

随着2022年到来,按计划神舟十三号航天员乘组在中国空间站为期半年的太空生活已经过半。继圆满完成出舱活动全部既定任务、成功开展中国空间站首次太空授课活动之后,3名航天员将在中国空间站度过第一个春节。

航天员在进入太空前,必须熟练掌握飞船发射、在轨飞行、空间站任务、出舱活动、飞船返回等各类复杂技能,避免任何人为失误。因此,地面的模拟训练体系对于航天员成长不可或缺。

# 模拟训练：人类迈向太空的序曲

李冠哲 吴玲达 郝红星



苏联的联盟号飞船也有自己专属的固定基任务模拟器,航天员在其中能模拟飞船发射、在轨运行、回收等过程的控制,并模拟飞船对接和降落定位等操作。随着航天任务日益丰富,他们在后期研制出交会对接专项训练模拟器、出舱活动程序训练模拟器和国际空间站乘员训练模拟器等,技术方面以物理环境和舱载设备模拟为主。

## 当前航天飞行模拟训练方法呈现多样化

模拟训练通常根据航天任务来实施。空间站是当前载人航天飞行的主要形式,是从事太空探索的主要场地。因此,对应的训练方法也更加多样化。

微重力模拟。空间微重力是航天飞行环境中最具特征、也是最有别于地球环境的因素。因此,微重力下的模拟训练是各国航天飞行训练中最重要项目之一。

建造中性浮力水池是通用办法。航天员穿戴好配重航天服,利用水的浮力和地球引力方向相反的特性,来平衡自身重力,模拟太空中的真实活动。

美国宇航局最新一代垂直悬吊模拟技术,打破了传统垂直悬吊系统水平自由度受限的瓶颈,训练者可在空间X、Y、Z这3个轴位方向进行移动和转动,实现6自由度随动控制垂直悬吊模拟微重力。我国也有自主研发的悬吊移动装置,主要用于模拟航天员在太空舱内水平移动的训练。

此外,美国、俄罗斯和欧洲均常规应用失重飞机开展模拟失重训练。失重飞机是利用性能可靠的飞机进行重复的抛物线飞行,每个抛物线可产生22~28秒的失重时间,每次飞行可飞15~30个抛物线。受训航天员利用这宝贵的20多秒时间,进行漂浮训练、空间定向训练以及穿航天服、进食饮水、设备仪器操作等航天飞行中的日常操作。

飞行程序和任务模拟。全任务飞行训练模拟器是在地面建立的全

尺寸全功能飞行器的复制品,既用于航天员早期熟悉飞船环境、设备布局和基本操作,又用于飞船从发射到返回的全流程任务训练、故障处理能力训练、飞船手动飞行操作训练、应急救生模拟训练等。针对不同的航天计划,需研发相应的全任务飞行模拟器。

专项训练模拟器是针对航天飞行中某些专门操作或任务研发的。如交会对接训练模拟器、出舱活动程序训练模拟器、机械臂操作训练台等。

环境模拟。除了空间微重力外,特殊的航天环境因素还包括发射及返回时经历的超重和冲击环境。

载人飞船在发射过程中超重过载可达5~8G,在返回过程中最大过载为4~5G。地面模拟超重训练,主要是采用载人离心机,通过训练能显著提升航天员的超重耐力。

冲击环境,主要是发射阶段火箭点火、燃烧、分离等过程产生的爆炸冲击环境,以及返回着陆阶段的开伞冲击和着陆冲击。目前,应用垂直跌落式水刹车冲击塔对该环境进行模拟较为普遍。

虚拟现实和增强现实模拟。虚拟现实技术是近年来应用于航天飞行训练的新技术,在交会对接、空间站舱内导航等训练中得到普遍运用。尤其是空间站舱内导航训练,由于重力缺失,航天员会出现倒置错觉、视觉定向错觉、导航困难等空间定向障碍问题。实物模拟器难以在失重条件下不同身姿在空间站站内漫游时的视觉反馈。虚拟现实技术模拟失重环境下的空间站舱内导航训练,能帮助航天员在脑海中建立空间认知地图,培养其关于空间站的三维记忆能力和三维视角变换能力。

载人飞行任务要求航天员必须具有自主决策和处理问题能力。增强现实技术可将计算机生成的虚拟信息融合到真实视觉信息中,形成一个虚拟信息和真实环境融合的场景,从而给航天员提供丰富的信息支持。目前,欧洲航天局的可穿戴增强现实系统“WEAR”,已得到验证和应用。在成熟的增强现实系统支持下,航天员关于程序性的模拟训练将大大减少,更多精力可投入到专项技能的强化训练上。

## 着眼未来展开深空模拟训练

载人航天的发展趋势,是到达更远的星球,进入更深的太空。月球是人类进入深空的第一“跳板”。美国曾于20世纪完成载人登月计划,但由于美苏太空竞赛导致耗资巨大等因素,该计划未得以延续。

近年来,随着航天技术的飞速发展,人类有了进一步探测月球的能力。在月球建立永久基地,继而为飞向火星提供服务,成为各国探索太空的又一目标。目前,美国已提出明确的载人登陆火星计划,俄罗斯也在加紧准备。

为保障深空探测任务安全进行,任务前,航天员乘组须在深空模拟训练平台上,进行大量能高度还原真实任务场景的训练。

深空模拟训练平台主要分为地基和天基两类。

地基模拟训练平台。这一平台的构建相对容易,在紧急情况下航天员可快速安全撤离。美、俄两国的地基模拟训练平台,主要包括位于航天中心内部的密闭舱和暴露在荒漠、极地、海底、火山等极端环境中的训练设施。

“月球-火星生命保障测试项目”是美国研发长期航天任务的测试平台,航天员乘组需在密闭舱内停留15至91天不等,并通过集成的闭环式系统,完成废物处理、水和空气再生等任务。

“人类探索研究模拟项目”是美国2014年在约翰逊航天中心启动的研究型模拟训练,4名航天员在模拟密闭太空舱中居住45天,任务聚焦医疗和行为对抗措施,提高人员绩效,并基于研究成果,改进执行深空探测任务的航天器生活舱。

美国还在夏威夷火山、犹他州荒漠等地建立了全套模拟火星居住和工作的设施,展开地质、地球物理、生物、气候学和技术性的表面勘探活动模拟训练,并研究隔离对航天员乘组生理和心理的影响。

除了地面设施,美国在海底也建有模拟设施,用于模拟航天器上的生活并练习舱外活动技术。海底模拟的优势在于,通过水下配重来等效模拟微重力状态。

俄罗斯2010年在全封闭模拟设施中,进行了名为“火星-500”的火星任务实验型模拟训练。模拟设施包括居住舱、储存舱、医疗舱和火星着陆舱。模拟训练设计时间为520天,着重探索人类登陆火星可能遇到的一切情况,以及在长期密闭环境下航天员乘组的健康状态和工作能力变化。整个过程包括从飞船发射、飞向火星、登陆火星到返回地球的全步骤。6名男性志愿者在训练期间,共完成百余项实验。这也是迄今为止最真实、最精确的火星任务地基模拟训练。

天基模拟训练平台。从早期的飞船绕地飞行,到现在的空间站长期驻留,都可看作深空飞行的天基模拟训练。近年来,美、俄两国开始针对深空飞行设计进行专门研究。

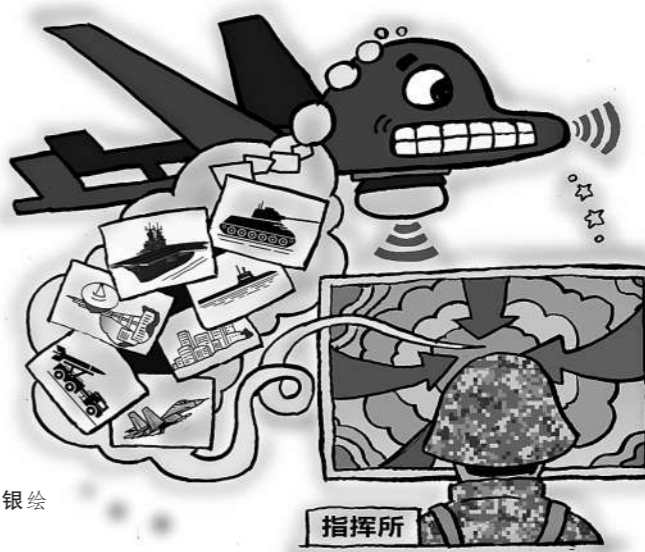
2015年,美国开展了人类首次同卵双胞胎天地对照生物学实验。两位双胞胎受试者分别在空间站和地面完成了为期340天的实验,验证长期微重力对于人体的影响,为深空飞行任务的医学基础研究和防护应用需求提供了一手数据。

载人深空模拟训练,是人类进驻近地轨道以远太空探索的序曲,目前所有模拟训练都不能复制真实长期深空任务中发挥作用的所有因素。为了实施更加逼真的模拟深空任务训练,科研人员还在不断改进和探索。

上图为国外航天员在进行水下中性浮力模拟训练。

# “智鹰”飞临战场

张媛 刘雷宽



胡三银绘

## AI与军事

AI技术不断为无人机赋能,使其成为战场上的“智鹰”,在智能态势感知、智能决策、飞行控制、体系协同等方面担当重任。

准确态势感知。作为AI技术的一个分支,机器视觉技术通过对光电传感器信息自动分类处理,可在模糊环境下实现探测、跟踪、瞄准与目视导航。安装机器视觉系统的无人机,拥有图像捕捉、图像处理、基于深度学习的目标检测等功能,可用于战场侦察监视拍摄、目标检测、图像实时处理等。如果再加装热成像摄像头,无人机就能发现隐蔽起来准备突袭的狙击手等有生力量,并及时给部队发出预警信号。完成目标打击后,无人机还能第一时间勘察战场,将目标打击情况回传给指挥所,及时评估打击效果,为下一步决策提供依据。

高效智能决策。强对抗条件下,战机转瞬即逝,AI赋予无人机智能决策能力,可在复杂情况下迅速找出“最优解”,从而自主执行任务。随着人工智能、机器学习、数据挖掘、模式识别、边缘计算等智能化技术在决策支持系统上应用越来越深入,无人机组决策系统智能化程度也越来越高。无人机可在体系支撑下,根据预设的数据库,对态势进行多线运算,将当前态势与预设数据库尽可能

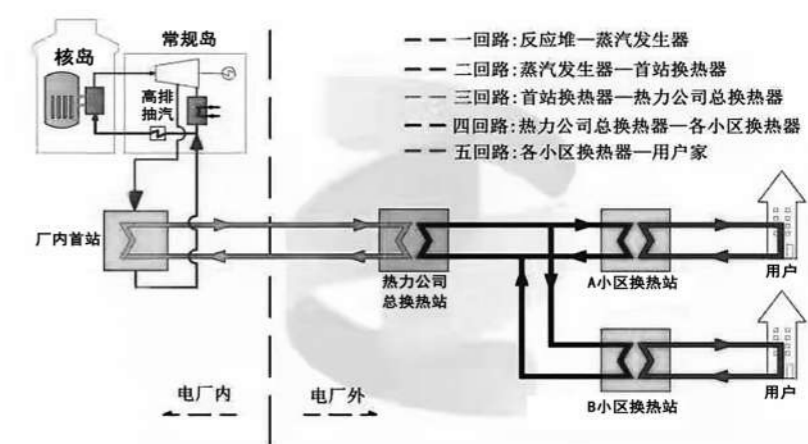
拟合。针对一些特定目标,察打一体无人机能在作战区域长时间巡弋侦察,一旦发现目标可立即识别和锁定,同时对数据库进行目标分析确认,智能规划飞行路径,一气呵成完成“点杀”。在战场巡察中,无人机可自动评估战场环境或监测装备,判断异常并报警。

自主飞行控制。智能化的飞行环境感知技术、飞行路径规划技术和飞行控制技术,可帮助无人机实现自主飞行、自主导航、自主控制。如基于视觉的避障功能,就是以双目视觉获取环境信息,再结合AI算法,帮助无人机在无人控制的情况下,自主检测周围环境、自动避障并选择最佳路径。

智能协同对抗。无人机作战常常发挥数量上的优势,进行“团结协作”。作战云技术、先进数据链系统、一体化通信技术等,可使无人机拥有集群作战的智慧。在体系作战中,无人机集群通过组网相互功能互补、视角互补、频谱互补,同时将信息回传给体系,与全网武器和作战人员实时共享态势,进而协同打击、协同攻防。每架无人机都是作战网络中的一个节点,它们之间充分交互和反馈、激励和响应,达成能力涌现,形成集群优势。尤其在“蜂群”模式下,成百上千的小型无人机几乎无法通过人力去逐一控制,只能依靠智能化算法和智能集群协同作战技术才能实现。

# 核能供暖,“零碳”节能

马逸东 董彦均



## 新看点

当前,寻求低碳供暖的呼声愈发强烈。继山东海阳建成国内首个核能商业供暖项目后,核能供暖逐渐走进公众视野,在清洁供暖“赛道”上快步迈进。

核能供暖,是指从核动力装置的二次回路中提取蒸汽作为热源,通过换热站进行多道隔离、多级换热,最终经市政供暖管网,将热量传递至用户。核电站与用户之间,只有热量传递,没有水等其他介质交换,以保障末端取暖安全。

历时3年技术攻关,海阳核能供暖项目按照设计规划,落地实施,完善改进的流程稳步推进。去年入冬,海阳市正式告别延续多年的燃煤取暖历史,开启全域核能供暖新模式,成为全国首个“零碳”供暖城市。

核能供暖与常规的化石燃料供暖相比优势明显:不产生粉尘,降低了雾霾天气发生概率;不会产生二氧化碳等气体,不再加重温室效应。据报道,海阳核电站1号机组取代了12台燃煤锅炉后,每个供暖季可节约燃煤10万吨,减排二氧化碳18万吨、二氧化硫1188吨、氮氧化物1123吨、热量130万吉焦,当地供暖季

的大气环境和海洋生态环境得到显著改善。

在保障海阳整个城区“零碳”供暖的同时,两台核电机组每天还能发电5800万千瓦时,可满足相关地区的生活用电需求。此外,核燃料能量密度远高于常规化石燃料,体积小更便于运输存储。

与其他供暖模式相比,核能供暖备受关注的还是其安全性。理论上,任何工业系统都有发生事故的可能,而核能生产领域发生事故的可能性比其他能源小得多。有人认为,产生放射性物质是核能独有的缺陷,而实际上核能含有微量的放射性核素,且煤电产生的放射性物质对环境的影响要比核电工业高很多。据统计,核电站释放的有害放射性气体所产生的人均辐射剂量,要低于乘坐飞行器或者看电视所产生的人均辐射剂量。

时值寒冬,如何在北方地区实现保护生态环境和保障居民取暖的共赢,是当前亟待解决的重大课题。核能供暖为清洁能源提供了一个拥有良好应用前景的技术手段,必将发挥更大作用,更好地惠及千家万户。

上图为核能供暖示意图。

## 科技大讲堂

### 模拟器在早期航天飞行模拟训练中占主导地位

早期载人航天飞行停留太空时间短,任务以天地往返为主。因此,模拟训练注重航天员对飞行器的熟练操作以及对指令程序的熟悉程度。

20世纪60年代初,苏联研制的航天飞行训练模拟器,位于加加林航天员训练中心东方号飞船的复制模型内。它能模拟操作系统、显示系统、信号传输等实际情况。人类首位进入太空的航天员加加林,曾使用该模拟器训练。

辞旧迎新之际,国外有关媒体梳理出2022年值得关注的七大科学事件。

1. 疫情或仍将持续。今年,研究人员和公共卫生机构将继续监测新冠病毒新变异毒株的情况,以及病毒对康复者可能带来的长期影响。很多国家已为本国民众注射疫苗,出于对新变异毒株奥密克戎的担忧,疫苗推广行动将持续进行。

2. 疫苗将升级换代。疫苗研发人员已将目光投向下一代疫苗,期望预防快速变异的冠状病毒。可能会有科学家研发出针对特定变体的信使RNA(mRNA)新冠疫苗。此外,艾滋病、疟疾和莱姆病的疫苗研发也有望取得进展。

3. 物理学或将迎来丰收年。大型强子对撞机将于今年6月重启。此外,位于美国的激光干涉引力波天文台、位于欧洲的“室女座”引力波探测器、位

# 2022,值得关注的七大科学事件

于日本的神冈引力波探测器也将开始新的观测活动。

4. 登月活动接踵而至。今年,将有多款来自政府航天机构以及私人航天公司研制的轨道飞行器和着陆器朝月球进发。美国国家航空航天局将于2月发射“阿尔忒弥斯一号”无人轨道飞行器。印度、俄罗斯、韩国等多个国家计划开启探月之旅。

5. 中国天宫空间站将建成。今年,

中国天宫空间站竣工,并安排了1000多项实验,涉及天文、地球观测以及微重力和宇宙辐射对细菌生长的影响等。此外,欧洲和俄罗斯联合开展的“火星生命探测计划”将实施,前往火星寻找过生命存在的迹象。

6. 继续应对全球气候变化。今年11月,来自世界各地的代表将齐聚埃及沙姆沙伊赫,参加第27届联合国气候变化大会。预计各国将作出与2015年《巴黎

协定》目标一致的气候承诺,将全球升温控制在远低于工业化前2℃的水平,研究人员也将继续监测温室气体排放情况。

7. 拯救生物多样性。联合国《生物多样性公约》第十五次缔约方大会第二阶段会议将于今年4月在中国昆明举行,以商讨和应对目前大约100万种动植物物种濒临灭绝、减缓生物多样性丧失的目标和措施。

(谢安、焦文浩整理)