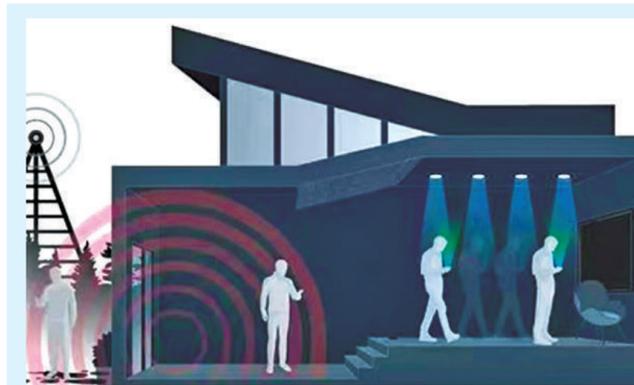


# 有光就能联网

——神奇的可见光无线通信技术

■刘一澳 王寓翰 李昕昀

近年来,可见光无线通信(Light Fidelity,简称Li-Fi)逐渐进入人们的视野。可见光无线通信以光为信号载体,通过LED灯光实现双向、高速无线网络传输。它不仅能提供照明,还能充当“无线路由器”,在光线覆盖区域内即可实现网络连接。目前,全球已有多个国家在这一技术上取得突破。Li-Fi“光即网络”的特性,使其成为无线通信技术研究的新热点。



上图:Wi-Fi与Li-Fi对比图。  
右图:美军的Li-Fi通信系统。



穿透墙壁,可抵御电磁窃听与网络攻击风险。

在电磁环境复杂的作战空间内,Li-Fi展现出比传统无线通信技术更稳定的特性。Li-Fi作为舰船内部的高可靠通信系统解决方案,支持舰船内部通信、维护信息访问。英国一家从事军用照明与光通信技术的公司为英国皇家海军开发Li-Fi系统,使舰员可以在甲板下层实时访问维护数据,并通过AR技术进行设备检修培训。

在应急救援及战地医疗等实地情况复杂的任务中,Li-Fi利用带宽优势,可为海量数据的高速传输提供技术保障。例如,Li-Fi依靠临时LED照明系统快速建立本地高速数据链路,保障医疗影像和患者信息无障碍流转,促进救援力量间的协调与信息共享。

展望未来,Li-Fi与前沿科技的融合,将进一步拓展其军事应用领域。例如,量子密钥分发与Li-Fi结合后,Li-Fi能够为量子密钥分发提供一个抵御外界截获和干扰的安全“管道”,满足其对传输信道纯净度要求。德国科研人员将量子密钥与Li-Fi结合,生成不可破解的加密数据流,为战略级通信提供高级别防护。另外,借助新科技赋能Li-Fi。通过无人机或移动光点实现Li-Fi广域动态覆盖,再由AI算法驱动的自适应调频在复杂战场环境下实现链路无缝切换,能够构建出高效自适的战场通信体系,提升军队通信能力和战备水平。值得一提的是,Li-Fi并非面面俱到。日常生活中的强光源如太阳光、探照灯光等会覆盖LED灯光,引起通信中断。另外,激光武器或高频脉冲光源可对Li-Fi实施主动压制,破坏其光信号的稳定性。

Li-Fi作为一种新兴的无线通信技术,不仅提升了信息传输的安全性及可靠性,还提供了灵敏高效的通信保障。随着技术的不断突破,Li-Fi有望成为军事通信技术的发展方向,为信息化战争打造“看得见却摸不着”的安全屏障。

## “灯光传信”的技术变革

可见光无线通信Li-Fi,又称“光保真技术”,是以可见光作为信号载体,通过LED光源发出的调制光频,进行无线通信的技术,其原理基于光的物理特性。在物理概念中,光属于电磁波的一种,与无线电、Wi-Fi等高频交流变化电磁波一样,都是电磁波谱中的一部分。光的频谱范围从可见光,到紫外线、红外线等不同频段,宽带资源丰富,携带的数据量比无线电、Wi-Fi等高出许多。Li-Fi以光的特性为基础,利用电信号控制LED灯光的高速闪烁频率传递信息,并由接收端的光电探测器捕捉这些光信号并还原成数据信息。这一技术最早由德国科学家哈拉尔德·哈斯教授提出,近年来逐步成熟。在使用Li-Fi的房间内,电脑、手机等设备无需专门连接,只要开灯,便可自动接入互联网。

Li-Fi与常用的Wi-Fi有何异同?两者都是无线通信技术,Wi-Fi使用射频信号传递信息,Li-Fi使用可见光作为信号载体。Wi-Fi的射频信号可以穿透墙体等障碍物,覆盖范围广,但易受干扰,且安全性较低;Li-Fi的信号局限于可见光覆盖范围内,安全性高,且传输速率快,不易受干扰。因此有人说,Li-Fi是解决Wi-Fi等无线通信技术痛点的新方案。

## “快稳密广”的特性优势

综合看,Li-Fi具有以下特性。传输速率快。Li-Fi的数据传输速率达到每秒数千兆比特,远超Wi-Fi等射频信号的传输速率。这种高速率、低延迟的数据传输特性,在战场情报共享和态势感知方面可以发挥重要作用。例如,Li-Fi能确保战场传感器数据、高分辨率视频等作战情报实时送达指挥员和战斗人员,将信息延迟降至最低,

为战场快速反应赢得时间,提升任务效率。

数据传输稳。与易受干扰的Wi-Fi射频信号不同,Li-Fi可以在光谱的不同部分运行,避免受到高频电磁波的干扰。这使得Li-Fi在电磁环境复杂、干扰信号密集的区域能够保持稳定且可靠的通信,确保关键指令和数据不因干扰而中断或失真。实验数据显示,Li-Fi在干扰环境下传输数据时,其丢失数据包数量占所发送数据包的比率(丢包率)维持在10%以下。相比之下,Wi-Fi的丢包率要高许多。

保密性强。Li-Fi的信号依赖光传播,信号覆盖范围仅限于可见光覆盖区域。这一特性促成了Li-Fi的安全优势:信号局限在光覆盖的空间内传播,有效降低了信息泄露风险。由此,Li-Fi提供了一种强大的防窃听屏障。据报道,美军将Li-Fi通信系统集成在地下掩体照明系统中,通过LED灯光构建掩体内部通信网络,以防止情报泄露与黑客入侵。

## “领域互联”的应用未来

凭借以上优势,Li-Fi展现出广阔的应用前景,成为军事通信技术研发的新方向。

Li-Fi依靠千兆级传输速率与光信号的不可穿透特性,成为指挥中心通信升级的理想选择。Li-Fi通过光信号实现千兆级数据传输,可实时共享高分辨率战场态势图、卫星影像,确保在毫秒级延迟内获取关键情报。由于光无法

## 雪地“新秀”

■潘金龙 李伦

在寒冷的极地气候环境下,坦克等装甲车辆常常面临润滑油冻结、发动机“罢工”、履带打滑等挑战,难以发挥作战效能。履带式全地形车以较强的通过性和较高的机动能力,成为纵横极地的“战场强者”。

据外媒报道,在此前举办的赫尔辛基防务展上,芬兰军工企业“西苏”(SISU)推出一款“西苏”GTT全地形装甲运输车。这款运输车采用双连杆铰接结构,车身分为驾驶室、运载舱和防御舱三部分,履带采用防滑设计,能够在冰雪覆盖的地面上自如行动,展现出“全地形征服者”的硬核实力。

“西苏”GTT全地形装甲运输车的研发融合了新加坡科技工程公司的履带底盘技术,以及“西苏”GTP轻型装甲车的设计经验。履带底盘的设计具有良好的机动性和防护性能,能够涉水1.2米,通过1米高的垂直障碍,在积雪情况下翻越17°的前坡,以及通过2米高的障碍物。这些特性使“西苏”GTT全地形装甲运输车能够适应北冰极端天气和多种地形条件,具有良好的机动救援能力。另外,“西苏”GTT全地形装甲运输车采用与“西苏”GTP轻型装甲车

相同的主部件,并坚持采用国产零部件,不仅降低了后勤保养和维修成本,还能避免因地区冲突导致零部件供应链断裂等风险。

“西苏”GTT全地形装甲运输车的一大亮点是采用模块化设计,能够根据作战需要搭配不同的功能模块,完成兵力运输、指挥、通信、控制等一系列任务。其货运平台能够搭载5吨重的载重,或者边长3米的箱式武器系统,包括火力模块、电磁干扰模块、反无人机模块、防空反导模块或其他特定任务系统。开放式架构还可以让使用者根据任务需要设计专门的模块,遂行多样化任务。

目前芬兰军队使用的无装甲全地形车辆,服役时间近40年,亟需新的产品进行替换。相比之下,具有更好的适应能力和更多先进技术的“西苏”GTT全地形装甲运输车,有望提升芬兰军队在极端环境中的任务能力。此前,“西苏”GTP轻型装甲车已被芬兰和瑞典主导下的“多国通用战术车辆计划”选中,目前正在交付。“西苏”GTT全地形装甲运输车未来将与其一起,增强芬兰及其北冰盟友在高纬度地区的作战能力。



芬兰军工企业推出的“西苏”GTT全地形装甲运输车。



## 航母隐身知多少

■王笑梦

近期,新加坡“可畏”号护卫舰前往英国参加活动期间,与英国伊丽莎白女王级航母的2号舰——“威尔士亲王”号航母在海上相遇并拍下这张合影。照片中,“可畏”号护卫舰与“威尔士亲王”号航母相伴而行,两舰虽然体量悬殊,却有一个共同特点,都采用了隐身设计。

2007年服役的“可畏”号护卫舰,由法国拉菲特级护卫舰发展而来,采用大量隐身设计和新技术,雷达反射截面仅相当于一艘400吨级的巡逻艇,一度成为中型舰艇隐身设计的“标杆”。相比体型较小的护卫舰,体型庞大的航母要想通过反雷达隐身设计达到理想的隐身效果,难度却大了许多。

航母的“本职”是搭载并使用舰载机作战,为此航母上用于起降和停放舰载机的飞行甲板面积追求尽可能大。大中型航母一般采用斜角甲板增大飞行甲板面积,但这样一来,斜角甲板下方的倾斜式不规则结构会大大增加雷达反射截

面。另外,航母上装有大尺寸的舷侧升降机,其附带的导轨、缆绳等部件,都成为增大雷达反射截面的因素。

20世纪90年代以来,多国开始尝试在航母上使用不同的隐身设计。作为舰艇隐身设计先行者,法国在“戴高乐”号航母设计时采用诸多隐身技术。其舰岛侧面向下倾斜,呈反梯形,以降低舰岛的雷达反射截面。美国在下一代航母(CVN-X)设计中采用类似米姆沃尔特级驱逐舰的“穿浪内倾型”舰型和三棱式飞行甲板,升降机从4台减为1台。这些改动在提高舰体隐身性方面收到明显效果,却导致飞行甲板和机库面积大幅缩水,舰载机搭载数量减少,航母作战能力严重受损。最终,在该项下推出的福特级航母选择改回斜角甲板和舷外升降机等传统样式,仅对舰岛进行了简单的隐身化处理。

英国在设计下一代航母时也提出多套方案,但综合考虑隐身性和航空作业需求后,采用了双舰岛、直通甲

板、2台舷侧升降机等设计,形成了伊丽莎白女王级航母的特殊造型。该舰的小尺寸隐身双舰岛和综合射频桅杆,最大程度增强了舰岛的雷达隐身性。另外,英国虽然是斜角甲板的发明者,但该国航母采用直通式滑跃甲板,并对右舷的2台舷外升降机进行了隐身处理,大幅减少外露部件,进一步增强舰体隐身性。

随着技术发展,舰艇隐身早已不是神秘的“黑科技”。新一代战舰普遍采用隐身设计,其中不乏航母、两栖攻击舰等大型平甲板舰艇。值得一提的是,隐身设计要与舰艇作战功能达成一种平衡,不能以追求隐身性牺牲作战能力。否则,就会像美国米姆沃尔特级驱逐舰那样,只建造3艘便草草收场,且服役后问题频发。

## 可穿在身上的纤维计算机



用传统纱线覆盖纤维计算机,使其易于织入纺织品中。

据外媒报道,国外研究人员开发出一种外观类似弹性纤维的可编程计算机,由其制成的衣物穿戴上身后,可实时监测穿戴者的运动状态和健康情况,且体感较为舒适。

目前的可穿戴设备如手环等,仅与人体皮肤有小面积接触,采用纤维计算机制成的衣物可大面积接触皮肤,从而更全面地监测人体状态。

研究人员表示,人体的热量、声音、汗水等蕴含着人体活动、情绪和健康信息,大多数时候它们被衣物吸收并消失。研究团队希望利用衣物捕捉、分析、存储并传送这些重要的人体信息。

纤维计算机内置一系列微型设备,包括传感器、微控制器、光通信组件、数字存储器和电池等,且被整合在一根弹性纤维中。研究人员将4根这样的纤维计算机分别嵌入上衣和裤子中,并将其互联,其监测准确率达到了95%。

研究人员希望,这种可穿戴纤维计算机能随时随地运行,不仅帮助穿戴者预防健康问题,还能提供日常健康管理服务。

## 用途广泛的微型跳跃机器人



微型跳跃机器人。

昆虫级机器人凭借小巧的身形,能深入大型机器人无法涉足的区域执行任务,不足之处在于自身储备能量有限且难以逾越大型障碍物。国外研究人员开发出一种微型跳跃机器人,既能轻松跃过障碍物,又能跨越崎岖难行的路面,且能耗较低。

这款微型跳跃机器人高5厘米,重量不到1克,比一枚回形针还轻。支撑其身体的是两根“弹簧腿”,另有4个扑翼提供升力并控制方向。“弹簧腿”可跳跃,并通过将跳跃的动能和下降的势能互相转化,实现能量的转化使用。

该机器人能跳到约20厘米的空中,不费力地跳过高、潮湿崎岖的路面,甚至跳上悬停的无人机,能耗比其他同类机器人低60%,同时有效载荷能力提升了10倍。未来技术升级后,该机器人的应用前景值得关注。

## 换装“新眼”的世界最大太阳望远镜



丹尼尔·井上太阳望远镜。

据外媒报道,近期,世界上最大的太阳望远镜——丹尼尔·井上太阳望远镜完成重要升级,新增“可见光可调滤光器”,能以高精度探索太阳的奥秘。

新增的“可见光可调滤光器”被称为丹尼尔·井上望远镜的“新眼”,可以更好的观测并拍摄太阳表面和上方色球层,这是太阳活动剧烈的区域。据报道,丹尼尔·井上太阳望远镜在安装“可见光可调滤光器”后,首次观测太阳时,拍摄了清晰的太阳表面细节。例如,它拍摄到的一张太阳黑子图像,对应太阳表面积达6.25亿平方千米,图像中每个像素对应太阳表面10平方千米的区域。科学家表示,后续经过复杂的计算机处理,这些图像上还能解析出太阳上更小的结构。

“可见光可调滤光器”由德国太阳物理研究所研制。其配备的干涉仪可对太阳光进行分解,生成数百张清晰图像,这些图像有助于科学家深入研究太阳爆发的复杂原因。

丹尼尔·井上太阳望远镜坐落于夏威夷毛伊岛山顶,其主要任务是观察太阳大气和磁场,为诸多太阳未解之谜寻找答案。

(子渊)