

# Unmanned Fighter and Anti-UAV Gun: Research on Air-Surface Cooperative Countermeasures

Chenzhi Zhou

China Radio and Television Hunan Network Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410003, China

## Abstract

The rapid proliferation of drone technology has made it a significant threat in modern warfare and public safety domains. Single countermeasure systems are increasingly inadequate to address multi-type, multi-altitude, and multi-batch drone harassment. This study focuses on the aerial combat advantages of unmanned fighter jets and the short-range countermeasures of ground-based anti-drone guns. By integrating current advancements in anti-drone equipment technology, we establish an air-ground collaborative countermeasure system for unmanned fighters and anti-drone guns. The research analyzes system architecture and coordination mechanisms, proposing implementation pathways from three dimensions: technological integration, tactical adaptation, and command coordination. Findings demonstrate that this air-ground synergy enables layered, comprehensive, and efficient countermeasures against drone threats, compensating for limitations in operational airspace coverage, response range, and reaction speed inherent to standalone systems. The study provides theoretical references and practical insights for developing modern anti-drone combat systems.

## Keywords

unmanned fighter aircraft; anti-drone gun; air-ground coordination; countermeasure system; drone threat

## 无人歼击机与反无人机枪：空地协同反制研究

周琛知

中国广电湖南网络股份有限公司，中国·湖南长沙 410003

## 摘要

无人机技术的快速普及使其成为现代战场及公共安全领域的重要威胁，单一反制装备已难以应对多类型、多空域、多批次的无人机袭扰。本文以无人歼击机的空中作战优势与反无人机枪的地面近程反制特性为研究核心，结合当前反无人机装备技术发展现状，构建无人歼击机与反无人机枪的空地协同反制体系，分析体系架构与协同机制，并从技术融合、战术适配、指挥协同三个维度提出空地协同反制的构建路径。研究表明，二者的空地协同可实现对无人机威胁的分层、全域、高效反制，弥补单一装备在作战空域、反制距离、响应速度上的短板，为现代反无人机作战体系建设提供理论参考与实践思路。

## 关键词

无人歼击机；反无人机枪；空地协同；反制体系；无人机威胁

## 1 引言

近年来，无人机在军事与民用领域快速普及，呈现“低成本、广分布、高机动”特点。FPV 自杀式无人机、察打一体无人机在局部战争中大量应用，严重威胁地面目标与低空空域安全；民用无人机“黑飞”也带来诸多公共安全隐患。当前反无人机装备以地面反无人机枪和空中无人歼击机为主。反无人机枪便携灵活、近程响应快，适合前沿与安防场景；无人歼击机隐身机动、覆盖空域广，是中远程高空反制核心。但二者多独立运用，存在空域断层、信息不通、协

同不足等问题：反无人机枪射程有限，难以应对中高空远距离目标；无人歼击机近程低空反制效率低，附带损伤风险较高。为此，本文结合 EMG150 反无人机枪、YFQ48A 无人歼击机等装备性能，研究空地协同反制模式，构建一体化协同体系，实现优势互补，全面提升多类型无人机威胁的综合反制能力。

## 2 无人歼击机与反无人机枪的技术性能与作战特性

### 2.1 反无人机枪的技术性能与作战优势

反无人机枪是基于电子干扰原理的地面便携化反制装备，以电磁干扰为核心手段，通过阻断无人机的导航、通信信号实现迫降、失控或返航。当前主流反无人机枪如 EMG-150，重量仅 6 公斤，配备 8 个干扰频段，可实现对 GPS、

【作者简介】周琛知（1974-），男，中国湖南省长沙市人，工商管理硕士，工程师，主要研究方向为自然语言处理、大模型、智能情报分析与数据挖掘。

伽利略、格洛纳斯和北斗全卫星导航系统的干扰，反制距离达 2-3 公里，且能在 -22℃至 65℃的极端环境下工作，适用于边境、关键基础设施、人口密集区等场景的近程反制。此外，便携式反无人机枪如 DroneBuster Block 4、DroneGun Mk4 等，具备单手操作、快速启动、多频段干扰的特性，部分型号还可提供虚假 GPS 坐标，对自主导航无人机实现精准诱骗；其作战优势体现在近程快速响应，可在无人机突防后实现即时反制，低附带损伤，电磁干扰不会对周边目标造成物理破坏，便携化部署，可伴随步兵班组、安防小队实现机动反制，是低空、近程、零散无人机威胁的核心应对装备。

## 2.2 无人歼击机的技术性能与作战优势

无人歼击机是兼具侦察、拦截、打击能力的空中反制平台，融合了隐身技术、人工智能自主作战技术、空对空反制技术，可实现对中空高、远距离、大批次无人机威胁的全域拦截。以美国 YFQ-48A “爪蓝”无人歼击机为代表，其采用隐身设计，具备内置弹仓，可搭载空对空导弹实现精准打击，同时拥有自主空战与有人无人协同能力，能执行远距离侦察、电子战、无人机拦截等任务；俄罗斯 S-70 “猎人”、美国 XQ-58A “女武神”等无人歼击机则具备高飞行速度、大作战半径的特点，可在战场纵深实现对察打一体无人机、无人机蜂群的提前拦截。

无人歼击机的核心作战优势为全域空域覆盖，可覆盖反无人机枪难以触及的中高空域，远程精准拦截，作战半径可达数千公里，能在无人机发起攻击前实现提前摧毁，多任务协同，可与有人战机、地面指挥系统联动，实现侦察-识别-拦截的一体化作战，是中远程、大规模、高威胁无人机的主要反制力量。

## 2.3 二者的作战短板与互补性

反无人机枪的固有短板为反制范围有限，有效反制距离多在 3 公里以内，且对高空、高速无人机难以形成有效干扰；抗干扰能力弱，对光纤制导等不依赖无线信号的无人机无反制效果。而无人歼击机存在近程反制效率低，在低空、复杂地形下对小型无人机的识别与拦截难度大；响应成本高，单架无人歼击机研发与使用成本高昂，不适用于零散、低价值无人机威胁的反制。二者在空域、距离、速度、成本上显著互补：反无人机枪弥补无人歼击机近程低空短板，实现“最后一公里”精准反制；无人歼击机提供中远程高空屏障，实现提前拦截。协同形成“远拦近制、空探地反”的全域反制格局。

# 3 无人歼击机与反无人机枪：空地协同反制体系

## 3.1 体系构建的核心原则

无人歼击机与反无人机枪的空地协同反制体系构建需遵循全域覆盖原则，实现从低空到高空、从近程到远程的反制空域无死角；优势互补原则，充分发挥无人歼击机的远程

侦察与高空拦截优势、反无人机枪的近程快速与精准干扰优势；信息互通原则，建立空地一体化的信息传输与共享机制，实现目标识别、定位、跟踪数据的实时同步；分级反制原则，根据无人机的威胁等级、飞行空域、数量规模，匹配对应的反制装备与战术，提升反制效率与经济性。

## 3.2 体系整体架构

空地协同反制体系以空地一体化指挥中心为核心，由下面四大层级构成，各层级相互联动、数据互通，形成闭环式的反无人机作战体系。

空地一体化指挥中心：作为体系的“大脑”，承担目标信息融合、作战决策制定、装备协同调度的核心功能，通过接收信息感知层的目标数据，对无人机威胁进行分级分类，向无人歼击机与反无人机枪下达协同反制指令，并实时监控作战进程，动态调整反制战术；空天地信息感知层：该感知层整合无人歼击机、地面传感器及天空基平台，可全域全天候侦察识别无人机，完成定位、跟踪与特征分析，并将数据实时回传指挥中心与反制装备；无人歼击机空中反制层：以无人歼击机编队为主体，担负中远程、高空域无人机拦截任务，可对察打一体无人机、蜂群及远程巡航无人机实施先期侦察与精确打击，并为地面反制层提供目标信息，引导反无人机枪精准处置突防目标；反无人机枪地面反制层：由防御点位与机动班组配置的反无人机枪构成，负责低空近程零散无人机反制，对突防小型机、残余目标实施电磁干扰迫降，并回传地面目标信息，为无人歼击机提供低空指引；协同作战保障层：涵盖通信保障、电源保障、后勤保障、训练保障四大模块，为体系运行提供稳定的通信链路，保障反无人机枪的便携电源与无人歼击机的续航补给，同时通过常态化训练提升操作人员的协同作战能力，确保体系的实战适配性。

## 3.3 体系协同机制

信息协同机制：构建空地数据链路，实现无人机、反无人机枪与指挥中心间目标、位置及作战状态的实时共享。无人机高空侦察引导地面打击，反无人机枪低空探测引导空中拦截，形成“空中探、地面知，地面探、空中应”的协同闭环；任务协同机制：根据无人机威胁的等级分级（高威胁/中威胁/低威胁）、空域分级（高空/中空/低空）、规模分级（单架/小批次/大批次），实现无人歼击机与反无人机枪的任务分工：针对高空、远程、高威胁、大批次无人机，由无人歼击机实施优先拦截；针对低空、近程、低威胁、单架无人机，由反无人机枪实施精准反制；针对跨空域、多批次的无人机混合威胁，由指挥中心统一调度，无人歼击机负责外层拦截，反无人机枪负责内层防御，形成“分层拦截、梯次反制”的作战格局；战术协同机制：实现“有人指挥、无人协同、空地联动”：无人歼击机在外围编队巡逻、定点拦截，形成空中屏障；反无人机枪在关键目标周边定点部署、机动巡逻，构成地面防御网。空中突破时，战机引导地面精

准干扰；高空发现时，地面反馈指挥中心，调度战机快速拦截。

## 4 无人歼击机与反无人机枪：空地协同反制构建

### 4.1 技术融合：打造空地一体化的反制技术体系

技术融合是空地协同反制构建的基础，需实现无人歼击机与反无人机枪在探测技术、反制技术、通信技术上的深度融合，打破装备间的技术壁垒。

探测技术融合：整合无人歼击机与反无人机枪的各类探测设备，构建空天地一体化多传感器探测网络，实现对无人机多维度高精度识别跟踪。对小型低空低速目标采用光电红外与射频融合探测，对大型高空高速目标运用雷达与卫星遥感结合，提升复杂环境探测效能；反制技术融合：将无人歼击机的动能反制（空对空导弹、机炮）、电子战反制与反无人机枪的电磁干扰反制、虚假信号诱骗相结合，形成“动能+非动能”的复合反制技术体系。针对依赖无线信号的无人机，优先采用电磁干扰与诱骗的非动能反制；针对光纤制导、自主导航的高抗干扰无人机，由无人歼击机实施动能打击，实现反制技术的优势互补；通信技术融合：构建基于5G/6G与卫星通信的抗干扰空地数据链路，确保在复杂电磁环境下，无人歼击机、反无人机枪与指挥中心之间的通信稳定。采用加密传输技术防止数据泄露，实现目标数据、指令信息的低延迟、高可靠传输，同时支持装备间的点对点直接通信，提升极端情况下的协同反制能力。

### 4.2 战术适配：制定分级分类的协同反制战术

战术适配是空地协同反制构建的核心，需结合不同场景、不同类型的无人机威胁，制定分级分类、灵活适配的协同反制战术，提升体系的实战效能。

战场前沿反制战术：针对战场前沿FPV与小型察打无人机混合威胁，采用“无人歼击机空中巡逻+反无人机枪伴随机动”战术。无人歼击机低空巡猎，侦察打击敌方发射平台，从源头阻断威胁；反无人机枪随地面部队机动，对突防小型无人机实施快速电磁干扰，形成“源头打击+近程反制”的空地协同作战模式；关键基础设施安防战术：针对机场、核电站等关键基础设施的无人机威胁，采用“无人歼击机外围拦截+反无人机枪定点防御”战术。无人歼击机在外围构建防空圈，提前拦截远距目标；反无人机枪在周边要点布设，精准反制突防低空无人机，形成“外围防空+内层防御”的双层反制体系；城市公共安全反制战术：针对城市民用无人机“黑飞”威胁，采用“无人歼击机低空侦察+反无人机枪机动处置”战术。考虑城市复杂环境与附带损伤风险，无人歼击机仅负责侦察跟踪；反无人机枪由安防机动力量携带，依据空情对目标实施电磁干扰迫降，实现精准侦察、低损反制。

### 4.3 指挥协同：建立扁平化的空地一体化指挥体系

指挥协同是空地协同反制构建的保障，需打破传统“分层指挥、逐级上报”的指挥模式，建立扁平化、一体化、智能化的空地指挥体系，提升指挥效率与响应速度。

指挥架构扁平化：简化指挥层级，构建“指挥中心-装备操作手”的二级指挥架构，指挥中心直接向无人歼击机操作员与反无人机枪操作手下达作战指令，减少信息传递环节，提升反制响应速度。针对小规模、低威胁的无人机事件，赋予一线操作手一定的自主决策权限，可直接实施反制，无需逐级上报；指挥决策智能化：在指挥中心集成人工智能决策系统，通过对目标信息、装备状态、战场环境的实时分析，自动完成无人机威胁的分级分类，匹配最优的反制装备与战术，为指挥人员提供决策建议。同时，人工智能系统可实时监控作战进程，动态调整反制方案，提升指挥决策的科学性与时效性；人员协同常态化：加强无人歼击机操作员与反无人机枪操作手的协同训练，通过常态化的联合演习、模拟训练，提升操作人员的协同作战意识与技能。训练内容涵盖目标信息共享、战术配合、应急处置等方面，使操作人员熟悉空地协同的作战流程，确保在实战中能够实现高效、默契的配合。

## 5 结语

无人机威胁呈多元化、全域化趋势，单一装备难以应对。本文构建以空地一体化指挥中心为核心的无人歼击机与反无人机枪协同反制体系，实现信息感知、反制作战、协同保障闭环运行，并从技术融合、战术适配、指挥协同三方面提出协同路径。未来，随着人工智能、隐身技术、电磁干扰技术的不断进步，无人歼击机与反无人机枪的协同能力将进一步提升，空地协同反制体系也将向智能化、自主化、无人化方向发展：无人歼击机将具备更强的自主空战与协同决策能力，反无人机枪将实现小型化、多频段、高功率的技术升级，二者的协同将从“有人指挥下的协同”向“无人自主协同”演进。同时，空地协同反制体系还将与激光反制、微波反制等新型反制装备融合，形成多装备、多手段、全域化的综合反无人机作战体系，为应对日益复杂的无人机威胁提供更有力的保障。

### 参考文献

- [1] 吴镇平,陈媛,姬乐强.异构无人机集群多目标点路径规划与控制[J].无人机,2026,(02):50-56.
- [2] 王劲冲,纪毅,徐小斌,等.基于局部优化混合灰狼算法的多无人机协同轨迹规划[J].航空兵器,2025,32(06):70-77.
- [3] 陈玉.运5B飞机:共和国的不老传奇[J].航空档案,2025,(09):22-28.
- [4] 胡沛,黄坤山,何世伟,等.高空长航时无人机热管理技术发展及挑战[J].航空动力学报,2025,40(08):149-158.
- [5] 刘殿春,李彩玲.军用无人机动力特征和关键要求分析[J].航空发动机,2025,51(04):35-42.