

ICS:

CCS:

团体标准

T/AOPA XXXX—XXXX

固定式无人机反制设备系统技术规范

System configuration standard for fixed UAV

countermeasure equipment

(征求意见稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中国航空器拥有者及驾驶员协会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	1
5 固定式无人机探测与识别技术要求	2
6 固定式无人机反制技术要求	3
7 固定式无人机反制设备性能要求	3
8 固定式无人机反制设备操作流程	4

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国航空器拥有者及驾驶员协会（中国AOPA）提出并归口。

本文件起草单位：中国民航大学、中国人民公安大学、盛航（台州）科技有限公司、西安电子科技大学杭州研究院、公安部第三研究所、公安部第一研究所特种警用装备技术事业部、蓝鲸高领（北京）标准化技术服务有限公司。

本文件主要起草人：韩鹏、王晓宾、顾晓乐、罗丰、陶俊杰、李剑、李文、赵亮、杨心月。

引言

为规范固定式无人机反制设备系统的主要技术要求、性能要求和操作流程，借鉴现行有效的技术标准和规范，制定本文件。

本文件是在总结当前固定式无人机反制设备系统技术原理、设备型号及性能的基础上，结合在无人机反制应用领域的要求以及有关现行国家、行业技术标准和规范而编制。

固定式无人机反制设备技术规范

1 范围

本文件规定了固定式无人机反制设备的系统组成、主要技术性能标准和规范要求。

本文件适用于各类固定式无人机反制设备研发、设计、生产的制造商，以及固定式无人机反制设备使用单位。不适用于车载式、手持式无人机反制设备系统配置。

注：固定式无人机反制设备具有不可移动性，针对以低、慢、小型（LSS）无小机为主体进行的监视和瞄准、或可能造成地面风险的行动等非常规空中威胁活动或突发情况。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无人机反制设备系统 UAV countermeasure equipment system

以进行非常规空中威胁活动的无人机为防卫对象，对其实施侦测、跟踪、定位、取证、反制处置的侦测识别反制系统。

3.2

固定式无人机反制设备 fixed UAV countermeasure equipment

固定式无人机反制设备系统区别于手持便携式、车载式反制设备，具备无人值守模式、自检和异常上报功能。

3.3

组网定位 networking positioning

支持多台套固定式反无人机设备自主组网，实现大范围无人机定位及反制。

3.4

固定式无人机侦测设备 fixed UAV detection equipment

固定式的无人机侦测定位设备，通过对无人机信号的深度分析和数据挖掘，实现对侦测范围内无人机的序列号、型号、位置，以及飞手位置等多维信息的实时侦测。

3.5

固定式无人机反制设备 fixed UAV countermeasures equipment

固定式无人机反制设备，用于非合作目标无人机的驱离与迫降，基于无线电干扰和阻断原理，对无人机实行定向精准打击，有效切断无人机的通信指控及导航链路，迫使无人机返航或原地迫降，实现无人机反制。

4 总则

4.1 设备特征分析

固定式无人机反制系统由固定式无人机侦测设备及固定式反制设备及其依托的控制台和服务器组成。具有以下特征：

- 宽频侦测范围，覆盖大部分无人机；
- 具备复杂电磁、恶劣气候条件下、全天候、全天时、全方位技术防护手段；
- 探测实时性高，相应迅速；
- 具备定向或全向干扰能力；
- 可独立工作，也可多站自由扩展组网；
- 具有高机动性，部署方式灵活，根据需要可适用于临时、固定、车载等多种适合城市复杂环境部署；
- 适用于电力系统、石油石化、能源等重大反恐防范需求单位。

4.2 固定式无人机反制设备系统的类型

固定式无人机反制设备系统由侦测系统和反制拦截系统组成，主要类型包括固定式无人机侦测设备、固定式无人机反制设备及固定式查打一体设备：

- 固定式无人机侦测测向设备具备无人机探测与识别技术。基于单一或集合感知与探测技术原理，用于多架无人机同时侦测、识别、预警与测向，可配合无人机反制设备使用；
- 固定式无人机反制设备可用于视距范围内的无人机反制。通过物理技术、电子干扰技术或监测控制技术对无人机进行反制，从而阻断无人机的正常运行，实现目标的驱离或迫降；
- 固定式无人机察打一体设备是具备侦察、识别与反制技术的无人机综合管制设备。通过多项技术综合，实现全方位、全天候的无人机探测预警、身份识别、目标测向、干扰处置。

5 固定式无人机探测与识别技术要求

无人机探测与识别通过雷达探测、无线电信号监测、光电识别跟踪、声音监测等一项或多项技术，实现对无人机的探测、跟踪和识别，精准显示目标无人机的机身序列号、型号、位置、速度、高度、航迹遥控器位置等信息。探测与识别技术可采用单一手段或多手段组合探测，集成式探测手段通过信息融合，或多手段辅助的综合探测，高效准确地侦测到目标。

5.1 雷达探测

雷达系统利用无人机机身对电磁波反射原理，主动发射电磁波对无人机进行检测和位置测量。通过接收分析反射的雷达波得到目标无人机的距离、高度、方位、速度等信息。按照作用距离进行分类，主要包括3 km，5 km及7 km雷达等。

5.2 无线电信号监测

无人机通常使用一定的频段进行通信，这可以包括无线电通信、GPS信号、Wi-Fi、蓝牙等。通过使用频谱监测设备，扫描并检测无人机通信频段上的信号活动。无人机与地面控制站之间的通信频率是重要的监测目标。

5.3 光电识别跟踪

光电识别跟踪为跟踪确认手段，一般在探测发现手段的引导下使用，通过可视化跟踪目标，直观地观察无人机。光电识别跟踪通过图像手段对自动识别目标并录制视频取证，主要包括可见光识别跟踪及红外识别跟踪，结合激光测距技术和图像拼接技术等对监控区域无人机目标进行高速自主搜索。可见光识别跟踪利用可见光摄像机对目标无人机的视频图像进行检测，识别确认目标并对目标进行跟踪，可在

白天使用；红外识别跟踪利用红外摄像机对目标无人机的红外图像进行检测，识别电池和电机产生的热量，对无人机进行识别跟踪，可全天候使用。

5.4 声音监测

通过接收、采集、分析无人机螺旋桨高速转动产生噪音的声纹特征，与已有声纹特征数据库里的信息进行智能匹配，实现对无人机的监测发现和型号识别。声音检测为被动检测手段，隐蔽性高。

6 固定式无人机反制技术要求

无人机反制技术主要分为两大类：物理类和电子类。前者包括网捕、炮弹等手段；后者包括射频干扰、GNSS(Global Navigation Satellite System)干扰、诱骗等手段。反制效果主要包括驱离和迫降，反制技术形式应根据无人机反制的对象和使用场景选择，或配合使用，要求达到全方位、分布式、梯次化、智能与人在环路相结合的高概率拦截。

6.1 物理手段技术要求

物理类反制设备，可与其他侦察、探测、识别设备结合使用。

- 直接摧毁类。通过导弹、激光武器、微波武器、格斗型无人机以及常规火力等都摧毁类手段，对无人机进行定向攻击，直接摧毁无人机。直接摧毁类设备应满足一定的瞄准精度要求。
- 拦截捕获类。通过从地面或从空中利用捕梦网、无人机捕捉、老鹰捕捉等方式，实现对目标无人机的拦截捕获。主要方式包括：捕捉网、无人机捕捉、老鹰捕捉等。其中网捕式通过发射捕网弹丸或使用挂载式捕网实现。

6.2 电子手段技术要求

电子类反制设备的实现基础为劫持无线电控制等方式，通过控制信号欺骗、卫星定位信号欺骗等手段对无人机采取诱骗式反制。

- 控制信号欺骗。在侦测目标无人机数据链信号基础上，破译解析目标无人机频率、宽带、调制方式及通信协议等关键信息，大功率传输虚假控制命令压制真实遥控信号以获得控制权。
- 导航信号欺骗。通过辐射低功率再生导航卫星信号对无人机坐标信息进行欺骗式干扰，从而使其飞行受到限制。主要实施手段包括：禁飞区欺骗，通过辐射虚假禁飞区（如附近机场），对目标无人机实现位置欺骗，让其误认为进入禁飞区而迫降或返航；返航点欺骗，误导目标返航至指定地点并降落；航路拒止，通过辐射特点策略轨迹欺骗信号，使目标无人机无法飞入受保护区域。
- 黑客技术。直接侵入无人机操作终端以获取控制权限，或向控制终端持续发送恶意攻击指令干扰对飞行平台的控制。

7 固定式无人机反制设备性能要求

固定式无人机反制设备的作用对象主要固定区域场所范围的民用小型无人机，应具有自动探测，自动跟踪，自动攻击，追踪溯源功能。固定式无人机反制设备包括：无人机导航诱骗防御基站、固定式多频段无人机防御系统。

固定式无人机反制设备设计原则：

- 实用性，单台设备满足独立发现识别或反制无人机，多台设备组网实现无人机精准定位和轨迹跟踪；可靠性、可维性、环境适应性强、具备自检功能，便于安装拆卸；
- 工作模式：设备的技术原理，如无线电侦测等；

- 作用对象：无人机图传、飞控链路、导航信号等；
- 工作频段：同时或独立工作频段，如对 433 MHz、900 MHz、1.1 GHz、1.2 GHz、1.4 GHz、1.5 GHz、2.4 GHz、5.8 GHz 等无人机常用频段进行压制；
- 响应速度：处置相应时间，以秒为单位；
- 侦测半径：设备对无人机的有效侦测范围，如 1 - 10 公里；
- 反制距离：设备压制无人机工作频段的有效位置，如 0.5 - 3 公里；
- 覆盖角度：设备工作的方位角度和俯仰角度，如方位 0° - 360° ，俯仰 30° - 60° （俯仰可调）；
- 多机探测：设备同时可侦测的无人机数量，如 ≥ 10 架次；
- 定位精度：设备对侦测到的无人机位置的精度，如 ≤ 10 米；
- 设备尺寸及重量：设备的长宽高尺寸和设备的整机重量；
- 工作温度：设备有效工作环境温度要求，如 20°C - 55°C ；
- 防护等级：设备的防水、抗风等能力；
- 次生干扰：对周围环境产生的次生干扰；
- 反制发射功率：反制功率不应过大，需要考虑对周围环境以及卫星导航定位系统信号干扰。

8 固定式无人机反制设备操作流程

固定式无人机反制设备系统的主要工作流程包括：

- 设备安装与调试，按照设备安装的位置要求及安装方法，正确安装于调试设备；
- 监测，在展开操作之前，需要监测周围环境中的无人机，系统在实时监测的同时，识别并确认无人机，评估其对周围环境的威胁；
- 检测，在接到无人机威胁后，快速准确地检测无人机，以此判断进一步采取行动的必要性和方式；
- 跟踪，准确地追踪无人机的位置和行动，并保持无人机当前的状态和位置，确保系统对其他物体的干扰尽可能小；
- 干扰/捕获，在检测出无人机时，需要采取必要的措施，包括干扰或捕获无人机，确保系统的操作不侵犯无人机的所有权。