。两本书信息量大,覆盖面宽,内容新颖,结构清晰,语言明快,文风隽永,集中反映了他们对军用和民用航空电子系统深刻的了解和权威的观点。毋庸置疑,站在当代航电系统巅峰的还是以美国为首的西方国家,作为在这座巅峰扛旗的权威人物,其作品的内容自然不同凡响。展卷细读,扑面而来的是滚滚的信息流,不仅专业人士爱不释手,即便是航电系统的门外汉,也会久久难忘,受益匪浅。

虽然我们读了太多的有关译事难的文章,发表的翻译作品不下数百万字,但在翻译本书时,对翻译之难,仍然感慨良多,时不时地被书中的“新东西”折腾得心意困惫,思绪阻塞。首先是科技词汇问题,现代科技发展极快,涉及的门类极广,每发明一件产品,每诞生一项技术,每建立一门学科,都会涌现出大量新概念,冒出一大堆生词,譬

如本书就包含了通信、雷达、光电、计算机网络、数据链、卫星、导航、飞行器、武器系统、航空动力学等多个学科；包含空优飞机、歼击机、预警机、运输机、加油机、无人机、教练机、武装直升机、海上巡逻机、战略轰炸机、战场监视飞机等各种飞行平台；包含卫星导航系统、飞行控制系统、自动驾驶仪、自动测向装置、测距装置、塔康系统、伏尔系统、敌友识别系统、空中交通避撞系统、近地告警系统、仪表导航着陆系统、微波导航着陆系统等多个航电系统。这些新技术和新术语，对译者来说，哪一样也疏忽不得，非弄明白不可。此外，英语词汇的生成性极强，老词可能会有新的组合，熟词可能赋予了新的含义，还有新的缩略语，新的合成词等，层出不穷。这些新面孔有的你翻遍任何一本大词典也难觅其踪。虽然市场上的英汉词典汗牛充栋，但是在外语界有一句老话：一本词典从它出版的那一天起就过时了，因为能被词典收入的词条，往往是那些比较成熟的，约定俗成的词，而社会变革、科技发展的速度要远远快于词典编写的速度，很多生词自然找不到。于是，我们往往借助 Internet 这本超级大词典，从相关的文章中领悟、求索，有时为了弄懂一个词，要用一晚上的时间看很多篇文章；有时候还要借助社会这本词典，向专门从事某领域工作的专家请教。我们遵循的翻译原则是，尽可能尊重约定俗成，尽可能尊重习惯说法，但是对那些明显不确切的词语，有时还壮着胆子作了一些改进。比如 IFF 系统，国人多译为“敌我识别系统”，可能因为我军过去的作战多是敌我双方的作战，不是我军就是敌军，而美军往往是多国部队协同作战，在他们的脑子里，“友军”和“协同”的概念很深，在每一架美军的飞机上都有这么个系统，才可以减少误判或误伤。况且英语原文也是 Identify friend and foe，即“识别朋友和敌人”的意思，因此，觉得还是译成“敌友识别系统”更为妥帖，既符合原意，又符合逻辑，读起来也顺口。本书的缩略语极多，复现率也很高，我们通常在一些比较生僻或重要的专业术语后加上原文或原文的缩略语；在有些特别重要的地方，还加了少量的译注，目的都是方便读者的理

解和学习。希望我们的译文和风格能得到您的认可。

本书还有很多特点,这些特点也是美国图书的共同优点,归纳起来有五多,即图多,表多,注释多,索引多、参考文献多。有些概念或数据,用文字很难说清楚,但是用图或表来表达就容易一目了然。这些元素极大地方便了读者,能激发其兴致,拓宽其视野,引领他们深入读下去。但是对于作者来说,图文并茂比单纯的文字要费力、费神和费钱得多,这可能是很多国内专著和教材最不足的地方。在阅读英美学者著作时,我常常被他们严谨的学风和一丝不苟的治学态度所深深折服。

本书是笔者主译的“信息战名著翻译丛书”的第9本,均由电子工业出版社出版。在其付梓之际,我要特别感谢系列译丛的出版策划卢强先生和吴源先生,虽然他们都不是军人,但却有着对军事著作的浓厚热情和对信息战主题的敏锐眼光。几年来,是他们一直孜孜不倦地鼓舞着我们,支持着我们跋山涉水,闯过重重关隘,沿着漫漫长途,一路走下来。最后,我还要感谢本书的责任编辑张羽女士,是她的事业心和责任心,伴随着女人特有的耐心、细心和热心,为本书的每个符号、每个插图把住了最后一关。即便如此,囿于译者水平有限,疏漏缺憾之处在所难免,诚挚地欢迎您的批评和指正。

吴汉平

二〇〇七年九月

## 绪 论

### 航空电子技术的演变

Avionics (航空电子)是在 20 世纪 30 年代末期创造的一个新词,用来概指航空电子技术(Aviation Electronics)日益增多的各种功能。二次世界大战以及随后的多年冷战极大地促进了科学研究和技术的发展,从而导致了军用飞行器在航空电子设备方面的快速增长。今天,一套航空电子系统的费用要占一架机载军用平台 50% 的出厂费用,成为有人和无人驾驶飞机、导弹以及相关武器的关键组件。在一架飞机上,正是它的军用航电设备才使飞机得以完成防御、进攻和侦察使命。

只要对军用航电技术发展史进行一下简单回顾就可看出,从 1910 年进行的首次机载无线电试验到几年之后进行的首次自动驾驶试验,航空电子技术已经取得了长足进步。30 年代,人类首次研发了确保操作稳定性的电子辅助设备,如盲飞仪、无线电测向仪、非定向信标、陆基监视雷达,以及单轴自动驾驶仪(single-axis autopilot)。40 年代,发明了超短波通信、敌友识别系统(IFF)、陀螺仪、高度航向参照系统、机载截获雷达、早期电子战系统、军用远程精确无线电导航仪以及双轴自动驾驶仪。上述大部分发展是由导致二次世界大战以及二战中的一些事件所引发的。

20 世纪 50 年代,人类发明了战术空中导航系统(TACAN,塔康),具有跟踪能力的机载截获雷达、多普勒雷达、中脉冲重复频率(PRF)、机载截获雷达、数字任务计算机、惯性导航系统。60 年代,

发明了综合电子战系统、全自动武器发射系统、地形匹配雷达、自动地形跟踪技术、头盔显示器激光目标指示技术,以及早期数字任务计算机。

多年来,由于航空电子技术与特殊的军事作战用途和任务息息相关,因此,它们往往促进了使命特殊的平台和航空电子设备的发展。只要看一看今天的机载军用平台的范围,就能辨别航空电子技术的不同范畴,是系统或是子系统;还能辨别设备层次,是具有与所有平台相同的功能,或是确有完成特别使命的特殊功能?

在美国国内市场上,航空电子技术的进步,促进了商业和军用系统的双双发展,现代军用飞机上使用的航空电子系统很可能就是从国内计算机应用界,尤其从 IT 行业以及商用飞机行业获益的产品。这种做法也为自己带来挑战,即民品能否称职地使用在恶劣的军事环境中;此外,一旦民用技术快速转型,将导致军用系统面临很快过时的风险。

### 航电系统作为一个总系统

一个航空电子系统就是一系列子系统的综合,这些子系统显示了如图 I.1 所示的任何典型的特点。总系统可以被认为包括若干主要子系统(major subsystems),主要子系统相互作用,从而生成总的系统功能。主要子系统本身也可进一步分解成许多次要子系统或设备,它们需要相互作用,从而支撑总系统。每一个次要子系统得到其组成部分和模块的支撑,这些组成部分和零件如果功能操作正确,对总系统就是个支撑。可以把这个总的效能比做一个金字塔,总系统依托所有更低一点的层次(ties)。

航电系统可用下图表示:

1. 一支重要的军事特遣部队可以包含大量相互不同且相互协同的平台,每个平台都对成功完成特遣任务做出各自的贡



献。在这种情景下,一架单独执行攻击任务的飞机或者监视飞机上的航空电子系统就代表这支特遣部队中许多组成部分中的一个。

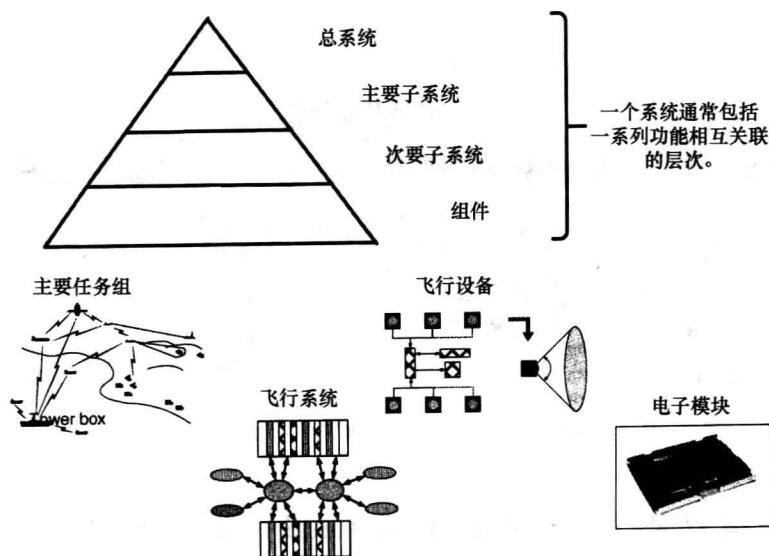


图 I.1 航电系统是一个由其他系统组成的系统

2. 在单个平台或单架飞行器的层次上,一系列子系统和部件或者模型,对这个平台成功履行其主要职责起着支撑作用,不管它是侦查平台、攻击平台、支援平台或是监视平台。
3. 支撑这个平台总系统的单个设备包括一系列元件或模型、控制面板和显示器,它们须各自正确发挥作用以支持子系统和总系统的操作。
4. 构成飞行器中航电系统上的独立部件的电子模型本身就可被看做是系统,因为它们具备所要求的性能和软硬件元件。

总之,本书的大部分讨论集中在飞行器层次的航空电子系统上,集中在主要子系统、次要子系统或支撑该系统的设备上。在对网络