

# 从100克到30吨,他让“软黄金”变新材料

■本报记者 杨晨

苧麻,一种天然的纺织材料。在杨维清眼里,它还能制备活性炭电极,并应用于超级电容器。

杨维清是西南交通大学(以下简称西南交大)材料科学与工程学院教授,长期从事先进储能材料和器件的研究。从2015年起,他盯上了这一“千年不烂软黄金”,开启了基于苧麻炭的超级电容器产业化研究。

如今,苧麻炭成果已走出实验室,准备走上生产线。杨维清也找到了投资伙伴,向实现商业化生产的最终目标进军。

一路走来,杨维清不断摸索,也不断试错,逐渐明晰自己的定位:“我只是个‘导演’,我需要投资商,制片人把我的作品变成商品,让想法变现。”

他强调,一定要实事求是,让专业的人做专业的事。

## 从椰壳到苧麻秆

相比传统电容器,超级电容器通常具有更高的能量密度和功率密度,且充放电速度快、循环寿命长,因此被广泛应用于地铁动能回收、新能源城市交通、航空航天等诸多领域。

“决定超级电容能量密度的关键就是电极材料。”杨维清打了个比方,“就像建的房子决定了能装多少人。”活性炭由于具有比表面积大、孔隙结构可调整,化学稳定性好和成本低等优势,成为超级电容器的首选电极材料,用于吸附电荷以储存能量。

椰壳则作为原材料,被广泛用于制备电容活性炭。但这一技术和规模化生产线一直被国外企业牢牢掌握在手中,是我国超级电容器发展的一大“卡脖子”问题。

“蜀麻吴盐自古通,万斛之舟行若风。”自古以来,四川产的苧麻一直远近闻名,于多地流通,其中大竹县产的苧麻久负盛名。对于从小生活在大竹的杨维清来说,每年长三季、能蹿2米高的苧麻是再熟悉不过的家乡特产。

“苧麻和椰壳都是生物质,苧麻是否也可用于电极材料的制备?”2015年,当这一想法在杨维清脑中“蹦”出后,他便着手展开研究。

苧麻秆具有灰分低、含碳量高的特点,是制备高比表面积活性炭的理想原材料。“而且,苧麻秆含水量较高,纤维取向有序,具有疏松多孔的特点,相比椰壳制备的活性炭,苧麻制备的活性炭能够更好地储能。”杨维清团队成员罗洪天说。

“家乡苧麻满地,尤其是苧麻秆都没人要,烧了还污染环境。”杨维清从老乡手中收来的废弃苧麻秆,摇身一变成了高附加值的先进材料。

## 试错的过程

杨维清课题组的实验室里,一台高温管式炉见证了苧麻炭制备研究的起点。

# 她让农作物在盐碱地“自由呼吸”

■本报记者 陈彬

算起“农业账”时,华北理工大学化学工程学院教授孙晓然的状态全然不像是一位大学老师。“现在农民承包一亩地需要1000元甚至更多,各类种植投入一亩地要800元至1000元……”

对于这些数字,多年前的孙晓然是完全不懂的。那时的她一直从事与天然高分子有关的科研。让她与这些数字建立联系的,是渤海湾附近那一片白天花的盐碱地。

从2012年开始,孙晓然带领科研团队,“跨界”开展针对盐碱地这一“土壤癌症”的改良攻关。经过她十几年的努力,曾经“白花花”的盐碱地变成了“绿油油”的高产田。

## 一次出差打开一扇“新大门”

作为沿海城市,辽阔的渤海湾给唐山带来了富饶的资源、便利的交通,但也给这座城市带来了大片的滨海盐碱土壤,总面积约达100万亩。特别是在华北理工大学所在地——唐山市曹妃甸区,由于更加靠近渤海,成片的盐碱地成了制约当地农业发展的主要障碍。

“在我国,对于盐碱地的治理已经持续了半个多世纪的时间。”接受《中国科学报》采访时,孙晓然介绍说,早在上世纪60年代,我国就针对盐碱地改良出过专门文件,然而时至今日,这依然是困扰经济社会发展的一个难题。

“至于原因,我觉得与我们治理盐碱地的固有思路有一定关系。”她解释说,目前传统的盐碱地治理模式并没有超出农业治理范畴,比如通过大水漫灌的方式将盐碱“压”下去,而一旦漫灌停止,盐碱化很容易反复。孙晓然试图跳出这种模式,从她的“老本行”——化学领域入手,换个思路解决问题。

在2012年之前,孙晓然的科研重点是功能高分子合成与应用研究,特别是天然高分子腐植酸在工业上的拓展应用,她还担任了



杨维清(左一)和团队成员在实验室。 鞠红伟/摄

根据一系列的实验要求,杨维清和团队在不断尝试中摸索出了一套包含30多道工序的制备方法。经去皮或碎秆后,苧麻不仅要进行炭化和活化处理,还要经历除铁、酸洗、漂洗、过滤等纯化流程。而最为关键的炭化工艺,主要是在高温管式炉中完成。“在氩气环境下,设置一定的参数对苧麻进行焗烧。”

实验阶段,杨维清成功研发出想要的活性材料,但产量只有100克。要实现材料规模化生产,应用于储能器件制成电容产品,并最终进入销售流通环节,还有很长的一段路要走。其中,最重要的就是中试环节。

在学院内,杨维清逐步搭建起一条年产5公斤的超容炭中试线。“这是一个不断试错的过程,不只是技术工艺上的改进。”

因为是制备新材料,市面上没有标准化的生产设备,所以杨维清要自己动手改装类似的装置。“像高温水蒸气活化的锅炉,因为流量和温度不能达到工艺要求,前后换了4个。”目前使用的锅炉,也有杨维清的“改造”痕迹:连接管道被缠上一圈又一圈的加热带,避免热量流失。

公斤级别的苧麻炭制备实现后,杨维清把目标产量瞄向了“吨”。一开始他有点“野心”,直接谋划了年产300吨级别的生产线,但资金风险和实验风险太高,最后不得已放弃了。

“实际操作中我才发现,这样做的风险极高,光设备投入一年就得5000万元,如果不合适要改装,又是一笔支出,太‘烧钱’了。”杨维清将目标缩小至“年产30吨至60吨”的中试线,在尊重科研规律的同时,又合理规划了投入的时间和资金。

苧麻炭研究起步不久后,西南交大就进行了一场“职务科技成果权属混合所有制改革”,先后出台了《西南交通大学专利管理规定》和《西南交通大学无形资产管理办法》。前者使科研人员从一开始就和所在单位共享成果所有权,后者则规定校内职务科技成果不再纳入国有无形资产清单,而是由学

校科研管理部门作为成果管理,由此打破了高校成果“不愿转”“不敢转”的局面。

乘着政策的东风,杨维清确定了年产30吨级中试生产线目标后,也遇到了满意的合作对象。

2021年1月,杨维清团队“高比能超级电容器关键材料与器件制备工艺系列技术”所涉及的9项职务发明,按照学校和科研团队3:7的比例完成知识产权分割确权后,以1388万元的估值作价入股四川一家科技企业。其中,学校30%的知识产权由该公司出资416.574万元购买。

整个转化过程不复杂,无须上报学校国资处、校长办公会和党委常委会审批,只需在西南交大科学技术发展研究院网站上公示即可。

## 专业的人做专业的事

杨维清及其团队在学校完成公斤级苧麻炭制备后,再将其送往合作公司位于成都龙泉驿区的厂区,做成商用型的软包和圆柱形超级电容器,并进行性能测试分析。这一条半自动化的封测中试生产线已经运行了快两年,流程中各项工艺已经成熟,如今正处于各项设备的磨合阶段。

对于厂区预留的一块2000多平方米的空地,杨维清已有了谋划:搭建那条年产30吨至60吨的苧麻炭制备中试生产线。

“和我合作的这家企业,以前主营印刷业务。”杨维清说,二代掌舵者接手后,一心想让公司转型,而自己正好在找投资,所以两人一拍即合。

杨维清最看重的,是双方理念的契合。“其他投资者只想投钱,产品研发、销售等都要我来组建团队,可管理并不是我的专长。”这家企业管理者只让杨维清管技术,产品后期的业务根本不用他操心。同时,杨维清也看中了公司的实力,背靠涉足多个领域的家族企业,抗风险能力较强。

“实事求是,专业的人做专业的事。”杨

碱环境下“自由呼吸”了吗?

此后多年,这一想法成了孙晓然科研实践的出发点。经过长期刻苦攻关,合成并实验了大量材料后,她研制出了适合盐碱地作物生长的生态改良剂,在实验室取得了初步成果。

此时,一个难题摆在了孙晓然面前——要将科研成果从实验室移到田间地头,需要寻找当地农民作为合作伙伴,但由于该项目为自选项目,既缺乏资金支持,此前也无成功案例,找到合作伙伴很难。

恰在此时,机缘巧合,孙晓然认识了当地农民企业家姚卫强。在与这位朴实无华又热情的农民交流后,孙晓然发现他既有对土地的情怀,也有有机种植的理念,可以说是一位理想的“合作伙伴”。

于是,她向姚卫强发出了一起“在盐碱地种庄稼”的邀请。双方一拍即合。

2020年,孙晓然和姚卫强合作,采用她发明的“原位盐碱地改良技术”,在姚卫强承包的重度盐碱地上进行玉米、花生、西红柿、西兰花、甘蓝、水果萝卜等农作物种植试验。经过一年的劳作,收获时,这片土地的花生产产达到了850斤,比非盐碱地上的花生亩产还要高6.25%;大棚铁皮西红柿亩产达到了6500斤,由于品质优良,具有“小时候的味道”,售价达到每斤15元,产值高达每亩97500元……

获得如此“收成”的盐碱地,曾是一片当地人眼中不能种庄稼的“废地”,其盐度最高可达0.8%。要知道,如果土壤盐度超过0.6%,便不适合农作物生长了。

## “政产学研”贯通,才能保证成果落地

如今,孙晓然带领团队研发的“盐碱地改良+高品质种植”成套技术已取得3项发明专利,荣获1项河北省技术发明三等奖。今年采用该技术种植的水果花生、铁皮西红柿、

维清给自己提出了“三不一结”的要求,即“不当法人,不控股,不过早想预期分红,且一事一结”。“虽然目前苧麻炭项目我仍有持股,但占比比较少。未来如果有其他项目,我也会坚持‘三不’原则,不想在科研上分心,也不想过分夸大自己的作用。”

杨维清将自己定位于“科研代工”的角色,只做技术委托开发。“‘一事一结’,我和团队只为企业解决科技问题,拿我们该拿的。至于拿多少,就由双方协商评估我们的智力、人力和时间投入。”

## 撑起一把“伞”

“也许我就该专心搞科研,我也爱做科研。”喜欢科研这件事,也是杨维清在一路摸爬滚打中认识到的。

本科毕业后,他当过连锁餐饮店经理、做过奥数培训机构的讲师,还开过网吧,一个劲儿地就想挣钱。2003年,在培训机构已是金牌讲师的杨维清,收入不错,但他总觉得每天都是重复劳动,“少了点意思”。

第二年,他决定重回校园。在四川大学攻读硕士和博士学位后,他又赴美深造。经过了10年的二次求学,37岁的杨维清正式踏上了科研之路。

杨维清很羡慕那些一早就选择做科研,且长久坚持下来的学者,但他知道人的经历不能复制。“我起步晚,只有靠时间积淀。”尤其是2017年、2018年课题组成果转化遇到困境时,杨维清不得已作出取舍,忙于工作却疏于对家人的陪伴和照顾。每每想到此,他都深感亏欠。

正是这些“弯路”带来的磨砺,让杨维清越发明白自己要什么,也拓宽了思路,打开了“格局”。除了大学教授,杨维清还有个身份——四川省政协委员。而他的提案,基本都与高校如何打通科技成果转化“最后一公里”有关。

自己淋过雨,就想为别人撑把伞。杨维清的提案中,总是融入了自己实践后总结的经验。他曾提出,政府可以鼓励高校和机制更为灵活的小企业共建中试平台,并提供资金引导,或对中试阶段给予补助,以减少高校科研团队成果转化风险和压力。

盘点一路走来遇到的堵点,他建议从政策层面,督促高校落实符合科技成果转化工作特点的评价机制,不能总让“发文章才能评职称”消磨了高校师生的积极性。

杨维清更想蹚出一条路。他的短期目标,是实现符合商业标准的苧麻炭超级电容器的产业化生产。“现在苧麻炭的制备产量已经从100克增长到30吨。未来,我们要建立的是年产300吨的正式生产线。”

他还有一个远期计划,就是将即将构建的年产30吨至60吨的中试生产线不断扩充发展成一个个中试技术工程中心,“使其成为一个具有公共性和兼容性的中试平台”。

灵芝菇、小麦、玉米、羊角蜜等作物面积达300余亩,产值超200万元。

在这一过程中,孙晓然充分体会到了农民种地的不易。

“以小麦为例,我们在盐碱地上的亩产为1200斤,但一亩地的产值不到2000元,除去种植成本和承包地成本,几乎没有利润。”正因此,孙晓然一直在努力压缩盐碱地改良剂成本。“我能压缩一点成本,农民将来的利润就能高一些。”

同样让孙晓然深感不易的,还有科研成果落地难的难度。

受访时,孙晓然坦言,在成果落地的初期,会遇到姚卫强这样一位志同道合的“合作者”是她的幸运,但这样的幸运并非每次都遇到。比如,在实施其他一些项目时,她曾联系多家企业,但因为科研创新需要前期投入,很多企业对此犹豫不决。

“至少在科研成果的中试转化环节,如果没有相关部门的支持,做起来真是很难。这一点在农业项目上表现得尤为明显。”孙晓然告诉《中国科学报》,在盐碱地治理项目初期,由于缺乏资金支持,为购买相关设备和材料,除了“合作伙伴”的投入外,她只有“自掏腰包”,才能确保项目正常推进。

由于具有多年在基层政府挂职的经历,对于政府支持科研成果转化落地的意义,孙晓然有着深刻认识。“在‘产学研’前,一定要加上一个‘政’字,只有‘政产学研’贯通,才能确保科研成果真正有效落地。”她说。

如今已是冬季,田野间早已没有了绿油油的丰收场景,但孙晓然脚步仍未停止。毕竟在环渤海地区,盐碱地的治理并非唐山所独有的问题,而每一处盐碱地的情况也各有不同。

“我们的科研大方向没有问题,但依然要根据各地不同的情况进行调整。在治理盐碱地这条路上,我们还有很长的路要走。”孙晓然说。

## 视点

12月1日,《浙江省科学技术进步条例》(以下简称浙江条例)正式施行。在科技成果转化方面,该条例推出了多个创新性做法,其中,全面推广科技成果“先试用后转化”制度尤其值得关注。

与浙江条例规定的科技成果“先试用后转化”政策类似,北京市科学技术委员会、中关村科技园区管理委员会等部门于2022年9月出台的《关于在中关村国家自主创新示范区核心区开展高等院校、科研机构 and 医疗卫生机构科技成果先使用后付费改革试点实施方案》(以下简称北京方案),也采用“先试用后转”政策,即鼓励试点高等院校、科研机构、医疗卫生机构“将科技成果许可给中小微企业使用”,并取得了一定成效。

## 法规保障之下的政策创新

与北京方案由北京市科学技术委员会、中关村科技园区管理委员会等7部门联合发布的情形不同,浙江条例将“先试用后转”上升为浙江省人大常委会通过的地方法规,明确提出“鼓励和引导研究开发机构、高等学校等单位将职务科技成果通过约定先免费试用再有偿转化的方式实施转化,支持企业承接转化科技成果,提升科技成果转化转化效果”。浙江条例还提出一系列政策保障措施,具有更为广泛促进科技成果转化的法律政策意义。

一是“成果试用”更加符合成果转化规律。科研事业单位应用性科学研究所产生的科技成果,包括新发明、新方案、新工艺、新想法、新装备、新材料、新设计等,从应用科技成果的成熟度来看,可以分为创意想法、试验样品、中试产品、小规模产品、规模生产产品等若干阶段。

对比北京方案仅将“专利技术”作为“先试用后转”的标的,浙江条例扩展到包括专利技术在内的所有应用型科技成果。同时,“试用”一词更加符合科技成果的形态和科技转化的阶段性规律,毕竟大部分科技成果不经过“试验”阶段无法直接“使用”。

二是“用后转化”拓展了试用成功后的转化途径。在科技成果转化范畴内,科研事业单位的科技成果转化是“大转化”概念,既包括“技术转移”类的技术研发、技术咨询、技术服务活动,也包括“成果转化”类的转让、许可、作价投资等活动。在特定情况下,企业和科研事业单位的成果转化并不严格对两者进行区分。因此,尽管技术转移和成果转化所涉及的成果产生先后不同,但两者的合理结合是科技成果“大转化”的必然趋势。

与北京方案所采用的科技成果使用后支付费用的方式不同,浙江条例的规定是“先免费试用再有偿转化”,从流程上可能包括两个阶段。其一为“先用”阶段,需要科研事业单位与企业达成合作研发、咨询、服务或成果许可协议,通过后续研发共同实现成果落地生产;其二为“转化”阶段,即在后续研发成功之后,科研事业单位与企业达成成果转化、许可、作价投资、合作实施等协议。因此,浙江条例所规定的“先试用后转”涵盖了科技成果“大转化”的两个阶段,后续的“转化”活动方案也更为多样化。

## 实施落地中的两个重点

科研事业单位作为“供方”提供的科技成果具有“生果子”的不成熟特征,要让中小微企业主动承接并非易事。在推进政策落地实施过程中,有两个关键问题尤其需要关注。

第一,强化知识产权保护,让科研人员“愿意试”。一方面,在全球知识产权保护制度版图中,我国知识产权保护总体上处于“弱保护”水平;另一方面,科研人员所申请的专利,往往具有“指标化”和“虚拟化”特征,所以“真正的技术不是专利”。

由于“先试后转”的试验阶段并不支付费用,科研人员愿意提供“技术真相”是企业试用的前提。在技术秘密掌握在科研人员手中、专利技术无法直接开展科技成果“试用”的前提下,如何强化技术秘密保护,让科研人员愿意将科技成果主动提供给中小微企业开展生产经营活动,将是政策落地不得不考虑的前提。

第二,增强科技创新意识,让中小微企业“敢于试”。在我国40余年改革开放的过程中,大多数企业发展壮大的主要生产要素包括劳动力、资本、土地等,技术和知识要素在大多数中小微企业成长中发挥作用较小。尽管国家和地方政府近年来积极推进技术市场化,但技术创新能力的提高是长期过程,敢于开展创新活动并愿意付出成本开展“生果子”的熟化试验,对于中小微企业的企业家将是一个重大考验。

对单一企业个体来说,通过市场化活动获得更加丰厚的利润是其可持续发展的生命线,而技术创新往往要经历漫长的创新周期。如何从整体上增强中小微企业科技创新意识,强化其承接高校、科研院所、医疗卫生机构科技成果能力,让企业从技术创新中得到实实在在的收益,是科技成果“先试用后转”模式和路径的核心与重点。

## 建立风险保障机制,让各方“早牵手”

为破解科研事业单位科技成果与产业应用之间“死亡之谷”难题,国家积极落实“破四唯”行动,通过职称评审、科研评价等多种抓手,让科研人员立足基础研究,产出更多具有市场应用价值的研究成果。全国各地积极开展概念验证中心、中间试验平台建设,推动科技成果在进入生产经营之前“熟化”,进而为解决科技成果转化成熟度问题提供机制保障。

“先试用后转”科技成果转化模式,在开展试验的科技成果存在较大失败风险的前提下,建议浙江省政府职能部门主动作为,进一步出台细化措施,加大政策资金支持力度,对于愿意开展“先试用后转化”的企业给予更多财政支持,并联合商业保险、融资担保等机构采用更加灵活的担保手段,将中小微企业科技成果试用过程中采用受偿风险降到最低。同时,要综合运用资金配套、科研奖励等人才激励措施,以激发更多科研人员参与“先试用后转”科技成果转化活动的积极性和主动性。

相信在一系列政策举措和保障机制建立的过程中,科研事业单位与中小微企业能够更多、更早达成“先试用后转”的合作,对区域科技进步和经济发展作出更大贡献。

(刘群彦系上海市高校科技发展中心主任,计菁系上海交通大学医学院科技成果转化处处长)

# 科技成果『先用后转』的模式创新和政策保障

刘群彦 计菁