智能控制，有多智能？

《光明日报》记者 詹媛

让机器“看见”人眼看不到的信息，让航天器自主“约会”、用更少资源生产更多粮食……10月31日至11月1日，由中国自动化学会主办的2026中国自动化大会在京举行。沉浸会场内外，记者深深感到，智能控制正在让生产、生活变得更“聪明”。

“钢铁巨龙”多了“智慧大脑”

重载铁路是我国西煤东运、北煤南运的能源大动脉，但这条“钢铁巨龙”并不好驾驭。

中国工程院院士冯江华介绍，我国重载列车覆盖1万至3万吨，长达2至3公里，速度在80公里以上，像一条钢铁巨龙掠过起伏的钢轨。“机械车钩之间的活动间隙、压缩空气的传递滞后、坡道弯道的复杂扰动，都让这份工作充满压力。驾驶室里，司机时时刻刻要凭借个人经验，预估整列车运行状态，同时还要瞭望线路环境，工作强度大、难度高，全国能开这种重载列车的司机，仅有600余人。”冯江华说。

但冯江华给出了另一种可能：智能驾驶技术让重载列车自动化操控率达98%以上。

他所在的团队从感知与认知、建模与分析、规划与控制、诊断与预警四个方面研发的智能驾驶技术，可让在线精确感知重载列车车钩动态载荷的误差小于10%，长坡道车钩力降低15%。通过“空间异位—时标统一”多节点协同控制模型，多车动力协同提高到毫秒级，解决了车与车之间指令传递不同步、空气制动不确定等难题。这一整套技术最终支撑了国内最大载重32400吨列车成功开行。

“这些技术目前在国内很多重载线路和货运线路得到应用，大部分时候，司机处于瞭望状态。不仅极大缓解了货运列车司机的工作压力，还提高了运力和安全性。”冯江华说。

机器装上了“慧眼”

人眼只能感知400至700纳米的可见光，而螳螂虾却能感知部分紫外、远红外和线偏振信息，两只眼睛还能独立移动、单目获取深度视觉。大会上，中国科学院院士李树涛提到这个例子，并引申出一个问题：机器能否也拥有超越人眼的感知能力？

答案是肯定的！利用多模图像智能融合技术，能让机器“看得更全、更清、更准”。这种技术把可见光、红外、高光谱、合成孔径雷达等不同模态的图像融合起来，可见光成像技术能“看清”颜色、几何形状和纹理；红外感知热辐射技术在夜间或者有遮挡的情况下也能“看见”；高光谱通过精细光谱识别材质成分，被形象地称为“火眼金睛”；合成孔径雷达则通过电磁散射成像，不受光照影响，具备全天候观测能力。李树涛说，不同模态各有特长，融合之后能极大提高多维观测能力。

目前，该技术已走向应用：在芯片和板材缺陷检测中，可见光加深度图像让质检更准；在机器人与人的日常交互中，通过深度摄像头采集人脸三维形态细节，解决了普通2D摄像头在光线不佳、姿态变化时识别失准的问题；电站智能巡检时，把普通可见光相机、红外热成像设备、激光雷达三套设备的信息融合使用，就像给巡检机器人同时装上了“普通眼睛”“测温眼睛”和“3D空间感知眼睛”，让电站巡检更可靠。

太空对接用上“路标”

“以前太空交会对接，得花上两三天慢慢调轨道、找位置，现在常规流程已经压缩到3小时，2022年更是做到了仅用2小时就完成快速对接。神舟载人飞船、天舟货运飞船、嫦娥五号、嫦娥六号，都离不开这项技术。”北京控制工程研究所研究员解永春说，以前做任务方案，全靠工程师人工划分飞行阶段、对着海量数据反复验算优化，既费时又容易受经验局限。

她带领团队想出了“空间锚点”的新思路：在太空对接的路径上提前定下几个不能出错的“精准路标”，再把原本分散的动作步骤重新排顺序、挤掉冗余的等待时间，原来复杂的任务规划，直接变成了按路标串起一套连贯动作，大幅提升了设计效率。

靠着这套方法，团队在神舟八号成熟的飞行方案基础上，只微调了最开始几个锚点的坐标参数，就快速拿出了天舟五号的2小时快速交会对接方案。

“以后航天器的控制技术，肯定要往更准、更稳、更快、更灵活、更聪明的方向发展，也必然会使用更多智能控制技术。”解永春说。

数字农业 实现用更少水肥种更多粮食

“2050年，粮食产量需增加56%，且要在不砍伐更多森林、不增加排放的前提下实现。”这是巴西南里奥格兰德联邦大学教授卡洛斯·爱德华多·佩雷拉的判断。

“如何用更少自然资源生产更多食物，既是挑战，也是自动化领域的机会。”他说。数字农业用传感器、无人机、卫星、AI和机器人实现实时监测、精准灌溉施肥和病害早期检测。低成本电化学传感器可现场测量土壤中草甘膦、硝酸盐等物质，免去取样送实验室的奔波；卫星图像、无人机高光谱图像和地面传感器融合，可早期识别作物病害；低功耗现场可编程门阵列（FPGA）平台仅用3.7瓦功率，就能每秒处理约200张图像，识别葡萄、番茄和甘蔗病害。

卡洛斯·爱德华多·佩雷拉认为，农业生产力持续提高需要通过技术应用才能实现。“而这种规模化农业的发展，对自动控制和传感器产业来说有非常多机会。”他说，提高农业领域的生产力、能源效率，减少化学产品使用，也是深科技初创企业的好机会。

据2026年11月6日《光明日报》

