如何提升城市反无人机作战能力

□高 凯 周 伟

通过近年来的几场局部冲突可以看出，城市已成为无人机威胁最集中、对抗最激烈的重要战场，各类新技术、新战术层出不穷。应对战场形态的变化，需要结合城市作战特点以及无人机发展趋势，优化城市反无人机作战体系，为城市作战提供有效的低空屏护。



理清城市反无人机作战变化

随着小微型无人机在城市作战中的不断运用，与传统的大中型无人机以及有人作战力量构成了分布立体“杀伤网”，需要反无人机作战能够针锋相对，以分制分、以动打动。

防反理念从“线性圈层”向“立体分布”转变。城市建筑密集、电磁环境复杂，无人机可以利用城市峡谷效应，从任意方向、高度发起攻击。传统“远中近、高中低”区分任务存在大量“盲区”，需要构建立体分布防御体系，按照“楼际线、树际线、地平线”建立空间坐标轴，依托有利地形地物分散部署具备独立探测、识别、反制能力防御节点，节点之间通过高速通信网络实现互联互通，形成一个覆盖城市全域的立体防御网络，各节点协同实施拦截，实现“一点发现、全网响应”。

体系构建从“兵种协同”向“跨域融合”转变。城市作战中的无人机威胁涉及空、地、网、电等多个维域，单一兵种难以包打天下，需打破军兵种和部门之间的界限，将不同作战维域力量有机融合在一起。不仅要整合陆、空等军种力量，还要整合治安、电力、通信等地方部门力量；不仅要整合传统火力打击力量，还要整合网电对抗、情报侦察等新型作战力量。通过跨域融合实现不同力量之间的优势互补，形成作战能力的非线性叠加。

任务分配从“程式预设”向“动态组合”转变。城市反无人机作战具有任务多样、威胁多变、环境复杂的特点，传统的预设编组难以适应快速变化的战场态势。应采取标准化、模块化思路，将作战力量划分为若干个具有独立功能的模块化单元，每个单元都具备标准化的接口和通信协议。在作战过程中，可以根据任务需要，实时动态地组合不同的模块化单元，形成量身定制的作战编组，提升灵活性和适应性，及时处置各种突发情况。

构建城市反无人机作战体系

面对城市反无人机秒级响应、全域协同的作战要求，必须构建起多级指挥、闭环作战、人机协同的运行体系，打通探测、指挥、反制、评估、溯源全链路，推动各作战单元从独立作战转向体系联动，实现反无人机能力的整体跃升。

构建“云—边—端”指控体制。吸收集中决策与分域控制优长，减少指挥层级、提升决策效率、加快响应速率。“云”，即负责战略决策和全域资源调度的“云中心”，基于人工智能的辅助决策技术，在毫秒级内处理海量战场数据，为指挥员提供科学的决策支持；“边”，即战术决策和区域协同的“边缘网”，重在制定具体的作战方案；“端”，即执行具体作战任务的“端平台”，根据上级指令，自主完成目标探测、识别、跟踪和打击任务。

加速“侦—控—打—评—溯”作战循环。聚焦加速“OODA循环”，使己方始终快敌一拍。在侦察预警上，依托人工智能搭建目标识别算法，降低虚警率，提高探测的准确性和可靠性；在指挥控制上，应用认知电子战技术实时学习并分析战场电磁环境，辅助生成最优的对抗措施；在对抗打击上，突出火电配合，火力拦截模块和电子对抗模块根据指挥控制模块下达的指令，协同实施反制行动；在效果评估上，基于数字孪生技术预测任务执行结果，通过实时对比预测结果和真实状态，评估当前任务执行情况；在溯源打击上，通过大数据技术分析无人机数据信息，追溯发射阵地和指控节点，引导远程火力实施打击。

完善“有人—无人”协同机制。有人平台作为指挥中枢，主要负责战术决策、任务分配和监督控制，处理复杂的战场情况，制定合理的作战方案，并对无人平台的行动进行监督和控制。无人平台作为作战主体，主要负责高危环境下的侦察、干扰和拦截任务，重点处理重复性、精确性和高速性任务，最大程度提高作战效率。有人平台和无人平台之间通过高速数据链实现信息共享和实时交互，共享视频和数据信息，及时修改作战指令，确保完成作战任务。

优化城市反无人机作战编组

随着人工智能、定向能、无人系统等技术的不断发展，城市反无人机作战将呈现出智能化、无人化、体系化的发展趋势，需着眼这些特点优化编组。

依托数字孪生技术的虚实融合编组。数字孪生技术通过构建与现实城市反无人机作战体系完全映射的虚拟数字孪生体，实现物理世界与虚拟世界的实时交互和协同运行，实时接收来自现实世界的各种数据，包括无人机的飞行轨迹、电磁信号、战场环境等，并在虚拟空间中进行实时仿真和推演，提前预测敌方无人机的攻击路径和战术意图，优化作战力量的部署和调度，制定最优的作战方案。

依托认知电子战的电火网一体编组。认知电子战系统内置人工智能，能够实时学习并分析战场电磁环境，可有效应对采用跳频、扩频等先进通信技术的无人机，与雷达、光电、火力等系统实现无缝衔接，形成一个一体化的跨域作战体系。当发现敌方无人机时，电子战系统可以首先对其进行干扰和压制，然后引导火力系统实施摧毁，实现“电火一体”的协同作战。同时，电子战系统还可以与网络战系统相结合，通过破解敌方无人机的通信协议和加密算法，入侵敌方无人机的控制系统，实现对敌方无人机的劫持和控制，形成“电网一体”的作战能力。

依托自然生物启发式的自适应编组。借鉴蚁群、蜂群等生物群体的自组织行为模式，基于“以无反无”思路，用好人工智能和大数据技术，为每个作战单元设定简单的基本规则，如“与最近的友机保持最小安全距离”“飞行方向同邻机平均方向保持一致”“规避已知威胁”等，各个作战单元可以通过局部互动，在宏观上自发形成智能、高度有序且能够适应环境的集体行为模式。这种自适应行为不需要中央控制，而是通过单元之间的分布式协同实现，因此具有极强的抗毁性。当部分作战单元遭到破坏时，剩余的作战单元可以自动重新组织，形成新的作战编组，继续完成作战任务。

军事观察

人形机器人的军事应用价值

□谢云峰

当前，世界百年未有之大变局加速演进，新一轮科技革命和军事革命深入发展，战争形态加速向智能化演变。以人工智能、高端制造为代表的前沿科技正深度重塑战争面貌，推动军事力量体系发生革命性变化。人形机器人作为多学科尖端技术集成的战略性装备，正加速融入作战体系，军事应用价值日益凸显。

人形机器人的军事价值，并非单纯的装备更新迭代，而是从“形态适配”到“智能共生”的战略跃迁。其核心是“形态即功能”与“智能即战力”的深度融合：以类人形态为物理接口，无缝融入人类作战环境；以类人智能为认知内核，实现对人类工具的直接操作和对人类战术的协同适配。由此形成从战场生存到战略牵引的全维度优势，集中体现为六个方面。

一是地形与装备的“无缝适配”优势，以终极通用性盘活全域作战体系。人形机器人是人类基于自身生理结构创造的“镜像体”。现有战场物理空间与武器装备均以人体尺度与操作习惯为设计基准，人形机器人的类人构型使其能够深度兼容而非简单适应这一既成体系。一方面，凭借双足行走与全身协调运动，能够攀爬陡坡、穿行废墟、进入地下管网，在楼宇、坑道、密林等复杂地形中实现全域立体通达，这种全地形通过能力是轮式、履带式及四足平台难以比拟的。另一方面，其手部外形和身体尺寸与人类高度近似，可直接操作现役装备、驾驶通用载具、使用制式工具，无需对存量装备进行大规模无人化改造，以较低成本激活存量装备体系效能。

二是任务执行的“通用灵巧”优势，推动作战单元由专用装备向通用战士跨越。未来战场的高度不确定性与任务多样性，要求作战单元具备较强的现场问题解决能力，而人形机器人的拟人操控与模块化架构使其具备成为“问题解决者”的潜力。一方面，高自由度灵巧手配合全身精细力控技术，可复刻人类精密操作能力，在排爆拆弹、战损抢修、战场救护等离散型、高难度任务中，展现出其他无人系统难以替代的操作优势。另一方面，通过软硬件模块化架构，人形机器人可快速换装侦察、突击、保障等模块，实现战场角色的动态切换，使其职能从出厂预设转向战场任务驱动，有效提升基层战术单元编组弹性与持续作战能力。

三是人类技能的“天然生成”优势，打通战斗力从“复制”到“超越”的捷径。新型作战力量的生成速度决定战场主动权归属。人形机器人运动学特征与人类高度相近，无需从零构建运动控制模型，可利用人类行为数据开展模仿学习，显著压缩技能生成周期，形成相对于其他构型机器人的效率优势。一方面，基于海量人类活动视频、光学动作捕捉数据及部队日常军事训练记录，可通过模仿学习将优秀士兵的战术动作与武器操控技能快速迁移至机器人平台。另一方面，在此基础上结合深度强化学习，在仿真环境中开展大规模迭代训练，可突破人类生理局限，演化出敏捷规避、精准瞄准和持续协同突击能力，将部队长年积淀的实战经验固化为可迭代、可超越的“数字技能库”，推动军事训练领域发生前所未有的变革。

四是人机共生的“智能协同”优势，催生新型“有人—无人”高度融合的战术体系。无人化作战的高阶形态是人与机器的深度协同，而人形机器人因外形和行为模式与人类高度相近，大幅降低了人机协同的认知门槛。一方面，士兵通过战术手势、眼神示意或简短语音指令即可引导身旁的“钢铁战友”准确领会并执行复杂战术意图。这种近乎本能级的交互，极大减轻了士兵在高压战场环境下的认知负荷，保障“人在回路”决策高效精准。另一方面，人类步兵班组积淀的队形变换、交替掩护、火力压制等经典战法，可直接移植至“有人—无人”混编小队。无需为机器人专门研发全新战术条令，将其作为“超级士兵”无缝融入现有战斗序列，以较低转型成本快速生成新型战斗力。

五是认知对抗的“多维威慑”优势，开拓心理域与物理域叠加的增效手段。战争的最高境界是“不战而屈人之兵”，人形机器人兼具物理欺骗与心理冲击双重效果，能够在认知维度产生常规装备难以达成的威慑效果。一方面，在物理域，人形机器人可穿戴制式迷彩、模拟人体红外特征，充当高逼真度的佯动目标，干扰敌方侦察与决策，将其拖入真假难辨的“认知困境”。另一方面，在心理域，在近距离对峙与清剿行动中，一个不惧伤亡、持续推进的“人形士兵”，对敌方人员造成的心理冲击远超空中盘旋的无人机，可能触发“恐怖谷”效应，造成强烈的心理冲击与认知错乱，从而有效瓦解其抵抗意志，以最小的代价换取最大的胜利。

六是技术与产业的“引擎牵引”优势，发挥战略母机价值。人形机器人汇聚了高能量密度能源、高算力低功耗芯片、高精度伺服控制、通用人工智能等一系列通用关键技术群，具有极强的技术溢出与产业带动效应。在人形机器人相关领域取得的任何实质性突破，都将辐射至工业高端制造、医疗康复、家政服务、抢险救灾等广阔民生领域，牵引整个工业体系向智能化跃升。一旦庞大的民用市场被充分激活，规模化生产带来的极致成本控制优势与稳定供应链体系，可在平战转换中快速释放弹性产能，形成其他纯军用装备难以比拟的战略韧性和持久支撑能力。

在智能化战争发展进程中，人形机器人是一种具备“体系制胜”特征的新型作战力量。从物理域看，它响应了“零伤亡”的深切期盼，替代血肉之躯进入高危区域；从战术域看，它以通用构型为现役装备体系注入智能；从战略域看，它是连接智能技术与物理世界的核心桥梁，是牵引高端制造业与人工智能发展的强劲引擎。它既指向未来作战任务需求，也蕴含着产业发展机遇。深刻认识并加快挖掘人形机器人这类新型作战力量潜能，对构建智能化军事体系、维护国家安全、打赢未来战争具有重要战略意义。

军事科技

芭蕉坨战斗：反“围剿”中的湘西山地伏击

□王 悦

芭蕉坨战斗又称芭蕉坨大捷，是1935年湘鄂川黔苏区反“围剿”作战关键阶段，红二、红六军团在湖南龙山县芭蕉坨地区组织的经典山地伏击击溃战。此战依托湘西山高林密的地形条件，临机调整伏击部署，多路合围突击来犯敌军，一举击溃国民党军陶广纵队10个团，打破了敌军东西对进的合围企图，是湘鄂川黔根据地反“围剿”中以弱胜强的代表性战例。

重兵压境，寻机破局

1934年10月中央红军主力长征后，湘鄂川黔苏区成为江南地区重要的红色根据地，牵制了国民党大量兵力。1935年初，蒋介石为彻底清除这一区域的红军力量，调集80余团，约11万兵力，分6个纵队，采取“堡垒推进、分进合击、攻堵兼施”的战术，对苏区发动新一轮大规模“围剿”，扬言3个月内“围歼”红二、红六军团主力。国民党军第一纵队司令陶广率第62师、新编第34师及地方保安团共10个团约2万兵力，从招头寨、龙山城外围出发向湾塘方向推进，计划与驻来凤的徐源泉纵队会合，形成东西夹击态势，逐步压缩红军的活动空间。陶广部属湘军老牌部队，装备较为齐全，此前多次参与对苏区的“围剿”，此次一路推进，态势骄横。

此时，红二、红六军团主力集结于龙山以南地区，总兵力不足2万人。经过连续作战，部队减员较多，弹药补给不足，轻重火力均处于劣势。如果同时应对东西两路敌军夹击，势必陷入腹背受敌的被动局面。为打破敌军的合围计划，中共湘鄂川黔省委和军委分会召开紧急会议，贺龙、任弼时等人研究决定，集中主力部队，抓住陶广部孤军冒进的战机，在其西进必经之路设伏，首先打掉这一路敌军，粉碎敌人东西合围的企图。战前，红军派出多支侦察分队化装深入敌占区，摸清敌军行进路线、行军序列与重火力配置；同时对接龙山、永顺等地苏区党组织，依靠当地群众和游击队掌握山地通行路径、地形要点与敌军动向，为设伏作战做好各项准备。

依山布阵，临机调兵

贺龙、任弼时带领指挥人员实地勘察战场周边地形。龙山芭蕉坨一带属武陵山脉余脉，峰峦叠嶂、林木茂密，湾塘河谷纵深十余里，两岸山高坡陡，沿河仅有一条狭窄通路，大部队难以展开部署，重火力无法有效发挥，是实施伏击作战的理想地形。陶广部若要西进与徐源泉部会合，必须从河谷地带通行，恰好进入红军预设的打击范围。结合地形与敌情，指挥层最初敲定在龙潭岩一线设伏的作战方案，红二、红六军团主力按部署连夜隐蔽进入阵地，严密封锁消息，等待敌军深入。8月7日傍晚，红军侦察员与地方游击队联合送来情报：陶广察觉龙潭岩一带有红军活动迹象，临时改变行军路线，放弃龙潭岩正道，改由湾塘渡河西进，企图从芭蕉坨侧翼迂回绕过红军防区。

战机稍纵即逝，贺龙当即主持召开紧急作战会议，果断调整作战部署，命令全军主力连夜向芭蕉坨、岩坝、高寨一线转移。红二军团第4师、第6师埋伏于河谷东北侧高地，担任主攻突击任务，待敌军进入伏击圈后从正面发起冲击；红六军团第17师扼守西南侧山口，切断敌军退路，同时阻击可能来援的敌军；龙山县独立团、永顺游击大队分布于两侧山林，配合主力作战，负责袭扰敌军、搜捕溃散逃敌。各部队接到命令后立即行动，冒雨沿山间小路连夜转移。山路泥泞湿滑，战士们轻装疾行，严格遵守隐蔽纪律，不惊动沿途群众。到8月8日拂晓，所有参战部队全部进入预设阵地，完成战斗准备，而敌军对此毫无察觉。

河谷突击，全线破敌

8月8日上午9时许，陶广纵队先头部队新编第34师一部沿湾塘河谷开进，行军队伍前后拉开数里，士兵戒备松懈，并未察觉红军已在两侧高地布下口袋阵。待敌军主力全部进入伏击圈，红军冲锋号骤然响起，两侧高地的机枪、步枪集中火力射向敌行军纵队中段，迫击炮精准轰击敌军指挥位置，瞬间将敌军队伍拦腰截断。敌军突遭打击，指挥体系一时陷入混乱，前队无法向前推进，后队无法向后撤退，官兵四散躲避。

很快，敌军从最初的慌乱中调整过来，第62师一部迅速组织火力顽抗，企图抢占附近高地稳住阵脚。红军突击部队依托地形掩护，分三路向河谷敌军压缩推进，战士们交替掩护冲锋，连续突破敌军数道临时防线。陶广急电请求空中支援。不多时，国民党军战机飞临战场上空，低空扫射轰炸。但由于山谷林木茂密、战场硝烟弥漫，飞行员难以准确识别地面目标，敌机支援效果甚微，进一步动摇了其战斗意志。

被困敌军为摆脱困境，先后多次组织兵力向西南侧山口冲锋突围，均被红六军团第17师击退。东北侧主攻方向上，红二军团第4师突击队突破敌军前沿阵地，与敌军展开白刃格斗，敌军阵线逐步瓦解。战斗持续到8月9日凌晨，陶广纵队全线崩溃，各级指挥体系完全打乱，残部丢弃轻重武器、辎重装备，分头向酉水以西深山逃窜。红军乘胜追击十余里，进一步扩大战果。苏区地方武装、游击队和沿途群众配合搜捕溃散敌军，协助主力部队打扫战场、转运伤员。

此战共击溃国民党军陶广纵队10个团，并缴获大批武器。红军仅伤亡300余人，以较小代价取得了这场山地伏击战的重大胜利。芭蕉坨战斗的胜利，给国民党军的“围剿”部署以沉重打击，不仅直接粉碎了陶广、徐源泉两部东西合围的企图，更迫使湘鄂沿线敌军转入防御态势，有效巩固了湘鄂川黔苏区的核心区域。这场胜利也为红二、红六军团争取到了战略主动，为同年11月部队突破敌军包围、开始战略转移创造了有利条件。

经典战例