

科技云

科技连着你我他

本期观察:王威澄 于海峰

轻量柔性机器人——参与救援乘隙而入



最近,斯坦福大学的一个研究团队在《科学机器人》期刊上发表论文称,他们受藤壶、真菌和神经细胞等自然生物生长方式的启发,设计了一种轻量柔性机器人。

该团队采用一种密封的小型圆柱体和管状柔性材料制成的这款机器人,只需将其放置于废墟入口,其前端的控制系统会在压缩空气推动下,控制前进方向,类似藤蔓向缝隙处不断延伸。该机器人可能会卡在某处,但并不会阻止其继续前进,因为其尖端还能“生长”。

相较于其他探索机器人,以水或灭火气体作为该机器人驱动方式后,可为受困于狭小空间的伤员提供供水,或者在封闭区域灭火,为现场紧急搜救领域打开一扇新的大门。

新型柔性机器人——

现地勘察机动灵活



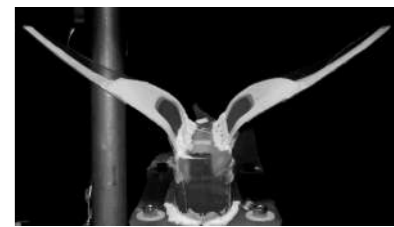
清华大学、北京航空航天大学和美国加州大学伯克利分校的研究团队合作,研发出一种新型柔性机器人“小强”。

“小强”长3厘米,宽1.5厘米,由一块称为聚偏二氟乙烯的压电材料薄片制成,体积仅为一枚邮票大小。在施加交流电压时,通过自身不断弯曲和伸直,进行“跳跃”前进,运动速度可达0.6米/秒,能在管道内快速穿梭、爬斜坡,还能以超过0.1米/秒的速度,成功运送一粒是其自重6倍的花生。

即便在承受约60公斤重的成人踩踏后,还能继续活动。研究者表示,“小强”和蟑螂一样顽强,具有其他微型刚性机器人无法比拟的速度和坚固性,有望在未来复杂环境现地勘察、灾害救援等领域得到应用。

自供能软体机器人——

深海探测承重耐压



受深海生物特性的启发,浙江大学、之江实验室的科研团队及其合作者,在《自然》杂志发表文章指出,他们正在研发一种自供能软体机器人,可用于马里亚纳海沟级别的深海探测项目。

马里亚纳海沟深处的压力有多大?有一个形象描述:就像把一整座埃菲尔铁塔的重量全都压在你的一个大脚趾上一样。为适应这种极端环境,研究者研制的这种自供能软体机器人,采用分散式设计来降低机器人的内应力,通过电子元件与几块较小的印制电路板(PCB)进行柔性连接,避免电子元件之间的直接刚性接触。

相较于传统声学探测,这种具有极强耐压性能的柔性机器人,能获得海洋监测、海底探测的更多细节,帮助研究人员探索深海的更多未知地带。

- 从动物习性上获得灵感,进而成为一种新技术
- 功能可谓不凡,能灵活应对各种红外辐射侦察
- 具有很大的应用潜力,正呈现出方兴未艾之势

国防科技大学教授杨俊波为您讲述——

智能热伪装:武器装备的“隐身变色衣”

本报记者 王握文 通讯员 毛元昊 姜鑫鹏

伪装是为了不让人看到真实面目而采取的装扮,即假装、假作。在军事上,它是为保护自己、欺骗和迷惑敌人而采取的一种措施。

在现代战争中,红外热伪装技术是为了不让敌红外侦察仪器发现,不被敌热红外制导武器击中而实施的一种主要伪装手段。然而时至今日,随着侦察手段的进步,这种热伪装技术已不像当初那样“得心应手”。因为它们大多都是“静态伪装”,在作战环境变化过程中极易暴露。一旦被敌侦察系统发现,往往成为精确制导武器打击的目标。在高温条件下,还会导致装备散热困难,影响装备效能的稳定性。

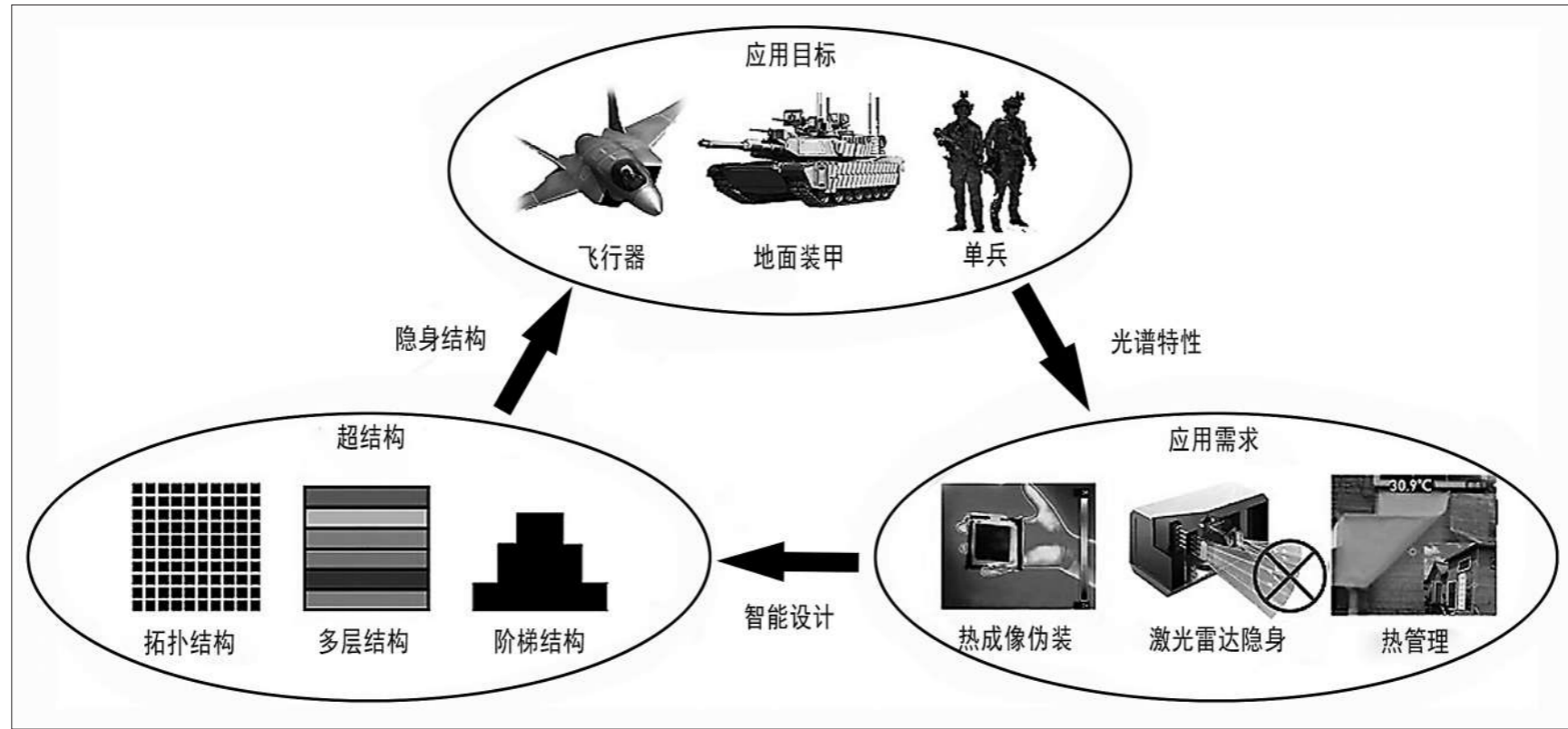
热伪装技术面临的挑战与窘境,迫切需要最新科技手段的介入和加持。于是,一种能动态调控热辐射功能、适应复杂战场环境变化的新型伪装技术应运而生——它就是智能热伪装。

从动物习性上获得创新灵感

红外热伪装技术的“静态伪装”弱点,已不适应未来战争对高技术武器装备的伪装要求,怎样才能实现新的技术跨越呢?科学家在探索中,对自然界中几种动物的奇特功能产生了好奇:

位于非洲北部的撒哈拉沙漠,白天地表温度高达70℃以上,在这种高温环境中,非洲银蚁却能负载超过自身重量15~20倍的食物,在滚烫的沙土上自由穿行;在深不可测的海底,乌贼和章鱼身处四周一片漆黑的世界,却能够随心所欲地捕食猎物并躲避天敌的追杀。

经过仔细观察和研究,科学家发现,银蚁耐高温的奥秘在于它能够通过外壳反射阳光和辐射进行散热;乌贼和章鱼则具有调控自身接受红外辐射“剂量”



为武器装备“量身定制”的智能热伪装示意图。

大小的本领,从而能够自动适应严酷的外部环境变化,无论是面对猎物还是天敌,都能做到“你在明处,我在暗处”。

动物成为伪装高手,关键原因是其伪装手段具备“自适应”能力,而且这种能力,还延伸到了红外辐射领域。受此启发,科学家决定将人工智能引入热伪装技术。他们以特定应用目标为牵引,运用微纳光学和热辐射等原理,对热伪装进行全过程智能化设计和调控,以实现热伪装材料红外光谱的精准调控。

经过多年探索与创新,科学家运用

智能算法,设计制造出一种“一维光子晶体结构”,能在抑制长波热辐射的同时,实现对红外激光雷达的隐身,大幅增强热伪装技术的伪装多元性。在此基础上,再将智能化算法、先进隐身材料、机械设计制造技术进行集成融合,一种先进的智能热伪装技术便呼之欲出,有望成为未来战场上应用于作战人员和武器装备的新一代伪装技术。

智能加持使其具有非凡本领

在光学领域,红外光波可分为近红外、中红外、远红外等多个区域。正因为如此,如今的探测手段也呈现出多元化趋势。如类似于人眼观察的热成像被动探测手段,以及类似于微波雷达的红外激光主动探测手段。智能热伪装因为有了智能加持,使它拥有了应对多元化红外探测手段的“金钟罩”,呈现出许多非凡本领。

智能设计,手段多样。传统静态热伪装有着天然缺陷:平时在可见光探测情况下具有很好的隐秘性,但在红外激光照射下便会暴露无遗。智能热伪装得益于遗传算法、神经网络等智能化算法,可分门别类地对整个红外光谱进行点对点结构设计,通过优化热伪装材料红外光谱选择,满足各类战场红外伪装需求。

智能调控,随机应变。大自然中的许多动物,具备实时变化自身表皮颜色的本领,以适应周围环境。智能热伪装亦是如此,它具有灵活变换的特性:通过引入相变材料、二维材料等新型材

料,根据外部环境变化和自身反馈机制,自适应调控目标辐射率,可让热目标披上“变色外衣”,从而适应不同区域的温度变化,为热欺骗、热信息伪装等技术开辟新的途径。

智能散热,冬暖夏凉。在红外波段,人体就像一个已被打开开关的白炽灯泡一样,不断向外辐射热量。这种辐射有时是人们需要的,如在炎热夏天,需要增强辐射散热,以保持人体舒适;有时又是我们所不希望的,如在寒冷冬天,人们希望尽可能减少辐射热散失,以保持温暖。智能热伪装可对红外辐射的需求“量身定制”,即利用对不同红外波长辐射和吸收的控制,从而实现高效灵活的环境温度管理。因此,兼容热管理的智能热伪装技术不仅是“伪装色”,更是一种“保护色”,从而能有效应对高温、极寒、强辐射等极端工作环境。

将给军事领域带来变革性影响

智能热伪装主要通过智能化算法设计超材料、超结构,来实现对红外光波的“量身定制”,因而同时具有自适应热伪装、高效热管理等多种功能。随着智能热伪装技术研究的逐步深入和投入应用,必将给相关军事领域带来变革性影响。

灵活应对多种红外成像手段,推动热伪装技术变革。红外波段具有较宽的波长范围,那么,与之相对应的红外探测手段也就更多,如利用综合光波的频率、振幅以及热信息等多种因素捕捉红外目标,来应对层出不穷的红外探测

手段。在这些方面,智能热伪装技术基本能够做到“面面俱到”。特别是智能化算法催生的全新热伪装微结构设计方法,能同时从红外光波波长、振幅、相位等多个角度出发,设计出满足多目标优化需求的热伪装超材料、超结构,从而实现“全方位无死角”热伪装。

精准调控红外特性,研制新一代热伪装材料。在自然界,目标的热信息一般由物体表面温度和表面热辐射特性所决定。如普通金属材料,在不同温度下会呈现出不同的表现温度。人作为一种具有高红外发射率的恒温动物,其表现温度大致为36℃。智能热伪装通过智能调控红外辐射特性,就能并实现热目标热信息的动态伪装。如目前比较成熟的“操控金属”技术,利用电压调控材料表面金属沉积厚度,能使材料展现出动态变化的红外成像图案,并具有稳定性好、灵敏度高、切换速度快等优势。未来,如果用于智能可穿戴设备等武器装备伪装上,其伪装效果将大放异彩。

融入热管理,提高热伪装装备的通用性。研究表明,当喷气战斗机在超音速状态下飞行时,其蒙皮温度将高达100~600℃,而尾喷管表面温度将会超过800℃。目前,对武器装备在高温条件下的热管理已成为红外隐身领域迫在眉睫的关键技术。近年来,科学家利用智能化算法,通过优化多层结构设计工艺,已能实现选择性热辐射。同时,利用非大气窗口散热降低目标表面温度,也能大幅提升对多元化红外探测手段的伪装能力,在军事应用上显示出很大的发展潜力。

制图:张国强、纪小勇

光线都难以逃脱的黑洞

李会超

科学家聊宇宙

黑洞,是人们耳熟能详的天文概念,也常被引申出天文学之外的含义。然而,与其他经典天文概念不同的是,黑洞概念的提出不过是近一个世纪的事,直到上世纪末才有确凿证据证实黑洞的存在。真正能通过视觉感知的黑洞“真面目”,则是在2019年才实现的。

爱因斯坦的广义相对论提出后,很快被日食过程中恒星所在位置等天文观测证实。应用广义相对论进行一番理论计算后,德国天文学家史瓦西给出了天体附近时空结构的特征,同时还推断出一种特别天体的存在。对于特定质量的天体,如果它的半径小于根据质量计算出的“史瓦西半径”,那么这个天体附近时空的曲率将足够大,使得一切物质只要落入“史瓦西半

径”以内的范围,便难以逃脱,甚至包括光线传播的载体——光子。于是,在黑洞周围,存在一个叫作“视界”的范围。就像太阳落到地平线之下后,其发出的光芒就无法为人所见一样,在视界之内,包括光在内的任何信息都无法逃脱黑洞引力,外界观测者无法感知视界之内的信息。

有趣的是,史瓦西提出黑洞存在的可能,相关理论计算并不是在大学或研究所的办公室里,而是在烽火连天的战场上完成的。

1914年,刚满41岁的史瓦西已获得了丰硕的学术成果,成为有名的哥廷根大学教授,还获得了普鲁士科学院院士头衔。第一次世界大战爆发后,史瓦西成了军队一员,负责炮兵部队中的弹道计算工作。1915年,史瓦西在作战前线第一次读到了爱因斯坦广义相对论的相关内容,迅速理解了其中要义。在几个星期内完成了黑洞

理论的计算,并将有关成果写成论文发表。然而,战争摧毁了他的健康。1916年,罹患一种免疫性疾病的他不得不从战场返回,几个月后便去世了。

史瓦西完成了“黑洞是什么”的理论计算,而原子弹之父本海默则在1939年完成了黑洞“如何形成”的理论计算。现在,天文学家普遍认为,黑洞形成于大质量恒星在寿命末期的坍塌。上世纪五六十年代,天文学家将黑洞称为“引力完全坍塌星球”。1967年,物理学家惠勒正式提出“黑洞”这一简洁术语,来指代这种特殊星体。

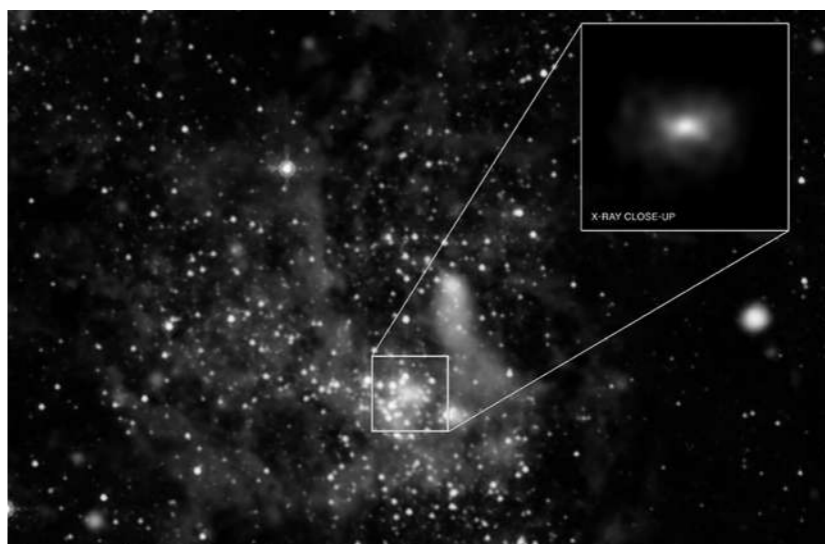
虽然黑洞在理论上存在的可能性得到了物理学家和天文学家肯定,但要证实黑洞存在,还要从实际观测中找到证据。上世纪七八十年代,天文学家陆续观测到一些短时间内释放出巨大能量的天文现象,推断这些现象的能量来源正是黑洞。

确凿证据来自天文学家格兹对银

河系中心天体的观测。建在夏威夷高山上的凯克天文望远镜,主镜口径达10米,能观测遥远宇宙中的微弱天体。即便如此,凯克望远镜最初的性能仍无法满足格兹所要开展工作的需求。于是,格兹提出了一种对凯克望远镜原始观测数据进行再处理技术,利用多幅观测影像的相干分析,将观测图像的分辨率再提高20倍。这样,格兹就能提取到银河系中心一些恒星的运动信息。通过

分析计算,格兹在1998年发现了20颗正以超高速围绕银河系中心旋转的恒星。格兹认为,银河系中心控制这些恒星的天体,质量高达太阳的260万倍。

望远镜并没有在那里发现质量如此巨大的发光物体,而唯一可能存在的天体就是黑洞。这个划时代发现,为一个世纪以来的黑洞理论找到了确凿证据,也让格兹成为2020年诺贝尔物理学奖的获奖人之一。



图为对银河系中心的红外及X射线综合观测,银河系中心黑洞即处于这片范围内。