

总策划：戴清民
主 编：吴汉平

信息战名著翻译丛书

机载雷达导论

Introduction to Airborne Radar Second Edition

(第二版)

[美] George W. Stimson 著

吴汉平 等译

邵国培 王汝群 等审

 SCITECH
PUBLISHING, INC.



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

书名题字:戴清民

Introduction to Airborne Radar Second Edition

机载雷达导论(第二版)

[美] George W. Stimson 著

吴汉平 等译

邵国培 王汝群 等审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



Introduction to Airborne Radar Second Edition

ORIGINAL ENGLISH LANGUAGE EDITION PUBLISHED BY SciTech Publishing, Inc., Raleigh, NC, USA

COPYRIGHT © 1998

ALL RIGHTS RESERVED

本书英文版由美国 SciTech Publishing, Inc. 公司出版, SciTech Publishing, Inc. 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:01-2004-2263

图书在版编目(CIP)数据

机载雷达导论(第二版)/(美)斯廷森(Stimson, G. W.)著;吴汉平等译. —北京:电子工业出版社, 2005. 3
(信息战名著翻译丛书)
书名原文: Introduction to Airborne Radar Second Edition
ISBN 7-121-00855-6

I. 机… II. ①斯…②吴… III. 机载雷达 IV. TN959. 73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 001638 号

责任编辑: 吴源 春丽

印刷: 北京天竺颖华印刷厂

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

经销: 各地新华书店

开本: 850×1168 1/32 印张: 36 字数: 960 千字

印次: 2005 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 72.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

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

机载雷达导论(第二版)

主 审：邵国培

副主审：王汝群 石昭祥 朱耀明

主 译：吴汉平

翻 译：胡以华 姜秋喜 王可人 薛 磊

丁亚非 崔 琛 刘春生 陈家松

兰汉平 雷武虎 李小波 孙志勇

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。

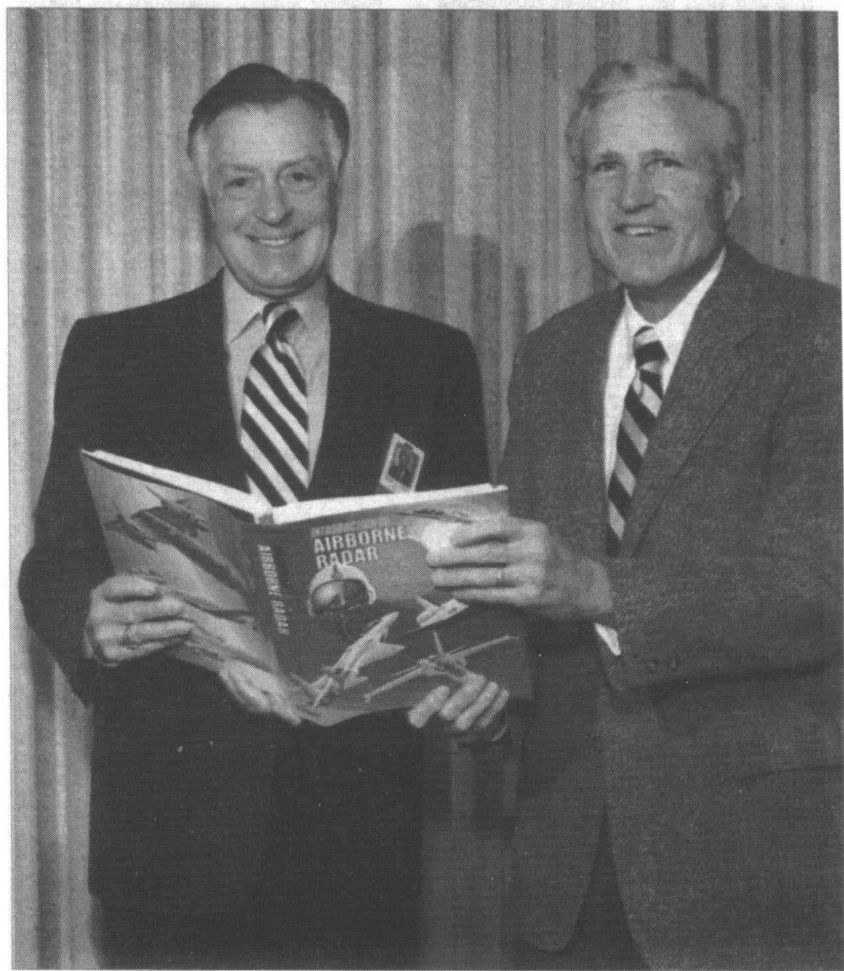
江泽民主席深刻指出：“任何一支军队，如果关起门来搞建设，拒绝学习国外先进的东西，是不可能实现现代化的。我军进行现代化建设，必须面向世界，跟上世界军事变革和发展的潮流，积极借鉴各国军队特别是发达国家军队现代化建设的有益经验，有选择地引进先进的技术装备和管理方法。”打开学习的窗户，迎进可

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。

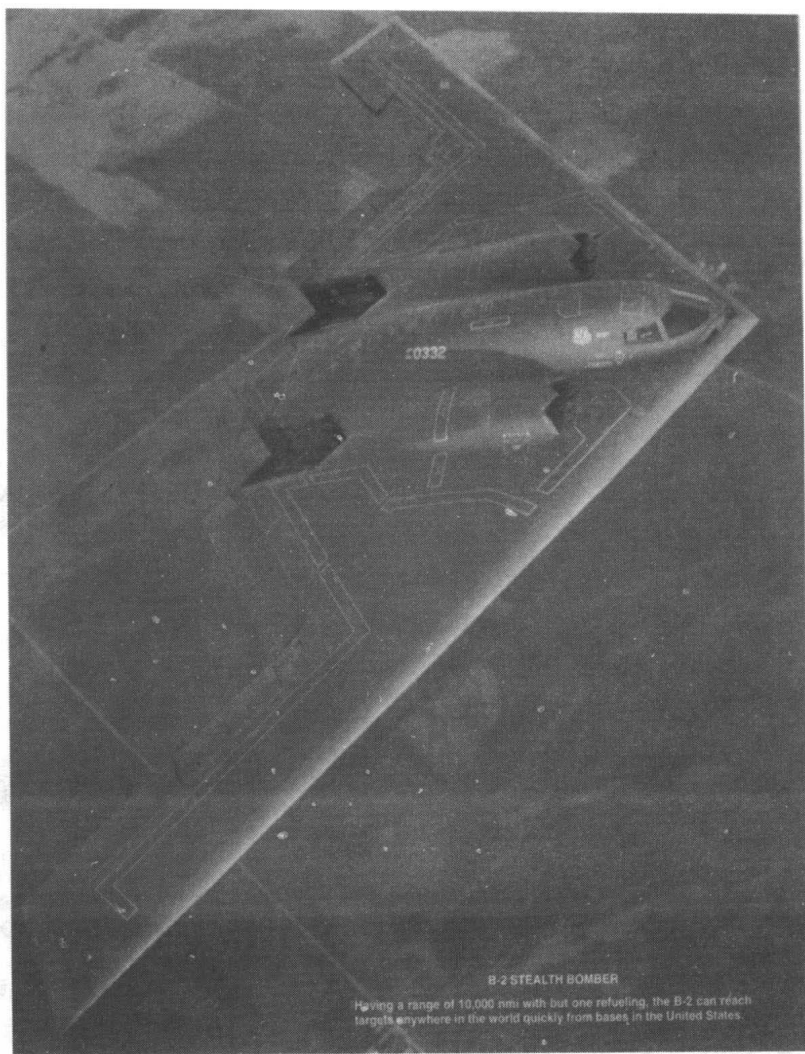
当人类迈着铿锵的步伐走进21世纪，蓦然回首，工业革命已成为历史，迎面吹来的是信息革命的强劲飓风。用信息技术改造军队，靠信息优势赢得战争，成为当今军队发展的趋势。纵观世界近期几场局部战争，无不打上了信息革命的烙印。当我们面对信息领域的对弈而思索时，深切感受到对理论的需求。“善战者，先胜而后求战”。新的军事变革，新的战争形态，新的作战形式，新的军事实践，呼唤着新的军事理论。我们应当积极吸收外军的有益经验，开阔视野，兼收并蓄，为丰富和发展我军信息战理论，壮大我军信息战力量的建设服务。我期待着有更多的同类成果面世。

戴清民

2003年5月1日



本书献给 Meade A. Livesay(左), 熟练的工程师、技术经理, 并担任休斯公司雷达系统集团的总裁, 他预见并促成了这本书的编写。照片中, 他正和作者查看本书第一版的样书



B-2 隐身轰炸机

从美国的基地出发,B-2 可很快飞达世界上的任何地点,一次加油航程即达 10 000 海里(nmi)

作者简介

乔治·斯廷森(George Stimson)少年时就是业余无线电爱好者,对无线电波十分着迷,设计并制造过无线电发射机和接收机。

他首次接触雷达是在二战的初期,在斯坦福大学超高频实验室外场实验中,收到海军小型飞艇的反射回波。获得电气工程专业的学士学位后,他曾在加利福尼亚理工学院研修,并曾在 Bowdoin 海军雷达学校和麻省理工学院学习深造,继而在一艘攻击运输舰上担任电子技术军官。

战后,他在南加利福尼亚州爱迪生(Edison)公司的变频项目中担任工程师,并且在该项目完成后参加了诺斯罗普(Northrop)公司的蛇鲨导弹工程(Snark Missile Project)。他涉足技术出版物和电影业则纯属偶然。

1951年,乔治·斯廷森受雇于休斯飞机公司,编写一本广泛发行的技术期刊,名曰《雷达截击机》(Radar Interceptor)。由于工作上和公司顶层设计师的紧密接触,在此后的岁月里,他亲眼目睹了机载雷达令人眼花缭乱的发展历程,从用于最初的全天候截击机的简单系统到今天先进的脉冲多普勒系统。他目击了最初的雷达制导空对空导弹的研制,数字计算机首次应用于小型机载雷达,激光雷达的诞生,合成孔径雷达(SAR)以及可编程数字信号处理器,并预见到机载雷达技术将会向太空领域延伸。

1990年退休后,他依然活跃在该领域,在位于莫哈韦沙漠(Mo-

java)的国家飞行员测试学校教授一门关于现代雷达的短期课程,编写了休斯天线方向图及 RCS 测量装置技术手册,制作了全面描述新型 HYSAR 雷达的交互式多媒体演示软件,并为 1998 年版的《美国大百科全书》撰写了有关雷达的文章。

原著前言

希望你在阅读本书时，兴趣盎然，精神愉悦，正像我在撰写本书时的感受一样。

本书的主要特色

毫无疑问，你会觉得本书在很多方面与众不同。

首先，它向你介绍的机载雷达技术，从零开始，涉猎广泛，就像娓娓道来的一部长篇巨制，它包括的不是互不相干的独立故事，而是有关雷达的概念和原理。每章叙述一个概念，章章相连，环环相扣，自然流畅，相映成趣。其次，本书的设计还考虑了那些具有不同背景的希望了解雷达知识的读者的需求。虽然本书在技术上具有相当深度，在数学上相当缜密，可以满足一般教师、工程师以及教授们的需求，但是，任何具有基本代数学知识，并且对三角学和物理学略知一二的读者，都可以毫不费力地一口一口地啃下这块骨头，直到掌握足够知识，可以与雷达专家们一论短长。第三，紧接着介绍每个技术概念的文字底下有一个简单的相关插图，伴随着一段图解说明，使插图更加突出。第四，在某些地方文字描述比较详细，以满足部分读者的需求。为了使通篇文章看起来简洁些，我们特将这些额外的文字用楷体表示，从而读者在第一次阅读时可以跳过去，等到闲暇时再回过头来，对这部分内容再细嚼慢咽一番。说明、警示以及审稿者的评论以“脚注”的形式呈交给读者，但没有因此而削弱文章的简洁性。

上述特色也许正是本书与众不同处。读者可以通过只是阅读文章的文字部分，或者仅仅阅读插图和图解说明，或者在文字和插图之间闪转跳读，便可以跟上本书每章的发展思路。

本书还有一个特色：考虑到对机载雷达感兴趣的读者都喜爱飞机，因此，贯穿全书刊登了大量飞机的照片，以及对各式载有雷达的

飞机的图解说明,它们展示的是载机战斗机(radar-bearing aircraft)的全部历史,从1940年英国布里斯托尔公司造的“英俊战士”(Beaufighter),到今天的B-2轰炸机和F-22战斗机,应有尽有。

本书的新颖之处

熟悉本书第一版的读者或许要问:这第二版的新颖之处又在哪儿呢?

随着“隐身技术”的到来,令人震惊的更加尖端的雷达对抗技术的出现,数字处理技术的爆炸性增长,许多长期以来被看做“不切实际”(blue sky)的雷达技术现已成为可能。在这些技术的启发下,我们在新版中增加了12章新内容。简单地说,包括:

- 电子扫描阵列天线(ESAs)——除了提供高捷变的波束之外,它们也是“隐身”技术的必要因素;
- 减小天线 RCS 的技术——这也是隐身技术的关键;
- 低截获概率技术(LPI)——可以极大减小电子对抗的易损性。这种技术的惊人之处在于:一部雷达既能探测到敌方目标,又不会使其信号被敌方探测到;
- 电子对抗、反电子对抗以及电子对抗的智能化技术;
- 多频率工作和小信号目标探测技术(在“隐身”时代这也是十分关键的),包括时空自适应处理、实时延迟波束控制和3D合成孔径雷达技术;
- 利用ESA多样性的新模式以及模式控制的新方法;
- 高级机载数字处理结构体系——这是实现上述大部分能力的关键技术;
- 对低速移动的地面目标的探测和跟踪技术。

为了阐明雷达基本原理的应用情况,本书在结尾处简单介绍了大约十几种当今正在服役的机载雷达,包括远程监视雷达和环境监控雷达,等等。

其次,我们还获授权在此声明,本书的前三章做了较大的修订,目的是为了对本书正文中介绍的几乎所有的基本原理和先进特点提供一个综述。对那些想尽快了解现代雷达的学生来说,上述章节十分有益,因为这几章的介绍简明扼要,“独立”成篇。

鸣谢

毋庸赘述,我对休斯飞机公司(现是“雷神飞机公司”的子公司)的以下工程人员怀着深深的感激之情,不管他们现在或是曾经在那里工作过。他们有的审看过本书的不同章节,有的提出过十分有价值的建议,有的提供过技术资料及其远见卓识。

对本书第一版做出过贡献的有:Eddie Phillips, Ben DeWaldt, Nate Greenblatt, Dave Goltzman, Kurt Harrison, Scott Fairchild, Verde Pieroni, Morris Swiger, Jeff Hoffner, John Wittmond, Fred Williams, Pete Demopolis, Denny Riggs,以及 Hugh Washburn。

对本书第二版新增章节做出过贡献的有: Doug Benedict, John Griffith, Don Parker, Steve Panaretos, Howard Nussbaum, Robert Rosen, Bill Posey, John Wittmond, Dave Sjolund, Lee Tower, Larry Petracelli, Robert Frankot,以及 Irwin Newberg。

我尤其要感谢 Merrill Skolnik 和 Russel Lefevre 的鼓励以及十分有用的建议(本书第二版的初稿在交 IEEE 发表前经过他们的审阅)。

还要感谢伦敦大学学院的 Hugh Griffiths 和他的同事, David Belcher 博士和 DERA Malvern 的 Chris Oliver 教授,是他们为我提供了质量很高的 SAR 地图;感谢时任马萨诸塞—洛厄尔大学教授的 Gerald Kaiser 先生,是他预见到本书要出第二版,主动从头至尾通读了本书的第一版,从中发现了忽略的打字错误以及其他疏漏。

此外,我要万分感谢休斯公司的十分有用的 Al Peña,是他们保管了第一版的底片,使我们得以在新版中能够使用。

最后,我要特别感谢 Shyam Reyes,他的页面结构和艺术化设计是对本书无价的帮助;还要感谢 SciTech 公司的 Dudley Kay 和 Denise May,没有他们的帮助,本书的出版便没有可能。

G. W. S. ,于加州圣马力诺



F-22 隐身战斗机(Stealth Fighter)

F-22 为空中优势战斗机。该机为单座双发、矢量推进、隐身性好,可在没有加力燃烧室的情况下也能进行远程超音速飞行。此外,不管用何种速度飞行,低到如幼鸽,高到很高的超音速,驾驶员都可精确地进行控制

目 录

第一篇 机载雷达综述

第 1 章 基本概念	3
无线电探测.....	4
测定目标位置.....	9
利用多普勒效应	19
地形测绘	21
小结	26
第 2 章 实现方法	31
通用的“脉冲化”雷达	31
普通的脉冲多普勒雷达	53
通用雷达的隐身	65
小结	72
第 3 章 典型应用	77
危险天气探测	78
导航设备	80
地形测绘	86
侦察与监视	87
战斗机/拦截机任务支援.....	93
空对地武器发射	98
近距离空对海搜索.....	101
低空爆炸引信管.....	102
小结.....	102

第二篇 基础知识

第4章 无线电波与交变电流信号	107
无线电波的本质.....	107
无线电波的特性.....	113
小结.....	126
第5章 用非数学方法理解雷达的关键	129
如何用向量来表示一个信号.....	129
不同相位信号的合成.....	133
不同频率信号的合并.....	136
将信号分解为 I (同相)分量与 Q (正交)分量	144
小结.....	151
第6章 无处不在的分贝	153
分贝是什么.....	153
将功率比变换为分贝.....	158
将分贝转为功率比.....	160
小于1的功率比的表示.....	163
分贝的应用.....	164
用电压表示功率增益.....	167
分贝作为绝对单位.....	167
小结.....	169

第三篇 雷达的基本原理

第7章 无线电频率的选择	175
雷达所用的各种频率.....	175
频段.....	178
频率对雷达性能的影响.....	180
最佳频率的选择.....	186
小结.....	190