

主编按语

工具之后,问题仍在 ——从有限元软件的冲击到 人工智能时代人的成长*

卢天健

(南京航空航天大学, 南京 210016)

(本刊主编卢天健来稿)

摘要: 本刊此前几篇按语已分别讨论了学术根脉、智能工具、研究尺度与学科方向。这些讨论之后,还需要追问一个更靠前的问题:当工具越来越强,人是否还能守住问题、判断和成长?从力学史看,人工智能并不是第一次强工具革命。有限元方法、计算机和工程软件曾经把力学人从大量繁琐数学求解中解放出来,使复杂结构、复杂边界和复杂载荷进入可计算状态;但它们也曾反过来冲击力学人的位置感、学科自信和建制空间。不少独立力学、应用力学或工程力学方向在工程学科重组中被压缩、合并或边缘化,其影响至今仍未完全消散。今天 AI 带来的迷茫、无力和恐慌,与当年计算工具和有限元软件带来的冲击有相通之处,甚至更深,因为 AI 不只进入求解环节,还进入检索、写作、表达、代码、图表、方案和问题外观的生成环节。

强工具时代最稀缺的,不是更熟练地调用,而是能不能看清对象、讲清机理、提出问题并承担责任。会建模、会划网格、会看云图,并不等于看清对象、理解边界、解释机理和承担责任;生成答案、生成文本、生成方案,也不等于提出问题、形成判断和完成创造,生成新外观也不等于打开从 0 到 1 的新入口;真正的原创入口,只能从真实对象、真实矛盾、真实边界和真实责任中被人辨认、承担和推进。近期 *MechanoEngineering* Editorial 中提出“机制必须先于性能”,并强调 AI 可以加速搜索,但力学必须判断什么是真实,这一判断正好提醒我们:工具可以更快生成候选结果,却不能自动给出物理可采纳性,算法可以扩大搜索空间,却不能替代守恒约束、本构结构、边界条件、稳定性判据、失效包络和实验验证。速度如果不受机制约束,就不是进步,只是更快的运动。

AI 不是要不要用的问题,而是怎样用、由谁用、用到哪里、谁来负责的问题。大学教师不能因 AI 风险而反 AI,也不能放任学生成为工具的附属物;真正的教书育人,是帮助学生穿过强工具带来的恐慌和幻觉,把他们带到工具之上。工具之后,问题仍在;问题之后,是人的成长。

关键词: 人工智能; 有限元方法; 计算力学; 工程软件; 学科冲击; 建制压力; 问题意识;
力学机理; 洞察力; 方法论; 大学教师; 教书育人; 人的成长

中图分类号: O3 **文献标志码:** A **DOI:** 10.21656/1000-0887.472033

* 收稿日期: 2026-06-10

作者简介: 卢天健(1964—),男,教授,博士,博士生导师(E-mail: tjlu@nuaa.edu.cn)。

引用格式: 卢天健. 工具之后,问题仍在——从有限元软件的冲击到人工智能时代人的成长[J]. 应用数学和力学, 2026, 47(6): 687-698.

After Tools, Problems Remain: From the Impact of Finite Element Software to Human Growth in the Age of Artificial Intelligence

LU Tianjian

(Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, P.R. China)

(Contributed by LU Tianjian, Editor-in-chief of AMM)

Abstract: Previous editorials of this journal have discussed academic lineage, intelligent tools, research criteria, and disciplinary direction. After these discussions, a more fundamental question remains: when tools become increasingly powerful, can human researchers still preserve their ability to ask questions, make judgments, and grow? From the perspective of mechanics, artificial intelligence is not the first powerful tool revolution. The finite element method, computers, and engineering software once liberated mechanicians from tedious mathematical calculations and enabled complex structures, boundaries, and loading conditions to become computationally tractable. Yet they also reshaped the identity, confidence, and institutional space of mechanics. In many universities and engineering schools, independent mechanics, applied mechanics, or engineering mechanics programs were compressed, merged, or marginalized during broader disciplinary reorganizations. The unease and sense of displacement brought by AI today are therefore not entirely new; they echo, and in some ways deepen, the impact once brought by computational tools and finite element software. AI goes beyond numerical solution. It enters literature retrieval, writing, coding, diagram generation, scheme construction, and even the appearance of problem formulation.

In the age of powerful tools, what is truly scarce is not the ability to call tools more skillfully, but the ability to see the object, explain the mechanism, formulate the question, and take responsibility. Being able to build a model, generate a mesh, and obtain a contour plot does not mean that one has understood the object, the boundary conditions, the underlying mechanisms, or the responsibility of engineering judgment. Generating answers, texts, or schemes is not the same as posing questions, forming judgment, or creating knowledge. Generating a new appearance is not the same as opening a zero-to-one original entry point; such an entry point can only be recognized, undertaken, and advanced by human researchers through real objects, real contradictions, real boundaries, and real responsibility. In a recent *MechanoEngineering* Editorial, Gao Huajian emphasized that mechanism must precede performance and that AI may accelerate search, but mechanics must judge what is real. This statement captures a central issue in the age of powerful tools: tools may generate candidate outcomes faster, but they cannot automatically provide physical admissibility; algorithms may expand the search space, but they cannot replace conservation laws, constitutive structures, boundary conditions, stability criteria, failure envelopes, or experimental validation. Speed without mechanism is not progress; it is only faster motion.

AI is not a matter of whether it should be used, but of how it is used, by whom, to what extent, and with what responsibility. True education is to help students pass through the fear and illusion created by powerful tools and bring them above tools. After tools, problems remain; after problems, human growth begins.

Key words: artificial intelligence; finite element method; computational mechanics; engineering software; disciplinary impact; institutional pressure; problem consciousness; mechanical mechanism; insight; methodology; university teacher; education; human growth

0 引言: AI不是第一次强工具革命

本刊此前几篇按语,分别从根脉、工具、尺度和方向几个入口,讨论了今天学术研究中绕不过去的基础问题。《桥仍在,河向前》强调的是学术来路:桥可以更新,河不能断流;工具可以变化,学脉不能轻断^[1]。《AI赋

能结构设计》讨论的是强工具进入结构设计之后，为什么仍须回到力学机理、实验验证、制造基础和工程约束^[2]。《为什么科学研究必须坚持“四性”》提出，研究工作至少要经得起重要性、必要性、创新性和可行性的基本衡量^[3]。《河流的新航道》则进一步追问，在工具革命、学科交叉和方法重组持续加速的时代，应用数学与力学这条河流究竟应当往哪里去^[4]。

这些讨论连起来看，其实都在追问同一件事：工具可以变，方法可以变，学科边界也可以变，但研究者必须守住什么？

这里还要追问一步：当工具越来越强，人是否还能够守住问题、判断和成长？至于什么才是真问题，问题又怎样从真实对象、真实矛盾、真实边界和真实需求中长出来，将在《问题为王》（即将发表）中进一步展开；这里先讨论更靠前的一层：强工具时代，为什么仍必须把人带回问题。

今天谈 AI，很容易让人以为我们正在面对一场前所未有的工具冲击。这个判断当然有道理。人工智能尤其是大语言模型出现以后，检索、翻译、综述、提纲、代码、图表、语言润色，甚至候选问题和候选方案，都可以在很短的时间内被组织出来。过去需要许多天、许多周才能完成的资料准备和文字整理，现在可能在数小时甚至更短时间内初步成形。

许多人因此兴奋，也有人因此犹疑、迷茫，甚至感到无力和恐慌。

如果工具越来越强，人还剩下什么？

这种危机感不能简单归为保守，也不能用几句技术乐观主义打发掉。AI 真正带来的冲击，不只是效率变化，更是人的方向感、能力感和未来感受到冲击。

把目光放回力学自身的历史，就会发现，强工具改变力学工作方式并不是第一次发生。没有现代计算工具之前，许多力学家首先就是应用数学家。复杂边值问题、非线性方程、板壳理论、稳定性、弹塑性、断裂、振动、波动和流固耦合，往往要在解析推导、特殊函数、近似展开、图表查算和大量手算中艰难推进。那时，数学求解能力几乎就是力学能力的重要组成部分。一个问题能不能做，常常首先取决于能不能被算出来。

后来，计算尺、计算器、电子计算机和有限元方法相继出现，情况发生了根本变化。有限元方法在变分原理、结构分析和计算机能力增长的共同推动下逐步形成并发展起来^[5-7]。它把复杂几何、复杂边界、复杂载荷和复杂材料问题转化为可离散、可组装、可求解的数值问题；计算机又使大规模矩阵求解和复杂工程分析成为可能。许多过去只有少数数学高手才能处理的问题，被计算力学大大降低了求解门槛。普通工程师、学生和研究人员经过训练，也能够建立模型、划分网格、施加载荷、求出应力场、位移场、温度场和频响曲线。

这是力学史上的巨大进步，也是一场深刻冲击。

有限元方法、计算机和工程软件的兴起，一方面把力学人从繁琐求解中解放出来，另一方面也曾让许多力学人感到不安。过去靠解析推导、数学训练和力学直觉建立起来的学科自信，突然被计算机软件、商业程序和工程流程重新丈量。许多复杂问题似乎不再需要少数力学家艰苦求解，工程师经过软件训练也能给出云图、曲线和报告。

更深的反作用，是力学学科自身的建制压力。不少独立力学、应用力学或工程力学方向，在工程学科重组中被压缩、并入或边缘化，其影响至今仍未完全消散。

当然，这种变化不能简单归因于有限元、工程专业化、计算机科学兴起、材料和制造学科扩张、产业需求牵引、大学院系重组，都共同改变了力学的外部环境。但对力学共同体而言，计算工具和工程软件确实改变了问题的呈现方式，也改变了社会和工程界对力学人的期待。

计算机软件曾经让一些力学人失去位置感，AI 今天让更多学术人失去方向感。

今天 AI 带来的恐慌，与当年计算工具和有限元软件带来的恐慌有相通之处，甚至更深。有限元主要冲击的是求解环节；AI 冲击的则不只是求解。它进入检索、写作、表达、代码、图表、方案和问题外观的生成环节。有限元时代有人担心“我还会不会算”；AI 时代更多人担心“我是否还有用，我还能否判断，我还看不看得清未来”。

所以，今天的讨论不能停留在“用不用 AI”上。真正要问的是：当工具把低层劳动不断接过去以后，力学

人还能不能把自己带到更高处? 大学教师还能不能把学生带到工具之上?

会用工具不难,难的是不被工具带走。

每一次强工具出现,都会降低某一层劳动的门槛,同时制造一种新的能力幻觉。有限元时代的能力幻觉,是以为会建模、会划网格、会看云图就懂了力学;AI时代的能力幻觉,是以为会检索、会生成、会润色、会组织答案就拥有了判断。

今天重新讨论工具与问题,并不只是因为AI改变了科研方式,更因为我们正处在百年未有之大变局中。中华民族伟大复兴需要的,不是只会调用工具的技术熟手,而是能够在中国工程、中国装备、中国环境、中国产业和人类共同挑战中提出问题、承担问题、推进问题的后来者。这样的后来者,必须会用工具,但不能停在工具;必须会生成结果,但不能止于结果;必须会接受AI的帮助,但不能把自己的判断、责任和成长交出去。

AI不是第一次让力学人重新理解工具,也不会是最后一次。每一次强工具的出现,真正改变的都不只是求解方式,而是人应该把精力放在哪里,大学教师应该把学生带到哪里。

1 强工具的两面:解放人,也挤压人

有限元方法的出现,是现代力学和工程分析中的重大事件。它使复杂结构不再只能依赖少数解析模型,使不规则几何、复杂边界、局部细节、多材料组合和多场耦合可以进入统一的计算框架。过去,为了获得解析解,研究者往往不得不对结构形状、边界条件、材料关系和载荷形式作大量理想化处理;有限元方法则使力学家和工程师能够在更接近真实工程对象的层面上开展分析^[5-7]。

这当然是工具革命。它改变了工程设计,也改变了力学教育。梁、板、壳、实体、接触、断裂、热应力、流固耦合、非线性稳定、冲击响应和多物理场问题,都可以通过某种形式的离散和数值求解进入计算。有限元软件进入设计院、实验室和课堂之后,许多复杂工程对象获得了新的分析手段。一个学生只要掌握基本建模流程,便可以看到结构变形、应力分布、模态频率、温度梯度和损伤演化。这在过去是不可想象的。

所以,我们不能轻视工具。

有限元不是低级按钮,AI也不是简单玩具。好的工具扩大了人的能力边界。它把人从大量重复、繁琐、局部的劳动中解放出来,使人有机会去面对更真实、更复杂、更有工程意义的问题。力学的发展从来不是拒绝工具的发展,而是不断把新工具纳入学科训练和工程实践之中。

但强工具从来有两面:它解放人,也会反过来挤压人。

有限元软件普及以后,力学教育和工程训练确实更加高效,但一些基本训练也被悄悄稀释。学生更早看见彩色云图,却未必更懂应力为什么集中;更快得到模态频率,却未必更懂边界怎样改变结构响应;更容易完成报告,却未必更能判断模型是否可信。

软件提高了效率,也悄悄稀释了一部分训练。

工程流程越来越依赖软件,许多力学人也在不知不觉中从问题提出者、机理解释者,退成了模型操作者和报告生产者。工具把低层劳动接过去以后,人如果没有上移,就会被工具挤压。

这就是有限元时代留给我们的深层教训。强工具真正考验的,不是人能否更快使用它,而是人能否把自己带到更高处。会算,曾经是力学能力的重要组成部分;但当机器会算以后,力学人的价值就必须更多体现在会问、会辨、会看、会解释、会负责上。

今天AI把这个问题推得更远。有限元主要替人求解;AI开始替人组织材料、生成文本、给出方案、模拟推理、制造完整外观。有限元时代的反作用,多发生在工程分析和学科建制层面;AI时代的冲击,则进入人的思维习惯、表达习惯、学习方式和评价体系。

它可能让人更强,也可能把人的空心遮得更漂亮。

工具强了,人不能弱。

工具进入课堂以后,大学教师的责任随之改变。过去,教师可能更多训练学生推导、近似和手算;有限元出现以后,教师还必须训练学生理解离散背后的假设,理解单元、网格、本构、边界和求解误差;AI出现以后,

教师又必须训练学生核查文献、识别幻觉、追问证据、判断逻辑、承担结论。工具在变，教师责任不能变轻，而要从低层操作推向高层判断。

有限元教学若只剩软件流程，就会把计算力学教浅；AI 教学若只剩提示词技巧，也会把科学训练教空。真正的教学，应当越过菜单、命令和导出结果，继续追问：为什么这样建模，为什么这样设边界，为什么这个网格可信，为什么这个结果有物理意义，为什么某个漂亮结论仍然不能被接受。

软件不会替人识别对象，默认设置更不会替人承担工程责任。

计算力学的贡献不是让人偷懒，而是把繁琐求解交给机器，使力学人有可能更深地进入对象。AI 也应如此。它不是为了让人少思考，而是为了把人从低层重复劳动中释放出来，使人把更多力量放在问题、机理、证据和责任上。

2 会算不等于会懂：有限元时代已经给过警告

有限元方法普及以后，力学教育和工程实践中很快出现一种新的风险：人们容易把计算结果误认为力学理解。模型搭起来了，网格划出来了，载荷加上去了，云图出来了，报告写完了，好像问题就结束了。可是，真正的力学判断往往从这里才开始。

会划网格，不等于看清对象。网格只是对象的数值替身，不是对象本身。真实结构中有制造缺陷、连接细节、界面状态、加载路径、服役历史和环境影响，有限元模型中往往只保留其中一部分。模型越干净，越要问它究竟删掉了什么。

会施加载荷，不等于边界真实。许多计算结果对边界条件高度敏感。固定端是否真固定？接触是否真接触？热边界是否随时间变化？实际载荷是否有偏心、冲击、摩擦、间隙和路径依赖？如果边界条件本身没有立住，后面的云图再漂亮，也可能只是边界假设的延伸。

会输入材料参数，不等于本构适用。弹性模量、屈服强度、Poisson 比、热膨胀系数、疲劳参数、损伤变量、黏弹性参数和断裂韧性，都不是从软件库中自然长出来的常数。它们有测试条件，有尺度边界，有温度和应变率依赖，有制造和服役历史。把默认参数当真实参数，是强工具时代很隐蔽的风险。

会得到应力云图，不等于机理被解释。云图告诉我们某个量在哪里大、哪里小，却不自动告诉我们为什么大、为什么小，更不自动告诉我们这个峰值是否真实、是否可接受、是否对应失效。很多时候，应力集中可能来自真实几何缺口，也可能来自理想边界造成的奇异性；温度峰值可能来自热流路径，也可能来自网格和接触处理；变形模式可能是物理机制，也可能是数值约束制造出来的形态。

会做网格收敛，也不等于物理问题成立。数值解收敛，只说明在给定模型、给定边界、给定方程和给定参数下，某种离散误差得到控制；它不能证明模型假设正确，更不能证明工程判断成立。有限元的严肃性不只在算法收敛，也在问题收敛：对象是否被看准，边界是否被立住，参数是否有来源，机制是否能解释，实验是否能支撑。

这就是有限元时代给我们的警告：会算不等于会懂。工具可以给出结果，但不能替人判断结果是否有物理意义。大学教师不能只问学生“算出来没有”，更要问：“为什么这样算？”“这个结果说明什么？”“哪里不能信？”“峰值是真实力学现象，还是边界奇异或网格假象？”“这条曲线背后是什么物理过程？”

有限元时代最值得警惕的是“云图崇拜”。所谓云图崇拜，不是说云图没有价值，而是把云图当成理解，把计算结果当成机理，把软件输出当成判断。AI 时代也会有类似风险，只是形式从云图变成了文本、答案以及方案。

云图不是机理，答案也不是判断。

有限元时代早已告诉我们：工具可以给出结果，但不能替代力学判断。会算只是入口，会懂才是力学。

3 结果之后是机理：洞察力决定工具输出的学术价值

AI 时代，重要的不只是能不能得到更多答案，更重要的是能不能透过答案看见问题。有限元时代也是一

样:重要的不只是能不能得到更多的图和曲线,更是能不能透过图和曲线刻画其背后隐藏的力学机理.结果不是终点,机理才是终点;现象不是本质,洞察力才使工具输出进入真正的研究.

力学训练最怕止于“看见结果”.云图、曲线、频率、温度场和优化构型,都只是现象;真正的力学判断,要继续追问载荷怎样传递,能量怎样转化,失效怎样萌生,边界怎样改变机制,哪些结论能够被实验和工程经验接受.

有限元分析给出的应力云图、位移场、温度场、频响曲线、损伤演化曲线或优化构型,都只是研究的中间状态.真正的力学工作,是在结果之后继续追问:峰值为什么出现在这里?主导机制是弯曲、拉伸、剪切、局部屈曲、界面脱粘、热应力集中,还是边界条件诱导的假象?曲线的拐点对应什么物理过程?斜率变化意味着刚度退化、损伤演化、接触状态改变,还是数值格式造成的假信号?优化得到的奇特构型,是真的利用了力学机制,还是钻了模型假设和约束条件的空子?

同样一幅云图,放在不同人手里,价值完全不同.缺少洞察力的人,只看到颜色分布;真正受过训练的人,会看载荷路径、能量传递、边界效应、失效模式和控制机制.缺少洞察力的人,只会说“这里应力大”;真正的力学家会追问“为什么这里应力大,能否改变载荷路径,是否存在更优结构,实验能否验证,工程上是否可接受”.这就是工具使用者与力学家的差别.

力学训练的根本,不是让学生相信一幅云图,而是让他知道这幅云图在什么条件下不能信.

AI输出也是这样.AI可以生成流畅文本、候选解释、文献摘要和研究框架,但这些输出本身还停留在表达层、组合层和候选层.研究者必须继续追问:这个解释抓住主要矛盾了吗?文献是否真实?证据链是否闭合?概念之间只是语言相关,还是存在真正机制联系?结论有没有越过数据和模型能够支撑的边界?如果不能回答这些问题,AI生成得越流畅,反而越容易掩盖空洞.

近年来,AI和科学机器学习已进入计算力学、反问题、代理模型、物理信息神经网络和深度学习辅助仿真等方向^[8-10].这些进展值得重视,也应当被积极吸收.但更要说清楚:物理写进模型,不等于对象已经被理解;方程进入损失函数,不等于边界条件真实成立;数据能够拟合,不等于机制已经讲透;模型能够外推一段,不等于它已经获得工程使用权.AI可以给速度、给容量、给候选;力学必须给方向、给边界、给可信性.

这一判断也在 *MechanoEngineering* 最近发表的 Editorial 中得到了新的呼应.Gao^[11]在讨论 Mechano-X 从范式走向实践时强调,机制必须先于性能;AI可以加速搜索,但力学必须判断什么是真实.这句话切中了强工具时代最容易被忽略的要害:工具可以更快生成候选结果,却不能自动给出物理可采纳性;算法可以扩大搜索空间,却不能替代守恒约束、本构结构、边界条件、稳定性判据、失效包络和实验验证.速度如果不受机制约束,就不是进步,只是更快的运动.

对本文而言,这个判断非常重要.有限元时代的云图可以快速给出性能外观,AI时代的生成模型可以更快给出文本、方案和候选构型;但结果越容易得到,越要追问其背后的机制.一个性能指标是否真正有意义,取决于它是否来自可解释的对象、可说明的边界、可检验的机制和可承担的责任.没有机制的性能,只是结果;没有边界的速度,只是漂移;没有验证的生成,只是外观.

因此,本节所说的“结果之后是机理”,在AI时代还要再往前压一步:机制必须先于性能.性能可以由工具迅速放大,机制却必须由人穿透结果之后重新建立.洞察力决定工具输出有没有学术价值,也决定强工具时代的力学训练是否仍然站得住.

工具输出只有经过人的洞察,才能从结果变成认识.有限元中的云图、曲线和优化构型,需要被转化为力学机理;AI中的文本、摘要和候选答案,需要被转化为问题判断、证据链条和责任边界.大学教师要训练学生的,不只是获得结果的能力,而且是解释结果的能力;不只是调用工具的能力,而且是穿透工具输出、看见本质机理的能力.

没有洞察力,有限元只是云图生产机,AI只是答案生产机;有了洞察力,工具输出才可能被转化为机理认识、问题判断和学术推进.如表1所示,工具输出不是研究终点,而是机理洞察的入口.大学教师要训练学生从图、曲线、文本和候选答案继续向后追问,直到看见主控机制、证据边界和可验证结论.

表 1 从工具输出到机理洞察的训练链条

Table 1 Training chain from tool outputs to mechanistic insight

工具输出	表层结果	必须追问的问题	深层机理训练
有限元云图	应力、位移、温度分布	峰值是否真实？ 是否由边界、网格或奇异性诱导？	应力集中、载荷路径、局部失效、边界效应
计算曲线	刚度、频率、响应、损伤演化	拐点、平台、突变和斜率变化 对应什么物理过程？	稳定性、能量转化、损伤演化、路径依赖
优化结果	最优构型、最优参数	优化是否利用了模型漏洞？ 工程边界是否仍成立？	约束机制、失效模式、鲁棒性、可制造性
AI 文本	摘要、综述、解释、方案	是否有真实文献、 真实证据、真实逻辑？	文献核查、概念辨析、证据链、责任边界
AI 候选问题	题目、框架、研究方向	是否来自真实对象和主要矛盾？	问题意识、对象识别、方法论判断

4 AI 时代的重复命题：生成不等于创造

AI 的确强大，而且还会继续变强。它可以帮助研究者更快检索文献、整理资料、翻译文本、生成提纲、辅助编程、润色语言、制作图表，甚至给出候选模型和候选问题。对有基础、有判断、有对象感的人来说，AI 是很好的放大器。它能够节约时间，提高效率，拓宽视野，帮助比较不同文献、不同方案和不同表达方式。

强调 AI 的风险，绝不是要走向反 AI。大学教师不应因为 AI 出现幽灵文献、低质生成、图像操纵和责任外包等问题，就简单怀疑 AI 乃至反 AI。AI 不是要不要用的问题，而是怎样用、由谁用、用到哪里、谁来负责的问题。大学教师自己也要学 AI、用 AI、教 AI、管 AI。如果教师不了解 AI 能做什么、不能做什么、容易错在哪里，就很难真正指导学生负责任地使用 AI。

AI 本身不是问题，把判断交出去才是问题。

因此，AI 越强，越不能把研究训练压缩成候选答案的选择、拼接和改写。真正需要训练的，是人在候选结果面前判断其物理可采纳性、证据边界和失效条件的能力。AI 可以给出“看起来像问题”的题目、“看起来像方案”的框架、“看起来像结论”的表述，但这些都还不是问题、方案和结论本身。它们必须被重新放回真实对象、真实边界、真实证据和真实责任中检验。强工具时代的危险，不在于工具能生成候选，而在于人把候选误认为创造，把外观误认为入口，把搜索速度误认为学术推进。

这一点已经不只是个人选择。UNESCO 关于教师和学生 AI 能力的框架，以及我国《“人工智能+教育”行动计划》，都说明 AI 素养已经成为教育体系必须正面回应的问题^[12-14]。国际出版机构关于 AI 使用的政策也在不断强调：AI 可以辅助写作、编辑和科研流程，但人的核查、作者责任和学术责任不能外包^[15-16]。这给了大学教师一个很明确的提醒：我们不能把 AI 简单留给学生自己摸索，更不能以风险为由退回到反 AI 的姿态；我们要先学会、先用好、先立规矩，再把学生带到正确使用强工具的位置。

但承认 AI 有价值，并不等于把判断交给 AI。AI 时代最危险的误判，是把高流畅度输出误认为高质量判断，把完整文本误认为真实研究，把候选答案误认为问题解决。学生最容易形成的坏习惯，是先找工具，再找问题；先生成答案，再补充理由；先有文本，再反推逻辑。大学教师必须把这个顺序倒回来：先看对象，先辨矛盾，先立问题，先定边界，然后再选择工具。工具不是研究的出发点，问题才是。

从这个意义上说，生成不等于创造，也意味着生成新外观不等于打开新入口。AI 可以生成一个看似新颖的题目、一个结构完整的框架、一套顺滑的论证，甚至一个很像研究方向的候选方案，但这些都还不是从 0 到 1。从 0 到 1 不是把已有材料重新排列得更像创新，而是在真实对象、真实矛盾和真实边界中，看见别人尚未真正看见的问题，提出新的变量、新的机制、新的方法或新的验证路径。这个入口不能交给工具自动生成，只能由有对象感、有判断力、有责任意识的人去辨认、去承担、去推进。

AI 会放大人的能力，也会放大人的空洞。对有知识积累、对象感和判断力的人，AI 可以帮助他更快地比较文献、发现矛盾、组织证据、形成新的问题；对缺少根基、缺少问题意识、缺少方法论的人，AI 也可能把空洞

变得更流畅、更漂亮、更难识别。人原来厚,工具可能使他更厚;人原来空,工具也可能把空洞放大。

这正是强工具时代最需要大学教师守住的地方。教师不能只告诉学生“可以用”或“不可以用”,而要教学生如何用:怎样让 AI 帮助检索,又不让 AI 替代阅读;怎样让 AI 帮助表达,又不让 AI 替代判断;怎样让 AI 给出候选方案,又不让 AI 决定问题方向;怎样让 AI 参与写作,又不让 AI 承担作者责任。

AI 时代还带来一个更硬的提醒:工具能力增强以后,学术失范的外观也可能变得更精致。幽灵文献、生成式代写、图像处理越界、数据和结论不可追溯、低质评审、责任外包等现象,并不说明 AI 本身应被拒绝,而是说明学术共同体更不能把判断交出去。

AI 时代最危险的,不只是失真内容更多,而是失真内容更容易披上完整、流畅、可信的外观。

工具可以帮助表达,不能制造真实;工具可以帮助生成,不能承担诚信。越是在 AI 能够迅速补齐文本、图表和逻辑外观的时代,大学教师越要把文献核查、数据真实、图像边界、模型适用域、署名责任和审稿责任教得更硬。

有限元时代的风险是云图崇拜, AI 时代的风险是答案崇拜。有限元的云图不自动等于力学理解, AI 的答案也不自动等于学术判断。生成越容易,越要追问生成背后的对象、证据、边界和责任。

5 工具越强,越要把人带到工具之上

强工具时代,真正稀缺的不是会不会调用工具,而是人能不能站在工具之上。一个学生会用有限元、会用 AI,只说明他进入了工具流程;他能不能判断工具边界,能不能从结果中看出机理,能不能从对象中提出问题,能不能对结论承担责任,才决定他是否真正长出了学术能力。

学生首先要进入工具,不应被挡在工具之外。有限元要学, AI 也要学。拒绝工具,不是学术深刻;迷信工具,也不是现代开放。真正的问题在于,人是否知道为什么用、怎样用、用到哪里为止。

这一点对本刊尤其不是抽象判断。近五年(2021—2025年),《应用数学和力学》共发表文章 646 篇,其中第一作者中硕士、博士和讲师等成长型青年作者群体约占 71.77%。由于作者简介中通常不单列博士后身份,博士后作者未能作为独立类别充分识别。因此,这一比例可视为对成长型青年作者群体的保守识别。这说明,期刊面对的许多作者并不是已经完全成熟的学术主体,而是在工具、问题、方法、表达和共同体尺度之间接受训练的后来者。AI 时代若只教他们更快生成文本、更快组织答案,而不训练他们辨认对象、边界、机理、证据和责任,工具越强,人的成长反而越可能变轻。

进入工具之后,马上要学会判断工具。有限元软件有默认单元、默认材料、默认接触、默认收敛准则, AI 有默认语气、默认知识、默认表达套路。真正受过训练的人,不接受默认,不迷信完整,不轻信流畅。他会问:这个边界为什么这样设?这个参数从哪里来?这篇文献是否真实?这个结论是否越界?这个看似合理的解释有没有证据支撑?

再往深处走,是穿透结果。云图、曲线、文本、答案都只是现象,能不能从现象走向机理,决定了工具输出有没有学术价值。AI 可以给出许多现象描述,有限元可以给出许多计算结果,但洞察力决定人能否从这些结果中看见本质。洞察力不是玄学,而是在复杂材料中辨认结构,在复杂结果中抓住主因,在复杂文本中发现漏洞,在复杂现象中看见机制。

更重要的是提出问题,这里需要方法论。调查研究、实事求是、矛盾分析、抓主要矛盾、实践检验,不是旧话,而是强工具时代最硬的基本功^[17-19]。对力学学生而言,调查研究就是回到真实对象、真实结构、真实边界、真实载荷和真实失效;实事求是就是参数有来源、文献可核查、数据可追溯、模型有适用域;矛盾分析就是在复杂因素中抓主控变量和主要机制;实践检验就是让理论、仿真、实验和工程服役相互校准。

最后还要承担责任。工具可以生成结果,不能承担责任。AI 不能替作者负责,有限元不能替力学家负责。文献、数据、图像、模型、参数、结论、署名、工程影响和育人后果,都必须有人承担。工具越强,责任越不能稀释;结果越容易生成,人的责任越要清楚。

会用,只是进门。会辨,才不被带走。会看,才知道结果后面有什么。会问,才真正进入研究。会担,才算长成

一个学术人。

从 0 到 1 的能力，也是在这样的成长链条中慢慢长出来的。它不是“会用工具”的直接结果，也不是“会生成新文本”的直接结果，而是一个人经过会辨、会看、会问、会担之后，逐渐形成的原创入口能力。不会辨，就容易把工具输出当成事实；不会看，就只能停在云图、文本和答案表面；不会问，就无法从对象和矛盾中提出真问题；不会担，就不敢也不能对新入口的证据、边界和后果负责。强工具时代真正要培养的，不只是更熟练的工具使用者，而且是能够在工具帮助下仍然提出问题、识别入口、守住证据并承担责任的人。

这也是大学教师在 AI 时代必须守住的育人次序。先让学生进入工具，再训练学生不被工具带走；先让学生看见结果，再训练学生穿透结果；先让学生会完成任务，再训练学生提出问题；先让学生生成文本，再训练学生对文本背后的对象、证据和负责。所谓把人带到工具之上，不是让学生远离工具，而是让学生在使用工具之后仍然能够把问题、机理、证据和责任握在自己手里。

有限元时代如此，AI 时代更是如此。有限元把学生带入复杂结构、复杂边界和复杂载荷的可计算世界，但教师必须继续追问模型假设、网格质量、参数来源、边界真实性和物理意义。AI 把学生带入更快地检索、生成、表达和方案组织世界，但教师必须继续追问文献真假、逻辑是否成立、问题是否真实、结论是否越界、责任是否清楚。工具越往前走，教师越要把学生往更高处带。

表 2 强调，强工具时代的教育，不是把学生训练成更熟练的工具调用者，而是帮助他们完成从会用工具到会承担责任的成长。工具只是入口，人的成长才是目的。真正的成长，不是工具替学生走完研究过程，而是学生在工具帮助下逐步学会辨认对象、解释机理、提出问题、识别原创入口并承担责任。

表 2 强工具时代人的成长图谱：从工具调用到责任承担

Table 2 A map of human growth in the age of powerful tools: from tool use to responsibility

层级	表面能力	最大风险	真正训练
会用	能调用有限元、AI、数据库和软件平台	把操作当能力	知道为什么用、怎样用、用到哪里为止
会辨	能判断输出是否可信	接受默认设置和流畅表达	看边界、参数、证据、适用域
会看	能从图、曲线、文本和答案中看机理	停在云图和答案	看载荷路径、能量转化、失效萌生、边界效应
会问	能从对象、矛盾、需求和未来中提问	先用工具再补问题	从真实对象和主要矛盾中提出问题， 识别可能的原创入口
会担	能对数据、模型、文献、结论和影响负责	把责任外包给工具	守住文献、数据、图像、模型、署名和审稿责任

6 前辈力学家给我们的尺度：工具不能替代学术人格

学会有限元，不会自动成为钱学森、钱伟长；学会 AI，也不会自动成为真正的力学家。这句话不是要把后来者放到高不可攀的位置上，也不是用大师压人，而是提醒我们：真正的学术能力从来不只是工具能力。

钱学森、钱伟长给我们的启示，不在于他们使用了什么具体工具，而在于他们能够在国家需求、学科前沿、工程对象和基础理论之间提出有分量的问题，并把问题带成学科方向、人才队伍和国家能力。钱学森关于技术科学的思考，正是把基础科学与工程之间的一般性知识问题提出来^[17]。钱伟长在力学和应用数学方面的长期贡献，也说明真正的学术生命力往往不在单一技巧，而在能够把基础理论、应用数学、力学对象、工程需求和人才培养贯通起来^[20]。

这样的传统告诉我们，真正有价值的力学问题，常常不是从工具中自然长出来，而是在国家需求、工程对象和基础理论之间被逼出来、提出来、组织起来。中国力学传统中真正值得传下去的，也不只是公式、模型和成果，而是一种把国家需求、科学问题、工程对象、方法论和人才培养连在一起的思维方式。它要求人既能低头进入对象，又能抬头看见大局；既能做具体计算，又能抓住主要矛盾；既能使用工具，又不被工具牵着走。

真正的原创入口也常常从这里出现：不是工具把一个新问题自动吐出来，而是人在国家需求、工程对象、基础理论和真实约束之间，发现原有知识结构尚未回答的缝隙。一个有分量的从 0 到 1，往往并不显得热闹，它可能只是把一个长期存在却没有被真正力学化的工程困难，转化为新的变量、新的边界、新的机制或新的验证路径；也可能是在一个看似熟悉的对象中，看见既有模型解释不了的主控矛盾。工具可以帮助我们更快

接近这些缝隙,但不能替我们看见这些缝隙,更不能替我们承担把缝隙变成问题、把问题带成方向的责任。

近年来围绕“力学基本问题”和“力学工程问题”的系统整理,也从当代中国力学共同体的角度提醒我们:力学的发展不能只看工具是否更新、算法是否复杂、表达是否流畅,而要看问题是否真正进入基础机制和工程对象。一方面,基础问题要求我们追问概念、变量、尺度、方程和机制的根本边界;另一方面,工程问题又把结构安全、装备可靠、服役环境、制造约束和验证准入真实地压到研究者面前^[21-22]。强工具时代真正要防止的,正是工具跑在问题前面,答案跑在对象前面,表达跑在机制前面。

从更宽的国际力学传统看,也可以得到同样的提醒。Ashby、Hutchinson、Evans 等的影响,也不在工具本身,而在他们把复杂对象组织成图谱、机制、尺度和设计判断的能力^[23-25]。Ashby 给我们看见图谱, Hutchinson 给我们看见机制, Evans 给我们看见结构与功能怎样进入工程。三人的共同启示不是工具,而是把复杂对象组织成问题、模型和判断的能力。

这些参照只是从不同方向提醒我们:工具越强,越需要问题组织能力和机制洞察能力。没有这样的能力,有限元只是云图, AI 只是答案;有了这样的能力,工具才可能成为学术判断和人的成长的助力。

这里的方法论传统尤其重要。调查研究、实事求是、矛盾分析、抓主要矛盾、实践检验,并不是抽象哲学口号。对力学而言,它们都可以转化为具体训练:进入真实对象,辨认真实边界,抓住主控机制,区分主要变量与次要变量,建立可检验模型,把理论、仿真、实验和工程实践连起来^[18-19]。一个学生只有在这样的训练中成长,才可能不被工具牵引,而能驾驭工具。

今天讲传承并弘扬中华优秀传统文化,也不能停留在文字和口号上。它应体现在做人做学问的气质中:重根脉,重责任,重整体,重实践,重家国,也重同世界学术共同体的平等对话。大学教师教学生用 AI、用有限元、用各种新工具,深处不是在教某个软件或某个平台,而是在传递一种学术人格:求真、守正、敢问、能辨、负责。

百年未有之大变局中,中华民族伟大复兴伟业需要的后来者,不只是会操作工具的人,而是有未来观、有大局意识、有科学方法论、有实事求是精神,也有抓主要矛盾和解决真问题能力的人。AI 可以帮助他们走得更快,但不能替他们判断往哪里走;有限元可以帮助他们算得更细,但不能替他们判断什么值得算。

工具可以训练技能,却不能自动生成学术人格;工具可以扩展能力,却不能替代历史责任。一个时代真正需要的,不只是更多会用工具的人,而是能够在工具之后仍然看见问题、承担问题、推进问题的人。

7 结语:工具之后,问题仍在;问题之后,是人的成长

回到最初的问题:AI 越来越强,人还剩下什么?

如果人只是搬运 AI 给出的答案,只是在候选文本之间选择、拼接和转述;如果人不再追问问题从哪里来、证据是否可靠、机理是否成立、责任由谁承担,那么人就不是在使用 AI,而是在被 AI 牵引;不是站在工具之上,而是在不知不觉中变成工具的附属物。强工具时代最值得警惕的,不是 AI 变强,而是人因为过度依赖 AI 而变弱。

这并不是要我们反 AI。恰恰相反,大学教师更要主动拥抱 AI、理解 AI、使用 AI、管好 AI。未来的学生不可能生活在没有 AI 的学术世界里。问题不是让他们离开 AI,而是让他们在与 AI 长期共处中保持主体性。AI 会参与检索、写作、建模、设计和教学,学生也会在这种环境中成长。大学教师要教他们的,不是如何躲开 AI,而是如何在 AI 帮助下仍然保持自己的问题、自己的判断、自己的证据和自己的责任。

有限元没有取消力学家, AI 也不会取消大学教师。会被取消的,是那些把工具使用误认为学术能力、把结果生成误认为问题解决、把流畅表达误认为深刻思想的人。

这里先要压实更靠前的一层:强工具时代,研究不能被工具牵走,人不能被工具掏空,大学教师必须把学生带回问题、带向机理、带向责任、带向成长。至于什么才是真问题,问题又怎样从真实对象、真实矛盾、真实边界和真实需求中长出来,将在《问题为王》(即将发表)中进一步展开。

问题立住以后,创新如何推进,体系如何育人,评价如何不把人带偏,还要继续追问。从 0 到 1、从 1 到 N 以及假创新的区分,也只有在问题真正立住以后,才有讨论的基础。这里先把地基压住:工具之后,问题仍在;

问题之后,是人的成长。

这里说的成长,不是抽象的人格赞美,而是一个学生从会出结果到会解释机理、从会接受题目到会提出问题、从会完成论文到会承担责任的真实训练过程。AI时代真正的希望,不是机器越来越像人,而是人在强工具帮助下变得更像真正的人:更有思想,更有方法,更有洞察,更有责任,更能面向未来。

工具强了,人不能弱。工具之后,问题仍在;问题之后,是人的成长。

Gao^[11]在 *MechanoEngineering* Editorial 中还提醒我们,期刊并不只是发表论文,也在塑造共同体标准。这句话对本刊同样成立。AI时代越容易生成完整文本和漂亮外观,期刊越要帮助共同体辨认什么是强论断、什么是充分证据、什么是可复用的方法、什么是可承担责任的结论。期刊不能只看方法是否新、表达是否顺、图表是否满,更要看研究者是否真正提出了站得住的问题,是否讲清了机制,是否守住了边界,是否给出了可核查、可复用、可验证的证据链。

对《应用数学和力学》而言,强工具时代越是到来,越要守住一条基本判断:应用数学要为力学问题服务,工具要为真实对象、真实边界和真实机制服务。刊物不能只看方法是否新、表达是否顺、图表是否满,还要看研究者是否仍能提出站得住的问题,是否讲清了机制,是否守住了边界,是否能对结果背后的证据和责任负责。

致谢 本文写作和修改过程中,南京航空航天大学熊克教授认真阅读初稿,并围绕强工具时代的力学根基、有限元与人工智能的历史类比、大学教师的育人责任以及行文凝练等问题提出了中肯且富有启发性的意见。相关建议有助于作者进一步压实本文关于“工具之后,问题仍在;问题之后,是人的成长”的基本判断。作者谨致谢忱。

参考文献(References):

- [1] 卢天健. 桥仍在,河向前[J]. *应用数学和力学*, 2026, **47**(1): i-iv. (LU Tianjian. The current runs while the bridge holds[J]. *Applied Mathematics and Mechanics*, 2026, **47**(1): i-iv. (in Chinese))
- [2] 卢天健, 孟晗, 姜永烽. AI赋能结构设计[J]. *应用数学和力学*, 2026, **47**(3): 257-262. (LU Tianjian, MENG Han, JIANG Yongfeng. AI enables structural design[J]. *Applied Mathematics and Mechanics*, 2026, **47**(3): 257-262. (in Chinese))
- [3] 卢天健. 为什么科学研究必须坚持“四性”:关于重要性、必要性、创新性与可行性的几点思考[J]. *应用数学和力学*, 2026, **47**(4): 391-403. (LU Tianjian. Why scientific research must uphold the four essential criteria: reflections on significance, necessity, originality, and feasibility[J]. *Applied Mathematics and Mechanics*, 2026, **47**(4): 391-403. (in Chinese))
- [4] 卢天健. 河流的新航道——应用数学与力学的学科再定向[J]. *应用数学和力学*, 2026, **47**(5): 529-540. (LU Tianjian. The river's new channels: reorienting applied mathematics and mechanics[J]. *Applied Mathematics and Mechanics*, 2026, **47**(5): 529-540. (in Chinese))
- [5] COURANT R. Variational methods for the solution of problems of equilibrium and vibrations[J]. *Bulletin of the American Mathematical Society*, 1943, **49**(1): 1-23.
- [6] CLOUGH R W. Original formulation of the finite element method[J]. *Finite Elements in Analysis and Design*, 1990, **7**(2): 89-101.
- [7] LIU W K, LI S, PARK H S. Eighty years of the finite element method: birth, evolution, and future[J]. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 2022, **29**(6): 4431-4453.
- [8] RAISSI M, PERDIKARIS P, KARNIADAKIS G E. Physics-informed neural networks: a deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations[J]. *Journal of Computational Physics*, 2019, **378**: 686-707.
- [9] KARNIADAKIS G E, KEVREKIDIS I G, LU L, et al. Physics-informed machine learning[J]. *Nature Reviews Physics*, 2021, **3**(6): 422-440.
- [10] HERRMANN L, KOLLMANNBERGER S. Deep learning in computational mechanics: a review[J]. *Computational Mechanics*, 2024, **74**(2): 281-331.

- [11] GAO H J. From paradigm to practice: MechanoEngineering in the Mechano-X era[J]. *MechanoEngineering*, 2026, 1(2): 020401.
- [12] UNESCO. AI competency framework for teachers[R]. Paris: UNESCO, 2024.
- [13] UNESCO. AI competency framework for students[R]. Paris: UNESCO, 2024.
- [14] 教育部, 国家发展改革委, 工业和信息化部, 科技部, 国家数据局. 教育部等五部门关于印发《“人工智能+教育”行动计划》的通知: 教科信[2026]1号[Z]. [2026-04-10]. (Ministry of Education, National Development and Reform Commission, Ministry of Industry and Information Technology, Ministry of Science and Technology, National Data Administration. Circular of the five departments including the ministry of education on issuing the “Artificial Intelligence + Education” action plan; document No. Jiao Ke Xin[2026]1 [Z]. [2026-04-10]. (in Chinese))
- [15] Nature Portfolio. Artificial intelligence (AI) (editorial policies)[EB/OL]. [2026-06-10]. <https://www.nature.com/nature-portfolio/editorial-policies/ai>.
- [16] Springer Nature. AI for our communities(editorial policies): artificial intelligence[EB/OL]. [2026-06-10]. <https://group.springernature.com/gp/group/ai/ai-guidance-for-our-researchers-and-communities>.
- [17] 钱学森. 论技术科学[J]. 科学通报, 1957, 8(3): 97-104. (QIAN Xuesen. On technical science[J]. *Chinese Science Bulletin*, 1957, 8(3): 97-104. (in Chinese))
- [18] 毛泽东. 实践论; 矛盾论[M]//毛泽东选集; 第一卷. 北京: 人民出版社, 1991.
- [19] 毛泽东. 反对本本主义[M]//毛泽东选集; 第一卷. 北京: 人民出版社, 1991.
- [20] 程昌钧. 钱伟长先生对力学和应用数学的贡献[J]. 力学进展, 2010, 40(5): 480-494. (CHENG Changjun. Professor Chien Weizang’s contributions to mechanics and applied mathematics[J]. *Advances in Mechanics*, 2010, 40(5): 480-494. (in Chinese))
- [21] 杨卫. 力学基本问题[M]. 北京: 科学出版社, 2024. (YANG Wei. *Basic Issues in Mechanics*[M]. Beijing: Science Press, 2024. (in Chinese))
- [22] 胡海岩, 乔栋, 李翔宇, 等. 力学工程问题[M]. 北京: 科学出版社, 2024. (HU Haiyan, QIAO Dong, LI Xiangyu, et al. *Engineering Issues in Mechanics*[M]. Beijing: Science Press, 2024. (in Chinese))
- [23] ASHBY M F. *Materials Selection in Mechanical Design*[M]. 5th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2016.
- [24] HUTCHINSON J W, SUO Z. Mixed mode cracking in layered materials[M]//*Advances in Applied Mechanics*, Vol 29. Amsterdam: Elsevier, 1991: 63-191.
- [25] EVANS A G, HUTCHINSON J W, FLECK N A, et al. The topological design of multifunctional cellular metals [J]. *Progress in Materials Science*, 2001, 46(3/4): 309-327.