本版编辑：李军辉 版式设计：王成刚 E-mail:w6@studytimes.cn Tel:010-68922461

提升全民科学素质 筑牢科技强国根基

□ 倪志宇

“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。没有全民科学素质普遍提高，就难以建立起宏大的高素质创新大军，难以实现科技成果快速转化。”习近平总书记这一重要论述，深刻揭示了科学素质建设在国家发展全局中的基础性、长远性、战略性地位。建设世界科技强国，既需要顶尖的科技创新能力，也需要厚植公民科学素质的社会土壤。站在新的历史起点上，加快提升全民科学素质，既是惠及民生的基础工程，也是关乎国家长远发展的战略命题。

习近平总书记高度重视科学普及和科学素质建设，集中体现于“两翼同等重要”重要论述之中。科技创新“硬实力”与科学素质“软实力”属性不同。科技创新是“前沿突破”，直接推动技术进步和产业变革，解决“卡脖子”问题；科学素质是“土壤培育”，为科技创新储备人才、营造社会氛围。就作用于经济社会发展而言，科技创新侧重物质建设，科学素质侧重文化建设；科技创新提供爆发力，科学素质提供持久力；科技创新塑造高峰，科学素质铸就高原。“两翼同等重要”的重要论述，科学、准确阐明了科学普及和科学素质建设的基础性、长远性、战略性作用。

近年来，我国科学素质建设取得显著成效。2025年中国公民科学素质调查结果显示，我国公民具备科学素质的比例达到16.74%，超额完成“十四五”时期15%的发展目标，发展不平衡不充分问题得到进一步改善。同时也要看到，尽管发展质量持续向好，科学素质建设仍面临深层次结构性矛盾，突出表现为“三个转变不够”。

从内涵上看，由知识传播向价值引领转变不够。随着公众受教育程度普遍提高，科学素质建设正在从“规模扩张”向“内涵跃升”转型。但是，科学素质建设的“知识补课”定位尚未有力扭转，价值引领作用发挥不足，对科学兴趣、思想观念、理想信念等的导向作用不够，科学精神所蕴含的求真、质疑、理性、包容等价值理念尚未全面融入全社会的认知框架与生活方式。

从手段上看，由大水漫灌向精准滴灌转变不够。随着现代信息技术快速发展，公众获取信息的渠道和方式增多，不同年龄、职业、教育背景群体的科学兴趣、认知起点和接受习惯区别很大，统一供给与多元需求之间割裂的情况仍在一定程度上存在，导致优质资源往往流向“最易触达”而非“最需触达”的群体。特别是对青少年、领导干部等群体的精准施策不够，科学素质建设的基础支撑作用尚显不足。

从载体上看，由单向输出向互动服务转变不够。当前，知识生产与传播格局发生深刻变化，公众不再满足于单向接受，而是越来越多地参与科学对话与知识共建。目前科学素质建设在传播方式上仍以“输送”为主，传统的图书、电视、展板等载体对公众的主体性和创造性有所忽视，沉浸式体验、参与式实验、互动式场景等载体尚未成为主流，难以激发受众深层兴趣。

破解上述问题，必须把科学素质建设作为“投资于人”的重要举措。坚持投资于物和投资于人紧密结合，是“十五五”时期的重要发展理念。提升全民科学素质，既是促进人的全面发展的必然要求，也是夯实科技强国基础的关键支撑。

一是强化价值引领，积极培育创新文化。习近平总书记指出，坚持培育创新文化，传承中华优秀传统文化的创新基因，营造鼓励探索、宽容失败的良好环境，使崇尚科学、追求创新在全社会蔚然成风。要深入宣传习近平总书记关于科技创新的一系列新思想、新观点、新论断，宣传党的十八大以来我国科技事业取得的历史性成就，把群众的科技获得感转化为发自内心的创新自信，让高水平科技自立自强成为全民共同愿景。大力弘扬科学精神，增进公众科学理解，传递科学的思想观念和行为方式，加强理性质疑、勇于创新、求真务实、包容失败的创新文化建设。

二是助力科技治理，提高科技创新体系效能。习近平总书记指出，加强科技治理体系和能力建设，推动科技向上向善、安全可控、造福人民。要加强领导干部科学素质教育，树立和践行正确政绩观，提高科学决策能力，为科技事业营造良好发展环境。将科技伦理和公众参与科学纳入科学素质建设的重要内容，让科技伦理意识内化为普遍社会认知和行为规范。大力弘扬科学家精神，持续推动科学家精神进校园、进企业、进院所，发挥科技领域“时代楷模”“最美科技工作者”等示范引领作用，营造风清气正的科研生态。

三是激活创新要素，推动发展新质生产力。习近平总书记指出，推动科技创新和产业创新深度融合。要着力锻造一支与科技强国建设相匹配的高素质劳动者队伍，为发展新质生产力提供活跃、持久的人才动能。围绕人工智能、量子科技、生命科学、物质科学等领域供给优质科普资源，加强场景化、互动式的科普体验，拓展科普研学、科普旅游等新场景、新业态，将前沿科技转化为公众可理解、产业可应用的科普内容。加强科技界、企业界、投资界和管理部门的科学素质服务，打通认知壁垒、构建“共同语言”，帮助各方把握趋势、识别风险、对接需求，提高科技成果转化率。

四是坚持立德树人，服务科技后备人才培养。习近平总书记指出，要注重挖掘和培养青少年兴趣特长、科学素养、实验能力，吸引更多具有科研潜质的青少年立志投身科技事业。要持续推动青少年科技教育创新发展，将科学家精神和科学精神融入课堂教学和课外实践活动，开发互动式、启发式的高质量科技教育资源，提升“英才计划”“高校科学营”等活动的影响力和覆盖面，广泛开展科学之夜、科技馆里的思政课、科普讲堂等活动，更好激发青少年科学兴趣、挖掘科研潜质，铸牢青少年科技报国远大志向。

五是深化国际合作，争取国际科技文化话语权。习近平总书记指出，要深度参与全球科技治理，广泛宣介中国主张和中国方案，提升国际规则制定话语权和影响力。要提高科技人文交流叙事能力，讲好中国推动科技为民、提升公众科学素质的故事，展现充满科学精神、创新活力和社会理性的大国形象，提高科技治理“中国方案”的影响力和认同感。依托世界公众科学素质组织等平台，积极主导和参与国际科学素质交流合作，持续推进“科学空间”共建、“一带一路”青少年科技创新伙伴计划、“科技小院”推广等“小而美”合作项目，扩大科技交流“朋友圈”，助力国家外交大局。

（作者系中国科协党组成员、书记处书记）

科学与社会

从脑科学视角看算法推荐

□ 刘 勇

很多人打开短视频平台，本打算看几分钟，却常在滑动中忘了时间。仅归因于自制力不足，难以解释全部现象。个性化推荐深入日常生活，算法持续学习用户的兴趣偏好，推送更可能吸引注意的内容。大脑如何从环境中学习哪些信息值得关注、哪些行为有回报，又如何回应这些经过筛选、连续呈现的信息？持续短视频观看又会怎样影响观看行为和使用习惯？理解这一现象，需看到两个相互作用的过程：平台根据观看时长、点赞、评论、转发、跳过等行为更新推荐；人的注意和行为选择也随奖赏线索变化。短视频由系统连续呈现，用户不必逐条明确选择，因此持续观看可能源于真实兴趣，也可能受惯性、好奇和对下一条内容的预期影响。平台越善于预测什么内容能让人继续观看，越需辨析观看行为是否真正反映意愿，短期停留是否符合长期需要。

为什么总想再看一条

多巴胺系统或许参与其中。在经典强化学习框架中，部分多巴胺神经元的瞬时活动与奖赏预测误差有关。当实际结果好于或低于预期时，大脑会更新对奖赏价值的判断，并调整之后的行为选择。

短视频恰好提供了一个反馈迅速、下一条内容具有一定不确定性的环境。每次滑动都无法完全预知接下来会看到什么，却又不时遇到恰好符合兴趣的视频。当某次滑动带来超出预期的体验时，大脑会据此更新对继续滑动价值的判断。久而久之，吸引人的就不再只是某一条具体内容，不断寻找下一条内容本身也可能逐渐成为习惯。

个性化推荐使这一过程更易持续：用户的停留时间、点赞和跳过等都会影响后续推荐，新的内容又继续影响用户的注意和选择，两个过程相互作用，形成“观看—反馈—再推荐”的持续循环。这类循环本身并不一定带来问题性使用的后果，但当快速反馈、下一条内容的不确定性与个性化匹配长期叠加后，持续观看可能更多受到即时反馈和行为习惯推动。

脑影像技术提供了什么线索

究竟什么样的技术可以捕捉短视频观看过程中的大脑变化？近期的一项功能磁共振研究以29名健康大学生为对象，让他们分别观看自己账号中的个性化推荐短视频和面向新用户的非个性化推荐视频，同时借助行为量表，对参与者在强迫使用、戒断、耐受、时间管理等维度的指标进行评分评估。研究重点关注不同脑区之间如何协同。结果显示，观看个性化短视频时，尾状核、丘脑和额叶等区域的整体功能连接强度升高，这些区域涉及奖赏处理、注意、动作选择和自我相关加工等多种功能。进一步分析发现，个性化视频观看时信号活动一致性改变的脑区，与多巴胺D2受体分布图谱呈现一定空间重合，其中双侧背侧尾状核较为突出。这一发现为理解多巴胺相关机制提供了提示性线索，但相关不等于因果。背侧尾状核属于纹状体，与动作选择、习惯学习和动机调节密切相关。以背侧尾状核为中心分析全脑功能连接后发现，观看视频时其与部分视觉区域之间的连接越弱，参与者的短视频过度使用倾向往往越明显，尤其体现在“耐受性”维度，即需要更多或更新鲜的刺激，才能获得与过去相近的满足感。

为什么较弱的连接会与较高的耐受性同时出现？一种可能的解释是，背侧尾状核参与奖赏信息与感觉输入的整合，并据此调节注意和行动。当它与视觉区域之间的协同减弱时，人从吸引力强的内容中脱离也可能更加困难。在快速切换、刺激密集的短视频环境中，这种状态可能表现为持续寻找更新、更强烈刺激的倾向。

这些脑区间的活动一致性变化提示，短视频观看涉及奖赏、注意、视觉加工和行为调节等多个系统的共同参与，并呈现明显的个体化特征。这为理解为何面对相似内容，有些人更容易维持长时间观看，而另一些人更容易从中抽离，提供了可以继续追踪的神经线索。不过，此类研究样本量相对较小，结果仍需更多研究重复验证，也不宜直接推导出普遍性结论。

从行为信号到真实需要

这些科学线索也引出了目前推荐系统中的一个难题：平台能够准确记录用户的行为，却很难仅凭这些行为判断用户的真实意图。观看时长、点赞、评论、分享和跳过等行为是算法推测用户兴趣偏好的重要依据，但同一行为背后可能有不同的动机和体验。如何从可量化行为信号中准确理解人的真实意图和较长期需要，是推荐系统始终要面对的问题。

目前主流推荐系统不只依赖观看时长，还综合观看完成度、互动、满意度、内容质量与安全等因素。但多指标推荐并不意味着能完整还原用户需求。一个人多看10秒，可能因为喜欢，也可能因为疑惑；连续观看半小时，可能获得有价值信息，也可能本已准备休息，却在一次次滑动中延长了使用时间。这些行为可被记录计算，但主观体验未必相同。

推荐系统还需要在多重目标之间作出权衡。观看时长、活跃度、满意度和长期使用体验并不总是同步，某些内容可能提高短期停留，却未必带来更好的长期体验。推荐越精准，越需要协调这些目标之间的关系，避免把更容易促成持续观看的内容简单等同于更符合用户长期需要的内容。

让精准推荐更好地服务于人

个性化推荐具有明确应用价值。面对海量信息，它能降低搜索成本，使用户更快找到感兴趣、有帮助的内容。脑科学研究提示，人的观看反应具有明显的情境性和个体差异。在相同内容环境中不同人的脑网络反应不完全相同，同一人在不同观看状态下，奖赏、注意和视觉加工系统的协同方式也会变化。评价推荐效果时，内容是否匹配兴趣只是一个方面，其对注意分配、使用节奏和自主选择产生怎样的影响，也应纳入观察。

我国现行《互联网信息服务算法推荐管理规定》要求算法推荐服务提供者定期审核、评估、验证算法机制机理、模型、数据和应用结果等，不得设置诱导用户沉迷、过度消费等违反法律法规或违背伦理道德的算法模型，并向用户提供不针对其个人特征的选项，或便捷关闭算法推荐服务的选项。治理的关键不只是这些选项功能是否存在，更在于用户调整兴趣偏好、减少类似推荐、设置使用时长或暂停观看后，后续推荐能否持续响应这些明确意愿。平台应丰富优质内容供给、提高推荐多样性，减少同类内容反复推送，使个性化推荐兼顾内容价值与用户自主选择。

防止过度使用的措施同样需要效果检验。除休息提醒和使用时长管理外，还可探索借鉴正念训练所强调的自我觉察方法，帮助用户留意观看状态，增强对习惯性使用行为的主动调节。不同推荐方式、使用提醒和自主设置能否真正改善使用节奏，还需结合真实行为、心理测量和脑科学研究长期观察。脑科学可为理解数字环境对注意和行为调节的影响提供客观线索，也有助于评价不同干预措施的实际效果。

总之，算法虽能越来越精准识别用户的兴趣、预判用户行为，但人的真实需求无法仅凭点击、停留等行为指标完全刻画。脑科学研究表明，面对同样的短视频环境，不同个体的奖赏、注意、视觉加工等脑功能网络反应存在差异，还会随情境发生变化。持续刷视频，既受内容推送模式影响，也取决于个体自身的神经反应。因此评判推荐系统不能只追求精准，更要看它能否维护用户的使用节奏与自主选择能力。成熟的推荐系统，应当兼顾内容匹配效率，响应用户减少推荐、调整偏好、暂停观看和结束观看等明确诉求，做好优质内容供给与积极价值引导，使算法技术在满足用户信息需求的同时保障人的自主选择空间。

（作者系北京邮电大学人工智能学院副院长）

科技热点

推动具身智能从『热』到『强』

□ 公丕明

作为人工智能对接物理世界的主要载体，具身智能突破传统数字智能的应用边界，实现与真实环境动态交互，是培育新质生产力、重塑生产模式的关键赛道。我国高度重视具身智能产业发展，将其纳入国家“十五五”规划未来产业重点培育范畴，2025年、2026年连续两年在政府工作报告中作出部署，这为具身智能从技术探索向产业培育跃迁提供了政策支撑。当前全球产业竞争日趋激烈，我国具身智能产业正处于技术攻关与生态培育的关键窗口期，需抢抓机遇、理性布局，推动产业高质量发展。

依托完备产业体系、超大规模市场和政策持续赋能，我国具身智能产业发展势头强劲，产业规模与创新实力稳步攀升。核心技术迭代加快，人形机器人、工业智能体逐步开展小范围商用；资本市场热度高涨，行业监测机构数据显示，2026年上半年行业融资约935亿元，同比增长5倍。经营主体不断壮大，工业和信息化部数据显示，2025年国内人形机器人整机企业超过140家，发布产品超过330款；《2026年人形机器人产业发展报告》显示，2026年上半年，我国人形机器人出货量全球占比达到97%。产业配套持续改善，数据显示，截至2025年底，人形机器人核心零部件整体国产化率已突破75%；中国信息通信研究院发布的《具身智能训练场研究报告（2026年）》显示，截至2026年6月底，全国建成启用70余家具身智能训练场，助力产品从原型样机转向工程化落地，为产业规模化打下扎实基础。

放眼全球，主要经济体纷纷将具身智能作为未来产业竞争的主要赛道，各自发展路径与比较优势差异明显。美国聚焦底层原始创新，依托高校科研资源与成熟风投，在基础大模型、高保真仿真等方面实力突出，但制造基础相对薄弱，工业场景供给不足，硬件落地迭代受限。欧盟通过《人工智能法案》搭建监管规则框架，在精密传动、安全控制等硬件领域精耕细作，但面临投资规模不足、市场碎片化、商业化部署滞后等现实压力。相较而言，我国走出政策引导叠加市场驱动、技术创新联动实体经济的特色之路，凭借完整工业体系和海量真实场景，形成迭代快、协同强、规模效应突出的差异化竞争优势。

热潮之下，尤需冷思考。产业火热的背后，必须清醒地认识到，我国具身智能距离成熟的产业化、规模化应用仍有不小差距。一是核心技术尚存短板，高端传感器、精密减速器等零部件性能不及国际一流水平，具身大模型泛化能力不足，仿真环境和现实工况匹配度不高，“演示好看、落地难做”现象较为普遍。二是产业生态不健全，标准体系尚在起步，硬件接口、通信协议、安全认证缺少统一规范，技术路线分散，同质化竞争显现，上下游协同机制有待完善。三是商业化落地难度较大，多数产品仍处于试点示范阶段，可靠性不足，应用需求碎片化、定制化，难以形成可复制、可推广的规模化商业模式。四是关键要素支撑不足，高质量真机数据严重匮乏，当前国内真实物理交互场景合规数据仅50万小时，而机器人商业化落地所需达数千万小时，缺口超99%；人才缺口较大，部分研发岗位供不应求，人才培养体系难以跟上产业爆发节奏。面对挑战，必须坚持问题导向，精准施策，引导产业褪去虚热、做强内核。

强化关键核心技术攻关，筑牢自主可控产业根基。创新是引领发展的第一动力。发挥新型举国体制优势，瞄准“卡脖子”环节，加大基础研究投入和前沿技术投入。支持“链主”企业牵头，联合高校、科研院所组建创新联合体，搭建共性技术平台，集中攻克高端传感器、精密执行器、实时操作系统等关键技术。布局中试验证平台，完善产品性能测试、可靠性验证、安全检测体系，打通实验室到生产线的转化通道，把技术能力转化为实实在在的产业竞争力。

加快标准体系建设，构建协同共生产业生态。标准是产业融通发展的重要基石。加快落实《人形机器人与具身智能标准体系（2026版）》，破除不同厂商之间的生态壁垒。实施优质企业梯度培育行动，支持专精特新中小企业深耕配套环节，推动“链主”企业与配套企业对接融通。建立跨区域协同机制，在长三角、珠三角等产业高地组建产业联盟，探索利益共享机制，促进软硬件、算法、应用场景深度耦合，避免重复建设和低端内卷。完善生产性服务配套，提升工业设计、检测认证、技术咨询等支撑能力，全方位优化产业生态环境。

坚持场景牵引赋能，稳步推进商业化落地。真实场景既是技术“试金石”，也是商业转化的“助推器”。梳理发布应用场景清单，用好“揭榜挂帅”、首购首用等政策工具，降低市场准入门槛。用好人形机器人与具身智能实景实训专项行动，依靠真实生产生活场景倒逼产品迭代，用真机数据反哺算法优化。理性把握发展节奏，摒弃一哄而上的浮躁心态，优先在需求明确、价值可量化的垂直领域落地试点，依靠场景持续打磨，培育可盈利的商业模式。支持企业积极对接全球创新网络，参与国际规则标准制定，深化国际技术交流与产业合作，持续提升国际竞争力和话语权。

激活关键要素潜能，夯实产业发展底层支撑。数据、人才是具身智能发展的两大关键要素。创新数据供给模式，打通真机部署、采集标注、标注回流、模型迭代闭环，建立数据分类分级、确权、流通、安全治理相关制度，打造行业可信数据空间与场景数据平台，在保障安全隐私前提下，盘活多场景数据资源，为模型迭代提供高质量数据。深化产教融合，推动高校、职校优化交叉学科课程，共建实训基地，培养复合型工程人才；积极引进海外高端人才，汇聚跨领域科研工程力量，为产业长远发展提供智力保障。

科技评论