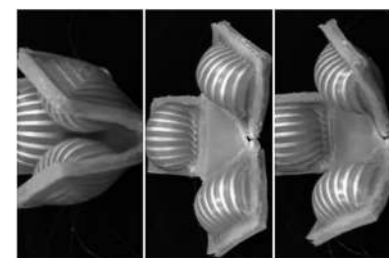


科技云

科技连着你我他

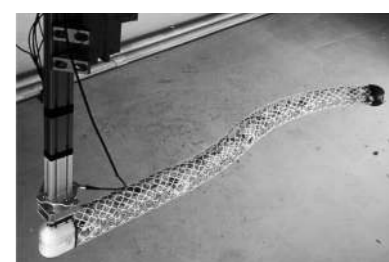
■本期观察:孟浩瀚 李伦 蒋魏

遨游磁场的自矢量机器人



日前,上海交通大学与同济大学研究团队合作在《自然通讯》杂志上发表论文,提出了自矢量机器人的概念。该机器人利用软物质内嵌的液态金属主动生成三维电磁矢量,并设计了充气可重构外形的软体驱动器。研究人员通过对垂直和水平矢量驱动器重新配置,实现了三维空间内任意方向的矢量合成,制造了具有不同形状、电磁矢量方向的软体机器人。自矢量机器人能在单向磁场中灵活运动,无需复杂多源控制和辅助设备,而仅通过两路电流信号控制即可实现仿蠕虫的双向爬行和转向,以及变形、翻滚、全向爬行及原位旋转等运动。据研究人员介绍,受生物系统启发的软机器人具有卓越的灵活性、适应性和安全性,在搜索救援、野外探索、人机交互和生物医学应用方面显示出巨大潜力。未来,更小型化和集成化的电磁软体机器人有望服务于生物医学工程,比如能与核磁共振成像兼容的手术机器人。

潜行海洋的水蛇机器人



近期,麻省理工学院研究团队采用新型模块化系统,通过离散组装机械超材料的米级变形结构方法,设计制造了一个蛇状水下软体机器人。这种机器人主体由4个部分组成,每个部分由5个可扩展、低成本和高性能的立体模块组成,驱动器嵌入中心,可以拉动两端立体模块中的电线,收缩“蛇体”达成弯曲。蛇身覆盖肋骨状的支撑结构,再上一层是紧密贴合的防水氟丁橡胶表皮。研究人员经过精心设计的简单模块组合,能够实现水下自主驱动过程中单方向承重的效果,从而形成承受流体动力压力的表面,并确保形状变化的同时不会产生明显的皱纹。据研究人员介绍,由具有可扩展性的简单模块所制造的机器人,在潜航器应用中有可能产生颠覆性作用,未来有望在海洋勘测、可再生资源收集、环境监测和水产养殖等领域有所建树。

探索人体的纳米机器人



近日,中国科学院深圳先进技术研究院研究团队开发了一种具有自推进和自适应能力的酵母微纳机器人,在双引擎的推动下可以自主导航到病变部位实施治疗。该型机器人以可食用酵母益生菌细胞壁上的酵母微囊为活性材料,将葡萄糖氧化酶和过氧化氢酶偶联在包裹纳米药物的酵母微囊表面。口服后,机器人能够利用肠道内天然的葡萄糖浓度梯度穿透多重生理屏障,跨过肠上皮屏障,之后在派尔氏结“中转站”上自动切换为巨噬细胞引擎,经过淋巴循环和血液循环,精准地将药物递送到远程炎症部位。据介绍,生物酶驱动的微纳机器人以体内生物能作为燃料,在药物递送领域具有广阔的应用前景,对实现疾病的精准诊疗、革新传统治疗手段,将起到非常关键的作用。

科普笔记

侧扫声呐:海底地貌“扫描仪”

■夏志军 王皓凡 本报特约记者 黎明宇

一扫知海,以声波洞悉茫茫大洋

侧扫声呐是一种主动声呐,也称旁扫声呐、旁视声呐、侧视声呐。顾名思义,侧扫声呐的水声换能器常常安装在船体(或拖体)两侧向侧方发射声波,通过水底地物对入射声波反向散射来探测水底形态和目标。

一套完整的侧扫声呐,主要由发射机、接收机、换能器、控制器和显示器等组成。

声呐声波发出后,声脉冲以球面波扩展方式沿侧向向远处传播,碰到海底或水下目标的反射或散射信号会原路返回,并根据距离的不同被先后接收,距离越远回波信号越弱。通常来说,硬的、粗糙的和凸起的海底回波信号强;软的、平滑的和凹陷的海底回波信号弱;被凸起海底遮挡部分的海底没有回波。

回波脉冲串幅度的高低对应着海底的起伏软硬,换能器每次发射可获得两侧一窄条海底的信息,在计算机上显示为一条线。换能器按一定的时间间隔发射接收脉冲,将每次接收到的回波数据显示排列起来,就可得到完整的海底地形地貌声呐图像。操作人员借助计算机对声呐图像进一步处理,便可对海底或目标物进行判断。

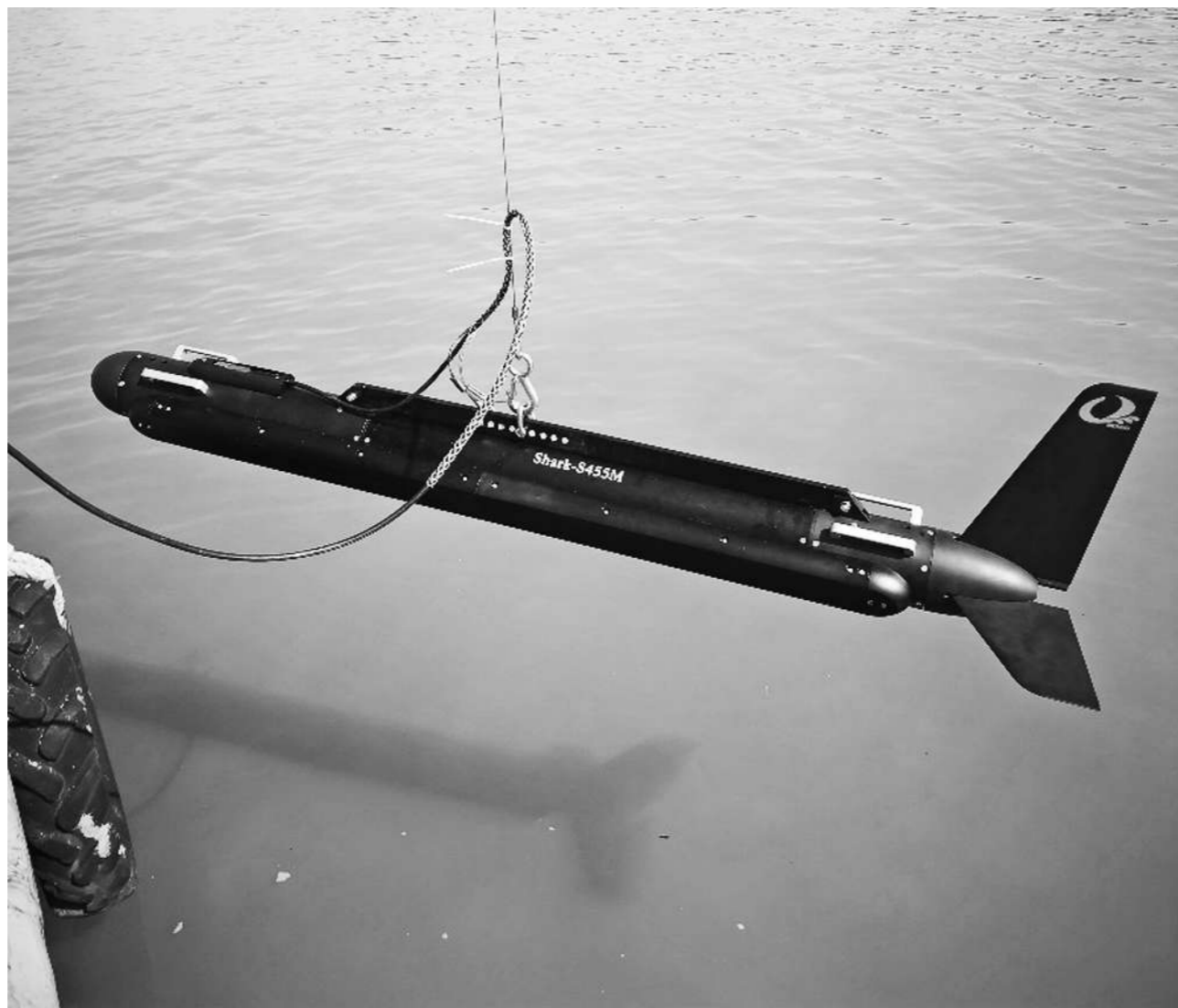
侧扫声呐的优点,主要体现在可以利用海底或沉积物的回波强度信息,对海底介质或沉积物特征进行定性分析;具有较高的横向分辨率,可以获得分辨率较高的、二维的海底地貌图;探测面积大,且对特殊外形的水下目标识别能力强;安装难度低,且成本低廉……所以侧扫声呐出现以后很快得到广泛应用,现在已成为水下探测的主要设备之一。

在军事上,侧扫声呐主要用于海底沉底目标、水雷、蛙人和潜艇等的探查,水下战场环境调查以及援潜救生等;在民用领域则主要用于水下考古、救捞、海洋大陆架专属经济区划分以及海洋工程等。

当然,侧扫声呐也存在明显的缺点,比如只能获取海底相对起伏的数据,无法获得直观的、三维的地形图,海底深度测量的精度也比较低等。

一路进阶,不断迭代的探海利器

近日,电影《泰坦尼克号》即将以3D形式在大银幕重映的消息,再次将人们的记忆带回泰坦尼克号沉没事件。1912年,堪称当时世界上最奢华舒适的“梦幻邮轮”泰坦尼克号,与一座冰



Shark-S455M 多波束侧扫声呐。 资料图片

山相撞后沉入大西洋底3700米处。从那以后,许多人曾尝试着打捞泰坦尼克号的残骸,却毫无收获。直到20世纪80年代初,水下考古学家罗伯特·巴拉德及其团队借助侧扫声呐技术,在距沉没区域约21公里处的黑暗海底发现了这艘巨轮。

2022年4月15日,泰坦尼克公司联手美国伍兹霍尔海洋学研究所、维特研究所,在泰坦尼克号沉没100周年纪念日前当天公布了船体残骸的首次全景绘制图。绘制该图,首先由研究人员以高分辨率侧扫声呐进行探测,再派出遥控潜水器依据探测结果实施拍摄。

从发现泰坦尼克号到绘制残骸全景,在其中发挥巨大作用的侧扫声呐也经历了巨大的发展变化:

第一代是采用了模拟电路单波束声呐。早期声呐由模拟电路和模拟器件构成,完成信号处理和跟踪等功能。声呐向水下发射一个声波窄波束,随着船体的移动,形成从点到线的测量。1970年,英国海洋研究所研制出适合大洋使用的GLORIA侧扫声呐,作用距离可达20多公里。

第二代是采用了混合模拟/数字电

路的单波束声呐。20世纪80年代后,计算机的普及加快了侧扫声呐数字化进程,声呐由模拟电路进化为混合模拟/数字电路,从仪器制造到数据采集处理都发生了根本性的变化。美国K-MAPS测绘声呐的工作深度可以达到400~1000米。

第三代是采用了数字电路单波束声呐。随着科学技术的发展,声呐发展为以高性能计算机为控制处理核心,并广泛采用数字信息处理,由电子器件和电子电路构成的探测设备。我国自主研发的Shark-S455M多波束侧扫声呐具有低速和高速两种使用模式,可根据需要实时在线选择。低速模式为单波束双频侧扫,可极大提高中、近距离沿航迹方向的分辨率。高速模式为高频多波束侧扫,提高了测绘效率。

第四代是采用了数字电路的多波束声呐和多脉冲声呐。相比传统侧扫声呐,多波束声呐和多脉冲声呐提高了信号的空间采样率,很好地解决了近程和高速拖曳情形下目标丢失的“灯下黑”现象。美国一家公司研发出了第一款使用波束技术的侧扫声呐系统 Klein System 5000型声呐。这型声呐有效减

少了海上侧扫时间,降低了测量成本,被广泛应用于高速扫雷、港口安全、管线和路由检查。

第五代是采用了数字电路的合成孔径声呐。合成孔径声呐是一种新型二维成像声呐,具有横向分辨率与工作频率和距离无关的优点,分辨率比常规侧扫声呐高1到2个量级。据报道,国外一些研究机构已将合成孔径声呐技术应用于水下潜航器,作用距离提高4倍,分辨率提高36倍。

如今,国内外在侧扫声呐系统研发领域水平基本相当,美国 Klein Marine Systems公司的 Klein 系列,瑞典 Deep Vision 公司的 DE 系列,我国北京蓝创海洋公司的 Shark 系列等,都是广受侧扫声呐系统的青睐。此外,“蛟龙号”和“彩虹鱼”号等载人潜水器的重大突破也在一定程度上促进了侧扫声呐的发展。

一物多能,军事应用前景广阔

二战时期,日本十分依赖海上战略物资输送。1945年3月27日,美军启动了一项名为“饥饿战役”作战任务,出动了上百架B-29轰炸机在东京、名古屋等重要港口和濑户内海的主要航道布设了超过12000枚水雷,使其海上交通几近瘫痪。虽然日本相继投入340余艘舰船和2万多人进行扫雷,但是收效甚微。

据统计,扫雷要比布雷成本高出10~200倍,未来一旦发生海战,水雷封锁依旧会大概率成为海上通道封控战的首选手段。但随着侧扫声呐技术的迭代发展,其对水下“扫描”的“清晰度”越来越高。在这种情形下,合成孔径声呐技术的重要性便凸显了出来。合成孔径声呐可以获得明显优于传统侧扫声呐的海底成像效果,由于低频声波传播衰减小,作用距离远,使得低频窄带合成孔径声呐可用于探测沉底雷和掩埋雷。运用在战场上,可以大幅提高扫雷成功率,缩减成本。

近年来,无人潜航器的新闻“出镜率”陡增。在各国竞相参与下,不断下水的无人潜航器正在不断拓展水下“用武之地”。作为一种无人驾驶、依靠遥控或自主控制在水下航行的智能化系统,面对水下复杂地形,潜航器如何实现自主控制?

据业内人士分析,随着侧扫声呐技术致力于三维海底地形的可视化,把声呐设备的接收换能器作为突破口,可在对海底的“扫描”中得到三维图像,用于海图绘制和水下导航,为潜艇或水下无人潜航器遂行军事任务提供精细化环境支持,协助实现“自动驾驶”。

除扫雷和海底三维成像外,侧扫声呐在军事应用上的“切入点”还有很多。未来,新技术的发展将使其产生更多军事运用热点:

利用高效与高精度兼具的新技术,为战时舰艇出港航道高效快速清扫提供手段支持。实际应用中,侧扫声呐正在克服“扫描速度越快,扫描宽度越窄”的缺点,多脉冲等新技术的发展和完善有助于实现高效高精度的测量,助力舰艇在战争中快速前出,抢占时机。

利用目标识别和海底底质分类技术预置水下武器。要实现在海底预置武器,特别是一些有特殊布防要求的武器装备,需要对部署海域的地形、地貌以及海底沉积层特性进行充分的调查研究,通过声呐图像自动识别水下的海底预置武器的布设以及水下威胁目标探查。

利用新型声呐换能器技术整体提高侧扫声呐的探测性能。换能器是整个声呐系统的核心部件,从换能器的设计出发,朝着大功率、宽频、小体积和抗干扰的方向发展,实现最大化减小环境噪声和混响的影响,能够使装备它的潜航器更出色地执行情报侦察、跟踪敌方潜航艇或作为诱饵协助猎杀潜航艇、搭载导弹攻击等任务。

高超音速载人飞机或将问世

■李林阳 本报特约记者 王钰凯

和跨大气层中飞行的飞行器。军事领域,高超音速飞行器具有反应速度快、突防成功率高、破坏能力强等战术特点,有着巨大的军事价值、政治价值和潜在的经济价值。

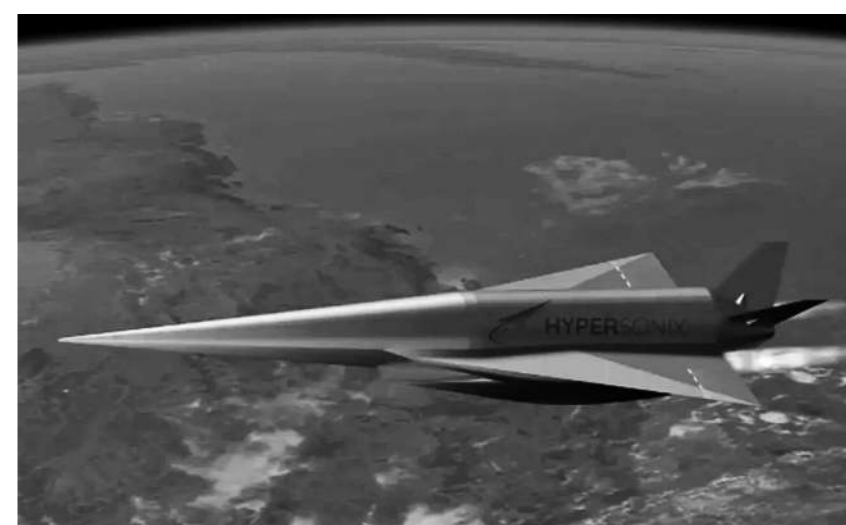
“一代材料,一代飞机。”当飞行器速度超过5马赫后,机体表面温度将超过1000℃,一般的耐热材料难以满足使用要求。超高温陶瓷是目前应用广泛的超高温材料,C/SiC复合材料是其代表材料,具有耐高温、高强度、低密度、抗烧蚀和抗冲击等特点。许多公司都对它进行过大量热试验考核,验证了其可靠性。

高超音速飞行器不仅需要具备较好的热防护功能,还要保证在极端复杂环境下具有足够的强度和刚度。例如,C/C复合材料耐高温极限高,但高温下的氧化和脆性断裂则是无法回避的问题;而C/SiC复合材料在一定程度上平衡了耐高温、韧性、氧

化等性能,但作为一种多相非均质材料,在多尺度失效、界面脱粘、纤维抗氧化、工艺控制等方面也存在亟待解决的问题。

除此之外,高超音速飞行器的技术难点,还在于动力系统、气动控制、热防护系统和结构设计、制导、导航等,采用的超燃冲压发动机被认为是继螺旋桨和喷气发动机之后的“第三次动力革命”。在超高速飞行条件下,飞行器面临的干扰因素也随之增多,例如,超高速飞行下飞机与空气摩擦产生的热量、音爆震动对飞行设备内部组件产生的损伤、飞行过程中的导航干扰等,都是需要通过技术手段克服的难点。

当前,世界许多国家都在抓紧研发更加先进的高超音速技术,各类计划书、验证机如雨后春笋层出不穷。更多高超音速飞行器或将在未来改变空中作战和全球投送模式。



图为高超音速飞行器概念图。 资料图片

新看点

飞行器自诞生以来,一直在追求更快的速度。近日,据外媒报道,澳大利亚一家航天公司正在开发一种可重复使用的高超音速飞行器,用于测试各种高速技术。据介绍,他们希望将高超音速技术应用到载人飞机上。该高超音速飞行器以液氢为燃料,混入超燃冲压发动机后将产生极强的推力,飞行速度预计可达12马赫。目前,该飞行器已完成地面测试,并计划于2024年初首飞。如果成功,该飞行器将成为世界上第一个可重复使用的高超音速载人飞机。

据了解,高超音速飞行器是指飞行状态达5马赫以上、以吸气式发动机或其组合发动机为主要动力、能在大气层