

雷达电子战及其测试系统功能分析

马 可*

西安电子工程研究所, 陕西 710100

摘 要: 目前的电子战包括雷达电子战、无线电电子战、光电电子战、遥控电子战和遥测电子战。在以导弹为主导的现代信息化战场环境中, 雷达电子战(EW)在战略攻防中发挥着十分重要的作用。目前, 雷达面临着侦察与反侦察、干扰与反干扰、破坏与反破坏、隐身与反隐身四种雷达抗能力日益严重的问题。雷达电子战的主要内容包括雷达侦察与反侦察以及对抗与反对抗。

关键词: 雷达电子战; 测试系统; 功能

一、雷达侦察

雷达侦察的一个重要手段侦察属于电子侦察的范围, 其主要任务是使用承运人或机载雷达侦察接收机, 在和平时期侦察接收电磁环境潜在危险对我们各种各样的电磁信号, 结合相关技术手段分析重要的技术参数, 相应的对抗或干扰措施为战争提供了战术参考依据; 并协助承运人在战争时, 机载或星载电子支持措施对土地、海洋和空中立体监视, 侦察和分析相关部署, 敌人的各种电子设备, 并密切关注它的实时变化, 通过识别及时提醒我们做出预警, 并指导舰载雷达和机载反辐射导弹精确攻击敌人, 给予毁灭性的打击。当前雷达侦察面临着以下挑战^[1]。

(一) 现代电磁环境的密度

战区电子战的电磁辐射信号密度高达每秒120万到150万脉冲。

(二) 现代电磁环境的复杂性

电磁信号充斥着整个电磁空间, 包括我军、敌军、友军或中立军的电磁信号, 也包括各种民用信号。

(三) 侦察的复杂性和难度

随着敌方雷达在技术和系统上反侦察、抗干扰和反对抗特性的不断提高, 侦察的难度大大增加。同时, 由于战区气象环境的变化或敌人不断的电子干扰, 使雷达侦察的难度大大增加, 同时也增加了雷达侦察的复杂性。所以, 我们必须提高雷达侦察接收机灵敏度和捕获概率, 并结合其强大的数据处理能力和排序的大量信号数据分析, 可以快速识别威胁信号准确, 自动识别威胁级别和类型, 提供及时的警告, 我们采取有针对性地措施提供参考依据^[2]。

二、雷达对抗

雷达对抗主要采用主动或被动的方法对敌人雷达的接收、显示和自动跟踪系统进行电子干扰, 以确保自身或编队飞行的安全。

(一) 雷达干扰分类

1. 无源干扰

干扰器本身不辐射电磁能量, 主要有以下两种。

(1) 释放各类能反射电磁波材料制成的反射器, 干扰敌方雷达, 掩盖真目标或诱惑敌方雷达跟踪假目标, 以达到欺骗的目的。

(2) 采用外形结构隐身设计或在舰体和机体表面涂覆吸收电磁波的反射, 降低敌方对自身的发现能力^[2]。

2. 有源干扰

主要是利用干扰设备, 针对敌人雷达信号的技术特点, 产生和发射干扰信号, 对敌人雷达进行干扰或欺骗, 起到保护自己的作用。有源干扰通常又分为噪声、欺骗两大类干扰方式。

(1) 噪声干扰

利用发射大功率的噪声信号, 淹没敌方雷达回波, 使敌方雷达无法正常捕捉目标。

(2) 欺骗干扰

用干扰信号故意欺骗敌方雷达。欺骗干扰让敌方雷达获得虚假的目标距离、位置和速度等相关重要参数, 在敌方

* 通讯作者: 马可, 1988年2月, 男, 汉族, 陕西西安人, 现任西安电子工程研究所高级工程师, 高级工程师, 硕士研究生。研究方向: 雷达总体技术。

雷达上显示假的回波信号,引导敌方进行错误的判断和识别,起到自身防护的作用^[3]。

3. 组合干扰

将上述干扰方法以不同的组合形式进行组合,包括多种主动干扰组合、主动干扰组合和被动干扰组合,从而提高干扰效果,达到自卫作用。

(二) 反有源压制性干扰波

针对干扰信号为有源压制性干扰波情况,我们可以采用自适应捷变频或者副瓣对消来进行反干扰。

1. 自适应捷变频

指雷达的工作频率在一段随机的的工作区间上来回调换,使得此区域内的雷达信号无法被跟踪捕获随机变化,并且雷达在收到干扰信号后会自动变化频率。雷达受到干扰的部分频率无法工作时还可以使另一部分可以工作的频率继续工作,甚至可以发现干扰最弱的频率段,在干扰最弱的频率段上工作。

2. 副瓣对消

指对于从天线副瓣进入雷达的有源压制性干扰波采用雷达天线副瓣对消或者自适应副瓣对消,方法在雷达主的天线上再加装一个或者多个自适应辅助天线,可以再加装上一个相应的自适对消电路使得主电路上形成零点,以消除复变干扰,其核心技术是主副天线的对消。这种技术主要应用于宽带干扰和窄带干扰,并且可以对抗从天线副瓣进入的宽带噪声调频干扰及连续波干扰,这个技术需要多个部分(天线、接收、信号)的配合,是目前比较主流的反干扰模式。在未来还可以改变信号指向雷达的波速来反干扰。

三、雷达反侦察

雷达反侦察的任务是降低我方信号被局部截获和识别的概率。如果被敌人识别,它的有用信号的相关指标被防止重复,从而避免形成相应的警报或识别数据库,供敌人的战备分析。雷达反侦察的方法主要如下。

(一) 平时隐藏准备作战时使用的雷达

在战时使用,尽可能减少雷达的工作时间,降低雷达信号被敌方截获的概率。

(二) 设计复杂的雷达信号

雷达信号设计时采用复杂雷达信号或伪噪声信号等难以被截获识别的波形信号。

(三) 采用低截获概率技术

如发射大带宽积、复杂信号波形、降低信号的峰值功率等。使敌方无法在我方雷达探测范围之外捕获雷达信号。

(四) 采用频率捷变方法

例如利用随机快速跳频技术,通过提升雷达跳频速度和跳频范围可以有效增加敌方雷达干扰机对我方雷达进行的侦察、跟踪和干扰的复杂性和难度^[4]。

(五) 采用双基地或多基地工作模式

主要是将雷达的发射设备和接收设备部署在两个基地内,敌方只能根据截获我方发射的雷达信号,跟踪到我方发射基地的位置,而对无法侦察到另一个雷达信号接收基地,不能实施有效地干扰措施。因此,在战时可以利用星载或机载等方式设置雷达发射站,能够极大提高雷达反侦察和反干扰能力。

四、雷达反对抗

(一) 雷达反对抗的主要方法

1. 在敌方干扰信号进入我方雷达接收机之前对其进行抑制,并对有用信号进行增强。

2. 我方雷达接收机接收到敌方雷达干扰信号后,通过信号处理方式,从信号波形、频谱等方面区分干扰信号和有用信号,提取信号中敌方目标信息,为己方制定电子对抗对策和发展雷达对抗装备提供依据。

(二) 雷达反对抗的措施^[1]

1. 功率对抗技术

通过提升发射功率增强雷达抗干扰能力,在峰值功率一定的条件下,通常采用脉冲压缩方法提升发射功率,同时还可以增大雷达作用距离和分辨率。

2. 单脉冲角跟踪技术

单脉冲雷达可根据从单个脉冲回波中所包含的信息,利用信号处理技术解算和定位被检测的信号源的角位置,从而可以有效应对多种针对波束顺序扫描雷达。

3. 脉冲重复频率捷变技术

该技术能够有效减小近距离假目标的干扰效果,除非预先获得雷达脉冲重复频率变化特性,否则很难使假目标干

扰奏效。

4. 超低旁瓣天线技术^[2]

超低旁瓣天线可降低雷达在旁瓣方向上被探测到的概率,实现空间选择,能够将干扰限制在主瓣区间;在其他角度范围内,雷达还能继续保持正常工作,同时,还可以检测、确定干扰机的角度信息,在此基础上,采用多站交叉定位方法,能够准确计算出干扰机的位置信息。

5. 相控阵技

一方面相控阵雷达天线由独立辐射单元或子阵列所组成,在复杂的电子对抗环境下,能够通过自适应手段获取最佳天线方向图;另一方面,相控阵雷达采用数字波束形成接收机,能够进行自适应处理,同时具有超高分辨率和超低旁瓣的性能,能够有效应对各类综合性电子干扰。

6. 动目标显示、检测技术

动目标显示主要利用了多普勒平移原理,来消除侦察环境中静目标的回波干扰,实现对运动目标准确检测、定位的功能;在此基础上,进一步发展了动目标检测技术,利用不同信号的频谱不相同的特点,在频域上识别并分离有用信号和杂波信号,能够大大减少电磁环境中杂波信号的干扰,提高检测能力^[3]。

五、结束语

在现代信息化的战场环境中,电子战显得越来越重要。采用电子干扰技术可以有效地干扰敌方雷达预警,从而正确掌握战场系统信息,对赢得战争起着至关重要的作用。因此,世界各国都非常重视发展电子信息技术,已广泛应用于各种电子战装备中。从侦察、监视、预警到通信指挥控制,从情报收集处理到提供作战依据和决策,电子信息技术的发展水平在很大程度上决定电子战装备的技术水平。随着现代战争战场电磁环境的日益复杂,现代战争已经变成了一个系统的体系,彼此分离,电子战装备的单一功能已无法满足操作要求,完整的功能和强大的适应能力迫切需要发展新型电子战设备和新型电子战作战的发展平台。

参考文献:

- [1]李硕,李祯静,朱松,张春磊.美军电磁频谱战发展分析及启示[J].中国电子科学研究院学报,2020,15(8):721-724.
- [2]古军峰,蓝红生,王国恩.雷达反侦察技术及战术[J].舰船电子工程,2012(8):71-73.
- [3]石荣,刘江.电磁空间作战需要战场频谱管理与电子战的深度融合[J].航天电子对抗,2019,35(3):1-6,11.
- [4]孙伟,林木.典型干扰样式下反舰导弹捕捉概率评估方法研究[J].上海航天,2016,33(5):114-118.