
BUSINESS

汉荣低空防御体系统

南京玖通联电子科技有限公司

2020/09



一	背景分析
二	系统介绍
三	产品介绍
四	案例展示

背景分析

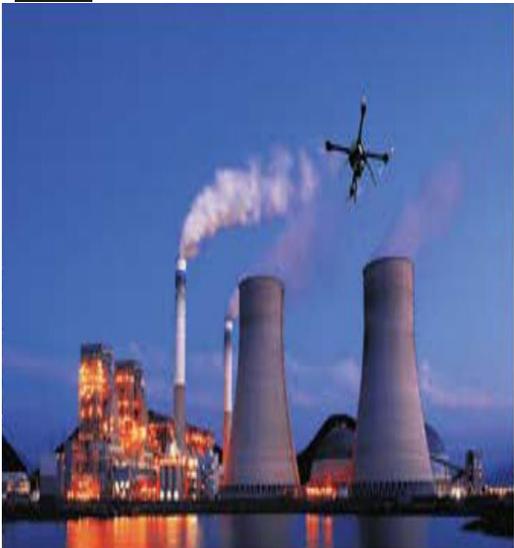


“低慢小”航空器主要是指雷达反射面积小于 2m^2 、飞行高度 1000m 以下、飞行速度小于 200km/h 的目标，包括轻型和超轻型飞机（含轻型和超轻型直升机）、无人机、航空模型、滑翔机、三角翼、动力三角翼、滑翔伞、动力伞、载人热气球、飞艇、空飘气球、系留气球等十三类目标。这类目标由于飞行速度慢、飞行高度低、雷达截面等，传统的低空防御系统难发现、难处置。

需求分析

低慢小航空器 标特性复杂、使用环境复杂；

单一探测手段和拦截手段均存在极大的局限性，无法满足各种复杂环境的应用要求；



需要采用多元协同探测手段和复合拦截手段构建集成与协同的装备体系。

反无人机市场现状

面临的问题

随着消费级无人机价格不断降低，操作简便性不断提高，无人机正快速地从尖端的军用设备转入大众市场，成为普通民众手中的玩具，从而引起无人机玩家用户的激增。

同时由于无人机技术发展更新较快，而无人机监管技术落后。执法机构普遍存在监管难、取证难、预防难、对违法违规者定位难抓捕难的问题。随着无人机设备数量的井喷式增长，违法违规使用无人机的现象屡禁不止，“黑飞”的危害还会进一步加大。



国外反无人机系统发展现状

美国陆军发布《反无人机系统技术》报告，指出近十年来，无人机系统及技术迅速发展和扩散，对美陆军作战、联合作战、多国作战产生重大威胁；应当重点关注如何辅助机动部队防御低空慢速小型无人机；要把反无人机任务融入旅级及以下作战部队进行训练。反无人机技术及其应用已成为当前发展热点，从拓展现有防空系统功能，到采用新技术研发新装备，国外开展了一系列工作，取得诸多进展。

国外发展的反无人机系统可分为干扰和毁伤两类。前者采用光电对抗、控制信息干扰、数据链干扰等技术，使无人机自动驾驶与控制系统、通信系统、动力系统失效，从而削弱其作战能力；后者运用导弹、高炮、激光、微波等手段摧毁无人机。

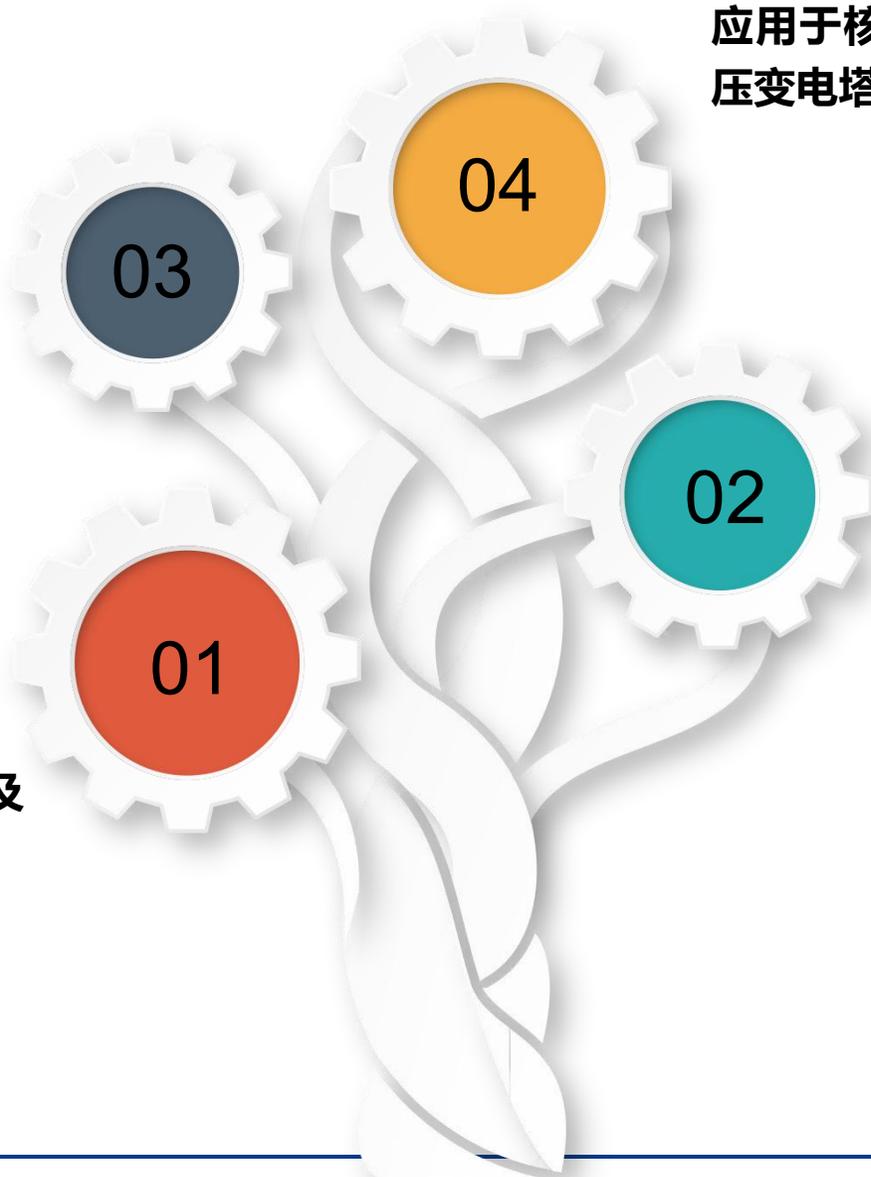
应用场景-民用

应用于政治核心区、首长住地的低空防卫。

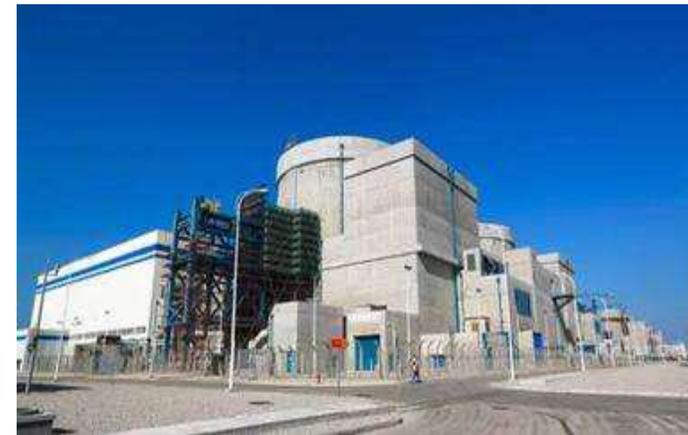


应用于外事活动和其他重大安保任务涉及的警卫点线周边的低空防卫。

应用于重大活动举办场所的低空防卫。



应用于核电站（水电站）、炼油厂、储油库、高压变电塔等易燃易爆危险区的低空防卫。



应用于监所、监狱、戒毒所等低空防卫。



目录

一

市场分析

二

系统介绍

三

产品介绍

四

案例展示

设计思路

采用多种探测技术构建多层综合探测系统

雷达、射频、声、视频、MAC地址等不同的探测技术各有利弊(如表2)。综合使用多种探测技术,构建分层次的综合探测系统,可实现对微小型无人机的无缝跟踪监视。

采用AI技术有效降低虚警并减少人在回路需求

反无人机系统发展的一个重要方向是采用强大的目标识别和验证能力,使其能够自主确定潜在目标是否构成威胁,以降低对人工判断的依赖程度。

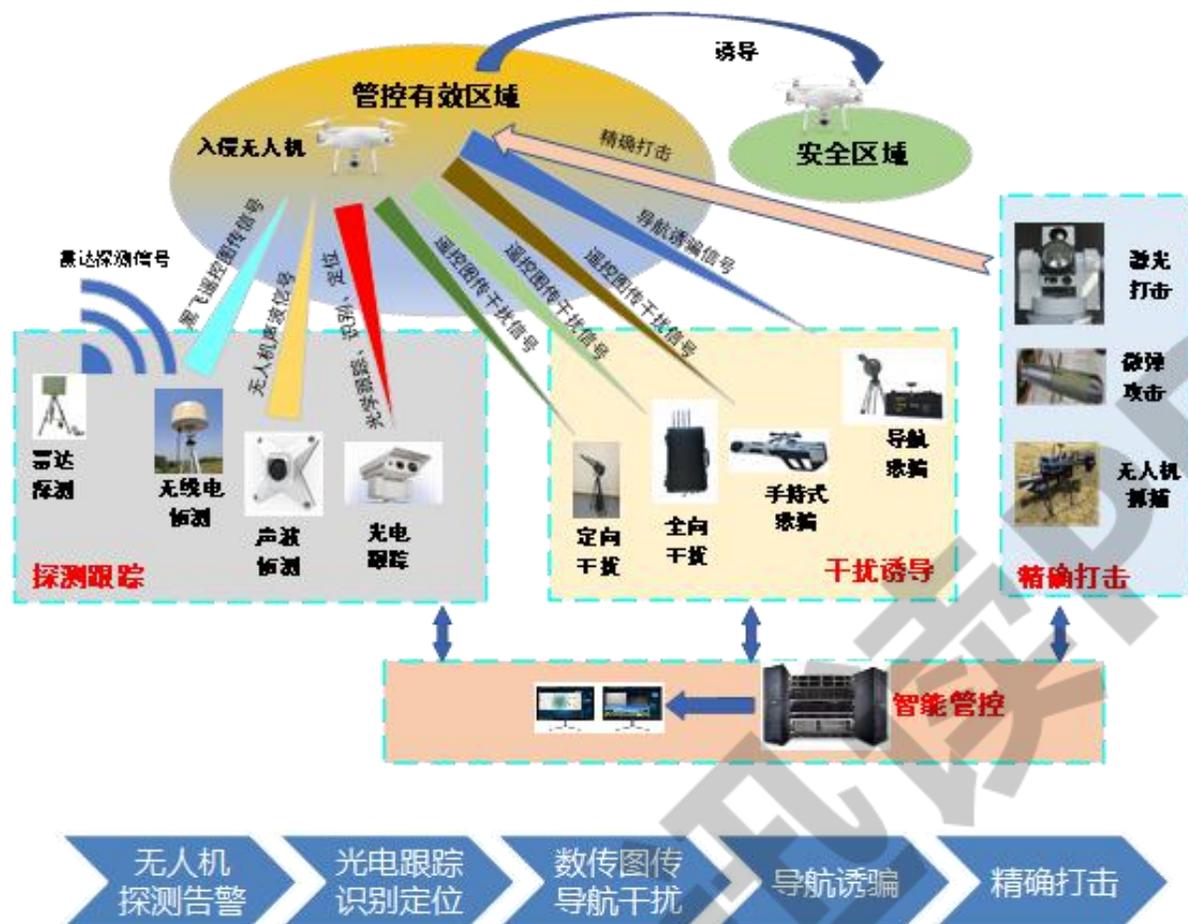
采用城区空中探测器网络跟踪与监视无人机

采用装有探测器的系留式浮空器或无人机作为网络化监视节点,持续监视建筑物上方和建筑物之间的空域,并利用探测到的信息更新通用作战图,显示监视区域内无人机的地理航迹,并标记敌友。该技术将填补当前公共飞行空域以下空间监视的空白,并与反无人机系统形成互补,完善城区环境下的无人机防御能力。

采用网络攻击技术重新配置无人机信号并实施接管和控制

利用网络中潜在的漏洞可对无人机实施攻击,通过安插“后门”程序甚至可以直接接管无人机的控制权。

无人机作为一种空中目标,一般而言,反无人机系统在技术上与传统防空系统没有根本区别。但因为大多数无人机体积小、飞行高度低、飞行速度慢,用传统防空侦测手段盲点大,加之微小型无人机不易与鸟类区分,小型无人机可以借助城区楼群隐蔽等,我们正在寻求新思路新方法,力争提高对无人机的侦测效能。此外,人工智能技术和网络对抗技术的发展,也为发展新的反无人机技术提供了可能。



汉荣低空防御系统

系统集成探测识别子系统（雷达探测、无线电侦测）、跟踪取证子系统（光电侦查）、反制打击子系统（定向干扰、全向干扰、无人机抓捕）等，通过智能监控管理平台实现“态势感知-告警-干扰打击”一体化、智能化服务，探测识别子系统通过雷达识别和信号识别技术探测到监控区域入侵的非法无人机，监管平台引导光电设备锁定非法无人机位置进行取证，并自动调度反制打击子系统对无人机进行信号干扰或武力打击。

编号	子系统	功能
1	智能监管平台	态势分析，策略管理等（可定制）
2	探测子系统	雷达和频谱主被动复合探测3-10公里（可选配）
3	跟踪取证子系统	光电自动跟踪2-3公里（可选配，可增激光、微光等传感器）
4	反制打击子系统	定向干扰、全向干扰、导航对抗、激光打击、微弹、无人机抓捕（可选配）

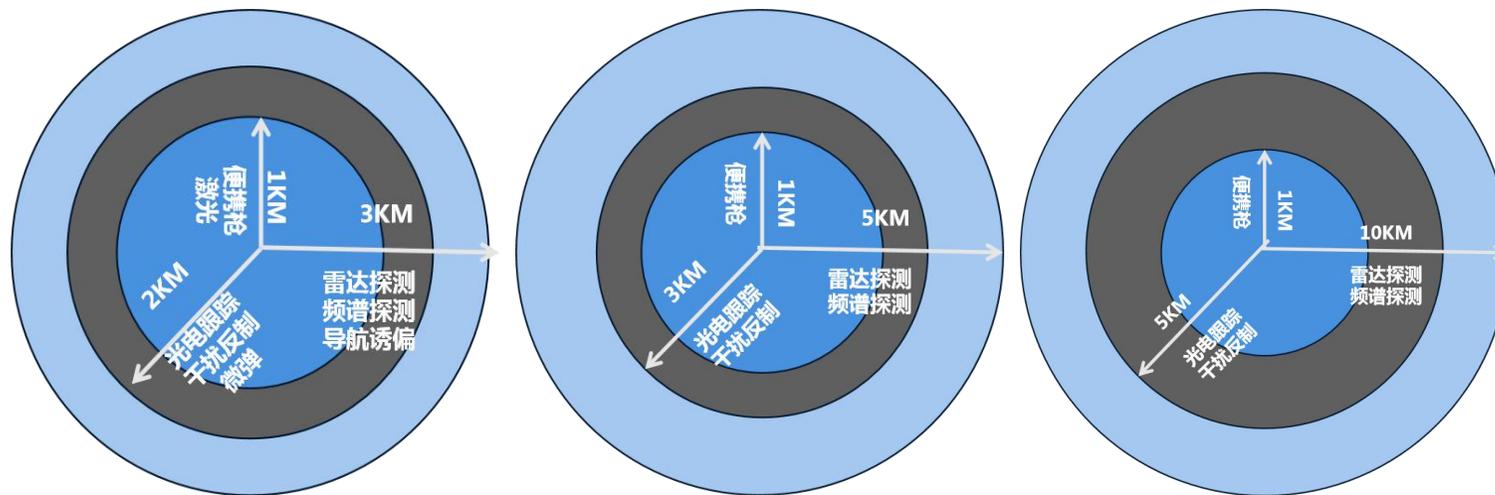
应用模式-固定式低空察打一体系统

固定式系统标准配备为雷达、频谱侦测、光电和干扰（可选导航诱偏或激光定向能武器），雷达和频谱复合探测入侵无人机，引导光电进行跟踪，最后由干扰设备切断无人机和飞手间的通讯,并强迫无人机着陆或返航,以保证低空安全防区，或由导航诱偏将无人机诱偏到指定位置，或由固定激光进行物理打击。

编号	分类	名称	主要功能	作用距离	备注
1	固定式	雷达	主动探测	$\geq 3-10\text{km}$	
2		无线电频谱侦测仪	被动侦测无人机信号并报警	$\geq 3-5\text{km}$	
3		光电跟踪仪	光电跟踪无人机	$\geq 2-3\text{km}$	
4		无人机导航对抗仪	诱导无人机偏离目标	$\geq 10\text{km}$	可选
5		电磁干扰设备	定向（全向）发射电磁波干扰无人机	$\geq 1-3\text{km}$	
6		激光定向能武器	激光直接烧蚀	$\geq 0.5-1\text{km}$	可选
7		侦测反制一体机	被动侦测无人机信号预警后直接反制	$\geq 2\text{km}$	可选



监控点的位置要处于空间地形制高点，覆盖半径可选半径3km、半径5km和半径10km范围。



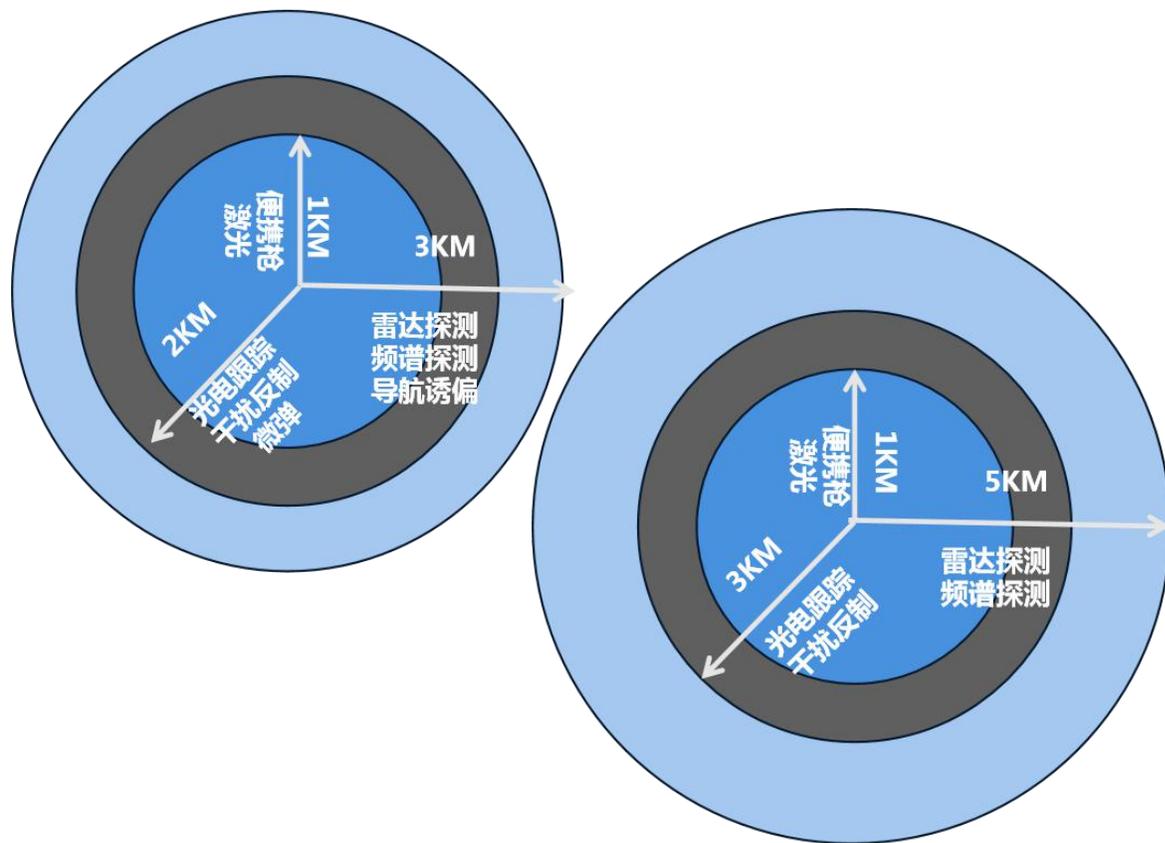
应用模式-车载式低空察打一体系统

打击 I 型车载式系统标准配备为雷达、频谱侦测、光电、干扰，雷达和频谱复合探测入侵无人机，引导光电进行跟踪，最后由干扰设备切断无人机和飞手间的通讯,并强迫无人机着陆或返航,以保证低空安全防区；

打击 II 型车载式系统标准配备为雷达、频谱侦测、光电、激光定向能，雷达和频谱复合探测入侵无人机，引导光电进行跟踪，最后由车载激光进行物理打击。

编号	分类	名称	主要功能	作用距离	备注
1	车载式	雷达	主动探测	≥3-10km	
2		无线电频谱侦测仪	被动侦测无人机信号并报警	≥3-5km	
3		光电跟踪仪	光电跟踪无人机	≥2-3km	
4		电磁干扰设备	定向（全向）发射电磁波干扰无人机	≥1-3km	
5		激光定向能武器	激光直接烧蚀	≥0.5-1km	

车载式主被动复合探测低空察打一体系统覆盖半径可选半径3km、半径5km范围。



打击 I 型（干扰）



打击 II 型（激光）

应用模式-移动便携式无人机侦测反制装备

便携式装备包括配合目视使用的手持式电磁干扰枪、背包式电磁干扰设备、用于范围较小领域的背包侦测打击一体机和单兵微型智能导弹及载具。

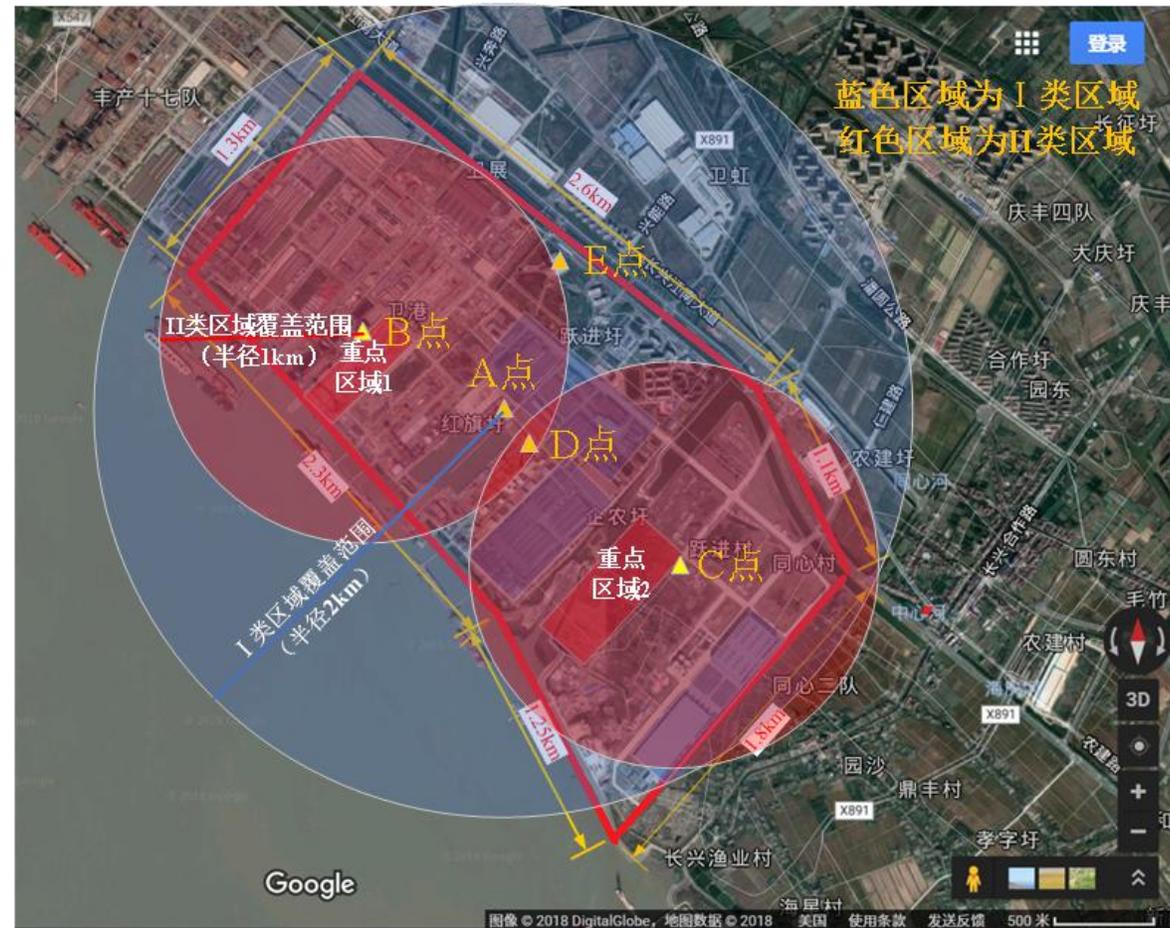
编号	分类	名称	主要功能	作用距离	备注
1	便携式	背包侦测打击一体机	被动侦测无人机信号预警后直接反制	$\geq 3\text{km}$	可选
2		手持式电磁干扰枪	压制无人机信号并反制	$\geq 1\text{km}$	
3		背包式电磁干扰设备	压制无人机信号并反制	$\geq 1\text{km}$	



应用场景-政治核心区、首长住地

可选用方案

编号	方案	数量
1	固定式低空察打一体系统	≥2套
2	移动便携式无人机侦测反制装备	≥4套



应用场景-外事活动和其他重大安保任务涉及的警卫点线周边



可选用方案

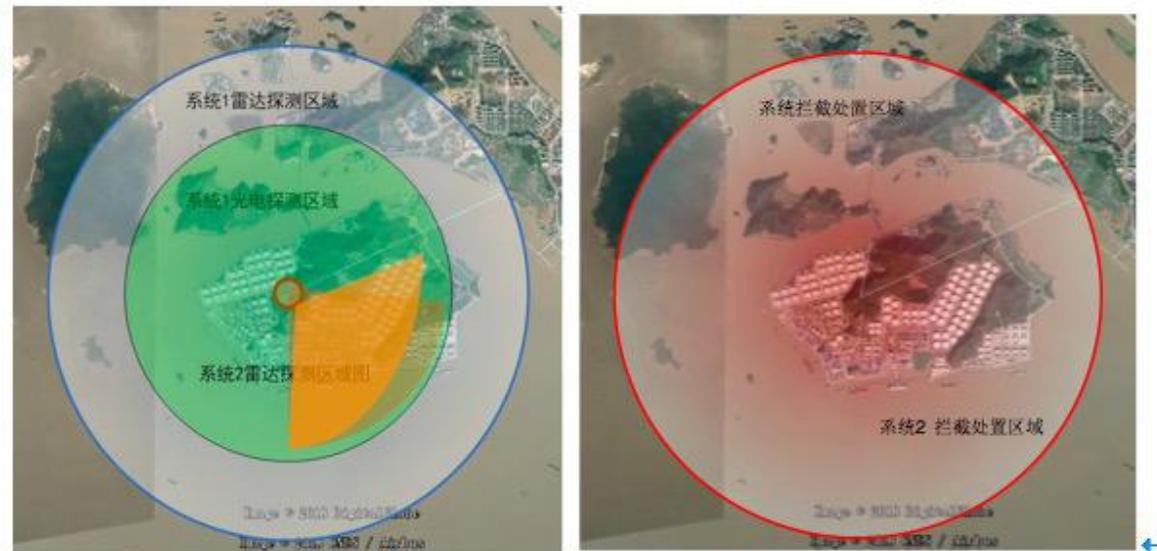
编号	方案	数量
1	车载式低空察打一体系统	≥2套
2	移动便携式无人机侦测反制装备	≥6套



应用场景-核电站、炼油厂、油田、储油库等易燃易爆危险区

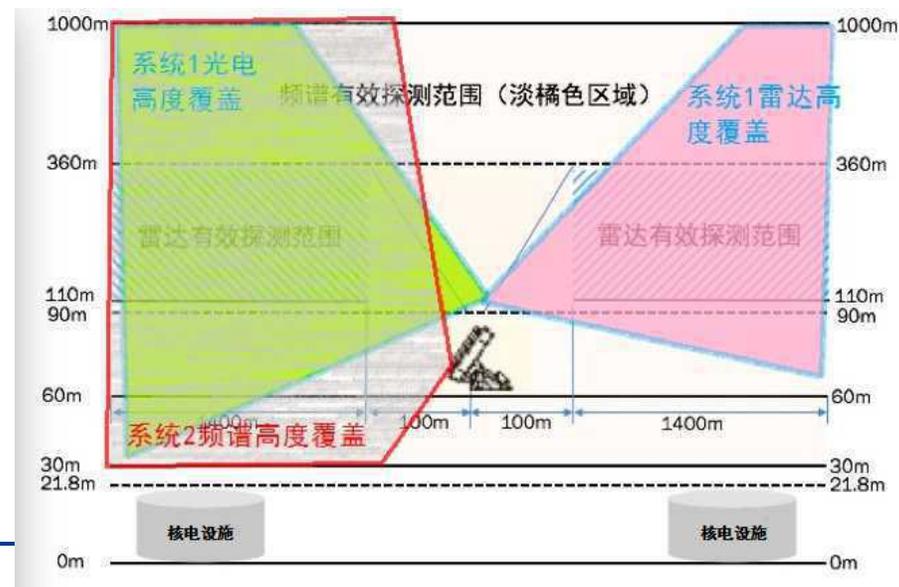
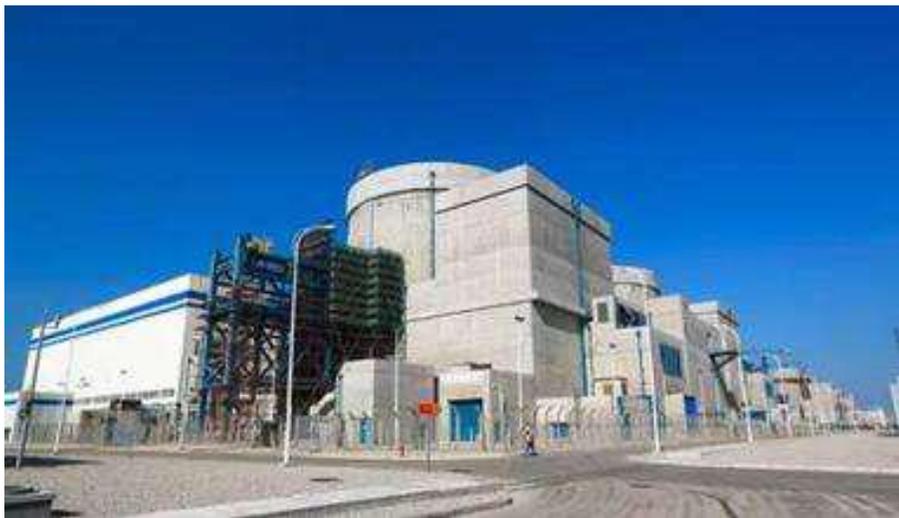
可选用方案

编号	方案	数量
1	固定式低空察打一体系统	≥2套
2	移动便携式无人机侦测反制装备	≥4套



a) 目标探测范围

b) 干扰处置范围



应用场景-重大活动举办场所



可选用方案

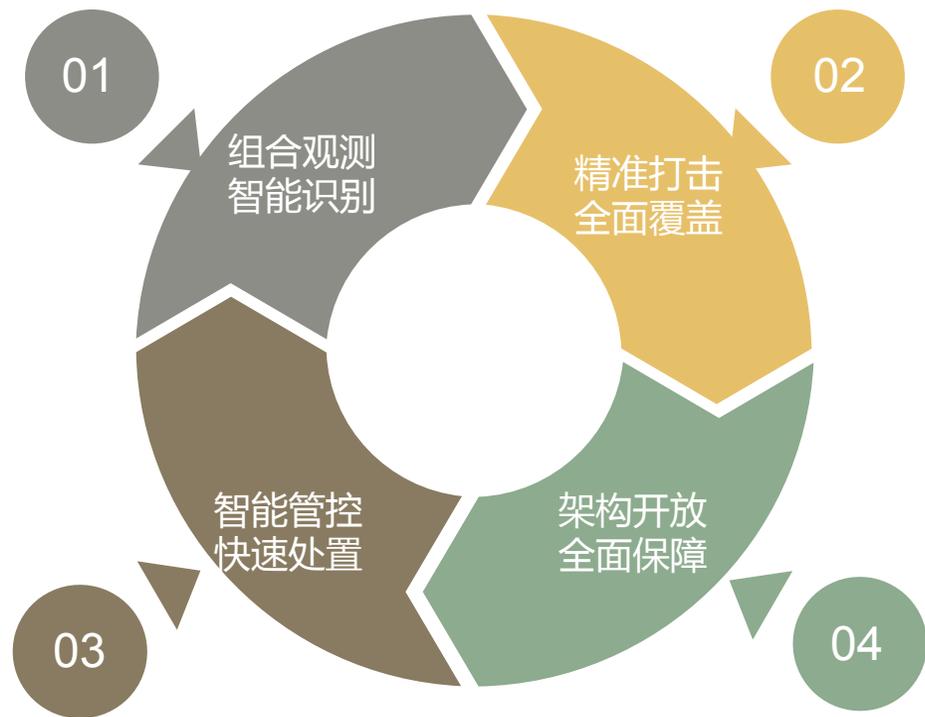
编号	方案	数量
1	固定式低空察打一体系统	≥1套
2	车载式低空察打一体系统	≥1套
3	移动便携式无人机侦测反制装备	≥4套



系统特点

系统采用主被动融合探测实现无盲区无虚警区域全覆盖，极端复杂地物环境下可做到有效探测。首创采用全频段电侦、全频段干扰解决改装和定制的黑飞侵入。系统集成高效识别算法，内置深度学习特征识别库和行为识别库，自动识别入侵飞行器并自主学习丰富特征库。

系统采用智能监控管理平台，实现从发现到打击反应全过程处理时间不超过60秒，极大的保障了用户的空域安全。



系统通过电子干扰、导航诱偏、激光定向能和微弹等多种反制或直接摧毁等手段全面覆盖保护区域不受非法无人飞行器侵害。

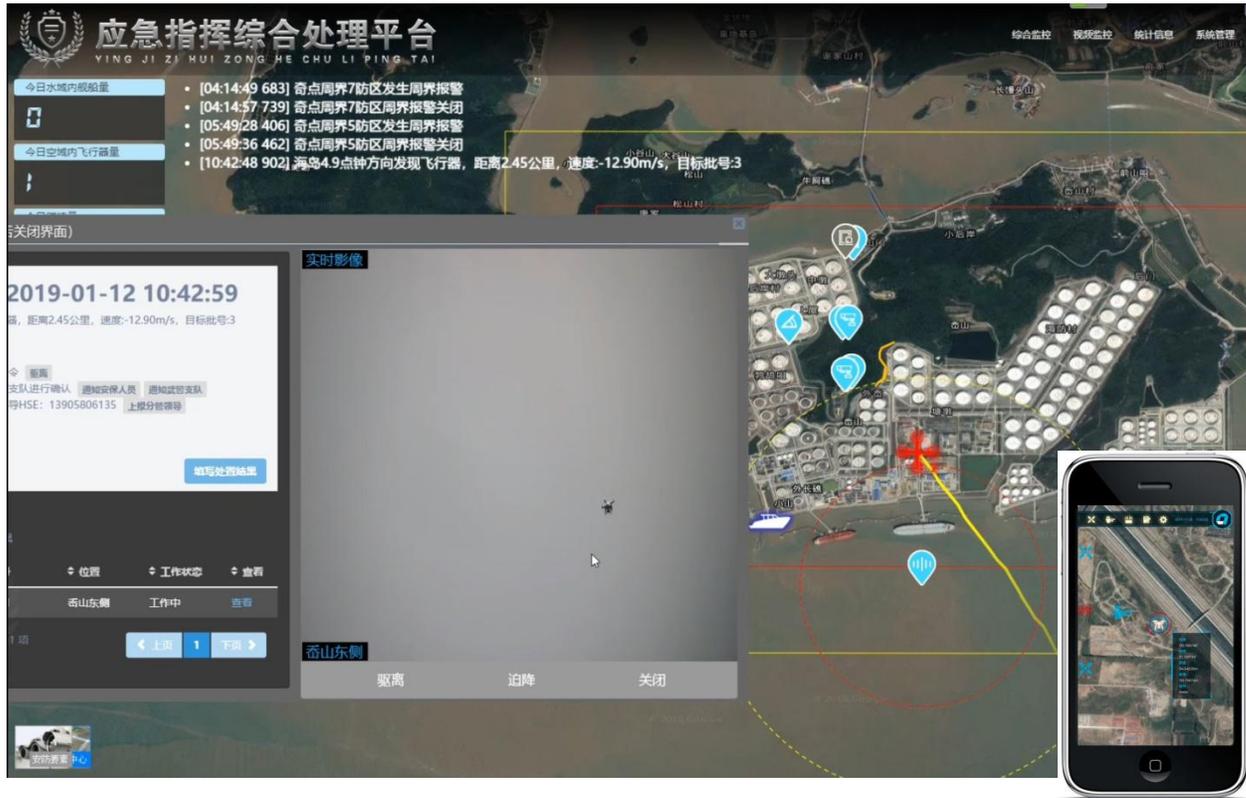
系统采用开放式网络架构，既可兼容原系统也可无限增添新设备。整套系统严格按照国军标标准，具备24小时、全天候、全地形工作能力，实现防护区域的全面保障。

目录

一	市场分析
二	系统介绍
三	产品介绍
四	案例展示

智能监管平台

我司根据用户需求以及知识积累自主研发的智能监控管理平台通过把各类监控终端和各个应用子系统连接起来，实现低空飞行器监控管理的大集成（Grand Integration）和“管控一体化”，底层采用数据融合并匹配AI深度学习算法，现无人机监管的大集成和管控一体化，使底层各个孤立的监控网络形成有机的整体，从而达到要地无人机管控“高效、节能、安全、环保”的服务理念。



系统软件功能	功能描述
低空空域监视功能	在地图背景上实时显示管控区域的目标态势
非法入侵管控功能	系统发现非法入侵飞行器时联动电子干扰、导航诱导、激光打击等设备对目标进行处置
低空空域管理功能	设定低空保护区域范围
通信频段保护功能	系统工作时不能干扰通信基站的正常工作
民航航道保护功能	系统工作时不能干扰民航大飞机正常飞行
处置预案管理功能	对不同威胁等级形成不同的应对措施和处置步骤
入侵事件回溯功能	检索系统记录的数据并进行回放
入侵及处置事件统计	统计一定时间段内入侵事件及处置事件
电子地图管理功能	建立防护区域范围内的GIS数据
设备管理设置功能	集成雷达、无线电侦测、光电跟踪、声波探测、电子干扰、导航对抗、激光、微弹和无人机抓捕等设备管理端口，对设备常用的参数进行设置； 监控设备健康状况，对异常状态报警。

探测识别子系统-低空监视雷达

我司自主研发两个型号系列的三坐标以及相控阵低空监视雷达，该系列产品以有源探测作为技术手段，可在净空区域3km、6km、10km范围内对低慢小目标（RCS 0.1~0.01m²）进行全时段、全天候、全方位、高精度探测，获取目标的实时坐标位置、速度、反射强度等信息。可通过与光电跟踪、反制打击系统等联合，实现对低慢小目标的探测预警、跟踪取证、反制打击的全过程防御。

参数	SW-RAD-001	SW-RAD-002	SW-RAD-003
工作频段	KU	X	KU
体制	三坐标	三坐标	三坐标、相控阵
方位角和俯仰角	方位角0°~360° 俯仰角-10°~40°	方位角0°~360° 俯仰角-10°~30°	方位角0°~360° 俯仰角-25°~25°
探测范围	≥5km (RCS≥0.01m ²)	≥3km (RCS≥0.01m ²)	≥8km (RCS≥0.01m ²)
测量精度 (距离、方位、俯仰)	距离: ≤7.5m 方位: ≤2.5° 俯仰: ≤10°	距离: ≤10m 方位: ≤0.4° 俯仰: ≤1°	距离: ≤5m 方位: ≤0.5° 俯仰: ≤1°
适用场景	固定式、车载式		
设备照片			

探测识别子系统-无线电频谱侦测仪

该设备通过捕获无人机或遥控器发出的无线通讯信号，在半径3-10公里范围对非法入侵的无人机进行预警并联动反制设备，实现对入侵无人机的处置，系统全天候工作，可以有效弥补人工监控的不足，提高安防效能。

我司首创自主研发全频段无线电侦测仪可以对800MHz~6GHz（可扩展为400MHz-6GHz）整个频率进行无间隔扫描，配合我所首创的全频段干扰仪对该范围内任一无人机频率信号发现即启动对应频率的反制，可发现频率范围内的航模及改频无人机并可在城市、市郊、多基站等复杂电磁环境下安装使用，具有很强的实用性。

参数	SW-DEF-001
频率范围	800MHz~6GHz（可定制）
连续扫描速度	20GHz/s（10kHz分辨率）
探测距离	无人机 $\geq 5\text{km}$ （发射功率大于0.1W） 飞手 $\geq 500\text{m}$
测向精度	$\leq 3^\circ$ （RMS）
测向灵敏度	$\leq 10\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$
适用场景	固定式、车载式



跟踪取证子系统-光电跟踪探测仪

光电设备是进行低空目标搜索跟踪、执法取证的重要设备。光电设备主要配合雷达进行目标跟踪，当收到雷达的预警信息后，光电设备根据雷达传回的目标位置信息对相关空域进行目标搜索与跟踪，并录制跟踪视频和拍照取证。在白天通过彩色CCD电视摄像系统，在夜间通过高性能制冷型红外热成像系统发现、识别和确认目标，具有全天候、速度快、覆盖面广、视距范围大、图像稳定清晰的特点，并具有一定透霾功能。根据客户需求可增加激光照射补光、激光测距仪、微光、星光等传感器。



参数	SW-OED-001
探测范围	通视无遮挡环境下（能见度 $\geq 10\text{km}$ ），发现轴距 $\geq 30\text{cm} \times 30\text{cm}$ 无人机的距离 $\geq 2\text{km}$ （白天） $\geq 1\text{KM}$ （夜晚）
目标跟踪	内置多种自动捕获和自动跟踪算法，可以实现对无人机的锁定和跟踪，支持可见光和红外跟踪，智能目标短暂丢失的锁定和重捕获算法
方位覆盖	水平旋转 $0^\circ \sim 360^\circ$ ，水平速度 $0.01 \sim 60^\circ / \text{s}$ ，垂直旋转 $80^\circ \sim 45^\circ$ ，垂直速度 $0.01 \sim 30^\circ / \text{s}$
工作温度	$-25^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$
环境适应性	具备户外三防能力
适用场景	固定式、车载式

反制打击子系统-导航诱偏设备

■ 我司通过技术积累基础上自主研发一个型号系列的导航对抗产品，采用生成式欺骗干扰的方式，对无人机机载卫星导航设备进行干扰，使目标在飞行过程中按照我方设定的策略偏离预定航线，达到诱导无人机飞行的目的。

指标项	技术要求
基本功能	具备无人机防御拒止能力，能够诱导无人机飞行，根据实时获取的卫星导航信息和目标运动信息，可动态实现人在回路的诱骗策略，在发射卫星导航干扰信号的时候，能够对干扰信号的输出功率进行控制和干扰信号的发射开关进行控制。
工作模式	支持GPS/GLONASS/BDS任意频点
欺骗策略	采取程序控制和人在回路相结合的方式
作用距离	$\geq 10\text{km}$
干扰功率	$\leq 10\text{W}$
特点一	该产品和雷达、光电、链路干扰构建系统后具有诱偏功能，可把“黑飞”无人机诱偏到精度在100m内的指定范围，系统形成闭环，诱偏全程可控。
特点二	该产品采用定向发射天线时，作用方向可控，在对主瓣方向的“黑飞”无人机进行防御和诱偏的过程中，同时不会对旁瓣和副瓣方向的导航设备造成干扰，特别是对设备架设上端的飞机航道处的信号进行约束，不会对飞机航道造成导航干扰。
适用场景	固定式



侦测反制子系统-侦测反制一体设备

侦测反制一体设备有两种型号，包括固定和车载式的SW-DEF-002。设备基于无线电探测和跟踪原理，通过对无人机遥控信号的侦收、识别、分析，探测目标无人机的存在；自动引导发射大功率电磁波，对飞机状态下的无人机进行压制干扰，阻断无人机遥控链路信号和导航信号，实现对无人机探测、拦截和干扰目的。系统由侦测单元、信号处理单元、干扰单元以及天线等组成。

参数	SW-DEF-002
探测频率范围	2.4GHz\5.8GHz\ISM频段
探测距离	≥2km（发射功率大于0.1W）
干扰频率范围	2.4GHz\5.8GHz\ISM频段
干扰距离	≥2km
干扰方式	四面阵定向天线可形成360度压制干扰
工作温度	-40℃~+60℃
数据接口	RJ45、以太网
适用场景	固定式、车载式
产品图片	

反制打击子系统-电子对抗设备

■ 我司有定向干扰和全向干两类多型电子干扰设备。定向干扰类设备应用超高频扫描技术产生多种带宽信号，针对市场上主流无人机控制、图传、定位频段进行有效压制，实现对区域内无人机驱离和迫降。其中包括我司首创全频段定向干扰，配合全频段电侦针对非法改装无人机进行全过程防御。全向干扰设备（电子围栏）有一个型号，通过多频段多制式全向天线向四周辐射无线电信号，可以对无人机的通信链路进行干扰，使其失去与地面的联系，最终迫使无人机无法正常工作。

参数	SW-IR-004
天线制式	定向天线
频率范围	F1: (5710~5885) MHz \pm 5MHz F2: (2390~2490) MHz \pm 5MHz F3: (1550~1620) MHz \pm 5MHz
最大作用距离	\geq 2 km
设备照片	
工作模式	手动/自动
适用场景	固定式、车载式

反制打击子系统-电子对抗设备

我司便携移动式电子对抗设备有两个型号，该设备应用超高频扫描技术产生多种带宽信号，针对市场上主流无人机控制、图传、定位频段进行有效压制，实现对区域内无人机驱离和迫降。

参数	SW-IR-005	SW-IR-006
天线制式	定向天线	
频率范围	F1: (5725~5825) MHz F2: (2400~2485) MHz F3: (1560~1620) MHz	F1: (5725~5825) MHz F2: (2400~2485) MHz F3: (1560~1620) MHz
最大作用距离	≥1 km	≥2km
设备照片		
工作模式	手动/自动	
适用场景	便携移动式	

目录

一

市场分析

二

系统介绍

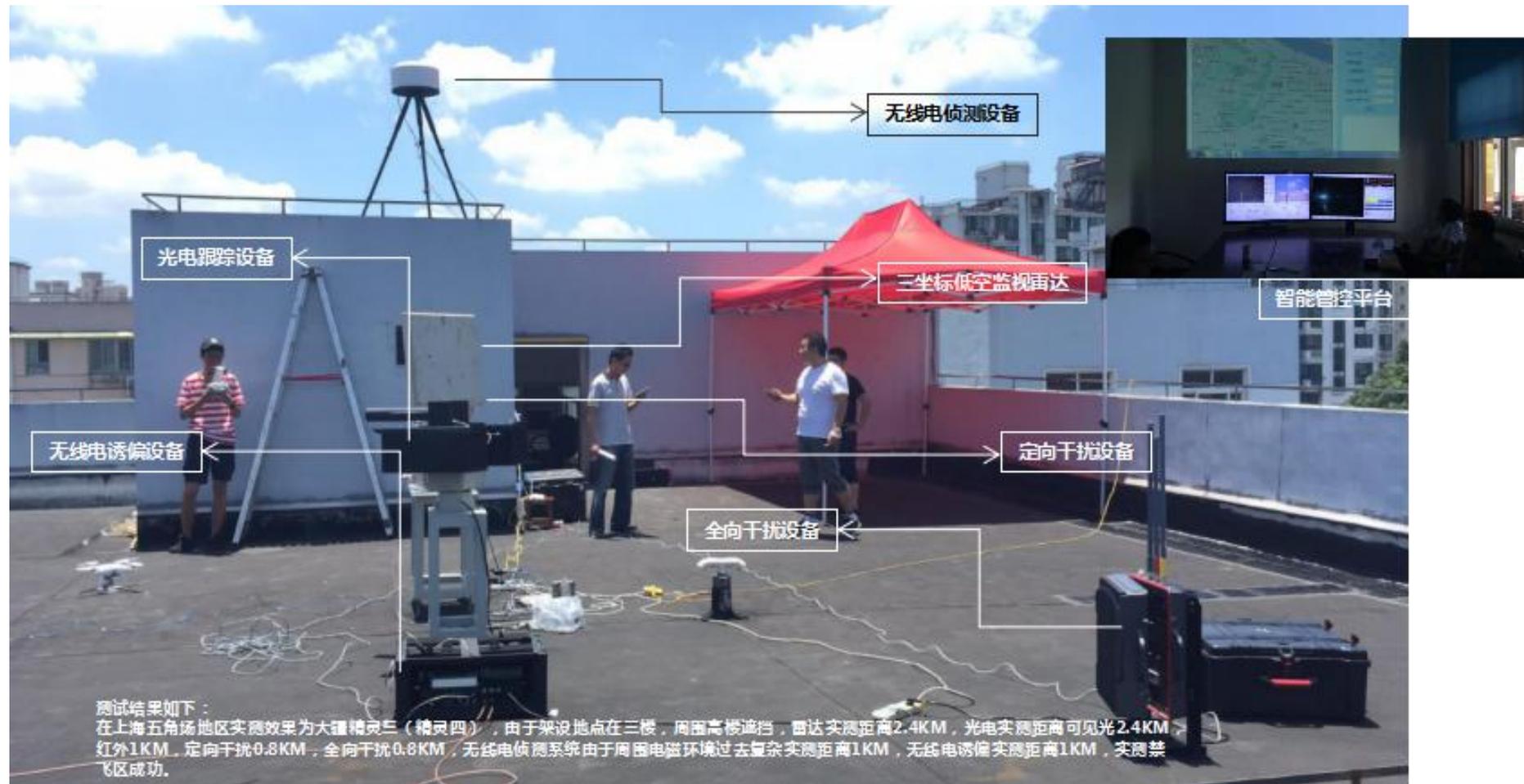
三

产品介绍

四

案例展示

政治核心区、首长住地—XX研究所



政治核心区、首长住地—西部战区乌鲁木齐空军机场

整体防御区域为4X2.5Km的长方形地块，一侧为山脉，地块内包括跑道，机库等。技术要求为覆盖整个机场区域进行低空防御，其中雷达实现设定区域（ $\geq 2\text{km}$ ）对“低小慢”（RCS0.01M2）目标的目标探测、航迹关联、自动预警；光电对预警区域（可见光 $\geq 1.3\text{km}$ ，红外 $\geq 0.8\text{km}$ ）的“低小慢”（RCS0.01M2）目标的跟踪；定向干扰实现对进入防护区域（ $\geq 1\text{km}$ ）的“低小慢”（RCS0.01M2）目标的射频干扰，使目标失去控制。

系统部署在跑道居中的航管楼楼顶，限于楼顶地形复杂，为不影响其他原有设备使用，架设两座基塔分别部署系统前端一套雷达单元，一套光电单元，一套干扰单元（光电和干扰整合成一体机）。在楼内部署指挥室，部署后端智能监管平台。

2018年5月9日经过专家组现场评审，探测物体为大疆精灵三，实测为雷达距离为2.4Km，可见光2Km,红外1Km，全向干扰1Km，超出预期，予以评审通过。



政治核心区、首长住地— XX造船厂

XX造船厂需要在**岛厂区建设覆盖5km*2km范围的要地低空防御系统，该系统针对“低小慢”目标具备自动报警能力，对进入重点防护区域的目标具备自动跟踪识别能力，可以让监控人员识别判断目标并对入侵目标采取有效的控制措施。

其中雷达实现设定区域（ $\geq 2.5\text{km}$ ）对“低小慢”（RCS0.01M2）目标的目标探测、航迹关联、自动预警；光电对预警区域（可见光 $\geq 2\text{km}$ ，红外 $\geq 0.8\text{km}$ ）的“低小慢”（RCS0.01M2）目标的跟踪；电侦对预警区域（ $\geq 3\text{km}$ ）的“低小慢”（RCS0.01M2）目标的探测；定向干扰实现对进入防护区域（ $\geq 2\text{km}$ ）的“低小慢”（RCS0.01M2）目标的射频干扰，使目标失去控制；导航对抗设备实现500M禁飞区功能以及针对低小慢目标的诱偏任务；全向干扰实现对对进入两个核心区域船坞（ $\geq 2\text{km}$ ）的“低小慢”（RCS0.01M2）目标的全时段射频干扰，使目标失去控制。



外事活动和其他重大安保任务涉及的警卫点线周边

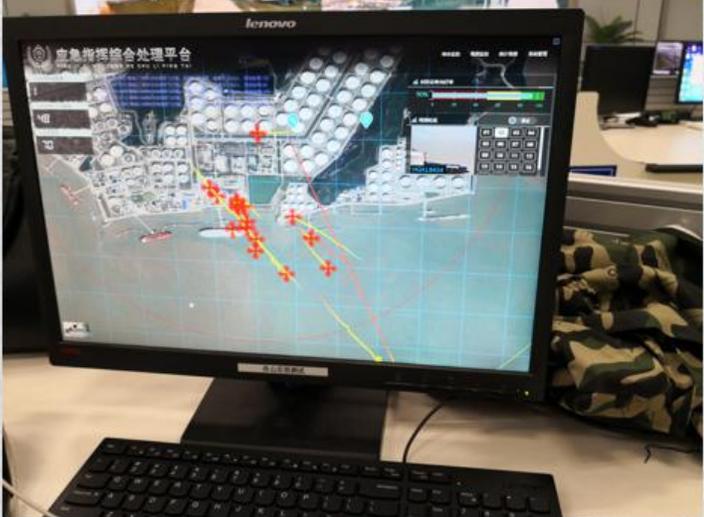


2018年2月，习总凉山州考察安保任务。



2018年3月，博鳌亚洲论坛安保任务。

核电站、炼油厂、储油库等易燃易爆危险区— XX国储油库



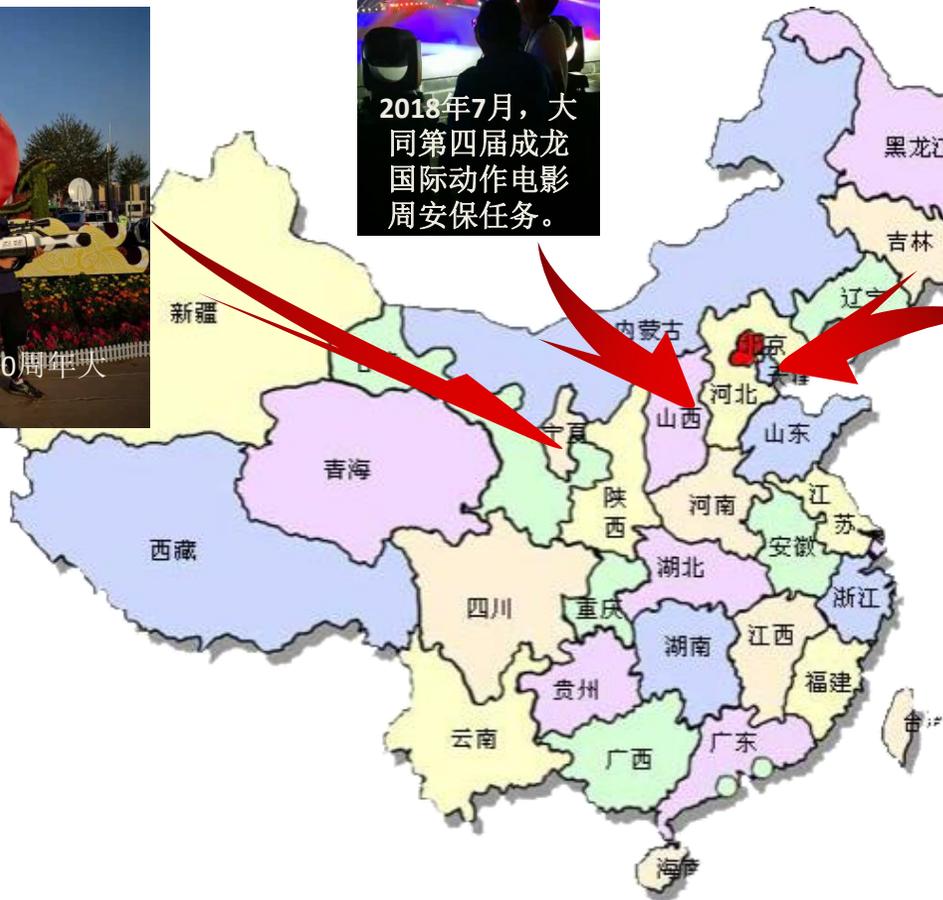
核电站、炼油厂、储油库等易燃易爆危险区— XX水电站

XX水电站作为国内大型水电站之一，具有极其重要的战略意义，需要针对大坝、左右岸以及下游部署低空防御系统。该系统针对“低小慢”目标具备自动报警能力，对进入重点防护区域的目标具备自动跟踪识别能力，可以让监控人员识别判断目标并对入侵目标采取有效的控制措施。

前置分布监控站四个组网组成全覆盖空域。其中雷达实现设定区域（ $\geq 3\text{km}$ ）对“低小慢”（ $\text{RCS}0.01\text{M}^2$ ）目标的目标探测、航迹关联、自动预警；光电对预警区域（可见光 $\geq 2\text{km}$ ，红外 $\geq 0.8\text{km}$ ）的“低小慢”（ $\text{RCS}0.01\text{M}^2$ ）目标的跟踪；电侦对预警区域（ $\geq 3\text{km}$ ）的“低小慢”（ $\text{RCS}0.01\text{M}^2$ ）目标的探测；定向干扰实现对进入防护区域（ $\geq 2\text{km}$ ）的“低小慢”（ $\text{RCS}0.01\text{M}^2$ ）目标的射频干扰，使目标失去控制；手持式反无枪作为目视补盲。



重大活动赛事



BUSINESS
THANK YOU

谢谢

南京玖通联电子科技有限公司

南京市雨花台区软件大道180号大数据3号楼603室