雷达自动检测与恒虚警处理

何友　关键　彭应宁　陆大　　著

清 华 大 学 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书是关于雷达自动检测和恒虚警(CFAR)处理方法的一部专著。书中总结了近二十多年来,在这一领域国际上的研究进展及作者的近几年研究成果。全书由 12 章组成。主要内容有:雷达自动检测原理,均值类 CFAR 检测器,有序统计量类 CFAR 检测器,具有自动筛选技术的广义有序统计量 CFAR 检测器,自适应 CFAR 检测器,韦布尔和对数正态杂波中的 CFAR 处理,两参数 CFAR 技术,莱斯分布和 K 分布杂波中的 CFAR 处理,非参量 CFAR 处理,频域中的 CFAR 处理和其它 CFAR 方法,最后是回顾、建议与展望。

本书可供从事雷达工程、声纳、电子工程、信号与信息处理等专业的科技人员阅读和参考,还可以作为上述专业的研究生教材。

图书在版编目(CIP)数据

雷达自动检测与恒虚警处理/何友等著. —北京:清华大学出版社,1999.3
ISBN 7-302-03322-6

Ⅰ.雷… Ⅱ.何… Ⅲ.雷达-自动检测系统 Ⅳ.TN95

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 00846 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)
http://www.tup.tsinghua.edu.cn
印刷者:丰华印刷厂
发行者:新华书店总店北京发行所
开 本:787×1092 1/16 印张:19.5 字数:458 千字
版 次:1999 年 5 月第 1 版 1999 年 5 月第 1 次印刷
书 号:ISBN 7-302-03322-6/TN·98
印 数:0001～1500
定 价:38.00 元

Abstract

This book is a monograph about automatic radar detection and constant false alarm rate (CFAR) processing methods. In this book, the international advances in this research field for more than twenty years and fruits of authors' research in recent several years are summarized. The book is composed of twelve chapters. The main contents are principles of automatic radar detection, mean-level type CFAR detectors, order-statistics type CFAR detectors, generalized order statistics CFAR detectors with automatic censoring technique, adaptive CFAR detectors, CFAR processing in Weibull and Lognormal envelope clutter, biparametric CFAR techniques, CFAR processing in Rice and K distributed clutter, nonparametric CFAR processing, CFAR processing in frequency domain and other CFAR methods, the last is a brief review, suggestion and prospect.

This book could be used by the scientific and technical staffs engaged in radar engineering, sonar technique, electronic engineering, signal and information processing etc. to read and consult, and can also serve as textbook of graduate students of the above professions.

前　言

在自然界中,无论在人造的机器或者生物体中,检测都是广泛存在的行为方式,它根据一定的准则做出事件是否存在的判决。由于环境的不稳定,准则的不精确,在此过程中事件并没有发生而被错误地判决为发生的概率,即虚警概率。

雷达是军事和民用领域中探测目标的主要工具。它的主要目的就是在存在干扰的背景中检测出有用目标,这些干扰包括接收机内部热噪声、地物、雨雪、海浪等杂波干扰和电子对抗措施(ECM)、人工有源和无源干扰以及与有用目标混杂在一起的邻近干扰目标和它的旁瓣等。在雷达自动检测系统中,通常是将自动检测和恒虚警(CFAR,constant false alarm rate)技术结合使用以保持在变化的杂波环境中获得可预测的检测性能和恒定虚警率。

雷达自动检测和跟踪中的虚警问题是每个雷达系统研究和设计人员不可回避的重要问题之一。二十多年来,雷达自动检测与 CFAR 处理技术逐渐发展成为国际雷达信号处理界的一大热门研究领域和关键性课题。CFAR 技术是雷达自动检测系统中控制虚警率的最重要手段,它在雷达自动检测过程中起着极其重要的作用。现在,CFAR 研究已经出现了多个研究方向。根据模拟杂波背景所使用的杂波分布模型分为:瑞利分布、韦布尔分布、对数正态分布、K 分布和莱斯分布模型中的 CFAR 研究;按照数据处理方式分为:参量和非参量 CFAR 技术;按处理所在的数域分为:时域和频域 CFAR 研究方法;根据数据的形式分为:标量和向量 CFAR 技术;根据信号的相关程度分为:相关和不相关信号及部分相关信号的 CFAR 方法。此外,还可分为单参数和多参数 CFAR 技术,单传感器和多传感器分布式 CFAR 技术,以及其它的一些研究方法。

对于涉足于该领域的雷达系统研究与设计人员,多年来一直渴望有一部全面、系统介绍自动检测重要准则和 CFAR 处理模型的专著。本书试图较全面、系统地向读者介绍当代雷达自动检测原理与 CFAR 处理技术的发展与最新研究成果,并重点介绍均值(ML)类 CFAR 检测器、有序统计量(OS)类 CFAR 检测器、具有自动筛选技术的广义有序统计量 CFAR 检测器、自适应 CFAR 检测器、韦布尔和对数正态杂波中的 CFAR 处理、两参数 CFAR 技术、莱斯和 K 分布杂波中的 CFAR 处理、非参量 CFAR 处理和频域中的 CFAR 处理方法等,同时研究它们在均匀杂波背景、多目标环境和杂波边缘环境这三种典型信号背景中的性能。在撰写过程中,我们尽可能地搜集了大量有关 CFAR 和自动检测理论的文献,并通过各章节的合理编排使读者对这些种类繁多的 CFAR 处理方法有一个比较清晰和系统的了解。

应当指出,无论是雷达自动检测理论还是 CFAR 处理技术,当前仍处于迅速发展阶段,由于篇幅的限制,本书不可能对这些发展作出统览无余的介绍。为此,我们在每章的最后都进行了归纳和总结,指出一些重要的新发展,并罗列了相应的参考文献,供读者进一步阅读和研究参考。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

本书第一作者在德国不伦瑞克工业大学进修期间，在 CFAR 领域得到了 H. Rohling 教授开拓性的指导，他对本书的出版给予了极大的鼓励和支持，在此表示最衷心的谢意。

著名雷达专家郦能敬教授和北京航空航天大学毛士艺教授对本书提出了一些宝贵意见。烟台海军航空工程学院刘永硕士参加了本书的出版工作，并为本书绘制了图形，在此一并表示感谢。

何友　关键　彭应宁　陆大

1998 年 10 月

于清华大学和烟台海军航空工程学院

目　　录

绪论 …… XVII
参考文献 …… XIX
第 1 章　雷达自动检测原理 …… 1
1.1　基本问题 …… 1
1.1.1　最大检测距离 …… 2
1.1.2　虚警率 …… 3
1.2　目标雷达截面积起伏的斯威林模型 …… 4
1.3　自动检测的经典问题 …… 5
1.3.1　基本模型描述 …… 5
1.3.2　单脉冲检测 …… 7
1.3.3　多脉冲检测 …… 17
1.4　小结 …… 31
参考文献 …… 31
第 2 章　均值类 CFAR 检测器 …… 32
2.1　引言 …… 32
2.2　基本模型描述 …… 32
2.3　CA—CFAR 检测器 …… 36
2.4　GO, SO—CFAR 检测器 …… 37
2.5　WCA—CFAR 检测器 …… 38
2.6　采用对数检波的 CA—CFAR 检测器 …… 39
2.7　单脉冲线性 CA—CFAR 检测器 …… 39
2.8　多脉冲 CA—CFAR 检测器 …… 40
2.8.1　双门限 CA—CFAR 检测器 …… 40
2.8.2　多脉冲线性 CA—CFAR 检测器 …… 40
2.9　ML 类 CFAR 检测器在均匀杂波背景中的性能 …… 42
2.10　ML 类 CFAR 检测器在多目标环境中的性能 …… 43
2.11　ML 类 CFAR 检测器在杂波边缘环境中的性能 …… 45
2.12　比较与小结 …… 47
参考文献 …… 48
第 3 章　有序统计量类 CFAR 检测器 …… 51
3.1　引言 …… 51
3.2　基本模型描述 …… 51
3.3　OS—CFAR 检测器 …… 52

3.4 CMLD—CFAR 检测器 …… 54
3.5 TM—CFAR 检测器 …… 55
3.6 其它的 OS 类 CFAR 检测器 …… 57
3.6.1 最大类有序统计量 CFAR 检测器 …… 57
3.6.2 OSGO, OSSO—CFAR 检测器 …… 57
3.7 OS 类 CFAR 检测器在均匀杂波背景中的性能 …… 58
3.8 OS 类 CFAR 检测器在多目标环境中的性能 …… 59
3.9 OS 类 CFAR 检测器在杂波边缘环境中的性能 …… 61
3.10 比较与小结 …… 62
参考文献 …… 64
第 4 章 采用自动筛选技术的 GOS 类 CFAR 检测器 …… 66
4.1 引言 …… 66
4.2 基本模型描述 …… 66
4.2.1 OS—OS 类 CFAR 检测器的模型描述 …… 66
4.2.2 OS—CA 类 CFAR 检测器的模型描述 …… 70
4.3 GOSCA, GOSGO, GOSSO—CFAR 检测器 …… 71
4.3.1 GOSCA—CFAR 检测器 …… 71
4.3.2 GOSGO—CFAR 检测器 …… 73
4.3.3 GOSSO—CFAR 检测器 …… 75
4.4 MOSCA, OSCAGO, OSCASO—CFAR 检测器 …… 76
4.4.1 MOSCA—CFAR 检测器 …… 76
4.4.2 OSCAGO—CFAR 检测器 …… 78
4.4.3 OSCASO—CFAR 检测器 …… 80
4.5 GOS 类 CFAR 检测器在均匀杂波背景和多目标环境中的性能 …… 82
4.5.1 GOS 类 CFAR 检测器在均匀杂波背景中的性能 …… 82
4.5.2 GOS 类 CFAR 检测器在多目标环境中的性能 …… 83
4.6 GOS 类 CFAR 检测器在杂波边缘环境中的性能 …… 86
4.6.1 GOSCA—CFAR 检测器在杂波边缘环境中的性能 …… 86
4.6.2 GOSGO, GOSSO—CFAR 检测器在杂波边缘环境中的性能 …… 90
4.6.3 MOSCA—CFAR 检测器在杂波边缘环境中的性能 …… 94
4.6.4 OSCAGO, OSCASO—CFAR 检测器在杂波边缘环境中的性能 … 98
4.7 比较与小结 …… 106
4.7.1 均匀杂波背景 …… 106
4.7.2 多目标环境 …… 106
4.7.3 杂波边缘环境 …… 107
参考文献 …… 107
第 5 章 自适应 CFAR 检测器 …… 109
5.1 引言 …… 109

5.2 CCA—CFAR 检测器 …… 109
5.3 HCE—CFAR 检测器 …… 111
5.4 E—CFAR 检测器 …… 113
5.4.1 E—CFAR 检测器结构 …… 113
5.4.2 E—CFAR 检测器在均匀杂波背景中的性能 …… 114
5.4.3 E—CFAR 检测器在多目标环境中的性能 …… 115
5.5 OSTA—CFAR 检测器 …… 116
5.5.1 OSTA—CFAR 检测器基本原理 …… 116
5.5.2 OSTA—CFAR 检测器在杂波边缘环境中的性能 …… 117
5.5.3 OSTA—CFAR 检测器在多目标环境中的性能 …… 117
5.6 VTM—CFAR 检测器 …… 118
5.6.1 VTM—CFAR 检测器基本原理 …… 118
5.6.2 VTM—CFAR 检测器在均匀杂波背景中的性能 …… 119
5.6.3 VTM—CFAR 检测器在多目标环境中的性能 …… 120
5.6.4 VTM—CFAR 检测器在杂波边缘环境中的性能 …… 120
5.6.5 VTM—CFAR 检测器的参数选择 …… 121
5.7 Himonas 的一系列 CFAR 检测器 …… 122
5.7.1 GCMLD—CFAR 检测器 …… 122
5.7.2 GO/SO—CFAR 检测器 …… 124
5.7.3 ACMLD—CFAR 检测器 …… 126
5.7.4 GTL-CMLD—CFAR 检测器 …… 127
5.7.5 ACGO—CFAR 检测器 …… 131
5.8 其它的自适应 CFAR 检测器 …… 133
5.8.1 双重自适应 CFAR 检测器 …… 133
5.8.2 AC—CFAR 检测器 …… 133
5.8.3 改进的 CA—CFAR 检测器 …… 134
5.8.4 自适应长度 CFAR 检测器 …… 134
5.9 比较与小结 …… 135
参考文献 …… 136
第 6 章 韦布尔和对数正态杂波背景中的 CFAR 技术 …… 138
6.1 引言 …… 138
6.2 韦布尔和对数正态杂波中的检测策略 …… 139
6.2.1 单脉冲线性检测 …… 139
6.2.2 多脉冲线性检测 …… 143
6.2.3 双门限检测 …… 146
6.2.4 对数检测 …… 147
6.3 单元平均 CFAR 检测器 …… 149
6.3.1 单脉冲线性单元平均 CFAR 检测器 …… 150

6.3.2 多脉冲线性单元平均 CFAR 检测器 …… 153
6.3.3 双门限单元平均 CFAR 检测器 …… 155
6.4 具有高通滤波器的对数检测器 …… 156
6.5 Log-t CFAR 检测器 …… 158
6.6 小结 …… 164
参考文献 …… 164
第 7 章 两参数 CFAR 技术 …… 166
7.1 引言 …… 166
7.2 韦布尔分布杂波中的 OS—CFAR 检测器 …… 166
7.2.1 OSTWO—CFAR 检测器 …… 166
7.2.2 基于两个以上有序采样的阈值估计方法 …… 169
7.2.3 用参考单元采样的期望和中值的估值估计 c 的方法 …… 172
7.3 MLH—CFAR 检测器 …… 177
7.3.1 形状参数已知的韦布尔杂波背景中的 MLH—CFAR …… 177
7.3.2 未知形状参数的韦布尔杂波背景中的 MLH—CFAR …… 179
7.3.3 检测概率和 CFAR 损失 …… 181
7.4 BLUE—CFAR 检测器 …… 184
7.4.1 韦布尔杂波背景中的 BLUE …… 184
7.4.2 对数正态杂波背景中的 BLUE …… 191
7.4.3 其它的方法和研究 …… 196
7.5 比较与小结 …… 196
参考文献 …… 197
第 8 章 K 分布和莱斯分布杂波中的 CFAR 处理 …… 199
8.1 引言 …… 199
8.2 基本数学模型 …… 199
8.2.1 复合形式的 K 分布杂波模型 …… 199
8.2.2 相关 K 分布杂波模型 …… 201
8.2.3 相关 K 分布杂波的仿真 …… 202
8.2.4 莱斯分布杂波模型 …… 202
8.3 K 分布海杂波加热噪声中的检测 …… 203
8.3.1 K 分布与记录数据的匹配 …… 203
8.3.2 在杂波加噪声中对目标检测的计算 …… 204
8.3.3 对 K 分布海杂波加热噪声中的检测性能分析 …… 206
8.4 K 分布杂波中的 CFAR 处理 …… 208
8.4.1 调制过程不相关时 K 分布杂波中的 CFAR 检测 …… 208
8.4.2 调制过程完全相关时的 K 分布杂波中的 CFAR 检测 …… 214
8.4.3 调制过程部分相关时的 K 分布杂波中的 CFAR 检测 …… 216
8.4.4 最优 CFAR 检测 …… 220

8.5 莱斯分布杂波中的 CFAR 处理 …… 221
8.5.1 似然比检测器 …… 222
8.5.2 结合杂波图的 CFAR 检测器 …… 222
8.5.3 MTD 雷达零速通道性能的改善 …… 225
8.6 小结 …… 226
参考文献 …… 227
第 9 章 非参量 CFAR 处理 …… 230
9.1 引言 …… 230
9.2 符号检测器 …… 231
9.2.1 符号检测器原理 …… 232
9.2.2 未知相位情况下的修正符号检测器 …… 234
9.3 Wilcoxon 检测器 …… 236
9.3.1 Wilcoxon 检测器原理 …… 236
9.3.2 未知相位情况下的修正 Wilcoxon 检测器 …… 237
9.4 两样本符号和两样本 Wilcoxon 检测器 …… 239
9.4.1 广义符号检测器 …… 239
9.4.2 修正的广义符号检测器 …… 240
9.4.3 Mann-Whitney 检测器 …… 245
9.5 序贯检测 …… 245
9.5.1 非参量 CFAR 处理的两种结构形式 …… 245
9.5.2 序贯检测原理 …… 246
9.5.3 两种二级 CFAR 检测器 …… 248
9.6 比较与小结 …… 254
参考文献 …… 254
第 10 章 频域 CFAR 处理 …… 257
10.1 引言 …… 257
10.2 信号和杂波噪声的 DFT 处理 …… 257
10.3 频域的 CA—CFAR 检测器 …… 259
10.3.1 频域 CA—CFAR 检测器 …… 259
10.3.2 MTI-FFT-频域 CA—CFAR 方案 …… 260
10.4 双通道频域 CFAR 检测器 …… 265
10.4.1 系统结构 …… 265
10.4.2 系统工作性能 …… 266
10.5 比较与小结 …… 267
参考文献 …… 268
第 11 章 其它 CFAR 处理方法 …… 270
11.1 引言 …… 270
11.2 阵列信号的 CFAR 处理 …… 270

需要全本请访问 www.ertongbook.com

11.2.1 Reed, Mallett 和 Brennan 的工作 …… 270
11.2.2 基于广义似然比检验的算法 …… 270
11.2.3 自适应匹配滤波 CFAR 检测器 …… 271
11.3 数据融合分布式 CFAR 处理 …… 272
11.4 相关信号的 CFAR 处理 …… 273
11.5 极化 CFAR 处理 …… 274
11.6 应用图象处理技术的 CFAR 处理 …… 275
11.7 雷达其它部分的 CFAR 处理 …… 275
11.8 小结 …… 276
参考文献 …… 276
第 12 章 回顾、建议与展望 …… 279
12.1 回顾 …… 279
12.2 问题与建议 …… 280
12.3 研究方向展望 …… 281
参考文献 …… 282
英文缩略语 …… 285

CONTENTS

Preface ····· XVII
Reference ····· XIX
Chapter 1 Principles of Automatic Radar Detection ····· 1
1.1 Fundamental Problems ····· 1
1.1.1 Maximum Detection Range ····· 2
1.1.2 False Alarm Rate ····· 3
1.2 Swerling Models for Target Radar Crosss Section Fluctuation ····· 4
1.3 Classical Problems of Automatic Detection ····· 5
1.3.1 Description of Basic Models ····· 5
1.3.2 Single-Pulse Detection ····· 7
1.3.3 Mutiple-Pulse Detection ····· 17
1.4 Summary ····· 31
Reference ····· 31
Chapter 2 Mean-Level Type CFAR Detectors ····· 32
2.1 Introduction ····· 32
2.2 Description of Basic Models ····· 32
2.3 CA—CFAR Detector ····· 36
2.4 GO, SO—CFAR Detectors ····· 37
2.5 WCA—CFAR Detector ····· 38
2.6 Logarithmic CA—CFAR Detector ····· 39
2.7 Single Pulse Linear CA—CFAR Detector ····· 39
2.8 Mutiple-Pulse CA—CFAR Detector ····· 40
2.8.1 CA—CFAR Detector with Double Threshold ····· 40
2.8.2 Mutiple-Pulse Linear CA—CFAR Detector ····· 40
2.9 Performance of ML CFAR Detectors in Homogeneous Background ····· 42
2.10 Performance of ML CFAR Detectors in Multiple Target Situations ····· 43
2.11 Performance of ML CFAR Detectors in Clutter Edge Situation ····· 45
2.12 Comparison and Summary ····· 47
Reference ····· 48
Chapter 3 Order Statistics Type CFAR Detectors ····· 51
3.1 Introduction ····· 51
3.2 Description of Basic Models ····· 51
3.3 OS—CFAR Detector ····· 52

3.4 CMLD—CFAR Detector ····· 54
3.5 TM—CFAR Detector ····· 55
3.6 Other OS Type CFAR Detectors ····· 57
3.6.1 Maxium Type Order Statistics CFAR Detectors ····· 57
3.6.2 OSGO, OSSO—CFAR Detectors ····· 57
3.7 Performance of OS Type CFAR Detectors in Homogeneous Background ····· 58
3.8 Performance of OS Type CFAR Detectors in Multiple Target situations ····· 59
3.9 Performance of OS Type CFAR Detectors in Clutter Edge Situation ····· 61
3.10 Comparison and Summary ····· 62
Reference ····· 64
Chapter 4 GOS Type CFAR Detectors with Automatic Censoring Technique ····· 66
4.1 Introduction ····· 66
4.2 Description of Basic Models ····· 66
4.2.1 Model Description of OS—OS Type CFAR Detectors ····· 66
4.2.2 Model Description of OS—CA Type CFAR Detectors ····· 70
4.3 GOSCA, GOSGO, GOSSO—CFAR Detectors ····· 71
4.3.1 GOSCA—CFAR Detector ····· 71
4.3.2 GOSGO—CFAR Detector ····· 73
4.3.3 GOSSO—CFAR Detector ····· 75
4.4 MOSCA, OSCAGO, OSCASO—CFAR Detectors ····· 76
4.4.1 MOSCA—CFAR Detector ····· 76
4.4.2 OSCAGO—CFAR Detector ····· 78
4.4.3 OSCASO—CFAR Detector ····· 80
4.5 Performance of GOS Type CFAR Detectors in Homogeneous Background and Multiple Target Situations ····· 82
4.5.1 Performance of GOS Type CFAR Detectors in Homogeneous Background ····· 82
4.5.2 Performance of GOS Type CFAR Detectors in Multiple Target Situations ····· 83
4.6 Performance of GOS Type CFAR Detectors in Clutter Edge Situation ··· 86
4.6.1 Performance of GOSCA—CFAR Detectors in Clutter Edge Situation ····· 86
4.6.2 Performance of GOSGO, GOSSO—CFAR Detectors in Clutter Edge Situation ····· 90
4.6.3 Performance of MOSCA—CFAR Detector in Clutter Edge Situation ····· 94

4.6.4 Performance of OSCAGO, OSCASO—CFAR Detectors in Clutter Edge Situation ····· 98
4.7 Comparison and Summary ····· 106
4.7.1 Homogeneous Background ····· 106
4.7.2 Multiple Target Situations ····· 106
4.7.3 Clutter Edge Situation ····· 107
Reference ····· 107
Chapter 5 Adaptive CFAR Detectors ····· 109
5.1 Introduction ····· 109
5.2 CCA—CFAR Detector ····· 109
5.3 HCE—CFAR Detector ····· 111
5.4 E—CFAR Detector ····· 113
5.4.1 E—CFAR Detector Architecture ····· 113
5.4.2 Performance of E—CFAR Detector in Homogeneous Background ····· 114
5.4.3 Performance of E—CFAR Detector in Multiple Target Situations ····· 115
5.5 OSTA—CFAR Detector ····· 116
5.5.1 Principle of OSTA—CFAR Detector ····· 116
5.5.2 Performance of OSTA—CFAR Detector in Clutter Edge Situation ····· 117
5.5.3 Performance of OSTA—CFAR Detector in Multiple Target Situations ····· 117
5.6 VTM—CFAR Detector ····· 118
5.6.1 Principle of VTM—CFAR Detector ····· 118
5.6.2 Performance of VTM—CFAR Detector in Homogeneous Background ····· 119
5.6.3 Performance of VTM—CFAR Detector in Multiple Target Situations ····· 120
5.6.4 Performance of VTM—CFAR Detector in Clutter Edge Situation ····· 120
5.6.5 Choice of Parameters for VTM—CFAR Detector ····· 121
5.7 A Series of CFAR Detectors of Himonas ····· 122
5.7.1 GCMLD—CFAR Detector ····· 122
5.7.2 GO/SO CFAR Detector ····· 124
5.7.3 ACMLD—CFAR Detector ····· 126
5.7.4 GTL-CMLD—CFAR Detector ····· 127
5.7.5 ACGO—CFAR Detector ····· 131

5.8 Other Adaptive CFAR Detectors ····· 133
5.8.1 Double Adaptive CFAR Detector ····· 133
5.8.2 AC—CFAR Detector ····· 133
5.8.3 Improved CA—CFAR Detector ····· 134
5.8.4 Adaptive Length CFAR Detector ····· 134
5.9 Comparison and Summary ····· 135
Reference ····· 136
Chapter 6 CFAR Technique in Weibull and Log-normal Clutter Background ····· 138
6.1 Introduction ····· 138
6.2 Detection Strategy in Weibull and Log-normal Clutter ····· 139
6.2.1 Single-Pulse Linear Detection ····· 139
6.2.2 Multiple-Pulse Linear Detection ····· 143
6.2.3 Double Threshold Detection ····· 146
6.2.4 Logarithmic Detection ····· 147
6.3 Cell Averaging CFAR Detector ····· 149
6.3.1 Single-Pulse Linear Cell Averaging CFAR Detector ····· 150
6.3.2 Multiple-Pulse Linear Cell Averaging CFAR Detector ····· 153
6.3.3 Double Threshold Cell Averaging CFAR Detector ····· 155
6.4 Logarithmic Detector with High Pass Filter ····· 156
6.5 Log-t CFAR Detector ····· 158
6.6 Summary ····· 164
Reference ····· 164
Chapter 7 Biparametric CFAR Techniques ····· 166
7.1 Introduction ····· 166
7.2 OS—CFAR Detectors in Weibull Clutter ····· 166
7.2.1 OSTWO—CFAR Detector ····· 166
7.2.2 Estimation of Threshold Based on Two Ordered Samples ····· 169
7.2.3 Estimation of c Based on Estimates of Expectation and Median of Reference Samples ····· 172
7.3 MLH—CFAR Detector ····· 177
7.3.1 MLH—CFAR in Weibull Clutter with Known Shape Parameter ····· 177
7.3.2 MLH—CFAR in Weibull Clutter with Unknown Shape Parameter ····· 179
7.3.3 Detection Probability and CFAR Loss ····· 181
7.4 BLUE—CFAR Detectors ····· 184
7.4.1 BLUE in Weibull Clutter ····· 184
7.4.2 BLUE in Log-normal Clutter ····· 191

7.4.3 Other Methods and Research ····· 196
7.5 Comparison and Summary ····· 196
Reference ····· 197
Chapter 8 CFAR Processing in K Distributed and Rice Distributed Clutter ····· 199
8.1 Introduction ····· 199
8.2 Basic Mathematical Models ····· 199
8.2.1 Compound Model of K Distributed Clutter ····· 199
8.2.2 Correlated K Distributed Clutter Model ····· 201
8.2.3 Simulation of Correlated K Distributed Clutter ····· 202
8.2.4 Rice Distributed Clutter Model ····· 202
8.3 Detection in K Distributed Sea Clutter and Thermal Noise ····· 203
8.3.1 Matching of K Distribution to Recorded Data ····· 203
8.3.2 Calculation of Target Detection in Clutter and Noise ····· 204
8.3.3 Analysis of Detection Performance in K Distributed Sea Clutter and Thermal Noise ····· 206
8.4 CFAR Processing in K Distributed Clutter ····· 208
8.4.1 CFAR Detection in K Distributed Clutter with Uncorrelated Modulation Process ····· 208
8.4.2 CFAR Detection in K Distributed Clutter with Completely Correlated Modulation Process ····· 214
8.4.3 CFAR Detection in K Distributed Clutter with Partially Correlated Modulation Process ····· 216
8.4.4 Optimal CFAR Detection ····· 220
8.5 CFAR Processing in Rice Distributed Clutter ····· 221
8.5.1 Likelihood Ratio Detector ····· 222
8.5.2 CFAR Detector Combined with Clutter Map ····· 222
8.5.3 Performance Improvement of Zero-Speed Channel of MTD Radar ····· 225
8.6 Summary ····· 226
Reference ····· 227
Chapter 9 Nonparametric CFAR Processing ····· 230
9.1 Introduction ····· 230
9.2 Sign Detector ····· 231
9.2.1 Principle of Sign Detector ····· 232
9.2.2 Modified Sign Detection for Unknown Phase ····· 234
9.3 Wilcoxon Detector ····· 236
9.3.1 Principle of Wilcoxon Detector ····· 236
9.3.2 Modified Wilcoxon Detection for Unknown Phase ····· 237

需要全本请访问 www.ertongbook.com