

军工T型台

前段时间,在罗马附近的一个实验场,一台“钢铁猛兽”从泥泞中呼啸而过。这辆名为“山猫”的最新款步兵战车,正在接受意大利陆军的检验。

此前,意大利陆军在2025年国际装甲车辆会议上介绍了“陆军装甲作战系统”(A2CS)计划。该计划旨在通过采购16种型号共1050辆“山猫”步兵战车,取代即将退役的“达多”步兵战车,并计划在5年内组建一个全新的装甲旅。

为何意大利会在步兵战车上不惜重金?原因很简

单,步兵战车能通过其装甲防护能力抵御轻武器火力,显著提升步兵战场生存率,并对敌军实施致命火力打击。此外,步兵战车的机动性,也让复杂战场环境中的陆战力量如虎添翼。

“山猫”步兵战车最为亮眼的特征之一,便是其模块化、信息化设计。这也反映了当今步兵战车的发展趋势——模块化设计。从诞生至今,步兵战车经历了怎样的发展历程?模块化设计如何让传统步兵战车焕发生机?请看本期解读。

步兵战车模块化进阶之路

■李伦 曾诗博 蒋亦真



德国“山猫”步兵战车。

资料图片

诞生之初带有模块化基因

回首战场,步兵战车的历史可以追溯到第二次世界大战期间。为解决坦克速度远快于步兵行进速度、易被敌军孤立围歼的问题,步兵战车的前身——装甲运兵车应运而生。

装甲运兵车主要功能是运输和支援步兵,与坦克协同作战。同时,其高机动性能够帮助步兵快速抢占滩头阵地和内陆要地,组织高效反击,并为登陆部队提供火力掩护。以诺曼底登陆为例,抢滩登陆时,美军LVT系列运兵车和英军“袋鼠”装甲运兵车减少了士兵在海滩上暴露的时间,极大降低了人员伤亡率。

不过,当时的装甲运兵车仅仅被用来运输步兵,火力支援能力较弱,还称不上是严格意义上的步兵战车。

1964年,随着苏联给装甲运兵车配备了PKT机枪、低压缩膛炮等武器,世界上第一辆步兵战车BMP-1诞生。BMP-1的两栖能力使其能够快速穿越水域、沙漠等地形。借助搭载的73毫米低压缩炮和“马柳特卡”反坦克导弹,BMP-1在战场上大放异彩。

BMP-1的问世,让美国产生了危机感。他们开始加快改进、升级步兵战车。1981年,以AIFV步兵战车为基础改进的“布雷德利”步兵战车正式服役。

美苏分别围绕步兵战车不同功能展开改造的过程似乎表明,步兵战车自诞生之初,就带有模块化基因。

海湾战争前,美国陆军在“布雷德利”步兵战车炮塔和车体侧面加装了新型附加装甲,以提升其抵御穿甲弹和反坦克火箭弹的能力。同时,他们还在车体内部增加了凯夫拉内衬,用于抵挡穿透外部装甲的金属碎片,减少车内乘员的伤亡。此外,“布雷德利”步兵战车改进了火控系统,增设了新的弹道计算机和自动跟踪装置,并加装了安全激光测距仪和独立观瞄系统,从而具备了更加精确的打击能力。

在与伊拉克的战斗中,“布雷德利”步兵战车凭借其先进的热成像瞄准镜和火控系统,在夜间和沙尘暴的环境中精准识别并摧毁伊拉克坦克和装甲车,为美军以较低战损赢得战争立下汗马功劳。

21世纪初,随着技术发展,步兵战车的改造升级变得更加全面、立体。特别是各种信息化改造手段,让步兵战车更加适应现代战争的需求。例如,瑞典的CV90步兵战车配备了360°全向视频监控系统和数字化通信设备,能够

实时传输战场信息,增强车组成员的态势感知能力。阿富汗战争中, CV90凭借其先进的信息化系统和强韧的作战能力,成为北约部队不可或缺的装甲力量。

逐步走向全平台重构设计

发展至今,现代步兵战车在火力打击、防护防御、机动灵活等方面都达到了较高水平。然而,随着战争形态的快速演变和新兴技术的不断涌现,传统步兵战车在现代战场出现了种种“水土不服”的症状。模块化设计则让传统步兵战车重新焕发生机。

模块化设计就是通过标准化、可互换的功能模块,使步兵战车可以快速适应不同任务需求,简化维护升级过程并降低全生命周期成本。

动力系统。传统的内燃动力系统存在噪声大、热信号明显、续航能力不足等缺陷。如果采用模块化设计,将混合动力、纯电动或燃料电池系统集成起来,就可以有效解决上述问题。在长途奔袭时,步兵战车可以使用续航能力强的混合动力系统;在城市作战中,步兵战车则可以使用低噪音的电动系统。

德国“山猫”步兵战车就是一个很好的例子。该车的动力模块采用了标准化接口设计,可以在野战条件下由经过训练的维修人员在数小时内完成更换,大大提高了战车的战场适应性。“山猫”步兵战车输出功率为1140马力,续航里程达到500公里。相比之下,配备传统动力系统的日本89式步兵战车,无论是输出功率还是最大续航里程,都远不如“山猫”步兵战车。

武器平台。步兵战车在模块化集成火炮、导弹系统和非致命武器的同时,还能根据任务需求快速调整火力配置,从而大大增强了火力灵活性。例如,比利时科克里尔3000系列模块化炮塔,可以在同一底盘上更换不同口径的主炮和观瞄设备。这种灵活的设计,使其可以在不同的作战环境中发挥最佳性能。

不仅如此,武器平台模块化还显著提高了零部件的通用性,一定程度上减少了后勤保障所需的备件种类和数量。在战场上,步兵战车可以在不影响整体系统的情况下,快速更换受损模块,大大提高维修效率。

防护组件。提升步兵战车的防御能力,是发挥其战斗力的根本保证,而在当前提升这一能力,越来越依赖于防护组件的模块化。德国“美洲狮”步兵战车采用复合装甲技术,将陶瓷、金属、

复合材料混合使用,能够有效吸收和分散来袭弹药的动能,从而减少车体和乘员受到的伤害。在北约联合演习中,“美洲狮”步兵战车多次成功抵御30毫米穿甲弹的攻击。其出色的生存能力,使得“美洲狮”步兵战车受到多国陆军的青睐。

电子系统。电子技术更新迭代速度快。传统的电子系统一旦落后,往往需要进行大规模改造升级。而模块化设计让电子系统可以通过更换模块实现快速升级,显著减低了维护成本。电子系统模块化是俄罗斯BMP-3步兵战车的设计亮点之一,在叙利亚战争中,BMP-3步兵战车依靠其通信系统和导航系统,实现了空军和地面部队的高效协同,展示出模块化设计的强大优势。

当前的种种实例表明,步兵战车的模块化改造已从单纯更换武器装备等,发展为涵盖动力、AI作战系统等方面的全平台重构设计,其战场适应能力正在不断加强,战场应用空间也随之得到拓展。

努力适应不同战场需求

不同国家军队、不同战场需要,驱使着步兵战车朝不同方向发展改进。

步兵战车的模块化,是为了满足多维的战场需要,同时,经历各种战场环境磨砺、改进后的各类步兵战车,也在军贸市场赢得更多订单。由此,市场和战场互为表里,共同见证着步兵战车的不断革新换代。

在南美,反游击和禁毒的需求较大,当地市场期待高机动性与低维护成本的步兵战车。哥伦比亚因此大批采购巴西研发的VBTP-MR步兵战车,该战车机动性高,配备模块化装甲和遥控武器站,可搭载30mm机炮或反坦克导弹。性价比高的俄罗斯BMP-3步兵战车,同样也受到南美地区多国的追捧。

在欧洲,受到俄乌冲突的影响,欧洲各国在步兵战车的研发改造中,更重视步兵战车的反无人机能力。比如欧洲各国大量采购的德国“美洲狮”步兵战车和瑞典CV90步兵战车,除了能应对无人机,前者拥有可抵御RPG-7火箭筒的防护能力,并配备主动防御系统;后者的铰接式底盘使其能在北欧式地进退自如,最新型号的AI目标识别系统也为其战斗力“加分”不少。

此外,欧洲步兵战车的模块化设计也倾向于提高网络战水平。其现有的多数现代化步兵战车都预留了接口,便于接入北约通用数据链。例如法国的

VBCI步兵战车和英国的“阿贾克斯”步兵战车,均能接入Link 16数据链,以支持北约盟军协同作战。

在中东地区,环境以沙漠为主,沙尘多、昼夜温差大、气候炎热干燥。传统步兵战车的发动机极易被沙尘堵塞,从而影响电子设备散热,导致机械故障。高温环境也会导致发动机过热和乘员中暑。因此,中东地区国家更加青睐配备有加强型空气过滤器、高效冷却系统和耐高温材料的步兵战车。例如,配备有高效冷却系统和空调装置的南非“獾式”步兵战车,在中东地区的维和行动中,发挥着重要作用。

以步兵战车为出发点,模块化对未来战场的影响目前来看尚属于起步阶段。模块化设计不仅是工程学上的突破,更折射出军事思维从“静态装备”向“动态能力”的范式转变。当各国聚焦于动力、武器、防护与电子系统的模块化升级时,其本质是在重构战争机器的基因——通过标准化接口实现功能的无限组合,使步兵战车从单一作战工具进化为可编程的“战场积木”。

这种转变将彻底打破传统装备迭代的线性逻辑:战车不再因技术过时而被淘汰,而是通过模块更换实现能力的指数级跃迁。例如,德国“山猫”步兵战车的混合动力模块与瑞典CV90步兵战车的开放式电子架构,本质上构建了一个允许战车在“能源革命”与“数字革命”中切换的底层框架。

更深层来看,模块化正在不知不觉间重塑战场。第一,消解了“通用与专用”的二元对立——通过模块组合,一辆战车既能以高机动性应对南美雨林游击战,亦可搭载反无人机系统适应欧洲平原的电磁对抗,体现出“一车多面”的战术弹性。第二,倒逼军事后勤体系从“备件仓库”转向“能力仓库”,备件种类减少但功能组合无限扩展,进而催生出“云后勤”等新型保障模式。

当然,技术红利同时也暗藏着风险。过度依赖模块化可能削弱装备的固有可靠性,标准化接口也许将成为敌方电子战的重点攻击目标,甚至可能会引发军事技术同质化危机。

未来,模块化的终极形态或将超越物理组件的范畴,向“认知域”延伸。当人工智能与模块化深度耦合,战车可自主分析战场环境并调用最优模块组合——例如在遭遇城市巷战时,自动切换防弹装甲与非致命武器,或遭遇沙尘天气自动启动抗沙尘冷却系统。回望步兵战车的发展史,模块化早已不是一项技术选项,而是军事体系应对不确定性的生存法则——在瞬息万变的战场上,唯有“可重构”者立于不败之地。

保障达人



上图:晏鹏正在整理维修笔记。
赵艳华摄

高原训练场上,轰鸣阵阵,尘土飞扬。几台重型机械设备正在加紧构筑野战工事。

突然,一台推土机出现故障。新疆军区某团一级上士、工程机械修理技师晏鹏,迅速赶到现场进行抢修。他仔细排查疑似故障点,很快筛查出故障部位。没过多长时间,推土机重新投入使用。

提到晏鹏,战友们都说他在工作上很较真。“维修履历表必须精确到螺丝型号”“每件工具摆放误差不能超过1厘米”……晏鹏的较真让大家心生敬佩,也让他成为装备维修领域里的“行家里手”。

干一行,爱一行,精一行。刚入伍时,晏鹏担任营房修理工。为了保证营房各类设施完备,他坚持每天巡查一遍所有设施。检修设备后,工具也一定放回原位。如果工作太忙,即使到了睡觉时间,他也会立刻出发巡查。长此以往,单位近1万米的暖气管道,500多个阀门、上万公里电缆,他都了然于心。无论哪里出了问题,晏鹏总能迅速找到故障位置进行处理。

后来,高原驻训分队换址。晏鹏带领修理小组,对十余块太阳能板进行全面检查。无论是太阳能板的摆放还是维护,晏鹏都一丝不苟。在后期使用中,太阳能板完好率始终很高。

晏鹏的工具间内,一本泛黄的《装备维修日志》吸引了笔者的注意:从第一页到最后最后一页,每一行字迹都整整齐齐,每一次任务都翔实具体。在晏鹏看来,想要吃透岗位、干精工作,有时候看似枯燥的方法和程序,往往是通往成功的路径。

一次,某重型机械在任务中“罢

「多一点较真,就多一分胜算」

新疆军区某团修理技师晏鹏

■汪斌 严文萃

工”,晏鹏立刻赶到现场,精准定位故障部位展开抢修。事后战友们称赞他的修理过程“又快又好”“快”,是很短时间内就让这台重型机械重新投入“战斗”;“好”,是他一边修一边详细记录拆卸顺序及零部件的数量、位置,在沙尘天气下,哪怕一颗小小的螺丝都没有丢失。

像这样的紧急修理任务,晏鹏经历了很多次。他常说:“多一点较真,就多一分胜算。”

从苏-27的“机头补丁”说开去

■黄辛舟

军工科普

谈及苏-27系列战斗机的显著特征,我们不得不提起其机头右下方那块引人注目的“补丁”。初看之下,这块“补丁”似乎显得有些突兀,与战斗机的设计格格不入,但它实际上承载着重要功能。专业人士称它为:蒙皮挡焰板。

苏-27系列战斗机在机身右侧的翼根位置,装备有一门GSh-30-1型30毫米机炮。这门机炮的炮位设计恰好位于边条翼上,开火时,炮口火焰会直冲机身和驾驶员座舱。此外,机炮发射不仅伴随着高温,还会产生强烈的气流冲击。为了应对这些挑战,军工人员巧妙地在机头右下方设计了一块特制合金板,就像给机头打了一块“补丁”。

蒙皮挡焰板采用的合金材料不仅具备出色的热防护性能,还能在极端环境下保持稳定的物理和化学特性。它能够有效吸收并分散机炮发射时产生的巨大热量,防止热量直接传递到机身结构,从而避免因高温可能引发的材料变形、老化甚至熔化等风险。

在设计上,蒙皮挡焰板还巧妙地平衡了减轻重量与增强耐久性的需求。通过精准的合金配比和先进的制造工艺,这块看似朴素的“补丁”实际上既轻

便又坚固,对飞机的飞行性能几乎不产生任何额外影响。同时,其耐腐蚀特性确保即使在恶劣的气候条件下,也能长期保持良好的工作状态,进而延长飞机的使用寿命。更令人称道的是,蒙皮挡焰板的形状和角度经过精心计算,确保其在高速飞行时能够平稳地引导气流,避免产生不必要的湍流和阻力,这对于提升战机的机动性和航程具有重要意义。实战中,GSh-30-1型30毫米机炮及其配套的蒙皮挡焰板,为飞行员提供了近距离空中格斗的重要火力支持,增强了战机的生存能力和作战灵活性。

理论上讲,蒙皮挡焰板可以刷油漆进行遮盖。但一旦开火,炮口烈焰就会迅速烧蚀破坏涂层。因此,尽管蒙皮挡焰板在外观上可能“有碍观瞻”,它却是苏-27系列战斗机设计中不可或缺的一部分。

如今,蒙皮挡焰板已广泛应用于各种军用飞机上,成为保障飞机安全射击的重要部件。作为传统武器系统的重要组成部分,它将继续保护飞行员安全,确保机炮有效发挥作用。随着现代战争对空中作战能力的需求不断增加,蒙皮挡焰板的技术也在持续发展和改进。新型挡焰板采用了更先进的材料和结构设计,进一步提升了耐高温性能和抗冲击能力,可以更好地适应现代战争的需求。



苏-27战斗机的“补丁”。

资料图片