

战机隐身技术发展管窥

■王奕阳



PAK-FA 战略轰炸机采用飞翼布局、等离子体隐身等多项隐身技术(效果图)。



采用吸波涂层的战机座舱盖,能有效减少对可见光的反射。



缝隙式尾喷管可迅速降低尾焰温度,减少红外辐射。



近日,英国“动力进化”公司发布一款名为“无线连接”的系留无人机组件。它能够与小型无人机兼容,在GPS或无线电信号遭到干扰或攻击时保持通信畅通。

系留无人机是一种特殊形式的无人机,它通过系留线缆与地面电源以及通信设备连接,由地面电源为其持续供电,实现长时间滞空飞行。系留无人机常用于空中长时间侦察预警,也可用作临时通信中继或应急救援平台,具有经济性好、安全可靠、扩展性强等特点,目前已有多个国家在军事和民用领域装备系留无人机,使用效果良好。

从英国“动力进化”公司发布的信息看,“无线连接”系留无人机组件可在空中100米的高度最长停留48小时,其系留线缆能够稳定保持每秒100兆的数据传输速率,且具备数据和电力双重传输能力,由于采用有线通信方式,可以有效避免通信干扰。在抛掉“无线连接”系留组件后,无人机随即转入非系留模式,依靠电池组可自主飞行,系留组件则使用降落伞安全着陆。整套系统可在零下33摄氏度至零上55摄氏度环境下正常使用,抗6级强风。

该公司称,“无线连接”系留无人机组件在电子战和无线电干扰等环境下,具备突出的持续飞行和通信能力。该组件不使用无线通信链路,在遭到外部电子干扰或GPS定位伪装等技术侵扰时,仍能维持正常通信。未来该技术成熟后,将为系留无人机市场发展开辟新路径。

上图:“无线连接”系留无人机组件。

英国发布系留无人机组件

■李孟远

声控胶囊可精准送药



集成不同仿生纤毛阵列的胶囊型声控药物释放装置。

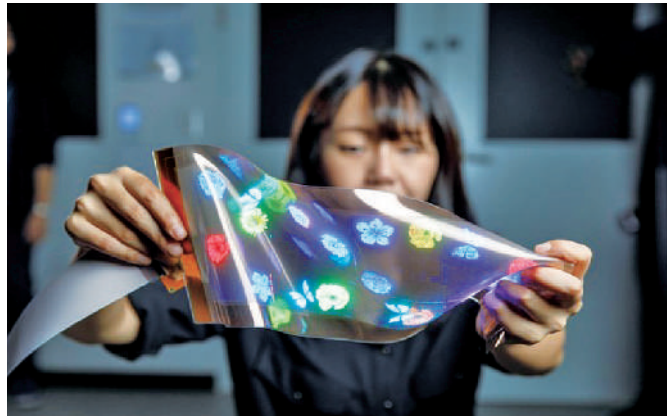
受耳蜗毛细胞感知声波振动的启发,浙江大学研究团队开发了一种仿生人工纤毛阵列,借助共振原理实现“声控胶囊”释放药物。该研究成果已

经公开发表。

据研究人员介绍,当声音频率与系统的固有频率匹配时,振幅急剧放大,能量高效传递,这就是所谓的“共振”现象。受此启发,研究团队模拟耳蜗毛细胞的纤毛结构,设计并制造出具有不同长度直径比的仿生人工纤毛阵列。仿生人工纤毛阵列在声波的刺激下可产生共振,研究团队将不同共振频率组合的纤毛集成于同一阵列,进一步证实共振状态下的纤毛可加快液体流速,从而有效促进药物在液体环境中释放与扩散。随后,研究团队分别将胰岛素和胰高血糖素置于不同长度直径比的仿生人工纤毛上,制造出胶囊型声控药物释放装置,通过施加不同频率的声波刺激,可选择性触发胰岛素或胰高血糖素的释放。

未来,研究人员将进一步优化仿生人工纤毛阵列的结构设计,拓宽频率响应范围,用于执行更多个性化任务。

发光二极管可拉伸延展



科研人员展示可拉伸发光二极管。

近期,由美国斯坦福大学和韩国首尔国立大学科学家联合研发的可拉伸发光二极管(LED)技术取得重要进展,其在超过200%的拉伸条件下保持稳定发光,相关研究成果发表在《自然·材料》杂志上。

据介绍,研发团队设计了一种独特的“岛-桥”互连结构,微小的刚性LED(“岛”)通过可拉伸的液态金属连接线(“桥”)实现连接,这种结构有效分散了拉伸应力,保护了脆弱的LED。这种新型可拉伸LED的延展性

好,亮度、效率和色彩接近普通LED技术水平。

研究人员称,这项研究为开发可随衣物变形甚至植入人体内的下一代柔性电子设备、健康监测贴片和仿生皮肤,提供了显示器解决方案。

(李兴友、唐埃诺)

前沿技术

频频亮相实战

现代战场上,传统的非隐身战机几乎无所遁形。巨大的机身、垂直尾翼和外挂武器,以及裸露在外的发动机进气道,会对雷达波形成强烈反射;发动机尾喷口喷出的高温尾焰、机体与空气摩擦产生的热量,会在红外搜索与跟踪系统面前暴露无遗。这些固有的信号特征,使得非隐身战机在现代防空体系面前异常脆弱。

隐身技术是借助精巧的结构设计和特殊材料,使战机机身上容易暴露的部位得到隐藏,大幅降低被雷达、红外和光电系统探测、追踪的概率,使其从对手的雷达屏幕上消失,或被判定为安全飞行体。

今年8月,以色列空军F-35I战机长途奔袭,对也门一处目标实施空袭。行动期间,该机凭借隐身性能,穿透胡塞武装的防空网,使用防区外精确制导炸弹准确命中目标,显示出在非对称冲突和高强度威慑中的作战能力。与F-35I战机的精确打击不同,俄罗斯苏-57战机重视空战信息节点功能。该机曾在冲突地区上空隐蔽活动,在保持电磁静默的情况下,通过数据链接收来自预警机、地面雷达的信息,并在超过200千米距离上成功击落目标。隐身战机频频亮相战场,展现了在现代战场上的战术乃至战略价值。

复杂系统工程

战机的隐身技术是一项复杂的系统工程,目标是最大限度降低战机在各种探测手段下的信号特征,包括雷达、红外、可见光、声学 and 电子信号等。

雷达隐身是隐身技术的主流发展方向,主要借助外形隐身实现。外形隐身

建立在电磁散射理论上,通过优化战机的整体气动布局,避免机体形成强反射源。常见的外形隐身包括倾斜平面、飞翼布局、倾斜双垂尾、S形进气道和内部弹舱等。这些设计巧妙地将入射的电磁波散射至非关键方向,避免被敌方雷达接收。美军F-117“夜鹰”战机最早采用外形隐身设计,机体由无数直线和平面构成,每个平面的倾斜角度都经过精密计算,确保将雷达波反射到非关键方向。近年来,外形隐身技术趋向采用连续曲面融合设计,进一步缩小雷达散射截面。

材料隐身是雷达隐身的重要补充。在外形无法完全消除雷达波反射的区域,使用特殊材料可以有效吸收或损耗雷达波能量。例如,涂层型吸波材料可以像油漆一样涂在机身表面,特别是边缘、缝隙和强反射区域;超材料可以引导电磁波绕过物体传播,理论上实现“隐身斗篷”功能;动态可调超材料能实时改变隐身特性,成为隐身技术的发展方向。

光学、红外和声学信号管理是另一重要发展方向。战机座舱盖、发动机进气道和尾喷口,是主要的热信号辐射源。采用缝隙式喷管可增加高温尾焰与冷空气的混合面积,实现迅速降温,

降低红外辐射;还可以采用喷口转向和隔热罩技术,也可以抑制红外信号。声学隐身主要聚焦直升机旋翼,通过采用静音设计和尾桨叶尖技术等,有效降低噪声。

当前,隐身战机的战场目标从追求单一的作战效果,转向追求体系化作战优势。凭借自身的低可探测性,隐身战机可以在保持电磁静默状态下,通过预警机、地面雷达接收外部信息,对敌方高价值目标进行猎杀;或与电子战飞机及无人机协同,通过电子战飞机对敌防空系统进行电子压制,由无人机前出侦察、充当诱饵,隐身战机作为指挥中枢,指挥作战或进行远程猎杀。

未来挑战重重

随着反隐身技术的发展,隐身技术面临前所未有的挑战。

一方面,反隐身技术迎来系统性突破。现代反隐身技术已经从单一的对抗手段,发展为多波段、多平台、智能化、体系化对抗能力。米波雷达利用长波长绕射优势,能够探测到隐身战机轮廓;多基址雷达网通过分散部署的多个不同雷达进行组网探测,即便隐身战机能规避其

照片中的这款四联装导弹发射架,是苏制Fasta-4M导弹发射架。它由简单的钢架焊接而成,可以旋转和俯仰操作,左右各装2枚“箭”M便携式防空导弹。士兵站在发射架前,通过目视瞄准和手动操作发射导弹。士兵身后还有一块支撑靠板,确保其在舰艇高速行驶时安全操作。

“箭”M便携式防空导弹上舰,填补了中小型舰艇的防空火力空白,但其技术局限性明显,仅能对付空中慢速目标,其后出现的新型号技术逐渐走向成熟。例如,法国“西北风”便携式防空导弹均属于这一类武器。

与便携式防空导弹相比,舰空导弹体积庞大、设计复杂,在吨位较小的轻型舰艇上难以安装。20世纪70年代,为应对越来越严峻的空中威胁,多国尝试将便携式防空导弹装上轻型舰艇。起初由士兵肩扛操作,但在舰艇剧烈的颠簸下,士兵难以进行瞄准发射,于是就出现了固定式发射架。

照片中的这款四联装导弹发射架,

肩扛式导弹上舰记

■王笑梦

左图中,一名头戴钢盔的外军士兵正在甲板上操作一组四联装导弹发射架。乍一看,这组四联装导弹发射架好像是扛在士兵肩上,实际上是由支架固定在甲板上。其由来与便携式防空导弹紧密相关。

便携式防空导弹是防空导弹家族中最“低调”的成员,由于体积小、重量轻,由士兵肩扛操作,通常配发到战斗班组或单兵,用于机动防空、要点防卫等,主要打击低空和超低空目标。俄罗斯“箭式”“针式”、美国“毒刺”、法国“西北风”等便携式防空导弹均属于这一类武器。

与便携式防空导弹相比,舰空导弹体积庞大、设计复杂,在吨位较小的轻型舰艇上难以安装。20世纪70年代,为应对越来越严峻的空中威胁,多国尝试将便携式防空导弹装上轻型舰艇。起初由士兵肩扛操作,但在舰艇剧烈的颠簸下,士兵难以进行瞄准发射,于是就出现了固定式发射架。

照片中的这款四联装导弹发射架,

是苏制Fasta-4M导弹发射架。它由简单的钢架焊接而成,可以旋转和俯仰操作,左右各装2枚“箭”M便携式防空导弹。士兵站在发射架前,通过目视瞄准和手动操作发射导弹。士兵身后还有一块支撑靠板,确保其在舰艇高速行驶时安全操作。

“箭”M便携式防空导弹上舰,填补了中小型舰艇的防空火力空白,但其技术局限性明显,仅能对付空中慢速目标,其后出现的新型号技术逐渐走向成熟。例如,法国“西北风”便携式防空导弹改装的舰载防空导弹,改用遥控武器站,另一款舰载防空导弹,不仅装备小型舰艇,甚至登上“戴高乐”号航母。

便携式防空导弹上舰体现了装备发展注重高效、实用的设计理念,这种低成本、易部署的发射装置,至今仍然具有较高的实战价值。

图文兵戈

