



雷达与电子战导论

(第4版)

Radar and Electronic Warfare Principles for the Non-Specialist
Fourth Edition

[美] Paul J. Hannen 著

李轲 卢建斌 包中华 张云雷 刘涛 席泽敏 陈少昌 译



国防工业出版社
National Defense Industry Press

装备科技译著出版基金

雷达与电子战导论

(第4版)

**Radar and Electronic Warfare Principles
for the Non-Specialist**
Fourth Edition

[美] Paul J. Hannen 著

李 轲 卢建斌 包中华

刘 涛 席泽敏 陈少昌



国防工业出版社

·北京·

著作权合同登记 图字: 军-2015-033 号

图书在版编目 (CIP) 数据

雷达与电子战导论: 第 4 版/ (美) 保罗·J. 汉尼 (Paul J. Hannen) 著; 李轲等译. —北京: 国防工业出版社, 2017.9

书名原文: Radar and Electronic Warfare Principles for the Non-Specialist (Fourth Edition)

ISBN 978-7-118-11264-1

I. ①雷… II. ①保… ②李… III. ①雷达②电子对抗
IV. ①TN95②E866

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 217522 号

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, scanning or otherwise, except as permitted under Sections 107 or 108 of the 1976 United States Copyright Act, without either the prior written permission of the Publisher, or authorization through payment of the appropriate per-copy fee to the Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, (978) 750-8400, fax (978) 646-8600, or on the web at copyright.com. Requests to the Publisher for permission should be addressed to The Institution of Engineering and Technology, Michael Faraday House, Six Hills Way, Stevenage, Herts, SG1 2AY, United Kingdom.

While the author and publisher believe that the information and guidance given in this work are correct, all parties must rely upon their own skill and judgement when making use of them. Neither the author nor publisher assumes any liability to anyone for any loss or damage caused by any error or omission in the work, whether such an error or omission is the result of negligence or any other cause. Any and all such liability is disclaimed.

本书简体中文版由 Scitech Publishing 授权国防工业出版社独家出版发行。版权所有, 侵权必究。

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司印刷

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 19¼ 字数 405 千字

2017 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 99.00 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

前 言

关于本书

本书是一本有关雷达和电子战的专业书籍，以连贯的方式讲授了雷达和电子战方面的必要知识和使用原则。本书既不像工程手册那样只有设计方案而不解释原因，也不像研究生教材那样深奥难懂。当然，它也不会像流行杂志里的美文那样华而不实。本书致力于将雷达和电子战的基本方法从繁复的理论中提取出来，在讲明简单物理基础的同时，向读者解释了一个现代复杂系统。

John C. Toomay 先生所写的《雷达导论》是本书的基础。在过去的 20 多年里，Toomay 先生——这位前美国空军少将——广泛接触那些满怀事业心的科学家、工程师、数学家、企业管理者和技术人员。他所关注的一个基础领域就是雷达。但奇怪的是，目前，即使是刚拿到学士学位的电子工程师也基本不了解雷达，而这本应是研究所的专业特色。为此，Toomay 先生在 20 世纪 70 年代为本书写了一个基本框架。随后，他在工作中发现雷达知识的需求将是巨大的，所以在 1982 年和 1989 年分别出了两版《雷达导论》（1989 年版在 1998 年被 SciTech 出版社再版）。2004 年，我出版了本书的第 3 版，在引入新内容的同时又巩固了前面的工作，书中的每一章节都在某种程度上得到更新和提高。做这些工作的主要目的就是为了使本书更为简单易学——毕竟我把它作为高等院校本科生和研究生，甚至是短期专业课程的教材。

第 4 版有何新内容

过去几年间，通过第 3 版教材的使用以及来自各类团体的意见建议，发现有许多需要充实进这本书的内容。最新的补充就是有关电子战的内容，主要分为电子支援、电子攻击和电子防御，以及其他在深度和广度上都和雷达相关的内容。以上内容都得到了全面的更新和加强，主要做了以下几个方面的工作：目标信噪比、目标探测理论、阵列天线、雷达测量和跟踪以及目标特征。另外，结合技术发展对高级雷达应用进行了更新，增加了一部分关于现代多功能、多模式、多任务雷达系统的内容。第 4 版在保持本书传统内容的同时，也向广大读者提供了雷达使用原则和电子战原则。

本书使用人群

如果你对雷达或电子战原理有一定了解，但是对常规解释不满意又没有时间去深入研究甚至攻读相关学位，那么，你在本书中将找到所需要的内容。如果你已经学习过雷达或电子战课程，但是想进行深入挖掘或者将这些概念串联起来，那么，本书将为你提供很好的帮助。

如果你的工作需要你和雷达或者电子战工程师打交道，那么，通过学习本书，你将可以和他们进行专业讨论，甚至提出令他们意外的建议。如果你的特长是其他专业，但是却被任命为雷达或者电子战项目的经理，或者需要1个或者几个雷达系统作为大系统的前端，那么，本书将提供你所需的工具，不仅能给你的团队成员带来信心，更给你带来专业积累。

本书如何阐述雷达和电子战

本书致力于通过雷达和电子战概念将零碎的相关理论知识和技术使用串联起来。它从电磁波的传播开始，描绘了一个简单典型的雷达系统，并引出雷达方程。有了雷达方程以后，本书又通过目标探测、天线、测量和跟踪、回波面积和系统使用来强化对每一个参数和概念的理解。然后，本书介绍了电子战，从电子支援到电子攻击，再到电子防御。学完这些以后，读者应该能够独立进行初级雷达和电子战系统设计和分析，理解各参数和概念；更为重要的是，读者能够对别人的设计和分析加以评论，明白这些技术细节中哪些是核心的、哪些又是次要的。即使系统设计越来越巧妙，雷达和电子战的基本功能是不会改变的。因此，当不能跟上系统设计日新月异的发展时，掌握其中的核心设计原则和原理就变得非常必要。

本书的特别之处

本书有3个特别之处：首先，它涵盖了雷达和电子战的综合设计和应用原则，并且包含一定数量的最新应用；其次，它用潜在的应用将这些规则勾勒出来，尽量用最简单的数学方法、最常见的函数、积分和表达式来解释原理步骤；最后，它用相同的推导方法、数学理论和概念数学模型来讨论雷达和电子战。

本书的可用之处

本书是按照逻辑顺序编排的，各部分内容相互独立，读者可以分别选择绝

大多数章节阅读。各章节的篇幅由包含的信息量决定而不是阅读时间，部分读者可能要花更多的时间才能理解某些章节的内容。读者的阅读要求可以分为两种：一种是简单记住用大量篇幅描述的关键技术之间的关系；另一种则是掌握各种原则和衍生知识。各种有用的参考文献都是可供查询的，课后习题不是为了为难读者，而是帮助读者掌握概念，强化应用能力，并且每章的习题答案都反复核实过，这些答案或者解决方案也都可以在出版社网站上下载。

全书的框架

本书内容由简单到复杂，由哲学基础到量化计算。它从雷达和电子战的简单介绍逐渐深入到系统中的具体技术环节。全书提纲如下：

章节	摘要
1. 雷达和电子战简介	介绍雷达和电子战的基本概念
2. 雷达系统	介绍发展历史、技术基础，引出雷达方程
3. 目标探测	解析雷达方程并解释雷达系统如何检测目标存在与否
4. 雷达天线	学习、理解雷达方程中的关键技术
5. 雷达测量与目标跟踪	解释雷达系统如何测量目标特征，如距离、速度和方位角，以及如何进行目标跟踪
6. 目标特征	学习、理解雷达方程中与目标相关的技术
7. 雷达新概念技术	介绍高级雷达概念：相同点和不同点
8. 电子战概述	介绍电子战的几种形式：电子支援、电子攻击和电子防御
9. 电子战侦察接收机	定义并讨论电子战侦察接收机以及电子支援的基本要素
10. 自卫干扰式电子攻击	定义并讨论如何进行针对电子攻击的自我防御
11. 电子支援	定义并讨论如何进行针对电子攻击的电子支援
12. 电子防御	定义并讨论电子防御的概念
13. 其他雷达和电子战知识	归纳整理相关知识

致 谢

在此，我要感谢我的同事兼好朋友 Bruce Esken、James Helton 和 Mike Sutton。他们在本书的撰写过程中提供了大量宝贵的建议。当然，读者的阅读和关注也非常宝贵。另外，如果各位读者认为本书的行文非常流畅，就必须感谢 Jackie Sansavera 小姐。最后，我还要感谢我的家人、朋友、同事、学生和一直鼓励我的人们，他们一直对我说：“写一本你自己的书。”

Paul J. Hannen

符号表

A 为目标的有效截获面积, m^2 ;

A 为平板的面积, m^2 ;

A 为相量振幅, V ;

A 为天线的物理面积, m^2 ;

a 为正方形的边长, m ;

a 为折射率梯度;

$A(y)$ 为在 y - z 平面上的电流分布;

A_c 为在雷达距离分辨单元内的杂波截面积, m^2 ;

A_c 为有效孔径面积, m^2 ;

A_c 为接收天线有效面积, m^2 ;

A_c 为天线有效面积, m^2 ;

A_c 为雷达所探测到目标的电磁区域面积, m^2 ;

A_c 为雷达接收天线在目标/干扰机方向的有效面积, m^2 ;

A_c 为雷达接收天线在干扰机方向的有效面积, m^2 ;

A_c 为雷达告警接收机在雷达方向接收机天线的有效面积, m^2 ;

B 为不同相位转换器的数量;

B_j 为干扰机噪声带宽, Hz ;

B_{pc} 为脉冲压缩调制带宽, Hz ;

B_{pc} 为脉冲压缩调制带宽, Hz ;

B_R 为接收机滤波器带宽, Hz ;

B_R 为雷达接收机匹配滤波器的带宽, Hz ;

B_R 为雷达接收机处理带宽, Hz ;

B_R 为接收机滤波器带宽-匹配滤波器带宽, Hz ;

B_{RWR} 为雷达告警接收机带宽, Hz ;

c 为光速, $3 \times 10^8 \text{m/s}$;

C/N 为单脉冲杂噪比;

CR 为对消比;

d 为圆柱体的直径, m ;

- d 为阵列单元尺寸, m;
 d 为单元间距, m;
 D 为天线尺寸, m;
 D 为阵列尺寸, m;
 D 为目标的尺寸, m;
 D_0 为连续目标信号检测所需的信噪比;
 D_{0dB} 为用 Albersheim 的经验公式探测连续目标信号所需的信噪比;
 D_{0n} 为 Swerling 模型 0 目标的多脉冲非相干融合之后检测所需的等量单脉冲信噪比;
 D_{0ndB} 为在使用 Albersheim 经验公式进行 Swerling 模型 0 目标的多脉冲非相干融合后, 检测所需的等量单脉冲信噪比, dB;
 D_1 为检测 Swerling 模型 1 目标所需的信噪比;
 d_a 为横向距离(方位)分辨率, m;
 d_{amin} 为聚焦 SAR 最佳横向距离分辨率, m;
 d_{amin} 为非聚焦 SAR 的最佳横向距离分辨率, m;
dB 为分贝;
dBi 为全向天线的相对分贝值;
dBm 为在毫瓦级的相对分贝值;
 DBS_a 为 DBS 处理的横向距离分辨率, m;
dBsm 为在米级、相对 1 平方米的分贝值;
dBW 为在瓦级、相对 1 瓦的分贝值;
 D_c 为连续检测所需的理想信噪比;
 d_i 为从阵列的开始位置到第 i 个元件的距离, m;
 d_{max} 为控制波束到 θ_0 而不产生光栅叶时的元件物理距离最大值, m。
 d_r 为距离分辨率, m;
 d_t 为发射工作周期;
 E 为单脉冲能量, J;
 $E(\theta)$ 为由电流分布产生的电场, 与 $A(y)$ 垂直;
 $erfc(T)$ 为余误差函数;
 $erfc^{-1}(T)$ 为余误差函数的倒数;
 ERP_j 为干扰机有效发射功率, W;
 ERP_R 为雷达有效发射功率, W;
 f 为频率, Hz;
 f 为激光频率, Hz;
 f 为雷达频率, MHz;

f 为发射频率, Hz;

$f(t)$ 为电压脉冲的时域信号, V;

f_0 为相对于指向较宽一面波束的频率, Hz;

FAR 为平均虚警率, 或者是每秒内的平均虚警数;

f_c 为雷达载波频率, 从 100 MHz 到 10 GHz;

f_c 为雷达载波频率, Hz;

f_c 为雷达载波频率, 无线电频率, Hz;

f_c 为雷达发射载波频率, Hz;

$f_c + f_{IF}$ 为本地振荡器片频率, Hz;

f_{cr} 为接收载波频率, Hz;

f_d 为多普勒频移, Hz;

f_d 为目标多普勒频移, Hz;

f_{dmax} 为天线主瓣经过过程中的最大多普勒扩展, Hz;

f_{du} 为不模糊多普勒频移, Hz;

f_{IF} 为雷达接收机中频, Hz;

f_{IF} 为接收机中频, Hz;

f_j 为干扰信号发射频率, Hz;

F_R 为雷达接收机噪声系数 (≥ 1);

F_{RWR} 为雷达告警接收机噪声系数 (≥ 1);

G 为天线增益;

G 为天线主波束增益;

G 为阵列天线的孔径主波束天线增益;

G 为指向激光雷达方向的后向增益;

G 为波束指向瞄准线时的主瓣阵列天线增益;

G 为雷达天线增益;

G 为雷达方向的反射增益;

$G(\theta)$ 为均匀电流分布下, 作为离轴角度函数控制波束到 θ_0 时的标准化阵列天线增益;

$G(\theta)$ 为均匀电流分布条件下的标准化天线增益模式;

$G(\theta)$ 为标准化的阵列天线增益, 可以作为均匀电流分布时孔径角 θ_0 的函数;

$G(\theta_0)$ 为波束控制角度 θ_0 的函数中的主瓣阵列天线增益;

$g(\omega)$ 脉冲频谱, V

$G(\omega)$ 为脉冲能量谱, W;

$G_a(\theta)$ 为标准化的阵列因子, 可以作为均匀电流分布时孔径角 θ 的函数;

$G_a(\theta)$ 为均匀电流分布下, 作为离轴角度函数控制波束到 θ_0 时的标准化阵列因子;

G_{AJ} 为干扰机方向辅助天线增益;

G_s 为干扰机系统增益;

g_e 为每个单元的天线增益;

$G_e(\theta)$ 为标准化的单元因子 (单元天线增益), 可以作为均匀电流分布时孔径角 θ 的函数;

G_I 为融合增益;

G_I 为积累增益;

G_{I0} 为 Swerling 模型 0 目标的非相干融合增益;

G_{If} 为 Swerling 模型 1, 2, 3, 4 的非相干融合增益;

G_{JR} 为干扰机发射天线在雷达方向的增益;

G_{JRr} 为雷达方向干扰机接收天线增益;

G_{JRt} 为雷达方向干扰机发射天线增益;

$G_p(f)$ 为单延迟线对消器频率响应;

$G_p(f)$ 为多延迟线对消器频率响应;

G_{RE} 为雷达在无源消耗性干扰介质方向的天线增益;

G_{RJ} 为雷达天线在干扰机方向的增益 (无论干扰机处在雷达天线的哪个部位: 主瓣、旁瓣和尾瓣);

G_{RJ} 为干扰机方向雷达天线增益;

G_{RT} 为目标方向雷达天线增益;

G_{RT} 为目标 (干扰机) 方向雷达天线增益;

G_{RT} 为雷达接收天线在目标 (干扰机) 方向的增益;

G_{RT} 为雷达发射天线在目标方向的增益;

G_{RT} 为目标/RWR 方向雷达发射天线增益;

$G_{R,T}$ 为接收天线在目标方向的增益;

$G_{R,T}$ 为在雷达方向的 RWR 天线增益;

G_{RWR} 为雷达告警接收机在雷达方向的接收天线增益;

G_s 为干扰机系统增益;

G_{sp} 为雷达信号处理增益;

G_{sp} 为信号处理增益;

g_x 为平面上的半波偶极子天线增益;

h 为目标高度或雷达高度, m;

$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ 为普朗克常数;

- h_R 为雷达高度, m;
- h_T 为目标高度, m;
- I 为信号同相相量, V;
- I 为干扰信号功率, W;
- I_{MTI} 为移动目标指示因子;
- $I_0(X)$ 为修正第一类零阶贝塞尔函数;
- J 为接收到的自卫干扰机峰值功率, W;
- J 为接收到的支持干扰机峰值功率, W;
- J/N 为单个脉冲假目标干信比;
- $(J/N)_n$ 为多脉冲积累后假目标干信比;
- J_{AE} 为有源消耗性干扰信号峰值功率;
- J_{AE}/N 为单个脉冲有源消耗性干扰信噪比;
- $(J_{AE}/N)_n$ 为多脉冲积累后有源消耗性干扰信噪比;
- $(J_{AE}/S)_n$ 为多脉冲积累后的有源消耗性干扰干信比;
- J_{cg} 为雷达接收到的常增益干扰机干扰功率, W;
- J_N 为接收机接收到的干扰机热噪声, W;
- $(J_N/S)_n$ 为多脉冲积累后干信比;
- J_{PE} 为无源消耗性干扰回波峰值功率, W;
- J_{PE}/N 为单个脉冲无源消耗性干扰介质回波信噪比;
- $(J_{PE}/N)_n$ 为多脉冲积累后无源消耗性干扰介质回波信噪比;
- $(J_{PE}/S)_n$ 为多脉冲积累后的无源消耗性干扰介质干信比;
- k 为波尔兹曼常数, 1.38×10^{-23} J/K;
- k 为波尔兹曼常数, 1.38×10^{-23} W·s/K;
- k_r 为折射因子;
- l 为测量距离, m
- L 为从预测点到最终测量点的距离, m;
- L 为阵列单元的电子距离, m;
- L 为圆柱体的长度, m;
- L 为合成孔径(或阵列)的长度, m;
- L_e 为最大有效合成孔径长度, m;
- L_j 为干扰系统总的损耗;
- L_{jpol} 为干扰机雷达极化失配损耗;
- L_{jRa} 为干扰至雷达大气衰减损耗;
- L_{jt} 为干扰传输损耗;

- $L_{\max}$ 为最大合成孔径长度, m;
 L_R 为全部雷达相关损耗;
 L_R 为雷达相关损耗;
 L_R 为雷达系统总的损耗;
 L_R 为双基地雷达系统损耗;
 $L_{R\text{pol}}$ 为双基地雷达告警接收机偏振失配损耗;
 L_{Rr} 为雷达接收损耗;
 $L_{R\text{sp}}$ 为雷达信号处理损耗;
 L_{Rt} 为雷达发射损耗;
 L_{RTa} 为雷达-目标/雷达告警接收机的大气衰减损耗;
 $L_{R\text{TRA}}$ 为从雷达到目标以及目标到雷达的大气衰减损耗;
 L_{RWR} 为雷达告警接收机总的损耗;
 L_{RWRr} 为雷达告警接收机接收损耗;
 $L_{RWR\text{sp}}$ 为雷达告警接收机信号处理损耗;
 M 为超过检测门限的次数;
 n 为整数, $n = 0, 1, 2, \dots$;
 n 为脉冲重复频率整数个数;
 $\bar{n}$ 为泊松分布的起伏方差;
 $\bar{n}_s$ 为到达接收器输出端的平均信号光子数;
 N 为包络线检波器输出端的平均噪声功率, W;
 N 为阵列单元线数量;
 N 为云中的箔条偶极子数量;
 N 为延迟线数量;
 N 为检测行动次数;
 N 为阵元个数;
 N 为单次检测次数;
 N 为一个接收机热噪声功率样本, W;
 N 为雷达主辅通道接收机热噪声功率, 假定两者相同, W;
 N 为雷达接收机热噪声功率, W;
 N_a 为在标准温度下, 在实际接收机中产生的热噪声功率, W;
 n_b 为天线波束位置数量;
 N_d 为在感兴趣时间内 (雷达搜索时间或跟踪间隔) 得到的检测结果数量;
 n_{df} 为多普勒滤波器数量;
 N_e 为电子密度, 电子数/cm³;

- N_f 为多普勒滤波器数量;
- N_{fa} 为一次感兴趣时间内的平均虚警数;
- N_i 为在标准温度下, 在理想接收机中产生的热噪声功率, W;
- N_n 为融合 n_p 个噪声样本后的接收机热噪声功率, W;
- n_p 为参加融合的脉冲数量;
- n_{rg} 为得到检测结果时的距离波门数量;
- N_{RWR} 为雷达告警接收机热噪声功率, W;
- N_s 为表面折射率;
- N_ϕ 为相位编码单元数;
- O_n 为第 n 次的观测值;
- P 为每次行动中会超过检测门限的概率;
- P 为峰值发射功率, W;
- P 为功率, W;
- $P(M, N, p)$ 为 N 次检测中有 M 次超过检测门限的概率;
- $P(mW)$ 为功率, mW;
- $P(v \geq V_T)$ 为噪声超过门限的概率;
- $P(W)$ 为功率, W;
- $P(x \geq T)$ 为 x 值大于 T 的概率;
- $P(x)$ 为概率密度函数;
- P_{ave} 为平均发射能量;
- PCR 为脉冲压缩比;
- P_d 为检测概率;
- P_d 为检测概率 (对每次探测行动都一样);
- $P_d(x)$ 为骰子的概率密度函数;
- P_{dc} 为累积探测概率;
- P_{di} 为第 i 次探测行动的检测概率;
- P_{fa} 为虚警概率;
- P_{fa} 为虚警率 (对每次探测行动都一样);
- $P_{fa}(1)$ 为噪声超过检测门限值一次的概率;
- $P_{fa}(2)$ 为噪声超过检测门限值两次的概率;
- $P_{fa}(N)$ 为噪声超过检测门限值 N 次的概率;
- P_{fac} 为虚警累积概率;
- P_{fai} 为第 i 次探测行动的虚警概率;
- P_i 为输入能量, W;

- P_j 为干扰机峰值功率, W;
 P_{js} 为干扰机饱和功率,;
 $P_N(v)$ 为符合瑞利分布的概率;
 P_0 为输出能量, W;
 P_r 为接收能量, 单位 W·s 或 J;
 P_R 为雷达峰值发射功率, W;
 P_R 为雷达发射机峰值功率, W;
 PRF 为脉冲重复频率, 从 100 Hz 到 100 kHz;
 PRF 为脉冲重复频率, Hz;
 PRF 为避免距离和多普勒模糊的脉冲重复频率, Hz;
 $PRF_{\max}$ 为避免距离模糊所对应的最大脉冲重复频率, Hz;
 $PRF_{\min}$ 为避免多普勒模糊所对应的最小脉冲重复频率, Hz;
 PRI 为脉冲重复间隔, 从 0.01s 到 0.01ms 不等, s;
 PRI 为脉冲重复周期;
 $P_{S+N}(v)$ 为莱斯概率密度函数;
 P_z 为对消后剩余噪声、干扰和热噪声功率, W;
 Q 为信号的正交相量, V;
 $Q(E)$ 为 Q 概率积分;
 $Q^{-1}(E)$ 为 Q 概率积分的倒数;
 r 为平背半径, m;
 r 为球体半径, m;
 R 为远场点的距离, m;
 R 为 lidar 与目标之间的斜距, m;
 R 为雷达到杂波的斜距, m;
 R 为雷达到目标的斜距, m;
 R 为雷达与目标/杂波之间的斜距, m;
 R 为成像带外边缘的距离, m;
 R_1 为 t_1 时刻测量的雷达目标距离, m;
 R_1 为在时间 t_1 的测量距离参数, m;
 R_1 为发射站到目标之间的距离, m;
 $R_1 R_2$ 为双基地探测距离乘积, m^2 ;
 R_2 为 t_2 时刻测量的雷达目标距离, m;
 R_2 为 t_2 时刻测量的距离参数, m;
 R_2 为接收站到目标之间的距离, m;
 R_3 为在时间间隔 Δt 上建立的雷达目标距离, m;

- R_{bt} 为雷达烧穿距离, m;
- R_{dot} 为目标相对雷达的速度, m/s;
- R_{dot} 为速度, m/s;
- R_{dotC} 为杂波速度, m/s;
- R_{dotu} 为不模糊速度, m/s;
- R_{dt} 为雷达探测距离, m;
- R_{dt1} 为原来的雷达探测距离, m;
- R_{dt1} 为雷达散射截面积为 σ_1 对应的雷达探测距离, m;
- R_{dt2} 为新的雷达探测距离, m;
- R_{dt2} 为雷达散射截面积为 σ_2 对应的雷达探测距离, m;
- R_{dtRWR} 为雷达告警接收机探测距离, m;
- R_E 为地球半径, 6371 km;
- R_{ff} 为远场距离, m;
- R_h 为视距距离, m;
- R_{hc} 为杂波视距, m;
- R_{hT} 为目标视距, m;
- R_{LOS} 为雷达视线距离, m;
- R_p 为地面单元与雷达之间的距离, m;
- R_{RE} 为雷达到有源消耗性干扰机的斜距, m;
- R_{RE} 为雷达到无源消耗性干扰介质的斜距, m;
- R_{RJ} 为雷达至干扰机的斜距, m;
- R_{RT} 为雷达与目标之间的斜距, m;
- R_{RT} 为雷达与目标/干扰机之间的倾斜距, m;
- R_{RT} 为雷达至目标 (RWR) 的斜距, m;
- R_{sw} 为成像带或测绘带的距离扩展, m;
- R_u 为非模糊距离, m;
- S 为振幅恒定的目标信号功率, W;
- S 为接收到的单脉冲目标信号峰值, W;
- S 为从 1 个脉冲接收到的目标信号功率, W;
- S 为目标信号功率, W;
- S/C 为目标信杂比;
- $(S/C)_{in}$ 为 MTI 处理前的信杂比;
- $(S/C)_{out}$ 为 MTI 处理后的信杂比;
- S/I 为单脉冲 (采样点) 目标信干比;

- S/I 为目标信号与干扰功率比;
 $(S/I)_n$ 为多脉冲积累后的信干比;
 $(S/I)_n$ 为多脉冲积累后的对消目标信干比;
 S/N 为检测所需的功率信噪比;
 S/N 为单脉冲目标信噪比;
 S/N 为信噪比;
 (S/N) 为单脉冲目标信噪比;
 $(S/N)_n$ 为融合 n_p 个相干脉冲之后的目标信噪比;
 $(S/N)_n$ 为多脉冲融合之后的目标信噪比;
 $(S/N)_p$ 为待处理目标信噪比;
 $(S/N)_{\text{RWR}}$ 为雷达告警接收机的单脉冲雷达信噪比;
 $(S/J_n)_n$ 为多脉冲积累后目标信干比;
 $S_{\text{min dis}}$ 为最小可分辨信号, W;
 $S_{\text{min dt}}$ 为最小可探测信号, W;
 S_n 为融合 n_p 个相干脉冲之后所接收到的目标信号功率, W;
 SNR_{dt} 为雷达检测门限;
 SNR_{dt} 为检测所需的信噪比;
 SNR_{dt} 为测速所需的单脉冲信噪比;
 SNR_{dt} 为满足探测门限所需的信噪比;
 $SNR_{\text{dt}2}$ 为新的检测门限;
 $SNR_{\text{dt}1}$ 为原来的检测门限;
 SNR_{dtRWR} 为雷达告警接收机检测门限;
 S_{RWR} 为接收到的单个雷达脉冲信号峰值功率, W;
 S_{RWR} 为接收雷达信号功率, W;
 t 为测量周期, s;
 T 为提前预测的时间, s;
 T 为目标旋转一次所需的时间, s;
 T_0 为 IEEE 射频接收机标准参考温度, 209K;
 T_0 为接收机标准参考温度, 209K;
 T_d 为得到一个检测结果的时间, s;
 T_e 为接收机有效噪声温度, K;
 T_{fa} 为虚警间隔时间, s;
 T_i 为相参积累时间 (或合成孔径时间、地面单元被照射时间、雷达天线主瓣前沿至后沿经过地面单元之间的时间), s;

- T_I 为融合时间, s;
 T_I 为雷达融合时间/脉冲持续时间/相关处理间隔, s;
 T_{ill} 为目标照射时间, s;
 T_s 为雷达扫描时间或跟踪间隔, s;
 T_s 为接收机系统噪声温度, K;
 T_s 为测量时间间隔, s;
 T_{sp} 为信号处理时间间隔, s;
 V 为带电粒子的碰撞频率;
 V 为包络线检波器输出电压, V;
 V 为脉冲振幅, V;
 V 为电压, V;
 V 为球体体积, m^3 ;
 V_{ac} 为飞机飞行速度, m/s;
 V_i 为输入电压, V;
 V_o 为输出电压, V;
 V_R 为雷达速度, m/s;
 V_T 为阈值电压, V;
 V_T^2/N 为阈值噪声功率比;
 v_n 为第 n 个盲速, m/s;
 $\hat{v}_n$ 为平滑目标速度, m/s;
 w 为加权函数;
 x_n 为测量目标位置, m;
 x_{pn} 为估计目标位置, m;
 $\hat{X}_n$ 为平滑目标位置, m;
 $\bar{X}_n$ 为前 n 次观测平均值;
 $\bar{X}_{n-1}$ 为前 $n-1$ 次观测平均值;
 $\bar{X}'$ 为估计值;
 $\bar{X}$ 为当前的平均值;
 B 为贯穿阵列的全相位优势, rad;
 ΔCR 为横向分辨率, m;
 Δf 为频率偏移量, Hz;
 Δf_d 为地面两个成像单元的多普勒频率差, Hz;
 Δf_d 为多普勒滤波器带宽, Hz;