本版编辑：刘维杰 版式设计：王 芳 E-mail:m6@studytimes.cn Tel:010-68929662

具身智能驱动作战指挥变革的内在机理

□ 宋广收

智能化战争浪潮下，具身智能突破传统“离身智能”局限，实现智能算法与物理实体深度融合、思维能力与行动能力有机统一，正成为重塑作战指挥体系的核心变量。不同于单一技术的局部赋能，具身智能对作战指挥的变革并非表层改良，而是由其核心技术特性决定深层裂变，其内在机理贯穿指挥认知、力量、活动、效能全链条，从根本上打破传统指挥逻辑、重构指挥运行方式。

一是物理具身性，重构指挥要素构成，打破传统作战力量边界。

物理具身性是具身智能区别于离身智能的核心特质，以专用物理实体为载体，将智能从虚拟数字空间延伸至真实物理战场，直接重构作战指挥要素，为指挥变革提供核心内生支撑。

具身智能体改变传统指挥要素“感知、决策、执行”相互割裂的格局，推动指挥要素向一体化、复合型转型。传统作战指挥中，感知靠侦察力量、决策靠指挥机构、执行靠作战部队，各要素功能单一、链路割裂，信息传递损耗大、指令落地周期长。具身智能体搭载多模态传感器、嵌入式算力单元、高精度执行机构，集感知、决策、执行功能于一体，既是战场信息的自主采集节点，也是指挥指令的精准执行单元，更是辅助决策的智能主体，实现指挥要素从“分散割裂”到“一体联动”的根本性转变，大幅缩短指挥链路、提升指挥效能。

具身智能体突破人类生理与能力局限，重塑作战力量构成格局，打破“人类主导、机器辅助”的传统边界。传统作战力量以人类为绝对核心，受生理极限制约，在极端战场环境适应、长时间持续运转、海量数据快速处理等方面存在天然短板。具身智能体可在高温、高寒、强辐射、强电磁干扰等极端环境下持续作业，在数据处理速度、任务执行精度、连续运转时长等方面远超人类，可以弥补传统作战力量的能力空白，成为作战力量体系中不可或缺的新型核心力量。这种力量补充绝非简单辅助，而是推动作战力量从“人类单极主导”向“人机混编协同”的结构性重塑，让作战力量体系更具韧性、更富效能。

具身智能体推动指挥要素功能升级，实现作战力量效能的倍数级增长。传统指挥要素功能固化，感知手段单一、决策依赖经验、执行精度有限，难以适配复杂战场需求。具身智能体通过物理载体与智能算法的深度融合，可实现多维度全域感知、毫秒级快速决策、精准化高效执行，其单一智能体即可承担传统多支力量的任务，多智能体集群更能形成“1+1>2”的群体效能，推动作战力量效能从“线性叠加”向“指数增长”跨越，为作战指挥变革注入强劲动力。

二是自主协同性，重塑指挥运行逻辑，颠覆传统指挥联动模式。

自主协同性是具身智能的核心技术优势，依托分布式协同算法、实时战术通信链路，具身智能体可实现无人工干预的自主组网、任务分工、动态配合，从根本上重塑作战指挥运行逻辑。

自主协同性推动指挥链路从层级递阶向扁平直达转型，适配智能化战争秒级制胜需求。传统作战指挥遵循“联合作战指挥中心—战区—部队—作战单元”的层级递阶链路，信息传递环节多、周期长、损耗大，指挥指令从筹划到落地往往需要分钟级甚至更长时间，难以应对智能化战争态势瞬息万变的特点。具身智能体具备自主决策与执行能力，联合作战指挥中心的战略意图可通过战术数据链直接传递至前沿智能体，无需多级中转，即可构建起“联合作战指挥中心—具身智能体—作战终端”的扁平指挥链路，将指挥周期从分钟级压缩至秒级，实现指挥指令的实时直达、快速响应，彻底打破传统层级指挥的时空束缚。

自主协同性推动指挥流程从线性串行向闭环并行升级，提升指挥动态适配能力。传统作战指挥流程遵循“侦察—判断—决心—部署—执行—评估”的线性串行模式，各环节依次推进、相互割裂，流程僵化、响应滞后，难以适应战场态势的动态变化。具身智能体依托自主协同能力，可实现感知与评估同步、决策与部署并行、执行与调整联动，构建起“感知—决策—行动—评估—优化”的闭环并行指挥流程，各环节实时互动、动态调整，打破传统线性流程的时序限制，让指挥流程更具灵活性、适应性，实现指挥活动与战场态势的同频共振。

自主协同性推动作战协同从预设固定向动态自适应转变，构建新型作战协同模式。传统作战协同依赖战前预设计划、人工现场协调，协同关系固定、调整滞后，一旦战场态势超出预案，极易出现协同脱节问题。具身智能体通过群体协同算法，可根据战场态势变化自主调整组网方式、任务分工、配合策略，无需人工干预即可实现动态组网、聚散有度，形成“自主响应、自主协同、自主补位”的自适应协同模式，彻底颠覆传统预设协同的固有模式，大幅提升作战协同的时效性与稳定性。

三是闭环进化性，升级指挥核心能力，夯实指挥效能释放根基。

闭环进化性是具身智能的关键技术特征，依托强化学习、多模态数据融合、边缘计算等技术，构建“感知—决策—行动—评估—迭代”的全链路自主进化体系，能够在战场交互中自主积累经验、优化算法、提升能力，直接升级作战指挥核心能力。

闭环进化性升级指挥感知能力，实现从被动接收向主动精准感知的跨越。传统作战指挥感知依赖预设侦察力量，采用“被动接收、逐级汇总”模式，感知维度单一、抗干扰能力弱、隐性信息挖掘不足，难以实现战场态势的全域精准把控。具身智能体通过多模态传感器融合视觉、电磁、触觉等多元信息，依托算法自主优化感知策略，可主动挖掘战场隐性信息。同时，通过闭环迭代不断提升抗干扰、抗诱骗能力，大幅提升感知的全域性、精准性、实时性。

闭环进化性升级指挥决策能力，实现从经验主导向智能精准决策的转型。传统作战指挥决策多依赖指挥员经验积累与直觉判断，主观性强、容错率低，面对智能化战争海量战场数据，极易出现决策滞后、偏差等问题。具身智能体依托闭环进化体系，可在毫秒级完成海量数据的筛选、融合、分析，将无序数据转化为结构化决策信息。同时，通过多场景自主推演预判态势发展，为指挥员提供多元精准决策方案。更重要的是，具身智能体可通过实战交互持续迭代算法，不断提升决策的科学性与适配性，减少人类经验局限带来的决策失误。

闭环进化性升级指挥控制能力，实现从机械落实向精准自适应执行的突破。传统作战指挥控制多是机械落实指挥指令，缺乏自主调整能力，一旦战场环境或目标状态发生变化，极易导致任务失败。具身智能体在执行指令过程中，可实时采集行动效果、环境变化等数据，自主完成效果评估，并根据评估结果动态调整行动策略，无需人工干预即可适配战场变化。同时，通过持续闭环进化，具身智能体可不断优化执行路径、提升执行精度，确保指挥指令精准落地。

四是虚实融合性，拓展指挥空间维度，重构指挥活动实施范式。

虚实融合性是具身智能的鲜明技术特质，既依托数字空间完成海量数据处理、复杂态势推演、作战方案预演，又通过物理实体介入真实战场行动，实现数字空间与物理空间的深度联动，大幅拓展作战指挥空间维度。

虚实融合性推动指挥空间从传统物理域向全域多维延伸，打破传统指挥空间局限。传统作战指挥空间集中于陆、海、空等物理战场，指挥活动受地理空间、自然环境制约明显。具身智能体通过虚实融合，让指挥活动不再受限于实体空间，既可以通过物理载体在陆、海、空、天、电、网等实体域开展行动，又能依托数字空间在虚拟域进行态势推演、方案预演、协同联动，推动指挥空间从“单一物理域”向“物理+虚拟+认知”全域多维拓展，形成全域覆盖、无界延伸的指挥空间格局。

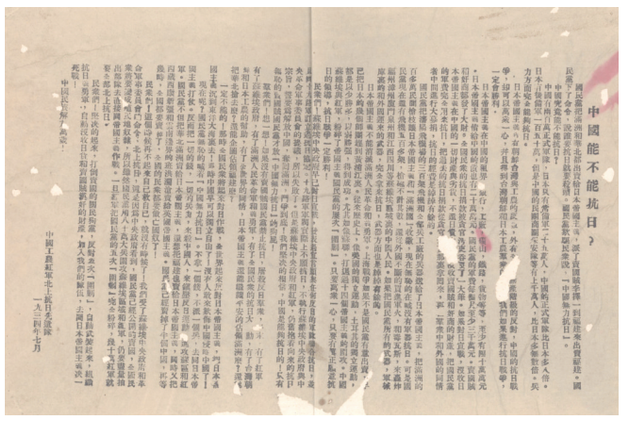
虚实融合性打通虚拟仿真与实战应用链路，提升指挥活动的精准度与实效性。传统作战指挥中，虚拟仿真与实战应用相互脱节，战前预演难以精准对接实战场景，作战方案的实战适配性不足。具身智能体依托虚实融合特质，可在虚拟空间构建高度逼真的战场环境，完成作战方案的多场景预演、效能评估与优化调整，再通过物理智能体将优化后的方案直接落地。同时，将实战数据反馈至虚拟空间进行算法迭代，形成“虚拟预演—实战落地—数据反馈—迭代优化”的闭环链路，实现虚拟指挥与实体行动的无缝衔接，让作战筹划更具科学性、精准性，大幅提升指挥活动的质量与效能。

军事观察

一纸传单回答中国能不能抗日

□ 傅卫勇

九一八事变后，东北沦陷危机日深。民族危亡之际，中国向何处去、中国能不能抗日，成为摆在每个中国人面前的尖锐问题。井冈山市档案馆保存着一份《中国能不能抗日?》的宣传材料，是红军北上抗日先遣队出发前印制，后随军散发的传单之一。传单纵14.8厘米，横37厘米，虽有小处缺损，但整体内容完整，字迹清晰可辨。它不绕弯子，从正面对“中国无力抗日”的荒谬论调做了逐条驳斥。



其一，兵力够不够？传单指出，中国不但在正规军人数上比日本多，而且还有广大的地方武力做后备军，“兵力方面完全能够抗日”。其二，民心齐不齐？传单强调，对日作战不是一党一军之事，而是要万众一心，并唤起日本、朝鲜和台湾地区工农群众的同情与呼应，就能战胜侵略者。其三，经费足不足？传单简要算了历年来日本侵略者通过各种形式攫取的中国的矿山、银行、铁路、工商金融等各方面的庞大资产，认为在抗日立场上没收日本帝国主义在中国的一切权益和汉奸、卖国贼的资产，用以支持抗日绰绰有余。其四，武器行不行？传单敦促国民党军停止对苏区和红军的“围剿”，认为只要把这些用于消灭红军和革命的枪炮武器拿去“打日本”，抗日的“武器方面也是绰绰有余的”。

这四点看似通俗，却直击要害。当时的“亡国论”者多从武器装备、国家财力和国际局势等方面找借口，红军北上抗日先遣队的这纸传单反其道而行之，把人力、民心、被侵略的资产和内战向外战转化等看作抗日战争的动员资源。它向广大同胞要说明的不仅是抗日“能不能”，更是号召全国民众“加入我们的队伍”，在中国共产党的领导下“自己起来救自己”。

1934年7月上旬，中央苏区第五次反“围剿”吃紧，中共中央书记处决定把红七军团改编为中国工农红军北上抗日先遣队。7月5日，中共中央给红七军团的政治训令中明确指出：“宣传、发动、组织最广大的群众进行各种形式的反日反帝的民族解放斗争”是红七军团肩上“郑重与光荣的军事政治的任务”。换言之，红军北上抗日先遣队，不仅要牵制国民党军对中央苏区的军事压力，更要“借此更进一步揭露一切国民党的武断宣传，提高苏维埃与红军在全中国群众间的威信与推进群众的反日反帝运动到新的阶段”。

7月6日晚，红军北上抗日先遣队在红都军民的热烈欢送下出发，开始北征行动。出发前，为加强沿途抗日动员，中革军委还在极端困难的条件下赶印了《中国工农红军北上抗日先遣队告农民书》《中国能不能抗日?》和《拥护红军北上抗日运动的口号》等宣传品，供先遣队随军分发。7月15日，中华苏维埃共和国中央政府、中国工农红军革命军事委员会联合发表《为中国工农红军北上抗日宣言》，正式宣布：“苏维埃政府与工农红军不辞一切艰难，以最大的决心派遣抗日先遣队，北上抗日”，向全国民众宣告了中国共产党和红军的抗日决心。

红军北上抗日先遣队从瑞金出发，3个月内经闽中、闽东、闽北、浙西、皖赣边转战千里。在敌军的围追堵截下，一路上边行军、边作战、边宣传，不仅打土豪、分田地，开展扩红工作，推动沿途地区土地革命斗争的发展，还广泛宣传共产党和红军的抗日主张，让“北上抗日”的口号更加深入人心。这份传单是红军北上抗日的宣言，它的设问，答案从来不在纸面上，而在实际行动中。红军北上抗日先遣队高举抗日旗帜，用《中国能不能抗日?》传单破除“无力论”，用历时半年、转战4省的血战证明红军愿打、能打、为民族而打。

文物与军史

箔条弹与红外弹：战机末端防护的屏障

□ 杨江俊 蒋向阳

现代空战是侦察、制导与反制的持续博弈，箔条弹与红外弹作为战机无源自卫的核心装备，是空中对抗中典型的“软防御”手段。航展上绚丽的空中焰火，并非单纯表演特效，而是这两类诱饵发挥作用的直观呈现。箔条弹以金属丝形成反射云团，迷惑雷达制导武器；红外弹依靠强热辐射制造假热源，诱骗红外寻的导弹。二者相伴而生、协同运用，自二战投入战场以来，不断随防空导弹技术迭代升级。

一对分工明确的“搭档”

1943年7月24日深夜，英国皇家空军近800架轰炸机扑向德国汉堡，两个半小时内投弹40吨。这一夜，德军雷达屏幕上的目标“越打越多”，此役英军仅损失12架轰炸机，战损率远低于以往的6%。扭转战局的并不是什么新式战机，而是几吨切好的金属箔片——英军给它起了个代号，叫“窗口”，就是现在的箔条弹。20世纪50年代中期，美国“响尾蛇”空空导弹问世，它是一种依靠追踪发动机尾焰的热寻的导弹。越南战争后期，美军为对抗萨姆-7型单兵防空导弹，率先在战机上加装红外诱饵弹。红外诱饵弹即红外弹，是一种几十美元一发的红外干扰弹，可以让造价数万乃至十几万美元的红外导弹扑空。铝箔防雷达，焰火诱红外，箔条弹与红外弹这对组合，成了战机末端防护的重要保障。

现代空战呈现出超视距、高强度、高精度的显著特点，雷达制导导弹与红外制导导弹是战机面临的两大主要威胁。导弹逼近告警系统负责第一时间发现来袭导弹，有源干扰靠压制和欺骗扰乱对方探测，无源干扰通过制造假目标来引开导弹，战术机动则有助于战机快速脱离跟踪。机载自卫体系层层设防、环环相扣。箔条弹与红外弹，正是这套体系里最后一道屏障。两种干扰弹，对付的威胁各不相同。

箔条弹干扰雷达制导导弹，弹内装填镀铝玻璃丝、镀铝涤纶丝，长度都经过精心设计，约为被干扰雷达波长的一半，这是因为半波长振子的谐振散射最强。当机载告警系统捕捉到敌方雷达锁定信号后，箔条弹迅速抛出，箔条丝散开，在空中形成一团反射面远大于机身的“箔条云”，雷达制导导弹导引头一眼望去，真假难辨。不过，半波长振子的频带很窄，只有中心频率的15%到20%，所以箔条弹内往往混合装填长短不一的箔条，以覆盖不同波段雷达。红外弹则针对红外制导导弹，导弹靠捕捉发动机尾焰和蒙皮气动加热的热辐射锁定飞机。红外弹弹体内装镁粉、聚四氟乙烯等烟火药剂，投放后瞬间点燃，在1—3微米和3—5微米波段迸发出高强度辐射，恰好在红外弹导引头的工作区间内，能量远超战机，从而引开导引头视角。

一个骗雷达、一个骗红外，各管一类、互为补充。干扰弹通过投放器控制投放，投放器通常安装在后机身或尾椎两侧，备数十发弹。投放干扰弹既可由飞行员手动发射，也能与机载告警系统交联自动投放，从告警到投放，不过一两秒。

投放是一门技术

干扰弹不是抛出去就完事。投早了，箔条云被气流吹散，反射强度衰减；诱饵提前烧完，掩护窗口转瞬即逝，导弹还有余力再扑向战机。投晚了，导弹已进入末段俯冲，修正弹道的能力强，战机即便骗过导引头，也未必跑得出战斗部的杀伤半径。什么时候投、投多少、间隔多长，都有讲究。基本的投放方法是依托导弹逼近告警系统实时测算来袭导弹的距离和速度，赶在导弹进入不可逃逸攻击区之前把弹投出去，让干扰生效与战机机动无缝衔接。投放数量同样要有章法。单发诱骗效果有限，通常成组齐射，具体打几发、间隔多久，要看来袭导弹的体制、距离和战机速度，由战前任务装订预设程序、战时自动程序或飞行员选定程序触发。

在战法上，实战与演训打磨出的打法大致有三招。一是质心干扰，这是导弹已经锁定战机时的应急手段。导引头会把视场内多个目标的能量合成一个等效跟踪点，诱饵越亮，这个点就被“拽”得越偏，战机再顺势大过载转弯，摆脱锁定。二是冲淡干扰，多在威胁来临之前实施。分散投放多组干扰弹，在空中布下多个假目标，降低导弹导引头识别和命中概率。三是组合协同。对付雷达—红外复合制导导弹，箔条弹与红外弹需同步投放，制造雷达、红外双重虚假特征，堵住单一手段的漏洞。

再好的干扰弹，也离不开机动配合。箔条弹投放前后，飞机需要采取合适的机动方式，保持箔条弹与飞机相对于导引头的径向速度差足够小，才会产生干扰效果。红外弹投放过程中，进行大过载的盘旋逃逸机动、滚筒机动、投放时刻减速等措施，对干扰来袭导弹有一定的作用。近距遭遇，讲究瞬时齐射、快速脱离；远距预警，则可分批投放、持续干扰；低空飞行，还得借地形隐蔽、分散释放。干扰与机动，从来是一套动作，拆开来看都不灵，干扰赢得的是时间，机动赢得的才是生机。

短板与出路

新一代导弹普遍具备智能识别、动态弹道修正与多模复合制导能力，传统干扰弹的短板渐渐藏不住了。点源红外弹光谱单一、热源形态简单，骗不过成像导引头的图像识别。常规箔条频带固定，覆盖不了超宽频雷达信号，遇上自适应雷达、动目标检测雷达，效能大打折扣。更棘手的是多模导引头，这是一种把两种以上制导方式装进同一枚导弹，雷达回波与红外图像相互印证，单一诱饵很容易在比对中露馅。两类弹又都是一次性消耗品，战机携弹量有限，扛不住多批次的饱和攻击。箔条云飘向哪里，受风向气流左右，难以控制，红外弹燃烧不过数秒，掩护时间终究有限。

出路有三条。一是多频谱复合。让单枚干扰弹同时模拟雷达散射、红外辐射乃至紫外特征，一枚顶过去几枚，专门干扰复合制导导弹。二是高逼真模拟。面源红外诱饵、结构化可控箔条等技术，正在把战机的外形轮廓、热源分布、运动轨迹乃至多普勒特征复刻得越来越像。国外光谱匹配型诱饵已经列装，通过调节药剂配方与装药结构，让诱饵的辐射光谱同发动机尾焰高度吻合，导引头的鉴别算法无从下手。三是体系协同。干扰弹不再单打独斗，而是与红外定向干扰设备、雷达有源干扰机等联动使用，融入天基、空基、地基多平台的态势感知网络，各平台探测信息实时共享，告警、决策、干扰、评估一气呵成，陆海空天一体，实现全时全域的末端防护。

从“窗口”行动里的一把铝箔，到今天一弹多能的复合诱饵，箔条弹与红外弹走过的80多年，恰是空战攻防博弈的一个缩影。从单一假目标到全域体系协同，诱饵技术的蜕变映射着空战形态的巨变。未来，这场矛与盾的博弈仍将在电子战领域持续上演。

军事科技