

# 美军无人机综合集成技术发展综述

许莺

(中国电子科技集团公司第二十八研究所, 江苏南京 21007)

**摘要:** 本文从多个视角对美军无人机综合集成技术的现状和发展趋势进行了阐述和分析, 指出了无人机的综合集成是实现无人机能力最大化的必然方向, 并据此对我军无人机体系化作战能力的建设提出了建议。

**关键词:** 无人机; 综合集成; 网络中心战; 体系化作战能力。

## 0 引言

随着计算机、自动控制、通信和传感器等技术、人工智能理论和机载武器系统的发展, 无人机得到突飞猛进的发展, 无人机在近几场局部战争的成功运用, 已使其成为世界各主要军事大国的发展热点。

在强烈的作战需求牵引和各种先进技术的推动下, 无人机已从传统的空中无人飞行器扩展到临近空间飞行器, 无人机的任务域已从单一空中侦察监视领域进入到信息对抗、通信中继等领域, 并正在向精确打击和制空作战等领域扩展。

随着无人机的战场运用实践的日益增长和认识理解的不断加深, 以美军为代表的各军事强国已达成共识: 无人机仅靠单一侦察、监视和攻击系统, 都无法在现代高科技战争中发挥其最大战斗力。无人机作为网络中心战的重要节点, 与分布在陆、海、空、天的各种侦察探测、指挥控制以及打击武器等系统无缝地连接成有机整体, 形成远远高出单个平台的合力<sup>[1]</sup>, 才能够实现战斗力的最优集成。无人机的综合集成不仅包括了传统的性能提高、作战要素更新等纵向集成, 还涵盖了将各种作战平台无缝铰链的横向集成。

## 1 美军无人机综合集成现状分析

### 1.1 重视无人机发展的整体规划

实现无人机综合集成, 就必须打破各军兵种之间的壁垒, 从整个作战体系的视角出发制定无人机发展的战略规划。美军通过制定无人机路线图, 对无人机的性质和执行的任務作了界定, 对现有的无人机系统进行了归纳, 对作战需求进行了分析, 对技术进步和对作战能力的演进作了预测。它是制定具有更高性能的新一代无人机长远的开发计划和采购计划的重要依据。

在美国国防部发布了第一个无人机发展路线图—《2000—2025 年无人机发展路线图》中, 已开始强调从基于能力的需求出发, 从体系建设的高度来考虑无人机的发展, 不仅需要重视平台技术的发展, 更需要重视无人机信息系统的发展。

在《2002—2027 年无人机发展路线图》中更加详细地从无人机的使命和作战能力需求出发, 明确提出了无人机体系建设的要求, 包括在国防部发布的联合技术体系结构指导下无人机系统互联互通能力的建设、包括在美国国防部发布的联合技术体系结构 (JTA) 指导下的无人机互联互通能力的建设、各类数据标准的制定与实施、无人机系统作战体系结构、技术体系结构的确定。

在《2005—2030 年无人航空器系统发展路线图》中指出必须采用网络中心手段来对无人机系统进行综合和实施互操作性, 并了各种无人航空器系统在美国全球信息栅格基础上实现互联互通所需要执行或者发展的各项信息技术标准<sup>[2]</sup>。

在 2007 年发布的《2007—2032 年无人系统发展路线图》则从顶层发展上更加强调了各种无人系统之间互联互通的必要性, 并为此提出了需要发展的各种信息技术标准以及各种无人系统的标准<sup>[3]</sup>。

在《2011—2036 财年综合无人系统路线图》中, 针对联合作战想定, 以互操作为基础, 提出了无人系统所面临互操作性、空域集成等等七大挑战, 明确提出了面向最大发挥无人系统能力之一目标, 实现无人系统与陆、海、空的有人系统跨领域的无缝集成与协同运用<sup>[4]</sup>。

从美军发布的多版无人机系统发展路线图中可以看出,未来无人机的作战不仅仅是单平台的作战,也不是单个系统的作战,而是由多个系统组成的体系作战,无论无人作战系统属于哪个兵种,都将发展成为能够跨区合作、协同作战,实现与有人系统的无缝集成,满足联合作战要求。

## 1.2 强调无人机互操作性

众所周知,互操作性是实现网络中心作战体系的基本使能技术,是实现联合作战和协同作战的基础。随着无人机系统在军队中的应用不断增多,无人机系统与更广范围内的用户之间的互操作性的局限性变得越来越明显,由于无人机实际上已成为每个指挥层次内主要的综合系统,对共享、协调以及与更大的作战系统整合的需要变得十分明显。

美军对无人机互操作技术的研发是与新型无人机系统,C4I系统以及联合作战等项目和计划同步推进的。在提出了网络中心模式以及面向功能服务的订阅/发布系统方法的同时,美军已形成了一系列解决互操作性问题的典型概念、方案和系统。

### 1.2.1 战术控制系统(TCS)

20世纪末,美国军方有多种类型和功能的无人机投入使用,其中包括空军的捕食者和海军的先锋 UAV。为了避免为每一架 UAV 配备一型地面控制系统,需要一个通用的地面控制站来控制,由此提出了无人机战术控制系计划。

通过 TCS 可实现一个控制站对大多数陆、海、空军的战术及中程无人机进行指挥和控制,控制无人机上的任务载荷,并可实现无人机与 C4I 系统的互联互通互操作。TCS 可配置在固定区域,也可搭载于移动的舰艇、车辆和飞机上,可兼容现有无人机和未来无人机系统。

TCS 在应用中也暴露其不足之处,主要包括:缺少应用层解决方案,构建硬件接口过多从而限制了系统的灵活性;

### 1.2.2 无人系统联合体系结构(Joint Architecture for Unmanned Systems)

1996年,由美国政府、工业界和学术界人士组成的无人地面系统联合体系结构并发布了 JAUGS 参考体系结构规范。2002年8月29日,国防部正式宣布将 JAUGS 改为 JAUS,这意味着 JAUS 向涵盖整个无人系统领域的互操作标准发展。该标准旨在是促进军事无人系统(含无人机、无人车辆、无人潜航器等)和控制设备之间的互操作性,通过使所有 JAUS 兼容的子系统运行于同一消息组合,以此来保证系统间的互操作性。

在 JAUS 标准中,定义了一种模块化、松耦合、可扩展的体系结构,以及一组与具体应用无关、可重用的构件和服务,同时规定了进行内部和外部通信的标准接口消息,从而使符合 JAUS 标准的无人系统具备互操作能力<sup>[5]</sup>。

### 1.2.3 支持北约无人机互操作的无人机控制系统标准接口(STANAG 4586)

为打破无人机互操作性的限制,北约率先制定了 STANAG 4586 标准,以提高无人机系统在盟军联合作战环境下的互操作能力。

该标准定义了适应作战需求的互操作等级(LOI)以及无人机地面控制系统的体系结构、接口、通信协议、数据远和消息格式,同时还明确了要求采用的其他北约标准,如成像系统可互操作数据链的标准(STANAG 7085)以及与机上有有效载荷有关的数字传感器数据标准(STANAG 7023, 4545, 4607, 4609)等。

该标准通过定义无人机核心部件(CUCS)与飞行器之间的接口(数据链接口,DLI),CUCS与外部C4I系统之间的接口(指挥控制接口,CCI)以及CUCS与无人机系统操作员之间的接口(人机接口,HCI),来实现无人机平台与各类地面站、以及其他战场要素之间的互操作<sup>[6]</sup>。STANAG 4586 定义的 CUCS 标准接口如下图所示。

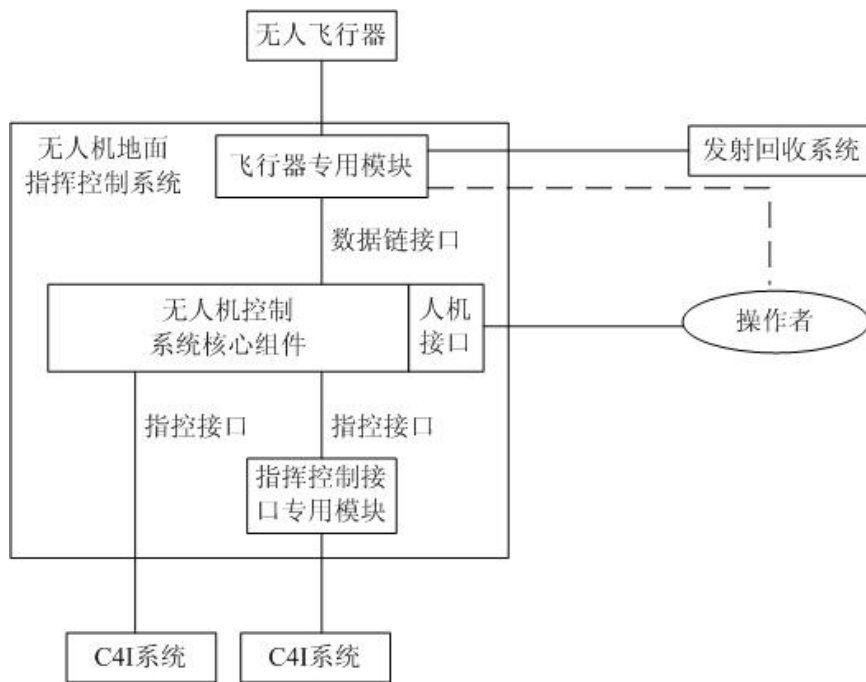


图 2 UCS 标准接口

1.2.4 纳入“网络中心战”、提升无人机体系作战能力

网络中心战和作战系统无人化是未来战争的两大重要趋势，美军已将无人机系统作为网络中心战的重要组成部分。

目前，美军已将无人机系统纳入“战场数字化”系统和 C4ISR 系统中的“情报侦察分系统”；在美陆军的“未来战斗系统”中，将无人机、有人机、地面车辆和炮兵等进行有机较链；在美海军提出的雷达项目计划”中，将无人机纳入了远征传感器栅格，形成一个传感器大网络。

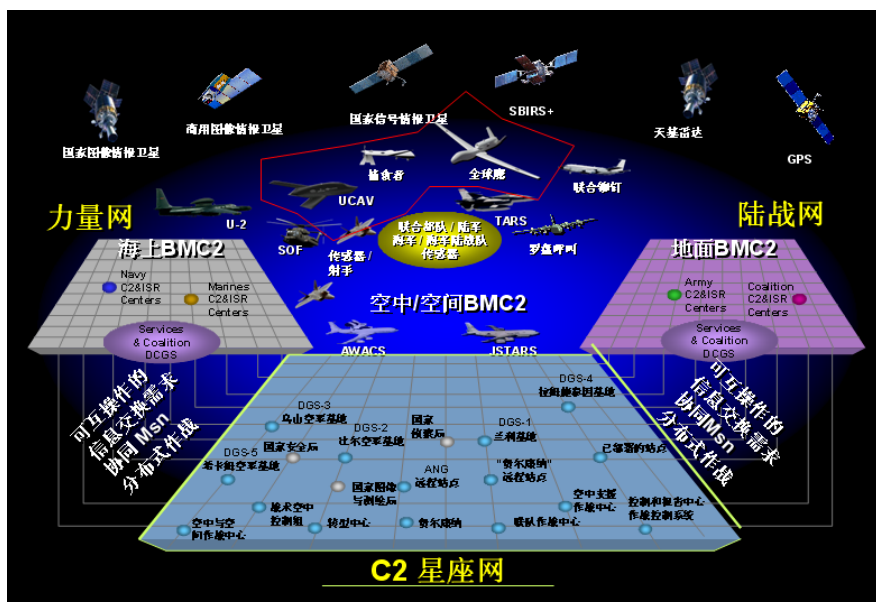


图 3 纳入美军 C<sup>2</sup>星座网的无人机系统

在美军 C2 星座计划中，美空军通过星座网络将分散的指挥、控制（C2）和情报、侦察和监视（ISR）作战平台设备通过网络综合成可互操作的系统系列，为国防部（DOD）、联合部队和盟军提供无缝 C2ISR 功能。该网络包括了提供输入、接收和将指挥与控制、计算、通信、情报、侦察、监视信息相关的所有空军系统，以及与其进行信息交换的所有节点，是覆盖了空间、空中和陆地的通信网络<sup>[7]</sup>。而无人作战飞机作

为重要的节点之一,也将通过该网络实现与各作战单元的无缝集成,包括对无人作战飞机的联合指挥控制,以及其传感器数据链的协同共享;同时,依托星座网将实现无人机地面控制站对无人机群的指挥控制、有人机系统及其他作战平台对无人机群的指挥控制,促进“星座网”各节点间的互联互通,以提升“星座网”的整体作战效能。

#### 1.2.5 开展试验验证工作,探索新型网络化作战应用模式

目前,开展无人机网络化作战应用模式的研究已成为美军重点关注的问题,开展了多类型的无人机新作战样式、作战流程以及新战法的研究和验证,以推动无人机系统作战运用,为无人机系统后续发展提供作战应用需求分析依据。

在无人机/有人机协同作战方面,美军在开展相关理论研究的同时,先后进行了包括机动指挥官助手(MCA)、软件使能控制计划(SEC)、无人机自主协同作战(ACO)等多项试验验证工作,初步验证了无人机/有人机协同控制能力。

在多无人机协同运用方面,美军将不同层次、级别和用途的无人机梯次搭配、组合使用,充分发挥各自优势,并在伊拉克战争中加以应用,取得很好的效果<sup>[8]</sup>。

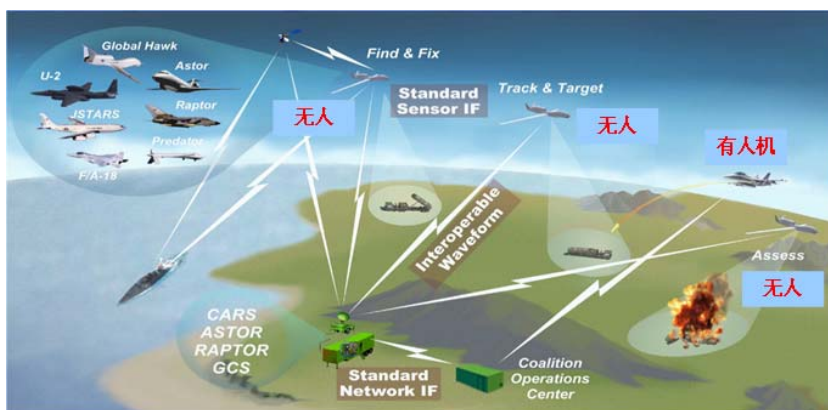


图 4 美军无人机协同作战运用设想

#### 1.2.6 推动与国家空域的有效集成,支持无人机安全飞行

当前,无人机在国家空域中必须在预先设定的限制空域中飞行,在无人机飞行能力迅猛提高的情况下,要求无人机进入国家空域,实现与有人机安全、协调的使用共用空域的需求也日益迫切。美军是最早开展无人机飞行安全管理技术研究的国家,并在多版无人机路线图中将开发能够确保无人机安全、及时、定期地进出管制和非管制空域的政策、标准、和程序作为无人机发展的重要目标之一。

在多版美军无人机路线图中,均将开发能够确保无人机安全、及时、定期地进出管制和非管制空域的政策、标准、和程序作为其发展目标,具体包括:

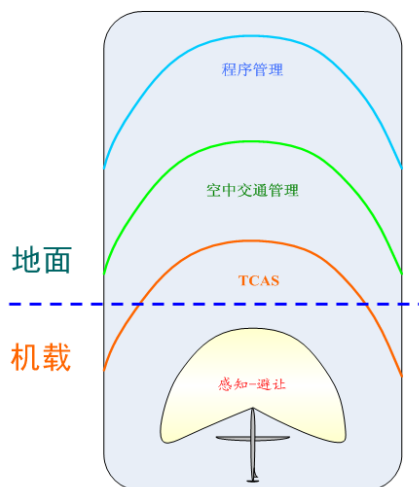


图 5 美无人机四级空域管理体系

促进制定能使无人机安全、及时、定期进入限制和非限制空域的政策、标准和步骤,包括推动适用于无人机系统设计、制造、测试和部署的工业界适航标准的制定、调整和实施;

与美国联邦航空局进行协调,使国防部的无人机能与相似的有人机一样在非限制空域内使用;

为无人机开发和部署能够发现和自动规避其他飞机的能力,提供与有人系统相当的安全水平(美国空军、美国陆军、美国海军、美国海军陆战队)。

美国联邦航空局提出了包括程序管理、空中交通管制、类 TCAS 防撞控制、“感知-避让”的无人机四级空域管理体系,发布了感知-避让系统能力需求,开展了相关系统的开发工作,预计 2017 年可形成无人机系统机载“感知-避让”能力提出了包括程序管理、空中交通管制、类 TCAS 防撞控制、感知-避让的无人机系统四级空域管理体系。

## 2 对我国无人机系统集成技术发展的启示

### 2.1 强化无人机与信息系统的体化设计

新型无人作战飞机设计阶段,应面向无人机体系作战应用需求,结合作战任务需要和技术实现可行性,开展无人机与信息系统的体化设计。基于实现系统集成这一目标、对典型作战任务、协同指挥控制过程,信息交互关系进行分析、综合和量化,确定无人机和信息系统在无人机任务过程中的任务管理职能和协作机制,为系统设计提供依据和各种性能指标参数,实现对无人机平台、地面控制系统以及 C4I 系统的整体规划,并基于网络化应用环境中进行各项能力过程试验验证,以获取科学合理的选择、综合全面的设计,达到提升战斗力、提高费效比和降低技术风险的目的

### 2.2 加强无人机标准规范的推广应用

目前,我国无人机的发展非常迅速,但无人机系统的设计仍处于各成体系的局面,无人机系统之间、无人机与其他作战单元之间的尚未能形成互操作能力,制约了无人机作战效能的有效发挥;因此,加强无人机标准规范的制定是我国无人机发展当务之急,应加大无人机标准规范研制和推广的力度,并充分吸收借鉴我军已有体系化作战的成果,在标准规范的研制中,在进行新标准编制的同时,充分复用已编制的成熟标准,形成完整的无人机系统标准。

## 3 结束语

进入二十一世纪以来,美军已将实现无人机的系统集成,融入现有作战体系,形成体系作战能力作为无人机发展的主导方向。通过对美军系统集成方法的研究,把握其产生和发展脉络,分析应用背景和实现方法,对于我军无人系统的未来发展具有重要指导意义。

### 参考文献:

- [1] 无人机在海军作战领域应用 指挥信息系统与技术[J], 2012, (04): 36-40
- [2] Department of defense USA. Unmanned systems roadmap 2005~2030, 2005
- [3] Department of defense USA. Unmanned systems roadmap 2007~2032, 2007
- [4] U.S. Department of Defense. FY2011-2036 Unmanned Systems Integrated Roadmap. [R]. USA: 2011.
- [5] JAUS Working Group. Joint Architecture for Unmanned Systems (JAUS) [R]. Version 3.2 USA: 10 March 2005.
- [6] Chairman of National Security Agency. STANDARDISATION AGREEMENT (STANAG) 4586: Standard Interfaces of UAV Control System (UCS) for NATO UAV Interoperability[R]. Ed. 2.5 USA: NATO, 26 Feb 2007.
- [7] 郝飞 美国空军指挥控制星座网近期发展概况 指挥信息系统与技术[J], 2010, (02): 29-33
- [8] 杨晶梅 浅谈无人机系统的系统集成[J]. 现代军事, 2005, (06): 45-47