

“研究军事、研究战争、研究打仗”专论

在成本与效能平衡中求解制胜方程式

——论以低成本武器推动实现作战效费比最大化的底层逻辑

■赵阳 刘静 曾泽凡

引言

一切战争指导规律,依照历史的发展而发展,依照战争的发展而发展。毛泽东同志在《中国革命战争的战略问题》中曾深刻指出,因为敌我双方的技术、战术、战略的发展,一个战争中各阶段的情形也不相同。低成本武器之所以能在现代战争中实现以小博大、以简驭繁,主要在于全方位技术赋能、非对称战术增效和总体战略塑造,三者相互支撑、共同作用,成就作战制胜优势。

技术逻辑:科技创新驱动降本增效

低成本武器崛起是时代发展的必然,其本质是武器装备成本与效益平衡点向价格端位移,表现为综合作战效费比得到质的提升,而这一变化发生的主要驱动力是日新月异的科技创新与高效应用。

技术创新突破成本瓶颈。科学技术是第一生产力。科技创新对生产领域最直接的作用就是改变生产方式和组织形式,进而提高生产效率、减少生产时间、降低生产成本。这一原理在武器装备生产领域同样适用。首先,装备技术革新重构成本曲线。采用数字驱动的柔性生产替代物理约束的刚性生产,使成本曲线从规模依赖转向需求响应,为武器装备成本控制提供了技术支点。其次,民用技术开辟成本控制新路径。民用技术向军事领域渗透,不仅是组件替代,更重要的是将民用市场的边际成本递减优势注入军事生产,形成“民用技术迭代一军事成本下降一作战效能提升”的正向循环。再次,系统解耦催生增效新范式。将大型武器装备进行结构和功能分解,实现平台通用化和载荷模块化,有效提升武器平台生产规模效益,实现了规模效应成本优势与专业分工效能优势的高效结合。

科技赋能拓展功能边界。科技是人类认识和改造世界的有力工具。科技创新在创造新武器的同时,也在通过各种方式使旧装备焕发新活力。一是技术移植。将先进、成熟、低价的技术模块直接移植到传统武器平台上,强化主要功能模块,使其获得原本只有昂贵系统才能具备的能力。二是技术融合。将跨领域技术进行创造性融合,在低成本平台上实现功能再定义以及功能协同,形成全新能力闭环。三是技术集成。采用标准化模块设计,将各类技术封装为可插拔的功能组件,快速适配不同作战场景,通过功能解耦降低系统复杂度,压缩研制和运营维护成本,最终实现效能与成本的最优解。

科技赋能拓展功能边界。科技是人类认识和改造世界的有力工具。科技创新在创造新武器的同时,也在通过各种方式使旧装备焕发新活力。一是技术移植。将先进、成熟、低价的技术模块直接移植到传统武器平台上,强化主要功能模块,使其获得原本只有昂贵系统才能具备的能力。二是技术融合。将跨领域技术进行创造性融合,在低成本平台上实现功能再定义以及功能协同,形成全新能力闭环。三是技术集成。采用标准化模块设计,将各类技术封装为可插拔的功能组件,快速适配不同作战场景,通过功能解耦降低系统复杂度,压缩研制和运营维护成本,最终实现效能与成本的最优解。

体系支撑实现低价高效。现代作战体系通过信息共享、功能互补和联合保障,使低成本武器在整体框架中发挥出超越自身单体性能的作战效能,从而以更综合成本实现更高作战效益。其一,数据链路构建全域协同网络。低成本武器通过信息网络,可依托后端共享资源替代单体高端硬件,以近乎零边际成本的方式获取体系关键能力,实现“信息赋能替代硬件升级”的成本变革。其二,任务规划系统优化资源配置。通过算法动态调度不同武器执行侦察、干扰、突击等任务,将分散的低成本武器转化为功能互补、时序衔接的作战集群,用体系协同精度替代个体性能冗余,使整体效能在本成本约束下达到最大化。其三,后勤保障体系简化维护流程。通过标准化与流程优化,将低成本武器的全寿命周期成本纳入体系化管控,使低价不仅是采购时的成本优势,更转化为长期使用中的持续效益,从而打造全周期低成本的成本竞争优势。

战术逻辑:放大非对称作战效能优势

技术只是提供了可能性,而真正将低成本转化为高效益的关键在于战术创新运用,发挥非对称作战优势,避免与对手在其优势领域硬碰硬,通过聚焦自身比较优势,以己之长攻彼之短,实现作战效能非线性放大。

以成本优势瓦解对手战争潜力。现代战争中,成本优势正成为非对称作战瓦解对手战争潜力的关键切口。一是成本代差制造战略消耗陷阱。非对称作战通过引入低成本方案,形成成本代差,让对手每一次防御或反击都付出远超己方的代价,最终在持续消耗中掏空其战争储备。二是功能等效消解技术代差壁垒。现代作战依赖的是杀伤链效能,而非单一装备性能。只要在杀伤链关键环节功能,低成本武器也能在体系中发挥与高价值装备同等重要的作用。这种“功能平权”瓦解了装备技术代差优势,为低成本武器运用创造了战术空间,给以弱胜强提供了可能。三是心理威慑

放大战争潜力损耗。利用低成本武器给对手制造难以预测的威胁,使其无法判断攻击的时间、地点和规模,放大对手心理压力,迫使其一再提升防御成本,将战争资源持续向无差别防御倾斜,最终使其因安全感缺失而过度消耗战争潜力。

以“饱和和压力”撕裂对手防御体系。传统饱和和攻击理论强调以多打少的火力密度,而今借助“蜂群”攻击、电子对抗、网络渗透等低成本手段形成的饱和和压力,已升级为密度、维度和节奏为一体的体系化破防策略。一是密度饱和。任何防御体系都存在固有拦截阈值,即单位时间内能够处理的目标数量上限。利用无人机等低成本武器,可以持续制造远超防御阈值的目标密度,让对手防御系统不断承压,直至陷入崩溃。二是维度饱和。低成本武器饱和和攻击通过全维协同突防,给对手在物理域和非物理域同时制造防御压力,如在无人机“蜂群”实施空中饱和和攻击时,同步发动网络攻击、电子干扰等,全维度制造防御压力。三是节奏饱和。防御体系高效运转依赖节点间的时序协同。利用无人机、巡飞弹等可控弹药,构建快慢交织、波次错落的突防模式,让对手协同防御机制陷入混乱,最终因协同延迟出现拦截漏洞。

以“体系化配合”放大单元效能。非对称作战的效能放大,并非依赖单一武器的性能,而是通过不同作战单元、不同技术手段的深度协同,形成涌现性整体优势。一是功能互补。单一低成本作战单元往往存在性能短板,但通过体系化配合,用甲的优势弥补乙的缺陷,能够使单一作战单元的独特性转化为体系的多样性,最终形成“你有你的优势,我有我的组合”的非对称制衡。二是时序衔接。针对特定任务目标,优化各单元行动节点与时间窗口,在杀伤网中动态生成杀伤链,缩短杀伤链闭合时间,在时间维度上形成对对手的体系压制。三是效能涌现。将大量功能单一、性能有限的低成本传感器、通信节点和武器平台,通过高速网络动态连接、灵活组合,快速构建定制化、分布式作战系统,以动态适应瞬息万变的战场态势和复杂多样的作战需求,实现了“1+1>2”的效能跃升。

战略逻辑:低成本武器塑造战略态势

低成本武器快速发展的主要动因,在于国家战略层面提升战争韧性、挖掘战争潜力、统筹富国强兵的迫切需求。它不仅是战术选择,更是塑造战略态势的关键支点。

低成本消耗战改变传统胜负天平。最新局部战争实践表明,现代战争同样考验持久耐力的资源博弈。当战争成本突破临界点时,弱势一方通过低成本武器大规模应用,能够打破传统军事优势方的技术代差壁垒,并通过延长战场时间维度,系统性放大对手体系漏洞与资源消耗短板,将对手拖入自身资源体系的脆弱临界点,以此赢得战略上的主动。低成本消耗战是对传统唯技术论战争观的解构,决定战争胜负的天平不再是某一型先进武器或某次战术突破,而是双方将资源转化为战场实效的效率比,谁能在更低成本下维持更长时间的对抗,谁就更有把握掌握战略主动。

低成本武器激活国家总体战潜力。恩格斯指出,人类以什么样的方式生产,就以什么样的方式作战。作战体系的形态与效能,本质上是生产体系的军事投射,只有充分调动社会生产能力,才能有效激发国家战备潜力。当前,武器装备的生产体系转向开放协同的社会化生产,从性能至上的技术竞赛转向效能优先的成本博弈,从打造重器的军备竞赛转向整个社会生产体系的动员效率,比拼的更多是“用得起、造得快、补得上”的韧性国防体系。

低成本战略促进国家安全与发展的统一。低成本战略把国防需求转化为经济增长的内生变量,使国防建设的边际成本转化为经济发展的边际收益,实现了安全支撑发展、发展反哺安全的良性循环。资源配置上,依托民用成熟技术和社会化生产体系,显著降低国防建设成本门槛,实现安全与发展的资源效益最大化。产业融合上,相关技术在军事应用中迭代成熟后,转化为经济生产领域的关键竞争力,实现国防需求牵引产业升级、产业升级支撑国防能力的双向循环。发展模式上,强调科技创新,追求体系韧性和系统合力,与经济社会高质量发展高度契合,为安全与发展注入创新驱动强大动力。

编后

低成本武器制胜的技术、战术和战略逻辑,本质上是对科技之变、战争之变、对手之变的回应。当无人机“蜂群”能够撕裂防空网络,当巡飞弹可以精准突袭要害节点,这些利用“低成本”取得“高效益”的颠覆性战例,昭示着在现代战争中,作战体系的性价比已经成为破局的重要因素之一。一场军事变革正在悄然发生——这场变革的关键,是用体系逻辑重构战争算法,在成本与效能的平衡中求解制胜的方程式。

群策集

世间一切事物中,人是最高贵的。党的二十届四中全会提出,“投资于人和投资于物紧密结合”。投资于物突破和超越了以往偏重投资于物的局限,将人的劳动、人的价值、人的发展放在更加重要的位置,通过加大对人的投入,提升人的能力,满足人的美好生活需要,最终促进人的全面发展和社会全面进步。对全军各级来说,应把握投资于人的丰富意蕴,强化投资于人的发展理念,真正把入视为发展的动力和目的,进一步认识和激发人的价值、人的作用、人的活力、人的潜能,为高质量推进国防和军队现代化凝聚强大力量。

强化投资于人的发展理念,要求我们正确认识和处理好人与武器的关系。人与武器的关系,是战争领域的永恒话题,关系战争及战争准备的全局。习主席明确指出,“在战争制胜问题上,人是决定因素。无论时代条件如何发展,战争形态如何演变,这一条永远不会变。”战争胜负绝不仅仅取决于武器这个“定数”,更取决于人的主观能动性作用这个“变数”。应当看到,随着军事技术不断发展,武器因素的重要性在上升,但并不意味着人就不起决定作用了。

“工欲善其事,必先利其器”。我们既要认识到武器装备是军队现代化的重要标志,又要力戒“唯武器论”“机械唯物论”,不能把国防和军队现代化等同于或局限于武器装备现代化,不能认为有了一流的武器装备就会水到渠成地形成一流的战斗力;既要认识到人是战斗力的主体,是战争胜负和现代化建设的决定性因素,又要防止出现“唯意志论”“精神万能论”。

强化投资于人的发展理念,要求我们把促进人的全面发展摆到优先位置。马克思多次强调人的能力的全面发展对人的全面发展的重要性,认为“任何人的职责、使命、任务就是全面地发展自己的一切能力”。战争既是武器装备、后勤保障等物质的较量,又是交战双方品质、意志、作风、智慧、勇气等全方位的比拼。比如,对于各级指挥员来说,如果“两个能力不够”“五个不会”的短板不解决,未来就有可能吞下失败苦果;对于广大官兵来说,如果科技素养不高,战斗精神不强,不具备“勇敢的心和依靠有力的手”,就不可能实现人与武器的最佳结合,也不可能创造“狭路相逢勇者胜”的奇迹。

善战者胜于未战。我们应切实转变片面依赖物质技术推动战斗力发展的倾向,全面检视和解决官兵在理想信念、政治忠诚、胜战能力、作风建设、科技素养、血性胆魄等方面存在的现实差距,努力把短板弱项补齐,以全面过硬、敢打必胜的“硬核实力”回答好“胜战之问”“价值之问”“本领拷问”。

强化投资于人的发展理念,要求我们必须千方百计调动广大官兵积极性、主动性、创造性。习主席指出:“政治工作是人做的工作,要盯着人做工作,不能见物不见人。脱离了人,政治工作就空对空了。”同样,军队的各项工作都不能见物不见人,都应该尊重、相信和依靠官兵,了解其所思所盼,体察其喜怒哀乐,关心其成长进步,把工作开展得更加具有温度感,从而凝聚起心

强化投资于人的发展理念

往一处想、劲往一处使的磅礴力量。

“将之取胜者,先致爱于兵”。各级应坚持严管与厚爱相结合,始终同官兵坐一条板凳上想问题,有的放矢,精准精细地为官兵办实事、办好事、解难事,增强官兵获得感和归属感。打通军人待遇保障等政策制度落实“最后一公里”,形成激励担当作为的工作导向、政策导向、舆论导向,努力为官兵干事创业提供良好环境,让想干事者有机会、能干事者有平台、干成事者有地位。持续为基层减负松绑,深入纠治“五多”现象,还基层一个团结、紧张、严肃、活泼的环境。

强化投资于人的发展理念,要求我们珍视和用好“第一资源”。人才资源是第一资源。开创强军事业新局面,关键在人才,人才越多越好,本事越大越好。没有人才、人才不足、人才质量不高,是打不了胜仗的。十年树木,百年树人。相对于投资于物,人才资源的投入与产出是一个锲而不舍、久久为功的过程。军事人才资源更是如此,既不可能靠短期造成,也不可能靠单纯引进。各级只有涵养“功成不必在我”的境界,善于算大账、算长远账,大兴识才爱才敬才育才之风,才能形成人才辈出、人尽其才的生动局面。

人才强则事业强,人才兴则军队兴。各级应坚决落实人才强军战略的重大部署,全面加强新时代我军人才工作,以更大的格局、更实的举措做好识才、育才、聚才、育才工作,提高各类人才供给能力和水平,推动军事人员能力素质、结构布局、开发管理全面转型升级,努力锻造一大批德才兼备的高素质、专业化新型军事人才。

塑造作战制胜的智能优势

■邵晶晶

挑灯看剑

当前,随着以人工智能等为代表的颠覆性技术加速发展,战争制胜观念、制胜要素、制胜方式发生重大变化。智能化作战中,数据赋能激活决策优势、人机协同重构作战编组、迭代保障维持体系韧性,推动数据资源向作战效能转化,人机协同向优势融合升级,静态配置向动态持续演进,实现智能优势从生成到保持的系统集成。

数据驱动。智能化作战中,数据成为取得胜利的关键资源。数据优势就是决策优势,很大程度上影响决策水平的高低。如何善用数据?一是拓宽数据获取边界,使全域感知体系成为“千里眼”,捕捉战场各类动态信息,构建泛在智联的数据采集网,实现多源信息“即插即用”汇入,为智能决策提供源头活水。二是激活算法算力效能,使智能模型成为“最强大脑”,依托先进算法与强大算力,对海量数据自主筛选、动态调度与订单式分发,快速分析目标、匹配资源手段,实现杀伤链优选与即时评估,将数据优势转化为精确打击优势。三是建强数据链路支撑,搭建“采集—处理—应用—反馈”完整链路,同时加固数据保密防线,严防数据被窃取篡改,让数据运行穿上“防护铠甲”,保障算法算力持续稳定释放作战效能。人机协同。人机互补增效可释放作

战潜能,实现“人定战略、机算战术”的最优配置。如何人机融合?首先,明晰人机决策分工,由人负责战略判断与局势把控,智能系统负责海量数据计算与方案生成,通过人机交互实现“无障碍沟通”,缩短决策时间,让指挥员专注创造性谋略。其次,打通有人无人链路,有人装备前出侦察、干扰、打击,充当“智能先锋”,有人平台在后方指挥、保障、评估,前后配合、攻防一体,既发挥无人系统低成本、抗毁伤优势,又保留有人平台灵活应变与战略决断能力。再次,拓展平台自主权限,通过软件定义武器平台植入智能内核,使其能够自主选择目标、自主灵活打击、自主进化升级,微小型无人集群可自组织分布式作战,以低成本规模化方式创造非对称优势,陷敌于全域消耗困境。

动态迭代。智能化作战中,战场空间广阔复杂,战场态势瞬息万变,需要动态迭代以快速适配战局变化。如何灵活应变?其一,持续升级智能装备,紧跟前沿技术更新“技能包”,及时为算法、软件打补丁,让装备在演习实战中“越用越新”,性能持续优化。其二,动态优化战术战法,针对不同作战任务,战场环境,快速调整作战流程与力量配置,敏捷重构作战力量,适配各类对抗场景。其三,强化资源持续保障,“适时、适地、适用、适量”补给芯片、弹药、算力中心,确保对抗中不“断链”、不“掉线”,维持体系稳定运行,持续保持智能作战优势。

谈兵论道

随着大数据、无人智能、物联网等高新技术在武器装备领域的深度物化,大量无人作战系统投入实战,推动战争形态和制胜理念加速演变。在未来战场上,高效运用无人作战系统,就要全面把握无人作战典型行动样式。

近距遥控式行动。主要针对自主性较弱的无人作战系统或对人依赖性较高的作战任务,基于“内线人操控、外线机执行”理念,在特定距离内对无人作战系统进行控制与监测,完全掌控系统平台及载荷的控制权,高效遂行前沿无人应急投送、水下无人扫雷破障、建筑物内无人搜剿等无人作战任务。实施无人近距遥控式行动,应结合任务需要灵活选用不同类型无人作战系统,将其配属至班组、小队等基本作战单元,并以专业操控人员为组带,建立“作战单元—操控人员—无人系统”的编配与指控关系,操控人员按照指挥员意图进行作业,依托配套操控装置进行实时操控。

远程突袭式行动。以事先制定的打击任务或明确的具体目标为牵引,基于前置交战规则及无人作战系统自主性,采用“独狼”袭击战术远程奔袭、隐蔽接敌,自主获取和确认打击目标,即时发起无人即察即打、无人灌顶打击、

管窥无人人作战典型行动样式

■曹文涛 梁曦月

无人反辐射攻击等远程精确突袭行动,以较低成本、较小代价,达成出其不意的高价值战略效果。实施无人远程突袭式行动,通常以体系配套形式将无人作战系统以独立作战要素编入联合作战单元,建立“联合作战单元—无人作战要素—无人系统”的编配与指控关系,依托情报体系掌握打击目标分布情况,由联合作战单元赋予任务,由无人作战要素规划和实施行动任务,特殊情况下也可由无人系统按照给定坐标或图像实施自主攻击。

值守伏击式行动。主要针对要点防卫、要道设卡或要域封控等防御作战任务,利用无人作战系统待机时间长、反应速度快、隐蔽性能好等优势,采取“蛛网”布设战术,在敌可能行动路线上提前部署能够自主或遥控激活的无人值守作战系统。实施无人值守伏击式行动,应根据任务需求和战场环境特点,灵活选配陆域、水域、空域无人值守节点,按照侦、控、打、保等功能要素做好系统配套,并编入较高级别的联合作战体系,由后方指挥所根据作战需要激活启动并赋予任务,由前置区域警戒探测节点触发杀伤链,在预置区域指控节点得到授权后,快速闭合杀伤链,毁伤进入防御区内的敌方目标。

集群闪击式行动。运用大批量、小型化、低成本智能无人作战系统,在开放体系架构下综合集成,形成以提

升协同任务能力为目标的分布式系统,像“蜂群”“鱼群”“蚁群”一样,快速完成多领域、多杀伤链、多功能要素的自主匹配与衔接,以快速游弋抵近、机动威胁规避、隐蔽渗透突防和灵活游动攻击等方式,对敌高价值目标实施分布式饱和和攻击或对己方重要目标进行集群防御。实施无人集群闪击式行动,要基于自组网技术建立前沿自主作战网络,实现无人作战集群自主规划作战任务、自主调度区域资源、自主协同群内节点。

伴随编队式行动。主要面向有人无人协同作战,将无人作战系统编配给有人作战单元,围绕同一作战目标精细协作,像“猎犬”伴随“猎人”打猎一样,充当有人作战单元的“眼睛”和“拳头”,由有人作战单元赋予任务,由无人作战系统伴随行动、自主执行,采用忠诚僚机协同作战、跨介质伴随作战、机甲一体掩护突击等方式,跟进赋能有人作战单元,整体倍增非对称作战能力。实施无人伴随编队式行动,通常采用“1+N”作战编组模式,即一个有人作战单元+若干个人作战系统,有机组成有人无人协同作战体系,采取有人作战单元为边、无人作战系统为端的“边一端”指控模式进行指挥控制,有人作战单元作为边缘指控节点,根据战场实际情况,临机赋予或调整无人系统作战任务。

认知欺骗式行动。主要运用于电磁域、认知域作战,利用无人作战系统

成本低廉、使用灵活等优势,采用无人伴动航迹欺骗、改装无人战机袭扰等方式,对敌侦察感知装备和指挥信息系统实施迷惑、欺骗、干扰和诱导,像“影子”和“替身”一样掩护真实行动,牵制和消耗敌有限的高价值防御资源,协助有人作战力量高效实施兵力、火力突击。实施无人认知欺骗式行动,要立足服务作战全局,着眼作战对象和作战时机,灵活选择电子诱饵、虚假目标等特殊载荷,并采取多平台协同、多手段组合方式制造复杂陆海空情况,诱敌战场认知系统于困境,有效牵制和消耗敌防守反击力量,掩护己方真实作战意图,达成出奇制胜的目的。

支援保障式行动。将无人作战系统以保障要素或功能模块方式融入主体作战链路,配合主体作战行动,利用其成本耐耗、行动隐蔽、配置灵活的优势,采用无人精确运输投送、无人精确引导打击的方式,弥补传统作战体系在通信中继、引导打击、毁伤评估、运输投送等环节的短板弱项,需要什么就运输什么,与有人作战力量相互衔接、协同运用,促进体系作战能力生成。实施无人支援保障式行动,要围绕支援保障任务需求确定数量、匹配载荷、设计编组,与有人作战单元建立作战协同链路和数据传输链路,由有人作战单元集中统筹、规划任务,由无人作战系统以地面站监控与平台自主控制相结合的形式实施支援保障行动。