

装备动态

今年1月,乌克兰初创公司Twist Robotics推出了一套不依赖卫星导航的视觉导航模块,以解决无人机在卫星导航信号被干扰时“迷失方向”的问题。

去年10月,美国陆军与两家无人机公司合作,将帕兰蒂尔公司的视觉导航软件集成到“黑寡妇”战术侦察无人机上,并在无GPS信号条件下

对该无人机进行了飞行测试。

这两种视觉导航系统的现身,是自行导航无人机快速发展的缩影。目前,除了这两国,其他国家如俄罗斯、以色列等也在推进相关项目。

那么,什么是自行导航无人机?它为何突然得到快速发展?其发展现状与未来动向如何?请看本期解读。

兵器控

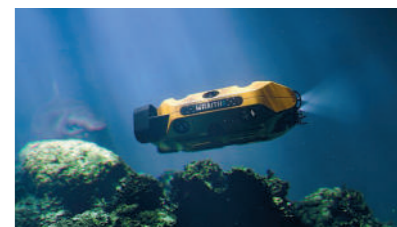
品味有故事的兵器

■本期观察:李泽平 王文岳

当前,面对复杂的水下环境,无人潜航器在发展过程中体现出一些个性化差异,拥有了一些“独门绝技”。本期“兵器控”,让我们走近3型特征明显的无人潜航器。

精准走位

“幽灵任务专家”无人潜航器



在1000米的水下,怎样为失能海底装备拧紧一个关键斜面上的螺帽?“幽灵任务专家”这类无人潜航器的出现,让轻松解决类似问题成为可能。

“幽灵任务专家”是美国航境公司研发的紧凑型无人潜航器。它的特长之一,是在湍急的水流中,以所需的姿态“悬停”在水中。有这种水中“精准走位”的能力,如果再有机械臂的帮助,它就能完成诸如海底紧固螺帽这样的任务。“幽灵任务专家”的这种本领,与它的设计有关。该型无人潜航器的周身设计有10个矢量推进器。这些矢量推进器的有效协同,让该无人潜航器拥有“六自由度”控制能力,几乎能以任何姿态进行机动或保持稳定悬停。

善打群架

“灰鲨-F”无人潜航器



“灰鲨-F”是德国Euroatlas公司研制的4吨级无人潜航器,因为采用了流体力学设计,看上去较为科幻。

由于体积较大,“灰鲨-F”无人潜航器得以集成更多的有效载荷尤其是各种传感器,用来感知周围物理环境、电磁环境的变化及对目标进行识别。

借助先进算法,该型无人潜航器具有集群作战能力,最多可实现6艇协同。它还具备动态任务重组能力,比如,执行广域搜索任务时,集群可自动划分探测区域;遇到突发情况时,集群能自主调整编队。

该型无人潜航器还能在需要时转变为有人遥控,从而确保作战效能。

水中拳手

KSOT无人潜航器



与前面两型无人潜航器相比,印尼一家公司参与研制的KSOT无人潜航器块头较大,艇长15米,自重30多吨,能够进行反舰、反潜、反水雷等多种任务。

由于体积较大,该无人潜航器可以搭载不同的武器装备,如324毫米“食人鱼”轻型鱼雷、潜射型“飞鱼”系列反舰导弹等。同时,它可以携带高爆炸药,执行自杀式攻击任务。

KSOT无人潜航器拥有一套人工智能系统,可对艇载传感器获取的各种实时信息进行处理,并在无人工干预情况下“操控”KSOT无人潜航器自主航行。

自行导航无人机发展势头迅猛

■张爱峰 王奕阳 刘一澳

电子战威胁越来越大是直接推手

随着无人机大量进入现代战场并取得显著战果,如何对其进行有效反制成为各国研究的重点。

针对相当一部分无人机是依靠卫星系统定位导航以及通过无线电通信链路进行操控的实际,一些国家把反制的目光聚焦在外部通信信号这个无人机的“七寸”上。

通过电子战来反制无人机,在战争实践中被证明是一种有效方法。俄乌冲突中,大量无人机因此遭到损毁。据国外一些智库的统计数据,截至2024年10月底,在有照片和视频作为依据的前提下,俄方至少摧毁了15架美制RQ-20无人机,还俘获了11架该型无人机。这其中,不少是电子战手段取得的战果。

此类作战的有效性,证明了卫星导航系统并非绝对可靠,也推动着无人机技术的发展和作战模式的转变——在光纤无人机大量投入使用的同时,一些自行导航无人机相继问世。

自行导航无人机,并不是全新概念的无人机,而是为了强调“自行导航”这一功能的融入而给予这类无人机的一种称谓。它特指不依赖外来导航和通信信号,仅凭机载系统就能自行实现导航定位的无人机。

当下,自行导航无人机的异军突起绝非偶然,反制无人机手段尤其是电子战手段的威胁越来越大是最直接、最有力的推手。

现代战场上,电磁频谱领域的对抗日趋激烈,电子支援、电子干扰、电子欺骗等手段得到广泛运用,通过卫星系统定位导航和无线电通信链路来操控的无人机生存空间被大大压缩,这也是俄罗斯KVN等光纤无人机大量投入战场的原因。但是,光纤无人机也有短板,例如此类无人机的载荷和光纤长度有限,这使它无法在更远的距离遂行任务,其操控人员也可能因此被发现并危及生命安全。

相比之下,自行导航无人机在这些方面具有优势:其一,它的导航信息源自机载设备对环境的直接感知与数据处理,能在一定程度上摆脱对外部电磁信号的依赖。其二,它运用了先进算法,有的甚至融入了人工智能,具有一定的思考、决策能力。其三,它的航程在相当程度上仅与动力有关,对它进行操控的人员相对安全。



先进科技的应用为其发展创造条件

自行导航无人机的现身,与先进算法、人工智能、传感器融合等科技的运用息息相关。换句话说,是先进科技的应用,为自行导航无人机的发展提供了条件。

传感器是无人机的“眼睛”,对自行导航无人机来说更是如此。

传感器的微型化及相关整合技术的发展,使自行导航无人机可以同时向多种传感器借力,确定自身位置,并确保这些传感器在工作时互不干扰。

当前,自行导航无人机的传感器可服务于不同的机载导航定位系统,如惯性导航系统、视觉导航与地形匹配系统、激光雷达导航系统等。通过综合发挥这些导航系统的优势,可有效弥补单一导航系统

的不足,保证导航的精度和可靠性。

先进算法、人工智能技术的发展与深度学习模型的引入,奠定了自行导航无人机发展的技术根基。人工智能与先进算法的融入,使无人机可以自行获取和处理大量信息,并在此基础上生成飞行路径和策略,减轻后方操控人员压力,确保在卫星和无线电信号突然中断后无人机继续执行任务。以Shield AI公司的V-BAT无人机为例,该机可通过机载的Hivemind系统完成一些复杂的计算、判断,在GPS信号被干扰时实时生成3D地图、规划航线,并且“自己做决定”遂行一些任务。

从当前自行导航无人机发展状况来看,“视觉+惯性”导航成为主流解决方案,且是“惯性导航为基础,视觉导航为主导”。具体来说,就是充分发挥惯性测量单元的作用,实时感知无人机姿态、加速度和角速度变化,估算其相对位置和

运动状态。同时,运用无人机所搭载的光学或红外摄像头,借助视觉算法,对地面目标进行识别和跟踪,通过比对预设目标特征来定位和调整飞行路径。这种组合较为有效。美国陆军在对加装视觉导航软件的“黑寡妇”战术侦察无人机进行测试时发现,该无人机在2.7千米的测试路线上出现的平均位置误差约为7米。

当然,自行导航无人机还空在此基础上融合其他来源的数据,如空速传感器、激光测距仪等,如此可使导航定位更加准确。

需要强调的是,这种赋能并不排斥无人机对卫星信号的使用。前不久,以色列两家科技公司宣布联合开发的一款全栈抗干扰导航与自主飞行系统,就体现了这一点。该系统让无人机拥有视觉导航功能,同时可在适当时机获取卫星信号,两者“无缝”切换,互相取长补短,目的是提供更精准的导航,提高无人

机的生存力、战斗力。

通过多维拓能拥有更多用武之地

无人作战,最高的维度是无人自主作战。让无人机拥有自行导航功能,是无人自主作战的重要能力支撑。从目前来看,自行导航无人机这个概念在今后相当长一段时间内会继续存在,其能力也会在多个层面持续提升,从而拥有更多用武之地。

首先,自行导航设备将模块化、小型化。对一些新研制的无人机来说,由于传感器较多,系统较为完善,自行导航功能的获得,更多地由升级软件来完成。以前研制的无人机获得该功能,则需要加装部分硬件。但无论是以前研制的还是新近研发的,小型化的还是大中型的,对无人机来说,导航定位系统的模块化、小型化同样重要。如此,无人机才能搭载更多的武器装备,遂行更复杂、更艰巨的任务。

其次,运用更先进的算法和人工智能。算法和人工智能是自行导航无人机的“大脑”,是“AI飞行员”的主体。随着反制手段的增多、作战环境的日益复杂化,算法和人工智能也必须不断升级、拓能,才能确保无人机的“自行导航”功能发挥应有作用。比如,前文提到的Twist Robotics公司推出的视觉导航模块,可通过机载摄像头持续拍摄地形,利用算法识别关键地貌特征,就算“眼底”的战场已经发生了改观,也能与已有地图数据进行比对,从而“推算”出无人机位置,再将坐标信息传输给飞控系统,助力无人机在强电子干扰环境中继续执行任务。

再次,借用其他渠道和方法来“破局”。今后,各国势必会进一步探索能确保无人机自行导航的新方法。前些年,一些国家已开展对新型天文导航技术的探索,如澳大利亚研发的一种基于星空视觉数据的天文导航系统,能为无人机提供无GPS环境下的替代方案。传统的地磁导航方式,也可能被再次“唤醒”,优化加装到无人机后,可为保证其在复杂战场环境不迷失方向增加一个“新选项”。

本版供图:阳舟 版式设计:谢安

图①:美国V-BAT无人机。图②:美国“黑寡妇”战术侦察无人机。图③:乌克兰Twist Robotics公司推出的视觉导航模块。图④:美国RQ-20无人机。图⑤:俄罗斯KVN光纤无人机。

武器挂架——

让战机发射导弹“如身使臂”

■吴志峰 裴杰

和管路,相当于连接在飞机和武器之间的“神经与血管”,通过它们,飞行员就可以在飞机和武器之间传达目标特征、惯导基准、武器状态、攻击指令等各种信息。机械部件与电气系统则相当于受“神经与血管”控制的臂膀与手,用来实现武器的稳定挂载、保险解除与准确投放。

武器挂架通常分为重力投放式、导轨式、弹射式挂架等。

一些大型炸弹,如俄罗斯的FAB系列炸弹,可用重力投放式挂架投放。一些空地导弹也可使用这种挂架,不过,投放后的导弹会自由下落一段时间才点火。重力投放式武器挂架,主要用于飞行速度较低的作战平台。由于重力投放依赖武器自然下落,高速气流会显著增加分离风险,此类挂架多用于在特定气动条件下能可靠工作的场景。其核心优

势是结构简单、维护成本低、可靠性高。

导轨式挂架被机载导弹广泛采用。这类挂架上有导轨装置,目的是确保导弹以一定的姿态和初始速度离开载机,保证载机安全。一些空地导弹和空地导弹,如美国的AIM-120先进中距空空导弹、AGM-88高速反辐射导弹等,可采用导轨式挂架携带与发射。

弹射式挂架是一种安全可靠且被广泛应用的投放装置。弹射式挂架上的炸弹不是在松开悬挂钩后掉下去,而是被强大的力量“推”出去。这类挂架设计有脉冲药筒。发射时,脉冲药筒被点燃,产生的高压气体会推动弹射活瓣向下高速运动,在炸弹的弹体上狠狠地“踢”上一脚,从而将炸弹弹离载机。为避免导弹发动机尾焰对载机造成不利影响,导弹也可采用弹射式挂架携带和发射。

新型的自适应智能弹射挂架可根据

飞机飞行参数和流场扰动数据,自动调整施加在悬挂物上的弹射力大小和方向,补偿机动过载和流场干扰,提高投掷精度。如F-35战斗机的BRU-61气动弹射式智能复合挂架就属于这一类。

由于战机有老有新,不少老式战机及挂架因种种原因与新武器无法兼容,那就需要为这些老式战机更换新式挂架来打通“关节”。俄乌冲突中,乌军对英国“狂风”GR4退役战机的专用挂架进行改造,并将其加装在苏-24M战斗轰炸机上,从而让这些老式战机能够挂载英国“风暴之影”巡航导弹,在不深度改动战机火控系统的前提下,快速完成跨体系弹药的集成。

兵器知识



俄乌冲突中,乌克兰空军将苏制战机与北约航空弹药结合的画面,一度引发广泛关注与讨论。在一个画面中,乌军的一架苏-25攻击机翼下,挂载的是法制AASM“铁锤”精确制导炸弹。这款苏联时期研制的对地攻击机,之所以能够使用AASM“铁锤”这类北约弹药,关键在于进行了针对性改装,尤其是加装了专用GPS制导转接挂架,实现了苏制挂点与北约制式弹药的物理、电气及

