

2021 年, 国际权威期刊《Science》(《科学》) 发布 125 个最前沿的科学问题, 其中有 22 个问题与脑科学相关。大脑是人体最重要的器官, 也可能是宇宙间最复杂的物体, 大约 1000 亿个神经元在人类的大脑中互相联接, 构成一个复杂的网络, 指挥着思维和行动, 而我们对这个神秘的网络却知之甚少, 现在国际上最大的神经元形态学数据库, 一共也只收录了 18 万个神经元的数据。科技界普遍认为, 脑科学是理解自然和人类本身的“终极疆域”。我们该怎样进入大脑这个复杂而神秘的世界? 能否为大脑绘制一张清晰的“地图”, 给探索大脑奥秘指引方向? 破解大脑之谜将会如何造福人类?

绘制“大脑地图”是世纪难题

人类对脑的认识, 经历了一个漫长的过程。在古代, 由于没有合适的监测手段, 很多认识主要靠主观臆测, 并不全面。1906 年诺贝尔生理学或医学奖授予了两位神经科学家——高尔基和卡哈尔。他们的工作, 被称为是现代神经科学的起点, 标志着现代神经科学的诞生。神经元是大脑最基本的组成单元, 类型丰富多样, 它的轴突就像森林中的藤蔓, 纵横交错, 神经元通过轴突将信号长程投射到不同脑区, 对大脑中的信息交流起着至关重要的作用, 拥有不同投射模式的神经元参与着不同的脑功能。要了解大脑的工作原理, 就必须弄清楚这些神经网络是如何构成, 如何联接的。因此, 绘制高分辨率的大脑联接图谱, 也就是高清“大脑地图”, 就成为脑科学研究的必然选择。

为揭开大脑的奥秘, 科学家们从未放弃对大脑绘制“地图”, 但人脑的复杂程度超乎想象, 要想清楚地分辨出单个神经元, 并将清楚它们之间的联接方式, 是一项极其艰巨的工程。这相当于给一个拥有千亿棵树木的巨大森林拍摄超精细的三维立体照片——既要能看全整个森林, 又要能看见每一棵树, 甚至还要能看清楚每一根树枝和每一片树叶。只有突破了成像过程中的技术问题, 才能真正通过显微照片, 看得见、看得清大脑的微观结构。我带领的团队, 过去 20 多年一直在致力于绘制“大脑地图”的工作, 这里面涉及样本的标记和处理, 涉及成像, 也涉及大数据的处理。2000 年的时候, 我们就开始这方面的工作, 做了差不多 10 年, 发展了第一代成像的成套技术——显微光学切片断层成像系统。说得通俗一点, 就是用个相机对脑子进行三维成像, 在世界上第一次实现了可以分辨出每一个神经元的成像技术。

2022 年 3 月 31 日, 《自然神经科

给“大脑”绘制一个清晰可见的“地图”

□ 骆清铭



骆清铭, 中国科学院院士, 海南大学校长, 华中科技大学苏州脑空间信息研究院首席科学家。骆清铭团队研发的显微光学切片断层成像系统 (MOST) 系列技术, 为实现单神经元分辨水平的全脑三维可视化, 也就是全脑介观神经联接图谱研究提供了重要研究手段, 他创建了“亚微米体素分辨率的小鼠全脑高分辨三维图谱”, 并“首次展示了小鼠全脑中单根轴突的远程连续追踪”。相关研究发表于《科学》等重要期刊, 曾入选 2011 年度“中国科学十大进展”, 荣获 2014 年度国家技术发明二等奖和 2021 年度黄家驹生物医学工程奖 (技术发明类) 一等奖。

的成果。当然我们也深知, 真要做人脑图谱, 还有相当的距离。

脑科学如何为“健康中国”服务

在我国, 脑科学的一项重大应用是为“健康中国”服务。根据世界卫生组织的统计, 包括各种神经类和精神类疾病在内的脑相关疾病, 是所有疾病中社会负担最重的, 超过了心血管疾病, 也超过了癌症。如果可以清晰地知道大脑的结构是什么? 它是如何工作的? 就可以在重大脑疾病的诊断和干预上提前发力, 减轻脑疾病带来的社会负担。除此之外, 模拟大脑, 创造出具备人工智能的机器, 甚至搭建人脑与机器交流、融合的平台, 这些都是未来脑科学研究的重要目标。“大脑地图”将在其中发挥怎样的作用?

脑疾病治疗可以依赖精准的“大脑地图”。比方说像癫痫、帕金森这些重大的脑疾病, 被认为是与脑子里某些特定的神经环路出问题有关系。如果知道问题出在哪里, 就可能去阻断它, 或者对它进行修复, 对于治疗疾病很有帮助。事实上, 现在临床医学也在发展类似的技术, 比方说深部脑刺激等。

脑血管图谱为脑疾病治疗服务。

从临床的角度, 如果建立了毛细血管水平的、全脑的血管图谱, 然后对它们进行定量分析, 就能够评估这些血管, 哪个地方狭窄了, 或者哪个地方发生栓塞了, 不管对于研究治疗药物, 还是做手术, 都有非常重要的意义。比如在脑外科手术的过程中, 如果知道脑血管图谱的话, 就可以实现更加精准的手术。

“大脑地图”帮我们深入了解阿尔茨海默症。大家都很关心的一个问题: 阿尔茨海默症是血管先出问题, 还是神经先出问题。阿尔茨海默症患者有一个 A β 斑块淀粉样沉积, 传统的手段, 由于分辨率不够, 或者说成像范围有限, 能够获取到信息的时候往往是疾病的晚期了, 我们在这方面也做了一些基础性的工作, 期待未来能够为药物研发和临床治疗提供更加切实可行的方案。

类脑智能可以从“大脑地图”中获取灵感。这些年, 大家特别关注类脑智能, 也就是计算机怎样像人一样思考。事实上在计算机发展的早期, 无论是图灵还是冯·诺伊曼, 他们就已经在思考这个问题。现在计算机的二进制 0 和 1, 实际上对应的是神经元静息和兴奋的状态, 这些灵感受到了脑科学的启发。这也是为什么现在大家一直非常关注类脑智能, 人们很希望通过对大脑进一步的认识, 能够设计一些和脑的思维模式、信息处理模

式更接近的一些方式, 用于发展新一代的类脑计算机。

弄清神经元为类脑智能算法提供帮助。在美国脑计划里, 有一个工作叫作 BICCN, 它的核心任务是对脑子里的神经元进行普查, 搞清到底有多少个神经元, 然后对它们进行分型。这些基础性的数据, 所有单神经元形态方面的工作, 都是在我的实验室做的。把这些形态搞清楚了, 一方面对于疾病诊断治疗能够提供一些重要的知识, 另一方面了解这些神经元所组成的网络, 有助于未来去进一步优化人工智能、类脑智能的一些算法, 对于未来发展智能技术, 具有非常重要的意义。其实无论是美国的脑计划, 还是欧盟的脑计划, 这都是他们的重要目标之一。



学习时报与央视中国经济大讲堂合办



更多精彩内容扫码看视频

如何提升国家创新体系整体效能

□ 周文标

科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑, 从根本上决定国家和民族的前途命运。党的二十大对完善科技创新体系, 提升国家创新体系整体效能作出战略部署。这对我们深入理解国际国内大势, 准确把握科技创新体系建设和实现高水平科技自立自强的重点和方向, 积极应对风险挑战具有重要指导意义。

充分认识提升国家创新体系整体效能的重大意义

提升国家创新体系整体效能是适应当前科技创新发展新形势的重要要求, 对于建设科技强国、实现科技自立自强、推进高质量发展具有重要意义。

一是提升国家创新体系整体效能是建设科技强国的必然要求。从世界主要科技强国的建设经验来看, 无一不是拥有强大的战略科技力量、具备系统完善的政策法规体系、具有强大的创新资源调配能力和良好的创新文化, 也就是建立了强大的国家创新体系。当前, 新一轮科技革命和产业变革突飞猛进, 科学研究范式正在发生深刻变革, 学科交叉融合发展, 科技创新突破了时间、空间、地域、领域限制, 科技创新的统筹能力、组织能力、战斗能力成为决定科技创新成败的重要因素, 国家创新体系成为世界各国科技竞争的新赛点。提升国家创新体系整体效能, 有效克服分散、低效、重复的弊端, 解决体系布局、管理体制、运行机制、成果评价等问题, 是建设科技强国的必然选择。

二是提升国家创新体系整体效能是科技自立自强的重要支撑。实施高水平科技自立自强战略, 着力增强自

主创新能力, 就是要把握创新主动权、发展主动权牢牢掌握在自己手中。只有走中国特色自主创新道路, 才能改变关键核心技术受制于人的局面, 确保我国现代化进程不被迟滞甚至打断。科技自立自强必须提升国家创新体系整体效能, 在力量构建、资源配置、基础设施、科研平台、政策法规、技术标准、创新生态、科技人才等方面夯实基础, 努力开辟发展新领域新赛道, 不断塑造发展新动能新优势。

三是提升国家创新体系整体效能是高质量发展的内在要求。党的二十大报告指出, “高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务”。我国拥有全球最完整、规模最大的工业体系和完善的配套能力, 但仍存在不少卡点瓶颈, 如科技创新能力还不强、一些关键领域核心技术被“卡脖子”、基础研究缺少“从 0 到 1”的原创性成果、来自外部的打压遏制随时可能升级、“脱钩”“断链”风险加剧。解决当前我国经济和产业发展中的卡点瓶颈问题, 最根本的还是要依靠科技自立自强, 发挥国家创新体系强大的组织动员力, 组织开展科研攻关, 坚决打赢关键核心技术攻坚战, 保障产业链供应链安全, 提高供给体系质量和水平, 为构建新发展格局、推动高质量发展提供战略支撑。

提升国家创新体系整体效能的重要举措

在党中央的坚强领导下, 我国科技创新取得历史性成就和发生历史性变革, 科技实力跃上新的台阶, 国家创新体系建设取得显著成效, 为科技自立自强提供了有力支撑。我国全

球创新指数排名由 2012 年的第 34 位上升为 2022 年的第 11 位。科技对促进经济社会发展、提高国家综合实力、满足人民日益增长的美好生活需要的支撑作用显著增强。全社会研发投入与国内生产总值之比由 2012 年的 1.91% 提高到 2021 年的 2.44%, 全社会研发经费支出从 2012 年的 1 万亿元增长到 2021 年的 2.8 万亿元, 居世界第二位。我国拥有科技人力资源约 1.1 亿人, 已建成 23000 余个各级学会组织。未来五年是全面建设社会主义现代化国家开局起步的关键时期, 按照党的二十大部署, 要立足建设世界科技强国目标, 落实各项重点举措, 提升国家创新体系整体效能, 加快实现高水平科技自立自强。

一是完善党中央对科技工作统一领导的体制。新时代新征程, 要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导, 牢牢把握科技创新正确方向, 把党的领导落实到科技事业各领域各方面各环节。完善党中央对科技创新统一领导的体制, 健全新型举国体制, 加强统筹协调和总体布局, 调动政府、市场、社会各方面积极性, 加速聚集创新要素, 优化配置创新资源, 提升科技创新系统能力, 增强科技创新组织力。

二是构建新时代科技发展新格局。以强化国家战略科技力量为引领, 加强各类创新主体统筹协调, 提升国家创新体系整体效能, 构建新时代科技发展新格局。坚持“四个面向”, 加强顶层设计, 优化国家战略力量的定位和布局。优化财政投入, 重点投向战略性、关键性领域。以国家战略需求为导向, 前瞻部署一批战略性、储备性技术研发项目, 瞄准未来科技和产业发展的制高点, 开展原创性、引领性关键核心技术攻关, 着力解决影响制约国家发展全局和长远利

益的重大科技问题。围绕国家急需需要和长远需求, 加快实施一批具有战略性全局性前瞻性的国家重大科技项目, 增强自主创新能力。强化国家战略科技力量, 构建中国特色国家实验室体系。强化企业科技创新主体地位, 推动产学研深度融合。统筹推进国际科技创新中心、国家科学中心、区域科技创新中心建设, 打造一大批区域创新高地、创新型城市和区域创新中心。打造国家级科技创新平台, 引导创新要素聚集, 形成有机整体。强化科技战略咨询, 发挥国家高端智库和战略科学家的决策支撑作用。

三是深化科技体制改革。当前, 世界各主要国家正在掀起一场制度创新竞赛, 期待提升创新治理能力, 赢得战略主动。我国科技体制改革, 要着力破解深层次体制机制障碍, 为人才“松绑”, 释放创新活力, 为科技创新提供动力。加强重大科技项目“揭榜挂帅”“赛马”制度建设, 给予信任和更大自主权, 把科研人员从体制机制束缚中解脱出来。构建科研新范式, 建立产学研用金协同制度体系, 推动形成创新联合体, 打通科技成果转化“最后一公里”。创新人才评价机制, 推动建立多元分层评价机制, 建立以创新能力、质量、贡献为导向的科技人才评价体系, 在临床案例、科研仪器、工程技术等领域建立案例库, 探索以典型案例评价为导向的人才评价机制。健全社会激励体系, 让有突出贡献者“名利双收”。

四是培养高素质科技人才。培养造就大批德才兼备的高素质人才, 是国家和民族长远发展大计。党的二十大报告指出, 要“加快建设国家战略人才力量, 努力培养造就更多大师、战略科学家、一流科技领军人才和创新团队、青年科技人才、卓越工程

师、大国工匠、高技能人才”, 为人才工作指明了方向。要深入实施人才强国战略, 牢固树立人才引领发展的理念, 加快推进科技人才信息库建设, 大力集聚培育高层次科技创新人才。依托人才举荐、学术交流、奖项引领, 为党育人、为国育才。搭建世界顶尖科学家论坛、世界青年科学家峰会等高端学术交流平台, 推进世界一流期刊建设, 促进科学思想交流、培养科技人才成长。深入了解科技工作者的急难愁盼, 服务党和政府科学决策。

五是培育创新文化。党的二十大报告指出, “培育创新文化, 弘扬科学家精神, 涵养优良学风, 营造创新氛围”。创新文化是孕育科技创新的沃土, 营造尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造的创新生态和创新文化, 是提升国家创新体系整体效能的社会基础。大力弘扬以爱国、创新、求实、奉献、协同、育人为内涵的新时代科学家精神, 激发广大科技工作者的创新激情和活力, 为推动我国科技进步凝聚强大精神动力。良好的学术环境是培养优秀科技人才、激发科技工作者创新活力的重要基础, 加强对典型事迹、典型人物深度解读和常态化宣传报道, 优化学术环境, 弘扬科学道德, 在全社会营造鼓励创新、宽容失败、诚实守信的良好氛围。加强国家科普能力建设, 大力提升全民科学素质, 努力实现到 2025 年公民具备科学素质比例超过 15%、到 2035 年公民具备科学素质比例达到 25% 的目标, 厚植科技创新沃土。

(作者系中国科学技术协会办公厅主任)