

科技云

科技连着你我他

■本期观察: 伴恺相鹏渝建

水下无人机——

水下侦察行动隐蔽

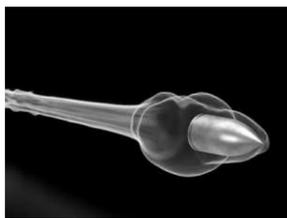


一直以来,水雷对舰艇、港口威胁很大。因此,提高水下防护能力十分重要。据俄罗斯卫星通讯社报道,俄罗斯海军前不久测试一种水下无人机,可用于水下警戒、侦察、监视、跟踪、探雷、布雷、中继通信等隐蔽行动,从而有效避免舰艇、港口遭受侵袭破坏。

水下无人机又称水下无人运载器、无人潜航器和水下无人作战平台等。它可由飞机、舰艇携带到作战海区,或从岸上直接布放,然后潜入水下长时间远程自主航行和作战,具有小型化、智能化、机动范围大和隐蔽性好等特点。作战时,它可在反舰、反潜、袭岸、反水雷等方面,为母舰(艇)提供水下警戒、战场侦察、目标指示、中继通信等保障。不过,要将水下无人机应用于战场,还需解决空中飞机携带移动型声响反破坏系统,以发现和应对敌方潜水员及水下无人机的攻击。

智能子弹——

自主导航一击必中



如果普通子弹能实现自主追踪的话,那么它的命中率将大幅提升。前不久,英国《每日邮报》报道,桑迪亚国家实验室就研制出这么一种具有自动寻的功能的智能子弹。

据介绍,这种智能子弹不但外壳上附有光学感应器,内部还带有多个与外界交换信息的传感器,能通过激光指示器发射的激光来追踪目标,使子弹在2公里范围内实现自主导航,最终命中目标。

桑迪亚国家实验室通过计算机进行空气动力学模拟测试发现,运用步枪分别用普通子弹和智能子弹进行实弹射击时,普通子弹前进1公里会偏离目标9.8米,而这种智能子弹仅偏离0.2米。

寻的地雷——

自动探测主动攻击



地雷作为一种被动防御性武器,主要在战场上造成被动杀伤。随着探测技术、传感器技术和微处理器技术等高新技术的发展,能够自动探测、识别并攻击目标的寻的地雷,将在未来战场上展现威力。

据俄罗斯《消息报》报道,近日,一款寻的地雷——PTKM-1R智能攻击模式反坦克地雷,在该国训练场上进行测试,取得令人满意的效果。这款地雷装有灵敏的电子传感器,能探测150~250米范围内的目标。当目标进入杀伤范围时,地雷会向目标方向倾斜,随后地雷内的弹药发射至几十米的上空,而后借助红外热量传感器,寻找坦克或装甲车辆发动机的热量,从而锁定目标,用聚能装药破甲弹向防御薄弱的车辆顶部攻击。这款智能攻击模式反坦克地雷可借由布雷车进行作业,无须掩埋便可直接部署在战场上。

- 它“脱胎”于激光,在光纤“沃土”里茁壮成长
- 它兼具高亮度和宽光谱双重优势,性能超乎寻常
- 它有望应用于光电对抗、战场感知等军事领域

国防科技大学前沿交叉学科学院研究员侯静为您讲述——

超连续谱激光:超乎寻常的新型光源

■本报记者 王撰文 通讯员 朱晰然 张斌



其是位于中红外波段(2500~5000纳米)的超连续谱激光光源,可覆盖常见红外热寻导引头的典型工作波段。这样,就可有效实现对敌方精确制导武器的干扰及致盲。目前有报道称,美军已将包含中红外超连续谱激光光源的定向红外对抗系统,装配在大型飞机和直升机底部,并配备旋转臂以扫描飞机周围可疑目标,实现对红外制导导弹导引头的干扰,最终使其偏离固定轨迹、脱离目标。

战场感知将更加精准。超连续谱激光的宽带特性,可覆盖常见气体(如二氧化碳、甲烷、氨气等)的“吸收峰”,实现对多种气体的同步、实时、远程监测。同时,超连续谱激光光源空间相干性的特性,使其与气体混合物有着很长的相互作用长度,能显著提升探测灵敏度,实现对极微量气体分子的探测。德国伊尔默瑙理工大学还利用超连续谱激光光源与光学短通滤波片耦合,以较高的空间分辨率,测量出大气湍流的温度场和速度场,有望助力于天气预测。此外,以超连续谱激光作为照明光源的主动高光谱成像技术,已被一些发达国家应用于各种探测任务。与传统成像照明光源相比,宽谱超连续谱激光可在超远距离对目标进行持续主动照明,更有助于鉴别伪装目标,提高目标识别准确率,增加敌方防御难度。

海量数据将更快传输。通过光谱滤波技术,切割超连续谱激光光源,理论上可得到任意波段复用光源。这种高重复频率、多波长的相干脉冲光源,是实现高速、大容量光通信系统的关键技术。日本已能利用超连续谱激光光源产生1064个信道的多波长光源,实现2.7太比特/秒(1太比特相当于10244比特)的高速光纤通信。一个超连续谱激光光源能以“以一顶千”,取代上千个普通激光光源。这将为需要传输海量数据的信息化联合作战提供高速、紧凑的技术支撑。而在自由空间通信领域,有研究团队证明,采用超连续谱激光光源作为部分相干高速载体,能有效抑制大气湍流造成的光强闪烁,并实现16吉比特/秒(1吉比特相当于1024比特)的通信速率。未来,如果将基于超连续谱激光光源的空间通信技术作为一种战场应急通信方案,那么在应用于突发事件、局部战争等情况时,将会更加得心应手。

随着技术进步和工艺水平提升,未来超连续谱激光将朝着平均功率更高、光谱更宽、光束质量更好的方向发展。左上图为绚丽多彩的超连续谱激光。

中的二氧化碳含量增加了40%,而温度测量显示,这段时间地球温度上升了1℃。真锅淑郎和哈塞尔曼的不懈努力,为我们了解地球气候提供了理论依据,也清楚地向世人宣告——全球变暖正在加剧。

另一方面,气体中的粒子在发生迅速变化时,可能以一种随机方式形成不规则的模式。如果重复这个变化,这些粒子会呈现出一种新的模式,尽管发生的变化完全相同。因此,想要描述由大量粒子组成的系统,需要在考虑粒子随机运动的前提下,去计算粒子的平均效应。1979年,帕里西取得了决定性突破:他发现了随机现象背后隐藏的规律,并找到了描述它的数学方法。这项工作,现在被认为是对于复杂系统理论最重要的贡献之一。

此外,帕里西还研究解释了许多其他现象。在这些现象中,随机过程在结构的形成和发展上起着决定性作用。比如,地球为什么会周期性出现冰川期?数千只惊鸟的咕叫声是如何形成特定模式的?等等。

今年的诺贝尔物理学奖,让我们知道,对地球气候和其他复杂系统的了解,是建立在坚实科学基础上的。只有通过长久坚持和不懈努力,我们才能更准确地了解更多复杂系统背后隐藏的规律,探索发现更多奥秘。

左上图为2021年诺贝尔物理学奖得主真锅淑郎(左)、克罗斯·哈塞尔曼(中)、乔治·帕里西(右)。

图片来源于网络

科技大讲堂

在光学领域,激光具有亮度高、单色性好、方向性强等特点,被誉为“最亮的光、最快的刀、最准的尺”。它的广泛应用,带来一系列创新创造,推动了人类科学进步和经济社会发展。

激光诞生10年后的1970年,一种新的激光光源——超连续谱激光横空出世。它与一般的单色性(窄谱)普通激光不同,是一种具有极宽光谱的多色激光。其光谱宽度在100纳米以上,甚至可达上万纳米。

源自激光,光纤成为“沃土”

超连续谱激光的诞生,似乎“违背”了线性光学常识和规律。因为超连续谱激光具有像普通白光一样宽的光谱范围。而在传统线性光学理论中,白光虽能分解为各种颜色的单色光,但一束单色光不可能直接变成白光。也就是说,人们不能直接获得超连续谱(宽光谱)光源。

不可思议的是,1970年,美国科学家阿拉诺和夏皮罗将一束准单色的绿光——皮秒脉冲激光,注入固体非线性介质(一种特殊的光学玻璃)中,意外获得了400~700纳米的白光输出。

单色绿光竟变成了复合的白光,光谱宽且连续。这一偶然的科学发现,迅速震惊了光学界。从此,一种新型光源——超连续谱激光诞生了。

产生超连续谱激光的背后机理,是强激光与介质间非线性相互作用的结果。即当一种或多种准单色的强激光“种子”在介质(如玻璃、气体等)这片“土壤”中传播时,光波的电场强度足以与介质原子内部的电场相比拟。此时,“种子”光与介质“土壤”相互作用,产生了“非线性效应”。这一效应使单色激光的光谱像发生“基因突变”一样,向短波和长波拓展。新产生的光谱成分又会连续不断地向两侧拓展。最终,一个窄带光谱拓展成一个超宽连续谱,即超连续谱。

早期产生超连续谱激光的“土壤”并不理想,主要集中在固体、气体和液体等常规非线性介质中。这不仅需要极高峰值功率的人射激光“种子”,而且传输损耗大、光束质量不高,难以达到应用要求。

20世纪80年代,低损耗光纤的诞生与应用,为超连续谱激光提供了一片极佳的“沃土”。光纤能将激光约束在

微米量级的光纤纤芯中,增强了激光与介质相互作用的非线性效应。同时,还能增加传输和相互作用距离,提升输出光束质量。

1996年,英国南安普顿大学的科研人员研制出一种非常适合超连续谱形成的光子晶体光纤。它具有更高非线性系数、更灵活可调节色散的特性,在超连续谱激光研究中具有里程碑意义。从此,超连续谱激光的研究和应用得到飞速发展。

如今,在软玻璃光纤、拉锥光纤等越来越多的新型光纤中,可产生超连续谱激光,科学家还将超连续谱激光产生的“土壤”缩小至氮化硅等硅基波导上,使其能与现有的互补金属氧化物半导体实现片上兼容,有望拓宽硅基光子学的应用。

性能出众,优势集于一身

超连续谱激光一经诞生,就以其独一无二的光源特性,惊艳了整个光学界。它不仅具有激光亮度高、相干性强、方向性好等特点,还可拥有和太阳光类似的光谱性能。

光色绚丽多彩。超连续谱激光经常被形象地称为白光激光,但它所涵盖的波段远不只处于可见光波段的白光,

而从最早的可见光波段拓展至紫外、近红外、中远红外波段,不同波段的超连续谱激光在应用方面也各有所长。可以说,超连续谱激光是一种比白光更绚丽多彩的多色光。

光谱范围宽且亮度高。与普通激光的窄谱特性相比,超连续谱激光光谱极宽(如上所说,可达上万纳米),且是连续展宽。这一宽谱优势,能覆盖众多波段。有计算表明,以常见的峰值功率在10兆瓦量级、时域重频在千赫兹的飞秒超连续谱光源为例,其照射在单位面积上的激光功率是太阳辐射功率密度的700余倍。超连续谱激光的高亮度由此可见一斑。

时域灵活可控。超连续谱激光有连续波激光、纳秒激光、皮秒激光、飞秒激光等,可根据不同应用需求,作不同重复频率、不同脉宽激光的选择。比如,在光纤通信中需要高重复频率的超连续谱激光光源,在光学相干层析技术中一般使用脉宽飞秒量级的超连续谱激光光源。与此同时,综合调节时域参数,还可实现对特定形状、特定谱宽超连续谱激光的量身定制。

潜力惊人,助推军事变革

激光作为20世纪的重大发明,一诞

生便照亮了世界。比普通激光性能更加优越的超连续谱激光,应用前景十分广阔。

在生物医学领域,基于超连续谱激光光源的光学相干层析技术,可实现对视网膜和冠状动脉等活体组织的三维成像和临床诊断;在食品安全领域,利用超连续谱激光光源照射被检测样品,可在短时间内采集到样本的吸收光谱和透射光谱,从而实现快速检测;在通信领域,超连续谱激光光源可充当“运输超人”的角色,应用在波分复用通信系统,成为当今信息时代的“及时雨”;在成像领域,超连续谱激光光源正在照亮大到器官、小到分子的物体,帮助人类更加清晰地探知世界。

在军事领域,超连续谱激光光源因其与众不同的性质,被美、俄、法等国外应用用于光电对抗、战场感知、军事通信等方面,可望带来变革性影响。

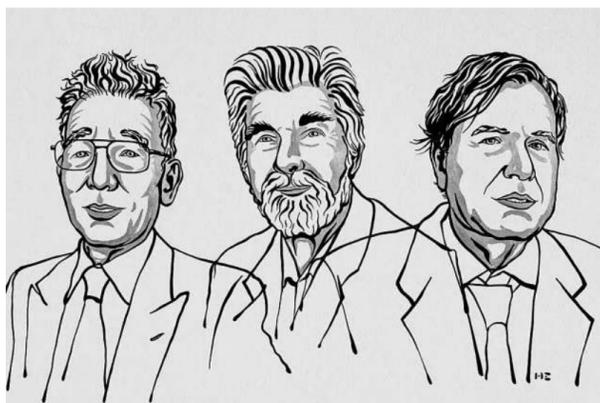
光电对抗将胜人一筹。目前,采用主动红外对抗的方法,利用高亮度的红外激光对敌方光电设备进行压制、破坏,是保证航空飞行器安全的重要手段。与输出波长单一、调谐困难的光参量振荡器和量子级联激光器相比,超连续谱激光光源具有空间相干性好、光谱范围宽的先天优势,有可能覆盖敌方光电传感器全波段,使其无法采用窄带滤波和光学陷波等方法进行防护,是光电对抗的理想光源。尤

新看点

走近2021年诺贝尔物理学奖——

破解复杂系统规律密码

■胡楠 李胜 李群



的计算速度比现在慢几十万倍,但他正确掌握了关键特征,进而发展出三维气候模型。这是在了解气候秘密道路上的一个里程碑。

相比于气候,天气的变化更为混乱、快速。如何根据观测到的天气来分析气候变化?哈塞尔曼创建了一个包

含随机性的气候模型,将混乱的天气现象描述为快速变化的噪音。在这个模型中,一些信号,如太阳辐射、人类活动等,可被分离出来,从而为长期气候预报奠定了科学基础。

模型创建后,能清楚显示出温室效应正在加速;自19世纪中期以来,大气

2021年诺贝尔自然科学奖盘点

诺贝尔自然科学奖,包括诺贝尔物理学奖、化学奖、生理学或医学奖,作为授予世界各国在物理学、化学、生理学或医学领域对人类进步和发展作出重大贡献者的至高奖项,每次评选结果揭晓都会吸引全球目光。1901年至2020年,已有380多位科学家获此殊荣。

近期,有7名科学家荣获2021年诺贝尔自然科学奖。其中,诺贝尔物理学奖获得者为美国气象学家真锅淑郎、德国气象学教授克罗斯·哈塞尔曼和意大利理论物理学教授乔治·帕里西。真锅淑郎和克罗斯·哈塞尔曼从事了“建立地球气候的物理模型、量化其可变性并可靠地预测全球变暖”的相关研究,乔治·帕里西“发现了从原子到行星尺度的物理系统中无序和波动的相互作用”。诺贝尔化学奖获得者为德国化学家戴维·麦克米伦。二人在不对称有机催化研究方面取得了进展。诺贝尔生理学或医学奖获得者为美国生理学家戴维·朱利叶斯和阿德姆·帕塔普蒂安。二人在“发现温度和触觉感受器”方面作出了贡献。

(谢安、王孝文整理)

图片来源于网络