

## 从“毫克级配方”到“吉瓦级产能”： 一支光伏团队的14年长跑

■本报记者 张楠

在光伏这一全球竞争最激烈的赛道，中国企业已贡献了全球大部分产能。然而，在规模优势之外，如何提升自主创新能力，实现源头技术突破，始终是行业关注的焦点。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员叶继春团队用14年时间，从实验室的“毫克级配方”走向产线的“吉瓦级产能”，从应用基础研究到量产装备技术开发，为这一问题提供了新的答案。

### 算清“毫克级”账本

在光伏电池中，银浆已成为占比最高、对市场价格波动最为敏感的“吞金兽”。当前正处于光伏行业微利时代，每瓦哪怕只减少0.1毫克用量，对吉瓦级产能的企业而言，都意味着千万级别的利润。

突破的切口，始于正面电极的一个“减法”：用高精度钢板替代传统丝网印刷。实验室理论测算证明，只要满足低接触电阻的前提，降低线宽不仅能提升效率，还能显著降低银耗。激光诱导增强接触技术(LECO)已能显著降低栅线接触电阻。叶继春团队通过前期对LECO的系统研究，揭示通过调整优化浆料配方和诱导形成高密度银晶可以形成极低接触电阻率，满足钢板印刷细栅的要求。

但技术一碰产线，现实问题接踵而至：栅线宽度和间距如何设计？不同结构电池的浆料及LECO工艺怎样调试？钢板寿命如何延长？“企业最关心的是综合成本，不是单点指标。”叶继春团队博士杜浩江回忆。团队没有停留在理想状态，而是做了大量微观表征与工艺调试，通过理论模拟与上百次实验迭代，最终锁定了钢板印刷的工艺窗口。

背面的“减法”同样需要精密计算。传统隧穿氧化层钝化接触(TOPCon)电池背面全覆盖多晶硅虽利于钝化，却会吸收长波光造成寄生损失。然而，“去多少、留多少”直接影响效率与成本。研究发现，去除部分多晶硅虽对载流子传递有微弱影响，但整体效率上升，最终将最佳覆盖比例精准锁定在约44%。这一设计不仅降低了寄生吸收，更使电池双面率跃升。

技术落地的“最后一公里”，往往卡在“经济



叶继春(中)与团队成员研究高效TOPCon晶硅太阳能电池。中国科学院宁波材料技术与工程研究所供图

性验证”。团队将研究成果向《鱼耳》投稿时，审稿人提出尖锐质问：新技术与现有产线兼容性如何？经济效益提升多少？论文第一作者杜浩江没有用纯理论来回避问题，而是建立了一套严密计算模型，将栅线设计、效率波动、钢板寿命、银浆节省量、激光成本、良率波动等变量全部纳入，用详实数据证明了方案的可行性。

在低强度科研攻关中，杜浩江也是受益者，不仅发表多篇高水平论文，科研能力也已能独当一面。他说：“看着技术真正在产线落地，那种成就感是无与伦比的。”

### 跑出原创速度

十年前，中国光伏产业还依赖国外的原创装备与技术，国内创新多集中于生产优化。在晶硅电池领域，只懂材料不懂设备，原创创新难以落地。叶继春团队认为，必须打通“理论-材料-工艺-设备”闭环。2018年，团队攻克管式等离子体增强化学气相沉积(PECVD)技术时，遭遇多位“技术大咖”的不信任：“欧洲人都没做出来的设备，一个小团队怎么可能做成？”

通过多维度协同创新逼近理论极限；二是推动TOPCon与背接触电池(BC)技术融合，解决若干BC技术指标不完备的问题，拓展分布式应用场景；三是布局叠层电池，利用TOPCon兼容高温工艺的优势，为技术升级预留通道。

### 保护好创新的种子

中国光伏产业已形成制造优势，原创能力也在逐步增强。然而，原创技术如何获得与之匹配的回报，仍是重要课题。

长期以来，光伏领域技术扩散极快，一项创新产业化后往往很快被广泛借鉴。这种生态虽推动了技术普及，却让创新者难以保持领先优势。很多企业聚焦于生产管控，通过抄袭补齐技术短板，加剧了同质化竞争和产能过剩。

对坚持走向“无人区”的初创团队而言，创新技术被抄袭，便无法获得资金回报以持续创新。叶继春团队的另一项工作——“激光边缘隔离装备及全套技术”就遭遇了此类困境。

2024年5月，团队敏锐发现薄片电池存在裂片导致的功率损伤严重、边缘钝化修复成本高昂等痛点。经过内部激烈讨论，叶继春仍坚持在有限资金条件下组建团队开展工作。团队从原理出发，通过系列创新，实现了组件功率显著提升、装备价格大幅下降，率先推动了激光隔离技术及装备的商业化应用。项目从2024年9月进驻中试线，到2025年9月产生行业首个订单，历时仅一年；随后该技术被晶澳、天合、通威等头部企业接受，产能达100多吉瓦，直接带动设备销售超2亿元，间接带动组件销售700多亿元(按每瓦0.7元计)。

然而，随着技术被头部企业接受，行业“一夜之间”涌现出十余家同类产品公司。这一局面使叶继春及其初创公司无力应对，只能眼睁睁看着“竞争者”通过仿制技术“合理”进入电池制造业。

这一现象从量产装备到电池技术均有存在，成为制约中国光伏原始创新进一步发展的关键因素。“如果不做好知识产权和商业秘密的有效保护，原创团队迟早会难以继。”叶继春呼吁，只有尊重知识产权，才能保护好创新的种子。

下一步，叶继春表示，团队将锚定三个维度的目标开展工作：一是继续挖掘TOPCon潜力，

## 从“桃之夭夭”到“万重锦绣”： 他们用30年唤醒中国桃花的春天

■本报记者 李晨

在河南新乡的一处试验基地，一棵名为“中碧参天1号”的桃树高度已达惊人的8至10米，是普通桃树的2.5倍。不远处，一棵名为“万重红”的桃树在盛花期的花瓣多达220片，饱满如绣球，刷新了桃花瓣数的世界纪录。在春天，这里还可以看到花瓣上晕染着豆沙绿色斑块的奇花。

这里是中国农业科学院郑州果树研究所试验基地，而创造这些“奇花”的，是以该所研究员王力荣、朱更瑞和高级农艺师王玲玲为核心的中国观赏桃花育种团队。

30余年来，他们从全国仅有的四万份濒危观赏桃资源起步，在青藏高原寻找千年古树，在太行山脉抢救龙形奇株，用远缘杂交的科技“钥匙”打开了桃花遗传变异的“魔盒”，不仅让深植于中华文化基因的桃花重获新生，更将其培育成了媲美世界名花的生态与产业之花。

### 樱花之间与桃花之答

“每年春天，我们经常被问，为什么樱花比桃花‘火’？”王力荣告诉《中国科学报》，这个问题是团队研究的起点之一。传统观赏桃品种多树形开张，花期集中，遗传背景狭窄，在营造大规模、持久性景观效果上存在短板。而樱花的长花柄、高大树体和较长寿命，使其在营造壮丽花海时具有天然优势。

然而，王力荣的底气来自中国传统文化对桃花的偏爱。“唐诗宋词里，很难找到‘樱’字，而‘桃’字俯拾皆是。”桃花是原产于中国的古老树种，也是唯一“上海水蜜桃”一个品种就奠定全球95%以上现代桃育种基础的果树，其自主品种在国内市场占有率超过90%。

这份文化自信的背后，却面对传统桃花局限性的挑战。20世纪90年代，我国传统桃地方品种的花期非常集中，基本上比桃常规品种晚5到7天，观赏期仅有十来天，且类型单调，花色、花型、树形选择极少。更重要的是，老百姓对观赏桃的需求尚未形成，产业基础薄弱。

“那时候都是看重果桃，对桃花根本没有概念。”王力荣回忆，直到有业内前辈看到成都龙泉驿桃花节“水泄不通”的盛况，打电话鼓励她“好好弄一弄”，以及深圳、广州等地春节花市对“年花”桃花的巨大需求被提出，才让她看到了观赏桃产业的潜力与方向。

面对资源匮乏、品种单调、产业需求未被满足的多重困境，团队的目标逐渐清晰起来：用现代育种科技弥补桃花的景观应用短板，同时将其独特优势放大到极致。

樱花给予的启示是必须突破树高的限制。王

力荣指着“中碧参天1号”说：“你想象一下，如果桃树能像杨树、柳树那么高，满树繁花如云盖，那将是何等景象？”

改变的不只是树高。通过系统育种，团队将单一地区的桃花观赏期从传统的十几天延长至45至50天；通过品种搭配和南北种植，理论上全国范围内的桃花观赏链可延续100天。

### 从绝境“再生”到世界“桃花银行”

如今，郑州果树研究所国家桃种质资源圃保存着全球多样性最丰富的桃花种质资源，堪称世界“桃花银行”。但时光倒回至上世纪90年代初，中国的观赏桃种质资源曾濒临绝境。

王力荣清晰地记得那时的窘境：“我刚到所里的时候，观赏桃基本上处于灭绝的状态。”当时，全国有记录、能找到的观赏桃种质资源仅有四五份。

“菊花桃”的失而复得，是资源抢救中感人的故事之一。这个中国原产、花瓣细长如菊的珍稀品种，在国内一度绝迹。朱更瑞回忆，1993年，北京林业大学教授张秀英告诉团队，学校从日本重新引种回几株菊花桃，已经小心翼翼地种在北京植物园的角落旁。

当朱更瑞和王力荣前去查看时，发现其植株长势很弱。“我们都害怕它不活。”但这些脆弱的枝条，成为后来培育菊花型桃花系列品种最珍贵的亲本，携带菊花桃基因的桃花品种现已遍布大江南北。

资源搜集如同“大海捞针”，团队的足迹遍布全国。在太行山脉深处，他们发现了枝条天然盘曲如游龙的“盘龙山桃”。

在黄土高原，他们找到了花香独特、根系韧皮部呈红色的“红根甘肃桃1号”。这份资源不仅花香浓郁，后来更被鉴定为对根结线虫免疫，成为“中桃抗砧1号”的育种亲本。

震撼的发现是在西藏林芝。面对一株树龄超过700年、树干中空到能容纳四五个孩童的“光核桃138号”野生古树，王力荣感到了生命的顽强。她采集了它的花粉，决心将这份来自世界屋脊、最原始坚韧的基因，融入现代观赏桃的育种中。“我就想用这最原始的野生资源，和我们最先进的栽培桃‘上海水蜜桃’杂交，看看会是什么样子？”这个“奇想”，最终催生了那棵高达10米的“中碧参天1号”。

然而，仅仅是保存这些珍稀的种质资源都非常不易。王玲玲介绍，光核桃在河南郑州易发生冻害，种子种下去要等6至7年才能采摘它的花粉以供杂交用。



▲豆沙绿色斑块的桃花  
▼“红根甘肃桃1号”的花朵和树干横切面  
受访者供图

野生种与栽培桃之间还存在巨大的生殖隔离。野生的山桃和甘肃桃雌性配子体在越冬前形成，且花期要比栽培桃早一个月，“花期不遇”是第一道难关。团队创新了花粉低温干燥贮藏技术，将花粉的有效保存期从1个月大幅延长至1年以上。

更大的挑战在杂交之后，远缘杂交的胚胎极易在早期败育。为此，团队建立了成熟的胚挽救技术体系，如同在胚胎即将夭折时进行“重症监护”，将远缘杂交幼胚的成苗率从不足10%提升到了65%以上。

“一个观赏桃新品种的选育，从杂交到稳定推广，往往需要20年甚至更久。”王力荣说。如今，这份坚守结出了硕果。团队发掘、创制了包括“光核桃138号”“盘龙山桃”“红根甘肃桃1号”“菊花桃”等在内的21份优异骨干亲本种质。

### 桃花使者催生“美丽经济”

在王力荣团队的育种世界里，一个颠覆传统的“桃花新世界”已然呈现。

王玲玲告诉《中国科学报》，传统碧桃花瓣多在20-60瓣。团队利用“菊花桃”与“红根甘肃桃1号”远缘杂交产生的广泛遗传变异，成功培育出“万重红”“万重粉”等品种，花瓣数惊人地达到200多片，花朵直径可达6厘米，实现了花瓣数的极限突破。

通过桃与扁桃的种间杂交，他们获得了花瓣

上带有豆沙绿色斑块的奇特变异，然而其育性很差，不易结实，后代更是基本不育。“洒红龙柱”品种则能在同一株甚至同一朵花上，自然呈现出粉、白、红等颜色的渐变与“跳枝”。其奥秘在于基因组内“转座子”的跳动，每年花色都略有不同，让人充满惊喜。

观赏桃花的花型也从传统的蔷薇形，拓展出菊花形、铃形、绣球形、莲花形等多种全新类型。

团队培育的“迎春”“报春”等品种，将桃花的需冷量从传统品种的800-1200小时大幅降低。这使得桃花得以“南迁”至广东、广西等亚热带地区，实现春节上市，将适宜栽培区向南推进了3个纬度。

这些创新迅速转化为产业力量。在“中国花木之乡”河南鄢陵，该团队助力建立了全国最大的观赏桃花苗木繁育基地。上海的“天翼神州桃花源”汇聚了团队培育的800多个品种品系，成为活体的桃花基因库和展示窗口。

据统计，王力荣团队培育的观赏桃新品种已在全国28个省区市场推广，累计推广6500万株，占全国新发展观赏桃的50%以上。

谁曾想到，这个让桃花开遍中国的团队，近半数成员对桃花花粉过敏。但每年春天，他们依然会穿梭于各个试验基地和桃花节现场。这份甜蜜的“职业病”，成为这群“桃花使者”最独特的勋章。

## 资讯

### 1500万元！高油大豆 育种技术成功转让

本报讯(记者朱汉斌)近日，广州大学生命科学学院教授关跃峰团队在基因编辑大豆高油高产育种领域取得重要突破。其研发的技术以1500万元的合同金额，成功许可给武汉艾迪晶生物科技有限公司，实现了学校在生物育种领域的重大成果转化。

据悉，本次成果转化采用非排他性非专利技术实施许可，合同期限为10年，总金额1500万元。受让方武汉艾迪晶生物科技有限公司是国家高新技术企业、湖北省专精特新及种子独角兽企业，具备完整的育种与产业化能力，将推进该技术申报基因编辑作物安全证书并推动落地应用。目前，首期许可费已到账，学校按规定完成奖励方案公示，激励机制迅速落地。

为切实降低科研人员税负，提高实际收益，广州大学以该项目为试点，打通政策落地的“最后一公里”，优化办理流程，成功实现成果转化现金收入50%免征个人所得税。该校同步推出“项目形式支取”与“一次性现金奖励”两种灵活支取方式，科研人员可自主选择：将资金转化为经费，以科技成果转化项目形式管理使用；或在完成合规公示并办理校内薪酬业务申报后，享受现金收入50%的个税减免优惠。两种方式均流程简便，兑现高效。

该项目转化遵循《广州大学科技成果转化管理办法(试行)》，经过资产评估、法律顾问审核、领导小组审议等环节，全程规范透明。学校方面表示，将持续优化科技成果转化激励机制，完善全流程服务，以制度创新与政策红利推动更多前沿技术从实验室走向生产线，助力高水平大学建设与区域高质量发展。

据了解，关跃峰团队聚焦国家粮食安全与大豆增产的关键需求，首创了基于人工智能AlphaFold指导的基因编辑高产-高油-高蛋白大豆育种技术体系。相关成果发表于《自然-植物》《先进科学》等期刊，累计授权或申请国家发明专利14件。

### 湖北加快培育AI OPC创新生态

本报讯(记者李思辉 实习生王悟诚)日前，由开源聚变人工智能研究院、长江产业集团、元生代学院联合主办的2026全国AI智能体创新大赛开幕式暨湖北省首届AI元生力生态创新大会在湖北武汉举行。大会以人工智能(AI)智能体创新、AI OPC(一人公司)生态构建和青年创业孵化为重点，吸引来自高校、科研院所、湖北省60余个OPC社区、AI企业等机构的代表参会。

会上，武汉市科技创新局有关负责人对《武汉市支持人工智能OPC创新发展若干措施》进行解读。自今年2月政策发布以来，武汉市OPC生态社区建设加快推进，OPC线上开放社区已上线运行，围绕OPC的算力、数据、模型、人才、金融、空间等要素保障加快到位。

大会期间，开源聚变人工智能研究院发布生态赋能规划。该研究院以“中部AI创新网络与产业操作系统”为定位，构建“技术研发+社区运营+项目孵化+产业对接”四位一体生态。

武汉模态跃迁科技有限公司在会上同步发布跃迁基座2.0。该公司联合创始人兼首席运营官常元和告诉《中国科学报》，跃迁基座2.0可以理解为“给智能体设计的一套操作系统”，其与智能体的关系类似手机操作系统与App的关系。该系统包括运行环境、开发套件和应用生态三大组件，分别支撑智能体运行、企业级开发和开放生态共建。

在“AI智能体极速开发”挑战环节，参赛选手在限定时间内完成轻量级、可展示、可体验的智能体应用开发，并由现场嘉宾参与投票评选，展示了AI智能体技术在真实场景中的开发效率与应用潜力。

会上，2026全国AI智能体创新大赛宣布启动。大赛面向全国35岁以下青年，设武汉主赛场和北京、上海、深圳等分赛场，预计吸引超1000支团队参加。大会还举行了AI OPC创新产业生态联盟成立仪式和元生代SPU创业启动仪式。

据悉，开源聚变人工智能研究院与武汉东湖高新区正协同构建“平台赋能+区域承载”的AI创新生态。研究院依托开源聚变AI社区、AI OPC创新产业生态联盟等载体，链接高校、企业、开发者和产业场景；东湖高新区发挥光谷科创资源集聚优势，在算力、空间、服务和场景开放等方面为AI OPC团队落地成长提供支撑。

### 2026年全国大学生科学仪器 创新大赛决赛结果揭晓

本报讯(记者田瑞颖)6月3日至4日，2026年全国大学生科学仪器创新大赛决赛在北京举行。经过激烈角逐，“面向在轨空间站的微量血液多指标蛋白分析仪”“附体超声空泡厚度时空分布监测仪”“工蜂穿梭机”等项目脱颖而出，斩获大赛奖项。

大赛组委会相关负责人表示，今年的参赛规模和质量都有明显的提升，共吸引全国90余所学校的近300个项目参赛，同比增长50%，在集成电路、智能制造、生物医疗等前沿赛道涌现出一批技术领先、落地潜力突出的优质项目。

本届大赛首创高校组、职教组双赛道分类评价机制。高校组鼓励大学生团队在仪器原理上寻求突破，重视原始创新与技术攻关。职教组侧重工程应用与实践能力，聚焦于仪器的实用化改造。经过现场展示、团队答辩以及专家评审，本届大赛各个奖项结果已揭晓。

据悉，本届大赛由中关村发展集团联合中国仪器仪表学会、北京航空航天大学等共同主办，北京中关村集成电路设计园、北航集成电路科学与工程、北京信息职业技术学院承办，旨在探索“高校研发引领、职教应用落地”协同创新模式，推动高端科学仪器自主创新和产业化发展。