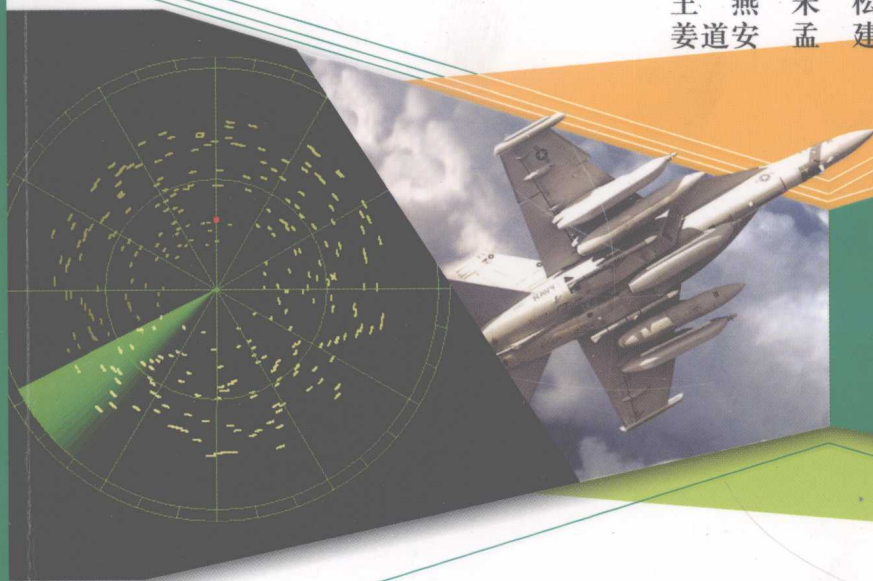


EW101: A First Course in Electronic Warfare

EW101 电子战基础

[美] David Adamy 著

王 燕 朱 松 译
姜道安 孟 建 审





责任编辑：竺南直

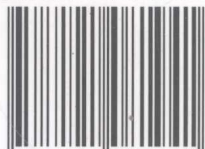
责任美编：李 雯



本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。



ISBN 978-7-121-08194-1



9 787121 081941 >

定价：25.00 元

EW101:电子战基础

EW101: A First Course in Electronic Warfare

[美] David Adamy 著

王 燕 朱 松 译

姜道安 孟 建 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

1-58053-169-5 EW101 a first course in electronic warfare@2001 ARTECH HOUSE, INC.

685 Canton Street, Norwood, MA 02062

All rights reserved. Printed and bound in the United States of America. No part of this book may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

All terms mentioned in this book that are known to be trademarks or service marks have been appropriately capitalized. Artech House cannot attest to the accuracy of this information. Use of a term in this book should not be regarded as affecting the validity of any trademark or service mark.

本书中文翻译版专有版权由 Artech House Inc. 授予电子工业出版社，未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权贸易合同登记号 图字：01-2007-4581

图书在版编目（CIP）数据

EW101：电子战基础 / （美）阿达米（Adamy, D.）著；王燕，朱松译.

北京：电子工业出版社，2009.2

书名原文：EW101：A First Course in Electronic Warfare

ISBN 978-7-121-08194-1

I .E… II. ①阿… ②王… ③朱… III. 电子战 IV. E919

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 011292 号

责任编辑：竺南直 文字编辑：侯丽平

印刷：北京天宇星印刷厂

装订：涿州市桃园装订有限公司

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

开本：850×1 168 1/32 印张：9.75 字数：280 千字

印次：2009 年 2 月第 1 次印刷

印数：4 000 册 定价：25.00 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。若书店售缺，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 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

译者序

电子战是指使用电磁能和定向能控制电磁频谱或攻击敌军的任何军事行动，它包含电子战支援、电子攻击和电子防护三大部分。电子战的作战对象包括雷达、通信、光电、引信、导航、敌我识别、计算机、指挥与控制以及武器制导等所有利用电磁频谱的电子设备，其作战目的是从整体上瘫痪敌信息系统和武器控制与制导系统，进而降低或削弱敌方战斗力并确保己方电子装备正常工作，增强己方战斗力。

在现代高技术战争中，电子战已经发展成为一种独立的作战方式，是不对称战争环境中具有信息威慑能力的主战武器和作战力量之一。局部战争的实践表明，电子战是现代战争的序幕与先导，并贯穿于战争的全过程，进而决定战争的进程和结局。随着军事信息技术广泛应用于现代战争的各个领域，电子战作为现代信息化战争的主要作战样式之一，其范围将更广、规模更大、强度更高、进程更加激烈。电子战必将成为未来信息战场的核心和支柱，成为掌握信息控制权、赢得战场主动权和获取战争制胜权的关键。

随着科学技术的进步和世界各国对电子战的投入不断增大，电子战技术正以史无前例的速度向前发展，新技术和新装备不断涌现，性能水平持续提高，从而促使电子战的作战领域和作战方式不断变化，电子战装备的能力也在发生着革命性的变化。

David.Adamy 是一位国际知名的电子战专家，曾在 2001 年担任过美国“老乌鸦协会”主席，现为该协会董事会成员。他在电子战及其相关领域出版了十多本专著，并在世界范围内讲授电子战相关课程、向军方和电子战公司提供咨询服务。《电子战基础》

(EW101) 和《电子战进阶》(EW102) 是他多年来为“老乌鸦协会”会刊《电子防御杂志》撰写的电子战讲座专栏经重新修订、补充编写而成的电子战技术专著。

《电子战基础》(EW101) 共包含十一章内容, 第 1 章: 概述; 第 2 章: 基本的数学公式, 包括 dB、链路方程和球面三角形; 第 3 章: 天线, 包括类型、定义和参数折衷; 第 4 章: 接收机, 包括类型、定义、应用和灵敏度计算; 第 5 章: 电子战处理, 包括信号识别、控制机理和操作员界面; 第 6 章: 搜索, 包括搜索技术、限制和折衷; 第 7 章: 低截获概率信号, 主要针对低截获概率通信信号; 第 8 章: 辐射源定位, 即电子战系统采用的辐射源通用定位技术; 第 9 章: 干扰, 包括概念、定义、限制和方程; 第 10 章: 雷达诱饵, 包括有源、无源以及正确的计算; 第 11 章: 仿真, 即用于概念评估、训练和系统测试的仿真技术。

本书从最基础的数学公式开始, 全面讲述了电子战所涉及的各种基础技术。全书由浅入深, 图文并茂, 是电子战专业的技术人员和高校师生的实用参考资料。

本书由信息综合控制国家重点实验室王燕、朱松翻译, 姜道安、孟建审校, 全书的翻译出版得到了中国电子科技集团公司第二十九研究所毛嘉艺所长的大力支持, 在此表示衷心感谢。

由于译者水平有限, 译著中肯定会存在不少错误, 敬请广大读者批评指正!

译 者

原 著 前 言

多年来,EW101 始终是美国老乌鸦协会会刊《电子防御杂志》(Journal of Electronic Defense, JED) 一个广受欢迎的专栏。在每月一期的《电子防御杂志》中,EW101 栏目讨论了电子战(EW) 的各个方面。没有人真正了解这个专栏深受欢迎的原因,但毋庸置疑的是它对很多人都是有幫助的。本书汇集了EW101 系列专栏中前 60 期的文章,将其编辑成章,同时增加了一些资料以保证内容的连贯性。

本书主要针对的读者是:刚进入电子战领域的从业人员、专家,以及与电子战有关的技术领域的专家。还有一个读者群就是工程师出身的管理者。总的来说,本书的目的是使读者能对电子战有一个全面的了解,掌握电子战的基本知识并能够进行一般的电子战相关运算。

虽然此书即将出版,但 EW101 栏目还将继续在 JED 杂志上连载。电子战是一个广泛的领域,有关内容可以讨论很多年。我期待着将来能看到本书的一系列版本。

真诚地希望本书能对您的工作有所帮助,节省您的时间,解决您的问题,有时还能帮助您摆脱困境。

David Adamy

作者简介

David Adamy 是一位国际知名的电子战专家，为美国“老乌鸦协会”《电子防御杂志》撰写了多年的 EW101 专栏。他已在军队和电子战工业领域工作了 40 多年，作为系统工程师、项目技术负责人及项目经理，直接参与了从直流到可见光各个领域、多个项目的工作。这些项目所完成的系统应用于从潜艇到太空的各种平台上，满足了多项需求。

Adamy 拥有亚利桑那州立大学的电子工程学士学位和圣克拉拉大学的电子工程硕士学位，在电子战、侦察及其相关领域出版了 10 本专著并在世界范围内讲授电子战相关课程，向军方和电子战公司提供咨询服务。他是“老乌鸦协会”董事会成员，并在 2001 年当选过该协会主席。

目 录

第 1 章 概论	1
第 2 章 基本数学概念	5
2.1 dB 值与方程	5
2.1.1 线性数字与 dB 数字的转换	6
2.1.2 dB 形式的绝对值	6
2.1.3 dB 方程	7
2.2 电子战功能中的链路方程	8
2.2.1 单向链路	8
2.2.2 传播损耗	10
2.2.3 接收机灵敏度	12
2.2.4 有效距离	12
2.3 电子战应用中的链路问题	13
2.3.1 电磁波中的功率	13
2.3.2 用 $\mu\text{V/m}$ 表示的灵敏度	14
2.3.3 雷达中的链路	15
2.3.4 干扰信号	16
2.3.5 近地低频信号	17
2.4 球面三角形的关系	18
2.4.1 球面三角形在电子战中的作用	18
2.4.2 球面三角形	18
2.4.3 球面三角形中的三角关系	20
2.4.4 球面直角三角形	20
2.5 球面三角形的电子战应用	22
2.5.1 方位测向系统中的仰角误差	22
2.5.2 多普勒频移	23
2.5.3 3-D 交战中的观测角	25

第 3 章 天线	27
3.1 天线参数与定义	27
3.1.1 定义	27
3.1.2 天线波束	28
3.1.3 天线增益	30
3.1.4 极化	30
3.2 天线类型	31
3.2.1 天线的选择	31
3.2.2 各种天线的特性	32
3.3 抛物面天线的参数折中	34
3.3.1 增益与波束宽度	34
3.3.2 天线有效面积	35
3.3.3 天线增益与直径和频率的关系	36
3.3.4 非对称天线的增益	37
3.4 相控阵天线	37
3.4.1 相控阵天线工作	38
3.4.2 天线阵元间隔	39
3.4.3 相控阵天线的波束宽度	40
3.4.4 相控阵天线的增益	40
3.4.5 波束控制限制	41
第 4 章 接收机	42
4.1 晶体视频接收机	44
4.2 IFM 接收机	45
4.3 调谐式射频接收机	46
4.4 超外差接收机	47
4.5 固定调谐式接收机	48
4.6 信道化接收机	48
4.7 布拉格小盒接收机	49

4.8	压缩接收机	50
4.9	数字接收机	51
4.10	接收机系统	52
4.10.1	晶体视频和 IFM 接收机组合	53
4.10.2	用于难处理信号的接收机	54
4.10.3	几个操作员分时利用特殊接收机	55
4.11	接收机灵敏度	56
4.11.1	灵敏度定义	56
4.11.2	灵敏度的组成	57
4.12	调频灵敏度	61
4.12.1	调频改善因子	62
4.13	数字灵敏度	62
4.13.1	输出信噪比	63
4.13.2	误码率	64
第 5 章	电子战处理	66
5.1	处理任务	66
5.1.1	射频威胁识别	67
5.1.2	威胁识别中的逻辑流程	68
5.2	确定参数值	71
5.2.1	脉冲宽度	71
5.2.2	频率	72
5.2.3	到达方向	72
5.2.4	脉冲重复间隔	73
5.2.5	天线扫描	73
5.2.6	在有 CW 的情况下接收脉冲	75
5.3	去交错	75
5.3.1	脉冲重叠	76
5.3.2	去交错工具	77

5.3.3	数字接收机	79
5.4	操作员界面	79
5.4.1	概述	80
5.4.2	机载综合 EW 设备的操作员界面	82
5.5	现代飞机操作员界面	85
5.5.1	图像格式显示器	86
5.5.2	平视显示器	86
5.5.3	垂直态势显示器	87
5.5.4	水平态势显示器	88
5.5.5	多用途显示器	89
5.5.6	面临的问题	90
5.6	战术 ESM 系统中的操作员界面	90
5.6.1	操作员的任务	90
5.6.2	实际的三角测量法	91
5.6.3	计算机生成的显示画面	92
5.6.4	基于地图的现代显示器	94
第 6 章	搜索	96
6.1	定义和参数限制	96
6.1.1	搜索参量	97
6.1.2	参数搜索策略	100
6.2	窄带频率搜索策略	100
6.2.1	问题定义	101
6.2.2	灵敏度	102
6.2.3	通信信号搜索	103
6.2.4	雷达信号搜索	103
6.2.5	窄带搜索通则	105
6.3	信号环境	105
6.3.1	感兴趣的信号	106

6.3.2	高度与灵敏度	106
6.3.3	从信号中恢复的信息	108
6.3.4	用于搜索的接收机类型	109
6.3.5	宽带接收机搜索策略	110
6.3.6	数字接收机	113
6.4	间断观察法	113
第 7 章	LPI 信号	116
7.1	低截获概率信号	116
7.1.1	LPI 搜索策略	117
7.2	跳频信号	118
7.2.1	频率与时间的关系	118
7.2.2	跳频发射机	119
7.2.3	低截获概率	120
7.2.4	如何检测跳频信号	120
7.2.5	如何截获跳频信号	121
7.2.6	如何确定跳频发射机的位置	121
7.2.7	如何干扰跳频信号	121
7.3	线性调频信号	122
7.3.1	频率与时间的关系	123
7.3.2	线性调频发射机	123
7.3.3	低截获概率	124
7.3.4	如何检测线性调频信号	125
7.3.5	如何截获线性调频信号	125
7.3.6	如何定位线性调频发射机	126
7.3.7	如何干扰线性调频信号	126
7.4	直接序列扩谱信号	127
7.4.1	频率与时间的关系	127
7.4.2	低截获概率	128

7.4.3	直接序列扩谱发射机	128
7.4.4	DS 接收机	129
7.4.5	去扩谱的非扩谱信号	130
7.4.6	如何检测 DS 信号	130
7.4.7	如何截获 DS 信号	131
7.4.8	如何定位 DS 发射机	131
7.4.9	如何干扰 DS 信号	131
7.5	一些实际考虑	132
7.5.1	扩谱信号的频率占用	132
7.5.2	部分频带干扰	133
第 8 章	辐射源定位	136
8.1	辐射源定位规则	136
8.2	辐射源定位的几何位置	137
8.3	辐射源定位精度	140
8.3.1	截获位置	141
8.3.2	定位精度预估	143
8.3.3	辐射源定位技术	145
8.3.4	校准	145
8.4	基于幅度的辐射源定位	146
8.4.1	单定向天线法	146
8.4.2	沃特森·瓦特法	147
8.4.3	多定向天线法	149
8.5	干涉仪测向	151
8.5.1	基本结构	152
8.5.2	干涉三角法	153
8.5.3	系统结构	154
8.6	干涉仪测向的实现	156
8.6.1	镜像模糊	156

8.6.2	长基线模糊度	159
8.6.3	校准	160
8.7	多普勒测向原理	161
8.7.1	多普勒原理	161
8.7.2	基于多普勒的测向	162
8.7.3	实际多普勒测向系统	163
8.7.4	差分多普勒	164
8.7.5	采用两部运动接收机进行辐射源定位	164
8.8	到达时间辐射源定位	166
8.8.1	TOA 系统的实现	167
8.8.2	到达时差	168
8.8.3	距离模糊	169
8.8.4	到达时间比较	169
8.8.5	脉冲信号	170
8.8.6	连续调制信号	170
第 9 章	干扰	172
9.1	干扰的分类	173
9.1.1	通信干扰与雷达干扰	173
9.1.2	覆盖干扰与欺骗干扰	174
9.1.3	自卫干扰与远距离干扰	175
9.1.4	诱饵	176
9.2	干扰—信号比	176
9.2.1	接收的信号功率	177
9.2.2	接收的干扰功率	178
9.2.3	干—信比	179
9.3	烧穿	181
9.3.1	烧穿距离	181
9.3.2	所需 J/S	183

9.3.3	J/S 与干扰	183
9.3.4	(远距离) 雷达干扰的烧穿距离	184
9.3.5	(自卫) 雷达干扰的烧穿距离	184
9.3.6	通信干扰的烧穿距离	185
9.4	覆盖干扰	186
9.4.1	J/S 与干扰功率	187
9.4.2	功率管理	188
9.4.3	间断观察法	189
9.5	距离欺骗干扰	190
9.5.1	距离门拖离技术	191
9.5.2	分辨单元	192
9.5.3	拖引速率	193
9.5.4	抗干扰措施	193
9.5.5	距离门拖近	194
9.6	逆增益干扰	195
9.6.1	逆增益干扰技术	195
9.6.2	对锥扫雷达的逆增益干扰	196
9.6.3	对 TWS 雷达的逆增益干扰	198
9.6.4	对 SORO 雷达的逆增益干扰	200
9.7	AGC 干扰	201
9.8	速度门拖引	202
9.9	对单脉冲雷达的欺骗干扰技术	204
9.9.1	单脉冲雷达干扰	205
9.9.2	雷达分辨单元	205
9.9.3	编队干扰	207
9.9.4	闪烁干扰	209
9.9.5	地面反弹干扰	209
9.9.6	边频干扰	209

9.9.7	镜频干扰	211
9.9.8	交叉极化干扰	212
9.9.9	幅度跟踪	213
9.9.10	相干干扰	215
9.9.11	交叉眼干扰	215
第 10 章	诱饵	218
10.1	诱饵类型	218
10.1.1	诱饵的任务	219
10.1.2	饱和诱饵	219
10.1.3	探测诱饵	221
10.1.4	诱骗诱饵	222
10.2	RCS 和发射功率	222
10.3	无源诱饵	224
10.4	有源诱饵	226
10.5	饱和诱饵	226
10.6	诱骗诱饵	227
10.6.1	诱骗诱饵的操作程序	228
10.6.2	舰船保护中的诱骗诱饵	230
10.6.3	倾卸方式的诱饵工作	231
10.7	交战场景中的有效 RCS	232
10.7.1	复习	233
10.7.2	简单场景	233
10.7.3	场景中诱饵的 RCS	235
第 11 章	仿真	238
11.1	定义	238
11.1.1	仿真方法	238
11.1.2	建模	239
11.1.3	仿真	240