

热点追踪

在去年的第16届阿布扎比国际防务展览会上，爱沙尼亚米尔雷姆公司展示了新型Type-X机器人战车。这种机器人战车的出现，让人眼前一亮。原因之一，是它集成了“猎人”2-S巡飞弹，实现了机

器人战车与巡飞弹的联手。还有一点值得关注的是，该型战车和它的前身X型机器人战车一样，也采用了橡胶履带。那么，什么是橡胶履带？它为什么能成一些轻型战车的新选择？请看解读。

橡胶履带：轻型战车的“时尚新鞋”

■孙章汉 苏健

钢制履带的局部替代品

提到履带，很多人会想到坦克。凭借钢制履带，它能爬陡坡、越宽壕。甚至有人将坦克的这双“钢鞋”称作它的“无限轨道”或“自带之路”。

不仅是坦克，为了获得多种地形中的良好通过能力，其他重型装甲车辆也会采用钢制履带设计。

钢制履带主要由履带板和履带销等组成。履带销是各个履带板的衔接部件，能将履带板连接起来组成履带链环。

这类履带板的两端有孔，能与主动轮齿啮合，内侧中部有诱导齿，用来规正履带，防止坦克转向或侧倾行驶时履带脱落。在与地面接触的一面，有加强防滑筋（简称花纹），以提高履带板的坚固性，增加履带与地面的附着力。

通过主动轮驱动，负重轮、从动轮、托带轮共同“协作”，钢制履带就可以顺利运转，坦克等履带车辆也由此获得了一双接地面积较大的钢制“鞋子”，以及不凡的通过能力。

但是，在坦克等履带战车的发展过程中，钢制履带也渐渐暴露出一些缺点，最明显的一点是自身重量变大、造价不断攀升。

这种现象的出现，与坦克等履带战车的发展有关。在战场需求牵引下，坦克需要搭载更多设备、武器弹药，以及更多防护设施如各类装甲等。与此相应，履带也要造得更加结实、耐用，才能获得更强的承重能力。怎样才能变得更结实、耐用？很重要的一点是向新结构、新材料、新工艺借力。这样，就在无形中增加了制造成本。

纵观当前的钢制履带战车，其履带重量在战车全重中的占比，基本上都在10%左右，一定程度上影响了履带式战车的机动能力。同时，履带与主动轮、从动轮、负重轮、托带轮的摩擦，产生的声音较大，在战场上容易暴露战车行踪。

不仅如此，钢制履带战车在机动转场过程中有时需要在公路上行驶，为降低对路面的损伤，也促使人们开始思考更新、改进履带。

科技的发展与相关需求的牵引，渐渐使橡胶履带与履带“牵手”。

一种方式是现有的钢制履带加挂橡胶块，这种履带被称作挂胶履带。按其结合方式，分为可拆卸挂胶与硫化固定挂胶两种。可拆卸挂胶，在橡胶块损毁后可直接更换，而硫化固定挂胶的橡胶块损毁时，需要将所附着的履带板一起拆除，加以更换。

另一种方式是纯粹意义上的橡胶履带，作为一个整体，它能在一定程度上替代钢制履带，是履带战车可以选择



图①：Borsuk“猎”式步兵战车；图②：M113装甲运输车；图③：X型机器人战车；图④：CV90步兵战车。资料图片

的“新鞋”。不过，由于强度上的原因，它目前主要用于一些轻型战车。

从这个意义上讲，橡胶履带可以说是钢制履带的局部替代品。

对战车很挑剔的一种“新鞋”

在韩华集团近年来提出的韩国“下一代步兵战车(K-NIFV)”概念中，使用复合橡胶履带，是其要点之一。

在此之前，已有不少国家及公司研制的战车使用橡胶履带，如BVS10“北欧海盗”全地形车、CV90步兵战车、Borsuk“猎”式步兵战车等。

正如前文所说，这些履带车辆绝大部分是轻型战车。这种现状，体现着一个事实——橡胶履带有其优点也有其缺点。

从本质上讲，橡胶履带是用橡胶和骨架材料制造的履带，这些骨架既可以是金属的，也可以是金属与复合材料的合体。橡胶履带主要由金属传动承载

部分，强力层牵引部分和弹性橡胶部分组成，因此也被称作复合橡胶履带。

和钢制履带相比，橡胶履带的鲜明特点是轻。据称，M113装甲运输车换装的橡胶履带，重量比钢制履带减轻了56%。这种大幅减重，不仅使履带车辆的行驶速度更快、加速性更好，而且耗油量减少，续航里程有所增加。

在降低噪声方面，橡胶履带有天然优势。如果说，挂胶履带还会因为主动轮与履带边缘金属相咬合，与诱导轮齿和负重轮边缘有摩擦而产生较大噪声的话，那么橡胶履带基于橡胶的弹性和形变能力，这种咬合、摩擦相当于“软着陆”，所产生的噪声会大大降低。

从一些换装了橡胶履带的轻型战车来看，橡胶履带的幅面更宽，在黏土地形中的通过性更好，减震明显，可有效降低车内乘员的疲劳度。与钢制履带相比，橡胶履带在酸、碱、盐度较高的环境中工作时，抗腐蚀性更好。

还有非常重要的一点，橡胶履带有“价格诱人”的光明前景。对一些材料技术与制造工艺过关的国家来说，橡胶履带的造价与钢制履带相比已占有一定优势。

不过，橡胶履带也有强度有限、寿命较短等与生俱来的短板。比如在极端环境中，橡胶履带会加速老化；在碎石较多或凹凸不平的路面，锐利的突起会让橡胶履带产生裂纹或裂口；情况严重时，会导致芯铁脱落、钢丝断裂、履带脱落。

橡胶履带通常是一体成型。这决定了它不可能像钢制履带一样，哪块履带板坏了换哪块，而是一旦发生断裂，就必须整体换新。

要适应更严酷的环境，就必须在材料强度和耐用度方面继续下大功夫，相关方面的投入显然不会少。

或将迎来发展黄金期

对装备来说，瑕瑜互见是常态。之所以一种装备能得到持续发展，关键在于其瑕不掩瑜。

橡胶履带的发展也是如此。毕竟，它能为战车带来一连串的好处，比如行

进隐蔽、突防快速、保养方便等。

随着科技的发展，尤其是新材料技术的不断突破，橡胶履带可承受的战车重量一直在增加。与之相应，越来越多的战车开始使用橡胶履带。据外媒报道，一些知名的橡胶履带制造企业，已经开始研发55吨级战车所用的橡胶履带。

同时，无人机深度融入战场，以及它在装甲力量面前所呈现的优势，促使无人车开始蓬勃兴起。

无人车中，履带式无人车的发展较快。作为陆战场上的新兴力量，很多无人车会选用橡胶履带，以确保其实用性、隐蔽性和低消耗性。

比如，2015年10月装备俄军部队的“平台-M”履带式战斗机器人，就用橡胶履带代替了金属履带。它还在叙利亚反恐中投入实战，成为“世界上第一场以战斗机器人为主的攻坚战”的参与者。

前不久，在美国国防高级研究计划局计划框架下，几家参加“未来X车辆(GXV-T)”项目第二阶段研制的厂商和研究机构展示了一些科研成果。其中由一所大学推出的“可重构车轮-履带”技术受到关注。采用该技术的车轮，所用的不是充气轮胎，而是由可变内部结构支撑的特殊橡胶履带。

多款下一代轻型战车选“鞋”时不约而同地选择橡胶履带，由此可见各国军队对橡胶履带的期望值和信任度之高。

那么，今后的橡胶履带会朝哪个方向发展？结合其当前研制与使用情况，大体上有以下几个方面：

向新材料、新工艺要性能。当前，之所以主要是轻型战车在使用橡胶履带，关键的一点是橡胶履带的强度不够，使用寿命较短。今后，研发人员势必会向新材料、新工艺不断借力，以增强橡胶履带的强度，延长其使用寿命，使它不仅能用于轻型战车，也能用于重型战车，并能在复杂路况上持续行驶，在更大程度上替代钢制履带。

在更高层次上达到新平衡。更强的承重、机动和越野能力，更低的造价，是橡胶履带今后发展的目标。但这几者之间很难同时实现。因此，如何在获得更高层次的前提下，让橡胶履带的造价可以承受并大量制造，是研发人员必须面对的课题。

适用对象进一步增多。以前，多方面需求的牵引，使橡胶履带越来越多地出现在轻型战车上。如今，战场环境的变化，使无人车成为橡胶履带的“使用大户”。“可重构车轮-履带”技术的运用，使橡胶履带开始挑战传统车轮并拓展用武之地。这种趋势的存在，意味着橡胶履带在今后将拥有更多适用对象。尤其是在要求履带战车快速提高生存力、战斗力的信息化、智能化战争背景下，橡胶履带可能迎来发展的黄金期。

供图：阳 明

兵器观察



“卡尔-古斯塔夫”M4型无后坐力炮。资料图片

与单兵火箭筒的外观有些相似，无后坐力炮也是陆战场上一种常见的“筒子”武器。瑞典萨博公司的“卡尔-古斯塔夫”M4型无后坐力炮，是该类武器中的佼佼者。据公开资料显示，该装备目前已被全球数十个国家采购或引进仿制，去年还与美国签下了一张大订单。

当前，战车装甲技术水平不断提升，便携式反坦克导弹发展势头强劲。“前有堵截后有追兵”的情况下，很多人认为，无后坐力炮反坦克已没有多少优势可言。为何“卡尔-古斯塔夫”M4型无后坐力炮会“逆势而上”，并受到多国垂青？分析其原因，不仅对有着“步兵大炮”之称的无后坐力炮多一些了解，也会带来对单兵武器发展的更多思考。

众所周知，单兵武器的使用前提是便携、易用。多年来，“卡尔-古斯塔夫”无后坐力炮在减重方面所下功夫不小。“卡尔-古斯塔夫”M4型无后坐力炮延续了这一“传统”。它大量使用钛合金和碳纤维材料，将炮重降到6.7千克，炮长不到1米，一名士兵可以轻松携带4枚弹药，在战场上能相对轻松地机动及展开。同时，由于配有微光瞄准镜、红外夜视瞄准具等多种瞄具，它可以在更多作战场景中发挥作用。

逆势而上的「步兵大炮」

■王鹏皓 梁 铨

获得更远程与更好打击效能，是单兵武器的普遍“追求”。和火箭筒相比，“卡尔-古斯塔夫”M4型无后坐力炮的射程更远，使用增程弹时，射程可达到2000米。它的炮膛内有膛线，弹丸发射后能够自旋，确保飞行稳定性。新型弹药由于可与新型火控系统“对话”，并选择相应爆炸模式，因此打击效能更高。

最主要的一点，是“卡尔-古斯塔夫”M4型无后坐力炮可发射不同弹药，如破甲弹、高爆炸、照明弹、闪光霰弹等，来达到不同目的。由此，该型武器也由最初的单一反坦克武器转变为多用途武器系统。近年来，瑞典萨博公司还研发出HE448可编程高爆炸弹，这种弹药在新型火控系统的辅助下，能灵活变为不同攻击模式的弹药，如用磁炸模式来打击无装甲车辆，或者用空爆模式来杀伤步兵，弹药的使用过程更加便捷。

无后坐力炮以前有个“通病”——尾焰较大。这种“通病”使它无法在有限空间内使用。“卡尔-古斯塔夫”M4型无后坐力炮在一定程度上解决了这个问题，研制方为它研发的新型弹药，可在相对密闭的空间发射，算是部分弥补了无后坐力炮这一缺憾。

另外，“卡尔-古斯塔夫”M4型无后坐力炮的价格相对较低。它的发射筒可以重复使用，还能兼容和发射以前早期型号所用弹药。这种较好的适用性，使它受到多国军队的青睐。

然而，作为无后坐力炮，它也存在一些不容忽视的缺点。例如，不能像火箭筒那样使用超口径榴弹，杀伤效果受到一定限制。此外，发射时产生的噪声和高压可能对炮手造成伤害，也可能因此暴露炮手所在位置。



“蝠鲼”无人潜航器原型。资料图片



俗称“魔鬼鱼”的海洋生物——蝠鲼。资料图片

蝠鲼，作为海洋鱼类，虽然肌力发达，但性格安静，似乎没有攻击性。但以“蝠鲼”命名的美海军无人潜航器，情况就大不相同。

今年5月，美国国防高级研究计划局宣布，由某公司制造的仿生“蝠鲼”无人潜航器原型完成前期“全面水下测试”。

从2019年美国国防高级研究计划局开始招标，到今年4月第一张该无人潜航器的全尺寸图像发布，近5年的研制，使“蝠鲼”无人潜航器渐渐浮出水面。

从外形上看，“蝠鲼”无人潜航器神似自然界中的“魔鬼鱼”——蝠鲼。宽大的翼体，像蝠鲼的胸鳍；从前面看，其垂直尾鳍像蝠鲼的长尾。

虽然外形呆萌，但“蝠鲼”无人潜航器本质上是一种兵器，目的在于长时间、远距离地执行海底环境探测、电子监视侦察等任务。

采用蝠鲼的外形，一方面是想混迹于鱼群，隐藏行踪；另一方面则是发挥仿生优势，以便“游”得更深、更远。

为长时间潜行于水下，“蝠鲼”无人潜航器采用了不少“黑科技”。浮出

仿生“蝠鲼”不一般

■许洪昌

水面，它用太阳能板发电；“潜伏”在水下时，它可以借助不同深度海水存在温差这一点来发电。为在长时间潜行过程中用好这些能量，它采用了能源管理技术，甚至可转入低功耗的“休眠”状态。

除了装有螺旋桨，“蝠鲼”无人潜航器还可选用浮力驱动方式。浮力驱动，是水下滑翔机常见的航行方式，其动力来自水下滑翔机所受浮力以及重心的变化。通过控制浮力及转换重心，水下滑翔机可借助独特的外形设计，在不同深度之间沉浮穿梭、低速前进。这种驱动方式所需能量较少，且几乎没有噪声。

从研制方发布的图像中，可以推知“蝠鲼”无人潜航器体形较大。这种体形，为它搭载相应的载荷提供了空间。这些载荷，除了高分辨率摄像头、多功能声呐、水下定位装置外，还包括指挥控制装置、自主控制装置、通信设施、数据存储设备等。据称，“蝠鲼”无人潜航器的载荷舱空间可以在一定范围内进行调整，以便搭载体积不同的各种载荷。

据已经公开的一些信息来看，“蝠鲼”无人潜航器运用了模块化设计，其主体可以拆分，用5个集装箱来装载和运输。其壳体在制造时采用了复合材料，以确保能在海洋中更好地“隐身”。

新装备展台

新装备展台