

华中科技大学柔性电子制造与智能识别感知团队助力国产芯片、屏幕制造设备技术革新——

“芯屏”共振 装备中国

本报记者 徐倩 通讯员 高翔 汪伟璐



区域科创

在武汉东湖国家自主创新示范区,也就是人们熟知的中国光谷,有一支科研团队。他们的创新成果竞相涌现,他们的生产车间昼夜不息。近日,工程师们正在加速研发新一代中大尺寸喷墨打印设备,让新型显示面板用上全新打印技术。车间墙上的100余项专利证书见证着他们的创新历程。从原理样机到装备量产开发,他们仅仅用了两年多时间,就让中国屏在全球竞争中跑在前列。该团队成员来自武汉国创光电装备有限公司,而该公司是由华中科技大学机械科学与工程学院教授尹周平带领的柔性电子制造与智能识别感知团队研发成果转化而成的。

长期以来,缺芯少屏问题困扰着我国的高新技术产业。芯指芯片,屏指屏幕。过去,我国不仅需要大量进口制成成品,产品的制造装备更加难以实现国产。为了从根本上解决缺芯少屏问题,尹周平带领团队在高端电子制造装备领域潜心深耕20多年,用一项项研究成果和发明专利,助力国产芯片、屏幕制造设备的技术革新。

20余年来,尹周平带领团队从单一学科到多学科交叉融合发展,紧贴国家需求,一次又一次向高端电子制造装备技术发起冲锋。如今,尹周平团队创建了分辨率电流体喷印理论,突破了高性能倒装键合难题,攻克了卷对卷高效制造技术,研发了新型显示、高端芯片、柔性器件三大类电子制造装备并实现产业化,为我国高端电子制造装备的自主可控作出了突出贡献。

筑基赋能 为创新驱动突破理论基础

今年秋季新学期,华科大先进电子制造专业方向的学生们开始跟随《柔性电子制造:材料、器件与工艺》一书进行新一轮的学习。这本书是由尹周平团队撰写出版的,我国最早的柔性电子制造领域专业教材。除了华科大、西安交通大学、南京大学等多所高校也将其列为教材使用。

我本硕博的研究方向一直是做机器人相关研究,并且已经有了一些成果。博士毕业时,国家在电子制造装备方面还比较薄弱,中国科学院院士、华中科技大学教授熊有伦鼓励我跳出舒适圈,一定要把研究方向和国家需求结合起来。于是,在装备制造领域,我作为一个新兵,从零开始探索。回忆起更换研究方向的初衷,尹周平的语气中透着一股执着的劲头。

缺少资料、缺乏积累、没有团队,但尹周平没有丝毫犹豫,一头扎进全新的领域开展研究。筚路蓝缕,一步步组建了柔性电子制造与智能识别感知团队。

喷印打印液滴的直径是1微米,仅有头发丝直径的1/50。我们的技术就是要实现在精度如此高的条件下,让液滴克服空气扰动、带电等因素的影响,像子弹一样指哪儿打哪儿。团队成员黄永安介绍。

受到风筝的启发,尹周平发现带电荷的液滴在电场作用下,可以克服空气扰动,实现高精度打印。团队成员黄永安介绍。



尹周平团队在实验室进行高精度制造。

大思政教育理念的提出,为高校创新创业教育提供了新的科学思路,引导高校将创新创业教育渗透到教学、科研与社会服务的方方面面,以全员、全过程、全方位育人有效提升大思政背景下高校大学生的创新创业能力。中国地质大学(武汉)以创新精神教育和创业能力培养为核心,从教育理念上正确树立创新创业教育观念,从人才培养目标上科学认识创新创业教育,从教育教学过程、课外实践活动开展上落实创新创业教育,打造出创新创业的“地大样本”。本文系2021年湖北省大学生创新创业教育研究中心科研开放基金一般项目“新时代高水平行业特色高校创新创业教育评价体系研究”(项目编号:DXS2021016)阶段性成果。

明确“大思政”背景下创新创业教育目标,夯实创新创业教育基础

创新创业教育有利于提升大学生的综合素质能力,增强其对社会发展的适应性,激发其在未来社会的发展潜力,培养更多高水平创新创业人才。



尹周平团队在实验室进行高精度制造。

电流液滴行为受控于基板运动现象,并建立了柔性微纳结构的电流体喷印理论。为加速实现创新性突破,尹周平牵头在华科大机械工程学院开设先进电子制造本科专业方向,培养高端电子制造领域的生力军和后备力量。除此之外,尹周平及其团队还发挥先进电子制造领域科研优势,将柔性电子制造领域的最新成果融入实践教学平台。

尹老师会给我们介绍行业前沿动态,也会以团队的技术创新为例,结合书本内容进行讲解。技术的更迭本来就是日新月异的,这样的讲解让我们能真正吃透理论知识,同时了解产业发展最新情况,我受益匪浅。先进电子制造专业大四学生李浩阳说。

“印”出中国屏 竞争全球话语权

在不远的将来,人们或许不用贴墙纸、刷油漆,只需要在墙上安装整块巨大的屏幕,就可随心切换画面。尹周平团队柔性电子制造技术的突破将使万物显示成为可能。

显示材料价格堪比黄金,可以通过喷印的方式提高其利用率。相较于以往的技术手段,材料利用率从30%提升到了90%。团队成员陈建魁自豪地说。

以系统性理论创新为基础,尹周平带领团队向新型显示面板关键装备的国产化制造发起攻关。

新质生产力,关键点在质。尹周平提出的电流体喷头设计与控制原理提高了喷印精度,可以将喷印最小结构尺寸缩小至传统技术水平的百分之一。在国际上,尹周平最早申请并授权电流体喷头发明专利。截至目前,他在电流体喷印领域的授权发明专利数居全球第一。

除了提升精度,在更大尺度上实现精细喷印也是团队攻关的方向。喷印的尺度越大,难度就越高。他们正在向实现更大尺度高精度喷印努力。团队成员段永青说。

新质生产力,落脚点在生产。2020年底,尹周平团队研发的第一台200型喷墨打印装备成功验收。同年,团队将核心技术专利转让给TCL集团,与其共同创办了武汉国创光电装备有限公司。从书架到货架,尹周平团队让核心技术走出实验室,投入社会生产实践中,持续攻关更大尺寸OLED显示面板的装备制造。

2021年,湖北省提出支持以光芯屏端网为重点的新一代信息技术万亿支柱产业,突出“大规、强核、做大、做强”核心,做大网模、强化端带,优化大屏生态。团队一芯一屏,研发驶入快车道。

经过一年的调试、生产、升级,这一设备在我们的中试线上运行得非常好,解决了柔性显示高分辨率打印这个产业难题。TCL华星副总裁李治福介绍。2022年9月,国内首台G4.5高分辨率新型显示喷印装备进入中试生产线。该装备可以高精度制造显示结

构,材料利用率高达90%,造屏材料成本仅为原先采用的蒸镀工艺的1/3至1/5。设备在常温常压下就可以运行,生产屏幕的尺寸不受限制。此外,电流体喷印分辨率也较传统工艺有了大幅提升。

智造中国芯 打破受制于人的困境

传统的芯片制造不仅时间成本高,而且对制造的机器要求极高。为打破工艺与成本的制约,高端芯片制造技术路线从基于尺寸微缩的光刻路线,逐渐转向基于三维堆叠技术的芯粒(chiplet)集成路线。近年来,在苹果、英伟达、超威等国际知名厂商的推动下,芯片堆叠技术成为最受关注的技术之一。

芯片堆叠是将芯片的各部分按精度的不同分类制造,最后再进行组合。尹周平团队主攻的芯粒与晶圆高密度倒装键合技术,为高端芯片制造提供国产装备,助力提升我国芯片制造核心技术竞争力。

以理论创新为基础,以技术创新为根本,尹周平带领团队向受制于人的芯片制造装备领域进军。超薄芯片倒装键合过程中存在剥离、拿放三大难题。20多年来,我们逐个击破,在理论创新的基础上,实现了技术突破,解决了这3个难题。团队成员吴豪说。

尹周平带领团队建立了芯片无损剥离竞争准则,从而实现了超薄芯片剥离过程中芯片剥离与碎裂的精准判定,解决了芯片剥离的难题。超薄芯片的厚度堪比发丝,在拿的过程中很容易损伤,他带领团队揭示了旋流负压生成机理与调控机制,提出超薄芯片隔空拾取原理,并发现了倒装键合中导电粒子接触电阻的弯曲效应,提出了键合界面多尺度建模与精确计算方法,让芯片能如臂使指,精确操控。

证实单顶剥离芯片极限厚度,发现芯片断裂强度的尺寸效应,提高芯片剥离成功率。国内外芯片制造龙头企业高度评价尹周平团队关于芯片键合的技术创新。

早在2006年,尹周平团队就研制出了我国首台RFID芯片倒装键合装备。该装备获得国家技术发明二等奖,入选“十一五”国家重大科技成就展,并成功实现产业化,成为相关领域头部企业指定生产装备。由此孵化的国家级专精特新“小巨人”公司,在工业感知领域实现RFID工业细分领域销量第一,成为国产替代首选,服务28家全球“灯塔工厂”。

近年来,团队还研制出了晶圆微道直写填充装备、芯粒混合键合装备、工业级电流体喷雾制膜装备等系列装备。新质生产力激发发展新动能,一项项技术创新为我国芯片堆叠领域带来了国产制造新方案。

新质生产力是生产力的跃迁。它是科技创新在其中发挥主导作用的生产力,是数字时代更具融合性、更体现新内涵的生产力。在国家高端电子制造装备技术的探索进程中,尹周平团队是破冰者、铺路者,更是践行者。熊有伦院士坚定地说。

实验研究

随着《中华人民共和国经济合同法》和《中华人民共和国专利法》的出台,我国部分高校开始逐步探索建立以自主研发成果作为商品推向市场的科技服务机构,加大对技术转移过程的服务和强化知识产权保护意识。20世纪80年代末,我国部分高校开始在原有科技部门的基础上建设技术转移机构。这些机构大多

下或挂靠在校内科研管理、资产管理等部门之下,既缺乏独立的财务权和人事实权,又因其定位于高校职能部门而不具备面向科技成果转化市场提供直接服务的资质。国家对技术转移工作的重视,企业对高校先进科研能力和技术的迫切需求,促使高校加速探索技术转移机构的市场化运行机制。2002年,科技部印发了《关于大力发展科技中介机构的意见》等文件,从政策上支持高校创办专业性技术转移机构,促进校企协同合作,推进社会经济进一步发展。一些拥有较多科技成果的高校通过整合多方力量,组建了独立的技术转移机构,逐步形成了以高校为主体、政府作支持、市场为导向的技术转移体系。

相较于以往的科技成果转化机构,这一时期的技术转移机构不仅在名称上有所不同,而且在职能上也有所区别。前者工作职责主要是技术成果管理及推介,后者则集人才整合、技术联合开发与工程化、资金筹集、信息对接等于一体,从管理向技术成果转化经营方向转变。一些高校还同时成立了专门从事技术转移的公司,开始探索技术转移的市场化运作。

新世纪以来,高校技术转移工作进入新的发展阶段。2015年修订的《中华人民共和国促进科技成果转化法》第十七条明确指出,国家设立的研究开发机构、高等院校应当加强对科技成果转化,组织和协调,促进科技成果转化队伍建设,优化科技成果转化流程。2017年国务院发布《国家技术转移体系建设方案》,首次提出国家技术转移体系概念,强调加强高校、科研院所和社会化技术转移机构建设。2020年,科技部、教育部联合发布《关于进一步推进高等学校专业化技术转移机构建设发展的实施意见》,旨在强化高校科技成果转化能力建设。2021年,清华大学等20所高校被列入首批高校专业化国家技术转移机构建设试点名单。

与此同时,各地政府也越来越重视高校技术转移体系的建设,通过设立专项建设经费支持和鼓励高校建设专业化的技术转移机构,加速实验室的科研成果流入地方产业。在各类利好条件加持下,不少高校不仅通过将技术转移纳入学校的发展规划,促进科技成果转化工作与学校改革发展同步,而且还通过创新学校科技成果转化体制机制,建设了专业的技术转移转化机构,为学校科技成果转化提供专业化、市场化的服务。由此,越来越多科研机构和团队不再将学术成果锁在实验室,转而投向社会市场,通过技术成果转化实现新生。进而,高校的学科建设与地方产业经济发展紧密融合,科研经费大幅提升。

当前此类机构专业化程度仍有待提升

《中国科技成果转化2021年度报告(高等院校与科研院所篇)》显示,越来越多的高等院校与科研院所专门成立了适应自身特点的技术转移机构,积极探索形成了符合自身特点的科技成果转化工作模式,科技成果转化不断向专业化、市场化和社会化发展,取得了一定的成效。

然而,部分高校设立的专业化技术转移机构仍然存在内部管理不规范、科技成果转化能力不足等问题。与此同时,一些上级部门也缺乏对技术转移机构的认知与支持。这些问题的存在制约了高校技术转移机构向前发展,需要政府、高校和技术转移机构共同努力,加强政策支持,提升机构管理和运营水平,加强与企业之间的合作,提高知

识产权保护力度、加强资金支持等,从而推动技术转移机构更好地服务于科技创新和经济发展。



专业化管理

专业化技术转移机构助力有组织产学研合作

由于不同高校的科研体量和学科发展情况存在差异,高校专业化技术转移机构的组织设计和建设模式不可一概而论,需要高校根据各自的学科优势、资源禀赋等做好顶层设计。

高校可以通过建立领导小组等议事机构,负责协调各部门的工作,缩短国有资产处置的相关审批时限,保障科技成果转化顺利转化。高校专业化技术转移机构可以从组织结构、建设模式、科研目标方向、资金支持、孵化载体建设、知识产权管理等多个方面入手进行改革,高质量建设专业化的技术转移机构,加强与企业、行业协会等产业组织合作互动,打造专业化的市场运营团队,把高校的技术、科研以及人才等优势直接转化为现实生产力,实现技术与研究、开发的经济、社会双重效益。

发挥机构优势推进有组织产学研合作

当前,打造专业化技术转移机构对于开展有组织的产学研合作,链接各方资源、加速知识流动意义重大。具体如下:

一是要做好机构的顶层设计,引入第三方服务机构共建,为科技成果转化和产业发展提供更好的支持和保障。高校应为技术转移机构制定清晰的发展目标和路线图,并建立科学的组织结构设计目标和任务。同时,通过设立校内成果转化领导小组,加强跨部门协作和信息共享。技术转移机构自身要加强人才队伍建设,培养一批既有技术又懂市场的科研人员,提升与产业界互动的频次。参与共建的投资机构、律师

事务所、财务审计、知识产权服务等第三方服务机构,可以通过构建有效的激励机制,打造专业化的市场运营团队,为科研人员提供全面且专业化的服务。值得注意的是,各主体之间还要建设高度信息化的智能对接系统,加强科技资源共享和协同创新,降低技术转移成本,提高时效性。

二是要注重基础研究,探索基于产业需求的基础科学研究组织模式。高校专业化技术转移机构要为科研团队和产业搭建平台,帮助双方建立紧密的合作关系。尤其要强化科研人员的技术转化意识,引导团队根据产业需求和科学前沿设定明确的研究方向,以便在基础研究中寻找与产业需求相结合的切入点,从而更好地找到科技创新的方向和路径,实现高校、企业和社会共赢发展。

三是依托企业资金设立科研项目基金,开展揭榜制的产业人才培养模式探索。为推动产学研深度融合,需要优先考虑与生产、应用有关的关键技术创新,开展产业化关键技术的研究,注重实效和问效。高校专业化技术转移机构应改变科研人员与企业间点对点的科研服务方式,进一步开拓业务范围,充分利用校友企业资源,引导校友企业以捐赠的方式在校内设立科研项目基金。由企业与企业共同订立和发布研究方向,通过揭榜制组织校内科研团队申报,由评审专家严格把关,最终选出高质量的课题进行研究和应用。

四是鼓励学校科研团队携科研成果进驻国家大学科技园、校地共建研究院等自有孵化载体开展创新创业活动。首先,加强对科技园、研究院等自有孵化载体的管理,建立科学的管理制度和运作机制,提高自有孵化载体的管理水平和服务能力。其次,遴选校内技术成熟度较高的科研成果入驻科技园、研究院等自有孵化载体创办企业,并为其引入有经验、有资源的战略合作伙伴,同时提供优质的服务和资源支持,共同推动企业发展,提高市场竞争力。再其次,加强载体自身的品牌建设和市场宣传,提高知名度和影响力,吸引更多资源参与合作,为进驻企业提供更有利的条件。

五是引入社会资本共同建设投资基金。在社会资本的引导下,高校专业化技术转移机构可以进一步深化产学研合作的模式,依托投资基金,让学校更多的基础科学研究活动获得相对充足的科研经费。同时,高校专业化技术转移机构也要引导基金关注高校通过科技成果转化作价出资创办的企业,从而推动高校的科技成果转化顺利转化为现实成果。

(作者单位系华南理工大学科学技术研究院,本文系广州市哲学社会科学规划2022年度课题“新发展格局下基于组织协同的高校专业化技术转移机构的建设体制机制研究”[2022GZGJ49]研究成果)

中国地质大学(武汉)

“大思政”背景下提升大学生创新创业能力

学校科学梳理“大思政”背景下创新创业教育目标,为提升学生创新创业能力奠定了坚实的基础。

学校制定并发布《大学生创新创业教育发展规划》《大学生素质能力提升“摇篮计划”》,形成多层次、全覆盖的分工协作体系和联络员队伍,形成学校整体规划、职能部门协调配合、学院抓实主体、师生共创共赢的工作格局。建立创新创业教育、实践模拟、创业孵化为一体的全过程、全覆盖的服务指导体系。编写《大学生创新创业指导手册》《大学生创业支持政策汇编》,建设“cug实践链”智慧双创服务平台,以数字化、信息化手段为在校学生提供创新创业指导、项目路演、成果转化、产权保护、投融资对接等全要素服务。聘请富有创新精神、创业经验和创业能力的专业教师、校友企业家、创业成功人士等为

创业导师,多措并举打造一支专兼结合、校内校外结合的创新导师队伍,汇聚创新创业教育的力量源泉。支持教师进企业、进社区、进政府部门挂职锻炼,广泛参与创新创业实践,全面提升教学指导水平。

开展“大思政”背景下创新创业课堂教学,丰富创新创业教育方式

课堂教育、理论教学是高校培育人才的重要渠道。学校深入开展“大思政”背景下的创新创业课堂教学,把创新创业教育贯穿学生培养全过程,从理论层面提升学生的创新精神和创业能力。

学校将创新创业教育理念与内容融入课程教学主渠道的教学计划设置、教学内容更新、教学方法改革及

教学建设管理等各个环节,推进专创融合,建立与专业核心课程紧密结合的创新创业教育课程体系。面向全校学生开设“创业基础”“创业意识培训”等一系列双创课程以及技术研发、专利申请转化等创业类公共选修课程。通过小班化授课、体验式教学以及课堂破冰活动、创业游戏、模拟训练等方式为学生讲解创业精神、商业机会、经营管理等,让学生从课程中获得创业需要的知识。推出慕课、视频公开课等在线开放课程,建立在线课程学习认证制度,拓展创新创业教育渠道。制定创新创业学分认定管理办法,建立学分积累与转换制度;制定大学生因创业休学管理办法,允许学生保留学籍休学创业;重新选择专业、弹性学制等政策为学生创新创业提供了支持。实施“国家级大学生创新创业训练计

划”,引导本科生尽早进课题、进实验室、进团队,通过项目式训练提升创新创业能力。

推动“大思政”背景下创新创业教育实践,激发创新创业教育活力

实践出真知,实践教学是高校提升学生能力的主要抓手。学校着力推动“大思政”背景下创新创业教育实践,组织开展创新创业教育活动,从实操层面提升学生的创新创业能力。

建设校企地合作平台。与武汉光谷创新创业中心、浙江省第一地质大队等单位建立校企创新创业实践平台,在全国20多个省份建立了70余个产学研基地,构筑创新创业坚实平台。建成涵盖开放实验室、特色创业园、企业孵化器、企业加速器的

四级链接物理空间支撑平台,以一个国家级创新创业众创空间、中大科创咖啡+N个学生双创基地的建设思路搭建校内双创教育实践(孵化)物理空间平台。丰富创新创业实践活动,构建中国际互联网+大学生创新创业大赛、星火燎原创客赋能计划、青年红色筑梦之旅活动为主要内容的创新创业实践体系,成立大学生创新创业俱乐部等学生社团,举办创业沙龙、创业大讲堂等活动。坚持以赛促创、产教融合,发起并组织“地质+”全国大学生创新创业大赛,进一步探索行业双创人才培养和双创成果交流,推动自然资源领域成果转化和产学研用融合。组织学生参加校内外不同类别的创新创业大赛,着力增强大学生创新创业意识,激发学生创新创业热情。(陈昭颖 班西艳)