



国防科技大学电子对抗学院教授时家明团队,20年来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。

# 光子晶体材料:为装备穿上“隐身衣”

能同时防御可见光、红外光等

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的目光,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的效果。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。



伪装轮式突击炮。图据解放军报

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。心怀强国强军的忧思,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隘。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。

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;道有险隘,履之者知。工程实践中,“尝试-再尝试”“失败-再失败”,这个轮回究竟历经了多少次,团队成员谁也说不清楚。

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。



伪装宿营。图据解放军报

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,同时满足热红外、激光和雷达波隐身。

“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!”“不难还能叫攻关?”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“光谱挖孔”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波辐射,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。

据《科技日报》