

中国科学院院士叶志镇——天生我“材”必有用

■ 本报记者 谢丹颖 王艳琼
通讯员 陈慧雅

材料这门学科,充满未知,又不断自我颠覆。稍一深入,术语层层堆叠,对话都容易变得缠绕。

但在中国科学院院士、浙江大学温州研究院院长叶志镇的讲述中,钙钛矿量子点护眼灯、锌溴液流储能电池、金刚石半导体芯片这些“材料+应用”的组合,哪怕是个外行,也能很快明白它们是什么、有什么用。

兼顾科研和创业,叶志镇不仅重视材料的组成,更强调“它能做什么”“我们能怎么用”。无论是基础理论还是应用探索,寥寥数语,便令人豁然开朗。也正是这种能力,让这位从教近40年的学者,持续引领年轻人,将材料科学研究不断向深处推进。

如今,叶志镇年届七十,工作节奏依然紧凑。他有一些小习惯:比如为省时间边走边想,又比如为提高效率说话分点列项。在忙碌中尽可能保持从容。

叶志镇相信,“但凡辛苦,便是强求”,这句话也被他作为微信签名,写在朋友圈首页。即便如此,他却一如既往地全力以赴。问及缘由,他顿了顿,笑说70岁也该有70岁的奋斗,“毕竟,天生我‘材’必有用。”

闯进材料圈

初见叶志镇,在浙江大学温州研究院。刚结束会议的他,一身正装,白衬衫妥帖束进深色西裤,不笑时不怒自威。坐下后露出一双布鞋,又透出他随和的一面。

谈及自己的人生,叶志镇带着苍南乡音,像分析材料般,将自己的经历按“性状”客观切分为三块:求学、跨界科研、孵化企业。

从当知青、公社教师,到1977年恢复高考后考入浙大,从电机系到光学系,跨界成为中国光学学科自主培养的首位博士,再到1990年赴美国访学,最终返乡创业。说到兴起,他多次起身,指着墙上的照片一一介绍来时路——自己的苍南老家,访学期间英国帝国理工材料学院院长所赠素描,温州研究院的科创成果入选浙江省重大科技成果……

还有一张引人注目的老照片,是他在2002年担任浙大材料系硅材料国家重点实验室主任时拍摄的。

叶志镇回忆道:1991年,成立仅4年的硅材料国家重点实验室首次接受国家评估,因成果不多被亮“黄牌”。次年,时任浙大校长路甬祥予他以重任,协助阙端麟院士把实验室建设抓起来。两年攻坚,他获评重点实验室全国先进工作者。

尚未喘口气,1996年再次评估时,国家实行末位淘汰制,排名靠后的实验室面临摘牌,硅材料国家重点实验室评为良好最后一名。“如果下次名落孙山,怎么办?努力拿项目,奋起直追呗。”于是,他努力策划在1998年拿到浙大第一个国家自然科学基金重大项目,又陆续承担多个“973”“863”项目(“973”“863”分别指我国在20世纪八九十年代提出的国家重点基础研究发展计划和国家高技术研究发展计划),终于实现逆袭。

作为国内最早建立的国家重点实验室之一,在多次评估中,硅材料国家重点实验室均获评“材料领域良好类实验室”。

其间的难,叶志镇并未多言。“那么多多年,实验我也做了不知多少次,八成数据都是不理想的。”在他看来,科研本身就是迎难而上,“朝八晚十”、忘记周末是常态,偶尔的晚归更是好事——这通常意味着实验有了进展。

叶志镇的人生三阶段,界限清晰,但电机本科、光电硕博、半导体薄膜的访学经历,每一步“硬”着头皮而上,构成了他今日的身份。

“一辈子能做好一件事,就值了。”他如此评价。

作为我国半导体光电薄膜材料领域专家,叶志镇所说的“一件事”,绕不开氧化锌——一种半导体的关键材料,照明、显示器、传感器,都离不开这种薄膜。行业许多“第一”也都与他有关:攻克氧化锌p型掺杂关键技术、研制氧化锌基发光二极管(ZnO-LED)、开发n型高导电调控技术解决国际无铜透明导电材料难题……

其中,他创新的“二元共掺”法,首次让氧化锌在室温下实现电致发光,自此迎来属于他的“黄金时代”——2004年首篇论文发表后,20余个国家117家机构跟进研究。

后来,这一方法被写入在学术界享有广泛声誉和认可的施普林格材料科学丛书,2007年获国家自然科学基金二等奖。至今,它仍是5G通信与透明电子器件的核心技术支撑,是国际主流研究方向。

走进产线去

“创新重要,但做有用的创新更重要。”2021年,应时任浙大校长吴朝晖院士之托,叶志镇出任浙大温州研究院院长。那年,他64岁。这已是退休年纪,但在院士中,他笑



叶志镇(第二排中间)在指导学生。

受访者供图

从学术走到产业上去,从技术走到生产线上去,真正促进地方发展。

——叶志镇

人物名片

叶志镇,1955年4月生于苍南藻溪,长期研究宽禁带半导体氧化锌等无机光电薄膜材料及关键技术。他提出的p型二元共掺杂理论被国际广泛采用,开发的n型高导电调控技术成功解决无铜透明导电材料难题,相关成果广泛应用于LED、芯片等产业,经济效益显著。

他1977年考入浙江大学,1997年至2009年担任硅材料国家重点实验室主任,2019年当选中国科学院院士,目前担任浙江大学材料科学与工程学院学术委员会主任、浙江大学温州研究院院长。



叶志镇在做实验。

资料图

称自己还算“年轻”。

他对微信操作之熟练,与年轻人别无二致,时髦用语也能一一应答。学校、实验室、研究院、企业、政府……尽管兼顾多方、事务繁忙,问及项目细节,他记性奇好,甚至能具体说出这一阶段材料的性能、用途、发展情况。

四年来,叶志镇习惯了多重身份:老师、科学家、企业家。每年有一百多天,他都待在研究院,频繁往返杭温。自2024年杭温高铁开通后,从杭州西站出发到温州研究院,以前近4小时的车程直接砍半,他笑说:“本来在车上一定能看完的项目报告,要抓紧才能看完了。”

即便有体力、有冲劲,还带着极强的信息获取能力,刚出完差,下高铁立即可以接上头脑风暴式的讨论,但从科学家到创业者,并不容易。实验室与市场之间,论文与产品之间,也横亘着不止一道鸿沟。

特别是研究院建设初期,工作琐碎而繁忙。“以前只想着新材料、新突破多厉害,却没多想现实硬件是否支持、市场到底需不需要。”浙江大学教授彭新生2021年跟随叶志镇来到温州,担任碳中和新材料研发中心主任。

他直言比以前“忙得多”——白天调试产线、改进配方;晚上除写论文外,还要做PPT、做报告,用以申请项目、洽谈合作,“杭州、温州两头跑,科研、企业两头顾”。

最近,彭新生团队耐高温高效二氧化碳捕集膜及装置进入小试阶段。他们的PPT言简意赅,图示形象直观,重点词句用红字或黄底标出,外行也能一目了然。

“叶老师细致到什么程度?从谈判技巧到PPT排版,他都会一一上手亲自教。”彭新生说。正如材料学科,原子排列,成分、结构的细微变动,都容易产生神奇的颠覆性,叶志镇这位本就关注细节的材料研究者,在担任院士后又成为企业家,这种“四两拨千斤”的效应便有了更“实在”的讲究——研究院一楼展厅,更是为了实时更新,数字全用磁吸贴、星标都是贴画。每件产品的灯光与摆放,也都经过精心设计。

“目前,研究院已孵化30余家新材料科技企业,高新技术企业5家、浙江省专精特新中小企业3家、规上企业3家。”叶志镇笑

术被记住时,再细说不迟。”也正是这份直面不确定的务实,透出他科学家兼企业家的底色。

传递“高能量”

接触过叶志镇的人,都说他“高能量”。年届古稀,能让他惦念的事不多。但一讲起学生、聊到产业,他语气不由兴奋、嘴角微微上扬。

浙大温州研究院展厅的一整面墙,展现了一批因他汇聚在温州的科创者,个个都是材料领域的专家,许多是他的学生。

“我培养了70多位博士、300多位硕士。”叶志镇说。在他浙大的办公室里,一幅日历格外醒目——那是2013年所获“教书育人标兵”的纪念品。他却一直挂着。2016年获得浙大段永平奖学金的证书,也摆在柜中。

比起说自身成就,这位老教授更乐于称赞他人——浙大同窗师友,实验室、研究院里的新人……他格外惜才:“招进团队的,都是尖子里的尖子。不做成优秀团队,怎么行?”

叶志镇的荣誉,多有记载:发表学术论文800余篇,SCI总引用27000余次,连续8年入选“中国高被引学者”,授权发明专利170余件……但他还有一份不见文字的贡献,不止留下知识、实验室和方法,更在于一种传承——他的学生身上,有种共同的使命感,遵循一系列做事的根本原则。

何海平2012年加入硅材料国家重点实验室时,便常听他说:“搞材料应用,既要顶天,也要立地——不能光发文章,更要思考如何服务国家和社会需求,把时间花在大事、趣事、重要的事上。”

10年后,90后新疆小伙樊超“慕名”而来,跟随叶志镇读博士后,从事钙钛矿量子点材料的研发与应用。“叶老师能量充沛,洞察力强。”他提起一次组会,叶志镇在听完报告后,面对团队创新的全固态钙钛矿量子点双基质包覆,突发奇想道:“对钙钛矿量子点的两层‘保护’,不就是剥开石榴外壳,还有一层白色薄膜,里面包裹颗颗石榴籽?”然后拍拍脑袋,“就叫‘石榴结构’吧,好记,也形象。”

樊超还记得一个细节。今年4月的一次活动,叶志镇天南海北的学生赶来相聚。那是一个极有影响力的群体:几乎所有人都从事材料行业,覆盖主流研究和产业方向,其中也不乏国内外领军人物。“没想到,叶老师不光把2米高的钙钛矿量子点护眼灯直接放在办公室,还扛了一台去活动现场,给了团队创业产品极佳的展示机会。”

“你有能力,叶老师就帮你创造条件,支持你实现梦想。”樊超切身体会到叶志镇的育人之道——给学生一方小空间,容得下失败,也承得住自由,静待他们成长。

这份坚持如今也传给了樊超。作为浙江大学新晋专职研究员,提及团队刚毕业的首个博士生时,樊超话里满是夸奖、语气难掩喜悦。问为什么,他将其归结为叶志镇的宣传身教:“总是习惯性地,就想对学生好。”



钙钛矿量子点扩散板成功应用于液晶显示屏。 受访者供图

记者手记

创新者的谦逊与远见

■ 谢丹颖

采访叶志镇院士时,一种感受始终萦绕于心:他是一位当之无愧的创新者。

LED,作为引领21世纪照明革命的关键技术,背后有一段广为人知的创新故事。

上世纪90年代,三位日本科学家因发明“蓝光二极管”荣获诺贝尔奖——正是这一突破,补全了LED白光缺的最后一“光”,让人类得以用上高效、节能的自然光照明。

而实现这一创举的核心材料,是氮化镓。就在这片以氮化镓为主角的辉煌中,叶志镇却将目光投向了另一种材料:氧化锌。他敏锐地洞察到氧化锌所具备的优异性能,坚信它有望为光电产业开辟新的未来。

于是,他以三十年的执着,在这个方向上默默开拓、不断深耕,最终因氧化锌成为一流的半导体光电薄膜材料领域专家。

如今,当视线转向另一颠覆性技术,量子点——一种纳米级半导体发光材料,本质上是一种特殊制造的纳米颗粒。其特殊之处在于可以通过控制它们的尺寸和形状来改变其光学和电子特性。

通俗的说法就是:量子点可发出的光的颜色可以通过改变它们的尺寸来调节。三位美国科学家因此荣获2023年诺贝尔奖。这些小的纳米组分现在可以用于电视显示和LED照明,还可以用于外科手术切除肿瘤组织等,在显示屏幕、医疗设备、太阳能电池等领域展现出广阔的应用前景。

同样不走寻常路,叶志镇团队关注的并非主流的碲化镉、磷化铟,而是成本更低、工艺更简单、发光纯度更高的钙钛矿。看着也普通,一罐粉末在紫光照射下通体发光——这低调的外表背后,却是领先全球的颠覆性材料,蕴藏着难以估量的商业潜力。

在整个访谈中,叶志镇却极少谈及自己的科研贡献,更多地推荐后辈、介绍团队,更乐于分享平日所读之书、所思所想。那是一种如静水深流般的从容——面对外界的嘈杂与质疑,只是埋头、突破、前行,这或许正是创新者身上最能打动人的地方。

链接

全球首个电驱动钙钛矿激光器面世

■ 赵艺乔 王湛 查蒙

近日,浙江大学光电科学与工程学院/海宁国际联合学院狄大卫教授、邹展研究员和赵保丹教授团队研制了世界上第一个电驱动钙钛矿激光器。

这种新型半导体激光器,其发射激光所需的最小电流(阈值电流)为92安培/平方厘米,比最好的有机半导体激光器还低一个数量级,且表现出较好的稳定性,并能在36.2兆赫兹的带宽下实现快速调制,有望应用于片上数据传输、计算和生物医学等领域。

相关研究论文在北京时间2025年8月27日发表于国际顶尖学术期刊《自然》。邹展是论文第一作者,狄大卫、邹展、赵保丹为论文通讯作者,浙江大学为该研究唯一完成单位。

当前,钙钛矿半导体、有机半导体和量子点等新型激光材料展现出显著优势。它们可通过溶液法制备,不仅加工成本相对较低,而且更容易集成到可大规模量产的硅基光电子平台上。在这些材料中,钙钛矿半导体因其发射光谱可调(可实现各种色彩),且在光泵浦(即光驱动)条件下能够实现极低的激光发射阈值,具有十分广阔的技术前景。

“为了实现电驱动激光发射,我们发明了一种集成式的双腔结构。我们的方案是,将高功率微腔钙钛矿LED子单元与高质量单晶钙钛矿微腔子单元紧凑地集成在同一器件中。”狄大卫介绍。该器件将微腔钙钛矿LED在电激励下产生的大量光子高效地耦合到第二个微腔中,并激发单晶钙钛矿增益介质,产生激光。

“尽管集成式电驱动的原理本身并不复杂,但在着手制备激光器时,我们还是经历了不少挑战。”邹展说。团队此前没有制备顶发射微腔器件的经验,一切都要从零开始。从器件结构的设计优化,到制备工艺的摸索调试,再到测试系统的搭建验证,每一步都需要反复试错、逐步推进。当这些难题被逐一攻克,在电驱动下,团队成员们第一次观测到期待已久的激光光谱时,难以言喻的喜悦与振奋油然而生。

“这种新型半导体激光器已经展现出重要的技术潜力。”狄大卫介绍。在电激发条件下,钙钛矿激光器的激光阈值为92安培/平方厘米,比最好的电驱动有机激光器还要低一个数量级。而且,电驱动钙钛矿激光器表现出比有机激光器更优异的可重复性和稳定性,能在36.2兆赫兹的带宽下实现快速调制。电驱动钙钛矿激光器可用于光学数据传输等多种应用场景,还可用作集成光子芯片和可穿戴设备中的相干光源。团队发现,该器件能在36.2兆赫兹带宽下通过电脉冲进行快速调制。这种调制速率是通过减小器件有效面积以实现最小电阻电容(RC)常数,并使用硅衬底改善散热实现的。赵保丹说:“在未来,我们还需要克服微腔钙钛矿LED子单元纳秒级的自发辐射寿命限制,以实现器件的吉赫兹级高速运行。”

“从当前的‘集成式泵浦’架构过渡到更为简洁的激光二极管结构,将是下一步研究工作的关键,因为这能实现更紧凑且可规模化的光电应用。”狄大卫说。在将这种新型半导体激光技术推向实际应用的进程中,团队已经做好准备以迎接新的重大挑战。



叶志镇院士团队研究钙钛矿材料。

受访者供图