

野战防空:现代战争中的低空保护伞

□ 高 志

在现代战争“空天一体、立体攻防”的作战格局中，野战防空系统如同坚不可摧的低空盾牌，为地面部队的机动、集结与作战行动撑起关键的空中保护伞。从一战时期用改装机枪对空射击的原始防御，到如今构建起覆盖高、中、低空的智能化防御体系，野战防空的每一次技术突破都深刻影响着现代战争的胜负天平。

织密一体化防护网

在第一次世界大战的硝烟中，飞机首次作为军事装备登上战场。面对执行侦察、轰炸任务的螺旋桨飞机，各国军队紧急将马克沁重机枪、小口径火炮架上高射支架，用人力操控方式进行对空射击，这便是野战防空的雏形。二战波兰战役中，Flak36型88毫米高射炮因为底部有十字形的支架，可以朝任何方向射击，凭借较高的初速和9900米的最大射高，既能有效拦截低空轰炸机，又能在平射状态下击穿敌军的坦克装甲，开创了“一炮多用”的作战范例。但受制于人工瞄准和机械传动，这种防空方式对快速机动目标的命中率非常低。

1940年不列颠空战中，英国本土防空系统首次运用“Chain Home”雷达网络，通过无线电波探测技术将防空预警时间从5分钟提升至15分钟，使皇家空军拦截效率提高40%。这一技术突破标志着野战防空进入“雷达制导时代”。1959年10月7日，解放军地空导弹部队使用“萨姆-2”防空导弹击落国民党空军RB-57D型高空侦察机，开创了世界防空史上使用地空导弹击落飞机的先例。1960年5月，苏联使用“萨姆-2”击落U-2高空侦察机。此后，防空导弹逐步替代高射炮成为核心装备，北约与华约两大阵营分别构建起“霍克”、“爱国者”和“萨姆”系列防空体系，形成涵盖预警雷达、指挥中心、发射单元的完整作战链。

海湾战争中，“爱国者”PAC-2系统成功拦截伊拉克“飞毛腿”导弹，验证了防空反导一体化作战能



力。进入21世纪，数字化、网络化技术重塑野战防空体系。“铠甲-S1”弹炮结合系统集成12枚防空导弹和2门30毫米速射炮，可在20公里范围内同时拦截4个目标；有些新型防空导弹采用垂直冷发射技术，反应时间缩短至5秒，实现了从“点防御”到“区域防空”的跨越。这些装备的出现，标志着野战防空进入体系化、智能化的新时代。

作战装备弹、炮结合

作为野战防空的“神经中枢”，现代指挥控制系统已实现多源信息融合。例如外军的“陆军一体化防空反导系统”(AIAMD)通过Link-16数据链，可实时接入预警机、无人机等12类侦察平台数据，对目标威胁等级自动排序并分配拦截资源。某型号防空指挥车采用分布式计算架构，具备同时处理200批次目标的能力，能指挥不同射程的防空武器构建3层火力拦截网，使整体作战效能提升3倍以上。

现代防空导弹已形成覆盖远、中、近程的完整谱系。远程防空系统如S-400，配备8种不同型号导弹，最远射程达400公里，可同时制导72枚导弹拦截36个目标。中程防空系

统如HQ-16，采用半主动雷达制导，在30公里范围内对巡航导弹拦截成功率超过90%。近程防御领域，“毒刺”便携式导弹配备红外/紫外双模导引头，在阿富汗战场创造了击落269架苏军直升机的实战纪录；“道尔”M2U则实现了行进间发射，从发现目标到发射仅需8秒。

高射炮在低空防御中依然发挥着不可替代的作用。“猎豹”双管35毫米自行高炮搭载“天空卫士”火控系统，射速达1100发/分钟，对500米内目标命中率超过85%。后来出现的自行高炮采用全电驱动转塔，配备可编程智能弹药，通过近炸引信在目标周围形成破片弹幕，对无人机蜂群具有显著杀伤效果。部分高炮还集成了光电跟踪、毫米波雷达等多模探测设备，实现全天候作战能力。

弹炮合一系统是将导弹和火炮结合在一起的防空武器系统，兼具导弹射程远、精度高和火炮射速快、反应迅速的优点，能有效应对不同距离的空中目标，如飞机、直升机、巡航导弹等。其通常由火控系统、导弹发射装置、火炮、载车等部分组成，在现代防空作战中发挥着重要作用，可用于要地防空、野战防空等场景，提高对空中威胁的拦截效率和作战灵活性。

无人机时代的新挑战

近年来，无人机技术的爆发式发展使野战防空面临三大困境：其一，微型无人机雷达反射面积不足0.01平方米，传统米波雷达存在20%的探测盲区；其二，“蜂群”战术可使上百架无人机以“饱和攻击”方式突破防御，某型防空系统在模拟测试中显示，面对50架无人机集群，弹药消耗速度超出储备量3倍；其三，携带电子干扰装置的无人机可在10公里范围内压制防空雷达，使目标跟踪精度下降70%。2020年的纳库冲突出，TB-2无人机摧毁对手的22套防空系统，凸显了新型威胁的破坏力。

各国正从技术和战术层面构建新型防御体系。在装备研发上，“铁束”激光防空系统已实现对4公里内无人机的95%拦截率，单次发射成本降至1美元；“郊狼”反无人机系统采用“自杀式”拦截模式，通过撞击摧毁目标。在战术创新方面，分布式部署策略将防空单元间距扩大至5—10公里，降低被集群攻击的风险；多域协同作战模式整合电子战部队实施频谱压制，配合无人机蜂群进行“以蜂制蜂”。人工智能技术的应用更使目标识别效率提升80%，某型智能防空系统可在1秒内完成对无人机型号、威胁等级的判断并自动分配拦截资源。

历经百年战火淬炼，野战防空系统始终在攻防博弈中迭代升级。面对无人机、高超音速武器等新型威胁，唯有通过技术创新构建智能化防御体系，以体系化作战思维整合多域资源，才能让这把“低空保护伞”在未来战争中持续发挥关键作用。



由于无人智能装备的大量使用，现代战争中无人武器装备对有生力量的杀伤情况已经越来越普遍。特别是随着参战武器装备智能化的不断提高和一些技术领先国家的选择性无视，一直存在巨大争议的机器对人的“自主杀戮”行为事实上已经出现。这些机器“自主杀戮”行为的出现不只在伦理上对人类的战争观形成了巨大冲击，对战场支援特别是对有生力量的保护和救护工作也形成了全新的挑战。

技术优势与人道代价的博弈

有些国家对“自主杀戮”智能装备的开发讳莫如深，具备“自主杀戮”功能的武器装备不但已经出现，而且正越来越多地用于各种军事行动。这些“自主杀戮”装备承担的任务，从早期对特定目标的暗杀，已发展到对局部战场的优势争夺，未来将向达成战役目标的主力方向发展。

2025年2月，100多个国家和地区的政府领导人、国际组织和科学家代表参加了在法国巴黎召开的人工智能行动峰会，峰会发布了《关于发展包容、可持续的人工智能造福人类与地球的声明》，声明提出人工智能技术发展与应用应开放、包容、透明、合乎道德、安全、可靠且值得信赖，鼓励有利于未来劳动力市场和可持续发展的人工智能部署，加强国际协调治理等。即使这样一份缺乏强制约束力的愿景声明，一些在全球AI技术发展和应用处于领先地位的与会国家仍未签署。

这一事实凸显了世界智能技术强国间对于AI技术治理的分歧与博弈。而这种分歧的存在必将加剧大国间智能武器装备发展与应用的竞争。如果技术领先国家不愿对先进智能技术军事应用的安全风险加以约束，那么其他技术跟随国家，即使自身“甘为鱼肉”实现严格的技术安全承诺，也会因竞争对手的技术发展而承受技术失控风险。军备竞赛和恶性技术竞争正是由此而来。正如著名作家与历史学家尤瓦尔·赫拉利在其新作《智人之上》中指出的，“人工智能的危险不在于机器拥有自主意识，而在于人类自身的弱点会被算法无限放大。”

因此，如果在大国竞争的背景下，只在伦理与道德层面讨论或谴责“自主杀戮”装备出现的挑战是远远不够的，更要为面对这些“自主杀戮”武器装备可能造成的人类伤亡，切实做好包括技术与装备发展的各方面应对准备。

改变战场救治模式

在最近的几场战争中，由于无人作战装备的大量使用，战场伤员救护已经呈现出一些新特征。例如，当前局部战争的创伤数据与十年之前的数据相比，由于无人机的大量使用，战场上爆炸贯通伤比例大幅增加，约占战场创伤比例的75%。这是因为目前无人机对步兵的作战方式以精准投弹或自杀攻击为主。而远程精确制导武器的使用，也使得爆震伤比例有较大幅度提升。

相应地，由于大量无人武器的使用隔绝了双方士兵的直接对抗，枪弹伤和烧伤比例都出现了较大幅度下降。由于无人武器的精确打击，形成了对前线战场支援的有效压制，也进一步导致伤员的骨缺失和肢体丢失情况更为普遍，使伤员截肢率有较大幅度提升。而这些新的创伤模式也对战场救治提出新要求，必然需要新的救治技术加以应对，特别是高技术装备的支持和救护措施的调整。

上述事例，只是当前无人装备扩大使用后对人员救护的一个阶段性影响。无人装备的使用和对抗形式仍处于快速演变过程中，这必将导致救治伤员时面对的情况持续变化。目前，无人装备主要袭击的对象仍是敌方的有生力量。虽然已经有无人装备间的相互对抗，但都是小规模，且大部分无人武器还是受人遥控指挥，人类参与程度比较高。但必须看到的是，在当前局部战争中，随着无人装备间对抗的加剧，高度自主的“自主杀戮”武器已经投入使用，并且造成包括平民在内的人员伤亡。

可以预见，不久的将来，随着去中心化的集群式无人装备应用越来越广泛，此类伤及平民的事件也将现代战争中越来越普遍，对战场有生力量的保全和救助都造成了巨大挑战。鉴于无人技术装备体系的发展特点和无人作战装备多样化，未来“自主杀戮”武器对有生力量的杀伤特点也会变化，而这种变化将是一种常态。需

无人智能武器装备的伦理风险及其治理

□ 佟京昊

要认识到，在体系竞争与对抗的时代，这种挑战的快速变化才是需要认真面对的最大挑战。

坚持一体化的能力建设方向

如前所述，技术发展并无善恶，但是使用者对新技术的应用方向，决定了新技术投入使用后积极或消极的影响。当参战一方把“自主杀戮”智能装备作为主力装备规模化使用后，如果对手没能力把有生作战力量从战场一线撤出的话，那么应用方就会取得巨大的不对称优势，但同时也可能造成巨大的人道灾难。目前，受制于一些关键技术，定向能武器等反“自主杀戮”武器集群的技术装备体系建设尚不成熟。

对于某些军事强国以大量应用“自主杀戮”武器获取战场优势的企图，导致其他国家只能通过发展更多样化的、更大规模的“自主杀戮”武器装备体系加以应对。而负责任的大国，需要对这种技术装备恶性竞争产生的后果有充分认识，“自主杀戮”武器大量应用带来的巨大改变绝不限于作战方式，对于人道主义的巨大冲击也是必须面对的，并为减少相应的人道主义危害做好相应的技术与装备准备。

完整且充分融合的正向科技工业体系基础，是新质生产力和新质战斗力萌生发展的来源。也只有科技工业持续保持正向发展的活力，才能高效应对体系竞争变化带来的挑战。特别需要指出的是，智能作战体系的构建需要多个人工智能的集成，但这些人工智能基本是专业智能而非类人智能，在军事智能体系构建中，需要建立包括人道救助所需的更广泛的专业智能。坚持一体化的能力建设方向，促进包括医疗救护装备在内的各种非作战技术装备与相关专业智能发展相融合，从体系建设的长远角度看也是更具优势的做法。

归根结底，面对“自主杀戮”武器大规模投入使用的潜在风险，需要加速构建充分一体化且高效协同的智能装备产业体系和能力。

从“长江”走向深蓝

——人民海军历史上第一艘纪念舰

□ 王爱牲

在中国人民解放军海军博物馆，驻泊着一艘满载传奇的荣誉之舰——长江舰，舷号“53-219”。作为人民海军历史上的第一艘纪念舰，它在新中国海军发展、建设史上意义非凡。走近这艘军舰，触摸历史的脉搏，一幅具有重大历史意义的画卷徐徐展开。

长江舰的前身是民权舰，于1929年1月16日开工，同年9月21日，在江南造船所（新中国成立后，改称江南造船厂）建成下水。该舰舰长60米，宽7.9米，吃水2.1米，排水量462吨，航速17节。武器方面，该舰装有120毫米速射炮一门、100毫米速射炮一门、76毫米高炮一门、57毫米单管机关炮两门、20毫米“厄利孔”高射炮一门等。该舰虽然不大，但火力较强，有“小巡洋舰”之称，是当时的主力炮舰，战功卓著。

全面抗战爆发后，民权舰随所在舰队一起坚守长江，多次遭到日军空袭。凭借指挥员的得当处置和官兵全力死战，民权舰得以保存，被官兵誉为“击不沉的战舰”。1949年，民权舰退守重庆后就一直作为机动舰艇使用，后起义加入人民解放军。次年4月，该舰被命名为长江舰。

1953年2月19日，长江舰迎来重要历史时刻。毛泽东登上该舰视察人民海军舰艇部队，同舰上的官兵们一起生活了4天3夜，写下了“为了反对帝国主义的侵略，我们一定要建立强大的海军”的题词，成为新中国人民海军的建军训词。

当军舰沿长江航行至江西彭泽



县江面时，毛泽东回想起1921年夏天，与何叔衡乘船去上海参加中共一大的往事，一语双关地说：“过去这边的水道很窄，现在变宽了，水道变了，世界也变了。”

2月20日，毛泽东到护航的洛阳舰视察。当他看到洛阳舰指挥舱壁上，挂着华东军区副政委谭震林“为太平洋和平而奋斗”的题词，有感而发：“现在太平洋还不太平。近代中国有海无防，帝国主义从海上破门而入，侵略我们国家。中国人民一定要建设一支强大的海军，把祖国的海岸线筑成海上长城、海上铁路。”

2月24日，毛泽东在南京下关中山码头检阅海军部队，先登广州舰，后上南昌舰，检阅了登陆舰和鱼雷快艇高速航行演练。毛泽东问了几艘军舰的吨位后说：这几艘舰

加起来，也没有“重庆”号大，比起美国第七舰队的军舰就更小了。他伸出小指头晃了几下，然后把左手放在低处说：现在我们的海军只有这么多。又把左手抬高一些说：帝国主义的海军有那么大。接着扬起右手往上一举说：将来我们的海军要这么多！要有大舰！经过几个五年计划之后，我们的海军一定能强大起来！

这次视察是新中国成立后毛泽东唯一一次视察海军部队，也是深入基层部队时间最长的一次，长江舰也因此成为新中国海军发展征程上的一座特殊里程碑。1968年2月，为纪念毛泽东视察长江舰15周年，海军党委决定以1953年2月19日毛泽东视察时的年、月、日，授予长江舰荣誉舷号“53-219”，长江舰成为人民海军历史上第一艘纪念

舰。因此，长江舰被称为“荣誉之舰”。

长江舰是“战斗之舰”，加入人民海军序列后，长江舰在长江口扫雷、抗击国民党飞机轰炸和执行战备巡逻等任务中作出了重要贡献，多次受到褒奖；长江舰是“缅怀之舰”，与毛泽东在舰上共同生活4天3夜的海军官兵，把对领袖的景仰、对党的忠诚、对祖国的热爱都寄托在长江舰这一特殊珍贵载体上；长江舰也是“擘画之舰”，在这次“难忘的航行”中，毛泽东不但为海军建设发展指明方向，还提出了南水北调和三峡工程伟大构想。

2020年10月，海军党委研究并上报中央军委批准，在庆祝中国共产党成立100周年之际，复造毛泽东曾视察过的长江舰。在新时代重获新生的长江舰，由原建造单位——江南造船厂按照原图纸、原工艺、原比例复造，现驻泊在海军博物馆1号泊位，成为“镇馆之宝”。

长江舰的历史见证着领袖对水兵的深情厚爱，一代代海军官兵牢记着领袖厚望重托，为实现中华民族伟大复兴的中国梦而不懈奋斗！如今，长江舰上“53-219”的荣誉代号依旧醒目，以这种形式定格新中国海军发展的历史起点。

（中国人民解放军海军博物馆 供稿）

