

# 基于无人系统的多域智能及多域作战发展研究

原创 军鹰智库 军鹰资讯 2020-05-24



## 基于无人系统的多域智能及多域作战发展研究

作者：军鹰智库 来源：军鹰资讯

**摘要：**针对智能化、无人化发展背景下我军合成部队转型建设需求，从装备、技术、作战相结合的角度，系统研究了国外无人车、无人机、仿生机器人等无人系统的技术发展现状，以及基于无人系统的多域智能和多域作战发展现状，给出了我国无人系统以及合成部队转型建议，希望对我军合成部队多域作战能力建设起到参考、借鉴作用。

**关键词：**无人系统，人工智能，多域智能，合成部队

## 1、前言

无人系统指无人驾驶的飞机、车辆、仿生机器人等，并不包含其指挥控制系统。无人系统具有高度自主、可长期值守、适应恶劣环境、损毁无人员伤亡等特点，是作战方式向非接触、非对称、无人化、零伤亡变革的必需装备。以自主、集群、有人/无人协同、跨域联合为典型特征的规模化无人系统作战运用，将成为未来主要作战运用模式之一，必将对我军多域智能发展、多域作战应用以及我军合成部队转型建设指明发展方向。

## 2、国外无人系统技术研究进展

### 2.1 军用无人车

无人车分为遥控车辆、自主车辆、智能车辆，已广泛应用于侦察监视、警戒巡逻、定位引导、高危作业、特种作战、物资运输等任务，展现出广阔的应用前景。美国、英国、法国、俄罗斯、以色列等国家均高度重视无人车辆发展，但在相当长时间里，均以发展遥控车辆为主。如美国早在1988年就组建了各军兵种联合的无人驾驶地面车/系统联合项目办公室，统一规划无人车研制，先后推出了“萨格”机器人平台、“压碎机”地面无人车辆平台等，但这些平台均是遥控车辆。

在广泛实战运用遥控车辆的同时，美国于1983年较早启动了自主无人车辆研究计划，并在21世纪世纪初推出了美国陆军“未来作战系统”概念。美军“未来作战系统”研制3种无人车：武装侦察型无人车、多用途通用/后勤装备平台、小型无人地面车辆。该计划延缓了目标期限，但部分无人车项目仍得以支持发展。

在发展自主车辆的道路上，美国Demo III开创了自主无人车辆研究的先河，该车配置立体视觉摄像机、三位扫描激光雷达、毫米波雷达、红外夜视仪等，越野环境下行驶速度达到15~25km/h，具备多传感器融合感知与目标分类、主动视觉、主动控制、动态规划与重规划、与士兵交互等能力。DARPA主持的地面无人战车（UGCV），旨在开发出更高移动性能、耐力和负载能力的车辆，负载能力提升至1500kg水平。“守护者”多用途无人侦

察车是以色列研制的自主无人车，已成功服役。该车最大行驶速度可达50km/h，连续工作24小时，配置摄像机、夜视仪、各种传感器、通信设备、轻型武器等，可按预定路线巡逻，能自动识别道路交通标识、识别和躲避障碍物。

国外正在给无人车辆赋予越来越复杂的作战使命，在无人侦察车之后，具有攻击杀伤能力的无人车有望很快进入实战。同时，提高自主性、降低人工干预程度，仍是无人车辆支撑越来越复杂任务的重要手段，未来的无人车辆将在人机交互、可靠性、生存性、360°感知、目标检测等方面不断改进性能，以满足实战需求。

## 2.2 无人机与无人机“蜂群”

目前，美国“捕食者”、“全球鹰”、“影子”、“火力侦察兵”等无人机自主控制水平普遍介于ACL2到ACL3之间，但小型无人机智能化发展给无人机自主控制水平提升提供了很多高价值的启示。瑞士联邦理工学院教授拉菲罗·安德烈2013年实现了无人机容错及复杂控制，能够多机协同自动抛球、接球、平衡、空中翻滚旋转等。2015年11月，英特尔公司在德国的托尔内施，将100架旋翼无人机编队展示，为贝多芬第五交响曲演奏会伴舞，创下了在空中同时使用的无人机数量的世界纪录。这些无人机的编队飞行、图案组成、灯光变换都是由预编程序控制，整个编队仅有1至4名操作员控制。虽然安德烈教授、英特尔公司的展示并不意味着很高的自主控制水平，严重依赖室内传感器和高性能计算机辅助，或由地面计算机按预案进行控制，但只要给这些无人机装配合适的传感器和处理器就有可能实现等级高达ACL7的自主控制水平。

2016年4月，美国海军研究局与乔治亚理工大学联合开展的“蜂群”试验，表明无人机自主控制水平达到前所未有的高度，已经达到或接近ACL7的自主控制水平，上百架无人机“蜂群”协同实现战术目标已经指日可待。6月，DARPA授出“拒止环境中的协同作战”（CODE）的第二阶段系统集成合同，开展由1至2架真实飞机和若干虚拟飞机编队的飞行试验。该项目在高度关注无人机自主控制水平提高的同时，更加强调无人机机群对复杂环境的适应性和执行实战任务的能力。CODE项目可以极大提升无人机的生存性、灵活性和作战效能，降低未来作战系统的发展周期和成本，使美军的无人机在拒止和电磁频谱对抗空域中与地面或海面的高机动目标开展动态和远距离的作战，使无人机自主控制水平达到ACL9级。

## 2.3 仿生机器人

人工智能技术推动仿生机器人自主运动性能突破性提升，充满仿生机器人的纷繁复杂的战场局面即将出现。与无人机、无人车、无人船以及人形机器人相比，仿生机器人发展势头毫不逊色，已经发展出琳琅满目的游行、爬行、跳跃、行走、飞行类仿生机器人。其中，软银控股的波士顿动力公司最为出色，其代表产品包括四足机器人“大狗”、足式机器人“野猫”，腿/轮复合机器人“憨豆”、人形机器人“阿特拉斯”等。

得益于人工智能技术发展，波士顿动力公司仿生机器人已经具备很高的自主运动水平。

“大狗”以汽油为燃料、液压系统为驱动，搭载激光雷达、立体像机、惯性组合等传感器，最大负重150公斤，最大爬坡坡度达35度，可以持续运动10公里，在山地、雪地、瓦砾等多种复杂地形中通行。“野猫”是世界上运动速度最快（达32km/h）的足式机器人，采用甲醇燃料、液压驱动，适用于相对平坦的地面，可以实现小跑、弹跳、奔跑等多种步态。“憨豆”是腿式/轮式领域最强的机器人，采用10个驱动关节，可以实现狭窄空间内较强的机动能力。“阿特拉斯”由电力和液压混合驱动，四肢内侧传感器以防止侧翻，头部激光雷达和立体传感器以识别目标、避开障碍物、评估地形和实现导航，可以完全直立行走、穿越复杂地形、搬运物体甚至跃过障碍、后空翻等。

近两年，人工智能发展速度超乎想象，“阿法元”仅学习3天就以100:0的绝对优势打败“阿法狗”。相信随着新材料、新能源、新器件和人工智能技术的发展与运用，更加智能的仿生机器人将呈现暴发式增长态势，一幅充满仿生机器人的未来战场画卷将徐徐展现在人类社会面前。

## 3 国外多域智能及多域作战发展研究

### 3.1 多域作战实战应用情况

以遥控为主要控制模式的无人系统已实战应用，规模化无人作战将成为未来作战的新常态。无人系统实战应用可以追溯到第二次世界大战，当时德国在东西线战场均使用了履带式遥控车辆“哥利亚”执行排雷、爆破任务。此后，无人系统快速发展，一系列先进无人

系统问世，如美国“徘徊者”警戒机器人、“交通警察”排雷机器人、“剑”式武装攻击机器人，以色列“守卫者”巡逻车、“前卫”无人战车等。但这些无人系统以单平台遥控运用为主，自主性相对较弱。

2014年12月，叙利亚军队运用俄罗斯“洋槐”自行火炮、6台“平台”-M和4台“阿尔戈”无人战车、3架无人机作战，位于莫斯科国防指挥中心的“仙女座”-D系统跟踪监控整个战况。猛烈打击持续20分钟，约70名极端分子被击毙，而叙利亚军队仅有4人受伤。无人系统显示出巨大作战优势，成为美国开启精确打击高技术战争以来，对世界军事和装备发展影响最为深刻的一次实战能力展示，也标志着无人系统实现了由单装遥控向集群运用的转变。

此次战斗进一步坚定了军事强国发展无人系统的决心。美军未来10年列装的地面无人车将超过陆军士兵数量，无人潜航器达1000艘，90%作战飞机将是无人机。俄军2017年开始大量列装无人系统，预计2025年在俄军装备中的比例将达到30%，其中无人机将占空军飞机总数的40%。可以预测，无人系统规模化作战已是大势所趋，无人系统集群的广泛运用将成为新常态。

### 3.2 跨平台的多域智能发展情况

空中、地面无人系统相互融合、取长补短，能够显著提升综合作战效能，空地协同将成为无人系统非常有前景的作战应用样式。在2014年12月叙利亚军队打击极端分子的战斗中，空地协同已小试牛刀，无人机为无人车和火力打击单元提供了可靠的目标侦察、指示和效果评估能力。

美国对空地协同作战样式研究较早，其2003年立项研制的美国陆军未来作战系统，就是典型以网络为中心、有人车与无人车协同、地面车辆与空中无人机协同的无人化空地协同作战系统。2007年，美国陆军29步兵团举行“机器人战争”演习，18种执行不同任务的无人作战系统完成了所有战术行动。随着空中、地面无人系统自主性能大幅提升，空地协同作战再次受到军工巨头关注。2016年美国“多用途无人战术输送系统”在测试中，无人车就搭载了情报侦察多旋翼无人机。2017年9月，英国BAE公司开发出无人坦克、无人车和无人机组成的未来概念作战系统，该系统无人机、无人车可以源源不断处理和识别

敌情并传递准确信息，大幅提高控制中心的决策者判断力，同时在最短时间内为坦克提供激光瞄准信号，还能携带武器实施自主攻击。

### 3.3 有人/无人协同作战

由于技术、伦理疑虑，在较长时期内以人为中心的高层次有人/无人协同将是无人系统首选作战运用样式。全无人系统自主作战将是无人系统集群作战发展的最高目标，但较长一段时期内，无人系统还无法达到人类的决策水平，且人类自身也还无法从心理和伦理上接受无人系统完全自主化。因此，有人系统与无人系统协同将是无人系统作战运用的首选样式。2004年、2007年、2014年，美国波音公司、英国皇家空军、法国达索公司就完成了有人机与无人机的协同飞行试验。2014年、2016年，法国达索公司、美国海军又分别演示了“阵风”战斗机和“神经元”无人机、X-47B无人机和F/A-18“大黄蜂”战斗机的协同操作能力。同时，美国计划2018年启动“忠诚僚机”项目，该项目旨在将F-16改装成自主飞行的无人机，在未来战场上作为F-35战斗机的“僚机”与其协同使用。

地面平台有人/无人协同可以追溯至美国陆军未来作战系统以及“机器人战争”演习。2017年8月，美国陆军又首次实施了有人/无人车辆的联合作战试验，动用了无人战斗车辆与机动部队、坦克部队进行协同作战演示。美国海军陆战队“多用途无人战术输送系统”是“套娃式”协同作战系统，它用两栖战车搭载轮式和履带无人车、轮式无人车上搭载多旋翼无人机、履带无人车装备大口径机枪，两栖战车为无人车提供安全防护，无人车为登陆部队提供火力掩护和情报支援。目前俄罗斯也在计划发展类似的步兵战车运输小型无人车。

## 4 对我军合成部队转型发展的建议

### 4.1 我国无人系统发展建议

十年来，我国已成为无人系统创新高地和引领世界无人系统发展的重要一极，军工集团、中科院、高校、民营企业共同成为推动发展的主力军和生力军。但总体来看，我国无人系统仍聚焦于单平台发展，各系统自主与协同研究少，实战检验不足、缺乏顶层规划和实战牵引，难以适应“侦控打评”闭环、进攻/防御一体的实战化要求。建议借鉴国外无人系

统实战运用与自主、协同的技术发展动向，结合我国发展特点，统筹规划、协同创新，立足新一代人工智能技术，积极推动无人系统实战化发展。

（1）顺应无人化、智能化、多域作战要求，坚持顶层设计、统一规划，统筹兼顾制定无人系统发展路线图。

跨域协同、多域联合作战概念逐步渗透到无人系统的设计与运用中，但国内相关系统研究相对分散，陆、海、空缺乏统一顶层规划，平台与集群作战、多域联合运用关联不紧密，尚不能与未来集群、多域联合作战运用无缝对接。建议从无人化、集群化、多域化作战运用出发，对无人系统发展进行顶层设计、统筹规划，建立以人工智能等先进前沿技术为基础，面向多军种、军民融合的无人系统发展路线图。

（2）着力无人系统监视与反制装备，超前应对以仿生机器人为代表的未来无处不在的智能化无人系统威胁。

仿生机器人几何尺寸、物理形态、运动样式与传统的狗、鸟、昆虫等越来越像，对其进行监视、分辨已越来越困难。未来，高保密军事基地、战略性武器系统周边，将势必布满来自不同组织、人员布放的仿生机器人，以实施监视、监听甚至干扰、破坏等作战功能。建议在国内现有反无人机系统基础上，扩充技术手段、推动反无人系统技术发展和系统研制，形成原理性演示系统和核心设备，超前应对威胁、确保军事战略目标安全。

（3）构筑自主可控的脑机、VR/AR、深度学习等基础前沿技术体系，支撑无人系统作战性能颠覆式提升。

自主性是无人系统实战运用的关键能力支撑，也是集群运用、空地协同的基本要求。以深度学习、强化学习为代表的人工智能技术取得了巨大发展，其进展已超过人类预期，将其引入无人系统感知、决策与控制系统，是提高无人系统作战性能的重要技术途径。但目前国内在脑机、VR/AR、深度学习等基础理论研究方面还相对落后，基本处于跟跑和应用研究阶段。建议面向无人系统作战运用，构筑自主可控的基础前沿技术体系，推动无人系统作战的自主化、网络化、规模化发展。

（4）聚焦无人机/无人车、无人机/无人船等空地协同作战样式，积极推进无人作战能力的跨越式发展。

在无人系统协同作战运用中，无人机与无人车、无人机与无人船等的空地协同作战样式，是遂行对陆、对海打击的特别重要的样式。在对陆打击中，无人车运动环境复杂，缺乏对广域战场态势的实时感知能力和复杂条件下的实时通信能力，制约了其作战运用；在对海打击中，无人船本身侦察范围有限，同样缺乏对远距离、大范围战场态势的感知能力，不利于及时的战术运用和自身防御。国内在军民领域发展了多款无人机、无人车、无人船，建议大力发展无人机与无人车、无人船等的协同作战能力，弥补无人车、无人船等作战运用不足，积极推进地面、海上无人系统作战能力跨越式发展。

#### 4.2 无人作战下我军合成部队转型借鉴

随着多域智能和多域作战的深化发展，未来合成部队中将编入无人机部队、无人车部队、无人船部队等无人系统部队，以及无人系统反制部队、无人系统作战指挥部队、无人系统保障部队等。在无人化、智能化的多域智能与多域作战背景下，无人系统与人类将混合作战，人类将主要参与作战指挥和后勤保障，无人系统则主要担负侦察、突击等危险作战任务，我军合成部队建设面临前所未有的发展动力，合成部队转型迫在眉睫。

为更好地服务于我军合成部队建设，助力我军实施无人化作战背景下的多域作战，特对我军合成部队建设提出如下发展建议：

（1）积极推动人工智能落地应用，以多域作战牵引多域智能和无人系统发展。

无人系统大量运用必然带来实战运用难题，比如部队快速编成与作战规划、无人系统部署、行动与回收等。必须大力发展人工智能技术，以多域作战为牵引，不断提升无人系统的智能自主水平，使其能够适应复杂环境和作战任务，以更好地发挥多域智能和无人系统作战效能。

（2）着力发展人工智能、虚拟现实技术，构建自主高效的有人/无人协同作战体系。



合成部队中，无人系统主要承担监视、侦察、情报、通信、打击等任务，人类则主要负责不同层级的指挥控制任务。过去，由于智能化水平低，无人系统主要通过遥控完成实战任务，未来，无人系统则借助人工智能技术，大幅提升自主化水平，从而将遥控人员解放出来承担更高级、更复杂的指挥任务。同时，由于人类指挥员要能够快速获取战场态势并进行指挥决策，必要时还需要对不同的无人系统进行指挥，因此指挥效率对作战胜负至关重要，大力发展虚拟现实技术将有效提升人类指挥员与无人系统、无人作战集群之间的沟通效率。

### （3）超前发展无人系统反制技术，构建攻防一体的无人系统部队。

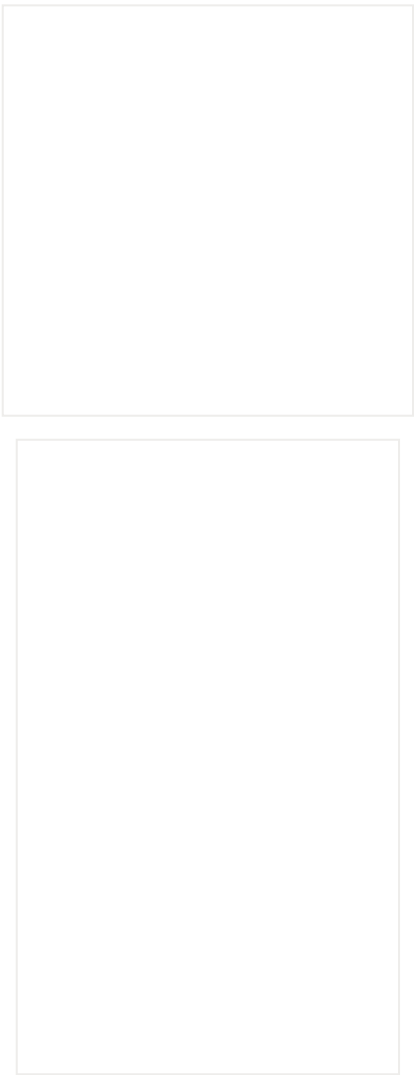
无人系统将无处不在，通过实施监视、侦察、干扰、攻击等功能，严重威胁我方作战单元战场生存能力，必须超前规划和发展无人系统反制技术，建立对无人系统快速发现、跟踪、定位和打击能力，支撑我军无人系统反制部队建设，从而构建起攻防一体化的无人系统部队。

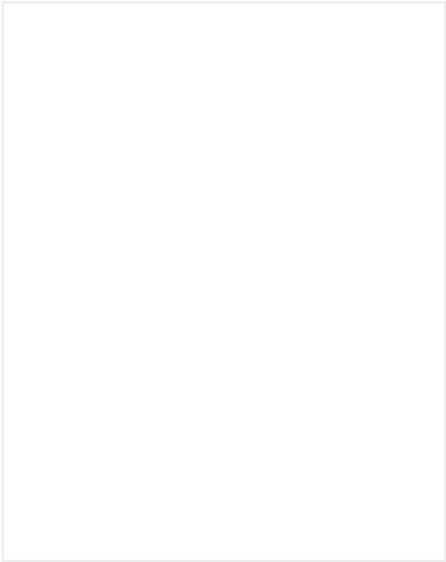
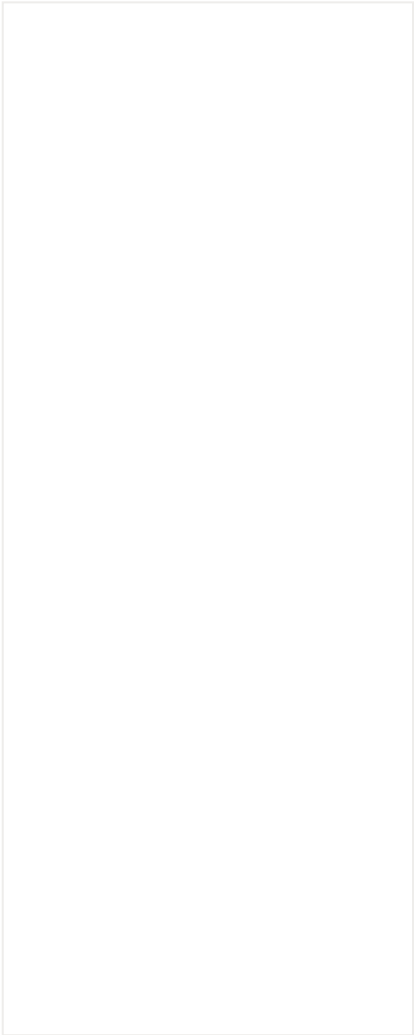
### （4）围绕无人系统保障能力建设，推动无人系统实战化应用。

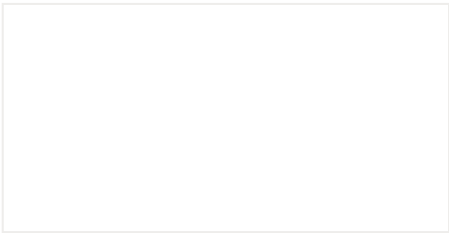
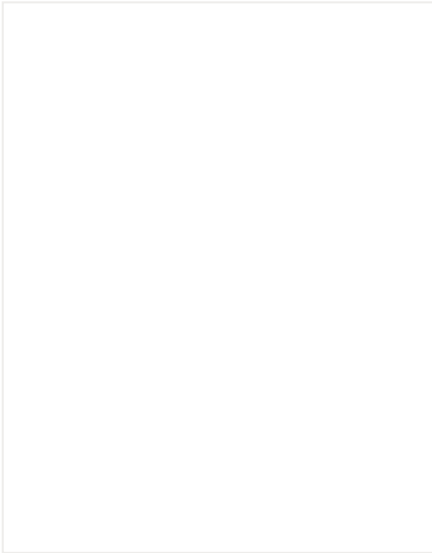
人类士兵不仅具有高度自主的执行任务能力，而且还有超强的自主保障能力。无人系统则不然，其严重依赖通信保障、能源保障、维修保障等保障能力，一旦失去这些保障能力，将彻底失去作战能力。因此，必须建立无人系统保障部队，一方面保障无人系统的通信能力，另一方面为无人系统提供后勤保障能力，及时补充能源和实施维修。

## 5 总结

本文详细介绍了无人车、无人机、仿生机器人等典型无人系统的研究进展，对无人系统的实战运用及典型作战样式进行系统研究，在此基础上，给出了我国军用无人系统发展建议，以及无人作战条件下我军合成部队转型建议，以支撑我军多域作战能力建设。







喜欢此内容的人还喜欢

美军新的海上战略述评

海洋防务前沿

---

【推荐阅读】智能弹药集群协同作战关键技术探讨

战术导弹技术

---

《亚太地区导弹战：中国导弹威胁和美国及盟友的导弹防御对策》报告解读

海鹰资讯