

★ 军工T型台

6月27日,据国外航空网站报道,意大利最大的军工和高科技公司——莱昂纳多公司生产的AW609AC4飞机,顺利完成了在意大利“加富尔号”航空母舰上的起降。此篇报道特别提到,数字孪生技术为这次航母的起降试验提供了技术支持。

通俗地说,数字孪生技术就像“复制—粘贴”

快捷键,可以近乎无差别地模拟真实战场环境,成为近年来世界各国军事领域备受关注的技术。美海军2024年发布的《海军科技战略》强调,“数字孪生”是加速先进技术快速转化为战斗力的关键。

那么,数字孪生技术源自何处?有哪些应用?未来又能走多远?请看本期解读。

数字孪生技术加速改写未来战争

■吴宪宇 许伟 李芮



美国海军核动力航母数字孪生体概念模型。

资料图片

追溯——

数字孪生技术的来龙去脉

如何让模拟的虚拟战场环境无限逼近真实?数字孪生技术给出了参考答案。

所谓数字孪生技术,是指综合利用传感器、物联网、虚拟现实、人工智能等技术,对真实世界中物理对象的特征、行为、运行过程及性能进行描述与建模的方法。

我们可以把它想象成一面镜子:真实物体是什么样子,在镜子里就会呈现出什么样子。和镜子成像的感觉类似,数字孪生技术通过集成实时数据、历史数据等多种来源数据,利用原理、机制和流程模型等工具,创建一个精确实时反映实体对象状态的数字模型,并为使用者提供实时的反馈与交互。

数字孪生技术最早可以追溯到20世纪70年代末,美国国家航空航天局(NASA)开始使用数字孪生技术对航天器进行建模和仿真,当时每个航天器都有一个被精确复制的“地球版本”,用于研究和模拟,供飞行机组人员使用。该项技术不仅可以精准测试航天器的设计情况,还能有效缩短研发周期、减少研发成本。

不过此时还没有“数字孪生”这个概念。直到2002年,美国密歇根州立大学教授迈克尔·格里弗斯在一次演讲中,提及了类似“数字孪生”的相关概念。

2004年,我国科研人员王飞跃发表名为《平行系统方法与复杂系统的管理和控制》文章,文中提出了平行系统的概念,这也和“数字孪生”的概念非常接近。

2009年,美国国防高级研究计划局(DARPA)首次明确提到了“数字孪生体”的概念框架及其工程实施路径。次年,美国国家航空航天局(NASA)在《建模、仿真、信息技术和处理》和《材料、结构、机械系统和制造》两份技术路线图开始正式使用“数字孪生”这一名称。

2013年,美国空军研究实验室(AFRL)在此基础上更进一步,启动了验证数字孪生概念可行性的相关项目。

2017年,数字孪生技术被高德纳科技咨询公司列为十大战略性科技趋势之一,同时西门子、波音、通用等企业均

启动相关项目,开发数字孪生模型,探索数字孪生技术的应用落地,推动数字孪生技术在制造业领域的蓬勃发展。

随后,数字孪生技术成为众多科技企业战略的技术重点,迎来了广泛部署与应用的黄金时期:在制造业,预测机械设备的损耗并据此制订维护计划;在医疗领域,模拟人体器官功能,促进医生精准诊断病情、推动个性化医疗发展;在交通运输行业,模拟交通系统的人车流动,为制定城市交通规划提供参考依据;在军事领域,助力装备研制、部署、维护,并辅助教学训练……

可以说,数字孪生技术不仅能够复刻真实的世界,还能与物理世界实体互动,向物理实体反馈信息,给人类生产生活带来深刻变化,助力未来科技加速发展。

催化——

军事创新的风向标与加速器

凭借对真实战场环境、武器装备及作战人员状态的精确模拟,数字孪生技术成为了推动军事领域数字化转型的关键技术之一。

当数字孪生技术应用于模拟训练时,可以实时记录并追踪每位参训者的训练状态与进展。此外,通过数据分析与反馈机制,该技术还能帮助参训者辅助识别自己的训练强项和待改进之处。

最常见的例子是数字孪生靶场系统。在具体运行中,该系统可以模拟各种复杂多变的作战场景测试,帮助参训者熟悉装备的各项性能与操作,提升应对复杂情况的能力,同时对装备的性能验证、优化设计、训练提升及风险评估提供有力的技术支持。这样的精准指导可有效提升训练效率,经过模拟环境的一次次磨砺后,参训者的技能与战斗力将得到快速提高。

在装备的管理与维护中,数字孪生技术也能发挥重要作用。借助该技术,可以实现对装备运行数据与维修保障信息的动态捕捉与实时记录。这有助于全面精准地监测战机、军舰、武器系统等的健康状态,进而促进装备持续优化,提高装备使用效率等。

此外,由于数字孪生技术可以无限复制地模拟成千上万次测试工作,会显著

地降低传统实机测试所需的高昂成本和时间消耗,避免实际装备测试中可能带来的损耗和风险。

数字孪生技术还可以用于在战场环境中的辅助决策。

一方面,借助数字孪生技术建立数字战场模型,指挥员通过实时更新和动态反馈的数据,能够及时了解战场动态;另一方面,通过深度挖掘与利用海量数据,构建出高度仿真的战场环境与作战行动模拟数字系统,打造的全方位、多维度战场态势感知图景,能够协助指挥员在复杂多变的战场环境中提前洞察战场走向,针对潜在威胁与机遇做出迅速响应,制订出更加高效、灵活的作战计划。

当然,如今数字孪生技术的发展也面临不少挑战。

一方面,由于尚未形成体系化的统一标准,不同数字孪生模型采用不同的标准和协议限制了集成应用,数字孪生模型的构建及数据标准不统一,导致模型的一致性难以保证。另一方面,数字孪生技术成熟度不足,在处理复杂的数据关系和不确定性的数据同化技术、实时反映物理实体状态的模型更新技术等方面仍需探索。此外,在数据的采集、传输、存储和使用过程中如何防范泄密,是数字孪生技术亟待解决的问题。

加速——

走向未来战场的必由之路

近年来,随着数字孪生技术的探索和研究初具规模,其在军事领域的实践应用越来越深入、越来越广泛,不少国家在这一领域纷纷发力。

2013年,美空军发布《全球地平线》科技规划,将发展数字孪生技术提升到战略地位。2018年美国国防部公布了《数字工程战略》,该战略要求在装备研发的全过程中全面融入基于数字孪生概念的数字工程技术,确保从设计、制造、应用直至维护的整个生命周期均实现数字化。此后,美军各军种及其相关机构加速了对数字孪生技术的引入进程,致力于构建以“数字孪生+”为核心的应用体系,借此推动军事能力的全面提升。

美国国防高级研究计划局(DARPA)在数字孪生领域进行广泛布局和深

入探索,开展了多个重要项目。其中,X-DATA项目构建了“通用数据网络基础设施”,为数字孪生技术基础设施的实现提供了重要支持;“在水下自主作战中定义和利用数字孪生”(DELTA)项目,把数字孪生技术应用于无人潜航器,目前该项目已完成第二阶段海试,第三阶段预计将实现军事应用。

美海军也探索通过利用数字孪生技术来强化优势。据悉,美海军供应商纽波特纽斯造船厂提出了其产品提供“全生命周期数字孪生体”数字化服务。此外,美海军信息战司令部(NAVWAR)为“林肯”号航母构建的数字孪生模型“数字林肯”,也于2020年安装。

与此同时,在数字孪生技术应用拓展中,美军除了构建精细的数字孪生装备模型外,还包括致力于打造一个全面的数字孪生战场环境——使用者通过卫星、雷达、战术通信设备等关键要素建立数字孪生模型,进而形成基于高度集成数字孪生网络的电子战体系;使用者基于数字孪生战场的大数据推演平台,深度融合人工智能和大数据技术实时分析战场数据,模拟不同作战场景下的战术效果,为指挥人员提供决策支持,提升部队在复杂战场环境下的应对能力和作战效能。比如,美军就为F-35战机专门开发了一个数字孪生靶场系统,用于对F-35战机进行作战试验与鉴定。在此基础上,他们计划2035年前在所有靶场实现数字孪生化建设。

目前,越来越多的国家正加入到探索应用数字孪生技术的阵营中来——法国达索飞机制造公司建立了基于数字孪生技术的3DEXperience平台,用于“阵风”系列战斗机及土耳其TF-X第五代战斗机的研制;德国西门子开发了Simcenter平台支持数字孪生技术相关业务;日本发动机公司J-ENG联手日本船级社,开展状态监测和数字孪生体研究;俄罗斯2021年发布了世界上首个产品数字孪生标准《航空发动机及地面燃气轮机数字孪生通用标准》,该国土星公司、克里莫夫公司、礼炮公司积极探索数字孪生体的开发及应用。

可以推断,未来随着与大数据、云计算、人工智能等前沿技术进一步融合,数字孪生技术必将实现更加高效的采集、传输、处理和分析数据,朝着更加智能化、可视化和集成化的方向加速发展,满足更多军事领域的创新和实际应用需求,成为走向未来战场的必由之路。



★ 基层创新

“传统的探测方式不尽合理,体能消耗较大,导致探测效率下降。”近日,北部战区海军某大队远赴戈壁开展实战化野外训练,一次讲评会上,下士王超康的发言引得战友们议论纷纷。

驻训后不久,该大队组织了某便携式探测设备的实操训练。使用该装备过程中,参训官兵需要全身穿戴防护装备,全程弯腰测量。几次训练后,王超康脑海里突然冒出了一个点子。

“既然操作如此不便,为什么不加以改进?给检测设备加装一个‘胳膊’,必然能大大提高装备的使用效率……”王超康找到分队刘队长,将自己的想法一股脑倒出。

刘队长鼓励了王超康灵活思考的努力。“当前,很多新同志都是带专业入伍,学习能力、认知水平相对较高。”在他看来,最近几年越来越多像王超康这样的高校大学生步入军营。这些新兵个性鲜明,新想法和传统组训方式常常发生“碰撞”,在军营里掀起了阵阵波澜。

那天,刘队长在驻训场专门准备了一顶帐篷,作为大家钻研设备创新之用。

王超康和同样有着电气焊专业背景的下士李振时,率先走进了这顶帐篷。

嗡嗡作响的房内,王超康手持表笔,时而探测信号来源,时而记录电压频率参数。李振时手持护具,帮助王超康焊接新型设备需要的辅助器材。接连几天,他们反复衡量材料重量、倾斜角度、把手位置,多次讨论验证设计方案。

半个月后,王超康带着新型设备亮相演练场。对比之下,改进后的探测方式省时、省力、灵敏性强,得到了官兵的一致认可。

多采纳“金点子”,才能攻克“硬骨头”。很快,王超康的发明创造被上报到大队党委,大队党委广泛征求各分队主官意见后决定,把这间创造出新型设备的房间正式作为创新工作室,并将大队具有专业特长的新同志与实操经验丰富的军士骨干纳入其中,鼓励官兵思维碰撞,擦出研战研训“火花”。

如今,在创新工作室的辐射带动下,各种新思路、新做法相继涌现:班长刘灿波从大数据技术中得到启发,提出效率更高的“读卡制”洗消模式;班长李小龙充分运用在兄弟单位培训的学习成果,结合大队驻训环境,总结出一套集约化组训教学新方案;为解

让创新的火花竞相迸发

北部战区海军某大队出实招激发官兵研训热情——

■丛欣康 本报记者 毕笑天

决洗消溶液在零下温度环境中消毒效果不强的问题,二级上士鞠孝涛带领官兵进行多次试验研究出新配比……

一件件小发明,一个个新成果,紧接着战斗力提升。

不久前,该大队官兵奔赴目标地域展开防化应急处置演练。“遭受火力袭击,疑为化学武器,立即前出侦察!”任务中,他们采用大量新型设备及方案,补齐了以往防化应急处置、纵深侦察等方面的短板,先后完成30余项单课目训练和10余次专业协同演练,部队应急处置能力得到有效检验和提升。

上图:结合任务实际,战士们正在创新工作室对创新成果进行完善。

丛欣康摄

航母上的“红绿灯”

■袁泽方 龚诗尹

在广阔的大海上,航母宛如一座移动的机场。如何指挥舰载机在航母上安全起降,是保证航母战斗力的关键所在。在舰载机起降过程中,光学助降系统发挥着极其重要的作用,被称为航母上的“红绿灯”。

通常来说,光学助降系统安装在航母左舷中部的稳定平台上,由一组精心设计的灯箱组成。在工作中,光学助降系统通过先进的菲涅尔透镜技术,发出特定角度和颜色的光束,为飞行员着舰提供精确引导。

不同于传统的红绿灯,光学助降系统能显示橙、黄、红、绿4种颜色的光束:绿色的基准定光如同道路的标线,为飞机保持水平提供参考;中央的橙色光束代表“通行”,当飞行员看到橙色光束位于绿色基准灯中央时,意味着飞行高度和下滑角度恰到好处,可以放心着舰;黄色光束意思是提示飞行员飞机高度偏高,需要及时调整;红色光束则是警示飞行员飞机高度过低,必须迅速提升。

航母上的“红绿灯”工作原理精妙严谨。在舰载机接近航母准备着舰时,飞行员需时刻关注这些光束的指示。光学助降系统的出现,极大地提高了着舰的安全性和准确性。



然而,光学助降系统并非没有缺陷。在阴雨、浓雾等恶劣天气条件下,飞行员可能无法看清指示灯光。为解决这个问题,科学家们还研发了激光助降和仪表着陆等其他系统,与光学助降系统配合使用,有效提高了舰载机在各种环境下着舰的成功率。

作为航母上的关键设备之一,光学助降系统是军工科技发展进步的一个集中缩影。未来随着各项配套技术的不断发展和完善,光学助降系统将持续为航母舰载机的起降提供更加精确、可靠的引导。

上图:“菲涅尔”透镜光学助降系统。

资料图片

★ 军工科普