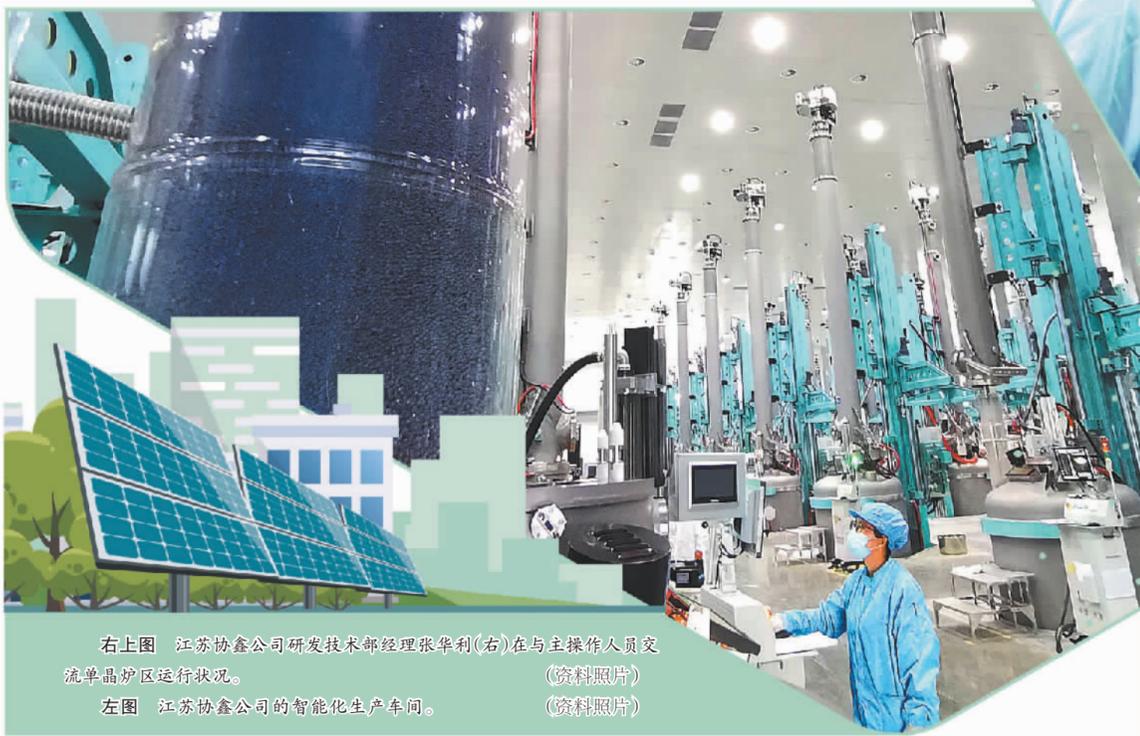


光伏行业“智慧管家”

——记江苏协鑫公司研发技术部经理张华利

本报记者 蒋波



右上图 江苏协鑫公司研发技术部经理张华利（右）在与主操作人员交流流单晶炉运行状况。（资料照片）

左图 江苏协鑫公司的智能化生产车间。（资料照片）

钻研技术促创新

在位于徐州经济技术开发区的江苏协鑫颗粒硅技术应用示范项目现场，记者见到了张华利。他正和同事一起穿梭在高耸林立的直拉单晶炉之间，检查单晶炉运行情况。

“替代高能耗的棒状硅原料，实现低碳的颗粒硅在直拉单晶中的高比例投用，是张华利和研发团队共同努力的成果之一。”江苏协鑫联席首席执行官兰天石告诉记者。

“技术创新成果的取得离不开企业支持。”张华利说，企业的高度重视、团队同事的全力支持，是让他能在科研工作上坐得住、沉下心、有成果的动力源泉。

带着在光伏行业摸爬滚打了8年的研发经验，2015年张华利加入江苏协鑫。“当时在多晶硅片市场，江苏协鑫已经有了一定的市场地位。这时候的研发工作不再是‘雪中送炭’，必须找准关键点，实现‘锦上添花’。”张华利说。

经过一段时间学习后，张华利发现江苏协鑫推出的第三代高效多晶硅片产品，在用户体验、光电转换平均效率以及抗光衰等方面还存在短板。

“为解决难题，我们建了一个‘研发群’，挑起产品创新的担子。”张华利回忆，那段日子是痛并快乐着，每个人都全身心扑在研发上，不是做试验就是分析数据，从结构到材料，一遍遍推敲论证，几乎到了废寝忘食的地步。

张华利认为，技术创新有时候就像一层窗户纸，虽然看起来很简单，但捅破它却并非易事。

“比如解决多晶硅片的光衰问题，需要通过寻找其他化学元素，并将其掺杂于光伏多晶硅片中，以提升产品性能。但掺杂哪些元素，如何掺杂得更均匀，着实需要花费一些时间来研究验证。”张华利说。

科研是一项周期漫长的工作。失败，实践；再失败，再实践。试验一直在进行。通过反复试验，团队找到掺杂工艺的合适配方，即在多晶硅片中添加“镱”元素，结合特有的掺杂工艺，可解决多晶硅片的光衰问题。这为后续PERC（发射极钝化和背面接触电池工艺）等高效工艺的应用奠定了基础。

张华利认为，技术创新有时候就像一层窗户纸，虽然看起来很简单，但捅破它却并非易事。

“比如解决多晶硅片的光衰问题，需要通过寻找其他化学元素，并将其掺杂于光伏多晶硅片中，以提升产品性能。但掺杂哪些元素，如何掺杂得更均匀，着实需要花费一些时间来研究验证。”张华利说。

科研是一项周期漫长的工作。失败，实践；再失败，再实践。试验一直在进行。通过反复试验，团队找到掺杂工艺的合适配方，即在多晶硅片中添加“镱”元素，结合特有的掺杂工艺，可解决多晶硅片的光衰问题。这为后续PERC（发射极钝化和背面接触电池工艺）等高效工艺的应用奠定了基础。

张华利认为，技术创新有时候就像一层窗户纸，虽然看起来很简单，但捅破它却并非易事。

“比如解决多晶硅片的光衰问题，需要通过寻找其他化学元素，并将其掺杂于光伏多晶硅片中，以提升产品性能。但掺杂哪些元素，如何掺杂得更均匀，着实需要花费一些时间来研究验证。”张华利说。

科研是一项周期漫长的工作。失败，实践；再失败，再实践。试验一直在进行。通过反复试验，团队找到掺杂工艺的合适配方，即在多晶硅片中添加“镱”元素，结合特有的掺杂工艺，可解决多晶硅片的光衰问题。这为后续PERC（发射极钝化和背面接触电池工艺）等高效工艺的应用奠定了基础。

张华利认为，技术创新有时候就像一层窗户纸，虽然看起来很简单，但捅破它却并非易事。

“比如解决多晶硅片的光衰问题，需要通过寻找其他化学元素，并将其掺杂于光伏多晶硅片中，以提升产品性能。但掺杂哪些元素，如何掺杂得更均匀，着实需要花费一些时间来研究验证。”张华利说。

科研是一项周期漫长的工作。失败，实践；再失败，再实践。试验一直在进行。通过反复试验，团队找到掺杂工艺的合适配方，即在多晶硅片中添加“镱”元素，结合特有的掺杂工艺，可解决多晶硅片的光衰问题。这为后续PERC（发射极钝化和背面接触电池工艺）等高效工艺的应用奠定了基础。

张华利认为，技术创新有时候就像一层窗户纸，虽然看起来很简单，但捅破它却并非易事。

“比如解决多晶硅片的光衰问题，需要通过寻找其他化学元素，并将其掺杂于光伏多晶硅片中，以提升产品性能。但掺杂哪些元素，如何掺杂得更均匀，着实需要花费一些时间来研究验证。”张华利说。

张华利并不满足。他还参与了高效工艺高纯坩埚的研发，有效解决了多晶硅片边缘的黑边问题，大幅降低边缘黑边比例。

转型升级挑重担

“知其然，还要知其所以然。”这是张华利对自己的要求。每一个产品他都要去了解原理、研究参数，细致到每一个零件的具体情况，都做到心中有数。

在他的电脑里，分门别类地存储着各种被同事们称为“宝贝”的文件。产品分析、问题统计、产品的难点及建议……他喜欢琢磨，每完成一个项目他都要做“精细”总结，逐一列出需要思考的问题，工艺需要解决的问题，设计需要修改完善的问题等。

“技术和产品创新永无止境。”张华利说，从2017年开始，单晶硅逐渐成为发展趋势。这对于江苏协鑫来说，转型升级迫在眉睫。

“在硅料环节主要有两种技术路线，一种是‘西门子法’，一种是江苏协鑫研发的流化床法颗粒硅。”张华利解释，颗粒硅是基础原材料，要真正运用到单晶硅片产品生产上，必须要翻越提高纯度这座“山头”。

最初拿到的颗粒硅品质较不稳定，总金属杂质含量常常达到几个ppbw（十亿分之一）。“单晶的生长条件极为苛刻，一旦有杂质，单晶就长不出来。”张华利说，研发需要降低颗粒硅的杂质含量，使颗粒硅的杂质含量小于1ppbw，这就相当于在10亿只鸡蛋里不能有一只“坏蛋”。

在张华利和同事们看来，这几乎是无法完成的任务。“一开始连自己也有了打退堂鼓的想法。不过我很快就想通了，如果

没有挑战性，创新也就失去了意义。”张华利说。

从接到任务那一刻起，张华利和团队就投入了紧张的研发中，以实验室为“家”便成为常态。

“要提高质量，需要控制的指标非常多。大家做了无数次的试验，分析每一个结果，并及时发现差异，找出可能对结果有正向影响的因子。”张华利说，通过半年多近乎“疯狂”的研究，产品终于研发成功。

在张华利和相关部门的共同努力下，企业自主研发出颗粒硅、钙钛矿、电子级多晶硅等新能源材料领域前沿产品。

张华利参与研发的“第三代高效多晶硅锭硅片的研发与产业化”项目，获得了2018年度江苏省科学技术奖二等奖和中国能源研究会能源创新奖二等奖。

“现在，总金属含量低于0.5ppbw的颗粒硅产品已经得到市场广泛认可和应用。接下来，我们要面对的是N型太阳能电池技术更迭浪潮。”张华利的每一步都走得很扎实。

带好团队谋长远

在同事眼中，光伏产品研发“领头羊”只是张华利的工作标签。他还是“学习劳模”“微信群主”和“加班先生”。

“自身素质过硬固然重要，但更重要的是让更多人提高水平。”通过“张华利创新工作室”这一平台，他大力培育新人，在“传帮带”上下功夫。

走进“张华利创新工作室”，记者被这里浓浓的学习氛围感染。《太阳能电池材料》《硅材料科学与技术》等光伏产业相关书籍被摆放在进门处最显眼的地方，会议

桌上还放着一大摞期刊论文材料。

“进入创新工作室，第一要过读书关。这些书籍和文章都是我精心挑选的，每个成员不仅要读，还要记笔记、写心得。”在张华利看来，创新的灵感来源于不断的学习和实践。事事处处皆学问，要多向同事学、向同行学。

研发技术部助理工程师耿浩浩对此体会很深。“张师傅是上班忙研究，下班忙研讨。只要逮着机会，总会跟我们分享关于光伏技术和创新方面的学习心得。”耿浩浩说，理论学习与研发实践之间有距离，通过张师傅手把手的指导，他在实际工作过程中少走了许多弯路。

张华利常常督促工作室的同事们，要多学习、多思考，要让自己有能力和工作对话，这样干起活来才更有成就感。

为了让大家接触到更多更新的行业内容，张华利加了100多个行业、专业微信群，也把同事们拉进去，在群里探讨、交流。

在同事眼里，张华利对待工作有种“拼命三郎”的干劲。钻生产一线、泡实验室，即使在周末，也经常能看到他忙碌的身影。

“目前，工作室的队伍已经壮大到70多人。我希望通过自己的努力，感染身边更多的技术人员，用匠心推动创新。”张华利说，创新创造不能靠单打独斗，众人拾柴火焰才能更高。

功夫有成，时光不负。张华利的成长有目共睹，成绩和荣誉也纷至沓来，他累计申请超40项国家发明专利，还获得了全国五一劳动奖章等荣誉。“我们要继续精益求精、开拓创新，踏实做好每件事，研发出新产品，保质保量完成各项工作任务。”张华利说。

福建省科技特派员成果现场推介对接活动近日举行。据介绍，福建已累计选派科技特派员7万多人次，全年在一线开展服务的省市县三级科技特派员超过1万人次，为巩固拓展脱贫攻坚成果、全面推进乡村振兴和产业转型升级提供了强有力的科技支撑和人才保障。

科技特派员制度是依靠科技力量服务“三农”工作的创新举措。党的十八大以来，我国约有29万名科技特派员活跃在农业生产第一线。他们以农民期盼的技术作为科研方向，是农民眼中的“田专家”“土秀才”，被人们亲切地称为“科技特派”。从地方的探索实践到国家的一项制度安排，从一地开花结果到形成经验在全国多省份推广——这项科技兴农富民机制展现出强劲生命力。

但也要看到，科技特派员的科技服务主要集中在农产品生产、种植、养殖方面，二、三产业方面的专业人员不多，农业产学研用氛围不浓，在生产实践过程中还面临一些新品种、新技术推广应用出现“水土不服”、农业科技成果转化或应用率不高等问题，迫切需要加强鼓励支持，推动科技特派员努力从提供单一的农业技术服务向多领域、全要素和全产业链综合性服务转变，着力培育新模式、新业态。

接地气，加强精准服务。虽然不少省份已实现行政村科技特派员“一对一”服务全覆盖，但从运行效果看，科技特派员与服务对象的利益联结仍不够紧密，基层农业科技成果转化较难。科技特派员可以通过资金、技术、知识产权入股等方式，探索其与服务对象之间合作的新方式，因地制宜选准产业发展突破口，拓展农业多种功能，实现科技资源的有效配置。

传帮带，实现持续造血。科技特派员不应只是简单地提供技术援助，更应该发挥其在产业发展、品种技术引进推广、技术瓶颈攻关、本土人才培养、农业产业功能拓展等方面的作用，帮助地方培养一批具有地域特色的“土特产”，培育一批具有地域特色的“土特产”，以辐射、带动更多农户。

务长远，助推农业农村现代化。科技创新是乡村全面振兴的重要支撑，必须把发展农业科技放在更加突出的位置，不断增强农业科技供给能力。正因如此，科技特派员更要持续发挥好科技创新在巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接中的支撑作用，紧盯世界农业科技前沿，强化农技服务保障，促进一二三产业融合发展，助力推进我国农业农村现代化。

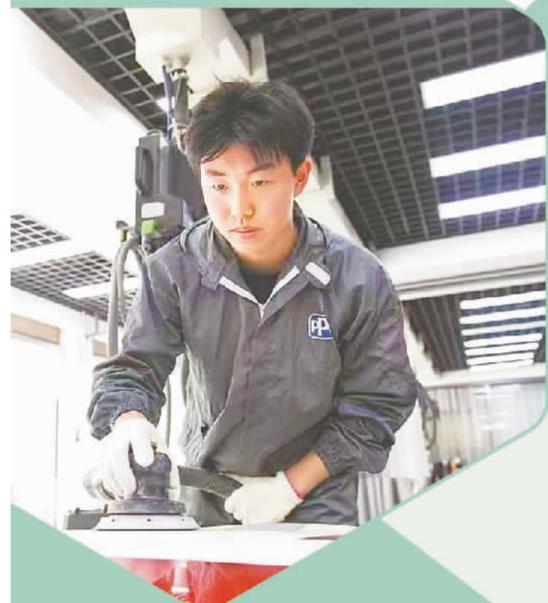
期待更多科技人才以科技成果为纽带，打开农业高质量发展通道，带领农民群众依靠科技持续增收致富，把振兴乡村的种子播撒到更广阔的地方，在乡村催生更多精彩蝶变。

郭静原

技能小将风采

执著于0.01的精进

□ 本报记者 李治国



全国第二届职业技能大赛汽车喷漆项目金牌得主常晨在训练中。（资料图片）

本版编辑 王琳 美编 吴迪

推开上海市曹杨职业技术学校汽车涂装实训室的大门，一股艺术气息扑面而来。绘制于机盖上的水墨山水画，意境悠远；精美的虎头像栩栩如生，仿佛随时会跃出画面。这些惟妙惟肖的汽车喷漆绘画作品，不禁让人惊叹作者技艺之精湛。

这里就是全国第二届职业技能大赛汽车喷漆项目的金牌得主常晨备战训练的地方。

常晨2019年考入上海市曹杨职业技术学校，学习汽车喷漆专业。“虽然汽车喷漆工艺过程只有几步，但每一个细节都至关重要：打磨不过关，影响喷漆的厚薄；调色不过关，修补点存在色差影响观感；稍有不慎，就会前功尽弃。”常晨说。

学习技能没有捷径，唯有靠日复一日的积累和练习。在校学习期间，常晨认真学习每一个技术操作要领，仔细钻研琢磨每一种材料和染料。一到课余时间，他就跑到实训室练习喷漆等基本功，常常为了攻克一个问题在实训室待到凌晨。起初，常晨在喷漆中总出现误差，很难

达到要求。凭着一股不服输的劲头，他仔细观察优秀的老师傅如何操作，用心揣摩技术要领。凭借肯吃苦、勤钻研、不服输的精神，练就了一身“硬”本领。

2022年毕业后，常晨入职上海永达集团股份有限公司，目前在公司旗下的4S店工作。得益于在学校打下的扎实基础，他迅速掌握了4S店的喷漆要求，并开始独立完成喷漆工作。

今年8月份，常晨回到上海市曹杨职业技术学校，为参加全国第二届职业技能大赛做准备。汽车喷漆是对汽车工件上的损伤进行喷漆修复的竞赛项目，分为三大模块，包括色觉测试、车门皮喷涂以及小损伤修补。

这个项目要求选手能打磨原子灰至受损前状态，喷漆至原厂漆质量，还需要具备调色和喷绘技能，对技术要求非常严苛。每层油漆的厚度误差不能超过0.01毫米，而0.01毫米相当于一根头发丝直径的六分之一，还要在规定时间内快速调出与车身颜色一致的油漆，极其考验选手的眼力和脑力。

在实训室，只见常晨将喷枪缓缓收起，盯着喷涂完成的漆面，观察颜色是否均匀。接着，他环绕着这块汽车门板，走一步、停顿一下，环绕3圈下来，没看见瑕疵才走出喷涂工位。“在我的理解里，精益求精就是不差毫厘追求卓越，就是每天进步一点点。”他说。

喷涂过程中，只要手部轻微抖动一下，误差就远远大于0.01毫米。而误差一旦超过这个标准，喷漆表面的颜色就会与标准颜色有差距，光泽度、纹理等都会发生变化。汽车油漆一般要喷五层至六层，更放大了这0.01毫米的难度。

一次完整的喷涂作业需要约4个小时，这是对体力和毅力的双重考验。“练就精准的喷涂本领，必须掌握控制喷枪的气压、出气量、走枪速度。”常晨说。

为了走枪更稳，他先在手背上加一个10斤重的油漆罐，然后开始练习。一天下来，手臂酸痛。吃饭拿筷子时，手都会不自觉地发抖。10斤重的罐子，常晨足足挂了2个月。“我每天早上、中午、晚上各挂一

次，每次挂1个小时左右。”他说，这种坚持不懈的努力，让他的技术水平得到极大提高。

“调色可以调出上万种颜色。”常晨说，除了自身的色彩感，后天练习同样很重要。他按照教练团队制订的训练计划，每天早上先练习1个小时的调色，之后开始当天的训练流程，每天训练时间长达16个小时至18个小时。

看似枯燥的训练，常晨却甘之如饴。他说：“我每天都会练习比赛的三个模块，努力把每个步骤做好。时间久了自然就熟能生巧。”

匠心铸就梦想，技能点亮人生。从普通的职教学子到职业技能大赛冠军，常晨用了5年时间。他说：“机会只留给那些有准备的人。我必须继续努力学习、刻苦钻研，不断提高专业技能水平。只有这样，当机会来临时，我才能抓住它并取得成功。”

对于未来，常晨有着更高的目标和期待。他希望能够参加世界技能大赛，为国争光。