

雷达极化 抗干扰技术

ADAR

李永祯 肖顺平 王雪松 等著



國防工業出版社

National Defense Industry Press

雷达极化抗干扰技术

李永祯 肖顺平 王雪松 著
王伟 施龙飞

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

雷达极化抗干扰技术/李永祯等著. —北京: 国防工业出版社, 2010.9

ISBN 978 -7 -118 -06971 -6

I. ①雷… II. ①李… III. ①雷达抗干扰—研究
IV. ①TN974

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 163669 号

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)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 880×1230 1/32 印张 9 1/2 字数 281 千字

2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 32.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422 发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535 发行业务: (010) 68472764

前 言

随着现代电子战的迅猛发展以及战场电磁环境的日趋复杂和恶劣，最大限度地挖掘和利用雷达传感系统所获得的电磁信息，提高雷达抗干扰能力和生存能力，进而适应复杂多变的战场环境，已经成为雷达信息处理技术领域所面临的基础课题和紧迫任务。

极化反映了电磁波的矢量特性，雷达对电磁波极化信息的提取和利用，可以有效地提高其抗干扰、目标检测和目标识别的能力。随着人们对极化信息认识、开发和利用的不断深入，雷达极化问题的研究引起了美、俄、英、法、意、日等发达国家相关专家的高度关注和浓厚的研究兴趣，积累了一批基础性研究成果并逐渐迈入实用阶段，在电磁波极化表征、极化 SAR 成像、增强目标检测和识别能力等方面取得了一批极富学术价值的研究成果，已广泛应用于机载/星载合成孔径雷达、地基防御雷达以及气象雷达等多种体制雷达系统中。但是，极化信息在雷达抗干扰领域的应用则发展缓慢，目前仍然是采用一些简单的极化抗干扰方法，如采用极化捷变来实现抗干扰等，对极化信息的挖掘和利用相对不够充分，难以应对越来越智能化、灵巧化的先进雷达干扰。

作者近年来结合国家自然科学基金重点项目和青年基金项目以及“十一五”国防预研等项目的工作，在雷达极化测量、压制干扰极化抑制、欺骗干扰的极化识别和抑制等方面取得了一批富有学术意义和工程应用的研究成果，以此为主要基础，撰写了本书，对雷达极化抗干扰技术进行了深入探讨，供相关领域科技工作者阅读参考。

全书共分 6 章。第 1 章简要归纳、评述了雷达干扰与抗干

扰的研究现状和发展趋势，论述了雷达极化抗干扰的相关理论、应用成果以及亟需解决的前沿问题；第2章介绍了雷达极化的一些基础理论，系统阐述了电磁波和雷达目标极化特性的各种表征方法及其相互关系，着重从物理层面揭示了雷达目标信号、干扰信号的极化本质特征，为极化信息用于雷达抗干扰提供物理基础和数学工具；第3章介绍了几种雷达极化测量方法，着重讨论了一种能够同时获得良好自相关特性和互相关特性的复合编码同时极化测量方法；第4章主要阐述了极化抗噪声压制干扰的方法，重点讨论了噪声压制干扰的自适应极化迭代滤波方法和干扰背景下的目标极化增强方法；第5章主要阐述了极化抗有源假目标欺骗干扰的相关问题，分析了有源假目标和雷达目标的极化特性，并以此为基础，着重讨论了几种基于极化域特征差异进行识别有源真假目标的方法及其识别性能；第6章主要阐述了极化抗有源角度欺骗干扰的相关问题，着重讨论了交叉极化角度欺骗和两点源角闪烁等角度欺骗干扰的极化抑制方法及其抑制性能。

本书由李永祯副教授、肖顺平教授、王雪松教授、王伟教授和施龙飞博士后执笔。在本书的撰写过程中，庄钊文教授、王国玉研究员、蒋兴才教授、汪连栋研究员、张文明副教授、徐振海副教授、王涛副研究员和代大海讲师等提供了多方面的支持和帮助，同时还得到了李金梁、马梁、常宇亮、刘进、胡万秋、刘勇、戴幻尧等研究生的帮助。本书的研究内容还得到了黄培康院士和毛二可院士的指导，在此一并表示衷心的感谢！

由于时间仓促，水平有限，书中不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

作者

2010年5月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 雷达对抗技术的发展现状	2
1.2.1 雷达干扰技术的发展现状	2
1.2.2 雷达抗干扰技术的发展现状	4
1.3 雷达极化抗干扰技术的发展现状	8
1.3.1 雷达极化学的发展现状和趋势	9
1.3.2 雷达极化测量技术的发展现状和趋势	12
1.3.3 极化抗压制干扰的发展现状和趋势	17
1.3.4 极化抗欺骗干扰的发展现状和趋势	19
第 2 章 雷达极化基础理论	22
2.1 引言	22
2.2 电磁波的极化及其表征	23
2.2.1 完全极化电磁波及其表征	23
2.2.2 部分极化电磁波及其表征	27
2.2.3 瞬态极化电磁波及其表征	30
2.2.4 随机极化电磁波及其表征	34
2.2.5 电磁波极化表征方法的相互关系	35
2.3 天线的极化特性及其表征	36
2.3.1 天线极化特性的表征	37
2.3.2 基于测量数据的雷达天线极化特性分析	40
2.4 雷达目标的极化特性及其表征	50
2.4.1 经典表征方法	50
2.4.2 瞬态极化表征方法	57
2.4.3 典型雷达目标的极化特性分析	63
2.5 小结	79

第 3 章	雷达极化测量方法	80
3.1	引言	80
3.2	分时极化体制测量方法	82
3.3	同时极化体制测量方法	85
3.3.1	同时极化体制测量原理	85
3.3.2	复合编码同时极化体制测量方法	89
3.4	基于辅助天线的雷达目标极化散射矩阵的估计方法	97
3.4.1	主辅天线的接收信号模型	98
3.4.2	极化散射矩阵的估计算法	100
3.4.3	基于暗室测量数据的仿真分析	103
3.5	小结	106
第 4 章	噪声压制式干扰的极化抑制	107
4.1	引言	107
4.2	单极化雷达抗噪声压制干扰	108
4.2.1	噪声压制式干扰的分类与特点	108
4.2.2	单极化干扰的极化损耗	113
4.2.3	随机极化干扰的极化损耗	116
4.2.4	典型场景极化损耗的建模仿真与结果分析	117
4.3	全极化雷达抗噪声压制干扰	122
4.3.1	极化状态参数的估计	123
4.3.2	典型极化滤波器	125
4.3.3	自适应极化迭代滤波及其性能分析	130
4.3.4	干扰背景下的目标极化增强	142
4.3.5	基于辅助天线的自卫压制干扰的极化对消方法	151
4.4	极化对抗性能的评估指标和评估方法	160
4.4.1	压制干扰的典型评估指标	161
4.4.2	极化对抗性能的评估指标	163
4.4.3	压制式干扰效果的评估方法	164
4.5	小结	165
第 5 章	欺骗式假目标干扰的极化鉴别	166
5.1	引言	166

5.2	有源多假目标的极化鉴别	167
5.2.1	有源欺骗式干扰的分类与特点	167
5.2.2	极化雷达的接收信号模型	170
5.2.3	有源假目标极化识别方案的设计	172
5.2.4	真假目标极化识别的性能分析	174
5.3	转发式假目标干扰的极化鉴别	180
5.3.1	固定极化假目标的鉴别	181
5.3.2	极化调制假目标的鉴别	199
5.4	拖引欺骗干扰的极化鉴别	214
5.4.1	雷达距离拖引欺骗干扰的原理	215
5.4.2	距离拖引干扰的极化识别与抑制	216
5.4.3	计算机仿真与结果分析	223
5.5	基于辅助天线的有源假目标的极化鉴别	225
5.5.1	主辅天线的接收信号模型	226
5.5.2	有源假目标欺骗干扰的极化鉴别	228
5.5.3	极化鉴别的性能分析	230
5.6	有源假目标干扰效果的评估指标和方法	233
5.6.1	有源假目标干扰效果的影响因素	234
5.6.2	有源假目标干扰效果的评估指标体系	236
5.6.3	有源假目标干扰效果的评估方法	240
5.7	小结	241
第6章	角度欺骗干扰的极化抑制	242
6.1	引言	242
6.2	交叉极化角度欺骗干扰的极化识别与抑制	243
6.2.1	交叉极化角度欺骗干扰的建模	243
6.2.2	极化雷达的角度测量算法	247
6.2.3	交叉极化角度欺骗干扰的识别与抑制	248
6.3	低空镜像角闪烁“干扰”的极化抑制	254
6.3.1	扩展目标的角闪烁及其抑制	254
6.3.2	低空远距离区角闪烁模型	257
6.3.3	目标、镜像回波参数	260

6.3.4	两点源角闪烁极化抑制原理.....	263
6.3.5	极化分集的设计.....	264
6.3.6	仿真实验与结果分析.....	269
6.4	小结.....	275
附录 1	276
附录 2	277
附录 3	278
参考文献	280

第1章 绪论

1.1 引言

随着现代电子战的迅猛发展,以武器及其平台的隐身、电子干扰、超低空突防、反辐射导弹为代表的电子战技战术使用对雷达系统的工作性能与生存能力构成了越来越严峻的挑战和威胁。因此,雷达抗干扰问题日益成为雷达技术领域极为重要的研究内容^[1,12]。

雷达干扰大致分为压制式干扰和欺骗式干扰两类,前者主要依赖能量压制达到干扰雷达检测的目的,后者主要通过产生虚假目标信号或干扰雷达参数测量达到掩护目标、消耗雷达资源的目的。本质上,雷达抗干扰就是利用干扰信号与有用信号(如目标回波)的特征差异,抑制干扰而保留或增强有用信号。干扰信号与有用信号的特征差异可能在时域、频域、空域和极化域的任一个域中出现,相应地也存在着不同域的抗干扰方法。

目前,现役战术/战略雷达大多工作于水平或垂直极化状态,而有所源雷达干扰的极化状态多数设计为圆极化或 $45^\circ/135^\circ$ 斜极化,主要是在时域、频域和空域进行对抗,相关技术已经比较成熟,而国内雷达/雷达对抗学术界和工业部门对极化域的对抗还考虑得比较少,极化信息在雷达抗干扰方面的潜力尚未被充分认识和挖掘,对雷达极化抗干扰性能的定量评估更是甚少关注^[1-15]。

极化反映了电磁波的矢量特性,雷达对电磁波极化信息的提取和利用,可以有效地提高其抗干扰、目标检测和目标识别的能力^[1-9]。随着人们对极化信息认识、开发和利用的不断深入,极化信息获取与处理技术已广泛应用于机载/星载合成孔径雷达、地基防御雷达、毫米波制导雷达以及气象雷达等雷达系统中,极化测量雷达和雷达极化学的研究已成为当前雷达技术发展的热点。为此,以高精度极化测量能力为基础,以目标、干扰极化特征差异为前提,充分挖掘极化信息的潜

力,发展极化抗干扰技术,必然会提高雷达应对复杂电磁环境的能力。同时,随着雷达抗干扰向综合化(综合利用时域、频域、空域、极化域的各种信息、各种技术手段)和网络化(综合利用各种平台)的方向发展^[13-15],极化信息作为电磁波的一种基本信息,与传统的时域、频域、空域信息的配合使用,将有助于解决雷达抗干扰中亟待解决的一些难题,并有望成为雷达抗干扰技术发展的一个新的推动力。

以作者近年来在雷达极化抗干扰方面的研究成果为基础写成本书,共6章:第1章着重介绍了雷达极化抗干扰技术方面的研究进展;第2章介绍了雷达极化的一些基础理论,并从物理层面揭示了雷达目标信号、干扰信号的极化本质特征;第3章介绍了雷达极化信息测量方法;第4章介绍了噪声压制干扰背景下的极化抑制和目标极化增强方法;第5章介绍了利用极化信息鉴别真、假目标的研究成果;第6章讨论了典型角度欺骗干扰的极化抑制方法。本书内容以战场电磁环境为背景,充分考虑了工程应用中涉及的重要影响因素,其方法和结论对于雷达系统优化设计、提高雷达抗干扰和目标识别能力等科学研究和工程应用具有指导意义。

1.2 雷达对抗技术的发展现状

在探讨雷达极化抗干扰问题之前,首先简要阐述雷达干扰与抗干扰技术的发展现状和趋势,简要分析雷达干扰与抗干扰问题中所涉及的极化信息,以及极化信息在解决相关问题中所起到的作用。

1.2.1 雷达干扰技术的发展现状

雷达干扰和雷达抗干扰之间的矛盾对立关系决定了它们的发展是针锋相对而又密不可分的,任何一方由于新技术的采用而形成的短暂优势,都会很快被另一方有针对性的技术进步所打破,从而形成了雷达干扰和雷达抗干扰技术交替发展的局面。

1. 雷达干扰技术发展历程^{[12-15], [229-232]}

雷达干扰技术的发展总是和雷达本身的发展水平息息相关,其发展过程大致分为以下几个阶段。

(1) 20 世纪四五十年代, 雷达波形比较简单, 工作频段相对固定, 几乎没有抗干扰能力, 这一时期的雷达干扰样式也比较简单, 主要是瞄准式和阻塞式噪声干扰, 干扰对象主要是警戒雷达或目标指示雷达。

(2) 20 世纪六七十年代, 雷达系统采用了多种抗干扰技术, 如频率捷变、脉宽捷变、重复周期捷变等, 有效地减轻或消除了噪声干扰和简单欺骗干扰的影响, 此阶段对干扰技术的研究也相应出现了一个高潮, 具体表现为: 一方面研究了更大功率和更宽频率覆盖范围的噪声干扰技术, 以改善噪声干扰的压制效果; 另一方面开发了具有多种欺骗干扰样式的应答式和转发式干扰机, 干扰样式包括距离欺骗、角度欺骗、速度欺骗、倒圆锥扫描、距离波门拖引以及噪声/欺骗双模干扰等, 并先后成功应用于干扰机系统。

(3) 20 世纪 70 年代末 80 年代初以后, 随着计算机、大规模集成电路、固态功率放大器、微波单片集成电路、高效固态功率模块以及固态相控阵天线等技术或器件的成熟和应用, 一些新体制雷达(如脉冲多普勒雷达、脉冲压缩雷达、相控阵雷达、合成孔径雷达等)相继问世并得到了广泛的应用, 这些新体制雷达采用了许多新技术, 如波形调制、相参积累、超低旁瓣天线、旁瓣对消等, 大大提高了雷达系统的抗干扰能力, 同时也促进了新型雷达干扰技术的发展, 如灵巧干扰、分布式干扰和高逼真欺骗式干扰等。

2. 雷达干扰技术的发展趋势

为了应对日益发展的雷达抗干扰技术, 雷达干扰技术呈现综合化、分布化、灵巧化的发展趋势^[12], 综合时域、频域、空域和极化域进行对抗。

1) 综合化干扰

由于雷达干扰技术针对性较强, 一种干扰手段通常只能对一两种抗干扰措施有效, 而目前雷达抗干扰技术已经向综合化方向发展, 如相控阵扫描、单脉冲跟踪、旁瓣对消、脉冲压缩、相干积累、频率捷变、重频参差、脉宽捷变、波形捷变等抗干扰措施可以相互兼容、综合运用。因此, 唯有综合利用多种干扰手段, 对敌方雷达系统实施干扰, 才能发挥作用。

2) 分布化干扰

随着雷达技术的发展,超低旁瓣天线、旁瓣对消等抗干扰措施使旁瓣干扰异常困难,应用少量干扰机难以形成大范围干扰区域以掩护己方目标,只有采用众多的主瓣干扰机才能达到战术目的。此外,雷达组网使传统的“一对一”方式的干扰失效,必须要发展“面对面”的干扰。分布式干扰是一种按一定规律布放的干扰群,可以形成数目众多的主瓣干扰,是实现“面对面”干扰和对雷达组网进行干扰的有效途径。

3) 灵巧化干扰

单一、固定的干扰信号样式往往难以对付变化的抗干扰措施,为此必须及时改变干扰信号的样式,以对抗不同雷达的抗干扰方式。另一方面,先进雷达往往具有复杂、精巧的信号特征,它们使噪声干扰的对抗效果大大降低,为此,必须发展精巧的干扰信号样式。灵巧干扰是指干扰信号的样式(结构和参数)可以根据干扰对象和干扰环境灵活地变化,或干扰信号的特征与目标回波信号非常相似,前者称为自适应干扰,后者称为高逼真欺骗干扰。

随着极化信息在雷达中的应用,极化干扰技术亦逐渐受到重视,据相关文献报道^[15],美国国防部在2001财年—2005财年就已经开始对具有极化捷变能力的干扰机研制项目进行支持。

1.2.2 雷达抗干扰技术的发展现状^{[12-15], [229-232]}

雷达抗干扰本质上是利用干扰信号与有用信号(如目标回波)的特征差异,抑制干扰的同时保留或增强有用信号。干扰信号与有用信号的特征差异可能在时域、频域、空域和极化域的任一个域中出现,相应地也存在着不同的抗干扰方法,同时也形成了联合域的抗干扰方法。下面简要阐述雷达在时域、空域、频域和极化域上的抗干扰技术。

1. 时域抗干扰方面

雷达在时域的抗干扰措施主要有距离选通、前沿跟踪、重频捷变等。

1) 距离选通

跟踪雷达在跟踪目标时,为了减少关联错误,需要应用距离选通措施。搜索雷达为了防异步干扰和降低虚警概率,也要应用距离选通或视频积累抗干扰措施来确认目标。距离选通利用的是目标回波短时

间内连续在同一距离上出现，而干扰、杂波或噪声在距离轴上出现的位置较随机。

同步干扰信号与雷达发射脉冲同步，雷达会把这种干扰信号误认为是目标回波信号，因此，同步干扰是对抗距离选通的有效措施。

2) 前沿跟踪

前沿跟踪是跟踪雷达常用的一种抗干扰措施，它利用距离拖引假目标滞后于目标回波的特点，控制距离门跟踪最前面的信号或跟踪回波脉冲的前沿。

对抗“抗拖距”的方法是应用“脉冲+噪声”或“脉冲+同步投放箔条”的复合干扰，由于噪声或箔条可以在目标回波信号的前面出现，故它们可以诱使前沿跟踪电路不断跟踪最前面的噪声或箔条信号，从而把雷达距离跟踪波门引离目标。此外，针对线性调频（LFM）信号的距离前向拖引干扰也可以有效对付前沿跟踪措施。

对于拖引干扰，第5章所介绍的假目标鉴别方法可以用于识别真实目标和拖引假目标。

3) 重频捷变

重频捷变对现有雷达对抗设备而言是一种简单而有效的反侦察、抗干扰措施，重频捷变使侦察设备的信号分选、识别困难，并使干扰机难以施放同步干扰，特别是重频捷变与频率捷变相结合，可使干扰方在收到雷达脉冲前不能在时域和频域上实施瞄准干扰，大大降低有效干扰的区域。

重频捷变、频率捷变虽然可以一定程度上对抗同步假目标干扰，但仍然存在两个问题：一是对于线性调频信号的情况，干扰方通过对采集到的线性调频信号进行适当的多普勒调制，利用线性调频信号的距离—多普勒耦合特性，可形成前置假目标；二是即使雷达不采用线性调频信号，滞后的假目标信号仍然可以掩盖干扰机后方的被掩护目标。因此，对于高逼真度的实时转发假目标而言，目前还没有很成功的抗干扰措施，在第5章中介绍的极化鉴别方法是对抗这类假目标干扰的一种尝试。

2. 空域抗干扰方面

空域抗干扰措施主要包括超低旁瓣天线、旁瓣对消、旁瓣匿隐、

单脉冲测角、相控阵扫描等。

1) 超低旁瓣天线、旁瓣对消、旁瓣匿隐

超低旁瓣天线的旁瓣电平比传统雷达低 15dB~20dB, 大大降低了从雷达天线旁瓣进入的有源干扰、箔条干扰和地(海)杂波干扰的强度, 削弱了旁瓣干扰的效能。同时, 也使从旁瓣辐射的雷达信号强度降低至原来的 1/30 以下, 使干扰侦察系统对雷达旁瓣信号的侦察、测向、定位更加困难。对抗超低旁瓣天线雷达的主要方法就是使侦察和干扰设备与被保护平台处于同一方向, 甚至是同一平台(即自卫式干扰)。

旁瓣对消是现代雷达普遍采用的空域滤波措施, 该技术可有效地对付支援式干扰。但同样地, 当目标与干扰角度位置接近时, 则经典对消算法会将目标回波信号也一并对消, 因此通常认为旁瓣对消对自卫式干扰是无效的。

在这种情况下, 如果目标回波与干扰在极化上存在差异, 则依然可以从极化域将干扰对消, 自适应极化对消器(Adaptive Polarization Canceller, APC)即是一种最典型的干扰抑制极化滤波器, 第 4 章将对其进行介绍。

2) 单脉冲测角

单脉冲角跟踪可以在一个脉冲内提取信号的到达方向信息, 并且可以被动(无源)地测量和跟踪干扰源, 这对于携带自卫式有源干扰机的作战平台构成了严重威胁。

对抗单脉冲测角的干扰方式是角欺骗干扰, 主要包括各种有/无源角欺骗诱饵, 如美军的 FOTD(光纤拖曳式诱饵)成为多种战斗机、攻击机、轰炸机及电子战飞机的标准配置。第 6 章介绍了利用极化信息抑制角欺骗干扰的方法, 具有一定的工程参考价值。

3) 相控阵扫描

相控阵天线扫描捷变是利用相控阵天线的电子扫描特性, 使雷达天线照射目标的时间呈现很大的不确定性, 从而使电子战支援接收机对雷达的侦察、识别、定位非常困难, 因而会降低干扰的有效性。

有效对抗相控阵扫描雷达或其他参数捷变雷达的关键是使干扰机具有极快的响应速度, 以便及时、准确地把干扰信号瞄准、发射出

去。现代干扰设备能在几微秒的时间内实现准确的频率瞄准和角度瞄准，并施放有效的干扰，是对抗相控阵天线扫描捷变的有效措施。

3. 频域抗干扰方面

频域抗干扰措施主要有频率捷变、窄带滤波和频谱扩展等。

1) 频率捷变

频率捷变是迄今为止最为广泛使用的一种抗干扰措施，它可以使侦察机难以准确分辨、识别雷达辐射源，并使干扰机难以使用瞄频干扰。

为了对抗雷达的捷变频措施，干扰方必须大力提高瞄频速度，缩短瞄频时间。在简单电磁环境下，现代干扰机可以在零点几微秒的时间内、几千兆赫带宽上进行瞬时测频，精度可达到 1MHz 的量级，甚至更高。

2) 窄带滤波

窄带滤波是利用目标与干扰、杂波在频谱上的差别，提取目标而滤除干扰、杂波。如在脉冲多普勒 (PD)、动目标显示 (MTI) 和动目标检测 (MTD) 等处理中，利用目标与地 (海) 杂波的多普勒特性差异，在频域将目标提取出来。

3) 频谱扩展

现代雷达发展的一个重要特点是应用扩谱技术，使雷达信号的带宽越来越宽。这一方面是为了提高雷达的距离分辨率，另一方面也降低了发射信号在单位频带内的功率密度，从而降低了被电子侦察设备侦察的概率，是低截获概率 (LPI) 的一个实现途径。

为了侦察、识别频谱扩展信号，各国正在大力发展数字化接收机并应用现代数字信号处理技术，提取淹没在噪声中的雷达信号。

4. 极化域抗干扰方面

在极化域内的雷达干扰和抗干扰也得到了一定的发展，其措施主要有极化滤波和极化鉴别等，相关内容将在 1.3 节介绍。

5. 雷达组网方面

将位于同一个区域内的多部、多种类型的雷达组网，使它们的情报能相互支援、相互补充，从而实现在时域、频域和空域上的多重覆盖，是一种强有力的抗干扰措施。对于雷达组网，任何功能强大的单个干扰设备都难以实现有效对抗，只有用多个干扰设备构成的电子干

扰网来对付雷达组网，即以多对多、以网制网。实现这种电子干扰网的手段就是分布式干扰，就是所谓的“狼群”战术。

综上所述，雷达抗干扰只有充分利用各种信息，并进行高度融合，才能应对日益严重的雷达干扰威胁。对于雷达对抗双方而言，单凭一种技术、一种手段，是难以完全压倒对方的。因此，在智能化、网络化（分布式）的未来雷达电子战中，干扰和抗干扰双方：一方面要积极开发、研究各种干扰、抗干扰手段；另一方面要将各种信息、手段进行综合，充分挖掘现有系统的潜力，实现系统对抗的整体优势。

1.3 雷达极化抗干扰技术的发展现状

无论是雷达干扰，还是雷达抗干扰，凡是涉及电磁波和天线的问题均会涉及极化的问题。从雷达极化抗干扰的角度来看，主要涉及的极化问题如图 1.3.1 所示。

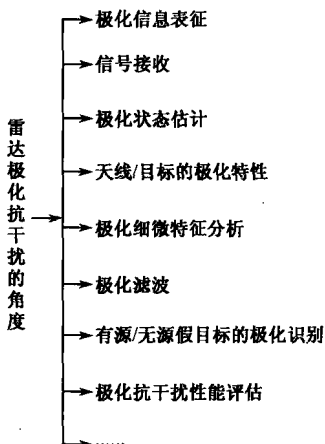


图 1.3.1 雷达抗干扰中涉及到的极化问题

将极化信息应用于雷达目标识别，一直是雷达极化学研究的热点和重点，而极化信息在雷达抗干扰方面的潜力则没有被充分认识和挖掘利用。这实际上与雷达抗干扰和雷达干扰的发展水平以及极化信息