

“智慧之眼”紧盯生产线 助汽车制造智能升级

◎本报记者 陈曦

视觉检测被称为智能制造的“智慧之眼”，应用在工业领域，可代替人工完成识别、测量、定位、检测等工作，是实现工业化和智能化的必要手段。

但长期以来，工业视觉检测领域一直被外国品牌所垄断。核心团队源自天津大学精密

基础研发推动视觉检测工业场景应用

视觉检测源于计算机视觉，但又不完全等同于计算机视觉，视觉检测更侧重于工程应用，其在精确性、速度性、适应性、客观性、重复性、可靠性、效率性、感光范围和信息集成等方面，都完胜人类视觉。因此目前视觉检测被广泛应用于工业自动化领域，特别是在精确性要求高、被检测物品移动速度快和工作重复性较高的场景下，高性能视觉检测成套技术与装备可为企业实现智能化改造、降低用人成本、提高生产效率。

因此，以高性能检测手段驱动工艺迭代、提升产品质量、满足多样化定制要求，已成为提升中国制造核心竞争力的迫切需求。

然而，某些制造领域的视觉检测产品长期被国外垄断，我国制造企业需要高价购买，而且工程师都在国外，一旦设备使用过程中出现问题，售后维修的沟通成本非常大。除了费用高昂外，还会造成时间的浪费，影响生产计划。

“虽然视觉检测技术并不深奥，但应用到实际的场景中难度并不小，特别是环境复杂且干扰项众多的工业制造环境中。”易思维(天津)科技有限公司研发中心负责人邹剑介绍，在工业制造现场环境中，受限于照明、电磁、空间结构的多样性和复杂性，视觉检测普遍存在可靠性低、实时

破解汽车智能制造领域多项难题

“从实验室里的技术探索，到市场化的产品应用，我们持续不断地深入参与汽车制造过程，逐渐挖掘出更多的应用场景，先后研制出包含测量、引导、检测、识别在内的4大类、10余种成套工业视觉检测装备，从而实现了面向汽车制造的冲压、焊接、涂装、总装四大工艺的规模性、系统化应用。”易思维(天津)科技有限公司主要负责人刘美甜说。

使用了工业视觉检测装备后，企业的生产效率大大提高。

邹剑举例说，对于涂装工艺的漆面检测，目前常见的生产线上这个环节都是通过人眼观测和用手触摸相结合的方式检测的，因为微小的凹陷或者凸起只有头发丝直径大小，用人眼很难长时间准确稳定识别，只有依靠经验丰富的老师

测试技术及仪器国家重点实验室的易思维科技有限公司(以下简称易思维)，历经十余年产学研联合攻关，首次建立了包含测量、引导、检测、识别的4大类10余种工业视觉检测成套装备体系，其自主研发的视觉产品在汽车、航天领域实现系统化大规模应用。日前，该公司的“智能制造高性能视觉检测成套技术及装备”项目荣获了2021年度天津市科技进步奖特等奖。

性差、适应性弱的技术难题，同时技术应用呈现零散、局部、辅助的特点，亟须突破核心技术，形成成套技术及产品体系。

为此，团队从基础研发做起。为了让“眼睛”和“大脑”在复杂环境中能更好地协调一致，他们解决了现场环境下视觉检测系统的高稳定性、强适应性和高精度问题。

为了让“眼睛”不被周围环境所干扰，能更好地识别手中的工作，团队攻克了特殊光学特性、复杂表面结构物体高精度在线视觉检测技术；复杂制造环境下视觉检测精度控制与误差补偿技术；与制造工艺深度融合的工业视觉检测性能增强技术，同时还解决了制造现场多参数几何特征高精度、高效测量难题。

突破各项技术难题后，团队又把所有技术进行整合，最终形成了大尺寸自动蓝光扫描、全局跟踪在线测量、机器人视觉引导等成套视觉检测技术，建立了制造现场综合几何信息感知成套技术体系。

为了匹配成套视觉检测技术，团队还研制了一系列高性能视觉传感器及测量设备，解决了智能制造急需的成套测量装备保障问题。

目前，该项目共获授权发明专利61项、实用新型专利72项、软件著作权59项。

傅通过眼看结合触摸才能感知到。而漆面视觉检测传感器，通过“微米级三维感知”技术，就是在高倍率显微镜下真实还原被检测物表面的三维形貌，检测精度可达到头发丝直径的百分之一，然后通过算法对数据进行分析判断，对缺陷进行稳定精准检测，不仅大大提高了检测的准确性和稳定性，降低了人工劳动强度，更重要的是实现了检测的数字化和自动化，结合缺陷自动打磨技术，大大提升生产自动化程度。

此外，使用工业视觉检测装备，可以提升企业生产的自动化率，提升产品质量，降低企业成本。

“一般来说，汽车制造厂的自动化率可以达到80%以上，不过像这种漆面检测环节还是需要人工进行的。”邹剑介绍，人工操作受工人技术水

智能调控两种光照强度 这种窗户让室内冬暖夏凉还节能

◎本报记者 金凤 通讯员 朱琳

建筑物中的采暖、通风和空调系统消耗的能源，约占建筑物总能耗的一半。如今，一种最新设计的理论模型，通过智能调节窗户光学参数，控制太阳光和长波红外线强度，可让室内冬暖夏凉。

4月13日，记者从南京工业大学获悉，该校环境科学与工程学院副教授蒋腾耀与来自新加坡南洋理工大学、美国怀俄明大学等的合作团队，首次提出了同时调控太阳光和长波红外线两个波段的理想智能窗户模型，实现了双波段自响应调控，提升了建筑的节能效果。这一成果发表于国际期刊《科学》。

提出智能窗新模型，同时调控太阳光和长波红外线

《中国建筑能耗与碳排放研究报告(2021)》显示，2005—2019年间，全国建筑全过程碳排放由2005年的22.34亿吨，上升到2019年的49.97亿吨，年均增长5.92%。其中，2019年建筑全过程碳排放总量占全国碳排放总量的50.6%。因此，减少建筑能耗已成为最有效且最实用的节能解决方案之一。

个舒适的区间，而减少启用空调、采暖设备，将大大减少建筑使用过程的碳排放。

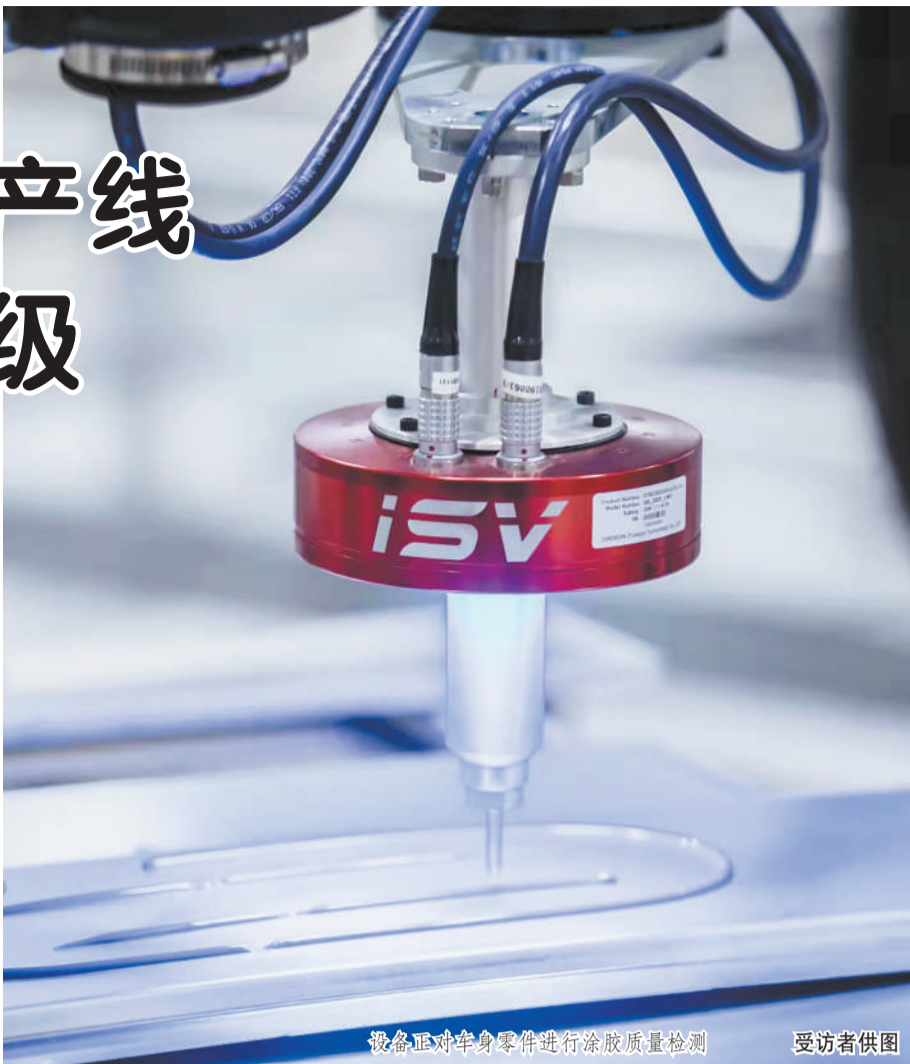
前述论文的共同第一作者蒋腾耀告诉科技日报记者，想避免室内太热，最直接的办法是挡住从窗户进入的太阳光，现有的智能窗户在太阳光透射率调控上已经取得了显著进展。然而，与热辐射和辐射制冷有关的长波红外波段对窗户能效的影响却鲜少被关注。

“辐射冷却材料会自发地向寒冷的外层空间辐射长波红外线，是炎热带季首选的冷却材料，现在已广泛应用于墙壁和屋顶，但很少应用于窗户，因为窗户是建筑中能效最低的部分之一。”蒋腾耀说。

能否研发一款智能窗户，让它能同时调控太阳光和长波红外双波段，并保持可见光透射率。这是一个极具挑战性的课题。

在此次研究中，团队提出了同时调控太阳光及长波红外波段的理想智能窗户模型。

“在夏季，理想的智能窗户需要具有低近红外透射率，从而减少由阳光引起的室内升温；同时具有高长波红外发射率，以促进辐射制冷。在冬季，智能窗户应具有高近红外透射率和低长波红外发射率，以促进阳光透射和减小经由窗户的热损失。”蒋腾耀说，这个模型的关键和难点在于，根据不同的季节、温度动态调节长波红外线的发射率，让窗户的长波红外辐射能力保持在一个适宜的区间。



设备正对车身零件进行涂胶质量检测

受访者供图

团队历经十余年产学研联合攻关，首次建立了包含测量、引导、检测、识别的4大类10余种工业视觉检测成套装备体系，其自主研发的视觉产品在汽车、航天领域实现系统化大规模应用。

平、身体状况等方面的影响，最终会影响检测的结果。而且工人上岗前需要经过较长时间的培训，而机器只需要调整好参数，对操作工人进行几课时培训，就可以像一个经验丰富的“老工人”一样上岗了。

“通过我们设备的引导和视觉检测方式的应用，一个设备可以替代两三个工人干活，能进一步提升汽车制造企业的自动化率，大大节约了企业的人力成本。”邹剑说。

目前在汽车制造领域中，易思维视觉检测装备中的一些技术已经达到了世界领先。

“目前，很多国外厂商已经在跟随我们的产品。”邹剑解释说，我们的设备能够容纳的工件位置偏差优于进口设备，可以大大降低生产线对机械定位精度的要求，大大降低生产线的制造成本。

邹剑举例说，比如在焊接工艺流程中安装汽车侧围这种大件时，机器人要从料箱中把侧围抓起来装到车身上。使用容差小的设备，当侧围的位置偏出容差范围的时候，机器人就“不知所措”，不能完成自动抓件，导致生产停线，给汽车厂造成巨大损失。容差范围大的设备，有更好稳定性。

使进口产品价格降低一半

“当时在汽车制造领域，进口的高性能视觉检测技术及装备价格非常昂贵。而易思维的产品推出后，一下子就把这个产品的价格降低了一半左右。”刘美甜说。

此外，易思维的视觉检测技术覆盖了汽车制造的全工艺过程，解决了技术应用零散、局部、辅助的弊端，一旦企业在使用过程中出现了设备故障，不再像以前一样，需要联系多家企业进行售后维修，大大提高了沟通效率。

同时全套设备打破了数字孤岛，连接起不同设备之间的数据，为企业优化生产线，提高生产效率提供了可靠的参考。

目前，易思维已连续多年成为国内汽车制造视觉检测细分市场的“隐形冠军”，彻底打破国外的垄断。“高性能视觉检测成套技术及装备在主流汽车厂获得广泛应用，推动了国内汽车制造业围绕视觉检测技术开展的智能化升级进程。”易思维总经理郭寅表示。

除了汽车制造领域，如今易思维的技术还广泛应用于航天、航空、轨道交通和船舶等高端制造领域。目前，易思维已走出国门，获得了美国、德国、捷克、波兰、越南等国外订单，成为汽车制造视觉检测应用领域的一张中国名片。

窗户上3种材料涂层， 动态调节光线实现节能

为了实现对两个波段的自调控，使太阳光和长波红外线自动发挥最大节能效果，研发团队设计并制备了一款双波段调控自响应智能窗。

“我们在玻璃上采用溶液工艺，用了热响应钨掺杂二氧化钒纳米颗粒，并涂了聚甲基丙烯酸甲酯以及氧化钨涂层，构成了一个法布里-珀罗谐振器。”蒋腾耀介绍，该谐振器能够对外界温度自响应，适应外界气温的变化。

这款谐振器中的灵魂之一，是掺杂了钨的二氧化钒材料。二氧化钒材料是材料界的“变色龙”。它在高温下处于金属态，在温度降低到一定程度后，变为绝缘态。

掺杂了钨的二氧化钒材料，相变温度从68摄氏度降至27.5摄氏度，接近体感舒适温度。这种材料对太阳光和长波红外的透射率会“区别对待”。

蒋腾耀介绍，“把钨和二氧化钒的混合材料涂在玻璃上，当玻璃表面温度低于27.5摄氏度时，太阳光经过玻璃，透射率就高，室内温度也随之提高；而当玻璃表面温度高于27.5摄氏度时，太阳光中的近红外线就会被玻璃反射出很多，这意味着对太阳光的隔绝效果提高。”

在玻璃表面温度低于27.5摄氏度时，二氧

化钒涂层对长波红外线来说是透明的，不吸收长波红外。谐振器涂层对长波红外线有着较低的谐振频率，因此长波红外发射率较低，与市售低辐射玻璃相近，此时室内温度升高。

“相反，玻璃表面温度高于27.5摄氏度时，二氧化钒转变为金属态，吸收长波红外线，发射率增大。长波红外线穿过玻璃的二氧化钒涂层、聚甲基丙烯酸甲酯涂层后，被氧化钨涂层进一步反射，导致长波红外发射率提高，达到散热效果，室内温度就可以慢慢降低。”蒋腾耀解释。

此外，改变法布里-珀罗谐振器的结构，例如调节聚甲基丙烯酸甲酯涂层的厚度及二氧化钒的掺杂量，智能窗还能切换不同的长波红外线发射率，满足不同气候区的要求。

在现实中，这套模型是否能智能调节室温、实现建筑节能？蒋腾耀表示，研究团队在全球7个气候区进行模拟，发现双波段调控智能窗户较市售低辐射节能玻璃表现出更优异的节能效果，每平方米玻璃可实现最高达324.6兆焦的制冷/制热节能，“这相当于每年每平方米玻璃可节省约90度电”。

“这项成果为建筑特别是玻璃的智能节能发展提供了新的思路，也为全球的节能减碳事业提供了独特的解决方案。但想进入工业化生产，还需要继续探索工艺放大研究，例如材料的耐候性、使用寿命等问题。”蒋腾耀说。

成果播报

大气环境监测卫星成功入轨 可大幅提升全球碳监测能力

科技日报讯(记者吴长锋)记者从中国科学院合肥物质科学研究院获悉，4月16日2时16分，长征四号丙运载火箭在太原卫星发射中心升空，将大气环境监测卫星送入预定轨道，发射任务取得圆满成功。卫星上搭载了中国科学院合肥研究院安光所自主研发的三台载荷——紫外高光谱大气成分探测仪EMI、多角度偏振成像仪DPC、高精度偏振扫描仪POSP。

大气环境监测卫星是国家民用空间基础设施首批启动的综合探测卫星，由国家生态环境部牵头、中国航天科技集团有限公司八院抓总研制，是国家民用空间基础设施中长期发展规划中的科研卫星，也是世界首颗具备二氧化碳激光探测能力的卫星。它搭载了包括EMI、DPC、POSP在内的5台遥感仪器，在国际上首次采用了主被动结合、多手段综合的探测体制，能够大幅提升全球碳监测和大气污染监测能力。卫星在轨应用后将显著提升生态环境、气象和农业等多领域定量遥感服务能力，助力我国实现碳中和与碳达峰、生态文明建设等国家战略，推动航天强国建设。

其中，EMI仪器具有2600千米观测幅宽，最小可探测光谱波长间隔0.6纳米，通过对多种气体吸收光谱“指纹”信息的准确识别，可实现单日覆盖全球，对二氧化氮、二氧化硫、臭氧和甲烷等温室气体开展监测。DPC仪器获取的全球大气气溶胶和云的时空分布信息和POSP仪器通过穿轨扫描获取的高精度大气气溶胶参数，在国际上首次实现了DPC和POSP的“偏振交叉”探测方案，可实现对PM_{2.5}、灰霾等颗粒物污染的定量观测，以满足全球气候变化研究、大气环境监测、遥感数据高精度大气校正等应用需求。

此次合肥物质科学研究院承担的大气环境监测卫星载荷于2021年3月完成正样交付，2022年2月大气环境监测卫星试验队进入发射场以来，不辱使命，奋力攻关，圆满完成了发射前各阶段测试任务。

大气环境监测卫星的成功发射和在轨应用标志着我国在大气遥感领域达到国际领先水平。载荷开机运行后，将与2021年9月发射的“高光谱观测卫星”组网运行，增加我国大气环境卫星观测频次，提高重访能力和全球覆盖能力，为我国实现减污降碳协同增效、建设美丽中国的目标提供有力支撑。“十四五”期间我国还将发射高精度温室气体综合探测卫星，与大气环境监测卫星组网观测，进一步提升我国天基碳监测能力和水平，为我国生态文明建设、实现“双碳”目标贡献力量。

地铁用上兆瓦级飞轮储能装置 有望年节电50万度

科技日报讯(记者俞慧友 通讯员姜波)4月14日，记者从湘电集团获悉，由湖北东湖实验室、湖南湘电动力有限公司联合研制的我国首台套1兆瓦飞轮储能装置，日前在青岛地铁3号线完成安装调试并顺利并网应用。据悉，这是我国轨道交通领域首台套具有完全自主知识产权的兆瓦级飞轮储能装置，打破了国外在该领域的技术垄断。同时，据估算，青岛地铁中安装的飞轮储能装置投入使用后，有望年节电50万度，30年寿命周期节电1500万度，节省电费约1065万元。全面推广应用后，线网每年可节电5000万度，年减少二氧化碳排放约5万吨。

飞轮储能是一种高功率密度、高可靠性、长寿命、环境友好的储能技术，除应用于轨道交通领域外，还可应用于电力能源、石油化工和船舶等行业。飞轮储能装置安装于轨道交通牵引变电所内，其采用磁悬浮技术，飞轮转子在真空室内无风阻环境下运行。列车进站制动，飞轮吸收其能量，将电能转换为动能，转速高达每分钟20000转；当列车出站加速时，飞轮释放能量，将动能转化为电能，释放能量供列车使用，具有良好的节能和稳压作用。据了解，该飞轮储能装置研制过程中，突破了高能量密度飞轮电机一体化设计与制造、低损耗高可靠性大承载力混合磁轴承等关键核心技术。

电网器件不到1毫米的加工偏差 被3D立体扫描技术找出来了

◎本报记者 王迎霞 通讯员 马飞越 陈磊

4月15日，国网宁夏电科院电网设备缺陷模拟实验室里，一束束激光掠过“鸟蛋”型的绝缘子表面，清晰的3D画面逐渐成形，这标志着电网设备“专科医生”团队利用3D立体扫描、3D打印机新技术还原故障机理获得成功。

3D扫描技术结合了结构光技术、相位测量技术、3D视觉技术、复合三维非接触式测量技术，可在虚拟世界中创建实际物体的数字模型，并用于工业设计、瑕疵检测、逆向工程、生物信息、刑事鉴定、数字文物典藏等场景。电科院专家团队将3D扫描技术应用于电力设备瑕疵检测，通过多线束的不断扫描探索以及对“鸟蛋”模型的精确比对，利用高达0.1毫米的扫描精度技术在三维实景上呈现出了两个绝缘子附件不到1毫米的加工偏差。

据悉，1月4日，宁夏银川地区极为重要的一座220千伏变电站110千伏母线设备出现异常，电科院组织电气、金属等多专业协同，利用超声波局放、特高频局放、无损检测、X射线检测等手段对GIS异常部位内部母线插接深度进行全面深入的评估确诊，确定是设备内部一支撑绝缘子与导体之间连接不良导致的间歇性悬浮放电。4月12日至4月14日，电科院紧盯设备解体不放松，发现设备内部存在黑色放电痕迹，其放电部位、放电性质、缺陷情况与前期分析判断完全一致。

为弄清事故原因，团队将拆解下来的6只绝缘子带回试验室深入研究，实现了宁夏电网首次利用全新3D立体扫描技术对GIS故障进行诊断的成功实践。

“这项成果为建筑特别是玻璃的智能节能发展提供了新的思路，也为全球的节能减碳事业提供了独特的解决方案。但想进入工业化生产，还需要继续探索工艺放大研究，例如材料的耐候性、使用寿命等问题。”蒋腾耀说。