



特别策划

一飞冲天！近日，我国自主研发的“九天”大型无人机成功首飞。这款无人机最大载重能力6吨，机腹内集成的“异构蜂巢任务舱”，可一次性释放上百架小型无人机，是我国无人机技术自主创新的里程碑。

近年来，无人机技术发展浪潮席卷全球，除了民用领域的广泛应用外，正以颠覆性创新推动军事领域的重

大变革。回望2025年，无人技术领域始终保持高频创新态势，一场以无人技术为核心的军事革命正在全球范围内加速演进。世界各国纷纷聚焦无人集群协同控制、平台智能自主、有人无人融合三大方向，持续加大研发投入、加快技术创新，推动无人作战能力向更高层次跃升。



回望2025：无人技术加速军事变革

■赵辉王鹏

规模化协同释放体系作战效能

近日，一位90后青年利用手势操控无人机，完美复刻玄幻小说中“万剑归宗”“御剑飞行”等场景，一度冲上短视频热搜榜。众多无人机能如臂使指，得益于无人集群控制技术的应用。

从科幻场景到现实应用，无人集群控制技术正沿着“数量递增、多域融合、韧性强化”的路径快速发展，成为撬动体系作战效能的重要支点。目前，无人集群控制技术已从实验室走向实战化测试阶段。

今年1月，俄罗斯开始批量生产“Marker”小型无人地面战车，这款装备可搭载上百架小型自杀式无人机，实现地面无人平台与空中无人机集群协同作战。10月，挪威陆军推出“女武神”无人机集群系统，该系统支持“一键式”大规模无人机集群指控，可实现侦察、干扰、打击等多任务协同。

无人作战样式正从“单平台无人”走向“多域无人体系”。无人作战集群化、多能化、低成本化，将成为无人作战效能释放与战场优势构建的新突破点。

无人集群控制技术的核心竞争力，不在于单平台的性能叠加，而在于多域、多型、多厂商平台的深度融合协同。2025年，许多国家通过研发通用控制系统与推进标准化建设，持续打破协同壁垒，实现无人集群作战能力的跃升。

今年2月，北约正式成立“X特遣部队”，专职负责推进联盟内部无人作战系统的互操作性与可扩展性建设，制定

统一的技术标准与协同协议。10月，北欧四国（瑞典、挪威、丹麦、芬兰）签署《无人系统技术协同安排》及配套实施协议，明确将无人机标准化与集群协同作为核心合作方向，打破不同型号装备之间的协同壁垒。同月，北约举行联合军事演习，来自多国的276套无人系统参与跨域协同演练，成功实现空中、水面、水下无人平台一体化作战。

北约的实践证明，处理好无人作战平台兼容性问题，可有效解决无人集群“联不上、用不了、协同难”的瓶颈，加速无人作战体系实战化与规模化部署。

面对无人集群作战易受干扰的问题，今年以来，各国纷纷加大技术攻关力度，通过创新通信技术与算法优化，提升无人集群的战场生存韧性。

今年2月，俄罗斯军工企业成功研发“刻耳柏洛斯”光纤通信集群控制系统，用光纤电缆取代传统无线通信链路，以抵抗电子干扰与黑客网络攻击，保障无人集群协同作战的稳定性。6月，美国推出Wave Relay移动自组网系统，采用多频段自适应与动态频谱分配技术，可实时监测战场电磁环境，在遭遇干扰时自动切换通信频道，有效提升无人集群的抗干扰能力。

无人技术和反无人技术的迭代演进，正是未来战场寻求不对称优势、争取战场主动的生动写照。未来，各国将继续在提升无人作战平台抗干扰能力上持续用力。

作为无人技术发展的引擎，人工智能技术正渗透到无人作战体系的各个环节。

首先，为无人作战平台加装“智慧大脑”，使其具备更强的自主决策、自主执行与自主协同能力，已成为各国军事技术发展的焦点。

今年2月，美军在联合军演中，验证了MQ-20“复仇者”无人机的自主目标识别、威胁规避、任务动态分配及跨平台数据融合能力。7月，以色列国防务展上，一款名为“蜜獾”的多任务无人机展示了其在室内室外场景灵活自主避障并通过狭小空间的能力。

完全自主化作战，是无人平台发展的终极目标之一。尽管当前技术尚未实现无人机脱离操控员的全自主运行，但各国均致力于挖掘无人控制技术的潜力，不断刷新无人平台自主作战能力的上限。因此，提高无人作战平台的自主控制能力，成为无人技术发展的重要方向。专业人士认为，“无人为主、有人为辅”的作战模式将越来越多地出现在未来战场，显著提升作战效能与人员生存能力。

其次，无人平台与人工智能的深度融合，正推动作战装备从“工具”向“智能体”转变。

今年9月，乌克兰首次公开亮相VATAG重型无人车。该无人车搭载的AI自主导航与任务管理模块，可在强电子干扰环境下稳定运行，保障探测与控制链路畅通。10月，美国圣地亚哥一

家国防技术公司推出一款大型无人机X-BAT，通过智能驱动，无需依赖传统跑道即可完成垂直起降，大大提升了无人机战场部署的灵活性与生存概率。11月，比利时国防部宣布采购“烈焰”自杀式无人机，该无人机通过搭载AI智能算法，可智能识别目标，精准打击敌方无人机。

可见，人工智能技术在无人平台的深度赋能，使无人平台作战具备了更强的稳定性、灵活性与精确性，无人平台的作战功能边界也得到了进一步拓展。

此外，在无人机、无人艇、无人车等传统无人平台持续发展的同时，军用机器人领域的创新突破，正为无人作战体系注入全新活力。各国纷纷布局智能作战新载体，推动无人装备向多元化、精细化方向发展。

这一年，美国DARPA启动生物混合机器人研发项目，将活体细胞、生物组织及微生物有机体融入机器人系统架构；韩国首尔大学工学院推出基于液态金属材料的软体机器人；德国展示了由活体蟑螂改造而成的“间谍蟑螂”……这些仿生、生物混合机器人，呈现出隐蔽性更好、打击难度更大、抗干扰能力和续航能力更强等特点。

仿生、生物混合机器人创新成果的涌现，体现了无人技术在技术路径、材料与结构、感知控制、自主与协同、应用场景等五大维度的突破性发展。无人系统的能力边界不断拓展，正在从纯机械工程走向“生物—材料—智能”的深度融合。

对于许多军事爱好者而言，游戏《红色警戒》中的人机默契协同是一代人的青春记忆。就在2025年，这一协同理念正逐步转化为现实作战场景，有人无人协同作战模式加速落地，一场虚拟与现实交织的“红警大战”正在全球军事领域上演。

“忠诚僚机”是有人无人协同空战的核心形态。长机飞行员不再是事事亲力亲为的操作员，而升级为负责高阶决策、目标指派和最终授权的“任务指挥官”；无人僚机则成为其感官、盾牌和武器的智能延伸，极大地提升了作战体系的生存力、感知力和杀伤力。

这一年，多国继续推进有人战机与无人机编队协同，发展成果显著。6月，法国公布了新一代无人僚机发展规划，该无人僚机将与“阵风”战斗机组成协同作战编队。下半年，土耳其公布了“红苹果”无人僚机研发进展。该无人机具备超声速飞行能力，可与有人战机协同作战。美、英、澳等国也纷纷公布了各自的“忠诚僚机”发展进展。

各国有人战机与无人机协同项目的规划部署、体验验证、技术落地，是对有人无人融合作战能力前景的认可。在不远的将来，有人无人融合作战模式或将改写未来空战力量构成，甚至引发新一轮军事变革。

除空域有人无人融合作战发展应用外，陆域与海域的混合编队模式快速发展，成为支撑全域作战体系的关键组成部分。

陆域作战领域，模块化无人装备与无人融合战术正在深度融合。今年5月，捷克推出“大黄蜂”模块化无人战车，该战车可根据任务需求快速换装情报侦察、电子对抗、后勤运输等不同功能模块，大幅降低编队装备的冗余度，提升作战效能。

海域作战领域，有人无人混合舰队建设正在加速推进。今年3月，美国海军在太平洋海域部署由4艘大型无人水面舰艇组成的混合舰队，与“阿利·伯克”级驱逐舰构建“1+3”协同作战编组，成功验证了无人舰艇在反潜、反舰、海上巡逻等任务中的协同作战能力。

此外，舰载无人系统的发展，进一步推动了海军作战能力跨域提升。据外媒12月2日报道，英国皇家海军首款舰载无人直升机完成首次舰上起飞测试，未来将部署于“伊丽莎白女王”号航空母舰，与F-35B舰载战斗机、“梅林”反潜直升机组成混合航空中队，大幅拓展航母战斗群的作战半径与任务覆盖范围。多域人机协同武器装备平台的验证运用，凸显了无人技术在跨域与标准化、有人无人编组等方面的突破。这将使未来战场逐步形成新型联合作战体系，促使作战理论和样式发生变革。

现代无人作战系统的井喷式发展，推动着作战理念、力量编成和战争认知的变革。无人技术已成为各国军事竞争的技术制高点。在这场激烈的竞赛中，唯有顺应趋势、紧跟时代发展脉搏，才能在未来战场上立于不败之地。

版式设计：贾国梁

热点追踪

2025年，中国科技再攀高峰、亮点纷呈，一系列前沿领域重大突破彰显澎湃创新活力，为高质量发展注入强劲动能。本版从2025年中国科技创新成果的汪洋大海中，撷取其中10个闪亮的“珍珠”展示给读者，带您一起“数”说2025中国科技。

资料整理：吴渊亮、齐旭聰

碳排量为0的飞机发动机首次亮相



11月27日至30日于珠海国际航展中心举行的亚洲通用航空展上，中国航空发动机集团首次公开了一款兆瓦级氢燃料涡轮发动机。该款发动机在运行过程中碳排放量为0，标志着航空发动机领域在绿色能源应用上取得突破性进展。

二维金属材料重大进展



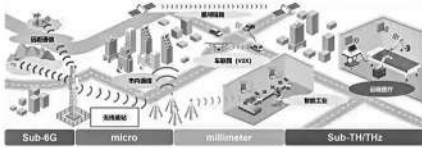
12月12日，《物理世界》杂志公布了其评选的2025年度十大科学突破榜单，中国科学院团队的首例二维金属材料入选。该团队研究的单原子层超薄金属厚度仅为头发丝直径的二十万分之一，被视为二维材料领域的重大进展。

“四川舰”首次航行试验



11月14日至16日，我国076两栖攻击舰首舰“四川舰”开展首次航行试验任务。“四川舰”满载排水量4万余吨，设置双舰岛式上层建筑和全纵通飞行甲板，创新应用电磁弹射和阻拦技术，可搭载固定翼飞机、直升机、两栖装备等。

我国完成第一阶段6G技术试验



8目前，我国已完成第一阶段6G技术试验，形成超过300项关键技术储备。第一阶段主要对关键技术进行试验，明确6G主要技术方向。未来，6G将实现通信、感知、计算、智能等多技术融合创新，服务对象从人、机、物拓展到智能体，实现“万物智联、数字孪生”的目标。

搭载80亿参数天基模型的零碳太空计算中心正式问世



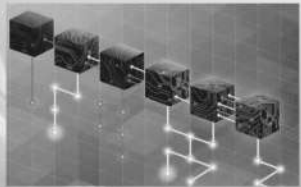
5月14日，我国企业自主研发的零碳太空计算中心在酒泉卫星发射中心成功发射。其12颗计算卫星均搭载了自研AI载荷和80亿参数的天基模型，支持太空边缘计算，覆盖全球地面AI需求，可实现“天数天算”和“天地同算”。

“九天”无人机首飞成功



12月11日，“九天”无人机在陕西蒲城圆满完成首飞任务。作为我国自主创新的大型通用无人平台，该机型采用“通用平台+模块化任务载荷”设计理念，依托自主集成技术创新，具备大载重、高升限、宽速域、短起降等核心优势，标志着我国大型无人机技术实现新突破。

DeepSeek-R1 正式发布



1月20日，中国企业深度求索发布开源模型DeepSeek-R1。9月17日，该模型研究论文被《自然》杂志刊载，并登上当期《自然》的封面。该模型以“高性价比创新”，破解了全球人工智能产业近年来依靠“堆算力”的路径依赖，推动了人工智能技术在全球的广泛应用。

“祖冲之三号”正式发布



3月3日，中国科学技术大学科研团队联合多家机构研制的超导量子计算原型机“祖冲之三号”正式发布。其处理“量子随机线路采样”问题速度比目前最快的超级计算机快千万亿倍，创造了超导体系量子计算优越性的纪录。



海水制氢装置连续运行超500小时

512月6日，我国首台（套）110千瓦级热耦合海水直接电解制氢系统装置通过评审。该装置已实现超过500小时的连续稳定运行，可直接利用海水连续产氢，标志着海水直接电解制氢技术取得了关键突破。

地下700米深处的中微子实验装置建设成功



711月19日，中国科学院高能物理研究所宣布，江门中微子实验装置正式运行后发布首个物理成果。江门中微子实验装置建设在地下700米深处，主要用于确定中微子的质量排序，是国际上首个运行的超大规模和超高精度中微子专用大科学装置。

“数”说2025中国科技