

反无人机行业：大国“神盾”

2024年12月05日

► **反无人机行业：对低空经济以及军事发展具有关键意义。**我国国防建设正处于转型关键期，装备体系不断调整。传统地面作战和近岸防御装备数量逐渐优化，远海防卫、远程打击等新型装备成为发展重点。**低空经济保持快速发展态势：**根据赛迪顾问数据，2023年中国低空经济高速发展，市场规模达到5059.5亿元，增速达到33.8%，到2026年低空经济规模有望突破万亿元，达到10644.6亿元。**低空经济在快速发展的同时，也面临着空域管理等挑战，特别是以无人机为代表的低空飞行器非法飞行等风险持续影响行业的健康发展。同时，在军事领域，以无人机为代表的低空飞行器也对安全带来了潜在风险。**

► **反无人机行业快速发展，大型科技集团积极发力。**1) **国外：多个国家重视反无人机发展，大型企业对新兴技术进行积极尝试。**2019年12月，美国防部长指定陆军部长为国防部反小型无人机执行代理，并设立联合反小型无人机系统办公室(JCO)，统筹推进美军反小型无人机能力建设；韩国发布了包括“**重要区域无人机集成系统**”在内的多个反无人机项目。企业端，韩华、洛克希德·马丁等公司均在反无人机技术方面持续探索。2) **国内：大型科技集团持续发力，在高功率微波武器系统等方面取得多个成果。**中国电科28所推出的“天穹”综合反无人机作战体系，将雷达、光电、电子侦测等多种探测手段与激光、微波、电子干扰、导航诱骗、高炮、防空导弹等多样化的拦截手段结合起来；中国兵器集团推出“**飓风2000**”和“**飓风3000**”高功率微波武器系统，高能微波武器作为新型反无人机手段具有多个优势；在第十五届中国航展上，航天科工集团的无人作战体系和反无人机体系升级亮相，展出的升级版反无人机体系主要包括预警探测、指挥控制、拦截处置三大系统，既可独立防空作战，也可融入防空体系作战，构建现代战场和城市安防的安全穹盾。

► **投资建议：**在低空经济发展大趋势下，空域管理等挑战持续突出，以无人机为代表的低空飞行器非法飞行等风险持续影响行业发展；在军事领域，无人机等低空飞行器的风险也逐步突出，反无人机行业发展大势所趋。国内外多个大型科技企业高度重视并持续进行技术研发投入，未来行业发展具有重要潜力。建议重点关注六九一二、锐科激光，同时关注联创光电、安恒信息、数字政通、梅安森等国内反无人机领域龙头。

► **风险提示：**技术路径变化存在不确定性；行业竞争加剧；下游开支能力存在不确定性。

重点公司盈利预测、估值与评级

代码	简称	股价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			评级
			2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E	
301592	六九一二	179.65	1.57	2.28	3.25	114	79	55	推荐
300747	锐科激光	20.99	0.43	0.59	0.79	49	36	26	/

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；

(注：股价为2024年12月5日收盘价；未覆盖公司数据采用wind一致预期)

推荐

维持评级



分析师 吕伟

执业证书：S0100521110003

邮箱：lwwei_yj@mszq.com



分析师 尹会伟

执业证书：S0100521120005

邮箱：yinhuiwei@mszq.com

分析师 赵奕豪

执业证书：S0100523050003

邮箱：zhaoyihao@mszq.com

相关研究

- 计算机周报 20241130：科技内需为王：从寒武纪到昇腾-2024/12/01
- 计算机周报 20241124：科技内需为王：操作系统看鸿蒙，国产AI算力看昇腾-2024/11/24
- 计算机行业事件点评：医保数据要素落地的清晰方向：商业保险-2024/11/20
- 计算机行业事件点评：重视城市更新带来的机遇-2024/11/20
- 计算机周报 20241117：如何看待当前AI应用的拐点-2024/11/17

目录

1 反无人机行业：对低空经济以及军事发展具有关键意义	3
1.1 国防信息化快速发展，模拟训练产业等细分领域重要性不断提升	3
1.2 低空经济有望保持快速发展，反无人机重要性逐步提升	4
2 反无人机行业快速发展，大型科技集团积极发力	6
2.1 国外：多个国家重视反无人机发展，大型企业对新兴技术进行积极尝试	6
2.2 国内：大型科技集团持续发力，在高功率微波武器系统等方面取得多个成果	7
2.3 微波反无人机解析及市场前景分析	10
3 重点标的	12
3.1 六九一二	13
3.2 联创光电	19
3.3 锐科激光	21
4 投资建议	22
5 风险提示	22
插图目录	24
表格目录	24

1 反无人机行业：对低空经济以及军事发展具有关键意义

1.1 国防信息化快速发展，模拟训练产业等细分领域重要性不断提升

我国国防建设正处于转型关键期，装备体系不断调整。传统地面作战和近岸防御装备数量逐渐优化，远海防卫、远程打击等新型装备成为发展重点。政策端，我国长期坚持国防实力与经济实力同步提升的战略方针，陆续出台了一系列稳定且持续的军工发展政策，从投入、装备发展、军队建设、军工改革等多个方面进行规划和引导。

从模拟训练产业发展趋势来看，模拟训练产业正呈现训练系统要素集成化、训练系统接口标准化等特点；野战光通信装备产业的发展，目前呈现提高通信中继可靠性、加强军民通信合作等多个特点。

表1：模拟训练产业相关特点及影响

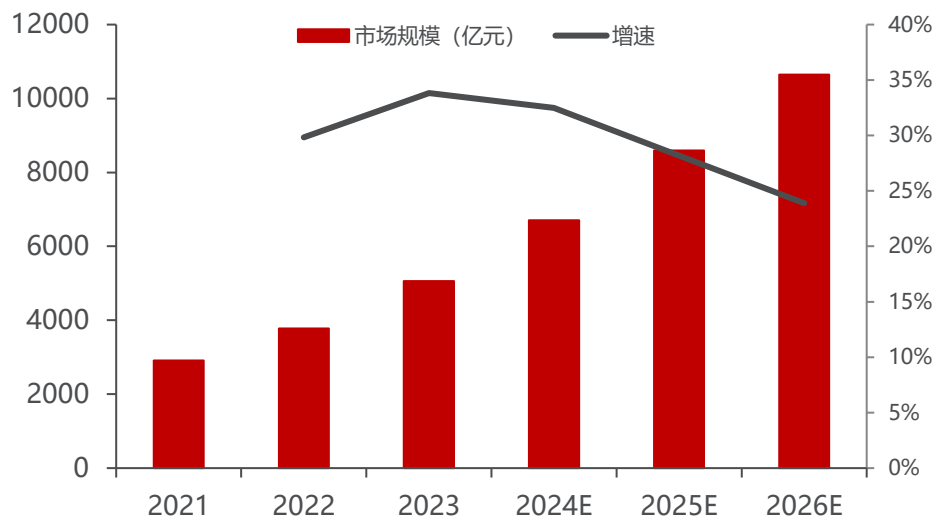
发展趋势	现状	未来发展方向	对企业的要求	相关影响
训练系统要素集成化	模拟训练系统要素分散，未完全覆盖作战全要素	涵盖作战全要素，实现全要素、全过程及精准训练	具备系统整合与多技术融合能力，提供综合性解决方案	提升企业竞争力，拓展市场空间，满足军队复杂训练需求
训练系统接口标准化	各厂商系统接口不统一，互联互通困难，调试成本高	训练要素内部设备、软件接口及要素集成时接口趋于统一	需遵循统一接口标准，进行产品适配和升级	提高系统兼容性与互操作性，降低成本，促进市场竞争和行业发展
训练装备模块标准化	实物类模拟训练设备技术差异大，集成互联困难	外部接口和内部模块标准化，由统一模块组合构建	按照标准化模块进行产品研发和生产	提高设备通用性、可维护性，加快研发生产速度，推动装备大规模应用
训练系统平台通用化	无统一通用平台，各厂商自成体系	形成通用训练系统平台，实现资源共享与协同合作	专注擅长环节，与平台对接合作	降低行业成本，提升训练系统性能和军队战斗力，促进技术创新推广
训练实施过程智能化	传统模拟训练方式为主，智能化程度低	运用大数据、人工智能、VR/AR技术，实现智能化模拟训练及构建“模拟训练元宇宙”	加大技术研发投入，掌握智能化技术	为军队提供更真实高效训练环境，提升训练效果和士兵作战能力，引领行业发展新方向

资料来源：六九一二招股说明书，民生证券研究院整理

1.2 低空经济有望保持快速发展,反无人机重要性逐步提升

低空经济保持快速发展态势。根据赛迪顾问数据,2023年中国低空经济高速发展,市场规模达到5059.5亿元,增速达到33.8%,到2026年低空经济规模有望突破万亿元,达到10644.6亿元。

图1: 国内低空经济市场规模及增速



资料来源: 赛迪顾问, 民生证券研究院

低空经济在快速发展的同时,也面临着空域管理等挑战,特别是以无人机为代表的低空飞行器非法飞行等风险持续影响行业的健康发展。同时,在军事领域,以无人机为代表的低空飞行器也对安全带来了潜在风险,各国开始重视反无人机行业。根据新华网,英国“龙火”激光武器在实地测试中成功击落数架无人机,日本也在2023年防务展会上展示了一款新型高能激光反无人机系统,该系统安装在地面车辆上,可追踪300米内的无人机并摧毁100米内的无人机目标。

在军事领域,反无人作战系统是指利用技术手段对敌方无人系统及装备进行监测、干扰、诱骗、控制、摧毁的防御系统,其关键技术有探测预警技术、反制技术、战场地理信息系统和反无人作战决策辅助技术。目前军事方面反无人机的技术,可以分为探测预警技术、反制技术等几种。

表2: 军事领域反无人机相关技术梳理

技术名称	技术特点	优势
探测预警技术	可以利用雷达、射频、光电、红外和声波等手段探测无人机	无人机具有隐身性能好、突防能力强、机动性强、效费比高、雷达散射截面积小等特点,不易被捕获。
反制技术	包括硬杀伤技术、干扰技术、伪装欺骗技术等	将多种技术手段综合运用,以提高反无人作战的灵活性和有效性
战场地理信息系统	包括大型战场基础数据设施、战场多维空间地理信息系统、集成战场地理信息系统与其	为反无人作战提供战场空间数据支持,包括数据管理、查询、分析、渲染等功能,支撑反无人作战决策

他技术的集成以及小型化、便携化的战场地
理信息系统设备

反无人作战决策辅助技术
数据管理与处理技术是核心技术，包括数据的存储、查询、分析、挖掘、理解以及基于数据的决策和行为等技术

通过构建反无人作战决策体系，对感知数据信息进行分析处理，实现机器对人的决策建议，模拟真实战场对抗环境，自动生成行动预案，提高反无人作战的决策效率和准确性

资料来源：沁梦园微信公众号，民生证券研究院整理

2 反无人机行业快速发展，大型科技集团积极发力

2.1 国外：多个国家重视反无人机发展，大型企业对新兴技术进行积极尝试

无人机技术的快速发展及广泛应用，对国家安全和战场态势产生了较大影响。美军早在 2010 年代中期就开始重视反无人机问题，2019 年 12 月，美国防部长指定陆军部长为国防部反小型无人机执行代理，并设立联合反小型无人机系统办公室（JCO），统筹推进美军反小型无人机能力建设。JCO 主要进行了优化反小型无人机能力发展规划、组织反无人机能力评估与行业演示、建立美军首个专业反无人机学院等工作。

表3：联合反小型无人机系统办公室（JCO）主要工作梳理

JCO 主要工作	具体内容
优化反小型无人机能力发展规划	整合项目：对国防部批准研发的 28 个反小型无人机系统进行评估并缩减至 7 个，同时确定 3 个性能优异的反小型无人机指挥与控制系统。 推动装备部署：指导陆军部分师配备反无人机装备，推动相关系统的规模化装备，如陆军计划采购大量“郊狼”反无人机拦截器
组织反无人机能力评估与行业演示	多次举办演示活动：截至目前，先后在尤马试验场举办了五次反小型无人机系统行业演示活动，对不同类型的反无人机系统进行作战评估。 为选型提供支持：通过演示活动，为美军反无人机系统的选型提供建议和数据支持，推动相关合同的签订
建立美军首个专业反无人机学院	开展人员培训：从 2020 年起筹建反无人机学院，确立教学计划，发展分层教育体系，为联合部队提供反无人机系统安装操作、作战运用等方面的培训。 注重硬件设施建设：向学院提供全系列成套反小型无人机系统装备，提高培训效果，使美军反无人机训练向集中化、标准化迈进

资料来源：电科防务官方公众号、民生证券研究院整理

韩国发布多个反无人机项目，包括“重要区域无人机集成系统”等项目。1) “重要区域无人机集成系统”项目：合同金额 300 亿韩元，用于防御针对韩军固定关键设施的无人机攻击，未来有望用于保护国家重大基础设施。该系统为地面固定式部署，由探测雷达、光电和红外监视设备、干扰器、综合控制台等组成，可实现全向检测，能探测、识别和跟踪非法无人机并进行干扰。2) **“无人机响应多层复合保护系统”项目：**合同金额约 50 亿韩元，合同期 12 个月，用于保卫城市中心和重要地区免受无人机和无人机蜂群威胁。该系统由探测雷达、光电和红外监视设备、干扰设备、微波设备、“网捕”杀手无人机、激光装置等组成，安装在车辆上具备机动性。作战流程为利用雷达探测，光电和红外成像设备自动跟踪，采用分层、软/硬杀伤相结合的方法应对非法无人机。

韩华是韩国武器制造商，具备多种方式、多层次反无人机和反蜂群能力。包括：
1) **反无人机系统和人工智能作战系统：**可跟踪和识别小型无人机目标，利用干扰器或“杀手”无人机捕获敌方无人机，人工智能作战系统能执行多种任务，有利于防

空系统智能化和自动化操作。2) **反无人机雷达及光电技术**：其雷达系统可探测一定范围内苹果大小的目标，方位覆盖角度大，可与光电系统交互，重量轻，便于搬运。3) **反无人机激光武器**：推出了两款反无人机激光武器，分别安装在轻型战术车和集装箱上，具有不同的功率和作战能力，可作为机动式野战防空系统使用，还获得合同开发更高性能的激光武器。4) **电子干扰技术**：开发主动防御系统核心技术，包括“复合型主动保护技术”和“地面定向干扰技术”，可用于应对无人机目标。

图2：韩华推出的安装在轻型战术车上的激光的防空武器宣传图



资料来源：电科防务官方公众号，民生证券研究院

图3：韩华推出的集装箱构型激光武器宣传图



资料来源：电科防务官方公众号，民生证券研究院

洛克希德·马丁公司研制的“敏捷盾”战斗管理系统在反无人机领域取得了重要突破。“敏捷盾”战斗管理系统由洛克希德·马丁公司澳大利亚国防科技工程研究实验室牵头开发，旨在应对复杂联合作战空间中无人机等突发性威胁目标。

“敏捷盾”已经进行多次实验。1) 2023年3月，“敏捷盾”系统开展了模拟实验。此次模拟实验在虚拟环境中进行，历时两天，主要演示了传感器和效应器如何应对以无人机为首的威胁。实验侧重于定向能和电子攻击效应器，为后续的实际作战实验奠定了基础。2) 2023年10月，在澳大利亚东南部维多利亚州普卡普尼亚军事训练区进行了为期3周的实际作战实验。一组“敏捷盾”节点（包括传感器和效应器终端）被部署到无人居住的环境中，目标威胁设定为四旋翼无人机。系统从各个传感器节点获取态势信息，并将这些传感器数据融合至通用作战图。通过智能威胁评估和自动化武器分配，生成作战建议。

2.2 国内：大型科技集团持续发力，在高功率微波武器系统等方面取得多个成果

中国电科28所推出的“天穹”综合反无人机作战体系，将雷达、光电、电子侦测等多种探测手段与激光、微波、电子干扰、导航诱骗、高炮、防空导弹等多样化

的拦截手段结合起来。针对不同类型的无人机目标，采用不同的应对手段，如电子干扰、导航诱骗用于切断小型或微型无人机的控制手段，激光武器适合击落中小型单一目标，微波武器能有效应对集群目标，再结合防空导弹、近程弹炮和便携式导弹拦截多种空中目标。

图4：“天穹”综合反无人机体系



资料来源：中国电科官网，民生证券研究院

“天穹”综合反无人机作战体系具有多重优势。 1) **构建起反无人机作战的有效侦察体系。** “天穹”利用多层次分布式布局形成全方位侦察网络，外层负责快速预警，内层专注精准跟踪识别。通过多种有源与无源探测手段的分布式灵活设置，减少复杂地形、电磁环境以及空飘干扰对其的影响，进而提升整体探测效能。 2) **打造多层防御体系。** “天穹”整合“传统+新质”武器，对软硬杀伤武器进行梯次安排。其中电子干扰手段可发挥作用，微波武器因具有较远作用距离、较强抗干扰能力和面杀伤效果，能较好应对集群目标。同时，防空导弹、近程弹炮以及便携式导弹相互配合，可有效抵御多种来袭目标。 3) **塑造辅助指挥决策体系。** 依靠开放且灵活的一体化指挥架构，各类资源得以统一接入，实现自组织协同管控与优势互补。运用智能化、无人化技术增强辅助决策水平，达成作战装备无人值守以及拦截资源自主分配的状态，为反无人机作战提供有力的指挥保障。

图5：“天穹”综合反无人机体系中的相关产品



资料来源：中国电科官网，民生证券研究院

中国兵器集团推出“飓风 2000”和“飓风 3000”高功率微波武器系统。上述两种系统均采用车载机动部署模式，具备独立作战能力，也可接入整体防空网络，工作原理是定向释放高能量的电磁波辐射破坏无人机内部的电子元器件，使其失效或烧毁。“飓风 2000”搭载于轮式装甲底盘，越野能力好，适合为机械化部队提供伴随式野战防空掩护；“飓风 3000”体积和功率更大，适合执行要地防御等任务。相比激光反无装备，高功率微波武器可以一次摧毁同方向来袭的多个目标。

图6：高能微波武器作为新型反无人机手段的优势

反应迅速	攻击范围广	高效重复使用	非致命性
<ul style="list-style-type: none"> 能在目标刚进入射程时迅速锁定并攻击，尤其适合应对快速逼近的无人机群体 	<ul style="list-style-type: none"> 产生的电磁脉冲覆盖面积大，可同时攻击多架无人机，应对蜂群无人机时无需逐一锁定，显著提高拦截效率 	<ul style="list-style-type: none"> 不消耗弹药，可多次连续发射，使用费用低 	<ul style="list-style-type: none"> 对人员伤害较低，不会引发物理爆炸或产生大量碎片，在需保护平民和基础设施的作战环境中具有显著优势

资料来源：新浪网，民生证券研究院整理

在第十五届中国航展上，航天科工集团的无人作战体系和反无人机体系升级亮相。展出的升级版反无人机体系主要包括预警探测、指挥控制、拦截处置三大系统，集成了“弹、炮、光、波、抗”等对抗手段，构建软硬杀伤、弹炮结合、行进中作战的远、中、近三层综合火力拦截体系，既可独立防空作战，也可融入防空体系作战，构建现代战场和城市安防的安全穹盾。

表4：航天科工集团反无人机体系梳理

反无人机系统	技术特点以及相关功能
FK-4000 防空武器系统	以高功率微波为杀伤手段，主要用于拦截轻小型、微型无人机集群目标，在防御无人机及“蜂群”攻击方面具有独特优势。微波以光速传播且能量密度高，可以反复使用，效费比高。
FK-3000 防空武器系统	反无人机的“多面手”，火力密度大、处置手段多、作战效费比高，主要拦截轻小型无人机、巡飞弹等目标。单车可携带近百枚微型防空导弹，还集成了高炮、无线电干扰等软硬杀伤手段
FK-2000 防空武器系统	集有源雷达、光电多模探测，导弹、高炮多手段杀伤于一体，一辆战车配备十余枚防空导弹并装载多管高炮，可以有效防御巡航导弹、空地导弹、精确制导炸弹、无人机、武装直升机、固定翼飞机等多种目标
QW-2、QW-12、QW-19 便携式防空导弹	便携式、可单兵肩扛发射防空武器系统，便携式防空导弹具有较强抗干扰能力，可有效攻击多种低空、超低空入侵目标

资料来源：航天科工集团官方公众号，民生证券研究院整理

2.3 微波反无人机解析及市场前景分析

微波反无人机：通过高功率微波武器发射高强度电磁脉冲，直接干扰或破坏目标无人机的电子系统。微波反无人机系统通常采用定向能技术，具有较强的方向性和覆盖范围，能够对无人机群形成有效威胁。适用于战场环境、军事基地、关键基础设施等需要防御无人机群攻击的场景。

图7：美国海军“庞塞”号搭载的 30 千瓦级激光武器系统



资料来源：中国指挥与控制学会网，民生证券研究院

技术解析

- 1) 高功率微波技术原理：**高功率微波（HPM）通过热效应、电磁效应和非线性效应干扰或破坏无人机的电子设备，使其失效或迫降。
- 2) 反无人机系统构成：**系统由微波源、发射天线、接收天线、信号处理与目标识别模块、控制系统组成，用于产生微波、识别目标并实现精确打击。
- 3) 微波发射与接收技术：**核心技术包括速调管、磁控管等微波发射装置，以及高灵敏度、低噪声接收机，确保复杂环境下的信号处理能力。
- 4) 目标识别与跟踪：**通过信号处理算法提取目标位置、速度等信息，实现精准识别与跟踪，并具备抗干扰能力以应对复杂电磁环境。
- 5) 微波对无人机影响：**微波通过热效应烧毁元器件、电磁效应干扰系统、非线性效应引发内部电磁脉冲，使无人机失控或迫降。
- 6) 作战应用与效果：**高功率微波系统能快速识别并打击无人机，具有非致命性、无污染性，适应多种作战环境，灵活高效。
- 7) 技术优势与挑战：**优势：非致命、无污染、速度快；挑战：高成本、能量衰减、传输距离受限，以及对多种无人机的打击适应性仍需加强。

图8：集成到美陆军“斯崔克”(Stryker)轮式装甲车上的“列奥尼达”(Leonidas)高功率微波系统

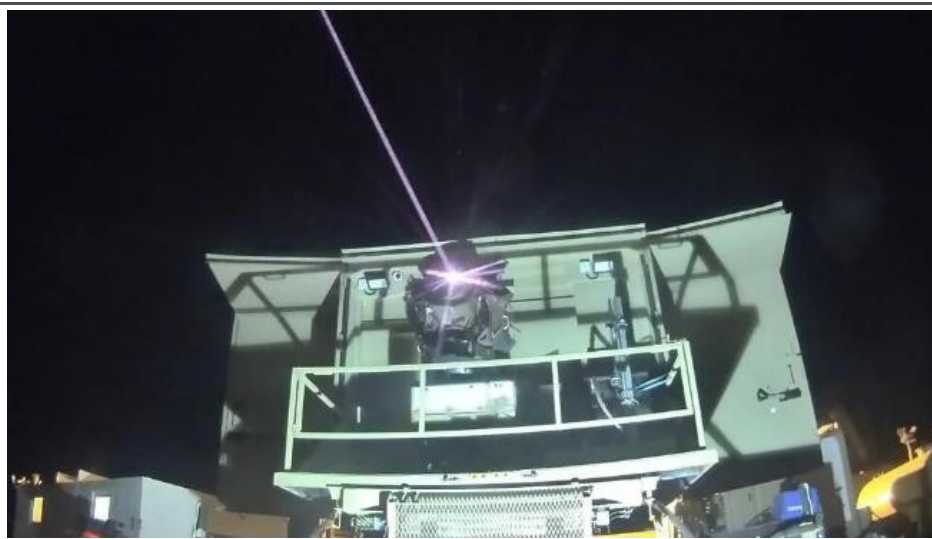


资料来源：中国指挥与控制学会网，民生证券研究院

高功率微波武器一般分为窄带高功率微波武器和宽带高功率微波武器。前者发射的微波能量集中在一个较窄的频率范围内，具有较高的频率稳定性和相干性，可提供更精确的目标照射，适用于需要高定向性的应用场景，如精确打击特定频率的雷达或通信系统；后者发射的微波能量则分布在较宽的频率范围内，能够产生短脉冲的强烈能量，照射范围更广，但精确度相对较低，适用于对抗不同频率的威胁。虽然这些武器具有方向性，但其精确度远不及激光武器。具体而言，1公里远的高能激光的射束宽度仅为几毫米，而高功率微波系统的射束宽度约为100米。

不同于激光武器一次只能攻击一个目标，高功率微波武器可同时对多个目标产生效果。这一特性使得高功率微波武器在对抗密集的无人机群时特别有用。与激光武器相同的是，使用高功率微波武器也存在造成意外后果的风险，尤其是对区域内的电子设备。由于射束扩散，高功率微波武器可能产生的附带效应区域会比高能激光武器更广。

图9：以色列100千瓦级的高能激光武器系统——“铁束”防空系统



资料来源：中国指挥与控制学会网，民生证券研究院

与激光武器一样，高功率微波武器也是一种定向能武器，可由射频发生器从固定地点或移动车辆上发射，或通过一次性的特制爆炸系统发射。微波武器可通过不同的平台或载体（如导弹、无人机、微波炸弹等）在目标附近释放高功率电磁脉冲来干扰或破坏目标的电子设备。高功率微波反无人机系统产生的电磁波能有效应对数百米范围内的无人机，且不受环境条件影响。

高功率微波反无人机系统应用前景：高功率微波反无人机系统在军事领域具有较大潜力，可快速识别、跟踪和打击敌方无人机，削弱其作战能力，提升己方战场优势。在民用领域，该系统可用于机场、重要设施和大型活动等场所，打击非法入侵无人机，保障安全。此外，在商业领域，如快递、农业和环保等，该系统可提供安全保障，防范无人机滥用或故障带来的威胁。

随着无人机技术的广泛应用，其滥用和非法入侵问题日益严重，对国家安全和公共安全构成威胁。高功率微波反无人机系统凭借非致命、无污染、快速高效等特点，成为无人机防御技术的研究热点，并在军事、民用和商业领域展现广阔应用前景。

3 重点标的

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/818014003006007005>