



神经中枢 2013

网络时代的火力与指挥控制

论文集



中国指挥与控制学会火力与指挥控制专业委员会 编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

神经中枢 2013

——网络时代的火力与指挥控制

中国指挥与控制学会火力与指挥控制专业委员会 编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书共收录 86 篇学术论文,分为综述、理论研究、工程实践、仿真与测试技术、可靠性与维修性及相关技术、其他 6 大类。主要包括:国内外军事发展动态研究;国内火力与指挥控制最新理论与工程实践。内容有:现代火控、指控理论技术发展动态及未来发展方向;火控、指控新原理、新技术、新成果;火控、指控系统硬件设备研制;信息融合、智能火控技术;系统建模与仿真、目标探测与跟踪、一体化作战指挥、武器驱动、显示与控制、导航定位技术、数据链技术、无人作战平台技术与装备管理等。

本书对从事火力与指挥控制及相关领域的科技工作者、科研院所、军校师生等有一定的参考作用。

图书在版编目(CIP)数据

神经中枢:2013:网络时代的火力与指挥控制 /
中国指挥控制学会火力与指挥控制专业委员会编. —北京:
国防工业出版社, 2013. 10
ISBN 978 - 7 - 118 - 09139 - 7

I. ①神… II. ①中… III. ①火控系统 - 研究 IV.
①E92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 243265 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 880 × 1230 1/16 印张 25 $\frac{1}{4}$ 字数 812 千字
2013 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—600 册 定价 198.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777
发行传真:(010)88540755

发行邮购:(010)88540776
发行业务:(010)88540717

序

当今世界,处处有网、无时不网、人人上网、物物上网、时时在线,“网络”正在构建新型社会形态、经济形态以及新的作战形态。因此,人们把21世纪称为“网络时代”。近些年来,以信息技术为主要标志的高新技术迅猛发展并在军事领域广泛应用,深刻地改变着军队指挥模式和战斗力生成模式,也直接导致了新的火力指挥控制系统、技术、理论和方法的形成。

战争是政治的继续。现代战争,更是信息域的感知、认识域的认知和物理域的行动有机协同实施。信息域的感知,称为情报、侦察、监视(ISR);认知域的认知,即为指挥(C);物理域的行动,就是对武器平台的控制和火力打击(CK)。信息化战争依托网络作战以及无处不在的通信和计算机(CC)构成了战场基础设施。网络系统把分散的战争资源联系在一起,通过云计算、大数据等技术实现按需聚合,形成分布式、网络化的C⁴KISR系统,确保了作战力量“形散而神不散”。多元化的作战力量相互支援、相互协同乃至完全同步,形成一个高度融合的整体。可以预计,扁平式指挥与网络化控制是发展方向,网络化分布式联合协同火力指挥与控制,将成为未来信息化作战的必然发展趋势。

此外,伴随着电子信息、通信网络、计算机和传感器技术的快速发展,武器系统朝着信息化、智能化、无人化进程的步伐已远远超出了人们的想象,战场无人化趋势初见端倪,且为时不会遥远,无人化技术和远程控制的高技术装备已成为各国优先发展的重点。目前,武器系统的设计和研制,正在朝着自动化、智能化方向快速发展,无人化作战系统也已经开始在正式战场中得到运用并有着优异的表现,正在不断获得发展的巨大动力,这种发展趋势必将导致一种全新的无人化作战形态的出现。因此,无人化火力指挥与控制系统应该是无人化作战的核心系统,这既是我们火力指挥与控制系统广大科技工作者的梦中追求,亦对我们提出了严峻的挑战。

“神经中枢2013:网络时代的火力与指挥控制”高峰论坛,主题突出、关注前沿,是中国指挥与控制学会火力与指挥控制专业委员会筹备成立以来的首次重要活动。论坛收集整理出火力与指挥控制领域的86篇最新研究成果,篇篇凝聚了各位同仁的心血,在此,我谨代表中国指挥与控制学会向所有关心和支持本届论坛的单位、领导和学者表示衷心的感谢!同时也感谢他们对中国火力与指挥控制事业发展的大力支持!希望各位同仁,紧紧抓住当前由传统单平台、单兵种火力与指挥控制向跨平台、合成化火力与指挥控制发展的机遇,注重多学科的交叉融合,关注大数据、交互性、敏捷性等网络时代指挥与控制的主要特征,创新指挥与控制理论和方法,研制出先进的新一代火力与指挥控制系统,为实现科技创新驱动的中国梦而奋斗!

是为序。

中国指挥与控制学会秘书长

秦继荣

于二〇一三年十月

目 录

第一部分 综述

基于任务的多平台舰载无人机协同指控模型探讨	胡志强(3)
无人机在未来作战中的运用方式研究	姜为学,邓钦,李宗良(10)
美军网络中心战浅析	王金云(14)
美军赛博空间指挥与控制研究	黎铁冰,毛盾,黄傲林,汪莉莉(19)
网电一体化的指挥控制问题研究	成世文(24)
体系作战条件下任务规划系统发展思考	刘同林,孙鑫,袁鸿翼,陈晓东(29)
基于改进情报流程的情报决策方法研究	马永楠(33)
对指挥控制系统网络安全防御问题的思考	高俊峰,朱英贵(36)
刍议物联网技术在武器系统中的应用	刘义平,张立祥(40)
分组加密算法综述	吕绍杰,张永华,刘剑锋(46)
指挥控制基础理论问题研究	李小龙,刘建英,王钦钊(51)

第二部分 理论研究

多探测器数据共享系统研究	邓钦,李宗良(57)
复杂电磁环境对指挥信息系统影响研究	倪国旗,李如年,李宗良(60)
无人机控制及对抗研究	朱红绯(65)
基于 BP 神经网络的装甲战斗车辆采购费用预测模型	徐亚军,尚高明(68)
基于 VPN 实现分布式火控雷达组网方法	方前学(72)
基于优先权的空地攻击指挥决策研究	包强,李文昆,卢毅峰(76)
军事无线局域网安全性分析	袁源(80)
协同作战计划生成相关技术研究	陈俊,杨建文,袁源(84)
海上联合机动编队信息对抗能力分析与评估	王运栋,陆勤夫(88)
设计思想对装备形成战斗力的影响分析	安晓东,李萍(93)
直升机反潜战术训练效果模糊评估问题研究	陈遵银,李林(98)
基于 MAS 舰艇编队协同防空作战决策模型研究	张磊,朱琳,章华平(102)
导弹平台差异分析及航路规划攻击的指挥控制要求	周智超,李圣杰,刘永辉(109)
一种基于层次的无线传感器网络时间同步协议	彭刚,刘戎(113)
网络中心战体系下的作战飞机火力指挥控制系统	鲁艺,张淘沙,罗燕,吕跃,崔超雄(118)
网络化作战 C2 组织知识传播的网络模型	靳娜,周建峰(123)
多机协同航路规划问题研究	叶文,邱立军(129)

基于多目标优化的交互式路由算法探析	姬志飞,李铖,卢晓英(134)
时延对电视指令制导精度的影响	谢奇峰,蒋桂钧(139)
新型高炮群指挥自动化系统研究	谢奇峰(143)
数字视频在综合航电系统中的应用研究	杨建新,贾绍文,金石娇(147)
航天武器控制系统概念及其关键技术	熊华,马向玲,高波,孙瑾(152)
基于模糊多目标决策的航迹评价方法研究	许可,冯琦,夏春林(156)
一种改进匈牙利算法求解武器—目标分配问题	张媛媛,冯琦,顾潮琪(161)
舰载武装直升机对岸火力支援效能评估	姜超,周智超(164)
采用实数编码的航迹规划遗传算法	马晓宁(170)
对地多目标攻击排序方法研究	赵献民(174)
基于熵的攻击决策算法研究	罗庆(179)
一种 IP 网络的安全保密多媒体通信系统探究	姬志飞,李铖,赵佳(183)
隐身对美国隐身作战飞机机载火控系统的影响	高劲松,陈哨东(188)
防空武器多平台协同作战及关键技术研究	侯建鹏,杨鹏飞(193)
基于 Harris 的角点检测算法改进	范娜,聂臣林,徐伯夏(197)
基于训练序列的符号同步简化算法研究	刘桂华,王刚(200)

第三部分 工程实践

FPGA 器件在火控系统中的应用	林瑞平(205)
计算机网络作战技术应用	方中江,李如年(209)
遥控武器站在空军地面防空中的应用	汤勇刚,罗护(213)
舰炮对空中目标射击效力通用评估系统设计	邢昌风,吴玲,古华栋(218)
组播密钥管理在军事信息系统中的应用研究	李彦希,张琳(224)
一种通信控制器模拟设备的设计与实现	李明,尚增光,尚伟昌(229)
一种嵌入式舰艇电子对抗装备模拟训练系统设计与实现	陈佳俊,邢昌风,程志锋,王晓蓓(232)
基于 SAR 的远程精确打击应用探讨	余燕翔,张海峰,曹唯伟(237)
某型飞机武器模拟训练系统设计	毕嗣民,韩兆福,杨明绪(245)
基于 KAM-500 的总线信息实时采集记录系统	朱加品,张立祥,周罗善(249)
陆军战术信息系统的度量评估研究	刘俊文,杜静(254)
基于 Compact RIO 的变压整流器负载检测仪软件设计	葛银茂,杨建新,金石娇(258)
综合航电系统软件抗干扰设计研究	金石娇,杨建新,蔡慧敏(263)
基于 Zigbee Ad Hoc 协议定位技术的实现	梁芳,曲喜强,武京治,王高,李仰军(266)
光纤通信技术在飞行器视频信号传输中的应用	王揭兴,王刚,徐伯夏,贾润(271)
基于 Cordic 算法的 DMT 系统采样同步实现	聂臣林,刘国宝,贾润,王刚,刘桂华,范娜(276)
嵌入式软件安全保护设计	吕绍杰,张永华,刘剑锋(279)
支持将作战仿真应用于联合指挥控制的服务	王俊丽,耿力,杜静,许国鹏(284)

第四部分 仿真与测试技术

火控雷达仿真系统电磁兼容设计研究	李如年,方中江(291)
地面防空体系反隐身战机建模与仿真研究	张兆栋,张明智,张昱,曹志华(294)
GMD 指控系统仿真建模研究	李俊超,张占月,杨欣,甘朝虹(299)
基于数理统计的舰炮武器系统仿真精度检验	田颖,蔡凌(303)

第五部分 可靠性与维修性技术及其他

一种分布式装备作战保障仿真架构设计与实现	安儒奎,邢昌凤,刘高峰(311)
火控系统故障诊断专家系统研究	徐英欣(316)
基于灰色系统 GM(1,1)模型的装备维修保障成本预测	车建国,王宗帅(320)
基于电子装备寿命分析的备件储供标准研究	舒畅,涂建华,瞿福琪(324)
防空火控系统中软件保障机制研究	邓钦,姜为学(329)
产品质量的检验与运用	王俊霞,宋震海(333)

第六部分 其他

钹式换能器的研究现状和发展方向	彭海军,杨建新,金石娇(339)
俄罗斯轮式装甲车作战平台简介	任晓刚,郭琳(344)
机场目标被动防御问题研究	丁卫安(348)
AN/APG-77 雷达远距引导搜索模式分析与应用研究	刘学全,李波,万开方,高晓光(351)
机载光纤总线的故障模式与故障定位研究	徐伟勤,杨建新,彭海军(356)
航母编队海上威慑运用研究	周亮,周智超,蔡永江(361)
一种可用于低电导率物体测量的宽频电磁层析成像装置	陈广(365)
空投轨迹预测中的风速测量方法研究	汤勇刚,付新华,沈军(372)
无人飞行器光电侦察、监视技术研究	李宗良(376)
无人机光电平台设计要求	李宗良,邓钦,姜为学(379)
某型飞机平显模拟训练器的设计	韩兆福,葛银茂,毕嗣民(382)
航母舰载机编队着舰排队算法设计	桂周,刘爱东(386)
基于 SDRAM 的缓存器设计与实现	刘桂华,刘国宝,王刚(391)

第一部分 综述

基于任务的多平台舰载无人机协同指控模型探讨

胡志强

(江苏自动化研究所,江苏连云港 222061)

摘要: 针对多平台舰载无人机联合作战的需求,提出了基于任务的舰载无人机分布式协同指挥控制问题。在单平台舰载无人机指控原理的基础上,以 Agent 概念和复杂系统理论为指导,探讨了两种结构的多平台舰载无人机协同智能指控模型,分析了任务实现的逻辑结构,以层次化的形式解决任务执行过程中各舰载无人机平台任务规划和战术行动之间的各种关系,为多平台舰载无人机协同指控系统的研制提供参考。

关键词: 舰载无人机;协同指控系统;层阶结构;分布式

Collaborative Command and Control System of Shipborne UAVs Task-based Multi-platform

HU Zhi-qiang

(Jiangsu Automation Research Institute, Lianyungang 222061, China)

Abstract: Aiming at the demand for carrier-based UAVs joint operation, multi-platform shipborne UAVs task-based collaborative command and control problems have been proposed. In the single platform shipborne UAV allegations principle on the basis of Agent concepts and complex systems theory, two kinds of alleged structural model for the layer order multi-platform shipborne UAVs collaborative intelligence command and control are built, the logical structure to achieve tasks are analyzed, and hierarchical form to solve the task execution process shipborne UAVs platform figures planning and tactical operations between relationship and influencing factors, for multi-platform shipborne UAVs allegations collaborative system developed to provide a reference.

Key words: Carrier-based Unmanned Aerial Vehicles; Collaborative Command and Control System; Hierarchical Structure; Distribute

引言

无人机(UAV)是“无人驾驶飞行器”的简称。舰载无人机则是无人驾驶飞行器与舰艇平台及其装备有机结合的产物,是继有人驾驶飞机上舰以来又一次作战方式和技术的创新^[1]。无人机最早诞生于 20

世纪 20 年代,起初是作为靶机使用的。20 世纪 50 年代后开始有了更广泛的发展和应用,但真正使人们认识到无人机的军事价值是 1982 年爆发的以叙贝卡之战时。以色列的“侦察兵”和“猛犬”无人机参加了这次战役。由于无人机在战场上的出色表现,人们开始思考将陆基无人机搬上舰艇,在海上遂行各种作战任务的可行性。

1984年,美国海军“关岛”号两栖攻击舰上率先装备了多架以色列“猛犬”轻型无人侦察机。随后,“先锋”、“掠夺者”、“全球鹰”等著名无人机系统也先后上舰。在1991年的海湾战争中,多国部队广泛使用各类无人机,使用时间长达数千小时,期间共完成37次火力引导、校射等任务^[2]。其后,舰载无人机伴随着母舰先后征战科索沃战场、阿富汗战场和伊拉克战场,执行了大量的情报侦察、战场监视、目标导引、电子战、损伤评估、对地/对海攻击及空中投送等任务。但这些基本上都是以单平台无人机指控系统的工作原理为基础,在母舰的集中统一指挥下完成的,多平台舰载无人机之间以及无人机与有人机之间的协同作战还没有深入研究。

随着20世纪90年代以来智能控制技术、信息融合技术和网络中心战技术的发展,舰载无人机作战模式已由单一预先任务规划向实时自主控制方向发展、由单机作战向多机(种)协同作战发展、由基于平台作战向以网络为中心的作战方向发展。其中,协同指控模型是多平台舰载无人机协同作战的核心^[3]。本文基于多平台舰载无人机联合作战任务需求,研究多平台舰载无人机在信息网络环境下协同作战指控系统的组织结构、运行机理及作战模式,提出两类基于任务的多平台舰载无人机协同指控模型,分析解决任务执行过程中各平台计划与行动之间的各种关系,指出相关关键技术,为多平台舰载无人机协同指控系统研制提供参考。

1 多平台舰载无人机协同作战指控系统使命任务分析

作为母舰功能的延伸和舰艇编队的重要组成部分,舰载无人机可伴随母舰深入海洋的各个角落执行多种作战任务。相对于有人作战飞机,舰载无人机具有轻便、灵活、更机动等特点,为海上作战提供了一种灵活、高效、低风险的战场感知和战斗应用平台,扩展和优化了海上作战模式。它的出现是舰载机发展史上的一次重大变革。

由于多机协同作战具有整体效应,较单机作战有明显的优势,如扩展执行任务的能力、提高完成任务的质量和成功率、缩短完成任务的时间、增强战术的灵活性等^[3],因此多平台舰载无人机协同作战就成为信息网络支持下舰载无人机集群主要的应用模式。对于舰载无人机协同作战指控系统而言,其使

命任务是基于信息网络充分发挥多平台舰载无人机协同作战的综合效能,支持舰载无人机以多机(种)协同形式实施目标打击、战场支援和后勤保障等任务,克服单机行动的种种局限,在现在和可预见的未来海战战场上遂行以下各种形式的联合作战。

(1) 协同侦察、搜索和感知。利用多个舰载无人机或多个舰载无人机与有人机协同侦察、搜索,扩大感知范围,提高探测精度,提高情报搜集和识别跟踪目标的速度和准确性。

(2) 联合战场监视。利用单平台或多平台舰载无人机,对广阔的战场空间和环境进行监视,对重点区域或重点目标进行侦察,包括核、生化、放射、爆炸等的侦察和监视,特别是长航时、生命力强的无人机,更是天然的战场侦察和目标感知执行者。

(3) 目标精细定位与指示。相对于卫星和预警机大范围、远距离的侦察和感知,使用无人机协同抵近侦察,可以对目标实施精细定位,为水面舰艇编队、空中力量和海军陆战队武器系统精确指示目标,并可在弹药发射至命中目标过程中实施目标导引。

(4) 协同电子干扰和对抗。舰载无人机平台可以携带多种有源或无源电磁干扰载荷,干扰、压制或破坏敌人的电子信息系统,切断其指挥控制环节,降低其作战效能。多个舰载无人机以协同方式通过路径规划、干扰信号频率与方式的规划可以提高干扰和对抗效率。

(5) 同步攻击。一是通过任务规划、战术规划和航迹规划,多机协同同时或先后对目标实施打击;二是利用自身探测跟踪设备寻找、定位目标,“侦察—打击”一体化,如反辐射舰载无人机,携带反辐射导弹,一旦发现并确认为敌方信号源,可同步实施打击。有的则直接以机体进行“自杀式”攻击。

(6) 联合防空压制。多架不同载荷的无人机协同或无人机与有人机协同可以对敌方防空系统进行防空压制,如一架无人机前出诱敌,诱使敌防空雷达、防空武器系统开机,协同飞机随后进行火力打击。

(7) 作战损伤评估。战果评估是决定海上后续作战行动的依据。应用多平台舰载无人机挂载光电载荷抵近现场,可以在第一时间对作战效果进行观察,并将效果图像通过自动数传系统实时传输到载舰上,为指挥员下一步决策提供依据。

(8) 通信/数据中继。保持战场通信的连续和通畅是实施作战的重要前提。舰载无人机具有携带各种无线电通信载荷的能力,可作为一个机动的通信

节点担负中继通信和制导的任务,在需要中继制导的场合使用多平台舰载无人机进行制导武器和灵敏弹药制导信号的传输与控制。

(9) 空中投送/补给。空中投送/补给是现代作战重要的后勤保障工作,关系到兵力、兵器的可持续战力。在秘密地区或危险地区,如向沿海山区或狭小的岛礁进行投送补给,普通运输平台往往难以完成任务,指挥多平台舰载无人机执行这些空中投送/补给任务。

(10) 战场搜救。根据使命任务,指挥多平台舰载无人机以单机或以多机协同形式对指定区域或重点区域进行搜索和救援。

(11) 战场封锁和隔离。多架不同载荷的无人机协同或无人机与有人机协同对一定区域的战场进行封锁和隔离,包括海上布雷与反水雷。

(12) 特种作战支持。

2 多平台舰载无人机协同作战运行机理与协同指控结构

现代舰载机,无论是无人机,还是有人机,都有一定的对外感知、决策及相应的行为能力,因此可看作是具有一定程度自主行为能力的智能体,即在逻辑上等效于一个 Agent。因而本质上,多平台舰载无人机协同指挥控制问题是舰载无人机平台群的协调指挥与控制,需要解决信息实时共享和动态任务规划等问题。需要根据不同的作战任务、任务完成的不同阶段施以相应的战术行动,根据作战效果选择不同的协调算法和控制策略,包括任务规划、战术规划、任务管理、航迹规划及通信方式、载荷配置、使用方式、使用时机、协同方式等要素,以适应战场态势的快速变化,确保舰载无人机系统通过协调与合作完成具体的作战任务。本文着重讨论母舰中心模式下舰载无人机之间协同和网络中心模式下舰载无人机与有人机之间协同两种情况。

2.1 母舰中心模式下舰载无人机协同作战工作模式与协同指控结构

1) 母舰中心模式下舰载无人机协同作战工作模式

多平台舰载无人机伴随母舰协同作战是海上多平台协同作战的一个重要方面。所谓母舰中心模式,即基于母舰指控平台的作战应用模式。在这种模式下,母舰作战指挥中心根据使命任务、资源、舰

载无人机的性能特点和战场环境,进行使命任务分析,确定舰载机的任务和作战要求,明确舰载无人机的作战应用方式(是单机,还是多机),进行统一的任务分配和空域协调,对舰载无人机的航路进行规划和控制。在多平台多任务的情况下,其任务包括任务分配、作战环境管理、相关成员管理和战场资源管理。通过任务规划为每个舰载无人机平台提供一个初始作战任务。任务开始后,舰载无人机平台按计划执行任务,进行航迹规划和战术规划,同时各舰载无人机平台通过自身传感器实时获取战场信息和执行任务的情况信息并将信息实时发送给母舰指控中心;母舰指控中心融合这些信息后得到全局的战场态势和舰载机的协同工作信息,根据情况和作战效果不断发出指令控制这些舰载机的工作。当局部态势发生变化时,舰载无人机平台基于自身传感器信息可进行自主决策,多个舰载无人机平台基于群内通信进行协同决策,并将情况实时反馈给母舰平台指控中心,如图 1 所示。

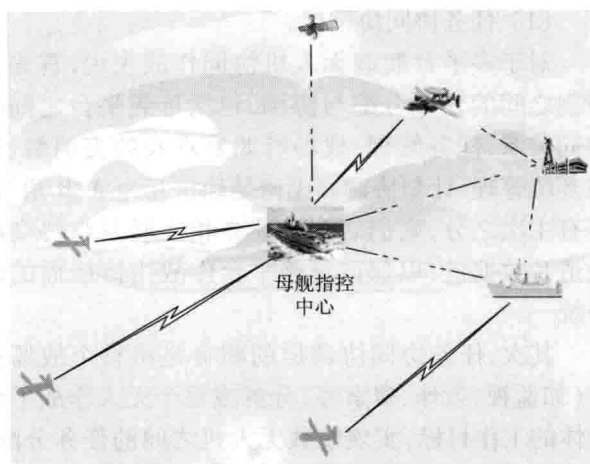


图 1 母舰中心模式下多平台舰载无人机协同作战概念

2) 母舰中心模式下舰载无人机协同作战指控结构模型

多平台舰载无人机作战要求各舰载无人机在作战空间、时间和作战效果上实现协同。一舰载无人机的计划和行动会影响另一舰载无人机的计划和行动。这其中既有正面影响,又有负面影响。从复杂系统的角度看,母舰指挥控制中心与各舰载无人机 Agent 之间逻辑上和物理上的指挥关系、控制关系和信息关系,以及行为、信息、控制等要素在整个作战体系中的时空分布模式,是多平台舰载无人机组织、协调、规划、控制、执行、学习等功能得以实现的基

础^[3]。对平台中心模式协同作战任务模式而言,自下而上呈现出层阶结构的指控系统结构。如图 2 所示,该结构模型分为任务协同协调层、规划调度层、战术层和执行层^[3,4]。

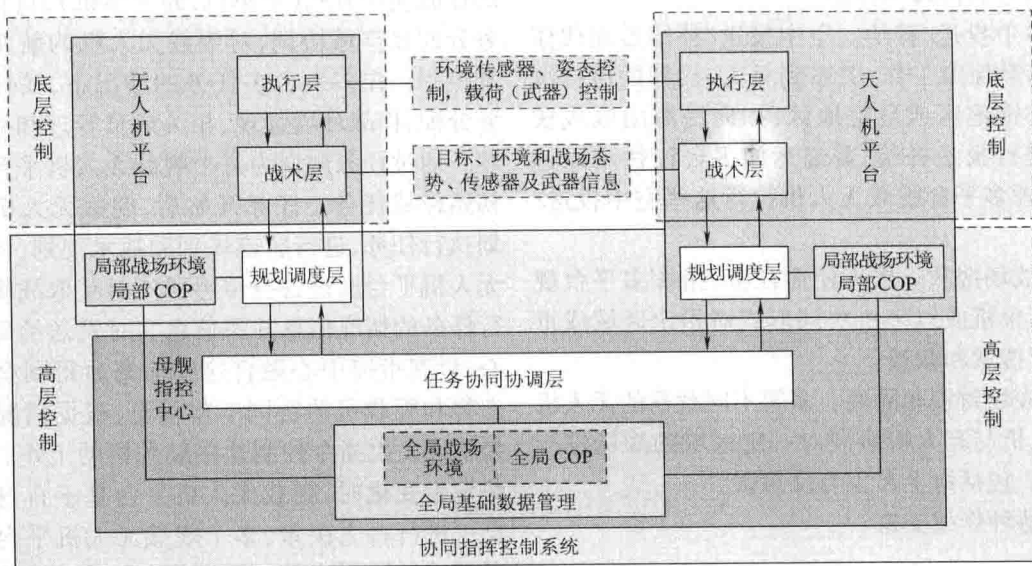


图2 母舰中心模式下多平台舰载无人机协同作战指控结构模型

(1) 任务协同协调层。

对于多平台舰载无人机协同作战来说,首先是母舰之间的任务分配与协调,包括母舰平台之间的协同关系,任务管理、战场资源管理及冲突消解、作战环境管理、计划协调。无论是确定互为 A、B 角,还是有主次之分,它们之间要建立相互联系与协商的通道和数据链,以保证母舰平台作战指挥层面的政令统一。

其次,任务协同协调层的职责是将整个战场任务(如监视、轰炸、搜索等)分解成每个无人作战平台个体的工作目标,实现舰载无人机之间的任务分配,进而通过预定协议与其他舰载无人机进行协同,实现相互之间的任务协调和协同任务控制,使多平台舰载无人机作为一个整体行动。

第三,利用反馈信息,对作战行动进行评估。

(2) 规划调度层。

根据舰载无人机任务分配,实现舰载无人机的任务调度、目标管理,基于效果对舰载无人机进行战术规划和航迹规划,并为任务协同协调层提供用于与其他舰载无人机进行协商的信息。规划调度层实质上是实现舰载无人机的外部任务控制,由各种规划(运筹)算法和管理软件执行。

(3) 战术层和执行层。

在母舰指挥控制中心的控制下,舰载无人机之间协作进行协同定位、协同探测以及目标协作跟踪,

融合后获取初步战场态势,并将协同工作信息实时回报母舰指控中心。战术层、执行层作为舰载无人机平台个体如何执行任务和自身运动控制部分,包括舰载无人机航迹规划、作战方式、运动控制、载荷控制、武器控制和打击及与其他个体的通信控制等,并为规划调度层提供系统的状态参数。

以上,任务协同协调层位于母舰平台上,规划调度层、战术层和执行层驻留在舰载无人机平台上。舰载无人机协同指控系统主要涉及任务协同协调层、规划调度层等高层控制部分。

其中,全局基础数据管理和局部数据管理就是无人作战平台协同指控系统全局和个体局部的基础信息参数,包括全局和局部的统一作战态势图(COP)参数等。

2.2 网络中心模式下舰载无人机与有人机协同作战工作模式与协同指控结构

1) 网络中心模式下舰载无人机与有人机协同作战工作模式

网络中心模式是舰载无人机以网络为中心的一种作战模式。在这种模式下,分布的各平台和兵力工作在一个虚拟的任务空间(问题空间),不存在一个集中统一的母舰作战指挥控制中心。舰载无人机作为一体化联合作战体系网络中的一个节点,具有相对的运行独立性和管理独立性。与有人机协同作

战时,无人和有人舰载机平台都是相对独立的自治的实体,依据使命任务和统一的全局/局部战场态势图,自主协同、相互协作、联合作战。即舰载无人机以单平台或“群”的方式在网络中协同有人机进行联合作战或在有人机的指挥下作战。舰载无人机将自己获取的信息实时、按需分发给其他协同或联合作战平台、系统和设备,同时也实时接收其他协同或联合作战平台、系统和设备发出的指令、信息和数据。在整个作战过程中,虽然母舰平台上有人始终监视舰载无人机平台协同作战执行任务的情况并保留随时干预的权利,但母舰对舰载无人机平台的集中式控制仅是在各舰载无人机平台自主规划和协商之上更高层次的管理,以及当战场态势发生重大变化时在较粗的时间粒度上对任务进行全局调整。作战主要依靠各个作战实体(平台)对作战意图的共同理解、认知和运用。网络中心模式下多平台舰载无人机与有人机协同作战概念如图3所示。

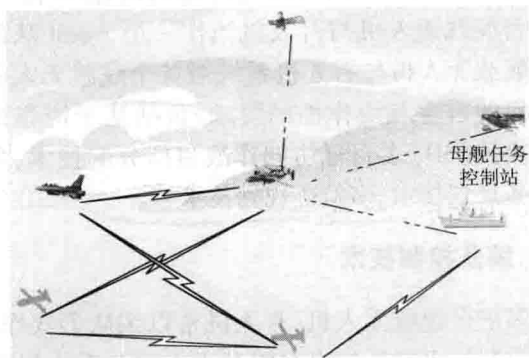


图3 网络中心模式下多平台舰载无人机与有人机协同作战概念

2) 网络中心模式下舰载无人机与有人机协同作战指挥控制结构模型

(1) 个体舰载无人机平台内部任务控制。

无人舰载机与有人舰载机的区别主要是“人在环内,不在机上”。舰载无人机网络中心协同指挥控制过程可以抽象地看作舰载无人机平台群与任务、资源、环境三者交互作用的过程。如图4所示,网络中心模式下舰载无人机与有人机协同作战指挥控制是以任务为中心展开的。对每个舰载无人机/有人机平台而言,其内部任务控制同样包括规划调度层、战术层和执行层三个层次。这里的规划调度层综合了母舰中心模式下舰载机协同作战指挥控制结构中规划调度层和母舰协同协调层的部分功能,主要解决舰载机到哪里去并执行什么任务的问题。当存在多个任务时,需要明确任务之间的关系,从而决定执行任务的顺序,根据任务规划给出任务序列;战术层和执行层解决如何执行任务的问题。根据规划调度层和战术层给出的航路规划,解决从舰载无人机平台当前位置依次到各个任务点的最优航迹问题。

(2) 舰载无人机与有人机平台协同任务控制。

相对于单个舰载无人机平台的任务控制,舰载无人机与有人机平台协同任务控制包括有人、无人舰载机之间的任务关系、指挥关系和控制关系,涉及较多的优化指标与控制变量。既需要通过任务分配解决哪个舰载无人机与有人机平台执行哪个或哪些任务的问题,还需要通过任务协调和行动交互解决任务执行过程中各舰载无人机与有人机平台计划和行动之间的冲突。

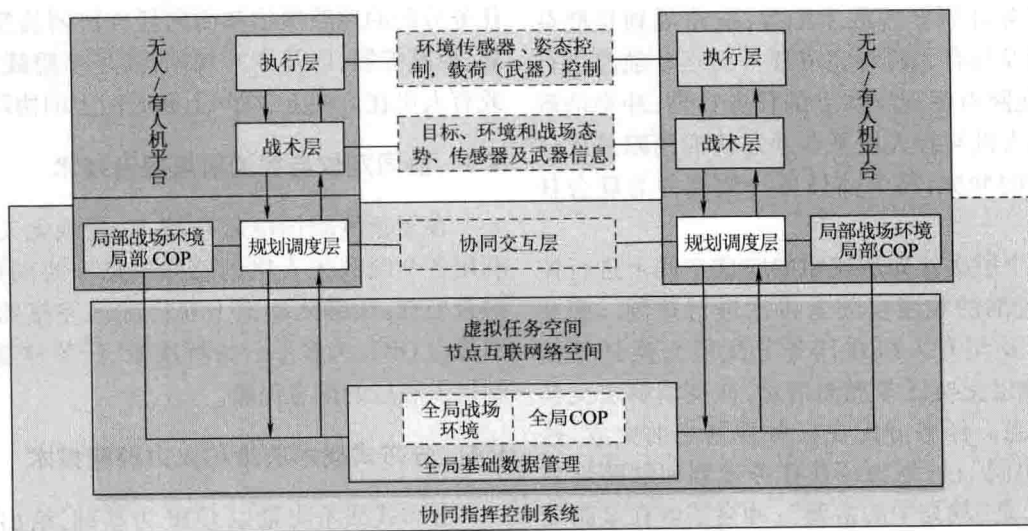


图4 网络中心模式下多平台舰载无人机/有人机协同指挥控制结构模型

针对舰载无人机与有人机平台群的协同任务控制问题的复杂性,可在采用分布式控制体系结构的同时,基于分层递阶控制的思想,将多舰载无人机与有人机平台系统的任务控制功能沿纵向划分为若干层次,如图 5^[3]所示。

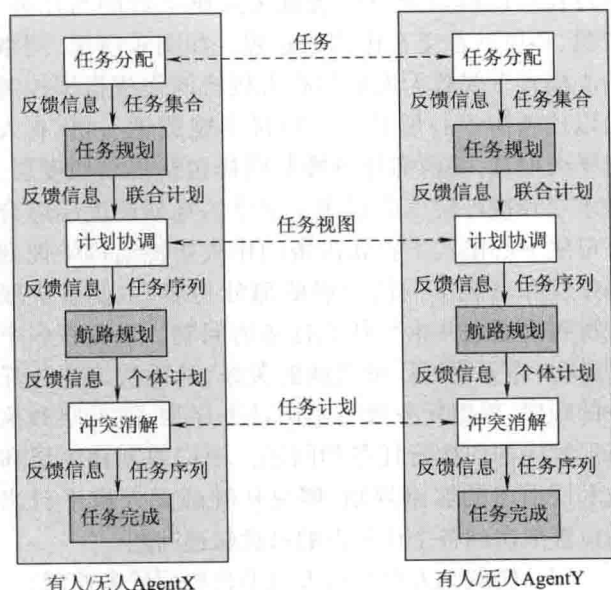


图 5 多舰载机协同任务控制网络化逻辑结构

其中,任务分配是舰载无人机之间及与有人机通过协商实现任务在彼此之间的动态分配与调整;任务规划是舰载无人机与有人机对完成任务的行动步骤进行规划,形成任务序列层次上的任务计划;计划协调是各舰载无人机之间及与有人机通过交换任务视图检测彼此任务之间的约束关系,并与执行相关任务的舰载无人机与有人机进行协商,根据协商结果调整任务计划实现战术配合;航路规划是舰载无人机之间及与有人机对完成任务的运动航路进行规划,形成航路点序列层次上的任务计划;冲突消解是各舰载无人机与有人机平台通过协商消除彼此任务计划之间的冲突,将个体任务计划合并为联合任务计划。

以上各个层次首先从较粗的粒度空间上进行控制,然后到较细的粒度空间上再次进行控制。舰载无人机之间及与有人机在任务分配层交换任务信息,计划协调层交换任务视图信息,冲突消解层交换任务计划信息。任务分配在任务规划之前完成,是“规划前的协同”;计划协调在任务规划和航路规划过程中实现,是“规划中的协调”;冲突消解在航路规划之后进行,是“规划后的协调”^[4]。反馈自下而上传递,各层次之间相互关联、相互影响,形成一个一

体化的协同控制过程。

3 关键技术分析^[5-7]

3.1 多 Agent 任务实时协同控制技术

相对于单平台舰载无人机任务控制,多平台舰载无人机之间及与有人机的实时协同任务控制更加复杂。在全局约束下基于时间约束和空间约束研究任务协同关系,涉及更多的优化指标与控制变量,包括解决实时任务分配和任务协调相关的诸多理论和方法。

多 Agent 系统理论适合于分布式结构的对象、复杂的计算、柔性的相互作用关系以及动态变化的环境,而多舰载无人机与有人机协同指控系统正是在复杂动态环境下的一个异构系统,基于多 Agent 系统理论可以为舰载无人机与有人机个体之间提供实现通信、数据共享、协调机制与推理的理论框架,将每一平台舰载无人机与有人机当作一个 Agent 从而满足多舰载无人机与有人机系统对各个舰载无人机与有人机的自主和协作性的要求,包括基于博弈论的满意决策(SD)多目标协同作战目标分配技术、多目标任务规划技术、多航迹规划技术等。

3.2 编队控制技术

多平台舰载无人机/有人机常以编队形式作战。编队控制技术就是解决多舰载无人机与有人机在运动中形成编队、保持编队,实现协同任务规划、决策与执行所遇到的相关理论方法与技术问题,如面向任务分配的航路预估和面向任务协调的实时航迹规划、航路控制,以及战术规划,满足多舰载无人机和/或有人机在方向上、空间上和时间上的协同关系。

3.3 协同定位与智能信息融合技术

在复杂海战场电磁环境下,舰载无人机群需要利用各个舰载无人机的感知信息来协同定位,进行融合处理,在编队层次上获得战区完整的全局态势图像(COP),为多平台指挥决策、任务控制和编队控制提供底层的信息保障。

3.4 分布式战术决策和火力控制技术

分布式战术决策以 COP 为基础,给出目标威胁排序,并依据舰载无人机群的搭载武器单元不同,进行目标分配决策,完成行动规划和战术决策,执行火

力射击诸元、制导指令等解算任务。

研究基于范例的推理及贝叶斯理论等方法。采用规划和决策,根据周围战场环境和态势的变化,确定相应的作战行动。

3.5 自主行为控制技术

舰载无人机协同作战必须具备与执行任务相匹配的自主行为控制能力。自主行为控制不只是可以依据事先的规划指令和任务实施过程中人在回路中的指令进行最优自主控制,更重要的是系统可以根据自身对内部、外部的感知信息,结合任务要求,在不同的作战阶段和情况下自主对路径、规避、目标等选择做出决策,在动态复杂的环境中独立或协作地完成任

务。间及与有人机之间的协同指控模型,包括最恶劣通信条件下,各舰载无人机与有人机根据预先计划各自为战;在通信受限条件下,通过交换彼此间任务的信息实现任务协同;在理想的通信条件下,通过信息共享和交换任务视图实现联合作战。

参考文献

- [1] 胡志强. 舰载无人机的战场运用及其作战效能浅析. 火力与指挥控制的发展及应用技术研究[C]. 青岛:2011年度火力与指挥控制研究会学术年会论文集,2011:55-58.
- [2] 魏瑞轩,李学仁. 无人机系统及作战使用[M]. 北京:国防工业出版社,2009.
- [3] 龙涛. 多UCAV协同任务控制中分布式任务分配与任务协调技术研究[D]. 长沙:国防科学技术大学博士学位论文,2006.
- [4] 石章松,左丹. 无人作战平台智能指挥控制系统结构[J]. 指挥信息系统与技术,2012,3(4):12-15,67.
- [5] 谭安胜,胡崢涛,贺凯. 驱护舰编队对海作战中舰载无人机任务规划[J]. 指挥控制与仿真,2011(5):1-3,24.
- [6] 符小卫,高晓光. 多架无人作战飞机协同作战的几个关键问题[J]. 电光与控制,2003,10(3):19-22.
- [7] 施笑安,杨永生. 面向UCAC系统的交互Agent协同技术[J]. 西安科技大学学报,2005,25(3):368-371.

4 结束语

目前,无人作战系统正向网络化、协同化、自主化方向发展,要求能与有人作战系统及其他无人作战系统无缝集成、联合作战。本文基于层次化的分布式协同任务控制模型,研究了两类舰载无人机之

无人机在未来作战中的运用方式研究

姜为学,邓钦,李宗良

(空军空降兵学院,广西桂林 541003)

摘要: 随着无人机技术迅速发展,未来的信息化战争中,无人机将一改过去充当辅助角色的状况,以其特有的战略战术特点改变着战争的形态。无人机特有的作战运用方式,对未来作战模式、作战方法的革新都将产生重大的影响。从无人机传统优势分析入手,逐渐展开其拓展功能的阐述,对其未来作战中的侦查监视、骗敌掩护、电子对抗、对地攻击、火力引导、预警指挥、反导拦截、空中格斗、组合协同、天基作战等十大运用方式进行了深入研究。

关键词: 无人机;未来作战;运用方式

The Research of Unmanned Air Vehicle's Application Modes in Future Battle

Jiang Wei-xue, Deng Qin, Li Zong-liang

(Air Force Airborne Academy, Guilin 541003, China)

Abstract: Along with unmanned air vehicle's technique developing promptly, the unmanned air vehicles will change the status of being supporting role, and will change the war form by using their special strategic peculiarity and tactical peculiarity. The unmanned air vehicles' special battle application mode will bring important affect to the reform of future battle mode and battle means. The article has analyzed the unmanned air vehicles' traditional advantage first, then described their expanding functions step by step. A deeply research of the ten application modes in the future battle: scout and surveillance, cheat and cover, attack to ground, fire leading, early warning and command, anti-missile interception, air wrestling, combination and cooperation, battle on altitude base and so on, has given in the paper.

Key words: Unmanned Air Vehicle; Future Battle; Application Mode

引言

越南战争中,无人机首次在战场亮相,美军的“火蜂-147”系列无人机临危受命,担负了3534次的空中侦察任务,成功2873次。当下,世界各国的无人机研究如火如荼。无人机的武器化将一改其过去在战场上主要充当辅助角色的状况,正以其特有的

战略战术特点改变着战争的形态,对未来作战模式产生新的重大影响。

国外军事专家估计,到2030年,无人化兵器将主宰战场,届时的“无人机”将不会再是战争的“配角”,而将一跃成为战场上厮杀搏斗的“主角”。纵观无人机的发展与运用历程,我们认为,未来作战中无人机将继续发挥其侦察、监视等传统优势,拓展预警、指挥、协同等高级功能,现对其主要运用方式展开分析。

作者简介:姜为学(1981.10—),男,山东平度人,讲师,硕士研究生,研究方向:火力与指挥控制工程。