

智库圆桌(第41期·总250期)·加快发展新质生产力③

推进生命科学发展

科技创新是发展新质生产力的核心要素,随着新一轮科技革命和产业变革深入推进,不断有前沿技术和颠覆性技术涌现、成熟、应用和扩散,催生新产品、新服务、新模式、新业态。进入21世纪以来,生命科学基础前沿研究持续活跃,我国生命科学产业蓬勃发展。今年的《政府工作报告》提出,“制定未来产业发展规划,开辟量子技术、生命科学等新赛道”。本期特邀专家围绕相关问题进行研讨。

支持前沿交叉学科体系建设,鼓励生命科学与医学、物理、工程、信息、化学等学科交叉融合,培养生命科学复合型人才。深入实施“基础学科拔尖学生培养计划2.0”,重点在生命科学等领域加大支持力度

制定未来产业发展规划,开辟量子技术、生命科学等新赛道,创建一批未来产业先导区

数据来源:《“十四五”生物经济发展规划》、2024年《政府工作报告》

生命科学从实验室到落地应用

什么是生命科学?从全球范围来看,生命科学如何转化为技术并广泛应用?



贾旺(首都医科大学附属北京天坛医院神经外科教授):生命科学是研究生命现象及其运行规律的自然科学,涉及生物体的结构、功能、发生、发展、遗传和变异等诸多方面,涵盖生物学、医学科学、生物技术、农业科学、环境科学等领域。生命科学与人类生存、人民健康、社会发展密切相关。人类免疫系统疾病、遗传性疾病、恶性肿瘤、心脑血管病、呼吸系统等疾病的根本治疗途径,将依靠生命科学的发展来解决。生命科学与其他学科相互融合,不仅有助于解决自然界许多重大的理论问题,还将在高层次上开辟新的技术领域。

现代生命科学的发展主要有三个阶段。18世纪至19世纪,卡尔·林奈建立的生物分类系统与达尔文提出的自然选择学说理论,改变了人类对生物多样性及演化的认识。20世纪初至中叶,遗传因子假说的提出和DNA双螺旋结构的发现开启了分子生物学时代,人类得以深入微观探索分子遗传学及分子生物学。20世纪后半叶至21世纪,随着人类基因组计划完成、各种类型测序技术手段不断进步,人类进入以组学为代表的系统生物学时代,加之基因编辑技术、纳米技术突飞猛进,现代生命科学开启了以高通量数据为基础、多学科交叉

融合的时代。

随着新一轮科技革命和产业变革加速演进,前沿技术集中涌现,生命科学在全球范围内呈现迅猛发展态势,不仅科学研究方面取得重大突破,在市场需求推动下,相关产业也迅速崛起。一是基因组学进入快速发展阶段。根据Markets And Markets数据,2023年全球基因组学市场规模为462亿美元,预计2028年达831亿美元,年均增长率为12.4%。精准医学作为其中的热点领域,通过基因检测和个性化治疗,大大提高了疾病诊断和治疗效果。二是生物技术在医药、农业和环境保护等多个领域得到广泛应用。CRISPR基因编辑技术正在改变遗传性疾病的治疗方式,转基因作物提高了农业生产效率,生物修复技术广泛应用于环境污染治理。三是生命科学与大数据、人工智能深度融合,显著加速了新药研发、疾病诊断和治疗方案的优化。通过大数据分析,科研人员能够快速发现潜在致病因素,人工智能则帮助提高诊断的准确性和治疗的个性化。

科学只有转化为技术并应用于生产,才能转化为现实生产力。生命科学以解决经济生活各领域的实际问题为目标,将科学知识与创新技术高效率地向多种应用领域转化。其中,以人类健康与疾病防治为目的转化医学研究,将系统生物医学研究成果向临床转化,同时在临床实践中获取科研思想与资源,推动医学向个性化精准治疗发展。

以生物与医学科学领域为例,医工结合是推动生命科学发展的重要方式,即由医疗机构及其科研人员在临床实践中发现科学问题后,

由高校、研究机构和企业研发人员共同开发相关药品或设备,并与医学专业人士一起进行临床试验,经过改造优化,最终形成安全有效的产品。

手术机器人是医工结合的典型代表。通过多个机械臂、摄像系统及智能控制系统协助医生工作,可实现高精度、立体视野下的微创手术,为远程手术提供了可能,已应用于普通外科、骨科、神经外科等多个科室。手术机器人的广泛应用有利于患者更快康复、减少并发症的发生,是未来外科领域不可或缺的技术设备。根据Frost & Sullivan数据,预计2025年全球手术机器人市场规模达285.1亿美元,2030年将达到619亿美元。

面对激烈的市场竞争,我国手术机器人虽起步较晚,但在政策支持和科技创新推动下,取得了显著进展。目前,我国自主研发的手术机器人在各项功能和技术参数方面,已取得不亚于甚至超过国外相同产品的成绩。以神经外科手术机器人为例,根据众成数科数据,以华科精准、柏惠维康为代表的国产神经外科手术机器人约占市场份额的98.30%。

除了手术机器人,脑机接口作为研究大脑功能和神经网络的新方式,受到广泛关注。利用脑机接口控制电脑、机械臂已从实验室逐渐走向临床应用,被用于医疗健康、智能生活等众多领域。美国、欧盟、日本等在战略层面都对脑机接口进行布局,2013年,美国发布“美国创新性神经技术大脑研究计划”,欧盟启动“人类脑计划”。据预测,未来10至20年,全球脑机接口产业将产生最多2000亿美元的经济价值。不过,目前脑机接口产业整体还处于早期研究阶段,真正落地需要进一步探索,并形成完整的产业链。

生物医药产业获得长足发展

我国推进生命科学发展,取得了怎样的成效?



王鹏飞(复旦大学生命科学学院研究员):回溯上个世纪,我国在胰岛素合成、青蒿素发现和杂交水稻发明等方面取得了一系列重大进展。进入21世纪,随着生命科学研究水平快速提高,在结构生物学、干细胞与再生医学、重大疾病机理与诊疗、病原生物学与传染病、农业生物学和合成生物学等领域不断取得重大突破,并在多个领域广泛应用。

作为科学界的新生力量,合成生物学快速发展,已在医药、工业、农业、食品和能源等领域广泛应用。在抗疟疾药物青蒿素、工业酶、高分子聚合物、新型肥料与农药、新型食品以及生物燃料的生产中,合成生物学为其提供了新的路径。《“十四五”生物经济发展规划》《加快非粮生物基材料创新发展三年行动方案》等相继发布,各地也出台了一系列措施,协同推进合成生物学产业发展。

细胞基因治疗(CGT)作为一种新型生物技术,近年来发展迅速。CGT药物通过基因编辑技术、细胞工程技术等,针对特定疾病进行治疗。据统计,我国在该领域已推动超过700项试验,涵盖肿瘤和罕见病药物的研发。预计到2025年,全球CGT市场规模有望突破300亿美元。百奥赛图、科济药业、传奇生物、中源协和、药明生基等先锋企业涌现,在药物研发和生产方面取得重要突破。新型分子开关和体内改造CAR-T细胞的新技术正在研究中,有望突破实体瘤治疗的限制,实现规模化生产和应用。

抗体药物偶联物(ADC)结合抗体疗法、化疗及小分子抑制剂疗法的优势,具有独特的靶向能力,可增强治疗窗口及疗效,减少不良反应。全球ADC市场规模从2017年的16亿美元快速增长至2022年的79亿美元,预计2030年达647亿美元。我国一批代表性企业发展壮大,积极布局该领域。荣昌生物开发国内首个原创ADC药物,并成功出海;乐普生物积极布局ADC市场,建立自主研发与引进并举的偶联技术平台;迈威生物开发国内进展最快的Nectin-4ADC,具有更高的循环稳定性和抗肿瘤活性;百利天恒建立了一体化药

物研发技术和生产技术平台,多款药物进入临床研究阶段。

我国紧跟技术变革趋势,推动生命科学发展壮大,得益于以下几方面优势。一是高度重视科技创新。近年来,全社会研究与试验发展经费持续增长,为生命科学研究提供了资金保障。围绕科学前沿,设立了各类科技专项计划,科研环境持续改善。二是人才队伍不断壮大。引进和培育一大批高层次人才,高校着力加强生命科学学科建设,为产业发展输送大量专业人才。三是产业配套日益完善。从上游的基因测序、细胞培养,到下游的药物生产、医疗器械制造,已形成门类齐全的产业体系。专业服务机构快速发展,极大提升了新药研发效率。同时,丰富的临床资源为新药研发提供了试验基地。

生命科学的原创性突破,为生物医药的研究和开发奠定了基础,其研究成果为生物医药产业的发展提供了重要支持。党的十八大以来,我国生物医药产业取得长足发展,建立了较大规模的医药产业体系,目前市场规模突破4万亿元。在政策支持和市场需求双重驱动下,一批自主研发的创新药物陆续在海外获批上市,我国医药创新跻身全球前列。

生物医药产业具有高投入、高风险、高回报、研发周期长的特点,产业发展需实现三大集聚:向园区集聚、向经济发达地区集聚、向智力密集区集聚。我国生物医药产业呈现集聚发展态势,形成了多个特色鲜明的产业集群。上海张江科学城作为国家级生物医药产业基地,聚集了和黄医药、复宏汉霖、君实生物等创新型企业。苏州工业园区面向全球引进创新资源,南京依托园区在生命科学基础研究领域的优势,加速推进创新成果转化。北京、天津、广州、成都、武汉等地依托科教优势,加快布局生物医药产业。

从未来发展趋势来看,需重点关注以下领域:基因编辑和细胞治疗技术的发展,将使个性化医疗和精准医疗更加普及;人工智能在药物发现、病理诊断和生物分子设计中的应用将继续扩大,进一步提升研发效率和准确性;细胞和基因疗法在癌症等多种疾病的治疗中展现出巨大潜力,成为生物医药重要发展方向。

合成生物学技术快速产业化商业化

作为生命科学的重要分支,合成生物学在产学研用协同创新方面取得了哪些进展?



陈国强(清华大学合成与系统生物学中心主任、教授):合成生物学是一门综合性学科,它结合了生物学、工程学、信息学等学科知识,通过设计和构建新的生物部件、设备、路径与系统,甚至重新设计已存在的自然生物系统,以实现特定的生物学功能和生产目标。其技术原理是基于标准化的生物元件,通过理性设计和合成,重组或从头构建具有特定功能的人造生命系统。可以说,合成生物学是继DNA双螺旋结构发现和人类基因组测序计划之后,以基因组、蛋白质设计以及合成标志的第三次生物技术革命。

合成生物学技术应用前景广阔,涵盖医疗健康(新药开发、疫苗生产等)、生物制造(生物材料、化学品等)、环保(环境修复、污染物处理)、农业以及能源等诸多领域。各国日益重视并持续加大对合成生物学领域的投入,从国家层面给予政策支持和资金保障,推动其快速发展。美国启动“国家生物技术和生物制造计划”,宣布提供20多亿美

元的资金支持。欧洲通过整合现有资源、构建生态集群、加强跨国合作等方式,促进合成生物学研究成果商业化和产业化。我国在合成生物学领域的发展优势体现在庞大的市场需求、政府的强力支持、丰富的人才资源以及完整的产业链布局上。政策支持和资金投入为其发展提供了有力支撑,同时,生物技术、制药、化工等行业特别是下游发酵制造领域的完整产业链奠定了良好基础,这些都有利于推动合成生物学技术快速产业化和商业化。此外,我国积极参与国际合作,学习国际先进技术,为技术创新和产业发展提供了强劲动力。

近年来,我国合成生物学技术不断取得新进展。在生物合成途径的构建和优化、基因编辑和基因组工程方面取得突破,推出下一代工业生物技术、极端微生物合成基因线路和人工细胞设计等国际前沿水平的研究成果。

产业化方面,华熙生物、华恒生物、凯赛生物和微构工场等企业在创新应用上走在前列。华熙生物专注于透明质酸等生物活性物质的研发和生产,其产品广泛应用于医药、化妆品和食品行业。华恒生物以氨基酸系列产品研发和生产见长,为饲料、医药和健康产品提供了重要原料。凯赛生物成功开发生物基尼龙56,这是一种通过微生物发酵生产的新型生物基材料,可用于替代传统石油基尼龙,应用于纺织、汽车、电子等多个领域。微构工场利用合成生物学和下一代工业生物技术生产多种PHA材料(聚羟基脂肪酸酯,一种革命性的绿色生物材料),成为全球领先的PHA生

拥抱生物经济发展

生命科学产业发展仍面临诸多挑战。一是原始创新较为薄弱。虽然基因合成与编辑等方面取得了重要突破,但底层创新不足、技术积淀不够,一些关键领域仍面临“卡脖子”风险。二是创新复合型人才储备不足。一方面,生命科学对人才的知识结构和技能要求较高,当前教育往往侧重于单一学科培养,跨学科综合教育体系有待完善。另一方面,企业生力军绝对数量不够,高素质产业创新人才储备相对不足。三是社会资本投资动力不强。生物领域投资周期长,项目基金资助周期、资本市场预期给产业化、商业化带来不确定性风险。四是社会认知与伦理的挑战。公众对“造物”的认知差异、新一代基因编辑技术滥用等可能引发潜在的伦理与安全话题,如何平衡创新与监管、发展与安全是推动产业发展需要关注的问题。

刘陈

生物技术加速演进,生命健康需求快速增长,生物产业迅猛发展的重要机遇期已经到来。依托强大国内市场、完备产业体系和显著制度优势,生命科学产业发展前景广阔。面对机遇与挑战,推动生命科学发展高质量发展需多管齐下。一是强化原创性、引领性基础研究。瞄准合成生物学、脑科学等前沿领域,推动实施国家重大科技项目和重点研发计划,开展关键技术攻关,集中力量补齐底层技术、关键部件等发展短板,提高创新链整体效能。二是做好人才引育。创新工作机制,多渠道创造性开展人才引进,吸纳高层次人才落地,同时支持前沿交叉学科体系建设,鼓励生命科学与医学、物理、信息、化学等学科交叉融合,培养复合型人才。三是引导社会资本参与。按照市场化原则,发挥战略性新兴产业基金等作用,大力支持创新型企业发展,鼓励社会资本集聚,解决企业研发和生产所需资金。四是加强国际交流合作。面向世界开放合作,深度参与全球科技治理,推动共建“一带一路”国家建立更加高效共赢的研发合作模式,为世界贡献中国智慧和方案。

(作者系中国科学院深圳先进技术研究院副院长、国家生物制造产业创新中心主任)

产业。

虽然我国合成生物学在某些应用领域取得显著进展,但在自主底盘微生物、原始创新能力、高端人才储备、研发投入以及产业转化效率等方面还存在短板,与世界先进水平仍有一定距离。相关法规和标准尚不完善,一定程度上也影响了产业健康发展和国际竞争力的提升。合成生物学是一门复杂的学科,其研究成果从实验室到工业应用,是一个漫长的过程,需要政、产、学、研、用等方面联合起来,打通各个链条的制约因素,让科技创新真正赋能产业发展。

生物制造是合成生物学与微生物菌种改造结合的体现,是发展新质生产力的重要组成部分,生物制造产业当前迎来重要发展机遇。我国正持续加强战略、前瞻性重大科学问题领域项目部署,强化对合成生物学、干细胞等研究的支持力度。着眼未来,需加快实现关键领域核心技术突破,通过政策引导和资源配置,激发产业活力。同时,加速菌种和工程菌种的应用,促进产业化技术突破。企业要进一步提升技术创新能力,提高在全球市场的竞争力,促进生物制造产业可持续发展。

一方面,注重独立自主知识产权的开发与创新。拥有自主知识产权的先进技术,意味着可以自主决定研究的方向和进度,对于维护国家生物安全和产业安全至关重要。培育更多具有自主知识产权和核心竞争力的创新型中小企业,有助于吸引更多投资,促进科技成果转化,带动相关产业链发展,为经济增长提供新动能。另一方面,注重协同创新,整合产业链上下游联合攻关。生物制造是一个高度创新的领域,需要汇聚全球智慧和力量,推动广泛合作。通过串联全球产业链,可以整合不同国家和地区的科研资源、技术创新和产业优势,共同推动生物制造高质量发展。