

专业设置。在人工智能、集成电路等战略必争和前沿领域，探索拔尖创新人才培养新模式，进一步深化卓越工程师培养改革，以超常规方式把高校、企业、科研机构、创新平台等方面的师资、资源汇聚起来，组建学科交叉团队，引育优秀人才。围绕六大先进制造业重点领域，实施高技能人才集群培养计划。

三是推动科技创新与产业创新深度融合发展。实施基础学科和交叉学科突破计划，建设国家交叉学科中心，通过学科深入交叉融合催生重大基础理论，让高校更好发挥基础研究主力军、重大科技突破策源地作用。通过建设区域转移转化中心、高等研究院等，联合地方政府、金融部门、行业企业等多方力量，打通科技成果转化链条的堵点难点。鼓励和引导青年科技人才当主力、挑大梁，持续实施中央高校青年教师科研创新能力支持项目。

四是不断提升教育公共服务质量和水

平。扩大学龄人口净流入城镇的教育供给，加强义务教育学校标准化建设和寄宿制学校配套。实施好县域高中振兴计划。高等教育要提质扩容，扩大优质本科教育招生规模。进一步实施教育家精神铸魂强师行动，从待遇保障、职业发展等多方面关爱教师。

五是持续推动教育深化改革扩大开放。聚焦“破五唯”，持续推进工程硕博士以实践成果申请学位的评价改革，推动高考综合改革，加快中考改革探索。持续实施教育数字化战略行动，用人工智能、大数据等技术打造未来教师、未来课堂、未来学校、未来学习中心。高水平教育对外开放方面，通过打造“留学中国”品牌、国际暑期学校项目、国际大科学计划等，进一步提升全球人才培养和集聚能力，在全球教育治理中更好发挥引领作用。

（转载自：人民日报；原文有删减）

龚新奇：人机交互、虚实结合的未来人类文明

一、文明演进的回望：制度与技术的双轮驱动

人类文明史，是一部制度创新与技术革命相互驱动的演进史。从部落联盟到国家建制，从农业革命到智能时代，每一次重大变革，都重塑了人类社会的组织形态与发展轨迹。理解这一双轮驱动机制，能够为我们把握当下人机交互与虚实结合技术的文明意义提供历史坐标。

制度的演进是一个漫长而复杂的阶梯式过程。人类最初以部落为单位组织起来，这种组织形式基于血缘关系和地缘邻近，依靠口耳相传的习俗和简单的约定维系小范围的合作。在这个阶段，社会结构相对简单，决策过程往往由部落长老或酋长主导。随着农

业生产力的提升和人口集聚，人类创造出最伟大的制度发明——国家。国家通过建立官僚系统、制定法律制度和构建税收体系，实现更大范围的社会动员与秩序维持。

近代以来，民族国家成为主导形态。民族国家为工业革命提供制度保障，也引发激烈的国际竞争。第二次世界大战结束后，联合国、世界贸易组织等全球治理机制的萌芽，预示着人类正在探索超越民族国家的更高层次制度安排。这些全球治理机制在处理跨国事务、协调国际关系等方面，发挥着日益重要的作用。

技术的范式性革命与制度创新相呼应，形成文明发展的重要维度。农业革命使人类从狩猎采集的漂泊，走向定居耕作的生产，

这一转变不仅创造了剩余产品，也为城市的出现和专门化的社会分工奠定基础，更深刻地改变人类与自然的关系。在长达数千年的农业文明时期，人类发展出精耕细作的农业生产技术、水利灌溉系统和适应不同环境的耕作制度。这些技术进步支撑着人口的不断增长和文明的持续发展。

工业革命通过蒸汽机、电力等动力技术，极大地扩展人类的体力，催生工厂制度和城市化浪潮。工业革命不仅带来生产力的飞跃，更深刻地改变社会结构、家庭关系和价值观念。工厂制度的确立、铁路网络的铺设、电报电话的发明，使得人类社会的联系日益紧密，世界市场的形成加速了全球化进程。

信息技术的发展则以计算机和互联网为核心，使信息的处理与传播突破时空限制，系统性地扩展人类的脑力。信息技术迭代演进，使得知识的生产、传播和获取方式发生根本性变革，催生知识经济和网络社会的新形态。

习近平主席向国际人工智能与教育大会致贺信中指出：“人工智能是引领新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力，正深刻改变着人们的生产、生活、学习方式，推动人类社会迎来人机协同、跨界融合、共创分享的智能时代。”人机交互与虚实结合技术的迅猛发展，预示着未来社会将是一个智能扩展与存在形态多样化的社会。人工智能、脑机接口、虚拟现实和数字孪生等技术，正在创造一个与现实世界深度互动的数字空间。这一变革的深度和广度可能超越以往任何一次技术革命，不仅改变人类的生产生活方式，更重塑人类的认知模式和存在方式。

历史告诉我们，当技术实现质的飞跃，制度框架也将随之更新。英国工业革命时期，传统的行会制度和重商主义政策，逐渐被自由市场经济和专利制度所取代；随着信息技术发展，知识产权制度、数据保护法规和互联网治理机制也相继建立。经过一段时

间的调适、冲突与创新，新的制度范式终将诞生，以适应并引导新技术的发展。当前，我们正处在制度调适的关键期，如何构建适应智能时代的新制度框架，是人类文明面临的重要课题。

二、技术哲学的本质：人类局限的突破与自我的外在化

从哲学层面审视，技术从来不只是工具，更是人类意志的延伸，既是人类突破自身生物局限性的不懈努力，也是人类“自我外在化”（externalization of the self）的过程。这一过程贯穿人类文明发展的始终，呈现出从简单到复杂、从具体到抽象、从局部到整体的演进特征。

体力的延伸，是人类技术发展的起点。从简单的石器到复杂的机械，人类通过技术放大自身的体力，实现改造自然的目标。旧石器时代的砍砸器、刮削器，扩展人类双手的能力；风车、水车等自然力利用装置，进一步扩展人类的动力来源；工业革命时期的蒸汽机、内燃机，将化学能转化为机械能，使人类获得前所未有的强大动力。这些技术的发展，本质上都是人类肌肉力量的扩展和替代。

感官的延伸，使人类能够突破生物感知的局限。人类使用望远镜观察天体运行，使用显微镜观测微生物，现代传感器技术更是将人类的感知能力扩展到红外、紫外、超声波等不可见领域。这些技术极大地丰富人类的经验世界。

智力的延伸，是技术发展的最新阶段。书写系统的发明，是人类智力延伸的第一个重要突破。文字将语言和思想固化于体外，突破大脑记忆的局限和时空传播的限制；印刷术的发明使知识的批量复制成为可能，大大加速知识的传播和积累；计算机接管逻辑运算与信息存储的任务，开启智力延伸的新纪元。当前的人机交互与虚实结合，正是这一智力延伸进程的深化与质变。

认知的延伸，是未来技术的发展方向。脑机接口技术试图打通神经信号与数字信号的壁垒，是认知过程直接的外在化。从早期的脑电图技术，到现在的植入式电极阵列，脑机接口正在实现从信号读取向双向交互的跨越。数字孪生技术则为物理世界创建可计算、可操作的镜像模型，是认知对象的外在化。在工业制造、城市管理、医疗健康等领域，数字孪生正在成为理解和优化复杂系统的重要工具。

虚实结合，本质是人类正在构建一个由代码、算法和数据构成的，与物理世界平行且互动的数字生态。这个数字生态不仅映射着物理世界，更在不断创造新的可能性和新的体验形式。虚拟现实技术创造沉浸式的数字环境；增强现实技术将数字信息叠加到物理世界；混合现实技术则实现物理世界与数字对象的实时交互。这些技术的发展，使得人类的经验领域从纯粹的物理空间，扩展到物理数字混合空间。

技术的发展，是人类在生物性进化之外的另一条进化路径。从这个意义上说，技术不仅仅是人类使用的工具，更是构成人类存在方式的基本要素。人类通过技术认识世界、改造世界，并在此过程中重新定义自我。在这个过程中，人类不仅在使用技术，更在与技术的互动中重塑思维方式、行为模式和价值观念。理解技术哲学的这一本质，对于我们把握人机交互与虚实结合技术的发展方向，具有重要的指导意义。

三、存在形态的流变：从生物人到赛博格与数字存在

在技术与制度的互动中，人类的存在形态也在持续流变。人机交互技术正推动流变进入前所未有的加速期，其演进路径呈现明显的阶段性特征，每个阶段都深刻地重新定义“人类”概念的内涵与外延。

功能附着阶段，是人类与技术结合最普遍且历史最悠久的形态。这个阶段可以追溯

到史前时期，人类使用石器扩展手的能力，穿上衣物增强身体的防护能力，这时的“技术”作为明确的外部工具，旨在增强人类的特定功能。

进入20世纪，功能附着的形式更加精细和复杂。智能手机的出现标志着功能附着的集大成阶段，这个掌上设备整合通信、计算、导航、娱乐等众多功能，成为现代人难以分离的“外部器官”。值得注意的是，在这个阶段，长期的功能附着已经开始对人类的认知和行为模式产生影响。研究表明，依赖导航会导致人类空间认知能力的退化，搜索引擎的普及也正在改变人类的记忆方式。

结构融合阶段，代表着技术与人类结合程度的质变。随着植入式医疗设备、神经调控芯片和基因编辑技术的出现，技术开始与人体进行深度的结构性融合。这时，技术不再是纯粹的外在工具，而成为支撑生命、增强能力的内在组成部分。赛博格（Cyborg，即有机体与机械体的混合体）从科幻走入现实。心脏起搏器，人工耳蜗等都是这个阶段的典型例证。近年来，脑深部电刺激术用于治疗帕金森病等神经系统疾病，显示出技术对神经功能的直接调控能力。

基因编辑技术的成熟，将结构融合推向分子层面。虽然目前基因编辑工具主要应用于疾病治疗的研究，但其潜在的增强应用已经引发广泛讨论。生物体的存在形态从纯粹的自然造物，转向自然与人工的复合体。在这个阶段，技术与生命的边界变得模糊。

数字迁徙阶段，代表着最具革命性的前景。数字迁徙阶段的核心特征，是意识与载体的可分离性。通过高精度的脑机接口与意识建模，个体的意识模式、记忆与人格，有可能被部分或全部“上传”或“映射”到数字载体中，形成一个“数字存在”。这个数字化的个体，既可以独立在虚拟世界中体验与交互，也可以远程操控物理世界中的机器人身体。

当前的研究虽然距离完全的“意识上

传”还有很长的路要走，但已经显示出这个方向的技术可能性。脑机接口技术正在从简单的运动意图识别，向更复杂的情感状态和认知过程解码扩展。在记忆研究领域，科学家已经能够通过光遗传技术，在小鼠脑中植入虚假记忆，这显示出对生物记忆进行人工干预的可能性。在虚拟现实环境中，人们已经能够通过虚拟化身进行社交互动，体验到一定程度的存在感迁移。

人类可能突破生物寿命的极限和物理空间的束缚，实现一种基于信息的延续。这种可能性引发一系列深刻的哲学和伦理问题：数字存在是否具有与生物人同等的道德地位？意识的连续性问题如何界定？当多个副本同时存在时，个体的同一性如何保持？

上述演进路径，标志着人的定义正在从一个封闭的生物范畴，转向一个开放的、可重构的技术生物学复合范畴。每个阶段的过渡都不是简单替代，而是层次的叠加和形态的丰富。我们既在延续生物进化的古老传统，也在开启一个新的文明篇章。理解这种存在形态的流变，对于把握人类文明的发展方向，构建适应未来社会的伦理规范和法律制度，具有至关重要的意义。

四、认知模式的革命：从个体理性到分布式智能

存在形态的改变，必然伴随认知模式的革新。人机交互与虚实结合正在催生一种全新的认知范式——分布式智能（Distributed Artificial Intelligence）。这场认知革命不仅改变着我们处理信息的方式，更在重塑知识的结构、权威的基础以及智慧的本质。

认知过程的去中心化，是认知模式革命最显著的特征。传统的认知活动，往往被视为发生于个体颅腔内的封闭过程，即思维主体是一个自足的内在空间。然而，当代认知实践已经远远超出这个空间。当我们向搜索引擎提问时，实则是将回忆的功能外包给服务器；当我们利用翻译软件沟通时，实则

是将语言处理的任务委托给机器翻译算法；当我们依赖导航软件寻路时，实则是将空间推理的工作交给全球定位系统和路径规划程序。

我们的认知系统已经扩展为一个包含生物脑、交互界面和云端算法的耦合网络。有学者指出，当外部工具与认知过程实现功能上的整合，并可靠地发挥作用时，这些工具就应该被视为心智的组成部分。在这个意义上，认知的边界变得模糊且具有渗透性，形成一个生物技术混合系统。

认知权威的转移，是认知模式革命中的深刻变化。当人工智能在诊断疾病、分析数据、预测趋势等方面，展现出超越人类专家的能力时，认知的权威性正悄然从人类主体向算法系统转移。医疗领域使用的人工智能影像诊断系统，已经可以准确检测某些类型的癌症；金融领域使用的算法交易系统，能够以毫秒级的速度推算投资决策；法律领域使用的人工智能辅助判案系统，可以快速检索海量判例，为法官提供决策参考。

这一转变引发一个根本性问题：在人与人工智能的判断产生分歧时，我们应以何者为最终决策依据？认知的可靠性基础正经历从人类的理性与经验，向对复杂算法及其训练数据的信任的部分转移。然而，这种信任面临着“黑箱问题”的挑战，许多深度学习算法的决策过程难以解释，给人类理解和评估其判断的依据造成困难。同时，算法偏见问题日益凸显，训练数据中的社会偏见可能被算法放大和固化。

重估认知价值，是认知模式革命的必由之路。在新认知生态中，知识机械记忆与快速计算的价值显著下降，而批判性思维（用以审视人工智能输出的真伪与偏见）、整合能力（将碎片化信息整合为有机知识体系）和价值判断（在复杂甚至冲突的信息中进行符合伦理的抉择）的价值迅速上升。人类正从“认知的劳动者”，转向“认知的管理者与导航者”。

由此，教育的目标需要相应调整。传统的教育强调知识的传授和记忆，而在分布式智能快速发展的当下，更重要的是培养学生提出关键问题的能力、评估信息质量的能力以及在复杂情境中作出明智决策的能力。概言之，应注重培育学生能够与技术共生的新型文化素养。

认知模式革命还带来认知不平等的新形式。能否有效利用分布式智能系统，将直接影响个体认知能力的发展水平，从而在不同人群之间形成“认知鸿沟”。这种差异化比传统的“数字鸿沟”更为深刻，因为其直接关系到个体的思维能力和决策质量。确保认知技术的普惠性，防止认知能力的两极分化，成为社会政策的重要课题。

从更广阔的视角看，分布式智能代表着人类认知演进的新阶段。从个体认知到集体认知，再到人机混合的分布式认知，认知模式的每次变革都伴随着文明形态的跃迁。理解并适应这一变革，不仅关乎个人的发展，更关系到整个文明的演进方向。我们需要建立新的认知伦理，从而既能够充分利用分布式智能的优势，又能够有效维护人类的认知自主性和尊严。

五、经济体系的重构：虚实融合经济的诞生与挑战

人机交互与虚实结合技术，正在催生与物理经济深度交织的虚实融合经济，其核心特征体现在生产、交换与消费的全链条。这种新型经济形态不仅改变价值创造和交换的方式，更重塑整个经济系统的运行逻辑和结构特征。

生产要素的数字化与通证化，是虚实融合经济的基础性变革。在农业时代，土地是核心要素；在工业时代，资本与机器是关键；而在虚实融合经济中，数据成为新的关键生产要素。数据不仅包括个人的行为数据、偏好数据，也包括机器运行数据、环境监测数据等。数据的收集、处理和分析能

力，已成为企业核心竞争力的重要组成部分。

更进一步，现实世界的资产（如房产、艺术品）乃至个人的信用、注意力，都可以通过区块链等技术被“通证化”（Tokenization），转化为可在虚拟世界中自由流通、分割的数字权益凭证。非同质化代币（NFT）的兴起是这一趋势的典型体现。从数字艺术品到虚拟土地，从音乐版权到体育收藏品，各种形式的资产正在被代币化。这极大地提升资产的流动性，降低交易成本，创造全新的价值形态。

然而，通证化也带来新的风险和挑战。由于市场波动性极大，投机色彩浓厚，数字资产的估值缺乏可靠的方法论支撑。智能合约的安全漏洞可能导致巨额资产损失，匿名交易则可能为惩治洗钱等违法犯罪行为造成困难。建立适应数字资产特性的监管框架，成为各国监管机构面临的新课题。

生产模式的智能化与民主化，是虚实融合经济的重要特征。人工智能与自动化技术，正逐步接管大量标准化的物质产品生产工作。从汽车制造的机器人流水线，到仓储管理的自动化系统，从食品加工的智能控制，到农业生产的精准作业，物理商品的生产越来越依赖智能技术。这不仅提高生产效率，也改变劳动力市场的需求结构。

而在虚拟内容创作领域，人工智能生成内容（AIGC）工具的普及则大幅降低创作门槛，使得个人或小团队也能生产出专业级别的文本、图像、音乐与3D模型，这些工具正在重塑创意产业的面貌。生产模式从工业时代的大规模标准化，转向智能时代的大规模个性化与民主化。

这种生产模式的变革也对知识产权保护提出挑战。当人工智能系统能够自主生成具有创意的作品时，其版权归属应该如何界定？训练人工智能系统所使用的数据是否涉及版权侵权？这些问题需要法律体系的创新性回应。

消费的场景化与体验化，是虚实融合经济的显著趋势。经济的重心持续从获取商品向经历体验迁移。在虚拟世界中，消费者购买虚拟服饰、数字土地和独特的社交体验；在物理世界中，消费者通过增强现实（AR）技术进行沉浸式旅游、基于数字孪生进行个性化健康管理等，这些经历体验成为新的消费增长点。

虚拟商品市场的规模正在迅速扩大。游戏产业中的虚拟人物皮肤、道具交易已经形成巨大市场，虚拟时尚产业开始兴起，数字收藏品也受到部分群体的追捧。这些虚拟商品的价值，不再源于物理材料的稀缺性，而是源于其设计创意、文化意义和社交价值。消费的逻辑从使用价值转向符号价值和体验价值。

虚实融合经济带来新的挑战。“数字鸿沟”可能进一步加剧，而那些无法接入数字网络或缺乏数字技能的人群，可能被排除在新的经济机会之外。虚拟资产泡沫的风险需要警惕，历史上每一次资产形态的创新，往往伴随着投机狂热和市场回调。数据隐私保护变得更加复杂，在数据成为关键生产要素的背景下，如何平衡数据利用与个人隐私保护成为重要课题。平台垄断的问题也日益突出，大型科技公司通过控制关键技术和服务，可能获得过度的市场权力。

面对这些挑战，我们需要构建新的经济治理框架。这个框架应该具备促进创新、保护消费者权益、维护市场竞争以及确保经济成果的普惠共享等特点。税收制度需要适应数字经济的特性，社会保障体系需要覆盖新型就业形态，竞争政策需要关注数据垄断和算法合谋等新问题。

虚实融合经济的健康发展，不仅关系到经济效率，更关系到社会公平和文明走向。我们需要在鼓励创新和防范风险之间找到平衡点，构建一个既充满活力又具有包容性的新型经济生态。

六、社会结构的流变：社群、身份与权力的解构与重塑

技术重塑经济基础的同时，也在深刻地重构社会上层建筑，推动社会结构在多个层面发生流变。这种流变既带来新的可能性，也引发深刻的挑战，要求我们重新思考社会组织的原理和个人与社会的关系。

（一）社群的重构：从地缘到趣缘

社交媒体、在线游戏和虚拟世界的出现，使得基于共同兴趣、价值观或虚拟身份的数字社群迅速发展。这些社群打破传统的地域限制，创造全新的社会联结形式。活跃的线上粉丝群围绕特定的文化符号，形成强大的认同感和动员能力；开源软件社区通过分布式协作，开发出复杂的软件系统；去中心化自治组织（DAO）探索基于区块链的新型组织形态，通过智能合约实现组织规则的自动执行。

这些数字社群能够形成强大的组织动员能力和经济协作模式，其影响力有时甚至超越传统的地缘社群。这些发展对基于地域的民族国家认同构成潜在挑战，个人可以同时拥有多重社群身份，国家认同因而需要与其他的社群认同进行协调与共存。

数字社群的兴起也带来新的社会问题。“信息茧房”和“回音室效应”可能导致观点的极端化和社会的撕裂，算法推荐在满足个人偏好的同时，可能限制人们接触复杂信息的渠道。网络匿名性保护隐私，但也可能助长网络暴力和虚假信息的传播。如何构建健康的数字公共领域，促进不同社群之间的对话和理解，成为重要的社会课题。

（二）身份的变化：从固定到流动

在虚实结合的世界中，个体可以拥有并管理多个数字身份。这些身份可以与现实身份关联，也可以完全独立，使用户能够在不同的虚拟场景中扮演不同的角色。在网络游戏中，玩家可以选择不同的种族和职业；在社交媒体上，用户可以精心打造个人形象；

在虚拟现实中，人们可以通过虚拟化身进行互动。

身份从一个相对固定的、由出身和社会关系确定的标签，转变为一个可以自主选择、精心设计和动态表演的流动项目。这带来空前的自我表达自由，使个体能够探索不同的身份可能性，但也可能导致身份认同的碎片化与社会信任机制的弱化。

当人们可以在不同身份之间快速切换时，自我的连续性和统一性面临挑战。身份欺诈和冒充的风险增加，基于稳定身份的社会信任机制则需要重新构建。数字身份的认证和管理成为重要的技术和社会问题，去中心化身份系统等新技术正在探索解决这些问题的可能路径。

（三）权力的转移：从可见到隐形

社会权力正在从政府机构向掌控核心算法、数据流和虚拟空间规则的科技平台转移。这些平台通过推荐算法塑造公众议程，决定哪些信息被看见和传播；通过设定交互规则影响社会行为，定义哪些行为被允许和鼓励；通过管理虚拟资产行使某种“数字治权”，掌控虚拟经济的运行规则。

这种由代码执行的算法权力（algorithmic power）更为隐蔽、高效且跨越国界。与传统的政治权力相比，算法权力缺乏明确的问责机制和民主监督。算法决策可能嵌入设计者的价值观和偏见，但其运作过程往往不透明，难以审查和质疑。这对传统的政治权威和民主问责构成深刻考验。

应对算法权力的滥用问题要求我们发展新的制衡机制。这一机制的重要原则是算法透明性和可解释性，公众有权了解影响其生活的算法如何运作。这一机制的必要监管工具是算法审计和影响评估，确保算法系统的公平性和问责性。同时，应重新界定数字平台的责任和权力，在鼓励创新的同时防止权力滥用。

社会结构的这些深刻变迁，要求我们的治理体系必须具备前所未有的适应性、包容

性和全球视野。传统基于地域的治理模式需要与功能性的治理机制互补，硬性的法律规制需要与柔性的技术标准和社区规范协同。个人需要发展新的素养和能力，以应对身份流动和算法权力的挑战。应在承认差异和多样性的基础上，重新构建社会团结，找到在新的技术条件下共同生活的方式。

七、伦理困境的突破：在延续与断裂之间寻求新平衡

每一次重大的技术制度变革，都会引发伦理层面的深刻震荡。人机交融与虚实互嵌，将人类带入传统伦理框架难以适用的领域，突破其核心困境，既不能固守僵化的传统教条，也不能陷入技术决定论的盲目乐观，而应在文明的延续与断裂之间，寻找新的平衡点与价值锚地。其核心困境体现在三个层面。

（一）主体性模糊与责任归属难题

当决策由人机协同产生，记忆可云端备份，情感可被技术调制时，那个自主、统一、负责的现代性主体形象便开始瓦解。自动驾驶汽车的事故责任划分是这一困境的典型例证。传统的法律框架，建立在人类行为者具有自由意志和理性选择能力的前提下，但在人机混合的决策系统中，这一前提面临挑战。

在一个分布式认知与行动系统中，“我”的边界何在？如果一个人的决策依赖人工智能的分析建议，行动的自主性如何界定？如果记忆可以外部存储和修改，个人的同一性如何保持？如果情感状态可以通过神经技术调节，情感的真实性如何判断？这些问题的核心是能动性的归属。当前亟待在新主体性认知基础上，构建法律责任与道德评价体系。

（二）生物性分层与平等价值危机

基因编辑、神经增强等技术，使得生命本身成为可被精密设计和优化的对

象。这可能造成的最严峻后果是生物性分层（biological stratification），即基于能否负担增强技术，在不同群体之间出现由生物学能力差异形成的鸿沟。这种分层不同于历史上的阶级分化，其基于内在生物学能力的差异，可能更加固化和难以逾越。教育和社会政策或许能够缩小社会经济的差距，但很难弥补生物学能力的鸿沟。

这可能动摇“人人生而平等”这一现代社会的基石。当人类在记忆力、注意力、情绪控制甚至寿命等方面，出现生物学上的显著差异时，平等权利和尊严的基础将受到质疑。更深远的是，增强技术的使用可能改变人类的物种特性，模糊人类“增强”与“变异”的界限。

（三）虚实边界模糊与存在意义迷失

当虚拟世界能提供比现实更丰富、更可控的感官体验与社会满足时，可能出现大规模的“现实退却”。这引发关于真实价值的哲学危机：如果虚拟体验足以满足人的几乎所有需求，那么物理体验的艰辛与局限还有何意义？在虚拟世界中的成就和关系，其价值是否等同于现实世界中的对应物？虚实边界的模糊，可能导致普遍的存在性焦虑与价值虚无感。

确立虚实之间的健康关系，维护对物理现实和真实人际关系的承诺，成为重要的伦理课题。应对这些伦理困境，需要发展新的伦理框架和实践智慧。这个框架应该能够在尊重个人自主和防范技术风险之间找到平衡，在促进技术普惠和维护人类尊严之间建立协调，在拥抱虚拟创新和坚守现实价值之间保持张力。伦理学家们正在探索各种可能的路径，从美德伦理学到责任伦理学，从价值敏感设计到参与式治理。这些探索的共识是，技术伦理问题不能仅靠专家解决，而需要全社会的广泛讨论和参与。技术的发展方向需要在民主审议中决定，而不仅仅是市场选择或技术必然性的结果。

八、治理范式的转型：从敏捷治理到全球协同

制度创新必须跟上技术变革的步伐，以应对技术带来的挑战。从工业革命时期劳工权益保护的滞后，到互联网发展初期网络犯罪立法的空白，历史经验表明，治理体系的适应性是决定技术社会影响的关键因素。当前，我们迫切需要推动治理范式的系统性转型，以应对人机交互与虚实结合技术带来的复杂挑战。

（一）从静态监管转变为敏捷治理

传统基于详尽事前规则的“命令控制”型监管，在快速迭代的技术面前难以达到预期效果。这种监管模式假定监管者能够预见所有可能的情况并制定相应规则，但在技术变革日新月异的今天，这种假定不再符合现实情况。

未来需要建立“敏捷治理”（agile governance）模式，其核心是采用“监管沙盒”等实验性方法，在可控范围内允许创新试错。监管沙盒为创新产品和服务提供受限的测试环境，既鼓励创新，又能够及时发现和防范风险。与监管沙盒配套的是试点推广机制，成功的创新可以在更广泛的范围应用，而存在问题的创新则被限制或调整。

敏捷治理还要求建立动态、可适应的监管框架，根据技术发展与社会反馈持续调整规则。这需要监管机构具备更强的学习能力和响应速度，与产业界、学术界和公民社会建立紧密的合作伙伴关系。

（二）注重数据主权与算法问责的制度设计

必须建立清晰的数据产权与流通规则，在促进数据利用的同时，捍卫个人隐私与集体安全。欧盟的《通用数据保护条例》（GDPR）为数据保护设立了高标准，但其执行中也暴露出合规成本高、创新可能受抑制等问题。未来需要在数据利用与保护之间找到更精细的平衡点，发展如数据信托等新型

数据治理机制。

同时，应提升算法的可解释性与透明度，并建立有效的算法问责机制。妥善使用算法影响评估、算法审计等技术工具，以确保“算法权力”被关在制度的笼子里。特别需要关注的是公共部门算法使用的透明度和问责制，因为这类算法直接影响公民权利和公共服务供给。

（三）强调全球性议题的协同治理

人机交互与虚实结合引发的诸多挑战，如人工智能的军事应用、虚拟经济跨境监管、环境成本等，都是超越国界的全球性议题。因此，必须加强国际对话与合作，建立多边治理机制，共同制定技术标准与伦理准则，避免恶性竞争与规则碎片化。

全球协同治理需要创新机制设计。传统的政府间组织，需要与多利益相关方论坛、技术标准组织等新型治理机制互补。而“灵活联盟”模式，允许有意愿的国家率先推进深度合作，为更广泛的国际共识积累经验。同时，技术标准制定过程中的开放性和包容性至关重要，能够有效防范标准制定被少数国家或企业主导。

有效的治理不再是技术发展的外在约束，而是确保技术演进方向与人类整体福祉相一致的内在组成部分。治理体系转型成功与否，将在很大程度上决定人类能否把握技术变革的机遇，迈向更加公平、可持续和繁荣的未来。

九、教育体系的重塑：培养“人机共生”背景下的文明传承者

为应对未来的挑战，教育作为文明传承与创新的核心机制，必须进行一场深刻的范式革命。这场革命不仅关乎教育内容和方法的更新，更涉及教育理念、结构和评价体系的全方位重构，目标是培养能够适应并引领人机共生的全面发展的人。

从知识灌输到“智慧导航”能力的培养，是教育转型的核心。当前，人工智能已

经可以轻易获取大量表层知识，教育的核心不再是记忆事实，而是培养批判性思维、复杂问题界定与价值判断的能力。教育的重点，应是教会学生如何提出关键问题，如何在纷繁信息中辨别真伪，以及如何将人工智能的输出，转化为有益的行动与明智的决策。

项目式学习（PBL）在这方面显示出独特价值。项目式学习旨在让学生面对真实世界的复杂问题，在探索解决方案的过程中整合多学科知识，发展合作能力和解决问题的技能，可以为教育转型提供借鉴。

哲学思维和伦理推理，应该成为基础教育的重要组成部分。在技术快速变革的背景下，深刻的思维能力和坚实的价值判断，能够为学生提供可靠的导航工具。学生应学会思考技术的本质、发展的目的和美好生活的含义，这些终极问题在技术时代具有新的紧迫性。

强化“人之所以为人”的核心特质，是教育转型的关键维度。教育应更加注重培育好奇心、想象力、共情能力、伦理感知力、坚韧品格与团队协作精神。这些深植于人类生物性与文化传统中的特质，是人工智能在可预见的未来难以复现的，也是在人机共生生态中，人类价值与尊严的核心所在。

艺术教育和体育在这方面发挥着不可替代的作用。音乐、绘画、舞蹈等艺术形式培养感性和创造力；体育活动则塑造坚韧品格和团队精神。这些领域的学习体验具有情感性和具身性，是纯认知训练难以替代的。

社会情感学习（SEL）应该成为学校教育的有机组成部分。系统性的课程和活动，能够帮助学生发展自我认知、情绪管理、同理心和社会责任感。这些能力不仅关系到个人的心理健康水平和生活质量，也关系到社会合作和团结的基础。

构建基于数字孪生的个性化终身学习体系，是教育转型的重要方向。数字孪生技术，可以为每个学习者创建持续进化的“数

字学伴”。这个学伴能精准刻画学习者的认知模式、知识结构与情感状态，动态规划最优学习路径，提供实时的辅导与反馈，从而实现真正的个性化终身学习，支撑个体在快速变化的世界中持续成长与适应。

这种个性化学习系统能够识别学生的学习风格和节奏，提供量身定制的学习材料和活动。一方面，能够及时发现学习困难，提供针对性的支持；另一方面，也能够识别学生的兴趣和潜能，提供拓展挑战。这种精细化的支持有望大幅提升学习效率和教育公平。

终身学习体系的构建，需要打破传统教育的时空限制。“微证书”“数字徽章”等新型学习成果认证方式，使学习能够更加灵活地贯穿个体的一生。企业大学、在线学习平台、社区学习中心等多种学习场所的兴起，能够为终身学习提供更多基础设施支持。

教育的终极目标，是培养出能够理解历史、驾驭当下、塑造未来的，兼具人文温度与科技素养的“完整的人”。这种人既能够充分利用技术扩展自身能力，又能够保持批判性和自主性；既适应快速变化的环境，又坚守核心价值；既追求个人发展，又担当社会责任。

教育转型的成功与否，将在很大程度上决定下一代能否在人与技术之间建立健康、创造性关系，能否引领文明向着更加美好的方向发展。这不仅是教育界的责任，也是全社会共同关注的重要课题。

十、文明未来的走向：在传承与创新中迈向共生智慧

回望历史，从部落到国家，从石器到人工智能，人类文明的航船始终在制度与技术的双轮驱动下，穿越未知的海域。今天，我们正站在一个全新的文明岔路口，前方的道路复杂艰险，我们的选择将决定文明的未来走向。

(一) 未来图景呈现出显著多样性

我们可能走向一个技术寡头统治下的数字封建社会，其中生物性分层固化，绝大多数人沦为“无用阶级”。在这个图景中，掌握核心技术和数据的少数精英通过算法治理和神经调控，实现对社会的绝对控制。随之而来的是社会流动性停滞，个人自主性丧失，文化多样性枯萎。

我们也可能滑向一个虚拟享乐主义的“温柔陷阱”，在精致的数字幻境中消磨掉文明固有的进取精神。在这个图景中，虚拟现实技术提供丰富和吸引人的体验，使得越来越多的人选择从物理世界的挑战和局限中退出。这将导致文明的精神维度和探索动力逐渐衰竭，人们沉浸于舒适和自我满足，失去超越和创造的意志。

我们也同样有机会开创一个数字生态文明，通过将部分人类活动向资源消耗更低的虚拟空间迁移，实现与物理地球的和谐共生。在这个图景中，技术被用于优化资源利用，减少环境足迹，增强生态恢复力。远程办公、虚拟会议、数字产品等替代高碳排的物理活动，为生态系统的修复创造空间。在此基础上，人类可能迈向一个更注重内在体验、宇宙探索与精神升华的意识文明，将文明的重心从物质扩张，转向意识发展和智慧成长。

(二) 基于“共生智慧”的动态平衡

基于“共生智慧”的动态平衡是通往更美好未来的关键。这种智慧要求我们在多个维度上建立和维持创造性张力。在技术与人文之间，既要拥抱技术的巨大潜力，又要坚守人的主体性与价值尊严，确保技术始终服务于人的全面发展。这意味着技术的发展应当增强而非削弱人类的能动性，丰富而非贫瘠人类的生活经验。技术伦理应该成为技术研发的内在维度，而非外部约束。

在虚拟与现实之间，鼓励虚拟空间的创新与探索，但同时牢牢锚定物理现实作为人

类存在与价值的最终基石，防止文明的“脱实向虚”。我们应培养在虚实世界之间自如切换和平衡生活的能力，维护对物理身体、自然环境和真实关系的承诺。

在创新与规制之间，营造鼓励技术创新的宽松环境，同时建立敏捷而有效的伦理与法律框架，以“责任创新”引导科技向善。规制不应该扼杀创新，而应为其设定方向和边界，确保技术创新与社会价值相协调。

在个体与整体之间，在保障个人自由与权利的同时，强化对人类命运共同体和地球“生命之网”的责任担当。个人发展的追求需要考虑对他人和后代的影响，局部利益的追求需要顾及整体系统的健康。

(三) 共生智慧的培育需要多方努力

教育体系需要培养系统思维、跨文化理解和伦理判断能力；治理机制需要增强包容性、适应性和全球协调；文化领域需要促进对话、理解和意义探索。

归根结底，人机交互、虚实结合的未来之道，并非一条预设的坦途，而是一个需要一代代人基于历史的智慧、当下的勇气与对未来的责任，去持续探寻、不断修正的动态平衡过程。这既是挑战，也是这个时代赋予人类的伟大使命。在技术快速变革的当下，我们唯有以智慧明辨方向，以仁爱关怀生命，以勇气面对挑战，方能在人机之间、虚实之际，找到文明持续繁荣之道。

(转载自：学术前沿；原文有删减)

邵井海：带切换扩散过程的遍历性、稳定性及长时行为研究

一、引言：从确定性模型到随机环境切换的范式演进

数学模型作为理解复杂系统动态行为的工具，其演进逻辑往往遵循着从理想化假设向逼近现实复杂性发展的路径。早在20世纪20年代，Lotka和Volterra提出的种群竞争模型便奠定了生物数学的基础，该模型使用常微分方程组来描述多个物种在同一生态位下的相互作用。在这种经典的确定性框架下，物种自身的增长率及物种间的竞争系数被设定为常数，这在理论推导上具有封闭性和完备性，其解通常处于有界区域内，便于通过经典数学分析手段进行研究。然而，这种静态参数的设定在面对充满不确定性的现实世界时显露出了本质的局限性，因为自然界的各种速率参数并非恒定不变，而是随时间推移呈现出动态演化的特征。

为了修正这一偏差，早期的尝试主要集中在引入时间变量，使参数成为时间的确定

性函数，但这依然难以捕捉系统内部难以预测的随机波动。随着随机分析理论的发展，特别是基于布朗运动的伊藤积分理论的建立，研究者开始通过引入白噪声来模拟环境的随机扰动，从而将常微分方程拓展为随机微分方程。在这种范式下，增长率等参数被分解为平均趋势与随机涨落两部分，系统的解不再局限于紧致区间，而是可以在无界空间中游走。这一跨越不仅改变了方程的拓扑性质，也使得现代概率论与随机分析成为了解析系统行为的核心工具。

尽管引入白噪声极大地提升了模型的解释力，但它主要刻画的是一种连续的、幅度较小的微观扰动。在现实的生物系统或金融市场中，往往存在着另一种更为剧烈的、定性的环境突变。例如，生态系统中的旱季与雨季交替，或者金融市场中牛市与熊市的轮动，这类宏观环境的切换会导致系统参数发生本质性的跳跃。白噪声无法充分描述