

国防科技大讲堂

前不久,2018年诺贝尔物理学奖揭晓,来自美国、法国和加拿大的科学家共同获得该奖,以表彰他们在激光物理领域的突破性贡献。

“一束光”的研究与发明成果先后10次获得诺贝尔物理学奖,它的广泛应用更是带来了一系列突破性创新,演绎着无数的梦想与传奇。

激光一经产生,便发出了绚丽的光芒,照进了人类的生活。国防科技大学孙晓泉研究员为您讲述——

一束光的梦想与传奇

■本报记者 王握文 通讯员 孙程浩 姜兆凯

“神奇之光”的神奇之处

激光是20世纪以来继量子物理学、核能、计算机、半导体之后,人类的又一重大发明。因为它是原子受激辐射发出的光,所以被称为“激光”。

激光原本在自然界并不存在,它的诞生最早来自爱因斯坦在解释黑体辐射定律时提出的假说。光的吸收和发射有受激吸收、受激辐射和自发辐射3种基本途径。其中,受激辐射可使一个光子先后激发出很多个性质相同的光子,频率和步调整齐一致,从而出现一束弱光最终激发出强光的现象,即“受激辐射的光放大”。这就是爱因斯坦的“受激辐射”理论,他从理论上预言了原子发生受激辐射的可能性。因此,物理界将激光产生机理溯源到爱因斯坦的假说。这样算来,激光至今已有了上百年的历史。

从1916年爱因斯坦提出“受激辐射”理论,到1960年人类才获得第一束激光。可见,科学家为了获得这束光是多么艰难。

最难得到的往往都是最好的。激光更是这样,它一经问世,便被誉为“神奇之光”。那么,它有何神奇之处呢?

定向发光,方向性好。普通光源是向四面八方发光,如果要让其朝一个方向照射,必须给光源装上一个聚光装置,如探照灯。激光天生就是朝一个方向发光,发散角非常小,方向集中,接近平行。1962年,人类第一次使用激光照射月球,在相隔约38万千米远的月球表面上,其光斑直径不到两千米。

亮度极高,能量密度大。普通光源中,太阳的亮度最高,而激光与太阳光相比,亮度要高上亿倍,是目前最亮的光。激光器发射大量光子,短时间内聚集巨大能量,聚焦一点可产生百万甚至上千万摄氏度的高温。

相位一致,相干性好。相干性是所有波的共性,激光的所有光子都相同且步调一致,其横截面上各点间有固定的相位关系,具有很好的空间相干性,成为最好的相干光源,而普通光的光波并不同步,属于非相干光。

颜色极纯,单色性好。普通光源发射的光子,波长(或频率)各不相同,不同波长对应不同颜色。而激光不仅波长(或频率)基本一致,且谱线宽度很窄。因此,它是一种颜色极纯的单色光。



生活中无处不在的应用

自从人类发现了激光,它便以其无与伦比的优越性在各个领域得到广泛应用。从1961年首次在外科手术应用激光杀灭视网膜肿瘤,到今天激光焊接、激光测距、激光雕刻、激光通信、激光医疗等,已广泛应用于工业生产、信息处理、医疗卫生、文化教育、影视艺术以及科学研究等诸多领域,带来了一系列变革性突破。

在工业领域,运用激光束能量集中的优点切割材料,激光束将切割线部位熔化,同时将熔化材料吹走,切割面平整而光滑。采用短脉冲激光对材料表面进行激光清洗,可将铁锈、油漆、氧化膜等一扫而光。利用激光束高密度能量等特点,人们还创造出激光焊接、雕刻、打标、打孔、3D打印等新技术。用激光作为测距光源,不但可测距离远且精度极高。在信息通信领域,一条用激光传送信号的光纤,可以携带相当于2万根铜线所携带的信息量,且保密性好,抗干扰能力强。

在医疗卫生方面,常见的有激光手术、激光碎石、激光矫视、激光美容等。因此,激光被称为是“最亮的光”“最快的刀”“最准的尺”。

随着技术进步和工艺水平的提高,未来激光器将朝着脉冲速度更快、平均功率更高、光束质量更好、谱线宽度更窄的方向发展。近年来,该领域正朝着可调谐固体激光器、超快光纤激光器、大能量紫外激光器应用等激光加工和激光感知方向发展,激光在信息技术、新能源、新材料、智能制造、生物医疗、电子及航空航天等方面的应用越来越广泛,发挥出巨大的创新驱动作用。

军事应用方兴未艾

你相信吗?一束总能量不足以煮熟一个鸡蛋的激光,能穿透3毫米厚的钢板!

激光束具有能量瞬间高度集中的特点,这使得它在军事领域有了用武之地。1983年,时任美国总统里根在谈到“星球大战”时,第一次描绘了基于太空的激光武器,从此,激光武器走进人们的视野。此后,美国、俄罗斯、法国、以色列等国凭借其科技优势,在激光武器研究方面不断取得进展,多种激光武器和激光制导武器接连问世。

激光武器是一种利用定向发射的激光束直接毁伤目标或使其失效的定向能武器。它主要由激光器和跟踪、瞄准、发射装置等部分组成,其主要特点,一是攻击速度极快,激光束可以每秒30万公里速度向目标发射;二是攻击功率高,短时间内集中的能量,远远超过相同时间核武器释放的能量,对目标进行远距离毁伤,却不会产生放射性污染;三是不受电磁干扰,可以灵活地改变方向,实现快速、精确打击。

根据作战用途的不同,激光武器可分为战术激光武器和战略激光武器,根据能量大小,又可分为低能和高能激光武器。战术激光武器以激光作为能量,可像常规武器那样直接击毁火箭弹、无人机等武器或敌方光电设备,如激光枪和激光炮。战略激光武器则主要用于击毁洲际导弹、致盲或摧毁卫星等,自上世纪70年代以来,美俄两国以多种名义进行了数十次反卫星激光武器试验。近年来,高能激光武器研制取得长足进步。2017年,美国研制的名为“雅典娜”的地面机动式大功率光纤激光武器,在测试中成功击落了5架无人机,验证了其空中目标的杀伤力。德国研制的高能激光武器系统“天空卫士”,在测试中成功击落了以每秒50米飞行的无人机,烧穿了1千米外、15毫米厚的装甲钢板。今年3月1日,俄罗斯宣布在新一代高能激光武器系统的研发上取得重大进展,并公布了新型机动型高能激光武器系统的影像资料。

激光在军事领域的应用远不止这些。如有着自主导航系统“CPU”之称的激光陀螺,可以使飞机、舰船、火箭、导弹等运动载体不依赖外部导航信息,实现精确定位、精确控制、精确打击,但其研制与生产难度极大,工艺要求也高。此外,还有激光雷达、激光制导、激光模拟训练器材等。

专家小传:孙晓泉,国防科技大学电子对抗学院研究员、博士生导师,从事激光应用技术教学科研工作30余年,先后主持军内外科研课题10余项,获重大科技奖励10余项。

制 图:赵汝帆

精心呵护信息化战场的“神经中枢”

■陆天歌

是因为实现了“从传感器到发射器的无缝链接”,进而获得了“第一场连线战争”的赞誉。伊拉克战争期间,美军通过整合CISR系统,实现了从战略、战役到战术层级的“三级联网”,最终依靠信息通信系统达成了信息优化、资源共享和联合互动,确保了美军战场作战的高效、灵敏与一体。

基于信息系统的体系作战,作战要素和系统空间高度分散,逻辑与功能却依靠信息通信“黏结融合”,推动战场环境向着“全维一体”方向加速发展。放眼高度信息化的未来战争,“打响第一枪”的或将是信息攻击。抢先摧毁敌方的通信、网络等信息化基础设施,将达成“信息致盲”作战效果,也充分体现出信息通信在未来战争中的重要地位。

当然,“信息高速路”建设绝非一日之功。信息通信系统的建设关键要打破“数据藩篱”、突破“信息孤岛”,实现数据信息的联网流动。即便是信息化建设走在前列的美军,历史上也曾出现过信息通信系统“烟囱林立”、各自为政的败笔。美军历史上各军种、各部门构建的信息通信系统,看上去“琳琅满目”却不能互联互通,不仅造成了巨大的资源浪费,更成为影响战斗力生成的战场“肿瘤”。唯有构建起要素齐全、统一规范的体系标准,依靠条令法规和制度保障,才能打通信息通信的“任督二脉”。

建立起完善的现代军事信息通信系统,并不意味着就可以“高枕无忧”。从近几场局部战争实践看,信息威慑已成为核威慑之后最主要的战争威慑手段,开展攻击的最好方式就是攻击敌方的信息通信网络。现代战争对军事信息通信系统在可靠性、安全性与稳定性方面都提出了极高要求,即便是发生线路阻断等小故障,也会在军事行动中导致指挥中断、政令不通,最终贻误战机。

打赢信息化战争,就必须为信息化军队补充“信息油料”,确保信息通信系统稳健高效运行。一是让信息通信“入脑走心”。必须抓紧提升军队指挥通信信息化水平,把各类指挥通信内容转换成标准化的信息化数据,实现指挥通信的信息化规范。二是加快完善一体化指挥通信信息系统。充分发挥信息在指挥通信中的重要作用,依托云计算、大数据等科技手段早日驱散“战争迷雾”,突破信息通信系统的效能“瓶颈”。三是为信息通信“强筋健骨”。高度重视新型军事人才建设,抓紧培养能驾驭更先进技术通信手段的军事人才,强化各级指挥员熟练使用一体化信息平台的能力。同时,也要注重通信系统与人的“人机配合”,通过良好的人机交互和数据可视化,更好地辅助指挥员开展军事决策,及时发现信息系统存在的故障和应用短板,加倍呵护好事关战争胜负的“战场神经”。



(图片来自互联网)

科技云

科技连着你我他

■本期观察:林彤 谢啸天 杨飞

仿皮皮虾眼睛 用于水下定位导航



无线电波很难穿透厚厚的水层,因而,全球卫星定位导航系统无法完成水下定位导航使命。而皮皮虾神奇的视觉系统,能感知弧形偏振光,可用于水下导航。

近日,美国伊利诺伊大学的研究人员模仿皮皮虾眼睛设计一种可以采集偏振光信息的相机,利用水下偏振光信息的变化,实现水下定位。这项技术将为水下导航系统提供新的可能性。

该相机是一种偏振光成像仪,当光线透过水面产生折射并在水中发生散射时,这种相机正好利用了光线折射或者散射的偏振特性。研究人员通过采集许多地方的水下偏振光数据,发现水中的偏振光图像在持续变化。这是由于太阳与图像采集点之间的相对位置导致的。水下偏振图像可用于评估太阳的方位角和高度角,加上拍摄的日期和时间,就可以计算出所处的GPS坐标。这项技术将为人类和机器人采用偏振光信息实现水下导航,打开新的思路。

仿蝙蝠耳朵

用于机器人自主导航



机器人面临的最具挑战性的任务之一,是如何生成未知环境的地图,并在该环境中导航。蝙蝠通过生物声呐系统感知周围环境,这给机器人导航提供了启示。

近日,以色列特拉维夫大学研究人员开发了一种完全自主的全地形机器人,它能像蝙蝠一样发出声音并分析回声,以识别、绘制和避开障碍物。

他们借助仿生学,用超声波扬声器或发射器创建发声“嘴”,用两个超声波接收器创建收音“耳”,发声“嘴”以稳定的频率向四周发出声波并用“耳”听回声,让在户外环境活动的机器人获得周围实时映射图像。

这项成果在未来机器人的应用方面拥有巨大潜力。任何需要在其所处环境中导航的机器人,包括服务机器人,如在起居室中自动导航的吸尘器、温室中工作的农业机器人,以及在地震废墟中搜寻的救援机器人,均有望从基于回声的导航算法中受益。

仿果蝇大脑

用于微型无人机导航



许多昆虫和哺乳动物通过地理标记和回忆等线索定位自身所在位置,果蝇可以小心地避开各种障碍物,准确快速地降落在目标之上,靠的就是这种导航方法。

前不久,日本研究人员利用果蝇的导航原理,开发出具备导航功能的微型无人机。研究人员利用双光子钙成像技术,记录下果蝇飞行时的脑部活动。结果显示,果蝇脑部有一个被称为“球”的部分携带有导航所需的多种信息。

“球”内部的信息在物理上相互隔离,而且分属两个独立神经回路,可分别携带标志性位置记忆和预计路线信息。该神经网络在节省脑部空间的同时,可确保多类型信息在传递时不受干扰。随着科技的发展,应用该原理的微型无人机可在不接收外部信号的情况下自主导航执行任务,在有较强电磁干扰等极端环境下发挥独特优势。

论 见

正所谓“无网不成军”,现代战争是基于信息系统的体系作战。信息化条件下的高技术战场,信息通信系统纵横交织,既能把战场数据源源不断传送到各级作战指挥单元,更能将运筹帷幄的科学决策第一时间传送到作战前线,是当之无愧的“战场神经”。抓紧提升我军信息化水平,更要求我们在各战打贏上精心呵护“战场神经”。

回首长征路,时任红军总参谋长的刘伯承同志曾说,没有通信联络,就谈不上军事指挥。信息通信不仅是作战指挥的“中枢神经”,更是诸兵种协同作战的“纽带”,确保信息通信畅通对战争胜利至关重要。中途岛战役期间,日本法西斯正是因为通信出了差错,最终被美军一军击溃,太平洋战场由此迎来了巨大转机。高度依赖现代信息通信的伊拉克战争,正