

## 探路 新质生产力

New / Quality / Productive / Forces

实验室周记



▼左明光在测量并记录数据。(受访者供图)

## 为国之重器捋出『创新主线』

## 三维编织实验室

坚持做难而正确的事,而不是应该的事,或许开始是艰难的,也许过程会更艰难,但是坚持走下去,时间自然会给出答案。

■本报记者 王嘉蓓

博一新生、初创企业,看似毫无交集的二者,因为一家产线实验室而彼此相连。

东华大学机械工程学院博士研究生一年级的左明光,每日早晨8点多抵达院系实验室,埋首翻阅“生产日记”,上面详细记录着三维编织机在产线上遇到的种种细节和难题。

新材料企业——云路复合材料(上海)有限公司,其实验室和生产基地尽管在物理空间上还存在距离,但后台数据实时同步,因此,无论科研任务多重,他总会抽空复盘梳理产线上的高频问题,从蛛丝马迹中追寻可提升改进之处。

连续半年,小左频繁往返校内实验室、生产一线,目标清晰——帮助企业攻坚飞机隔框生产工艺流程。这关系到如何填补三维编织一体成型技术的国内产业空白,为国之重器搭好核心骨架。

主修机械工程的科研新人,为何愿意挤出时间,牢牢蹲守实验室?小左说,实践出真知,科研也如此,唯有身处产线实验室,才能更好地发现需求,也找准科研发力点。

实验室内有规律的编织机声里,他渐渐找准了创新节奏——不与他人比拼论文速度或一时得失,一步一个脚印梳理出自身的“创新主线”。成长于广袤农村的小左喜欢用种葡萄类比创新:剪去带有干扰的枝枝蔓蔓,集中将养料输送给主干,结出的葡萄才颗粒饱满。实验室里汲取的丰富养料,也反哺着小左的基础科研,在创新之路上持续奔跑。

## 摸索出“合格区间”

实验室直接勾连生产线,小左第一次直观感受到工艺创新的紧迫性。

他描述产线上一幕“惊心动魄”的场景:一只明黄色的机械臂与数米高的三维编织机有规律地协作运动。数百根碳纤维纱线相互交织,弧形异型截面复合材料件逐步成型。没过一会儿,纱线在工程师视线盲区不小心打了一个结,很快随之断裂,数小时努力瞬间付诸东流,产线停摆。“这就是常能遇到的意料之外,如果问题不解决,整条产线无法恢复运作,企业运营生产、订单交付都会受影响。”

远水解不了近火。他无法随时求助于导师,必须自己主动求索,探寻解决方向。这也是科研工作入门第一课。

擅于思考的小左代入自己的理解。“如果最初定位不准,那么机械臂在后续编织时轨迹都将出现偏差。”面对大吨位的机械装备,小左与工程师一起,重新调整设备各类参数。

小左的笔记本电脑中记录着一串数据,这是他在产线实验室无数次失败后得到的“合格区间”。只要生产数据控制在这一范围

内,就能产出合格产品。经由实践不断论证,这组数据也清晰记在他的脑海里。工程师们说,只要将相关生产数据交给“左博士”扫一眼,他能大致判断哪些数据超出正常值。哪怕只有1°偏差,也逃不过他的火眼金睛。

而更多时候,找准问题只是万里长征的第一步。为了丰富手边解决问题的“工具箱”,再忙他都会留足时间“啃”文献,将白天产线上遇到的考题,投诸文献寻找科学依据和解题思路。

比如,捕捉到芯模难以准确定位装夹这一问题后,在多方打听和师兄介绍下,他找到了可行的解决方案——设计专用夹具。

“就像给芯模与电脑预设程序划定同一起跑线,确保两者处于同一轨迹。通过专用夹具设计能确保一次装夹到位,省时省力且准确。”这一生产线上的小发明,在小左口中似乎有点“轻描淡写”。其实,对机械装置的本能敏锐和好奇,从小左儿时一路延续至大学。金工实习中,他不以完成课业为目标,全身心沉浸在独立制作成品的满足中。日复一日积攒的动手能力,让他对于解决问题梳理出清晰逻辑线。

也因此,多年后,当小左在产线上遇到难题,总下意识想试试自己设计的专用夹具。他

知晓,“看似复杂的机械传动装置,关键是要弄清作用、测准数据。”实际生产中,因为有了这个自行设计的夹具,飞机隔框项目顺利进入下一程。

## “寸克寸金”极致攻关

再过近两个月,首批通过三维编织技术一体成型制作的飞机隔框即将走下产线。为此,小左临时搬到实验室附近。随身行囊里,白色T恤、黑色薄款羽绒服,搭配简单,却足以应对忽冷忽热的春季。行李箱的主要空间留给一堆手稿,上面绘着三维编织机草样以及待销项问题的清单。

实验室里,尽管困难重重,可小左认为自己已是幸运的——在科研起步之初就有机会迎接真实的难题、思考研发的意义。

回想半年前,他的导师在所指导的博士生微信群中发布消息,招募有意愿参与飞机隔框校企合作项目的博士生。“不知道课题难度系数多大”,止不住好奇心的小左抓紧时间整理资料,主动了解该项目。他说,当年高考填报专业,自己从一堆候选专业中选准机械工程,就是冲着制作“大国重器”而来。如今,飞机隔框的研究课题摆在眼前,他不希望错过机遇。下定决心后,他研究了相关资料,最先回复了导师。这一步,于他个人而言是博士生涯的真正起点,于三维编织技术产业化同样是关键一步。

时间回溯至10年前,东华大学相关团队凭借三维编织技术荣获国家科学技术进步二等奖。当年,该团队已成功在产线上用三维编织技术制出碳纤维预制件,一举破解复合材料受力后易分层难题。然而,预制件无法完美解决材料起褶皱的难题。对于飞机等高精尖设备来说,一旦材料做不到均匀平整,力学结构也会随之变动,影响运行稳定安全。

云路复材向东华大学定向发起的飞机隔框研究需求正是为此而来——希望研发一体成型工艺,让飞机隔框用上复合材料。团队测算过,如果实现飞机隔框及其他构件的材料替代,国产飞机的复合材料使用率有望从不到20%增至50%以上,更轻盈坚固。

强度更强、重量更轻,小左与工程师们以“寸克寸金”的极致攻关精神一次次磨合、调整,样品渐渐接近他们心目中理想的模样。小左还特意拜托工程师前往海外专业展览“打样”,全方位比较竞品的优势特点。在与全球顶尖同行的比拼中,小左更添了一份信心。

## 栽好“数据树”

成果近在眼前,而小左看得更远——建立飞机隔框检测数据库。未来如果进行工艺更新迭代,建立标准数据库是绕不开的关键一环。

“工程师要为飞机隔框做‘全身体检’后,才能进行完整精确的力学分析。”小左解释,只有充分掌握了解飞机隔框内部复杂的力学结构分布、变化,工程师们才能掌握哪些部件环节够坚固、哪些又存在薄弱点,从而有效推动工艺提升。

蹲守产线实验室,也在小左身上渐渐熏染出一名机械领域科学家应有的创新素养——对精密制造的极致追求。质量效率能否更好、缺陷能否更小、功能能否更优……一个个问号推动他更迫切地制出成品、记录参数,栽好“数据树”。

然而,掣肘不断。放眼国内,运用三维编织技术一体成型地制作飞机隔框仍是“空白区”。由于领域太新,几乎没有第三方企业拥有适配的检测设备。

小左反映的问题,也被云路复材创始人朱永飞记挂在心。眼下,企业正积极牵头组建创新联合体,将碳纤维材料供应商、高校科研机构、航空航天企业等上下游环节黏合起来。彼此借力联合攻关“卡脖子”难题,也共享科研设施设备,让创新资源有效流动起来。

即将攻克飞机隔框生产的云路复材,计划向下一个目标冲刺——打造低成本、高性能的无人航空飞行器,抢抓布局低空经济。朱永飞说,只有创新链上的每一环都往前进一步,航空飞行器整体才能实现技术进步、生产力跃升。

周末,小左打算从生产线上抽身,继续琢磨博士论文的开题。他始终记得一个午后,和煦的光线洒向碳纤维织物,黑得发亮,透出教科书难以描摹的光泽感。这股悸动令他惦念至今,也让他立志将三维编织技术作为学术钻研的主题。以飞机隔框为线头,他将创新思维发散至更广阔的异形截面成型体编织。“有了飞机隔框‘数据树’,未来的应用领域或许不止于航空航天。”

## 记者手记

■本报记者 王嘉蓓

山高攀则至,路远行则疾。

这是一场赛跑,十余年的接力奔跑,从实验室到生产线,三维编织技术突破重重难题,迎来全面开花。这也是一群人的持之以恒,在各自领域攻坚核心环节,最终汇成“国之重器”。

云路复材企业墙上有4个字——实事求是。从科研新人小左,到云路复材创始人朱

## 接力奔跑

永飞,他们都有一股实事求是的钻劲,更善于将看似遥远的目标,化作

眼前具象的每次生产、每组数据。小左在微信朋友圈写道,“事物的发展总是螺旋式上升和波浪式前进。”身处创新一线的科学家、企业家们,在每一次爬坡过坎中为创新标注下

丰富注脚和意义。一代代接力蓄能、攻坚啃硬,最终冒出属于新质生产力的葱茏绿意。