

# 国防军工

## 军事智能化：新质战斗力核心，掌握制智权关键

### 报告摘要

当今世界，百年未有之大变局加速演进，以人工智能为代表的颠覆性技术迅猛发展，并广泛应用于军事领域，使战争形态向智能化加速演变，与之相应的战争制胜机理也正在发生嬗变。“胜利往往向那些能预见战争特性变化的人微笑，而不是向那些等待变化发生后才去适应的人微笑”。及时发现变化，主动应对变化，积极适应变化，才能够更好地把握未来战争主动权，在未来战争中立于不败之地。“十四五”进入攻坚阶段，可以预见迎面而来的“十五五”，军事智能化有望大放异彩。我们认为，在技术储备、战争形态、信息化进程等诸多因素的推动下，军事智能化已不是未来，而是现在。

人工智能将继续塑造国防格局。可以想见，一系列军事智能化的应用路径与产品将如雨后春笋般萌发。伴随着制造业技术门槛的降低与软硬件价值量的迁移与重新分配，一些率先抓住军事智能化浪潮发展机遇的“后浪”企业，将在未来较长时间获得较好增长与较高市场溢价，同时势必也会有大量传统“前浪”国防产业面临衰退与凋零。消除疑惑，抓住机遇，积极转型，才能在此番革命性的人工智能科技浪潮中屹立不倒。

### ◆ 军事智能化：带来的国防体系变革、格局重塑与模式创新

军事智能化是一个复合性的概念，既包括思考和行为两方面。所谓“智能”，包含“智慧”和“能力”两方面的内容，同时具备感知、思考和反应这三种能力，就可认为是有“智慧”的，而能够在“智慧”作用下呈现出语言和行为则被视为有“能力”的，二者结合即为“智能”。在军事领域，则指利用智能化技术使武器装备和作战系统具备自感知、自决策、自执行、自学习、自适应、自提升的能力。

人工智能为国防体系带来的变革与机遇是深远的。人工智能之于军事，可能带来的不仅仅是装备升级，而会是带来的国防体系变革、格局重塑与模式创新。美国军事智能化公司 Palantir 在俄乌战争大放光彩的同时，其在资本市场也变得炙手可热，自俄乌冲突开始（2022.2.24）至今（2025.8.8），公司股价涨幅超 1263.68%，市值最高达 4435 亿美金，超过 GE 航空航天、波音、洛克希德·马丁、雷神等传统国防军工巨头，登顶

投资评级

增持

维持评级

### 行业走势图



### 作者

宋浩田 分析师  
SAC 执业证书: S0640524100001

联系电话:  
邮箱: songht@avicsec.com

张超 分析师  
SAC 执业证书: S0640519070001

联系电话: 010-59219568  
邮箱: zhangchao@avicsec.com

李博伦 分析师  
SAC 执业证书: S0640525040001

联系电话:  
邮箱: libl@avicsec.com

梁晨 分析师  
SAC 执业证书: S0640519080001

联系电话: 010-59562536  
邮箱: liangc@avicsec.com

王菁菁 分析师  
SAC 执业证书: S0640518090001

联系电话: 010-59219570  
邮箱: wangjj@avicsec.com

闫政圆 分析师  
SAC 执业证书: S0640525080002

联系电话:  
邮箱:

### 相关研究报告

股市有风险 入市需谨慎

中航证券研究所发布 证券研究报告

请务必阅读正文之后的免责声明部分

联系地址: 北京市朝阳区望京街道望京东园四区2号楼中航产融大

厦中航证券有限公司

公司网址: www.avicsec.com

联系电话: 010-59219558 传真: 010-59562637

美国军工企业市值排行榜，成为美国市值最高的军工企业。从资本市场的表现下，其实可以窥见一些产业的发展迹象和脉络。事实上，资本市场已对产业更迭似乎早已抱有了充分预期。据统计，我们筛选的美国主要的“新军工”的市值合已超越“老军工”。然而，从收入端来看，“新军工”的合计收入体量较“老军工”仍然有着数量级的差距。

军工行业周报：“九三”阅兵后看军工 —2025-09-08

新时代的中国航天：卫星互联网产业——以星织网路，天堑变通途 —2025-09-07

军工行业周报：2025 半年报回顾及展望 —2025-09-01

#### ◆ 军事智能化的主要应用路径：通用性技术，不同的军事应用领域与技术脉络，各自契合

人工智能技术不是单一的科技，而是涵盖了多个新型技术的集合，主要包括 ML 机器学习（MachineLearning）、机器人技术（robot-technology）、CV 计算机视觉（ComputerVision）、生物识别技术（Bio-metrics）以及 NLP 自然语言处（NaturalLanguageProcessing）五类技术。不同的军事应用领域与不同的技术脉络想契合，没有一种技术路径便可“包打天下”。

人工智能技术是通用性技术，将不仅对特定领域如无人系统产生局部影响，而是对整个军事作战体系、各个作战领域与流程产生深层次且广泛的影响。目前，人工智能和机器学习的几项关键进展已显示出重塑军事和国防部门的巨大潜力。它可以简化行动、增强决策并提高军事任务的准确性和有效性。自主系统可以执行对人类来说危险或不可能的任务。人工智能驱动的分析可以通过预测和识别威胁来提供战略优势。

#### ◆ 市场空间：全球 2027 年有望达到 210.03 亿美元

根据 Precedence Rearch 的数据，2024 年，全球军事人工智能市场规模约为 95.6 亿美元。其中，美国军事人工智能市场规模为 24.1 亿美元，若参考延续相关领域的增速，则 2025 年，美国军事人工智能市场有望达到 31.33 亿美元，全球军事人工智能市场有望达到 124.28 亿美元，2027 年有望达到 210.03 亿美元。

#### ◆ 产业链公司：

航天电子（算力、自主系统）、成都华微（算力）、智明达（算力）、高华科技（传感器）、格灵深瞳（算法）、振芯科技（算法）、中科星图（情报分析+AI）、光电股份（传感器）、拓尔思（情报分析+AI）、航天宏图（情报分析+AI）、泰豪科技（供电系统、自主系统）、新雷能（供电系统）、电科网安（网络安全）、佳缘科技（网络安全）、北信源（网络安全）、观想科技（指挥控制+AI）、兴图新科（指挥控制+AI）、莱斯信息（指挥控制+AI）、科思科技（指挥控制+AI）、盟升电子（电子对抗+AI）、七一二（通信+AI）、邦彦技术（通信+AI）、新劲刚（通信+AI）、中无人机（自主系统）、航天彩虹

(自主系统)、纵横股份(自主系统)、洪都航空(自主系统)、中航成飞(自主系统)、中航沈飞(自主系统)、天海防务(自主系统)、内蒙一机(自主系统)、晶品特装(自主系统)、建设工业(自主系统)、索辰科技(军事仿真+AI)展鹏科技(军事仿真+AI)、华如科技(军事仿真+AI)、太极股份(后勤保障+AI)、科德数控(国防制造+AI)、能科科技(国防制造+AI);

◆ **风险提示;**

- ① 技术研发的风险。
- ② 核心技术人员流失风险。
- ③ 行业政策风险。
- ⑤ 市场竞争格局的风险。
- ⑥ 国家队下场导致竞争优势丧失的风险。
- ⑦ 上市失败及被并购失败的风险。

## 正文目录

一、 军事智能化：新质战斗力，掌握制智权.....	8
(一) 军事智能化已不是未来，而是现在，需消除疑惑，抓住机遇 .....	8
(二) 智能化战争的前瞻：打得聪明 .....	12
(三) 现状：应用的潘多拉魔盒已经被打开，AI的“奥本海默”时刻来临 .....	13
1、 各国均投入巨大经费研究 .....	14
2、 从应用来看，近年来的局部区域冲突中广泛应用 .....	16
3、 AI+大军工：重塑产业格局 .....	17
二、 军事智能化带来的国防体系变革、格局重塑与模式创新.....	19
(一) 军事智能化带来的是国防体系变革 .....	19
(二) 格局上：“硅谷军工” VS “传统军工”，国防军工利益集团的多元化 .....	21
1、 Palantir Technologies 帕兰蒂尔 (PLTR.O)：21 世纪的人工智能军火商 .....	25
2、 Anduril 安杜里尔公司：面向智能化战争的国防新创承包商 ...	30
3、 ShieldAI：获得业内大量产业合作方的资本加持 .....	35
4、 Scale AI .....	39
5、 C3.ai .....	42
三、 军事智能化的主要应用路径：通用性技术，不同的军事应用领域与技术脉络，各自契合 .....	45
(一) 情报分析+AI：AI 拨开战争迷雾，产业需求蓬勃 .....	46
(二) 指挥控制+AI：人与 AI 混合决策，指控产业智能化升级 .....	49

(三) 自主系统：从自动化到自主自治，AI 能力需求提供武器装备新价值增量 .....	51
1、 协同作战无人机：搭配有人战机，提供军机发展新增量，带动相关产业链发展.....	51
2、 智能无人机集群：分布式、模块化、去中心化，数量也是质量，消耗品逻辑为未来武器装备建设提供了新的思路.....	59
3、 地面无人系统（无人车系统、地面特种机器人系统） .....	64
4、 无人船（无人艇） .....	76
5、 军用无人潜航器.....	78
6、 巡飞弹（自杀式无人机） .....	79
(四) 功能模块+AI: .....	81
1、 电子对抗+AI .....	81
2、 军事通信+AI .....	83
(五) 认知战+AI .....	85
(六) 军用仿真+AI.....	86
(七) 后勤保障+AI.....	88
(八) 国防制造+AI: 拥抱 AI 技术，驱动国防工业智能化进阶.....	92
四、 军事智能化的关键产业环节 .....	95
五、 市场空间测算：全球 2027 年有望达到 210.03 亿美元.....	98
六、 投资逻辑与趋势前瞻 .....	99
七、 风险提示.....	101

## 图表目录

图 1 战争形态的八次演变 .....	12
---------------------	----



图 2 AI 在现代战争中的应用 .....	16
图 3 军事部门人员被替代的可能性.....	19
图 4 Palantir 资本市场股价走势 .....	21
图 5 美国新、老国防军工利益集团的多元化 .....	22
图 6 Palantir 和 Anduril 合作 .....	23
图 7 ANDURIL 概况 .....	30
图 8 Anduril 产品.....	31
图 9 Anduril 重要并购历程 .....	33
图 10 Anduri 估值变化情况.....	33
图 11 Anduril 项目情况 .....	34
图 12 SheildAI 的产品 Hivemind .....	35
图 13 ShieldAI 的 V-BAT 无人机.....	36
图 14 SheildAI 融资情况 .....	37
图 15 SheildAI 项目情况 .....	38
图 16 Scale AI 产品情况.....	40
图 17 Scale AI 估值情况.....	40
图 18 Scale AI 项目情况.....	41
图 19 C3 AI 产品.....	43
图 20 C3 AI 产品.....	43
图 21 C3 AI 估值.....	44
图 22 C3 AI 订单.....	44
图 23 军事智能化要求的作战能力和形成的闭环效果.....	45
图 24 人工智能作用下的情报搜集系统.....	47
图 25 人工智能再指控系统中的应用 .....	50
图 26 CCA 参加作战体系示意图 .....	52
图 27 国外空战型无人机平台建设现状 .....	53
图 28 国外空战型无人机主要参数.....	53
图 29 国外空战型无人机智能技术布局 .....	54
图 30 NGAD 模型.....	55
图 31 地面无人系统分类及使命任务 .....	66
图 32 地面无人系统技术架构及平台组成 .....	66
图 33 地面无人平台自主性与适用任务的关系 .....	67
图 34 美国陆军 2015-2040 机器人和自主系统能力发展规划.....	68
图 35 我国地面无人系统近年发展历程 .....	69
图 36 机器狼，挂载步枪.....	70
图 37 车、人、“狼”协同 .....	70
图 38 地面无人系统产业供给侧主体情况 .....	71



图 39 陆军军贸合成旅无人装备情况 .....	73
图 40 作战 UGV 市场发展趋势 .....	74
图 41 美国海军对无人船的划分 .....	76
图 42 10 月 28、29 日乌军袭击前后卫星对比图 .....	77
图 43 水下无人装备前沿发展趋势 .....	79
图 44 人工智能与功能模块的结合 .....	81
图 45 AI 电子对抗与传统电子对抗的区别 .....	82
图 46 AI 电子对抗项目 .....	82
图 47 AI 在军事通信的典型应用 .....	83
图 48 人工智能替代后勤支援领域可能性 .....	88
图 49 AI 在军事后勤的典型应用 .....	89
图 50 人工智能赋能国防制造业 .....	92
图 51 军事人工智能的产业链层级（部分非上市公司） .....	95
图 52 人工智能与功能模块的结合 .....	96
图 53 军事人工智能产业链图谱（部分） .....	97
图 54 全球军事 AI 市场空间（亿美元） .....	98
表 1 业务领域及参与主体竞争格局 .....	23
表 2 Palantir 发展历程 .....	26
表 3 Palantir 融资及估值情况 .....	26
表 4 Palantir 特种领域应用案例 .....	27
表 5 Anduril 发展历程 .....	32
表 6 SheidAI 发展历程 .....	37
表 7 Scale AI 发展历程 .....	39
表 8 C3 AI 发展历程 .....	42
表 9 军事智能化在“OODA”循环中的赋能 .....	46
表 10 世界近年协同作战飞机发展历程 .....	55
表 11 智能集群无人机 .....	60
表 12 地面无人系统发展历程 .....	65
表 13 国内地面无人平台研制相关公司/单位 .....	71
表 14 军事仿真+AI .....	86
表 15 AI 赋能国防制造 .....	93
表 16 Palantir 发展历程 .....	98

## 一、军事智能化：新质战斗力，掌握制智权

2025年，人工智能正在引领第四次科技革命，尽管风口之上各相关行业均呈现出欣欣向荣之态，然而我们认为，这一轮的AI技术浪潮中所带来的能力与效率提升，其红利不会率先体现在消费端，而是在传统行业的落地应用中，国防应用正是其重要组成。

在智能化战争时代，制智权将超越制陆权、制海权、制空权、制天权以及制信息权，成为未来战争的核心制权，而人工智能则是获取制智权的重中之重。世界大国高度重视人工智能在国防军事中的作用，从法律法规、国防及军队组织建制、国防科研经费等多维度积极布局，加速推动人工智能军事化，力争在AI带来的军事革命中占据领先地位。可以预见，以人工智能为核心的军事智能化将作为重要驱动力引发新一轮颠覆性的军事变革，深刻改变未来战争的军事理论、装备体系、组织形态、作战方式等。

军事智能化是一个复合性的概念，既包括思考和行为两方面。所谓“智能”，包含“智慧”和“能力”两方面的内容，同时具备感知、思考和反应这三种能力，就可认为是有“智慧”的，而能够在“智慧”作用下呈现出语言和行为则被视为有“能力”的，二者结合即为“智能”。在军事领域，则指利用智能化技术使武器装备和作战系统具备自感知、自决策、自执行、自学习、自适应、自提升的能力。

### （一）军事智能化已不是未来，而是现在，需消除疑惑，抓住机遇

在当今时代，军事智能化已不再是遥不可及的未来幻想，而是切切实实发生在我们眼前的现实。它正以前所未有的速度和深度，重塑着军事领域的方方面面，从物质基础到作战理念，从技术突破到战略需求，都展现出了智能化时代的鲜明特征。我们认为，军事智能化已不是未来，而是现在，具体因素如下。

**物质基础与技术突破奠定基石。**近年来，全球范围内的科技发展为军事智能化提供了坚实的物质基础。高性能计算能力的飞跃式提升，使得海量数据的快速处理成为可能。强大的处理器能够在瞬间对战场的各种信息进行分析整合，从卫星侦察图像到士兵实时回传的前线情报，都能被高效解读。例如，先进的云计算平台可以汇聚全球范围内的军事数据，通过分布式计算架构，为作战指挥提供强大的数据支撑，极大地提高了信息处理的速度和准确性。与此同时，人工智能技术已取得了一系列重大突破。机器学习算法不断优化，能够从大量复杂的数据中自动提取关键信息，实现精准的目标识别与态势预测。深度学习模型更是让机器具备了一定程度的自主学习能力，通过对海量样本的学习，不断提升对战场态势的理解和判断能力。例如，在图像识别领域，人工智能系统能够在复杂的战场环境中快速准确地识别出敌方目标，无论是隐藏在丛林中的军事设施，还是伪装成民用车辆的武器装备，都难以逃过其“法眼”。自然语言

处理技术的进步也使得人机交互更加顺畅，士兵可以通过语音指令迅速与智能装备进行沟通，提高作战效率。

**疫情催化下的技术产业变革加速推进。**新冠疫情在全球范围内的爆发，虽然给人类社会带来了巨大的挑战，但也在一定程度上加速了技术产业的变革，为军事智能化的发展注入了新的动力。在疫情期间，各国为了应对公共卫生危机，加大了对科技研发的投入，尤其是在远程通信、自动化技术和数据分析等领域。这些技术的进步直接或间接地推动了军事智能化的发展。远程通信技术的飞速发展使得军事指挥系统能够实现更加高效的远程协作。在疫情期间，许多企业和机构被迫采用远程办公模式，这促使通信技术不断创新，5G 通信网络的普及使得数据传输速度大幅提升，延迟显著降低。这对于军事领域来说，意味着指挥官可以实时获取前线的高清视频画面，与远在千里之外的作战部队进行流畅的语音交流，实现更加精准的指挥控制。自动化技术的发展也使得无人化装备在军事领域的应用更加广泛。在疫情防控中，无人配送机器人、消毒机器人等得到了大量使用，这些技术的成熟为军事无人平台的发展提供了借鉴。无人侦察机、无人机群和无人地面车辆等装备在战场上的应用越来越频繁，它们可以在危险区域执行侦察、攻击等任务，减少人员伤亡，提高作战效能。

**信息化积累与互联互通创造条件，是联合作战、联合指挥下的要求之下的必然。**军事信息化的长期发展为军事智能化奠定了坚实的基础。经过多年的建设，各国军队在通信网络、数据处理和信息传输等方面取得了显著成就，实现了作战要素之间的互联互通。在信息化时代，各种军事装备和系统都配备了先进的通信设备和数据接口，能够实现信息的实时共享和交互。例如，卫星通信系统可以将全球范围内的军事单位连接在一起，实现信息的无缝传输；战场网络系统能够将指挥中心、作战部队和武器装备有机地整合起来，形成一个高效的作战体系。这种互联互通的能力使得军事智能化成为可能。在智能化作战中，各种智能装备和系统需要实时交换数据，协同作战。通过信息化积累形成的完善通信网络和数据共享机制，智能武器装备可以快速获取所需的信息，实现自主决策和精确打击。同时，指挥官也能够通过互联互通的系统，对整个作战体系进行实时监控和指挥，确保作战行动的高效协同。

**打得赢、打得起的战略需求牵引。**从战略层面来看，“打得赢”是军队的核心使命，而“打得起”则是实现这一使命的重要保障。在当今世界，军事竞争日益激烈，各国都在努力提升自身的军事实力，以确保在国际舞台上的话语权和国家安全。军事智能化的发展能够有效提升军队的作战能力，使其在战争中更具优势，从而实现“打得赢”的目标。智能化的作战系统能够实现对战场态势的全面掌控，通过高效的指挥控制和精准的火力打击，实现对敌方的快速压制和摧毁。同时，军事智能化也有助于实现“打得起”的战略需求。通过优化资源配置、提高装备的使用效率和降低作战成本，军队能够在有限的军费预算下保持强大的战斗力。例如，利用人工智能技术对军事供应链进行优化管理，可以实现物资的精准配送，减少浪费和库存积压，降低后勤保障成本。

**新质新域作战力量与军工新质生产力，强军目标下作战能力提升的必然选择。建**

设一支强大的现代化军队，实现强军目标，是各国军队的不懈追求。在当今时代，提升作战能力离不开军事智能化的支撑。军事智能化能够全面提升军队的战斗力要素。在人员方面，通过智能化的训练系统和辅助决策工具，士兵能够更快地掌握复杂的作战技能，提高作战素质。智能训练模拟器可以模拟各种真实的战场环境，让士兵在虚拟环境中进行实战训练，提高应对复杂情况的能力。在武器装备方面，智能化的升级改造使得武器装备的性能得到极大提升，具备更高的精度、更强的火力和更好的生存能力。智能坦克可以通过先进的传感器和自动火控系统，实现对目标的快速识别和精确打击。在作战指挥方面，智能化的指挥系统能够实现对战场态势的实时分析和决策支持，提高指挥效率和决策的科学性。通过军事智能化的发展，军队能够在信息化战争的基础上，进一步提升作战能力，实现从机械化信息化向智能化的跨越，更好地适应未来战争的需求，为实现强军目标提供坚实保障。

**现代战争中呈现出的作战需求变化，必然驱动智能化转型。**现代战争的作战需求正发生着深刻的变化，这成为推动军事智能化发展的重要内在动力。基于地缘政治与国际形势的日益复杂，全球技术竞争的日新月异，战争的形态变得更加多样化和复杂化，传统的作战模式已经难以满足当今的作战需求。在信息化战争的基础上，作战双方更加注重对战场态势的实时感知和快速决策，然而 ISR 数据爆炸性增长，每天有超过数 PB (千万 GB) 规模的卫星图像、无人机侦查视频、地面雷达信号汇入指挥中枢，人工已无法高效提取有效目标与威胁。智能化系统能够通过多源数据的融合分析，为指挥官提供全面、准确的战场态势图，帮助其在瞬息万变的战场上迅速做出决策。例如，通过卫星、无人机、地面传感器等多种侦察手段收集的数据，人工智能系统可以快速分析出敌方的兵力部署、行动意图和薄弱环节，为作战行动提供有力的情报支持。同时，现代战争对作战的精确性和高效性提出了更高的要求。智能化武器装备能够实现更加精准的打击，减少附带损伤。智能导弹可以根据目标的实时位置和运动轨迹进行自主调整，提高命中精度；智能火炮能够通过气象条件、目标距离等因素的精确计算，实现快速准确的火力打击。

**效费比与装备能力提升的现实考量，作战力量提升的杠杆。**在军事领域，效费比是一个至关重要的因素。随着现代战争的成本不断攀升，如何在有限的资源条件下提高作战效能，提升实际可量化的军事作战力量，成为各国军队面临的重要课题。军事智能化为解决这一问题提供了有效的途径。一方面，智能化装备的使用可以降低作战成本。例如，无人作战平台的运用减少了对人员的依赖，降低了人员培训、保障和伤亡赔偿等方面的费用。一架无人侦察机可以在不携带飞行员生命保障系统的情况下，执行长时间的侦察任务，其运行成本远低于有人驾驶侦察机。另一方面，智能化装备能够显著提升作战能力。智能武器装备具有更高的精度、更快的反应速度和更强的自主作战能力，能够在战场上发挥更大的作用。一艘配备先进人工智能系统的舰艇，可以更好地应对来自空中、水面和水下的多种威胁，提高自身的生存能力和作战效能。通过补充智能化、无人化的作战力量，使得军队能够在有限的资源条件下，提高效费比，打破靠人力编制体系提升军事力量不可持续的桎梏，将军事智能作为关键的“人

力杠杆”，以实现作战能力与军事力量总量的最大化提升。

综上所述，从物质基础准备到人工智能技术突破，从疫情导致的全球技术产业变革到作战需求变化，从现代化战争的效费比提高需求到装备能力提升，从打得赢、打得起的战略需求到军事信息化积累与互联互通创造的条件，以及强军目标下作战能力提升的必然选择，军事智能化已经在多个层面成为现实。它正深刻地改变着现代战争的面貌，成为各国军队提升战斗力、赢得未来战争的关键因素。我们必须充分认识到军事智能化的发展趋势，积极推动相关技术的研发和应用，以适应不断变化的军事形势，确保国家的安全和发展利益。

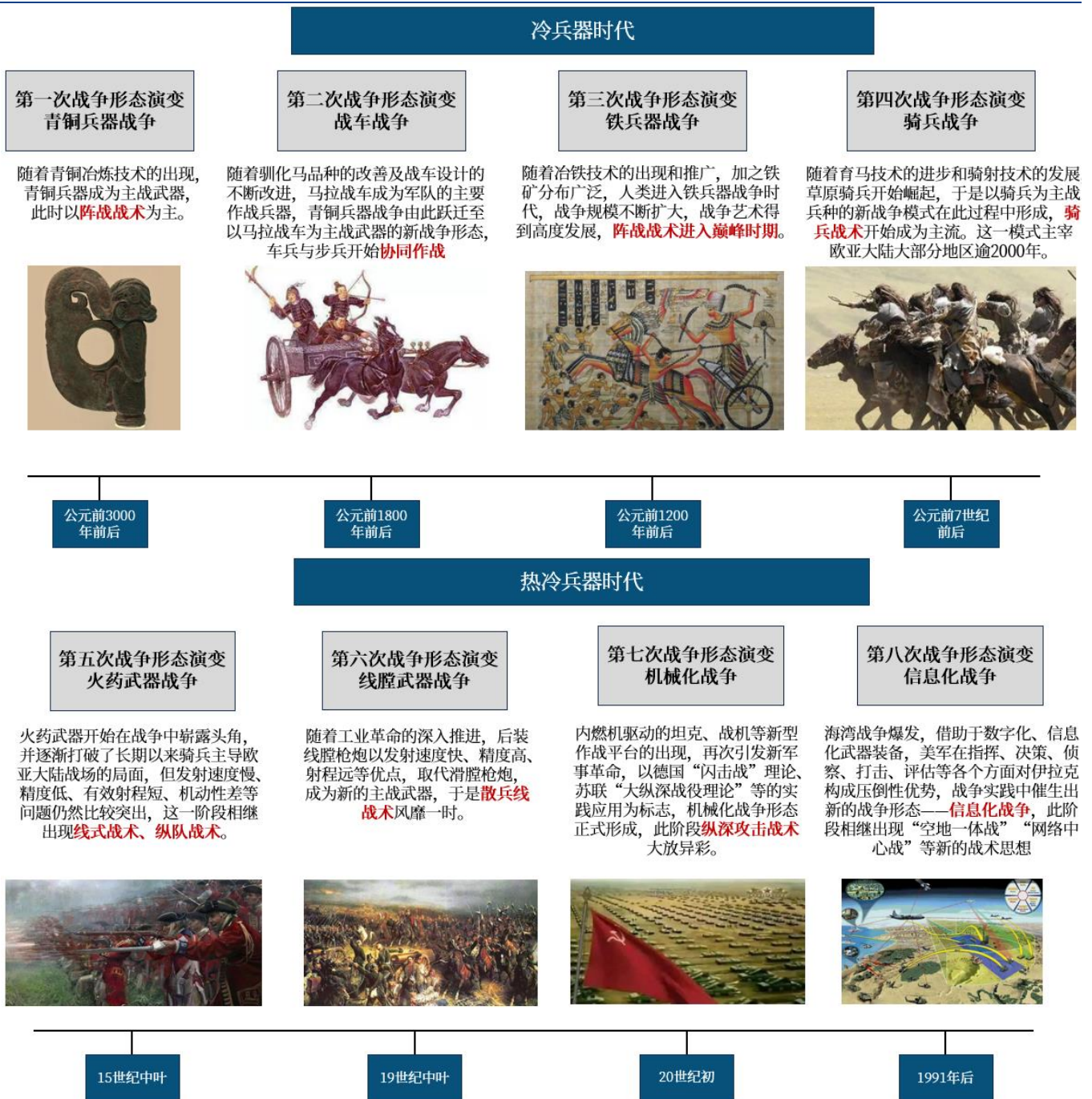
对于人工智能的军事运用，带来前所未有的机遇，同时也带来一系列担忧。随着国家迈向人工智能日益主导的未来，人们越来越担心当前和未来的传播可能会如何影响武器化、联盟、衰弱、认知侵蚀、价值锁定、欺骗、偏见和潜失业等领域。在国际、国内一直具备争议，反对声颇多，埃隆-马斯克、史蒂芬霍金、比尔盖茨等人领衔发表过一个公开的宣言，要求停止军事用途的人工智能研发，其用词也极具西方魔幻主义色彩，声称这可能“召唤出魔鬼”，产生比原子弹更可怕的武器。军事人工智能，从根本上违背了阿西莫夫的“机器人三定律”，这也是为什么说从根本上，机器人或人工智能应用于军事用途就不存在一切的合理性，其诞生与发展绝非人类之福。然而，这些都是民间呼吁，远未达到国家政策的层面，甚至，美国等人工智能科研发展高地，已经在军事人工智能中大量投入资金，并在近年来的局部区域冲突中广泛应用。

人工智能在国防领域的潜力巨大。它可以简化行动、增强决策并提高军事任务的准确性和有效性。自主系统可以执行对人类来说危险或不可能的任务，人工智能驱动的分析可以通过预测和识别威胁来提供战略优势。我们认为，人工智能将继续塑造国防格局，这也是为什么，我们只能、而且必须抱着和当年搞“两弹一星”类似的心态，保持紧迫性，来进行军事人工智能的研发，甚至要像当年美国搞曼哈顿工程那样，力争抢先占领军用人工智能的制胜高地，这样才能止戈为武，以战止战，确保和平。建议关注军事智能化相关产业链发展，积极拥抱装备变化趋势，重视军事智能化各个细分领域方向的投资机会。

## (二) 智能化战争的前瞻：打得聪明

社会形态开始向智能化演变的时候，战争形态必将随之向智能化演变。从历史上看，战争形态先后经历了从冷兵器战争、热兵器战争、机械化战争到信息化战争的若干次演变，目前正在向智能化战争演进。战争形态发展遵循“技术为体，战术为用”原则，军事学术界有一种观点，如果以“是否形成以新主战武器为核心的战争体系”为标准衡量，战争形态已历经八次演变，即青铜兵器战争、战车战争、铁兵器战争、骑兵战争、火药武器战争、线膛武器战争、机械化战争、信息化战争。目前，世界战争形态正处于信息化向智能化转变过程中。

图1 战争形态的八次演变



资料来源：中国军网、光明网、新浪网、凤凰网、成都博物馆等，中航证券研究所

智能化的战争形态与机械化战争、信息化战争相比较，已经初步呈现出无人化、自主化、人机协同化、集群协作化等特征。无人化，即战场上作战的主要力量将由基于武器装备平台的人与人之间的对抗为主，转变为基于人工智能技术、高度自动化的无人化作战平台与平台之间的对抗为主；自主化，即作战装备或平台由人类主导操控、程序化地被动执行逐步向自主观察、判断、决策、行动和评估转变，向智能自主化、多功能一体化发展；人机协同化，即战场上的作战样式将由人类的单打独斗逐步向人类与智能作战平台协同作战演进；集群协作化，即战场将由传统的高价值高性能、小规模、精确化的精兵作战向低成本低性能、大规模、饱和式蜂群协同作战演进。由此可见，智能化战争将实现 4 个转变，即作战主体由“知识力量型”向“智能信息型”转变，作战平台由“低智能”向“高智能”转变，作战样式由“体系作战”向“开源作战”转变，制胜机理由“信息主导、体系对抗、精确打击、联合制胜”向“智能主导、自主对抗、溯源打击、云脑制胜”转变。由智能系统或作战武器平台主导的 OODA（观察、调整、决策、行动）自主决策环将成为战场制胜关键因素。作战数据将成为影响战略全局的重要资源，控制作战行动的关键环节，克敌制胜的核心因素。而人类将可能不再是武器平台的操作员、甚至战术行动的战斗员，只是置身于作战行动之外的监督员、控制员。

**智能化进程将呈现渐进式。**智能化战争时代，有人为主、无人为辅是初级阶段；有人为辅、无人为主是中级阶段；规则有人、行动无人是高级阶段。智能化战争条件下，作战不再是能量的逐步释放和作战效果的线性叠加，而是非线性、涌现性、自生长、自聚焦等多种效应的急剧放大和结果的快速收敛。智能化作战体系将逐步具备自适应、自学习、自对抗、自修复、自演进等能力，成为一个可进化的类生态和博弈系统。

### （三）现状：应用的潘多拉魔盒已经被打开，AI 的“奥本海默”时刻来临

核武器技术与开发军事人工智能之间存在着惊人的相似之处。奥本海默团队在准备释放人类有史以来最致命的装置时所面临的道德困境（科学家们意识到世界在他们的发明之后将永远不会一样），同样反映了当下的时刻，人类正面临 AI 的奥本海默时刻。强大技术的发展轨迹与人类的权力动态、政治走势和个人信仰深深地交织在一起。就像核裂变的发现一样，AI 的发展的势头迅猛，甚至看起来无法阻挡，而且看起来其净收益大于危险。在国防军工领域，美国等已经在军事人工智能中大量投入资金，并在近年来的局部区域冲突中广泛应用。市场想要什么，就会有什么，AI 军事应用的潘多拉魔盒已经打开，这意味着机器人士兵、自主杀伤系统等一系列军事产品将会以创纪录的速度被创造。

## 1、各国均投入巨大经费研究

2024年，随着人工智能的普及，站在当前的历史节点，军事人工智能的发展就成了必然，国内外均在相关领域表现了极高的重视，投入了大量的资源。美国将人工智能视为“第三次抵消战略”的核心技术，投入大量研发项目和资金，仅2024年，美国的Palantir等人工智能公司就与美国各军兵种签订了大量的军事人工智能订单，同时洛克希德·马丁等传统军工企业也在诸如“AI飞行员”等无人系统项目中颇有斩获。欧洲国家，诸如法国也宣布将投入20亿欧元军费预算用于人工智能领域。受制于人工智能技术基础储备，我国在该领域处于跟随地位，但北京香山论坛、珠海无人智能主题研讨交流2024等无人智能主体研讨活动的常态化举办，体现了我国对该领域发展的重视。目前，世界各军事强国的AI武器化进程均呈现出加速趋势。从发展现状和趋势分析来看，各个国家的发展基础不同，采取的发展路径不同，取得的结果也不同。

俄罗斯总统普京在谈到AI的影响时曾提出：AI不仅是俄罗斯的未来，也是全人类的未来。他当时并没有直接提到AI的军事应用，但鉴于这项技术的普遍性和俄罗斯AI技术最近的应用发展，可以看出AI的军事应用影响也必将十分深远。俄罗斯高度重视军事智能化。2013年，俄罗斯成立机器人技术科研实验中心，提出未来20年要在智能化、无人技术等方面取得重大突破。《俄联邦2018—2025年国家武器发展纲要》将智能化武器装备列为发展重点。2019年9月19日，俄发布《人工智能战略》，要求加速俄罗斯人工智能发展和军事应用。俄国防部还表示将在2025年前组建高度自主的多功能机器人部队。目前，俄国防部联合其他部委已联合成立人工智能专项基金、国家人工智能中心、人工智能实验室，资助开发人工智能算法，建设人工智能创新型基础设施，开展人工智能在国防领域的基础性、前沿性和前瞻性研究。俄军还不断组织人工智能演练，开展各种复杂作战环境下的兵棋推演，研究人工智能对作战的影响。近年，俄军在乌克兰使用AI辅助目标识别系统，刺激美军加速部署同类技术。

法国提出明确的军事智能发展与应用规划。2018年5月，法国发布《法国人工智能战略》，表示要打造人工智能研发强国，并就全方位扶持人工智能发展提出多项具体措施。2019年9月，法国国防部发布《人工智能的国防应用路线图》报告，明确人工智能的国防应用指导原则（如确保本国行动自由以及与盟国联合行动的互操作性、维护国家主权等），提出人工智能技术的国防应用路线图，以发展主要基于数据管理、评估策略、计算和存储能力，及适应军事需要的人工智能技术；制定创新及研发战略，将侧重支持关键系统人工智能领域的学术和工业研究。另外，法国计划在国防部国际开发署内设立一个人工智能国防部协调中心(CCIAD)，推进国际合作，以提高法国的战略地位，并在建立基于人工智能技术出口的技术标准或法规方面发挥作用。

美国占据全球军事智能化发展的先机。美国已将人工智能置于维持其主导全球军事大国地位的科技战略核心，构建智能化军事体系。美国在2014年11月15日推出的第三次“抵消战略”中，首次将军事智能化作为装备和技术发展重点。2016年和2019

年美国先后发布第一版和第二版《国家人工智能研发战略规划》，指导国家人工智能研发与投资。2019年2月，美国发布13859号行政令《保持美国在人工智能领域的领导地位》，要求促进和保护美国人工智能技术和创新，确保美国在该领域的领导地位。2022年3月，美国国防部高级研究计划局（DARPA）启动新项目，在军事决策过程中引入人工智能技术。为推动人工智能、大数据及机器学习等战争算法关键技术的研究，从而推动军事智能化落地，美国国防部于2017年4月发布代号为“知识积累”（MAVEN）工程的“成立算法战跨职能小组”备忘录，开始建立跨机构跨领域跨军种的“算法战跨职能小组”（AWCFT），实施MAVEN工程。这是世界首个将人工智能用于军事用途的试点项目，促进以算法作为核心的人工智能、机器学习、大数据等技术在装备建设中的运用，其目标是实现“机器完成数据分析、人类完成战略分析”。2018年6月27日，美国国防部决定组建“联合人工智能中心”，该中心专职负责美军智能化建设，并接管MAVEN工程，负责协调和推进美国国防部人工智能项目，以保持美国在该领域的技术优势。2023年美军测试GPT-4类模型用于战术决策模拟，标志着生成AI军事化研究的深入。

英国试图实现军事智能发展的领导地位。英国是人工智能技术的诞生地，一直在积极推动发展人工智能技术。2012年，英国政府开始将人工智能技术列为国家重点发展的八大技术之一。2015—2018年，英国已发布多项相关战略文件，例如《英国机器人及自主系统发展图景》（2015年）、《英国人工智能发展的计划、能力与志向》（2018年）等，将人工智能列为其国家战略的核心，要求英国成为21世纪人工智能发展领域的世界领导者之一。为推动发展和应用人工智能技术，英国已成立人工智能发展委员会、数据伦理与创新中心、人工智能发展办公室及工业战略挑战基金等相关机构，加大资金投入力度，力争在人工智能领域处于领先地位。2018年11月，英国国防部宣布授予BAE系统公司一份2000万英镑的合同，用于发展人工智能和增强现实技术，以提升英海军舰艇性能。其中人工智能技术的发展重点是将该技术融入到舰艇作战系统中，使作战人员能迅速处理各种数据，并更快更准地做出决策。2021年7月，英国陆军将人工智能首次应用于爱沙尼亚“春季风暴”演习，士兵利用人工智能技术帮助获取有关周围地形和环境的重要信息。

我国对于军事智能化的发展，提到了极高的重视。党的十九大报告指出，要“加快军事智能化发展，提高基于网络信息体系的联合作战能力、全域作战能力，有效塑造态势、管控危机、遏制战争、打赢战争”；二十大报告中再次明确，“研究掌握信息化、智能化战争特点规律”；2024年8月，解放军报发表《新时代推动军队高质量发展的科学指南》，指出要，“紧跟信息化智能化发展趋势，把大数据、物联网、云计算等先进技术运用到军队建设中，以发展模式改革带动本领全面增强”，这些均点明了未来军事发展的重点方向，也就是信息化和智能化，军事智能技术的应用将成为未来军事装备智能化发展与战争决胜的核心驱动力之一。

## 2、从应用来看，近年来的局部区域冲突中广泛应用

1991 年的海湾战争，被称为“信息化战争的开端，使不对称作战、超视距作战、信息化战争进入世人眼界，促进了军事力量变革。同样，人工智能在至今持续多年的乌克兰危机中，汇聚了众人目光，战争形态正由信息化向智能化演进，传统战争正在被颠覆，作战法则正在被重构，AI 正在近年来的局部区域冲突中被广泛应用。世界各地日益加剧的冲突，既是 AI 战争的加速器，也是试验场。

事实上，早在美国击毙本·拉登的行动中，Palantir 就发挥了决定性作用，其大数据分析技术彻底改变了传统情报作战模式。该公司的 Gotham 平台整合了通信记录、资金流向、卫星图像等海量碎片化数据，通过机器学习算法构建动态关系图谱，精准锁定本·拉登信使的活动轨迹，最终引导美军定位巴基斯坦阿伯塔巴德的藏身院落。其革命性突破在于实现人机协同作战：系统毫秒级处理多源情报的能力，将传统需数月分析的任务压缩至数小时，并随新数据实时更新预测模型。此次行动不仅终结了美国长达十年的追捕，更标志着反恐战争的技术拐点——Palantir 作为“力量倍增器”，使情报机构首次具备从数据洪流中即时提取关键线索的能力。这一成功案例验证了硅谷科技与国家安全深度结合的可行性，推动 Palantir 从 CIA 秘密项目跃升为国防核心承包商，其开创的“智能增强”模式重新定义了现代反恐与军事决策的底层逻辑，直接引发全球军事智能化竞赛。

图2 AI 在现代战争中的应用



资料来源：《“杀人机器人时代已经到来”？AI 的“奥本海默时刻”》，中航证券研究所

俄乌冲突是人类进入智能化时代后的第一场战争，2024年2月，美国时代周刊封面文章将延宕两年的俄乌冲突称为“第一场人工智能（AI）战争”，并指出美国科技巨头已经深入介入俄乌战场。俄乌冲突相比于以往的战争或冲突具有明显的作战样式融合特点，既包含了传统的机械化战争样式，如地面集群作战；也具备信息化战争的样式，如精确打击、网络攻防与空天一体化作战。同时，在此次冲突中，双方将大量无人智能装备和人工智能运用于作战，使得战争从局部来看初步具备了智能化战争的特点。以Palantir为代表的军事人工智能企业，快速走向前台，市值超过传统武器承包商波音和洛克希德·马丁，深受资本追捧。2025年7月，乌克兰第3独立突击旅凭借无人机和自杀式地面作战平台，迫使俄军士兵向无人装备投降，创造了“史上首次”机器人迫使敌军投降的战例人工智能带来的世界科技浪潮势不可挡，国防产业乃至战争也将在人工智能浪潮的推动下进入智能化新时代。

加沙已经成为以色列 AI 作战系统的实地测试场。2024年4月3日，据以色列媒体《+972》杂志率先爆料，以色列军方正在加沙实地测试一款名为“薰衣草”的 AI 作战系统。该系统能快速判断猎杀目标的时间、地点及方式。据半岛电视台报道，“薰衣草”系统已将多达 37000 名巴勒斯坦人列为猎杀目标。以色列陆军内部人士透露，“薰衣草”系统目前正在实战中快速学习、自我完善。而以军的理想目标是，成功猎杀一名哈马斯高级官员时，在袭击中附带杀死的平民人数最好被控制在 100 人以内。对事件进行披露的以色列调查记者尤瓦尔·亚伯拉罕对媒体表示，“薰衣草”系统在本轮对巴勒斯坦人的轰炸中发挥了核心作用，目前正试图将这些（AI）工具出售给外国实体和政府。

### 3、AI+大军工：重塑产业格局

科技飞速发展的当下，AI 与大军工、新质生产力的融合正重塑众多行业格局。以低空经济为例，2025年迎来发展机遇期，低空系统作为典型复杂系统，面临环境感知、调度、数据处理及时性、多机协同与自主控制等诸多挑战，而人工智能技术成为破局关键。在智能感知场景，多源传感器融合与轻量化目标检测算法结合提升识别精准度；空域管理场景中，分布式强化学习与博弈论优化实现高效协调。搭载低空人工智能技术的航空器已在灾后救援等领域大显身手，如2022年台风“梅花”登陆时，“无人机+人工智能”系统12小时内完成500公里线路损毁评估。并且，低空人工智能汇聚具身智能、数字孪生等前沿技术，还将赋能城市管理、环境监测等行业。然而，低空人工智能发展也面临关键技术突破、人才培养及产业生态完善等挑战。

商业航天领域同样被 AI 深度赋能。AI 助力卫星数据分析，能快速处理海量图像与数据，精准识别地理特征、监测环境变化、洞察城市发展趋势等，为资源勘探、气象预测、灾害预警等提供有力支撑。在航天器设计制造环节，AI 优化设计流程，借助模拟与机器学习算法，实现结构、性能优化，降低成本、缩短研发周期。发射与轨道控制方面，AI 实时监测调整，保障任务顺利，还能预测故障提前维护。同时，AI 驱动

商业航天商业模式创新，催生航天数据服务、太空旅游规划等新业态。不过，AI 在商业航天应用中也面临数据安全、算法可靠性、专业人才稀缺等问题。

AI 在低空经济、商业航天这类典型的“大军工”领域正展现出广阔前景，虽有挑战，但随着技术进步、政策完善、人才培养推进，将不断突破，创造更大价值，推动产业迈向新高度，成为经济增长新引擎。

## 二、军事智能化带来的国防体系变革、格局重塑与模式创新

### (一) 军事智能化带来的是国防体系变革

人工智能为国防体系带来的变革与机遇是深远的。人工智能之于军事，可能带来的不仅仅是装备升级，而会是国防体系的升级、作战体系的智能化升级，包括装备、杀伤链条、战术作战、训练、军事工业生产等的升级，在越来越多程序化劳动被人工智能替代的当下，军事管理部门中部分职能被替代的可能性也同样存在，意味着未来效率、战略优势和精确度都会提高。

**装备之变。**智能化涉及国防和军队建设各个方面，从作战角度讲，智能化涉及情报处理、辅助决策、火力打击、网络攻防、电子对抗、综合保障等作战各个环节和领域，包括无人作战系统本身也需要智能技术提升其自主能力。比如装备智能化，就是通过装备上配置必要的传感器和智能计算系统，使其能够自主感知、预测、规划、决策，实现基于自身平台的“小闭环”与战场 C4ISR 系统的“大闭环”相结合，自主完成作战任务，而不必依赖于庞大、复杂的保障，实现武器装备的高自主性、快速性和精确性。又比如集群智能化，是通过多个子系统的去中心化、自适应、分布式控制，实现诸多模块化低成本系统的作战效能提升。网络攻防智能化，就是通过人工智能技术，系统能够自主学习网络环境并自行生成特定恶意代码，实现对指定网络的攻击、信息窃取等操作。同时，又能够根据对方攻击，自动检测漏洞、安装补丁，实现网络动态自愈。美军实验表明，智能化的网络攻击成功率可达人类攻击者的 6 倍。因此，智能化作战，不是某一方面或某一领域力量的作战，而是智能技术融入武器装备中的整体性运用。智能化不是简单的无人化，它们在某些方面有交叉或重叠，但不能画等号。智能化作战涉及作战领域各个方面，是以智能技术应用为特征的整体性作战，而无人化作战仅是智能化作战中的一个子作战样式或作战方式。

**岗位之变。**根据陆军装甲兵学院的预测，指挥管理类岗位在近未来被取代的可能性比较低，但承担支援保障类任务的岗位有很大的可能被人工智能所取代。此外，即使是有固定操作流程的工作，其管理和监管都离不开人的主观判断。但是对于一般管理工作，不但是操作者，甚至负责监督工作的岗位也很可能被 AI 取代。未来的军队中，指挥官将依据 AI 提供的资料为参考，并结合自身经验和直觉做出判断。对于现场物理式的作业，主要依托 AI 机器人来操作，人类只需负责管理和监督。但是，当面对战场或者灾害现场时，需要对不断发生的新事态进行随机应变地反应。这些判断反应是目前基于大数据分析的 AI 技术尚不能解决的。

图3 军事部门人员被替代的可能性

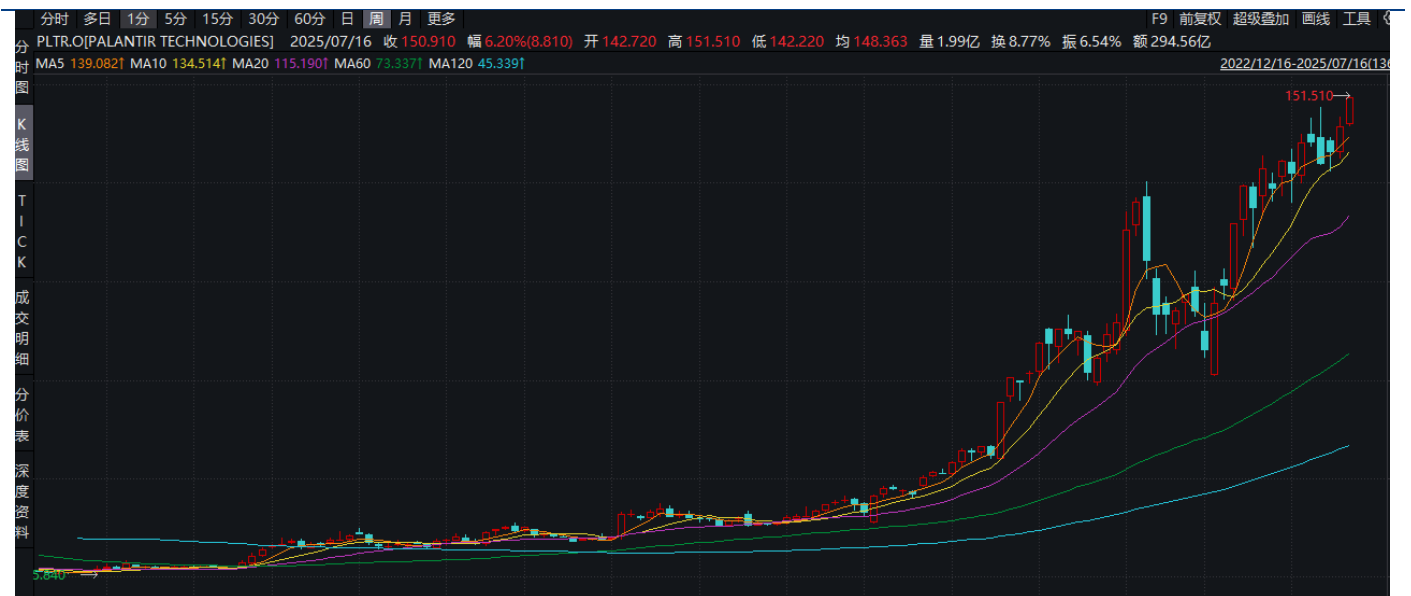
部门	部门	民用类似职业	被AI替代的可能性(%)
司令部（参谋部）	总务处	业务支援	1.4
		管理	73
	情报处	社会研究	4
		市场分析	61
	训练部	能力培养专家	1.4
		训练管理	23
	军医处	医疗健康工作者	0.73
		物理管理	1.2
	研究发展室	市政规划	13
	通信电子处	信息系统	3.5
		信息安全	21
	军法处	律师	3.5
		法务助理	94
秘书处	秘书	86	
基层部队		消防指挥	0.36
		基层派出所警察	0.44
		消防员	9.8
		飞行员	17
		船长	27
		警务	49
		铁路警察、交通管理	57
		船员	83
		保安	84
支援部队		机械设备现场指挥	0.3
		交通运输现场指挥	2.9
		厨师长	10
		航空管制工作人员	11
		设备操作人员	55
		运送、保管、配送 管理人员	59
		大型货车司机	79
		飞机维修员	71
		自助餐厅厨师	83
		货物管理人员	85

资料来源：《军事与 AI/浅析 AI 在军事领域的应用-郭昱》，中航证券研究所

## (二) 格局上：“硅谷军工” VS “传统军工”，国防军工利益集团的多元化

美国军事智能化公司 Palantir 在俄乌战争大放光彩的同时，其在资本市场也变得炙手可热，自俄乌冲突开始(2022.2.24)至今(2025.8.8)，公司股价涨幅超 1263.68%，市值最高达 4435 亿美金，超过 GE 航空航天、波音、洛克希德·马丁、雷神等传统国防军工巨头，登顶美国军工企业市值排行榜，成为美国市值最高的军工企业。从资本市场的表现下，其实可以窥见一些产业的发展迹象和脉络。

图4 Palantir 资本市场股价走势



资料来源：Wind，中航证券研究所

从产业角度来看，Palantir 市值领先于军工巨头不仅是资本推动下的结果，我们认为，究其根源，是新战争形态对传统战争形态的挑战，是以 Palantir、Anduril 等为代表的“硅谷军工”对于以洛马波音等公司为代表“传统军工”的挑战，国防军工利益集团的多元化。

图5 美国新、老国防军工利益集团的多元化



资料来源：中航证券研究所整理

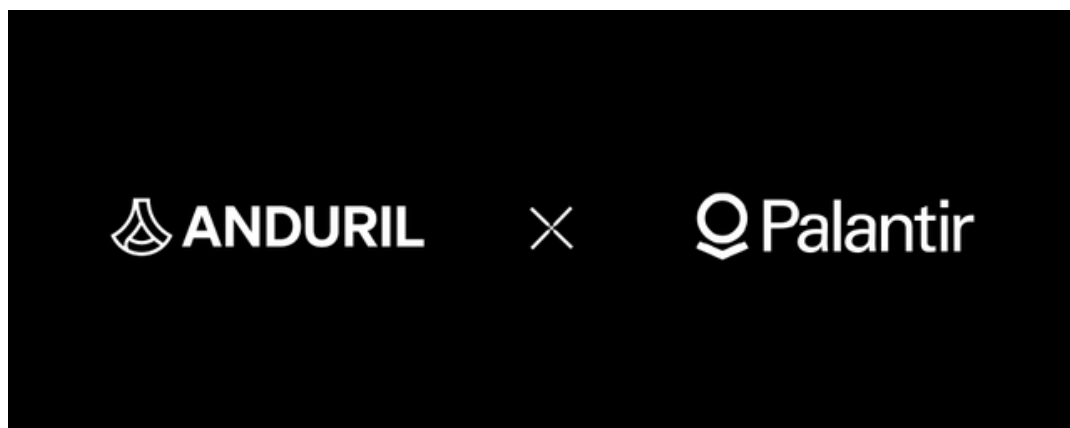
事实上，资本市场已对产业更迭似乎早已抱有了充分预期。据统计，我们筛选的美国主要的“新军工”的市值合已超越“老军工”。然而，从收入端来看，“新军工”的合计收入体量较“老军工”仍然有着数量级的差距。

**表1 业务领域及参与主体竞争格局**

新军工					老军工				
公司名称	成立时间	代码	2024年收入 (亿美元)	市值(亿美元)	公司名称	成立时间	代码	2024年收入 (亿美元)	市值(亿美元)
Palantir Technologies	2003年	PLTR.O	28.66	4435.33	GE航空系统	1917年	GE.N	387.02	2916.31
L3Harris Technologies	2019年	LHX.N	213.25	504.63	诺斯罗普·格鲁曼	1994年	NOC.N	410.33	726.00
Anduril Industries	2017年	-	10.00	305.00	洛克希德·马丁	1995年	LMT.N	710.43	1140.00
Shield AI	2015年	-	2.67	50.00	雷神技术 (RTX)	2020年 (前身1922年)	RTX.N	807.38	1310.00
Scale AI	2016年	-	8.70	290.00	TransDigm Group	1993年	TDG.N	79.40	940.00
ZEnatech	2021年	ZENA.O	0.02	1.13	通用动力	1952年	GD.N	477.16	775.00
SpaceX	2002年	-	142.00	3500.00	Axon Enterprise	1993年	AXON.O	20.83	210.00
C3.AI	2009年	AI.N	3.11	29.74	Curtiss-Wright	1929年	CW.N	31.21	90.00
HII	2011年	HII.N	74.30	710.00	Howmet Aerospace	1888年	HWM.N	74.30	606.00
合计			<b>482.70</b>	<b>9825.84</b>	合计			<b>2998.06</b>	<b>8713.31</b>

资料来源：Wind，数据更新至 2025 年 8 月 8 日，中航证券研究所整理

2024 年 12 月 22 日，据 FinancialTimes 报道，Palantir 和 Anduril，两家美国最大的国防技术公司，正在与竞争对手进行谈判，以形成一个联合体，共同竞标美国政府的工作，正在讨论加入的公司包括埃隆·马斯克的 SpaceX、ChatGPT 制造商 OpenAI、自主船舶制造商 Saronic 和人工智能数据集团 ScaleAI。作为当前最火热的两个“硅谷军工”企业，此番合作基本奠定了新一代国防承包商的诞生。事实上，新一代“硅谷军工体”诞生其实并非毫无征兆，硅谷已从 2018 年 Google 拒绝参与 Maven 项目为代表的“反战主义”，到硅谷成立防务集团 (SVDG)，为硅谷企业搭建军政沟通桥梁以促进合作，OpenAI 等进入国防军工领域，硅谷或重返成立之初“国防谷”。

**图6 Palantir 和 Anduril 合作**


资料来源：ANDURIL 官网，中航证券研究所整理

就企业选择而言，众多硅谷企业的转向或许并非本意，从宏观经济来看，高新技术企业的全球化收入下降，使得部分初创企业不得不依靠国防相关订单使其度过产品的“死亡之谷”，进而发展为依赖本国军事采购作为发展的重要来源。从历史上看，硅谷建立之初，也被称为“国防谷”，其中孕育的企业或天生具备国防基因，如今只是再度显性。

科技巨头深度参与 AI 国防军事化，加速拥抱国防军工市场，军民协同趋势加强。在深度学习、大模型等尖端人工智能领域，Google、OpenAI 等科技巨头相比传统国防军工产业，拥有更为顶尖的算法和人才，其参与 AI 军事化的趋势在加速。Palantir 是美国国防部 Maven 项目的主要承接单位，亚马逊、微软等企业也是主要贡献者这一；人工智能新晋巨头 OpenAI 的 Sora 模型已经被美国陆军选择，用于战场模拟训练，该模型可快速构建用于演习和作战复盘的虚拟环境，ScaleAI 也与美国国防部合作开发“大语言模型评估测试方法”，以便在人工智能技术安全标准和政策尚未成型的背景下，确定特定模型的基准性能，解决人工智能技术应用中出现的各类问题。与此同时，科技巨头关于人工智能军事化的态度也在发生转变，AI 军事化的节奏或进一步加速。2024 年 1 月，OpenAI 删除了禁止其技术被用于军事用途的条款；2025 年 2 月，谷歌公司在 2018 年制定的“限制其 AI 技术用于军事用途”的原则也被删除，这一巨大转变标志着谷歌的人工智能技术将不可避免的进入国防军工市场。OpenAI、Google 为代表的科技巨头在 AI 军事化这一重大原则上的转变，也预示着掌握顶尖人工智能技术科技巨头正在加速全面拥抱国防军工市场。

站在供需视角，如今雨后春笋般诞生的“硅谷军工”或许也由于“传统军工”的客观缺陷“供需不匹配”导致。美国国防采购长期以来一直被批评为缓慢且反竞争，偏袒洛克希德·马丁、雷神和波音等少数几十年的老主承包商。这些庞大的企业集团通常生产成本高昂且需要多年设计和制造的船只、坦克和飞机。硅谷蓬勃发展的国防工业优先生产更小、更便宜、自主的武器，事实上，在新的战争形态下，在近年来的局部区域冲突中均验证了，这些武器能更好地保护美国及其盟友免受现代冲突的侵害。

站在产业结构角度，硅谷军工体的崛起，或意味着产业软、硬件价值链的迁移。随着技术发展，军工生产工艺的技术门槛大大降低，伴随带来的生产力的提升与产能溢出使得软件企业能够通过收并购，获取到足够的生产能力。同时，低成本、可消耗、分布式等概念的发展，使得大量低成本、消费级、车规级的产品进入军工市场，侧面推动了军工制造业壁垒及硬件成本的下降，我们认为，这或将在较长周期内，驱动产业核心价值由硬件向软件迁移。

“硅谷军工体”内的一些的技术协同甚至已经开始。在技术层面，联盟将整合各方优势，Palantir 在大数据分析领域的专长将与 Anduril 在自主运行国防装备方面的经验相结合。双方已宣布将把 Palantir 的 AI 平台与 Anduril 的 Lattice 软件整合，

打造下一代军事和国家安全解决方案。同样，Anduril 将其反无人机防御系统与 OpenAI 的先进 AI 模型结合起来，共同致力于与“空中威胁”相关的美国政府合同。Anduril 和 OpenAI 关于该合作伙伴关系的联合声明表示，它“旨在确保美国国防部和情报界能够获得世界上最先进、最有效、最安全的 AI 驱动技术”。

“硅谷军工体”已经开始打破美国“主承包商”的寡头垄断。20 世纪 80、90 年代形成的垄断性军工巨头，虽然也在尽力转型，但是奈何体制相对固化，转型步伐缓慢，进而导致费用占比例降低，话语下降，从而逐步呈现多元、富有活力但也充满竞争的格局。甚至，在击败波音、洛克希德·马丁和诺斯罗普·格鲁门后，安杜里尔公司（Anduril）已经中标了首批 CCA，切分了通用原子的份额。我们认为，借用安杜里尔公司创始人帕尔默·勒基的一句话，“只要团队和商业模式得当，一家成立仅 7 年的公司也能与那些拥有 70 多年历史的巨头一较高下”，能颠覆格局的永远都是外来者，“硅谷军工体”对于美国国防工业旧格局的冲击，从当前来看，已经值得提起重视，科技进步与产业发展趋势的进程是不可逆的，因循守旧不肯改进、固步自封或越起不前、举棋不定均会增加被淘汰的风险，要消除疑虑，抓住机遇才能在时代浪潮中保持领先。面向国内，相关趋势也值得提高关注。

## 1、Palantir Technologies 帕兰蒂尔 (PLTR.O)：21 世纪的人工智能军火商

### 1、公司概况：智能化战争下的 AI 软件防务巨头。

Palantir 公司成立于 2003 年，名称来源于《指环王》里的真知晶球 (Palantir)，是用于通讯和观察世界的魔法水晶球，由硅谷著名企业家和风险投资人彼得·蒂尔 (Peter Thiel) 及好友亚历克斯·卡普 (Alex Karp) 创办，是美国硅谷的一家以大数据分析 and 人工智能技术为政府和企业提供服务的软件科技公司，应用大数据、AI 等技术服务于客户的海量数据处理、业务逻辑建模、执行操作流程等业务需求，广泛应用于国防军工、政府管理、健康医疗、金融、能源及石油化工领域。从收入构成来看，近年来，公司业务主要是 toG 和 toB，收入来自政府和商业，其中政府业务贡献约 55% 的营收，商业业务贡献约 45% 的营收。分区域看，2023 年，Palantir 来自美国客户收入占比 62%，来自非美国客户收入占比 38%。

公司主力产品分别为 AIP、Foundry、Gotham、Apollo 四大平台，Palantir 强调其产品能为重要的政府和企业客户提供实时的、AI 驱动的决策支持。公司产品本身不区分下游行业，而是提供不同能力的产品平台，可根据下游需求进行定制化的组合和开发，其中 Gotham 和 AIP 两大平台在情报分析以及作战指挥决策领域发挥着重要作用。

**表2 Palantir 发展历程**

阶段	时间	商业模式概述	AI 技术演进	收入及财务状况	案例
初创阶段	2003 - 2008 年	为美国政府情报机构提供数据分析解决方案，产品对接政府需求	基于传统数据分析和可视化，AI、ML 技术应用少	收入有限，依赖政府合同，毛利率低，净利润亏损	为美国国防部提供反恐和军事情报分析支持
扩展阶段	2009 - 2013 年	拓展至金融、制药等多行业，“政府与企业双轨并行”	集成更多 AI 和 ML 技术，应用 NLP、聚类算法	收入增长，毛利率上升，净利润仍亏损	与金融机构合作进行风险分析和市场预测；与制药公司合作加速药品研发周期
转型与盈利阶段	2014 - 2019 年	向多行业和国际市场扩展，产品转向模块化、可扩展大数据平台	广泛应用深度学习、强化学习等先进技术	收入显著增长，毛利率提升，前期亏损后期盈利	与埃克森美孚合作分析石油勘探数据；与以色列国防军合作提升反恐等决策效率
上市与成熟阶段	2020 年 - 至今	通过云计算和大数据技术提供端到端数据分析解决方案，采用 SaaS 模式拓展市场	AI 技术成熟，应用于自动化数据处理等多领域	收入持续增长，首次实现盈利，毛利率超 60% 且净利润上升	助力美国卫生与公共服务部制定疫苗分配策略；与福特汽车合作优化供应链和制造流程

资料来源：Wind，Palantir 官网，中航证券研究所整理

## 2、估值情况：炙手可热，美国市值最高的军工企业

公司成立早期获得美国中情局 CIA 旗下投资机构 In-Q-Tel 投资，客户逐步从 CIA 扩展到美国国防部、联邦调查局等众多政府部门，随后拓展商业客户进入医疗、金融、工业等领域。随着 Palantir 的数据分析及人工智能产品在防务和其他领域的应用不断打开，其在资本市场同样炙手可热。自俄乌冲突开始（2022.2.24）至今（2025.8.8），公司股价涨幅超 1263.68%，市值最高达 4435 亿美金，超过 GE 航空航天、波音、洛克希德·马丁、雷神等传统国防军工巨头，登顶美国军工企业市值排行榜，成为美国市值最高的军工企业。

**表3 Palantir 融资及估值情况**

时间	估值（亿美元）	详情
2005 年	/	CIA 旗下风险投资部门 In-Q-Tel 的 200 万美元，以及来自蒂尔本人及其风险投资公司 Founders Fund 的 3000 万美元。
2010 年 7 月	7.35	2010 年 7 月，Palantir 完成 9000 万美元的 D 轮融资，估值达到 7.35 亿美元。
2011 年 5 月	24	2011 年 5 月，Palantir 获得 5000 万美元融资。同年 10 月，在 F 轮融资中筹集 7000 万美元，此时估值约为 24 亿美元。
2013 年 9 月	90	Palantir 获得 1.965 亿美元融资，估值约为 90 亿美元。2013 年年收入超过 4.5 亿美元。
2014 年 11 月	150	Palantir 获得 5 亿美元融资，估值达到了 150 亿美元。2014 年年收入达到 10 亿美元。
2015 年	200	2015 年，Palantir 宣布其估值为 200 亿美元。年末，Palantir 获得了 8.8 亿美元的新融资。
2020 年	/	2020 年 4 月，获得 5.5 亿美元的 I 轮投资。9 月，在纽约证券交易所（NYSE）完成上市。
2021 年	/	10 月，获得 1.5 亿美元的 grant 资金激励
2023 年	/	8 月 31 日，获得 1010 万美元的 post ipo 融资，投资者为方舟投资
2024 年	/	2024 年 11 月 26 日，公司把股票上市地转移至纳斯达克（Nasdaq）。
至今	4435	美国军工企业市值第一股

资料来源：ISSARICE.com，Techcrunch.com，数据更新至 2025 年 8 月 8 日，中航证券研究所整理

### 3、特种领域应用案例

Palantir 在大数据和情报分析领域成果斐然，曾协助捕获本·拉登，也是 2018 年作为美军人工智能旗舰项目 Maven 计划的主要承包单位。2022 年俄乌战争爆发以来，战争起始阶段 Palantir 便深度介入战争，为乌克兰军队及多个政府机构提供服务，在情报分析、指挥决策等多个领域展现出人工智能的巨大优势。2022 年初，CEO 卡普到访乌克兰与泽连斯基会面深度探讨合作，卡普也成为首位会见乌总统的西方大型科技公司 CEO。Palantir 的太空 AI 技术为乌克兰军队提供了一个全方位、实时、智能的战场指挥系统，大大提高了乌克兰军队的作战效率和胜算。Palantir 向乌军方提供的 MetaConstellation 系统，大量使用商业卫星、热传感器、侦查无人机和间谍收集的敌情信息，并使用人工智能技术进行分析处理，乌军官表示此系统使得地面指挥官每天可以精确定位多达 300 个俄军目标。Palantir 产品在乌克兰战争展现出颠覆性的革命，展现了人工智能技术在智能化战争时代带来了冲击和无限可能，美国军方与包括 Palantir 在内的人工智能防务供应商的合作也越来越多，2024 年 Palantir 拿下包括美国陆军、美国特种作战司令部、美国国防信息系统局在内的多个军方机构，总计约 12 亿美元的合同。

公司围绕数据和人工智能领域构筑的核心能力打造出系列化的软件定义防务软硬一体化产品，如 Skykit、TITAN。Skykit 是 Palantir 推出的边缘 AI 情报套件，配备了 Starlink 卫星通信终端，小型无人机、预装 Palantir 软件的强化军用计算机，结合“元星座”和 AIP 的能力，让用户在任意地方快速进行数据分析和情报分析。TITAN（泰坦）是 Palantir 为陆军开发的首款人工智能地面站，它通过人工智能和机器学习实现深度感知，也是美国陆军历史上首个由软件公司开发的软件定义硬件项目。

**表4 Palantir 特种领域应用案例**

时间	客户	金额（美元）	项目情况
2021年1月13日	美国陆军	约850万（共2.5亿）	交付陆军地面站现代化第一阶段的原型，支持陆军的战术情报目标接入节点（TITAN）计划。2022年6月28日，公司与雷神技术公司进入了为期14个月的竞争性原型开发阶段。
2021年6月	美国联邦航空管理局（FAA）	最高1840万	提供数据分析工具，支持 FAA 飞机认证和运营安全活动
2022年9月	现代重工集团	4500万以上	扩大合作并扩展到造船领域
2022年9月	国土安全调查局	5年9590万	续签案件管理软件合作伙伴关系，支持对人口贩运等犯罪调查
2024年12月	美国陆军	上限6.19亿	签订四年4.01亿美元合同，最高上限可达6.19亿美元，以提供陆军 Vantage 能力，扩展与陆军 Vantage 的合作伙伴关系，支持“陆军数据平台”（ADP）
2018年	陆军研究实验室	/	Palantir 首先与陆军研究实验室合作，在 2018 年为前线人员提供最先进的运营数据和人工智能能力。
2022年7月28日	美国陆军研究实验室	9990万	公司宣布将扩大与美国陆军研究实验室的合作，为作战司令部（COCOMs）的用户实现数据和人工智能（AI）/机器学习（ML）功能。该合同为期两年。
2022年9月29日	美国陆军研究实验室（ARL）	2.29亿	美国陆军研究实验室（ARL）将扩大与该公司的合作，以支持所有武装部队、联合参谋部和特种部队在国防部（DoD）测试、利用和扩展人工智能（AI）和机器学习（ML）能力。
2024年9月20日	陆军研究实验室（ARL）	9980万	陆军研究实验室（ARL）授予公司合同，将 Maven Smart 系统接入范围扩展到各军种，包括陆军、空军、航天部队、海军和美国海军陆战

			<p>队。简化并加速了服务访问 Maven Smart 系统中现有功能的能力。Maven 智能系统是国家地理空间情报局 Maven AI 基础设施的一部分。</p>
2024年3月6日	陆军	1.784 亿	<p>2022年6月28日，公司与雷神技术公司进入了为期14个月的竞争性原型开发阶段。</p> <p>授予公司开发和交付战术情报目标接入节点(TITAN)地面站系统的主协议，包括10辆泰坦原型机的开发，其中5辆为高级型，5辆为基本型。</p> <p>TITAN是一种新型陆基战术多功能情报信息系统，彻底改变了陆军收集、处理和传播关键战场信息的方式，代表着军事技术的重大进步。它利用人工智能和机器学习快速处理来自各种来源的大量传感器数据，包括太空、高空、航空和地面传感器，通过提供实时情报和目标信息，这种快速处理能力将为战胜对手提供决定性优势。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 快速数据处理：TITAN的人工智能功能使其能够快速分析和解释复杂的数据流，大大缩短了识别潜在威胁和机遇所需的时间。</li> <li>➢ 增强态势感知：通过融合来自多个来源的数据，TITAN可提供全面的最新战场情况，使指挥官能够在动态环境中做出明智决策。</li> <li>➢ 提高目标定位精度：TITAN的先进算法可准确识别和指定目标，提高精确打击的效果。</li> <li>➢ 提高行动节奏：TITAN的自动化功能减轻了士兵的工作量，使他们能够专注于更高级别的任务，保持更快的行动节奏。</li> </ul> <p>2024年12月18日，美军第1多域特遣部队(1st MDTF)作为一支旨在跨域作战的尖端单元，集成了战术情报瞄准接入节点(TITAN)作为一种新能力，成为陆军第一支获得TITAN高级原型的单元。</p>
2019年12月	美国陆军	4.58 亿	<p>为陆军 Vantage 提供支持，这是一个全面的数据分析平台，旨在促进数据驱动的决策。该合同为期一个基准年和三个选择年，Palantir 在当年获得了 1.1 亿美元的基准年合同；2020 年 12 月宣布第二年合作，总价格为 1.138 亿美元；2021 年 12 月宣布第三年合作，总价格为 1.163 亿美元；2023 年 12 月宣布第四年合作，总价格 1.15 亿美元。</p> <p>美国 Vantage 由 Palantir 的软件提供支持，该软件提供了一个中央操作系统，可增强就绪性，并在一个集成数据平台上提供对不同陆军数据源的近实时可见性和访问。自平台推出以来，Palantir 与陆军的持续合作已经帮助生成和集成了来自 160 多个不同系统的 30000 多个独特数据集。</p> <p>自 2018 年以来，陆军利用 Palantir 的软件转变了其使用数据和人工智能(AI)的方式，以更有效地执行重要任务，并在整个部队中实现更快的决策。Vantage 最初专注于了解人员准备情况和战斗准备情况，如今已成为支持 ADP 的核心软件系统。ADP 为每个梯队的作战人员提供支持，并支持跨每个数据领域的各种用例，包括就绪性、后勤、招募、部队管理、人才管理、财务管理、风险管理等。</p>
2020年11月18日	陆军	/	<p>公司被美国陆军选中，接受通用数据结构和数据安全解决方案的两个原型合同之一，以支持陆军下一代网络现代化技术“能力集 23”的网络设计实验。这标志着 Palantir 的 Gotham 软件首次与陆军最新的任务指挥软件应用集成，称为指挥所计算环境(CPCE)，使 Palantir 成为加速陆军现代化的关键合作伙伴。</p> <p>CPCE 是一种指挥软件套件，旨在为战术级别及以上的陆军指挥官提供通用作战图。CPCE 现已部署到整个部队，为指挥官提供更好的可视化工具、通用应用程序和新的服务器基础设施。该原型将在情报、任务规划和执行的交汇处工作，提供一个单一的集成解决方案，为指挥官提供全球作战图景，以做出更好的数据驱动型决策。</p> <p>2022年7月，美陆军主要信息系统与网络技术部门正努力整合“Vantage 数据分析可视化平台”与“指挥所计算环境(CPCE)系统”，以帮助陆军加速开发数据架构。</p>

2021年10月5日	陆军	8.23亿	<p>公司被美国陆军情报系统和分析项目经理选中，为 Capability Drop 2 (CD-2)项目提供陆军情报数据结构和分析基础，进入陆军竞争性的8.23亿美元无限交付、无限量(IDIQ)合同的下一阶段。</p> <p>Palantir 将部署 Palantir Gotham 平台，通过一个覆盖多个安全等级的全球联合情报数据结构和分析平台来支持世界各地的陆军情报用户。这种能力将部署现代数据集成、关联、融合和分析能力，使陆军为下一场对抗新出现的同类威胁做好准备。</p> <p>CD-2 项目旨在使陆军情报企业现代化，与能力下降 1 (CD-1)和战术情报目标接入节点(TITAN)计划并列。</p>
2022年10月6日	美国陆军装备司令部(AMC)	8510万	<p>公司被美国陆军装备司令部(AMC)选中，支持其预测性和预见性维护以及供应链优化工作。AMC 将利用 Palantir 的软件在竞争环境中支持后勤工作，提高设备可靠性，推进供应链优化。该奖项在五年内总计 8510 万美元。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>该系统基于 AMC 现有的企业资源规划(ERP)和基于状态的维护(CBM)工具，提供现代化的操作能力，使用户能够采取基于数据的行动，更有效地利用陆军的全球资产。</li> </ul>
2023年10月10日	美国陆军	2.5亿	<p>美国陆军授予公司一份为期三年的新合同，以提供额外的能力，支持作战司令部(COCOMs)、武装部队、情报部门和特种部队继续测试、利用和扩展人工智能(AI)和机器学习(ML)能力。</p> <p>该合同到 2026 年价值高达 2.5 亿美元，这一新阶段将推进跨部队的联合全域指挥与控制(JADC2)能力。</p>
2024年5月30日	国防部首席数字和人工智能办公室(CDAO)	4.8亿	<p>国防部首席数字和人工智能办公室(CDAO)授予公司生产合同，使其人工智能操作系统的许可证在整个国防部可用。最初的订单价值 1.53 亿美元，用于支持某些作战司令部和联合参谋部，在 5 年的时间里，额外的订单价值可达 4.8 亿美元。Palantir 的商业解决方案将成为更大的 CJADC2 生态系统的一部分，与其他供应商和项目集成，以支持战场感知、全球一体化、有争议的后勤、联合火力和目标工作流程。</p>
2020年-2022年5月	美国太空部队	1.75亿	<p>2020 年，公司开始与美国太空部队合作，签订了一年的合同，使美国空军、太空部队和 NORAD-NORTHCOM 的任务区能够整合、清理、共享和利用数据，以帮助在人员管理、战略和作战计划、跨空间态势感知和作战司令部之间的协作方面做出决策。</p> <p>2021 年 5 月 24 日，公司获得一份总额为 3250 万美元的固定价格合同，Palantir 将部署和维护数据即服务(DaaS)平台，以支持 SMC/ECX 的空间指挥和控制计划。</p> <p>2021 年 12 月，合同累计总额为 9150 万美元。</p> <p>2022 年 5 月，合同累计总额达到 1.75 亿美元。</p>
2016年-2023年6月	美国特种作战司令	4.63亿	<p>自 2016 年以来，Palantir 的平台一直被特种作战司令部(USSOCOM)用于实时任务操作，以与全球态势感知架构的其他组件进行互操作。</p> <p>2021 年 5 月 28 日，被美国特种作战司令部(USSOCOM)选中，继续作为其组织数据管理和人工智能任务指挥平台的工作，作为任务指挥系统/通用作战图像计划的一部分。该合同总价值为 1.11 亿美元。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2023 年 6 月 5 日，公司宣布获得美国特种作战司令部(USSOCOM)的一份合同，这份多年合同价值高达 4.63 亿美元。</li> </ul>
2022年12月21日	英国国防部	7500万英镑	<p>公司宣布与英国国防部(MOD)达成一项具有里程碑意义的企业协议(EA)。该合作项目价值 7500 万英镑，为期三年，将支持英国国防部的数字化转型，使其成为未来世界领先的敏捷力量。数字化转型由国防数字公司带头，由 Palantir 公司提供支持，国防部将把数据视为战略资产，利用其力量在整个组织(从总部到前线)提供卓越的军事优势和更高的效率。</p>
2024年4月14日	HD 现代重工	/	<p>2024 年 4 月 14 日，HD 现代重工与 Palantir Technologies 在美国华盛顿特区签署了合作备忘录 (MoU)，宣布联合开发用于海上侦察的无人水面舰艇，计划于 2026 年完成，并进一步扩展至海上作战用途。项目命名为“Tenebris”（拉丁语意为“黑暗”）。</p>

资料来源：Wind，Palantir 官网，中航证券研究所整理

## 2、Anduril 安杜里尔公司：面向智能化战争的国防新创承包商

### 1、公司概况：为新型战争做技术筹备的 AI 公司

Anduril Industries（安杜里尔工业）是美国专注于国防科技的公司，总部位于加利福尼亚州科斯塔梅萨，是一家为新型战争做技术筹备的初创公司。公司成立于 2017 年，由前 OculusVR 创始人 Palmer Luckey 与两位 Palantir 早期成员 Trae Stephens 以及 Brian Schimpf 共同创立。公司致力于利用人工智能和自动化技术，为美国国防部及其他政府机构提供创新解决方案。目前公司已经开发出一系列创新性国防产品，包括自动化监控系统、无人机、传感器网络和人工智能驱动的指挥控制平台等，旨在增强国家安全和作战能力。

图7 ANDURIL 概况



资料来源：Anduril 官网，中航证券研究所

Anduril 专注于开发先进 AI 和自动化技术，以增强国家安全和国防能力。与传统国防承包商不同，安杜里尔将自己的资金投入研发和生产，而不是依赖政府资助和成本加成合同。仅在实际产品准备就绪后才向军方出售，安杜里尔可以节省政府资金，同时还提供先进的技术，使美国领先于对手，这让美国军方及其合作伙伴能够快速获得即战力的同时，不用过于紧张于资金和依赖财年规划。

Anduril 的产品众多，主要包括：Lattice（“晶格”）系统、武力防护、空中系统、无人潜航器和火箭发动机。与主要关注硬件的传统国防承包商不同，Anduril 的核心系统是 Lattice OS，这是一个自主感知和命令与控制平台，作为能力套件的核心平台。

**图8 Anduril 产品**

产品名称	产品类别	核心功能	代表客户或应用
Lattice OS	AI作战系统	AI驱动的态势感知与指挥控制系统，整合多传感器、支持边缘自治任务	美军多个军种、边境管理、JADC2计划
Ghost	无人机	便携侦察无人机，低噪音、长续航、高载荷，可执行ISR任务	USSOCOM、用于战场侦察与监视
Ghost-X	无人机	Ghost增强版，具备更强航程与载荷能力，多任务有效载荷平台	用于复杂环境下的任务与部队保护
Altius 系列	固定翼无人机	固定翼、管发射无人机系列，支持多平台部署、电子战与打击任务	美陆军ALE项目、特种作战平台、Kratos平台集成
Roadrunner	垂直起降无人机	双喷气发动机，高速VTOL平台，具备高亚音速机动性和拦截能力	配合Nest自动发射系统执行空中拦截与打击任务
Fury	隐形无人机	AI驱动隐形无人机，协同作战，自主飞行，用于高风险侦察	尚在测试阶段，面向高端作战飞机智能化协同平台
Barracuda	巡飞弹	低成本、可批量生产的巡飞导弹系统，具备精确打击和平台协同能力	美空军ETV测试，支持打击/侦察/电子战等任务
Bolt 系列	便携式无人机	垂直起降、便携无人机，具备AI火控和多角度精确打击能力	战术部队快速部署使用，可精确跟踪并打击动态目标
Anvil 系列	反无人系统	反无人机拦截器，具备高速碰撞或引爆模块，能自主追踪目标	美英军方，已部署于战区防御无人机威胁
Sentry Tower	传感监控系统	33英尺塔台，集成雷达/热成像/通信，适用于边境和军事基地监控	CBP、DoD，用于边境和军事基础设施周边监控
Wisp	红外监控系统	360°红外高质量监控系统，具AI分析与威胁自动识别能力	固定塔、舰艇与车载部署，支持边境防御与基地监控
Pulsar	电子战设备	软件定义电磁战设备，支持反无人、电子干扰、射频智能识别	2024年获美军合同，用于协同式电子战与反无人任务
Dive-LD	水下无人航行器	便携式AUV，续航10天，作业深度6000米，用于ISR和海底测绘	澳大利亚皇家海军签署1亿美元合同开发3台原型
Dive-XL	超大型水下航行器	XL级水下无人潜航器，模块化舱体，支持长时潜航和战术集成任务	为澳大利亚和美军水下作战提供超长续航和任务能力

资料来源：Anduril 官网，中航证券研究所

**表5 Anduril 发展历程**

阶段	时间	商业模式概述	AI 技术演进	收入及财务状况	案例
初创阶段	2017-2019年	专注军事防御系统研发，早期产品以 Lattice OS 为主，获政府小额试点订单	构建Lattice OS 作为传感-分析-决策系统，具备AI态势感知雏形	获中小合同支持，亏损经营，靠融资支撑发展	与特战司令部SOCOM合作测试反无人机系统
扩展阶段	2020-2022年	推进V-BAT无人机和Lattice平台应用，扩大五角大楼合作，进入多域作战系统开发	集成自主飞行控制、目标识别、无人集群协同	合同金额快速上升，营收规模翻倍增长	获得美海军642M订单，部署基地反无人系统
转型与盈利阶段	2023年	获得空军、海军、澳大利亚防务订单，合同额快速增长，构建端到端国防解决方案	实现战场级实时自主导航与多任务调度，强化人机协同算法	客户多样化，营收增长强劲，预计盈利临近	澳大利亚海军合作开发 Ghost Shark潜航器
上市与成熟阶段	2024年至今	完成G轮融资，估值超300亿美元，推行模块化AI国防平台，探索海外部署与本地制造	模块化构建AI作战生态，融入生成式AI与战略指挥模拟	推行规模化制造与本地化部署，盈利能力持续增强	中标美陆军下一代C2项目，F轮后估值超300亿美元

资料来源：Wind，Anduril 官网，中航证券研究所整理

自成立以来，Anduril 的并购之路成果丰硕，正通过一系列收购和战略合作迅速扩展自身的技术业务领域，已经初步具备军工复合体的雏形。2021年4月，其收购了无人机公司 AreaI，成功踏入热门的无人机业务领域，让软件能力有了关键军事装备的依托。同年9月底，传感技术公司 Copious Imaging 被纳入麾下，该公司的广域红外持续监视传感器技术（WISP），为 Anduril 在传感器技术方面添砖加瓦。2022年2月，无人艇公司 Dive Technologies 被收购，Anduril 的自主系统套件得以扩展，无人能力延伸至海底领域。2023年6月，固体火箭发动机公司 Adranos 的加入，使 Anduril 进军固体火箭发动机业务。同年9月，无人机公司 Blue Force Technologies 被收购，进一步拓展了其在自主飞行器领域的能力。到了2025年初，雷达系统公司 Numerica Corporation 的雷达和指挥控制业务也被 Anduril 收入囊中，增强了其在传感器软硬件领域的实力。通过这一系列并购，Anduril 不断拓展业务版图，提升自身综合实力。

**图9 Anduril 重要并购历程**

并购对象	类型	并购目的/战略意义	整合方向
Area-I	无人机制造公司	提升Anduril在战术无人机领域的系统级能力，使其具备生产、部署、软件集成一体化解决方案	将Altius系列无人机融入Lattice OS指挥平台，作为战术节点广泛部署。
Adranos	固体火箭发动机公司	实现从飞行平台到推进系统的垂直整合，增强自身导弹和无人攻击平台的自主能力。	为Roadrunner等高空机动空中平台提供动力系统，并支持弹药模块发展。
Blue Force Technologies	自动驾驶飞机研发公司	布局未来空战系统，开发具备空战协同、智能飞行与高动态任务适应能力的喷气式无人战飞机。	计划开发与Ghost系列及Lattice系统高度融合的高性能AI喷气式无人机。

资料来源：Anduril 官网，中航证券研究所

### 2、估值情况：与大多数国防公司不同，获得了风险投资的大力支持

Anduril 公司受到资本市场的热烈追捧，六年内膨胀了超 30 倍，2025 年最新估值达到了 305 亿元，仅半年时间，公司估值已翻倍，充分证明了市场对其能力的认可。

**图10 Anduril 估值变化情况**

时间	估值（亿美元）	详情
2017年	/	创立初期获得 Founders Fund 支持，启动种子轮融资，金额未披露。
2019年	10+	A/B/C轮融资累计达 1.2 亿美元，公司估值突破10亿美元，成为“独角兽”
2021年6月	45	完成 D 轮融资，融资金额 4.5 亿美元，公司估值约 45 亿美元。
2022年	140	完成 E 轮融资，融资 1.48 亿美元，估值大幅跃升至 140 亿美元。
2023年	140	完成 F 轮融资，融资 15 亿美元，维持估值约 140 亿美元。
2024年	280（拟）	市场消息称 Anduril 拟以 280 亿美元估值再融资，仅半年估值翻倍。
2025年	305	完成 G 轮融资，融资 25 亿美元，估值升至约 305 亿美元，创历史新高。
至今	305	美国新兴防务科技独角兽估值排名前列

资料来源：Anduril 官网，中航证券研究所

### 3、特种领域应用案例

近年来, Anduril 在美国军方订单中频有斩获, 其中不乏与传统军工的正面交锋, 近日, 美国空军公布, Anduril 与传统老牌军工企业通用原子公司, 共同入围下一代空优 (NGAD) 的明星项目 CCA (协同作战飞机), 为“新军工”承揽新型装备型号总体研制工作, 开创了先河。

**图11 Anduril 项目情况**

时间	客户或部门	合同金额	项目内容简要说明
2019年9月	美国空军	最高9.67亿	参与ABMS系统原型开发
2020年	美国特种作战司令部 (SOCOM)	约10亿	主导反无人系统 (C-UAS) 能力建设
2024年-2025年	微软	/	微软正试图将其整个集成视觉增强系统 (IVAS) 合同转让给安杜里尔 (Anduril), 这在微软为美军部队提供混合现实护目镜的长期传奇中也是惊人的转折。
2025年3月	美国海军	6.42亿 (10年期)	Anduril工业公司已确认被选中提供人工智能赋能的反无人机系统 (CUAS) 技术, 保护美国海军陆战队在全球的基地。该公司已获得价值6.42亿美元的10年期无限期交付/无限数量 (IDIQ) 记录计划, 为基地-反小型无人机系统 (I-CsUAS) 计划提供先进的自主解决方案。
2025年7月	美国陆军	9960万	开发下一代指挥与控制系统原型 (NGC2)
2024-2025年	澳大利亚海军	数亿	开发并测试Ghost Shark大型自主潜航器原型三艘
2025年	美国空军	数亿	安杜里尔公开其为美空军“协同作战飞机” (CCA) 项目开发的“狂怒”人工智能无人僚机, 旨在实现与未来第六代战机的协同作战。该机重约600千克, 配备单发“威廉姆斯” FJ44-4M涡扇发动机, 速度接近1马赫, 最大爬升高度达15.24千米

资料来源: Anduril 官网, 中航证券研究所

### 3、ShieldAI：获得业内大量产业合作方的资本加持

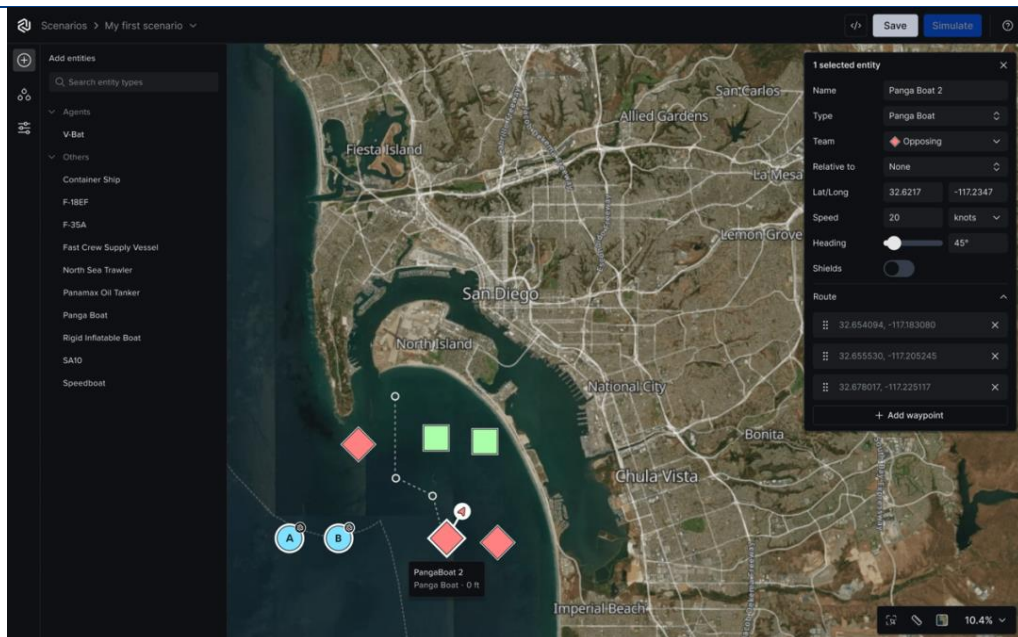
#### 1、公司概况

Shield AI 成立于 2015 年，由前海军海豹突击队 BrandonTseng 和其兄弟电气工程师 RyanTseng 联合创立，其核心使命是开发全球领先的人工智能飞行系统。公司的核心技术“Hivemind”软件系统专为自主飞行器设计，能够在 GPS 和通讯信号受阻的情况下实现自主操作，具备实时感知、决策和行动的能力，其鲁棒性和适应性使其在无需人工干预的情况下完成高效任务。自成立以来，ShieldAI 已发展成为自主系统领域的领导者，并与美国国防部(DoD)和国际盟友签订了合同。该公司的旗舰软件 Hivemind 及其无人机平台（包括 Nova 和 V-BAT）已部署于各种高风险任务中，从中东的室内侦察到与 F-16 战斗机的空中格斗模拟。

ShieldAI 的核心技术是其标志性的“Hivemind”软件系统。这一系统专为自主飞行器设计，可以在 GPS 和通讯信号受阻的情况下实现自主操作，具备实时感知、决策和行动的能力。Hivemind 系统以其鲁棒性和适应性为特点，在无需人工干预的情况下能够完成高效任务。

Hivemind 的技术架构主要包括三个部分：核心模块、人机交互界面以及开发和测试工具链。核心模块负责整合多传感器数据以生成高精度的周围环境地图，并支持复杂场景下的操作。人机交互界面则允许操作员设定目标和调整任务，提供了灵活的控制选项。开发工具链则确保了算法从仿真到实际环境的平稳过渡。

图12 ShieldAI 的产品 Hivemind



资料来源：ShieldAI，中航证券研究所整理；

在感知能力方面，Hivemind 能够通过多传感器融合技术，在 GPS 信号受阻或缺

实时生成三维地图并规划路径。其决策算法能够快速评估目标和潜在风险，从而选择适合当前任务的行动方案。与此同时，系统还能从操作中不断学习，以进一步优化性能。目前，Hivemind 已经在其代表性硬件产品 V-BAT 无人机中成功应用。这种垂直起降的无人机无需跑道支持，能够适应多种复杂战场环境。在黑海的一次行动中，V-BAT 成功突破 GPS 干扰，完成了高风险任务。未来，Hivemind 还将作为数字副驾驶部署在美国空军 F-16 战斗机上，目标是快速扩展到下一代飞机，包括 F-22、F-18 和其他战斗机。

图13 ShieldAI 的 V-BAT 无人机



资料来源：ShieldAI，中航证券研究所整理；

ShieldAI 的产品已在国防行业获得了广泛应用，其客户包括美国空军、陆军和其他国际防务机构。同时，ShieldAI 还与业内公司广泛合作，宣布扩大与人工智能系统供应商 Palantir Technologies 的合作伙伴关系，这一合作旨在为自主无人系统开发和部署大规模指挥控制解决方案。此次合作将把 ShieldAI 的 Hivemind 软件开发工具包与 Palantir 的软件解决方案套件整合，后者包括企业资源规划、地理空间情报和运营决策工具。两家公司此前在 2024 年 10 月的美国陆军协会（AUSA）年会和博览会上已展示了初步合作成果，实现了 ShieldAI 的 Hivemind 与 Palantir 的 Gaia 系统的集成，打造出统一的自主系统指挥控制系统。这种合作模式不仅提升了低空作战的指挥控制能力，也为未来低空军事行动提供了更强大的技术支持。

**表6 SheildAI 发展历程**

阶段	时间	商业模式概述	AI 技术演变	收入及财务状况	案例
初创阶段	2015 - 2018 年	专注于研发具备室内飞行能力的AI 无人机, 获得风险投资支持, 主要为美军提供战术级产品样机	Hivemind雏形, 重点开发自主导航与避障算法, 强化在GPS拒止环境下的飞行稳定性	早期以少量试验性订单为主, 营收规模较小, 依赖投资维持运营	Nova初代机在叙利亚城市内用于特种部队清剿任务
扩展阶段	2018 - 2020 年	推出Nova和Hivemind系统, 进入美军采购体系, 探索软件订阅与无人机硬件结合模式	实现端到端AI飞行控制, 集成视觉识别、目标锁定与战术行为规划	签订首个千万美元级合同, 获得DARPA及DoD多项资助, 收入开始增长	Hivemind系统部署于战术无人机参与地面部队训练
军用整合阶段	2021 - 2023 年	与美国空军、海军陆战队等签订多项合同, 扩展至F-16模拟空战等复杂应用, 强化AI飞行平台	多机协同、强化学习优化飞行任务调度, AI模拟对抗与敌我识别技术成熟	年订单总额突破亿美元级别, 获得美国陆军Vantage等大型平台支持	与F-16联合空战演练, 展示AI在近距空战中的战术学习能力
国际化与平台化阶段	2024 年至今	推进Hivemind平台国际部署, 并拓展到与北约、盟友国家联合训练领域, 定位为全球AI作战平台	部署AI平台化作战体系, Hivemind与多机种兼容, 构建AI驱动的空中之作战集群	估值超过25亿美元, 订单持续增长, 盈利前景明确, 具备可持续商业模式	参与北约联合训练行动, Hivemind平台跨国部署验证成功

资料来源: ShieldAI, 中航证券研究所整理

## 2、估值情况

公司得到行业普遍认可, 估值膨胀迅速, 获得了业内较多产业合作方的资本加持。2025年1月21日, 总部位于圣地亚哥的人工智能初创公司 ShieldAI 宣布完成新一轮约2亿美元融资, 公司估值由一年前的28亿美元跃升至50亿美元, 投资方包括军工和航空航天巨头 Palantir、空中客车 (Airbus) 和 L3Harris, 以及著名风险投资机构 AndreessenHorowitz、Point72 和 RiotVentures 等。这一融资事件不仅彰显了投资者对军事技术创新领域的青睐, 更凸显了低空与 AI 融合的巨大潜力。

**图14 SheildAI 融资情况**

时间	估值 (亿)	详情
2015年	/	公司成立, 获得种子轮融资, 投资方包括 Founders Fund, 金额未公开。
2018年	/	完成 A 轮融资, 金额为 1050 万美元, 主要投资者为 Andreessen Horowitz。
2019年	/	完成 B 轮融资, 融资 2050 万美元, 估值未公开。
2021年6月	10+	完成 C 轮融资, 融资 9000 万美元, 估值超过 10 亿美元。
2021年11月	/	C轮扩展融资, 追加 2.1 亿美元。
2023年6月	27	完成 D 轮融资, 融资 2 亿美元, 估值提升至 27 亿美元。
2023年12月	28	扩展 D 轮至总融资额 5 亿美元, 估值达 28 亿美元。
2025年3月	53	完成 F-1 轮融资 2.4 亿美元, 估值达 53 亿美元。

资料来源: SheildAI 官网, 中航证券研究所

## 3、订单情况

截至 2024 年，Hivemind 已搭载于六种机型，包括 F-16、MQ-20Avenger、Kratos、MQM-178、Firejet，展现了其可扩展性，凸显了 Hivemind 在实现自主任务方面的作用，从情报、监视和侦察(ISR)到打击行动。

**图15 SheildAI 项目情况**

时间	客户部门	合同金额 (美元)	项目内容简要说明
2021年	美国空军	720 万	提供小型无人机系统 (sUAS)，支持空军特殊作战命令 (A-FSOC)
2022年	美国空军 (STRATFI)	6000 万	用于无人机与 Hivemind 技术的实验
2022年7月	美国空军 JADC2 项目	9.5 亿 (上限)	加入空军 JADC2 多域指挥控制合同，用于系统成熟及演示扩展
2024年7月	美国海岸警卫队	1.981 亿	使用 V-BAT 提供海上无人机 ISR 服务 (COCO 模式)
2024年8月	美国海岸警卫队	995 万	部署前支持、15 天演练及无人系统协调课程
2021-2024年	美国陆军 / 导弹防御司令部	1520 万	开发智能平台识别系统 (IPR) 原型

资料来源：SheildAI 官网，中航证券研究所

## 4、Scale AI

### 1、公司概况

ScaleAI 于 2016 年由美籍华裔创业者 AlexandrWang（汪滔）和 LucyGuo（郭露西）在旧金山创立。ScaleAI 最初并不专注于人工智能，其前身 ScaleAPI 是一个提供按需人工服务的平台，帮助企业完成内容审核、数据提取等任务，后因发现自动驾驶行业对数据标注需求巨大，公司便转型为 AI 训练数据服务提供商，后续逐渐将业务完全转向 AI 训练数据。ScaleAI 通过“算法预筛+人工复核”的混合模式，处理图像、文本、视频、3D 传感器数据等多模态数据。在自动驾驶领域，为了让自动驾驶系统准确识别道路上的各种物体，需要数百万张标注精确的道路图像，ScaleAI 便能提供此类数据服务。对于大语言模型，其依赖上亿条带语境的人类对话数据，这同样在 ScaleAI 的业务范畴内。

表7 Scale AI 发展历程

阶段	时间	商业模式概述	AI技术演进	收入及财务状况	案例
初创阶段	2016 - 2019 年	主要为科技企业提供数据标注服务，通过人类标注训练 AI模型	聚焦于监督学习数据收集与标注优化	收入有限，主要依赖风险投资，尚未实现盈利	服务于Lyft、OpenAI等企业的标注需求
扩展阶段	2020 - 2022 年	客户拓展至政府与国防机构，提供数据管理、AI模型训练等平台服务	构建AI数据基础设施平台，拓展至多模态数据支持	年收入破亿，估值快速增长至70亿美元	与DoD、OpenAI合作标注军事数据及图像处理
转型与创新阶段	2023 年 - 至今	拓展生成式AI领域，为国防及企业客户构建大模型评估平台、生成式AI搜索系统	集成红队评估、LLM嵌套评估、多模态AI系统搭建	国防合同规模持续扩大，估值稳定在百亿美元以上	与美国国防部CDAO建立合作，构建生成式AI军事评估标准

资料来源：Scale AI，中航证券研究所整理

ScaleAI 目前主要有三款产品或服务用于美国军方：**大模型测试与评估**、**多诺万平台**、**Hermes 大语言模型**。

**大模型测试与评估**是 ScaleAI 向美国国防部提供的一项关键服务。该系统能够帮助 CDAO 建立一套安全部署人工智能的框架，涵盖模型性能评估、为士兵提供实时反馈，以及创建针对国防部特殊需求的评估数据集（例如分析战后报告中的发现）。

**多诺万平台（ScaleDonovan）**是一款基于自然语言处理（NLP）的 AI 平台，专为国家安全领域设计，可帮助作战人员、分析人员和决策者加速对战场态势的理解、计划和行动速度，相当于 AI 作战指挥系统。该系统采用基于人类反馈的强化学习算法，不断微调系统模型，以适应新任务的变化。作为 AI 作战指挥系统，其优势在于情报的集成处理与运用，可提供战场实时情报、全面背景和危机规划支持，帮助指挥官做出明智的决策，并增强部队在战场上的情报准备能力。

**Hermes 大语言模型**可应用有助于军事规划者从多个维度更全面地观察战场情

势。用户可以通过使用“Hermes 军事规划大型语言模型”全面理解对手的战略，从而制定更为精密的作战策略。这一大语言模型设计团队将可能存在的敌方军事信息添加到了 Hermes 的语料库中，军方用户可以提出诸如“什么是联合封锁？”“X 国如何使用柴油潜艇？”的问题。此外，还可以借助该模型来理解各地区经济间的联系、特定国家的政治活动时间表（如选举）、特定国家的主要基础设施情况。除了事实问题之外，军方还可以在对抗环境中使用该模型生成关于时间优势和位置优势的假设情境，通过分析这些假设情境进一步完善行动方案。

**图16 Scale AI 产品情况**

产品/服务	主要功能	应用场景	补充说明
大模型测试与评估	为美军定制LLM评估框架；持续监控性能、红队测试、AI系统认证；提升AI安全性和可靠性	美国国防部（CDAO）模型测试评估框架建设	使用混合红队测试+人机评估+生态协作，确保模型稳健性
多诺万平台 (ScaleDonovan)	AI作战指挥系统；支持态势感知、危机规划、自动生成报告；提升指挥效率和情报能力	部署于美国陆军第十八空降师、空军测试场景，支撑实时战场决策与智能问询	支持多模型调用（GPT、LLaMA等），API集成现有 workflow，加速情报周期
Hermes大语言模型	战役级规划大模型；支持对手战略理解与情境设想；用于辅助作战方案制定	与美国海军陆战队大学联合开发，用于作战计划分析和假设场景推演	模型训练数据包含对手信息、政治经济背景等，支持复杂问题查询与战略假设

资料来源：Scale AI 官网，中航证券研究所

## 2、估值情况

**图17 Scale AI 估值情况**

时间	估值（亿美	详情
2016年	/	公司成立，获Y Combinator种子轮融资（约12万美元），估值未披露。
2017年5月	/	A轮融资约450万美元，估值未披露。
2018年8月	/	B轮融资约1800万美元，估值未披露。
2019年8月	10+	C轮融资1亿美元，估值突破10亿美元，成为“独角兽”。
2020年12月	35	D轮融资1.55亿美元，估值达35亿美元。
2021年4月/5月	70-73	E轮融资3.25亿美元，估值升至70-73亿美元。
2024年5月	138	F轮融资10亿美元，估值达138亿美元。
2025年6月	290-300	Meta收购49%股权，估值约为290-300亿美元。
至今	290-300	企业AI服务持续增长，估值稳定在近300亿美元。

资料来源：Scale AI 官网，中航证券研究所

### 3、订单情况

**图18 Scale AI 项目情况**

时间	客户部门	合同金额 (美元)	项目内容简要说明
2020 年	美国国防部	9100 万	协助试验、开发、更新用于机器学习和 AI 的标注数据集，预计 2024 年 6 月完成交付。
2021 年 3 月	美国空军	-	加速美国空军人工智能 / 机器学习发展，用于情报、监视和侦察处理、使用和传播。
2022 年初	美国国防部	2.49 亿	开发机器学习、深度学习和神经网络的测试和评估能力，重点关注图像分析、NLP 产品及服务等关键用例。
2023 年 4 月	美国国防信息系统局 (DISA)	-	获得 Impact Level 4 (IL-4) 临时授权，允许其尖端 ML 平台和 LLM 访问含受控非机密信息 (CUI) 的国防应用，加速信息访问。
2023 年 4 月	美国海军陆战队大学	-	合作开发 Hermes 大语言模型，测试该模型在战役级作战规划方面的能力。
2023 年 5 月	美国第十八空降军	-	推出多诺万平台 (ScaleDonovan)，为其采集超过 10 万页实时数据 (如命令、情报报告等)，帮助军事人员快速理解和组织数据。
2023 年 5 月	美国陆军	-	被选中帮助部署数据引擎，支持陆军的机器人战车 (RCV) 计划。
2023 年 7 月	美国空军 (实验任务)	未公开	测试大语言模型在现有军事指令执行中替代人工的效率，用时缩短至 10 分钟
2023 年 8 月	美国国防部首席数字和人工智能办公室 (CDAO)	-	通过 ScaleDataEngine 为联合部队提供数据管理和标注服务，支持多模态数据，提升数据质量以支持机器学习算法。
2024 年 2 月	美国国防部首席数字和人工智能办公室 (CDAO)	-	为国防部内部大型语言模型 (LLM) 创建全面测试和评估框架，提供安全部署框架、评估模型性能、实时反馈及开发专门评估集。

资料来源：Scale AI 官网，中航证券研究所

## 5、C3.ai

### 1、公司概况：

C3.ai 是一家企业级人工智能应用软件公司，构建了一系列软件应用程序，使客户能够快速开发、部署和运营大型企业人工智能应用程序，从而显著减少人工智能软件工程问题的work量和复杂性。客户可以在主要的公共云基础设施、私有云或混合环境上部署 C3 人工智能解决方案，也可以直接在其服务器和处理器上部署。

表8 C3 AI 发展历程

阶段	时间	商业模式概述	AI技术演进	收入及财务状况	案例
早期平台开发	2009 - 2016 年	建立企业级AI平台C3 AI Suite, 定位能源与制造业AI分析工具	以建模驱动平台为核心, 支持大规模数据整合与ML算法调度	处于初创期, 依赖外部融资支持研发	与贝克休斯联合开发油气AI平台
垂直行业扩展	2017 - 2021 年	推出C3 AI应用程序包, 覆盖石油、电力、制造、国防等行业, 逐步形成SaaS化	加入行业知识图谱与预测性维护模型, 结合时序数据预测与优化	2021年营收达2.52亿美元, 首次实现盈利季度	为美空军提供预测性维护平台
生成式AI转型	2022 - 至今	推出C3 Generative AI平台, 整合OpenAI、Google等模型实现企业搜索与问答系统	集成生成式大语言模型, 实现多模态企业信息检索、问答与文档生成	公共部门订单占比超50%, 新增协议数量同比增长85%	推出C3 Generative AI for Enterprise Search, 接入OpenAI
商业模式调整	2023 年 - 至今	由订阅制转为按使用量计费, 降低客户准入门槛, 加速中小企业扩展	优化底层架构, 支持大模型微调、API适配与企业自有知识接入	短期收入承压, 长期客户数量显著提升, 用户粘性增强	转型后成功签约T-Mobile、Boston Scientific等大客户

资料来源：C3 AI 官网，中航证券研究所整理

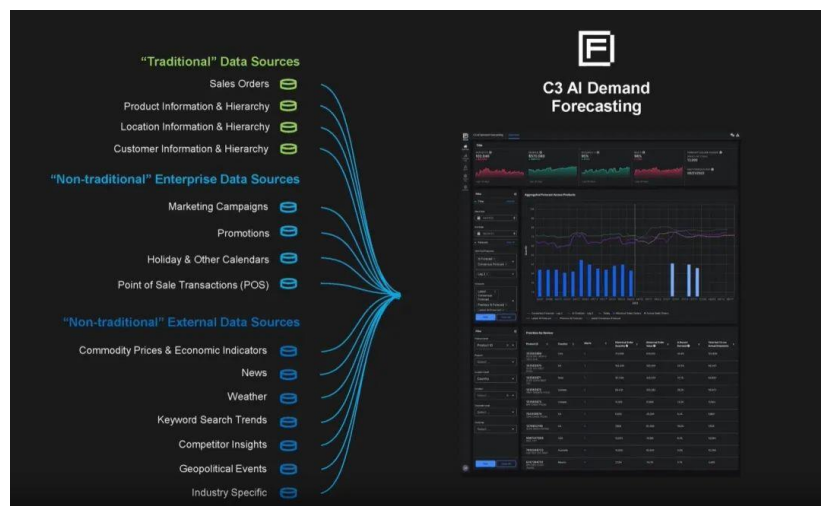
C3.ai 提供三个主要的软件解决方案系列，统称为 C3AI 软件：包括 C3AI 应用程序平台，这是一个用于开发、部署和运营企业 AI 应用程序的端到端平台；C3AI 应用程序，一个特定行业的 SaaS 企业 AI 应用组合，可以实现全球组织的数字化转型；以及 C3GenerativeAI，为企业提供一套特定领域的生成式人工智能产品。

**图19 C3 AI 产品**

产品/服务	主要功能	应用场景	补充说明
C3AI 应用程序平台	提供端到端平台即服务，支持客户大规模设计、开发、提供和运行企业 AI 应用程序；允许客户构建、定制、运行和管理自己的企业 AI 应用程序；采用独特的模型驱动架构，通过“抽象层”和概念模型构建应用程序，减少冗长代码编写，加快交付速度并降低开发复杂性。	企业级 AI 应用程序的全生命周期开发与运行支持	核心优势在于模型驱动架构，简化企业 AI 应用开发流程，降低技术门槛。
C3AI 应用程序	提供交钥匙、即用型的跨行业及行业特定企业 AI 应用程序组合，解决关键任务和高价值用例；应用程序可扩展、可定制，支持组织在 1-6 个月内部署生产 AI 应用；覆盖石油和天然气、化工、公用事业、制造业、金融服务、国防、情报、航空航天、医疗保健、零售、电信等多个垂直市场。	石油和天然气、化工、公用事业、制造业、金融服务、国防、情报、航空航天、医疗保健、零售、电信等垂直行业的关键任务与高价值业务场景	应用程序组合不断扩大，针对各垂直市场部署或计划部署完整集成的 AI 应用系列，以提升行业价值链。
C3GenerativeAI	推出生成式人工智能产品套件，首款产品 C3GenerativeAI for Enterprise Search 融合大型语言模型、生成式 AI、强化学习、自然语言处理和 C3 人工智能平台实用性，通过直观搜索和聊天界面帮助企业用户快速定位、检索和呈现企业信息系统全语料库相关数据，改善用户体验；整合开放性人工智能、谷歌及学术界等最新 AI 能力和先进模型到 C3AI 应用程序平台，加速客户价值链中模型利用及业务 / 行业转型。	企业级信息检索与数据呈现，支持各行业客户通过生成式 AI 提升信息获取效率和业务转型速度	2023 年 1 月接入 OpenAI GPT-3 模型推出，首款产品非自研而是接入成熟大模型 API 接口；公司重视保持生成式 AI 技术前沿地位，认为对持续增长和行业相关性至关重要。

资料来源：C3 AI 官网，中航证券研究所

三大解决方案支撑起 AI 核心技术的落地和实现，C3.ai 收获了 200 多家行业巨头客户，并不断拓宽 AI 应用的深度和广度，多元化策略颇具成效，不仅在私营客户领域获得了成功，而且在公共部门也取得了显著进展。

**图20 C3 AI 产品**


资料来源：C3 AI 官网，中航证券研究所

## 2、估值情况

**图21 C3 AI 估值**

时间	估值（亿美元）	详情
2009年	/	公司成立，初期以能源行业企业软件为核心产品。
2010-2014年	/	完成多轮内部融资，进入 GE、贝克休斯、ENGIE 等能源及工业客户供应链
2016年	12	估值约达 12 亿美元，定位为企业级 AI 软件平台。
2019年	20	融资额累计超 2 亿美元，估值突破 20
2020年12月	100+	2020 年 12 月在纽交所（NYSE）上市，首日市值超百亿美元。
至今	35-40（市值波动）	当前市值约为 35-40 亿美元，主力客户包括空军、壳牌、LyondellBasell

资料来源：C3 AI 官网，中航证券研究所

## 3、订单情况

**图22 C3 AI 订单**

时间	估值（亿美元）	详情
2009年	/	公司成立，初期以能源行业企业软件为核心产品。
2010-2014年	/	完成多轮内部融资，进入 GE、贝克休斯、ENGIE 等能源及工业客户供应链
2016年	12	估值约达 12 亿美元，定位为企业级 AI 软件平台。
2019年	20	融资额累计超 2 亿美元，估值突破 20
2020年12月	100+	2020 年 12 月在纽交所（NYSE）上市，首日市值超百亿美元。
至今	35-40（市值波动）	当前市值约为 35-40 亿美元，主力客户包括空军、壳牌、LyondellBasell

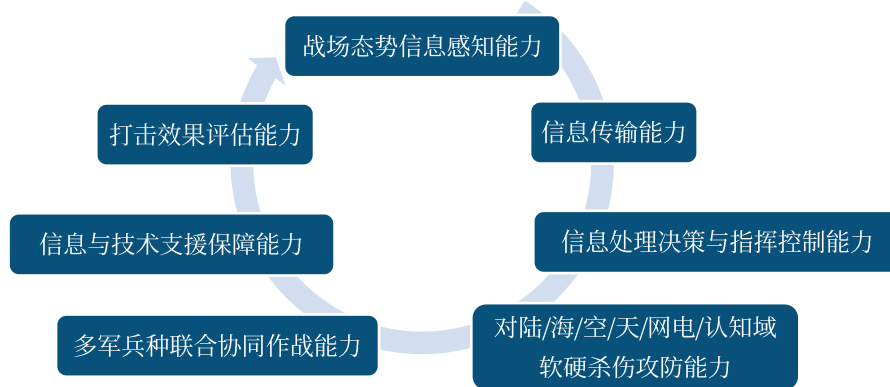
资料来源：C3 AI 官网，中航证券研究所

### 三、军事智能化的主要应用路径：通用性技术，不同的军事应用领域与技术脉络，各自契合

人工智能技术是通用性技术，将不仅对特定领域如无人系统产生局部影响，而是对整个军事作战体系、各个作战领域与流程产生深层次且广泛的影响。目前，人工智能和机器学习的几项关键进展已显示出重塑军事和国防部门的巨大潜力。它可以简化行动、增强决策并提高军事任务的准确性和有效性。自主系统可以执行对人类来说危险或不可能的任务。人工智能驱动的分析可以通过预测和识别威胁来提供战略优势。

人工智能技术不是单一的科技，而是涵盖了多个新型技术的集合，主要包括 ML 机器学习 (MachineLearning)、机器人技术 (robot-technology)、CV 计算机视觉 (ComputerVision)、生物识别技术 (Bio-metrics) 以及 NLP 自然语言处理 (NaturalLanguageProcessing) 五类技术。不同的军事应用领域与不同的技术脉络相契合，没有一种技术路径便可“包打天下”。

图23 军事智能化要求的作战能力和形成的闭环效果



资料来源：中航证券研究所整理

军事智能化是信息化的延伸和升级，赋能各作战环节流程（即“OODA 环”），从而实现整体作战效果升级。信息化指充分利用现代信息技术开发利用信息资源，促进信息交流和知识共享，推动军事、经济、社会发展转型的历史进程。信息化具有提高军事效能的作用，可通过数字化、网络化、一体化、作战云和数字孪生等实现多种平台跨域联合作战。而智能化则更进一步，在信息互通互融的基础上赋予系统对客观事物进行合理分析，判断及有效地处理、行动的综合能力，是信息化垂直向下的深度融合。以人工智能为例，其三大要素为数据、算法、算力，数据是大数据；算法是机器学习、深度学习、强化学习；算力是超级运算、云计算和未来的量子计算，均需要以充分的信息化为基础。基于技术层面的支撑和应用层面的实现，军事智能化最终形成的作战效果是一个以信息为主导，具备战场感知、信息传输、处理决策、指挥控制、任务执行、效果评估等作战能力的闭环过程。20 世纪 70 年代，美军提出了“OODA”

理论，即观察、判断、决策和行动。随着以人工智能为首的新兴技术加速向军事领域转移，智能化赋能“OODA”循环，提高全面性、精准性、一致性，实现作战效果升级。

**表9 军事智能化在“OODA”循环中的赋能**

环节	赋能效果	智能化技术	具体内容
观察	态势全维感知	智能化观察装备	通过数据处理模型精准获取各类情报信息数据，融合再生战场态势信息，快速实时形成容量大、覆盖全、情况准的战场态势图。
		智能传感与自主组网技术	快速部署各类智能感知节点，基于任务自适应协同感知战场，构建透明可见的数字化作战环境。
		大数据处理技术	战场多源情报快速整合，全维呈现战场态势。
判断	情报高效处理	智能化情报处理模型	智能分析研判战场态势，找准敌作战企图，预测战场态势发展。
		神经网络等	从谋局布势、任务规则、战局掌控等方面学习运用战争规律，以机器智能拓展情报处理能力。
		大数据、机器学习等	海量数据的搜索、存储、计算、挖掘，用于快速、准确地判断和预测战场态势及变化，大幅提高情报处理效率。
决策	指令自主生成	特征识别、虚拟现实、脑机对接等	分析识别作战力量在战场中的行动特征。
		穿戴智能设备	无缝链接人与指挥系统、有无人平台等，使多元作战力量能够在未知复杂战场环境下实现自主、适应、交互、智能决策控制。
		无人平台，人机协同	压缩作战构想、任务分配、目标打击、毁伤评估的指挥周期，使得各类型作战力量完全自适应协同一致行动。
行动	战力精准释放	计算能力和智能算法	提高智能化武器装备的打击精度。
		无人机、机器人	代替人力完成复杂战场环境下的多种作战任务。

资料来源：中航证券研究所整理；

必须指出的是，我们认为，无人化并不等同于智能化，也不能算是智能化的一个阶段，究其根源，我们认为主要是由于无人化的趋势诱发因素与带来的变革方向与智能化有一定的不同。从诱发因素来看，无人化更像是自动化的延伸，而自动化又是机械化的延伸，故其变革方向往往作用于行为与控制域；而智能化更多是信息化的延伸，故其变革方向往往更多作用于思想、决策、数据分析、梳理等信息智力域，而就像我们所熟识的，人工智能是“语言的巨人和行动的矮子”也是源自于此。因此，两者均将在军事领域产生深远变革，而其趋势可能是长久且并行的。

## （一）情报分析+AI：AI 拨开战争迷雾，产业需求蓬勃

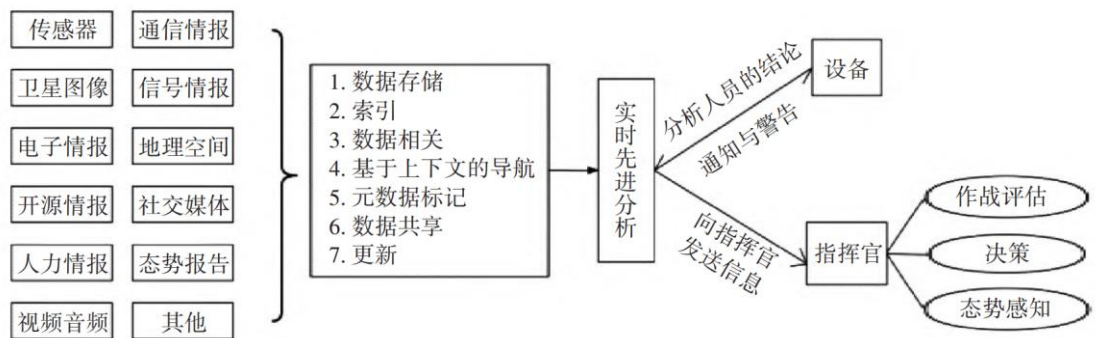
情报搜集分析系统是为实现情报搜集、加工、存储、检索和传递的系统，在军事战争中除了要及时收发数据信息以外，在强对抗环境下还要预处理之前所收集的信息，分析、整理具有价值的信息，利用信息整合形成情报优势。情报信息涵盖了多方面的数据内容，例如电子情报、地理空间情报、开源情报、全动态视频、音频、社交媒体

等方面。这些情报信息在数据中心进行存储，可以通过索引搜索出相关的内容，发送这些数据实现数据共享。

伴随着武器装备的发展与战争形态的演进，由于打击效率的提升以及战场迷雾的存在，因此能否取得战争的胜利将在很大程度上取决于所获取情报信息的准确性、充分性、时效性和可用性，帮助作战指挥人员建立并保持对战场空间态势信息的综合感知，减少战场的不确定性和未知性，从而提高作战指挥决策的速度和质量，也就是能否建立信息优势并由此获取全面的决策优势，最终全面主宰未来战场。美国《福布斯》杂志发表题为《重新定义军事情报:战场上的大数据》一文指出，自“9·11”以来，无人机和其他监视技术的数据量增长了1600%，分析数据信息就像在高速的消防带中饮水一样困难，需要开发具备智能功能的新软件用于数据的获取和分析。美国陆军中将迈克尔·奥茨曾说，“数据并不缺乏，缺乏分析。”

**情报分析+AI**，即利用现代信息技术和人工智能技术，提高情报分析处理的自动化程度和效率，是当前情报工作与人工智能军事领域运用的重要课题。现实需求是推动技术发展的强力“催化剂”，相较于人工分析处理数据信息，人工智能技术在海量数据分析中具有绝对优势，如通过图像理解、生物识别技术和深度机器学习能力对收集图像进行处理分析，高质量地实现图像自动识别和目标提取，“情报”减轻人类的工作量。

图24 人工智能作用下的情报搜集系统



资料来源：《人工智能技术在军事及后勤领域的应用研究-喻新尧》、《人工智能技术在军事领域的应用思考-李博骁》、《人工智能技术在军事航天领域的发展-陈拯》、《人工智能技术在美国军事情报工作中的当前应用及发展趋势探析》，中航证券研究所整理

“情报分析+AI”已成为军事智能化运用的典型领域。在大数据时代，庞大而复杂的数据考验着情报系统的技术体系结构和数据处理能力；另一方面，信息化作战的突发性和速决性对情报系统的实时、分布式分发能力提出了新的要求。相较于人类，AI在海量数据与开源信息的搜集、处理、分析等方面存在显性优势，这使得“情报分析+AI”迅速得到实战化应用，不论是美国的“Maven”、“TITAN”项目，还是 Palantir

等 AI 公司在过往击杀本拉登，当前俄乌冲突及巴以冲突的瞩目成果，都使得各国逐步重视 AI 在情报分析领域到来的颠覆性变革。

“情报分析+AI”的典型应用，预测分析。高级 AI/ML 情报模型用于预测分析，以预测潜在威胁或维护需求，他们可以分析大量数据，以发现人类分析师可能无法辨别的模式和趋势，从而有助于主动防御战略和有效的资源分配。

未来情报分析+AI 将成为应用的常态，人工智能已率先在情报分析侦查领域产生颠覆性的变革。情报分析是人工智能在国防军事领域应用的先行环节，美军 Maven 项目初期的探索仅是在目标识别领域，但随着 AI 技术的快速发展以及实战化运用，以及 Palantir、Clearview 等 AI 公司在俄乌战场上大放光彩，AI 在 ISR 领域产生的变革让世界瞩目。

国内相关标的：中科星图、光电股份、中科世通亨奇、道达天际、拓尔思、瞰天科技、靖安科技；

## （二）指挥控制+AI：人与 AI 混合决策，指控产业智能化升级

指挥控制系统是在联合作战背景下，通过对资源的组织、协调和决策，可为协同作战行动提供精准高效指挥支持的中枢系统，是作战体系中不可或缺的一部分。现代战争中，战场对抗的广度和深度空前扩大、作战环境日趋复杂、作战进程不断加快，现代军事指挥控制对计算能力、数据搜集能力以及算法能力的需求正在以指数速度增长，对指挥控制能力提出了更高的要求。在此背景下，AI 正在迅速融入指挥控制系统，成为世界各国军队建设的重要领域。美国空军指挥与参谋学院发布的一份报告就曾指出，“世界正处于意识到人工智能巨大威力和指数级增长的初级阶段，人工智能的创新解决方案可以将空中力量的指挥与控制带入 21 世纪”。我们认为，AI 赋能指控，“指挥控制+AI”有望带来更加高效的指挥，实现决策优势。

“指控+AI”的运用能够处理海量数据。在当前的大数据时代有着显著的“3V”特征，即 Volume（总量大）、Variety（类型多）、Velocity（速度快）。近乎海量的数据信息，对指挥官和参谋人员来说是极大的挑战，人力手段不仅会耗费大量时间，而且还有可能会出现错误，因此需要依靠 AI 辅助处理海量数据，挖掘潜在信息。

“指控+AI”的运用有望妥善协调各方需求。现代战争“全球一体作战”成为大势所趋，需要一个机构或机制对全球力量进行实时调配，对指挥控制提出了更高的要求。“指控+AI”能够将大部分任务管理负担从人的肩上卸除，自主化的机器对机器任务布置和战术决策将实现杀伤链末端的跨域协同以及多域效能聚合，系统运转也会由逐级传动向按需联动发展。

“指控+AI”的运用有望显著缩短决策周期。在复杂作战环境下，指挥官与士兵都处于 OODA 循环中，观察、定位、决策以及行动的循环速度，将直接关系到战争的胜败。“指控+AI”的运用有望显著缩短决策周期，辅助军事主官处理和解释现代战争中产生的大量数据，为其提供全面、近乎实时的战场情况，并给出潜在决策选项，助力决策生成与战略规划。

当前，人工智能技术在指挥控制系统中的应用领域主要有以下五个方面。

**图25 人工智能再指控系统中的应用**

典型应用领域	具体能力
进行战略预警	人工智能技术为战略级司令部提供重大事件预测和报警能力。在战略级，通过使用大量当前世界发生的事件信息，人工智能系统能够帮助指挥官分析动态变化的地理政治和军事环境，对世界战略区域的军事、政治态势信息进行收集分析并生成结论。
辅助作战决策。	信息化战争条件下，对作战指挥决策的时效性、准确性要求变得更加严格。这就要求指挥与控制系统应具有智能决策支持能力，通过指挥与控制系统提供的智能化辅助决策，能够分析处理大量情报，智能化优选确定目标和评估方案，拨开“战争迷雾”，为联合作战指挥决策和部队行动提供及时可靠的辅助支持功能。
实现一体化作战指挥。	美国国防部提出的联合全域指挥与控制将云计算作为其信息共享架构基础，可连接所有军种的传感器，融合许多信息源，辅助指挥官决策，降低采取行动所需的时间。2019年，俄罗斯国防部信息系统局局长称俄军队正在采用云计算技术，并正在开发数据传输网络，以便国防部创建一个信息服务平台。在2019年俄军举行的里海区舰队演习中，俄罗斯自动化控制系统将陆、海、空天部队成功地融合到了一个信息环境中。演习期间，探测到的目标数据可实时输入系统，指挥官可根据目标类型选择最优攻击方法，自动化指挥控制系统利用人工智能技术可实时接收和分析信息。
进行资源配置和任务管理。	利用机器学习，人工智能可进行信息自动化处理与分析。在战区范围内的冲突中，了解可用且最适合完成任务的资产是一项重大挑战，若人工智能可覆盖所有域，它将能够评估最适合使用资源的指挥官，包括那些凭人力挖掘可能无法显现的资源。人工智能还能快速提醒指挥官，甚至在任务展开或新情报出现时自动调整命令，例如编辑空中任务分派命令，优化资产部署

资料来源：《人工智能技术在军事领域的应用思考-李博骁》、《智能化战争背景下人工智能技术在军事指挥控制中的应用-周伟》，中航证券研究所

国内相关标的：观想科技、兴图新科、莱斯信息、科思科技；

### （三）自主系统：从自动化到自主自治，AI能力需求提供武器装备新价值增量

装备的机械化到自动化引领了上个时代的战争，当前，从自动化到自主化、自治化正成为装备发展的主要趋势之一。自主作战的概念并非一朝一夕之间的出现，而是无人化装备技术发展的自然延伸。“自主化”、“自治化”的概念开始被提出，简单来说，即武器装备能够执行指令，还可以依靠人工智能（AI）在动态环境中独立行动。这种能力的核心在于“自主性”（Autonom），这不仅仅是技术层面的升级，更是战略思维的转变：从“以人为中心”到“人机和谐”认为，甚至可能是“机器主导”。在理论上，自主作战系统应该具有以下能力，即确定环境的特征，包括确定集群中其他成员的存在；自动组织通信渠道，确定上一集群或在前一个丢失的情况下选择一个新的集群；自主互动，以完成预定任务。

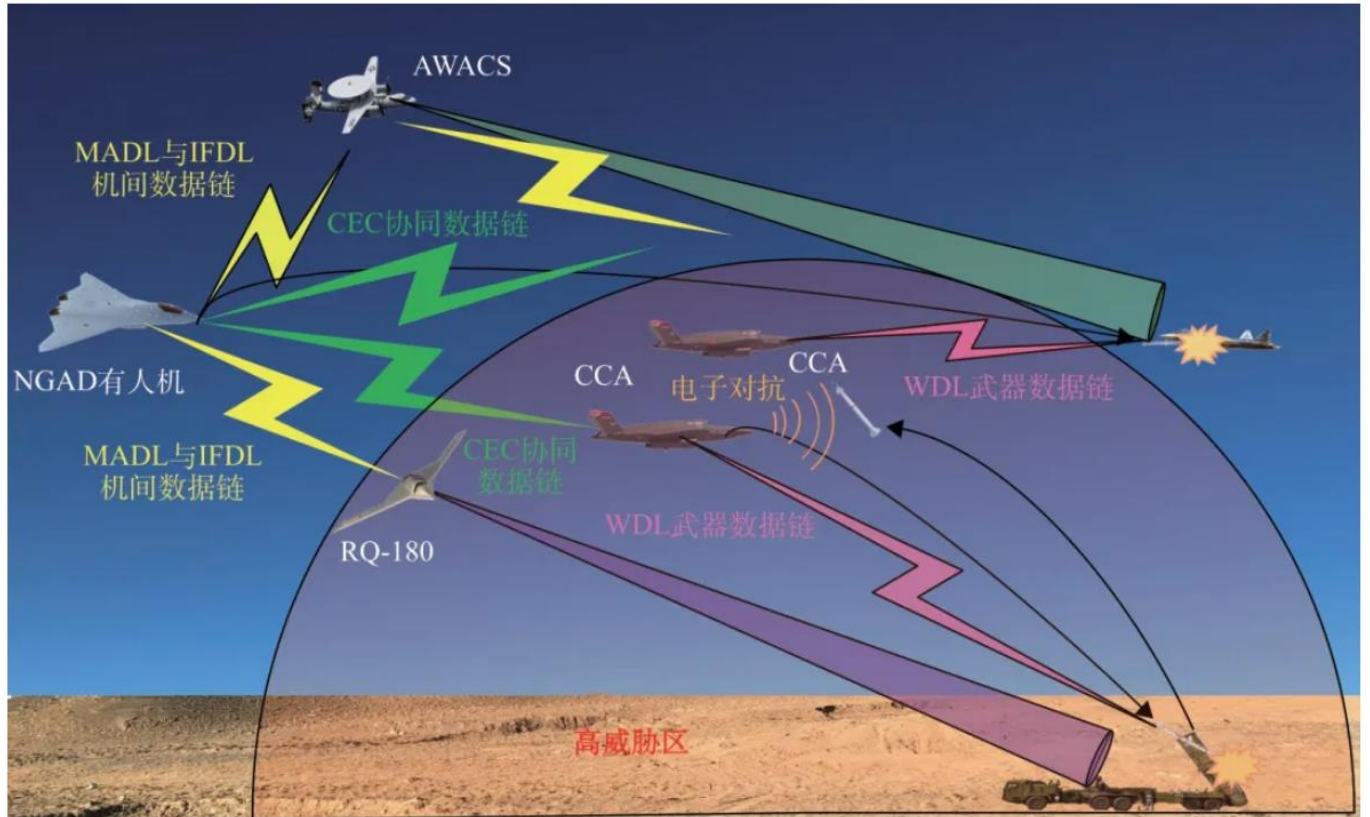
无人装备是自动化装备的集大成者，人工智能将加速智能无人装备落地，无人化装备势必将成为自主化装备发展的排头兵。冷战后，随着电子技术和卫星通信的进步，MQ-1“捕食者”和MQ-9“收割者”成为现代战争的标志。近年来的区域冲突中，例如俄乌战场带来的另一重大变革是无人装备从辅助装备向主战装备的转变，俄乌双方都将快速构建巨量无人机产能作为重要战略目标。目前的无人装备自主化、智能化程度低，还停留在有人为主、无人为辅的阶段。这些无人机依赖地面操作员，通过数据链执行预警和打击任务。然而，随着潜在对反无人机技术的提升，例如电子干扰和高能激光武器的部署，传统无人机的弱点暴露无遗，即一旦通信中断，它们或返回基地，或坠毁。单纯的自动化已然无法满足现在的攻防态势与作战需求，人工智能技术的应用，使得无人装备在自主识别、自主决策、自主路径规划、自主协同、集群合作等能力领域迎来突破，推动无人装备向智能装备发展。无人化装备势必将成为自主化装备发展的排头兵。

#### 1、协同作战无人机：搭配有人战机，提供军机发展新增量，带动相关产业链发展

装备画像的诞生源自于作战概念及完成任务需求的预设。为了取得下一代空中优势，实现摧毁中枢、瓦解体系的目的，诞生了快速穿透、纵深打击、信息制胜、多域协同为核心的穿透性制空作战概念，以及协同作战无人机（战斗无人机）这类装备画像。协同作战无人机（Collaborative Combat Aircraft, CCA）作为无人作战领域的新兴力量，正逐渐改变传统的作战模式。与传统无人机相比，CCA由人工智能技术深度赋能，自主化程度较高，无需按照人类指令集行动，不仅可独立作为作战单元，执行侦察、打击和干扰等各类任务，还能够与体系中的其他无人机或有人机节点协同作战，形成强大的空中作战体系。CCA与有人机的紧密配合，不仅大大提高了作战效

率和灵活性,也极大地降低了作战成本和风险,持续塑造新型战场优势。CCA 的出现,从根本上推动了无人机的战场角色,从单一的、低层次的任务单元向体系中主战角色转变,同时也推动了军事力量结构的转型,空战体系开始从传统的以有人飞机为主的结构向有/无人机联合编队转变。空战型无人机可与有人机协同执行空域搜索、驱逐、攻击等任务,与人工智能深度融合,能实现毫秒级多维信息处理、综合态势自主感知和快速决策,大幅降低飞行员风险和作战效费比,是未来空中力量的倍增器。

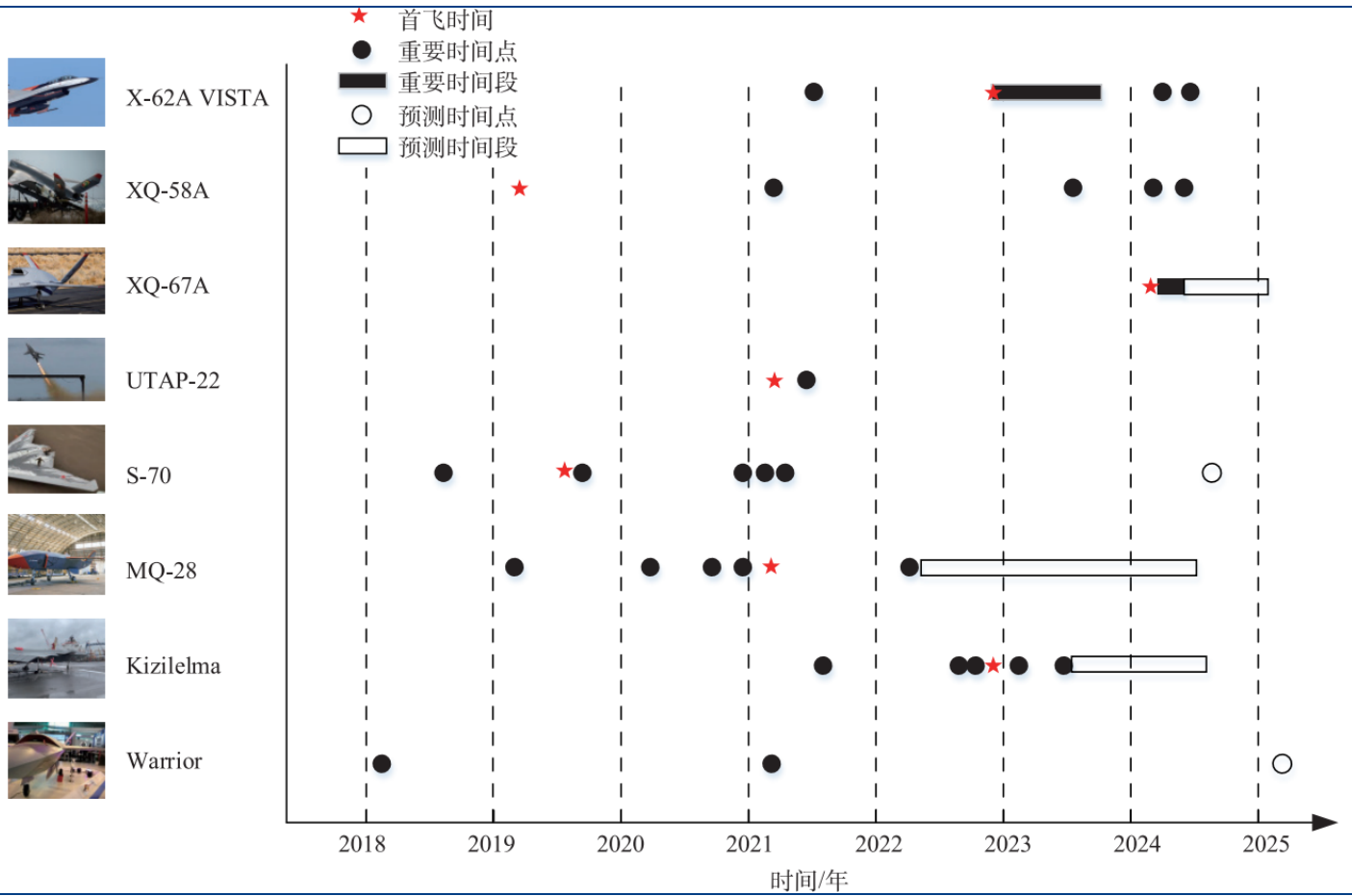
图26 CCA 参加作战体系示意图



资料来源:《协同作战无人机关键能力特征与技术分析》、中航证券研究所

**行业现状:**自 20 世纪初萌芽以来,军用无人机历经数次技术革新与实战洗礼,发展为了如今多元化的军用无人机体系,决策智能化、作战多能化成为重要的特征。随着无人机技术的发展,战斗无人机在传统的侦察无人机和察打一体无人机等大型无人机的研究基础上,通过调整气动布局与动力系统等手段,提高了飞行速度、增强了机动性和隐身突防能力、提升了智能化决策水平,逐渐成为和有人战斗机作战能力相当的空中力量,具备了改变战局、左右胜负的能力。

图27 国外空战型无人机平台建设现状



资料来源：《国外空战型无人机建设及智能化发展分析》、中航证券研究所

国外各自开展了关于战斗无人机及智能化的研究，最早可以追溯到 20 世纪 50 年代，兰德公司试图通过追逐建模解决空战问题。

图28 国外空战型无人机主要参数

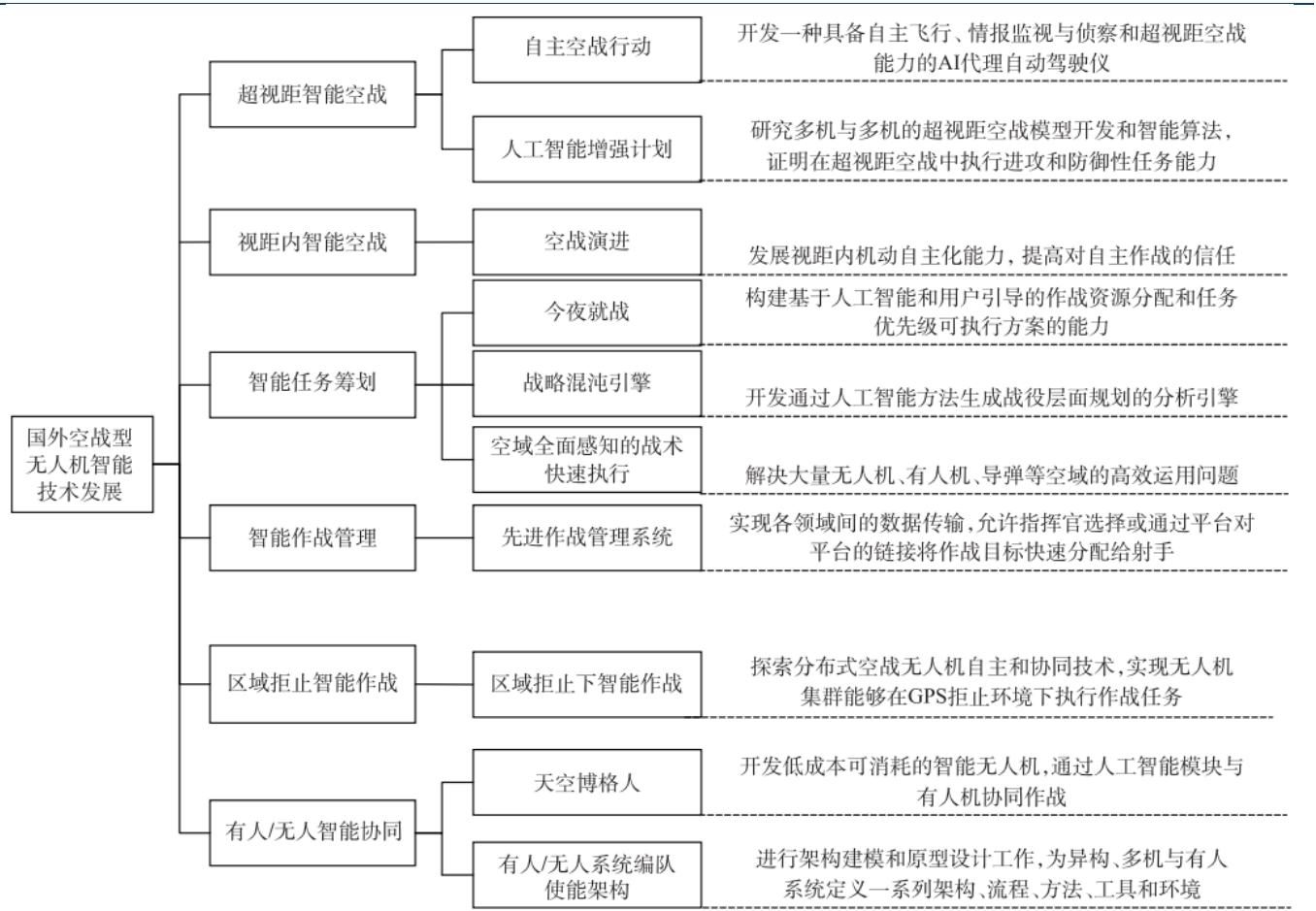
国家	机身长/m	翼展/m	空重/kg	最大起飞重量/kg	带载能力/kg	巡航速度(Ma)	最大速度(Ma)	作战半径/km	实用升限/km	发动机
X-62A VISTA	14.8	9.8	8273	19187	7000	0.9	2	5200	15	F110-GE-100加力涡扇发动机
XQ-58A	9.1	8.2	1130	2720	272	0.72	0.85	2800	13.7	FJ33 涡扇发动机
XQ-67A	8.8	6.7	-	-	-	0.5	0.9	3425	14	-
UTAP-22	6.1	3.2	295	930	159	0.4	0.9	1300	15	MicroTurbo Tri 60-5 涡轮喷气发动机
MQ-28	11.7	7.3	15000	3000	500	0.56	0.9	1850	-	FJ33 涡扇发动机
S-70	14	19	10000—20000	25000	2000—2800	-	0.82	3000	-	AL-31 涡轮喷气发动机
Kzilelma	14.7	10	-	8500	1500	0.6	0.9	930	14	AI-25TLT 涡扇发动机
Warrior	9	-	-	2100	600	0.7—0.8	0.9	1500	-	2台 HAL HTFE-25 涡扇发动机

资料来源《国外空战型无人机建设及智能化发展分析》、中航证券研究所

20 世纪 60 年代至 90 年代，美国多次尝试用专家规则算法替代飞行员执行空战决策。20 世纪 90 年代，美国智能空战领域尝试采用博弈论开展智能决策研究。2010

年至 2016 年，智能算法在模拟空战环境中具备了学习特征，展现出巨大应用潜力。2019 年，美国国防高级研究计划局 (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) 开展“空战进化” (Air Combat Evolution, ACE) 计划的开发，在模拟环境中首次以 5：0 击败 F-16 资深飞行员。

图29 国外空战型无人机智能技术布局



资料来源：《国外空战型无人机建设及智能化发展分析》、中航证券研究所

2025 年，美国空军“协同作战飞机” (CCA) 项取得了突破性进展，项目已进入成熟验证阶段，技术水平和实战化能力显著领先全球。根据美国空军发布的信息，美军 CCA 项目通过了原型机验证、AI 实战化测试和体系整合，已完成从概念到能力的跨越，其技术成熟度、实战化水平和战略布局均处于全球领先地位。这一进展不仅巩固了美国空中优势，更预示着“有人-无人协同”将成为下一代战争的核心形态。

**表10 世界近年协同作战飞机发展历程**

时间	事件	概述
2021年12月14日	俄罗斯国防部公布首架 S-70 无人机样机并投入俄乌战争使用	俄罗斯首次公开重型隐身无人机 S-70 样机，该机采用飞翼设计，具备与有人机协同作战潜力，并在实战中验证了侦察、打击等基础能力。
2024年（具体月份未披露）	英国克拉菲尔德大学开展空战强化学习的可解释性研究	英国学术界聚焦空战 AI 决策逻辑的透明化问题，为无人机自主作战的伦理规范和战术优化提供理论支撑，推动 AI 算法的实用化落地。
2024年（具体月份未披露）	华沙大学研究人工智能算法在 F-16 等有人机工程应用的可行性	波兰科研团队分析 AI 技术与现有有人机（如 F-16）的融合路径，探索通过升级航电系统实现有人-无人协同作战的技术可行性。
2024年5月	美国空军部长测试近距智能格斗能力	美国空军部长 Frank Kendall 乘坐可变稳定性试验飞机，验证 AI 自主操控的近距空战能力，标志美国空战型无人机智能技术初步具备工程转化条件。
2025年2月25日	韩国公开新型隐身“忠诚僚机”无人机 (LOWUS)	韩国正式公开“低可观测无人僚机系统” (LOWUS)，该机采用隐身设计，计划与国产 KF-21 “猎鹰” 战斗机协同作战，提升空战体系化能力。
2025年3月3日	美国空军公布首批“协同作战飞机”(CCA)原型机名称	美国空军参谋长宣布通用原子公司 YFQ-42A 和安杜里尔公司 YFQ-44A 为首批 CCA 原型机，命名体系明确其“战斗机+无人机”属性，标志项目进入工程验证阶段。
2025年3月21日	美国发布“下一代空中优势”(NGAD)载人战机 F-47 渲染图	白宫及空军公开 F-47 渲染图，该机作为 NGAD 核心载人平台，设计聚焦与 CCA 集群的深度协同，后续高分辨率版本进一步揭示其体系化作战架构。
2025年6月11日	通用原子与 Shield AI 完成 MQ-20 无人机 AI 自主击落测试	在“真实-虚拟-构造”(LVC)环境中，搭载 Hivemind 软件的 MQ-20 首次实现模拟自主击落任务，验证了蜂群智能在复杂空战场景中的实战化水平，标志战斗 AI 部署进入关键转折点。
2025年7月3日	美国空军测试 XQ-58A “女武神”与载人战机的人机协同能力	

资料来源：《国外空战型无人机建设及智能化发展分析》，中航证券研究所整理

2025年3月21日美国白宫新闻发布会和空军新闻稿中发布了两张“下一代空中优势”(NGAD)载人战机 F-47 的渲染图后，美国国防部所属的国防视觉信息分发服务网站 (DVIDS) 在 22 号发布了 F-47 飞行渲染图的高分辨率版本。

**图30 NGAD 模型**



资料来源：《国外空战型无人机建设及智能化发展分析》，中航证券研究所

### 行业判断：我们认为未来协同作战无人机将有以发展趋势。

①卓越的隐身设计,隐身性能升级。上述几款空战型无人机均践行隐身设计理念,全力减少雷达反射截面,力求在敌方严密的雷达探测网中遁形。其中,XQ-58A 采用梯形机身,搭配后掠式主翼与V形尾翼,机背上方有S形进气口设计,从结构层面减少了雷达波的反射路径。俄罗斯S-70“猎人”采用飞翼气动布局,机身大量运用复合材料并涂覆吸波材料,进一步降低雷达波的散射与回波强度。同时,为最大程度维持隐身性能,这些无人机普遍摒弃了外挂武器方式,有效规避外挂武器对隐身外形的破坏,提升战场生存能力。高度智能化的自主运作。在外形设计上,未来空战型无人机追求更优的空气动力设计与隐身性能,可能出现更简洁流畅的一体化外形,减少可能产生雷达反射截面的结构,使无人机在全频段隐身方面达到更高水平,进一步提升战场生存能力。

②自主性与协同性,智能化水平飞跃。空战型无人机正朝着自主化方向迈进,通过融合机器学习,能够在空空格斗场景中对模拟威胁做出实时反应,精准识别目标类型、迅速评估威胁等级,自主规划最优作战路径。在协同作战方面,空战型无人机能够与其他无人机或有人战斗机配合,构建“忠诚僚机”作战模式。较强的高速与高机动性。空战型无人机具备高速飞行能力,可快速抵达战场核心区域,或在危急时刻迅速脱离险境。高机动性是其另一优势,使其在复杂多变的空战环境中,能够灵活规避对方攻击,以刁钻的角度和敏捷的动作对目标实施精确打击。未来空战型无人机将探索人工智能在飞行控制和模拟对抗中的应用,通过深度融合人工智能技术,其目标识别与威胁评估速度和精度将进一步提升,同时借助更庞大、更精准的目标特征数据库及先进的深度学习算法,空战型无人机能在更短时间内识别各种复杂环境下的目标。其任务规划将更加自主、灵活且智能,并可根据战场态势变化,实时调整任务计划。

③兼顾低成本与可消耗性,协同空战下的成本控制是规模应用的重要因素。各国在设计空战型无人机之初,就将成本控制纳入考量范畴,力求打造具备高性价比的空战武器。这使得空战型无人机能够在高风险任务中作为可消耗资产投入使用。即便面

临损失，也不会像有人战斗机那样造成高昂的人员伤亡与装备损失代价，极大地降低了作战风险，进而为作战决策提供更多灵活性。较强的多任务能力。现代战场环境复杂多变，对无人机的任务执行能力提出更高要求。空战型无人机不仅能够同时执行侦察与打击任务，在发现目标的瞬间即可发动攻击，还能灵活切换任务模式，执行空战、对地攻击、电子战等任务。

④体系化的无人机“簇”式空战将逐步成为现实，集群协同作战常态化。面对体系化的综合制空能力，空战型无人机的建设和运用须以“体系化”思维推进“簇”式制空装备。美国在2016年、2022年发布的穿透型制空、下一代空中主宰等作战概念均使用了“系统簇”的描述。“系统簇”是指为完成态势感知、快速杀伤、电子战等不同特定的任务而集成的松耦合的复杂自适应系统，通过高效运转共同支撑新作战概念的运转，其实质就是运用“体系化”思维去发展装备和运用装备。伴随着美国“系统簇”内装备的不断发展，其新型作战概念将逐步成为现实，将对传统空战模式和装备带来巨大挑战。未来空战将不再是单机对抗，而是体系化的集群作战。空战型无人机通过先进的通信技术和协同算法，使无人机集群实现信息的实时共享与作战任务的精准分工。例如，在执行侦察任务时，多架无人机可分别负责不同区域的搜索，实现全方位、无死角的侦察覆盖；在攻击作战中，部分无人机可充当诱饵，吸引敌方防空火力，为其他携带攻击载荷的无人机创造有利的攻击时机。

⑤高速高机动性能强化。未来空战型无人机的动力系统将迎来革新，变循环发动机、超燃冲压发动机等新型发动机将大量使用。其飞行速度有望突破现有技术限制，达到高超音速水平，从而大幅缩短无人机抵达战场的时间，实现快速突防。同时，借助先进的飞控系统和新型材料带来的结构优化，未来空战型无人机有望完成更复杂、敏捷的机动动作，能更灵活地规避敌方攻击并找到最佳攻击时机，从而占据空战主动权。

⑥任务载荷多样化。面对复杂多变的现代战场需求，未来空战型无人机的任务载荷将持续丰富和细化，除了现有的侦察、打击、电子战等载荷外，还将出现针对特定作战场景和任务目标的新型载荷。同时，任务载荷的定制化程度也将进一步提高。空战型无人机可根据不同作战任务需求，快速、灵活地组合和配置不同任务载荷。从最初简单的雏形发展，到呈现百花齐放的发展态势，空战型无人机凭借先进的隐身、高速和智能化等技术特点，在现代战争中崭露头角。未来，在各国持续研发投入下，空战型无人机有望改写未来战争面貌，为军事领域带来更多变革与可能。

⑦快速部署与可维护性提高，初见后勤保障生态。美空军协同安杜里尔工业、通用原子公司，全力研发新型协同作战飞机（CCA）无人机，以维护、后勤和可持续性为核心，大量采用商用部件，与传统平台形成显著差异。在设计理念上，通用原子公司借鉴“快速猛禽”与“快速死神”概念，聚焦前沿部署与降低维护需求，采用基于状态的维护概念和拖臂式起落架设计，适应偏远地区机场。安杜里尔公司则关注现场

可维护性与低维护性，大量采用商用部件，降低维护成本与备件获取难度。后勤保障方面，地面支持设备需具备快速部署能力，通用原子公司的 CCA 具备全电动启动能力，无需外部支持。3D 打印等新型制造技术有望优化后勤保障供应链。CCA 的独特设计可提高其地面生存能力，缩短周转时间，增加对手锁定目标难度，减少对大量平台的需求，满足未来空战能力要求。目前，美空军已成立实验作战单位，专注研究 CCA 与部队结构的融合、日常训练及作战应用。未来，构建全新的后勤和保障生态系统是充分发挥 CCA 潜力的关键，通用原子公司和安杜里尔公司已将相关需求融入设计，为其发展奠定基础。

⑧军事智能是无人机空战能力跨阶革新的发力点。人工智能技术将贯穿无人机空战各个环节，在无人机的自主性、自适应性、协同性以及经济可承受性等方面有巨大的应用潜力。目前美国针对空战场景开展了多层级的军事智能技术布局，以综合实现战场态势感知综合化、定位瞄准精确网络化、指挥决策实时科学化、作战行动协同灵活化，积极推进无人机向空战装备的迈进。军事智能可以一定程度弥补兵员不足、装备/人员能力差距等问题；但有必要辨识到其薄弱环节，特别是复杂多变空战场景中，目标及交战规则通常难以准确预；需要对算法的泛化性、可解释性等限制因素进一步改进完善，同时发展无人机平台边缘处理器以解决计算能力不足和存储空间不够等问题，才能实现无人机空战能力跨阶革新。

⑨算法与模型深度融合是智能化能力落地的基础空战范围跨度、参与单元的层级、随机因素等日益复杂，构建能够反映复杂空战场景的快速、合理的特征模型成为支撑智能算法训练结果及应用转化的基础，特别是空战中双方平台、载荷、武器、数据链、传感器等模块性能、功能和行为规则模型的颗粒度以及对手的智能建模。2024 年 DARPA 开展的“人工智能增强”项目中重点针对智能训练中的飞机、传感器、电子战和武器等代理模型方法进行研究。智能算法训练模型需要结合交战规则、试验数据对模型的不确定因素量化设置和辨识修正，同时考虑算法训练的泛化性、可解释性、计算成本等方。基于业务的多层次和多颗粒度建模及试验修正技术有望推动空战智能算法的应用落地。

## 2、智能无人机集群：分布式、模块化、去中心化，数量也是质量，消耗品逻辑为未来武器装备建设提供了新的思路

自然界里，人类并不是唯一会进行战争的生物，蚂蚁和一些群居哺乳动物都曾被观察到明显的战争行为。特别是蚂蚁这种无智能生物，展现了其群落之间可以进行数以百万计个体参加的战争。蚂蚁打架看似对人类危害甚小，那是因其大小与攻击能力局限所导致。在蚂蚁的战争中，每个参战的蚂蚁个体都独立完成了OODA循环，从智能需求上看，扣动扳机并不比撕咬和蜇刺更复杂。智能战争的演进过程中智能化是基础，无人化只是战场表象。大量智能装备投入一线战场，必然要克服显而易见的大集群算力负担问题、实时长距离通信的安全性问题，以及关键节点被摧毁带来的整体瘫痪等问题。所以，前述类似蚂蚁行为机制的、具备“去中心、自组网、分布式决策”特征的集群智能武器，无疑就是一线作战智能装备的发展方向。

集群概念在不同的领域有不同的含义，总的来讲是指由多个个体组成的一个有机统一体。值得注意的是，并不是数量多就是一个群体，它还要求个体间具有一定的相关性。系统概念主要指散落的、具有一定关联的个体有序构成的整体。群体智能的概念来源于生物界。生物群体所呈现出的各种协调有序的集体运动模式，由个体之间相对简单的局部自组织交互作用产生，在环境中表现出分布式、自适应、鲁棒性等智能特性，使系统在整体层面上涌现出单个个体不可能达成的智能现象。智能无人系统集群概念正是通过模拟生物界中的群体智能，其是基于开放式体系架构进行综合集成，以通信网络信息为中心，以系统的群智涌现能力为核心，以平台间的协同交互能力为基础，以单平台的节点作战能力为支撑，构建具有抗毁性、低成本、功能分布化等优势 and 智能特征的无人化作战体系。

随着作战范围日益扩大，作战环境日益复杂，作战难度日益提高，传统的单机作战或编队作战中平台承载能力、机动能力、探测能力、毁伤能力等已无法满足现代战争需求。在此背景下，伴随着通信组网、人工智能等技术的发展，未来采用多个或多种智能无人系统在某一区域进行协同控制执行某一作战任务将成为未来的主要作战模式，这种分布式去中心化的智能无人系统的集群作战可使具备有限自主能力的多个无人系统在没有集中指挥控制的情况下，通过相互信息交互产生整体效应，实现较高级别的自主协作，体现了动态聚能、以量取胜的制胜思想，可突破单个无人系统在探测能力、承载能力、机动能力、任务能力等方面的限制，完成单个无人系统无法完成的任务。这将大大增强无人系统单机的作战效能，降低被拦截风险，减少周期费用。我们认为，集群智能体现了数量也是一种质量，为未来武器装备发展提供了新的思路。

**行业现状：**智能无人机集群与蜂群技术正引领全球军事领域的深刻变革，成为各国竞相角逐的战略制高点。美国凭借强大的科研实力与丰富的实战经验，在该领域一马当先。国防部的“复制者”计划雄心勃勃，拟在2025年8月前部署数千架低成本

自主无人机，2024 财年已投入 5 亿美元，并积极申请 2025 财年追加预算，全力推进自主协同集群（ACT）与机会弹性网络拓扑（ORIENT）技术，为无人机高效协调与通信筑牢根基。麻省理工学院林肯实验室的“佩尔迪克斯”系统自 2016 年投身实战，已与 F/A-18 战斗机成功集成测试，累计生产超 670 架次，有力验证了蜂群作战的可行性与高效性。不仅如此，美国诸多项目多点开花，如“小精灵”致力于可回收技术，降低单次使用成本；“进攻性蜂群使能战术”（OFFSET）聚焦集群自主性、人-集群编组等关键环节；“金帐汗国”发展通用化组网协同控制技术，让现有武器实现发射后协同作战。在采办政策上，美国也大刀阔斧改革，简化流程、下放权力，全力推动无人机快速列装与实战应用。7 月 10 日，美国防部长赫格赛斯签署并发布《释放美国军用无人机优势》备忘录。旨在对美国军用无人机战略进行全面改革，目标是到 2027 年实现美军在小型无人机领域的主导地位。

**表11 智能集群无人机**

名称	大小/ (m×m)	最大速度/ (km·h <sup>-1</sup> )	任务 高度/m	航程 /km	重量 /kg	成本/ 万元	载重/kg及 可携带载荷种类	集群数量	发射方式	集群特点
“山鹑”	0.165× 0.3	113 滞空时间 0.3 h	100~ 500	5~10	0.29	0.3 左右	0, 视觉摄像头及通信设备	30n (n 为投放 战机数量)	F-18 空中投放、地面发 射筒	数量大, 目标极小, 速度不快, 成本极低, 分 布式结构, 不纯依靠内部通信依托视觉等 感知手段。威胁性较小, 主要用来执行小 规模短距离侦察任务
“郊狼”	0.91× 1.5	107~145 滞空时间 1~2 h	200~ 5 000	90	5.9	10	0.9, 战斗部、导引头(地面配置工作在 Ku 波段的 KRFS 有源相控阵雷达), 情 报、监视与侦察(ISR)	18n (n 为发射 车数量)	中 高 空 投 放、地 面 发射车	数量很多, 目标大小适中, 速度适中, 成本 低。威胁性极高, 可执行集群打击任务(消 耗有效防空力量, 为后续高价值目标打击 铺路), 集群侦察任务
ALTIUS-600 (阿尔提乌斯 系列)	1.33× 3.33	60~90 滞空时间 4 h+	200~ 5 000	440	12.3	20 左右	3.17, 反无人机系统干扰器、情报、监视 与侦察(ISR)、信号情报(SIGINT)及电 子战(EW)系统、磁异探测器以及搭载 摄像头捕获图像及视频	n·m (n 为通用 发射器数量, m 为发射器管 道数量)	XQ-58A 无人 机 中 高 空 投 放、地 面 发 射 车、 海面军舰等具有通用 发射器的载体	目标较大, 速度适中, 成本较低。威胁性 高, 可执行集群打击任务, 集群侦察等任务
小精灵-X61A	1.68× 3.48	652 滞空时间 3 h	7 000~ 12 000	550	650	455	65.8, 成像光电/红外系统、合成孔径雷 达、激光指示器、动能电子战(EW)支援 和电子攻击有效载荷	4n (n 为投放运 输机数量)	C130 运输机高空投放 及回收	数量较多, 目标较大, 速度极快, 成本高, 威 胁型不高, 主要执行集群侦察及协助打击, 自身不参与打击
“雀鹰”	3.3× 4.26	277 滞空时间 3 h	5 000~ 7 000	322	91	百万级	13.6, 载荷与“小精灵”相似, 整体性能 不及小精灵	2n (n 为投放无 人机数量)	MQ-9 死神无人 机 高 空 投 放 及 回 收	数量不多, 目标大, 速度很快, 成本高, 威 胁型不高, 执行集群侦察及协助打击, 不参 与直接打击
弹簧刀-300 (弹簧刀系列)	0.5× 0.69	101~161 滞空时间 0.25 h	150	10	2.5	6.2	0.32, 战斗部(破片类型为圆锥状钨 块)、导引头(正侧面可见光/单红外双 模导引头、激光测距及空速计)	6n (n 为发射器 数量)	陆基发射器	数量多, 目标小, 速度快, 威胁性极高, 单枚 即可造成范围性杀伤, 但个体与个体间不 存在任何关联
弹簧刀-600 (弹簧刀系列)	1.3× 1.4	113~185 滞空时间 0.7 h	200~ 600	40~90	22.7	10 左右	反装甲战斗部、导引头(双光电/红外综 合传感器)	n (n 为发射器 数量)	陆基发射器	本身数量可能不多, 但可以与其他无人 机 协同执行任务, 实施侦察和精确打击, 单 枚杀伤半径 4~10 m, 威胁性极高
“绿龙” (以色列)	1.6× 1.6	157~370 滞空时间 1.5 h	200~ 5 000	18	15 左右		4.3 kg 的高爆战斗部、1 kg 光电/红外球 形转塔	(12~6)n (n 为 发射车数量)	地面配套发射车	数量大, 目标较大, 速度快, 成本适中, 毁伤 性大, 威胁性极大
Sokil-2	1.12× 1.24	88~106 滞空时间 2 h	50~200	20	5	/	1, 辅助反坦克侦察兵侦察	n (n 为发射装 置数量)	地面筒式发射	数量不多, 目标适中, 速度不快, 主要执行 辅助侦察
英雄-400EC (英雄系列)	2.1× 2.4	93~230 滞空时间 4 h	5 500	150	40	/	10, 新型多用途战斗部、稳定的光电/红 外载荷、视距内双向数据链	n (n 为发射装 置数量)	导轨发射或模块化多 管发射筒发射, 也可集 成于特定的地面、舰载 或机载平台	数量不多, 单毁伤性大, 可打击主战坦克在 内的多种目标

资料来源:《智能无人系统集群作战技术发展分析-史志富》、《无人机集群与反无人机集群发展现状及展望-刘雷》、《跨介  
质集群轻小型巡飞弹关键技术与发展趋势-毛嘉元》、《反无人机集群作战研究-王肖飞》、《集群无人系统任务规划建模与  
优化方法研究-李博, 中航证券研究所整理

欧洲各国同样在该领域积极探索, 各有千秋。德国联邦国防军于 2023 年 7 月启  
动 KITU2 项目, 引入人工智能驱动的蜂群行为算法, 并于同年 8 月成功测试多无人  
机在 GPS 拒止环境下的协同作战能力, 借助 Fortion 联合指挥控制系统, 实现单人操  
控无人机集群。2024 年 9 月, 量子系统公司与德军在空客无人机中心开展 AI 控制测

试，将“矢量”和“蝎式”无人机与空客平台深度融合，实现实时侦察数据无缝接入空客作战管理系统。英国国防科技实验室在 2023 年 7 月授予 SeeByte 和蓝熊公司合同，全力开发多域自主集群安全架构，首期 12 个月着重进行陆海空无人载具协同架构设计。2024 年 5 月，AUKUS 二期试验成果显著，蓝熊“幽灵”无人机、维京地面载具与挑战者 2 坦克在实战环境下成功展示集群协同能力。荷兰在 2024 年 2 月获得荷兰科研组织 270 万欧元资助，启动“坚定”项目，专注研究跨环境蜂群技术的安全应用。

俄罗斯在智能无人机集群与蜂群技术方面持续发力。2025 年 2 月，保加利亚防务网报道俄罗斯军工企业推进的“Cerberus”系统项目。该系统创新性地采用光纤技术管理无人机蜂群，成功突破自主作战技术瓶颈，具备高度智能化与模块化设计。它能够兼容多平台，以卡车底盘为基座，集成 6-12 个无人机机库，实现快速展开与机动部署。光纤通信链路的运用是其一大技术亮点，实现了低时延 (<5ms)、高带宽 (10Gbps 级) 数据传输，在强电磁对抗环境中有效提升集群协同稳定性。系统还搭载异构化 AI 模块，融合深度强化学习与群体博弈算法，赋予无人机集群自主决策、协同作战的能力，可灵活搭载多种载荷，执行多样化任务。尽管存在通信链路易受干扰、无人机续航和载荷有限、AI 算法决策能力待提升等局限，但未来计划拓展部署平台，引入量子加密通信等先进技术，不断优化升级。在实战中，俄罗斯大规模运用“见证者-136”自杀式无人机实施蜂群战术，对乌克兰目标展开饱和攻击，有效突破传统防空系统拦截阈值。

我国在智能无人机集群与蜂群技术方面成就瞩目，发展势头迅猛。2024 年 11 月珠海航展上，重磅亮相的“九天”无人机母舰重达 10 吨，配备模块化载荷舱，能以 900 公里时速在 2000 公里作战半径内精准投放子蜂群，平台体型与载荷优势显著超越美国 6 吨级的 MQ-9 死神无人机。“九天”采用“母舰+蜂群”创新作战模式，机腹异构蜂巢任务舱可容纳数百架微型无人机，标准配置下每架可释放 120-150 架子机，10 架母机组成的集群 30 分钟内可向目标区域投送超 1000 架无人机，形成强大的“空中无人机航母”作战力量。其具备通信中继功能，作为蜂群网络指挥节点，作战效能随数量增加呈指数级增长。此外，中国还开展战斗机布撒无人机集群项目，用于远程远海电子战、饱和攻击等；实施攻击型无人集群项目，执行跨海区域风控、摧毁火力群等任务。在技术创新上，中国电科展示的车载式蜂群系统采用 48 联装发射筒，无人机借助北斗导航与 5G 通信实现分布式协同，可执行电子压制、时敏打击等任务，集群规模与突防能力领先。从国家层面来看，2018 年中国航空工业集团发布《无人机系统发展白皮书》，明确 2025 年建立具有国际竞争力的无人机产业体系，2035 年关键技术达世界一流水平的目标。2021 年“十四五”规划将“智能武器装备发展”列为国防建设重点，推动军用与民用技术融合，构建“产学研用”协同创新体系。

总体而言，智能无人机集群与蜂群技术呈现出蓬勃发展态势。在技术层面，AI 深

度赋能，自主决策从“人在回路”向“人在环外”迈进，仿生算法不断优化分布式集群协同控制协议；平台架构持续革新，蜂群母舰集群化趋势明显，空天蜂群网络借助星链与低轨卫星星座逐步成型；低成本规模化成为主流，增材制造广泛应用，消耗品设计理念深入人心。战术应用方面，分布式杀伤链大幅压缩敌方反应时间；认知电子战中，电磁战无人机配合诱饵无人机，实施“电子欺骗-火力摧毁”复合战术；跨域协同作战通过“联合全域指挥控制”（JADC2）等系统，实现多域深度融合。然而，随着技术发展，对抗技术也在升级，主动防御体系涌现定向能武器、电磁脉冲武器等新装备；蜂群对抗蜂群的战术也在不断探索。未来，该领域竞争将愈发激烈，自主决策伦理、工业动员能力、规则制定权等方面将成为各国博弈的关键焦点。

### 行业判断：我们对于智能无人机集群有以下判断。

①**集群控制是集群的基础，重要性高，价值量占比有望增大，分布式控制有望成为未来主流样式。**智能无人系统集群作战相对于单无人系统作战来说，其不但体现在数量的多少，更体现在控制的复杂性上。无人系统集群运行原理需要根据不同作战样式，选取不同的生物群集进行空间聚集性、运动的有序性、环境的适应性分析，建立对应的群集运动理论模型。目前，集群作战还处于研发阶段，其运行原理和演化机制还未成熟建立。虽然可借鉴自然界生物种群的形成机制，并将其映射到无人系统集群协调自主控制领域，但是由于无人系统集群包含丰富的异构主体，无人系统集群控制的对象是大量功能各异、大小不同，控制决策和交互性能有限的无人系统，需要完成侦察、攻击、防御等多种任务，其运行原理和演化机制更为复杂，在高对抗性、高不确定性和高动态的对抗环境中，只有进行有效的集群协同才能充分发挥其作战效能，而控制结构则直接决定着控制的复杂程度。因此作为平台能力而言，**集群控制与任务规划是集群系统的基础。**目前，集中式控制结构简单、易于实现、权限集中，但是控制中心节点的处理压力大，控制处理时间长、实时性较差；完全分布式可充分发挥各无人系统主体能动性，个体之间通过协商机制实现信息共享和自主决策，实时性和系统鲁棒性较好，但是控制原理复杂，分布式架构能以获得全局最优解。

②**指挥控制系统是集群无人系统的远程地面操控单元，包括指挥控制计算机、显示系统、数据链、操控装置等，它是集群无人系统的“神经中枢”。**主要负责系统的集群控制、数字地图、数据/图像通信、情报/信息/图像处理、发射/回收等功能，是集控制、显示、通信、处理于一体的功能集成化的复杂系统。相对于单平台较为成熟的操控系统设计来说，集群操控系统需要通过有效的控制手段和控制策略，通过一套地面操控系统完成多架无人系统的集群控制和管理，其单项技术较为成熟，但是集成难度较大，人机功效问题尤其值得关注

③**集群任务规划是无人机集群的软实力，相关能力模块价值量有望逐步攀升。**集群任务规划是指根据作战任务要求和战场态势以及平台性能，在最大程度上以最小代价完成预定任务，对集群中的每一个作战平台在时间和空间上制订的一个或一组任务

序列。任务规划问题本质上是一个组合优化问题，只是对异构异质无人系统集群任务规划来说，其约束条件众多，组合爆炸问题较为突出，多机之间的任务耦合严重，实现基于任务和无人系统能力的任务规划问题的建模难度较大。对于无人机集群而言，装备硬件已非决定作战效能的唯一因素，集群任务控制等软实力已经开始逐步成为决定作战能力的主要因素。

④**集群信息感知、融合与共享，是支撑集群任务规划决策的核心。**由于集群无人系统探测载荷的功能、性能存在差异，导致集群探测信息不但数量巨大，而且信息之间存在冗余和冲突。为获得对战场态势的统一描述，降低决策者工作负荷，提高决策质量和效率，集群信息融合成为数据处理最为重要的内容。集群信息融合是指无人系统之间通过信息传输设备共享环境信息、目标信息、平台状态信息、情报信息和指挥控制信息等，借助时间空间配准、关联、滤波、目标识别等信息融合手段获取完整、清晰、准确的信息，为决策提供支持。与一般的多传感器信息融合问题相比，集群信息具有信息数量巨大、信息形式多样、信息关系复杂、信息实时性要求高等特点，其难度更大。目前，对于时变情况下的海量信息的交互问题及异质异构传感器多源信息的融合，传统的方法存在处理复杂度高、信息融合速度慢、难以收敛等问题。主要的研究方向是基于多智能系统、机器学习和人脑认知机制等。其中，基于人脑认知机制的信息融合，通过模拟人脑的不同通道信息在脑中的交叉连接、视听信息融合过程及学习和记忆过程可用于集群信息处理

⑤**无人运输载具将是增强无人机集群实战应用潜力的倍增器。**无人机集群存在航程短、能力平均、作战半径短的天然短板，无人运输载具，能够大量承载无人机集群，并将其在任务领域投放，极大增强了无人机集群的实战应用潜力，美国小精灵等项目均有相关研究，故能够将无人机集群安全运输至作战区域的无人运输载具成为未来战场潜在的重要需求。

### 3、地面无人系统（无人车系统、地面特种机器人系统）

在现代战争的演进历程中，地面无人系统正逐渐从科幻构想走进现实战场，成为重塑战争格局的关键力量。军用地面机器人凭借不惧伤亡、持续作战、任务灵活、效费比高等优势，必将在未来战争中占据愈发重要的地位，深刻改变未来战争的格局与形态。

早在第二次世界大战期间，德国人就率先将“哥利亚”履带式遥控机器人投入使用，用于排除地雷，开启了地面机器人军事应用的先河。这一创举虽只是简单的遥控操作，但却是里程碑式的开端，为后续发展奠定了基础。

20世纪60年代至70年代，随着电子技术取得重大突破，小型电子计算机替代存储器控制机器人，使其具备了一定“感觉”与协调能力，为更广泛的军事应用创造了条件。1966年，美国海军机器人“科沃”成功潜至750米深海底打捞氢弹，展现出机器人在高危军事任务中的巨大潜力。此后，各国相继研制出“军用航天机器人”“危险环境工作机器人”“无人驾驶侦察机”等。1969年，美国在越南战争中使用机器人驾驶列车为运输纵队排险除障，进一步证明了机器人在战场应用的可行性。不过，这一时期的机器人智能水平较低，动作迟缓，在战场上的大规模应用受到限制。

进入80年代，人工智能技术与各种传感器的蓬勃发展，推动了智能机器人的诞生。以微电脑为基础、各种传感器为神经网络的智能机器人，四肢灵活、感知敏锐、智力提升，不仅能承担繁重体力劳动，还具备一定思维、分析和判断能力，可从事更复杂的脑力劳动。这极大激发了各国开发军用机器人的热情，美苏等国纷纷制定宏伟发展计划，众多类型的军用机器人项目如雨后春笋般涌现。

到了21世纪，军用地面机器人迎来百花齐放的发展局面。各国研发的机器人配备了先进的人工智能模块与指挥控制模块，功能愈发多样化。在伊拉克“战后维稳”行动中，美军的“派克波特”和“魔爪”地面军用机器人先于士兵进入危险区域侦察，助力实现地面“非接触作战”，因其出色表现甚至荣获勋章。在海湾、波黑、阿富汗、伊拉克和叙利亚等战场上，地面军用机器人在侦察、排爆、作战等领域广泛应用，成为各国军队行动不可或缺的部分。

近年来，地面机器人在俄乌冲突中也发挥了重要作用。乌军使用爱沙尼亚米尔雷姆机器人公司的“忒弥斯”以及本国的D-21系列机器人，执行侦察、救助伤员、运输物资、处理爆炸物以及战斗任务，甚至出现装上炸弹冲入敌阵自爆的情况。2025年7月，乌克兰第3独立突击旅凭借无人机和自杀式地面作战平台，迫使俄军士兵向无人装备投降，创造了“史上首次”机器人迫使敌军投降的战例。俄军同样装备了如能潜入敌方坦克和装甲车下方爆炸的自爆型地面机器人“蝎子”，以及可搭载多种武器的多用途地面机器人。

与此同时，中国的军用地面机器人发展也取得显著成果。中国兵器装备集团自动化研究所有限公司自主研发的“机器狼”，其前身“机器狗”已在中柬“金龙2024”联演中亮相。近日，我军也公开无人作战实战演练画面，机器狗与无人机协同亮相，

展现智能化作战能力。演练中，机器狗与无人机配合执行任务，体现“能打赢，少流血”的作战理念。机器狗灵活机动，可承担侦察、物资运输等任务；无人机则提供空中支援与实时监控，形成立体化作战体系。两者协同显著提升战场响应速度和作战效率。此次演练验证了无人装备在实战中的可靠性，为未来智能化、无人化作战模式积累经验，助力军队战斗力转型升级。今年9月3日，我国将举行庆祝抗战胜利80周年大阅兵，新一代传统武器装备将亮相，无人智能装备也将成为重点展示对象。

**表12 地面无人系统发展历程**

时间	事件	技术特点与意义
上世纪40年代	依靠固定程序和存储器控制的地面机器人开始投入工业实用性研究。	当时机器人仅能进行简单“取、放”动作，为后续轮式、履带式等地面机器人技术奠基。
1966年	美国海军机器人“科沃”（地面远程操控平台基础技术验证）潜入750米深海底打捞氢弹。	验证远程操控地面机器人技术可行性，激发军事领域对地面无人系统的探索热情。
上世纪60-70年代	美国在越南战争中使用机器人驾驶列车（轮式基础技术应用）为运输纵队排险除障；各国研制“危险环境工作机器人”（含履带式平台）。	轮式、履带式地面机器人开始军事应用，电子技术突破使其具备基础环境适应能力。
2002年	美国帕克博特机器人（履带式）首次用于拆弹和探索地道，后续2000多个在伊拉克、阿富汗投入使用。	履带式地面无人系统大规模实战应用开端，适应复杂地形，成为危险任务核心装备。
2005年	美国波士顿动力“大狗”四足机器人（足式）携带150千克重物在不平坦路面稳定行走。	足式地面机器人在复杂地形运输领域突破，仿生步态技术推动地面无人系统多元化发展。
2011年	美国陆军使用SUGV小型无人地面载具（履带式），重13公斤，可爬楼梯、在危险地形行走。	轻量化履带式平台实战化应用，模块化设计满足多任务需求，完善地面无人作战体系。
2017年	中国宇树科技Laikago四足机器人（足式）登上国际期刊，性价比远超国外同类产品。	中国足式地面机器人技术崛起，推动全球足式系统技术竞争与成本优化。
2019年后	中国云深处推出绝影系列四足机器人（足式），应用于工业、电力巡检。	足式地面机器人民用技术积累反哺军事，拓展地面无人系统应用场景。
2020年7-8月	美陆军重型机器人战车（履带式）纳入作战部队测试并成功。	重型履带式地面无人作战平台实战化突破，验证大规模作战能力。
2021年	俄罗斯“标识器”机器人（履带式）完成守卫勤务测试，搭载武器模块和环境感知系统。	履带式地面无人系统向守卫领域拓展，提升复杂环境自主执行能力。
2022年2月起	俄乌冲突爆发，双方大规模投入地面机器人作战，开启地面无人作战新时代。乌克兰军队使用爱沙尼亚米雷姆机器人公司开发的“忒弥斯”及本国开发的D-21系列地面机器人，用于侦察、救助伤员、运输前线物资、处理爆炸物，部分装备机枪、榴弹发射器等武器参与战斗，甚至装上炸弹冲入敌阵自爆。俄罗斯军队使用履带式地面机器人以及小型轮胎式机器人进行物资和伤员运输，部署能潜入敌方坦克和装甲车下方爆炸的自爆型地面机器人“蝎子”，以及可搭载机枪和反坦克系统等的多用途地面机器人。	大量地面机器人参与作战在人类战争史上尚属首次，改变战争形态。地面机器人可在降低人员伤亡风险下执行多种危险任务，展现出在复杂战场环境中的实用价值，推动全球地面无人作战系统研发与应用加速发展。
2022年11月	中国珠海航展亮相四足仿生机器人（足式），搭载武器执行复杂战场任务。	中国足式地面机器人军事应用突破，仿生平台与武器系统融合技术成熟。
2024年5月	中柬联演中，中国“Go2”“B1”机器狗（足式）实战亮相，4D感知+重载能力展现。	足式地面机器人实战效能验证，感知与火力集成技术达实战标准。
2024年6月	美国Vision 60四足机器人（足式）配备步枪和AI目标探测系统，支援特种作战。	足式地面无人系统与火力、AI融合，成为特种作战核心辅助装备。
2024年11月	中国“机器狼”（足式）组成作战分队，实现“人-车-狼”互联互通。	足式地面机器人集群作战模式突破，推动地面无人系统协同作战理念升级。
2024年12月	乌克兰集结30多辆改装后的履带式扫雷机器人，配备班用机枪和观瞄系统，在数十架FPV无人机掩护下，对俄军阵地发起进攻，几乎全歼驻守利普奇村的俄军一个连。	创新地面机器人作战战术，机器人与无人机协同形成强大火力压制，展现地面无人作战系统集群作战优势，凸显其在改变战场局势中的关键作用。
2025年	解放军第76集团军使用“机器狼”（足式）与士兵组成战斗小组复刻“三三制”战术；乌克兰第3独立突击旅凭借无人机和自杀式地面作战平台，迫使俄军士兵投降，实现首次无士兵伤亡的机器	足式地面机器人融入传统作战体系，实战化应用进入新阶段；验证机器人独立作战达成战略目标的可行性，凸显无人作战系统在现代战争中的独特价值。
2025年2月	英法推进地面机器人评估，聚焦轮式、履带式平台在威胁探测等领域的的能力。	欧洲加速轮式、履带式地面无人系统研发，推动全球地面无人技术合作与竞争。

资料来源：中航证券研究所整理

**定义：**广义上来说，地面无人系统指的是任何能够在地面上移动，并进行承载或运输装备或人员，但不搭载驾驶员的机器设备；狭义上讲，指的是能感知环境并与环境交互、能自主行驶的地面移动机器设备。在军用领域，地面无人系统通常也叫做无人地面车辆（UGV）、自主地面移动平台（ALMP）、自主地面车辆（ALV）等，主要包含军用无人战斗车辆、通用后勤服务无人车辆和小型单兵机器人。地面无人系统，作为智能交通系统和未来战斗系统的一个重要组成部分，在民用领域和军用领域都具有广泛的应用前景，根据结构和行走技术差异可分为无人车系统和地面机器人系统。

图31 地面无人系统分类及使命任务



资料来源：OFweek、战略前沿技术等，中航证券研究所整理

图32 地面无人系统技术架构及平台组成

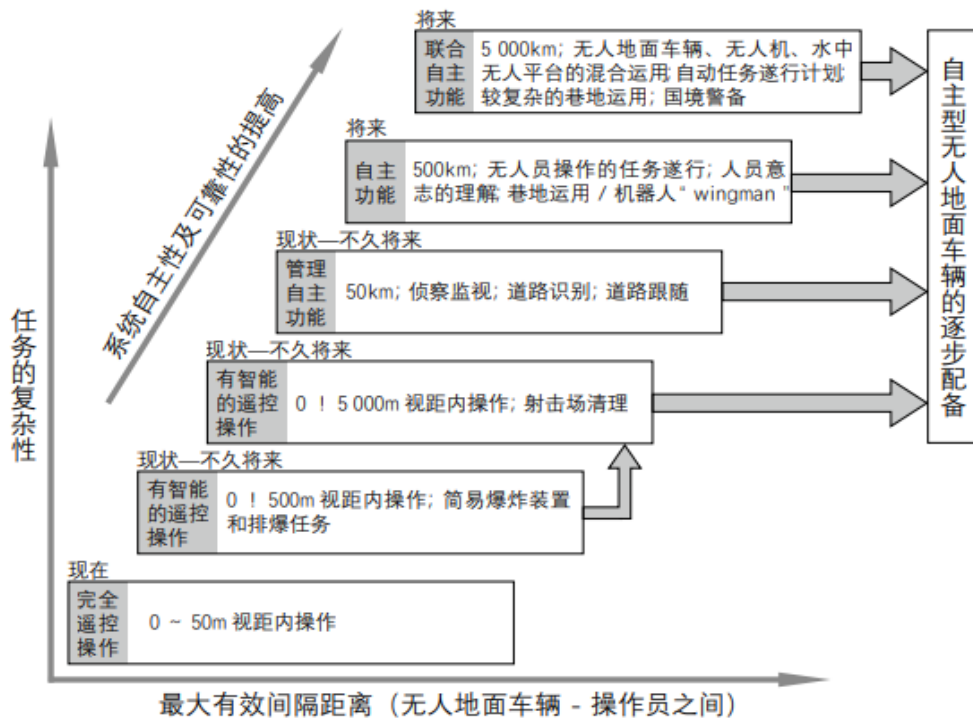


资料来源：《地面无人系统原理与设计》，中航证券研究所整理

**行业现状：**进入 21 世纪后，军用地面无人系统进入快速发展阶段，已经被逐步

纳入新一代武器装备体系。除美国外，以色列、法国、德国、英国、日本、俄罗斯等都开始加入研制行列。美国装备种类和数量最多，综合研制水平最高，装备数量超过1万套，约占全球地面无人装备总量的80%。多种类型地面无人系统装备频频亮相，具备了执行侦察监视、火力打击、伴随保障、扫雷排爆、战场救援、通信中继等多样化作战任务的能力，“魔爪”系列、“派克波特”系列、M160远程遥控扫雷系统、“侦察兵”XT机器人等，且许多型号已在阿富汗和伊拉克战场得到广泛应用，俄罗斯、以色列等多个军事强国也准备将地面无人系统投入实战应用。

图33 地面无人平台自主性与适用任务的关系



资料来源：《美国无人地面车辆研发现状与未来动向-刘立明》，中航证券研究所

军用机器人是一种替代或协助人类执行火力进攻、指挥控制、目标探测、环境侦察和后勤保障等军事任务的自主式、半自主式或遥控式的电子机械装置。随着技术的日趋成熟、应用日益广泛，其对传统战斗力构成、特种作战模式等都将产生重大影响，也将推动作战理论的革新。技术上，通过搭载不同任务载荷，机器人辅助支援保障任务不断丰富。陆战是最为传统的作战领域，参战人员多、兵种多、专业杂，不同领域对机器人装备需求都很迫切，技术上通过搭载先进侦察探测、指挥控制、定位导航、信息处理、火力打击等多种载荷，实现不同作战任务，代替士兵在高危环境下执行侦察、引导、打击、排雷排爆、核化检测、救援保障等多种作战任务，也是现代陆军装备信息化、智能化持续发展的重要方向。

市场方面，作战用机器人已在中柬部队联合军事演习中亮相，军用机器人市场规模逐步扩大。目前军用机器人主要完成特种侦察、支援保障、核化探测等任务，随着感知、通信及各类无人平台技术的不断成熟，军用无人系统有望逐步应用于实战，军用机器人产品有望成为部队新质作战力量，推动战争形态的演变。军用机器人可搭载

多种作战任务载荷，包括步兵用的枪械、小口径弹药、导弹、榴弹发射器等，机器人底盘也可以随打击载荷不同选择 25kg、50kg、100kg、400kg、1T、1.5T 等级别系列平台，而且具有瞄准速度快，复杂环境适应性强、射击精度高的特点，未来将成为军用机器人市场的“新质作战力量”，丰富军用机器人品类。

图34 美国陆军 2015-2040 机器人和自主系统能力发展规划



资料来源：搜狐战略前沿技术，中航证券研究所

我国在地面无人作战系统的研发方面与发达国家相比有一定差距，但一直非常重视军用机器人技术的研究与开发，面对这种新型武器带来的全方位冲击，拟定了陆海空无人作战平台发展方向，目前我军已制定《2035年前后勤无人智能化保障装备技术发展路线图》，该路线图对地面、空中、海上后勤无人系统作了很好的近期、中期和远期规划。针对陆地无人作战平台，以中国兵器工业集团和中国兵器装备集团为代表的各科研单位在陆地无人作战平台方面也开始崭露头角。

**图35 我国地面无人系统近年发展历程**

时间	事件	技术特点与意义
2017年	宇树科技 Laikago 四足机器人登上 IEEE SPECTRUM 首页	售价仅 2 - 3 万美金，远低于国外同类产品 25 万美金的价格，展现超高性价比，为我国机器狗发展奠定技术基础，吸引全球关注。
2019年后	云深处推出针对行业应用的四足机器人绝影 X10、X20、X30	推动机器狗在工业、电力巡检等民用领域应用，为军用发展提供技术借鉴与产业支撑。
2022年	小米、腾讯、小鹏、华为、大疆、海视康威等跨界企业加入机器狗研发领域	加速技术迭代与产业布局，拓宽机器狗应用场景，进一步夯实技术基础。
2022年11月	第十四届珠海航展上，我国自主研发的四足仿生机器人首次公开亮相	可搭载 7.62 毫米多联装转管机枪等武器，能在复杂战场环境下执行抵近侦察监视、火力打击等任务，标志着我国机器狗从民用探索迈向军事应用的关键一步。
2024年5月	中柬“金龙-2024”联合演习中，侦察型机器狗“Go2”和战斗型机器狗“B1”实战亮相	“Go2”配备 4D 超广角感知系统，实时回传侦察画面；“B1”载重达 80 千克，可装备多种武器。展示了我国机器狗在实战场景中的适用性与作战效能，彰显在国际军事交流中的实力。
2024年11月	第十五届中国航展上，中国兵器装备集团“机器狼”震撼登场	四只“机器狼”组成作战分队，分工包括侦察探测、综合保障、精确打击，头部和尾部装载激光雷达，具备更强自主作战能力，运用集群作战概念，实现“人—车—狼”互联互通，代表我国四足机器人自主研发水平和作战理念的重大提升。
2025年	解放军第 76 集团军某旅协同攻击对抗演练中，大规模投入“机器狼”四足机器人	与士兵组成战斗小组，复刻“三三制”战术。侦察狼扫描热源信号、锁定目标，火力狼精准摧毁工事，行动速度是人类班组的四倍，标志着我国机器狗（狼）正式融入作战体系，迈向实战化应用新阶段。

资料来源：中航证券研究所整理

2024 年第十五届珠海航展上展示了中国兵器装备集团自主研发的“机器狼”四足机器人，六只一组协同作战，承担侦查、后勤和主攻任务，配备高分辨率摄像头和红外探测器。“机器狼”像野狼一样擅长“集群作战”，可为特战分队和步兵分队提供集群式综合作战手段。“机器狼”相对于“机器狗”来讲，在侦查能力、打击能力、保障处置等各方面能力都有提升。“机器狼”分工明确，协同配合，整个分队由综合指挥车，侦察探测“机器狼”，精确打击“机器狼”，伴随保障“机器狼”组成。“头狼”——侦察探测“机器狼”，负责对目标进行信息收集；“射手”——精确打击“机器狼”，挂载步枪，是编队中的火力担当；“辅助”——伴随保障“机器狼”，后勤担当。运用集群作战的概念，可实现“人、车、狼”互联互通，信息共享和动态自主协同。在实际作战中，这样的“机器狼”作战分队能在复杂地形上配合战士作战。

图36 机器狼，挂载步枪



图37 车、人、“狼”协同



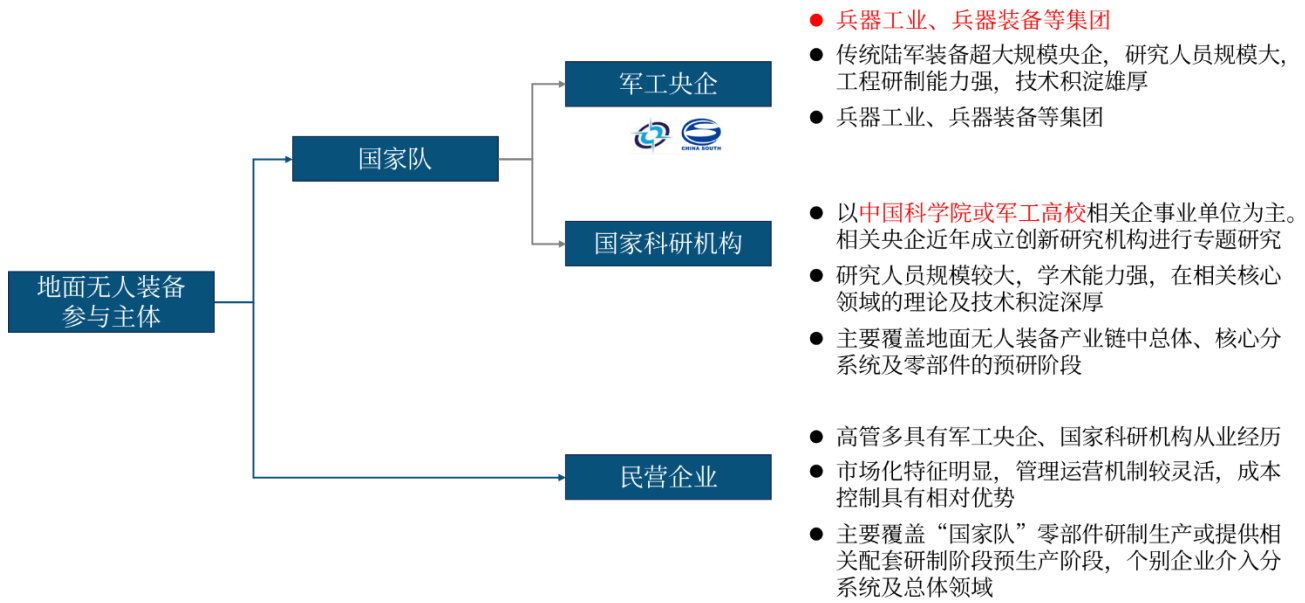
资料来源：央视军事等，中航证券研究所整理

### 供给端：地面无人系统群雄逐鹿争高地，智能化信息化属性促外贸出击

国内一些高校和研究所从 20 世纪 80 年代相继开展了移动机器人、智能车辆和地面无人作战平台的关键技术研究，并取得了一些研究成果。近几年国内加大对军用无人地面车辆的研究力度，2014 年 9 月，我国举办了“跨越险阻 2014”首届地面无人平台挑战赛，在国内引起较大反响，而后每隔 2 年举办一次该赛事。比赛科目中结合典型的战场环境，模拟了拒马、街垒、弹坑、水坑等障碍，还有随机出现的横向穿越的机动障碍物，和美国同类比赛相比，整体难度相当。

从近几年披露的信息看，国内军用无人地面平台主要集中在中型，微型和大型的较少，应用领域包括武装侦察、突击爆破、排爆排雷、后勤保障、智能运输系统、侦察和监视以及伤员救援、目标定位与搜索等方面。

按照单位性质可以分为两大类：以军工央企、其他国企或国家科研机构为代表的“国家队”，以及民营企业。各类市场参与主体的特点如下图所示。

**图38 地面无人系统产业供给侧主体情况**


资料来源：中航证券研究所整理

**表13 国内地面无人平台研制相关公司/单位**

公司名称	公司/单位性质	无人地面装备平台相关产品	办公地点	公司介绍
中国科学院合肥智能机械研究所	国有	地面无人系统、智能驾驶汽车等智能无人装备与系统	合肥	智能无人系统研究中心面向人工智能和机器人领域国家战略需求，以智能无人系统为研究对象，突破复杂环境自主、全域地形机动、群体智能协同、自主能力测评等关键技术，研制地面无人系统、智能驾驶汽车等智能无人装备与系统，服务 GF 建设和社会经济发展。
中国北方车辆研究所	国有	多种兵器地面无人平台研发	北京	是我国唯一的坦克装甲车辆总体研制单位和兵器地面无人平台研发中心，肩负着“引领陆基系统创新发展、驱动兵器科技创新、推进装备转型升级”的重要使命，是推进兵器工业科技进步和陆军装备建设的骨干力量。
兵器 208 所	国有	轻武器装备现代化建设，产品从传统枪械和弹药扩展为单兵、班组使用的系统性集成装备以及无人化装备，轻武器正在向体系化、信息化、智能化方向发展	北京	以军为主、军民结合的综合科研单位。具有雄厚的科研、生产、检测实力，建立了先进、完善的质量管理体系。
凌天智能	民营	各种应急地面智能机器人，如消防救援机器人、矿山救援机器人、应急管理综合行政设备等。	北京	主要从事安全装备的设计开发、组装生产和销售业务。公司的产品主要应用于消防救援、特警反恐、安监执法、煤矿安全等领域，主要有 ER2 排爆机器人、重型排爆机器人、消防机器人等产品
三一重工	民营	凝土机械、挖掘机械、起重机械、筑路机械、桩工机械、风电设备、港口机械、石油装备、煤炭装备	长沙	三一重工公司是一家总部位于中国的全球性工程机械制造企业，三一重工公司主要从事工程机械和设备的研发、制造和销售，包括各种类型的挖掘机、装载机、起重机、混凝土机械等。是全球最大的工程机械制造商之一，其产品销售遍布世界各地，出口到许多国家和地区。
内蒙一机 600967.SH	国有	轮履结合、车炮一体的研制生产格局，履带装备涵盖各型主战坦克，轮式装备涵盖全系列轮式战车，火炮装备包括中口径自行突击炮、自行榴弹炮等新型火炮	包头	内蒙古第一机械集团有限公司是国家“一五”期间 156 个重点建设项目之一，是国家唯一的集主战坦克、轮式步兵战车、中口径火炮于一体的高新武器装备研发制造集团，是国家特大型工业企业，也是内蒙古自治区综合实力最强、质量效益最好、经营规模最大的装备制造企业。



晶品特装 688084.SH	民营	主要包括侦察机器人、多用途机器人、排爆机器人、军用无人车、其他类型机器人及机器人组件/部件等。	北京	公司成立于 2009 年，是国家级高新技术企业。公司主营业务为光电侦察设备和军用机器人系统的研发、生产和销售，主要产品包括多个型号系列的无人机光电吊舱、手持光电侦察设备、单兵夜视镜、手持穿墙雷达、排爆机器人、多用途机器人、便携式侦察机器人等。公司系军工领域特种装备研发与制造的国家级高新技术企业，成立以来深耕军工信息化、智能化、无人化技术领域，通过自主研发具备了复杂系统总体研制能力，以总体单位身份研发的多款型号产品成功列装一线部队，逐步形成了“智能感知”+“机器人”两大业务板块。
山河智能 002097.SZ	民营	挖掘机械、凿岩设备、装载机械、破碎筛分设备、盾构机械、地下工程装备、起重机械、高空作业平台、矿用卡车	湖南长沙	中南大学何清华教授领衔于 1999 年创办，以长沙为总部，以装备制造为主业，在国内外具有一定影响力的国际化企业集团
中天智能装备有限公司	民营	汉骝系列-履带式无人平台、山蜥无人车机器人（单兵作战无人车、武器平台）、猎犬城市反恐机器人、影蝠-抛投侦察机器人	南京	隶属中天智控集团，中天智控全资子公司，是国内领先的机器人底盘研发制造和移动机器人系统解决方案，集无人车机器人研发、生产、行业服务于一体的高科技企业。
七腾机器人	民营	涵盖防爆化工轮式巡检机器人、防爆化工四足机器人、防爆消防灭火侦察机器人、电力轮式巡检机器人、防爆挂轨巡检机器人等	重庆	七腾机器人成立于 2010 年，是一家集特种机器人设计、研发、生产、销售、服务为一体的企业，在应急安全领域处于领先地位。公司从软件定制化开发起步，2017 年开始转型升级，聚焦石油、化工、消防、电气等行业应用。拥有 8 项核心技术、16 项领先功能、468 种算法数量，累计获得百余项专利技术成果及企业荣誉。已为全球 40 多个国家及地区的上千家企业精准解决了六千多个痛点难点问题，客户包括中石油、中石化、中海油、中化集团、巴斯夫等。公司将以技术创新为引擎，拓展行业应用，持续布局国际市场，致力发展成为全球机器人领先企业。
红翼先锋	民营	无人地面平台：四足机器人（机器狗）与无人机协同作战系统，可搭载侦察、安防设备，具备全地形适应能力。 单兵智能装备：集成热成像瞄准镜、智能战术背心、外骨骼系统等，其中外骨骼可减轻战士 50%以上负重，提升作战效率。	北京	成立于 2012 年，团队核心成员由退役军警技术专家组成，曾参与朱日和阅兵装备保障及多场国际军演。公司以“智能单兵系统”为核心，整合战术自组网、无人平台及单兵装备，打造“人-网-空-地-中心”五位一体作战生态，产品覆盖侦察、安防、特种作战等场景，客户包括国内军警单位及国际防务机构。2025 年重点推进无人地面平台与 AI 技术的融合，强化复杂环境下的自主决策能力。
景业智能	民营	核工业特种机器人：耐辐照机器人、放射性物料转运机器人，用于核燃料循环产业链的高危环境作业，获浙江省首台（套）产品认证。 军警特种装备：2025 年推出四足巡逻机器人“胡狼 1 号”，集成自组网通信、防暴网枪模块及多传感器融合技术，可在山地、沼泽等复杂地形执行巡逻、侦查任务，续航超 8 小时，支持远程精准操控。 具身智能产品：与云深处科技合作开发人形机器人，结合千诀科技的类脑大模型，提升复杂环境适应能力，计划 2025 年实现量产	杭州	成立于 2015 年，2022 年登陆科创板，核心业务围绕“核+军+民”多元化布局，客户包括中核集团、航天科技集团等央企。2025 年启动“AI+具身智能”战略，重点研发四足及人形机器人，填补国内特种机器人空白，产品已亮相阿布扎比国际防务展，获国际市场关注。公司拥有省级企业研究院及博士后工作站，累计获得专利超 200 项，2024 年战略投资具身智能企业千诀科技，强化技术壁垒

<p>建设工业</p>	<p>央企</p>	<p>公司是中国兵器装备集团骨干企业，是国防科技工业重要力量。2022年11月，公司与重庆建设工业实现重大资产重组。重庆建设工业前身为张之洞创办的汉阳兵工厂，系中国民族工业的摇篮、国防工业的先驱。130多年来，公司创造了特种产品发展、民品兴业、改革创新多次辉煌，为我国国防和军队现代化建设、经济社会发展做出了重要贡献。</p>	<p>重庆</p>	<p>公司是中国兵器装备集团骨干企业，是国防科技工业重要力量。2022年11月，公司与重庆建设工业实现重大资产重组。重庆建设工业前身为张之洞创办的汉阳兵工厂，系中国民族工业的摇篮、国防工业的先驱。130多年来，公司创造了特种产品发展、民品兴业、改革创新多次辉煌，为我国国防和军队现代化建设、经济社会发展做出了重要贡献。</p>
-------------	-----------	---	-----------	---

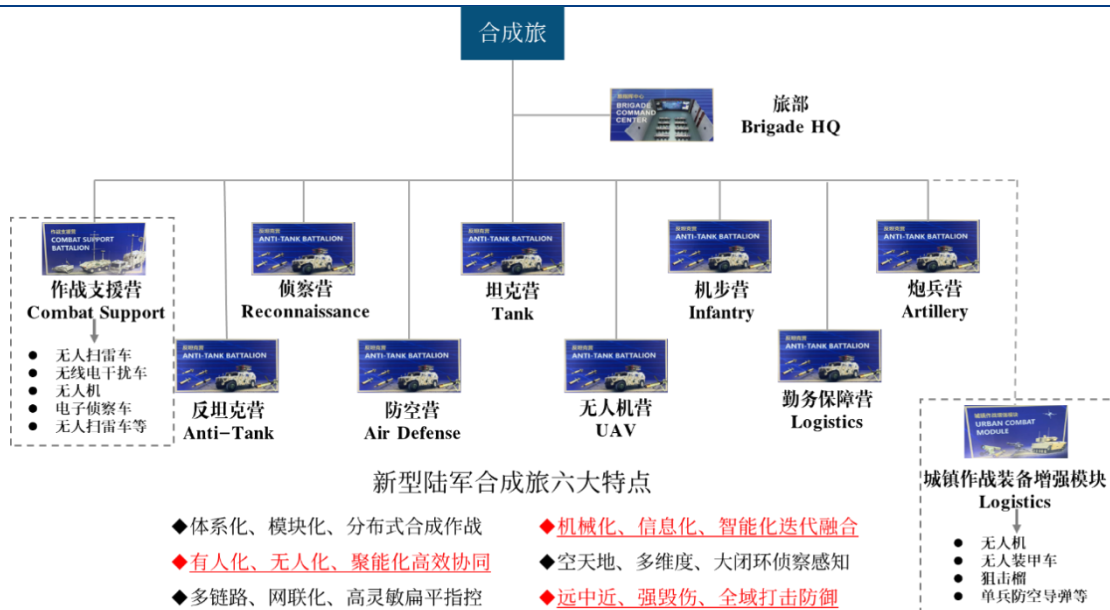
资料来源：各公司官网、年度报告，中航证券研究所整理

俄乌冲突的作战，让大规模地面作战重新回到国内外军事观察家的视野，随着战争形态的变化及无人化战场的需求，军用地面无人平台大规模进入战场已成为必然趋势。

在第十四届珠海航展上，中国兵器工业集团首次对外展出了面向实战需求的军贸陆军合成旅整体作战方案，体现装备机械化、信息化、智能化融合发展的最新成果及有人/无人协同、空地协同作战理念。其中，合成旅为城市作战配备了大量单兵使用的无人机和无人车，包括小型侦察型和自杀型无人机，以及配备了光电侦察设备、激光和火箭筒等设备的多款小型无人作战车辆，可以配合执行不同环境下的作战任务。军贸陆军合成旅整体作战方案体现我陆军机械化、信息化、智能化融合发展的最新成果以及有人/无人协同作战理念。

**基本判断：**在全球安全形势恶化以及地缘政治格局剧烈变化的背景下，各国对国防的重视程度提升，无人系列等进攻性武器装备需求增速或有所提升。需求方面，战争形态趋向无人化、智能化，地面无人系统纳入多国新一代武器装备发展体系。

图39 陆军军贸合成旅无人装备情况

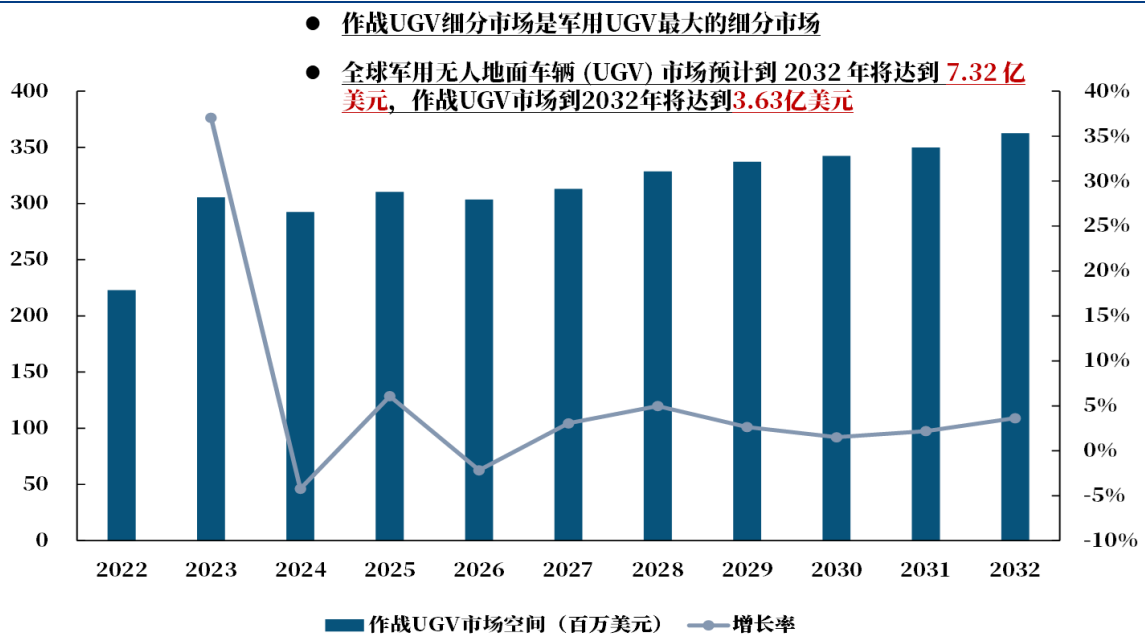


资料来源：网易新闻等、中航证券研究所整理

**市场空间：新兴领域蕴含机遇，地面无人系统市场空间正在发展和扩大。**据 GlobalData 公司称，全球军用无人地面车辆（UGV）市场预计到 2032 年将达到 7.32 亿美元，2022 年至 2032 年间的复合年增长率（CAGR）为 4.4%。GlobalData 公司指出，研发的投入将先进的传感器、电信、高能动力组和人工智能功能融入 UGV 中，使其在各种军事应用中更加有效。虽然目前机队中的大多数军用无人车主要用于爆炸物和地雷处理目的，但预计市场将越来越多地采用无人车用于其他应用，包括战斗、情报、监视和侦察（ISR）以及后勤。

作战 UGV 细分市场是最大的细分市场，并且由于越来越重视无人系统集成作为网络中心战的一部分，因此有望以显著的速度增长。该细分市场 2022 年的估值为 2.23 亿美元，预计到 2032 年将达到 3.63 亿美元，在预测期内复合年增长率约为 5%。近年来，无人机集群技术的发展步伐加快，并且正在评估其与 UGV 的集成。UGV 群可以提供后勤支持，执行战斗、情报、监视和侦察（ISR）任务，并且还可以在将来以最少的士兵干预进行战斗行动，这预计将帮助在这种情况下部署的部队。

图40 作战 UGV 市场发展趋势



资料来源：《水下无人装备前沿发展趋势与关键技术分析》，中航证券研究所

数据显示，北美和欧洲国家对军用无人驾驶地面车辆的需求最为突出，尤其是美国、俄罗斯、法国、德国和英国等。在美国大规模投资支持下，北美地区国家预计将保持全球领先地位，年均复合增长率高达 5.1%。亚太地区国家年均复合增长率约为 4.4%，印度、澳大利亚和韩国等国，将继续增加部署先进无人驾驶地面车辆。

军用机器人行业不仅是硬件、控制的综合集成，更是需要融入 AI 技术，提高机器人智能化水平，涉及智能能量管理与分配技术、自适应分布驱动技术、复杂环境人机伴行导航技术、机器人远程姿态虚拟显示技术、自适应动态密封技术、高冲击主动抑制技术等核心技术体系，机器人产品及智能感知设备的优异性能需要完备技术体系支撑，而建立完备的技术体系需要长期研发投入及工程实践，具有较高的门槛。

核心变化及关注点：作战平台智能化、信息共享网络化、有人与无人协同化、效能释放精确化以及任务功能模块化成为地面无人平台发展趋势。

随着技术的发展、作战理念和模式的发展，地面无人平台将会更加注重各方面性能的提升。无人作战平台作为一种先进的自主无人系统，注定要朝着自主性、智能化、网络化、模块化、隐身以及与人类并肩协同作战的方面发展。

**①作战平台智能化：**近期的局部战争和武装冲突表明，人的作用更体现在将更多人力、智力、实力等转化到武器装备上。近几十年来大力推动武器装备机械化、智能化、信息化建设，在人工智能逐步取得重大突破，地面无人平台智能化已成必然。且随着人工智能技术、大数据技术、网络信息技术的发展，人工智能参与的任务将日趋复杂，武器装备的智能化程度将日趋提高。

**②信息共享网络化：**网络化是制约地面无人平台走向实战的关键技术之一，需要重点解决多个平台以及系统之间的信息共享能力，网络性能的提升有助于降低对地面无人平台的后勤保障需求以及总体部署技术难度。

**③有人与无人协同化：**当前无人系统作战的动作协同仍然以计划协同为主、临时协同为辅，以作战单元协同为主、武器协同为辅，协同层次高、需求响应的反馈链路长，协同耗时较多，远远达不到实时化的程度。随着人工智能、5G 技术、大数据技术、云计算技术的发展与运用，武器协同甚至部件协同已成为现实，降低信息流转时间是今后的发展趋势。

**④效能释放精确化：**无人作战平台对目标的毁伤将更加强调以质增效、以精求效，将更加注重对点目标的精确摧毁，将精确打击传统集群目标、面目标中的个体目标，精确打击个体目标中的薄弱部位，使弹药毁伤威力精确聚焦、释放在个体目标、薄弱部位上。具备精确打击能力的无人作战平台将成为主流装备，其命中精度与有人装备相比将会是数量级的提升，故而武器装备作战效能的释放将日益精确。

**⑤任务功能模块化：**随着未来战场环境日趋复杂，无人作战平台承担的任务也向多功能方向发展，如实施“察打一体”快速精确打击、后勤保障物资器材的前运后送、通信中继、打击效果评估、目标搜索与定位、电子干扰、侦察监视、与有人系统联合攻击等。

**⑥需要关注无人地面平台与无人机等多域无人及有人系统的协同作战能力。**由于体系化作战下，无人作战样式及应用场景的愈加丰富，空地协同、多域协同等丰富的作战样式将被创造并应用，因此能够融入在广泛的无人作战体系中，将会是地面无人系统的准入的最重要门槛。

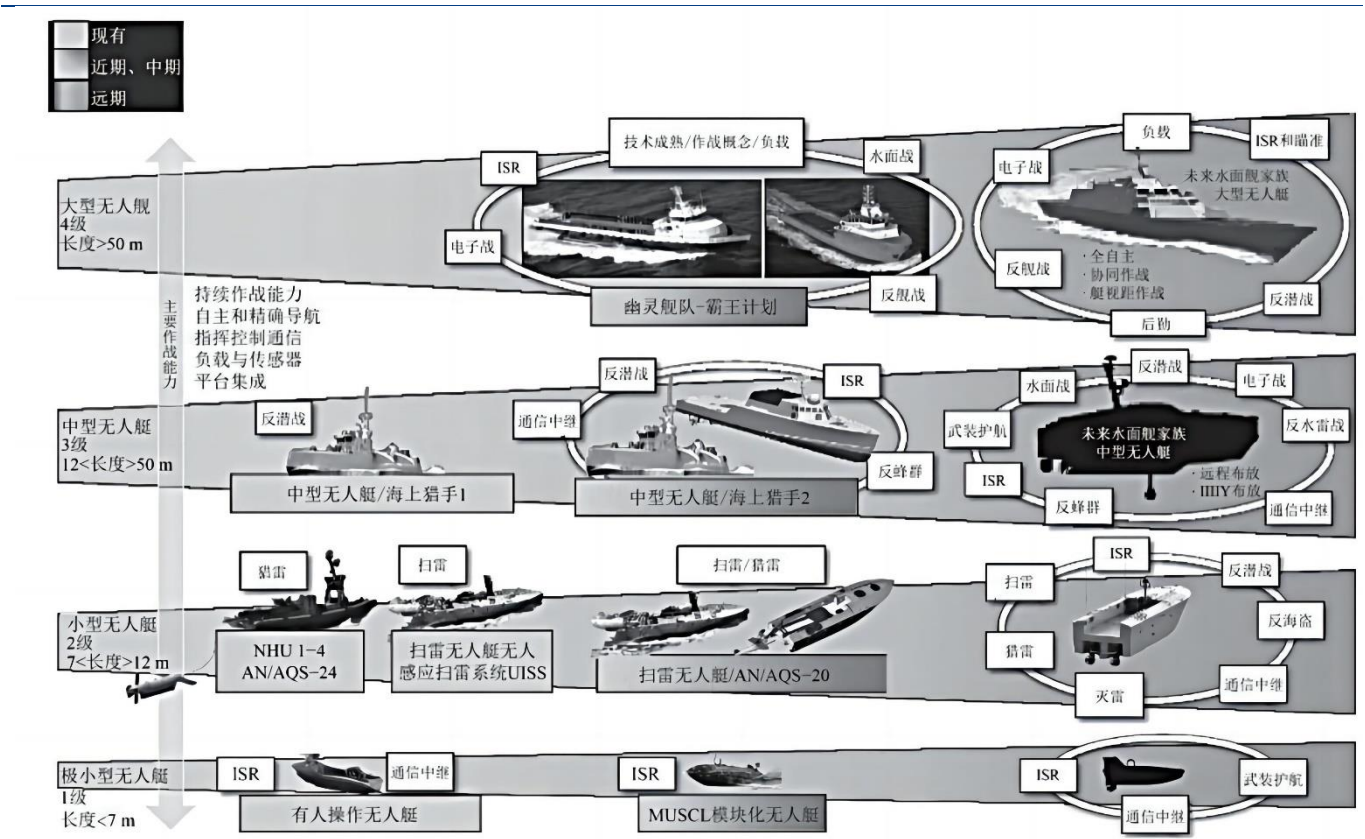
我们认为，未来十年将是我国军用地面无人平台发展的爬坡期，多型号、多品类、多功能地面无人平台的研制将加速。随着战争形态的变化以及无人化战场的需求，为了发挥武器系统的最大威力，提升作战效力，无人地面平台作战方式是无人作战系统将来发展的必然趋势。同时，由于产业发展初期，涉及各系统部件及技术尚处于待成熟阶段，仍需加强关键产业链建设，确保关键元器件、外协配套体系持续完善，并且加强原创性无人平台设计能力，以上均将持续依赖资金投入和技术支持。

### 4、无人船（无人艇）

**定义：**水面无人船艇（简称无人船）是一种水面机器人，主要通过智能控制实现自主航行。无人船是一个复杂的系统，涉及到船舶设计、通信传输、环境感知、数据融合、运动控制、人机交互、人工智能等多个专业领域，研究内容包括导航与定位、控制与决策、感知与融合、能源与动力、船体与载荷、通信与数据等众多方面，以达到船舶的自主航行、智能避障、目标识别、多模通信等功能。无人船通过搭载不同的载荷可以执行危险、艰苦、不适合有人船只工作的任务，也可以执行对航行精度要求较高的测量测绘任务，多无人船集群协同工作，可以更快速、机动、高效协同完成任务。无人船具有自主、半自主、遥控控制等多种形态。

**行业现状：**对于当下的军用无人船，多数吨位还达不到舰的级别，更接近于无人艇。以目前无人船领域发展较快的美国为例，美国将无人水上舰艇按吨位大小分位 4 类，即大型无人艇、中型无人艇、小型无人艇与极小型无人艇，其中美国官方对其中型无人艇的表述为与巡逻艇的大小类似（sizeofapatrolcraft），而对其大型无人艇的表述为较巡逻艇更大但比护卫舰更小。因此，其中型、小型与极小型无人船无法被称为无人舰，仅能作为“无人艇”。

图41 美国海军对无人船的划分



资料来源：《水下无人装备前言发展趋势与关键技术分析》，中航证券研究所

当下，以美国为首的世界各国已经加紧布局无人水面舰艇的研究、建造。根据美

国 2024 财年的预算计划，美海军预计于 2025 财年采购第一艘大型无人船，采办价格 3.15 亿美元，并于 2026 财年采购首批的另两艘价格合计 5.225 亿美元，即平均价格 2.613 亿美元。2027 财年美海军预计再采办 3 艘大型无人船，合计价格 7.227 亿美元，平均价格 2.613 亿美元、2028 财年 3 艘合计采办价格 7.372 亿美元，平均价格 2.457 亿美元。中型无人船方面，美国海军 2024-2028 财年的预算计划中并无提及中型无人船，但根据美国海军在 2020 年 7 月授予 L3Harris 的中型无人船合同，在资金充足后可增加采购。根据美国海军在 2023 财年的预判，美国海军未来舰队架构（FFA）到 2045 年将拥有 81-153 艘无人水面舰艇与 18-50 艘无人潜航器，约占总计舰船数量 440-540 艘的 22.5%-37.6%左右。

在俄乌冲突中，无人艇作为新的反介入作战力量，被投入实战应用。根据公开资料，俄乌之间的首次无人舰艇作战发生在 2022 年 10 月的一次突袭中乌军 7 艘无人艇和 9-16 架无人机，集群协同行动，袭击了位于克里米亚塞瓦斯托波尔港内的俄罗斯黑海舰队舰只。本次乌军对俄黑海舰队的突袭是无人集群协同作战的重要应用，也再次证明了低成本小型无人装备的实战可用性。进入 2023 年，俄乌双方对无人艇的使用更加频繁。2 月 10 日，俄使用满载炸药的无人艇攻击了敖德萨的扎多卡铁路桥；5 月 24 日，俄罗斯黑海舰队“伊万·胡尔斯”号侦察舰遭乌军三艘无人艇攻击；6 月 11 日，黑海舰队“亚速海沿岸”号侦察舰遭乌军六艘无人艇偷袭；8 月 5 日凌晨，俄罗斯“白鲑鱼”号油轮又在刻赤海峡附近海域遭到乌军无人艇袭击。

**图42 10月28、29日乌军袭击前后卫星对比图**



资料来源：中国舰船研究，中航证券研究所整理

**行业判断：**尽管无人船已在俄乌冲突中被实战使用，需要注意的是，无人船作为一种新型作战装备其应用模式仍处于探索期，就行业成熟度而言远不及已有多年应用的无人机领域，尤其是相对大吨位的无人舰的实战应用目前还看不到明确信号。我们认为，作为新一代装备的典型代表和体系中的关键环节，无人船变革海上作战理念与战争形态的潜力值得关注，但距离无人船、尤其是无人舰的大规模使用或许还需要等待更多的技术沉淀。对于大型、超大型无人船多数还处于原型机状态的当下，去判断

行业的市场空间或许还为时尚早。

## 5、军用无人潜航器

**定义：**无人潜航器（Unmanned Underwater Vehicle, UUV）是一种可长期潜入水下，依靠自带能源、自推进、遥控或自主控制，通过配置任务载荷执行作战或作业任务，能回收和反复使用的海上无人潜航器。随着 UUV 在 20 世纪 90 年代后相关技术相对成熟，其在军事领域的重要价值逐渐凸显。

**发展现状：**上世纪 60 年代美国研发出世界上第一代无人潜航器，目前有多个国家开发了上百种不同类型的 UUV。据不完全统计，美国、俄罗斯和挪威等国共有几十个型号无人潜航器列装使用，现役和在研 UUV 装备主要以水下侦察监视、战场环境调查、探雷和反潜等作战应用为主。根据未来战斗需求，美国海军构想的水下无人系统型谱包含小型、中型、大型和超大型水下无人潜航器，主要目的是维持水下优势。美国海军目前正在使用的水下无人潜航器包括：“莱姆斯-600”（Remus600）、“蓝鳍金枪鱼-21”（Bluefin-21）、“黑鱼”（Snakehead）、“回声”号（EchoVoyager）和“刀鱼”（Knifefish）等。

与大型无人舰目前仍主要处于原型机阶段不同的是，大型、超大型无人潜航器的推进目前相对更快。早在 10 年前的 2013 年，美国防高级研究计划局（DAPRA）便正式发布旨在开发一种可在战场隐蔽运输并部署小型无人机、小型 UUV 的大型 UUV 项目的招标公告，该项目被称为“水螅计划”。目前，大型、超大型无人潜航器已有多项实际应用，如俄罗斯的“大键琴”系列无人潜航器已被多次用于北极地理考察，测定北极大陆架的高纬度边界；美国的“回声旅行者”号也已被美国海军正式使用。

根据美国各财年的预算计划披露，美国海军在 2019 财年采购了 5 艘作为作战相关原型机的超大型 UUV，且在 2024 财年美国海军计划于 2026 财年、2027 财年、2028 财年各采购一艘超大型 UUV，采办价格为 1.133 亿美元、1.156 亿美元与 1.179 亿美元。

**基本判断：**从发展趋势来看，国外海军无人潜航器的发展趋势主要集中在以下 5 个方面：

1) 无人潜航器的总体技术与载荷一体化设计，使 UUV 体积大幅缩小，载荷性能得到有效发挥，作战场景更加丰富。

2) 开发新能源，提高 UUV 的续航能力。除传统的铅酸电池、银锌电池、锂离子电池、燃料电池等外，目前电-电混合、柴电混合等混合动力技术、可再生能源、浮力推进、核动力等多项新式动力驱动的 UUV 也在研制中。

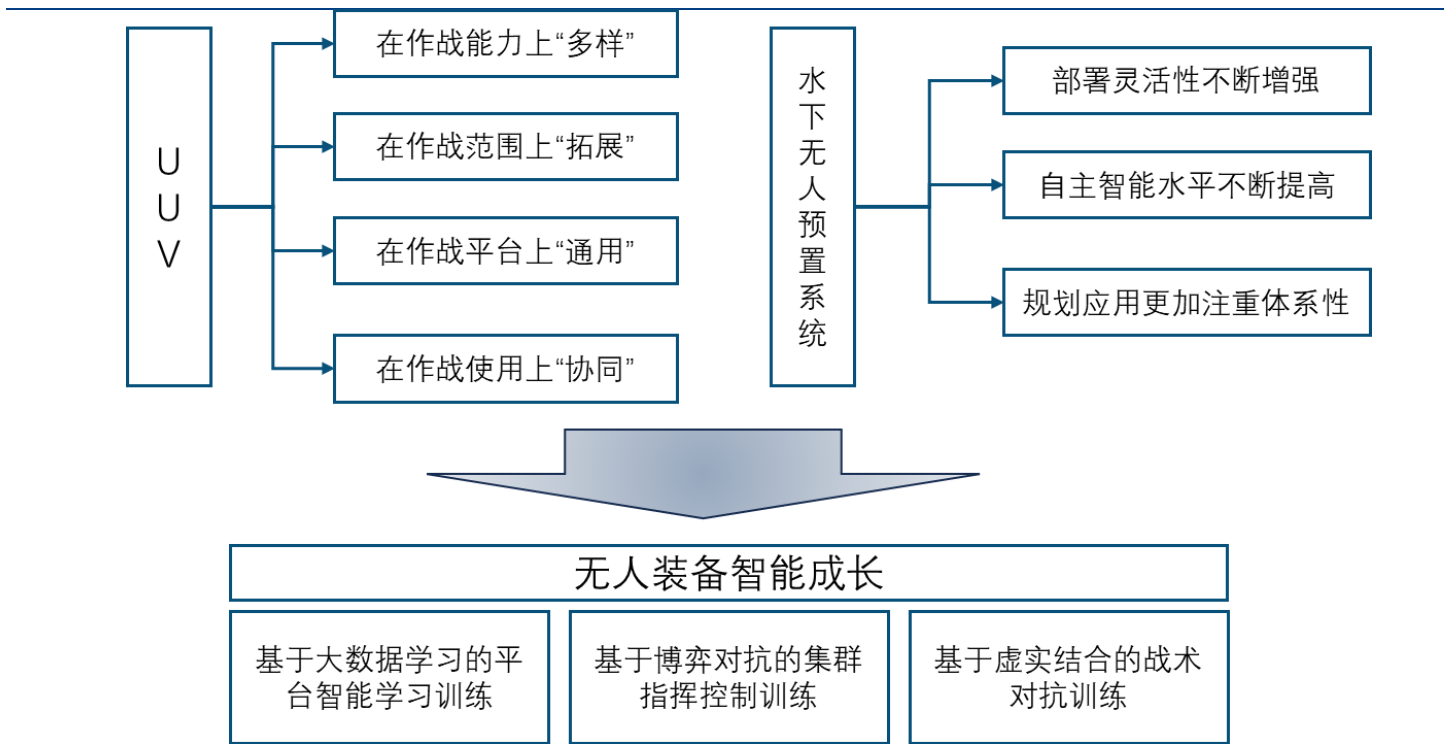
3) 如何进一步提高导航定位能力，利用分布式和网络化导航技术已经成为未来的发展重点。

4) 持续改进控制系统，增强平台自主性。

5) 逐步向协同作战方向发展。从目前为主的以有人现役装备与无人平台相结合的

使用方式，向”蜂群“无人自主智能执行任务的方向发展。

图43 水下无人装备前沿发展趋势



资料来源：《水下无人装备前言发展趋势与关键技术分析》，中航证券研究所

## 6、巡飞弹（自杀式无人机）

**定义：**巡飞弹（Loitering Munitions）也被称为“游荡弹药”或者“自杀无人机”，兼具巡航导弹和无人机的特点，是一种可由多种平台投放，能够在空中进行巡逻飞行，执行目标侦察、精确打击、电磁干扰和毁伤评估等作战任务的武器。巡飞弹是精确制导弹药技术和无人机技术相结合的产物。巡飞弹兼具精确制导弹药和无人机的特点，与精确制导弹药相比，其具有持续威慑能力强、有效滞空时间长、作用范围广

泛、可侦察打击各种隐蔽目标和时敏目标等优点；与无人机相比，巡飞弹可像常规精确制导弹药一样，具有“快反、强突、机动”等优势，并具备无人机不具有的精准打击能力，可极大地缩短从发现到摧毁目标的时间。目前典型的巡飞弹有美国的“弹簧刀”(Switchblade)系列，以色列的“英雄”(Hero)系列和“哈洛普”(Harop)等。

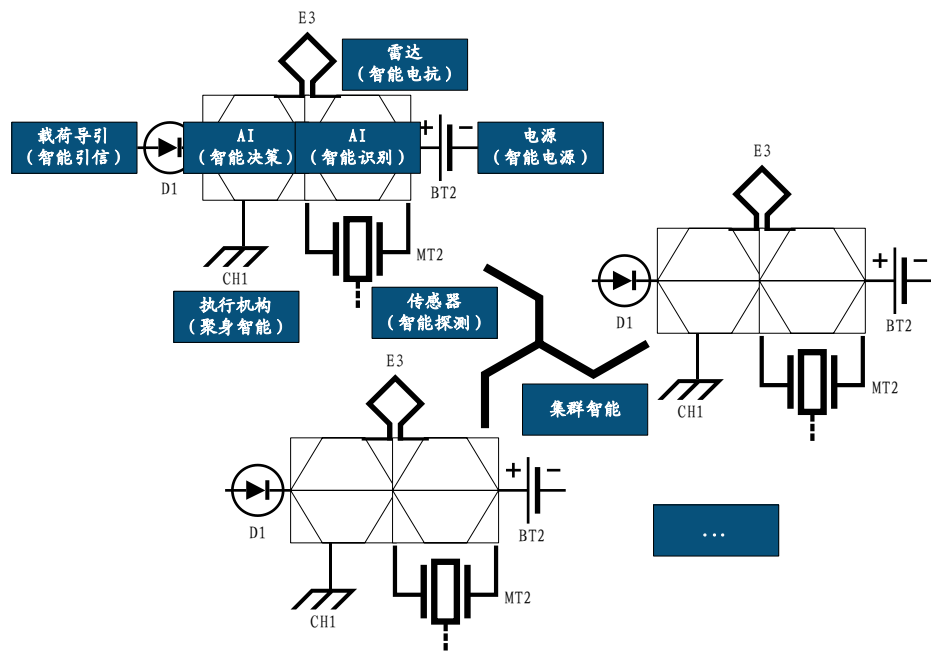
**发展现状：**巡飞弹最早起源于以色列，于 20 世纪 90 年代开始研制，初期为侦察型巡飞弹。以色列国土面积狭小，战略纵深匮乏，面临周围阿拉伯国家的敌视，在中东地区多次与叙利亚、埃及等邻国爆发战争，同时又面临着境内的恐怖袭击威胁，对无人机侦察、打击需求强烈。1982 年以色列在黎巴嫩战争中意识到无人机在反雷达方面的潜力，开始研制攻击雷达的自杀无人机。21 世纪初进入快速发展期，美国、以色列等国家开展大量研究，研制了从中近程打击、火力支援到适合单兵作战的极短距离作战系统，应用范围从陆军拓展到海军、空军等多个军种。进入 21 世纪以来，在各国目前服役或在研装备中，适用于单兵携带并具有信息化发展趋势的智能弹药类型之一的低成本巡飞弹大量出现。2010 年前后，巡飞弹进入创新发展期，低成本、长航时、隐身化、集群化等特征日趋明显，在作战体系中的作用也日益重要。2022 年俄乌冲突以来，俄罗斯首先在战场使用了“立方体”巡飞弹，此后还出动“柳叶刀”巡飞弹击毁了乌克兰 S-300 防空导弹武器、TB-2 无人机通讯中继站以及“凯撒”自行榴弹炮等军事目标。2022 年 10 月份传闻俄罗斯大量引进伊朗“Shahed-136”巡飞弹（即俄罗斯“天竺葵-2”巡飞弹），用于打击乌克兰基础设施。美国、波兰、澳大利亚、以色列等国也向乌克兰援助了大批巡飞弹，包括美国的“凤凰幽灵”、“弹簧刀”巡飞弹，波兰的“战友”巡飞弹。至此，西方国家的巡飞弹与俄罗斯、伊朗等国的巡飞弹在战场上同台竞技，隐隐透露出未来战争的新形态。

**行业判断：**巡飞弹因种类多、功能全、成本低、部署广、以高精确执行多样化作战任务而受到各军事大国的重点发展，并且已在几次局部战争中得到应用，进行了实战检验。因具有战术创新的先天优势与巨大的作战潜力，巡飞弹将为未来战争带来更多制胜手段。巡飞弹在战场中的使用，极大地提高了巡飞武器系统的作用和地位，提高了对复杂战场目标的侦察、打击能力，减少了不必要的后勤负担。巡飞弹以其侦察、打击、评估等多功能于一体的特点，将成为未来战争中至关重要的武器之一。我们认为，巡飞弹不仅仅是一款武器的简单应用，诸多巡飞弹、FPV 自杀式无人机等，已经逐渐成为一种新的作战方式，带来作战理论的革新。

### (四) 功能模块+AI:

能力模块是业务功能逻辑与人工智能结合的最小显性单元。与过去一些具有相对特定用途的重要军事创新不同，人工智能是一种具有多种应用的通用技术，能力模块是业务功能逻辑与人工智能结合的最小显性单元。由于军事对抗形式的多样性以及装备功能与作战流程的复杂性，因此军事智能化相较于商业智能具有场景多、技术复杂性高、流程长、技术复合性强的特点。从功能算法端来看，军事智能化是装备与军事作战原有业务能力的提升，而非替代，军事智能化的共生性，一定是扎根，支撑服务于军事作战业务，因此，军事智能化往往具有定制化性，不同装备与军事作战需要的智能化能力不同，其相应的配套智能化软、硬件也不同，能力模块是业务功能逻辑与人工智能结合的最小显性单元。从能力角度，我们认为，人工智能与各作战业务模块的典型潜在组合包括：“电子对抗+AI”、“军事通信+AI”等。

图44 人工智能与功能模块的结合



资料来源：中航证券研究所整理

### 1、电子对抗+AI

**定义：**电子对抗是指，依托电磁频谱域，利用电子设备和器材等载体，利用电磁能、定向能确定、扰乱、削弱、破坏、摧毁敌方电子信息系统和电子设备，并未保护己方电子信息系统和电子设备正常使用而采取的各种战术技术措施和行动，遏制、保护电磁频谱域的应用。其内容包括电子攻击(EA)、电子保护(EP)和电子战支援(ES)三个部分。“电子对抗+AI”是人工智能与电子对抗应用相结合的产物，下图所示是认知电子战与传统电子战的区别。

**图45 AI 电子对抗与传统电子对抗的区别**

传统电子对抗	电子对抗+AI
利用目标反馈信息的能力有限	在认知回路中利用目标的反馈信息
限于单节点或专用平台	可以是分布式、网络化系统,也可以是单平台
按事先规划的策略实施对抗对环境的感知能力有限	以智能处理方法自主实施规划、决策和行动可动态感知其工作环境
不在已知的己方射频频段工作	动态感知己方的频谱应用, 根据策略和端对端目标工作

资料来源：中航证券研究所整理

**行业现状:**近年来,美国将电子对抗+AI列为其军事智能化投入的重要方向之一,开展的典型“电子对抗+AI”项目如下。

**图46 AI 电子对抗项目**

启动时间	研究机构	项目名称	概述
2010	OARPA	自适应电子战行为学习 (BLADE)	开发新型机器学习算法, 快速探测感知新型无线通信威胁, 动态融合对抗措施, 并精确评估电子攻击战场损伤
2010	AFRL	认知干扰机 (CJ)	开发一种基于网络化软件定义架构的自适应跨层干扰系统, 在改善干扰效果的同时使自扰最小化
2010	DARPA	极端射频条件下通信 (CommEX)	开发在遭受干扰压制情况下的通信自适应能力和灵活性
2012	DARPA	自适应雷达对抗 (ARC)	研究对新型、未知雷达威胁的感知能力, 自动对威胁采取有效对抗措施, 精确评估对抗效能
2012	空军	先进电子战组件 (ACE)	通过设计制造低成本高产量的先进电子战光电子元件, 推进构建适应未来先进电子战的基础设施和能力
2013	海军	自适应认知电子战	利用、欺骗、拒止敌方频谱, 确保美军及其盟友频谱正常, 研究美海军和海军陆战队电磁频谱控制能力
2014	Exelis 公司 (后被 Harris 哈里斯公司收购)	破坏者 SRx 系统	利用一种多功能灵巧传感器来满足复杂的认知电子战需求; 是目前市场上体积最小的可重构系统, 大小约等同于苹果手机, 覆盖频率非常宽, 从波段 A 到毫米波段。据称是世界首套认知电子战系统, 目前达到技术成熟度 5 级, 在 2015 年 6 月的巴黎航展上展示

资料来源：中航证券研究所整理

**行业判断:**在数据要素驱动下的信息化、智能化作战条件下, 电磁空间的优势是未来战争的“制高点”, 没有制电磁权, 就谈不上制空权、制海权、制天权和制信息权。AI 技术的应用, 将有望帮助电子对抗作战系统更有效的适应未来战场复杂电磁态势, 其具备的实时动态学习、思考、推理和记忆等能力, 可在应对新型复杂环境时快速做

出响应，成为未来战场智能作战的“弄潮儿”。

## 2、军事通信+AI

人工智能被誉为引领科技变革的颠覆性技术，近几年在多个领域得到了广泛应用和发展，引起了国内外研究人员的高度重视。美国国防部第三次“抵消战略”，日本的“人工智能/大数据分析/物联网/网络安全项目”，欧盟的“人脑计划”，均力图抢占人工智能在军事科技领域的高地。目前，人工智能已经成功应用于智能翻译、电子战系统、自动情报与图像识别系统、人工智能武器等方面。在通信领域，人工智能也逐步在组合优化、检测、估计等问题上进行了成功探索。可见，研究人工智能在军事通信中的应用，对未来战场的通信保障有着重大意义。作为普适性的人工智能技术，在军事通信领域可广泛应用于各个环节。按照待解决的技术问题，可大体分为以下3个方面。

图47 AI在军事通信的典型应用

典型应用	能力
组合优化问题	军事通信涵盖多个设备、多类别资源的组合运用。这些设备与资源工作在通信网络的各个层级，如何最大化资源利用率，提高通信效率，涉及资源池中的最优资源配置方式的选择计算，是一个典型的组合优化问题。美国 DARPA 组织的为期 3 年的“频谱协作挑战赛”，力争通过人工智能更好地完成空间频谱协作能力，提高频谱利用率。赛事中人工智能表现出来的性能较传统自适应算法有明显提升，且动态跟踪预测的效果要远胜于传统算法。通信组网的优化同样是人工智能在军事领域的一大发展前景。电台组网和传感器间的组网是各国军事领域争相竞争的技术高点，极具代表的有战术通信数据链和无人机集群。目前，传统的组网方式为人为设置或通过基于多项式计算的自组网路由算法，其效率和网络规模都较小，人工智能的普适性和训练特性可显著提高自组网的灵活性。
检测问题	对网络制式、通信信号等的识别，可以提高自身打击和抗打击能力。现在已商用的调制方式识别、编码识别，都是典型的检测问题。目前，实验室环境下已经实现了高于传统识别率的调制识别，编码识别也经过了功能性验证。军事领域的干扰和抗干扰是通信对抗中的两大方面，传统的通信对抗已越来越难适应现代化高节奏的战场需求。通过识别对方或己方的调制方式、编码、射频频带以及复用方式等，可以更精准地实施干扰和抗干扰，且人工智能的预测性能可以很好地解决对方策略调整的问题。经过大量的数据学习和积累，它的干扰和抗干扰能力将逐步递增。通过人工智能的方式检测参数、调整参数，可以大大降低人为操作带来的失误率。
估计问题	军事通信中的参数估计对通信系统的可靠性起着至关重要的作用。战争条件下准确估计出敌方通信参数，将会迅速占据主动权。例如，无线通信中的信道估计，是实现稳定通信的必要条件。在大规模 MIMO 的大量应用下，信道估计在天线阵密集、接收机配备的射频链路受限的情况下将极具挑战性。文献提出的 LDAMP 网络已证明其信道估计的性能已优于当前最具潜力的其他信道估计算法。国内外学者也提出了多个基于深度学习的信道估计器，都表现了各自的优势，逐步向实际应用推进。
联合/协作	者应用深度神经网络设计端到端的无线通信系统，与信号相关的编码、解码、调制以及均衡等都使用深度神经网络进行设计，实现了功能性探索，但可操作性较低。军事领域人工智能与 5G 技术的结合，将产生多种应用场景。人工智能中模型的环境自适应性和泛化性，将非常适合未来动态多变的战场和越来越紧张的频谱资源。同时，5G 场景下的低时延、高速率也非常适配未来战场数据的高速增长。

资料来源：《人工智能在军事通信中的应用-王振义》中航证券研究所整理

**行业判断：**虽然人工智能在军事通信领域有着广阔的应用场景，但目前成功运用的案例较少，人工智能自身面临着挑战。首先，军事通信领域的通信数据集获取是一个极具挑战性的工作，尤其对于非己方数据的获取，而这是人工智能最关键的部分。其次，军事通信领域不同于民用领域，其对安全性、可靠性的要求较高。通信系统日趋复杂，各模块之间紧密联系，一旦某个模块的某个模型受到攻击，将大大影响整体性能，大大制约了人工智能在军事通信领域的发展。最后，人工智能强烈依赖于强大

的计算力，动辄上亿的浮点型运算和 GB 量级的通信数据，将给通信设备的广泛列装和小型化、便携化带来巨大挑战。

随着计算机资源的快速发展和人工智能算法的逐步演进，模型压缩和加速算法性能逐步提升。鉴于人工智能在民用领域已经取得的瞩目成绩，虽然目前许多技术还处于初步探索阶段，但人工智能在军事通信领域将迎来更良性的发展。

## (五) 认知战+AI

军事对抗虽然表面上是双方硬实力的冲突，但从更深层次来看，无论冲突的性质和目的如何，归根结底都是人的认知与意志的较量，而认知战这一概念也逐步被专家学者们提出。认知战是指通过操纵信息、影响认知、改变态度和行为，以达到政治、军事或经济目的的一种新型战争形态，具有多模态、多域性与复杂性特性，其典型作战方式通过信息与网络空间开展，信息传播和信息操作是认知战的核心。随着军事科技的进步以及战争形态的演变，认知战在军事领域的应用日益广泛，对国际秩序产生深远影响，并以直接或间接的方式让军事作战空间从物理空间向无形空间逐步渗透，亦对国际自由秩序构成了一定的威胁。

国内认知战研究排名前三的机构为国防大学政治学院、中国电子科技集团公司第三十研究所、北京师范大学新。目前我国军事科研机构 and 高校关于认知战的研究内容主要集中在人工智能、机器学习、安全保护、认知行为科学、自动化作战系统和新闻传播等方面。同时，我国军方亦在不断积极推动军事智能化建设，加强人工智能技术在军事领域的研究和应用，努力提升我军在认知战中的战略竞争力。

国外对认知战的研究机构排名前三的分别是美国国防部、乌克兰教育与科学部、美国海军研究生院。大量国外文献内容证明，国外认知战的研究目标目标已从“传统的物理和信息领域扩展到人类意识领域”，特别是通过技术手段和信息影响目标人群的思想 and 价值观念。

**行业判断：**随着人工智能和新兴技术的广泛应用，关于认知战的相关研究日益活跃，已引起了军事学、认知行为学、信息技术学以及新闻传播等多学科国内外研究者的注意，认知战争的形式和手段也不断翻新，影响力日益增强。认知战的核心在于影响、操纵和控制敌方人员的心理和认知过程，“认知战+AI”能够利用人工智能技术通过对大数据的实时分析与处理，从而精准定位目标人群，制定个性化的攻击策略，进行信息的精准投放和心理影响，通过深度学习和自然语言处理技术，实现对敌方信息环境的精确控制，甚至可直接影响公民的行为和决策。我们认为，“认知战+AI”由于其打击精准，效果突出的优势，有望成为未来认知战的主流手段。

## (六) 军用仿真+AI

建模与仿真作为继理论与科学实验之后人类认识世界的第三种途径，在国防与民生领域的作用日趋重要。军用仿真包括装备技术仿真、装备系统仿真、装备体系仿真以及作战仿真，已经在军队训练、武器装备研制、作战指挥和规划计划等方面发挥重要作用，成为国防领域的一项关键技术。站在即将由信息时代迈入智能时代的历史节点上，一些人工智能技术的典型成果已经相继应用在军用仿真的各方面、各环节，未来“AI+军用仿真”的基本轮廓正变得越来越清晰。

军用仿真被广泛应用于军事训练，AI+军用仿真有望提升军事训练的效果，提升战斗力。军事训练的基本任务是提高官兵的综合素质和部队的整体作战能力，人工智能还被用来创建高度逼真的战斗模拟以用于训练目的。从冷兵器时代、热兵器时代、机械化时代到信息化时代，人类的军事训练活动经历了由低级到高级、由简单到复杂、由粗放到精细的发展过程。随着军事技术和武器装备对作战人员能力素质的要求越来越高，军事训练的使命作用越发突出，逐步成为具有战略性地位的军队中心工作。与此同时，军事训练对先进技术的需求也空前强烈，新的技术手段一经采用，往往能够成为新的战斗力增长点。例如，以网络信息技术为支撑的模拟训练、联合仿真训练、精准化训练管理以及可视化训练保障，已显著提升军事训练效益和管理水平。AI+军用仿真构建的虚拟环境可以复制各种场景和条件，为士兵提供多样化和全面的训练体验。

**表14 军事仿真+AI**

典型应用	能力
运用人机交互技术改进专业技术训练。	专业技术训练的目的在于提高参训人员的专业技术素质，实现人装有机结合，充分发挥装备技战术性能。运用人工智能对人机交互中产生的各类数据进行处理，得出分析结论，能够有效缩短信息反馈回路，帮助参训人员更快地掌握武器装备操作使用技能。美国国防部在《2018年人工智能战略摘要》中明确提出要“优先发展提升官兵个人能力方面的人工智能系统”。美国空军运用动作捕捉及大数据分析技术帮助特战人员发现和改进自身问题。动作捕捉系统实时记录士兵动作，通过训练好的卷积神经网络模型定位人体关键点，并指出动作中存在的问题，从而提升参训士兵的技战术水平。在美国空军教育训练司令部组织的一项评估中，人工智能被用来充当飞行教官，对飞行员在模拟训练中的操作动作进行实时评估，并给出改进建议。
运用沉浸式仿真技术升级战术训练。	沉浸式仿真技术是集计算机技术、网络信息技术、图形图像技术、自动控制技术和人工智能技术于一体的综合性技术，主要包括虚拟现实、增强现实和混合现实技术，通过将不同比例的虚拟物体、提示信息和现实场景相叠加，为参训人员提供逼真真实、甚至超越真实的模拟战场环境，实现实兵交战系统、装备训练模拟器材和指挥对抗模拟系统的互联互通操作，既能够支撑单个分队组织专业协同训练、战场适应性训练，又可以与其他兵种专业、其他地理位置部队相配合，开展异地同步、虚实结合、多级联动的互为条件训练和一体化联合训练，发挥训练效益倍增器的作用。虚拟现实技术以及真三维立体显示技术在军事领域的应用表明，基于虚拟现实技术的军事仿真训练系统在飞行训练、海军潜艇训练、立体三维坦克作战指挥系统、立体三维直升机训练系统、立体三维海军作战指挥系统以及立体三维实战演示系统等具有非常广阔的应用前景。2018年，美国陆军透露将对一款名为HUD3.0的头盔显示器进行测试，该显示器利用增强现实技术，能在士兵视野中叠加战术网络的数据、地形、障碍物，甚至可为虚拟敌军提供更具复杂性和挑战性的训练场景。2018年5月，美国海军混合现实作战空间开发实验室（BEMR）运用混合现实技术帮助潜水员掌握在潜艇甲板上停靠运输载具的技能，有效降低了训练成本和风险。
运用规划决策技术重塑指挥训练。	指挥训练的目的在于练就一批懂作战、善谋略、会指挥的高素质指挥和参谋人才。在缺乏实战检验的情况下，磨练谋划打仗和指挥打仗的能力，必须用好模拟对抗和推演评估等方法手段。运用智能规划决策技术打造“智能蓝军”，能够有效避免“红军思维与行为习惯，真实呈现敌军行为模式，更好地发挥“磨刀石”的作用。2017年9月，在首届中国人工智能与兵棋推演论坛上，中科院自动化研究所研制的“CASIA-先知V1.0”人工智能系统在兵器推演人机大战中以7:1战胜人类选手。2019年1月，美国DeepMind公司研发的AlphaStar在“星际争霸2”游戏中以两个5:0的战绩战胜两位职业选手。这些案例均展现出人工智能技术在军事指挥决策领域的巨大应用潜力。
运用智能化数据分析提升训练管理水平。	综合运用人工智能与训练大数据，能够提升各级训练管理效益。在军事训练过程管理中，通过收集单位训练计划执行率、参训率、弱训课目比重、人员层次分布和训练进度等数据，运用智能算法，能够辅助各级训练主管部门合理制定训练计划、准确把控训练进度、科学设置难度强度。在军事训练考核评估中，通过采集演习想定、部队情况、装备编配、指挥命令、机动部署、打击防护、弹药消耗和裁决评估等数据，运用机器学习技术进行数据分析挖掘，能够精准掌握部队指挥水平、机动能力、打击能力和保障能力。在训练条件建设绩效评估中，通过建立训练保障资源调配、经费投入以及绩效评价等指标和模型，采集训练场地建设、模拟中心建设、作战实验室建设和模拟器材建设等训练条件建设数据，分析挖掘训练资源配置和使用效益，实现训练条件建设用数据说话、用数据决策。

资料来源：《人工智能赋能军事训练-庄春华》，中航证券研究所整理

军用仿真为人工智能在军事应用提供试验床、数据来源，仿真检验未来智能战争。数据、算法和算力是拉动人工智能技术持续发展的“三驾马车”，网络则是“三驾马车”驰骋的跑道。当前，我国社会信息化发展迅速，但军队发展步伐相对滞后，在数据方面壁垒较高，孤岛林立，导致在军事领域应用人工智能技术的基础较为薄弱。人工智能在军事中的应用并不是一个冒险和武断的行为，需要经过海量的训练和反复的检验，要发展军事智能化，必须全面解决各方面物质资料准备问题，而仿真可以提供训练和检验所需要的海量数据、场景、环境，利用战争游戏模拟、产生、收集数据以化解数据源问题，从而大大降低人工智能在军事实践应用的风险和成本。

人工智能手段给传统仿真领域进行赋能，智能地仿真战争。用人工智能智能手段辅助生成繁琐的想定设置、实验样本设计、评估指标设计仿真运行配置，用人工智能手段去分析比对仿真生成的海量数据，用人工智能手段从试验数据提炼装备性能包线模型或者对装备数字模型进行校核验证，这些手段应用将极大降低军事仿真应用的难度，并显著提升仿真的可信性和适用性

**行业判断:**军用仿真技术正向“数字化、高效化、智能化、网络化、服务化、普适化”发展。研究热点集中在复杂系统建模仿真理论与方法、智能系统建模仿真、网络化建模仿真等方面。军用仿真技术与大数据、人工智能、数字孪生、元宇宙等新一代基础与应用技术的融合是军事仿真的机遇。“AI+军用仿真”将推动军事仿真技术的发展和军事变革，为军事仿真产业的继承、发展、创新、跨越产生重大影响。

**国内相关标的:** 华如科技、索辰科技、方州科技、展鹏科技

## (七) 后勤保障+AI

军事后勤、支撑体系是有许多矛盾构成的一个复杂矛盾体系。在后勤的诸多矛盾中，供需矛盾是后勤的基本矛盾。供需矛盾在后勤活动中虽表现为多种形式，但军事需求与客观物质条件的矛盾是供需矛盾产生的前提和基础，是核心主要表现形式。军事活动需求与客观物质条件之间的必然联系，既具有一致性，也具有差异性。这种差异既有可能与现实的之间差异，也有数量与质量之间的差异等。当前，社会生产生活的各个方面都渗透着智能化，战争形态在不断深度向信息化演进的同时亦快速向智能化发展。科技和军事上的这些深刻变化对后勤保障必然产生深远影响，供需矛盾虽仍是军事后勤的基本矛盾，但首先引起这一矛盾的军事需求和客观物资条件的具体内涵却将发生深刻变化。

美国在 2018 年的时候就提出要重视利用计算机技术实现军事后勤的改变，其中最为重视的就是数字化手段对于智能化后勤发展的影响。美国在军事价值链上沿用了传统的数据 (data)、信息 (information)、知识 (knowledge)、智慧 (wisdom) 体系，尝试把大量的后勤数据转换成 DIKW 体系，以此来完成装备后勤保障决策。

自人工智能问世后，这几十年的时间中有不少专家都在研究、分析人工智能可以代替人类工作的可能性，其中以 Carl B. Frey 和 Michael Osborne 两位学者牵头的 “The Future of Employment” 研究最具代表性，如图 48 所示，罗列了部分军地部分工种岗位被人工智能替代的可能性。下表虽然只是对部分和军事领域类似的工种进行了预测，但是也不难看出人工智能在军事领域的发展方向。人工智能对于指挥、管理的工种替代可能性较小，对于部分支援、保障类的工作任务可替代性就比较高一些。人工智能已经是现代战争中和未来战争中不可或缺的一部分，当前人工智能在军事领域的发展方向，可以大致概括为以下几个方面。由此我们看到，在支援及后勤保障力量方面，可能将在智能化浪潮中，会面临军内体系中最大的变革，即“后勤保障+AI”将有望得到长足发展。

图48 人工智能替代后勤支援领域可能性

军事领域	民用领域的相似工种	被人工智能替代的可能性
支援力量	厨师	0.83
	装维维修人员	0.71
	物资管理、配送人员	0.59
	设备操作员	0.55
	警务辅助人员	0.49
	交通指挥员	0.029
作战力量	安保人员	0.84
	基层派出所	0.098
	刑警	0.0044
	消防指挥、消防员	0.0036

资料来源：《人工智能技术在军事及后勤领域的应用研究-喻新尧》，中航证券研究所整理

站在当下，当智能化战争将逐步成为战争中的核心部分，后勤保障部分的服务对象也将逐步由各种智能化作战装备所构成，因此在未来的后勤保障+AI中，我们势必面临的是两方面的变化，其一是AI赋能下的智能化体系变革，以及更为新颖的，智能化战争中智能化装备的体系化后勤保障。

智能化后勤在智能化战争的环境中可以进一步和作战系统进行协作。通过信息化手段更加仔细、精准地将后勤的物资进行分类管理和统计，其中，最主要的是可以实时分析战场情况，捕捉到潜在的数据信息，将这些内容提供给指挥员，帮助他们做出决策。如果各种条件允许的情况下，甚至可以根据当前战况分析直接给出最佳作战方案，此时智能化后勤是作战系统下的子模块之一。

**图49 AI在军事后勤的典型应用**

典型应用	能力	
综合情报感知	人员信息	人员信息感知实现了对后勤资源的精准调度，其具备的能力除了可以收集战场上士兵的移动轨迹和位置外，还具备伤员定位搜救和情况远程回送的功能；
	物资信息	物资信息感知具备支撑物资管理、查询等功能，实现了军需物资从生产到使用的整个过程跟踪与监控这一目标，物资信息包含了像枪弹、燃料、药品等各种军需物资在运输和使用过程中其状态数据内容的收集和处理
	战场信息	战场信息感知实现了对敌方在战场上的部署、行动、武器装备这类信息的收集和发送，为部队在定位敌方目标以及评估敌方战斗力等方面提供数据支撑
	武器装备信息	武器装备信息可以实现各类武器装备位置、武器使用状态、各个设施的信息收集，可以在部队武器装备、设施方面为部队提供支持
智能设施控制	智能设施控制就是可以远程监视与控制军用智能化设施、装备，像无人机、无人驾驶、自动化控制系统等军用智能设施。利用智能设施中的传感器系统实现对设施的远程监视，利用智能设施的控制器和处理器传输的指令和程序实现对自动化执行任务的远程控制。目前军队也在这一方面开展相关研究，使用人工智能轻松检测军舰队组件异常并快速分析故障原因；使用无人驾驶汽车按照设定好的地面补给，规划一线战场和部队基地进行物资等资源补给，从而降低后勤补给部队人员在战场上可能面临的风险，同时减少运输成本及优化人力操作的工作，如美国陆军与IBM公司合作，使用Watson人工智能平台来帮助预先识别Stryker战车的维护问题等	
战伤医疗救护	在现实战争现场中，受伤的士兵大部分无法第一时间获得医疗援助，一是因为伤员的受伤程度远远超出了现场医护人员的救治能力范围，二是有可能因为该片区医护人员数量配备不足。所以在战场上要先对受伤的士兵进行分类，受伤较为严重的士兵应该最先得到医疗救护。因此人工智能技术为医疗救助开辟了新领域，美国的远程医疗与先进技术研究中心与CR（组合变量）分析公司在军事医疗领域开展合作，研发自动加固战斗伤员护理系统，该系统主要是针对战场上伤员的诊断和指令，但是就目前的技术发展限制，该系统还没有完全独立出来成为一个完整的自动医疗救助系统，更像是一款智能软件，它能辅助医护人员诊断伤员的受伤情况，监测伤员身体情况并且及时为病人提供治疗服务。同时，为了更好地在远程手术以及人员疏散活动中给人类士兵提供保障服务，美国特别重视将人工智能技术与机器人手术系统（RSS）及机器人地面平台（RGP）进行集成，在恶劣的环境下，利用人工智能配置的医疗系统可以分析、整理出军人的历史病例辅助医生进行治疗等。	
信息分析融合	信息分析与融合能力包括多级信息融合与综合信息统计分析。在战场上，将伤员的地理位置、移动轨迹以及心跳速率等信息进行融合，从而分析、判断伤员的受伤情况是否严重，利用多类型传感器将声音、光照、电磁、心率等产生的信息进行融合；战场上想要更加精准的判别敌方的行动部署等信息，就要对战场上敌方士兵、人员或者设备的活动轨迹以及武器装备的类型这类信息进行融合、分析，帮助指挥员更准备判断当前战场上的态势。	

资料来源：《人工智能技术在军事及后勤领域的应用研究-喻新尧》，中航证券研究所整理

随着高新技术如大数据、无人化、人工智能等被广泛运用于战场，作战态势变化迅速，战机瞬息万变且稍纵即逝，随时可能出现各种意想不到的危急状态和复杂情况，对后勤保障提出了更高要求。基于无人智能时代的作战特点及制胜机理将发生不同于机械化、信息化时代的变化，对后勤保障的军事需求亦将随之发生变化，从而影响后勤基本矛盾的各要素。战场可以无人化，但战争永远不会无人化。无人化作战体系只是智能化作战体系的一种侧面的表征，也是其发展的一个初级阶段。只有把握智能时代军事需求特点、客观物质条件内在变化发展方向，通过分析军事需求的保障方向

由“人”转为“机器”、客观物质条件的力量构成发生改变、“精确精准”保障极大提高客观物质的转化能力等智能时代军事后勤基本矛盾之演变，提出了摒弃陈旧观念、树立创新思维，调整后勤体系布局、保障重心向“机器”倾斜，战保一体、同步行动、化繁为简的应对措施预判智能化战争的后勤保障图景特征，未雨绸缪，才能驾驭正在到来的智能化战争。

智能化武器装备成为战场“主角”，军事需求的保障方向由“人”转为“机器”，战斗机、发动机等智能化预测性维修成为可能。军事需求是指军队作战、建设和发展对物质条件和保障活动的必需和要求。军事需求总是随着战争的发展和科学的进步而不断变化，这种需求变化不仅包含物资的品种、数量和质量要求，还包含需求主体的方向性、多样性和多变性等等。无人智能时代，武装力量结构编组不断重塑，无人潜航器、无人机、机器战士、士兵智能化穿戴装备等新型智能化武器装备将成为智能时代战场的主角。为适应未来战争全覆盖、快响应等要求，达到零伤亡的目的，充分运用人类在材料领域、能源领域取得的最新研究成果，结合新工艺、新技术，运用新理论，争取在人与机器协同行动和智能化武器装备自主行动两个方面不断取得突破，从而规模化打造智能化无人军队，实现无人作战系统的体系化协同作战。未来随着大量运用无人作战平台，无人作战平台与有人作战平台可实现混合编组，充分利用机器擅长的存储、计算、查询功能，从而对战场作出深层次的预测和理解，不仅能够机械、被动地执行人的指令，某种程度上主动地发挥出人的意识作用，一定意义上能够能动、自主地执行特定任务，甚至可根据特定程序自主地、创造性地完成作战任务。智能技术赋能改变最基础的作战要素，人将逐渐退出对抗一线，智能化装备将大量、成建制地走上战场，传统意义上“人对人”的战争将变为“机器对人”或“机器对决”的战争。后勤保障的重点由关注“人”转变为关注“机器”，智能化武器装备的“投”“修”“补”成为主要保障任务。

智能时代作战物资消耗由“低”变“高”、由“多”变“少”，促使客观物质条件的力量构成发生改变。所谓的客观物质条件就是指国家或军事后勤在一定时期内对军队的物资、运输、医疗、修理等方面的供给和保障能力。其中“物资”主要指保障军队建设和作战所需要的各种物质资料，在内容上主要分为五大类即军需物资类、药品器材物资类、油料物资类、工业品生产资料物资类及营房物资类。人工智能时代，作战物资消耗价值由“低”变“高”，促使客观条件中的物资结构发生变化。人工智能时代的战场上将很难看到人的影了，空中将是大批量的无人机集群——“蜂群”，水中将是各种 UUV 和无人作战舰艇——“鱼群”，陆上将是各种无人战车和机甲战士——“狼群”等，无人作战集群将大量涌现。智能化弹药不仅具备精确制导能力，而助能够实现自动探测、自动识别、自动捕获和跟踪，并自主判断选择最优攻击对象，并能够对毁伤效果实施评估，具备“发射后不管”、协同作战、智能突防、再度攻击、人机交互等能力。战争消耗已不再是传统的枪、炮和弹药等低价值的物资，而是技术高度密集、价昂贵的高精尖武器。军事需求的拓展，必然推动和促进客观物质条件的

发展，保障物资将由普通的“粮、油、弹”转变为“数据包、能量块、电子芯片”等高精尖产品，各类物资所占比重发生改变，从而引发客观条件中的物资结构嬗变。人工智能时代，作战物资消耗量由“多”变“少”，促使保障力量体系结构发生变化。一方面，军队规模结构“小型联合、新质主导”。过去为达成作战使命任务需要数量庞大的军队，如二战期间的诺曼底登陆作战，但随着军队的智能化水平的提升，一支规模适度的小型智能化军队即可替代规模庞大的传统军队所要完成的使命。太空军、网络部队、电磁微波武器和智能弹药等新质力量将广泛被用于未来战场，无人化平台直接参与战争。战争对抗的强度可能更为激烈，但对抗双方的兵力规模将“少”而“精”、兵力结构以无人装备为主，导致智能化战争时代后勤保障任务量将随着作战样式的变化而大幅减少。另一方面，智能无人技术使促成作战与保障走向一体达成融合，后勤保障无须单独筹划组织，可纳入作战行动中统盘考虑，加之智能无人武器装备所需操作人员极少甚至根本无人操作，从而使后勤保障任务量大为减少。

**行业判断：**智能技术催生“精确精准”保障，极大提高了客观物质转化为战斗力的能力。后勤保障力是军队战斗力的重要组成部分，反映后勤体系从事后勤保障活动满足军事需求的能力，是国家生产力的体现，是综合国力向军事领域的有效转化。在一定时期内国家能够用于军队建设和作战需要的资源总量是有限，要想提高保障能力更好地满足作战需要，就必须最大限度地提高客观物质转化为战斗力的能力。无人智能时代，通过“数字地球”“物联网”“云计算”“虚拟现实”等新兴技术，人、装、物泛在互联，各类作战、保障实体有机融为一体，经“云脑”和“智算”，将战争消耗“算得清”、保障行动“看得清”，实现保障需求可知、保障资源可视、保障行动可控。基于大数据、信息网络、人工智能等高新技术，未来战争中后勤保障活动可依据实时获得的保障需求，科学灵活地制定行动方案，并对方案的可行性进行评估测算，进而为指挥人员提供最佳择。保障组织从链式供应向网格化保障转变，可根据保障任务的类型特点、保障对象性质，智能选取保障力量和保障实体，智能规划保障力量编组规模，智能确定保障力量编组类型和层级，实现后勤保障的合理、科学、高效，变被动保障为主动服务，提升整体保障效率和效益。智能化保障平台主导一切后勤保障活动，一体保障、精确保障、精准配送以实现融合蓄能、联合聚能、精准释能的精确智能保障模式，军事后勤对客观物质的转化能力极大提高，从而更好地满足军事需求，保障打“赢”。

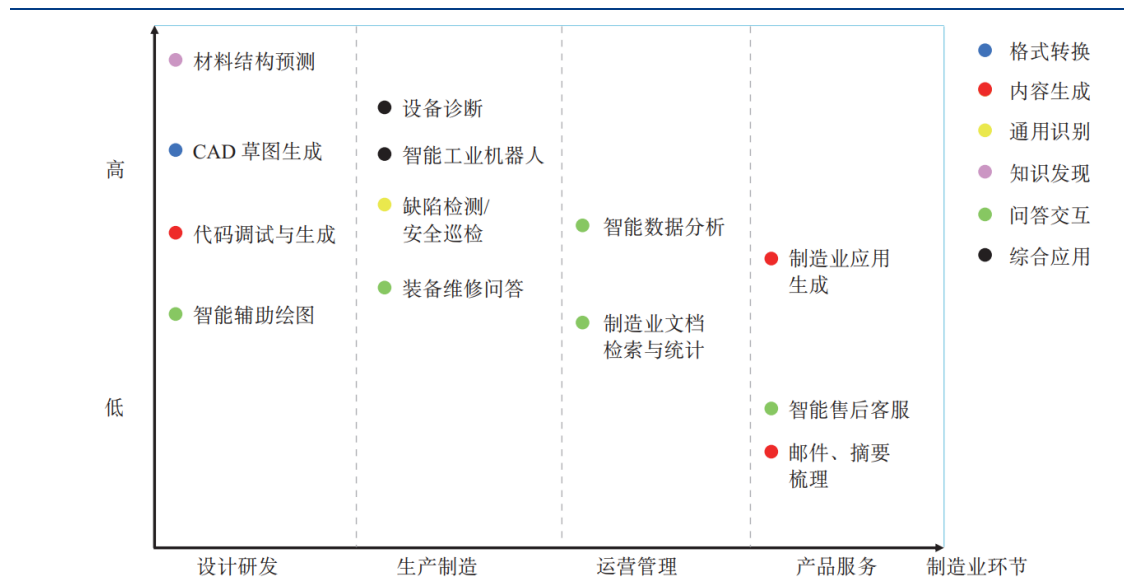
国内相关标的：太极股份、太极疆泰；

## (八) 国防制造+AI：拥抱 AI 技术，驱动国防工业智能化进阶

在建设现代化国防工业体系的关键时期，人工智能技术应用为军工制造业转型升级提供了强大的动能，AI 技术在军工制造业全流程的落地已成为推动国防工业体系领域产业升级的重要引擎。相较于部分汽车等先进制造业，许多军工制造业企业生产技术落后，难以适应现代制造业高效、灵活、智能化的要求，此外，制造业作为高耗能和高污染行业，面临越来越严格的环保法规和社会责任压力，因此，我们认为，积极拥抱 AI，建设一个高效、灵活、柔性、智能化、具备较大战略弹性的国防工业，将为困扰军工制造业的难题带来答案，为产业良性发展带来积极影响。

当前，AI 在制造业领域的应用已贯穿设计、生产、管理、服务等各个环节，全面推动制造业升级。在研发设计阶段，通过智能原型设计和智能工艺设计实现产品构思快速落地，缩短研发周期；在生产制造阶段，通过智能调度系统、质量控制机制及预测性维护等技术实现生产效率，并提升安全生产标准；在运营管理中，通过智能化供应链管理和智能运营数据分析等工具实现成本降低和决策智能化；在产品服务环节，通过用户数据挖掘、智能营销及智能客服系统实现个性化服务，并提升售后效率。

图50 人工智能赋能国防制造业



资料来源：《人工智能赋能制造业全流程的技术及应用研究》，中航证券研究所整理

**表15 AI 赋能国防制造**

应用环节	具体应用效果	结合载体
研发设计	①帮助优化产品设计、缩短研发周期； ②促进产品创新,满足产品的个性化需求；	工业软件
生产制造	①帮助提高生产效率、提升产品质量、提升安全生产水平。 ②通过实时分析设备状态、物料流动、能耗等情况,形成生产过程的高效协同机制,可实现生产流程的自动化、智能化管理决策。 ③对生产过程中的多个连续环节进行实时监测和分析,快速发现异常和缺陷,调整生产参数,提高产品质量的稳定性。 ④预测性维护, 基于大数据分析机器学习算法,在生产设备运行过程中,AI 技术实时收集和分析机器的运行数据,并基于数据分析结果预测潜在的故障和维护需求,自动提醒相关人员并执行维护计划,从而减少意外停机时间和维修成本,提高生产效率。 ⑤智能安全监控,结合视频分析技术与高精度传感器网络,实时监控生产环境,精确识别不合规的图片或视频画面,及时发现潜在安全隐患, 发现异常后报警或采取相应措施干预,确保生产制造过程安全和合规,降低事故发生的概率和损失。 ⑤智能工业机器人能够替代大量人工,帮助制造业提效。 ⑥优化生产流程和智能控制能够显著提高制造业的产品的良品率。 ⑦通过降低原材料损耗等方式降低生产成本,减少碳排放,实现绿色生产。	工业软件、工业机器人、工业母机
运营管理	①帮助降低运营成本、提高智能化决策。 ②智能化供应链管理, 通过预测能够使企业实现精细化库存水平控制,减少过剩库存和缺货风险,从而降低库存成本并提高资金周转效率。 ③智能运营数据洞察, 实时监控生产流程信息,通过洞察和统管各环节的数据,对生产活动进行规划、组织、协调和控制, 降低数据洞察门槛和提升企业决策效率。 ④知识管理, 对文档、手册、案例研究等资料进行高效归档和标签化,提升了信息检索效率,也使员工能够更专注于核心工作。	工业软件
产品服务	①帮助提供定制化服务、提高售后效率。 ②客户数据分析从海量的客户交互数据中提取洞察,分析客户行为模式和偏好,为企业提供精准的市场细分和个性化服务策略。 ③智能产品营销服务, 分析建立用户画像,为客户提供个性化的产品推荐或定制服务,增加客户的转化率和满意度。 ④产品售后服务,AI24小时不间断地提供服务,快速响应并解决客户的问题,减少客户等待时间。 ⑤通过数字人技术,根据客户的个人数据和行为偏好,提供高度个性化的产品推荐和互动体验; ⑥通过增强现实(Augmented Reality,AR)和虚拟现实(Virtual Reality,VR)技术,模拟产品的实际使用场景,让客户在购买前获得更加真实的体验。	情报收集分析软件

资料来源:《人工智能赋能制造业全流程的技术及应用研究》, 中航证券研究所整理

据埃森哲公司测算,到2035年,全球AI技术的应用将使制造业总增长值增长近4万亿美元,年度增长率达到4.4%。2023年工信部发布的数据显示,经过智能化改造,我国制造业研发周期缩短约20.7%、生产效率提升约34.8%、不良品率降低约27.4%、碳排放减少约21.2%。

**行业判断:**随着AI技术在国防工业体系内不断发展和应用,我们认为制造+AI的



---

场景与应用将愈发普及，相关的军工制造业企业将迎来更大的变革和发展机遇。

## 四、军事智能化的关键产业环节

军事人工智能是未来武器装备升级换代的重要方向，也是武器装备无人化核心“大脑”。目前国内在军事人工智能上，已经涌现一批企业在武器装备研制、作战指挥、装备智能化的一系列企业，正在从“软”、“硬”两个方面不断推动产业发展。

从产业链来看，我们认为，军事智能化可以分为基础层（算力、传感器）、技术层（算法、数据）及应用层（能力模块）三个层级。人工智能的发展离不开物理层面的依靠，因此产业链中基础层是人工智能的根本，是构建整个人工智能“神经系统”的关键。在此基础上技术层解决的是人工智能“灵魂”的问题，如何利用软件层面的算法等，最高效的利用好基础层的资源是核心技术。而应用层则是人工智能的最终产品形态，是军事智能化中人工智能赋能业务能力的具体表现。

图51 军事人工智能的产业链层级（部分非上市公司）

算力				支撑功能模块		能力模块	
CPU	GPU	FPGA	...	供电系统	网络安全	AI+电子对抗	AI+通信
航天电子	成都华微	智明达		泰豪科技	电科网安	盟升电子	七一二
传感器				新雷能	佳缘科技	...	邦彦技术
光电传感	雷达传感	姿态传感	大气传感	...	北信源		新劲刚
高华科技	光电股份			AI+制造	AI+情报分析	自主系统	
军事数据				科德数控	中科世通亨奇	道通科技	陕西无人科技装备
遥感数据	电磁频谱	地理信息	网络信息	能科科技	渊亭科技	航天电子	珠海天晴
装备参数	人员信息	...		AI+仿真	中科星图	中无人机	云州智能
算法				华如科技	航天宏图	航天彩虹	天海防务
自然语言	机器视觉	语音识别	强化学习	索辰科技	靖安科技	羚控科技	泰豪科技
知识图谱	信号识别	时序数据	专家系统	方州科技	道达天际	纵横股份	内蒙一机
大模型	支持向量机	决策树	...	展鹏科技	拓尔思	洪都航空	晶品特装
格灵深瞳	白杨智能	振芯科技		AI+指挥控制	瞰天科技	中航成飞	建设工业
行至智能				观想科技	AI+后勤	中航沈飞	58所
				兴图新科	太极股份	电科钻石	
				莱斯信息	太极鼉泰		
				科思科技	云技术		
					精灵云		

资料来源：中航证券研究所整理

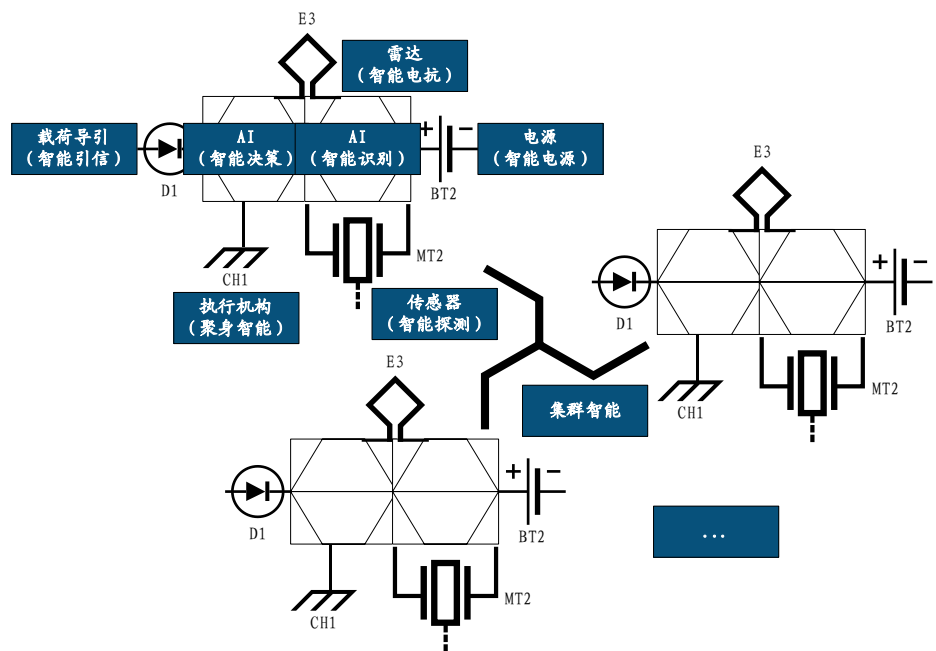
①基础层，算力层（AI 芯片）是军事人工智能的“神经元”。在人工智能领域，传统的芯片计算架构已无法支撑深度学习等大规模并行计算的需求，这就需要新的底层硬件来更好地储备数据、加速计算过程，其中 AI 芯片（智能芯片）为核心硬件。AI 芯片也被称为 AI 加速器或计算卡，即专门用于处理人工智能应用中的大量计算任务的模块（其他非计算任务仍由 CPU 负责），支撑于侧、端侧 AI 计算需求。当前，AI 芯片主要分为 GPU、FPGA 以及 ASIC 等。

②技术层，算法是军事人工智能的灵魂。算法、数据和计算能力是当前主流人工智能的三大要素，其中算法是人工智能的“灵魂”，是实现军事智能化的具体操作手段。当前的主流 AI 算法一般基于深度学习技术，虽然深度学习的核心框架相对固定，但

是为了使得学习模型在特定应用场景取得较好效果，往往需要做很多的算法优化和工程优化，以使得模型最终在具体场景取得更好的效果，比如更快的计算效率，更准确的分类概率等。根据处理数据的类型不同，其计算算法可以分为：自然语言（知识图谱、大模型）、机器视觉、语音识别、信号识别、时序数据、强化学习等。各人工智能算法适用由于其自身特点，导致适用领域各异，当前较火热的大模型和强化学习神经网络的可解释性很差，适合用来做初始数据的筛选、处理逻辑的编排输出；强化学习更垂直，适于解决限定条件多、影响因素少、解空间较小的问题；知识图谱、决策树可解释性更好，更透明清晰。

③能力模块是业务功能逻辑与人工智能结合的最小显性单元。与过去一些具有相对特定用途的重要军事创新不同，人工智能是一种具有多种应用的通用技术，能力模块是业务功能逻辑与人工智能结合的最小显性单元。由于军事对抗形式的多样性以及装备功能与作战流程的复杂性，因此军事智能化相较于商业智能具有场景多、技术复杂性高、流程长、技术复合性强的特点。从功能算法端来看，军事智能化是装备与军事作战原有业务能力的提升，而非替代，军事智能化的共生性，一定是扎根，支撑服务于军事作战业务，因此，军事智能化往往具有定制化性，不同装备与军事作战需要的智能化能力不同，其相应的配套智能化软、硬件也不同，能力模块是业务功能逻辑与人工智能结合的最小显性单元。从能力角度，我们认为，人工智能与各作战业务模块的典型潜在组合包括：智能 OODA 环（智能识别、智能决策、智能化打击）、智能电子对抗、智能化无人系统、聚身智能、集群智能等。

图52 人工智能与功能模块的结合



资料来源：中航证券研究所整理

从行业参与企业的性质来看，国资、民企均在同步发力。国资方面，自 2022 年始，央企军工集团大部分均在智能化发展方面积极布局，着手设立、重组了相关业务

的主体责任单位，包括航空工业智航院、中国电科智能科技研究院、中国航天科技集团有限公司创新研究院、航天科工集团智能科技研究院有限公司、中兵智能创新研究院有限公司、杭州智元研究院有限公司、中船智海创新研究院有限公司等。各细分领域产业图谱如下：

**图53 军事人工智能产业链图谱（部分）**

产业链层级	细分领域	相关企业
基础层：算力、传感器	GPU	智明达、成都华微、高华科技、光电股份
	FPGA	
	CPU	
	TPU	
	传感器	
技术层：算法、数据	大模型	格灵深瞳、振芯科技、白杨智能、行至智能
	机器视觉	
	语音识别	
	强化学习	
应用层：能力模块	情报分析+AI	渊亭科技、中科世通亨奇、中科星图、航天宏图、靖安科技、道达天际、瞰天科技、拓尔思
	指挥控制+AI	观想科技、兴图新科、莱斯信息、208所、科思科技
	自主系统	道通科技、航天电子、中无人机、航天彩虹、羚控科技、纵横股份、洪都航空、中航成飞、中航沈飞、电科钻石、陕西无人科技装备、珠海天晴、云州智能、精品特装、中科海讯、内蒙一机、泰豪科技、天海防务、建设工业
	AI+功能模块	AI+电子对抗：盟升电子
		AI+通信：邦彦技术、七一二、新劲刚
	支撑功能模块：	供电系统：泰豪科技、新雷能
		网络安全：电科网安、佳缘科技、北信源
	认知战+AI	...
	仿真训练+AI	华如科技、索辰科技、方州科技、展鹏科技
	后勤保障+AI	太极疆泰、太极股份
制造+AI	科德数控、能科科技	

资料来源：中航证券研究所整理

## 五、市场空间测算：全球 2027 年有望达到 210.03 亿美元

近年来，美国不断加大 AI 技术的研发投入，积极在军事领域开发、部署和使用军事 AI，已经拥有了 800 多个活跃的 AI 项目。继 2022 年发布《国防部人工智能战略报告》对美军 AI 技术军事领域应用进行全面规划和部署后，《2024 财年国防授权法案》预算申请中包括了 18 亿美元用于人工智能和机器学习项目，以促进决策和增强无人系统。2017 年 AI 预算为 6.3 亿美元，主要聚焦基础技术研发（如机器学习算法、传感器数据分析）。2021 年后受《国家安全委员会 AI 倡议》（2021）推动，加速 AI 军事化应用，达到加速拐点，增速 25% 显著提升。2024 年激增 30%，达到近年来的峰值，较 2017 年增长近 3 倍，反映 AI 从“辅助技术”升级为“战略核心”。俄乌冲突和“大国竞争”压力下，AI 被视为全域作战（JADC2）和决策优势的关键及投资的重点领域，逐步深入。

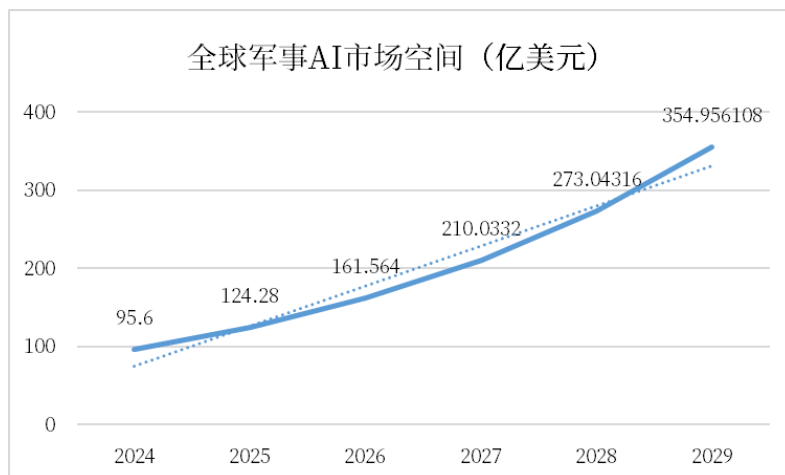
表16 Palantir 发展历程

演变阶段	具体领域
早期阶段（2017-2019）：	①计算机视觉与数据分析：如Project Maven（2017年启动），用于无人机影像识别，初期预算约0.8亿美元。 ②自主系统：DARPA“空战演进”（ACE）项目，开发AI飞行员技术。
中期阶段（2020-2022）	①联合全域指挥控制（JADC2）：2022年投入7.2亿美元，整合陆海空天网数据链。 ②AI伦理与安全：增设“负责任AI”（RAI）预算（2021年首次单独列支）。
当前阶段（2023-2024）：	①自主武器规模化：如“无人机蜂群”项目（Replicator Initiative），2024年预算3.2亿美元。 ②AI对抗性防御：应对中俄AI网络攻击，网络安全AI投入占比提升至15%。

资料来源：中航证券研究所整理

根据 Precedence Rearch 的数据，2024 年，全球军事人工智能市场规模约为 95.6 亿美元。其中，美国军事人工智能市场规模为 24.1 亿美元，若参考延续相关领域的增速，则 2025 年，美国军事人工智能市场有望达到 31.33 亿美元，全球军事人工智能市场有望达到 124.28 亿美元，2027 年有望达到 210.03 亿美元。

图54 全球军事 AI 市场空间（亿美元）



资料来源：Precedence Rearch，中航证券研究所

## 六、投资逻辑与趋势前瞻

当前，AI 应用正在向军事领域快速渗透，大量的智能化模块与装备将逐步走出实验室，为军事智能化产业带来价值量及费用占比的不断提升。我们认为，从行业维度，将会存在以下趋势。

①战争形态势必伴随着军事智能化应用的发展而逐步演变，自动化解放了作战人员的体力，自主化解方作战人员战士脑力，未来获取战争优势的重要方向是夺取“治智权”。

②深度参与国防军工的各个环节及领域，实现全领域 AI 整合。军事智能化不仅限于武器装备的智能化，随着人工智能在国防军工领域的深入发展，在武器装备的研制上，利用人工智能的优化仿真，可加速武器装备的研制周期；在指挥作战上，通过人工智能的分析判断，可提升指挥作战效能，辅助提升作战胜率；在武器装备智能化上，人工智能的上装备，一方面是可推动武器装备的无人化，另一方面也可以优化辅助作战人员的决策判断等等。因此军事人工智能的市场空间不仅限于“装备口”，相比较传统的行业领域，具有更大的市场空间，根据美国《2018 年国防战略》，明确将 AI 列为“改变游戏规则”技术，《2023 年国防部 AI 战略》提出“AI 赋能作战”（AI-Enabled Warfare）目标，要求 2030 年前实现全领域 AI 整合。

③价值量及占比不断提升。从行业发展阶段来看，目前军事智能化产业尚处于应用的试验、论证与萌芽期。智能化是共性技术，国防军工是复杂系统，未来随着技术的革新与应用的普及、新一代装备发展，人工智能技术与军事结合深度有望愈发加深，军事智能化将深度参与国防军工的各个环节及领域，带动装备智能化价值量占比的提升。

④带动新一代军工电子的产业发展新逻辑与趋势。军事智能化更多作用于信息、智力域（思想、决策、数据分析、梳理等，从而实现整体作战效果升级），其发展无法脱离军工电子基础。同时，军事智能化对于产业基础的要求与军事信息化具有显著差异与不同，尤其是在高可靠的高算力芯片方面。因此，随着智能化水平的提高，相关产业发展对军工电子产业基础的要求有望牵引新一代军工电子的产业发展新逻辑与趋势。

⑤相较于传统硬件厂商与主机厂，军事智能化企业软件属性明显，因此企业间的横向合作、并购、收购或成为常态，随之形成的龙头企业、产业联盟或将成为传统军工企业最大的竞争对手。

⑥军事人工智能的发展是渐进式的，解决特定领域特定问题的“弱人工智能”将在相当长时间内成为人类军事智能化的主要科研和应用领域。人工智能蓬勃发展期的到来推动了军事智能化的快速发展。从人工智能的发展来看可分为 6 个阶段，目前自 2011 年以来，随着大数据、云计算、互联网、物联网等信息技术的发展，泛在感知

数据和图形处理器等计算平台推动以深度神经网络为代表的人工智能技术飞速发展，大幅跨越了科学与应用之间的“技术鸿沟”，也推动了军事智能化中人工智能应用的快速发展。在未来相当长时期内，如人脑一般思考的“强人工智能”难以出现，解决特定领域特定问题的“弱人工智能”将在相当长时间内成为人类军事智能化的主要科研和应用领域。

⑦**优先提升“算力”基础，智算中心正在进行能力建设，边缘计算能力建设同步发展。**人工智能的发展核心是基于“算力”硬件，虽然目前我国人工智能芯片在性能上与西方仍有一定差距，但基于智能化需要，对于“算力”芯片的需求缺口大，因此随着我国一些芯片厂商成熟产品的推出，正优先补齐我国“算力”硬件的短缺，当前我国军事智能化需求主要集中在院所、军队的智算中心建设，相关硬件厂商将率先受益。同时，边缘计算与 AI 芯片需同步建设发展，部署轻量化 AI 设备至前线（如“战术云”项目）将同样维持较长建设周期。

⑧**算法及模块能力“百花齐放”。**从需求端来看，军事智能化的应用方向十分广阔，不限于武器装备智能化、无人化，指挥作战，网络安全攻防，仿真以及全周期武器装备智能化研制等。因此我们认为，随着军事智能化的需求不断具象化，相关领域的智能化算法及模块能力公司将不断涌现，来解决行业智能化所面临的痛点。

⑨**人工智能企业将逐步步入软硬结合时代。**不论是 Anduril 抑或是 Palantir、ShieldAI，均通过收购、并购等开始逐步将产品从软件，转向提供软硬结合方案，美国已进入 AI 竞争 2.0 时代，未来伴随着国内相关公司发展，产业有望呈现类似现象。

## 七、风险提示

- 1、央国企改革进度不及预期，院所改制、混改、资产证券化等是系统性工作，很难一蹴而就；
- 2、部分军品低成本发展趋势下，可能会带来相关企业毛利率的波动；
- 3、军品研发投入大、周期长、风险高，型号进展可能不及预期；
- 4、随着军改深入以及订单放量，以量换价后导致相关企业业绩波动；
- 5、行业高度景气，但如若短时间内涨幅过大，可能在某段时间会出现业绩和估值不匹配；
- 6、大军工与新城新质领域中存在较多中长期投资逻辑赛道，可能存在无法在较短时间内反应在营收层面的情况，同时高研发费用可能会导致利润无法短期释放，存在短期估值较高的风险；
- 7、军贸受国际安全局势等因素影响较大，如果国际政治格局发生变化，将可能对公司的经营业绩产生不利影响；
- 8、原材料价格波动，导致成本升高；
- 9、宏观经济波动可能对民品业务造成冲击；
- 10、行业重大政策调整可能会对军工板块走势产生中短期影响。

### 公司的投资评级如下:

买入: 未来六个月的投资收益相对沪深 300 指数涨幅 10%以上。  
增持: 未来六个月的投资收益相对沪深 300 指数涨幅 5%~10%之间。  
持有: 未来六个月的投资收益相对沪深 300 指数涨幅-10%~+5%之间。  
卖出: 未来六个月的投资收益相对沪深 300 指数跌幅 10%以上。

### 行业的投资评级如下:

增持: 未来六个月行业增长水平高于同期沪深 300 指数。  
中性: 未来六个月行业增长水平与同期沪深 300 指数相若。  
减持: 未来六个月行业增长水平低于同期沪深 300 指数。

### 研究团队介绍汇总:

中航证券军工团队: 资本市场大型军工行业研究团队, 依托于航空工业集团强大的军工央企股东优势, 以军工品质从事军工研究, 以军工研究服务军工行业, 力争前瞻、深度、系统、全面, 覆盖军工行业各个领域, 服务一二级市场, 同军工行业的监管机构、产业方、资本方等皆形成良好互动和深度合作。

### 销售团队:

陈艺丹, 18611188969, chenyd@avicsec.com, S0640125020003  
李裕淇, 18674857775, liyuqi@avicsec.com, S0640119010012  
李友琳, 18665808487, liyoul@avicsec.com, S0640521050001  
李若熙, 17611619787, lirx@avicsec.com, S0640123060013

### 分析师承诺:

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师, 再次申明, 本报告清晰、准确地反映了分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

风险提示: 投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险, 任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

### 免责声明:

本报告由中航证券有限公司(已具备中国证券监督管理委员会批准的证券投资咨询业务资格)制作。本报告并非针对意图送发或为任何就送发、发布、可得到或使用本报告而使中航证券有限公司及其关联公司违反当地的法律或法规或可致使中航证券受制于法律或法规的任何地区、国家或其它管辖区域的公民或居民。除非另有显示, 否则此报告中的材料的版权属于中航证券。未经中航证券事先书面授权, 不得更改或以任何方式发送、复印本报告的材料、内容或其复本给予任何其他人。未经授权的转载, 本公司不承担任何转载责任。

本报告所载的资料、工具及材料只提供给阁下作参考之用, 并非作为或被视为出售或购买或认购证券或其他金融票据的邀请或向他人作出邀请。中航证券未有采取行动以确保于本报告中所指的证券适合个别的投资者。本报告的内容并不构成对任何人的投资建议, 而中航证券不会因接受本报告而视他们为客户。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被中航证券认为可靠, 但中航证券并不能担保其准确性或完整性。中航证券不对因使用本报告的材料而引致的损失负任何责任, 除非该等损失因明确的法律或法规而引致。投资者不能仅依靠本报告以取代行使独立判断。在不同时期, 中航证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告仅反映报告撰写日分析师个人的不同设想、见解及分析方法。为免生疑, 本报告所载的观点并不代表中航证券及关联公司的立场。

中航证券在法律许可的情况下可参与或投资本报告所提及的发行人的金融交易, 向该等发行人提供服务或向他们要求给予生意, 及/或持有其证券或进行证券交易。中航证券于法律容许下可于发送材料前使用此报告中所载资料或意见或他们所依据的研究或分析。

联系地址: 北京市朝阳区望京街道望京东园四区 2 号楼中航产融大厦中航证券有限公司

公司网址: www.avicsec.com

联系电话: 010-59219558

传真: 010-59562637