



郑哲敏(资料图) 陆欣/摄

人物链接

郑哲敏，著名力学家、爆炸力学专家。长期从事固体力学研究，开拓和发展了我国的爆炸力学事业。擅长运用力学理论解决工程实际问题，提出了流体弹塑性体模型和理论，并在爆炸加工、岩土爆破、核爆炸效应、穿甲破甲、材料动态破坏、瓦斯突出等方面取得重要成果。倡导海洋工程力学、材料力学性能、环境灾害力学的研究，创建了中国科学院力学研究所非线性连续介质力学实验室，为推动我国力学事业的发展作出了突出贡献。1980年当选为中科院院士，1993年被选为美国国家工程科学院外籍院士，2012年度荣获国家最高科学技术奖。

技术科学（又称作工程科学，以下统称技术科学）的孕育和诞生，经历了一个漫长的过程。就力学这门技术科学而言，一般认为它的直接源头应该可以追溯到19世纪末20世纪初的德国哥廷根大学。当时，数学家克莱因致力于推动理论科学应用于工程技术的改进，使科学与工程的结合发生了质的变化。在克莱因、普朗特的领导下，源于经典力学但一改其传统风格、直接服务于工程技术的应用力学迅速兴起，成为技术科学领域早期的代表性学科，形成了具有世界影响的哥廷根应用力学学派。与此同时，电气、化工等其他工程技术领域的科学与工程的结合也逐渐发展起来。随着科学与工程结合的趋势不断深入和扩展，世界工程技术发生了革命性变化。尤其是，二战期间火箭、高速飞

机、雷达、核武器等重要武器装备的发明和使用，从根本上改变了人类生产与战争的面貌。这些重大发明与以前的发明创造明显不一样，它们不是依靠工程实践积累和经验判断设计出来的，而是需要数学、力学、物理学等理论科学作为设计依据，是科学家和工程师密切合作的产物。

钱学森技术科学思想的形成

钱学森的技术科学思想的形成应追溯到其赴美留学。1935年，钱学森进入美国麻省理工学院航空系学习，获得航空硕士学位后转向航空工程理论——应用力学的学习，师从加州理工学院著名应用力学大师冯·卡门教授。在冯·卡门的指导下，钱学森深

从钱学森的技术科学思想谈起

□ 郑哲敏

技术科学是一类科学，也是一种观点、一种文化。了解这些观点，在政策制定和科研管理方面，既有利于全面规划，也有利于营造发展技术科学的环境，包括评价体系的制定和完善，研究机构的学科定向和运行方式。需要进一步加深对技术科学的认识，认真研究并大力发展技术科学。

刻领悟应用力学学派的思想精髓，在固体力学、流体力学、气体动力学等方向上取得了许多重要成就。他在留美期间还参与了美国空军发展战略规划“迈向新高度”的编制，积累了丰厚的理论和应用经验。1947年，钱学森回到祖国探亲，先后在浙大、交大和清华做了题为“Engineering and Engineering Sciences”的学术报告，首次提出了存在“基础科学—技术科学—工程技术”三个层次结构的观点，引申出整个自然科学的知识体系。10年之后，回国刚一年多的钱学森在全国首届力学学术会议上做了主题报告《论技术科学》，并在当年《科学通报》期刊上发表，全面系统地论述了技术科学的基本性质、形成过程、学科地位、研究方法和发展方向，由此形成了关于技术科学的完整观点。之后，钱学森大力介绍和传播技术科学思想，参与制定国家科学发展规划，筹建落实技术科学人才培养机构设置，根据国民经济和国防建设的需要安排技术科学研究任务，还在与“两弹一星”工程有关的关键技术攻关过程中采用技术科学研究与组织管理的方法，成功地突破了许多重大关键技术，有力地推动了某些技术科学新兴领域，为后来的持续发展奠定了坚实的基础。

钱学森认为，“自然科学”“技术科学”和“工程技术”构成一个体系，它们之间存在紧密的反馈关系。一方面，要看到自然科学作为技术科学的基础的一面；另一方面也要看到技术科学对自然科学的贡献。因为自然科学是不可能尽善尽美的，不可能把工程技术完全包括进去，而技术科学却能把工程技术中的宝贵经验和初步理论精炼成具有比较普遍意义的规

律，这样，对技术科学的成果加以分析和提高就有可能成为自然科学的一部分。以工程控制论和生物科学的关系为例。工程控制论在自然科学中是没有祖先的（它是技术科学知识），但是工程控制论一旦形成，它的应用就不局限于人造的控制系统了。就是说工程控制论中的一些规律，是更广泛的控制论的一部分，而这个更广泛的控制论就是一切控制系统（人为的和自然的）的理论，它也必然是生物科学中不可缺少的，是生物科学的一部分。

此外，技术科学对其他科学的贡献还不限于自然科学。例如运筹学，它在自然科学领域里没有祖先，它是由于改进规划工作的需要而产生的。然而运筹学一旦诞生，就已经部分踏入了社会科学领域。目前运筹学的历史还太短，内容还不丰富，设想有了进一步的发展之后，它的应用范围会更扩大，会向社会科学部门伸展。

自然科学与技术科学都是科学。自然科学面对相对简单的问题，要求严格解，即把事物的规律精确提炼出来，要求精确描述；技术科学面对的问题相对复杂，只能近似解，因为环境总是很复杂的。两者的目标不同。

技术科学与工程技术的区别在于，每项工程涉及各种各样的具体技术问题，而技术科学是研究其中概念性、关键性、共同性的规律，给出一些工程上解决类似问题的共同方案。就是说，技术科学对工业技术有着引导的作用，能极大地促进和推动工程技术的发展。

技术科学的兴起、发展和繁荣是20世纪世界科学技术史的大事，它让科学技术进入了一个新阶段，深刻地影响和塑造着人类活动的方方面面。从世界角度看，技术的发展非常

广阔和活跃，远远超出了原来的设想、类型和规模，并且呈现出一种规律，即基础科学越发展，与之相应的技术科学和工程技术也越发达。技术科学已经越来越走向宏、微观结合，与技术的发展也越来越紧密地相互促进。

科学与技术之间的关系也深刻影响着科技政策的制定。1950年代盛行范内瓦·布什的从基础研究到应用的线性模型，后来发展出来斯托克斯的巴斯德象限理论，印证了钱学森60年前关于基础科学和技术科学间，或科学与技术间“反馈”的思想是很超前的。

钱学森的技术科学思想为何没有更好实现

但是为什么60年前已经提出的先进东西未能很好地实现呢？有几方面原因：第一，被“好大喜功，急功近利，鄙视既往，迷信将来”的观念所束缚；第二，对科学技术的发展规律认识不足，不知道科学技术是有分工的，是多类型、多层次的分工合作；第三，对科研人员的信任不够充分，没有给予科研人员自由选择工作的足够权利。总的来讲，是科学界、政府和民众对技术科学的性质、作用没有充分的认识。对于什么是技术科学，究竟有没有技术科学、如何进行技术科学教育，以及有关发展技术科学的政策、技术科学的组织与管理有什么特殊性，等等，认识上都很模糊。

因此，值得进一步思考和讨论的问题很多。我们究竟应该如何遵循科学技术的发展规律来布局科研力量？在科技界，一个极端是按基础科学的标准来规划和指导技术科学，按组织基础研究的传统方式组织技术科学研

究；另一个极端则是把技术科学研究看作是解决具体的工程和生产问题的的工作。如此导致一个个产品的开发无法取得突破性进展，也无法与知识的积累互动，长久以往成为恶性循环。在政策制定和科研管理方面，对于科学技术研究如何支持，如何组织，如何评价，认识也都不够，而且缺少统筹规划。

此外，继航空航天之后，下一个力学发展的牵引力是什么也很值得思考，是不是人类健康？现在南水北调的东线西线，对环境的影响是深远的，有很多科学问题需要深入研究，所以力学与地球科学的深度结合恐怕也是一个思路。

总体来看，技术科学是一类科学，也是一种观点、一种文化。但是，国际上的经验，我国20世纪60年代科技界和有关部门在技术科学方面取得的经验，并没有被很好地继承下来；在科学技术教育方面，我国也没有完全从20世纪50年代“理工分家”的影响中解脱出来。因此，准确认识技术科学的基本观点，有利于深入认识技术科学的性质、功能及其与基础科学和其他应用技术的关系。了解这些观点，在政策制定和科研管理方面，既有利于全面规划，也有利于营造发展技术科学的环境，包括评价体系的制定和完善，研究机构的学科定向和运行方式。因此，需要进一步加深对技术科学的认识，认真研究并大力发展技术科学。



（上接1版头条）

以促进市场完善为重点，建立疏堵结合的管控体系。一方面，采取法律的、经济的甚至必要的行政措施对房地产市场进行管理，保持房地产市场平稳发展。如，限制不合理需求，严格管理违规销售行为；提高开发准入门槛，清理“僵尸企业”，实施负面清单管理，鼓励兼并重组，建立房企诚信经营机制和评价惩戒体系，提高预售门槛；规范房地产中介，通过房地产中介机构从业人员执业资格制度设定准入门槛，确保房地产中介机构从业人员的专业程度和行为规范自律等。另一方面，通过发展有管理的直接融资渠道，疏通投资渠道，发展房地产投资信托基金、商业地产抵押贷款支持证券等资产证券化工具引导投资。发展这些资产证券化工具，有助于发展经营性住房供给，如发展机构租赁；有助于分散房地产市场风险；有助

（上接1版二条）解决“人民日益增长的物质文化需要同落后的社会生产之间的矛盾”和“人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾”，都必须牢牢把握发展这个主题。另一方面，发展的不平衡不充分问题具有逻辑必然性。其一，发展的不平衡问题是绝对的，平衡是相对的。协调发展是平衡和不平衡的统一。由平衡到不平衡再到新的平衡是事物发展的基本规律。因此，解决发展的不平衡问题并不是搞平均主义，而是解决严重的不平衡即不协调和失衡问题。其二，发展的不充分问题是长期存在的，不充分是绝对的，充分只是相对的。相对于一定历史阶段和人民的需要而言，可以通过充分发展来解决发展和需要之间的矛盾，但相对于更高的历史阶段和人民更高更丰富的需要，发展的不充分问题又会凸显和呈现出来。因此，充分发展并不能一劳永逸。

遵循实践论，坚持问题意识的实践思维，正确认识“发展的不平衡不充分”问题。人类认识世界、改造世界的过程，就是一个发现问题、解决问题的过程。实践发展永无止境，矛盾运动永无止境，旧的问题解决了，又会产生新的问题。正确认识“发展的不平衡不充分”问题，必须遵循马克思主义以实践

于疏解住房领域的实物投机性需求，将房地产实物的投资引向对房地产金融产品的投资，减少住房实物需求，抑制房价上涨。

以信息引导和预警为重点，建立市场协同监管机制。在信息化时代，房地产市场的监管完全有条件更加科学有效。在完善和细化房地产市场统计指标的基础上，依托信息化建立以大数据为基础的房地产市场预警体系，并及时引导市场主体行为；建立科学的市场评价体系，依据预警标准和房地产市场运行实际情况，判断风险等级，及时启动与预警等级相对应的调控政策，平抑市场波动；建立政府协同监管机制，实现各部门信息共享机制；实施及时准确的信息发布和舆论引导，防止市场恐慌等。不断改善房地产市场调控。

（作者系住房和城乡建设部政策研究中心主任、研究员）

为基础的唯物论、辩证法、认识论和价值论的统一，坚持问题意识，实事求是地对待问题，求真务实解决问题。正是基于强烈的问题意识，我们认识到，我国社会主要矛盾的变化是关系全局的历史性变化，对党和国家工作提出了许多新要求。中国共产党人革革命、搞建设、抓改革，从来都是为了解决中国的现实问题。我们要有强烈的问题意识，以重大问题为导向，抓住关键问题进一步研究思考，着力推动解决我国发展面临的一系列突出矛盾和问题。要在继续推动发展的基础上，着力解决好发展不平衡不充分的问题，大力提升发展质量和效益，更好满足人民在经济、政治、文化、社会、生态等方面日益增长的需要，更好推动人的全面发展、社会全面进步。

新的历史起点、新的历史特点，很大程度上反映在我们所面对的复杂矛盾上，反映在我们所要解决的实际问题上。正如邓小平所指出的，“发展起来以后的问题不比不发展时少”。我们对于社会主要矛盾的新判断，正是运用马克思主义的世界观方法论，主要针对发展的不平衡不充分问题，着力解决“发展起来以后的问题”作出的科学判断。

（作者系中央党校哲学教研部副主任、教授）

人工智能作为当今世界上最重要的科技之一，其走过了60年“三起两落”的发展历程，已融入人们生产生活的各个方面。“智能+”时代正在加速向我们走来。在人工智能风口到来之际，构建应用场景、找准突破口成为人工智能应用落地的重中之重。

人工智能应用落地的四个关键因素

人工智能产业发展繁荣离不开数据驱动和计算能力的提升。大数据、计算能力、人工智能之间正在形成一种共生生态，大数据为人工智能提供源源不断的动力，人工智能衍生出了诸如深度学习、强化学习、迁移学习、对抗学习等新型算法，硬件计算能力的有力提升有效地缩减了算法迭代改进周期。未来可从四个方面形成合力，加速人工智能应用落地。

明确应用场景边界。人工智能技术尚未达到强人工智能水平，产业落地过程中应避免好高骛远。例如，机器人识别在绝大多数情况下比人识别的效果要好，但是在需要知识、想象力的特殊情况下，与人脑还是存在较大差距。现阶段以深度学习为代表的人工智能技术并不善于解决通用性问题，人工智能技术要实现产业落地并形成商业价值，需要清晰其所能解决的特定领域问题，并有明确的应用场景边界。将人工智能的功能需求限定在有限的特定问题边界之内，这样得出的解决方案才能相对可行可靠，如借助视听传感器能够自主规划扫地方案的扫地机器人等。

闭环数据反馈循环。谷歌、Facebook、英特尔、微软、苹果、特斯拉，中国的BAT等人工智能前沿公司，通常都具有一个共同的特征——闭环的数据反馈循环。例如，Google、百度等互联网广告系统能够根据用户点击及输入等操作，自动收集到用户一手数据，抽取关键特征并输入深度学习神经网络，神经网络训练好后能用于对用户行为的预

测，进而提高用户体验。从应用终端收集数据，再用数据训练模型，之后用模型提高用户应用体验，用户应用后又产生新的数据，这就形成了闭环的数据反馈循环。其内部就可以完成自动数据收集、标注、训练与反馈，这使得人工智能算法实时迭代优化的更加便利。

海量高质量数据。随着移动互联网和物联网的快速发展，数据量正在以指数级增加，根据IDC统计，全球数据总量预计2020年达到44ZB，中国数据量将达到8060EB，占全球数据总量的18%。对于自然语言、音频和视频等数据，其分析越来越聚集于提取其中的语义，包括情感分析、文档主题模型、依存模型、问答语义分析等。以深度学习为代表的人工智能技术，本质上是一个具有多层的神经网络，通过大数据计算来自动学习最终的网络参数，不同的网络参数能够识别出不同的物体，但需要依赖规模庞大的高质量带标签数据集，才能够保证其学习质量。

高性能计算硬件。深度学习模型需要很高的内在并行度、大量的浮点计算能力以及矩阵运算，按环节可分为前期训练、云端推理、终端推理等三个阶段。在前期训练和云端推理环节，需要进行规模庞大的运算量，CPU+GPU架构成为目前多数人工智能企业的主流选择。然而，构建GPU集群的成本非常高昂，仅购置一块Nvidia Tesla K80的费用近4万元。FPGA具备较高的性能功耗比和重构灵活性，百度采用FPGA打造百度大脑专用AI芯片，微软打造的Brainwave平台也是基于英特尔Stratix 10 FPGA芯片。在终端推理环节，由于智能手机、语音交互、VR/AR等终端设备需求不同，需要定制化、低功耗、低成本嵌入式解决方案，其市场呈现更加多样化竞争态势，如寒武纪的1A处理器、地平线的BPU芯片等，华为Mate 10的麒麟970芯片搭载了神经网络单元NPU，使得其在处理相关人工智能任务（如图像识别等）时有50倍能效和25倍性能的提升。

我国人工智能应用落地面临的问题及建议

基础研究与实践联系不紧密，要统筹协调促进研发资源聚合。在研发方面，我国人工智能研发主力集中于科研院所（国外主要集中于大企业），并且研究力量比较分散，研发经费也呈现撒胡椒面式的碎片化，这难以聚集力量解决重点问题。可借鉴美国成立国防高级研究计划局、Google X实验室、Facebook人工智能研究院的经验，成立我国人工智能国家实验室和人工智能产学研协同创新中心，打通产学研用各环节，促进研发资源聚合。

针对数据孤岛和数据碎片化问题，可建立开放共享的大数据公共资源。由于数据表示与语义的异构性、数据的开放性等問題，导致人工智能在落地过程中出现种种问题。在异构性方面，由于许多行业的数据积累在数据标准规范上缺乏预先定义可广泛适用的元数据描述，其数据集远未达到可充分发挥人工智能技术潜能的程度。在开放性方面，一些企业从商业利益出发限制了数据的共享和流转，监管部门出于安全考虑对人工智能应用提出了更为严格的要求。因此，解决高质量大数据短缺问题是人工智能应用落地的关键，未来需要在整合异构数据源、建立一些开放共享的大数据公共资源库等方面多做努力。

缺乏完整的产业生态体系，应围绕特定应用场景开发定制AI芯片。目前，我国仍然缺乏完整的人工智能产业生态，特别在基础硬件（芯片）领域。未来应加快补齐基础软硬件短板，可围绕一些特定应用场景（如智能手机、无人机、智能驾驶、服务机器人等），从硬件实现角度颠覆性地突破类脑神经芯片，如深度卷积神经网络芯片等。

缺乏顶尖级创新型资深人才，可借助互联网实现AI技术教育泛化。根据LinkedIn发布的《全球AI领域人才报告》，2017年第一季度全球人工智能人才超过190万人，其中美国拥有85万以上，中国拥有约5

科技战略

我国人工智能应用落地的关键因素

□ 陆平 张洪国 黎文娟

万。美国人才多集中于人工智能基础层和技术层，而我国多集中于应用层，并且同时掌握实践能力和理论能力的研究人员比较稀缺。未来，应增强我国人才自身造血能力，可考虑借助互联网让人工智能教育实现泛化（如借鉴国外大规模在线教育Coursera等），降低个体获得人工智能前沿技术的门槛。