

科技云

科技连着你我他

本期观察:任增荣 赵焯竹 崔凯迪

近期,美国北卡罗来纳州立大学成功演示验证一款“鹰鳐”固定翼跨介质飞行器。这种飞行器长1.4米,翼展1.5米,可实现空中、水面、水下反复转换机动。搭载相应功能载荷后,可遂行跨域机动作战任务。这意味着,融合空中飞行、水面游弋、水下巡航能力于一体的跨介质飞行器技术有了新的进展。

跨介质飞行器技术,是无人飞行器技术和无人潜航器技术的融合,所催生的新概念武器可在水和空气两种差异显著的流体介质中灵活机动,俗称“会飞的潜艇”或“能潜水的飞机”。目前,不仅仅是美国,世界上已有多个国家的研究机构正在积极开展相关探索和研究。

跨介质飞行器呼之欲出

■常书杰 袁艺 张磊



是尽管如此,也为后续发展奠定了基础。

2008年,美国DARPA(国防高级研究计划局)又提出一种特种运输潜水飞机计划,用于突击敌海岸的特种作战行动。其设计方案为承载8人及相应装备,可同时进行空中飞行1800公里、贴水面飞行180公里、水下持续潜航至少22公里,直到突击上岸。当时,DARPA进行了可行性研究和试验,证明已基本具备研发潜水飞机的技术条件。但由于空气动力学和水动力学技术要求的显著差异,很多专家学者仍对设计这种两用武器持有异议。

历经近百年的探索,带动了跨介质飞行器原理和关键技术的研究验证,但目前还没有一款载人跨介质飞行器样机能够实现水空两栖航行。近年来,随着自主控制、结构兼容性设计、水空跨越、新型动力等技术的快速发展,很多国家相继启动相关技术储备,再次制定跨介质飞行器研制规划,进行工程化推进。

突破跨介质飞行器技术瓶颈

当前,人工智能技术蓬勃发展,各国更加重视发展无人飞行器、无人潜航器等无人系统,相继推出各种高性能的空中、水面、水下无人作战平台,使单介质无人系统设计与控制技术日趋成熟,为跨介质飞行器研制提供了坚实的技术支撑。尤其是自主控制技术的突破,使跨介质飞行器不用再考虑人员工作舱、生命保障系统等因素,大大降低了技术复杂度。

在结构布局上,跨介质飞行器如何满足水下、水上和空中航行的兼容性,是其在不同介质中实现高效稳定航行的关键。从现有典型样机看,大都采用横向折叠机翼、变后掠角机翼或仿生扑翼式两栖驱动翼等变体结构设计。如国外某研究机构采用仿生扑翼式结构,设计了一款水空两栖多模式仿生样机,通过调节扑翼关节角切换运动模式,产生空中飞行的升力或水下游动的推力,并成功进行了试飞验证。

更为复杂的是,由于水体和空气的介质密度相差约800倍,实现介质间稳定可靠的转换是跨介质机动的难点。

目前,样机的介质过渡方式主要模仿自然界中具有两栖生存能力的生物,如飞鱼的跳跃起飞、飞鱼鳃的喷水推进式起飞、鳗鱼的溅落式入水等。2016年,英国帝国理工学院设计了一款仿鳗鱼两栖飞行器,采用仿飞鱼鳃喷射式起飞、仿鳗鱼溅落式入水,成功实现了从水下到空中、从空中到水下的转换。

此外,由于水和空气含氧量及航行环境的差异,跨介质飞行器的能量系统如何设计,是其在不同介质中均能获得足够动力的核心。目前,这一问题已有一些可行的技术解决方案。如质子交换膜燃料电池,可不通过燃烧就能将燃料的化学能转换为电能,能量密度较高、转换效率优异,且由燃料电池供电的推进系统也易于密封,适合水下作业环境,相关技术在一些潜射无人机研制中已得到应用。

融合空中水面水下机动优势

跨介质飞行器之所以成为各国竞相发展的对象,是因为其可在水和空气两种介质中自主地连续航行,并能顺利实现介质间的过渡转换,融合无人飞行器的快速部署能力、无人水面舰艇的高速游弋能力和无人潜航器的高隐蔽性等优势,具有跨介质机动转换、水空两栖隐身和自主化作战等性能。

试想,如果运用跨介质飞行器,进攻时可从空中快速接近目标,到达目标范围后,可灵活选择空中、水面或水下攻击方式。接近目标途中,如遇防空导弹拦截,可潜入水下躲避;如遇水下攻击,可飞到空中躲避;如遇任务调整,还可浮于水面待机。运用这种方式,跨介质飞行器将大大提高空中、水下突防概率,成为应对水面舰船、潜艇、反潜直升机等海上传统作战力量的撒手铜武器。

从设计目标看,跨介质飞行器还具有部署灵活、用途广泛、驻留待机时间长等诸多优势。其可借助水下平台、水面舰艇、近岸陆基平台、空中平台等载体进行多样化部署;可通过搭载不同的模块化功能设备,执行侦察、攻击、防卫、通信中继、电子干扰等多样化作战任务;可在海面上长期漂浮驻留,并通过太阳能补充能量,适用于多种场合和时机。

需要指出的是,目前跨介质飞行器正处于快速发展阶段,潜射型跨介质飞

行器技术相对最为成熟,但其水下航行、发射、回收等仍需借助载体。如美军“鳐”潜射无人艇已列装部队,其机身总重不到4吨,可携带453千克载荷,飞行时速可达880公里,作战半径可达926公里。另外,真正具备空中、水面、水下自主航行能力的潜航型跨介质飞行器,如美国的仿飞鱼机器人样机、多模式水空两栖仿生样机、机器蜂和英国的仿鳗鱼两栖无人飞行器,虽已完成关键技术和系统功能的验证、集成和协同演示,但仍处于系统研制与演示阶段。

巨大军事应用潜力有待开掘

经过几十年的发展,跨介质飞行器技术经历了由载人到无人转变,目前正由潜射型向潜航型、低融合度向高融合度升级。在军事需求和科学技术迅猛发展的推动下,真正实现跨介质飞行器空中飞行、水面游弋、水下巡航作业只是一个时间问题。这种融合陆、海、空3种无人系统特点于一体的无人系统,将降低不同空间无人系统协同作业的复杂度,提高操作的可靠性,大大提升任务的成功率。潜航型跨介质飞行器一旦投入实战,将会释放巨大的军事应用潜力。

未来跨介质飞行器可与潜艇、舰船、反潜机等配合使用。如跨介质无人飞行器伴随潜艇远海作战,能为潜艇提供多次、快速的空中支持,充当其延伸的“耳目”和“拳头”,减小其侦察、通信设备受地球曲率和海洋环境的影响,大大改善其态势感知能力、隐蔽生存能力、水下通信能力,有效拓展其侦察、反舰、防空、对陆攻击等作战行动的范围,整体提升潜艇的体系作战能力。

随着跨介质自主传感与控制、多流体环境高密度燃料、跨介质通信等技术的突破,跨介质飞行器的自主作战能力将会越来越强。未来高度自主的跨介质飞行器,可用作突破敌方防线的利器,还可作为侦察和战斗武器进行巡逻警戒、搜索反潜、近海探测等。尤其是成群运用后,将具备强大的分布式杀伤和饱和攻击能力,让对手防不胜防,成为现代海上作战体系中新战斗力增长点。

图为某跨介质飞行器样机起飞瞬间示意图。

“监测型”复合材料

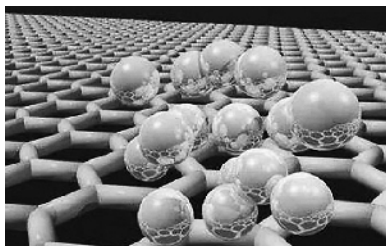


结构监测复合材料,是一种能感知环境变化、可自主执行相应指令的全新材料,目前多用于对一些特殊物品进行状态监测与损伤估计。

前不久,德国研制出一套以结构监测复合材料为主体的空间分布传感器,用于对飞行器本体结构的健康监测。空间分布传感器被粘贴于飞行器背部元件的表面,以监测飞船在发射和返航过程中的力学载荷和热载荷,通过测量高载荷结构部件的空间温度分布和应变,估算飞行器主要结构部件的剩余寿命。

此外,当结构监测复合材料受到损伤时,通过对埋置在其中的热塑性粒子进行熔融修复后,抗裂能力可达原来的1.3倍。研究人员表示,由于这项技术成本低、性能好,对于风力涡轮机、航空航天飞行器和舰船储能罐等来说尤其适用。

“吸热型”复合材料



前不久,科学家发明的一种由一维聚合物纳米纤维和二维氮化硼纳米薄片组成的新型纳米复合材料,有望作为柔性电子、储能和电子设备的优良高温介电材料。

研究人员称,这种12-15微米厚的材料,增强了自组装材料的性能,其中被称为“白色石墨烯”的纳米薄片提供了一个导热网络,使其能承受分解普通介质、电池中的极化绝缘体以及分离正负电极的热量。其最简单的形式是通过一层聚芳纶纳米纤维与少量氮化硼薄片结合,薄片的密度刚好足够形成一个散热网络,可有效吸收高达250℃的热量,且散热效果是单一聚合物的4倍。

“耐用型”复合材料



气凝胶是世界上轻的固体,99%以上的体积是空气,由碳、金属氧化物等多种材料制成,一般多用作航天器隔热材料。其不足是目前常见的气凝胶脆性偏高,在长期暴露于极端高温和承受剧烈的温度波动后容易断裂,不宜于反复使用。

近日,由沙特国王大学参与研究了一种非常轻便、耐用的新型陶瓷气凝胶复合材料,可用于航天隔热材料并反复使用。与其他气凝胶相比,这种基于动态纳米级技术的新材料具有超低密度、高度耐火和耐降解的特性。实验时,研究人员模拟通常会破坏其他气凝胶的极端条件,在短短几秒钟内将测试容器中的温度在-198℃到900℃之间升降,但该新型材料在经受了数百次突然的极端温度峰值转换后,机械强度下降不到1%。

研究人员表示,他们开发制造的这种复合材料,不仅可用于制造航天飞船,还可用于其他超轻量特殊设备的热能储存、催化和过滤。

高技术前沿

历经百年的“新概念”武器技术

早在20世纪30年代第二次世界大战前,苏联便提出载人“飞行潜艇”计划,制定将飞机和潜艇结合的设计方案,并成立专门的技术攻关小组。其

设计方案为飞行时速200公里、水下航速2~3节,可从空中搜索确定目标,而后降落并潜入敌舰航路下埋伏,达成突袭作战效果。但受当时技术条件限制,该计划并未进入工程化研发阶段,最终在1938年被终止。

此后,美国进行了持续跟进。20世纪70年代,美国为分散部署其战略核武器,提出一种大型潜水飞机方案。其设计方案为空中作战半径4000公里、水下潜伏5天、载重180吨,可执行战略导弹发射任务。当时,由于动力系统仍不成熟,不足以实现有战术价值的水下待机和潜航,加之复合材料成本高昂难以承受和核战略调整影响,该项目仅完成了概念设计。但

解读新型冠状病毒核酸检测

■本报特约记者 庄颖娜 记者 邵龙飞

新型冠状病毒核酸检测,对于临床早发现、早诊断、早隔离、早治疗至关重要,是有效防控新冠肺炎疫情的关键技术支撑。那么,核酸检测的原理是什么?为什么有些病人没有确诊但会被几次采样检测?我们普通人能否进行自测?针对这些问题,记者采访了军事医学研究院副研究员康晓平。

新看点

问:病毒核酸检测试剂盒的原理是什么?

答:由于核酸检测技术成熟、易于实施,核酸检测目前是病毒感染检测的最主要方法。

病毒的特点就是形态非常小,在普通光学显微镜下看不到,肉眼更是无法直接观察。但每种病毒都有其独特的基因序列,通过检测病人体内病毒的核酸,就可判断病人体内是否存在病毒。

现在的病毒核酸检测试剂盒,多数采用荧光定量PCR方法。检测原理就是以病毒独特的基因序列为检测靶标,通过PCR扩增,使我们选择的这段靶标DNA序列指数级增加,每一个扩增出来的DNA序列,都可与我们预先加入的一段荧光标记探针结合,产生荧光信号,扩增出来的靶基因越多,累积的荧光信号就越强。而没有病毒的样本中,由于没有靶基因扩增,

因此就检测不到荧光信号增强。所以,核酸检测,其实就是通过检测荧光信号的累积来确定样本中是否有病毒核酸。

问:病毒核酸检测试剂盒是怎样研发出来的?

答:病毒核酸检测试剂盒的一个优势就是研发过程很快,但前提是必须掌握一定量的病毒基因序列。一旦有了病毒基因序列,通过生物信息学分析,就可确定候选的核酸检测靶标,并进行引物和探针的设计。核酸检测试剂盒的组分中,检测引物和探针最为关键。灵敏特异的扩增引物,对检测结果准确与否发挥着至关重要的作用。所以,一般在研发阶段都会设计多对引物探针,通过实验筛选出扩增效果最好的引物探针,组装在病毒

核酸检测试剂盒中。

问:病毒核酸检测试剂盒在使用中应注意哪些问题?

答:为了应对防控新冠肺炎疫情,国家药监局开通了绿色通道,诊断试剂的审批非常快,但审批流程并没简化。每一种检测试剂,都必须完成质量检验和临床样本考核。用于考核的样本,对数量、类型都有明确要求。只有通过3家以上独立医学机构的临床样本考核,检测准确性达到临床要求,才有可能通过国家药监局的审批,获得诊断试剂生产批号。

核酸检测结果的准确与否,不仅与试剂盒自身的检测准确性有关,也跟检测样本采集的时机和检测样本的类型密切相关。首先,采样时机很重要,如果病人刚吃过饭、刷过牙,咽部的病毒

被清洗掉了,这时候去采集,即使是病毒感染阳性病人,核酸检测也容易出现阴性结果。所以,有经验的医护人员,通常会要求病人在采集呼吸道样本前别喝水、别吃饭。

检测结果还跟待测样本的类型有关。同一病人同一时间采集的不同样本,检测结果差别也会很大。从疫情出现至今,我直接参与检测的临床样本有好几千例,在目前检测的新型冠状病毒感染病人样本中,通常肺部灌洗液和痰液中的病毒核酸量高于鼻、咽等呼吸道拭子,而呼吸道拭子中的病毒核酸量会远远高于血液。另外,随着病程的不断变化,病人体内的病毒量也在动态变化。所以确实会有不同时间采样检测结果不同的情况。

问:为什么有些病人没有确诊但会

被几次采样检测?

答:在目前的新型冠状病毒感染病诊疗指南中,阳性病例的判定是双靶核酸检测阳性,如果仅单靶核酸检测阳性,病人虽不能确定为感染阳性,但也不能排除被感染,所以临床医生会根据检测结果并结合病程多次采样检测。有时,核酸阴性结果也不能排除被新型冠状病毒感染,需要排除可能产生假阴性的因素,包括:样本质量差,样本采集的时机不合适,没有正确保存、运输和处理样本,病毒变异,等等。

问:普通人能自己使用试剂盒进行检测吗?

答:目前获得生产批号的几款新型冠状病毒核酸检测试剂盒都需要专业的仪器设备,必须由专业人员在专业的实验室内进行操作,普通人在家里是无法使用的。核酸检测要取得准确结果,规范操作很关键。通常试剂盒说明书会讲解得很详细,包括适用的仪器、试剂的存储条件、试剂的配置等。专业人员按照说明书规范操作,检测结果都是可信的。