

一粒盐掉进泳池也能检测出来

她让全球领先“冷门”技术在汉落地

长江日报记者陈智 肖年红 实习生汪思好



北京大学电子学院碳基电子学研究中心副研究员肖梦梦介绍碳基传感器晶圆。胡赞威 摄

展会“偶遇”
让实验室技术“长”进供水管网

2024年6月，湖南长沙，一场传感器行业展会。武汉纳为科技的技术团队在一款碳基传感芯片前停了下来。这款芯片来自北京大学碳基电子学研究团队孵化的湖南元芯传感科技有限责任公司（以下简称元芯传感）。技术团队负责人当场给朱海峰打电话：“朱总，我们找到了！”

当时，纳为科技正在全球范围内寻找能实现水质原位监测的技术方案，已经搜寻了半年多。而肖梦梦团队研发的碳纳米管传感器正好符合他们的需求。

碳纳米管有两个优势。第一是极小，直径只有1到2纳米，是头发丝的十万分之一，对外界电荷扰动极其敏感。第二是电子在里面跑得极快，大约是硅的100倍以上。“我们做传感器，就是把这根细到看不见的管子变成能‘感知’万物的工具。”肖梦梦说。

仅两个月后，批量化样品完成测试。2025年12月，元芯传感正式成为纳为科技战略股东。从北大实验室到武汉供水管网，一条产学研转化链条被彻底激活。

朱海峰说：“我们几乎没在合作方式和知识产权上做过多的讨论，一门心思先把产品做了出来。一群有志于服务水安全事业的科研团队和企业，走到了一起。”

在纳为科技展厅，墙上展示碳基传感器的应用场景：从市政供水到排污口监测，从电厂循环水到医药、电池制造行业的超纯水检测，甚至包括医院、数据中心、机场、校园的供水安全……“每一滴水都值得被精准守护”。

截至今年7月，纳为科技的产品已进入全国16个省市区，从济南泉水直饮工程到湖南千吨万人水厂项目，再到广州花都、内蒙古二连浩特、西藏当雄、海南海口。不到两年时间，碳基水传感设备已部署到全国超过200个点位，在武汉及周边地区服务近500万人口。

13年沉淀
把“冷门”方向熬成国际领跑

2013年，肖梦梦开始读博。碳纳米管生化传感器在当时是个“冷门”方向。“做碳基芯片的同行在追集成电路，做传感器的同行在用成熟材料。碳管传感器涉及物理、电子、化学、生物、材料交叉，产出很慢，一开始我非常焦虑。”肖梦梦说，“但我也很幸运，遇到了彭练矛院士和张志勇教授。他们教会我用第一性原理看问题——只要物理本质上占优势，就值得坚持。”

13年间，肖梦梦做了三件事。

她首先提出了“感传解耦”型碳基浮栅晶体管架构，把检测灵敏度做到aM（ 10^{-15} mol/L）量级——相当于在标准游泳池里找出一粒盐。接着，在国内率先建成碳基传感器晶圆级批量制造工艺线，批次性能不均一性控制在6%以内。她开发了特殊封装工艺，让敏感的碳管传感器在真实水环境中“即插即用”，成本降低90%。“恰恰是‘冷门’给了我们足够的时间去沉淀，把基础问题一个一个啃透。”肖梦梦说。

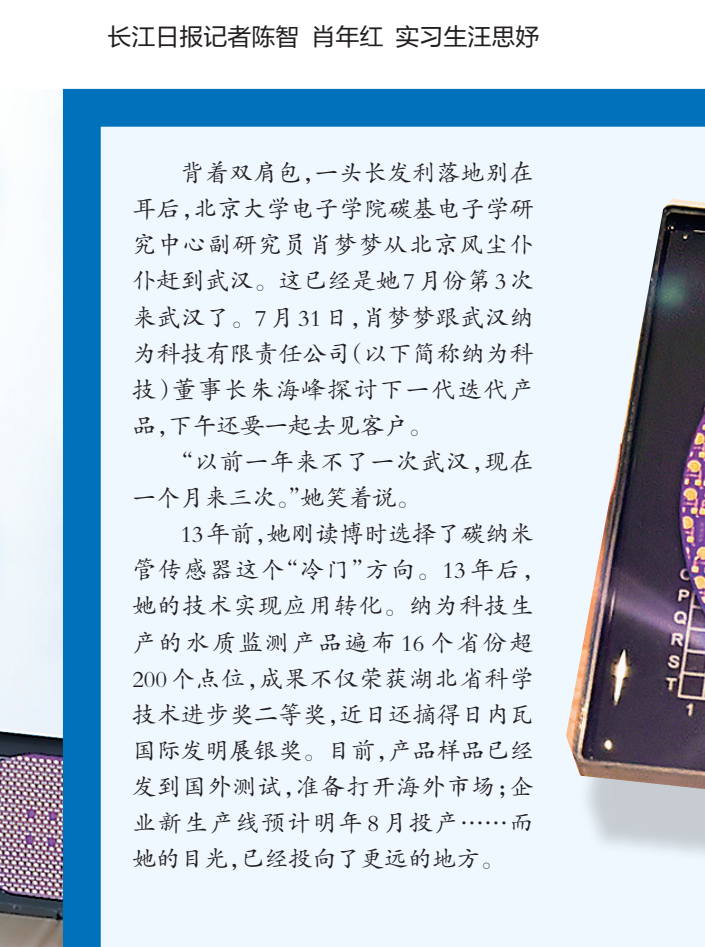
“放眼全球，北大碳基电子学研究中心是碳基电子领域的开拓者和领跑者。”肖梦梦介绍，早在2007年，团队就提出了无掺杂碳基CMOS（互补金属氧化物半导体）工艺。2017年，团队在《科学》杂志发表了全球首个5纳米栅长碳纳米管晶体管，至今仍是世界领先技术的保持者。

在碳基传感这个细分方向，aM级检测极限是国际领先水平，多参数集成、晶圆级批量制备和封装工艺更是全球独一无二。

长江日报讯（记者张奕宁 通讯员简文 实习生罗思懿 王冰霜）从配料、吹瓶、灌装、贴标，到智能检测、自动装箱，一条智能生产线每秒可生产6瓶酸梅汤。8月6日，长江日报记者从武汉金汇泉食品饮料有限公司（以下简称金汇泉）获悉，公司投资建设的达意隆干法无菌智能生产线近日投产。

“新产线投产后，单小时产量由此前的1.2万至1.5万瓶提升至2.4万瓶，整体产能提升近1倍。”金汇泉总经理曾黎介绍。

“这条智能生产线投产后，产线员工的角色已从动手操作转向巡线和异常处理。”曾黎称，新产线实现了从原料投入到成品装箱成堆的全流程自动化生产，并通过搭载



碳基传感器晶圆。长江日报记者陈智 摄

小小碳纳米管传感器有大能耐

【水质监测】
灵敏度达aM量级
相当于在标准游泳池里找出一粒盐

使用方便
在真实水环境中“即插即用”

广泛应用
水质监测产品遍布全国16个省区市的超200个点位

【守护健康】
换不同的探针分子就能测不同的目标

有望提前5到10年发现阿尔茨海默病风险
还能用于癌症标志物筛查、病毒核酸快检

未来，比创可贴还薄
疲劳指数、营养状况、激素水平、感染风险、慢性病监测
健康数据在手机实时可查

二。更重要的是，北大团队是目前世界上唯一打通了从碳管材料、到器件工艺、到系统集成、再到产品解决方案全链条的团队。

场景拓展
让健康检测像呼吸一样自然

“新技术产业化最怕‘拿着锤子找钉子’！不是我们拿着技术去找应用，而是纳为科技带着真实需求找上门。”肖梦梦直言，很多关键取舍都是需求替我们做的决定。比如，要管网直插，尺寸就必须微型化；要无人值守，功耗就必须极低；要成本可控，就必须免试剂、少维护。

“场景定义了产品，需求校准了技术。没有真实需求的牵引，再好的论文也走不出实验室。”这也是肖梦梦对年轻科研工作者的建议，“选方向别太在意‘热’还是‘冷’，要看它是不是一个真问题，真问题就有坚持价值。同时要多走出实验室，去一线看看真实的问题。”

在她看来，水只是碳纳米管传感器的“起点”。她解释，碳基传感器是一个通用平台，换不同的探针分子，就能测不同的目标。

“阿尔茨海默病早期筛查，通过血液中的标志物蛋白检测。”她透露，“我们拿到了国内首个FET（场效应晶体管）生物传感相关技术的发明专利，希望推广到社区筛查，争取比现有手段提前5到10年发现风险。”此外，还有癌症标志物筛查、病毒核酸快检。他们的目标是用2分钟完成与PCR（聚合酶链式反应，目前核酸检测的“金标准”技术）精度相当的检测。

“未来，比创可贴还薄的一个贴片，悄无声息地把生理数据传到手机。疲劳指数、营养状况、激素水平、感染风险，一目了然。家里的马桶每天自动做一次尿液分析，老人独居不用跑医院也能持续监测慢性病。”畅想未来，她给出了这样的描述，“让检测像呼吸一样自然”。

“智能质检员”上岗把关饮品质量

金汇泉第8条智能产线投产，10万个产品不良品不超1个

MES（制造执行系统）、智能传感系统和视觉检测设备，完成生产过程数字化、质量检测的智能化升级。

“以前质检环节要靠人工肉眼检查，长时间作业容易疲劳，现在机器就能自动剔除不合格产品，产线员工只需巡线并对剔除产品进行二次检验。”曾黎说，如今每生产10万个产品，不良品不超过1个，整体质检效率提升约三分之二。

“此次投产的新产线，另一大亮点是首次采用干法无菌技术。”曾黎说，传统湿法无菌工艺需要使用消毒剂或者大量无菌水对设备、瓶胚进行清洗灭菌，而干法无菌则通过汽化方式完成灭菌，减少用水的同时，也降低了消毒剂在饮品上的残留风险，进一步提升生产环保性和稳定性。

据了解，金汇泉2003年成立于武汉，深耕酸梅汤领域20余年，旗下拥有“金汇源泉”“彭大姐”等品牌。公司自2019年启动智能化改造，目前已建成投产8条智能生产线，预计8月15日前后第9条生产线也将正式投产。

曾黎透露，这条生产线已用于麦德龙纯茶系列、湖北中医药大学和湖北时珍实验室联名研发的“菊枳清饮”，以及自研儿童饮料“十分元气”等6个品牌产品的生产，另有7个新品订单正在洽谈。据了解，今年二季度，公司产销量达到3000吨，产品陆续进入山姆、盒马、麦德龙、三只松鼠等主流渠道。“未来一年，公司计划让该产线达到七成产能运行，预计新增销售额2亿至3亿元。”

链接

长江日报讯（记者陈智 肖年红 实习生汪思好）用碳纳米管做成的传感器能检测到aM（ 10^{-15} mol/L）级别的生化分子——相当于在一个标准游泳池里找出一粒盐。如今，这项源自北京大学碳基电子研究团队的技术，通过纳为科技实现落地转化。纳为科技的碳基水质传感芯片已在全国16个省区市的供水管网中稳定运行，守护着数百万人的饮水安全。

2022年9月，纳为科技成立于武汉光谷。董事长朱海峰介绍，“我们盯准了一个痛点：水质监测。传统设备依赖化学试剂，产生二次污染；进口设备价格高昂，维护复杂。而碳基传感器不需要试剂、不产生废液、功耗极低，正好解决这些问题。我们联合北大团队开发的多参数水质传感器，将油度、温度、余氯、电导率和pH五个关键参数集成于一体，无需化学试剂、无二次污染，维护周期从1个月延长至6个月以上，价格仅为进口产品的50%。”

说得再好，不如在真实场景里跑一跑。朱海峰介绍，“我们在武汉一家自来水厂进行了为期半年的连续比对测试：纳为科技的碳基传感器与进口高端设备并排运行，偏差极小，连续3个月未做任何维护。今年7月，湖北省农村供水藻华监测预警专家组在未提前通知的情况下，抽查了江夏五里界水厂水源地水质监测站，获得一致好评。”

市场正在用脚投票。朱海峰介绍，“我们的样品已经发到海外客户手中测试，反馈良好，正在办理认证手续，预计最快明年上半年就可以在海外市场正式发售。随着订单持续增长，我们发现现有产能远远不够。我们计划投资建设国内首个碳基水传感器产业园，预计明年8月前投产。”

长江
财经
周刊

8 长江日报

2026年8月10日 星期一
责编：殷雪君 美编：陈昌
版式：陈笑宇 责校：张纯

寻访武汉AI新势力

武汉市中小企业发展促进中心联办

吉利长城东风等车企抢着试用武汉造「智能安全锁」

人来启动 人走关机

难以想象的是，这套产品的研发团队仅7人。徐长龙曾供职于全球汽车零部件企业10余年，熟知机械臂等自动化产线维修中的安全隐患。“传统锁具完全依赖人工挂摘，可能遗忘或忽视，风险一直存在。”4年前，他和团队决定以技术手段破解这一行业老问题。

从设计、建模到样机成型，研发过程几经波折。工程师熊工向记者展示设备内部结构——一块比豆腐块略小的电路板，集成了主控芯片、通信模块、人脸识别模组和雷达感应器。要在有限空间内集成多项功能，电路板先后迭代十多个版本。团队在选型中试用三家供应商，却面临技术支持薄弱、文档含糊、高温死机及大厂服务滞后等困扰。最终，团队通过自主选配摄像头并加装雷达感应器，实现“人来启动、人走关机”的智能联动机制，散热问题随之解决。

今年4月，一家钢铁行业头部企业主动联系到益狐智造。“我们一直想要这类智能化产品，但市场上没有，没想到你们的产品符合预期。”对方如是评价。

徐长龙算了一笔账：2025年中国工业机器人销量约32万台，2026年预计销量35万台，理论上每台机械臂至少需配备一把智能锁。中国工业机器人占全球市场一半份额，“把中国市场做好，市场空间已经足够大”。

作为技术出身的管理者，徐长龙谈得最多的就是技术和参数。“大家习惯埋头干事，疏于产品推广，得益于武汉经开区各部门牵线搭桥，组织供需对接活动，不少合作方主动找上门，帮助客户拓展了客户群。”

“创业最艰难时，不仅花光了工作10多年的积蓄，还抵押了房产。自主研发这条路很难，但客户的正面评价让我有信心走下去。”徐长龙说，近年来公司营收保持逐年增长。眼下随着新产品批量交付，团队计划明年在武汉经开区落户智能锁制造新工厂，进一步扩大企业规模。

统筹：陈永权 制图：陈昌