



反辐射导弹 对抗技术

Countermeasure Technology
to Anti-Radiation Missile

曲长文 苏峰 李炳荣 刘卫华 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

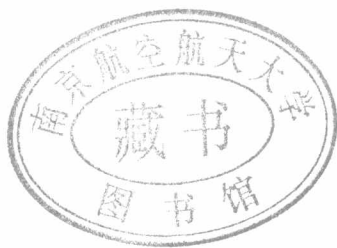
TJ76
1068-2



NUAA2013016261

反辐射导弹对抗技术

曲长文 苏峰 李炳荣 刘卫华 编著



国防工业出版社

· 北京 ·

2013016261

图书在版编目(CIP)数据

反辐射导弹对抗技术/曲长文等编著. —北京:国防工业出版社, 2012. 12

ISBN 978-7-118-08496-2

I. ①反... II. ①曲... III. ①导弹 IV. ①TJ76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 283069 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)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 27¼ 字数 491 千字

2012 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 82.00 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

在现代战争中,雷达作为能够实时、主动、全天候获取信息的探测手段,不但是现代作战指挥系统中收集各种军事情报的传感器,构成了侦察、监视和预警的重要环节,而且是各类武器系统不可缺少的组成部分,构成武器制导的重要环节,在掌握战场态势、实时提供战场情报及武器制导等方面发挥着越来越重要的作用。雷达也就成为现代战争中敌方袭击的首要目标。

反辐射导弹作为一种以雷达为主要攻击目标的杀伤武器,不仅能从实体上摧毁雷达,而且能直接杀伤雷达操作人员,造成雷达操作人员心理上的恐惧感,以致严重削弱其作战能力,对雷达乃至现代防空系统构成严重威胁。

面对反辐射导弹的威胁,雷达是否具有对抗反辐射导弹攻击的能力已经成为防空系统能否有效发挥作用的关键因素,甚至成为决定战争胜负的重要因素。反辐射导弹与反辐射导弹对抗之间的斗争将成为未来信息化战争中电子对抗的一种重要形式,也是空袭与防空对抗的一个重要方面。研究反辐射导弹对抗技术,对于提高雷达乃至防空系统对抗反辐射导弹攻击的能力是非常重要的。

本书根据反辐射导弹的特点、使用及工作过程,全面系统地论述、分析了反辐射导弹对抗技术4个方面的基本内容,即雷达反电子侦察技术、告警技术、干扰技术和拦截技术。雷达反电子侦察是针对反辐射导弹载机的电子侦察设备和反辐射导弹被动雷达导引头的措施,将贯穿于反辐射导弹的整个使用及工作过程,其目的是使敌方的机载电子侦察设备及反辐射导弹被动雷达导引头不能或难于截获、识别和跟踪雷达辐射信号,从而减小被反辐射导弹攻击的可能性。告警用于在足够远的距离上发现来袭的反辐射导弹并实施告警,贯穿于反辐射导弹的整个使用及工作过程,其目的是引导对反辐射导弹实施干扰和拦截。干扰包括反辐射导弹被动雷达导引头和引信的干扰。有源诱偏是针对反辐射导弹被动雷达导引头的角度欺骗干扰,是对反辐射导弹导引飞行段的干扰,其目的是增大反辐射导弹的脱靶量。引信干扰是针对反辐射导弹激光引信的干扰,是对反辐射导弹引信工作阶段的干扰,其目的是使来袭反辐射导弹早炸或失效。拦截是指对反辐射导弹及其载机实施火力攻击。对载机的拦截是指利用作战飞机、

远程防空导弹及中程防空导弹毁伤反辐射导弹载机,在敌方载机发射反辐射导弹前实施,其目的是阻止反辐射导弹的发射。对反辐射导弹拦截是指利用近程防空导弹、超近程防空导弹、超近程高炮及弹炮一体防空武器系统等火力攻击来袭的反辐射导弹,在反辐射导弹发射后实施,其目的是摧毁反辐射导弹。为了方便阅读和使用,第2章简要介绍反辐射导弹及使用;为了兼顾未来发展,第9章简要讨论具有拦截反辐射导弹能力的新概念武器。本书自成体系,为全面了解、学习反辐射导弹对抗技术提供参考,为深入研究反辐射导弹对抗技术提供基础。

全书共分9章。第1章主要介绍反辐射导弹在现代战争中的作用以及反辐射导弹对抗的技术措施。第2章从反辐射导弹的发展历程、特点、组成、武器系统、使用方式、发射方式及使用过程等方面,简要而又全面地介绍反辐射导弹。第3章讨论雷达反电子侦察技术,包括低截获概率雷达和双(多)基地雷达技术。第4章分别讨论对反辐射导弹的告警雷达、红外告警、紫外告警及综合告警技术。第5章针对反辐射导弹被动雷达导引头的特点,分析对被动雷达导引头实施角度欺骗干扰的有源诱偏技术。第6章在介绍反辐射导弹激光引信的基础上,分析对激光引信的有源和无源干扰技术。第7章讨论拦截反辐射导弹的超近程高炮武器系统、近程防空导弹武器系统、超近程防空导弹武器系统及弹炮一体防空武器系统。第8章讨论反辐射导弹对抗的综合措施。第9章介绍未来有可能用于拦截反辐射导弹的新概念武器。

另外,本书参考和引用的文献均为公开出版的文献,并尽可能全部列于参考文献中,但难免有所疏漏,在此对所有参考和引用文献的作者表示感谢。

本书涉及多方面的知识,由于作者水平有限,错误和不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2012年6月于烟台海军航空工程学院

目 录

第1章 绪论	1
1.1 反辐射导弹的作用	1
1.2 反辐射导弹对抗的技术措施	4
第2章 反辐射导弹及使用	11
2.1 反辐射导弹的发展历程	11
2.2 反辐射导弹的特点	16
2.3 反辐射导弹的组成	17
2.4 机载反辐射导弹武器系统	20
2.5 反辐射导弹使用方式	21
2.5.1 “哈姆”反辐射导弹使用方式	21
2.5.2 “阿拉姆”反辐射导弹使用方式	22
2.5.3 现代反辐射导弹使用方式	24
2.6 反辐射导弹发射方式	26
2.6.1 发射限制条件	26
2.6.2 直接对准发射方式	27
2.6.3 非对准发射方式	28
2.7 反辐射导弹使用过程	30
第3章 雷达反电子侦察技术	35
3.1 低截获概率雷达	35
3.1.1 低截获概率雷达发展概况	36
3.1.2 低截获概率雷达基本原理	37
3.1.3 低截获概率雷达的关键技术	41
3.2 双(多)基地雷达	46
3.2.1 双(多)基地雷达概念	46
3.2.2 双基地雷达定位方法	48
3.2.3 双基地雷达方程	50

3.2.4	双基地雷达关键技术	52
第4章	反辐射导弹告警技术	56
4.1	导弹逼近告警系统	56
4.2	反辐射导弹的雷达散射及回波特性	59
4.2.1	反辐射导弹散射特性	59
4.2.2	反辐射导弹速度特性	74
4.2.3	反辐射导弹雷达回波信号	77
4.3	告警雷达技术	87
4.3.1	多普勒频移及相参处理	87
4.3.2	回波的频谱及匹配滤波器	93
4.3.3	动目标显示雷达	100
4.3.4	自适应动目标显示雷达	107
4.3.5	动目标检测雷达	113
4.3.6	脉冲多普勒雷达	118
4.3.7	反辐射导弹告警雷达技术探讨	121
4.4	红外告警技术	126
4.4.1	红外辐射的大气传输特性	126
4.4.2	背景及目标红外辐射特性	128
4.4.3	红外探测器	132
4.4.4	红外告警系统的组成及工作原理	135
4.4.5	红外告警系统的作用距离	137
4.4.6	红外告警的关键技术和发展趋势	140
4.5	紫外告警技术	141
4.5.1	紫外辐射的大气传输特性	142
4.5.2	背景及目标紫外辐射	144
4.5.3	紫外探测器	147
4.5.4	紫外告警系统的组成和工作原理	148
4.6	光电综合告警系统	149
4.7	反辐射导弹综合告警系统	154
第5章	有源诱偏反辐射导弹技术	156
5.1	反辐射导弹有源诱饵	156
5.2	被动雷达导引头	160

5.2.1	被动雷达导引头的功能及组成	160
5.2.2	被动雷达导引头的测向技术	163
5.2.3	被动雷达导引头的特点和局限性	170
5.3	有源诱偏反辐射导弹原理	172
5.3.1	多点源有源诱偏系统诱偏反辐射导弹原理	173
5.3.2	多点源有源诱偏系统诱偏反辐射导弹过程	181
5.4	反辐射导弹在诱偏干扰下的动态飞行过程	183
5.5	两点源有源诱偏系统诱偏反辐射导弹分析	190
5.6	两点源间距的选择	195
5.6.1	两点源的最佳距离	196
5.6.2	两点源间距的上下限	200
5.6.3	反辐射导弹性能参数对诱骗效果的影响	202
5.6.4	反辐射导弹可修正距离分析	206
5.7	有源诱偏系统的要求及设计	208
5.7.1	有源诱偏反辐射导弹的条件	209
5.7.2	有源诱偏系统设计	210
第 6 章	对反辐射导弹引信的干扰	220
6.1	引信概述	220
6.1.1	引信的功能及组成	220
6.1.2	引信的作用过程	222
6.1.3	引信的类型	224
6.2	激光引信	227
6.2.1	激光的特点	227
6.2.2	激光引信的特点	229
6.2.3	激光测距原理	230
6.2.4	激光引信的组成	231
6.2.5	激光引信的光学系统	234
6.2.6	激光引信的定距机制	238
6.2.7	激光引信的作用距离	240
6.3	对反辐射导弹激光引信的干扰	241
6.3.1	激光引信对抗概述	241
6.3.2	激光告警	243

6.3.3	高重频激光距离欺骗干扰技术	248
6.3.4	激光致盲干扰技术	252
6.3.5	激光无源干扰技术	257
6.3.6	对反辐射导弹激光引信的干扰措施	261
第7章	拦截反辐射导弹的杀伤武器	264
7.1	防空系统	264
7.1.1	防空分类	265
7.1.2	防空系统的组成	266
7.1.3	防空武器系统	268
7.2	防空武器系统摧毁反辐射导弹	275
7.2.1	空袭编队及其分布	275
7.2.2	拦截反辐射导弹的防空武器系统	276
7.3	超近程高炮武器系统	278
7.3.1	“密集阵”系统发展历程	279
7.3.2	“密集阵”系统主要技术性能及特点	282
7.3.3	“密集阵”系统组成	284
7.3.4	超近程高炮武器系统的局限性和优势	289
7.4	近程防空导弹武器系统	290
7.4.1	防空导弹武器系统概述	290
7.4.2	近程防空导弹武器系统概述	292
7.4.3	防空导弹武器系统作战过程及组成	293
7.4.4	防空导弹	294
7.4.5	目标探测系统	301
7.4.6	地面制导系统	302
7.4.7	指挥控制系统	308
7.4.8	发射系统	310
7.4.9	支援保障设备	314
7.5	超近程防空导弹武器系统	315
7.5.1	便携式防空导弹武器系统概述	315
7.5.2	便携式防空导弹武器系统的组成	317
7.5.3	便携式防空导弹武器系统的使用	322
7.5.4	车载式超近程防空导弹武器系统	323

7.5.5 舰载超近程防空导弹武器系统	327
7.6 弹炮一体防空武器系统	338
7.6.1 弹炮一体防空武器系统概述	338
7.6.2 弹炮一体防空武器系统组成	340
7.6.3 弹炮一体防空武器系统的防御空域	342
7.6.4 弹炮一体防空武器系统的结构布局	345
7.6.5 弹炮一体防空武器系统的武器选择	346
7.6.6 弹炮一体防空武器系统战术技术指标	350
第8章 反辐射导弹对抗的综合措施	353
8.1 弹炮光电对抗结合武器系统	353
8.2 反辐射导弹对抗的综合系统	357
第9章 拦截反辐射导弹的新概念武器	360
9.1 新概念武器	360
9.2 激光武器	363
9.3 高功率微波武器	371
9.4 电磁脉冲弹	376
9.5 粒子束武器	382
9.6 电磁炮	388
附录 符号表	392
参考文献	404

第1章 绪 论

反辐射导弹(Anti - Radiation Missile, ARM)是一种以雷达或其他电磁辐射源为攻击目标的导弹,对现代防空系统构成严重威胁,是压制防空系统的主要武器之一,也是信息战的重要杀伤武器。反辐射弹已发展了3代,其性能日趋完善,作战使用灵活,在战场上发挥了重要作用,并取得了令人瞩目的战绩。随着反辐射导弹技术的快速发展和反辐射导弹的大量使用,防空系统对抗反辐射导弹的重要性越来越受到世界各国的重视。现代战争要求防空系统具有对抗反辐射导弹的能力。

在现代战争中,雷达构成了侦察、监视和预警的重要环节,发挥着至关重要的作用。雷达也成了现代高技术战争中敌方袭击的首要目标。因此,雷达能否承受敌方打击并生存下来,已经成为防空系统乃至防御体系能否有效发挥作用的关键因素,甚至成为决定战争胜负的重要因素。雷达作为现代防空系统的重要组成部分,是否具有对抗反辐射导弹攻击的能力已成为关系到防空系统生死存亡的问题,也成为衡量防空系统作战性能的重要标志之一。对抗反辐射导弹不仅是防空系统需要考虑的重要因素,而且是防空系统面临的紧迫任务。反辐射导弹及反辐射导弹对抗将成为许多国家竞相发展的重点,它们之间的竞争将成为未来信息化战争中电子对抗的一种重要形式,也是空袭与防空对抗的一个重要方面。

为了使雷达能适应现代高科技条件下的战争,必须采取有效的反辐射导弹对抗措施,以增强雷达的生存能力,保障雷达效能的发挥。深入研究对抗反辐射导弹的技术途径,对于保护防空系统不受攻击,完善防空系统具有非常重要的意义。

1.1 反辐射导弹的作用

雷达作为一种探测工具,作用距离远,工作不受气象条件和太阳照射的限制,在军事和民用领域得到广泛应用。在军事领域,雷达已成为各类军事武器装备的重要组成部分,从尖端武器到常规武器,从防御性武器到进攻性武器,都需

要它。在现代战争中,雷达作为一种获取信息的重要装备,是侦察、预警、监视、跟踪、火控和制导等方面的主要手段,在各种武器系统中起着越来越重要的作用。在国土防空、要地防空和野战防空系统中,雷达都是不可缺少的重要组成部分,而且采取多层次和高密度的方式配置,对来袭飞机构成致命威胁。因此,以干扰和摧毁敌方雷达为重要内容的电子战变得尤为重要。反辐射导弹正是为了破坏和削弱各种雷达在防空系统中的作用而设计的。

反辐射导弹除了具有一般导弹都有的战斗部、发动机、控制系统等部件外,还有一个被动雷达导引头(Passive Radar Seeker, PRS),用以捕获和跟踪敌方雷达辐射的信号,并引导导弹飞向雷达,直至命中雷达。在攻击过程中,若被攻击的雷达关机,导弹仍可借助于记忆装置,继续飞向雷达。反辐射导弹不仅能从实体上摧毁雷达,而且能直接杀伤雷达操作人员,造成雷达操作人员心理上的恐惧感,以致严重削弱其作战能力。反辐射导弹主要用于攻击雷达,故又称为反雷达导弹。

在激烈的空防对抗中,摧毁敌方的各种雷达,就可以破坏敌防空系统,压制敌防空武器系统,为夺取制空权奠定基础。使用反辐射导弹摧毁敌方雷达以首先夺取制电磁权,从而夺取战争主动权,已成为现代战争的一般程式。现有的大多数反辐射导弹是战术空地导弹,其作用:一是摧毁敌方防空系统的雷达,压制敌方防空武器系统,取得制空权;二是用于作战飞机的自卫,使载机免受敌方防空武器的攻击;三是摧毁敌方干扰源,使己方电子设备免受干扰。

自1965年美军在越南战争中首次使用反辐射导弹以来,俄罗斯、英国、法国、德国、瑞典、以色列、巴西等国相继研制了反辐射导弹。澳大利亚、西班牙、韩国、土耳其等国家也纷纷购买反辐射导弹。

从20世纪60年代的越南战争到1995年波黑地区冲突,在这30多年的局部战争和地区冲突中,反辐射导弹都被成功地使用。

1965年美国空军首次使用“百舌鸟”AGM-45A反辐射导弹袭击越南高炮阵地的炮瞄雷达。自1966年起,越南大量使用苏制SA-2地空导弹,美军便专门组建由F-105G和F-4G组成的“野鼬鼠”电子战中队,用“百舌鸟”攻击越南的炮瞄雷达和地空导弹的制导雷达,对越南防空系统构成极大威胁,取得明显效果。

1973年10月,第四次中东战争爆发后,埃及使用苏联提供的SA-6地空导弹和雷达制导的四联装高炮在第一周内就击落78架以色列作战飞机。为此,美国向以色列紧急提供了“百舌鸟”和“标准”反辐射导弹,使以色列迅速扭转了被动局面。

1982年6月,以色列对叙利亚的贝卡谷地袭击中,以军首先用加装了雷达

增效反射装置的无人驾驶飞机引诱叙军部署在贝卡谷地的雷达开机、导弹攻击，从而全面掌握了叙军警戒雷达和防空导弹系统的位置和性能等情况。然后，以军出动大批 F-4G“野鼬鼠”飞机，在距离叙军雷达 35km 处发射大量“百舌鸟”反辐射导弹和以色列自己研制的“狼”式反辐射导弹，很快就摧毁了贝卡谷地的叙军雷达，为 6min 内摧毁叙军 19 个 SA-6 地空导弹阵地创造了有利条件。而在整个袭击过程中，以军只损失了一架战机。战争结束后，美军得出结论：夺取信息战主动权，作战飞机必须挂载反辐射导弹。

在 1982 年的英阿马岛之战中，英军为了压制阿根廷的防空雷达，临时给“火神”轰炸机加装了“百舌鸟”反辐射导弹，很快使阿军雷达遭到严重破坏，造成阿军对反辐射导弹的恐惧心理。致使后期的几次作战中，当“火神”轰炸机尚在 160km 以外时，阿军就将雷达关机，整个防空系统几乎处于瘫痪，从而使英军飞机得以在马岛上空任意轰炸。

1986 年 3 月 24 日，在苏尔特湾国际水域的上空，美国飞机遭到利比亚发射的 6 枚 SA-5 地空导弹的袭击，美国航空母舰随即出动 A-7 攻击机向利比亚苏尔特 SA-5 导弹阵地发射 2 枚“哈姆”反辐射导弹，摧毁 2 部制导雷达，迫使利军停止发射导弹。同年 4 月 15 日，美军空袭利比亚时，舰载机 F/A-18、A-7 向利比亚地空导弹阵地发射 30 多枚“哈姆”和“百舌鸟”的辐射导弹，摧毁 7 个雷达站，迫使利军其他雷达不敢开机，地空导弹失去作用，为美军的空袭扫平了道路。

1991 年爆发的海湾战争是使用反辐射导弹最多的一次。在海湾战争空袭的前 5 天，多国部队就发射了 600 多枚反辐射导弹，摧毁伊拉克地面防空雷达的 90%。两周后，伊军仅有 1 部还在开机工作，伊军的整个防空系统处于瘫痪状态，防空武器系统失去了抵抗能力。在海湾战争中，多国部队发射反辐射导弹达 2000 枚，为多国部队夺取制空权奠定了基础。据美军统计：在使用反辐射导弹之前，平均 10 枚地空导弹就能击落 1 架美军作战飞机；而使用反辐射导弹之后，则需 70 枚地空导弹才能击落 1 架美军作战飞机。

在波黑冲突中，北约部队也使用了反辐射导弹。1995 年 8 月 4 日，2 架从美国“罗斯福”号航空母舰起飞的美军战斗机向克罗地亚塞族的 1 个地空导弹阵地发射 2 枚反辐射导弹，摧毁导弹阵地的雷达。反辐射导弹对压制敌防空系统起到了重要作用，是一种有效的攻击武器。

经过多年的发展，反辐射导弹已有几十种型号、多种战术使用方法，能装备多种类型载机，并由单一的空地型逐步向空舰、舰舰、舰空、地地、地空型发展，在战场上发挥更大的威力。随着科学技术的发展以及现代战争中武器装备的对抗程度日益激烈，促使反辐射导弹向高性能、多用途、轻小型化方向发展。反辐射

导弹在战争中的重要作用,日益受到世界军界的普遍重视。

1.2 反辐射导弹对抗的技术措施

反辐射导弹对雷达及防空系统构成严重威胁,对抗反辐射导弹也就成为雷达及防空系统亟待解决的问题。

反辐射导弹的使用与目标指示设备的类型及作战使用模式有关。反辐射导弹的一般攻击过程是:反辐射导弹载机的电子侦察设备(或雷达告警系统)实时接收雷达的辐射信号,对辐射信号进行分析和分选,选定要攻击的雷达对象,把反辐射导弹被动雷达导引头的跟踪参数锁定在被选定的雷达参数上。当反辐射导弹发射条件满足时,载机即刻发射反辐射导弹。反辐射导弹与载机分离后,首先按照预定的方案弹道飞行;当反辐射导弹被动雷达导引头稳定锁定目标雷达后,转入由被动雷达导引头导引的导引飞行段;当反辐射导弹接近目标时,战斗部引信开启,控制战斗部在最佳时机爆炸。

反辐射导弹对抗是一切用来对抗反辐射导弹攻击的战术、技术措施的总称。反辐射导弹对抗的任务就是降低机载反辐射导弹武器系统的作战效能,或摧毁反辐射导弹及其载机。根据反辐射导弹的攻击过程,对抗反辐射导弹的攻击可以分为2个阶段进行:反辐射导弹发射前和反辐射导弹发射后。在反辐射导弹发射前,应阻碍反辐射导弹发射和拦截反辐射导弹载机。阻碍反辐射导弹发射主要是采用新体制和新技术的雷达,使反辐射导弹载机的电子侦察设备或反辐射导弹的被动雷达导引头不能有效地探测、跟踪目标雷达,从而使反辐射导弹发射前的准备阶段工作无法正常进行。拦截反辐射导弹载机主要由作战飞机、远程防空导弹及中程防空导弹在反辐射导弹载机发射反辐射导弹前,将载机摧毁。在反辐射导弹发射后,应干扰反辐射导弹和拦截反辐射导弹。干扰反辐射导弹主要是采用有源诱偏和引信干扰,使反辐射导弹攻击轨迹出现偏差或提前引爆。有源诱偏是对反辐射导弹被动雷达导引头实施的有源干扰,将反辐射导弹引偏到无害的弹着区。引信干扰是对反辐射导弹引信实施的有源干扰或无源干扰,将反辐射导弹提前引爆。拦截反辐射导弹主要利用各种防空火力及相关新概念武器摧毁来袭的反辐射导弹。

反辐射导弹和反辐射导弹对抗是相互发展着的一对矛盾。反辐射导弹对抗可分为战术和技术两大方面。反辐射导弹对抗技术的发展必然促进反辐射导弹技术向更高水平发展;反辐射导弹技术的提高又必然促使反辐射导弹对抗技术进入更深层次。

反辐射导弹对抗技术是指用于保护雷达免遭来袭反辐射导弹摧毁的各种技

术措施的总称。反辐射导弹对抗技术主要有 4 个方面:雷达反电子侦察、告警、干扰和拦截。雷达反电子侦察技术是指防空系统的雷达采取相应的体制和技术措施,使反辐射导弹及其载机的电子侦察设备难以可靠地截获和跟踪雷达辐射信号,主要有低截获概率(Low Probability of Intercept, LPI)雷达技术和双(多)基地雷达体制。干扰技术是指对反辐射导弹的被动雷达导引头和引信进行干扰,致使反辐射导弹脱靶和提前引爆。干扰技术主要包括有源诱偏技术和引信干扰技术。有源诱偏技术是通过在被保护雷达的附近部署一定数量的有源诱饵,使反辐射导弹的被动雷达导引头产生导引误差,从而使反辐射导弹攻击方向偏离被保护的雷达。引信干扰技术是利用有源和无源干扰器材,对反辐射导弹的引信进行干扰,致使反辐射导弹战斗部提前引爆。拦截技术是指对反辐射导弹及其载机实施摧毁。拦截技术包括对反辐射导弹载机的拦截和对反辐射导弹的拦截。对反辐射导弹载机的拦截是指利用作战飞机、远程防空导弹及中程防空导弹摧毁反辐射导弹载机。对反辐射导弹的拦截是指利用近程防空导弹、超近程防空导弹、超近程高炮、弹炮一体防空武器系统及相关新概念武器摧毁来袭的反辐射导弹。实际上,干扰和对反辐射导弹的拦截需要告警技术的支持才能得以有效实施。对来袭反辐射导弹的告警是实施对反辐射导弹干扰和拦截的前提,因此,将告警技术也作为反辐射导弹对抗技术的一种。反辐射导弹对抗技术如图 1.2.1 所示。依靠单一的对抗措施不足以彻底解决对抗反辐射导弹攻击的问题。

1. 雷达反电子侦察技术

为了对抗反辐射导弹载机的电子侦察设备、雷达告警系统或反辐射导弹被动雷达导引头对雷达辐射信号的截获,雷达可以从技术及体制上采取隐蔽措施。从技术上,雷达可以从空域、时域、频域等几个方面采取隐蔽措施,降低雷达辐射信号被截获的可能性。在空域方面,雷达天线可采用窄波束,并尽可能降低副瓣电平,以降低雷达辐射信号在空域被截获的概率;在时域方面,雷达可以采用窄脉冲发射及间歇工作等措施,以降低雷达辐射信号在时域被截获的概率;在频域方面,雷达可采取捷变频、脉冲压缩及扩频等技术,以降低雷达辐射信号在频域被截获的概率。从体制上,雷达可以采用双(多)基地雷达体制,增加一定的隐蔽性。

1) 低截获概率雷达技术

低截获概率雷达是指在能够探测敌方目标的同时,而被敌方电子侦察设备截获到信号的概率很小的雷达。能够实现低截获概率雷达的一切技术措施统称为低截获概率雷达技术。低截获概率雷达可以使反辐射导弹载机的电子侦察设备、雷达告警系统或反辐射导弹被动雷达导引头难以可靠地截获其辐射信号,达到雷达隐蔽的目的,阻碍反辐射导弹的发射或反辐射导弹被动雷达导引头的可靠跟踪。

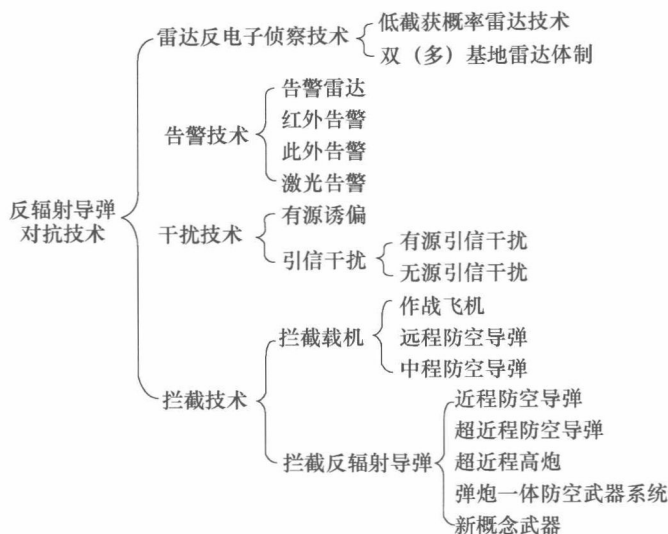


图 1.2.1 反辐射导弹对抗技术

低截获概率雷达技术主要包括:采用宽带高占空比的发射机,从而可以将辐射的能量分散到一个极宽的频率范围,使敌方电子侦察设备难以可靠地截获信号;采用低副瓣雷达天线,将任何可能发生的信号截获限制到主瓣区;采用功率管理技术,可使雷达仅当需要测量目标特性时才辐射能量,并且仅以与被测目标雷达面积大小相符合的功率辐射能量,从而辐射的时间极短,且功率适当,造成敌方电子侦察设备对其信号截获和处理上的困难;采用快速频率调谐、低脉冲功率、相位编码调制信号和各种极化调制的复杂信号,以增加雷达工作的隐蔽性。

如果改变雷达信号的脉冲重复周期,可以造成反辐射导弹被动雷达导引头处理和跟踪雷达信号的困难。采用相位编码的连续波信号,不仅使敌方被动雷达导引头难以处理和跟踪,还可以使雷达在低发射功率情况下工作。

2) 双(多)基地雷达

双(多)基地雷达主要是相对于比较常见的单基地雷达而言的,它是从雷达发射机和接收机配置的角度来命名的。单基地雷达一般是收发共址,即接收机和发射机位于同一个地方,而双(多)基地雷达则是收发异址,其中多基地雷达还具有多个发射机和多个接收机,以离散的形式配置在不同的地方。

对于双基地雷达,发射机与接收机分开部署在不同的地方,其中接收机就是无源的,受到敌方电子侦察的概率几乎为零,它是隐蔽的,而发射机是非隐蔽的。因此,反辐射导弹只能跟踪和攻击发射机。如果能够合理部署发射机位置,将发射机配置于远离战区或将发射机置于飞机或卫星上,就可以避免反辐射导弹的

攻击,增强防空系统抗反辐射导弹摧毁的能力。否则,发射机被反辐射导弹攻击,双基地雷达也就无法发挥作战效能。

对于多基地雷达,由于具有多个分开设置的发射机,即使个别发射机被摧毁,整个多基地雷达系统仍能正常工作。例如,美国陆军曾研制多基地雷达,3部发射机相互之间的间距为300m,并按三角形部署,能有效对抗反辐射导弹。

双(多)基地雷达分为合作式和非合作式。合作式双(多)基地雷达是指设计专用雷达发射机或利用现有单基地雷达的发射机与专用的双(多)基地雷达接收机配合工作的雷达。非合作式双(多)基地雷达是指利用电视、广播、通信及导航等民用辐射源所发射的信号来探测目标的雷达,具有较强的反隐身、反电子侦察、抗干扰及抗反辐射导弹攻击能力。例如,美国洛克希德-马丁公司研制的“沉默的哨兵”系统,就是利用调频广播电台作为双基地雷达的发射机。但是,非合作式双(多)基地雷达存在对电视、广播、通信及导航等民用辐射源依赖性。它主要用于警戒,若要用于跟踪及武器制导,其性能还有待提高。

2. 告警技术

反辐射导弹告警虽然不是直接干扰或拦截反辐射导弹的技术措施,但是,它是干扰或拦截反辐射导弹不可缺少的先行技术措施。由于反辐射导弹体积小、速度快、雷达截面积小,对来袭反辐射导弹的告警也是一个难点问题。不能仅靠单一的告警技术措施,而应利用多种技术措施解决反辐射导弹的告警问题。反辐射导弹告警主要有告警雷达和光电告警。光电告警又有红外侦察告警、可见光告警、紫外侦察告警、激光告警系统等。

反辐射导弹告警雷达是指对反辐射导弹类型的高速小目标能够远距离探测的雷达。对于反辐射导弹告警雷达来说,目前的近程搜索雷达要及时发现反辐射导弹是困难的。因此,必须利用多普勒效应、高分辨率和目标成像等新技术、新手段研制专用的反辐射导弹告警雷达。例如,美国的告警系统AN/TPQ-44是一种超高频脉冲多普勒雷达系统,作用距离为46km。它也是一种采用相控阵天线的小功率固态化的脉冲雷达,成本低,运输方便。它是专门为AN/TPS-75防空雷达研制的一种反辐射导弹告警雷达,安装在AN/TPS-75的附近,相互用电缆连接,各自工作在不同频率上。当AN/TPQ-44检测到反辐射导弹的回波信息时,能进行自动告警,并自动关闭雷达发射机,引导诱饵系统欺骗反辐射导弹。同时,它还引导防空武器系统对反辐射导弹实施拦截。

在导弹逼近告警中,光电告警设备占有重要的地位,已广泛应用并取得显著成效。光电告警设备角分辨率高、体积小、重量轻、成本低,且无源工作,能准确引导干扰系统实施干扰,是反辐射导弹告警的重要技术手段。红外告警系统通过探测弹体、发动机尾喷管和尾焰发出的红外辐射来探测反辐射导弹,进行自动