

河北雄安新区—— 机器狗“电工”上岗

本报记者 刘少华 人民网记者 宋烨文



▶数字孪生系统内机器狗进行自主巡检。

魏子人摄



◀工程师在隧道内进行机器狗系统调试。

人民网记者 宋烨文摄

地下隧道里来了新同事

雄东电缆隧道是服务雄安新区的首条双舱电缆隧道，全长16.15公里。它起自500千伏开善站，终于220千伏昝西站，穿越铁路、高速公路、南北水北调工程、河道、国道、省道等，肩负着为雄安新区起步区、昝岗片区、高铁片区提供电力稳定供应的重任。

机器狗的巡检范围，正是其中长达11.75公里的隧道部分。

这是一只高约1.4米、重约40公斤的机器狗，底盘运用了宇树科技的系统，上面搭载了学生书包大小的银灰色检测箱、一条白色可伸缩机械臂、酷似眼睛的2个摄像头。它的正常走路速度大约0.8米/秒，高速前进时可以进入“赶路模式”，速度达到2米/秒，接近于成年人快走或小跑的状态。尽管它单程最多可以走6公里，但为了能让它“轻松回家”，一般只让它一次性走2公里多。

魏子人向记者解释了机器狗的功能。右眼，是可见光镜头，可实时捕捉隧道环境及电缆状态；左眼，是红外成像镜头，可捕捉到温度分布；可伸缩机械臂上面贴片式的传感器可以实现局部放电检测，机器狗还搭载了

有毒有害气体识别、温湿度检测装置。

大屏幕上，展示着机器狗“眼中的世界”。

隧道内一侧的最下层布设了ABC三相电缆（“三相”为“一回”）。机器狗的眼睛，分可见光和红外光，红外光的显示画面分绿色和红色，红色就是温度相对高的地方。“吱……”随着一阵轻微的声音传来，机器狗将机械臂缓缓展开，前端的传感器贴合在ABC三相电缆上的其中一相开始进行信号采集，大约1分多钟后，机械臂抬起再放下，贴合到了另一相电缆上。记者在现场看到，机器狗在一个点位上将ABC三相电缆的信号分别采集后，会自动移动到下一个点位继续采集。

魏子人说，操控机器狗只需提前设置好指令，执行任务全程基本不需要人为干预，局放检测采集到的信号，最后会生成在报告里。

有了机器狗，对魏子人来讲，就有了一个远程操控的“同事”。它有一个功能是拾音功能，支持远程喊话。“如果前方有工作人员行为不当，或者有些操作需要在线沟通，可以远程派机器狗过去，后台的人在生产管控中心就能直接喊话。”

除了能“看见”，能“喊话”，机器狗如何在巡检过程中，发挥电工的作用？

魏子人举了个例子。

如果电缆坏了，一般会先有局部放电信号，魏子人指向记者脚边，“咱们肉眼看到的黑色这层就是电缆最外层保护套，一旦被烧穿，就会出现多点接地、环流异常，最终导致击穿跳闸”。对于机器狗来说，其红外摄像头照射范围大约有3米，于是在管廊中设置了每隔3米一个点位，两个摄像头自动拍摄一次，这样可以确保机器狗在巡检过程中能拍到整段电缆；对于局部放电的检测，也在管廊中设置了每隔15米一个点位，能够实现全段覆盖。

它有几项独特本领

机器狗的存在，大大提升了工作效率。按照工作流程，一般每3个月会对管廊全程进行一次检测。魏子人告诉记者，如果是人检的话，需要至少两人一起作业，拎着一个红外照相机，带着一套局部放电检测的装置，光装备加起来就重达十几斤，而且每走3米得拍一次，两个人同时走完超过11公里的管廊全程，需要干将近22小时。但是，用4条机器狗同时开工，三四个小时就能完成全部任务，工作效率得到很大提升。

而且，由于管廊内全部覆盖了5G信号，能实时回传画面，机器狗在行走、巡检过程中，万一稍微偏离了路线，人可以立刻在后台下达指令，调整线路。根据魏

子人的经验，在5G信号加持下，从他看到画面下达指令到机器狗执行动作，速度基本上没什么延迟。

相比于过去的人检，机器狗还有一个很重要的功能。

魏子人让记者转身看远处的楼梯：“那里是出入口，这段管廊一共有6个类似这样的出入口，平均间隔2公里1个，隧道内每隔200米有一个气体传感器，如果存在有毒有害气体，传感器就会报警。这种情况下如果贸然派人去会有一定风险，但如果让机器狗去，机器狗可以通过它的红外模式还有可见光模式进行一圈巡视，再判断是否有问题，进而再确定作业人员。”

新技术创造新场景

越来越好用的机器狗背后，是大量新技术正在创造着电力系统的工作新场景。

数字孪生系统上，清晰地显示着每只“机器狗”的实时电量。在返航算法帮助下，当电量降至25%时，它们就会自主返回充电桩。魏子人说，机器狗4小时就能充满电，这些机器狗又能继续投入长达6小时的工作，在输电班组里，它们是不知疲倦的工作标兵。

国网雄安新区供电公司运维检修中心主任周开峰告诉记者，在数字孪生系统可以通过云台控制刷机器狗并呈现机器狗双光（红外模式和可见光模式）展示窗口，国内首次实现基于5G和数字孪生的四足巡检机器狗自主巡检，进一步推动机器代人智能巡检模式的转变。

还有AI识别功能摄像头的帮助。隧道内部，有不少摄像头与机器狗协同作业，

构筑起立体化的智能运维网络。魏子人介绍，这里有278个AI摄像头，每16个摄像头配置1个AI分析盒。就在管廊内部，通过试点应用前置算法AI摄像头，可实现安全帽、火焰等12种智能识别算法，完成缺陷的边缘识别与告警推送，可主动推送告警信息，有效降低监控坐席劳动强度。通过与数字孪生系统的结合，实现了电缆隧道的视频融合式和接力式巡检。

管廊里的5G技术，也有效支持着智能化巡检新场景的出现。据了解，国网雄安新区供电公司首次将5G通信技术引入地下管廊，将MEC多接入边缘计算平台下沉部署到管廊附近机房，搭配管廊全覆盖的5G信号，构成服务于管廊内人员和设备的电力5G专网。其中，既包括低时延、大带

宽，也包括安全性、便利性等诸多方面。同时，国网雄安新区供电公司积极开展5G智慧隧道及智能运检技术研究，推动5G技术和北斗技术在电缆隧道实用化应用。

为了让机器狗能在地下空间实用，在技术上已经实现了不少突破。

周开峰介绍，围绕机器狗的应用，融合了5G、数字孪生、激光雷达SLAM技术，突破了在相似、长窄、特征退化管廊场景下的SLAM技术难点，实现了基于四足机器狗的长距离、高精度3D点云地图构建，实现了地下空间机器狗精确定位和自主巡检、远程遥控巡检等功能，并将四足巡检机器狗管理系统、传输系统接入数字孪生平台，实现孪生交互，有效推动机器狗在地下空间的实用化应用。

科技赋能高层建筑灭火救援

本报记者 刘温馨

日前召开的中央城市工作会议指出，“着力建设安全可靠的韧性城市”“全面提升房屋安全保障水平”。加强安全保障，高层建筑灭火救援是重要方面。

34层建筑发生火情！接到警情后，破玻、系留灭火无人机编队凌空布阵，101米举高消防车擎天而立，消防员佩戴AR智能头盔深入火线，智能侦察、人机协同、立体救援，不到10分钟，火势即被有效控制……6月底，一场城市高层建筑火灾扑救专题演习在广东深圳举行，集中展现了高层建筑灭火救援最新技术。

数据显示，截至2024年底，我国高层建筑已超过139万栋。“高层建筑火灾面临疏散逃生、登高作业、阻截控火、供水供液、现场通信等方面难题。”应急管理部救援协调和预案管理局有关负责人表示，以这次演习场景为例，火势通过竖向管井和外立面内外多点立体燃烧，高层建筑结构复杂，信号存在盲区，救援作业面受限，导致扑救难度加大。近年来，新装备、新技术、新战法相继涌现，为破解高层建筑灭火难题提供了有力支撑。

——装备越来越“硬核”。

灭火救援中，用无人机监测火情、喷射灭火剂

已不是新鲜事。如今，新型四轴破玻无人机还能执行“破拆”任务——搭载6枚破玻弹，可短时间内升至百米高空的目标楼层，通过启动装置发射破玻弹，能同时击穿2块厚度达到12毫米的钢化玻璃。

“破拆后，无人机快速释放新型灭火药剂，可以在浓烟弥漫的楼里打开关键的排烟口。”深圳市消防救援支队南山大队蛇口站副站长康芹健说。

“近两年，针对城市高层建筑消防应用需求，我们研发出可配合地面消防车作业的空地协同无人机灭火救援装备，具备平台一键展收、无人机机载自主起降等智能化作业能力，拥有断桨保护、储备电源、失电保护、应急开伞等功能，可以完成不少于6小时的高空悬停和不间断灭火作业。”新兴际华（北京）智能装备技术研究院总工程师沈宏鑫告诉记者，该项新装备拥有完全自主知识产权，掌握了十余项高空灭火飞控技术、高功率系留输电技术等关键技术。

——技术越来越智慧。

高层建筑内部结构复杂，快速感知火场态势与信息获取是灭火救援的一大关键点。

“从信息获取、决策部署到开展行动，有了‘智慧大脑’精准助力，高层建筑灭火救援更加精

准高效。”应急管理部救援协调和预案管理局有关负责人向记者介绍了一系列新技术：建筑信息、水源信息、交通路径规划等，通过智能接处警系统传至各级消防指战员作战终端；采取多渠道定位技术锁定被困者位置，消防智能头盔与机器人联动，人工智能系统实时分析数据，为被困人员规划逃生路线；利用单兵综合定位系统，指挥中心实时掌握每名消防员的身体情况和行动轨迹……

——保障越来越可靠。

进入高温浓烟，消防员往往位置不清、情况不明。有了融合先进材料与技术的新型AR智能头盔，消防员的实时位置与呼吸器状态等数据可及时传回指挥部，难题迎刃而解。

“以往，人力登高运送装备效率低、消耗大。如今，可穿戴的钛合金‘外骨骼助力系统’自身重量只有5公斤，却可帮助消防队员负载最多100公斤物品，续航能力达6小时。人员负重爬行体力消耗大为降低的同时，确保装备物资送得上、运得多。”康芹健介绍。

应急管理部救援协调和预案管理局有关负责人表示，将把新装备、新技术、新战法、新材料更多应用于实践，以新质应急救援能力守护城市安全。



日前，在浙江省宁波市云龙村，国网宁波市鄞州区供电公司的工作人员对配电线路、变压器、开关设备等关键设施开展迎峰度夏专项用电检查。
洪浩哲摄