

# 战斗识别系统研究启示与空战需求分析

梁晓龙<sup>1,2</sup>, 杨爱武<sup>1,2</sup>, 王成才<sup>3</sup>, 张佳强<sup>1,2</sup>, 任宝祥<sup>1,2</sup>, 侯岳奇<sup>1,2</sup>

(1. 空军工程大学空管领航学院, 西安, 710051; 2. 陕西省电子信息系统综合集成重点实验室, 西安, 710051;  
3. 中国电子科技集团公司电子科学研究院, 北京, 100041)

**摘要** 战场态势感知与识别是作战决策的基础, 发展适应未来创新作战概念的战斗识别系统对于提升体系作战能力至关重要。在原有战斗识别概念的基础上, 提出了适应未来战争和装备发展的战斗识别新概念, 从信息主导、分布感知、手段齐备、标准互通、群智汇聚5个角度阐述了未来战斗识别系统的特征, 并概述了战斗识别系统支撑未来作战的功能, 基于此提出了空战场对战斗识别的需求, 为未来战斗识别系统发展提供参考。

**关键词** 感知与识别; 战斗识别; 信息主导; 空战

**DOI** 10.3969/j.issn.2097-1915.2022.06.001

**中图分类号** V37 **文献标志码** A **文章编号** 2097-1915(2022)06-0001-07

## Research Implications of Combat Identification System and Demand Analysis of Air Combat

LIANG Xiaolong<sup>1,2</sup>, YANG Aiwu<sup>1,2</sup>, WANG Chengcai<sup>1,3</sup>, ZHANG Jiaqiang<sup>1,2</sup>, REN Baoxiang<sup>1,2</sup>, HOU Yueqi<sup>1,2</sup>  
(1. Air Traffic Control and Navigation College, Air Force Engineering University, Xi'an, 710051, China;  
2. Shaanxi Key Laboratory of Meta-Synthesis for Electronic and Information System, Xi'an, 710051, China;  
3. China Academy of Electronics and Information Technology, Beijing, 100041, China)

**Abstract** Situation awareness and identification on the battlefield are the basis of combat decision-making, and the development of a combat identification system that adapts to future innovative combat concepts is essential to improving the combat capability of systematic fighting. Based on the original concept of combat identification, this paper proposes a new concept of combat identification suitable for future combat and equipment development. From five perspectives, the characteristics of the future combat identification system are described: information dominance, distributed situation awareness, comprehensive method, standardization and interoperability, and swarm intelligence convergence. The function of the combat identification system supporting future combat is summarized. Based on this, the requirement for combat identification in the air combat field is put forward. The analysis above provides a reference for the development of combat identification systems in the future.

**Key words** awareness and identification; combat identification; information dominance; aircombat

近几年, 美军顺应其在战场上的信息优势, 创新性地提出作战云、多域战、马赛克战等未来作战新概念

收稿日期: 2022-01-19

基金项目: 国家自然科学基金(61703427)

作者简介: 梁晓龙(1981—), 男, 江苏徐州人, 教授, 博士生导师, 研究方向为航空集群理论与运用、智能博弈对抗。E-mail: afcu\_lxl@sina.com

**引用格式:** 梁晓龙, 杨爱武, 王成才, 等. 战斗识别系统研究启示与空战需求分析[J]. 空军工程大学学报, 2022, 23(6): 1-7. LIANG Xiaolong, YANG Aiwu, WANG Chengcai, et al. Research Implications of Combat Identification System [J]. Journal of Air Force Engineering University, 2022, 23(6): 1-7.

念,通过战场多域和多节点之间的信息共享,构建战场完整作战态势图,跃升战场态势感知能力,将“探测-识别-决策-打击-评估”作战流程分解至战场作战单元共同完成,利用网络化和体系化作战特征,形成战争中新的非对称优势。美军提出的作战概念中,重点关注体系化作战中的信息处理能力和态势感知识别能力。例如,作战云概念中提出将高维度信息数据转换为支撑作战决策的知识,基于云技术实现整个战场作战单元的资源管控,多域传感器协同探测识别,共同完成战场态势信息获取、信息融合、实时共享和指挥决策,极大提升了作战单元之间的协同能力以及战场全方位、多维度的态势感知能力<sup>[1-2]</sup>。

俄乌战争中,由于俄乌装备属于同一类型或具备共同设计血统,对战场态势感知与识别提出了严峻挑战。俄乌均采取了简化识别尝试,例如俄军装甲车上“Z”字喷绘图案和乌军佩戴简单荧光标识,能够确保友军在一定距离上进行辨识,但也存在被敌军发现并集火攻击的危险,简单识别矛盾性突出。由于战场强对抗环境和作战人员紧张情绪总会导致误伤误击以及无识别攻击情况,战场感知识别系统在作战中显得尤为重要。此外,俄乌军均部署了具备红蓝部队跟踪和态势感知等功能的指挥与控制(command and control, C2)系统,例如俄军的ASUV TZ指挥系统和乌克兰的Hermes-C2系统,上述系统功能均在大规模演习中得到验证,但其在严酷的作战环境下的部署范围情况和有效性尚无法确定。研究符合未来作战特点的现代化战斗识别系统对于掌握战场主动权至关重要。

现代战场电磁空间具备辐射源数量多、信号密度大、不同辐射源体制多和波形复杂、工作频段不断增宽且在宽频带上交叉重叠等特征,对战场目标识别提出了新的要求。在识别方面,各国普遍存在以下问题:①各国部署的干扰系统会导致传统的敌我识别器失能,在指挥与控制降级或拒止的作战环境下,尤其是城市等高密度建筑群干扰环境,对感知识别系统的要求越来越高;②传统协作式敌我识别辐射源信号容易被敌方截获,敌方能够通过辐射源信号定位武器装备的位置,容易暴露己方战术意图;③在协同体制、工作频率带宽、旁瓣抑制技术、应答机容量等方面存在一定程度的系统缺陷,容易受到敌方的干扰和欺骗<sup>[3]</sup>。识别能力的不足将直接影响到决策者对战场态势掌控,进而影响到作战指挥决策。

研究人员从敌我识别流程优化<sup>[4-5]</sup>、辐射源信号处理技术<sup>[6-8]</sup>、信号加密技术<sup>[9-10]</sup>、基于辐射指纹信息和目标关联航迹的识别新手段<sup>[11-12]</sup>等方面对敌

我识别技术进行了改进,有助于识别技术的发展和提升。此外,对于战场决策支撑更需要对信息的深层次处理来获取更高层级的决策支持信息。以JDL模型<sup>[13]</sup>为代表的第二代信息融合模型研究内容从目标定位、识别、跟踪向战场态势估计等高级感知领域发展<sup>[14]</sup>,以DFIG2004模型<sup>[15-16]</sup>为代表的第三代信息融合模型强调决策者在融合中的主导作用,将信号级融合、分布式信息融合、认知融合以及支持作战决策的作战识别等技术作为主要发展方向。以信息融合技术和信息通信网络为支撑的感知识别一体化将是研究的重点,战场态势感知是形成作战决策的前提条件,态势感知层级、精度和速度是发挥指挥决策效能的基础。

基于此,本文提出未来战斗识别新概念,从系统特征和系统功能以及空战场需求角度来分析战斗识别系统的发展方向,牵引战斗识别系统发展。

## 1 战斗识别的概念和发展

### 1.1 现有典型战斗识别系统

目前,各国都着力于发展适应未来战争的战斗识别系统,识别范围从传统陆战场延伸至多域联合作战空间,比较典型的几种战斗识别系统有:

#### 1.1.1 蓝军跟踪系统

蓝军跟踪系统<sup>[17-19]</sup>(blue force tracking, BFT)是美国开发的一款GPS使能的战斗识别系统,借助于卫星通信链路来标记己方作战单元的位置和身份信息,己方每个作战单元都能接收和发送战场态势信息,进而构建一张完整战场空间态势图,将整个战场空间内的敌我横向与纵向战术信息发送给各作战单元,并在计算机屏幕上显示。BFT能够提供实时的指挥控制和战场态势感知信息,极大提升了美军战场感知与识别能力。

美军下一代蓝军跟踪系统发展为联合作战指挥平台(JBC-P),通过更低延迟的卫星通信和加密技术来融合己方作战单元的态势感知数据,提高指挥人员决策能力和精度。

#### 1.1.2 毫米波战场目标识别系统

现代战争中的复杂自然环境是造成误伤误击的重要因素,毫米波对战场沙尘和烟雾具备良好的穿透能力,北约利用毫米波优势研制出毫米波战场目标识别系统(battlefield target identification device, BTID),系统工作在毫米波频段(Ka波段, 33~40 GHz),识别方式采用询问-应答机制,主要应用于地面武器装备的识别,BTID采用新的信息结构、加密方式和跳频方式,以及新的防欺骗技术,具备更强的

环境适应性,减少了对 GPS 的依赖,在 GPS 受到干扰也能发挥识别功能<sup>[20-21]</sup>。

### 1.1.3 MARK 系列敌我识别系统

英国 20 世纪 40 年代研制了第一款 MARK 系列敌我识别器,发展至现在最新系列产品为 MARK XII。美国改进原系统固定询问和响应频率,采用扩频技术增加 Model S 和 Model 5 通信模式将 MARK XII 升级为 MARK XII A,提高了系统的保密性、抗干扰性,已形成标准制式敌我识别系统,部署在现役主力战舰、飞机以及各类雷达系统,增强了战场空间多平台之间的互通性<sup>[22-23]</sup>。

2021 年 3 月,美国 uAvionix 公司为战术无人机研制一款微型 IFF 应答器 RT-2087/ZPX-B,以小型化、低功耗和互操作性获美国国防部 AIMS MARK XIIB 认证。ZPX-B 为小型平台提供敌我识别、态势感知以及侦测与回避(DAA)功能,可使无人平台充分参与协同态势感知和多域联合作战,创新未来作战样式。

上述战斗识别系统的发展已呈现出将目标识别融入到战场态势感知中的趋势,通过感知识别能力的提升来提高指挥人员决策速度和效能。针对未来战场复杂电磁环境,仅靠单一功能目标敌我属性识别将难以满足现代化战争的决策需求,更需要发展能够匹配战场态势感知与识别需求的作战决策辅助系统,来应对未来体系化战争。

### 1.2 未来战斗识别新概念

根据百度百科的定义,敌我识别被定义为目标敌我属性、类型的判别。文献[24]提到了北约提出的战斗识别(combat identification, CID)的概念,指在作战环境下,通过战场空间内各种传感器获得被探测识别目标精确特征的过程,通过对战场目标的有效识别,形成指挥决策需要的战场态势,目的是支持交战决策,主要包括“态势感知”和“目标识别”两个方面<sup>[24-25]</sup>。

传统的敌我识别关注点在于目标属性和类型,与其特定功能相关,北约给出的战斗识别概念从本质上看还属于目标属性、类型的识别;从要素上来看,其呈现的特性还局限于静态的态势图显示,指挥人员的决策往往还依赖于态势变化趋势;从技术上看,其局限于敌我识别的协作式和非协作式目标识别技术,随着电子信息系统一体化、分布式多维信息融合、低轨卫星通信等技术应用,战斗识别将呈现出更丰富的要素、更大的潜力。

现代战争对感知识别的需求不仅仅是目标属性、类型的识别,更需要高层级的指挥员辅助决策信息。概念需求牵引装备技术发展,现有的战斗识别

概念已经难以适用于当前的作战形态,基于现有概念研制的战斗识别系统将具备一定的局限性,结合未来技术发展动态以及作战需求,本文尝试给出未来战斗识别的新概念,促进装备技术发展。

战斗识别,是由战场多类型传感器、信息通信网络、核心计算单元、接口设备、显示终端等组成的系统,通过战场信息特征提取与深度融合,可实现战场态势感知与目标识别功能,达到辅助决策与博弈对抗应用的目的。战斗识别是在传统战场目标敌我属性与类型识别基础上的进一步扩展,以一体化电子信息架构、多维信息融合技术、大流量、低延迟、强韧性的信息网络系统为支撑,综合利用光电、射频、通信、网络等特征信息进行的高层级态势感知与识别信息获取过程,包含了对战场环境、兵力、状态、属性、行为、规则、事件、意图以及规划等多维度的感知与识别,并可与友方作战单元进行实时共享,战场决策依据均属于战斗识别的范畴。

战斗识别呈现出信息主导、分布感知、手段齐备、标准互通、群智汇聚等特征,未来战斗识别系统将从注重发展装备系统能力转变为发展体系化战争下的信息处理能力,从单一平台全流程的感知与识别转变为多节点分阶段和角色的自主感知与信息交互,推动战场态势感知与识别由低级静态显示向高级动态领悟发展。

战斗识别过程贯穿于作战的每个环节,战斗识别结果可用于支撑各层级作战决策,结合战术规则来提高武器装备的作战效能,以多层级和多维度的感知识别能力优势来获取战场博弈主动权,见图 1。

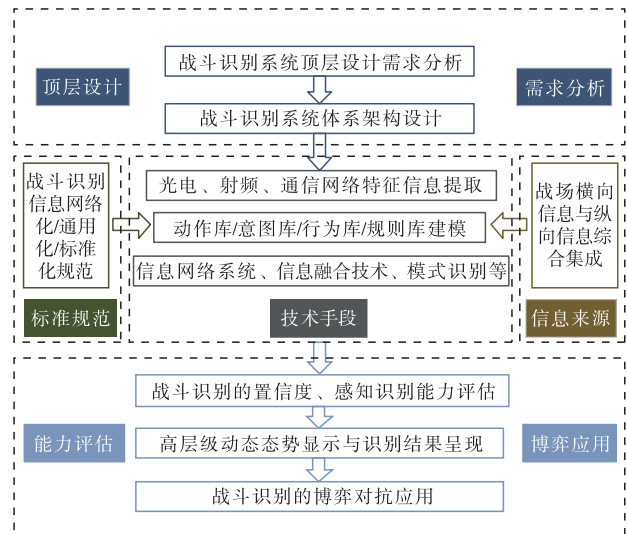


图 1 未来战斗识别系统关键技术

未来战斗识别系统涵盖战场中设备、信息、网络、软件以及应用多个层次,重点需要开展以下几个方面的工作,如图 1 所示。①系统顶层设计与需求分析,根据战场决策需求以及复杂系统架构设计方

法,结合一体化电子信息系统发展趋势开展系统设计;②建立网络化和通用化标准规范,在低轨卫星通信网络系统支撑下,建立标准化信息处理准则和规范,进而对多维信号和信息进行标准化处理;③综合运用多种信息融合技术、模式识别技术以及决策方法等技术手段来获取精准战场动态信息,为决策信息生成提供基础;④识别能力评估与博弈应用,合理评估识别结果,以友好的人机交互模式反馈给指挥人员,指挥人员根据战斗识别系统提供信息在博弈对抗环境下做出决策。

### 1.3 战斗识别区别于敌我识别

战斗识别发展于敌我识别系统,涵盖了敌我识别的功能,是在敌我识别基础上融合了对战场态势的高层级感知理解,与敌我识别的区别主要有:

1)识别体制。传统敌我识别系统分为基于询问应答机制的协作式敌我识别和基于无源探测技术的非协作式敌我识别,单一体制识别系统在强博弈对抗下容易失效,将直接影响到作战单元的识别效果。战斗识别是一种组合技术系统,包含协作式、非协作式、和组合识别方式,综合运用射频、光电、通信、网络、情报等多种设备传感器信息,通过信息融合技术来获取战场态势信息,从而提高战斗识别的准确性、可靠性和适应性。

2)呈现特征与要素。从战斗识别的定义来看,战斗识别要求对战场空间目标的多层级和多维度描述,不仅能够区分目标的敌我属性,还能精确描述目标的状态、战术规则以及战场特征事件等决策要素,能够形成整个战场作战态势图,并通过信息通信网络共享给己方作战单元,目的在于给战场决策者提供动态态势信息,呈现出辅助决策特征。敌我识别只能完成对敌我双方目标的有效识别,对于中立方以及民用设施难以有效识别,目的是防止战场误伤误击事件的发生。

## 2 未来战斗识别系统特征

随着武器装备以及信息融合技术的发展,战场复杂电磁环境和强博弈对抗特征催生新一代战斗识别系统,瞄准未来战场高层级和多维度态势感知与识别需求,以一体化思想为支撑,论述未来战斗识别系统主要特征。

### 2.1 信息主导

从现代战争和未来短期发展来看,信息因素依然是战争的决定性因素之一,这就对多维信号、信息的处理提出了更快的响应速度、更高的精度、更大的信息量需求。未来战斗识别系统将以信息为主导,

强调对战场的多节点和多维度获取信息的综合运用,信息特征提取和信息处理算法是战斗识别重要组成部分,也是未来算法战<sup>[26]</sup>核心要素。

未来战斗识别系统将从技术主导升级转换为信息主导升级,从信息优势中获取战斗识别优势。从无源侦查、有源探测和通信网络3个方面入手,将战斗识别融入其中,呈现出系统信息主导、多功能一体化特征,战斗识别系统信息来源可以是侦查信息、探测信息、通信信息、辐射源指纹信息等,从上述信息中,提取识别目标状态特征,进行同类信息相互融合、异类信息相互关联、多维度信息相互印证,实现对目标的精确感知与识别,摒弃以往发展装备技术指标,注重发展系统信息处理、感知识别软件算法,通过软件算法迭代升级来跃升战场多层级态势感知与目标多维度精确识别能力。

### 2.2 分布感知

未来战斗识别系统将颠覆以往追求单平台感知识别能力指标的发展现状,将体系功效作为发展重点。基于体系架构和分布式群体感知识别的观念,拓展至战场空间内多节点,满足单域作战、跨域协同作战、全域联合作战的战斗识别需求,由当前态势感知识别分离逐渐向感知识别融合发展,战斗识别系统将实时获取信息、实时处理信息、实时运行识别方法,识别结果作为态势感知的一部分,呈现战场态势的高层级领悟和理解。

未来战斗识别系统体系呈现出分布式特征,可将战场空间内多域节点衔接在一起,泛在分布的多域节点之间进行信息交互,形成整体的识别网络。战斗识别并不是依靠单一节点完成感知与识别的所有流程,而是在不同时间段、不同纵深、不同维度,多节点担任不同战斗识别角色,实施不同战斗识别任务,获取不同维度战斗识别信息,进行多维信号与信息交互、时空协同,基于信息融合技术和通信网络系统,构建包含识别结果的综合动态态势图,形成前所未有的态势感知能力。

### 2.3 手段齐备

单一识别手段受到传感器信息精度以及系统工作状态等多方面局限性,在作战效能复杂电磁空间和干扰情况下难以发挥其作战效能。未来战斗识别系统是一种系统中的系统(system of system, SoS)<sup>[27]</sup>,以非协作式体制为主,实现战场的侦查识别一体、探测识别一体、通信识别一体等多维度、多手段融合互补的感知与识别。

从无源侦查角度来看,战场空间内敌我双方辐射源波形、频谱、调制不尽相同;从有源探测角度来看,敌我双方雷达成像、红外成像信息特征不尽相

同;从通信角度来看,敌我双方通信端机信号时域、频域、码域特征不尽相同,未来战斗识别系统建立光电、射频、通信、网络等特征的“指纹信息”大数据集,采用新的信息挖掘方法,新的数据表征方式、新的数据融合方法,完成战场目标高置信度特征信息提取,建立目标特征信息与“指纹信息”大数据集的映射关系,高效完成多维度、多手段的目标敌我属性识别与比对,提高战场目标的属性类别识别效率。

多节点获取到的目标状态信息以及预测信息可以用来感知敌方作战行为、作战规则、特征事件、战术意图以及任务规划等,提高战场态势感知能力,形成决策需求要素信息,辅助指挥作战决策,形成战场感知与识别的非对称优势。

#### 2.4 标准互通

对战场多维信号与信息的处理是战斗识别的前提,未来战斗识别系统需要建立标准化信息处理准则和规范,构建合理的信息共享流程,将战场横向信息流和纵向信息流综合利用,针对战场环境与不同目标类型,采用不同的信息处理融合方法,提高战场信息的利用率,形成特征要素全与精度高的目标信息表征方法,进而提高感知与识别效率,满足战场空间博弈对抗实时性需求。

现代战争是多域协同下的强对抗,对于战场空间内的指挥决策提出了更高的要求,不同层级的决策者和作战人员对于战场态势的掌握程度存在差异,指挥决策链路容易受到战场态势动态变化的影响。未来战斗识别系统将实现战场态势分层级的融合与互通,不同层级指挥人员通过感知识别信息网路实现高度互通性和互操作性,以强大的感知与识别能力满足指挥决策需求。

#### 2.5 群智汇聚

随着电子信息系统发展,未来一体化电子信息系统将是发展的必然趋势,呈现出集成一体化、功能一体化以及应用一体化<sup>[28]</sup>。未来战斗识别系统将呈现小型化、嵌入式特征,作为一体化电子信息系统重要组成部分,打破传统敌我识别器硬件配置需求,其功能完全通过软件实现,通过软件升级和迭代来适应不同层级、不同环境下的战斗识别需求,突破传统感知与识别的“功能固定”,由功能恒定的“死系统”变为“活系统”,实现功能进化。

战斗识别系统不仅仅是感知识别信息收集模块,更是具备基础决策能力的计算模块,多节点之间的交互不仅停留在信息层面,更是信号、信息、知识的扩散与交互,通过多节点之间的协同,形成分布式多节点信息扩散和智能汇聚,达到群体意志统一,展示出强大的群智汇聚效果,更加有助于指挥人员从

全局态势角度做出精准决策。

### 3 未来战斗识别系统功能

从特征来看,未来战斗识别系统将为作战行动注入强大的活力,带来灵活的决策支撑功能,瞄准作战需求,从基础识别功能、态势感知功能和决策支撑功能3个角度来论述未来战斗识别系统功能。

#### 3.1 高可靠性的目标识别功能

未来战斗识别系统的基础功能是完成战场目标敌我属性识别,通过“信息指纹识别”式非协作式目标识别,能够快速完成对目标的指纹信息的特征提取与表述,通过建立的指纹数据大数据集查询与比对,快速建立目标指纹特征信息与数据库中映射关系,多种指纹识别方式同步进行,同类信息融合、异类信息关联、多维信息印证,达到多维去伪目的,对于战场复杂电磁环境具有很强的适应性,能够有效对抗敌方电磁干扰,实现战场目标快速分类与识别,具备高可靠性的战场目标识别功能。

#### 3.2 高层级的态势感知功能

未来战斗识别系统的感知功能是完成战场高级全局态势的动态显示,将融合从交战初始阶段的粗粒度预警和情报信息,到交战博弈阶段的细粒度信息,包括战场目标的横向信息流和纵向信息流,以及实时共享的低轨卫星全局信息,促进多层级态势信息综合,去伪存真,共同绘制战场动态态势图,使得指挥人员获取更加透明可信的态势信息。

未来战斗识别系统提供的战场高级态势信息能够涵盖任务规划阶段的意图和指令信息,不同信息粒度下的轨迹和状态信息,战场空间内个体角色、任务、决策信息,编队行为、关系、战术信息,目标威胁信息、武器载荷信息、战场特征事件(武器发射、雷达开机、电子干扰、毁伤评估等)信息,满足于不同层级的决策者指挥决策需求,实现更快速的态势感知与决策,占据战场博弈对抗的感知优势。

#### 3.3 高质量的决策支撑功能

未来战斗识别系统决策支撑功能是具备强大的数据转换为决策的能力,通过在信号与信息层面大数据分析处理,实现战场节点之间、传感器之间的信息共享和全源多层级信息整合,提供战场态势图的要素、精确度、动态性满足各级作战指挥决策的需求,缩短决策反应时间和提高决策准确性,战场指挥人员依据态势图提供的数据来实施决策,减少人为主观因素等不可控因素对决策质量的影响,实现“发现即识别,识别即决策,决策即打击”作战流程一体化,促进战场杀伤链的快速闭合。

## 4 空战场中战斗识别需求

未来战争博弈从单域空间逐步向多域、全域联合空间方向发展,空战场是未来战场对抗博弈的重

点,空战场优势将极大提升战场主动权。随着未来空战样式的不确定性、平台性能的提升、技术的快速发展以及战场空间电磁密集、复杂、交错、多变,对于战斗识别系统提出了更高的要求。空战场战斗识别场景见图2。

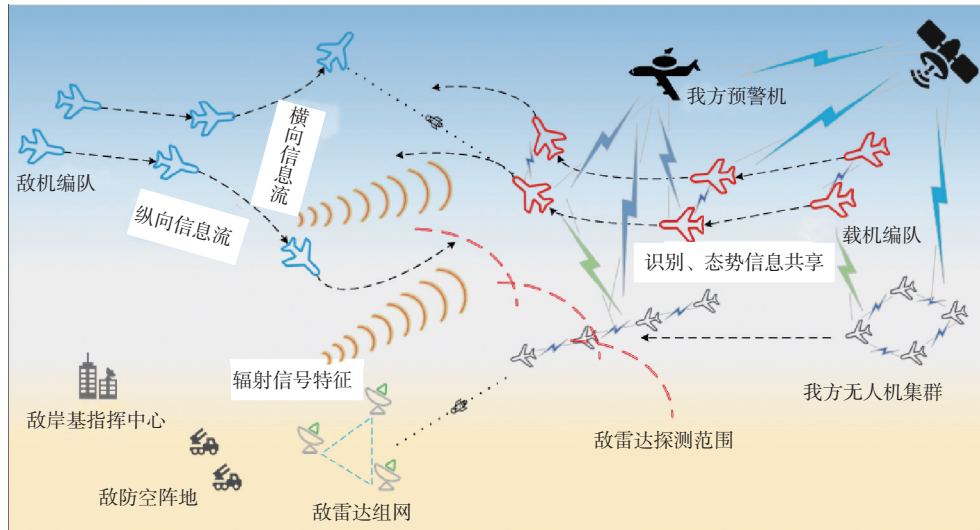


图2 空战场战斗识别示意图

### 4.1 空战场自动目标识别需求

空战场内,敌我双方的战斗机、无人机、预警机、导弹等敌我要素,以及中立方、民用航空器、地面海面威胁目标的快速分类识别对于空战的演进至关重要,传统基于协作式的敌我识别只能判别我方目标,不能有效区分敌方、中立方。另外,空战场的对抗博弈相比于其他域对实时性的要求更高,进而对识别响应速度提出了更高的要求,需要从战场空间内快速准确自动识别分类各种类型目标。

### 4.2 空战多层次态势感知需求

空战态势评估、不确定性信息处理一直是学者研究的重点<sup>[29-31]</sup>,空战场对态势的感知与识别需求更高,从空战流程可以看出,空战中的任何一个阶段都需要强大的战场的态势感知能力。战场态势感知的基础就在于识别,识别体现在空战对抗的全流程中,不仅仅是现有的敌我属性、类型识别,而是包含多层次、多维度的战斗识别。

空战多层次感知与识别是根据目标时序状态信息以及预测信息进行分析、判断、预测目标的作战意图、战术行动、作战想定、作战规划等,它是空战决策的关键环节,支撑空战决策动作的实施,空战多层次感知与意图识别不单单是对目标的机动动作进行识别,它包含很多方面包括单体、群体行为识别、规划意图识别、规则(战术)识别等等。空战场的感知与识别需求随着智能化、一体化战争的推进越来越高,未来战斗识别需要重点解决对于目标的空战战术、意图、行为、动作层面的识别,支撑作战决策。

### 4.3 空战对抗博弈决策识别需求

未来空战将是高维信息融合下的强对抗,对信息的处理分析将直接影响到作战单元的感知、火力控制和战斗识别等功能。随着战斗机性能的提升,未来空战博弈对抗形式将以视距外空战为主,敌我双方想要利用自身在战斗识别上的优势,尽量在超视距内解决战斗,避免形成视距内“狗斗”博弈状态,减小对生存能力的威胁。视距外的隐身与反隐身决定了态势感知的能力,影响到作战单元对空战场目标的战斗识别,进而直接影响到空战效能。未来空战对抗博弈需要实时地获取全面的战场态势和远距的战斗识别信息,先敌识别,先敌决策,先敌攻击。

### 4.4 支撑创新作战概念和作战样式

从创新性作战概念的提出到实际的作战运用中,战斗识别系统将发挥着支撑作用,基于其信息主导、分布感知、手段齐备、标准互通、群智汇聚特征,能够创新空战样式,颠覆以往感知与识别分离,杀伤链纵向递进式发展的思路,塑造战场空间杀伤网,极大提升作战容错性和复杂任务能力,战斗识别系统以其强大的感知与识别能力,辅助决策作用为现有武器装备赋能,为作战决策者指挥与决策提供数据与信息支撑。

## 5 结语

未来战斗识别系统是战斗的“魂”,其对于战场目标的高置信度和高效率的分类识别确保了复杂电

磁空间强对抗环境下的目标识别功能。本文旨在探索未来战斗识别系统的系统特征以及能力,牵引发展满足未来战争需求的感知与识别系统。对于战场多层次和多维度的态势感知构建了完整透明动态态势图来展现其辅助决策特性,形成作战目标集到作战单元集的高效、互操作、互为主体的指挥体系,促进战场杀伤链、杀伤网的快速闭合和自适应重构,具备以高端武器装备为核心、体系信息优势为支撑、低成本作战单元为主体、单一功能平台能力聚合涌现的战场特征,进而形成整体强大的体系作战能力以及作战效能,支撑各级决策者的指挥决策,满足现代信息化、网络化、体系化的战场强博弈对抗,落实未来创新作战概念。

### 参考文献

- [1] 范晋祥,陈晶华. 未来空战新概念及其实现挑战[J]. 航空兵器,2020,27(2):15-24.
- [2] 卢盈齐,范成礼,刘联飞,等. 马赛克战特色优势与制胜机理研究[J]. 航空兵器,2021,28(5):7-11.
- [3] 张先洪,廖宇鹏,王敏杰. 敌我识别对抗技术研究[J]. 信息安全与技术,2012,3(4):18-23.
- [4] 陈致远,沈堤,余付平,等. 基于模糊推理和证据理论的空中目标敌我识别[J]. 电光与控制,2022,29(6):85-92.
- [5] 曹志敏,蒋充剑. 一种基于规则的敌我识别流程优化设计[J]. 火力与指挥控制,2021,46(12):156-158.
- [6] 胡宗旭. 敌我识别某信道模块低温发射杂散超差的分析与解决[J]. 长江信息通信,2021,34(3):135-137.
- [7] 陈韵,刘建,宋大伟,等. 基于 MSK 的敌我识别及遥测信号解调方法研究[J]. 航天电子对抗,2018,34(5):29-33.
- [8] 高新平. 敌我识别 S 模式询问信号实时检测技术[J]. 无线电工程,2016,46(6):27-29.
- [9] 范明慧. 新型安全可靠无线传输系统关键技术的设计与研究[D]. 南京:南京航空航天大学,2016.
- [10] 邴雨晨,杨建波,关春健. Mark XII A Mode 5 信号加密处理研究[J]. 航天电子对抗,2013,29(6):58-61.
- [11] 吕敏. 一种敌我识别辐射源暂态信号指纹特征提取方法[J]. 电讯技术,2020(7):803-808.
- [12] 李永祥,倪世道. 敌我识别目标航迹处理技术研究[J]. 舰船电子对抗,2019,42(3):58-62.
- [13] 赵宗贵,李君灵,王珂. 战场态势估计概念、结构与效能[J]. 中国电子科学研究院学报,2010,5(3):226-230.
- [14] 赵宗贵,许阳. 信息融合动态与发展趋势[J]. 指挥信息系统与技术,2014,5(6):1-10.
- [15] BLASCH E P, HANSELMAN P. Information Fusion for Information superiority[C]// IEEE National Aerospace & Electronics Conference. Dayton, OH, USA: IEEE, 2000: 290-297.
- [16] BLASCH E P, PIANO S. Ontological Issues in Higher Levels of Information Fusion: User Refinement of the Fusion Process[C]// Sixth International Conference of IEEE Information Fusion. Cairns, QLD, Australia: IEEE, 2003: 634-641.
- [17] 李琨. 美军新一代信息化装备——“蓝军跟踪系统”(FBCB2/BFT)发展综述[J]. 电讯技术,2006(3):8-14.
- [18] 汤亚锋,于小红,戴志广. 美军蓝军跟踪系统的发展及其启示[J]. 装备学院学报,2014,25(1):61-64.
- [19] BRYANT D J, SMITH D G. Impact of Blue Force Tracking on Combat Identification Judgments[J]. Human Factors, 2013;55(1):75-89.
- [20] 李琨. 几种先进的战斗识别系统[J]. 现代军事,2004(0):49-51.
- [21] O'KEEFE E, SHOHET A, SWAN M. Cooperative Target Identification Marking Materiel for Thermal Infrared, Near Infrared and Visible Sensing[C]//Proceedings Volume 6773. Electro-Optical and Infrared Systems: Technology and Application IV; 67370J, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.745842>.
- [22] 欧阳超. 西方体制敌我识别器基带信号处理算法研究及实现[D]. 成都:电子科技大学,2015.
- [23] FAHMY A, MOUSTAFA K H. A Survey of IFF Systems[C]//The International Conference on Electrical Engineering. [S. l.]: Military Technical College, 2006: 1-11.
- [24] 艾德芳. 外军敌我识别系统发展现状及未来发展趋势[J]. 网络与信息,2012,26(8):56.
- [25] BOYD C S, COLLYER R S, SKINNER D J, et al. Characterisation of Combat Identification Technologies [C]// TENCON 2005 IEEE Region 10. Melbourne, VIC, Australia:IEEE, 2005: 1-6.
- [26] 胡利平,梁晓龙,柏鹏,等. “算法战”及其在空战领域中的应用[J]. 国防科技,2020,41(1):57-62.
- [27] 吴辉. 目标识别系统发展趋势[J]. 舰船电子工程,2009,29(9):5-8,17.
- [28] 吴少鹏. 一体化集成电子信息系统体系发展研究[J]. 雷达与对抗,2020,40(4):1-4.
- [29] 奚之飞,徐安,寇英信,等. 基于 PCA-MPSO-ELM 的空战目标威胁评估[J]. 航空学报,2020,41(9):216-231.
- [30] XIMENG X U, RENNONG Y, YING F U. Situation Assessment for Air Combat Based on Novel Semi-Supervised Naive Bayes[J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2018, 29(4): 768-779.
- [31] ZHOU Y, TANG Y, ZHAO X. A novel Uncertainty Management approach for Air Combat Situation Assessment Based on Improved Belief Entropy[J]. Entropy, 2019, 21(5): 495.

(编辑:徐敏)