

张晓东：扎根一线 16 年，从“小学徒”到“劳模工匠”

■本报见习记者 赵宇彤

今年对中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所(以下简称苏州纳米所)正高级工程师张晓东来说,可谓双喜临门。他不仅获得“全国先进工作者”称号,所在的微纳加工技术创新团队也荣获中国科学院第六届科苑名匠称号。

时针拨回 2009 年,硕士毕业的张晓东刚加入苏州纳米所,就一头扎进纳米加工平台,一干就是 16 年。

纳米加工平台是集半导体微纳加工、检测及封装于一体的技术平台,2009 年正式对外开放,目前已拥有超 1 万平方米超净实验室,各类半导体设备 300 余台套,可满足各类光电子器件、功率电子器件、微纳器件、生物芯片及传感器的研发需求。

从普通工艺员到技术骨干,张晓东见证了纳米加工平台的成长。“上述荣誉是对我们单位与团队的认可。”张晓东告诉《中国科学报》,激动之余,他思考更多的是如何传承这种“工匠精神”。

“小学徒”到“老师傅”

“半导体制造是一个相对高端的产业,工艺水平和个人经验高度相关。书上看和动手操作完全是两码事。”张晓东告诉《中国科学报》。而 16 年前的他,除了一股干劲,专业技能和经验积累几乎是“零”。

当时,作为纳米加工平台运维团队的年轻工艺员,张晓东负责平台的电子束金属蒸发、化学机械研磨抛光、磁控溅射薄膜沉积等设备的日常运营管理。面对这些价值数百万元的精密仪器设备,他常常“紧张到手心微微冒汗”。

“学习和业务能力提升成了第一要务。”张晓东说。尽管当时作为普通工艺员的张晓东只负责几台设备,但深夜或周末,在灯火通明的实验室里,经常能看到他的身影。

苏州纳米所主持承担的国家重大科学研究计划项目“基于纳米结构的宽光谱高效太阳能电池关键科学问题研究”,需要依托纳米加工平台完成化合物半导体太阳能电池器件的



张晓东在超净实验室。

受访者供图

研究。作为平台一员,张晓东也参加了该项目。

“这对当时的我来说很有挑战性。”张晓东回忆道,“做一颗太阳能电池芯片需要几十个工艺步骤,从清洗材料到光刻,再到刻蚀、镀膜等,仅光刻就要七八次,一般完成整个流程需要两至三周。”

要实现良好的化合物太阳能电池芯片性能,衬底厚度至关重要。“超薄转换效率越高、成本越低。”张晓东介绍,芯片衬底减薄是一道必须突破的难关。两英寸晶圆级芯片的 InP、GaAs 衬底要减薄到 100 微米至 50 微米。然而,因为材料特性和前期的工艺积累,随着厚度减少,整个芯片变得异常“脆弱”,一不留神就前功尽弃。

“每一步的器件工艺都直接影响芯片制备的成败,甚至影响项目的研发进度,风险、压力、挑战并存。”张晓东说,在反复尝试和多次失败中,他积累了丰富的工艺开发经验,“正是这些磨砺丰富了我的认知,也提高了业务水平,让我有了更新的起点”。

十余年坚守一线

在负责纳米加工平台系列半导体设备运

营、管理之余,张晓东还积极参与工艺开发与积累、标准化工艺制定与推广、技术培训与人才培养等工作……纳米加工平台发展的每一个关键节点,都有他的身影。

“随着时间积累和各种工作的历练,我开始和团队做一些开拓性工作。”张晓东发现,随着增强现实(AR)和虚拟现实(VR)等新型近眼显示系统的快速发展,传统的显示芯片已无法满足应用需求。

自发光的氮化镓 Micro-LED 微显示芯片具有高亮度、高效率、高分辨率、高色彩饱和度、小体积、低功耗等优异特性,是 AR/VR 等近眼显示系统的核心。然而,常规 Micro-LED 芯片制备都基于蓝宝石衬底,当与硅基 CMOS 驱动晶圆集成时,由于热膨胀系数差异,二者产生的膨胀或收缩程度不一样,极易导致芯片破裂。“我们团队创新性采用了硅衬底氮化镓 Micro-LED 与硅基 CMOS 晶圆异质集成,不仅能有效避免芯片集成的裂片问题,还兼容标准的半导体制造工艺,适合大规模量产。”张晓东介绍,他们结合高效量子点色彩转换技术,利用特殊光学特性,将一种颜色的光高效转换为另一种颜色,实现了性能优异的单片集成式全彩 Micro-LED 微显示芯片制备。

瞄准科研和产业发展需求,张晓东带领团队建成了国内首条开放性 8 英寸氮化镓 Micro-LED 工艺线,加速了高端 Micro-LED 微显示芯片国产化进程,进一步提高了纳米加工平台的影响力。

10 余年间,张晓东见证了纳米加工平台的发展。目前,平台每年支撑数百家高校、科研院所和企业的科学研究、技术开发和人员培训等,为新一代信息科技发展输送了大量技术与人才,推动相关产业增加值数十亿元。

“现在日益强大的纳米加工平台已经在

回馈社会。”而张晓东依旧投身实验室一线,攻克更多新型半导体元器件关键技术。

“工匠精神”代代传

“‘劳模精神、工匠精神’在科研领域尤其重要,对事物、问题的坚守执着、专业专注、精益求精、一丝不苟都是做好科研工作必备的素质。”张晓东深入思考了科研工作者的责任和担当,“认真努力做好本职工作的同时,还要不断提高专业技能和自身素养,开拓进取、大胆探索、勇于创新。”

张晓东在总结自己“攻关秘籍”的同时,也在思考如何将“工匠精神”传承下去。

张晓东格外注重培养学生的主观能动性。“必须将年轻人的内在驱动力与外在科研规范相结合,使他们兼具创新精神与学术操守。同时,还要恪守科研工作的严谨性,确保数据真实可靠、实验可重复、论文无学术不端,守得住底线。”张晓东说,此外还得有甘坐“冷板凳”的精神和挑战“不可能”的勇气。当然,身心健康也非常关键,这是实现一切的基础和保障。

张晓东一直在身体力行地传递“工匠精神”。“我经常告诉学生,要将个人兴趣与国家发展相结合,努力做终身学习者,力争成为知识型、技能型、创新型的劳动者。”

一手抓科研、一手抓教学,张晓东前行的脚步始终没有停下。

“我国近年来虽然在新型半导体材料与器件、芯片等领域取得了长足发展,但量还不够大,面还不够广,要做到全面领先、超越,还需要共同努力。”张晓东说,“我们将依托平台优势,力争在超宽禁带半导体、化合物半导体材料与器件、半导体材料与芯片异质异构集成等领域作出贡献。”

弘扬科学家精神

在负责纳米加工平台系列半导体设备运

龙芯新一代处理器在京发布

本报讯(记者赵广立)近日,在北京举行的 2025 龙芯产品发布暨用户大会上,孵化自中国科学院的国产芯片企业龙芯中科,正式发布基于国产自主指令集龙架构研发的服务器处理器龙芯 3C6000 系列芯片、工控领域及移动终端处理器龙芯 2K3000/3B6000M 芯片,以及相关整机和解决方案。

据介绍,本次发布的 3C6000 系列服务器 CPU 采用自主指令系统龙架构,已于 2024 年上半年成功流片,具有高性能、高可靠、高安全、全自主等特点,可满足通算、智算、存储、工控、工作站等多场景计算需求。

此外,本次大会发布的 2K3000/3B6000M 工控/终端 CPU 采用自主指令系统龙架构,面向工控和终端,如笔记本、云终端等应用,也于 2024 年底流片成功。

适合中国人的糖尿病精准诊断工具来了

■本报记者 王昊昊

如何更快、更准确地诊断 1 型、2 型糖尿病?即便是资深临床医生,面对那些症状不典型、没有检测出胰岛自身抗体的糖尿病患者,也很难在第一时间做出准确判断。

数据显示,高达 40% 的成人 1 型糖尿病患者初诊时被误判为 2 型糖尿病。要知道,误判分型后果严重,1 型当 2 型治可能引发酮症酸中毒昏迷甚至死亡;2 型当 1 型治往往白挨胰岛素针,增加低血糖、增重等不良反应。

现在,这个问题有了更优解。中南大学湘雅二医院国家代谢性疾病临床医学研究中心和香港中文大学、英国埃克塞特大学的科研团队合作,构建出首个用于糖尿病分型诊断的中国人群遗传风险评分(CGRS),为糖尿病精准诊断提供了全新工具。相关研究成果近日发表于欧洲糖尿病学会会刊《糖尿病学》。

首创抗体法,让分型不再靠“猜”

“很多人以为糖尿病就是血糖高,但 1 型和 2 型糖尿病的发病机制、治疗方式全然不同。”国家代谢性疾病临床医学研究中心主任周智广表示。

1 型糖尿病是一种由自身免疫反应引起的疾病,患者体内产生降糖激素即胰岛素的胰岛 β 细胞被免疫系统攻击并破坏,导致胰岛素绝对缺乏,需要终身依赖外源胰岛素注射治疗;而 2 型糖尿病的主要病因则是胰岛素抵抗或分泌不足,治疗策略更多样,且有近一半的短病程超重或肥胖 2 型糖尿病患者可在治疗后有效缓解病情,即在停药状态下血糖保持完全正常。

周智广介绍,理论上两种类型糖尿病病因不同、临床表现迥异,但现实中分型却非易

事。随着越来越多儿童青少年因肥胖等原因罹患 2 型糖尿病,传统以年龄、身体质量指数(BMI)等为基础的诊断方法逐渐“失灵”。处于分型“灰色区域”的“非典型”患者,正是最易发生误诊的群体。

为此,从 20 世纪 90 年代开始,周智广团队就在国内率先创建胰岛自身抗体检测金标准放射配体法,并研制旋转孵育器,实现人源性抗原国产化自主生产。“抗体法让糖尿病分型诊断不再靠猜。”周智广介绍,团队创建的糖尿病免疫分型诊断方法及牵头制定的首部《糖尿病分型诊断中国专家共识》,在我国 31 个省份及“一带一路”沿线国家推广。

随着上述免疫学等技术的发展及研究的深入,糖尿病的部分病因已经比较明确。然而,胰岛自身抗体金标准检测方法建立要求高,部分医院特别是基层医院无法常规开展。此外,团队发现约 1/4 的 1 型糖尿病患者发病初期并不携带抗体,导致诊断存在“盲区”,提示抗体并不是“万能钥匙”,使诊断难度进一步加大。因此,探索新的糖尿病分型诊断标志物迫在眉睫。

“水土不服”的国际研究模型

“在精准医学快速发展背景下,遗传学研究正在为糖尿病诊断提供新解决方案。遗传易感性是 1 型糖尿病免疫紊乱发生的根本,我们希望找到一种更接近源头、更稳定的识别工具。”论文通讯作者、国家代谢性疾病临床医学研究中心副主任肖扬说。

欧美人群的已有研究表明,1 型糖尿病与 2 型糖尿病在遗传背景上存在明显差异。基于此,科学家提出了遗传风险评分(GRS)工具。“我们发现,GRS 研究多聚焦于欧美人群,缺

乏对中国人群的深入探索。该方法在欧美人群中取得了一定的应用成果,但在中国‘水土不服’。”肖扬说。

为此,周智广团队决定开展系统研究,打造一套属于中国糖尿病人群遗传分型的“解锁工具”。

建立研究队列很关键。团队基于前期建立的队列中超过 2000 例中国 1 型糖尿病患者、1000 例 2 型糖尿病患者和 3000 例对照样本,系统开展全基因组关联分析,识别出多个与 1 型糖尿病高度相关的 SNP 位点。

“我们不仅复制和验证了欧美研究中的部分已知位点,还从中筛选出中国人群特有的 1 型糖尿病风险 SNP 位点,首次识别出能精准代表中国人群 HLA-DR-DQ 易感单倍型的 SNP 标记,这是保证模型准确性的关键。”肖扬说,基于这些数据,团队构建出真正服务中国人群 1 型糖尿病的遗传风险评分 CGRS。

更优模型显著提升诊断准确性

为进一步验证 CGRS 的临床有效性,研究在一个独立的验证队列中进行系统评估,并发现当患者的 CGRS 高于 1.211 时,该个体 95% 为 1 型糖尿病;而评分低于 -0.407 时,该个体 95% 为 2 型糖尿病。

与针对欧美人群开发的 GRS 模型相比,CGRS 在鉴别我国 1 型糖尿病与 2 型糖尿病方面表现出更好的判别能力,曲线下面积(AUC)从 0.793 显著提升至 0.869,进一步凸显了开发本土化遗传分型模型的必要性及有效性。

目前,CGRS 已在香港中文大学超 2 万例糖尿病队列中成功完成验证。研究发现,该工具能显著提高对糖尿病类型的判别能力。

近日,全球首艘自航封闭式三文鱼养殖工船“苏海 1 号”在广州南沙正式交付。记者获悉,该船是一型集养殖、捕捞和加工高价值鱼种功能于一体的海上智能养殖装备,在稳定运营后,可实现三文鱼年养殖量超 8000 吨。

“苏海 1 号”由中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所设计、中船集团旗下中船黄埔文冲船舶有限公司建造。该船长 249.8 米、型宽 45 米、型深 21.6 米,共设置有 15 个船舱,可对三文鱼进行封闭式集养,养殖水体达 8.3 万立方米,相当于 33 个国际标准游泳池。

图为“苏海 1 号”交付现场。
本报记者朱汉斌 通讯员夏小健报道
黎南方/摄

近日,全球首艘自航封闭式三文鱼养殖工船“苏海 1 号”在广州南沙正式交付。记者获悉,该船是一型集养殖、捕捞和加工高价值鱼种功能于一体的海上智能养殖装备,在稳定运营后,可实现三文鱼年养殖量超 8000 吨。

“苏海 1 号”由中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所设计、中船集团旗下中船黄埔文冲船舶有限公司建造。该船长 249.8 米、型宽 45 米、型深 21.6 米,共设置有 15 个船舱,可对三文鱼进行封闭式集养,养殖水体达 8.3 万立方米,相当于 33 个国际标准游泳池。

图为“苏海 1 号”交付现场。
本报记者朱汉斌 通讯员夏小健报道
黎南方/摄

数据显示,在每 100 名 1 型糖尿病患者中,约有 20 至 40 人因应用该工具获得更准确的分型判断。

论文共同通讯作者、香港中文大学医学院内分泌及糖尿病科主任马青云表示:“这项创新检测技术成本低廉,仅需一次检测即可做出诊断,是实现糖尿病精准诊断的一大进步。目前我们正在评估,如何将 CGRS 整合至常规糖尿病筛查流程,目标是让患者第一次检测即确诊,提高亚洲地区糖尿病诊治水平。”

“我们正牵头全国 80 余家三甲医院开展前瞻性临床多中心研究,计划纳入超过 3000 名新诊断糖尿病患者,全面验证模型在临床初诊中的适用性和分型效能。”肖扬表示,团队最关注的是 CGRS 能否帮助医生在初诊阶段就识别出需要尽早接受胰岛素治疗的 1 型糖尿病患者,尤其是那些临床表现不典型、无抗体阳性的“隐匿型”1 型糖尿病个体,从而及时启动胰岛素治疗。

初步研究显示,CGRS 有望降低误诊率,提升治疗时效,降低急性并发症风险。此外,该工具也具备一定的预测能力,未来可在高风险人群中提前筛查可能发展为 1 型糖尿病的个体,尤其适用于有家族史或已出现早期免疫异常的人。

“精准分型不是终点,而是起点,我们希望每一位糖尿病患者从确诊那一刻起,就走在最合适的治疗路径上。”周智广表示,随着中国人群模型的建立,CGRS 有望通过便捷化的基因检测服务在更广泛的人群中应用,使糖尿病分型实现由“经验判断”向“数据驱动”升级。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1007/s00125-025-06455-x>

发现·进展

中国科学院深圳先进技术研究院

阐明 3 种经典模式动物“肠道密码”

本报讯(记者刁雯蕙)中国科学院深圳先进技术研究院研究员马迎飞团队首次系统揭示了小鼠、猪、食蟹猴 3 种模式动物肠道噬菌体的组成特征与分布规律。相关研究成果近日发表于《微生物组》。

团队利用生物信息学方法,对约 1500 个小鼠、猪和食蟹猴肠道宏基因组进行高效标准化分析,成功构建了 3 种模式动物的高质量数据库,其中包括 977 条小鼠、12896 条猪以及 1480 条食蟹猴的种水平、完整度超过 90% 的高质量病毒序列。比对发现,大部分病毒序列属于有尾噬菌体,显著扩展了模式动物肠道噬菌体多样性。基于基因组编码蛋白相似性,团队在上述病毒序列中鉴定出 71 个分布率超过 60% 的高分佈病毒群。其中,分布率最高的 5 个病毒群与国际病毒分类委员会已知分类病毒关联性较弱,但与其他物种的高分佈病毒群存在关联,提示模式动物肠道噬菌体可能存在跨物种传播。

团队在 3 组数据库中共鉴定出 315 个 crAss 样噬菌体,其中 182 个与肠肽噬菌体科亲缘关系较近,部分形成独立于已知属的新分支。此外,研究团队还在肠道数据库中鉴定出 245 条基因组长度超过 200kb 的巨型噬菌体,部分携带 CRISPR-Cas 系统。值得注意的是,这些噬菌体编码的 Cas14 蛋白结构完整,最小的仅含 153 个氨基酸,具备开发新型基因编辑工具的潜力。

为了探究模式动物与人类肠道微生物的关联性,团队通过核酸和蛋白水平比对发现,食蟹猴的肠道微生物组与人类的相似性高于小鼠和猪。而在 CRISPR spacer 匹配分析中,食蟹猴数据库的匹配成功率超过 50%,进一步证实了食蟹猴是研究人类肠道微生物更理想的动物模型。

该研究拓展了模式动物肠道噬菌体多样性,不仅为肠道微生物生态研究提供了宝贵的参考资源,也为后续开发新型噬菌体疗法和基因编辑工具奠定了基础。未来,该研究的范围或可拓展至肠道 RNA 病毒领域,探索噬菌体的功能机制及与宿主的相互作用,有望在肠道病毒组的医学应用领域取得更多突破性进展。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1186/s40168-025-02144-4>

电子科技大学

“纳米医疗消防员”助力癌症免疫治疗

本报讯(记者杨晨)电子科技大学教授刘尧光、吴春惠团队提出了一种智能仿生“纳米医疗消防员”治疗平台,能阻断炎症和乳酸代谢串扰,实现低炎症光热免疫治疗。相关研究成果近日发表于《生物活性材料》。

针对实体肿瘤错综复杂的微环境严重制约肿瘤免疫治疗疗效的问题,研究人员以三阴性乳腺癌为治疗目标,创新性提出了仿生“纳米医疗消防员”PsIL@M1M 治疗平台。它具有炎症趋向性,通过阻断传统光热治疗(PTT)引起的过度炎症和异常乳酸代谢串扰,重塑免疫抑制性肿瘤微环境,增强细胞毒性 T 淋巴细胞抗肿瘤效果,显著抑制肿瘤转移和复发。

总体而言,PsIL@M1M 作为新一代光热免疫调节剂,通过肿瘤微环境多因素综合调节,减轻了传统光热治疗的炎症副作用,实现了安全有效的癌症免疫治疗,具有较大的临床转化潜力。

受炎性细胞膜表面高表达炎性细胞因子受体启发,研究团队设计了 M1 型巨噬细胞膜伪装的搭载乳酸调控 siLDHA 的 mPDA 纳米“消防员”,通过抑制 PTT 过度炎症与肿瘤异常乳酸代谢,协同实现更安全高效的光热免疫抗肿瘤治疗。

PsIL@M1M 保留了 M1 型巨噬细胞表面的炎性细胞因子受体,能够在细胞及动物水平“中和”炎性细胞因子,阻断其介导的炎症信号通路,避免 PTT 引起的炎症级联反应。PsIL@M1M 的炎症趋向性使其不仅能够靶向原发乳腺癌,还能靶向缓解肺部 PMN 炎症微环境,从转移起点和终点“跨器官”抑制肿瘤的自发转移。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2025.05.012>

中国科学院亚热带农业生态研究所

揭示地方猪美味秘诀

本报讯(记者王昊昊 通讯员宋博)中国科学院亚热带农业生态研究所研究员孔祥峰团队通过多组学联用技术,系统比较了杜洛克猪(父本)、桃源黑猪(母本)及杂交培育品种湘村黑猪的肉品质、肌肉特性、代谢组特征和肠道菌群差异,并利用粪菌移植(FMT)技术验证了关键菌群功能。相关研究成果近日发表于npj 生物膜和微生物组。

研究表明,桃源黑猪和湘村黑猪的慢肌纤维比例显著高于杜洛克猪,肌纤维横截面积更小,系水力和肌内脂肪含量更高,但胴体重较低;肌肉靶向代谢组检测发现了 24 种差异代谢物,其中 β-丙氨酸和苹果酸含量与肌肉系水力呈显著正相关;地方品种猪肌肉中脂质分解相关基因和糖酵解相关基因的表达较低,是其肌肉脂肪含量较高而糖酵解能力较低的原因;地方品种猪结肠中乳酸杆菌的丰度较高,并可通过色氨酸代谢途径促进犬尿酸合成;犬尿酸可激活肌肉 AMPK/PGC-1α 信号通路,上调肌内慢肌纤维比例。

FMT 实验证实,移植地方品种猪肠道菌群的小鼠,机体犬尿酸水平和肌肉 AMPK 表达水平提高,慢肌纤维比例呈上升趋势。据介绍,地方品种猪的优良肉品质与高比例的慢肌纤维、较强的脂代谢特征及肠道菌群驱动的犬尿酸-AMPK/PGC-1α 轴密切相关。该研究首次揭示了乳酸菌通过色氨酸代谢调控肌纤维类型转化的机制,为通过干预微生物代谢改善商品猪的肉品质提供了新策略。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41522-025-00745-3>