

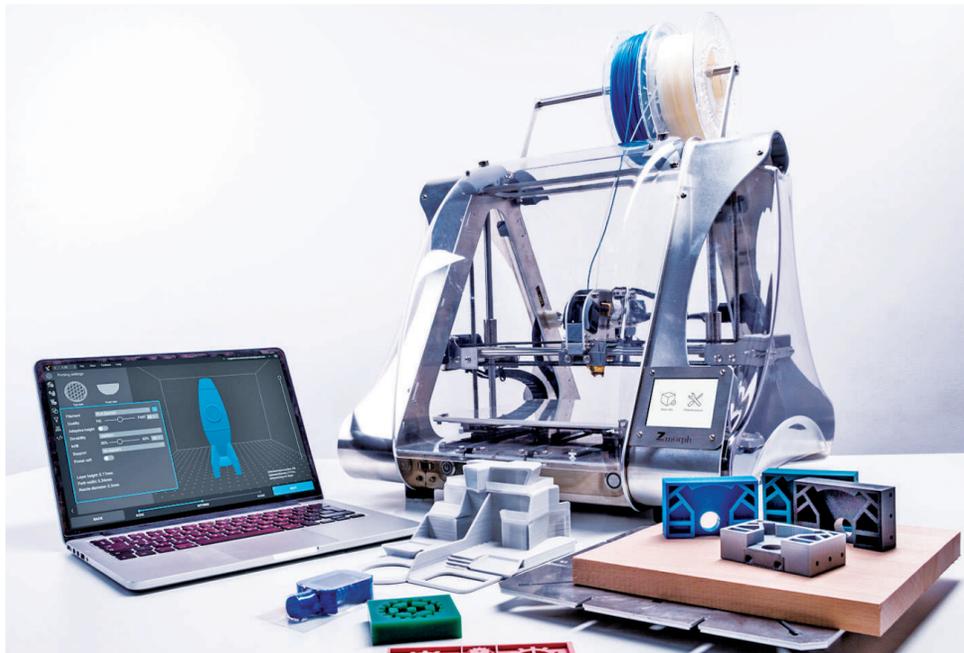
“火箭”也能打印了

——3D/4D 打印技术在军事领域的应用

■姚昌松 杨龙霄

据外媒报道,国外一家民营航空公司日前宣布推出第4代3D打印机。这种打印机“克服了传统的打印限制”,能够水平打印30多米长的大型零部件,且打印速度更快。目前该公司使用这种新型3D打印机生产运载火箭的大型零部件。

自20世纪80年代诞生以来,3D打印技术经过数十年发展,在国防与军工领域发挥着重要作用。3D打印技术方兴未艾,4D打印技术已经出现。这两种打印技术的发展,将改变传统武器装备制造与维修模式。



波兰制造商推出的一款3D打印机。

3D 打印走向成熟

3D打印是一种借助计算机辅助设计、将专用材料加工成型的技术。它以数字模型文件为基础,通过软件与数控技术,将金属材料、非金属材料或医用生物材料按照挤压、烧结、熔融、光固化、喷射等方式逐层堆积,制造出实体物品。从技术原理看,3D打印就是采用分层加工、叠加成形、逐层堆积等方式生成三维实体的技术。

3D打印产品精度更高、完整性更好。数年前,英国《经济人》杂志称3D打印技术“将推动新一轮工业革命的到来”。因其先进的“数字化复刻”能力,3D打印技术在制造业、医疗、航空航天等领域取得深入发展和应用,并成为国防与军工领域备受欢迎的技术“新贵”。波音公司曾利用3D打印技术制造出300多种不同的飞机零部件,包括将冷空气导入电子设备的复杂形状导管等。英国皇家空军多年前已在飞机上装配3D打印部件,包括飞行员的无

线电防护罩、起落架防护装置和进气口支架等。

3D打印技术降低了国防工业成本。相关数据表明,近年来全球军费开支总体呈上涨趋势,这在很大程度上与武器装备迭代导致的生产成本增加有关。随着各国在国防领域所需弹药、工具和机器零件数量增加,以及零件的复杂度与精密性不断提升,传统国防制造业愈加乏力。与此同时,3D打印技术的使用,大幅缩短从零件设计到实物制作所需的时间,既节约了研制费用,又加快了装备生产速度。

3D打印技术有效提升了军队战备水平,不仅包括武器装备的战备水平,还涵盖从军事设施到军事物流、卫勤保障、医疗保障等综合保障能力建设的所有方面。阿富汗战争期间,美国陆军曾向驻阿富汗部队提供移动式3D打印设备,用于打印维修备件,提高装备保障能力。近年来,美国海军水下作战中心及空军基地已经广泛利用3D打印技术进行老旧零件的更换,以及高价值部件的修复工作。

4D 打印正在发展

随着3D打印技术的发展,人们对打印耗材的研究亦不断深入。2007年美国国防高级研究计划局开展“可编程物质”项目研究,旨在开发一种可在软件控制或外界刺激条件下,转变成理想或有形智能材料,它能够在一定时间内,根据需要改变形态。这一创新性技术,就是4D打印技术的雏形。

相比3D打印,4D打印多出的一个“D”,是在3D打印基础上引入的时空维度。4D打印是通过材料或结构进行设计,使构件的形状、性能和功能实现可控式变化,满足变形、变性和变功能的应用需求。借助这种技术,可实现按需打印装备,并使装备能够根据指令改变形态。

2017年,美国国家航空航天局采用4D打印技术制造出一种“太空织物”。这种织物具备两种不同特性:光滑的块状金属表层可以反射阳光,内部结构则能有效吸收热量。织物中的复合材料在温度的影响下膨胀或收缩,使得金属表

层展开或关闭,从而使织物具备自适应温度调控能力。

2018年,美国陆军纳米技术研究所采用含有磁性微粒的弹性复合材料,打印出一种具备在复杂地形条件下或狭窄空间内灵活爬行、翻滚、跳跃、抓取物体的柔性机器人。美国陆军研究工程中心也积极开展4D打印技术研究,将毒气防护服、可随周围环境改变颜色的伪装设备,以及能实现自组成功能的武器等新型装备的研发制造寄希望于4D打印技术。

可以预见,3D/4D打印技术的发展,有望变革传统武器装备的制造使用流程以及后勤保障模式,使武器装备发挥更强的作战效能。未来,随着智能材料、智能设计等技术进一步成熟,3D/4D打印技术在军事领域的应用将更加广泛深入。基于3D打印技术能够快速打印出直接投入使用的高性能无人机或机器人,提高武器装备保障能力。基于4D打印技术有望设计出能够自动改变气动外形的机翼,增强武器装备使用性能。此外,还有一些高度自适应武器装备,或许都离我们不再遥远。

北京时间2月17日上午9时37分,日本新一代主力运载火箭H3火箭在日本鹿儿岛县的种子岛宇宙中心进行首次发射。在倒计时结束后,火箭并未按计划升空,发射以失败告终。事后,日本宇宙航空研究开发机构在一份声明中指出,发射失利的原因是“在火箭自动倒计时序列中,第一级飞行器系统检测到异常,没有发出固体火箭助推器点火信号”。由于火箭没有离开发射台,因此发射失败未对H3火箭本体造成严重影响。目前,发射团队已对故障原因展开详细调查,并计划于今年3月再次发射。

H3火箭是日本新一代主力运载火箭,由日本宇宙航空研究开发机构与日本三菱公司于2013年开始共同研制,目的是取代现役的H2A运载火箭和退役的H2B运载火箭。与H2A火箭相比,H3火箭重量更轻,性能更强,发射费用更低。按照规划,H3火箭的每次发射成本将降至50亿日元左右(约3700万美元),仅相当于H2A火箭发射成本的一半。另外,其测试发射周期仅为H2A火箭的一半,火箭发射团队人员减少至原来的1/3。

H3火箭也是日本运载能力最强的火箭。其全长63米,直径5.2米,固体助推器直径2.5米,能将重约8吨的卫星送至地球同步转移轨道,大大超过H2A火箭的4.5吨运载能力。不仅如此,H3火箭采用系列化构型,通过调整芯级发动机和固定助推器数量,实现运载能力的梯次配置,可以提供更灵活的发射服务。

H3火箭的首次发射原定于2020年进行,但在发射前夕,由于发动机内部出现裂纹,发射时间被推后。此后,其发射计划又多次推后。直到2022年底,日本首相岸田文雄在宇宙开发战略总部会议上宣布H3火箭首飞时间为2023年2月。然而,这次点火失败不得不让H3火箭的首飞再次推后。

虽然H3火箭的首次发射失利,但日本航天技术值得一提。2020年12月6日,由日本宇宙航空研究开发机构主持研发的“隼鸟2号”探测器回收舱顺利返回地球,并带回采集到的小行星

地下物质样本,这在全球尚属首例。H3火箭采用的LE-9发动机虽然屡屡出现问题,但其采用的“开式膨胀循环”技术旨在减少发动机的零部件数量,实现发动机的高可靠性与低成本相结合,这在航天发动机领域较为少见。

当前,日本航天发展面临的主要问题是发射次数少、火箭全发射周期经验不足。由于当地捕鱼工会的抗议,种子岛火箭发射场的发射作业受到严格限制,平均每年发射次数约4次,严重制约日本航天发展。加上日本与美国合作密切,在载人航天等方面依靠美国开展相关工作,独立自主能力进一步受限。因此,H3火箭发展速度较慢。不过,从日本的技术积累看,H3火箭正式服役只是时间问题。



发射前的日本H3运载火箭。

伏击

■张 磊



冬日的爱沙尼亚林间,一辆“挑战者”2型主战坦克从硝烟深处驶来,一名士兵正在用肩扛式反坦克导弹对其进行瞄准。

在反坦克导弹问世前,步兵打坦克非常困难也非常危险,只能在近距离发射火箭弹或抵近使用手雷、炸药包等。1955年,法国研制出世界上第一款反坦克导弹SS-10。随后,苏联在法国SS-10基础上推出AT-3反坦克导弹。第四次中东战争期间,埃及军队使用AT-3反坦克导弹击毁以色列大量坦克装甲车辆,令AT-3反坦克导弹一战成名,不仅出口量大增,还被许多国家仿制。

目前,反坦克导弹已经发展到第4代。第4代反坦克导弹具有联网作战能力,不仅可以与其他战场单元共享目标信息,还能在飞行途中更改目标数据,自主寻找目标并发起攻击。

照片中,这名士兵使用英国与瑞典联合研制的“下一代轻型反坦克导弹”(NLAW)。这是一款第3代反坦克导弹,重12.5千克,采用两种制导方式,具有较高的命中概率和较强的抗干扰能力。其有效射程为20米至600米,最大射程1000米,能够对目标发起直接攻击,或攻顶式打击。

便携式反坦克导弹作战方式看似轻松,实则充满危险。便携式反坦克导弹的有效射程在1000米以内,这一距离恰好处于坦克的火力打击范围内。照片中的这名士兵身处开阔地带,在周围没有任何掩护的情况下,向迎面而来的“挑战者”2型主战坦克发起攻击。有人戏称这不是作战,而是“作死”,其结果很可能是导弹尚未出膛,射手已被歼灭。其实,这只是一次演习而已。

图文兵戈

深海无人潜航器：

应对海底威胁的新选择

■成高帅 赵 云

随着“北溪”天然气管道爆炸事件调查的不断深入,有迹象表明,此次管道爆炸系人为蓄意破坏所致。这给欧洲各国带来较大震动,令其意识到海底威胁的存在,并危及其海底利益和国家安全。海底战,或海底战,成为沿海国家的关注热点。针对海底基础设施安全问题,欧洲多国将发展重点瞄准深海无人潜航器。

满足海底战需求

“北溪”天然气管道爆炸后数日,在巴黎举办的2022年欧洲国际海事防务展上,深海无人潜航器成为热门装备。其中,瑞典一家公司推出的eWROV无人潜航器受到较多关注。

eWROV无人潜航器外形尺寸为

2.8米×1.8米×1.9米,重约4000千克,采用电力驱动,有效载荷250千克,前进/后退速度为2.3米/秒,横向移动速度1.5米/秒,垂直移动速度1米/秒,最大潜深5500米。

eWROV无人潜航器可通过卫星链路进行远程控制,具备高精度定位功能,态势感知精度可达毫米级。加上其前端配有2支具有相似精度的机械臂,能托举起重量超过400千克的物体,自主完成精细化操作任务。这些特性满足海底作战的隐蔽、精准、可控要求。

2022年初,法国防务公司与军方联手推出一款“蝠鲼”水下无人潜航器。这款水下潜航器采用仿生学设计,能够以水平漂浮方式,在水面/水下前进;或以近乎垂直方式,快速上浮

或下潜。“蝠鲼”水下无人潜航器上安装侧扫声呐、多波束回声测深仪、水听器和高清摄像机,主要执行海底测绘、管道与海底结构勘察、环境监测与深海搜索等任务,最大作业深度6000米。其设有手动、自动、人工监控3种操作模式,续航时间4小时至12小时,航速最高6节,可探测水下沉船、管道等,主要用于反水雷行动、情报监视与侦察等。

加剧海底竞赛

除瑞、法两国发展深海无人潜航器外,其他国家在多方面加强海底战能力。意大利海军与本国电信公司合作,保护其位于地中海海底的互联网光缆,并做好随时行动准备。英国在现有无人潜航器基础上,探索新型水下无人作战能力,包括反介入/区域拒止能力、情报监视与侦察能力,以及其他水下设施保护能力等。德国关注其在北海与波罗的海的海底设施安全,考虑汇总民营企业、研究机构、执法部门和海军的相关数据,绘制海上作战态势图。

近年来,随着技术进步,海底战呈现出无人化、智能化和深海化趋势。“北溪”天然气管道爆炸事件凸显出海底的战略价值及脆弱性,相关备战显得尤为迫切。随着无人技术的发展,继网络、太空后,海底也将成为新的竞争领域。欧洲多国希望通过加快研发,列装深海无人潜航器,保护本国海底基础设施安全,维护自身战略利益。



法国“蝠鲼”水下无人潜航器。