“研究军事、研究战争、研究打仗”专论

电磁空间作战：智能化战争新样式

■韩筑春

引言 **信息时代，电磁活动渗透于人类社会生产生活的方方面面，贯穿陆海空天网多维战场空间，从底层承载各类信息活动，成为大国博弈角斗场、国家安全新边疆和联合作战制高点。电磁空间作战正在不断改变战争规则和制胜机理，是夺取制信息权的核心手段、达成作战目的的新型作战样式，成为打赢智能化战争的关键所在。**

电磁空间是实现多维战场联合制胜的超域和底座

电磁空间是人为制造和自然产生的电磁波构成的物理空间，以电磁频谱为表征，在时空上与陆、海、空、天有形空间共生叠加。电磁空间的作用不是凭空而起，而是由时代进步引起、技术发展推动、战争形态演变促生。当前，人工智能、大数据、云计算、量子信息等创新性技术发展正在重塑社会运行面貌，信息活动电磁化与电磁活动信息化相向而行，电磁空间逐步演变为现代社会重要信息活动领域，是承载国家主权与利益的新疆域，并作为独立作战域登上信息化智能化战争舞台。

维护国家战略全局安全的新型领域。信息时代，电磁波无处不在，无时不有，国家战略运输、现代通信、移动物联、舆论宣传、战略预警等无不依赖于电磁空间。随着电子信息技术发展和应用，骨干网络、关键节点、重要系统、数据中心等成为新的“战略要地”，一旦遭受电子干扰或摧毁攻击，将面临系统瘫痪、数据中断、社会混乱的不利局面。电磁空间安全已成为国家安全的战略前沿和核心利益根基，直接影响并决定着陆地、海洋、空中、太空、网络等安全。国家必须采取必要的措施，维护在太空、电磁、网络空间等重大安全领域的活动、资产和其他利益安全。

决胜联合战场全域制胜的重要领域。信息化智能化战场，电磁空间渗透贯穿于陆、海、空、天各作战域，是侦察预警、指挥控制、武器制导、敌我识别等战场信息活动的共同载体，是打通、覆盖和链接陆、海、空、天多个作战域的超域，是影响和决定战争胜负的底座，承载着绝大多数军事信息活动。地理空间和电磁空间跨域渗透、网络空间与电磁空间相互融合，电磁空间已成为体系作战的重要支撑。联合作战体系强者胜，而体系之基在“高效”、“高效”的依托在电磁，体系之魂在“灵活”、“灵活”的关键在电磁，体系之效在“精确”、“精确”的支柱在电磁。在联合作战中，夺取制电磁权是夺取战场综合控权的先决条件。

打赢信息化智能化战争的突破领域。智能化战争的重要特征是广泛分布于各维空间的无人化作战平台，近几场局部冲突向世界展示了无人机全维侦察、隐蔽渗透、精确清除和纵深打击的巨大威力。无人化作战平台的发展、网络信息体系的构建，创新出以智能化决策、指挥控制为后台辅助支持，以无人化作战为前端行动发力的崭新作战方式。无论是无人作战平台的环境感知、目标探测、蜂群组网、战术机动、遥测控制，还是从战场海量数据信息的广泛收集，到智能决策指令的高效分发，再到行动效果的及时反馈等，各环节都离不开对电磁频谱的有效运用。可以预测，未来战争将转向智能赋能、有人/无人协同，特别是智能无人自主作战模式加速发展。电磁始终是跨域联合、体系作战的唯一通道，是实现以快打慢、敏捷制胜的神经中枢，是实施智能无人、精确打击的基础支撑，电磁空间将成为信息化智能化战争无人化战场夺控的焦点所在。

电磁空间作战是夺控战场制电磁权的整体域作战

电磁空间作战，是指围绕夺取制电磁权，为实施电磁空间侦察、攻击、防护、管控等行动，以电磁空间作战力量为主，其他相关力量支援配合，在电磁空间实施的作战。电磁空间作战，将在联合作战中先于其他作战样式展开，并贯穿全程、破敌要害、左右战局，发挥夺取战场主动权的重要作用。特定情况下，可以作为相对独立的战略手段，在战略对决中发挥关键作用。

作战机理是围绕电磁频谱的整体对抗掌控主动。电磁频谱是开放共用的，不同频段电磁波具有不同的传播特性和应用场景，涉及通信、雷达、光电、量子、水声、敌我识别等各作战领域，是战场上重要战略资源。电磁空间作战，实质就是以电磁空间为独立作战域，从联合作战和战略博弈的视角，围绕频谱的攻防对抗和体系博弈，针对电磁波活动所实施的全频谱全流程全时空的整体对抗行动。与传统电子对抗相比，电磁空间作战更强调电磁空间作战域控制权的争夺。从电子对抗到电磁空间作战，是局部和整体的关系，是由器到域的嬗变，这是战争形态加速向智能化演进，网信体系成为战争基础支撑的必然结果。电子对抗是联合作战的基本行动，电磁空间作战是联合作战的重要样式。

作战目的是夺取制电磁权进而支撑综合制权。现代战争中，制信息权成为赢得战争胜利的关键。电磁空间作战的直接目的，是在一定时空范围内有效制约敌方电磁信息活动效能，且充分保证己方电磁空间安全和行动自由，即夺取制电磁权。在联合层面，电磁空间作战为其他空间作战赋能，将制电磁权转化为对陆上、海上和空中等其他空间制权的支撑，实现跨域增效、联合制胜。其机理在于，广泛分布于地理空间的军事活动主要以电磁波为载体，电磁空间是陆海空天战场的“神经脉络”，谁掌握了制电磁权，谁就从根本上掌控了侦察、决策、打击、机动等军事活动的主动权，促成其他战场制权的条件，进而锚定综合制权的制高点，掌握全局主动。从印巴冲突等近期战争实践看，争夺制电磁权的影响从战场行动层面上升到战略全局高度，深度影响战争进程和战局走向。

作战重心是一体筹划实施侦攻防管基本行动。电磁空间作战任务的达成，需要围绕用频、攻频、护频和控频的高效运行，通盘筹划电磁空间侦察、攻击、防护和管控等基本行动。电磁空间侦察，重点是获取一定范围内电磁信号特征参数、方位分布、活动规律、目标属性，以及相关环境信息，进而掌握电磁空间态势。电磁攻击，是指使用电磁干扰、电磁脉冲、定向能和反辐射武器等，通过电磁空间或利用电磁空间攻击敌方电子信息设备、系统、网络及相关武器系统或人员的行动。电磁防护，是指为避免或减轻电磁空间敌方活动、自然电磁环境危害等因素对己方的不利影响，而采取的防护措施或行动。电磁空间管控，通过电磁作战管理和电磁频谱管控，在电磁空间通过局部行动控制、消解冲突等，主动塑造有利于己、不利于敌的状态和形势的行动。

电磁优势是军事强国争相抢占的战略博弈新高地

塑造电磁领域优势是打赢信息化智能化战争的必然选项。在颠覆性技术推动下，全球电磁空间作战正进入新一轮快速发展时期，世界主要军事强国争相抢占电磁空间作战领域技术发展优势，推动下一代装备实战化部署运用，优化作战体系，全球电磁空间作战领域建设进入抢先占优、加速发展的新阶段。

提升指挥控制能力。电磁空间作战强调的是电磁空间的整体域作战，按照独立域实施作战筹划、对关键行动进行集中控制是电磁空间作战效能发挥的内在要求。外军积极探索通过加强顶层规划、优化指挥体系、建强指挥手段等方式，提升指挥控制能力。战略统筹规划方面，成立专门领导管理机构，在管理、规划、监管、建设、训练等领域为部队提供全面指导和支持；指挥机构建设方面，在战区方向、任务部队等层面，组建专门的指挥机构，规范要素构成及运行方式，统合电磁空间侦察、电磁攻防和频率管理、分配、干扰消除等职能；在支撑手段建设方面，加强电磁作战环境数据库、电磁战斗管理系统、电子战规划与管理工具、实时频谱运作系统等系统建设，为电磁频谱的精确、高效控制提供支撑条件。

建强作战支持能力。电磁空间作战，需要针对电子目标的迅疾变化，及时更新精确制导武器、机载告警器、电子干扰设备等系统的数据、软件或硬件，提供高效的电磁感知、威胁响应、策略生成等作战支持。现代局部战争实践证实，快速敏捷的作战支持能力是获得电磁优势的关键。外军探索通过集中编设成规模、成体系的专业力量，提升电磁作战支持能力；加强异构电磁空间作战系统技术集成工具应用，按照通用技术和数据标准开发满足多种武器系统应用的通用软件系统；集中建设威胁目标数据库，统一开发、验证和发布威胁目标仿真模型；结合大型军事演习活动，在对抗中成体系检验作战支持能力；利用数据链和在线支持系统，发展作战平台机动中在线重编程能力。

发展新锐攻击能力。新兴技术加速转化应用，为新型电磁空间作战手段的出现奠定了物质基础，电磁空间作战加速向数智赋能、分布聚能、定向释能方向发展。数智赋能方面，机器学习和自适应决策算法，低延迟、可重构、高性能的硬件架构等技术应用使得电磁空间作战装备具有深度学习、自主决策能力。分布聚能方面，利用数据链建立有人/无人电磁空间作战平台的连接，构建广覆盖、高精度、要素活的分布式电磁空间作战杀伤链，实现电磁作战效能最大化、频谱资源利用效益最大化、电磁与火力耦合释能最大化。定向释能方面，围绕防控无人化平台威胁、反制高超声速武器和破击战场信息节点需求，突出强激光、高功率微波、粒子束等电磁硬摧毁技术发展应用，加快推动电磁硬摧毁力量的体系化建设。

群策集

谨防数据被“投毒”

■陈昌孝 杨心怡

当前，军事人工智能的竞争，正悄然延伸至底层数据的争夺。高质量的训练数据是模型准确性和可靠性的前提，已成为影响未来战争胜负的基础性、战略性要素。数据投毒作为一种针对人工智能训练数据的隐秘攻击手段，危害巨大，给军队智能化建设进程和未来战场制胜能力生成带来严峻挑战。所以，要深刻认识其机理与危害，大力筑牢数据安全屏障。

数据投毒是一种针对人工智能模型训练阶段的隐秘攻击手段，其关键在于攻击者通过向人工智能模型的训练数据集中恶意注入精心构造的虚假或误导性样本，旨在系统性地破坏模型的性能与可靠性。目前，数据投毒主要形式有以下几种：一是投放有害内容。通过篡改、虚构和重复等行为产生污染数据，从而干扰训练阶段的模型参数调整，削弱模型性能、降低其准确性，甚至输出有害结果。研究显示，即使是0.001%的虚假文本，其有害输出也会相应上升7.2%。二是植入隐秘后门。数据模型在平时表现正常，一旦遇到特定的触发条件，便会执行预设的错误行为。三是诱发递归污染。受到数据污染的人工智能生成的虚假内容，可能成为后续模型训练的数据源，形成具有延续性的“污染遗留效应”。低质量及非客观数据会导致人工智能训练数据集中的错误信息逐代累积，最终扭曲模型本身的认知能力。

数据投毒因其高度的隐蔽性和战略性而构成独特威胁，它能以极小代价悄无声息地削弱、误导乃至瘫痪对方高度依赖的智能化作战节点。数据投毒的危害直指军事人工智能赖以生存的数据基础与信任链条，主要体现在3个方面。其一，扭曲认知根基。数据投毒可从根本上污染模型的认知逻辑与判断标准，导致目标识别模型混淆敌我、情报分析模型建立错误关联或忽略关键威胁。特别是隐蔽后门攻击更为致命，一旦触发便可能瞬间失效或导致作出致命误判，使得武器失控、体系瘫痪。其二，干扰判断决策。由被“投毒”的数据训练出的模型若持续输出错误态势、虚假目标，将极大干扰和误导指挥决策过程，甚至诱使指挥员定下错误决心。同时，大量低置信度信息也会加剧认知负荷导致决策迟滞，对敌情和趋势的判断都可能被系统性延误。其三，破坏人机协同。智能化战争的核心优势在于拥有决策智慧的“人”与可进行海量数据处理和模式识别的“机”的高效协同。数据投毒同时损害“机”的可靠性与“人”的判断力，引发认知互疑的螺旋。“人疑机、机误人”的恶性循环，会使人机协同效能锐减甚至瓦解。

面对数据投毒带来的风险挑战，必须构建多层次、纵深化的全流程数据监管体系，及时感知威胁、精准响应处置，确保军事人工智能系统的数据供应链安全可靠。一是加强源头治理，确保数据可靠。在广泛应用高强度加密技术的同时，积极引入前沿技术，为数据安全提供坚实保障。研发并部署动态数据清洗与验证算法，对进入训练库的数据进行严格筛查，像设置高精度滤网一样，最大限度地将污染样本拦截在门外，着力构建自主可控、安全可靠的数据闭环体系，确保从采集、传输、处理、存储到运用的全流程数据安全，从源头上确保用于模型训练的数据纯净可靠。二是强化模型训练，确保系统稳定。在模型研发和部署阶段，主动模拟各类数据投毒场景进行对抗性训练，提升模型识别污染数据和抵抗干扰的鲁棒性。在系统设计与建设阶段，积极推广采用分布式、国产化的机器学习平台，分散和降低单点失效可能带来的系统性风险。对于关键系统，探索集成隐私增强技术，加固防护层次。三是完善威胁感知，确保响应及时。持续加大对数据安全、人工智能安全等前沿领域的投入，加强模型行为动态监控与攻击溯源，实现对智能系统输出异常的实时感知、快速定位和精准响应，形成监测、预警、处置与溯源的完整防护闭环，确保对潜在攻击的持续防御和处理能力，牢牢掌握军事人工智能安全的主动权。

庙算亦需妙算

■向 丹

挑灯看剑

当前，面对日趋复杂的作战筹划需求、日益庞大的信息处理要求和日渐多元的各种作战力量，指挥员要善用“算”的理念，借助“算”的工具，发挥“算”的优势，从庙算中谋划，在妙算中决策。

以庙算筹划，更要用妙算生智。“庙算”一说，始于《孙子兵法》，是中国古老的战略决策形式，是一种系统和整体、全面和有机的决策方法，强调“统筹”；而妙算则侧重于巧妙的运用、环境的研判和时机的把握，要求快速应变、创新突破和解决问题，强调“计算”。作战筹划应充分把握庙算与妙算的内在关系，让两者既不相互独立，也不相互取代，而是互为补充、相得益彰。因此，要庙算先行，妙算为要；庙算先谋，妙算为进。

以庙算布局，更要用妙算寻机。战争之势，布局为要；胜战之事，寻机为重。现代战争中，战场局势千变万化，胜战机会稍纵即逝。作战筹划应通过庙算布局，运用妙算寻机，既要重视战略塑势，利我布局，更要突显战术灵活，因势应变。妙算要求充分掌握敌我情势，紧盯战场环境变化，在纷繁复杂态势中找到关键所在，在瞬息万变中洞察把握机会，达到顺境扩大战果、困境逆盘翻转、绝境寻机突破的效果。

以庙算夯基，更要用妙算点睛。基础不牢，地动山摇。通过庙算把关定向以夯实作战筹划的思想谋略之基诚然重要，然而光有谋划没有精算、光有战略没有战术、光有骨架没有血肉，作战筹划就会粗而不精。因此，作战筹划应注重妙算，要在通达算的领域、训练算的能力、提升算的效益中达成算的目标，把握庙算的关键所在，真正用妙算为庙算画龙点睛。

以庙算定盘，更要用妙算创新。庙算在作战筹划中往往强调对战略目标的整体追求，对发展路径的宏观把握，对安全稳定的牢牢掌控。在作战筹划中，善用妙算拓展研战谋战思路，破除惯性思维、陈旧理念、经验禁锢；深用妙算研究作战机理，分析规律特点，发现问题、解决问题；活用妙算驱动战术战法创新，敢于因势求变，正奇共举，提升作战效能。

以庙算构图，更要用妙算填充。没有庙算就没有作战筹划的整体，没有妙算就没有作战筹划的具象。作战筹划要在庙算中勾勒目标，把握大势，运筹帷幄，夯基固本；要在妙算中精心计算，精准施策，因势而变，把握胜机。要融合运用庙算与妙算，掌握蕴含其中的方法论，真正推动作战筹划在善算中稳中求进，在精算中谋篇布局，在深算中把握规律，在细算中提质增效。既善于庙算，又善于妙算；既善于谋划，又善于计算，这样才能筹谋出精妙韬略和出奇战法。

强化从定性到定量综合集成的作战决策

■陶立民 杜 磊

谈兵论道

作战决策的实质，是建构作战实践的观念模型。作为作战思维全过程的一个决定性环节，作战决策体现着指挥员的最高智慧。决策者的思维方式，直接关系决策水平的高低。信息化智能化作战加速演进，作战决策的思维方式也应全面更新，既不能只强调定量分析，也不能只强调定性分析，而应把定性与定量结合起来；既不能只依靠人的经验，也不能只依靠机器的智能，而应把人机结合起来；更不能只单纯依靠指挥员个人拍板，而应把指挥员、专家和计算机系统结合起来。以从定性到定量综合集成的方法高效实施决策，才能更好地夺取信息化智能化作战的主动权。

建立综合集成研讨决策机制。信息化智能化作战复杂程度越来越高，只有集成各级指挥员、各行业专家和计算机系统群体智慧，通过综合集成研讨的方式进行决策，才能满足需要。突出群体性。高技术武器装备的大量使用，专业性越来越强，指挥员工作的性质和任务，决定其不可能对每一个专业的知识都能够精深掌握。为此，在未来作战决策群体中应该引进不同专业的专家型人才，甚至可以引进一些地方相关专业的高精尖人才，为指挥员提供专业咨询，形成集体智慧，以便更快更好科学决策。突出民主性。军事民主一直被我党我军在革命战争中广泛采用，继承发扬这一优良传统，在处理决策问题时，要把各级指挥员都吸收进来，在尚未定下决心时，通过实地集中或者网络集中的办法，采用“头脑风暴”的方式，相互交锋，相互启发，集思广益，使决策的全面性和科学性有所保证。突出开放性。信息化智能化作战，战场态势共享相当充分，构成作战决策的子系统通过发达的通信设备不断与外界交换信息，不同的决策内容，不同的作战阶段，不同的战场空间，应该有不同的专家和不同作战单元的指挥员参加，也就是说，要根据作战任务和作战目标的不同，科学变更决策成员，增强作战决策的针对性。

运用从定性到定量决策方法。定性特性决定定量特性，定量特性表现定性特性。只有定性分析，对作战行为特性的把握难以深入准确。但定性分析是定量分析的基础，定性认识不正确，不论定量分析多么精细，都没有意义，甚至会把认识引向歧途。定量分析是为定性分析服务的，借助定量分析能使定性分析深刻化、精确化，作战决策只有把定性分析和定量分析有机结合起来才有意义。在长期战争实践中，毛泽东同志始终把定性分析与定量分析有机结合起来，既注重用定性分析来区分战争的正义与非正义、进步与落后、士气的高低、民心的向背；又强调用定量分析来准确掌握敌我力量对比的消长，做到心中有数，为实现科学的作战指导奠定坚实的认识基础，取得了一次次战争的胜利。总之，分析判断情况、实施科学决策，既要反对过分强调定性分析，把作战系统的认识抽象化、思辨化的倾向，也要反对过分强调定量分析，片面追求量化的做法，切实做到定性分析与定量分析的有效结合与辩证统一。

采取分布交互同步决策程序。分布交互同步决策的程序，是信息化智能化时代一种全新的作战决策流程，它既是决策程序的转变，也是决策思路的转变，还是决策理念的转变。多层级向扁平化转变。传统作战决策，采取的是金字塔式的层次结构，作战力量的等级化明显，决策链长、稳定性差、决策流程复杂，极大地限制了下级主观能动性的发挥。信息化智能化作战决策层次大大缩短，决策信息交互功能大大提高，决策系统的灵活性大大增强。信息单向流动向多源共享转变。传统作战决策，信息获取渠道有限，决策信息归各级各类指挥机构所有，上下之间的单向交流，决策信息无法共享和相互验证，信息缺乏与信息冗余现象同时并存。分布交互同步决策，各种信息源可进行统一整合，分级处理，有序流动，各指挥机构可等量、同步获得决策信息。逐级决策转向并行决策。信息化智能化作战，呈现“权力边缘化”趋势，决策与行动、决策者与执行者的“无缝链接”使得决策权分化，决策信息的适时共享，使不同的决策机构能够同步获取决策信息、同步展开决策活动，从而在决策过程中进行广泛深入的交互，彻底打破了传统作战决策上下级之间、军兵种之间、指挥机构之间的隔离状态，大大提高决策效率。

依靠模拟辅助决策手段。信息时代，作战决策客观要求从整体上、全局上对复杂的军事活动及其相关问题进行全面分析，利用模型反复在计算机系统上进行试验，检验情况判断结论、作战活动预测以及作战方案是否合乎实际，是否可行，如何改进。而这项工作只有充分利用计算机所提供的快速运算能力、巨大存储能力和先进人工智能技术才能完成。运用计算机作战模拟实施辅助决策，实质上是提供了一个“作战实验室”。在这个实验室里，参谋人员利用模拟的作战环境，对作战方案进行反复验证，以检验其缺陷，预测其效果，启发新的作战思路。运用计算机作战模拟实施辅助决策，已经在实战中得到了充分的检验。外军对模拟辅助决策系统的依赖已从战术支持扩展到战略规划，其技术体系通过实时数据融合、行为预测及跨域协同，重塑了现代战争决策流程，从事后复盘转向实时干预，其本质是通过数据博弈压缩决策周期，在对手OODA循环前完成压制。但是技术越先进，人类对“机器合理性”的警惕越需强化，当AI开始模拟人的心理活动，战争已步入算法与意志双重较量的崭新时代。