

军工T型台

今年9月举行的英国国际防务与安全设备展上，以色列SMART SHOOTER公司推出的新型号SMASH-3000智能光学瞄具，吸引了不少关注的目光。据悉，这款新型枪用光学瞄具在保留前代“动态目标锁定”核心功能的基础上，新增AI弹道预测功能，能实时捕捉风速、湿度等环境参数，自动修正子弹下坠偏移量。

另外，该型枪用瞄具在智能化方面也有较大突破，其搭载的数据接口可直接对接无人机侦察系统，实时接收目标位置坐标，让枪械从“单一射击工

具”升级为“战场信息终端”。

从最初的简易望远装置到如今集成智能算法的综合系统，枪用光学瞄具的进化，既是军事科技持续进步的见证，也是战场需求驱动的结果。

本期，让我们一同回溯枪用光学瞄具这只“精准之眼”的进化历程，看它如何从早期笨重的“小众试验品”，逐步突破技术与场景限制，发展为现代战场的“单兵标配”；又如何在信息化浪潮的推动下，突破“单纯瞄准工具”的定位，向串联战场信息的“智能作战中枢”加速蜕变。

枪用光学瞄具——

不断进化的“精准之眼”

■ 强裕功 韩蕊蔓



某枪用光学瞄具近景。

作者供图

从“枪械射程与精度的矛盾”说起

枪用光学瞄具的诞生，源于枪械射程与精度的矛盾。

19世纪中期，随着线膛枪的普及，步枪有效射程从滑膛枪时代的百米左右提升至500米以上，但传统机械瞄具的缺陷愈发凸显：士兵需同时兼顾“三点一线”瞄准与修正弹道下坠量，远距离射击时误差极大，枪用光学瞄具的研发需求被提上日程。

随之，德国蔡司公司结合当时相对成熟的光学望远技术，首次尝试将望远镜头与步枪结合，率先开发出军用光学瞄准具。这款瞄具虽体积和重量较大，操作时需使用者双手托举，但在测试中击中了数百米外的靶心，让军方看到了“精准射击”的可能。

19世纪末，布尔战争成为早期瞄具的实战检验场。南非布尔人凭借手中配备简易光学瞄具的毛瑟步枪，在开阔草原上对英军展开远距离射击，有效拖延了英军推进速度。此战让各国意识到：光学瞄具是提升单兵作战效能的关键装备。随后，一战的堑壕战进一步推动了瞄具发展：德军为狙击手配备的“蔡司6×42”瞄具，通过固定倍率望远功能，让射手在数百米外仍能实现有效狙杀。

不过，此时的瞄具仍存明显短板，瞄具的玻璃镜片易反光，容易暴露位置，其金属框架在泥泞环境中易生锈卡滞，且仅能供狙击手使用。

二战的全面爆发，让光学瞄具从“狙击手专属”走向“规模化应用”。为满足大规模阵地战、城市巷战的需求，各国对瞄具进行了针对性改造：美军为M1903狙击步枪配备的“Unerdl2.5×”瞄具，采用黄铜加固镜身，可承受步枪射击时的剧烈后坐力，在太平洋岛屿战中，美海军陆战队狙击手凭借它在热带雨林中精准清除日军火力点；苏军莫辛纳甘步枪的“PU3.5×”瞄具，创新性地加入了弹道补偿刻度，射手可根据目标距离旋转刻度环，修正子弹下坠量，斯大林格勒战役中，苏军凭借这款瞄具取得了巨大战果。到二战结束时，光学瞄具已成为美军、苏军、德军等主要参战国步兵班组的标准配置。

枪用光学瞄具的战场适应之道

伴随着冷战的到来，战场环境愈发复杂。从寒风凛冽的极地冰原到潮湿闷热的雨林深处，从漫天飞沙的沙漠腹地到核生化威胁笼罩的危险区域……各国聚焦枪械的“生存力”与“适应性”，着力提高光学瞄具材料性能，以适配新

全息瞄具。该型瞄具的原理是通过激光全息技术在瞄具镜片上生成虚拟瞄准标线的全息图像，这种图像并非简单的光点，而是包含距离、弹道等信息的立体标线。对于这类瞄具而言，即使镜片被弹片划伤，磨损甚至部分碎裂，只要全息成像区域未完全损坏，瞄准标线就依然可用，抗损毁能力远超传统瞄具，尤其适应沙尘、烟雾等恶劣环境。

夜视瞄具。这是一种专为低光或完全黑暗环境设计的光学瞄具，其通过光学增强技术将环境中微弱的自然光放大数千至数万倍，或通过红外感应捕捉目标自身的红外辐射，让射手在黑夜中也能看清目标。

这些功能细分的瞄具，如同为枪械配备了“多场景视觉模块”，能够使士兵从百米巷战到千米狙击、从烈日当空到夜幕笼罩的全场景作战，始终清晰锁定目标。

智能化战场上的“信息节点”

进入21世纪，信息化战争重塑了武器装备的发展逻辑，单一装备的性能优势已让位于“系统协同”。枪用光学瞄具不再是孤立的瞄准装置，而是逐步成为连接士兵、枪械与战场的“信息节点”，集成化、智能化的趋势愈加明显。

——数据互联。数据互联让瞄具成为战场信息的交汇点。通过战术数据链与头盔显示器、无人机、火控计算机等联动，实现“意念瞄准”。无论技术如何迭代，瞄具的核心使命始终未变：以科技之力延伸视野边界，解锁更精准的战场观察本领。

实时共享给战友，实现“一人瞄准、多人协同打击”。这种数据融合能力，让普通士兵也能具备“百步穿杨”的射击精准度——在美军的一次测试中，从未使用过狙击步枪的新兵，借助智能瞄具的辅助，射击精度大幅提升。

——环境自适应。环境自适应使瞄具能主动应对复杂战场环境。智能传感器的应用，让瞄具能像“变色龙”一样自动调整状态：光线传感器可在毫秒内识别环境亮度，将镜片从“强光模式”切换为“暗夜模式”；加速度传感器能感知枪械后坐力，自动锁定分划板位置，避免震动导致的校准偏移；部分高端瞄具还配备了防核辐射涂层，可在核污染环境下保持光学性能稳定。

——多模态融合。多模态融合是集成化与智能化的深度延伸，核心是在同一光学平台上，整合望远、红点、微光夜视等多种瞄准模态，无需频繁更换装备，士兵即可适配昼夜全时段、远中近全距离作战。美军列装的Elcan Specter DR瞄具是这类瞄具的典型代表，它通过中央杠杆控制旋转镜头，可快速切换1倍红点模态与4倍望远模态——红点模式视野开阔，适合近距离突发交火；望远模式能应对中远距离精准射击。

从19世纪的笨重试验品到如今的智能化发展，枪用光学瞄具的每一次进化，都在回答同一个问题：如何让士兵在残酷战场中更精准、更安全地完成任务。未来，随着人工智能、增强现实技术的深度融入，这只“精准之眼”或许还能实现“预测性瞄准”——通过分析目标运动轨迹提前锁定射击点，甚至与士兵的脑机接口联动，实现“意念瞄准”。无论技术如何迭代，瞄具的核心使命始终未变：以科技之力延伸视野边界，解锁更精准的战场观察本领。

以色列结合人工智能流媒体强化无人机自主能力

法国和德国联手开发欧洲导弹早期预警系统

“A26”型潜艇改变水下作战模式

11月上旬，以色列国防科技公司Maris-Tech与FlightOps宣布合作，共同开发一套集成人工智能与流媒体技术的新型无人机载荷套件。这一创新平台使无人机在复杂环境中的态势感知与自主行动能力大幅提升，适用于侦察、监视等多场景任务。

10月下旬，法国和德国签署意向书，启动一项名为“JEWEL”的协议，计划共同开发欧洲导弹早期预警系统项目。据悉，该项目统筹早期预警卫星星座和地面雷达网络，实现实时数据交换，通过整合天基和陆基传感器，以期增强欧洲大陆的防务能力。

11月中旬，瑞典萨博军工集团推出“A26”型潜艇，旨在应对现代海战不断演进的挑战。据悉，“A26”型潜艇整合了先进的艇体几何设计、吸波涂层以及电子消磁系统，能最大限度降低磁信号与电信号的特征。该潜艇还搭载人工智能系统，可实时处理海量传感器数据，为战场决策提供支持。（王银赛、杜晓琳整理）

军工档案

在中国人民革命军事博物馆的展览柜里，陈列着我军研制的八一式马步枪。岁月的侵蚀让枪身的锈迹愈发深沉，木质枪托上的纹路仿佛在诉说着那段艰苦卓绝的岁月。

时间回到抗战时期，为了制造出适合山地游击战、便于隐蔽携带又能有效歼敌的步枪，八路军总部于1939年成立军事工业部，时任太行工业学校副校长的刘鼎提出了“步马合一”的设计构想。按照这个思路，1940年8月1日，第一支样枪在山西黎城黄崖洞兵工厂试制成功，也就是后来被人们熟知的八一式马步枪。

该枪围绕敌后作战需求而设计。全枪重3.36千克，长度不足1米，口径7.92毫米，特别适合山地行军与村落巷战双重环境；设计独特的4条右旋膛线，使该枪连续射击2000发仍能保持射击精度；枪托内可存放小型修理工具，满足了部队在多种气候条件下对枪支的使用需求。

值得一提的是，该枪装有可自动展开又能固定的“折叠三棱刺刀”。刺刀的三棱形内侧平滑，中间带有血槽，这种凹进式样的设计易使血外流，刺杀后容易拔出，非常利于作战时的白刃拼刺。刺刀平时收于枪管下方，战斗时可120度旋转锁定，枪身和刺刀总长超过日本三八式步枪。

八一式马步枪的诞生，改变了人民军队没有自制式武器的历史，在抗击日寇的战争中发挥了重要作用。百团大战中，第129师386旅突击队在村落巷战中，凭借八一式马步枪对日军三八式步枪形成近战优势。

虽然在抗战期间，八一式马步枪生产的数量不算多，但它极大增强了军工人员生产高质量武器的信心。其“太行造枪管、太岳造机匣、冀南造枪托”的协作生产模式，也为后来的兵工体系奠定了基础。

如今，八一式马步枪已经退出了历史舞台。每当凝视那支静静陈列在博物馆里的马步枪，人们仿佛依然能看到太行山的烽火在它钢蓝色的膛线上闪烁。正是这枪，打破了“没有外援就造不出枪”的迷思，极大鼓舞了抗战将士，成为人民军工发展史上的一个重要标志。

下图：八一式马步枪。

资料图片



高功率微波武器的前世今生

■ 李一丹 娄梦珂

军工科普

自2020年以来，该技术迭代与部署进程进一步加速。2024年，据公开报道，中国“飓风3000”车载微波防御系统完成原型测试，在演练中展示了优异的反无人机能力。2025年，美国“列奥尼达斯”系统在测试中成功使49架无人机蜂群瘫痪，单次发射成本据称低至5美分；同年，英国“快速毁灭者”系统在演习中实现了对近百架无人机的有效拦截。以上这些系统普遍具备高机动性，可由战术车辆搭载，这表明高功率微波武器正从固定防御走向野战防空。

高功率微波武器优势显著：能以光速发射攻击目标，穿透云雾、烟尘和雨雪能力强，受恶劣天气影响小，真正实现全天候作战；宽频带特性赋予其高杀伤能力，可同时影响区域内多个电子系统，对“低慢小”目标的打击效果尤为显著；以电能为主要“弹药”，单次发射的电能消耗成本远低于传统防空导弹；相对于爆炸性武器，对物理结构和人员的附带损伤通常较低。

事实上，这是高功率微波武器打击的结果。1958年，美国科学家在一次试验中，首次观测到核爆瞬间释放的强电磁脉冲(EMP)——这种脉冲能穿透电子设备外壳，烧毁电路板、瘫痪雷达与通信系统。

无独有偶。1961年，苏联科学家安德烈·萨哈罗夫和他的团队，在一次试验中也发现了类似现象——核爆电磁脉冲导致新地岛周边数百公里的雷达系统瘫痪。

这两个试验展示了惊人的电磁能量，同时促使科学家思考：能否不依赖核爆，通过工程手段产生可控、定向的高功率微波束，实现对目标的精确打击？

从理论提出到理论落地的道路布满荆棘。摆在研发人员面前的一个核心挑战，是如何高效产生、精准控制并定向传输这些巨大能量，并形成定向的强束流？

2002年，日本东芝公司研发出首款碳化硅高压半导体开关，将脉冲功率源体积压缩至传统设备的1/10。

同年，美国某实验室推出一款磁控管，实现了持续100纳秒、峰值功率达2吉瓦的微波输出。这一突破让武器系统逐步挣脱实验室束缚，正式迈出“原理验证向工程样机转化”的关键一步。



高功率微波武器示意图。

供图：阳明