

多旋翼无人机在海上救援行动中的应用及风险分析

东海救助局 梁海咏

0 前言

随着我国建设海洋强国以及“海上丝绸之路”战略的深入推进，我国海上船舶航行密度逐步增大，船舶类型日趋多样，海上运输事故风险也与日俱增，对我国海上应急救援能力提出了新的更高要求。

无人机，也称远程驾驶航空器，是指由控制站管理（包括远程操纵或自主飞行）的航空器，凭借其相对廉价、高效的特性，目前已被广泛应用于电力巡线、农业植保、遥感测绘以及陆域抢险救援等领域，取得了较好的效果。而多旋翼无人机作为无人机家族的一员，具有操作简易、飞行稳定、回收方便等特点，更加符合海上应急救援使用的需求，对其进行应用研究并开展应用实践，可以丰富海上应急救援手段，提高海上应急救援效率。目前，交通运输部东海、南海、北海救助局等专业海上救助机构均已配备了中型多旋翼无人机。

1 多旋翼无人机的优势和劣势

1.1 优势

（1）操作简易。多旋翼无人机大多设置有手动、姿态和 GPS 三种飞行模式，其中姿态模式和 GPS 模式由无人机自身飞控系统控制基本稳定飞行姿态，操作者只需要进行上升下降、前进后退、左右平移以及水平转向等操作，相对简单。中型多旋翼无人机还

配备了地面站系统，可以通过地面站控制软件设定无人机飞行轨迹和飞行高度，并通过软件监测无人机实时飞行状态，实现无人机超视距自主飞行。此外，还可以通过事先设置 HOME 点实现无人机的一键自动返航。

（2）飞行稳定。相比于固定翼飞机，多旋翼无人机对最低飞行速度和飞行高度没有严格要求，能够实现低空低速飞行，对于搜寻海面较小目标具有无可比拟的优势。发现目标后，可通过低速飞行对海面目标进行实时跟踪并传送目标位置。此外，多旋翼无人机能够实现定高悬停，可提高空投物资的精准度。

（3）回收方便。用于海上应急救援的无人机多是跟随救助船舶出海，到达指定区域后执行任务，因此其起飞降落都是在救助船舶上，场地长度和宽度都受到较大限制。虽然固定翼飞机可以通过弹射或抛射起飞，但是降落对场地长度要求较高。如果通过撞网进行回收，则对操作的要求极高。而多旋翼无人机可以垂直起降，对场地的面积要求很低，可选择救助船舶直升机起降平台或者后甲板进行起降作业。

（4）安装便捷。多旋翼无人机及地面站系统安装和拆卸方便，无需任何专用工具，并可通过定制手提箱实现模块化转运。经过训练，可在 5 分钟内完成无人机及地面站系统的安装和调试并投入应用，这对于分秒必争的海上应急救援来说显得尤为重要。

1.2 劣势

(1) 抗风能力较差。目前主流的多旋翼无人机抗风等级一般在 6 级左右，而海上气象环境变化无常，在达到一定海况等级后多旋翼无人机无法正常执行任务。

(2) 载重能力较低。多旋翼无人机本身只是一个飞行平台，不具备其他功能，其应急救援能力是通过搭载不同的任务模块实现的，如摄像云台、抛投器、声光吊舱等。而目前中型多旋翼无人机最大作业载重多在 6-10 千克，这样的载重能力极大地限制了其在海上应急救援中的作用。

(3) 续航时间较短。目前采用锂电池动力的中型多旋翼无人机的空载续航时间一般在 45 分钟左右，搭载任务模块后的续航时间一般不超过 40 分钟，此外还需要预留出一定的富余飞行时间，因此实际滞空作业时间仅仅 30 分钟左右，限制了其在大范围海上搜寻作业中的作用发挥。

(4) 防水性能较弱。目前多旋翼无人机正面防水能力已得到了较大改进，基本满足了在中雨条件下正常飞行的要求。但是其底面防水能力依旧偏弱，在执行超低空作业任务时，存在受海浪侵袭导致机体进水产生故障的风险。

2 多旋翼无人机在海上应急救援中的应用

2.1 海上搜寻。海上遇险（难）目标搜寻是海上应急救援任务中的一项重要内容。传统方式上，收到救助信息后，由救助指挥部门根据遇险（难）目标位置、现场风向和洋流等情况，测算搜寻范围，制定搜寻计划，由抵达现场的救助船舶进行地毯式搜

寻。受制于救助船舶航行速度以及水平视野等因素，船舶单一搜寻方式总体效率不高。利用船载多旋翼无人机，搭载可见光或红外线摄像设备以及自稳云台，按照测算的搜寻范围制定无人机飞行航线，并根据遇险（难）目标大小及搜寻精度等要求，设定无人机飞行高度和速度。原则上，对于目标体积较小、搜寻精度要求高、搜寻范围较小的任务，可选择低空低速搜寻；而对于目标体积大、搜寻范围大的任务，则应适当提高飞行高度和速度。利用无人机空中俯拍视野以及视频图像的实时回传，能够更加快速地搜寻到遇险（难）目标，提高搜寻效率。搜寻到任务目标后，操作人员还可以通过地面站系统更改无人机既定航线，重新设定航线以便于无人机持续跟踪目标，实时回传任务目标方位。同时，在电量允许的条件下，无人机还可以滞空引导救助船舶尽快找到任务目标。

2.2 空中侦察。当海上发生装载危险化学品船舶起火爆炸或者危险化学品泄露时，救助船舶如果贸然靠近，会给救助船舶自身及其船员带来一定安全风险。此时，可利用多旋翼无人机搭载摄像设备和云台，飞抵事故船舶，进行全方位侦察和拍摄，通过4G或VSAT信号将现场图像或视频传输到后方救助指挥中心，为后方指挥人员做出科学救助决策提供依据。此外，当救助船舶驶入网箱养殖区或其他复杂水域前，也可以利用多旋翼无人机进行航道拍摄和侦察，为船舶选择和确定航线提供支持。

2.3 物资投放。当任务目标船舶上发生饮用水、食物等生活物资短缺或发生船员疾病缺乏必要医药设备，而救助船舶因故无法靠近目标船舶时，可利用多旋翼无人机组合搭载摄像设备和抛投设备（脱钩器），带上瓶装饮用水、压缩干粮或者小型医药箱，飞抵目标船舶上空，利用摄像设备进行定位，通过抛投设备将所携带的物资进行精准抛投，以解目标船舶燃眉之急。亦或是发生未穿戴救生衣人员落水或是人员被困岛礁时，也可以利用多旋翼无人机携带气胀式救生衣进行抛投施救。

2.4 单向通讯。目前，多旋翼无人机还可配备声光吊舱，携带扩音器，实现远距离无线喊话功能。当遇到遇险船舶通讯手段全部失效而救助船舶又因故无法接近的极端情况时，可由多旋翼无人机搭载声光吊舱前往遇险船舶进行喊话，缓解遇险人员恐慌情绪，并可对下步救援计划以及需要遇险船舶配合的事项进行讲解，为后续救援行动的顺利开展打下基础。

2.5 空中摄像。进行多船舶协同搜救演练或者多船舶协同搜救作业时，可利用多旋翼无人机对演练或者作业进行视频拍摄，救助指挥部门可根据拍摄影像进行演练或作业后评估，对于不断完善和改进多船舶协同作业程序具有辅助作用。此外，多旋翼无人机也可用于大型海上救助行动的现场摄像，为后续做好救助宣传报道、传播社会正能量提供素材。

3 风险分析

3.1 返航点定位风险。目前主流的中型多旋翼无人机均设有一键返航功能，起飞前设定好返航点，在飞行过程中遇到突发状况或是飞出地面站控制范围时，可触发一键返航功能，无人机根据设定的返航点自动返航。但是在救助船舶上使用多旋翼无人机时，由于救助船舶自身绝对位置不断改变，使用一键返航功能时容易导致无人机返航降落点与船舶 HOME 点不在同一位置，致使无人机落水灭失等事故发生。因此，在救助船舶上使用无人机进行超视距飞行时，要根据船舶运行位置实时调整无人机返航航线，在无人机进入视距后及时切换到遥控器控制模式进行回收。

3.2 船舶自身干扰风险。多旋翼无人机在使用前需校核磁场，而且其本身也是通过甚高频进行指令和数据传输。而在救助船舶上，雷达、甚高频等电子设备较多，极易对无人机操作产生干扰。因此，建议在船舶上电磁干扰较小的地方如直升机起降平台等区域进行无人机操作，在进行无人机操作时也应尽量减少易产生信号干扰的电子设备的使用，以确保无人机正常操作。另外，救助船舶在海上航行或抛锚时，会产生一定角度的摇晃，多旋翼无人机在进行降落作业时需要格外细心和谨慎。由于存在上述风险，在救助船舶上进行无人机作业时须比在陆地上作业预留更多的富余飞行时间。

3.3 海上气象骤变风险。海上气象瞬息万变，多旋翼无人机在进行飞行作业时，如遇到瞬时大风或其他骤变恶劣气象状况，容易引起无人机倾覆灭失。

4 结语

多旋翼无人机已经具备执行海上应急救援任务的基本要求。尽管目前在续航力、载重能力等方面仍存在技术瓶颈，但是随着科学技术的不断进步，尤其是在大容量电池、高性能电机等方面的技术突破，多旋翼无人机必将在大范围海上搜寻、复杂海况下的高效救助等领域发挥越来越重要的作用。