跨域无人系统协同技术在海洋监管工作中的应用

徐淑升¹,李雪^{2,3,4},张保学⁵

(1. 自然资源部南海局 广州 510300;2. 国家海洋局南海调查技术中心 广州 510300;

3. 国家海洋局南海维权技术与应用重点实验室 广州 510300;4. 南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海) 珠海 519000;

5. 国家海洋局南海标准计量中心 广州 510300)

摘要:文章介绍无人机、无人船和水下无人潜水器等及其组成的跨域无人系统协同技术的进展和应用,分析海域海岛、自然资源和生态环境等海洋监管面临的问题,研究结果表明跨域无人系统协同技术可低成本和高效率地提升海洋监管能力,并探究跨域无人系统海上监管的创新模式。

关键词:无人机;无人船;无人系统协同技术;海洋监管

中图分类号:P715

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2020)08-0081-04

The Application of Cross-Domain Unmanned Systems Collaborative Technology in Marine Supervision

XU Shusheng¹,LI Xue^{2,3,4},ZHANG Baoxue⁵

(1. South China Sea Administration, MNR, Guangzhou 510300, China;

2. South China Sea Marine Survey and Technology Center, SOA, Guangzhou 510300, China;

3. Key Laboratory of Technology and Application for Safeguarding of Marine Rights and Interests, SOA, Guangzhou 510300, China;

4. Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory (Zhuhai), Zhuhai 519000, China;

5. South China Sea Standard and Metrology Center, SOA, Guangzhou 510300, China)

Abstract:By introducing the progress and application of UAV, USV, UUS and their cross domain unmanned system coordination technology, this paper analyzed the difficulties faced by the supervision of sea islands, natural resources, ecological environment, etc., drew the conclusion that cross domain unmanned system coordination technology could improve the marine supervision ability with low cost and high efficiency, and explored the innovative mode of cross domain unmanned system marine supervision.

Key words: UAV, USV, Unmanned systems collaborative technology, Marine supervision

收稿日期:2019-11-04;修订日期:2020-05-26

基金项目:全球变化与海气相互作用专项项目;国家自然科学基金面上项目(61971198);国家自然科学基金项目(U180920009);广东省促进经济发展专项资金项目“广东省年度海岸线调查统计”(GDME-2018E006)。

作者简介:徐淑升,硕士,研究方向为海洋管理

通信作者:李雪,硕士,研究方向为海洋智能装备技术

0 引言

近年来,无人船(USV)、无人机(UAV)、水下无人潜水器(UUS)(包括半自主式或预编程控制无人无缆潜水器(UUV)、全自主式或智能控制无人无缆潜水器(AUV)以及手操控制遥控式有缆潜水器(ROV)等)及其组成的跨域无人系统被越来越多地应用于全球各领域^[1-6],相关技术迅速发展,5 G时代的来临更使无人技术获得重要的发展契机。抓住信息化和智能化革命的有利时机,有助于我国实现“弯道超车”。

随着海洋开发利用程度的加深,海上人为活动的频次和强度不断增强,如何高效率和低成本地加强海洋监管成为新的挑战。海洋监管的涉及面非常广,在机构改革后的新形势下,亟须创新海洋监管理念,积极运用科技化和现代化的资源和手段,提高海洋监管水平。

1 海上无人装备

与江河湖泊相比,海洋的面积更大且环境更复杂,对无人装备的技术要求更高。无人船是无人机和水下无人潜水器等搭载平台,是无人系统在海上应用的重点技术。

作为新兴和智能的水面无人平台,无人船因其智能化和模块化程度高以及具有经济性和安全性等特点被逐渐关注。以美国和以色列为首的发达国家率先开展对无人船的研究,并先后研发多款功能各异的无人船系统。2019年英国研发世界首款可环球航行的无人支持船,其长约12 m,航速为8 kn,可航行12 000 n mile,自持力超过200 d,可运输人员和货物以及携带大型测量设备,也可作为水下无人潜水器的部署平台。

我国的无人船研制起步较晚,但近年来发展迅速,众多高校和科研机构以及一些科技企业陆续研发多款无人船系统。此外,我国的无人机和水下无人潜水器等也发展迅速,其收放能力、自持能力和监测能力等都大幅提升。

无人装备具有小型化和高精度化的特征,可获得更多的监管数据;其不只是海上的移动摄像头,更可承担巡航、震慑、监视监测、排查核查、测量甚至送达等任务^[7],在海洋监管中的应用前景十分广

阔。同时,我国对事中监管和事后监管日益重视,尤其事中监管对无人装备的应用具有巨大需求。综合运用跨域无人系统协同技术,可更大限度地提升无人系统在海洋监管中的价值。

2 无人装备在行政监管中的应用

无人机和无人船已在国外的海上巡逻、环境监测、航道测绘和军事等领域得到广泛应用^[8-9]。在我国海事、海上救助、公安和环境监测等领域,无论是不直接针对行政相对人的监测取证环节,还是直接针对行政相对人的行政执法环节,也已广泛应用无人系统。

2.1 无人船技术的应用

江苏省连云港市海域使用保护动态管理中心和原国家海洋局第一海洋研究所共同承担的海域监管无人船项目已通过验收并完成试航^[10],可为海域突发事件的监视监测和重点用海项目的高精度监测等提供新的手段和途径。

中交上海航道勘察设计研究院采用无人船进行断面测绘,大大提高测绘的效率和精度。之前的测绘工作须由人员驾驶小艇完成,耗时约4 h,而无人船仅耗时40 min;测绘贴线精度由米级提升到厘米级。

2.2 无人机技术的应用

山东济南、陕西宝鸡、广西南宁和海南等地已将无人机应用于城市交通管理。其中,在南宁某交警支队的月度违停罚单中,无人机查处的超过400起,约占罚单总数的40%;济南交警使用无人机在30 min内抓拍5起交通违法行为;宝鸡交警使用无人机在30 min内抓拍4起交通违法行为;海南交警使用无人机在1个月内抓拍130起交通违法行为。

2.3 无人系统协同技术的应用

珠海市交通执法局港航大队采用无人机和无人船相结合的海、陆、空立体联动执法取证模式,开展水上交通执法和维护水上运输秩序,已查处多宗水上违法疏浚抛泥类案件和违法运输海砂类案件,同时获取一批违法作业线索。

长江入海排污口排查试点工作综合运用无人机的红外感应技术和无人船的声呐扫描技术,探索

立体排查模式。其中,无人机搭载的红外感应器帮助排查人员准确和快速地找到排污口;无人船的声呐扫描技术使水下偷排暗管无处可藏,协助排查人员高效完成“排查、监测、溯源、整治”的任务。

广东采用无人船和无人机等无人装备,开展对重点流域的监测和监察。深圳也启动对环境监测无人船的招标工作。

北京某科技企业已实现“无人船+无人机+无人水下设备”的联动应用,从空中、水面和水下3个维度实现对海域的管理,并利用5G网络将无人船和无人水下设备拍摄的视频实时回传至后台,其行动轨迹控制和水质信息分析也可在后台同步进行。

3 海洋监管工作的特点和存在的问题

无人装备在很多监管领域得到广泛应用,相关技术也迅速发展。海洋监管的涉及面较广,仅海洋资源环境监管就包括海域海岛、海上测绘、海洋资源、涉外科考、海洋生态修复、海洋环境、入海排污口、海上石油平台和海洋倾废等具体内容,区域涵盖内水、领海、毗连区、专属经济区和大陆架等,在实际工作中会遇到各种问题,主要表现在5个方面。

(1)装备和设备的投入大和配置不均衡。固定监管设备(如固定摄像头)的设置难度大。移动监管装备(如公务船)须耗费大量人力和物力,这些资源分散在海军、海警、海事、自然资源部和生态环境部等部门,且在各部门的配置不均衡,加强传统装备和人员力量须投入大量前期购置和后期维护资金。

(2)综合协调机制不健全。多个涉海部门之间的信息共享、指挥协调和资源共享机制不能满足当前海洋监管的需求。由于目前监管装备和设备的技术限制,对人力的依赖度仍很高,而监管人员分布在各涉海部门,领导协调机制复杂,难以统一调度。

(3)巡查监管的频率较低,导致可能出现“漏网之鱼”。此外,由于监管数据管理机制不健全,在危害发生时缺乏必要的支撑。

(4)目前的监管多为事前和事后监管,而事中监管能力较弱。由于缺乏足够数量的海上监管船,

对于企业取得海域使用证后从事的活动难以发挥事中监管的震慑作用。

4 无人系统在海洋监管中的应用优势

(1)有力支撑事中和事后监管,及时发现和处罚海上违法行为,更重要的是发挥警示和震慑作用,增强事中监管的落实力度。

(2)可在人员难以到达的海域执行任务,更好地发挥所搭载仪器设备的作用。例如:无人机可清晰地抓拍违法倾废行为的过程,还可实时回传数据并在后台进行人工辨别,最大限度地减少误判和争议的发生;在地形复杂、水色较深或存在水下暗管的海域,可利用无人机的红外感应技术尽快找到排污口,并通过无人船进一步核实和取证;无人船可驶往浅水区和狭窄航道等传统舰船无法到达的特定水域。

(3)解决人员不足和调配的问题。普通公务船可搭载人员4~40人,而无人船无须人员登船,可在陆地完成相应操作。尤其在多部门协作监管时,人员调配相对容易。

(4)无人船的船体小、速度快,且作业过程由计算机控制,执行任务更加准确和高效,适合大面积的海洋监管。无人机的红外感应可快速监测水温异常区域,并根据定位显示排查异常状况。

(5)可用于危险、枯燥以及其他不适合人员执行的任务,如水质采样监测和核辐射监测等。

(6)安全灵活。海上无人机的禁飞限制和高度限制较少;无人船可借助海浪和岛礁等的掩护,遭毁伤的概率较小。

(7)购置、维护和使用成本低。与传统船舶相比,无人船的购置成本较低,且具有体积小、吃水浅、消耗少、速度快、出海执行任务时间短和人员费用少等优点,维护成本也大大降低。此外,无人船的活动不易受天气影响,可全天候执勤,使用成本低。

5 跨域无人系统协同技术在海洋监管中的应用探究

以无人船作为综合载体平台,搭载无人机和水下无人潜水器等无人装备,搭建空中、海面和水下的跨域无人系统,可最大限度地发挥各种无人装备

的优势。例如:无人船本身可搭载高清摄像头和水质监测仪进行水面巡航,将海上监管信息实时回传至监测平台;无人船搭载的无人机携带高清摄像头、全景摄像头、热成像摄像头和激光云台等,满足全天候和多场景下的海洋监管需求;发现特殊问题须开展进一步水下查探时,水下无人潜水器等可深入水下,通过声呐准确探测水下地形地貌信息,并实时拍摄水下实景视频。

利用整个无人系统实时回传的高清视频或VR视频,监管人员可在后台实现对海域的广域监控和深入探测。对发现的海上违法行为,情况紧急的,可由无人机或无人船搭载的喊话系统进行喊话制止或震慑;情况不紧急的,可在后台记录在案,供日后分析和处理。

此外,无人船可实现功能设定和自主航行,通过装设执法记录模块可自主完成现场信息的记录和采集,因此可将海域日常巡查、海上测绘和海洋倾废监管、入海排污口监管以及海上石油平台的部分登检工作等交由无人船或跨域无人系统自动完成。同时,通过配置高亮照明取证模块和红外感应设备,可在无人现场驻守的情况下开展夜间监管,及时发现违法行为。

随着5G时代的来临,5G网络所具有的大带宽和低时延性为无人技术的发展提供更强大的支撑和更广阔的空间。

6 结语

跨域无人系统协同技术有助于海洋监管能力

的提升。在我国鼓励发展5G技术和无人技术的新时代,应抓住机遇实现科技创新,并积极将科技创新成果应用于机构改革后的海洋监管领域,不断促进海洋监管工作再上新台阶。

参考文献

- [1] 宋磊.全球自主:国外无人水面艇未来发展及关键技术[J].军事文摘,2015(7):26-28.
- [2] 万接喜.外军无人水面艇发展现状与趋势[J].国防科技,2014,35(5):91-95.
- [3] 薛春祥,黄孝鹏,朱咸军,等.外军无人系统现状与发展趋势[J].雷达与对抗,2016,36(1):1-5,10.
- [4] 李家良.水面无人艇发展与应用[J].火力与指挥控制,2012,37(6):203-207.
- [5] 崔文连,金久才,王艳玲,等.无人船技术在湖泊/水库水体监测中的应用[A].中国环境科学学会学术年会论文集[C].北京:中国环境科学学会,2013:2452-2456.
- [6] 柳晨光,初秀民,吴青,等.USV发展现状与展望[J].中国造船,2014,55(4):194-205.
- [7] 马天宇,杨松林,王涛涛,等.多USV协同系统研究现状与发展概况[J].舰船科学技术,2014,36(6):7-13.
- [8] 宋杰,闻佳.无人船技术在海事的应用[J].中国海事,2015(10):47-50.
- [9] 于攀.无人机通信安全保障技术研究是实现[D].西安:西安电子科技大学,2018.
- [10] 金久才,张杰,邵峰,等.一种海洋环境监测无人船系统及其海洋应用[J].海岸工程,2015,34(3):87-92.