

战场“铁布衫”

——漫谈军用防护材料的应用

■刘一澳 林骥飞

近日,国外某科普节目对一种聚脲防护材料的测试视频引起关注。视频中,测试人员使用斧头对准一颗表面涂有聚脲涂层的西瓜用力砍下,西瓜不仅表面完好无损,甚至还像弹球一般弹了起来。看似魔术般的表演,背后隐藏着军用防护材料的科学密码。



作为防水材料喷涂在屋顶的聚脲涂层。



使用功能性防弹涂层的装甲车。

神奇的防护涂层

聚脲是由异氰酸酯和氨基化合物组份反应生成的一种弹性体物质,具有防腐、防水、耐磨等特性。聚脲通过喷涂的方式附着在装备表面,硬化后形成一层保护膜,通常用作坦克底盘、防弹头盔的防护涂层。

从防护原理看,聚脲通过吸收并分散冲击能量的方式,达到抗撕裂与抗穿刺效果。当冲击力作用于装备表面时,聚脲涂层中的聚脲分子链通过形变吸收冲击能量,同时通过回弹将冲击能量分散至更大范围内,避免装备局部受到破坏。由于聚脲的分子结构具有高交联密度,因此这种涂层可承受的撕裂强度远超普通塑料和橡胶。

聚脲通过吸收并分散冲击能量的方式,避免物体结构发生改变,但它并不能完全吸收冲击能量,部分冲击能量仍会穿透涂层抵达物体内部。另一测试显示,采用聚脲涂层包裹的物体从高空抛下,落地的一瞬间,内部所受冲击能量已远远超出物体的承受极限,因此物体内部会出现不同程度的受损情况。

军用防护材料有哪些

如果对当前常用的军用防护材料进行分类,大致可以分为3类。

一是硬质材料,例如陶瓷和高强度合金钢。陶瓷包括碳化硅、碳化硼等,具有密度低、硬度高等特点,能有效防御高速弹丸的打击,分散其冲击力,可广泛用于坦克装甲、直升机机体防护和防弹插板。例如,美军在伊拉克战场上广泛使用的 ESAPI 防弹插板,采用碳化硼陶瓷材料制成,防弹等级Ⅳ级,对7.62毫米子弹的防护水平较之前的防弹插板有了明显提高。高强度合金钢主要用于制造需要承受较高应力的大型结构部件,如飞机的起落架和火箭的发动机壳体等。这种材料具有较高的韧性、良好的成形性和抗应力腐蚀能力。

二是纤维织物,以芳纶和聚乙烯纤维最为常见。用这两种纤维织物制成的防弹衣,在子弹或碎片碰撞到人体表面时将其动能通过纤维束扩散出去,从而降低其穿透力。纤维织物的优点是重量轻、穿着灵活,但应对大口径高速弹丸的防护力有限,需要叠穿才能起

到作用。“凯夫拉”芳纶纤维的密度为1.44克/平方厘米,抗拉强度是钢的9倍,重量却比钢轻得多,用其制作的防弹衣,防弹等级为ⅢA级,仅能防御口径较小的手枪子弹。

三是功能性涂层。这是一种新兴的防护技术,聚脲便是其中的代表之一。这类涂层采用喷涂方式附着在装备表面,形成一层致密的保护膜。除了应用于个人防护装备外,功能性涂层还可用于军用车辆、舰艇和战机的薄弱部位,具有防水、防腐蚀和抗冲击等功能,通常作为装备的辅助性保护手段使用。国外测试数据表明,使用防护涂层的装备,防弹效果明显。例如,采用高硬度聚脲涂层的钢板在受到子弹高速撞击时,抗冲击能力比无涂层钢板提高了8%。

轻量化智能化是关键

军用防护材料虽然能提高军事装备的抗打击能力,但也需要遵循科学的使用方法。例如,一些硬质防护材料长期处于高温、强紫外线照射或化学腐蚀环境下,防护性能会大打折扣。因此,需要定期对其进行检测并更换,确保在

关键时刻发挥作用。另外,军用防护材料虽然能够起到一定的保护作用,但并不是万能的。在伊拉克战争中,约70%的美军伤亡是由头部受伤所致,其中又有50%以上是非贯穿性冲击造成的头部损伤。原因在于防弹头盔虽然能阻挡子弹击穿头部,但巨大的冲击力会导致颅骨承受巨大的瞬时压力,造成颅内损伤。

军用防护材料的未来发展方向在哪?轻量化、多功能化和智能化是关键。当前,多国科研人员正探索新型轻质高强材料,例如纳米材料、超材料等,力求在不牺牲防护性能的前提下,最大限度地减轻其重量,提升装备的适用性和灵活性。同时,科研人员也在探索集隐身、耐高温、耐腐蚀等功能于一体的复合材料,满足复杂战场的使用需求。此外,还有智能化自修复材料。智能材料和技术使装备在受损后能够自动修复,从而延长其使用寿命,降低维护成本。

军用防护材料的发展,是防护技术与战场需求互相作用的结果。未来,随着材料科学和制造工艺的不断进步,防护材料将在军用装备领域发挥更加重要的作用,为战斗胜利和士兵生命安全提供有力保障。

『楔尾』预警机完成雷达技术升级

■曲卫

据外媒报道,近日美国诺斯罗普·格鲁曼公司宣布完成对E-7“楔尾”预警机雷达的多功能电子扫描阵列(MESA)传感器的关键升级。此次升级涉及多方面技术改进,同时也带来一系列问题。

据报道,诺斯罗普·格鲁曼公司在澳大利亚皇家空军威廉镇基地,完成对升级后的多功能电子扫描阵列传感器的实战化测试。此次升级的关键是引入人工智能算法,使得传感器在复杂电磁环境下的目标分类速度达到0.1秒级,相比上一代的误判率有了大幅降低。这意味着在未来快速变化的空战战场上,E-7预警机能够快速、准确识别各类目标,为后续作战决策提供依据。

升级后的多功能电子扫描阵列传感器具备同时处理L波段(用于远程搜索)与S波段(实现精确跟踪)信号的能力,这种技术优势使其对隐身战机和高超音速导弹的探测距离超过550千米。在2024年美澳联合军演中,使用上一代多功能电子扫描阵列的E-7预警机能够同时跟踪200个目标,升级后该机的探测跟踪能力将进一步增强。

另外,升级后的多功能电子扫描阵列还新增了“认知协同”功能。该功能可以让E-7预警机与F-35战斗机、“宙斯盾”系统实现数据链连接,将空战中“发现—决策—打击”的杀伤链时间缩短到10秒以内,进一步提升各作战单元之间的信息交互与协同效率。

虽然诺斯罗普·格鲁曼公司对E-7预警机雷达技术的升级成果明显,但也带来了一些问题。从供应链角度看,E-7预警机雷达的多功能电子扫描阵列传感器使用的90%的氮化镓组件依赖美国一家厂商供货,该公司已将这些氮化镓组件列入受管制项目,仅供“五眼联盟”国家采购。这种技术垄断的做法引起德国、日本等国家的担忧,促使这些国家加速自主研发,减少对外部技术的依赖。

技术升级还带来新的风险挑战。2022年,美军一体化防空反导作战指

挥系统的雷达误将一架民航客机识别为弹道导弹,暴露出人工智能算法存在致命的误判情况。在多功能电子扫描阵列系统中同样存在这种风险。一旦雷达将民用飞机、船只误判为敌方战机、舰艇,可能导致误击事件。



E-7“楔尾”预警机的雷达。

前沿技术

德商业火箭首飞失败

据外媒报道,近日,德国一家初创商业航天公司的“光谱”商业小型火箭在挪威进行首次轨道级发射。火箭起飞后不久,由于姿态控制失败坠地爆炸。

据报道,此次首飞原计划在3月14日开展,由于天气原因多次推迟,最终确定在3月30日从挪威安多亚航天港发射升空。当天火箭在升空18秒后,由于矢量控制系统过度修正,导致姿态不稳,约28秒后一级发动机关闭,随后坠落并发生爆炸。

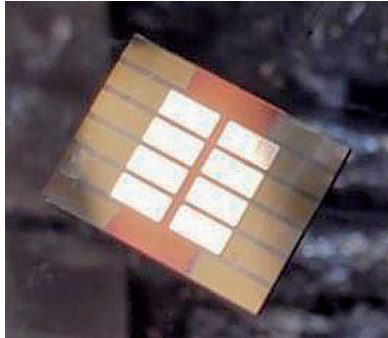
“光谱”为两级小型运载火箭,长28米,直径2米,采用复合材料和3D打印技术制造。该火箭使用液氧丙烷推进剂,一级装有9台发动机,二级装有1台发动机,可将1吨重的载荷送至近地轨道,或将更轻的载荷送往太阳同步轨道。该火箭具有两大技术特点:一是采用液氧丙烷燃料组合,性能与当前主流的甲烷和煤油燃料组合相当;二是火箭一级采用多台发动机并联设计,这是目前实现垂直回收火箭技术的必要设计。

此次发射不仅是这家德国初创商业航天公司的第一次发射,还是欧洲(不含俄罗斯)第一次在欧洲大陆进行入轨发射。



竖立在发射台上的德国“光谱”商业小型火箭。

美提高有机太阳能电池稳定性



通过涂覆方式形成于物体表面的有机太阳能电池活性层。

据外媒报道,近日美国伊利诺伊大学研究团队成功将有机关太阳能电池的稳定性提高近50倍,为其投入实际应用铺平道路。

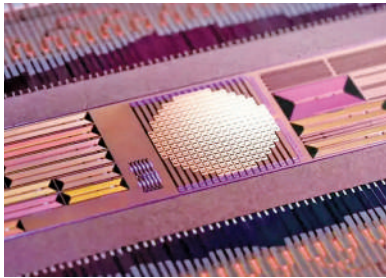
有机太阳能电池具备成本低、

轻质透明、可折叠等特性,通过涂覆在物体表面,可将物体表面转化为发电装置,被视为当前使用硅为主要材料的太阳能电池的替代方案,但其制造过程存在效率低下、稳定性不高等问题。

美国伊利诺伊大学研究团队专注于有机太阳能电池制造过程中分子组装环节的研究。他们称有机太阳能电池由多层纳米薄膜组成,而打印薄膜的技术会影响分子排列结构。通过精确控制打印速度和墨水蒸发速度,就能够锁定分子组装过程,实现对薄膜结构精准调控,进而显著提升电池的稳定性

和效率。分析认为,该技术有望投入实际应用,在提供高效稳定电能的同时,减少对传统能源的依赖。

谷歌推出新一代光通信芯片



谷歌X实验室推出的新一代光通信芯片“塔拉”。

据外媒报道,谷歌X实验室(又称“登月工厂”)推出新一代光通信芯片“塔拉”,并完成数据传输试验。“塔拉”芯片仅有指甲盖大小,采用先进的硅光子技术,摒弃了笨重的移动部件,可实现光束的固态转向和精确引导,确保数据传输的稳定性和高效性。相比上一代光通信芯片,“塔拉”芯片尺寸更小,结构更紧凑,具备更高的可扩展性。

“塔拉”芯片采用窄且不可见的光束传输数据,最高传输速率达20

Gbps,传输距离最远20千米。在实验室测试中,研究团队成功利用两块光通信芯片,在1千米的户外距离实现10Gbps的数据传输速率。这为该芯片应用于偏远地区的互联网接入服务提供了可能。

分析称,“塔拉”芯片的优势不

(宁国强)



同台亮相

■西 南

上图中,一架美国F-35A“闪电”Ⅱ战斗机正在机场跑道上滑行,驾驶舱内的飞行员向右侧停机坪望去。那边,俄罗斯苏-57战斗机旁的机组成员纷纷停下手上的工作,扭头看向这架F-35A战斗机,还有人举起手机拍照。美俄五代机首次同台亮相的一幕,成为今年印度航展的热点话题。

早在本届印度航展开幕前,俄罗斯苏-57战斗机参展已经成为主办方的宣传亮点。参展的苏-57战斗机不仅进行静态展示,还有多场空中飞行表演。比苏-57战斗机参展的消息晚一些,美国也确定了F-35A战斗机参展。相比苏-57战斗机,F-35A战斗机仅进行静态展示,少了飞行表演环节。

美俄五代机同台亮相,目的当然不是为印度航展“站台”这般简单。

当前印度五代机项目进展缓慢,需要从国际市场上采购五代机充实空军力量。在这一背景下,美俄积极参加印度航展,透露出对这张军购大单的渴望。

值得一提的是,美俄均与印度保持军贸关系。长期以来,俄罗斯是印度的最大武器装备供应国,俄印曾联合开发五代机、S-400等多个项目,俄制装备如苏-30MKI战斗机、米格-29UPG战斗机是印度空军的主力装备。近年来,美国也积极发展与印度的军贸关系,并有意向印度出售F-35A战斗机。面对美俄同时抛出的橄榄枝,印度将如何选择?

同为五代机,苏-57战斗机与F-35A战斗机均遵循“5S”设计标准,但技术优先有所不同。苏-57战斗机注重机动性

与速度,强调单机作战能力,F-35A战斗机注重隐身性和网络中心战,强调作为“飞行传感器节点”功能。这种技术优先级的差异,在融入各自的作战体系后将会凸显出来。单从这方面看,苏-57战斗机似乎更适合以俄制装备为主的印度空军。

然而,大宗武器贸易从来不是纯粹的商业行为,而是与地缘政治紧密关联。谁会成为飞翔在南亚上空的第一架五代机?考验的不仅是美俄的拉拢技术,还有印度的平衡智慧。由此看来,美俄五代机同台亮相,也是摆在印度面前的一道难题。

图文兵戈