

俄乌冲突证明：“软杀伤”比“硬打击”更重要

魏庆 译

没有制电磁权就没有制空权，没有制空权就没有战场主动权。美军曾预言，如果发生第三次世界大战，获胜者必将是善于控制、驾驭和运用电磁频谱的一方。这一预言，已经在近年来发生的几场局部战争和武装冲突中得到验证。

没有电子战“软杀伤”能力，精确制导武器“硬打击”无法发挥效能

2022年2月24日，俄罗斯总统普京在对俄罗斯民众发表的特别讲话中宣布，他决定在顿巴斯地区开展特别军事行动。之后当日，俄军使用强大的电子干扰和诱饵设备压倒乌克兰防空系统，使用精确制导武器摧毁乌克兰军队的军事基础设施、防空设施、军用机场和航空部队，乌克兰边防军没有对俄军进行有效抵抗。

精确制导武器是一种直接命中概率很高，甚至能识别重点目标和命中目标要害部位的制导武器。它可从飞机、军舰、潜艇、车辆上发射，也可由单兵发射。精确制导武器第一次大规模使用，是在1991年海湾战争中。当时，以美国为首的多国部队使用的精确制导武器数量占使用武器总数的8%。据不完全统计，在1999年科索沃战争中，以美国为首的北约部队投放了2.3万枚炸弹和导弹，其中8000多枚属于精确制导武器，占全部武器装备的35%。在第二次阿富汗战争中，美军使用精确制导武器的比例增加到了55%，当时美军投放的1.2万枚炸弹，有6700多枚是精确制导炸弹。在伊拉克战争中，美英联军大量使用精确制导武器实施精确轰炸，即使在城市地面战中，精确的空中打击的作用是相当大的，它可以锁定一些桥梁或者房屋附近的军用车辆或者导弹发射架，摧毁其而不破坏附近的建筑，减少无辜平民伤亡。

实践证明，精确制导武器在战争中使用数量占弹药总量的比例不断加大，命中精度越来越高，发射平台正向无人化方向发展。然而在俄乌冲突中，西方军援乌克兰的精确制导武器却少有战果。无论是“海马斯”远程火箭炮、“杰达姆-ER”卫星制导滑翔炸弹，还是“神剑”制导炸弹，依靠GPS制导的数据都遭到俄军电子干扰压制，出现命中率大幅降低的情况，无人机和地面指挥中心之间的通信链路被切断，定位目标的制导武器被欺骗，导致乌克兰无人机发射时突然开始从空中坠落到迷失方向。

无人机不怕防空火力“硬打击”，就怕电子战“软杀伤”

通信链路是无人机系统操纵的神经中枢，也是无人机整个系统的软肋，因此无人机系统对电子干扰压制特别敏感，一旦受到敌方电子干扰压制，不仅无法正常执行任务，还会失去人为

控制，甚至可能失控坠机。当无人机与有人战机进行实时信息共享组网时，由于网络协议、软件漏洞、组件之间的意外交互等原因，无人机网络系统漏洞或安全问题也将暴露出来。与此同时，敌方就可乘虚而入，通过各种移动网络技术手段接管控制无人机，发出错误指令。如：从无人机运行的原理出发，采取电子干扰等手段，阻断无人机与卫星的连接，使之无法定位或偏离航道；也可以中断敌方无人机与后方的通信链路，使无人机失控飘移甚至坠毁；利用网络技术，破解敌方与无人机的无线电通信协议，模仿敌方主控站与无人机建立通信联系，发送控制指令，让其误判。2011年12月，一向神秘的美军RQ-170“哨兵”隐身无人机爆出冷门，在执行秘密任务时被伊军俘获。当时，其被击落可



能有几种情况：各种欺骗，各种GPS干扰，使其着陆后被俘获。然而，俄罗斯《观点报》却揭开谜底：RQ-170隐身无人机并非被伊朗防空武器击落，而是在伊朗军队装备的俄制电子战系统的干扰下被“迫降”的。俄罗斯曾向伊朗提供一批新型电子战设备，主要用于侦察机雷达和空对地武器上制导雷达设备产生的电磁干扰，且有能侵入对无人机实施控制的无线通信线路，从而干扰对此类装备的远程控制。2012年12月4日，伊朗军方宣布伊朗革命卫队在海湾地区捕获了一架美军的“扫描鹰”无人机，并公布了相关视频。在消息发出不久后，英国路透社就尖锐地指出，伊朗没有就捕获的时间、方式、具体地点等做出详细说明，但报道强调“伊朗可能采取电子干扰技术又捕获一架美国无人机”。美联社也指出，如果消息属实，这就是伊朗在两年内捕获的第三架美军无人机。

俄乌冲突，以美国为首的西方国家军援乌克兰武器集中在军事硬件上：坦克、战斗机、导弹、防空导弹发射装置、大炮以及数量庞大的弹药。但是外界讨论不多的一个薄弱点在于电

子战，迄今为止，乌克兰的西方支持者对解决这个问题没有表现出多少兴趣。

冲突初期，俄罗斯部队沿多条路线进入乌克兰，无法派遣电子战无人机升空，而且任凭乌克兰部队穿插迂回。乌克兰炮兵部队出动各种型号无人机向俄罗斯阵地进行精确火力打击，通过打击关键目标来实现战略作用最大化，从而最大限度利用了有限的弹药储备在冲突初期挽救了基辅市，后来俄罗斯开始谋求电子战优势。2022年4月14日，俄罗斯国防部发布通告称，装备“克拉苏哈-4S”、“摩尔曼斯克-BN”、“莫斯科”电子压制系统的俄军部队，完成了搜寻和识别空中物体（包括无人侦察机和无人攻击机）的任务，对乌克兰的战机雷达进行了电子压制。在俄罗斯提高电子战能



力的影响下，乌克兰空军也在承受重压，乌克兰战斗机飞行员最先感受到俄罗斯电子战能力增强的影响，经常发现他们的空对空和空对地通信受到干扰，导航设备被压制、雷达失灵。

乌克兰向土耳其购买的以色列“旗手”TB2无人机，在俄军最新电子战系统“披肩”面前毫无还手之力。据



介绍，“披肩”电子战系统能“打掉”乌军的无人侦察机，“沉默”敌方指挥所的移动通信源和互联网源。该系统的作用半径超过20千米，不使用定向射线让沿途所有电子设备失灵，而是点对点工作。也就是说，“披肩”能在不影响民用设施的情况下压制敌方阵地的通信和网络源。此外，这种电子战系统能独立探测敌方无人机并使之失灵。它拦截信号，启动干扰，让无人机失去与操作员的联系，变得无助和无用。乌克兰在2022年2月冲突爆发前设法积累的数千架无人机中已有90%在2023年夏季前被击落或坠毁，这迫使乌克兰请求美国和北约提供替换无人机和战斗机。

乌军自2023年6月4日以来一直尝试反攻，在出动多轮袭击中的无人机，大部分是遭到俄军电子干扰、压制坠毁。因为，俄罗斯进行要地防空的S-300、S-400防空导弹系统，战斗部重量在150千克以上。防空导弹一旦击落无人机就会低空爆炸，对地面民用目标会造成很大杀伤。

随着乌克兰危机逐步演变成消耗战，俄罗斯的电子战正在获得优势。俄军电子战系统覆盖了所有已知的无线电频段，在前线每10千米就部署一套重要的电子战系统。其中“克拉苏哈-4”和“居民”被认为是目前强大的电子战系统之一，是俄军电子战攻击时不可或缺的精良装备。“克拉苏哈-4”电子战系统配备自动化设备，能自动寻找和分析信号源，除了干扰无人机外，它还能影响敌方飞机的机载预警和控制系统，使其分不清敌我位置，从而增加对手的误伤概率。

车载的“野蔷薇-航空”系统对乌克兰的无人机尤其具有杀伤力。该系统的打击范围为10千米，能够接管无人机的控制权，同时获取无人机组控员所处位置的坐标，可以精确到1米范围内，并将这一信息发送给炮兵部队，由其对乌无人机操控员集结地进行火力打击。

“摩尔曼斯克-BN”短波系统能



够制造无线电干扰，让敌方侦察工具变成“聋子”和“瞎子”，压制西方智能武器的传感器。它还进行无线电侦察，拦截信号，令敌方侦察机束手无策。该系统的作用半径约5000千米。

乌克兰紧锣密鼓批量制造价格低廉，每架成本不超过1000美元的无人机，训练约1万名无人机驾驶员每周与手法越来越娴熟的俄罗斯电子战操作人员展开“猫捉老鼠”的游戏。俄罗斯电子战系统有时造成乌无人机一周遭遇超过2000次损失，有的是导引系统出了问题，有的是无线电控制环节受到干扰，操作人员无法正常操控它们。这些遭到破坏的无人机漫无目的地在空中盘旋，在能量耗尽后坠落到地面。

为了积极应对对俄军电子战的压力，乌军开始尝试利用各种手段优先摧毁俄军电子战装备。2023年11月初的一段视频显示，乌克兰无人机袭击摧毁了顿涅茨克附近、旨在干扰卫星导航信号的俄军“波列-21”电子战系统的三个天线。

具备电子战“软杀伤”优势一方，也很难克服自扰互扰问题

随着人工智能技术的发展与电子战在军事上的广泛应用，几乎所有信息化、智能化、数字化武器装备、指挥控制系统都依赖于电子系统的技术效能和大数据新算法云计算。在未来战场上，夺取制空权、制海权已经从依靠对空兵器、作战飞机等“硬杀伤”武器系统的优势，逐步转变为依靠电子战设备、技术、战术等“软杀伤”系统的优势，交战双方一开始就会极力设法破坏对方作战系统的稳定性，在电磁频谱领域展开的对抗行动必将十分广泛和普遍，并贯穿于整个作战的始终。

不过，从俄乌冲突中俄军实施电子战行动也暴露出自扰互扰问题。俄军战机携带的“西比内”电子战吊舱可

以自动探测乌军雷达并实施电子干扰，但它同样也会干扰俄军自己的飞机。挂载该系统出击的俄军双机编队不得不在使用机载雷达和获得电子战保护之间二选一，这反映出俄军电子战系统缺乏兼容性，在实战中产生大量的混乱和相互干扰，并且在俄军防线上产生很多容易穿透的漏洞。

2023年巴以冲突新一轮爆发以来，哪怕远离战场的民航飞行也在受到中东和乌克兰电子战的影响。这一情况令飞行员不安，表明电子战造成了意想不到的后果。有专家认为，这一战术还会变得越来越普遍。报道说，有飞机失去卫星信号，有航班被迫更改航线，有飞行员收到错误的位置报告或者关于其正在靠近某种地形的不准确警报。美国联邦航空局同样警告飞行员说，中东地区存在全球定位系统（GPS）干扰。比如，射频干扰可以扰乱火箭弹、无人机等武器使用卫星信号。射频干扰的情况在2022年初俄罗斯出兵乌克兰以后急剧增多，在2023年秋天的中东地区变得更加常见。干扰方式包括用噪声淹没卫星信号，或者欺骗卫星信号即模仿真实的卫星信号，用错误信息误导接收方。到目前为止，尚无证据显示射频干扰具有很大威胁性。但是，事实证明飞机系统在很大程度上无法探测和纠正GPS欺骗信息。2023年9月，一架飞往迪拜的巴西航空工业公司飞机差点进入伊朗领空，然后飞行员发现飞机追踪的是错误信号。飞行员介绍说，飞机通常可以在没有卫星信号的情况下安全飞行，而大型商用飞机至少要有6种可供选择的导航系统。欧洲航空安全局表示，达索公司的“猎鹰”以及湾流公司和庞巴迪公司的公务机，似乎更容易受到信号欺骗攻击的影响。

德国将增强欧洲战斗机的电子战能力

德国计划为其战斗机配备电子战装备，包括干扰和压制敌方雷达和防空瞄准系统的设备。

据德新社报道，德国议会国防委员会11月28日批准了战斗机升级计划。在该项目的第一步，最初的15架欧洲战斗机将配备新设备，新设备由萨博公司的发射机定位和电子防护系统，以及美国诺斯罗普·格鲁曼公司的AARGM反雷达导弹构成。项目将于2030年通过

北约认证。预计总费用将超过3.8亿欧元。

欧洲战斗机最初计划装备识别和打击地面防空系统的设备。尽管立法者尚未批准这些升级，但战机随后将装备主动干扰敌方电子设备的设备。

德国空军目前使用过时的“狂风”战机执行电子战任务，如定位和摧毁敌方雷达系统和雷达引导的防空系统。

(辛文)



德国国防工业开发下一代武器系统（NGWS）技术

德国国防采购机构（BAAINBw）最近签署了一份国家研究合同，在开发先进国防技术方面迈出了重要一步。该合同标志着下一代武器系统（NGWS）项目为期两年的研究阶段正式启动，该项目旨在应对高度互联的武器系统所带来的技术挑战。

该研究合同是与一个行业领先企业集团合作签署的，为7个综合研究项目奠定了基础。这些研究活动的主要重点将围绕探索与网络武器系统相关的技术复杂性，特别强调确保各种机载平台的无缝集成。

作为未来空中作战系统（FCAS）的核心组成部分，NGWS由被称为NGF的新一代战斗机和被称为远程载机的无人机组成。这些要素通过被称为“多域作战云”（MDCC）的数据云相互连接，与地面、海军、航空、太空和网络空间系统建立连接。

研究工作包括基础技术的探索以及任务规划和执行的高性能环境的开发，其中包括安全和前瞻性的通信系统。在此背景下，正在考虑任务情报和创新武器技术（包括空射激光）的潜在应用等方面。该综合研究计划的最终目标是在全国范围内演示NGWS的基本功能。

主要合作伙伴是一个合作研发财团，由空客防务与航天有限公司、MBDA德国有限公司和FCMS组成。后者是亨索尔特股份公司、代傲防务有限公司、ESG有限公司和罗德与施瓦茨有限公司组成的联合体。

除主要承包商外，还有超过35家其他公司（包括中小型企业、初创企业和研究机构）积极参与了这项国家创新计划。这一举措有意识地使国防部门以外汲取专业知识，巩固航空技术方面的能力，目的是建立一个庞大的国家知识库，最终为整个NGWS做出贡献。

NGWS是FCAS计划的一个组成部分，该计划最初由德国和法国发起，现在西班牙作为第三个伙伴加入。这三个国家的共同目标是开发和部署下一代空中作战系统，并计划在2040年前做好作战准备。

该研究项目估计耗资约2.6亿欧元，由德国联邦国防军的特殊资产提供资金，其规模之大是独一无二的，将对未来NGWS和FCAS的作战状态做出了重大贡献。

(庄文)

波兰完成第100架“黑鹰”直升机的制造



洛克希德·马丁公司旗下的PZL Mielec公司完成了第100架“黑鹰”通用直升机的生产。根据2021年12月签订的4架新飞机合同，该架S-70i直升机是准备交付波兰武装部队的2架直升机中的第一架。

随着这2架直升机的交付，波兰武装部队的“黑鹰”机队已增至6架。同时，PZL Mielec公司在波兰生产和交付的S-70i黑鹰直升机达到了100架。

PZL Mielec总裁兼总经理Janusz Zakrecki说：“为波兰武装部队提供‘黑鹰’直升机是波兰此类直升机生产计划发展的一个里程碑。按时交货也证明了

PZL Mielec作为波兰军队工业合作伙伴的可靠性。”

PZL Mielec是波兰最大的飞机制造商之一，也是洛克希德·马丁公司在美国以外最大的生产厂。自2010年以来，该公司已向全球11个国家的18家客户交付了“黑鹰”直升机。PZL Mielec还为“黑鹰”项目生产了650多个座舱和520个尾梁和塔架。2022年，该公司为全球F-16 Block 70/72项目生产了主要部件，例如后机身和中央机身的结构以及驾驶舱的结构及其带有前舱的侧板，从而丰富了公司的产品线。

(辛文)