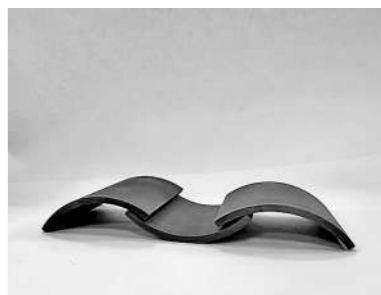


科技云

科技连着你我他

本期观察:钟翔起 谢安 计如林

新型陶瓷复合材料——耐耐高温可修复



近期,俄罗斯科学院西伯利亚分院强度物理与材料科学研究所科研人员开发出一种独特的陶瓷复合材料。该材料对自身产生的缺陷和损伤具有自我修复功能。

用该材料研制的陶瓷,可承受高达2700℃的高温,已超过金刚石能承受的最高温度。随着温度的升高,陶瓷表面会形成一层玻璃状涂层,可有效阻断氧气对部件内部的影响。涂层形成的这段时间内,陶瓷的损坏部位能自行修复。只需10分钟左右,陶瓷性能就会完全恢复。

据称,这种新型陶瓷复合材料将率先用于7倍音速高速飞行器的热防护。随后,它会逐渐应用于涡轮机、航天器发动机和其他在高温条件下工作的机构装置。

金属合金 GRX-810——强度韧性更持久



近期,美国国家航空航天局(NASA)的一支研究团队开发出一种新型金属合金GRX-810。它具有更高的强度和韧性,可更持久地保持性能。

这种新型合金GRX-810是一种氧化物弥散强化合金,承受温度超过1093℃。与现有最先进的合金相比,GRX-810合金的抗压裂强度更高,在压缩前拉伸、弯曲的灵活性更强,耐久性更是超过现有最先进合金1000倍以上。

研究团队在探索制造过程中,利用计算模型确定合金成分,然后用3D打印技术将纳米级氧化物均匀地分散在整个合金中,从而使其耐高温性能和耐用性有了较大提升。

这种合金可用于制造飞机和火箭发动机等需要在高温环境中使用的航空航天零部件。研究人员称,在未来的航空航天领域,它将发挥关键作用。

热视觉隐身材料——战场伪装隐身衣



前不久,以色列研制出一种名为“Ki300”的热视觉隐身材料。这种材料由金属、聚合物和超细纤维等热视觉伪装材料组成,重量约1.1磅。士兵穿上这种材料制成的隐身衣后,就像一块普通的大岩石,几乎无法用肉眼和热成像设备侦测到。即使从远处用望远镜观测也难辨真假,从而可躲过敌人的侦察。

这一热视觉隐身材料还可根据不同的作战环境(如戈壁、丛林等)需求,来定制不同颜色和图案,在可见光条件下使士兵实现战场伪装。这种材料还具备较高的强度和柔韧性,可被弯曲成U形作为临时担架使用,为及时抢救伤员争取宝贵时间。

只要捕捉到它的身影,地面搜救人员就如同吃了一颗定心丸。

降落伞是利用空气阻力实现气动减速的装置,在载人航天返回、类地天体探测中发挥着举足轻重的作用。

今天,就让我们对降落伞系统一探究竟。



载人飞船降落伞——守护航天员回家“最后一公里”

张照星 顾莹

让我们再次把视线拉回4月16日那天,回顾神舟十三号飞船的返回过程。

神舟十三号飞船在轨飞行5圈后,首次在快速返回模式下返回地球。与神舟十二号飞船返回相比,该模式将返回时间由一天多缩短到几小时,大大改善了航天员的舒适性,提高了任务完成效率。

经历了热障和黑障,载人飞船回收着陆的最后一样交给了神舟飞船降落伞系统。

距离地面10公里高度时,飞船速度由第一宇宙速度降到大约200米/秒,多级开伞程序启动。

首先,返回舱上的静压高度控制器通过测量大气压力,判定开伞高度,伞舱盖自动弹出,引导伞和减速伞依次拉出。减速伞将返回舱速度减至约180米/秒。随后,飞船返回舱速度和高度进一步降低,主降落伞从伞舱弹出,经历两级充气减速,速度降至约40米/秒。此时,1200平方米的主伞完全展开,防热大底被抛掉。下降过程中,返回舱减速至约7~8米/秒,保证航天员在低速状态下平稳降落。

经过层层开伞减速,为避免着陆缓

冲段返回舱与地面“硬碰硬”,在距地面高度约1米时,返回舱精确控制4台着陆反推发动机,通过反推“刹车”的方式,将速度降至约2米/秒,实现精准软着陆,以减轻航天员所受冲击。

落地并非万事大吉,主伞可能会被风吹起,拖曳返回舱在地面滑跑,顺风情况下可滚动七八千米。为此,在落地瞬间,主伞上的切割器将剪断伞绳,让主伞脱落,确保返回舱不会被拖走。

事实上,为确保航天员的安全,自神舟九号起,飞船回收着陆系统就在程序脱伞模式基础上,增加了航天员手动脱伞模式,有效避免了着陆场环境对航天员的威胁。

地外行星降落伞——护航祝融号落火的使者

有人提出疑问,返回地球任务所用的飞船降落伞系统是否适用于各种航天任务?让我们以天问一号火星探测任务为例,探讨一下这个问题。

天问一号着陆的红色星球——火星,素有“探测器坟场”之称。全世界累计40余次火星探测任务中,能成功穿越火星大气层,平稳着陆的仅有9次。中国之所以能成为世界上第二个成功实现火星软着陆并开展火星探测的国

家,火星降落伞功不可没。

2021年5月15日,在经历296天太空之旅后,中国首个火星探测器天问一号携带着祝融号火星车稳稳落在首选落点——火星北半球的乌托邦平原。

经历5分钟左右的气动减速,探测器速度降至约2马赫。此时,火星降落伞“登场”,它的任务是把天问一号从2马赫的超声速减速至95米/秒。

火星大气层稀薄,在10千米高度、大气密度仅为地球大气密度的1/100。因此,在着陆阶段,为天问一号保驾护航的降落伞,与地球返回任务所用的降落伞相比,在开伞条件、工作状态和结构设计上均大不相同。

由于火星大气层密度低,探测器在气动减速之后,速度仍比声速快,动压却只有500帕左右。在超声速条件下开伞,降落伞伞衣前将出现弓形激波流场。尽管这道激波不足以使降落伞流场环境复杂,但伞前面还有一个探测器。探测器不仅自身会产生一道激波,还会在其后方形成一道又细又长的尾流。可以想象,当探测器尾流和伞前的激波“狭路相逢”,降落伞周围将形成高度复杂的非定常流场,导致伞衣剧烈抖动,像水母一样“呼吸”起来,产生一系列严重的“喘振”现象。

大气层密度低会带来这样的挑战:获得同等气动阻力需要更大伞衣面积,系统重量和体积相应增加。同时,会使降落伞的稳定性降低、摆动角变大。而低动压意味着低气动阻力,进一步增大了伞从“呼吸”和摆动状态恢复稳定的难度。如此状态下,开伞可谓“步步惊心”。

因此,在火星降落伞的结构设计上,要适应低密度低动压条件下稳定性干扰显著的问题,就要提高降落伞强度、局部结构抗抖动等复杂力学环境的能力,并注重提高降落伞抗损伤扩展的能力。

天问一号使用的降落伞是锯齿形盘缝带伞,在平面圆形伞的盘周围增加一个环形的带,二者中间开缝。同时,在底部部分增加三角条幅,才能满足低密度低动压条件下的系统稳定性,增强局部结构承载能力。

在局部加强材料方面,为应对火星环境,天问一号降落伞采用新的芳纶材料。另外,为了提高连接强度,伞绳也内藏乾坤,采用新的插接工艺,直接把材料本体插接在一起,避免缝线带来的强度损失。

降落伞的未来之路——大型群伞技术未来可期

为了更好地减速,研制更大的单伞并非首选。

2020年5月8日,3朵红白相间的巨大伞花挂着一个锥形钝头舱体在东风着陆场上空徐徐降落。这是新一代载人飞船试验船返回舱。新一代载人飞船重量是神舟飞船的两倍,最多可承载7名航天员返回地球。这就需要适应新任务的降落伞减速系统。

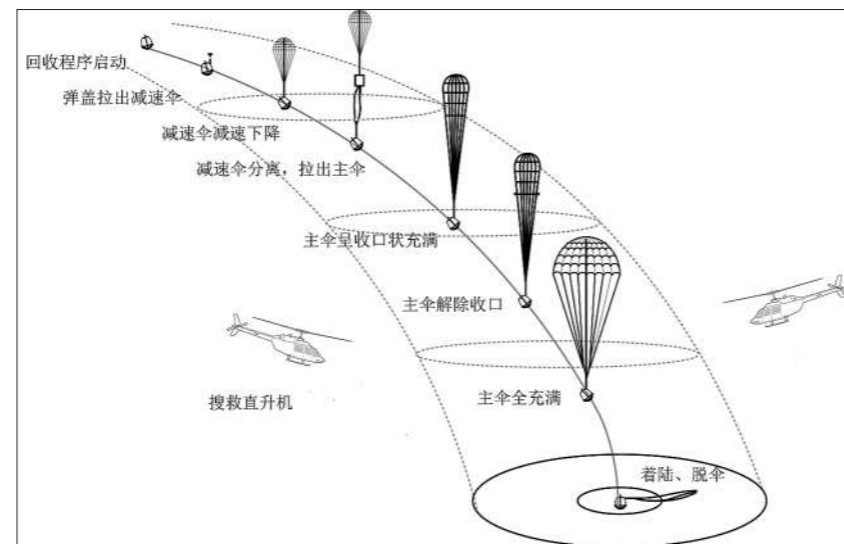
新一代载人飞船试验船回收采用了大型群伞技术。群伞由3具大小与神舟飞船降落伞面积相当的单伞组成,可保证新一代载人飞船这个“大家伙”在回家“最后一公里”有效安全减速。

除了群伞技术,针对不同任务需求,还有更多研究要点需要注意。比如,降落伞在地球的模拟研究。不同行星,大气环境也不同,传统的地球低高度空投试验不能有效验证行星降落伞系统是否合格。要想知道不同行星环境下降落伞是否可按预期可靠工作,需合理选择关键参数,模拟行星大气开伞的实际条件,通过多次地面验证,才能准确回答这一问题。

在未来一段时间内,降落伞仍旧是航天器着陆的首选减速设备。根据规划,2022年中国载人航天工程将完成6次发射任务,包括天舟四号和天舟五号货运飞船、神舟十四号和神舟十五号载人飞船,以及问天实验舱和梦天实验舱的发射。届时,中国空间站将全面建成,中国载人航天工程可谓“好戏连台”。

让我们共同期待红白相间的飞船降落伞再次在东风着陆场高空绽放,护送航天员安全归航。

上图:新一代载人飞船群伞降落测试。资料图片 左图:神舟飞船降落伞回收搜救示意图。张国斌作



降落伞系统：航天器着陆的『平安之花』

国防科技大学空天科学学院讲师张梦樱为您讲述

随着人工智能技术的发展,一种新型电子战武器——智能空射诱饵应运而生。凭借其成本低、功能多、能力强等优势,在电子战中可起到“四两拨千斤”的作用。

渗透侦察,诱敌暴露。在空战正面对抗前,智能空射诱饵一般被载机投放到防区边缘,可渗透进敌防空区巡航,模拟己方飞机信号特征,直接刺激和诱骗敌防空火力和雷达系统开机暴露,从而获取敌防空武器系统的位置、雷达工作频率等电子情报,侦察和搜集实施打击所需的关键信息。通过战场网络,它将获取的雷达信号和相关通信情报,转发给接收设备或后方预警平台,为后续作战创造有利条件。随着技术发展,智能空射诱饵还可携带光电摄像装备,侦察范围由频谱侦察拓展至光电侦察,对敌后方兵力部署、工事构筑、交通运输情况进行快速侦察,并实时回传高清图像,以辅助指挥员决策,为纵深打击作充分准备。

迷惑对手,协助突防。作战飞机突进敌防空火力圈后,随时会面临敌地空导弹和空空导弹的袭击。智能空射诱饵设计的初衷是发挥“自我牺牲”精神,通过“李代桃僵”的方式,以保护真实战机。它们通过模仿更大平台或武器的虚假目标辐射外观,从而迷惑和欺骗敌雷达,将拦截火力从真实战机身上引开。战时在判定有来袭导弹攻击后,飞机会适时投放智能空射诱饵,对敌防空力量进行诱骗干扰,使来袭导弹错失目标,从而保护真实战机。在机群突防前大量投放智能空射诱饵,可分批次、有针对性地诱骗、消耗敌防空力量,掩护战斗机突防。

压制干扰,实施打击。随着数字射频存储技术的发展,智能空射诱饵的欺骗干扰从常规干扰模式拓展到密集假目标干扰模式。它们可在雷达扫描周期内形成大批量密集假目标,使敌雷达系统陷入数据处理饱和和窘境,达到雷达致盲效果,进而为已方编队开辟空中走廊。同时,智能空射诱饵可与作战飞机和反辐射武器密切配合,完成目标确认、锁定、攻击等任务。随着技术发展,智能空射诱饵自身也将具备攻击能力,可对敌防空雷达、重要通信节点进行自毁式定点反辐射打击和集群反辐射攻击。

集群组网,自主协调。随着人工智能、信息融合等领域的迅猛发展,智能空射诱饵正在研究通过数据链进行组网协同,以实现网络化编队使用,达成集群作战效果。比如可根据任务需要,形成复合编队,分批次投放几组智能空射诱饵,分别承担侦察探测、诱骗干扰、信息处理、火力打击等任务,以减少有人飞机进入敌防空武器火力打击圈。

AI与军事



胡三银绘

智能空射诱饵

张媛 顾冉冉 王孝文