

近日,南部战区海军某大队组织多型舰艇在某海域开展海上搜救专项训练,锤炼部队一线搜救能力。

多年来,以火箭降落伞火焰信号、无线电示位标和雷达应答器为代表的传统装备,构成了海上救援定位的“铁三角”。然而,随着作战任务日趋复杂和战争形态加速演变,传统的救援装备正面临

三重“救援困局”:一是天时之困,极端天气导致信号衰减;二是地利之难,洋流漂移导致定位误差;三是人谋之诈,虚假信号干扰信号识别。

如何用科学技术破解“救援困局”?科研人员正以创新技术为“箭”,着力打造新一代海上救援定位体系。

海上救援定位的“穿云箭”

■王 沛 张佳豪

高技术前沿

破解天气迷雾的“传令兵”——

第一支箭:多光谱信标技术

电影《功夫》中,有句经典台词是:“一支穿云箭,千军万马来相见。”在视野较好的陆地上,以这样的方式召集人员相对容易。如果在茫茫大海上,遇险者该发射什么样的“穿云箭”来实现定位,进而获得救援呢?这时候,火箭降落伞火焰信号就派上用场了。

火箭降落伞火焰信号源于二战时期的信号弹技术,类似于过年时常见的“二踢脚”。使用者拉开尾部拉环,击发火焰信号,它在升至约300米的高空后发生爆炸,同时释放出降落伞。爆炸产生的火球在降落伞的作用下缓缓下落,产生30000坎德拉的强光,相当于在空中同时点燃了30000支蜡烛。救援人员捕捉到这个信号,就能得到遇险者的粗略定位。

火箭降落伞火焰信号虽然发光强度大,但只能发出一种波段的光,即可见光。这种光会受到雨雾等因素的干扰,给信号识别带来困难。如何提升其抗干扰能力,成了摆在科研人员面前的首要难题。

经过反复试验,科研人员发现,由于臭氧层的吸收作用,自然界中几乎没有紫外波段的背景干扰;红外波段则能被卫星热成像传感器全天候捕捉。基于此,融入多光谱信标技术的新一代火箭降落伞火焰信号应运而生。

多光谱信标技术简单来说,就是能让火箭降落伞火焰信号发出不同波段的电磁波。即使可见光被遮蔽,其他波段的电磁波仍然可以被救援人员探测并用于定位。如果将发出光学信号比作派出“传令兵”,那么传统的火箭降落伞火焰信号就像只派出一个“传令兵”,而且只采用一种方式传达命令,一旦半途被阻,信息便无法传达。而融入多光谱信标技术后,新一代火箭降落伞火焰信号就像派出多个“传令兵”,且以多种方式去传递信息。这就极大提高了信号在暴雨、浓雾等极端天气下的抗干扰能力。

破解洋流漂移的“实时地图”——

第二支箭:AI洋流预测算法

舰船两舷常常配备有无线电示位



海军南清湖船组织海上搜救训练。

张航诚摄

标。该设备能在舰船遇险时,自动向救援中心发送遇险坐标,救援中心依据这个坐标派出救援力量展开救援。这种方式有点像发送“微信定位”,原理简单、操作便捷,至今仍被世界多国广泛采用。

然而,定位方式会受到一个不可控因素影响——洋流漂移。洋流是指大规模、有相对稳定路径和方向的海水流动。受到风力驱动、地球自转、潮汐、陆地轮廓等一系列因素的影响,洋流运动轨迹比较复杂,就像错综复杂的“水流迷宫”。遇险船只在海上发出定位信号后,依然会随着洋流漂移。当救援人员循着信号找过来的时候,遇险船只已经离开了原来的位置。

马航MH370失联后,各国根据卫星数据与航线推算划定搜索区。初期搜索面积达6万平方公里,后来扩大到12万平方公里,多国飞机和舰船在印度洋累计搜索范围约460万平方公里。受洋流漂移影响,一部分残骸发现位置距推测失事点超过数千公里。这启示我们:传统的无线电示位标就像拿着旧地图找新路,根本无法应对瞬息万变海洋环境。

为此,科研人员将AI洋流预测算法与无线电示位标相结合。其工作模式分三步:第一步是找规律,原始的航道洋流历史数据杂乱无章,难以建立数学模型,因此需要对航道数据进行特征相关性分析,找到洋流数据和时间、空间的密切联系,建立多维特征航道洋流数据集;第二步是建模型,即建

立输入输出的映射关系,输入事发海域坐标及事发时间,输出该海域洋流的流速和流向;第三步是模型验证,根据现有模型,对比真实的航道洋流数据进行精准度验证,进一步修正模型。一言以蔽之,AI洋流预测算法能根据事发海域的洋流模型,持续刷新漂移轨迹,给出实时预测位置。好比把“微信静态定位”变成“实时定位”。这样大大缩小了救援范围,提高救援精准度。

破解虚假信号的“防伪密码”——

第三支箭:雷达特征编码技术

在传统军事搜救体系中,救援力量到达遇险者周边后,会发射雷达信号,遇险者用随身携带的雷达应答器反射应答信号,双方建立信息通报。然而,在瞬息万变的战场上,作战双方会轻易地让对手如愿以偿吗?答案是否定的。

现代电子对抗实践表明,虚假信号干扰已成为战场环境中的普遍威胁,采用固定编码模式的传统应答信号极易被仿制。更严重的是,随着电子战技术的发展,现代战场已经变成充满“电子迷雾”的复杂环境。传统的雷达应答器就像“不设防的邮筒”,敌我双方都可以往里面投递信件,既反射己方的真实信号,也反射对手的虚假信号,极易被对手利用。

对手能够制造虚假信号的一个重要原因,就在于以往的反射应答信号是固定频率、固定节奏,信号相对容易模仿。那么,如果在己方信号中加入“防伪密码”,比如节奏突变(时域伪随机序列)、波形突变(相位动态调制)、音调突变(频段快速跳变),不就可以增加对手的伪造难度了吗?这就是雷达特征编码技术的用处。

雷达特征编码技术的核心在于建立动态加密机制。通过量子随机数生成器产生不可预测的编码序列,每个信号脉冲都带有独特的“指纹”特征。这种技术借鉴了现代密码学中的“一次一密”原理,使得对手难以通过截获少量信号来破解编码规律。如果说传统的雷达应答器是“对暗号”,那么融入雷达特征编码技术后就是“扫动态二维码”。接收到反射应答信号后,只需要检验节奏、波形是否完整,就可以精准识别己方信号了。

三支“穿云箭”将物理空间感知、信息空间智能计算与电磁空间对抗防护有机融合,形成“天一海一电”三位一体的新型海上救援能力。展望未来,随着量子通信、人工智能、6G网络等前沿技术的深度融合,海上救援定位技术还将迎来新的突破。可以预见的是,下一代救援系统将实现“智能感知—自主决策—精准行动”的全链路自动化,进一步提升复杂战场环境下的救援效能。这些技术进步,不仅能挽救更多宝贵生命,更将为提升全域作战能力提供重要支撑。

对智能化战争形态演进的一点思考

■张建泽

近年来,人工智能已成为大国军事博弈的战略高地,智能化战争形态初现端倪。但技术优势并不会自动转化为实战能力。历史反复证明,火枪、坦克、核武器等都不是仅凭技术本身直接改变战争的,而是通过编制、战术、指挥与保障体系重构才能释放威力。人工智能若仅零散嵌入传统指挥、训练和保障流程,至多是效率工具;只有从编制体制、指挥权限、训练大纲、保障模式、伦理规范等层面前瞻设计,才能催生新型战争形态。因此,在智能化战争向纵深发展的进程中,军规必须先于算法。

前沿实践表明,技术嵌入背后是制度重构。以美国“梅文”项目为例,该项目不只是AI辅助情报判读,更是首次系统性地将商业AI嵌入作战指挥链条的制度试验,同步调整数据权限、算法评估、情报效力、人机分工等规则。随着防务企业从装备制造转向数据与算法服务商,军队必须完成好数据安全、知识产权、算法控制、战时接管等新课题。否则,再先进的算法也难以真正融入指挥链。

智能化作战的核心形态,是AI驱动信火一体闭环运行。传统信火一体是“人在回路”的线性链路,周期长、损耗大。AI赋能后,感知层实时融合多源数据,自动识别目标、排序威胁;决策层生成方案、评估风险,经授权可作出秒级自主反应;打击层火力单元动态组网、自主协同;评估层自动判损并反馈,推动“OODA循环”提速,逐步走向“人机协同决策、授权内自主执行”。

推动AI深度嵌入作战体系,需在五个维度推进制度适配:优化编制体制,设置AI训练师、数据管理师、算法监督员、人机协同指挥员等新岗位;明晰指挥权限,坚持开火权由人掌握,细化权限矩阵,保留适当的人类判断;更新训练体系,从操作熟练度转向人机协同效能;规范数据治理,统一标准、权限与安全规范;完善伦理法规,厘清开发者、数据提供者、指挥员、操作员的责任边界。

同时,须保持战略定力,正视AI军事化风险。要破解算法黑箱,确保关键系统可解释、可审计;应对数据投毒、对抗样本、电磁干扰,建立安全测试与降级预案;平衡人机信任,防止过度依赖或完全排斥;防控战略稳定风险,预置算法误判熔断和危机管控机制,防止决策引发意外。

AI时代,真正拉开代差的不只是技术本身,更是适配技术的制度体系。芯片与算法固然重要,条令、规范、编制、流程更为关键。提前在制度中植入AI适配要求,不是为技术让路,而是为战斗力铺路。当条令、大纲、流程都为AI预留接口、嵌入赋能,信火一体的体系化智能作战能力才会逐步形成。

下图:人工智能需要条令军规的约束。

AI生成

现代海军为什么还需要六分仪

■戚韵婷 谢子帅

出多种定位工具,如古代中国的“量天尺”和“牵星板”,以及欧洲的航海星盘等。这些工具虽能辅助判断船舶位置,但暴露出精度低、操作难度大等问题。随着人类足迹不断向大洋深处延伸,科学家们开始致力于破解远洋航海导航定位难题,并最终发明了六分仪。

六分仪的核心构造并不复杂:主要由地平镜、指标镜、指标臂、望远镜和分度弧组成。使用时,观测者透过望远镜瞄准海平线,同时拨动指标臂,让天体(太阳、月亮或特定恒星)的光经两面镜子两次反射后,恰好与海平线在视野中重合。此时,指标臂在分度弧上指示的角度,便是该天体的“地平高度”。多组角度数据再配合精确的测量时刻、航海天文历中的天体坐标,经由球面三角公式推算,就能解算出船舶所在经纬度。

和我们熟悉的卫星导航系统不同,

六分仪结构示意图。

AI生成

茫茫大海中,如果失去一切现代科技手段,我们该如何确定船舶的位置?

回眸人类航海史,在没有陆地和岛屿作为参照物的海况下,水手们只能依靠观测天体来判断自身位置,设计制造

新看点

一块铝材的“极限挑战”

■张黎阳 梁 铎

铝是现代工业体系中随处可见的基础材料。不过,应用于半导体芯片、航空航天装备、高端飞行器、运载火箭的超高纯铝、超高强铝合金,与应用于门窗框架、日常五金的普通铝材有着云泥之别。半导体用铝追求极致纯净,航空航天用铝追求高强度与轻量化兼备。在材料原理、装备设计、工艺流程、精密控制上,高端铝材要求极为严苛。

前不久,我国铝基新材料研发取得重要进展:陕西某新材料集团联合西北工业大学研究团队,成功研制出超高纯铝区域熔炼提纯设备及方法,将工业高纯铝锭稳定提纯至99.9998%以上;该企业还与中南大学研究团队在800兆帕级超高强度铝合金领域取得关键突破,并实现铝锭的大规模稳定制备。两项成

果,标志着我国高端铝材研发与制备技术实现重要突破。

两项突破,意义深远。超高纯铝自主化,有利于保障我国半导体等战略产业原材料安全,降低外部依赖。800兆帕级铝合金强度优于普通钢材,密度仅为钛合金六成左右,成本优势显著;用于新能源汽车可显著减重增效,用于航空航天装备可大幅提升航程、降低发射成本,在高端装备制造领域应用前景广阔。

基础材料是制造业的坚实根基。当前,我国高端铝基材料研发持续向前推进。一项项技术突破、一次次协同创新,不断推动材料产业向更高水平迈进,为我国制造业高质量发展注入持久动能。