

地面机器人——机甲战士崛起

国防大学联合作战学院 邓维 赵鹏

今年 5 月，在俄海军地中海分舰队进行的大规模扫雷军事演习中，“金刚石”扫雷机器人系统和“翠绿宝石-IPSP”深水扫雷机器人系统首次亮相，表现出色。几乎同时，美国通用电气公司获得合同，着手研制能够挖掘大型隧道的蚯蚓机器人。去年，俄罗斯卫星通讯社披露，2025 年俄罗斯有可能制造可执行战斗任务的多功能机器人团队。

在此前后，一些国家的诱饵机器人、陆空两栖机器人、水下机器人、多体海洋机器人、双翼飞行机器人等，或推出概念，或实体面世，有的地面机器人已经列装服役。那么，地面机器人为何有如此吸引力？各国军用地面机器人发展到了哪种程度？请看专家解读——

地面机器人是指在地面上运动，加装各种传感器或武器装备的智能无人作战系统。

绝大多数地面机器人外形并不像人，它们更像一辆无人驾驶的装甲车、坦克或火炮。另有少部分机器人由模仿人或动物的运动机理和功能而来，通常被称为仿生机器人，例如四足机器人、双足人形机器人、蛇形机器人等。

随着科技发展和局部战争催生，近年来世界范围内的地面机器人产业蓬勃发展。身怀“十八般武艺”的机甲战士纷纷亮相，不少走进战场，经受实战考验。

据俄罗斯媒体报道，2015 年 12 月，叙利亚政府军在拉塔基亚省攻打“伊斯兰国”武装分子占领的 754.5 高地时遇到巨大阻力。协助叙利亚政府军的俄军投入 6 部“平台-M”机器人、4 部“暗语”机器人发起冲锋。

在进至距离敌方阵地 100 多米时，机器人对各种可疑目标进行了火力打击。武装分子还击时，火力点位置一一暴露在机器人面前。俄军地面机器人和无人机把相关位置信息传送给指挥中心。很快，武装分子的据点被炮弹精准覆盖。久攻不克的高地，在机器人参与战斗后，短短 20 分钟就被拿下。

在整个叙利亚战争中，论规模这只是一次不起眼的战斗，却开启了地面机器人“组团”作战的先河，凸显了正在崛起的机甲战士的重要价值。有学者甚至将这次战斗的意义和第一次世界大战的索姆河战役相提并论——那次战役中，坦克第一次被投入实战，开创了新的陆战格局。

机甲战士身上优点多多

与人类战士相比，地面机器人在战场上拥有独特优势，因而备受各国军队青睐。

可减少人员伤亡。现代武器装备杀伤力大，最大限度地减少己方人员伤亡是指挥员努力追求的目标。用机器人去执行危险任务，能有效保护人类士兵。即使机器人战损，对部队士气和民众心理的影响也有限。毕竟，机器人可以再造，而士兵生命只有一次。

能适应极端环境。军用机器人拥有“钢铁之躯”，不会恐惧、不知疲倦，不受情绪影响，能适应高温、极寒、缺氧、有毒、辐射等恶劣环境。对它们来说，人类战士必须直面的诸多生理限制不再是问题。有些地面机器人的待机时间可达 7 天。

具有成本优势。军用机器人虽然在研制阶段需要投入较多经费，从长远看却具有综合成本优势。尤其随着新材料、新技术的应用，机器人制造和维护成本正在逐渐降低。有研究表明，2008-2018 年 10 年间，人工智能和机器人装备成本平均下降 27%，预计到 2025 年还将再降低 22%。

具有群体作战优势。军用机器人等无人系统的设计和有人系统不同，机器人可与“后台”指挥控制系统连接，进行信息交互，天生具有“群体基因”。它们能不折不扣地按照指令完成群体间作战协同，放大整体战力。

战场上八仙过海各显神通

自从机器人“参军”以来，其效用和威力逐渐显现。如今，地面机器人的应用已经深入战场很多领域，包括排雷排爆、侦察监视、运输保障以及直接参加战斗等。

排雷排爆。此类地面机器人装备有特殊“机械手”，主要用于排除或销毁可疑爆炸物，能在复杂地形中代替人类士兵对地雷等进行探测、拆除、转移和销毁。例如美军“背包”机器人在阿富汗排除了不少“路边炸弹”威胁。该机器人全重18~24千克，能装在背包里由单兵携带，灵活性和实用性较强。俄军“天王星”-6扫雷机器人也曾在叙利亚战场执行排雷任务。

侦察监视。此类机器人装备有摄像头、窃听器等高性能传感器，一般体型较为小巧，便于隐蔽，主要用于深入敌方进行侦察、监视。例如以色列研制的全地形侦察机器人，又被称为“机器蛇”，能轻松进入洞穴、隧道、裂缝和建筑物。顾名思义，它主要模仿蛇贴地爬行，隐蔽性强，能秘密到达目的地，将图片、声音等情报信息传递回来，在城市作战和地下空间作战中具有较大优势。韩国的机器人哨兵，装备了热传感器、运动传感器等多种探测设备，可全天候监视数千米范围内的目标。

运输保障。此类机器人主要用于帮助士兵携带作战物资，执行运输保障任务。美军的“大狗”机器人，全名是“步兵班组支援运输机器人”，不过人们更习惯称之为“机器骡子”。作为一种大型仿生机器人，它像骡马一样有“四条腿”，可以驮着数百千克物资在泥地、山坡等路况下行走，受外力冲击后还能自行调整以保持平衡。美正在研制的多用途“猎人-狼”则是一种6轮驱动机器人，采用油电混合动力，重1.1吨，载重450千克。

直接用于战斗。这类机器人通常装备有机枪、火炮等武器，主要用于直接对敌方目标发起攻击。例如“平台-M”“暗语”战斗机器人就属于此类。俄军的“天王星”-9机器人，可根据任务需要配备机枪、机炮、反坦克导弹、肩扛式防空导弹等武器，已经在叙利亚战场接受实战检验。

事实上，很多排爆、侦察、运输机器人都可以加装武器，成为战斗机器人。例如“魔爪”机器人，最初被用来排爆，如果将其拆弹装置换成遥控武器，就成为“利剑”战斗机器人。再如“猎人-狼”机器人加装30毫米链式机关炮后，就成为武装版“猎人-狼”机器人。此外，典型的战斗机器人还有以色列的“毒蛇”机器人、英国的“德米斯”机器人等。

执行其他复杂任务。此类机器人典型代表是仿人形机器人。双足人形机器人研制难度大于四足和履带/轮式机器人，例如美国“阿特拉斯”和俄罗斯“费多尔”机器人。“阿特拉斯”机器人走路时与人类相似，还能搬箱子，单腿站立，倒地后自行爬起，越过障碍。与“阿特拉斯”机器人侧重于下肢运动不同，“费多尔”机器人更侧重于上肢尤其是双手的运动。“费多尔”机器人能骑摩托车、驾驶汽车，摔倒后自己爬起，焊接电路，精准射击。2019年8月，“费多尔”机器人乘坐“联盟”号飞船进入太空，协助宇航员完成一系列工作。

尽管如此，专家普遍表示，因为续航能力、精准操控与平衡问题等尚未完全解决，人形机器人投入战场还有一段路要走。

除此之外，地面机器人还广泛应用于战场医疗救护、通信中继、教学科研等领域。随着技术进步和军事需求“双轮”驱动，地面机器人将得到更广泛、更深入的应用。

更多新型机器人踏入“赛道”

从地面机器人研制和应用进程看，今后较长时间内，地面机器人发展方向较为明晰。

智能自主化。地面机器人是兵器智能化发展的重要表现，也是世界各国进行军事智能化竞争的主要“赛道”，人工智能技术的提高将持续提升地面机器人智能化程度，使其适应复杂多变的战场环境。自主性是机器人根据自身知识以及对外界的理解，在众多方案中独立做出选择的能力，最能体现机器人智能化水平。例如“阿特拉斯”机器人经过多年发展，能自主完成的动作越来越多。它首次亮相时，步履蹒跚，走起路来经常摔倒，难以平衡；2016年，它能够在崎岖地形行走、攀爬；2017年，它能在不同高度箱子之间跳跃，完成后空翻，自主性持续提高。

功能多样化、模块化。当前，复杂战场环境和多样化军事任务正催生机器人成为“多面手”。

越来越多的机器人将能按需加装不同模块，“定制”侦察、打击、保障等多种不同功能。这使得地面机器人在战场上具有更强的生存能力和作战效能，也有利于降低研制成本。例如俄罗斯“涅列赫塔”多用途作战支援机器人系统，采用小型履带式底盘和模块化设计，安装不同模块后，可执行侦察、运输和火力支援等不同任务。

型谱系列化。随着地面机器人研制种类和数量的增多，机器人呈现出家族化、系列化发展趋势，这既有利于机器人的维修、保养，也有利于提高机器人性能和适应不同任务。俄罗斯“天王星”系列已经有“天王星”-6、“天王星”-9、“天王星”-14等型号，能执行火力打击、扫雷破障、消防灭火等任务。美国波士顿动力公司在2005年推出“大狗”机器人之后，又相继推出了LS3、“野猫”、Spot、Spot Mini等多款机器人，形成四足机器人系列。

应用集群化。集群作战被认为是未来智能化作战的重要方式。地面机器人通过内部组网协作，实现专业化分工，链接为一个有机整体，能提高整体作战效能。首先，机器人的种类多，能拓展功能范围；其次，多个机器人协作能提高工作效率；再次，多个机器人能相互提供“备份”，提高整体功能容错能力。例如俄罗斯最新研发的“木船”机器人系统可以使用1个指挥台，通过1个信息网络，控制5种不同型号、不同功能的机器人，就是在朝着应用集群化方向发展。