



把握无人机集群作战的运用机理

□ 沈文科

随着人工智能等技术的不断发展,FPV等类型无人机正在以前所未有的成本优势和作战效果,成为现代战争中的战场利器,也将是决定未来战争胜负的重要力量之一。但当前无人机集群作战模式仍存在诸多问题,需进一步探索其内在运用机理,为充分发挥无人机在现代战争中的作用寻觅合适的方法路径。

不同作战场域中兵器集群化运用方式存在显著差别

战争实践表明不同的作战环境将极大地影响兵器使用的效果,导致在不同作战场域中形成不同的兵器集群化运用的主导样式。下面以机械化战争顶峰时代陆、海、空作战为例。

陆域作战经常实施大集群纵深式突击。在现代战争实践中,陆战场因机动条件便捷、后勤保障强大、作战平面化等特点更适合采取兵器大规模集中化使用,比如坦克运用就代表了典型的陆域大集群纵深式突击模式。二战早期,由于英法两军固守传统防御为先的作战思想,并未充分认识到坦克集群进攻的作战效果,主要对坦克采取支援步兵方式进行分散化部署使用,因而未能发挥出坦克的最大效用。而德军得益于先进作战思想创新,大力发展以装甲师为主的突击群,充分利用坦克数量优势,形成了集群进攻的作战效果。在与德军的较量中,苏军进一步丰富了以纵深综作战理论为指导的坦克运用方法,最大化利用坦克集群机动优势,达到了机械化时代集群进攻的顶峰。

海域作战广泛采取小集群分布式进攻。在现代海战中,因海战场环境气候多变、保障困难、机动有限等原因,使得海上作战更多采取小编队、小集群作战方式。比如理想的潜艇狼群战术,是小集群分布式进攻模式的代表,要义是“线式配置、协同攻击”,即多艘潜艇按照一定的间隔配置在一条直线或弧线上,当其中一艘潜艇发现敌舰编队时,为提高战斗效率,先不实施攻击,而是潜行尾随跟踪,侦察上报位置信息,晚上再集中尽可能多的潜艇进行袭击。1945年春,美军在太平洋战区为切断日本海上通道,决定实施“骗子作战”的破袭战,共有9艘潜艇,编为3个小组,

每组3艘。9艘潜艇组成的“狼群”在日本海游猎10天,共击沉28艘舰艇和1艘潜艇,达到极好的作战效果。

空域作战较多进行分散协同式打击。空战场作战范围广、机动速度快、对抗实时性大,使得兵器运用必须有效解决集中和分散的矛盾问题。而已有研究发现,空战中突防飞机的生存概率是突防飞机不被敌方防空器击毁和不会相撞的概率的乘积。所以在空战中,既不能以三至五倍于敌的优势兵力同时向敌发起攻击,又不能实行四面或六面包围不使敌机漏网的战术,只能在一定数量兵力的前提下,以编成战斗队形实施广泛机动分段连续截击(攻击),才能实现保存自己、消灭敌人的目的。

兵器集群化运用须遵从集中优势兵力原则

兵器集群化运用样式既有域的不同造成的差异,也受战争形态发展变化的影响,但在最底层离不开集中优势兵力原则的制约。为此,必须充分理解集中优势兵力的要义,才能更好地指导现代战争中兵器运用样式。

兵器集群化运用须以提高作战效果为目标。不论是冷兵器时代注重体力集中,热兵器时代注重火力集中,还是信息化时代注重信息力集中,其作战目的都是聚焦于获得歼敌的非对称优势。因此,集中优势兵力不是目的而是手段,最终目标是获得相对敌最大的作战效果,这就造成在不同域下兵器集中样式存在显著差异,是集中优势兵力原则在各种战场环境中直接投射的结果。同样数量、火力和能量的兵力,布势不同、使用方法不同,效果迥然不同。现代战争中为使作战子系统行动效果趋于最大,从而贯彻集中优势兵力原则,就需要对影响作战行动的各因素进行科学分析,合理分配作战资源,才能达到既减少消耗,又能速决、全歼或顺利达成进攻目的。

兵器集群化运用须因敌制变、量敌用兵。集中优势兵力实质是根据作战全局的需要,通过兵力集中以获取对敌之局部优势和主动,因此集中兵力就不能简单视为数量的多寡。实际上根据兰开斯特方程计算,一旦对战场环境、双方杀伤力进行限定,兵力投入与兵力损耗就会在超过一定阈值

以后变得矛盾,即兵力投入越多,损耗越大。这一机理被美国军事历史学家迪普伊运用定量评估模型所证实,他在对第二次世界大战西欧战场93个战例进行考察后发现,当达到既定战斗力比值后,继续增加兵力比其他方式所产生的效果要差,进而提出收益递减规律。近期几场局部战争实践进一步表明,投入战场的兵力越大、越密集,就越容易遭到伤亡,不利于保存自己。因此,集中兵力必须适度,因敌制变、量敌用兵,这也是保存自己、消灭敌人的战争目的。

兵器集群化运用须不断动态迭进模式手段。从兵器运用战术发展历史的纵向来看,任何形式的集群样式都不是固定不变的,技术发展必然需要新的集中优势兵力方式,呈现出大集群数量扩充与小集群结构质量优化交替推动的局面,围绕调高作战效能目标不断演化。当大集群数量扩充达到边际效益值零点时,数量增加将不再增进作战效能,这时候就应转向内部进行结构优化调整,实现质量提升。因为组成要素相同时,系统的结构不同,其功能也会有很大差异。组成系统的要素联系愈紧密、行为愈一致,系统就愈有序、功能就愈强。如果没有结构,只有数量的叠加,就无法形成一个系统。从步兵战术发展来看,热兵器时代步兵方阵变浅,改为横队战术,后来又进一步发展到散兵战术,在散兵战术下又出现“三三制”等步兵编组结构优化。正是这种从重数量到重质量,然后再重数量的脉动式变化,形成战术发展的一个螺旋递进。

无人机进攻作战应灵活采用集群模式

无人机是现代低空作战的利器,其运用要结合空域作战特点,在集中优势兵力原则指导下,实现非对称制敌的作战效果。

综合研判无人机集群规模效果。当前,按照无人机作战数量的多寡,可分为单机定点清除、多机协同进攻、集群整体进攻以及“蜂群”自主进攻四类典型作战样式。从作战效果来说,单机定点清除以及多机协同进攻战法两类样式由于无人机数量少,无人平台个体载荷小、功能简单,破坏力有限,使得无人机整体效能未能

充分显现,较多运用在定点打击场景中。集群整体进攻以及“蜂群”作战模式虽然更加聚焦无人机数量优势形成的饱和和攻击效果,但存在指控庞杂易出故障、持续作战能力不足、作战效益比偏低等问题。因此,无人机集群运用需结合任务特点,区分场景类别,创新运用模式,实现打击效果最大化。

注重编组化群路式打击设计。在无人机作战运用中,为适配空域兵器运用特点,更好实现集中优势兵力打击效果,可多采用“小群多路”这种形散神聚的分布式一体化运用模式进行设计,这既能显著提高无人机集群的攻击效能,也满足了根据战斗需要因地制宜分散配置的要求。编组的数量和规模要视攻击目标和无人机型别而定,比如可采取同类机型的“三三式”编组,亦可采取大型无人机搭配小型无人机的“高低式”编组方式。在进攻阶段,无人机应以多群叠加方式保证打击的连续性和规模化。每群规模要适宜,群与群之间既可以按照时间进行协同,也可以按任务协同。虽然是多群叠进,但要区分主攻与助攻方向,且主攻与助攻方向中又有主路与次路之分。在无人机力量分配上,应尽量优先保障主攻方向及各个方向上的主路。

动态调适技术与运用样式关系。兵器运用样式与技术发展紧密相关,这决定了无人机集群运用设计必须紧跟新技术发展迭代更新。随着人工智能等技术的发展,无人机技术仍处于高速发展阶段,一些新的作战样式很可能伴随技术并喷出现跨越式发展。因而,对无人机集群就要不断创新运用样式,从重数量到重质量进行转变,不断探索运用新模式。无人机迭代发展与运用样式深度耦合、双向赋能,动态调试是无人机性能优化与场景适配的关键。在无人机集群运用探索阶段,须注重梳理不同场景下的无人机运用短板,将需求转化为调试技术优化指标,通过作战实验、虚拟仿真等反馈问题,始终朝向无人机集群作战效果最大化方向迈进。



假设一个作战场景:一架预警机正在值班,雷达屏幕上突然雪花一片,肯定是敌方电子战飞机施放了强干扰。传统雷达的操作员只能手忙脚乱地切换几个预设的抗干扰模式,期望其中一个管用。等好不容易找到对策,敌方又换了干扰样式,雷达再次被致盲。这就是传统雷达的死穴:它的工作参数是出厂时“焊死”的,战场应变能力有限,而认知雷达就是为打破这种被动局面而生的。

工作过程是循环的“智能闭环”

认知雷达的核心,是模仿人的认知过程,形成“感知—学习—决策—行动”的闭环。

感知是基础。在感知阶段,认知雷达不只接收目标回波,还主动感知整个电磁环境,摸清干扰底细,比如哪些频段正在被干扰、噪声基底有多高、目标可能藏在哪个方位,相当于哨兵上岗前先观察四周天色、地形,听周围动静,标记重点方向。学习是灵魂,这是认知雷达区别于普通“自适应雷达”的关键。

在学习阶段,认知雷达把每次交锋的经验存入知识库,比如某种干扰对应什么反制波形、哪个频段何时最干净、什么回波特征可疑。与对手交锋次数越多,它的经验越丰富。

在决策阶段,认知雷达基于学到的经验,实时研判威胁,制定最优工作方案:下一步用什么波形、扫哪个空域、把能量优先分给谁,就像指挥官在瞬息万变的战场上根据以往经验和当前情报适时分配兵力。

在行动阶段,认知雷达按照决策调整发射参数:跳频段、变波形、调功率、改扫描节奏。敌方干扰机刚开机,它已经换到干净频段,还可能用新波形反将一军。最后,行动结果又反馈回感知端,开启新一轮循环。认知雷达就这样在一次次的“出招—一看效果—再出招”中持续进化。

化被动挨打为主 动博弈

认知雷达的优势,本质上是将雷达从“被动挨打的靶子”变成“主动博弈的拳手”,具体体现在以下四个方面。

一是抗干扰——敌变我变。电子战是猫鼠博弈。电子干扰是雷达的头号死敌,传统雷达抗干扰的手段非常有限,认知雷达则能自动识别干扰特征、毫秒级切换对抗策略,最大限度降低干扰影响。传统雷达好比一个只会喊口令的哨兵,敌人一旦摸清它的规律,就能轻松骗过它。认知雷达则像一个会说多种方言、随机应变的情报员,它不仅会跳频,还会换波形、换编码方式。更妙的是,它还能“示弱”,故意降低功率、伪装成民用信号,让敌人以为它没开机。

二是与隐身目标斗智勇。隐身目标的设计理念是,“尽可能反射更少的雷达回波,从而实现对敌方雷达的隐身”。由于隐身效果会随频段、角度的变化而变化,因此认知雷达的对策是采用多角度、多频段、多波形轮番试探:米波段看不清就换微微波段,正面没回波就让波束从侧面“扫”过去,通过长时间积累微弱信号使其变强,一旦发现某种波形下回波异常,立即咬住不放,让隐身目标破功。这就像找一只躲在暗处的猫,不是用一盏大灯猛照,而是通过不断变换位置、变换光线,总能抓到它的影子。

三是功率分配更加灵活。传统相控阵雷达虽然能快速扫描,但大部分时间是在“看”没有目标的空域,浪费功率。认知雷达会根据目标运动预测模型,把注意力集中在目标最可能出现的位置,波束“盯得住、跟得紧”。当面对海量无人机蜂群时,认知雷达可以像老练指挥员那样动态分配资源,威胁大的优先跟踪,杂波区减速细查,而不是平均用力。

四是体系作战协同更加紧密。一部雷达踩过的“坑”,可通过数据链让整个体系的平台“长记性”,实现认知成果共享。哪怕某一部雷达只截获到一次微弱的目标信号,整个作战网络内的所有认知雷达都能立刻更新目标识别特征库,后续再遇到该目标时就能直接

认知雷达：会思考的「电磁哨兵」

□ 王江燕 裴杰

锁定,避免重复摸索,大幅缩短发现和处置目标的反应时间。

四个技术难点

认知雷达的技术难点,不在于让雷达“变聪明”,而在于让认知雷达达到了战场上靠得住、骗不倒、信得过。具体要解决以下4个问题。一是实时性。战场上电光石火,干扰来了必须在毫秒甚至微秒内完成应对。深度学习算法往往计算量大,这对处理芯片的要求极为苛刻,相当于要求一个人在枪响的同时完成听声、辨向、拔枪、瞄准、击发。

二是抗欺骗。敌人会想方设法污染雷达的“经验”,比如投放假目标、伪造回波特征,诱导它“学错东西”。认知雷达必须能识别和抵御这类数据欺骗,否则越学越糊涂,聪明反被聪明误。

三是知识库。战场环境千变万化,如何构建准确、可泛化的知识库?战场数据稀缺且敏感,“经验库”从哪里来?靠数字孪生仿真预训练和小样本学习远远不够,没有真材实料喂出来的“大脑”,上了战场就是花架子。

四是可靠性。军事装备容不得“玄学”。AI决策可解释性差,一旦误判代价极高。机器提供建议、人工最终裁决,建立人机协同的信任链条,同样任重道远。

随着人工智能、MIMO体制、软件化雷达的成熟,自适应波形、智能抗干扰已在新一代雷达上初露锋芒。未来战场上,作战单元将从单装认知走向体系认知,雷达、电子战、通信、光电设备共享“知识”,构成会学习的网络。从更深一层看,未来,电磁对抗拼的不再只是谁的功率大、谁的频段宽,而是谁的“脑子”转得快、变得广、骗不倒。认知雷达这条路,才刚刚开始,但它的每一步进化,都在改写未来战争的胜负公式。



一件毛衣,一首诗,见证长征离别

□ 苏春生

今年是中国工农红军长征胜利90周年。在江西瑞金中央红军长征决策和出发专题展馆,陈列着一个特殊的历史场景:何叔衡与林伯渠就着一张小方桌促膝交谈,墙上赫然用光幕印刻着林伯渠的诗作《别梅坑》。这首诗记录了他与老战友何叔衡在长征前夕,于瑞金梅坑握手道别的动人往事。

何叔衡与林伯渠既是同乡,也是相交多年的老战友。1928年,二人同在莫斯科中山大学特别班学习。1930年何叔衡先行回国,1931年抵达中央苏区;1932年林伯渠回国,1933年来到瑞金。阔别3年的战友在苏区重逢,彼此关心激励,常常促膝谈心,结下了深厚的革命情谊。

1933年至1934年,国民党反动派调集100万兵力向革命根据地发动第五次大规模军事“围剿”,其中50万兵力重点进攻中央革命根据地。1934年4月下旬至5月上旬,广昌、筠门岭、建宁、龙冈等地相继失守后,中央苏区南北门户洞开。红军将士虽浴血顽强抵抗,但整体节节失利,已经很难在根据地内部打破敌人的“围剿”困局,被迫作出撤离中央苏区的现实选择。10月10日,中共中央、中



革军委率中央红军主力等从瑞金出发进行战略转移,开始长征。

部队出发前夜,奉命留守苏区坚持游击战争的何叔衡,在梅坑为即将远行的老战友林伯渠饯行。两人把酒对饮,畅谈革命衷肠,诉说心中牵挂。临别之时,何叔衡脱下身上的毛衣赠予林伯渠,让它抵御长征路上的风霜。这件毛衣是何叔衡的女儿亲手一针一线织的,饱含着女儿对父亲的牵挂与敬爱。

接过这份带着体温的礼物,林伯渠百感交集,挥笔写下《别梅坑》:

对倾。

敢为叶坪弄政法,欣然沙坝搞财经。

去留心绪都嫌重,风雨荒鸡盼早鸣。

赠我绀袍无限意,殷勤握手别梅坑。

末想,这一别,竟成永别。1935年2月,何叔衡在福建长汀遭遇敌军包围。为不拖累战友,年近花甲的他毅然纵身跳下悬崖,壮烈牺牲,“为苏维埃流尽最后一滴血”。1961年2月,这件毛衣由林伯渠夫人朱明捐赠给中国革命博物馆(今国家博物馆)。



一件毛衣,见证了志同道合的战友情深;一首诗作,蕴含着追光逐梦的家国大义。《别梅坑》,是中央红军告别瑞金、出发远征的历史缩影。当年,无数革命先辈舍小家、为国家,毅然决然告别妻女、告别亲友、告别家乡、告别故土,坚定勇敢地踏上了生死未卜的远征。

文物与军史