

“机器人医生”让200座大桥挺直脊梁

■长江日报记者金涛 汪文汉

在一个高26厘米、宽30厘米的狭窄空间里，一台台机器人正在焊接。这不是科幻电影，而是中国工程师为钢铁桥梁做“手术”的关键战场。这些被称为“机器人医生”的U肋内焊机机器人，正深入桥梁的“骨骼”内部，治愈一种曾被视作“不治之症”的顽疾——桥梁U肋焊根疲劳开裂。目前，武汉锂鑫自动化科技有限公司（以下简称锂鑫科技）的这一科研成果已在军山长江大桥等200座大桥应用，大桥得以挺直脊梁，经久耐用。

狭窄空间内机器人灵活干着焊接活儿

桥梁，尤其是大跨径钢桥，桥面板下方藏着许多U型的“肋骨”，专业名称叫U肋，它们默默支撑着桥面。过去，由于空间狭窄，焊枪无法伸进去，工程师只能在U肋外进行单面焊接。这就好比给人接骨，只固定了表皮，内部的筋骨并没有真正连为一体。结果，桥面在日复一日的重压下运行，15年左右，这些焊接部位普遍会“累”出裂缝。为避免形成贯穿性面板开裂，导致桥面铺装层破损塌陷，U肋就需要定期检修。这一问题曾让世界桥梁界头疼不已，被称为桥梁界的“癌症”。

U肋内焊机机器人如何为桥梁治疗顽疾？7月18日，长江日报记者走进位于新洲双柳的锂鑫科技智能车间，只见整齐排列的6台U肋内焊机机器人外观独特，似披着银灰色金属外壳的灵蛇，泛着冷光。操作员周晓丽坐在中控台前，全神贯注地盯着屏幕上的数据流和实时监控画面。她轻触鼠标，发出指令。瞬间，6台U肋内焊机机器人如同接到命令的士兵，灵巧地钻入桥面板下方U肋的狭窄腹地。它们游走在狭小的“隧道”里，其精密的关节异常灵活。车间里响起低沉的机械运转声和焊接特有的“滋滋”声。透过缝隙，可以看到一道均匀明亮的焊接轨迹在U肋焊缝上延伸。机器人以每分钟约0.3米的速度稳健推进。灼热的红光从钢板缝隙中透射出来，空气中弥漫着金属加热的独特气味。监测工人余文君身着防护服，在安全距离外监控着设备运行。令人惊叹的是，仅45分钟后，一块重约7吨的桥面板就完成了U肋内部焊接，U肋牢牢固定在面板上。“以前的单面焊接，就像只在骨折处绑了绷带，骨头里面还是断的。”锂鑫科技董事长高兴抚摸着焊接修复后光滑坚固的焊缝自豪地说，“我们的内外全透焊接，真正重建了骨骼内部的传导系统，让力量传递更均匀、更顺畅。”

毫米级科研解决U肋内焊世界难题

“谁能解决U肋内焊难题，谁就能创造历史。”2010年，时任武船重工公司副总经理黄新明的一句感慨点燃了高兴心中的火种。彼时，刚从北京回到武汉创业的高兴凭借机械专业的背景和对自动化的热爱，决心挑战这道世界性难题。四年磨一剑，毫米定乾坤。在实验室里，高兴和团队埋头苦干，反复打磨上千道工序，对精度的追求苛刻到毫米级。2016年10月，锂鑫科技自主研发的第一台实用U肋内焊机机器人样机终于在武船重工的车间里轰鸣启动。让机器人在仰面朝天的狭窄空间里精准定位、自动追踪焊缝、远距离稳定送丝、自主行走……一道道看似不可能的技术壁垒被硬生生突破。中国桥梁的“内骨骼”，终于迎来了内外一体、坚固无比的完整焊接时代。

这套“桥梁骨科手术”已在武汉沌口长江大桥、嘉鱼长江大桥、深中通道等全国200多座桥梁及国家重大工程成功施行，累计完成内焊缝长度超过百万米，为国家节省维修费用数十亿元。如今，锂鑫科技的焊接工厂已遍布中国钢桥制造的核心区域。在华中、华东、华南、西南、东北五大区域，建立了十余个智能化生产基地，年产能可达50万吨。从荣获湖北省科技进步奖一等奖，到入选国家“十大绝活”，从被评为国家级专精特新“小巨人”，再到摘得湖北省制造业单项冠军桂冠，累累硕果是对“26厘米空间”里诞生的“中国精度”的充分肯定。

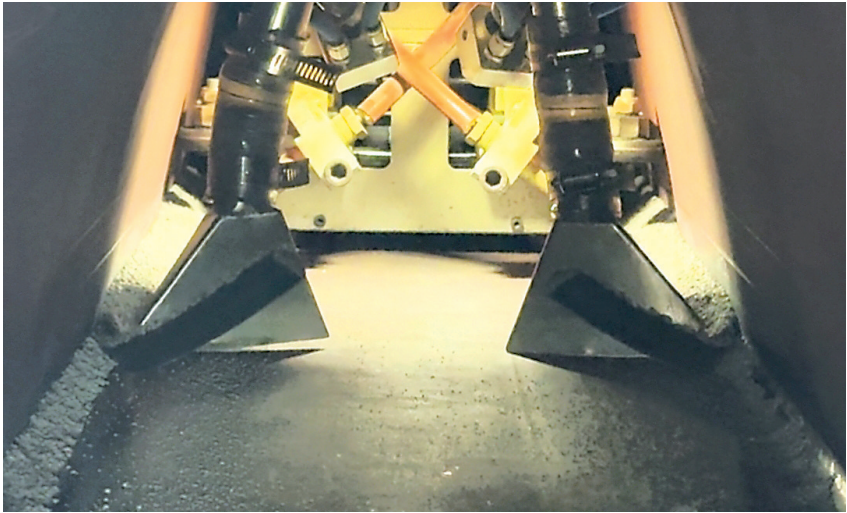
机器人仰面朝天做“手术”为大桥“疗伤”

军山长江大桥，这条2001年通车的交通大动脉，连接着京港澳和沪渝两条国家高速干线，车流量巨大。近年来，随着车辆通行量日益增长，大桥关键承重结构——U肋的焊缝焊根部位经受重负考验。此前几次维修，都因技术限制只能“治标”。如何根除隐患？转机出现在2023年。锂鑫科技成功研发出第四代技术——“在役桥梁U肋仰内焊加固”技术，专为老桥“疗伤”。这项技术要求机器人必须更轻巧、更便携，能在桥面板下方极其狭窄的空间里仰面朝天地灵活作业，难度远超新桥建造。今年3月，专家严格评审，决定采用锂鑫科技方案修复军山大桥。

团队迅速行动，如同进行一场精密的微创手术，动用了多款特种“手术器械”：等离子切割设备像精准的手术刀，在特定的需要修复位置开孔；激光清洗机器人负责打磨掉油漆和锈迹；最关键的是仰位焊接机器人，它能深入U肋“骨骼”内部进行内焊加固；焊缝检查机器人像细致的质检员，确保每一道“手术”都完美达标。“在26厘米高、8米长的U肋内，机器人仰位进行精准焊接，焊枪移动、送丝速度都要控制得毫厘不差。修复是在不间断交通的情况下进行，每次车辆的通行，均是对焊接的一次考验，难度超乎想象！”现场工程师感慨。他们日夜奋战，不断优化每一步加固工艺以及焊接工艺参数。20天奋战！在保证京港澳、沪渝高速车流不停的前提下，工程团队完成了H梁段顶板56根U肋、总计896米的内焊加固任务。检测结果令人振奋：修复后的焊缝平顺、坚固，各项指标完全达标。更重要的是，这从根源上大幅提升了桥面板的抗疲劳能力，如同给桥梁的“骨骼”内部植入了更坚韧的韧带，大大延长了桥梁的安全寿命。如果没有这项内焊技术，像军山长江大桥这样的大桥通车15年左右就可能要大修，一次花费约4000万元。而采用内焊加固，能有效延长桥梁寿命，预计可为单座大桥节省上亿元的后期维护费用。锂鑫科技董事长高兴坚定地表示，未来，团队将把这项“桥梁微创手术”技术推广应用到更多需要“强筋健骨”的在役老桥上，为中国桥梁的安全运行保驾护航。



锂鑫科技生产车间内，工程师调试U肋内焊机机器人。长江日报记者何晓刚 摄



U肋内焊机机器人深入桥梁“骨骼”内部焊接。长江日报记者何晓刚 摄

可存储2.5万部高清电影并永久保留 2毫米厚玻璃硬盘年底量产

长江日报讯 7月22日，在武汉一尧科技有限责任公司洁净间内，华中科技大学武汉光电国家研究中心、湖北光谷实验室双聘研究员、博导张静宇和团队正在进行一场“雕刻时光”的精密实验。飞秒激光如灵巧的刻刀，在2毫米厚的晶莹玻璃内部精准“雕刻”纳米结构，留下点点印记。“我们不能再依赖国外传统存储介质路径，必须有安全自主的智能存储设备。”张静宇说，这块巴掌大的玻璃硬盘，容量最高达360TB，可存储2.5万部高清电影，并且可永久保留，一次写入海量数据，将“永如石刻”。该项技术荣获2024年全国颠覆性技术创新大赛卓越奖。张静宇透露，这项自主可控的存储革命技术预计今年底落地产业化，正与全国范围的数据中心展开应用接洽。未来，将率先服务互联网数据中心、AI大模型训练数据存储及历史档案长期保存等关键领域。继突破性“玻璃硬盘”技术引发数据存储革命后，光谷实验室一系列成果展现出强大的创新策源能力。“单光子成像技术方面取得新突破，成像分辨率已达到百万级。”光谷实验室研究员丁毅说，日常使用的手

机摄像头在生活中可以拍下清晰的照片，但在一些特殊场景，比如深海、高空，或在医疗检测上，光信号微弱，空间分辨率低，需要用单光子探测器来捕捉图像。光谷实验室通过光学调制和信号处理突破物理探测器的局限，实现数十万甚至上百万像素的高分辨率图像恢复，不仅提升了成像的分辨率，也极大提高了成像的帧率。丁毅介绍，这意味着即使在星光般微弱的环境下也能实现高清成像，为量子通信的密钥分发、深空探测的暗弱目标识别等关键领域装上了洞察幽微的“暗夜之眼”。目前，该研究团队正与医疗器械、遥感探测等领域展开应用合作。“依托自主创新，九曜光电、英睿红外等一批充满活力的科技企业相继孵化诞生。”光谷实验室科技成果转化部部长徐迪帆称，实验室已推动近百项研发课题的开展，累计获得46项发明专利授权，多项技术达到国际领先水平，越来越多科技成果正在加速从“实验台”走向“生产线”。

（陈洁 周小宁 张勇勇 高骥超）



张静宇(左)和研究团队正在讨论玻璃硬盘存储技术方案。长江日报记者高勇 摄

法官为新类型纠纷“把脉” 武汉这家企业 1.5亿元资金回笼

长江日报讯(记者耿珊珊 通讯员贺玉琼 杨三川)“纠纷化解了，企业发展更有信心了。”武汉一家高新企业负责人告诉长江日报记者，得益于武汉中院法官高水平审判，公司的1.5亿元资金回笼，解决了研发资金的燃眉之急。

原来，这家高新企业与某信息公司存在长期业务往来，双方签订了多份采购合同，信息公司是采购方，高新企业是供货方。为了保证货款按期足额支付，信息公司提出以应收账款为货款提供质押担保。在法律上，应收账款是一种债权，应收账款质押是一种权利质押。该高新企业的员工回忆，当时，这个担保方案看起来完美无缺，信息公司的产品竞争力强，下游客户资质优，又提供了质押担保，货款支付有保障。经再三讨论权衡，该高新企业同意了信息公司的请求，可是合作一段时间后，对方欠的货款总额已有上亿元。该高新企业发现，由于应收账款挂钩的基建项目时间长、变动大，导致担保也存在巨大的不确定性。

于是，该高新企业诉至武汉中院，要求信息公司立即支付货款及违约金，并主张对信息公司提供的应收账款账户内资金在不超过1.5亿元的范围内优先受偿。

“以将有的应收账款质押，是民法典时代的一种新型担保制度。”法官告诉记者，本案主要有三大争议焦点：具体货款金额的认定、是否符合应收账款质押的构成要件、涉案账户是否属于民法典规定的“特定账户”范畴。

庭审中，法官一页页核实合同与单据，一行行比对表格里的流水，双方对清晰无误的货款本金金额予以确认。双方围绕交易结构合法性、应收账款真实性、账户监管有效性等关键问题展开交锋。

经核查，某信息公司质押的账户，资金流向明确可识别，而且多个账户均办理了共管手续，账户处于高新企业有效管控之下，符合特定账户的法律特征。

案情明朗，法槌落下。武汉中院支持了该高新企业的诉讼请求。承办法官表示，以专业守护公平，让“民法典中的权利”转化为市场经营主体前进的动力，是法官的光荣职责。一份好的裁判，不仅能稳定市场预期，激发创新发展，更能对无数企业的期盼发出公正回音。

武汉高校国旗班赴京山 在孩子心中 播撒爱国种子

长江日报讯(记者陈晓彤 实习生王慧懿 黄颖媛 通讯员胡蔓菁 李玲玲)体验庄严的升国旗仪式、聆听动人的红色故事。近日，武汉轻工大学“旗迹·未来”实践服务团走进京山市曹武镇，教当地暑期“爱心托管班”的孩子们站军姿、跨立、齐步走等基本升旗礼仪。“旗迹·未来”实践服务团由武汉轻工大学国旗班成员组成。这支队伍不仅是校园国旗的守护者，活跃于校内外大型活动，更是学校开展爱国主义教育的中坚力量。

清晨，国旗班队员们身着笔挺军礼服，身姿挺拔如松、眼神坚定有力。他们迈着铿锵整齐的步伐走向升旗台。国歌奏响，五星红旗冉冉升起。台下的孩子们不自觉地挺直了小小的脊背，怀着庄重与激动的心情，向国旗行注目礼。

在“红色课堂”上，队员们为小朋友讲述了五星红旗的设计背景、确立历程及其象征意义，国歌的诞生故事与奏唱规范等，并普及了《中华人民共和国国旗法》《中华人民共和国国歌法》的相关知识。孩子们听得聚精会神，小手举得高高的，争相提问。“旗迹·未来”实践服务团的队员还手把手教孩子们基本升旗礼仪，小朋友们兴趣高涨，一个个做得有模有样。

武汉轻工大学团委书记李鑫表示，组建“旗迹·未来”实践服务团，旨在充分发挥国旗班这支队伍的优势，将爱国情怀播撒到更多孩子心中，让爱国成为一种日常自觉，同时在服务社会过程中展现新时代大学生的使命担当。