

“十五五”时期工业和信息化重点领域展望

制造业数字化将向“软硬解耦的开放系统”转变

赛迪智库信息化与软件产业研究所
鲁金萍 张朝 许旭

随着数字技术与制造业在更广范围、更深程度、更高水平上的融合发展,数字化转型已成为推进制造业高质量发展、加快推动新型工业化发展的重要突破口。预计“十五五”时期,我国制造业数字化转型将迎来政策布局、供求关系、创新方式、技术演进和转型模式等多方面转变。

“十五五”时期面临五个转变

从政策布局来看,制造业数字化转型将面临从“顶层规划”向“落地实践”的转变。“十四五”时期,在国家和地方的共同推动下,制造业数字化转型顶层设计逐步完善,路线图和时间表逐渐清晰。一方面,国家层面围绕制造业数字化转型开展密集部署;另一方面,各地各部门积极开展政策部署和宣贯落实。预计“十五五”时期,围绕制造业数字化转型的政策体系将持续细化,支持形式将更加多样,各地方、各行业将抢抓政策红利,创新探索形成一系列可复制、易推广的典型模式和标杆案例,充分发挥示范引领作用,推进制造业数字化转型全面走向深入。

从供求关系来看,制造业数字化转型将面临从“供不应求”向“供求趋于平衡”的转变。“十四五”时期,数字化转型服务供给水平和供求对接效率得到显著提升。一是地方政府强化数字化转型服务商培育和供需对接。二是制造业链主企业、数字平台企业、基础运营等积极响应需求,创新推出高品质数字化解决方案和产品。预计“十五五”时期,将加速培育面向制造业的数字化转型服务商,涌现出一系列小型化、快速化、轻量化、精准化的转型解决方案和产品,在地方数字化转型供需对接平台的推动下,各地将形成大量可复制、可推广的细分行业数字化转型典型模式,制造业数字化转型将迈上新台阶。

从创新方式来看,制造业数字化转型将面临从“输血式创新”向“造血式创新”的转变。“十四五”时期,党中央作出加快实施创新驱动发展战略的重要部署,提出要打好高水平科技自立自强主动之战。预计“十五五”时期,我国将继续深化创新驱动发展战略,在关



系国家安全和经济命脉的战略性关键领域,取得新的突破,努力形成一批国内领先、具有行业主导地位和国际影响力的自主知识产权产品核心技术,最大程度提升关键技术掌控能力。

从技术演进来看,制造业数字化转型将面临从“软硬一体的封闭系统”向“软硬解耦的开放系统”的转变。“十四五”时期,随着产品基础硬件和部件的模块化、通用化,软硬一体化的自动控制系统正在不断解耦,演进到能够对客户需求做出快速响应、柔性制造能力更强的开放系统,大量个性化产品的功能正在由软件所定义。预计“十五五”时期,“软硬解耦的开放系统”将更加完善,工业经验、规律、知识将被沉淀为可调用、可复制的机理模型,被深度嵌入到机床、机器人等各类生产设备中,协同放大个性化软件的范围经济效应和通用化硬件的规模经济效应,通过灵活耦合,全方位赋能各类制造场景数字化转型。

从转型模式来看,中小企业数字化转型将面临从“单打独斗”向“链式转型”的转变。“十四五”时期,政府和企业共同探索形成以

大带小的“链式”转型模式,促进产业链上下游企业通力合作,助力中小企业加快找到数字化转型路径。一是国家层面持续推进中小企业“链式”数字化转型。二是围绕技术赋能、供应链赋能、平台赋能、生态赋能等方面,涌现出一批中小企业“链式”数字化转型典型案例。预计“十五五”时期,越来越多的中小企业将推进开展“链式”数字化转型,“大带小、小托大”的生态模式将逐渐形成,创新链、数据链、人才链、金融链加速贯通。大企业将通过建设“双创”基地、现代产业链园区等方式,助力链上中小企业以数字化改造提升工艺流程、质量管理等。

到2030年取得突破性进展

经综合研判,“十五五”时期,我国制造业数字化转型应主动适应和引领新一轮科技革命和产业变革,以加快推进新型工业化根本要求,以数字技术赋能制造业为主攻方向,以“筑牢根基、畅通供需、因企施策、保障安全”为重点任务,推动制造业生产方式、制造模式、企业形态根本性变革,实现制造

业质的有效提升和量的合理增长,为新型工业化发展注入强劲的数字动能。

基于以上思路,“十五五”时期,我国制造业数字化转型的主要目标是,到2030年,制造业数字化转型范围显著扩展、程度持续深化、质量大幅提升,数字化转型取得突破性进展。数字化转型解决方案和公共服务供给水平大幅提升,重点企业、重点行业、重点区域数字化应用广泛普及,中小企业“链式”转型取得积极进展,数字化应用场景不断迭代丰富,新模式新业态大量涌现,多方共赢、跨界融通的数字化转型生态加快形成,数字化转型成为促进我国制造业高质量发展、加快推进新型工业化的强大支撑。

目前,制造业数字化转型已渗透到各行业各领域,处于泛在普及的关键阶段。为促进制造业数字化转型提质增效,“十五五”时期仍需重点关注以下问题:一是部分软硬件关键核心技术仍受制于人,二是数字化转型解决方案仍存在通用化供给与个性化需求不匹配的矛盾,三是中小企业资金、人才、技术等转型要素支撑仍然不足,四是数字化转型面临的网络安全形势日益严峻。

四方面持续发力取得新成效

为更好应对内外部环境变化,未来五年,我国应聚焦关键问题,在筑牢根基、畅通供需、因企施策、保障安全等方面持续发力,助推制造业数字化转型取得新成效。

一是筑牢根基,加快数字技术和产品创新突破。发挥新型举国体制优势,加快核心器件、智能硬件、工业操作系统、工业软件等关键软硬件技术研发。用好用足首台(套)、首批次、首版次等支持政策,加快工业母机、工业互联网等重点技术产品产业化应用迭代。梳理制造业数字化转型急需急需标准清单,鼓励智库机构、科研院所等参与标准研制和应用推广,为制造业数字化转型提供科学指引。

二是畅通供需,推动解决方案供给和需求良性循环。引导制造业企业开放数字化转型场景,分行业分领域梳理场景清单、工具清单和技能清单,进一步精准数字化转型需求。鼓励工业互联网平台、工业软件等解决方案提供商,面向细分行业打造一批先进适用、稳定可靠、高性价比的系统解决方案。建设一批制造业数字化转型促进中心,为制造业企业提供展览展示、方案咨询、培训交流等解决方案对接服务。

三是因企施策,分类推进制造业数字化转型走深向实。支持龙头企业聚焦全要素、全流程、全生态数字化转型,开展平台化设计、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、数字化管理等业务创新,打造一批“数字领航”企业。支持中小企业强化与链主企业数字化平台的对接,加强订单、设计、生产、供应链等方面协同,以“链式”转型弥补单个企业资源和能力的不足。引导中小企业广泛应用订阅式产品服务,积极开展研发设计、生产制造、仓储物流、营销服务等业务数字化转型,降低企业生产经营成本。

四是保障安全,构筑可信可控的数字安全屏障。深化人工智能、大数据等数字技术在网络和网络安全防护中的融合应用,创新安全风险防护工具,强化网络安全保障能力。健全完善网络和网络安全技术保障、数据分类分级管理、数据开发利用、数据出境安全等重点管理机制,深入开展网络和网络安全治理能力和水平评估和评测认证。

(上接第1版)中关村瞄准制约创新创业和产业化推进的“痛点”“堵点”,提供了一系列突破性改革要素保障,强化科技创新和产创深度融合,为推进新型工业化源源不断地输送发展动力。

这里是原始创新的策源地

在中关村生命科学园见到北京炎明生物科技有限公司(以下简称“炎明生物”)联合创始人、CEO邓天敬的那个下午,他刚从一个研讨会上下来,一身利落的灰色西装,微笑的面庞神采奕奕。“我在这里已经快20年了。”回想起回国创业的历程,邓天敬颇多感慨。“过去,中国人只能吃外国人的创新药。什么时候外国人能吃上中国人的创新药?这几年,我越来越坚定,要做出中国自己的原始创新药。”

这个梦想正在中关村实现。

和绝大多数药企不同,炎明生物研发的核心不是针对已经被验证了的成熟靶点,而是针对最新科学发现的新靶点,做原始创新和原研新药开发。而所有项目,都是建立在中关村生命科学园内的一名科学家——邵峰重点研究的天然免疫和细胞焦亡机制上。

2015年,研究细菌入侵与人体免疫系统反入侵的邵峰仅42岁,就当选为中国科学院院士。2020年,时任保诺科技CEO的邓天敬找到了邵峰。“中国原始创新药的下一步怎么走?怎么做一个新的公司?怎么投资中国的未来?”从科研聊到转化,两人一拍即合,合作就此展开。

成立不到4年,5个靶点、10个项目已在炎明生物落地,其中1个项目已经走上了临床阶段。“这10个项目,每一个都代表了‘世界第一’。”邓天敬的言语里流露出自豪。

怀揣着“创建中国无人驾驶解决方案”的愿望,2016年,吴甘沙离开了工作10余年的英特尔中国研究院,踌躇满志地创办了驭势科技。2017年,成立仅一年的驭势科技就打造出无人驾驶概念车——城市移动包厢,在当年的美国CES上赚足眼球。同年又中标了香港国际机场的无人驾驶商业项目。一切似乎都很顺利,然而事实证明,吴甘沙低估了无人驾驶的落地难度。

“当时,我们的无人驾驶方案只是一种技术路线,距离香港国际机场要求的‘全天候、全流程彻底去掉安全员’,还有一段路要走。如果做到了,将成为全球首个的机场全场景无人驾驶商业项目!”吴甘沙告诉记者。2019年,驭势科技停掉了手头的其他项目,把研发人员集中起来攻克这个项目。第一个吃螃蟹的人,没有对标和对照,

就像在暗夜里摸索。“但每向前一步,都是行业迈出的第一步。”吴甘沙说道。

吴甘沙带着团队一个难点接一个难点去攻克,一个流程接一个流程去验证。终于,2019年年底,香港国际机场启用了驭势科技的无人物流车,为旅客提供行李运输服务,驭势科技也因此吸引了更多机场客户的关注,无人物流车已应用于新加坡樟宜机场、无人微循环巴士在阿联酋落地接驳服务……

中关村从改革开放的春风中走来,在世界科技发展的浪潮中壮大。在中关村,不同行业、不同背景的创业者身上,都有着一股相同的“敢闯、敢拼、敢赢”的韧劲儿。

正是这群创业者的“敢为天下先”,让中关村成为全国领先的原始创新“策源地”。

瞄准制约创新发展的“痛点”和“堵点”,北京市科委、中关村管委会提供有力的要素供给,不断优化顶层设计,推动高精尖产品工程化进程,一系列突破性改革举措应运而生。北京朗视仪器股份有限公司是智慧口腔领域的专精特新“小巨人”企业,下一代口腔CT是其期望突破的新赛道。“我们企业每年投入300万元,政府配套支持450万元,帮我们请到解决技术难题的‘大神’!”公司副总经理王亚杰介绍道。

2022年,朗视仪器通过出资参与北京市自然科学基金——海淀原始创新联合基金,该公司口腔正畸多层复合膜片制备技术需求一经发布,首都医科大学附属北京口腔医院和北京化工大学便迅速“揭榜”。如今,口腔正畸多层复合膜片产线已经建成,投产在即,严重依赖进口的局面有望被打破。

北京市自然科学基金委员会办公室主任韦瑾在采访中提到,近年来,北京市科委、中关村管委会积极打造基础研究多元投入新局面,引导企业等多方力量投入基础研究,通过“联合基金”建立起“企业出题、政府搭台、院所答题、成果落地”的基础研究成果转化新范式,充分发挥企业“出题人”的作用,有效将企业在自身发展过程中遇到的技术难题转化为基础研究自然科学问题,引导优势科研力量围绕产业技术需求进行答题、破题,搭建起科学界和产业界“牵手”的桥梁。

截至目前,联合基金先后引导了北京市6个区政府、32家企业、1家公益基金会出资助力基础研究,社会资本投入经费由2014年的300万元增长至2024年的1.89亿元,翻了62倍,企业参与数量及出资额均位居全国之首。

这里是成果加速转化的沃土

在创立百济神州(北京)生物科技有限公司前,王晓东已是生物医药圈的风云人

物。他有三个代表性标签:“世界细胞凋亡领域最权威的科学家之一”“改革开放后获美国科学院院士的中国第一人”和“北京生命科学研究所(以下简称“北生所”)所长”。

2003年,王晓东应邀回国在中关村创办北生所。“要证明中国也可以建立全世界顶尖的科研机构。”北生所坐落于中关村生命科学园,是一块科技改革试验田。“世界上没有任何其他研究所能在如此短的时间里,在国际科研领域占据如此重要的席位。”北生所在成立5年后,就得到国际科学指导委员会的这般评价。

“很多基础科研的终点可能只是一篇静静躺在论文库里的论文,如果能捕获原始创新的社会价值,就会更有成就感的。”在执掌北生所期间,创业的想法一直萦绕在王晓东心头。“如果我们科研工作者不去参与创新创业,那又该谁来参与呢?”王晓东说道。

2011年,百济神州创立,立志要做出全球最好的抗癌新药。8年后,百济神州的泽布替尼成为美国食品药品监督管理局批准的第一个中国本土自主研发的抗癌新药,并在美股上市,改写了中国抗癌药“只进不出”的历史。2023年,百济神州自主研发的泽布替尼全球销售额已突破10亿美元,带动公司市值突破1800亿元。

在王晓东的带动下,越来越多的科学家走出实验室,成为“企业家”——北生所高级研究员汤楠首次揭示特发性肺纤维化发病的全新机制,基于这一创新,她于2019年创立普沐生物;清华大学医学院教授贾昌基于在神经退行性疾病方面的首创发现,创立神启昌华。

截至目前,已有68位著名科学家基于自己的原始创新成果,在中关村生命科学园内开启了创业之路。百济神州的泽布替尼、诺诚健华的奥布替尼等一批中国创新药走向世界……原始创新的“果实”正在中关村科技园的产业沃土上落地转化、加速成长。

研究成果能够高效转化,中关村科技园区内的专业化科技服务平台、孵化机构等功不可没,为创新创业提供一站式创新合作解决方案,推动创新加速、缩短技术转化周期。

北京市科委、中关村管委会创新创业服务处处长杨鹏宇介绍,中关村创业孵化已经历四个发展阶段:一代以提供空间为主;二代为企业提供工商、财务、知识产权等基本服务;三代注重企业与资本的对接和培训孵化;四代聚焦硬科技开展垂直领域的产业孵化,围绕全产业链条构建专业化的服务网络。如今,以中关村为代表的4.0孵化模式,已经成为全国标杆,加速推动创新成果落地发展。

高水平的裁判员,往往让运动员感受不到

他的存在,但又能保证整个比赛流畅且合规。在吴甘沙看来,“不越位”也“不缺位”的北京市科委、中关村管委会,就犹如这样的“裁判员”。

据吴甘沙介绍,中关村有一项针对创新企业的“首台(套)”政策,帮助驭势科技推动了创新产品的产业化、市场化、规模化应用。企业开发的创新产品被认定为“首台(套)”,推向市场之后,会推动北京市有关部门率先应用该企业的这一套产品,被采用的越多,给予的补贴越多。“他不会直接给企业钱,而是在客户应用的过程中不断去除资金的障碍,最终反哺创新企业产品迭代升级的进程。”吴甘沙说道。

在过去很长一段时间里,作为路侧智能系统与设施重要组成部分的边缘计算节点设备,存在价格高、本土化程度低、软硬件深度绑定等堵点。

北京市科委、中关村管委会新材料与智能制造处副处长岳德钰在接受采访时表示,为破解这些难题,在“揭榜挂帅”机制的推动下,北京市科委、中关村管委会与北京市高级别自动驾驶示范区工作办公室聚焦该设备的研发和应用,形成涵盖工程产品指标、成本约束指标在内的攻关榜单。榜单申报“不设门槛”,以更加开放的姿态面向全国遴选揭榜团队,只要有能力即可参与揭榜。通过竞争机制选拔出最优秀的解决方案,并在真实场景下开展考核验证,项目攻关成果可直接进入发榜用户的供应链。

“揭榜挂帅”实施后,增效降本显著,边缘计算节点设备价格已从20多万元降至10万元以内,未来该设备将用于北京高级别自动驾驶示范区,助力推动产业规模化发展。

这里鼓励探索、宽容失败

走进位于中关村亦庄园的蓝箭航天空间科技股份有限公司,高达3米多的“朱雀二号”火箭模型矗立在展厅最显眼的位置——这是全球首款连续发射成功的液氧甲烷运载火箭,验证了民营航天企业的自主研发能力,开启了国内主流液体火箭规模化商业发射的新阶段。

2022年12月,这枚火箭首飞失利。当时的情形,蓝箭航天董事长兼CEO张昌武历历在目:“当时,火箭发射一、二级主机均飞行正常,异常的是二级游机,其配置的是8.2吨的游动甲烷发动机‘天鹅-11’……”

但在张昌武看来,那一天是值得纪念的,因为其帮助增强了产品的可控性,使团队积累了更多的工程经验,让公司建立起更强的风险管控能力,为后续进一步创新奠定了理论和实践基础。“如果没经历过失败,那

说明还不够创新。”他说道。

邓天敬同样坚持“长期主义”。他告诉记者,在2020年之前,有不少投资人找到邵峰院士做成果转化,但都被其拒绝了。其中一个重要原因是他认为自己开辟的这个新领域,还需要时间挖掘其他重要的发现,还没到厚积薄发的节点。

“我们正处于深蹲起跳的阶段,为进一步降低失败的风险,提升成功的概率,加速产品落地,一方面公司不断开发新的靶点,因为有些靶点是有把握的,有些靶点可能是风险较高的,建立一个多元化的组合。另一方面在开发的过程中不断明确自己的核心竞争力,明确现阶段和未来需要跟什么样的企业合作。”邓天敬说道。

“敢为人先、勇于探索、宽容失败”一直是激励中关村人的精神内核,也正因此,才成就了中关村新兴产业如今的枝繁叶茂。

2019年,北京某新药研发公司开始开发改善阿兹海默症患者晚期症状的1类创新药物。创新药研发投入高,风险大,中途筛选得到的化合物在动物实验中存在器官毒性,因数据结果不好无法推进,科研宣告失败。该公司提出了承担单位尽职免责申请,北京市科委、中关村管委会批准了这一申请,企业信用等级并未受到影响。

北京市科委、中关村管委会医药处处长程伟在采访中说道:“让创新创业无后顾之忧,中关村建立了一套容错机制,鼓励科研人员积极承担探索性强、风险性高的科研项目,在关键核心技术攻关和产业化推进中能更加勇攀高峰放手拼搏。”

当一群科学家和创业者开始探索拓展人类知识的边界、增进人类的福祉的时候,他们的眼界和胸怀必然是全民族和全世界的。中关村是北京的中关村,更是中国的中关村,世界的中关村。

北京市科委、中关村管委会园区建设处处长刘亚军介绍,2023年,中关村输出技术合同65275项,成交额达6837.7亿元,比上年增长26.3%。出外合资研发中心16条措施,支持107家外研发中心在京集聚发展……不仅如此,中关村还牵头成立京津冀国家高新区联盟,加强河北雄安、保定和天津滨海、宝坻等中关村合作园区建设。

今年4月底,工业和信息化部、科学技术部、北京市人民政府联合印发《中关村世界领先科技园区建设方案(2024—2027年)》,明确了中关村建设世界领先科技园区的总体要求,提出到2027年成为世界科技园区发展的重要标杆。展望2035年,中关村将全面建成世界领先的科技园区,实现影响力、竞争力、引领力全面领先。