

把习近平总书记的殷殷嘱托 全面落实在重庆大地上

国内首条碳基集成电路生产线 为何诞生在重庆

重报深一度

●有别于硅基芯片是晶体管的二维集成，碳基芯片能实现晶体管的三维集成，达到更高的集成度，在理论上具有更高的性能潜力

●重庆具备丰富的应用场景，一旦碳基芯片实现规模化量产，就能在这里快速落地应用

●“十五五”时期，计划打造28纳米碳基集成电路生产线，对标7纳米硅基集成电路性能，到2028年实现年产碳基晶圆10万片的目标

■新重庆-重庆日报首席记者 张亦斌

国内首条碳基集成电路生产线为何诞生在重庆？碳基芯片能打破摩尔定律的“天花板”，取代硅基芯片成为主流吗？“中国芯”能凭此逆风翻盘，实现“换道超车”吗？碳基芯片距离我们的生活还有多远……随着不久前国内首条碳基集成电路生产线在渝投运，人们对“中国芯”有了新期待。近日，记者带着一系列问题，走进北京大学重庆碳基集成电路研究院（以下简称北大重庆碳基院）。

25年“磨一剑”

“要想不受制于人，我们必须发展自己的集成电路技术”

一栋位于西部（重庆）科学城西永微电园的三层小楼，是北大重庆碳基院的所在地。今年4月，研究院刚从附近一处临时办公场地乔迁于此。

刚走进研究院，一块大屏幕便映入记者的眼帘。屏幕上显示的，是国内首条碳基集成电路生产线的实时场景——

洁净的生产车间里，几名身着防尘服的工人来回走动，他们身旁的设备有序运行着。一道道工序完成后，碳基晶圆便从这里下线。

“在这条生产线上，碳基集成电路专用设备有十几台，都是国产的，一部分还是由我们北大团队和研究院团队自主研发的。”北京大学电子学院教授、北大重庆碳基院长张志勇介绍。

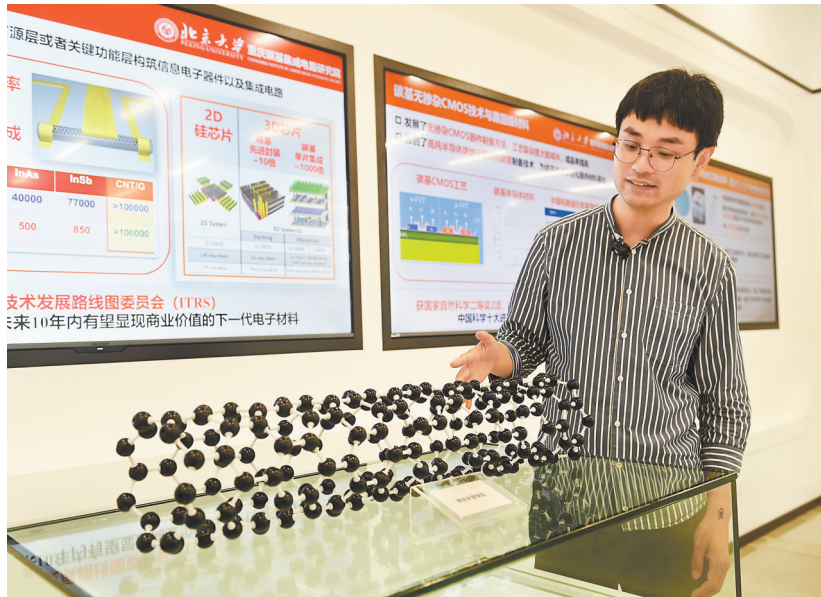
研究院展厅里，两片薄薄的8英寸碳基晶圆放在玻璃展示柜上。经过后续加工，一片晶圆能分割出100多颗碳基芯片。目前，生产线已投运一个月，像这样的晶圆已经实现量产。

“这一天，我们等了25年！”张志勇感慨。

碳基芯片，顾名思义，是以碳为核心材料制造而成。具体而言，北大重庆碳基院采用的是碳纳米管。这种材料于20世纪90年代被发现，是一种由碳原子组成的微小管状结构。以中国科学院院士彭练矛领衔的北大碳基团队，已研究了25年。

碳基晶圆旁边摆放着一个碳纳米管模型，它比实际的碳纳米管放大了亿倍。“碳纳米管直径只有1—2纳米，相当于头发丝的50万分之一。”张志勇介绍。

这些管子虽小，却有强大到令人惊叹的特性——电子在碳纳米管里的移动速度比在硅里快约10倍，这意味着，它能制造



六月十日，北京大学重庆碳基集成电路研究院，工作人员介绍碳基集成电路相关知识。
记者 郑宇 摄影 视觉重庆

出运算速度更快的电子器件，且功耗低，散热效果好。更重要的是，有别于硅基芯片是晶体管的二维集成，碳基芯片能实现晶体管的三维集成，达到更高的集成度，在理论上具有更高的性能潜力，从而打破摩尔定律的“天花板”，突破当前硅基芯片面临的技术瓶颈。

事实上，20世纪90年代，国内外知名高校、科研机构和企业都对碳纳米管表现出极大兴趣，曾掀起一波研究热潮。不过，那时研究人員是基于单根碳纳米管展开研究，他们认为要将几十亿甚至上百亿根碳纳米管晶体管集成在一张基底材料上，是一个不可能完成的任务，因而无法制备出碳基芯片。

后来，不少研究团队都选择了放弃，但北大碳基团队一直在坚持。

为何要坚持？为何能坚持？张志勇坦言，硅基芯片在美国已发展了60多年，在整个硅基芯片的研发上，我国落后很多，不论是材料还是设备、软件、制造工艺等，都是购买别人的，想要在硅基的道路上“超车”不太现实，需要“换道”。而碳基芯片对全球来说都是一条全新的赛道，更何况目前我们还处于相对领先的位置，甚至有望凭此“换道超车”，“要想不受制于人，我们必须发展自己的集成电路技术。”张志勇说。

为此，自2001年以来，在国家持续20年的专项支持下，北大碳基团队从零开始，探索用碳纳米管材料制备集成电路的方法，研发出一整套高性能碳纳米管晶体管的无掺杂制备方法。

技术落地“一线牵”

“一条8英寸硅光特色工艺生产线，让团队眼前一亮”

2020年，北大碳基团队首次制备出达到大规模碳基集成电路所需的高纯、高密度碳纳米管阵列材料，并加工出性能超越硅基集成电路的碳纳米管集成电路，相关研究成果在世界顶级期刊《科学》上发表。

然而，这并不意味着碳基集成电路技术就完成了技术落地，具备市场竞争力。把学校实验室的技术变成一个可规模生产的工业化技术，让碳基芯片实现规模化生产 and 应用，这中间还有很长的路要走。

在张志勇看来，要实现规模化生产，就需要专用的生产线，这是学校所不具备的。他们要走出学校，争取更多资源，开展碳基集成电路的工程化和未来的产业化研究。

2021年，北大重庆碳基院常务副院长刘洪刚加入北大碳基团队，他的主要工作，就是推动碳基集成电路技术的工业化和产业化。

刘洪刚回忆，那时，团队在国内不少地方都进行了考察，一些省市甚至主动找上门，给出很有吸引力的政策。但经过一年的调研和洽谈，以及深思熟虑，他们最终选择了重庆。

原因有多方面：首先，重庆是中西部唯一的直辖市，在国家发展战略中占有重要地位；其次，重庆拥有产业化人才资源，不仅本地有很多电子类院校，还引进和培育了大量新型研发机构，吸引和聚集了很多产业化人才；再次，从国家到地方都制定和出台了不少政策，支持重庆大力发展集成电路产业；另外，重庆的智能网联新能源汽车、新一代电子信息等产业的发展，让这里具备丰富的应用场景，一旦碳基芯片实现规模化量产，就能在这里快速落地应用。

刘洪刚透露，这当中还有一个重要原因：在重庆市政府的支持下，西永微电园居于一流的产业资源和政策优势，当时已成功搭建了一条8英寸硅光特色工艺生产线，这让团队眼前一亮。

“尽管这条生产线和我们的技术路径不一样，但在此基础上进行改造，增加一些碳基集成电路专用设备，就能迅速搭建起一条碳基集成电路生产线。”刘洪刚告诉记者，碳基集成电路的工程化和产业化有许多问题亟待解决，需要很长的时间和大量的投入，能在现有资源的基础上建设生产线，无疑将节省大量的时间和投入。

最终，这条生产线让北大碳基团队与重庆“牵线”成功。2023年11月，北大重庆碳基院在西永微电园正式揭牌成立，就在这条生产线附近“安了家”。

也是从那一年起，刘洪刚开始常驻重庆。“刚来时，我们虽在临时场地办公，但距离生产线只有三五百米。团队人员隔三差五就往生产线跑，甚至从早到晚就泡在车间里。”他坦言，从实验室的技术研究，到生产线的工程化验证，这一步很关键。尽管团队在实验室里做出了一些碳基芯片，效果不错，但从生产线上加工出来，会面临一些新的技术难题，有待团队进行二次开发。

经过一年多的攻关，随着生产线“动”起来，一片片碳基晶圆开始下线，整个工艺流程走通了！

第一片碳基晶圆下线后，刘洪刚发了一条微信朋友圈，放上了一张“新鲜出炉”的晶圆照片。第一时间，他的朋友圈就炸了锅。

转化成果“孵金蛋” “碳基芯片可绕过先进光刻机的限制，具有更广泛的应用前景”

早在2009年，国际半导体技术发展路线图（ITRS）委员会就把碳纳米管列为延续摩尔定律的未来集成电路材料选择。如今，用碳纳米管晶体管制备的碳基芯片，综合性能可以比硅基芯片提高成百上千倍，逐渐成为学界的共识。

目前，北大重庆碳基院团队已组建起一支60人的碳基工程化队伍，由彭练才院士担任首席科学家，高层次青年人才担任核心骨干，硕博比例达到50%以上。

“在碳基集成电路技术的工程化发展上，可以说，我们从乡村小路走上了高速公路。”张志勇感慨。

事实上，团队还有更长远的技术发展规划——“十四五”时期，在上述碳基集成电路生产线上，完成从器件设计、单步工艺、工艺集成到器件优化的全流程技术能力建设，迈出碳基芯片从实验室走向工程化的第一步。在此基础上，“十五五”时期，独立打造28纳米碳基集成电路生产线，对标7纳米硅基集成电路性能，到2028年实现年产碳基晶圆10万片的目标。

事实上，团队在工艺技术上保持领先水平的同时，也为重庆打造碳基集成电路技术高地和产业化高地先发优势奠定了坚实基础。

“在这一年多的时间里，我们和西永微电园的多家企业建立了合作关系，已深度融入重庆集成电路产业链上下游。”刘洪刚说，近期，研究院还与重庆赛宝工业技术研究院达成合作，在西永微电园建设碳基集成电路检测中心，打造国内一流的检测平台，面向行业提供公共服务。

“将尺寸更小、速度更快、性能更强、功耗更低的碳基芯片推至行业主流，让人们更好地享受智能时代的生活，是团队的未来目标。尽管路还很长，但我们已经在通过‘沿途下蛋’的方式，推动成果落地转化。”该团队相关负责人说。

“碳基芯片可以绕过先进光刻机的限制，具有更广泛的应用前景。”北大重庆碳基院技术研发人员王程博称，目前，研究院正聚焦智能传感、模拟射频、先进电子、AI芯片四个应用方向，逐步推进碳基芯片产品的应用开发。

在研究院的展厅内，摆放着一款氢气检测仪。这是研究院团队聚焦智能传感领域开发的全球首款碳基手持式氢气检测仪。该检测仪具有黑色的外表，只有遥控器一般大小。因为内置了一颗碳基芯片，它已展现出强大的功能。

“这款产品已在重庆多家车企进行了应用。”王程博介绍，只要将它靠近氢能汽车，就能快速检测是否有氢气泄漏。即便是在新疆等地的极端气候下，它也展现出稳定的性能，可以为氢能汽车发展提供安全保障。

像这样搭载碳基芯片的产品，今后还将有很多。刘洪刚介绍，目前，北大重庆碳基院已成立了产业孵化平台，通过提供“人才培养、平台共享、技术转让、种子基金”等扶持政策，未来将重点孵化5家创新型科技企业，加快培育壮大碳基集成电路产业生态。

刘洪刚称，碳基集成电路一旦进入主流集成电路市场，将带动上下游产生千亿美元级的产值，助力重庆成为集成电路技术与人才高地，为重庆打造万亿级新一代电子信息制造业集群贡献力量。

本报讯（新重庆-重庆日报记者 余振芳）6月16日，记者从市经信委获悉，近日我市“北斗星”“启明星”软件企业（第一批）名单公布，中移物联网、马上消费、赛迪信息等13家软件企业入选。

首批入选企业主要集中于工业软件、汽车软件和信息技术服务三大领域，呈现差异化发展态势。例如，入选“北斗星”的中移物联网有限公司，构建“OnePark 网约房监管平台+智能终端”全链路网约房管理体系，助力渝中区网约房相关警情同比下降33.8%；入选“启明星”的马上消费金融股份有限公司聚焦普惠金融服务，通过人工智能、大数据技术构建智能风控系统，累计自主研发1000余套业务系统，提交发明专利申请超2600件；中冶赛迪信息技术（重庆）有限公司打造CISDigital工业互联网平台，其钢铁全流程智能工厂解决方案在日照钢铁、镇鑫钢铁等多个企业落地，每年可为客户提升经济效益超50亿元。

目前，首批13家企业已纳入“一企一策”专项服务机制，下一步将获得政府部门各方面支持，包括推荐上述企业承担国家重大科技专项和工程，支持其参与“揭榜挂帅”项目等。

市经信委软件和信息服务业处相关负责人介绍，他们自2023年起建立“北斗星”“启明星”软件企业梯度培育库，并对入库企业实施运行监测和动态管理，截至目前，累计培育中冶赛迪信息等国家重点软件企业4家，市级“北斗星”“启明星”软件企业培育对象61家。

数据显示，2024年我市新增软件企业6417家，累计达4.23万家；新增从业人员10.01万人，累计43.8万人；软件产业实现主营业务收入4201.4亿元，同比增长16.4%；其中，软件业务收入达3495亿元，增速10.9%，高于全国平均增速0.9个百分点，在规模前十的省级序列中增速排名第5。今年前4月延续增长势头，全市软件业务收入达1048.3亿元，同比增长15.3%。



入选企业名单
扫一扫
就看到

黔江： 春蚕茧交售忙



6月15日，黔江区太极镇蚕茧站，村民正在交售今年第一批春蚕茧。

近年来，黔江区积极探索乡村振兴发展思路，通过“公司+基地+合作社+农户”的模式，把蚕桑作为当地经济增收、农民增收致富的产业来发展。目前，全区桑园总面积已达到9.5万亩，成为重庆第一大蚕桑种植基地。当地还延伸蚕桑产业链，建起多家丝绸企业，丝绸产品销往共建“一带一路”国家，助力农民增收、赋能乡村振兴。

特约摄影 杨敏/视觉重庆

重庆启动 “柑橘CEO”孵化行动 计划首批吸纳30名多元经营主体参与

本报讯（新重庆-重庆日报记者 黄乔）近日，西南大学（重庆）产业技术研究院专家团队深入忠县等三峡库区核心产区，开展柑橘产业专项调研，并正式启动“柑橘CEO”孵化行动，旨在为重庆打造500亿级柑橘产业集群提供强大的人才与智力支持。

“传统的‘重生产轻经营’模式已经无法适应如今的市场环境。”项目负责人介绍，接下来，项目将围绕营销体系建设、产业链延伸拓展、创业项目跟踪扶持三大关键突破点，大力开展“柑橘CEO”孵化行动。计划首批吸纳种植大户、加工企业、新农人等30名多元经营主体参与，通过“集中培育+定向孵化”的创新模式，为他们提供全方位、系统性的培训与指导，实现“柑橘科技+分段卖 果农致富快”的目标，让三峡柑橘借助科技与商业双轮驱动，走向更广阔的世界市场。

缩短最低缴存期限、提高贷款倍数……

重庆出台灵活就业人员住房公积金缴存使用新政

本报讯（新重庆-重庆日报记者 廖雪梅）6月16日，记者从市住房公积金管理中心获悉，近日该中心对我市灵活就业人员住房公积金缴存使用产品进行了优化调整，涉及缩短最低缴存期限、提高贷款倍数、调整贷款额度核算方式等内容。

据介绍，近期中住房公积金中心发布灵活就业人员缴存使用新产品，分别为按月缴存产品、一次性缴存产品和自由缴存产品，按以下政策执行：

按月缴存产品的最低缴存期限，由连续缴存满12个月即可获得贷款资格，缩短为连续缴存满6个月即可获得贷款资格；一次性缴存产品的最低缴存期限，由资金留

存满12个月可获得贷款资格，缩短为资金留存满6个月即可获得贷款资格；自由缴存产品的最低缴存期限不变，仍为申请贷款时的前6个月（含）连续缴存即可获得贷款资格。同时，明确缴存期满6个月（含）不足12个月的最高贷款额度为个人最高可贷50万元、夫妻参贷最高可贷100万元；多子女家庭个人最高可贷60万元、夫妻参贷最高可贷120万元。缴存期满12个月（含）以上的，个人最高可贷额度为80万元、夫妻参贷最高可贷额度为120万元；多子女家庭个人最高可贷额度为100万元、夫妻参贷最高可贷额度为160万元。

提高贷款倍数方面，按月缴存产品、一

次性缴存产品的贷款倍数由20倍提高至25倍，自由缴存产品的贷款倍数由9倍提高至12倍。

调整贷款额度核算方式方面，三款缴存产品的贷款额度核算方式，由申请贷款时前12个月的日均余额乘以原产品对应的贷款倍数，调整为申请贷款时前6个月的日均余额乘以新产品对应的贷款倍数。

新规还缩短缴存补贴起算时间。灵活就业人员选择按月缴存或一次性缴存产品且符合相关条件的，可获得缴存补贴。补贴资金的开始计算时间，由最低缴存期满12个月起缩短为最低缴存满6个月，灵活就业人员选择的缴存期数高于6个月

的，自缴存期满起开始计算缴存补贴。自由缴存产品无缴存补贴。

此外，自本月8日起，新开户缴存住房公积金的灵活就业人员选择按月缴存或一次性缴存产品的，均按调整后政策享受缴存补贴权益。本月8日前，已选择一次性缴存产品缴存的灵活就业人员，缴存资金留存时间达到原协议约定的留存期数的，可享受缴存补贴。已选择按月缴存产品缴存的灵活就业人员，缴存期数达到原协议约定的留存期数的，可享受缴存补贴；也可申请缩短缴存期数（缩短后的缴存期数不得低于已缴存期数且不低于6个月），按调整后的政策享受缴存补贴。