

无人机侦测反制技术研究与应用分析

杜鹏

(武警工程大学 陕西 西安 710086)

摘要: 伴随着无人机技术的快速发展,无人机的使用范围愈加广泛。当前,来自无人机不可控的风险呈现递增趋势。据观察,无人机不可控风险通常涉及误操作、恶意使用等问题。这些问题的出现无疑会给空中航线的安全带来威胁,也会影响到国家安全和公共生命财产安全。因此,加强对无人机侦测反制技术的研究尤为重要。基于此,本研究从阐述无人机侦测反制技术现状出发,结合原理分析,对无人机侦测反制技术展开研究,并探讨现阶段无人机防控出现的问题,提出对策保证防控的成功率。

关键词: 无人机侦测反制技术; 研究; 应用; 识别

0 引言

在无人机市场逐渐扩大的背景下,无人机无证飞行、随意飞行等事件的发生概率呈现出上升趋势。调查发现,此类事件的出现会对民航机场、活动组织安全等构成严重威胁,加上无人机具备灵活机动、易于操控、造价成本低等特点,很容易被不法分子利用。为了避免意外事件的发生,需要借助无人机侦测反制技术进行有效的防范,实现全面侦测、准确定位、有效干扰、及时捕捉和摧毁,为保护国家安全、航线安全创造有利条件。

1 无人机侦测反制技术研究现状

1.1 无人机侦测

无人机侦测主要是指借助无人机管控反制系统,通过有效地感知,实现对目标物体的快速定位,并为后续的反制行动提供支持。当前,按照无人机侦测手段的划分,其主要涵盖雷达探测、声波识别、无线电接收检测、红外探测等多种类型。针对不同的侦测技术,在侦测原理、距离以及优缺点方面也存在差异。

通常使用雷达探测期间,主要是借助扫描特定频率的电磁探测波数,检测回波信号到达的时间间隔,并有效结合相关设备的具体位置,准确地探测到无人机的方位,明确其运行速度。

进行光点探测期间,主要依据红外光、可见光成像等实施探测。调查研究表明,在整个自然界中,只要物体的温度超过了绝对零度,该物体自然具备红外辐射特征。在应用红外成像探测期间,主要是将目标和背景间的红外辐射进行对比,正确利用帧差图像处理技术对目标物实施探测,最终精确地锁定目标,并满足实时跟踪的特点。

使用无线电探测。应用该方式期间,主要是通过对区域内的无线电信号实施分析,按照技术参数、工作特点及辐射状况,对无人机进行准确跟踪。应用无线电探测期间,探测精度尤为重要,涉及单站、多站 TDOA 等时差定位技术等。

1.2 无人机反制技术种类

无人机反制技术主要有两种类型,分别是捕获摧毁和驱离迫降。无线电干扰属于常用的反制方法,也属于地空防御系统中的有机组成部分,在干扰过程中主要借助超高频扫描技术散发多种类的带宽信号,这些信号能够对无人机的控制导航以及运行实现压制,最终要求其在特定区域内选择迫降。导航诱导也属于有效的方式之一,该技术主要从无人机应用的 GPS 导航系统出发,按照三维立体空间掌握无人机的飞行状态,并结合方向、速度以及位置予以确定,在诱导期间,通过行程虚拟卫星导航的方式,使无人机从最初的 GPS 系统中脱离出来,最终促使无人机在指定位置迫降。

精准打击作为更为严格的反制技术,旨在通过无人机协议破解技术,确保无人机被成功捕捉或者促使其返航,以便直接对无人机实现控制。正常来讲,在无人机采取行动时,主要通过遥控器接收数据指令,数据会按照相关协议进行映射,在精准打击的过程中,就是以破解协议为基础,对无人机和控制器的通信进行掌控,并通过重新生成协议,实现对无人机的操纵。从上述途径也可以看出,精准打击、实现破解具有极高的技术难度,这也是无人机侦测反制的高级阶段。同时,在实际操作期间,无人机协议可能存在定期变更的情况,因此,破解的过程也并非一成不变。更强大的摧毁反制技术主要有激光损伤、弹药摧毁等手段,从整体上观察,想要实现对无人机的反制,确保无人机的准确侦测是重要的基础。

2 无人机侦测反制系统的设计

2.1 无人机侦测反制系统设计方案

在设计无人机侦测反制系统前,要优先确立其设计方案,明确该系统应有的功能,为后续设计与实施指明方向:

(1) 无人机侦测反制系统需满足智能化、自动化特点,不能受到区域环境的过度干扰,又能够满足 24h 不间断工作的条件。在没有人员参与值守的情况下,借助无人机的侦测反制系统可以主动完成从“测”到“制”的过程,拥有全方位防护的功能。

(2) 结合无人机侦测反制系统划定的防范区域,保证可以有效防范从 100MHz ~ 6GHz 的通用信号,对市场上应用的无人机品牌进行了解,并保证借助该系统可对所有目标无人机实施定位。

(3) 系统在展现有效反制时,针对于反制区域内的 GPS、GLONASS、北斗等导航频率实施干扰,让目标飞行器在进入反制时选择迫降或者返航。

(4) 在构建无人机侦测反制系统时,通常会借助防控指挥中心来发挥作用,按照其功能特点,需具备地图设置管理、设备保护、防区设定、指挥处理、危险评估、数据传递等功能。为了保证实现随时随地指挥,可在手机内安装指挥控制工具,促进安防综合平台的融合,确保实现统一管控的目标。

2.2 无人机侦测实现路线

在设计过程中,需要充分考虑所选择侦测技术的性能状况,结合成本控制、辐射带来的影响、环境条件等诸多因素,保证选择最优的性价比。无人机侦测技术应用流程如图所示。

本次研究以无线电侦测技术为依据,基础配置主要

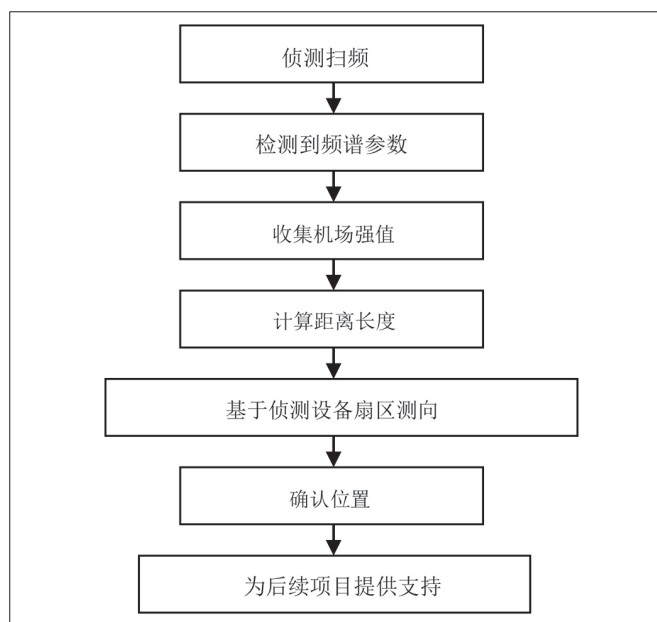


图 无人机侦测技术应用流程

应用固定式的安装设备,结合区域内存在的干扰源状况,对无线电侦测技术进行优化,并且为了防止其他因素影响到侦测设备的运行,需要增添图像识别系统,以确保在实现报警过程中不会出现误报、谎报的情况。

2.2.1 侧向技术

在实现侦测期间,需要从多个扇面出发,保证能够实现 360° 全方位探测,同时,单个扇面还需要拥有较高的侦测精度。例如,在以 8 个扇面为基础进行探测时,单个扇面的角度可以限制在 45° 左右。在正常运行过程中,随着侦测设备的开启,立刻对区域内的电磁环境实施动态化扫描,一旦发现扫描空间内存在无人机的频谱信息,就立刻进行捕捉,并且通过具体的扇面来确定无人机的准确方向。

2.2.2 测距技术

在应用测距技术时,结合测距的相关原理,按照特定空间内电磁波的损耗进行计算。设定 R1 为侦测设备在特定区域内能够检测到的无人机控制信号接收场强度,并且依据无人机模块发射的功率值 R2,结合两者数据的差值,能够判断信号在传播途中的损耗情况。结合无人机具备的控制信号频率,充分考虑周围区域的电磁环境状态,依据传播过程中的损耗量及控制频率值,准确测量侦测设备和无人机所处位置的距离。其中,在按照区域空间计算损耗量时,应用的公式如下:

$$LS=32.45+20 \times \log (F) \text{ MHz}+20 \times \log (D) \text{ km}$$

此外,在执行测距期间,如果具备多个站点协同支持的条件,还可以应用三角定位进行准确计算,充分保证精准地确定无人机的位置。在应用这种方法时,结合场强值的三角定位,及时判断测量过程中的信号强度,并且按照该区域内信号的分布状况构建起立体化的三维坐标,有效计算信号传播过程中的损耗,最后再结合信号传播的衰减模型,顺利地完测距操作。

2.3 无人机反制技术实现

本次研究期间应用的无人机反制技术,主要是遵循无线电阻断原理,包含相关的固定式安装设备以及手持式设备,同时,为了保证能够达到全面反制的要求,还需要补充协议破解技术。尤其是在实施反制期间,周围 500m 范围内存在其他建筑、大型结构等干扰,协议破解技术会发挥特有的优势,在不会对周围区域产生大面积干扰的条件下,还能通过反制使无人机快速迫降或者被驱离。

总体观察,此次设计出来的无人机防控系统要兼具侦测与反制功能,其中包含的无线电阻断系统同样要满足条件,单个扇面在维持 45° 扫描的基础上,还可以结合电磁干扰原理对扇面内的无人机信号进行压制。按照侦测与反制流程,首先正确应用侦测设备测定无人机的具体方位,在此条件下再测定设备与无人机的距离,最后开启联动反制系统实施干扰。调查发现,在应用期

间,通常设备对无人机的定位精度缺乏敏感性,特别是无人机在保持动态化运行期间,会极大程度上增加定位的难度。同时,实施期间还需要考虑经费的问题,这也会在某种程度上限制反制设备的性能。

2.4 无人机防控区域范围控制

按照交通管制部门制定的《无人机驾驶航空器飞行管理暂行条例》,需要对无人机的管控区域进行划分,按照具体场所、无人机特征等差异,涉及的管控区范围并不相同。以监管区域周围200m范围为例,需要提前设置无人机防控系统侦测距离指标,设定无人机和监管区任意一点的最小侦测距离为 A ,无人机监管区域到禁飞管控距离为 B ,无人机从被发现到受到干扰后运行的距离为 C ,监管区处置预案响应时间为 D ,该无人机的最大水平运行速率为 E ,则满足以下条件:

$$A=B+C$$

$$C=D \times E$$

当然,在考虑到距离指标期间,必须要保证所配置的无人机侦测反制系统具有较好的性能,一旦探测到无人机的存在,就能够正确应用反制操作达到目的。另外,借助无线电侦测反制设备对无人机实施干扰时,有时单台设备很难达到目的,因此,为了提升反制强度,需要使用多台设备协同工作。设定在监管区域内,单台无线电侦测设备和无人机的最小距离为 a ,无人机防控设备部署处与监管区域墙面最大距离为 b ,则满足 $a=b+A$ 。如果设定无线电阻断设备距离无人机的最小距离为 c ,则 $c=b+B$ 。

3 无人机侦测反制技术应用

3.1 无人机侦测反制技术应用条件及要求

在应用无人机侦测反制技术时,应当充分考虑监管区域的具体状况,在将无人机侦测反制设备部署完成以后,需要按照规范化的要求进行使用。在无人机突然闯入规定的监管区域内,整套设备会借助侦测技术实施侦测,并确保能够对该无人机实施有效的跟踪调查。在监控期间,还需要提前做出无人机的防控预案,通过信息引导、无线电干扰,实现对无人机的控制,最终要求其破降或者离开。在操作阶段,防控系统还可以及时检测该无人机的相应种类、标识,并判断其是否携带危险物品,如果发现属于恶意入侵的情况,就应当立刻启动应急机制,快速消除可能存在的风险。

3.2 无人机侦测反制技术的应用

伴随着科学技术的发展和市场竞争,无人机侦测反制技术装备呈现集成化、系统化特征。在有效集成的条件下,能够促使反应能力、打击效率的提升。在具体实践期间,采用光电技术实现目标成像、强化“一对多”处理能力、增设不同频段的侦测反制等。同时,该系统还要满足易于操作、流程简化、适用于现实工作等需求。

3.2.1 无人机侦测反制指挥车

在防范无人机侵袭重要目标时,通常会使用到无人机侦测反制指挥车。在具体应用期间,会采用自动巡控、现场反制等手段,确保在发生紧急事件的情况下,可以及时采取行动,统一部署和指挥,发挥侦测反制系统稳定、高效等优势。按照指挥车配备的系统功能,主要包含视频监控、提前预警、无线干扰、集中控制等系统,凭借雷达探索、无线电探测等手段,实现自动锁定目标物坐标,并促使其迫降或返航。

3.2.2 无人机侦测反制固定站

在创建固定站时,主要保护周边区域的固定价值目标,该系统设置相对完善,包括供电系统、通信系统、办公系统等,上述系统为对无人机的侦测反制提供强有力的支撑。固定站会借助光电、雷达、无线电探测等手段,精确掌握入侵无人机的型号、方位等信息,最终实现精确打击,消除无人机的入侵风险。

3.2.3 无人机侦测反制机动站

相对于固定站而言,无人机侦测反制机动站具有灵活性、可移动等优点,针对组织的特殊活动项目、临时性的区域封锁、均需借助便携式的灵活设计,保证装备能够实现移动性部署,无人机侦测反制机动站能满足这些需求。

4 结语

综上所述,在无人机的使用量呈现递增态势时,也需要加强对无人机的侦测和反制。具体实践期间,要通过建立起无人机的管控系统,保证该系统充分融合先进的技术手段,为实现侦测反制创造条件。同时,受到无人机产品种类繁多、水平差异大等因素的影响,需要尽快建立起无人机侦测反制系统标准,提高技术水准,结合测向、测距、三维确定位置等手段,实现对无人机的成功侦测和反制,为维护空域安全、消除风险提供支持。

参考文献:

- [1] 胡文娟,张毅.反无人机系统的研究与实现[J].中国民航飞行学院学报,2020,31(2):30-34.
- [2] 戚若宇,樊婧雯.低慢小无人机侦测反制系统的技术比较[J].中国新通信,2021,23(13):88-89.
- [3] 钱泽君,李嘉仪,闫凯,等.5G+无人机反制系统在智慧监狱的应用[J].农村经济与科技,2021,32(20):318-320.
- [4] 杜治国,孙永生,王誉天.空基无人机探测方案实践与应用[J].中国安全防范技术与应用,2021(2):73-75.
- [5] 范殿梁,田真真.无人机频谱远距离探测和高精度测向技术初探[J].中国安防,2021(4):39-44.
- [6] 王诗年,孙家平,郭琰.要地防护反无人机系统设计与实现[J].测控技术,2021,40(1):132-136+149.