



尖兵之翼

——第三届中国无人机大会论文集

中国无人机大会论文集编审组 编

航空工业出版社

尖兵之翼——第三届中国 无人机大会论文集

中国无人机大会论文集编审组 编

航空工业出版社
北 京

内 容 提 要

据统计,目前世界 50 多个国家已研制出 1000 多种型号的无人机,无人机的发展在全球范围内呈现了蓬勃上升的态势。无人机作为世界各国军民新型装备,其前沿技术全面推动了航空技术、信息技术、控制技术、测控技术、新能源技术、新材料技术等其他学科的技术进步。2010 年 6 月,中国航空学会在北京主办的第三届中国无人机大会为中国无人机界构建了学术交流平台,大会共征集论文 180 多篇,由航空工业出版社正式出版发行,第三届中国无人机大会论文集共收录论文 180 篇,论文摘要 10 篇,内容涉及无人机设计与技术、制导与控制、推进技术、通信及数据链、任务载荷、系统与设备、发射与回收等。同时,也围绕无人机的发展、作战使用、新型号进展等内容进行了探讨。本论文集将是中国无人机业内外人士进行学术交流难得的信息资源。

图书在版编目(CIP)数据

尖兵之翼:第三届中国无人机大会论文集/中国无人机大会论文集编审组编. —北京:航空工业出版社, 2010. 6

ISBN 978 - 7 - 80243 - 543 - 8

I. ①尖… II. ①中… III. ①无人驾驶飞机—学术会议—文集 IV. ①V279 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 090778 号

尖兵之翼——第三届中国无人机大会论文集 Jianbing zhi Yi——Disanjie Zhongguo Wurenji Dahui Lunwenji

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010 - 64815615 010 - 64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2010 年 6 月第 1 版

2010 年 6 月第 1 次印刷

开本: 889 × 1230

1/16

印张: 53.5

字数: 1851 千字

印数: 1—1200

定价: 380.00 元

《尖兵之翼——第三届中国无人机大会论文集》

编 审 组

审委会

主 任 刘高倬

副主任 杨 卓

委 员 (按姓氏笔画排序)

马 勇 刘 鑫 齐贤德 孙建红 李 柏

李世杰 李新军 张 镒 张燕平 黄兴东

编委会

主 任 肖亚辉 吴 松

副主任 (按姓氏笔画排序)

王英勋 邓克绪 向锦武 刘大可

委 员 (按姓氏笔画排序)

马洪忠 马晓平 王友林 王守杰 池 沛

孙柏原 张春生 张 维 陈 凯 昂海松

周 莹 赵霜红 都基炎 贾 平 党进宝

黄晓平 崔宏光 蒋武根

前 言

自 20 世纪 90 年代尤其是进入 21 世纪以来，以航空航天和信息技术为代表的高新技术迅猛发展，为无人机的研制提供了坚实的技术支撑。无人机研制高潮迭起，无人机研发已渐入佳境，无人机产业已经成为世界航空工业持续增长的动力之一。近年来我国无人机产业得到迅猛发展，尤其是 2010 年国家测绘局在系统内全面推广使用无人机后，将我国民用无人机的发展推向一个新的历史阶段。

继成功举办了 2006 年和 2008 年两届“尖兵之翼——中国无人机大会”之后，中国航空学会将于 2010 年 6 月与空军装备部、国家测绘局、中国航空工业集团公司、中国航天科工集团公司、中国兵器工业集团公司、中国航天科技集团公司联合主办尖兵之翼——第三届无人机大会暨展览会。届时将邀请无人机行业的有关领导、专家和代表参加本次盛会，邀请有关部门的领导 and 国内知名专家就中国无人机的产业发展方向、技术发展趋势、应用前景等方面作报告。40 余家单位将同期在中国人民军事博物馆进行展览展示。

本次大会从众多来稿中选拔出 190 篇论文编辑成论文集出版。论文集从各种不同的角度论述了无人机及其技术的发展，内容新颖、学术性强，对我国无人机的发展具有指导意义。

由于时间紧迫，稿件的征集和编辑中难免有疏漏之处，敬祈鉴谅。

《尖兵之翼——第三届中国无人机大会论文集》编审组

2010 年 5 月

目 录

1 发展纵横

无人机的的发展趋势	(3)
空天无人飞行器发展现状与关键技术分析	(7)
国外潜射无人机发展研究	(13)
无人机发展态势	(17)
无人机的相关技术及发展趋势	(20)
国外无人机标准发展综述	(24)
美军无人系统在联合作战中的发展态势分析	(27)
无人机研发论证	(31)
美国无人机技术发展路线图	(34)
在尴尬中前行——俄罗斯军用无人机发展之路探究	(37)
俄罗斯军用无人机发展状况及趋势	(42)
军用无人机发展回顾与展望	(47)
军用无人机系统的发展态势	(50)
攻击型无人机发展关键技术浅谈	(54)
浅谈军用无人机的现状及发展趋势	(57)
战斗无人机的发展趋势和关键技术	(62)
浅议超声速/高超声速无人机发展趋势及关键技术	(65)
无人战斗机的安全性考虑因素	(69)
高空长航时无人机的发展展望	(73)
高空长航时太阳能无人机应用前景分析	(77)
我国发展无人直升机的几点启示	(82)
无人直升机系统发展探讨	(85)
无人机使用维护人员培训研究	(90)

2 作战使用

无人直升机在消防应急救援中的应用	(97)
无人机在抗震救灾中运用的优劣分析	(101)
小型无人机在发射场应用可行性研究	(105)
无人机侦察情报保障在非战争军事行动中的运用	(110)
无人机在反恐维稳战场的适应性要求	(114)
国外无人机在非传统安全领域的运用	(117)
美军无人机在伊拉克战场的作战运用	(120)
俄军无人机作战运用及特点研究	(124)
论无人机在美军阿富汗战略中的作用及其对我军的启示	(128)
当代局部战争无人机作战运用规律探讨	(132)
当代局部战争无人机作战运用特点分析	(137)

无人机体系作战样式与效能评估方法探讨	(141)
“埃坦”的特点分析及启示	(146)
关注美国最新隐身无人侦察机 RQ-170	(149)
对于反恐无人机加装武器形态的分析	(151)
提高电子战无人机战场生存能力的思考	(154)
无人机在军事运输中的运用展望	(157)
利用无人机开展无线电监测任务的要求与思考	(161)
潜射无人机作战模式与关键技术分析	(165)
平流层无人飞艇的作战使命和关键技术	(168)
军用无人机的发展及应用	(172)
未来无人机面临的任务	(176)
无人水面艇的作战使命和关键技术	(179)

3 设计与技术

多学科设计优化在无人机结构设计中的应用	(185)
低速联/排翼无人机总体气动布局试验研究	(192)
可折叠机翼变形对气动特性的影响	(197)
仿蝴蝶微型飞行器的非定常气动特性研究	(201)
可变形折叠翼微型飞行器气动布局设计	(210)
柔性翼微型飞行器水平阵风响应特性试验研究	(215)
基于遗传算法的飞机气动布局优化设计	(220)
柔性翼微型飞行器流固耦合场数值模拟	(223)
飞翼式布局无人机多舵面组合控制分配技术	(231)
低智能通用型无人机飞行动态品质要求解析	(237)
舰载无人机进近下滑角的独立测算方法	(243)
基于 ANSYS 的无人直升机垂平尾模态分析	(247)
基于 ANSYS 的无人机机翼大梁连接螺栓有限元分析	(250)
舰载垂直起落无人旋翼机研究	(254)
一种临近空间伞翼无人机概念设计	(256)
复合材料在无人机上的应用及技术发展需求	(260)
全复合材料无人机结构设计与研究	(264)
无人机复合材料设计/制造关键技术	(270)
先进复合材料结构飞机机械连接技术现状及发展方向	(274)
无人机翼型阵风响应的数值模拟	(278)
后掠机翼跨声速静气动弹性特性研究	(283)
无人机机翼结构优化设计	(289)
无人机大展弦比机翼结构设计应用与研究	(294)
某型飞机机翼油箱输油仿真研究	(298)
高综合度分布式无人机刹车系统	(305)
容积式电液伺服无人机舵机系统研究	(308)
无人机光纤灵巧作动器研究	(311)
无人机测风技术综述	(314)
现代无人机降噪路线图研究	(318)

4 制导与控制

无人机自主性研究	(327)
先进布局无人机控制系统重构研究	(332)
在线故障诊断和重构飞行控制的集成设计研究	(340)
基于有限状态机理论的无人机飞行控制与管理系统逻辑设计	(344)
无人机控制系统设计研究	(351)
基于模糊理论的无人飞行器速度控制技术研究	(360)
无人机扩展飞行器管理系统研究	(363)
临近空间浮空平台测控技术特点分析	(367)
小型气象无人机天基测控系统研究	(370)
光纤陀螺技术在无人机导航领域的应用前景分析	(373)
导弹制导技术在现代无人机上的应用	(376)
无人直升机飞行控制技术发展要点	(380)
巡飞弹导航技术研究	(382)
磁航向在小型无人机导航系统中的应用	(385)
先进 PID 控制在无人机控制律设计中的应用	(389)
弹性飞行器低阶鲁棒飞行控制律综合	(394)
基于时空关联的旋转不变异构景象匹配算法	(400)
机载陀螺信号的卡尔曼滤波	(406)
无人机自动驾驶仪关键技术研究	(409)
微小型无人机用硅微仪表捷联惯性组合导航系统	(414)
低成本 GPS/INS 组合导航定位技术研究	(418)
基于 GPS/Galileo 组合导航的模糊度搜索空间研究	(425)
无线电辅助捷联惯导系统的组合方法研究	(431)
数字罗盘的实现及应用研究	(435)
无人飞行器协同组网及其应用	(443)
多类无人机联合作战协同控制方法研究与仿真	(448)
蚁群原理在无人机航路规划中的应用	(453)
一种基于改进遗传蚁群算法的无人机航路规划方法	(458)
无人机三维航迹规划问题约束及代价模型	(465)
无人机低空突防系统航迹规划技术研究	(474)
多无人机协同突防问题建模与规划方法研究	(479)
无人机航路规划中的变步长 A * 算法	(486)
采用直接语音控制技术的无人机时敏打击	(493)
混合灵敏度 H_{∞} 控制方法在无人机自动着陆的应用	(496)
基于核心处理机的 UCAS 综合航电与决策控制系统仿真	(502)
基于模糊 Petri 网和粗糙集约简的无人机战术任务决策研究	(508)
基于 TMS320F2812 无人机飞行控制系统设计与实现	(519)
基于 ARM 多串口——以太网网桥的设计	(525)
无人机测控信道衰落特性及其抑制方式研究	(528)

5 推进技术

无人机进气道唇口隐身特性研究	(533)
浅谈微型涡轮发动机在我国无人机领域的应用	(540)
无人机用小型航空二冲程发动机燃油电子控制系统	(543)
无人机用柴油动力装置的发展现状与分析	(547)
激光等离子体推进技术在无人机上的应用探讨	(552)

6 通信及数据链

基于遥操作的无人机远程控制技术	(557)
基于UCAV集群的战术网络研究	(561)
无人机隐身通信系统中高级编码技术研究	(564)
视频数据传输接口的设计及实现	(568)
复杂电磁环境下无人机通信抗干扰问题研究	(572)
基于数字移动通信技术的数据链构建初探	(576)
无人机数据链技术	(581)
宽带数据链路中的匹配抽取滤波器设计	(587)
战场复杂电磁环境下的无人机及抗干扰措施	(593)

7 任务载荷

基于微小型无人机的目标图像关联定位技术	(599)
基于块匹配和Kalman滤波的实时动态稳像技术	(604)
数字图像处理技术在无人机对地打击中的应用	(609)
小型变焦距摄像系统消杂光结构设计研究	(612)
基于Flash的机载数字视频存储系统的设计	(615)
画中画技术在无人机光电载荷中的应用及仿真	(619)
中空长航时无人机载雷达的发展趋势	(622)
无人机载对海监视雷达技术发展研究	(625)
世界军用无人机光电载荷技术的发展分析	(629)
无人机转塔系统的发展应用及其关键技术	(635)
无人机光电侦察设备控制系统设计研究	(638)
无人侦察攻击机系统光电稳瞄制导系统的发展	(641)
无人直升机光电任务载荷发展研究	(647)
无人机光电稳定跟踪平台关键技术分析	(651)
微小型无人飞行器光电任务载荷技术	(656)
无人机光电信息综合处理的关键技术	(661)
复杂作战环境下无人机图像拼接技术研究	(664)
基于特征信息的无人机视频图像跟踪	(667)
无人机载激光照射技术发展现状与展望	(673)
无人机避障技术研究	(677)
无人作战飞机悬挂物管理系统技术研究	(682)

8 系统与设备

基于实时有限元技术的 NXFS 联合仿真系统仿真技术原理及其在无人机仿真上的应用	(689)
基于 Vega 的无人机雷达载荷视景仿真应用研究	(693)
基于 OpenGL 的复杂目标 FDTD 建模三维可视化实现	(699)
电磁环境适应性验证平台中数据库设计与实现	(703)
基于 Vega 的虚拟机载设备俯视地面战场环境的仿真研究	(707)
未来无人机机载软件工程化的探讨	(713)
无人机系统互操作性概述	(716)
无人直升机飞行指挥与管理系统构建	(721)
基于 SCPI 协议程控仪器的无人机测试系统的实现	(726)
一种双模式 USB 接口的数据采集存储器	(729)
一种可用于无人机结冰探测的传感器	(734)
飞机防冰与防冰涂料	(739)
无人机对空投锚节点的测距定位	(743)
某高原型无人机系统亟待改进的问题	(749)
一种无人驾驶直升机便携操纵设备的设计与实现	(751)
机载视频接口软硬件总体设计	(758)
一种基于 MD5 算法的无人机地面站软件加密保护方法	(761)
基于模型的无人机自动检测、故障诊断技术研究	(767)
一种无人机故障诊断专家系统的设计	(772)
一种鲁棒故障观测器在故障诊断中的应用	(777)
美军无人机的维修保障分析	(782)
浅谈提升无人机系统可靠性的技术思路	(785)
无人直升机可靠性维修性要求分析与研究	(788)

9 发射与回收

电动无人机手抛仿真研究	(797)
无人机自主着陆技术研究	(804)
无人机应急着陆系统分析	(808)
小型折叠式无人机投放与展开仿真研究	(813)
无人机伞降回收技术发展启示	(819)
无人机-翼伞系统模型分析	(823)
基于激光随动靶标的无人飞行器自主位姿测量方法	(829)

10 其他论文摘要

无人机在民用领域使用的研究	(835)
基于 CFD 技术的微型旋翼无人机设计	(836)
太阳能无人机技术特点及关键技术研究	(837)
垂直起降固定翼飞翼布局无人机过渡飞行纵向稳定性研究	(838)
航空光电平台目标定位自适应卡尔曼滤波方法的应用研究	(839)

基于微型涡喷发动机的查打一体机总体设计研究	(840)
航拍无人机旋偏云台控制系统设计与研究	(841)
基于修正球坐标系的红外——雷达融合目标跟踪	(842)
适用于无人机侦察图像特点的分区域压缩算法研究	(843)
一种基于 Costas 环的 BPSK 解调设计	(844)

1 发展纵横

无人机的发展趋势

刘春芳¹ 李增良¹ 赵 璞¹ 贾海东²

(1. 中国兵器工业国营第一九七厂, 石家庄 050000)

(2. 中国人民解放军第 92207 部队, 井陉 050301)

摘 要: 近几年来, 在作战和维和行动中对于无人机 (UAV) 日益增长的需求和依赖推动了无人机的发展及其相关研究。由于具有多种能力, 无人机系统今天能够在一些关键任务中发挥重要作用。无人机可以取得信息优势, 减少附带损害, 对分散部署在城市中的敌人进行有效地打击, 而且可以自动地、精确地打击目标, 这些优点使得无人机系统变得不可或缺。无人机发展的三个主要的动力包括战略无人机系统为了实现较好的续航能力和负载量向大型化发展, 战术无人机系统向小型化发展, 无人机的武器化使其在战斗中具有了致命性打击能力。“我们正在进入一个时代——各种类型的无人机将会在空、天、陆、海具有越来越重要的地位。”

关键词: 无人机; 发展; 趋势

1 引言

无人机系统以前主要应用于情报、监视和侦察 (ISR) 任务, 目标获取, 战斗损害评估, 作为信号情报、通信情报和电子情报的传感器平台。轻型精确武器、自动目标获取和识别技术的成熟将会推动无人机系统成为武装化和致命的战斗平台。在不久的将来, 将会出现在特定区域飞行的无人机, 当它们具有发现目标和自动攻击的能力时, 指挥官会将它们作为战争不可缺少的武器。

战略和战术无人机系统的发展方向是将无人机作为多种功能、多种任务的平台。无人机系统将会同时向“大型化”和“小型化”方向发展。无人机系统将会更小、更轻, 价格更加可以接受。战略无人机系统为了获得更好的续航能力、可靠性以及负载能力将会向大型化方向发展, 小型和微型无人机将越来越小、越来越轻、越来越便宜。战术近程无人机用途将更广泛, 具有多种功能和可以完成多种任务的能力。同时也显示了目前和未来可能的应用领域。

2 无人机的发展趋势

2.1 战略无人机

战略无人机系统为了获得更好的续航能力、可靠性以及负载能力将会向大型化方向发展。高空机载侦察与通信装备, 如 E-2C “鹰眼”空中预警与控制系统 (AWACS) 和联合监视目标攻击雷达系统 (STARS) 目前提供远程、全天候、大区域综合侦察。然而, 这些系统由于人类的生理原因续航能力与负载能力而受到了限制。战略无人机系统将能够在空中飞行数天或者数个星期, 真正提供了“不眨眼”的侦察。这些无人机包括中空远程 (MAE)、高空远程 (HALE) 以及比航空器和气球还轻的无人机。

近期的发展重心集中于 RQ-4 “全球鹰”无人机, RQ-4 “全球鹰”无人机被视为是 U-2 侦察机的换代装备。诺斯罗普·格鲁门公司打算在“白色的尾部”高级技术演示项目中评估新的负载, 如频谱图像传感器、电子扫描相控阵雷达以及信号情报包。这种无人机以较大的机翼和机身为特色, 可以容纳更重的负载以及机载电力系统。

在 2015 年之前, 国防先进研究项目局有望装备菱形的 Sensor Craft 作为替代“全球鹰”的战略无

人机。Sensor Craft 将会使用轻型复合材料、后掠翼来减少其最大起飞重量^① (MTOW) 的 25%，使续航时间达到了 60h。由于使用了结构集成的传感器，Sensor Craft 可以在对特殊目标，如隐身巡航导弹和机动的导弹发射架的攻击方面发挥重要作用。可能的负载还包括电子-光学/红外线传感器、空中和地面移动目标指示器 (AGMTI)、合成孔径雷达 (SAR) 以及信号情报、预警告 (EW) 和光谱图像包。

2.2 战术无人机

战术无人机 (TMAV) 将会向多功能多任务方向发展。随着无人机技术的成熟，每个无人机平台将可以完成多种任务，效费比越来越高，它们或者体积越来越小，或者可以完成多种任务，具有多种功能。除了侦察、监视和目标获取 (RSTA) 任务之外，战术无人机的任务还可能包括目标指示、打击、核生化探测、地雷探测、战区空中导弹防卫，投入电子战和信息战等。

近期美国陆军对战术无人机的装备方案包括在今年将在旅级单位装备 RQ-7 “影子 200” 无人机。然而，美国陆军未来战斗系统 (FCS) 项目设想将在各个级别的作战单位都装备无人机——这与欧洲航空防御和空间公司 (EADS) 的 “FoxAT” 项目是相似的。在不同的战术无人机系统上将装备在功能和体系方面通用的负载量，这样就可以减少负载研制上的费用，从而节省成本。波音公司提议加大未来战斗系统中各种战术无人机 (TMAV) 的尺寸，包括可携带微型无人机 (MAVs)、垂直起降 (VTOL) 无人机 (携带 4.5kg 负载飞行 1h)、发射的无人机系统 (在 1000ft^② 高空续航 6~8h)、与 “影子” 类似的战术无人机 (在 15000ft 高空飞行)。

2.3 微型无人机

因为微型无人机比较不容易被发觉，造价比较低，已经成为了重要的军事装备。由于微型无人机可以提供远距离侦察与城市侦察，而不容易暴露也没有人员安全的危险，微型无人机成为了特种作战部队的有机组成部分。

微型无人机通过将其体积变得越来越小来增加其效费比。在负载小型化方面已经取得了巨大的进步，可以将微电子机械系统 (MEMS) 做成芯片大小。尽管微型无人机的传感器性能没有大型无人机的传感器性能那么令人印象深刻，它们的尺寸、重量、能量需求都使它们可以被安装在更小的无人机上，这也使得抵近侦察成为可能。

澳大利亚防御科学和技术组织 (DSTO) 成功地试验飞行了微型机器人飞机。微型机器人飞机重 1kg，携带了电子单眼，电子单眼是一种模仿蜻蜓视觉的光学设备，重量只有 5g。电子单眼具有很好的鲁棒性，可以适应许多不利的条件，如早晨和傍晚、阴天等光线不好的情况，这一特点使其可以作为微型无人机的高度控制器。

振动翼项目用于研究模仿自然界生物的飞行模式，美国对该项目的投资超过五千万美元。研究的焦点包括振动翼机身、显型喷气引擎和分子大小的航空电子元件。

尽管振动翼设计与固定翼比较而言还不成熟，但它们可以满足特殊的现实需求，例如高机动性与更好的空气动力学性能。振动翼设计的一些例子包括美国佐治亚理工学院的 Entomopter，加州理工学院的 “微型蝙蝠” 和加州大学伯克利分校的微型机械飞行昆虫。

2.4 垂直起飞着陆无人机

垂直起飞着陆 (VTOL) 无人机系统在过去 10~15 年发展并不顺利。技术上的挑战和巨大的费用支出导致了该项目一次次被取消。过去的 “事故” 包括 EADS 公司的 Seamos 无人机和庞巴迪公司的 CL-327 无人机。

尽管垂直起飞着陆无人机在性能上存在巨大的缺陷，但它们仍然拥有特殊的发展空间，尤其是在水面船只和城市战斗中，及作战空间非常有限的情况下。在隐蔽旋翼、合成制造程序、鸭式旋翼方面取得的技术进步使得垂直起飞着陆无人机更小、更便于携带，同时也确保了其在未来战场上应用的前景。

① 本书 “重量” 是指 “质量” (mass) 概念，单位为千克 (kg)、克 (g)。

② 1ft=0.3048m。

垂直起飞着陆无人机为我们提供一个小型而又高度机动的平台，可以在头顶上方进行监视、遥感、通信中继以及最终的隐蔽侦察监视。低成本的垂直起飞着陆无人机与有人机比较对于情报、预警与侦察来说更具有吸引力。它们难以被发现，暴露迹象少。与有人机相比它们不仅费用少，可以减少人员伤亡而且便于携带。隐蔽旋转翼已经应用到了 STAerospace 的立式起落飞机与扇尾飞机中，以及联盟公司的航空宇宙项目 iSTAR，这与外露的直升机机翼设计相比是巨大的创新。除改进了系统安全性之外，隐蔽旋翼可以减少垂直起飞着陆无人机的直径而且不影响其性能。

革命性的制造程序降低了制造可以提高垂直起飞着陆无人机性能的复杂旋翼的费用。A160 “蜂鸟”无人机没有采用与轮轴相连的轻型旋翼，而是采用碳纤维合成材料制成的旋翼，该旋翼的桨片是锥形的，从根部到末端拥有不同的交叉截面。由于旋转翼的桨叶的强度从根部到末端是不同的，所以可以使旋翼系统更坚硬，而且不需要铰链，该旋翼系统与具有同样升力的普通直升机旋翼系统相比的特点是直径较大，圆盘较小。旋转翼的桨叶由电机驱动，具有 140 ~ 350r/min 的转速。由于圆盘小而且旋翼末端的高速度，可变速的旋翼系统能够提供低功率的悬停能力。

具有革命性的 X-50 鸭式旋转翼/固定翼 (CRW) “蜻蜓”概念无人机结合了垂直起飞着陆能力和固定翼两者的优点。X-50 鸭式旋转翼/固定翼 (CRW) “蜻蜓”概念无人机的旋转翼可以在空中停止，这就使它同时具有垂直起飞着陆和高速飞行的能力。

2.5 无人战斗机

军方一直认为无人机是传感器平台，而由于考虑到有人机可以进行实时决策而使有人机成为了射击平台。然而，两个主要的因素已经促使这种观念的变化，人们更倾向于将无人机作为打击平台。

无人战斗机 (UCAV) 可以不用考虑飞行员的生理限制。不像有人战斗机，无人战斗机可以不必考虑重力加速度，不需要控制机内环境，如温度、压力和氧气，可以做到真正的大无畏，可以处理多源信息并可以对信息进行实时多任务处理。

同时，科索沃战争中的经验使我们重新审视“观察-定位-决定-行动”(OODA)循环，以减少传感器和射手之间的时间差。在战争期间，被“捕食者”无人机发现的目标并没有被消灭掉，原因是意大利部署的攻击飞机对这些目标作出反应需要一段时间。

为了缩短从传感器到射手的周期，美军尝试使用“捕食者”无人机发射“地狱火”导弹，在 2001 年 2 月第一发导弹成功地消灭了一个静止的陆军坦克。由 AGM-114 “地狱火”导弹武装后的“捕食者”在“持久的自由”行动中得到了进一步的战场检验，暂时性解决了打击时间敏感目标的问题。然而，这一临时性举动是迈向终极战斗无人机的重要一步。为了完成对敌人防空压制 (SEAD) 这样的高风险任务，隐形、高速和装备有下一代武器系统的无人战斗机是代替有人战斗机、具有较高效费比的选择。法国和美国计划将于 2012 ~ 2020 年装备无人战斗机。

2.6 网络中心战的关键组成部分

网络中心战的概念体现了作战方式的变化，作战人员获得信息的传统渠道是集中的情报中心，而现在他们通过网络中心战的方式从传感器获得直接、实时的信息。

网络中心战的主要原则就是要保证部署大量的无人机，包括信息融合与各种传感器，以更好地利用信息以及打击目标。在这一框架中，除作为传感器和射手平台之外，无人机也将作为空中通信的枢纽，为机动部队提供移动的网络，而不像人造卫星。这可以节省资源使有人机去完成具有更大价值的任务，同时提供了维持可靠通信效费比更高的手段。然而，在传感器、射手、知识和指挥网络之间，尤其是处理高分辨率图像与视频信息时，处理带宽和分享信息将会是一个梦魇。

除了作为分散的网络体系的平台之外，无人机将会促进接口标准化，如负载量、信息链、控制站，使这些接口“即插即用”，使用户可以根据特定的任务或需要自定义自己的无人机系统。由于使用标准化的接口，对于发展新能力的费用将会极大地降低。

3 结束语

在全世界陆、海、空军正在开始探究从无人操纵系统得到传感器和武器平台的可能性。自动化的、具

有高度生存能力和绝对无所畏惧的无人机，预示着一种新的作战模式，终极的考虑不再是飞行员的生命价值，而是任务和无人机系统的效费比。今天，在无人机系统技术上不断取得的进步极大地提高了无人机的性能，这也使无人机系统被广泛应用到许多任务中，成为了真正的力量倍增器。

参考文献

- [1] 本书编委会. 2008 年美国陆军武器系统 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
- [2] 王秀春. 2008 年世界无人机发展 [J]. 国外坦克, 2009 (5).