

兵器广角

去年以来，互联网上一段关于消音器的视频引发军迷持续关注。视频中，测试者给AR-15自动步枪装上RMS-2消音器，在快速更换弹匣的情况下，通过持续射击来测试消音器的使用极限。结果，打到第11个容量为30发子弹的弹匣时，枪械出现故障，消音器通体火红但仍可使用。

这段视频中，检测者关注的是枪械消音器

的耐用性。然而，耐用性只是衡量消音器性能的众多指标之一。与耐用性相比，能否把枪械射击时发出的声音降低到所需程度，才是消音器的核心衡量指标。

那么，消音器是如何让枪械射击时的声音降低的？除了消音以外，它还能为枪械使用者带来怎样的增益？未来消音器会朝哪个方向发展？请看相关解读。

枪械消音器悄悄在“进化”

■刘建元 苏定康

膛口噪声向来是消音的主攻方向

作为一个射手，几乎没有人希望自己的枪声在战场上震耳欲聋。如此，不仅对射手的听力有害，还会暴露自身所在位置，招来杀身之祸。因此，降低枪械射击时发出的声响便成为攸关战场生存的重要课题之一。

枪械在射击时为什么会发出很大响声？究其原因，这种响声源自膛口噪声、弹道噪声和机械撞击噪声的“三重奏”。弹道噪声的高低，取决于弹丸射速的快慢。机械撞击噪声，来自枪械相关零件的相互撞击。这两类噪声，通常都较难消除。膛口噪声来自紧随弹丸喷出枪口的高温高压火药燃气的迅速膨胀，膨胀形成的冲击波会引起周围空气剧烈振动，从而产生较大噪声。和前两种噪声相比，膛口噪声是“三重奏”中的“主唱”，也是各种枪械消音器的主攻方向。

世界上第一款枪械消音器是由美国科学家海姆勒·珀西·马克沁在20世纪初发明的。马克沁把汽车发动机消音器所应用的涡流消声原理照搬过来，研制出首款枪械消音器。这种消音器的原理并不复杂，就是在枪口处安装一个中间有孔、内部布满特制隔板的部件，弹丸从孔中射出，而火药气体会在隔板的作用下形成涡流，经过多级减速、耗能，达到降压、降温、降速进而降声的效果。经过试验，这款消音器能将发射5.6毫米口径子弹的手枪噪声降低约30分贝。

用层层隔板来消音不是降低枪声的唯一方法。在各国研发人员的探索与实践下，网式消音器、封闭式消音器等先后问世。网式消音器内部有按一定规律设置的金属丝网。射击时，枪口喷出的高温高压火药燃气进入金属丝网内，进而使气体变向、减速。这种消音器的结构简单，但不易擦拭保养、寿命较短；封闭式消音器，是在枪口前方装一个特殊的消声筒，该消声筒的特殊之处在于前端管孔有橡胶遮挡。发射子弹时，弹丸穿过橡胶后，橡胶能马上收缩还原，将火药气体密封在消音器中，进而达到抑制膛口噪声的目的，捷克的蝎式微声冲锋枪消音器采用的就是这种原理。

这些消音方式各有千秋，进行合理组合后使用效果更佳。比如英国L34A1式冲锋枪消音器便兼具网式消音器和隔板式消音器的优点，获得了更好消音效果。



图①：AK-12突击步枪及PMS消音器；图②：RMS-2消音器；图③：Hybrid 46M消音器；图④：“枪口”消音器；图⑤：Banish Speed K消音器；图⑥：L34A1式冲锋枪及消音器。
资料图片

此后，随着科技水平的不断提升，更多的“科技+”消音方式逐步应用于消音器，比如改进隔板结构进一步减缓火药燃气流速，利用特制的多孔吸声材料提升消音质效，利用电子设备产生反向声波抵消枪声等，膛口噪声在各种消音方式的共同作用下变得越来越“低调”。

消音器带来不少其他使用增益

随着时间的推移，枪械消音器开始不断进化。尤其是在战场需求牵引下，消音器渐渐被赋予降噪、消烟、消焰、制退等更多功能。这些变化，给枪械消音器带来不少其他使用增益。

首先，让射手更易实现精准射击。正如前文所说，枪械消音器的作用并不只是消音。通过改变火药燃气的流速、流向，有的消音器还有助于降低枪械后坐力，减小枪口上跳幅度，进

而确保射击稳定性和精度；有的枪械消音器兼具消烟、消焰功能，能使射手免受烟雾、光焰的干扰，从而将注意力集中在准星和目标上。此外，在远程精密步枪上安装消音器，可以视为枪管的延伸，能够进一步提高子弹的射程，有效抑制枪管谐振，使射弹散布更加密集。

其次，有利于战斗小队在战场上协同。一些国家曾做过试验，将使用带消音器枪械的战斗小队投入巷战演习。演习结束后的反馈显示，尽管在短点射、密集射击等情况下枪声还是存在，但明显减弱。这种变化，能让使用者在作战中清晰听到指挥口令，更好地实现战斗协同。

再次，适用于更多枪型以提高使用者的战场生存力。研发消音器的目的之一，就是隐匿射手的踪迹。以前，这一点主要体现在步枪、手枪消音器上。如今，一些国家开始让消音器的这一优势惠及轻机枪。一方面，轻机枪是枪械中名副其实的“大嗓门”，降低其射击时的噪声，对手要发现和确

认它就需要花费更多时间；另一方面，在夜战中，轻机枪提供连续压制火力时，有消音器的加持，机枪就会在声、光方面低调许多。混迹于步枪、冲锋枪之中，晚一些被发现和攻击，就能发挥更大作用。比如俄罗斯特种部队使用的PKM7.62毫米口径通用机枪配备消音器后，其枪声就可“混迹”在战场环境中，进而更容易达成出其不意的打击效果。

也正因为有这些作用，不少国家开始为军队大量装备消音器。如美国陆军的“下一代班组武器（NGSW）”中，枪械消音器已成为标配。

需求拉动枪械与消音器共同进化

对武器装备来说，战场需求是其发展动力。消音器的发展，也不例外。如今各国研发的消音器，在战场需求牵引

下，与枪械共同进化，呈现出一些新特征。

消音器开始缩短长度。消音器给枪械带来的突出变化之一，是延长了枪械的持握长度。这种变化，有时会影响枪械使用的灵活性。于是，一些国家的研发人员开始在缩短消音器长度方面下功夫，试图在确保消音器性能不降甚至有所提升的前提下把这种影响降到最低。去年，一款名为Banish Speed K的新型消音器引发关注。除了采用3D打印技术制造外，它的另一个吸睛之处，是长度只有102毫米，明显短于类似枪械上使用的其他消音器。这种新变化，使安装该消音器的枪械更易于在车辆、地道等狭小空间内使用。不过，该消音器在缩短长度的同时，不得不增加外径，以求达到较好的消音效果。体现在外观上，该消音器的“腰身”显得更加粗壮。

消音器走向“一专多能”。随着科技的发展，一些以前看似无法调和的矛盾逐渐得到解决。这种变化，给消音器的发展赋予了新内容。例如，以前的枪口制退器与消音器可谓是“各管一摊、各自发展”，如今在新科技“撮合”下，它们已有条件合二为一，做到“你中有我、我中有你”。2020年，美国陆军有关方面宣布，一种集成了枪口制退器功能的特殊步枪消音器研发成功，并被命名为“枪口”。这一装置不仅能将枪声降低一半，将枪口焰缩短四分之一，还能实现制退器的功能，有效减小射击后坐力。该装置还融入“底部屏蔽”设计，可以减少扬起的灰尘。按照这种思路发展，“一专多能”很可能成为更多国家研发新型消音器时的新选择。

消音器不断提高适配性。谁能想到，连消音器都可以外加扩展模块。Hybrid 46M消音器采用模块化设计，可以分解成2个部分，以满足不同长度枪械使用的需要。取下扩展模块时，短款配置适用于手枪，且不会对手枪便携性造成太大影响；装上扩展模块后，则适用于步枪，并能取得更大程度上的降噪效果。不仅如此，有的消音器还拥有自己的防护模块——专用保护套。加装保护套后，消音器不再“热不可触”，还能有效减弱枪械的热特征，起到保护射手的作用。

未来战场，尤其是特战领域，消音器的应用舞台十分广阔。目前，它还在朝着更耐用、更轻便的方向不断迭代发展。一款消音器适配多种枪械、兼具多种功能已经成为现实，有的还被改名为“多功能膛口装置”。如果有一天，战场上弹头飞溅却悄然无声，那一定是消音器在发挥作用。

供图：阳明

兵器控

品味有故事的兵器

■本期观察：李腾飞 夏昊任鑫

长期以来，步兵战车作为一种搭载步兵机动作战的装甲车辆，常与坦克“联手作战”。随着军事科技的发展和战场需求的变化，现代步兵战车在追求机动性、火力、防护力等均衡发展的基础上，也渐渐显现出一些个性。本期“兵器控”就为大家介绍3种各具特色的步兵战车。

英国

“武士”步兵战车



英国在装甲车研发方面一直有些“特立独行”的意味，如他们制造的巡航坦克、步兵坦克等。在步兵战车研制方面，英国同样个性鲜明，所制造的“武士”步兵战车不像他国同期产品那样一味地追求“攻守兼备”，而是大胆做起了“减法”。

“武士”步兵战车取消了车身两侧的射击孔，应对近处的威胁主要依靠机关炮和车载机枪。“武士”步兵战车也没有装备反坦克导弹。这样一来，它能对付的目标就只有敌方的步兵和轻型车辆。

做完“减法”的“武士”步兵战车虽然进攻能力有限，人员输送和防护能力却有所增加。它不仅拥有复合装甲，车体正面和侧面还能外挂附加装甲，底盘也采用防雷设计，后续升级又为侧翼加装了格栅装甲。第二次海湾战争中，有报道称一辆“武士”步兵战车在遭受数枚 RPG火箭弹袭击后仍返回基地，大概率与其防护力较强有关。

土耳其

“可汗”步兵战车



近年来，在一些展会上，土耳其的“可汗”步兵战车较为惹眼。原因之一，是该型步兵战车汇集了无人炮塔、车载无人机等多种“新科技元素”。

打击能力方面，“可汗”步兵战车拥有一座以35毫米口径火炮为主武器的无人炮塔。该炮塔可360度旋转，能发射穿甲弹和空爆弹等，俯仰角跨度为-10°至45°，既能对付来袭的步兵，也能应对无人机、直升机等低空目标。

防护能力方面，它拥有主动防护系统和烟雾发射器等被动防护系统，还可挂载模块化装甲。

感知能力方面，它拥有激光探测和预警系统，炮塔顶部设置有狙击手探测系统，能快速发现和消除狙击手威胁。另外，全景影像、无人机侦察等新兴手段也被整合在该战车上，从而赋予它较强的战场环境感知能力。

埃及

Sena200步兵战车



Sena200步兵战车是埃及研制的一款现代步兵战车，用来替代苏制BMP-1步兵战车。虽然是“后来者”，Sena200步兵战车的外观、车内布局与BMP-1步兵战车却十分相似。不过，作为新研制的装备，Sena200步兵战车也有超越“前辈”的地方，比如它的防护能力和武器系统。

Sena200步兵战车采用了埃及本国研制的新型装甲，可在一定距离抵御14.5毫米穿甲弹、155毫米榴弹破片的打击。针对BMP-1步兵战车防火能力不足的问题，Sena200步兵战车的底盘采用防雷设计，乘员座椅进行强化设计。另外，该车还可加装特制的防弹网，以提升对反坦克火箭弹的防御能力。

Sena200步兵战车的武器系统可灵活配置，如机关炮、机枪、榴弹发射器等。不仅如此，该型步兵战车还可改装成导弹发射车、迫击炮车、指挥控制车、弹药车、救护车等车型，有针对性地遂行更多任务。



南非“秃鹫”无人机。

资料图片

在世界范围内，当前留空时间最长的无人机是欧洲空客公司研制的Zephyr-8无人机。借助太阳能电池板，该无人机获得了源源不断的飞行动力，创下不间断飞行64天的纪录。

如何让无人机飞得更高更远、留空时间更长，是各国无人机研制者始终在关注和不断寻求突破的课题。这是因为，很多时候，无人机续航能力如何，直

接影响到其“武力值”。

那么，如何让无人机做到长时间飞行？简而言之，方法有四：一是从动力来源入手，寻求更高效的能源；二是使用新型轻量化材料，减轻无人机重量；三是优化无人机结构，向气动外形和能耗等方面挖潜；四是向外部借力，实现留空无人机能量的及时补给。

蓄电池是当前不少无人机使用的

设法延长无人机留空时间

■郭杰峰 李泽平

动力电池。在这方面，一些国家努力提高电池容量和能量密度，借此延长无人机飞行时间。液氢燃料也是选项之一，它属于高能量密度燃料，目前已有无人机在使用，如美国的“全球观察者”和“鬼怪眼”无人机等。太阳能取之不竭、用之不尽，如今也正在成为一些国家延长无人机留空时间的热门能源。

使用轻量化材料是帮助无人机减轻重量的途径之一。在其他条件相同的情况下，无人机重量减轻，就可降低能耗，延长续航时间。目前，各国常用的轻量化材料主要包括碳纤维复合材料、超轻铝合金、镁合金、工程塑料等。其中碳纤维复合材料具有高强度、高刚度、耐腐蚀等特点，被广泛应用于各型无人机上。

比如，以色列的“先锋”、美国的“鹰眼”、英国的“不死鸟”、南非的“秃鹫”无人机

等，均使用了复合材料。

良好的气动布局有助于无人机实现高效飞行，从而降低能耗、延长续航时间。因此，有针对性地改进和完善气动设计是无人机增加留空时间的一个途径。当然，优化无人机结构还包括对发动机等进行升级，从而实现节能增效。

随着科技的发展，向外部借力实现留空无人机飞行能量的及时补给已成为可能。俄罗研发的一种无人机具备在飞行中充电的功能。这种可充电式无人机能快要耗尽时，会向地面控制站发送充电请求信号。接到信号后，供电无人机起飞抵达可充电式无人机，借助所形成的电磁场实现对后者的非接触充电。

目前，一些国家还在探索用激光波束为无人机充电的方式。无人机上装

有高效的光伏电池，一旦电量即将耗尽，地面就可用精心“调制”的激光波束照射电波板，达到无人机边留空边充电的目的。此类技术已经得到验证，但目前该技术只能做到在较短距离为无人机充电。

总的来说，延长无人机留空时间的途径很多，但当前真正能大幅增加无人机留空时间且能用于实战的方法不多。不过，随着科技的发展和现实需求的增加，这些方法正在加快走向实用，并且不断有新的方法涌现，也许在不远的将来，就能为无人机发展提供持久的能量支撑。

兵器知识

● ● ● ● ●