

基础研究，探索未知领域的“火种工程”

——访中国科学院院士、华东师范大学校长马余刚

提要:基础研究是科技创新的根基。面向“十五五”，浙江要充分调动各方面积极性,持续强化科技创新策源功能,着力提升原始创新能力,推动基础研究真正成为创新浙江建设的底座支撑。

■ 本报记者 吴晔 周宇晗
通讯员 吴华阳

当前,新一轮科技革命和产业变革加速突破,全球科技竞争更加聚焦基础前沿领域,原创性颠覆性创新的重要性日益凸显。习近平总书记强调,“要以更大力度、更实举措加强基础研究,提升我国原始创新能力,进一步打牢科技强国建设根基”。面向“十五五”,浙江要紧扣国家所需、浙江所能、未来所向,充分调动各方面积极性,持续强化科技创新策源功能,着力提升原始创新能力,推动基础研究真正成为创新浙江建设的底座支撑。原始创新如何夯实科技竞争底层优势?浙江如何进一步因地制宜、抓住重点加强基础研究?本报记者访谈了中国科学院院士、华东师范大学校长马余刚。

基础研究是科技创新的根基

记者:习近平总书记指出,应对国际科技竞争,实现高水平科技自立自强,推动构建新发展格局、实现高质量发展,迫切需要我们加强基础研究,从源头和底层解决关键技术问题。您认为基础研究不可替代的战略意义是什么?

马余刚:基础研究具有隐性、长效的战略价值,其所构建的知识体系构成了国家战略科技力量的根基,孕育着技术突破的可能性,成为学科交叉的枢纽节点,并能培养具备原始创新能力的人才梯队。以核物理来说,它属于典型的长线基础学科,投入周期长,短期难见直接经济回报,但它对科技竞争力的支撑作用体现在三个核心层面,这也是所有基础研究共通的底层价值。

第一,拓展人类认知边界。基础研究本质上是探索未知领域的“火种工程”,为技术革命提供原始驱动力,拓展文明认知边界,并储备应对危机的科学能力,其价值难以通过短期应用指标来衡量。我们知道,“从0到1”是科技发展的“火种”,依赖于原始创新的突破;而“从1到100”则是将“火种”扩散为“火炬”,进而“点燃”整个产业版图的过程,需要产业生态与政策体系的协同赋能。我们团队长期聚焦夸克胶子等离子体、反物质、光核物理、放射性核

束物理等微观物质前沿,直面宇宙起源、正反物质不对称等世界级基础科学难题。在这些方面的突破,能够让我国在粒子物理、极端条件下的核物理领域掌握科学议题设置、行业标准制定主动权,并且从根源上破解高端装备、医疗、能源领域“卡脖子”底层原理难题。这是应用技术研发无法实现的竞争优势。

第二,持续催生颠覆性产业变革。基础研究能够搭建“微观理论—核心装备—民生应用”的完整链条,牢牢守住自主安全底线。在核物理领域,早年放射性等现象的发现,如今已融入多个产业。当前,全社会算力需求激增、人民群众生命健康需求升级,核科学迎来新的发展窗口:先进裂变能技术以及未来有望实现的可控核聚变将为新型电力系统提供稳定绿色能源支撑;同位素技术、加速器治疗设备成为癌症临床治疗关键手段,从而在能源安全与健康中国两大战略领域发挥重要作用。与此同时,核物理衍生的精密探测、计算算法,已广泛应用于高端制造、金融数据分析等赛道。

第三,夯实区域创新人才底座。外界常有认知误区,认为基础学科人才就业面狭窄,实际恰恰相反,基础研究能够培育适配全产业链的复合型创新人才。比如,我们培养的核物理专业毕业生,一部分进入医院担任物理师,一部分投身核能、高端装备产业,还有不少进入算力、精密仪器相关企业。长期基础科研训练塑造的逻辑推演、精密实验操作、跨学科分析能力,是各类产业升级最稀缺的人才素养。

破解科研与产业“两张皮”

记者:习近平总书记强调,要“进一步明确基础研究的主攻方向和重点领域”“打通基础研究、应用开发、成果转化的创新链条”。您认为当前基础研究向产业转化的堵点有哪些,如何发挥高水平研究型大学主力军作用,破解科研与产业“两张皮”难题?

马余刚:基础研究平均成果转化周期长达几十年,远超商业投资周期。当前转化堵点集中在三方面:一是供需信息断层,高校基础研究侧重前沿理论探索,企业深耕市场却难以识别长线基础成果的



位于杭州的国家重大科技基础设施——超重离子模拟与实验装置外景。

新华社供图

长期价值,缺少专业中介衔接两端。二是投入周期错配,企业自主布局原始创新的动力不足。三是协同机制不完善,科研立项、成果收益、人才流动等制度壁垒,造成科研、产业、资本各成体系,难以形成合力。要做好基础研究,就要引导和支撑各领域扎根原始创新,“种好自己的果树”,而不是光摘“别人树上剩下的果子”。

第一,强化基础研究的制度保障。构建非功利性、长周期的资助体系,依托研究型大学、国家实验室、大科学装置等高水平科研平台,为科学家提供“十年磨一剑”的自由探索空间,培育颠覆性原创成果的种子。基础研究的投入应聚焦于高风险、高回报的领域,避免短期功利化导向。强化企业科技创新主体地位,推动产业需求反向凝练科学问题,支持链主企业设立长期校企联合基金,共建研究院、企业博士后工作站与卓越工程师培养平台,改变过去高校单一主导科研项目的模式。由企业统筹产业中长期技术瓶颈,高校院所提供底层理论、大科学装置支撑,实现资金、设备、人才双向共享。浙江民营经济活跃,提前布局未来产业赛道,用长线原始创新拉开行业竞争差距,能够对冲基础研究长周期投入短板。同时,完善成果收益共享,知识产权权益分配机制,从利益机制上调动企业持续投入基础研究的内生动力。

第二,完善应用牵引的转化生态。通过梳理产业需求清单,精准对接技术升级方向,建立风险共担的产学研联合体,推动技术从实验室走向市场。同时,

引入市场资本和产业资源,加速成熟技术的迭代升级,提升技术成果的经济价值。基础科研专业门槛高,普通市场主体很难评估技术落地前景,要培育职业科创经理人队伍,搭建标准化概念验证平台,对实验室原始成果开展工艺、市场前置评估,大幅减少企业筛选技术的试错成本。引导金融资本投早、投小、投长期、投硬科技,补齐企业长线研发资金缺口。浙江可依托数字经济优势,搭建线上科创供需对接平台,常态化匹配基础研究成果与产业链技术痛点,打通信息壁垒。

第三,优化科研评价体系。对“从0到1”的研究,应侧重同行评议和颠覆性潜力评估,鼓励大胆探索;对“从1到100”的项目,则需注重技术成熟度、经济价值和市场验证,确保技术转化的可行性和可持续性。

第四,优化创新生态,兼顾技术攻坚与科学普及。统筹推进有组织科研与自由探索,依托企业家的市场判断力校准基础研究主攻方向,让原始创新紧扣产业实际,真正实现创新链、产业链、资金链、人才链深度融合。浙江可围绕核能、核医疗、高端装备等优势赛道,持续攻关新一代核电、长寿核废料嬗变等底层基础技术,从科学原理层面夯实产业落地基础。

打造差异化科技竞争优势

记者:“十五五”规划纲要提出,“加强基础研究战略性、前瞻性、体系化布

局”。请您谈谈未来5至10年,我国基础研究优先布局方向,以及浙江如何打造差异化科技竞争优势?

马余刚:基础科学是人类对未知世界的长期投资,其回报往往超出我们的想象。面向“十五五”时期科技强国建设目标,未来5到10年,全国基础研究要兼顾前沿自由探索与产业目标导向两条主线。宏观布局上,一方面持续做强大科学装置,开展极端条件的微观物质结构等长线前沿方向,给予长期稳定经费支持,鼓励科研人员深耕“无人区”;另一方面紧扣人工智能、生命健康、新材料、绿色低碳等国家战略赛道,用底层原始创新破解各领域核心原理瓶颈,同时稳步开展国际大科学计划和大科学工程,提升我国基础研究领域的全球话语权。

浙江立足自身优势,结合产业禀赋,要重点抓好四条路径,打造差异化科技竞争优势。

第一,依托高能级大科学装置与省实验室,夯实原始创新底座。“十四五”时期,浙江区域创新能力居全国第4位,研发投入强度提升至3.3%左右,国家实验室、国家大科学装置、国际大科学计划实现新突破。未来要持续放大平台牵引作用,布局长线基础课题,以大装置承载跨学科自由探索,产出具备原创性的底层成果,为人工智能、生命健康、新材料新能源三大科创高地提供源头供给。

第二,紧扣三大科创高地构建“需求牵引”基础研究模式。在这方面,浙江已有大量成熟的产学研协同样板,比如,西

湖大学就联合浙江省国贸集团搭建了创新药物概念验证中心。此外,浙江还围绕“如何创新,企业提需求”,构建“企业出题、政府助题、平台答题、车间验题、市场评价”协同攻关机制,以产业链技术瓶颈反向设置基础研究选题,推动高校、新型研发机构深度对接产业。

第三,发挥数字经济独有优势,打造“算力+基础科学”融合特色。浙江算力、数据要素基础全国领先。下一步要用大模型、数值仿真降低极端条件实验成本,将数字工具贯穿新材料、生物医药、先进制造的实验全流程,形成难以复制的数智赋能科研模式,培育交叉学科原创成果。

第四,完善区域协同与长效投入机制,夯实创新生态保障。借鉴新昌“小县大科技”刚性财政投入,落实激励政策,引导龙头企业设立长期联合科研基金,推广校企双聘、联合博士后工作站制度,定向培育既懂基础理论又具备工程转化能力的复合型人才,打通创新链、产业链、人才链。

系统性研究很重要,如果“打一枪换一个地方”,就难以深入研究科学问题。基础研究的真正价值,在于教会我们如何思考,而不仅仅是思考什么。唯有保持战略定力,方能在未来科技革命中掌握主动权。

(本期栏目协办单位:浙江省科学技术协会)



扫一扫 看视频



专家介绍:马余刚,中国科学院院士,核物理学家,华东师范大学校长,党委副书记。国家自然科学基金委杰出青年获得者,曾担任科技部973项目首席科学家、基金委创新群体学术带头人、基金委重大项目负责人、科技部重点领域创新团队负责人。曾获何梁何利科学与技术进步奖、国家自然科学基金二等奖、全球华人物理与天文学会亚洲成就奖、中国青年科技奖、中国科学院青年科学家奖、上海市“十大杰出青年”等荣誉。

■ 王立平

习近平总书记指出,基础研究是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机关。基础研究的深度,决定科技强国建设的成色,也决定区域产业创新发展的底色。党的十八大以来,我国基础研究已经进入高质量发展的加速提升期,部分领域实现了从“跟跑”“并跑”向“领跑”的历史性跨越,然而在关键核心技术突破上仍面临着一些挑战。作为经济大省,浙江应持续深耕原始创新,瞄准重大需求展开创新突破,锻造硬核创新实力,筑牢高水平科技自立自强的根基,以科技创新塑造发展新优势。

基础研究已进入厚积薄发的关键期

基础研究影响技术创新的高度与边界,全球科技竞争核心战场已前移至基础研究第一线。一方面,加强基础研究是孕育科技革命、引领产业变革的源头力量。纵观近代以来科技革命发展进程,越是具有战略意义的新兴产业,越离不开基础研究的长期积累。另一方面,加强基础研究是突破技术封锁、赢得国际竞争主动的战略根基。随着国际竞争加剧,竞争焦点已从单项技术能力转向底层原理、基础算法和科研范式的综合较量。唯有全面提升基础研究水平和原始创新能力,才能更好推动技术进步,增强国家、区域竞争力。

浙江作为民营经济大省,明确“十五五”时期的发展目标之一是增强创新体系整体效能,建设具有全球影响力的科创高地。当前,全省正持续做强国家战略科技力量,布局重大科创平台,完善多元投入体系,高能级创新载体正加速集聚,基础研究已经步入厚积薄发、加速突破的关键窗口期。对标高水平创新型省份建设目标,如何推动基础研究对接国家战略、嵌入产业赛道、转化

为现实生产力,是增强创新体系整体效能、建设具有全球影响力的科创高地亟待破解的核心命题。

前沿探索与产业赋能双向贯通

中国科学院宁波材料所作为中国科学院落地浙江的首家科研机构,坚守“料要成材、材要成器、器要好用”理念,既立足国家战略需求、产业堵点逆向拆解难题,开展溯源攻坚的应用导向基础研究,也面向前沿无人区推进“从0到1”原始突破,走出前沿探索与产业赋能双向贯通的创新路径。

构建重大战略需求牵引选题机制,以产业真问题引领创新。基础研究既要保留好奇心驱动的自由探索,更要从国家重大工程任务、产业卡点和堵点提炼基础科学问题。基于这一认识,我们常态化走访航天、船舶、核电龙头企业,从国家重大任务中凝练科学问题;深化所企协同,2025年牵头的6项省“领雁”项目均与企业协同攻关,参与的立项项目中超70%由企业牵头,与传化集团、镇海炼化共建联合实验室,联动省内800余家企业搭建“企业出题、院所答题”协同

机制,以溯源式基础研究赋能产业升级。

坚持建强攻坚人才队伍,差异化评价激发创新活力。人才是基础研究第一资源,需要匹配科研布局优化梯队与考核标准。我们对基础理论、应用基础、工程技术三类岗位实施差异化评价,以成果“用得上”和“有影响”为导向,鼓励科研工作者多关注科研成果应用。建立“定向性+建制化”的基础研究资助体系,重点支持青年人才开展面向国家重大需求的建制化基础研究。

持续布局全链条高能级平台,支撑两类研究协同攻关。依托1家全国重点实验室、7家省级重点实验室搭建协同矩阵,集中力量开展跨领域攻关。比如,搭建材料大数据AI超算基座,赋能微观机理研究;启动原位动态可视化大装置预研项目基础设施建设,补齐动态观测硬件短板;投用海洋材料服役综合评价平台支撑产业溯源。

以应用导向牵引原始创新突破

《浙江省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》明确,到2030年“全社会研发投入强度达3.5%以上”,同步



●2025年,我国在世界知识产权组织发布的全球创新指数中排名第10位,全国研发投入为**3.93万亿元**,投入强度达**2.8%**;PCT国际专利申请量连续7年位居世界第一,高水平国际期刊论文数量连续5年位居世界第一。

●“十四五”时期,浙江创新发展动能持续增强,创新浙江建设全面推进,新质生产力蓬勃发展,区域创新能力居**全国第4**,研发投入强度达**3.3%**左右。

数据来源:新华社、《浙江省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》制图:戚建卫

●面向“十五五”,浙江提出到2030年,累计集聚顶尖人才**300**名、青年科技人才**3000**名。深入实施人工智能数据、人形机器人、深远海风电、低空经济等重大科技专项,强化前沿科技领域系统布局,全链条推进关键核心技术攻关突破,抢占战略前沿技术制高点,每年取得重大科技成果**100**项以上。

设定“基本建成科技强省,力争基础研究经费占全社会研发经费比重达8%”的目标,为基础研究提质扩容提供政策保障。面向“十五五”,浙江立足产业与科创禀赋,从选题、队伍、平台三方面发力,以应用导向牵引原始创新突破。

首先是选题逻辑之变,要从“自己能做什么”转变到“产业需要什么”。优化省级科技计划立项逻辑,强化战略与产业双向选题导向,吸纳龙头企业参与相关指南编制,建立“科学家+企业家+工程师”联合研判机制。分类部署科研任务,围绕产业链短板等布局“从1到0”溯源攻关专项,设置专项资金支持“从0到1”等长周期的前沿科技探索。拆解省级重大科技任务,依托“高校+院所+平台+产业链”协同机制实现问题共答。

其次是评价导向之变,让更多高精尖人才愿意“坐冷板凳”。支持科研院所与龙头企业组建创新联合体,统筹各级实验室之间的跨学科资源,形成系统化的集中突破关键核心技术的能力。制定相关政策重点扶持深耕溯源攻关的青年科研人员,比如可设立浙江省基础研究创新群体项目、省级人才计划增设基础研究专项等。全力推行全生命周期、代表作评价,突出研究成果的原创性和学术价值,引导和培育耐心资本,激励更多社会资本进入长周期科研领域,涵养全社会潜心钻研的创新氛围。

最后是平台功能之变,从“各自为战”转变到“开放共享”。要做实做强各级重点实验室,赋予实验室在原始创新方面更大的自主选择权和资源调配权,搭建好科技与产业之间的桥梁。围绕人工智能、生物医药、先进制造、海洋经济、新材料等全省主导产业,布局专用大科学装置与综合验证平台,补齐微观观测、工况模拟、对比验证等短板。推动全省大型仪器、算力设施开放共享,降低中小微企业与青年科研人员硬件使用门槛。

(作者为中国科学院宁波材料技术与工程研究所所长)

■ 潘海

我从事创新药研究已经25年了,在美国取得博士学位后,我进入美国大型药企工作了十年。2011年,我选择回国深耕本土创新药赛道,15年间先后主导开发四款1类创新药并成功获批上市。多年从业经历,让我对国内创新药行业的发展有了较为深入的了解。近年来,依托国内工程师红利、医药卫生体制改革、人口及效率优势以及产业体系的持续完善,我国创新药行业实现了高速发展,已从“跟跑”逐渐走向“并跑”,部分领域甚至“领跑”的跨越式发展。当前,我国创新药产业“从1到100”的产业化落地能力已十分成熟,但“从0到1”的源头创新仍是突出短板。要打破行业内卷、实现产业高质量升级,必须从根源上强化基础研究投入,重视底层科学探索。

怀着深耕本土原始创新的朴素初心,2017年我创办了杭州先为达生物科技股份有限公司,聚焦代谢性疾病创新药物研发,立志攻克代谢性疾病领域的原创技术难题。生物医药是典型的高投入、高风险、长周期产业,行业内有着公认的“三个十”准则:十年研发周期、十分之一成功率、十亿级资金投入。企业成立之初,我带队先后考察苏州、上海多地,最终决定扎根杭州市钱塘区。这里完善的产业生态、优质的人才政策和务实的营商环境,为初创型药企提供了绝佳的成长土壤。落户当年,企业成功入选当地“金沙英才”人才项目,获得1000万元资金支持,有效纾解初创压力,帮助我们平稳度过创业初期的艰难阶段。

基础研究是创新药的立身之本。创业以来,我们摒弃短期逐利的浮躁心态,拒绝同质化跟风研发,始终沉心深耕源头创新。八年来,企业历经7轮融资,累计投入近10亿元用于新药研

发,全力攻坚核心基础难题。2026年1月,由我们自主研发的1类创新药“埃诺格鲁肽注射液”正式获批上市,这是我们八年深耕基础研究、专注原始创新的扎实成果。研发初始,受诺贝尔科学奖“偏向型理论”科学假说的启发,我们围绕分子作用机制、靶点结构生物学、药物构效关系、药理毒理等方向开展了系统性底层基础研究,最终完成覆盖2000例受试者的临床试验,推动了这款全球首个偏向型GLP-1药物获批上市。作为创新原研药,这款药也获得了国际顶级学术期刊的认可,其三期临床研究(EECOH-1和EECOH-2)结果,分别发表于《自然-通讯》(一篇)和《柳叶刀·糖尿病与内分泌学》(两篇)。

高效创新的背后,是产学研医一体化创新体系与AI技术的深度赋能。我们坚持企业牵头、高校院所支撑、医疗机构协同的研发模式,严守科研诚信底线,以真实可靠的原始实验数据为支撑,让数字化技术切实为新药研发提质增效。在药物筛选立项环节,AI技术将数周的评估周期压缩至数天;在药物研发领域,通过智能设计与虚拟筛选,大幅减少无效湿实验试错,缩短近一半研发周期;在管线布局上,依托国人疾病谱、真实世界数据多维度建模,科学研判药物拓展潜力,为企业战略布局提供精准支撑。

一款新药的上市,不是创新的终点,而是深耕源头研发的全新起点。未来,我们将继续扎根浙江大地,秉持长期主义理念,锚定全球首创新药这一战略方向,持续加大基础研究投入,集中资源布局源头探索,发掘全新作用机理的原创靶点,补齐产业原始创新短板,为创新浙江建设注入强劲科技动能。

(作者为杭州先为达生物科技股份有限公司创始人,本报记者张丽红采访整理)