



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

面向低空无人机集群的反制 效能评估

第5章

CONTENTS



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

01 低空无人机集群反制效能评估要素

02 低空无人机集群反制效能评估量化指标

03 低空无人机集群反制效能综合评估技术体系

04 小结



低空无人机集群反制效能评估

原因

无人机集群在现代战场上已经成为一种常见的威胁形态，能够执行侦察、打击、干扰等任务，具有高度的灵活性和隐蔽性，能够对防空系统造成巨大的压力和威胁。为了有效应对无人机集群的攻击，必须对反制无人机集群的反制效能进行科学的评估，从而了解当前无人机集群的威胁水平及其可能的战术和技术特点，以便提高反制能力和反制水平。

目标

提供综合而深入的对策性能分析，以确保有效应对潜在威胁。其中，全域综合评估的核心涵盖认知域、信息域和物理域3个主要方面，能为低空安防决策提供重要参考信息，同时作为持续提升反制效能的关键反馈机制。



PART 01

低空无人机集群 反制效能评估要素

低空无人机集群反制效能评估要素

➤ 低空无人机集群反制效能评估要素

主要包括以下3个方面：对无人机集群的侦测能力、对无人机集群反制决策能力、对无人机集群的毁伤能力。这3个方面分别涉及反制系统在发现、识别、干扰和摧毁无人机集群的关键环节和技术指标。

侦测能力
评估要素

决策能力
评估要素

毁伤能力
评估要素

I 侦测能力评估要素



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

探测感知能力

评估面向低空无人机集群的反制系统对无人机集群的目标探测能力，涉及评估系统的探测范围、探测灵敏度和探测速度等。

1

跟踪识别能力

- ◆ 目标跟踪能力：评估反制系统对无人机集群目标的跟踪能力，包括评估系统在目标运动、遮挡和变换中的跟踪准确性和稳定性。
- ◆ 目标识别能力：评估反制系统对无人机集群目标的识别能力，包括评估系统对不同类型目标（如无人机、人员、车辆等）识别的准确性和可靠性。

2

多目标处理能力

评估反制系统对多个无人机集群目标的处理能力，包括评估系统在处理多个目标时的效率、优先级设置和资源分配等。

3

I 侦测能力评估要素



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

抗干扰能力

评估反制系统对环境干扰和对抗手段的抗干扰能力，包括评估系统在面对电磁干扰、干扰信号和干扰器件等情况下的性能表现。

4

数据源多样化

提供充实的信息基础，有助于指挥人员更好地理解无人机集群的能力、意图和作战策略，涉及人工侦察、电子侦察、卫星图像和遥感数据等。

5



I 决策能力评估要素

数据传输与共享

目标检测与跟踪的结果需要及时传输和共享，以便其他反制单元了解目标的状态和位置。这可能涉及与其他反制人员、指挥中心，以及情报机构之间的数据共享和协作。

1

实时决策和反制措施

反制系统根据目标跟踪结果，实时评估威胁程度，然后采取相应的反制措施，包括部署方式、干扰手段、防空火力单元、电子战行动、行动时机等。反制措施需要综合考虑无人机集群的性能特点、行为模式，以及可能的变化。

2

实时调整和优化

- ◆ 在目标检测与跟踪阶段，**无人机集群的行动可能是动态变化的**。反制系统需要能够随时调整和优化跟踪策略，以应对突发情况和敌方的变化。
- ◆ 在反制方案的制定阶段，**信息获取不是一次性的，而是随时可能发生变化的**。反制系统需要保持持续的数据更新，以确保作战计划的准确性和适应性。

3

I 决策能力评估要素



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

干扰策略规划

通过使用电子战手段，**干扰集群通信信号，使无人机集群失去控制或无法执行任务**。干扰策略需要考虑到对无人机集群的影响，以及是否需要隐蔽行动以防止被敌方察觉。在反制部署阶段，需要决定如何配置和部署反制装备，包括选择合适的干扰设备、摧毁武器、侦察工具等。同时，部署决策需要考虑到无人机集群的数量、类型，以及可能的反应。

4

资源调配和准备

确保所需的人力、反制资源和技术资源是反制方案制定阶段的一项关键任务。必要的资源涉及特种装备、电子战设备、火力打击系统、侦察工具等。

5

I 毁伤能力评估要素



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

毁伤效果评估

评估反制系统对无人机集群的毁伤效果，包括反制系统能否有效对无人机集群的无人机造成损坏、摧毁或失去控制，从而使其无法继续执行任务或造成威胁，具体涉及毁伤程度、毁伤可持续性、影响范围和打击效果验证等。

1

精确打击能力

反制系统根据目标跟踪结果，实时评估威胁程度，然后采取相应的反制措施，包括部署方式、干扰手段、防空火力单元、电子战行动、行动时机等。反制措施需要综合考虑无人机集群的性能特点、行为模式，以及可能的变化。

2

毁伤范围及影响区域评估

- ◆ 在目标检测与跟踪阶段，**无人机集群的行动可能是动态变化的**。反制系统需要能够随时调整和优化跟踪策略，以应对突发情况和敌方的变化。
- ◆ 在反制方案的制定阶段，**信息获取不是一次性的，而是随时可能发生变化的**。反制系统需要保持持续的数据更新，以确保作战计划的准确性和适应性。

3

I 决策能力评估要素



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

反制能力与无人机集群 规模匹配性评估

通过使用电子战手段，干扰集群通信信号，使无人机集群失去控制或无法执行任务。干扰策略需要考虑到对无人机集群的影响，以及是否需要隐蔽行动以防止被敌方察觉。在反制部署阶段，需要决定如何配置和部署反制装备，包括选择合适的干扰设备、摧毁武器、侦察工具等。同时，部署决策需要考虑到无人机集群的数量、类型，以及可能的反应。

4

可持续打击能力评估

确保所需的人力、反制资源和技术资源是反制方案制定阶段的一项关键任务。必要的资源涉及特种装备、电子战设备、火力打击系统、侦察工具等。

5

低空无人机集群反制 效能评估量化指标

**PART
02**

毁伤效能评估准则



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

杀伤范围

是指反制武器造成伤害的区域范围，即影响到的空间范围，通常以半径、直径或面积来表示。在无人机集群反制作战中，杀伤范围的准确评估对于确定武器选择、作战计划和战术决策具有重要意义。

环境影响

是指反制作战行动对周围环境的影响，包括地理、气象、生态等方面。在使用反制武器进行打击和摧毁敌方无人机集群时，必须充分考虑环境因素，以确保打击效果最大化的同时，对环境的不良影响降至最低。

成本效益

旨在分析使用特定反制武器或手段对无人机集群进行反制的成本，与所获得的反制收益和影响进行比较。通过进行成本效益分析，反制系统可以优化资源配置及反制手段，以实现最大的反制效果。



| 杀伤范围

01

武器类型与弹药特性

不同类型的武器和弹药具有不同的杀伤范围。例如高爆弹通常具有较大的杀伤范围，而穿甲弹可能更注重局部的精确打击。爆炸物的爆炸速度、能量释放和杀伤效应都会影响其杀伤范围。

02

目标特性

目标的材料、结构和耐久性也会影响杀伤范围的大小。硬质目标可能需要更大的爆炸威力才能产生有效的杀伤效果，而柔软或易燃目标可能更容易受到破坏。

03

环境条件

环境条件对于爆炸波的传播和杀伤范围有着重要影响。气象因素（例如风速、气温、湿度）和地形（例如山地、平原、城市）都会影响爆炸波的传播途径和范围。

04

决策和优化

反制系统需要根据目标类型、环境条件和可用的武器，综合考虑杀伤范围等因素，制定合理的决策，最大程度地实现反制目标。



| 环境影响

01

地理环境

地理环境包括地形、地貌、建筑结构等。在打击和摧毁无人机集群时，地理环境会影响爆炸波的传播、能量释放和杀伤范围。例如山地的障碍物等可能会影响爆炸波的扩散路径，从而影响反制效果。

02

气象条件

气象条件，例如风速、风向、气温、湿度等会直接影响爆炸波的传播和杀伤范围。风向和风速会影响爆炸物的扩散方向和速度，从而影响杀伤区域的分布；气温和湿度会影响爆炸波的传播速度和能量释放。

03

民用设施和人员安全

反制措施可能会影响到周围的居民、建筑物、基础设施等。

04

长期影响和恢复

打击和摧毁可能会对环境造成持久影响，例如土壤退化、植被破坏等。在反制作战后，需要采取措施来恢复环境，修复受损区域，以减少长期的环境影响。

05

精确打击和避免误伤

精确打击可以实现最小化对周围环境的损害，进而避免不必要的破坏。

成本效益



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

01

资源配置与优化

成本效益评估可以帮助反制系统高效配置有限的资源，选取合适的反制手段和作战策略，在最小的成本下实现最大的反制效果。通过比较不同反制手段的成本与效益，可以优化资源配置，提高作战的效率和效果。

02

武器选择与性能比较

不同类型的反制武器具有不同的成本和性能特点。反制系统需要比较不同武器的杀伤范围、精确度、命中率、生存能力等，以及与之相关的成本，从而选择最适合的打击方式。

03

打击效果预测

通过成本效益评估，反制系统可以预测不同武器和手段对无人机集群的反制效果，帮助系统在作战前做出合理的决策，选择最有可能实现成功反制的武器和手段。

04

合规性和可持续性

通过合理比较成本与效益，反制系统可以避免出现不必要的资源浪费，同时确保反制行动在可持续的范围内进行。

I 构建效能评估量化指标



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

➤ 探测效能评估

单击此处添加文本

探测效能主要通过雷达体现。评估雷达的探测效能需要综合考虑以下因素。

探测范围、分辨率和精度、目标识别和分类能力、抗干扰能力，以及快速反应能力，并根据实际情况制定相应的测试方案和评估标准。另外，还需要注意测试环境的一致性和可重复性，以确保评估结果的可靠性和可比性。在测试前需要制订测试计划和测试场景，以模拟实际使用情况，例如固定目标、移动目标、低空目标、高速目标等。

I 探测效能评估

1 建立ADC模型

$$E = A \cdot D \cdot C$$

2 确定搜索装置对单个目标的发现概率

$$p_f = 1 - (1 - p_l)(1 - p_t)$$

3 在搜索装置实施搜索时，认为目标的进入在圆周上服从均匀分布

$$P_1 = \frac{\frac{1}{2}r\omega t}{\pi r^2} = \frac{\omega t}{2\pi r}$$

4 假设没有干扰，计算雷达波瓣掠过目标一次的发现概率

$$P_{f1} = \left(\frac{nS_n + 1}{nS_n} \right)^{n-1} \exp\left(-\frac{y}{nS_n + 1} \right)$$

5 采用红外装置搜索目标时，当目标的红外辐射强度为 L_m ，背景的红外辐射强度为 L_b ，目标反衬度为 $c = |L_m - L_b|/L_b$ ，其分布密度为

$$f(c) = \begin{cases} mc^{m-1}e^{-\lambda c^m}, & c \geq 0 \\ 0, & c < 0 \end{cases}$$

6 对分布密度 $f(c)$ 进行积分得到探测概率 P_{t2}

$$P_{t2} = 1 - \exp(-\lambda c^m)$$



构建效能评估量化指标

➤ 抗击效能评估

单击此处添加文本

抗击效能主要是指系统的生存能力与对无人机集群的抗击效能的综合体现。

I 构建效能评估量化指标



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

➤ 保护效能评估

单击此处添加文本

保护效能是多种因素组合作用的表征值，主要体现在反制系统对保护区域的保护上。其保护效能的大小，既与袭击兵器、机载武器的数量、类型、攻击方式等有关，又与保护目标的数量、伪装、工事防护等有关。

I 保护效能评估

1

假设无人机集群反制作战中
共抗击 P 个空袭目标、保护
 M 个要地/区域目标，则保护
效能 S_1 为

$$S_1 = \sum_{j=1}^M b_j \prod_{i=1}^P [1 - (1 - p_i)p_{ij}]$$



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

2

反制系统保护效能通常以保
护率指标 S'_1 度量，即被保护
目标被毁概率与其重要性乘
积之和与所有保护目标的重
要性之和的比

$$S'_1 = \frac{S_1}{S_{10}} = \frac{\sum_{j=1}^M b_j \prod_{i=1}^P [1 - (1 - p_i)p_{ij}]}{\sum_{j=1}^M b_j}$$

I 构建效能评估量化指标



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

➤ 适应能力评估

单击此处添加文本

反制系统适应能力是指反制系统对各种作战环境和作战态势的适应能力，反映的是反制系统在不同作战环境和作战态势条件下能够保持较高的反制效能的能力，并不包含反制武器系统环境适应能力。

目前，主要有木桶理论可以评估在一定的外界环境条件下的反制系统内部要素之间的适应能力。适应能力分析方法可以评估反制系统内部资源与外部环境的适应能力。

I 适应能力评估



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

- 1 建立适应能力评估的评价指标体系，用来反映无人机集群反制系统的不同组成部分的性能，分别对应于木桶理论中的各块木板。
- 2 以无人机集群反制系统所面临的外界环境条件下所要求的反制效能为基础 a_{imax} ，将各性能指标进行无量纲化，得到其评价值 a_i/a_{imax} ，用来反映各组成部分的效能水平，分别对应于木桶理论中的各块木板的长短。在此基础上，比较各木板的长度（评价值的大小），找出最短的木板。

I 构建效能评估量化指标



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

➤ 生存能力评估

单击此处添加文本

无人机集群反制系统生存能力是指在某种具体的攻击环境下，反制系统能够继续作战的能力。在研究反制系统生存能力时，主要考虑反制系统遭受各种各样的外界破坏造成的故障及维修能力等方面因素。

I 生存能力评估

- 1 计算生存能力 P_S

$$P_S = 1 - P_F P_K$$

- 2 与无人机集群的互相对抗下，反制系统对空袭目标的毁伤概率为 P_K ，则生存能力 P_S ，可以由下列方程组决定

$$\begin{cases} P_K = P_{OE} P_S \\ P_S = 1 - (1 - P_E) Q_{OE} \end{cases}$$

- 3 解方程组，可得对空袭目标的毁伤率与生存能力的计算公式为

$$\begin{cases} P_K = \frac{P_{OE}(1-Q_{OE})}{1-P_{OE}Q_{OE}} \\ P_S = \frac{1-Q_{OE}}{1-P_{OE}Q_{OE}} \end{cases}$$

I 构建效能评估量化指标



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

➤ 攻击能力评估

单击此处添加文本

攻击能力评估是指**无人机集群反制系统能否精确打击敌方目标，实现反制任务**。一般而言，无人机集群反制作战能力不仅要求具有快速、准确的识别、探测、追踪和攻击能力，还需要具有灵活的作战部署能力、可靠的作战资料、稳定的通信链路，以及快速有效的信息处理与更新能力。因此，对反制系统攻击能力进行评估时，需要充分考虑情报获取能力、分析和处理情报能力，以及反制装备攻击能力。

I 构建效能评估量化指标



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

➤ 多目标决策效能综合评估

单击此处添加文本

无人机集群反制系统效能评估是**典型的多目标决策问题**，包括**多准则决策和多属性决策**。



I 多目标决策效能综合评估

建立数学模型

- 1 决策单元：决策者
- 2 属性集： $\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$
- 3 决策情况：方案集 $I = \{1, 2, \dots, m\}$ 有限， m 为一正整数，决策变量 i 是 1 到 m 之间的某个正整数。决策环境的状态是不确定的，但是概率分布已知。对于某个决策方案和给定的环境状态，可得每个属性 $f_j, j = 1, 2, \dots, n$ 的值。
- 4 决策规则：假设存在一多目标效用函数，则选择产生最大期望效用值的方案。

| 评估指标综合分析与评价

反制效能评估的**量化指标**是反映作战过程中各个环节效果的**数值化表达**，是评估体系的核心内容。

根据不同的评估层次和角度，又可以将量化指标进一步分为以下几类。

作战任务层

作战环节层

作战要素层



I 层次分析法

1

建立层次结构模型

将低空无人机集群反制效能评估问题分解为目标层、准则层和方案层。

2

构造判断矩阵

对于每层中的各因素，根据其相对重要性或优劣程度，进行两两比较，得到一个判断矩阵。

3

计算权重向量

对于每个判断矩阵，通过特征值法或几何平均法，求出其最大特征值和对应的特征向量，并将特征向量归一化，得到权重向量。

4

检验一致性

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$
$$CR = \frac{CI}{RI}$$

5

计算综合评价值

将各层的权重向量进行层次加权求和，得到方案层各反制系统的综合评价值。综合评价值越大，表示反制系统的反制效果越好，反之，综合评价值越小，则表示反制系统的反制效果越差。



PART 03

低空无人机集群反制 效能综合评估技术体系

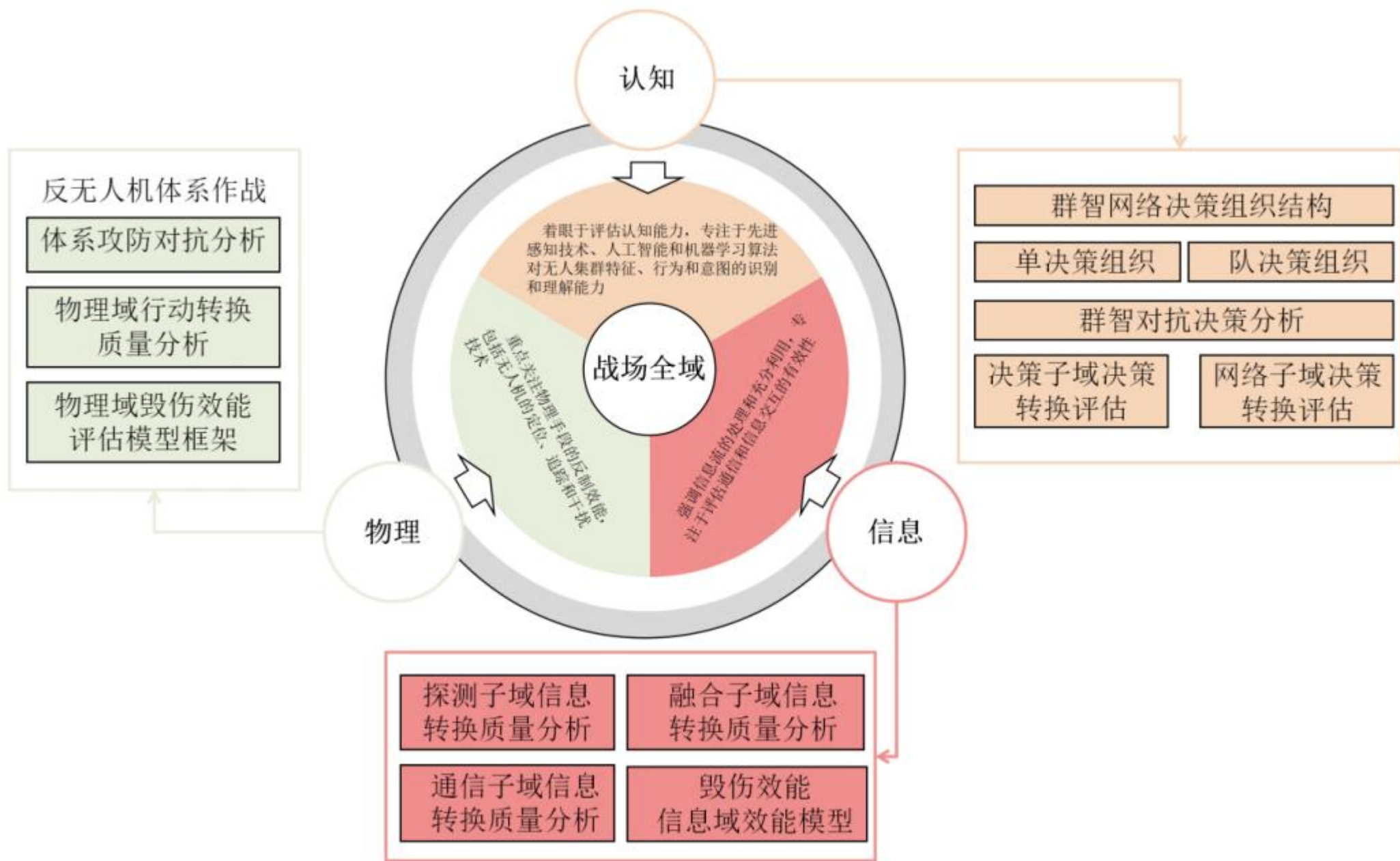


图1 低空无人机集群反制效能评估综合评价体系

面向战场全域的综合评估架构



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

认知域

专注于先进感知技术、人工智能和机器学习算法对无人机集群特征、行为和意图的识别和理解能力。另外，综合评估对反制体系的威胁预警和感知能力进行考察，以确保反制系统对威胁有全面的认知。

信息域

强调信息流的处理和充分利用，专注于评估通信和信息交互的有效性，涉及反制体系对无人机集群实时监测和数据分析的能力。

物理域

重点关注物理手段的反制效能，包括无人机的定位、追踪和干扰技术。



群智网络决策组织结构

群智网络决策
组织结构

队决策
组织

单决策
组织

分布式队决策

- 完全集中式
- 完全分散式
- 分散集中混合式

单决策组织结构



按照决策形式的不同，单决策组织结构又可分为完全集中式、完全分散式和分散集中混合式 3 种。每种组织结构都有其适用的场景和优劣势。具体选择何种组织结构应根据具体情况综合考虑。例如组织规模、任务复杂度、信息流动情况和决策时效性等因素。在实际应用中，也可以根据需要进行灵活组合和调整，以更好地适应不同的决策需求。

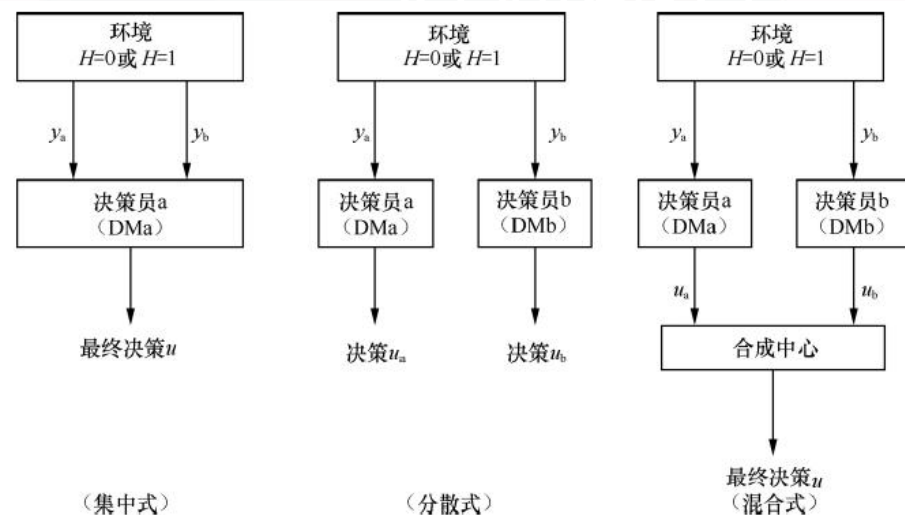


图2 单决策组织结构

I 队决策组织结构

队决策强调的是合作，可以大大减少最终决策的错误率。

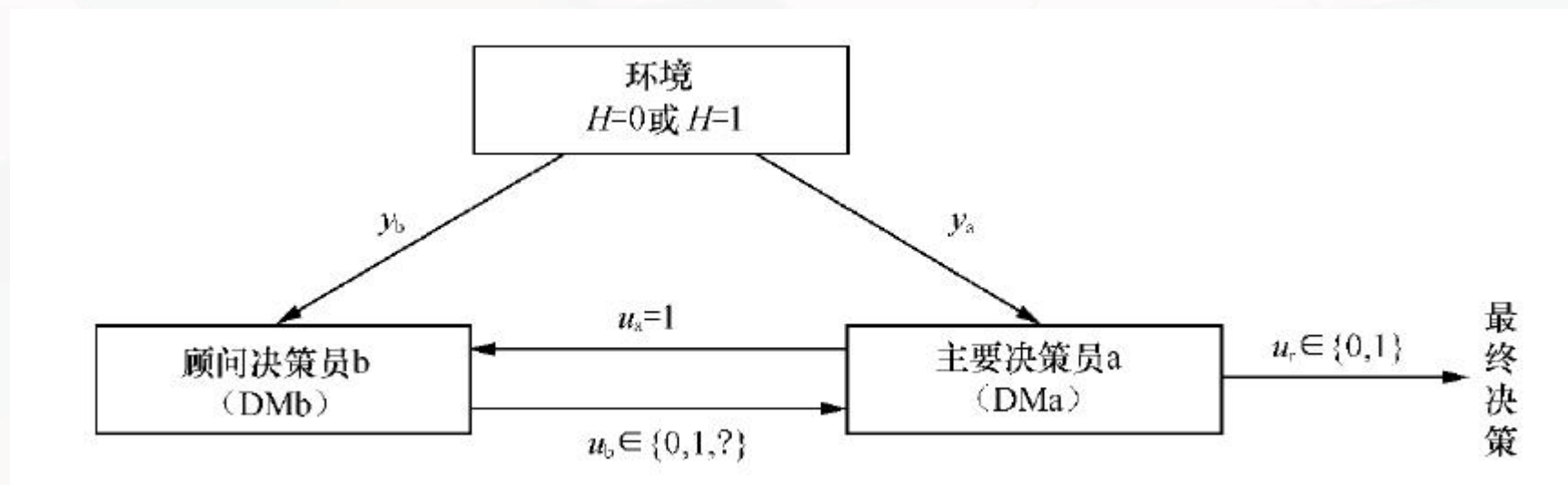


图3 队决策组织结构

➤ 决策模型

- 1 自然状态：是指问题的不确定成分，包括随机初始条件、测量噪声、不确定参数和随机扰动等信息。这些信息又称为先验信息，用一个随机变量向量 $\xi = (\xi_1, \dots, \xi_i, \dots, \xi_m)$ 表示，概率分布用 $P(\xi)$ 表示。
- 2 决策变量集合： $u \in (u_1, \dots, u_i, \dots, u_m)$
- 3 观测信息函数集合： $z \in (z_1, \dots, z_i, \dots, z_m)$ ， $z_i = \eta_i(\xi, u_j)$ ，
 $\eta \in (\eta_1, \dots, \eta_i, \dots, \eta_m)$ 为信息结构。
如果 z_i 只依赖于 ξ 而与其他决策者 u_j 所做的决策无关，则 z_i 只是 ξ 的函数，记为 $z_i = \eta_i(\xi)$ 。

➤ 对抗网络的决策序列样本生成

采用生成对抗网络方法模拟快速生成符合现实各方决策行为的决策样本序列。

I 群智对抗决策分析

➤ 决策组织结构的决策策略研究

1 决策规则

$$\gamma_i: Y_i \rightarrow u_i, u_i = \{0, 1\}$$

$$u_i = \begin{cases} 0, H = H_0 \\ 1, H = H_1 \end{cases}$$

2 最佳决策准则为损失函数 J

$$J: \{0, 1\} \times \{0, 1\} \times \{H_0, H_1\} \rightarrow R$$



3 决策策略的优化目标是使平均损失代价最小, 即 $\min E [J (u_a, u_b, H)]$, 则有

$$\begin{aligned} E[J(u_a, u_b, H)] &= \sum_{H, u_b} P(u_a, u_b, H) J(u_a, u_b, H) \\ &= \sum_{H, \mu_a, \mu_b} \iint P(u_a, u_b, y_a, y_b, H) J(u_a, u_b, H) dy_a dy_b \end{aligned}$$

I 面向信息域的综合评估



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

信息域效能评估是指针对无人机集群反制在**信息应用**方面（主要是雷达、光电相机）的反制效能进行分析和评估，从中得出反制系统的整体信息化水平和信息效能水平，以及各类信息技术对反制作战效能的影响程度，为反制系统优化和改进提供参考。

➤ 建立反制作战信息域效能模型

- 1 识别各种影响反制效能的因素，并将其转化为参数和变量。
- 2 确定各参数和变量之间的关系，以及其对反制效能的影响程度，通常需要进行数据收集和处理，以及统计学和计量经济学分析。
- 3 利用所得数据和关系建立效能模型，进行模型拟合和验证。
- 3 对效能模型进行评估和优化。



I 面向物理域的综合评估

➤ 无人机集群反制体系攻防对抗分析

- 1 首先，明确典型反制模式，将其具体化为可量化的指标。
- 2 其次，分析反制装备体系效能评估，在建立反制装备体系作战物理域反制效能评估模型时，可以通过**解析法**和**仿真法**两种方法体现攻防对抗过程的影响。
- 3 最后，一方面利用解析法建立各作战实体的各种反制事件模型，另一方面利用仿真法依据反制流程将各作战实体的各种反制事件聚合成为攻防对抗仿真模型，包含空间状态递推模型、生存状态递推模型和行为效果模型。

➤ 无人机集群反制体系作战物理域行动转换质量分析

物理域积累了信息域的信息转换质量和认知域的决策转换质量，是作战信息域—认知域—物理域循环的首轮对抗结果和下一轮循环的转折点。因此，无人机集群反制体系物理域行动转换质量分析，不仅要考虑参与物理域行动的反制装备的性能、编成与战术策略，还要考虑信息域和认知域对物理域效能的影响。

面向物理域的综合评估

➤ 无人机集群反制体系作战物理域反制效能评估模型框架

物理域的核心任务就是**将决策优势转化为行动优势**，即实现整个反制全过程的最佳反制效果。行动优势的获得依赖于物理域提供的行动的完整性、准确性和时效性。

1 物理域的完整性指标

$$Q_p = Q(A_1 | F_0, F_1, F_2, F_3, D_1, D_2)Q(F_0, F_1, F_2, F_3, D_1, D_2)$$

2 物理域的准确性指标

$$E_p = f_{EP}[E(A_1 | F_0, F_1, F_2, F_3, D_1, D_2)E(F_0, F_1, F_2, F_3, D_1, D_2)]$$

3 物理域行动的时效性指标

$$T_p = f_{TP}[T(A_1, F_0, F_1, F_2, F_3, D_1, D_2)T(F_0, F_1, F_2, F_3, D_1, D_2)]$$

| 小结

PART
04

I 小结



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

本章介绍了面向未来的低空无人机集群的反制效能评估体系，主要包括效能评估要素、效能评估量化指标、综合评估技术体系。从侦测能力、决策能力、毁伤能力等方面概述了效能评估要素内涵。从效能评估准则、量化指标建模、综合分析与评价等方面阐述了如何构建效能评估量化指标体系。从战场全域、认知域、信息域、物理域4个方面介绍了综合评估技术体系。

I 课后习题



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

单击此处添加文本

1. 请简述低空无人机集群反制效能评估的关键要素。
2. 请简述低空无人机集群反制效能评估的基本准则。
3. 请简述效能评估量化指标的基本内涵。
4. 请概述效能评估量化指标构建的基本步骤。
5. 请概述低空无人机集群反制效能综合评估架构。



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

Thanks

