

创新高地

山东大学新一代半导体材料集成攻关大平台筑牢产业材料根基——

“小晶体”带动“大产业”

本报记者 徐倩 通讯员 王焕杨 车慧卿

走进山东大学晶体研发车间,一排排高达3.5米的碳化硅单晶生长设备整齐排列,2000多摄氏度的炉腔透出橘红色光亮,高温中正进行着神奇的化学反应——一块块碳化硅晶体正快速生长。晶体经过滚圆、整形、定向、切割、研磨、抛光等一系列工序后,一片片厚度0.5毫米、直径200毫米的薄片——8英寸碳化硅单晶衬底最终成型。这是国内大尺寸碳化硅生长与加工技术的又一标志性突破。

“近年来,山东大学坚持‘四个面向’,布局构建新一代半导体材料集成攻关大平台,强化学科交叉融合,组织骨干科研力量组成攻关团队,不断优化晶体生产工艺,推动创新链、产业链、人才链深度融合,取得了一系列重大技术突破,持续为高质量发展蓄势赋能。”山东大学校长、中国工程院院士李术才说。

服务国家重大战略,聚力开展集成攻关

新一代半导体材料是引领新一轮产业革命的关键材料,也是引领新旧动能转换、保卫国家安全的国之利器。作为国家创新体系的重要组成部分,高校如何助力我国在半导体核心材料领域换道超车,推动我国新一代半导体、集成电路等技术和产业快速发展?

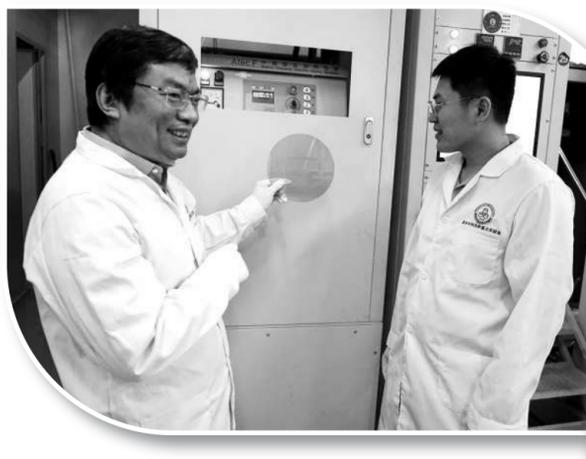
2019年10月,山东大学新一代半导体材料集成攻关大平台应运而生。作为教育部首批支持建设的集成攻关大平台之一,该平台充分发挥学校在半导体材料研究领域的深厚基础优势,围绕国家战略及核心产业急需,承担战略科技任务,瞄准半导体材料技术未来发展方向,强化有组织科研,支撑我国第三代半导体产业高质量发展。

“大平台一成立就组建了由院士、专家组成的专家委员会,以及由国内高新技术企业技术专家组成的产业委员会,不断跟踪领域发展前沿,从我国核心产业中发现真问题,研究真问题、解决真问题。”新一代半导体材料集成攻关大平台主任徐现刚介绍。

碳化硅的生长与硅有很大不同。硅片不论是什么尺寸,需要的籽晶大小都类似。然而,碳化硅的籽晶需要完全一致的尺寸,即8英寸的碳化硅生长就需要8英寸的籽晶。“8英寸单晶的研发跟种庄稼一样,要有种子(籽晶)才能长出来。”大平台碳化硅团队成员陈秀芳形象地描述。

要生长8英寸的碳化硅单晶,需要利用已有6英寸籽晶,配合扩径坩埚设计和扩径的生长工艺,经过若干次生长和加工迭代过程,才能逐步生长到8英寸直径。整个扩径过程耗时较长,并且扩径工艺流程复杂,中间环节多,对各个环节的工艺控制和品质要求极高。

为助力突破“卡脖子”关键核心技术,学校一方面集中优势学科力量,充实平台的团队建设,加强科研攻关体



徐现刚教授与任务组成员讨论刚刚突破的8英寸碳化硅单晶衬底。

碳化硅任务组成员正在查阅导电型碳化硅晶体生长记录单。

山东大学 供图



系布局;另一方面创新管理制度,赋予平台人、财、物的高度自主权,保障平台有组织科研高效开展。2019年,大平台依托材料、物理、化学、微电子、控制、信息等学科,布局五项核心、十项紧密攻关任务,以新一代半导体单晶生长与衬底加工为攻关重点,组建起“小核心大网络”式科研攻关体系。此外,大平台实施PI制团队管理模式,单独下达教师岗位指标。

大平台内各学科师生团结协作、各专业资源交叉互补、各任务组全身心专注于集成攻关,碳化硅团队提前实现扩径目标,并成功制备出高质量8英寸碳化硅单晶衬底。与此同时,大平台顺利打通半导体单晶生长—衬底加工—外延生长—器件制备等全链条研发线,在多个研究方向上实现了重要突破。

坚持政产学研融合,加速技术转化落地

2022年下半年,国内晶片厂商加快推进8英寸碳化硅单晶和衬底生产试验,南砂晶圆公司凭借与学校的合作研发,以及公司每年营收占比10%以上的研发投入力度,成为最早宣布试产成功的企业之一。

在碳化硅器件的成本中,衬底、外延、模块占比分别为46%、23%、20%,晶体生长及衬底加工环节占据了近一半成本。其中,晶体生长环节尤为关键。

“实验过程中的每一次开炉就像在开盲盒。晶体没有经过准确的仪器测量和全面的计算分析前,永远不知道这一次能不能成功,会不会有突破。”碳化硅团队博士研究生仲光磊说。

晶体生长的过程中需要凭借专业和经验,对工艺参数灵活调整,目前产品成本控制和产能扩大的制约主要在于人才短缺。“碳化硅产业技术门槛高,专业人才紧缺,”南砂晶圆公司董事长王焱浩介绍,“与山东大学的密切合作解决了我们的急需,让我们对未来行业和市场的发展更有信心。”

近年来,徐现刚多次带领团队成员赴南砂晶圆公司开展技术指导,推进产业化工作。在一次实地考察和交流合作下,团队解决了碳化硅批次稳定、缺陷控制等关键技术问题,优化了碳化硅制备工艺。材料的研发需经历多个阶段,除了需要科研人员“十年磨一剑、甘坐冷板凳”的坚守,还需要高校、企业、政府等各方共同努力,让技术发展成为成熟的产业技术,真正落地转化,支撑装备和产业升级。

大平台对政产学研融合推进技术落地持十分开放的态度,建立“一中心多基地”模式,通过技术转移转化、合作承担重大任务等模式,与高新技术企业紧密合作,既充分发挥了高校的规模与市场优势,在政府和各方资金的引导促进下,可以更快实现技术成果向成熟产品的转化。

“我们帮助企业解决技术难题,同时学校也在帮助我们深化校企合作,推动成果产业化落地。无论是在政策规划上‘把方向’,还是在合同签订、程序管理等具体事务上‘促落实’,大平台政产学研融合成效离不开学校的支持。”碳化硅团队成员彭燕介绍。

近年来,学校坚决贯彻落实“服务山东”战略,紧密围绕地方创新发展需求,着力推动科技成果转化提升。联合济南市政府规划建设“中国晶谷”,以“小晶体”带动“大产业”,打造晶体技术创新高地,为地方高质量发展提供了有力支撑。

深化评价机制改革,激发人才创新活力

走进新一代半导体材料集成攻关大平台的实验室,所到之处都有忙碌的研究人员,有的埋头计算着数据,有的站在设备前专注实验……他们满怀热情,投身于科技创新攻坚战之中。

作为学校的“学术特区”,大平台肩负着深化人事体制机制改革“试验田”的使命。2020年5月,学校出台集成攻关大平台体制机制运行方案,

赋予平台人、财、物、物的自主权,支持平台以任务为导向,自主组建团队、开展人员招聘、支配经费工作。

立足核心攻关任务,淡化“身份管理”,大平台采取校内校外相结合、固定与流动相结合、专职与兼职相结合的模式,迅速汇聚起一支具有物理、化学、微电子、机械、控制、信息等多个相关学科背景的科研团队,有效支撑大平台的发展。

徐明升是微电子学院的一名教师,在大平台成立后入职开展科研工作,但其人事关系依然保留在学院,承担学院本科教学工作。大平台不仅为徐明升提供了科研办公保障条件,也支持其依托大平台进行专业职务的晋升。“大平台的科研方向聚焦国家战略需求,不同团队之间可以实现上下游协作,进行全链条闭环研发。我可以更专注于半导体工艺研发过程,更好地实现个人价值。”徐明升信心满满。

学校不仅在人才聘用政策上给予大平台倾斜支持,也鼓励大平台开展多元评价,畅通科研人员晋升通道。

2022年度专业技术职务及岗位聘任中,学校首次设立“特聘研究员”序列。对于长期开展重大关键技术攻关的科研人员,通过小同行评价等方式,考察其科研产出的质量和贡献,弱化论文、专利等量化标准,支持其心无旁骛服务重大科技任务攻关。除此之外,大平台高度重视人才引育,专门成立人才工作领导小组,利用“山东大学齐鲁青年论坛”等各类品牌活动,面向海内外吸引集聚高水平创新人才。

“学校将以主题教育开展为契机,坚持不懈用习近平新时代中国特色社会主义思想‘金钥匙’凝心铸魂,破解难题、推动发展,以对党和国家、历史和未来负责的态度推动新一代半导体材料集成攻关大平台持续上水平、提质量,在服务国家战略和区域经济社会发展、优化布局结构的先行先试中作表率,为加快实现高水平科技自立自强作出山大贡献。”山东大学党委书记郭新立说。

自2022年8月教育部印发《关于加强高校有组织科研 推动高水平自立自强的若干意见》以来,“有组织科研”已成为高校科研管理工作的热点话题。科研组织模式变革是科研发展模式转变的核心。东部高校基于项目设计、平台建设、团队组建、制度支撑等方面的优势,在科技创新竞争中赢得了更多的主动权以及更为丰富多元的资源配置。当前,西部高校如何在国家大力推进有组织科研的浪潮中顺势而为、借势而进,推动构建有利于履行服务使命且具有西部高校特色的有组织科研新模式,是亟须探讨的主题。

科研组织目标从“学科中心”向“需求导向、问题中心”转变。推进科研组织目标向需求导向、问题中心转型,就是要引导西部高校科研组织的知识生产侧面向解决实际问题的研究。首先,需要推进观念的转变。不应再把论文发表数量、专利数量看作科研组织创新的主要成果和目标,而要以做成实事、解决实际问题为目标。其次,需要推进团队组建方式的变革。科研团队组建应从“学科+目标”团队模式,走向更加聚焦解决实际问题、耦合依托多学科成员分工互补的“任务攻关”团队模式。再次,需要推进机制的变革。应当推动建立能跨越学科组织界限、高效整合全校科研资源协同开展科研任务的科研组织模式,推动“小散全”组织向“综合型”组织转变。同时,还要构建有利于有组织科研的评价激励机制。

科研组织形态从“刚性”向“液态”转变。液态型科研组织是一种可伸缩、易变形的科研组织形态,它打破了传统科研组织的刚性结构和组织层级,为科技创新和跨组织合作提供更多的可能性。推进西部高校科研组织从“刚性”走向“液态”,就是要打破科研组织形态的封闭、独立及任务线性化特征。首先,要打破科研组织强边界的特性。推进以需求为导向的有组织科研,需要融合多学科、多领域以及创新链、价值链上不同位置的研发与资助主体,推进构建可伸缩的柔性科研组织以满足融合研究的需要。其次,要打破科研组织独立和强稳定的特性。西部高校科研组织要有持续的竞争力,必须打破科研组织的独立性,促进科研人员流动。再次,要打破科研组织目标强一致的特性。“去标签化”和“自组织化”是科研组织“液化”的重要特征,西部高校科研组织要打破固有标签思维和组织壁垒,聚焦产业发展,研究真问题、解决真问题,承担起服务国家和社会发展的使命责任。

科研组织主体由“单一”向“多元协同”转变。当前,多学科协同攻关已成为知识生产的新常态。西部高校要顺应新趋势,积极推进跨学科、跨学院、跨院所的科研合作,从而改变单打独斗的习惯和创新资源分散的现状。首先,推动建立矩阵式跨学科跨学院交叉科研团队。当前,不少西部高校的学科群建设,实质就是创建横跨学科和院系的问题解决式组织模式,使得资金、人才、信息等创新资源在不同主体间贯通,科研组织实现以优势学科为主体、多学科协同的形态。其次,推动建设跨学科研究实验室。西部高校要逐步打破实验室现有学科体系和组织壁垒,融合校内多学科人员,甚至校外科研机构和企业,推进实验室建设主体的多元协同。再次,推动跨院所和企业的协同创新联盟建设。以重大项目协议为牵引,以问题为导向,调动不同单位的科研力量

和资源,实现理论知识和技术成果双增长。

科研组织结构由“实体”向“虚拟化”转变。人才和创新物质条件是高校推进科技创新的根本与保障,西部高校恰恰在这方面处于相对弱势,因此,“借力”势在必行。虚拟科研组织围绕特定的研究目标与内容,利用信息技术将各种创新资源和必要的组织功能融合在一个柔性的研究单元中,形成一个核心能力与资源互补共享的动态研发联盟,能够实现更大的跨组织间的科研合作。西部高校可将虚拟科研组织作为实体组织的有益补充,使部分科研组织从实体走向虚拟,从而更好地将高校、企业及优势科研群体连接起来,促进科研组织与校外资源信息的交流。这样,有利于打破西部高校与外部社会和优势科研组织间的横向壁垒,突破西部高校人才和物质资源匮乏及科研能力有待加强等瓶颈,实现多方资源为西部高校所用,并提升西部高校参与重大科研项目解决社会重大需求问题的能力。

科研组织职能由“服务型”向“组织—策划—协调—服务型”转变。科研组织是科学创新的主体,也是自我管理的主体。科研组织既需要从外部社会获取必要的政策、信息、人才和经费等支持,又需要将创新成果应用于社会从而体现其价值。外部环境和社会需求是复杂多变的,因此需要科研组织自我调适,丰富完善组织职能,实现组织的“自我组织化”。此外,推进有组织科研,还要“倒逼”科研管理机制体系的变革,引导科研组织从传统单打独斗的“服务型”向团队协作攻关的“组织—策划—协调—服务型”转变,从而进一步提升科研组织对国家发展急需科技和地方产业“卡脖子”问题的快速响应能力。

当然,科研组织模式没有一成不变的“最佳”设计,任何组织形式之间都不等效,组织只有在与环境相互影响中才能达到动态平衡。西部高校在人才与物质投入相对匮乏的现状下,对科研组织的优化调整不能仅仅锁定在内部,必须朝新的方向突破,既要打破内部行政壁垒和封闭的格局,又要从传统走向前沿,瞄准科学发展的方向不断进行新的调整组合。

(作者单位系广西大学科学技术研究院)

西部高校优化科研组织 须找准新的突破点

刘培军



科范管理

五育融合 全面育人

——吉林工商学院人才培养模式改革与实践

教育是国之大计、党之大计。“培养什么人、怎样培养人、为谁培养人”是教育的根本问题。为解决好这一根本问题,吉林工商学院认真落实立德树人根本任务,通过探索构建全员育人组织体系、全过程育人考评体系、全方位育人培养方案,强化德智体美劳“五育融合”人才培养模式改革。本文系2021年吉林省高等教育教学改革研究重点课题“信息化背景下德智体美劳立体化全面育人体系研究与实践”阶段性研究成果。

“五育融合”过程中存在的问题

吉林工商学院在德智体美劳全面培养过程中曾经出现以下问题:第一,美育和劳动教育在人才培养方案中没有实现系统化一体化。从人才培养实际来看,美育公共课开设数量和课时不足,劳动教育没有被真正纳入人才培养全过程。第二,人才培养缺乏全面育人考核体系。学校现有人才培养方案中对德智体美劳的考核主要体现在第一课堂环节,是通过课程教学的课程考核来实现的。对于学生参与的志愿者活动、公益活动、学科竞赛等活动缺乏有效的考核体系和评

价标准。第三,学校内部没有形成“三全育人”合力。学生从入学到毕业整个教学过程较长,教学环节较多。各类育人者不易明确在育人环节中的角色定位,各阶段的育人要素难以实现有效衔接。

架设“五育并举”全面育人组织体系

吉林工商学院构建全面育人建设组织体系,成立了人才培养体系建设工作委员会,委员会下设德育、智育、体育、美育、劳动教育五个工作组,初步构建了“一委五组一办”全员育人的组织体系。人才培养体系建设工作委员会负责贯彻落实党的教育

方针,统筹决策“五位一体”人才培养体系建设工作;五个工作组根据分工确定工作任务和主要职责;人才培养体系建设工作委员会下设办公室,负责承办领导小组交办的各项事宜。

学校成立了篮球、排球、足球、网球、乒乓球、柔力球、棒垒球、越野滑雪、武术、轮滑、无线电测向等专项俱乐部;成立了美育教研室和美育研究中心,由美育教研室具体组织实施学校美育课程等相关工作;成立了劳动教育教研室,具体负责全校劳动教育的组织与实施。

设计“五育并举”人才培养方案

吉林工商学院基于OBE理念构建了涵盖一、二、三课堂的德智体美劳“五位一体”人才培养方案。第一课堂是指课堂教学,体现在具体课程中;第二课堂是指学科竞赛、兴趣小组、协会社团等环节;第三课堂是指学生的社会实践环节。首先,明确人才培养目标。从德智体美劳五个方面提出知识、能力、素质(价值)的总体培养目标。其次,细化各模块中的知识、能力、素质(价值)三个维度的

具体培养指标及毕业要求。再其次,根据培养目标和毕业要求确定五个模块的具体教学内容和教学体系,并具体落实到第一课堂、第二课堂、第三课堂等教学活动中,形成完整的教学体系和人才培养方案。

学校将艺术课程纳入教学计划和学分管理体系,在本科专业人才培养方案中要求美育模块至少修满2学分,开设了“大学美育”通识教育必修课程和20多门选修课。在通识教育必修课程中增设“劳动教育”模块,贯穿大学本科四年。劳动教育教研室统筹校内校外资源,开设了创意编织、烹饪等近20门劳动技能培训选修课程。

构建“五育并举”综合评价体系

人才培养方案确定后,在第一课堂、第二课堂、第三课堂等环节对培养目标 and 具体指标点进行考核,纳入学生综合素质评价体系。学生只有修满本专业人才培养方案规定的学分,才能具备毕业资格。将过程性评价和总结性评价相结合,健全和完善学生综合素质评价标准、程序和方法,开展教育过程监测与纪实评价。

利用信息化手段,学校委托软件开发公司开发了德智体美劳全面育人考核信息化管理平台,测试实现学生、学院、学校三级管理,实现教学活动发布、学生在线选择、教学过程管理、系统自动评价等功能。对于各模块修读学分不合格的学生能够自动发布学业预警,提醒学生及时修读。

素质学分审核是保证“五育”工作落地的关键环节,学校从2017级本科生中开始实施综合素质学分审核。学生只有修满本专业人才培养方案规定的综合素质学分才能毕业。

“五育融合”人才培养模式实践成效

立德树人成效显著。吉林工商学院中国近现代史纲要教研室党支部被国家教育部评为首批“全国党建工作样板支部”,学校经贸学院2018级国际经济与贸易专业402班团支部获评“全国五四红旗团支部”荣誉称号。学校经贸学院2021届毕业生田明山入选吉林省第五届就业大学生典型人物,工学院2018级学生魏建强入选吉林省第五届军营大学生战士典型人物。

学科竞赛硕果累累。学生在省内外级别较高、含金量较重的主题“双创”赛事——吉林省“互联网+”大学生创新创业大赛中获6金11银6铜;获亚洲厨神挑战赛2项金奖,37名学生获奉献奥运“突出贡献”团体奖;获国际数学建模美赛M奖一等奖;在吉林省大学生人工智能创新大赛等赛事中获一等奖5项、二等奖3项、三等奖16项;获全国大学生金融科技创新能力大赛一等奖、二等奖、三等奖各1项;在全国旅游服务技能、人工智能创新大赛、大学生金融科技创新大赛中屡获大奖;在第三届全国学校冰雪创意设计大赛中荣获二等奖2项、三等奖8项。

实践技能显著提升。学生考取从业资格证书的人数超过50%,职业技能证书考取通过率达99%,毕业生就业率从2016年的79.69%上升至2022年的84.45%。2022届毕业生就业工作获省教育部门表扬,用人单位满意度年均97.21%。学校教师先后获得全国劳动模范、全国技术能手、国家技能大师工作室领办人、吉林省突出贡献专家等高科技高层次人才称号;“吉菜传统烹饪技艺”获批省级非物质文化遗产。

“五育融合”人才培养模式改革,对于学生的全面发展发挥了重要作用,学生参加各类活动的积极性空前高涨,学生在各类技能大赛中捷报频传,立德树人工作效果明显。学校将继续立足实践,深化改革,推进“五育融合”人才培养取得更丰硕的成果。(吉林工商学院副院长 董本云)