



# 用光子晶体材料为军事装备穿上多波段“隐身衣”

◎王宗怡 本报记者 张强

夏夜,某实验基地内,一辆战车自山下颠簸而来,灼热的引擎盖上,覆盖着一层薄膜。不远处,国防科技大学电子对抗学院教授时家明目光,正随着远红外热像仪的镜头向车身聚焦。他凝神聚气,一边调节测温点,一边仔细捕捉引擎盖表面的热辐射波动,有如经验老到的中医给病人悬丝诊脉。

红外热像图上,贴了“退烧贴”的引擎盖混沌

漆黑,与茫茫背景融为一体。“贴附我们的材料后辐射特征明显下降,隐身效果不错!”面对近乎完美的试验结果,时家明欣然一笑,嘱咐大家抓紧采集数据。

引擎盖上的这剂“退烧贴”,是一种光子晶体柔性复合隐身材料,该材料可以通过抑制目标热辐射,达到让目标实现红外隐身效果。近20年来,时家明带领团队紧盯光子晶体这一前沿领域,先后攻克多项关键技术,研制出能同时防御可见光、红外、激光等多个波段侦察和制导的新型隐身材料,为我军装备战场生存能力跃升提供了有效支撑。

2007年夏天,赵大鹏和师弟带着刚刚制备的小样前往地方院校的理化中心进行反射率测试。实验数据显示,镀有光子晶体的样品反射率远高于作为标准参照物的平整金表面的反射率。而其他性能的测试,同样得到了可喜

的结果。

天道酬勤!攻克这项重大技术的理论基础难关,如同打通了任督二脉。任督通,则百脉皆通。受此鼓舞,团队将目光投向实装运用,进一步加快了工程化的脚步。

## 为装备隐身开出“贴敷”妙方

几十年来,时家明始终将国防需求作为第一选择,他带领团队研发的烟幕材料已成功应用于4种型号装备配发全军多个部队,并一直被使用至今。

团队深知,使用硅基底镀膜所呈现的数据虽好,却无法真正运用于实战。若要真正达到隐身效果,必须以柔性材料为基底,贴附于武器装备的表面。

在上级支持下,团队正式向隐身柔性薄膜的批量制备难题发起冲锋。

酷暑时节,时家明一行风尘仆仆地来到国内某纺织厂,拜访厂方的技术专家。此前,他们已调研多家单位,拿回了上百种不同面料的样品,但始终没能解决光子晶体牢固附着的难题。时家明此行,正是想游说纺织厂与他们合作,共同

为布料改性。

朔风呼啸,人迹罕至的北方山区里,团队骨干陈宗胜、李志刚与同事身背仪器,实测装备隐身性能。近年来,类似这样的外场实验已进行了20余次,每一次团队人员都是舟车劳顿、餐风宿雨。

为探索膜料的沉积速率、膜厚分布,团队中青年骨干们长期泡在实验楼里,守在轰鸣的镀膜机旁,重复着一系列繁琐的操作,将“百炼钢化成了绕指柔”。

物有甘苦,尝之者识;道有险阻,履之者知。工程实践中,“尝试一再尝试”“失败一再失败”,这个轮回究竟历经了多少次,团队成员谁也不清楚。

经过刻苦的攻关,课题组在薄膜均匀性控制等多项技术上取得了重大突破,成功为装备隐身开出了“贴敷”妙方。

## 实现多波段探测下“不露声色”

若不是亲眼所见,恐怕很多人不会相信,这张薄如蝉翼、轻若烟雾的薄膜,竟可以直接贴附于目标表面,防御可见光、红外、激光等多个波段侦察和制导。

由于侦察和制导武器的工作波段已覆盖了可见光、红外、激光等多个波段,因此隐身也必须在多波段发力。

然而,实现战车发动机等高温目标的红外隐身,需抑制侦察波段内的红外辐射,但激光和雷达的伪装技术却基于完全相反的原理,因此同一件“隐身衣”无法在不影响散热的前提下,同时满足红外、激光和雷达隐身。

“能不能利用光子晶体的禁带特性,让电磁波在不同波段上自如地吸收和反射?”“理是这么个理,想做起来太难!”“难道还能叫攻关?”历经多次“头脑风暴”,课题组开启了新一轮研究。时家明给团队提出要求——回归理论,把光子晶体

的特性研究透,然后边学边干,直至拿出实物。

最终,一份给“光谱控孔”的构想摆上了桌面,大家一致决定,人为破坏光子晶体的周期结构,引入缺陷,对症下药,调控装备在多个波段的电磁辐射,使装备在敌人施加的多波段探测上“不露声色”,同时又不影响目标的正常工作与散热。通过精心的演算和制备,团队终于成功研制出集多项功能于一身的复合隐身材料,实现了多波段隐身能力。

2018年,基于光子晶体技术的柔性复合隐身新材料作为军队系统遴选的高科技成果,亮相第十三届重庆高交会。当前,该项目已具备规模化生产能力,并与多个单位达成了合作意向。

“目前,我们又瞄准了未来实战需求,向强电磁脉冲防护等新兴技术发起了新的冲击。置身于激烈的军事竞争中,惟有拼搏、再拼搏、超越、再超越。”时家明说。

## 打通理论到实践的“任督二脉”

随着军事侦察和精确制导技术的发展,我重要经济和军事目标面临的威胁与日俱增,信息化战争中,目标加强隐身防护迫在眉睫。

2005年,长期致力于电子防护和光电对抗研究的时家明,从国外文献中了解到,光子晶体是具有光子带隙的周期性介电参数的结构型材料,通过调节其光学特性,可抑制自发辐射。心怀强国强军的忧患,时家明开始思考这一技术在军事伪装领域上的应用。

尽管“光子晶体理论”早在上世纪80年代末就被国外科学家率先提出,但多年以来一直停留在实验室研究阶段。其作为隐身材料,理论上是否可行尚且存疑,更遑论加工制备。

条件不成熟,前景也不明朗,但时家明和团

队成员坚信,困难意味着工作的价值,如果等万事俱备,恐怕也就失去了战略博弈的先机。

仿真计算是实现理论跨越的第一道关口。按照内部材料周期性排列的不同,光子晶体可分为多种类别,每种类别的微观结构迥异。当时,正在攻读博士的团队成员赵大鹏依稀记得,为挑选出隐身性能最佳的光子晶体结构,大家不得不同时在数台电脑上编程、运行,以加速获取各类仿真结果。

完成了仿真计算,如何加工出实物成为又一道摆在团队面前的难题。缺仪器、缺设备、缺工艺……全体成员历经数月的考察、研究和动手改进,并利用辗转“淘”来的一台光学镀膜机,摸索着制作出一个仅有眼镜片大小的硅基底小样。



# 维修“大拿”守护部队“钢铁油龙”

## 军中典型

◎林铎 卢晓锐 本报记者 张强

仲夏时节,粤北山岭,一支输油管线部队正在进行野外训练。

“泵机出现故障。”对讲机里传来特情通报声。“熊繁荣在哪?”团长赖朝蔚大喝一声,老兵熊繁荣闻令奔赴现场。工具箱、白手套,那是官兵熟悉的“搭配”,排障准、速度快,这是大家敬佩的“大拿”。

熊繁荣,联动保障部队桂林联动保障中心某管线团三级军士长。这位身材瘦弱却目光坚毅的老兵,是官兵眼中训练演习装备保障的“定海神针”,有着不少被官兵津津乐道的“传奇”经历。

## 让国外专家竖起大拇指

2007年,熊繁荣作为唯一的战士代表参加了全军管线部队装备维修骨干培训。在组织对某油泵机械密封故障进行集体会诊时,包括指导培训的某国专家在内的大部分人,都认为问题出在机械密封本身质量不过关。

专家的论断并没有使熊繁荣停止思考,凭借多年的经验,他认为问题并不在此。于是,他利用课余时间拆卸检测了5台完好的机械密封,在

确定质量没有问题后,又对挂车泵进行了全面的检查分析,发现油泵机械密封故障是由于固定机械密封弹簧的压缩量超过规定标准导致的。

一次课堂讨论时,熊繁荣鼓足勇气提出了自己的看法,课堂顿时鸦雀无声,外国专家更是连连摇头表示不相信,连着问了他十多个关于管线装备的专业问题,大到泵站开设原理,小到管线连接技术,他都对答如流。在场人员无不刮目相看,专家更是对他竖起了大拇指,决定进行第二次会诊。最后的试验鉴定印证了熊繁荣的判断。

勤学苦练给了熊繁荣敢与权威较真的勇气。2001年,熊繁荣参军入伍,当时的主战输油管线装备都从某国进口,缺少教员和教材,“外文看不懂,线路理不清、原理弄不通”是普遍状况。只有初中文化的熊繁荣,凭借一股韧劲,从零开始背记新装备的设计图,抱着外文字典逐字啃读说明书,一天到晚贴在装备车底,只用了10个多月的时间,就熟练掌握了4类进口装备的工作原理,共计350多个部件的结构组成。

这些年来,他带领技术骨干承担了单位所有管线装备的保养和检修,为单位节约了数十万元的经费,单位所有的管线装备,他都了如指掌。

## 问诊“油龙心脏”妙手回春

输油管线被誉为“钢铁油龙”,泵机则是为管线源源不断提供动力的心脏。大项任务只要有

熊繁荣在,就不会让装备“趴窝”。

2019年,全军管线部队组织实铺实演演练,泵机要24小时不停歇持续运转一个月。

“报告!机械密封出现故障!”演练期间,泵机突然“趴窝”不转。此时天色已黑,暴雨如注,熊繁荣二话不说,拎起工具箱便往外赶。由于机械部件不能沾泥沙,熊繁荣只能钻进狭小的泵机舱,借着头灯的光线排除故障,豆大的汗珠不停往外渗,不一会儿脸彩便湿透了。

盛夏高温,加之持续强降雨,新型泵机组参与演练不够稳定,经常出现无法启动等突发情况。一有故障熊繁荣便停不下来,在40多公里的管线铺设线路上来回奔波,往返于各个泵站之间,连续通宵达旦好几天。

“万一因为故障出现渗漏,不仅会中断演练进程,还会威胁到战友们的生命安全。”为了保证演练顺利进行,熊繁荣一直没闲着。部队开拔前,他还特意带着一名战士检查所有装备并进行保养,花了将近一周时间设计工艺流程,反复论证,数易其稿,最终得到领导肯定。

在不间断的工作下,他及时排查处理了各类装备险情60余次,保证了演练全程输油无一滴渗漏。

## 创新提升战场打赢底气

与管线装备打了那么多年交道,库房成了熊

繁荣最爱呆的地方。他经常一头扎进装备堆里捣鼓,一泡就是一整天。这不仅让他对装备性能了如指掌,更为他的技术创新提供了平台。

2017年,部队在野外执行任务,由于管线铺设线路需频繁跨越公路,过往车辆经过路盖板对管线产生压迫,导致部分管段受损出现渗漏。为解决这个问题,熊繁荣脑海闪过一个想法:立足现有装备搭建六寸门桥。

他的想法一时间遭到不少人反对:用管线作为支撑原件既搭设困难也容易发生漏油。尽管大家不认可,但熊繁荣并没有气馁,他废寝忘食地一遍遍尝试,设计研发了管段堵头,保证了输油过程中线路的密封性。最终,熊繁荣不仅成功创新了门桥搭设方法,并有效避免了过路盖板对管线的压迫,单位将他设计的管线搭建方法作为特殊地形管线铺设的训练科目确定了下来。

日常承担修理任务的熊繁荣,时刻不忘总结教训,研究思考着在实际运用中提升输油管线装备技术性能的方法。这些年来,他绘制了《管线装备图册》,编写了《管线装备技术重点难点解析100例》《泵站机组故障排除50招》等5本学习教材。

当兵20年,熊繁荣荣誉满身,荣获全军优秀士官人才奖一等奖、荣立二等功1次……但奖章和证书都被藏在箱底,他只是日复一日穿梭在各种装备之中,守护着“钢铁油龙”。

## 军营内外

## 科技赋能 让海上犯罪无处遁形

◎王世卓 本报记者 张强

形容事情难办无处下手时,人们常常会用到“大海捞针”这个成语。海上执法就是如此——茫茫大海,气候多变,锁定目标船并不容易。目标船只往往经过改造、结构复杂,即使登船也很难找到犯罪线索。那么,如何能高效地进行海上执法,让海上犯罪无处遁形呢?

近日,2021年度“中国海警论坛”学术研讨会在海警学院举办,其中“海上犯罪侦查与协作监督”议题吸引了诸多专家的关注。两天里,专家们探讨最多的就是要让科技赋能,更大程度地促进执法设备研发、提升依法履职能力、加快海警学科体系建设。

海警机构高效、精准的执法,离不开科技助力。

“拿海上缉毒来说,藏毒手段越来越隐蔽,船内夹层、船底都是执法搜查的重点部位。海警人员在认真观察舱内壁板、天花板和橱柜等有无结构异位、新增铆钉喷漆痕迹的基础上,还需要借助伽马射线探测仪、X光机等查缉仪器。”海警学院海上执法教研室副教授李宝学说。

他认为,海警执法部门应加强查缉技术运用,不断引进和研发新型毒品监测仪器,提高海上走私毒品犯罪查缉效率。

“海上空气湿度大、雾霾重、透明度低,导致可见光穿透率不高,严重影响视频监控的范围与效果。此外,执法人员经常夜间工作,若使用可见光作为光源进行视频监控,势必给任务处置带来负面影响,自身安全也得不到有效保障。”来自中国海警局直属第二局的沈云涛,向与会专家提出了现阶段借助视频监控开展执法检查工作面临的困难。

“红外光波长较长,对薄雾几乎不发生散射现象。只要物体的温度不低于绝对零度,都会向外发射红外光。即使是在夜晚没有可见光的条件下,嫌疑目标也会向外界发射红外光,这为探测监控嫌疑目标提供了基本条件。”海警学院物证技术教研室副教授董冬生认为,为了克服可见光的不足之处,保证海上执法工作顺利开展,有必要在海警舰艇上安装舰载红外视频监控子系统。

“可以主动利用红外摄像技术照射海面平面和嫌疑船舶,再借助红外视频监控系统中的感光元器件去接收嫌疑船舶反射的红外线,从而实现夜视功能。”董冬生说。

“执法人员到达犯罪现场后,应首先利用执法记录仪记录涉案船舶的整体面貌。”董冬生表示,“船舶甲板及舱内地板上案发后留下的痕迹物证物品,极有可能因船舶晃动或现场勘验所引起的位置变化遭到破坏。所以要先用执法记录仪记录现场,再调取船舶监控视频资料。”

“想让海上犯罪无处遁形,就离不开‘科技’二字。”会议结束后,专家们纷纷感叹。

作为展示海警学术成果的重要窗口,“中国海警论坛”已连续举办9年,成为繁荣我国海警学研究、开展涉海问题交流的高质量对话平台。

## 院校、部队结对互帮 拉近教与战的距离

◎宋鑫 胡金华

仲夏时节,陆军第83集团军某旅旅北驻训场,一场炮兵专业多要素协同演训训练激战正酣。演训训练现场,来自陆军炮兵防空兵学院的第三批结对互帮教员正指导营连骨干一起复盘研究演练中暴露的问题。与此同时,皖中腹地,该集团军结对互帮工作组走进院校、走进课堂,从部队建设发展和备战人才需求视角,与院校专家教授共商人才培养大计。一场院校融入部队、部队反哺院校的强军图景正生动演绎。

谈及陆军党委组织的院校和部队结对互帮活动,该集团军某旅政委秦义平深有感触:“部队和院校联建共育,不仅大大拉近了教与战的距离,更有效促进了部队与院校有机融合和深度耦合,对人才培养和备战都大有裨益。”

据悉,该集团军和院校创新落实陆军党委决策部署,经过一年多3批次的实践摸索,确立了学习上互帮、训练上互帮、装备上互帮、人员上互帮、场地上互帮、经费上互帮和育才上互帮共7个互帮46项具体内容的探索形成了协商会商、联合攻关、联教联训、数据共享和质量反馈的基本工作模式,部队选派工作骨干检查指导院校教学,院校选派教学英才分赴部队调研学习,从组织层面有效增强了院校和部队、教学与打仗、育才与砺才的质量效益。

“这次来部队当兵蹲连,和战士们实行‘五同’,终于让我补上了没有部队经历的‘缺课’。”该学院郑州校区某系鲁旭阳教员在经历了军营生活后感慨道。该学院郑州校区某系梁峰主任介绍,今年学院的多个科研立项,都针对部队急需和人才培养需求,院校和部队正在发生着全面、深入、系统的“化学融合反应”。

据了解,自活动开展以来,困扰部队的新装备教学资料匮乏、学员学员水土不服、战法创新层次不高等多个具体问题正在加速破解;院校存在的教员不了解部队、教学科研设计不紧贴实战、正规化管理偏松偏软等9大方面70多个问题正在不断获得矫正,院校转型升级动力更强劲。当前某旅提出部队装备训练缺乏系统教程规范意见后,“6种不同型号装备操作指导手册”已成为陆军炮兵防空兵学院重点研究课题。