

Papers from

China Unmanned Aircraft Systems
Summit **2011**

2011中国无人机系统峰会论文集

《2011中国无人机系统峰会论文集》编审组 编

航空工业出版社

2011 中国无人机系统 峰会论文集

Papers from China Unmanned Aircraft Systems Summit 2011

2011 中国无人机系统峰会论文集编审组 编



航空工业出版社
北京

内 容 提 要

本书收录了2011年中国无人机系统峰会征集的150余篇论文,其主要内容包括无人机设计与技术、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。

本论文集理论研究与技术探讨兼有,内容广泛、丰富,可供无人机研究和使用的有关人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

2011 中国无人机系统峰会论文集/《2011 中国无人机系统峰会论文集》编审组编. --北京:航空工业出版社,2011.9

ISBN 978-7-80243-308-3

I. ①2… II. ①2… III. ①无人驾驶飞机—文集
IV. ①V279-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第188323号

2011 中国无人机系统峰会论文集
2011 Zhongguo Wurenji Xitong Fenghui 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

2011年9月第1版

2011年9月第1次印刷

开本:889×1194

1/16

印张:52.25

字数:1769千字

印数:1—450

定价:598.00元

特别鸣谢

中航工业西安飞行自动控制研究所
中兵光电科技股份有限公司
中国人民解放军防空兵指挥学院无人机研究中心
中国人民解放军总参谋部第六十研究所
中国电子科技集团公司无人机系统研发中心
中国电子科技集团公司第二十九研究所
中国电子科技集团公司第十研究所
中国电子科技集团公司第五十四研究所
中航工业直升机设计研究所
中国空间技术研究院西安分院
中国空间技术研究院航天恒星科技有限公司
中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
中国航天电子技术研究院
中国航天空气动力技术研究院
中国航天科工集团公司第三研究院
中国航天科工集团公司第三研究院第八三五七所
中国船舶工业集团公司船舶系统工程部
北京必威易低空空间技术有限公司
北京空间机电研究所
北京航空航天大学无人驾驶飞行器设计研究所
北京航空航天大学智能技术与机器人工程研究中心
西北工业大学第三六五研究所(西安爱生技术集团公司)
西安应用光学研究所
西安现代控制技术研究所
西南技术物理研究所
中航工业成都飞机工业(集团)有限责任公司
中航工业成都飞机设计研究所
旭泰科技有限公司
中航工业沈阳飞机设计研究所
中航工业洛阳电光设备研究所
贵州贵航无人机有限责任公司
南京航空航天大学无人机研究院
中航工业江西洪都航空工业(集团)有限责任公司
桂林鑫鹰电子科技有限公司
珠海星宇航空技术有限公司
湖南山河科技股份有限公司

2011 中国无人机系统峰会论文集

编审委员会

主 任	张洪飏				
副主任	常洪亮	杨宝奎	李世杰		
委 员	丁国辉	万里青	王广亚	王小鹏	王田苗
	王凭慧	王 政	史平彦	史克录	冯志明
	刘志敏	向锦武	宋科璞	苏立航	张 弘
	张永科	张涪生	李兴文	李则华	李 锋
	李新军	何清华	杨 军	杨绍文	肖先国
	肖亚辉	邱光荣	陈世荣	陈 刚	岳 涛
	昂海松	姜道安	胡延霖	晏 磊	秦国顺
	秦 渝	聂海涛	都基焱	龚文基	黄兴东
	曹 杰	梁振波	韩玉辉	蒋武根	雷 厉
	樊邦奎	薛海中	戴 明		

2011 中国无人机系统峰会暨展览
China Unmanned Aircraft Systems Summit & Exhibition 2011

主办单位

中国航空工业集团公司
中国航天科技集团公司
中国航天科工集团公司
中航出版传媒有限责任公司
北京航展组委会

承办单位

《国际航空》杂志社
华进有限公司

支持单位

空军装备部
海军装备部
国家国防科技工业局无人机办
民政部国家减灾中心
交通运输部科学研究院城市交通研究中心

协办单位

中国人民解放军总参谋部第六十研究所

赞助单位

中国电子科技集团公司第十研究所

目 录

1 发展纵横

1. 浅析美国海军“广域海上监视”无人机 MQ-4C 的发展	林岳崢	祝 利 (3)
2. 国外舰载无人机的发展与应用	王 伟	张远新 (7)
3. 军用无人机的发展趋势	刘春芳 李增良 刘建功	贾海东 (10)
4. 潜艇发射无人机概念研究	张辉意 王 磊 肖杰雄	吴亮东 (13)
5. 临近空间高速飞行器发展现状与关键技术分析	李来国 涂良辉	王文飞 (19)
6. 无人机关键技术及发展趋势		白剑林 (25)
7. 无人机认识上的几个误区	高劲松	陈哨东 (30)
8. 空天战机的雏形——X-37B	安永旺	王 海 (35)
9. 欧洲主要国家无人机发展现状及趋势分析	袁 飞 辛 元	王劲松 (39)
10. 国外核生化侦察无人机发展及启示	吴飞腾	王 璟 (43)
11. 无人机感知规避系统与技术发展现状	牛轶峰 雷 鑫	张国忠 (46)
12. 无人机发展现状与技术展望	宫海龙 杨 毅 李 坦 许罗婷	刘 洋 (54)
13. 高空飞艇的发展现状及关键技术分析	岳良明 张卫民	金 鑫 (58)
14. 从 2012 财年新国防预算看美国无人机发展新动向	张海涛	刘 芳 (64)
15. 美军大力扩展无人机作战职能		王小刚 (70)
16. 美军无人机系统发展研究	陈士林 李 爽	刘 璐 (73)
17. 军用无人机发展的几点思考	邓立常	魏文志 (76)
18. 攻击型无人机发展及关键技术	兰俊杰	陈 蓓 (80)
19. 美军中低空高性能无人飞艇发展情况浅析	宋 琦 李 勇 宋 坚 王 超	崔方明 (83)
20. 飞行器热防护系统的发展与现状		邱 玲 (90)
21. 传感器无人机技术进展及相关发展策略的思考	洪森涛 刘贺军	李志强 (96)
22. 微型飞行器系统发展现状与关键技术探讨	康春涛 李晨伟	赵鑫宇 (100)

2 作战使用

23. 无人作战飞机与有人机协同作战关键技术	苏连栋	(109)
24. 无人侦察机任务规划基本原则和分析指标	王宜峰	郑宏捷 (113)
25. 美国海军无人机航母构想及启示	汪中贤 许爱华 张正武	罗少鹏 (118)
26. 浅谈无人机的决策模式挖掘		张金哲 (125)
27. 浅谈无人机的心理战运用	邹 宁	张小波 (128)
28. 美国探索无人机在弹道导弹预警中的应用	陈 黎	常 亮 (131)
29. 无人机在利比亚发动低烈度的精确打击——利比亚战争中无人机的 作战运用	李帝水	徐 舸 (135)
30. 当代局部战争无人机系统作战运用特点探讨	李帝水	徐 舸 (139)
31. 近空间海上监视无人机系统的军事需求	霍忠锋	徐 舸 顾云甫 (145)
32. 无人机作战运用研究	邓立常	果树亮 (148)
33. 自转旋翼高速无人机的应用前景分析	方晓星 王英勋	王宏伦 (152)

34. 有人/无人机协同作战应用探讨 杨 奎 (156)
35. 装甲集群与无人机区域协同作战应用分析 赵鑫宇 康春涛 (166)
36. 自杀式侦察打击一体化无人机作战模式研究 马建超 洪森涛 张 微 (169)
37. 自转旋翼机无人化应用浅析 苏宝玉 (174)
38. 中空长航时察打一体无人机在反恐平叛作战中的使用分析 殷 魁 杨世军 姚 远 (178)
39. 无人侦察机典型作战应用分析及启示 李雨浓 陈柏松 郭辉 李永泽 (182)

3 设计与技术

40. 全复合材料整体油箱设计制造技术探索 林荣欣 巫大秀 张世全 黑鹏飞 何 敏 (189)
41. 隐身技术在无人机上的应用 刘春芳 李增良 刘建功 贾海东 (195)
42. 复合材料泡沫夹层结构设计 刘 海 杨 莹 朱 丹 朱洪涛 (198)
43. 无人机连接器技术简述 张 裴 (207)
44. 数字化技术在飞机研制中的应用研究 支亚非 刘晓明 方 雄 王 丽 (210)
45. 无人机垂尾接头结构优化设计 支亚非 杨 莹 黎泽金 (216)
46. 基于遗传算法的无人作战飞机飞行指令设计 钟咏兵 张瑞昌 肖树臣 贾秋锐 (220)
47. 中小型无人机飞行中的风场测量与处理技术 屈耀红 (224)
48. 无人机轻量化技术研究 林一平 (227)
49. 无人机减速板结构刚度优化设计 王 玖 肖明辉 (234)
50. 无人机系统设计与质量控制 尚海涛 (239)
51. 无人机总体参数多目标优化设计 罗向前 张 轶 裘 伟 (241)
52. 无人机光电载荷标定技术的半实物仿真研究 李会敏 缪国春 张博勋 (245)
53. 无人直升机任务系统综合设计研究 杨 军 向文豪 刘 毅 张博勋 (252)
54. 无人机搭载光电吊舱目标定位精度分析 张继光 缪国春 刘 毅 许 鹏 (260)
55. 仅基于多普勒频移的双机测距方法 郁 涛 (265)
56. 无人机低可探测性研究 吕晓林 罗纯哲 (269)
57. 可靠性设计准则在无人机电气系统中的应用
..... 宋 军 姜年朝 戴 勇 张志清 裴少俊 张 逊 (273)
58. 数字化技术在无人机设计中的应用和设想
..... 姜年朝 宋 军 戴 勇 张志清 裴少俊 张 逊 (278)
59. 一种应用于无人机上的中继转发器设计 常啸鸣 张晓林 鲍君海 (282)
60. 仿生微型飞行器飞行机理和设计 昂海松 肖天航 段文博 (287)
61. 一种机翼可差动扭转的仿鸟扑翼飞行器的设计 段文博 昂海松 (297)
62. 小型无人机总体布置方法研究 何 飞 马经忠 (303)
63. 无人机阻力伞舱自主开盖系统设计研究 朱阿元 彭兴国 闫 蕾 贺 红 (307)
64. 无源电传刹车技术在高空高速无人机上的应用研究
..... 任 杰 何 泳 王 山 何 敏 张 波 (311)
65. 基于故障线索集生成与求解技术的无人机可靠性综合分析
..... 陈 航 张 华 余 敏 何 敏 (318)
66. FTA 技术在无人机项目中的应用 余 敏 张 华 陈 航 程家林 (327)
67. 复合材料结构优化设计技术探索 杨 莹 刘 海 朱 丹 程家林 (333)
68. 大展弦比复合材料机翼整体油箱设计探讨 陆斌荣 张世全 巫大秀 朱南海 程家林 (341)
69. 无人机载光电吊舱风阻特性计算与分析 吴 辉 王惠林 钟丽萍 闫 明 吕勃龙 (346)
70. 多传感器光电瞄准系统光轴准直技术探讨 张卫国 钟莉萍 吴 辉 (353)

71. 无人机载多光谱共光路光电载荷技术研究	王利文 成 刚 周 云 吴 辉 贺 剑 (359)
72. 连接方式对飞行器结构固有特性的影响分析	胡文妹 金延伟 (364)
73. 一种垂直起降新型变体无人飞行器的设计思路	孙兆虎 周 军 薛 睿 王 劲 (370)
74. 小型无人飞机复合材料典型结构形式分析	王建华 陈令国 朱成香 胡定红 (380)
75. 翼梢装置在某型无人机气动布局设计中的应用研究	司 亮 陆方舟 马祥森 (386)
76. 无人机载大气微波温湿度探测仪技术研究	李 浩 段崇棣 刘汝猛 (392)
77. 无人机载海洋波浪仪技术研究	田栋轩 王旭艳 贾建超 (397)
78. 无人机载海洋盐度计技术研究	吕容川 李 浩 李一楠 段崇棣 (402)
79. 无人机复合材料构件低成本快速模具制造	吉海明 (407)
80. 基于叶素和动量组合理论的直升机性能计算	姜 波 翟 彬 靳 磊 (411)
81. 倾转旋翼无人机建模研究	马建超 薛东彬 (416)
82. 基于 Zigbee 技术的无人机微型无线图像传输设备的设计	马云飞 朱菲菲 (421)
83. 一种基于无人机平台的光电吊舱设计	项卫国 任海培 郭容光 段鹏飞 (427)
84. 基于 DELMIA 的无人机虚拟装配技术	史永胜 刘 余 宋云雪 (432)
85. 无人机虚拟制造装配序列综合评价方法研究	宋云雪 李宗波 史永胜 (437)

4 制导与控制

86. 基于改进概率地图的无人机航路规划研究	王 伟 张远新 (443)
87. 一种新的无人机区域搜索航路规划方法	郑宏捷 郭振云 (447)
88. 某低速无人机简易配置飞行控制系统设计	于海山 盛守照 徐 扬 王道波 (451)
89. 基于 MPC5554 的无人机飞行控制系统设计	赵云辉 梅劲松 (457)
90. 可变飞行模态无人机飞行控制技术现状	盖文东 王宏伦 郭腾飞 (463)
91. 无人机纵向控制律与控制逻辑设计	魏 林 王 毅 田 凯 张瞿辉 (468)
92. 基于 Power PC 的小型无人机自动驾驶仪硬件设计	徐春艳 陈永帅 (475)
93. 针对无人机实施空中交通管制技术途径研究	严 雯 (481)
94. 基于 DSP 和 82527 的 CAN 总线技术智能节点的设计和研究	杨广杰 (486)
95. 基于 MATLAB 的无人机飞行控制系统设计与仿真	薛明旭 (493)
96. 某小型侦察打击一体化无人机飞行控制系统设计	陈 奚 (499)
97. 无人机系统风场自适应技术研究	赵 楠 赵鑫宇 (504)
98. 小型无人直升机高度自适应控制技术	薛东彬 焦永磊 (508)
99. 基于 UAV 最小飞行半径的高概率航道规划研究	程更建 (515)
100. 无人机编队飞行控制系统研究	陈金宇 (519)

5 推进技术

101. 活塞航空发动机离心/超越离合器设计与试验	孙荣哲 (527)
102. 近空间无人飞行器的动力系统	徐 舸 徐建忠 许大琴 (531)
103. 基于 AMEsim 气液压弹射能源系统的仿真研究	谢云峰 王红生 马祥森 (534)
104. 太阳能飞机能源系统与飞行策略探讨	郭彬新 (539)
105. 基于数字信号处理器的航空发动机参数采集系统设计	杨广杰 (543)
106. 氢能源动力的发展现状及趋势	张 微 (547)

6 通信及数据链

107. 基于无人机系统可视需求的大数据量再过滤机制及其实现 高 萍 王古常 孙 斌 傅小进 刘 洋 (553)
108. 翔星 Ka/Ku 无人机专用卫星天线通信系统浅析 顾春林 (557)
109. 无人机飞行数据综合管理与分析系统设计与开发 赵 跃 祖家奎 (563)
110. 基于 CompactRIO 的无人机数据采集与分析系统设计 陈丽苹 (571)
111. 基于无人机编队的 MIMO 协作传输系统中的中继选择算法及其中断概率分析 刘 毅 张继光 缪国春 李会敏 (576)
112. 临近空间信息网设想 蒋丽凤 沈 俊 王 宇 (584)
113. 民用无人机测控数据链发展趋势 雷 厉 张 旭 (588)
114. 无人机低时延图像传输技术 杨 玻 (592)
115. 无人机测控数据链低仰角工作特性分析 吴 潜 雷 厉 张 旭 (597)
116. 无人机一站多机测控通信系统应用技术 黄华园 (602)
117. 基于认知的无人机抗干扰通信研究 张 剑 (607)
118. 无人机通信载荷综合化设计研究 卿 利 (610)
119. 无人机协同通信技术 王文弢 (615)
120. 3G 技术在无人机测控和数据链中的应用研究 罗纯哲 吕晓林 (618)
121. 基于空基无人平台的立体交通态势获取与处理新技术 张志芳 曹 旻 王 兵 (624)

7 任务载荷

122. 无人机装备定向能武器的应用研究 余 驰 张立群 (631)
123. 国外无人机广域光电侦察系统 边栓成 羊 毅 张元生 (635)
124. “捕食者”无人机光电任务载荷的发展及分析 王合龙 边栓成 毛 鑫 (638)
125. 无人机感知及规避系统中的传感器发展动态 徐艳国 (642)
126. 无人机电载 SAR 发展现状和趋势 张 鹏 徐 丹 王 勇 (647)
127. 应急救援中无人机任务设备的应用 张石磊 罗绵卫 (652)

8 系统与设备

128. 无人机一站多机测控技术研究 马传焱 (661)
129. 小型无人直升机飞行仿真与故障模拟系统的设计与开发 张登建 祖家奎 (666)
130. 核生化侦察无人机作战保障能力研究 吴飞腾 王 璟 (674)
131. 无人机系统维修保障技术研究 赵金红 李会敏 (678)
132. 无人机系统装备技术保障能力研究 徐 舸 杨网成 韩晓晨 (683)
133. 无人机系统装备技术保障特点分析 祝前旺 许建南 (687)
134. 无人机系统装备的平时维护保障 徐 舸 许大琴 徐建忠 (691)
135. 无人机系统装备的战时抢修保障 徐 舸 吴 涵 陈觉之 (695)
136. 无人机系统装备的电磁防护保障 许建南 徐 舸 吴 涵 (699)
137. 无人机模拟训练系统研究与实现 谢 迪 向 敏 陈昕昕 何 敏 (702)
138. 无人机三维视景仿真的研究与实现 谢 迪 向 敏 陈昕昕 李安奇 (707)
139. 无人机地面站可视化显示技术初探 于 巍 (712)

9 发射与回收

140. 无人机车载电磁弹射技术研究 马传焱 孙宇翔 (717)
141. 一种牵引式无人机精确伞降着陆系统的探讨 贾义海 (722)
142. 变结构控制方法在无人机自动着陆的应用研究 丁 瑞 (728)
143. 高亚声速无人机翼伞回收技术研究 凌 蕾 杨发友 (735)
144. 解决中大型无人机高原起飞问题的一种创新方法 张桥梁 曲建清 郑勇峰 (739)

10 其 他

145. 影响红外热成像组件成像质量因素及其测试技术研究 李艳晓 胡磊力 张红刚 (747)
146. 加快我国无人机标准化建设 张 杨 牛龙飞 (754)
147. 无人机雷达干扰仿真研究 缪国春 李会敏 (757)
148. 无人机建模与仿真技术研究 吕晓林 (762)
149. PMI 泡沫夹层结构在小型无人机上的应用 李景虎 黄华阳 (767)
150. 低成本耐高温整体成型热塑性复合材料构件的应用研究
..... 肖 娟 彭兴国 高 彬 刘晓明 朱桂龙 (772)
151. 编织复合材料技术初探 杨 莹 刘 海 朱 丹 (779)
152. 无人机复合材料机体合模黏结初探 郭凯旋 (786)
153. 复合材料薄壁结构稳定性计算程序设计及实现 胡文姝 金延伟 (789)
154. 聚合物泡沫材料在飞行器上的应用 邹时平 (793)
155. 某型数字电动舵机的设计 王宏伟 (796)
156. 特种部队在精确火力打击中运用无人机应注意把握的几个问题 ... 郑金华 郑建立 许金根 (799)
157. 无人机空中进攻战役装备保障探要 史 华 郑金华 郑建立 (803)
158. 无人机在攻击航母舰队中的运用 郑金华 许金根 郑建立 (806)
159. 小型战术无人侦察机在机械化步兵师(旅)山地进攻战斗中的运用
..... 郑金华 郑建立 姜宁华 (809)
160. 无人侦察机在联合渡海登岛战役中的运用 史 华 郑金华 郑建立 (811)
161. “捕食者 C”型无人作战飞机气动特性分析 池万秋 昂海松 (815)
162. 无人机感知与规避防撞研究现状与关键技术 曹梦磊 王宏伦 梁 宵 (819)
163. 无人机航路规划技术现状与发展 梁 宵 王宏伦 曹梦磊 苏斌斌 (823)

1 发展纵横

浅析美国海军“广域海上监视”无人机 MQ-4C 的发展

林岳峥 祝 利
(解放军电子工程学院)

摘要:“广域海上监视”(BAMS)无人机系统 MQ-4C 是美国海军目前正在研制的新型海上无人侦察机。本文从美国海军的 BAMS 作战理念入手,简要介绍了 MQ-4C 的突出优势和发展现状,着重分析了 MQ-4C 先进传感器系统的技术特点,并对 MQ-4C 无人侦察机的发展方向及其未来全球部署方案进行了详细阐述和展望。

关键词: MQ-4C; BAMS; 无人机; 侦察; 雷达

引言

2011 年 4 月,美国诺斯罗普·格鲁门公司宣布开始对多功能有源传感器(MFAS)进行系统测试。MFAS 是美国海军“广域海上监视”(BAMS)无人机系统 MQ-4C 最主要的传感器,这标志着 BAMS 项目的发展达到了新的里程碑。该项目自 2003 年提出以来,历经波折,几次遭遇预算削减,一直到 2008 年 8 月,美国海军与诺斯罗普·格鲁门公司签订了该项目的合同,由其开始执行 BAMS 任务。MQ-4C 无人侦察机是“全球鹰”的改进型号,是目前世界上体积最大、续航时间最长、有效载荷最重的一种海上战略无人侦察机,它将与未来的 P-8A“海神”多任务海上巡逻机联合执行任务,是美国海军发展空中情报、监视与侦察能力的关键机型。

1 MQ-4C 无人侦察机概述

美国海军目前正逐渐用 P-8A 替代老龄 P-3C 反潜飞机,与此同时,美国海军也意识到需要发展一种无人机来辅助 P-8A 的任务,以扩展其监视范围。为此,美国海军提出了一个购买无人侦察机的“广域海上监视”(BAMS)计划。

1.1 BAMS 的作战理念

根据美国海军的规划,BAMS 无人机形成战斗力后,将和 P-8A 联合形成一个由无人机与有人驾驶反潜飞机混合编队的全球海上监视、情报、侦察和攻击网络,对大范围内的海洋或陆地进行持续的监视,共同担负海上巡逻、侦察、监视和搜集情报的任务,作战半径可达到 3700km。BAMS 无人机将主要承担监视任务,而有人驾驶反潜飞机则重点放在猎杀潜艇和攻击由 BAMS 无人机发现的水面目标上,同时通过一个共用数据链可将无人机探测到的潜在目标的定位和识别信息数据传送到舰船上。这种作战理念可以改变有人驾驶反潜机盲目地在广泛海域进行低效率搜索的状况,同时可减少巡逻机和操作人员数量,因而大大降低了使用有人驾驶飞机的昂贵费用、损耗成本和风险,也大大减轻了有人驾驶飞机(俗称有人机)在长续航任务中机组人员的疲劳。

1.2 MQ-4C 无人侦察机的优势

在 BAMS 计划的竞标过程中,美国海军对于 BAMS 无人机的初步使用要求是:一个由 3 架无人机组成的陆基机队,能提供至少 7 天持续 24h 的监视能力。MQ-4C 完全符合海军的要求,使其虽然价格昂贵,却仍然击败了“水手”无人机和“观测者”无人机等对手,赢得了该项目的合同。其优势主要体现在以下两个方面。

一是机体容量庞大,可跨洲际连续飞行。MQ-4C 机身庞大,翼展长达 39.9m,超过波音 747 飞机。正是凭借着这样一副超长的机翼,MQ-4C 具有良好的升限能力,可容纳更多的机载设备和燃料,从而为

延伸飞行距离奠定了基础。MQ-4C 最大起飞重量^① 14628kg, 机内和机外有效载荷分别为 1360kg 和 1089kg, 最大飞行高度 18300m, 不着陆转场距离 22780km (不空中加油), 可以完成跨洲际飞行。

二是电子设备先进, 可全天候侦察监视。MQ-4C 上安装有光电、红外和 360°视角的主动电子扫描雷达等先进传感器系统, 能在近 20000m 的高空穿透云雨等障碍, 不受昼夜、气象等限制, 能全天候连续监视目标。MQ-4C 既可进行大范围雷达搜索, 又同时可提供目标的光电/红外图像, 使其在不利的氣候条件下, 也能提供高质量的目标侦察数据。

1.3 MQ-4C 无人侦察机的发展现状

诺斯罗普·格鲁门公司于 2008 年开始研制 MQ-4C 无人机以来, 积极寻求多方面的合作, 以 RQ-4B Block20 型“全球鹰”无人机为基础, 联合 L-3 通信公司、雷神公司和塞拉-内华达公司等力量为 MQ-4C 研制各类先进的传感器系统。2010 年 9 月, 诺斯罗普·格鲁门公司开始首架 MQ-4C 无人机的生产工作。2011 年 2 月, 该项目通过了关键设计审查, 并于 3 月完成了第 1 架 MQ-4C 无人机机身部分的建造, 目前正进行 MFAS 多功能主动传感器的系统检测。美国海军在 2011 财年为该项目申请了 5.29 亿美元的预算。MQ-4C 无人机的原型机试验在 2011 年底开始, 计划于 2012 年 5 月进行首飞, 2015 年形成初始作战能力。

2 MQ-4C 无人侦察机的技术特点

与其原型号空军“全球鹰”一直在陆地高空作业不同, 海军要求 MQ-4C 具有很强的海上适应能力和灵活性, 不仅要能够适应海上环境, 能够探测和识别高空目标, 还要能够对可疑舰船进行近距离识别和高精度成像。因此, 诺斯罗普·格鲁门公司在 MQ-4C 的引擎入口、V 形尾翼和机翼上特地加配了除冰设备, 并为其配置了先进的传感器系统。MQ-4C 的外形与原型号基本相同, 但是它的传感器载荷与空军“全球鹰”已完全不同, 充分反映了海军的多元化要求。



图1 参与 BAMS 竞标 RQ-4N 无人机。
2010 年, 美国海军将 RQ-4N 编号改为 MQ-4C

2.1 配备先进的多功能有源传感器

MQ-4C 的核心部件是一部多功能有源传感器 (MFAS), 它是 360°视场主动电子扫描阵雷达, 可以为美国海军舰队提供全天候、全时段远程侦察能力。目前该雷达正进行系统测试, 首部 MFAS 雷达将于 2011 年下半年交付。该雷达在扫描的同时可以跟踪数百个目标, 并对其执行侦察, 因此可以轻易地控制高密度目标区域, 如马六甲海峡等。MFAS 雷达采用电子扫描和机械转动相结合的工作模式, 可使雷达在更长时间里锁定关注地区, 从而增大探测距离并能探测更小型目标, 尤其在海上杂波环境中。在设计中, MFAS 雷达采用了先进的元件, 如装在 F-35 联合攻击机中的电子扫描阵列以及 F-22 “猛禽”的雷达接收机/发射机。

2.2 具有更加安全稳定的通信中继系统

L-3 通信公司为 MQ-4C 研制了通信系统, MQ-4C 将极大地增大通信容量, 形成机载网络, 与舰载、岸基系统一体化。首先是不再使用原来“全球鹰”的 Ku 波段卫星控制链路, 而改用 Ka 波段多频 Gapfiller 卫星控制链路, 以覆盖更广阔的海域。MQ-4C 还在机身两侧分别安装了 Ku 波段和 X 波段战术通用数据链通信设备, 使无人机可以作为 P-8A、其他飞机和舰队之间的通信中继, 并为基地指挥官提供实时的侦察监视数据。MQ-4C 的通信系统中还增加了 Link 16 数据收集、处理与传递系统, 以便与 P-8A、舰船以及战斗机进行通信交流。此外, MQ-4C 无人机的机头和机尾还安装了多部 UHF 和 VHF 无线

^① 本书所提“重量”均为“质量”概念, 单位为 kg, t 等。

电设备,以实现战术通信和单信道地空通信系统功能。在反卫星能力日益增强的未来战争中, MQ-4C 的强大通信能力以及近 20000m 的高空巡航能力,可使其成为战时空基通信系统的后备系统,以预防空基通信系统遭敌破坏。

2.3 电子支援能力强大

MQ-4C 对舰船的探测将不仅局限于雷达或光电成像等方式,它还能探测到舰船本身的电子辐射信号。MQ-4C 的这一功能来自于“灰背隼”(Merlin)电子支援系统。诺斯罗普·格鲁门公司最初在 BAMS 验证试验中测试了它自己研制的用于“全球鹰”的 LR-100 电子支援装置,发现其已不能满足美国海军的需求,BAMS 需要一种能够 360°工作、覆盖半径为 555km 的传感器。因此,诺斯罗普·格鲁门公司选择了塞拉-内华达公司的“灰背隼”电子支援系统,它拥有良好的方向辨别精度,可准确地识别和定位监视区域内的辐射源,比 LR-100 更适合美国海军的需求。

3 MQ-4C 无人侦察机的发展趋势

MQ-4C 的高空、长航时巡航能力以及先进的传感器系统,使其具备了强大的侦察监视能力,但是美国海军并未满足于此,他们还在不断地对 MQ-4C 进行发展完善,并为其形成作战能力做好充分准备。

3.1 研发感应-规避系统

2010 年 9 月,美国海军航空系统司令部(NASC)表示,美国海军正考虑在 MQ-4C 无人侦察机的头部安装感应-规避系统,用来探测和规避其他飞机。有了这个系统, MQ-4C 就可以与其他空中平台一起在控制空域行动。对于能够远离基地执行任务的 MQ-4C 来说,充分考虑无人机的安全飞行显得尤为重要。由于雷达技术比较成熟,目前的飞机防撞告警主要靠雷达系统。但是对于无人机来说,一旦无人机发现与其他飞机有相撞可能性时,无人机操纵员几乎没有反应的时间,因此,必须开发自动防撞系统来避免相撞事故。诺斯罗普·格鲁门公司表示,研发感应-规避系统最好的方案是综合使用雷达和光电传感器,光电传感器可以产生类似人眼的视觉图像。

3.2 加装防御性武器系统

虽然美国海军目前表示 MQ-4C 将不携带武器,但是为 MQ-4C 加装防御性武器系统是其必然的发展趋势。首先, MQ-4C 虽然侦察监视性能比较先进,一旦出现敌方导弹威胁,机载探测装置可以很快发现,并发射红外诱饵弹进行干扰,但它的最大飞行速度只有 635km/h,而且没有隐身设计,如果不加强防御措施,一旦在空中被敌方战斗机锁定,将很难逃脱被击落的命运。因此,为 MQ-4C 加装防御性武器系统显得尤为必要。其次,经过改装后, MQ-4C 具备了加强型机翼,机翼上装备了携带武器的硬点。而且 1089kg 的外挂载荷,也使其具备了挂载武器系统的能力。另外,无人机在 2010 年废除了 RQ 的编号,改用 MQ, MQ 通常用来指代武装型号,如 MQ-1“捕食者”无人攻击机和 MQ-9“死神”无人攻击机。这些都预示着 MQ-4C 将加装武器系统,并主要用于无人机的自身防御。

3.3 积极寻求国际合作

和 P-8A 一样, MQ-4C 也已经引起了许多国家的兴趣,美国海军一直在积极推进该项目的国际合作发展战略,并通过一个“海上监视国际项目”(MSIP)招揽其他国家参与 MQ-4C 的研制。目前澳大利亚、印度和日本等国均可能成为 MSIP 的参加国,特别是澳大利亚和印度。2007 年 1 月,澳大利亚决定参加美国海军的 BAMS 计划,共同研发海上无人监视飞机。为此,美国还专门修改 BAMS 的招标书以满足澳大利亚的需求。不过, BAMS 计划的中途暂停,导致 MQ-4C 无人机的交付延期,为此,2009 年 3 月,澳大利亚宣布暂缓与美国海军的无人机合作计划。然而,澳方并未放弃该计划。澳大利亚国防部在 2009 年 5 月公布的《2009 防务白皮书》中表示他们将购买最多 7 架高空长航时的无人机用以补充海上巡逻机。目前, MQ-4C 的发展已步入正规,澳大利亚将重新参与 MQ-4C 的研制。另外,在 2011 年 2 月印度班加罗尔航展上,美国收到并批准了印度购买 MQ-4C 无人机的信息征询书。与美国海军的需求相似,印度海军装备波音公司的 P-8I 海上监视飞机后, MQ-4C 将与其形成良好的配合。

4 结束语

按照美国海军的宏伟规划,他们将采购 68 架新型 MQ-4C 无人侦察机,以实施其“全球存在”作战理念下的 MQ-4C 部署方案。根据该方案,美国海军将组建 5 个 BAMS 中队,分别部署在美军所关注的全球 5 个主要威胁地区,分别是美国本土佛罗里达州的杰克逊威尔、意大利的锡戈奈拉、夏威夷的瓦胡岛、太平洋的关岛和印度洋的迪戈-加西亚。每个地区作战海域的半径达 3700km,几乎覆盖了全球所有密集的海上航线、近海和其他目标区域,使美国海军每时每刻对全球海域的状况能够了如指掌。按照美国海军航空系统司令部的计划,5 个 BAMS 中队将于 2015 年 MQ-4C 形成作战能力后陆续展开实战部署。

参考文献

- [1] 臧晓京,朱爱平. 诺格公司赢得 BAMS UAV 项目 [J]. 飞航导弹, 2008 (10): 34-35.
- [2] 邓大松. 尘埃落定的 BAMS 计划 [J]. 海用电子装备动态, 2008 (3): 4-5.
- [3] Greg S Loegering. The global hawk/BAMS navigation system [J]. The Journal of Navigation, 2011 (64): 15-27.
- [4] 杨增辉. “全球鹰”的研制史 [J]. 兵器, 2009 (124): 39-46.
- [5] 张进. 美国海军广域海上监视无人机系统项目概述 [J]. 飞航导弹, 2009 (4): 8-12.
- [6] 陈洁. 美国海军海上广域监视系统 [J]. 海军译文, 2010 (1): 42-45.
- [7] 张春燕. 海上“全球鹰” [J]. 海用电子装备动态, 2009 (2): 8-10.