

■ 工业大学建设

DOI:10.15998/j.cnki.issn2097-6763.2026.01.004

迈向“和谐工程”：人工智能时代 工程教育的哲学演进与路径转型



欧蒋杰近照

欧蒋杰

(浙江大学 教育学院, 杭州 310058)

摘要:在新一轮科技革命浪潮下,传统工程教育体系面临技术替代加速、认知方式变革与伦理责任重构等多重系统性挑战。“回归工程”与“和谐共生”理念正体现出一种本土化的哲学自觉与价值导向,为人工智能时代重构工程教育体系提供了重要的理论智慧。从AI时代技术的哲学背景出发,剖析技术的本质及其哲学局限,揭示工程哲学转向的必然性。通过对AI时代工程实践与教育的双重反思,分析从“人类智能”到“人工智能”的模拟数字化过程,并借助“洞穴隐喻”与“镜像思维”探讨AI时代工程实践与教育中的主客体关系重构。在此基础上,从数据训练所面临的“词元到意义”的断裂问题中,总结工程思维本质的根本性转变,进一步探讨AI时代工程教育哲学的演进路径,构建AI时代以“不确定性”为核心、“工程判断”为根基、“伦理责任”为旨归的工程教育哲学三角框架。基于AI技术对人类智能挑战的反思,工程教育亟须超越单纯技术传授的工具理性,实现以和谐工程哲学为导向的路径转型。在课程体系重构上,需从传授“确定性知识”转向培养“不确定性管理”能力;在校企协同机制上,应从“技术合作”升级为“价值共建”;在评价体系创新上,实现从侧重技能的“单向评估”转向敏感性、技术可行性与可持续性“多向评测”的转变。工程教育的路径转型旨在弥合技术哲学在人工智能时代的局限,推进工程哲学的转向与演进,最终构建“自然—技术—工程—社会”多维共生的“和谐工程”体系,为工程教育在人工智能时代的可持续发展奠定基础。

关键词:人工智能;技术哲学;工程哲学;工程教育;和谐工程

[中图分类号] G640 [文献标志码] A [文章编号] 20976763(2026)01003310

以ChatGPT、DeepSeek等生成式预训练模型为代表的新一代人工智能技术,正在深刻改变知识的生成方式^[1]、认知的实践路径^[2]以及工程教育的培养逻辑^[3]。“新工科”建设作为我国工程教育改

修回日期:20250915

基金项目:教育部哲学社会科学研究重大项目“中国工程教育战略与改革路径研究”(22JZDW002)

作者简介:欧蒋杰,男,浙江宁波人,浙江大学教育学院博士生,主要从事高等工程教育研究。

引用格式:欧蒋杰.迈向“和谐工程”:人工智能时代工程教育的哲学演进与路径转型[J].重庆高教研究,2026,14(1):3342.

Citation format: OU Jiangjie. Towards “harmonious engineering”: the philosophical evolution and path transformation of engineering education in the age of artificial intelligence[J]. Chongqing higher education research,2026,14(1):3342.

革的重要战略,其现代化转型不仅关乎课程设置与教学方法,更涉及对工程本质的哲学反思与价值重构。“回归工程”与“和谐共生”理念正体现出本土化的哲学自觉与价值导向^[4],为人工智能时代重构工程教育体系提供了重要的理论智慧。本文从 AI 时代技术的哲学背景出发,剖析技术的本质及其哲学局限,揭示工程哲学转向的必然性以及 AI 时代工程哲学演进的必要性。在此基础上,系统探讨以和谐工程哲学为导向的工程教育转型路径,以期构建“自然—技术—工程—社会”共生的“和谐工程”体系,希冀为新时代新工科人才培养提供借鉴与参考。

一、AI 时代技术的哲学背景

(一) 技术的本质

布莱恩·阿瑟(Brian Arthur)在著作《技术的本质》(*Nature of Technology*)中提出,技术是“对现象的有目的的编程(programming)”^{[5]54},其核心在于通过现有技术模块的组合与再创造实现新功能。这一观点揭示了技术“模块化”(modularity)^{[5]35-37}与“递归性”(recursiveness)^{[5]37-41}的本质——技术并非孤立存在,而是通过“域”(domain)^{[5]76}的拓展与众多元素的重组形成的动态演化网络。人工智能技术的崛起正是这一逻辑的典型体现:从深度学习算法到 GPT 等大语言模型,AI 技术的突破均依赖于数学模型、计算架构、数据处理等多技术域的交叉融合。

工程设计是从选择某个“域”开始的,自动和下意识地选择一组适合建构一个装置的元器件的过程,称为“域定”(domaining)^{[5]77-78}。工程设计的过程就像是用一种(或几种)语言依据语法所进行的写作或表达^{[5]83}。在 AI 时代,技术迭代速度远超传统工业时代,仅掌握特定工具已无法适应技术变革。以自动驾驶技术为例,其核心不仅在于算法设计,更在于传感器融合、实时决策、伦理框架等多域技术的系统集成。工程师需强化对技术系统整体结构与演化路径的认知,提升在复杂系统中识别关键技术模块、预判技术组合可能性的域定能力,实现从技术使用者到技术架构师的转变。

(二) 技术哲学的局限性

技术哲学的发展史本质上是人类对技术与自身关系的认知史。亚里士多德将技术视为“生成”(poiesis)的过程^[6],强调其与自然的模仿关系;海德格尔(Martin Heidegger)则提出“技术是存在之真理的解蔽方式”^[7],揭示技术对人类存在方式的塑造作用;到了数字时代,查尔莫斯(David Chalmers)的“技术哲学”(technophilosophy)^[8]进一步指出,技术已成为人类认知世界的元工具,深刻重构了知识生产与传播的路径。人工智能的出现将这一演进推向新阶段:AI 不仅是工具,更是一种“认知代理”(cognitive agent)。其通过模拟人类思维过程,模糊了自然智能与人工制品的界限。

“只有与性质无关的、不确定的替代和变换,才可能使自然界受控制。对自然界的机械化,是一种实践的和进步的理想主义在行动中的前提条件。”^[9]杜威(John Dewey)指出,借助机械手段所实现的控制,本质上只是对自然更深层次的操控,而这种操控本身,又导致人类理智难以对技术的演进实施有效引导,从而使技术的发展成为一种失控的过程。“技术是一种解蔽方式。技术乃是在解蔽和无蔽状态的发生领域中,在无蔽即真理的发生领域中成其本质的。”^{[10]932}在海德格尔看来,真理的核心是对存在之遮蔽状态的解除过程。当真理能够开启我们对存在的理解时,技术无疑在这一揭示过程中扮演了关键角色。作为揭示方式的技术,推动了真理的展开与显现。然而“现代技术作为订造着的解蔽决不是纯粹的人的行为……它摆置着人,促逼人把现实当作持存物来订造”^{[10]937}。海德格尔将这种“促逼着的要求”命名为“座架”(gestell)。“座架”这一现代技术所特有的本质瓦解了“工具的和人类学的技术规定”^{[10]939},由之催生出的技术性思维将人自身及作用对象均囊括于其统治之下。无论是杜威还是海德格尔,他们关于技术哲学的思考皆以“批判”为核心,聚焦于技术的本质、价值与社会影响,但其理论抽象性难以直接指导工程实践,无法为工程师提供“如何在设计中避免座架化”

的具体路径。人工智能的复杂性进一步凸显了这一局限, AI 的黑箱性、数据偏见等技术特性表明, 技术本质上无法脱离工程实践语境而独立存在。AI 系统的开发需在资源约束、伦理冲突、社会嵌入中动态权衡, 这要求哲学视角从静态的技术解释转向动态的工程决策——工程哲学应运而生。

(三) 工程哲学转向的必然性

工程哲学的基本观点是科学、技术与工程的“三元论”。“三元论”指出, 科学、技术和工程是 3 种既相互关联又存在本质差异的人类实践活动^{[11]5-7}。其中, 科学以探索自然规律为核心任务, 技术则以发明创造与方法革新为主要目标, 而工程面对的是具体、个别、动态的实践情境, 关注的是系统整合与协同建构的过程, 因而工程实践并非仅是科学原理或技术手段的简单应用, 也不是各类技术的机械叠加或表面拼接, 而是融合科技、经济、制度等多种要素的综合集成与优化选择。随着 AI 技术的迅猛发展, 工程实践的复杂性与不确定性显著上升。材料性能的波动、环境条件的突变、社会需求的变化, 都使得“确定性设计”成为不可能。工程活动不再仅仅是技术问题的解决过程, 更是价值判断、伦理考量与社会协商的综合体现。在此背景下, 传统技术哲学以工具理性为主导的分析框架已难以全面回应工程实践中涌现的多元挑战。工程哲学的转向不再是理论层面的修辞变换, 而是一种实践层面的必然选择。工程哲学强调从“技术应当是什么”转向“工程师应该如何做”, 从“工具理性”走向“价值理性”, 从“效率优先”转向“价值共生”。基于此, 工程教育必须在哲学层面实现范式转换, 以回应 AI 时代工程实践对跨学科能力、伦理责任与系统思维的迫切需求。

二、AI 时代工程实践与教育的双重反思

(一) 从“人类智能”到“人工智能”: 模拟的数字化过程

人工智能的本质是对人类智能的功能模拟。从图灵测试到深度学习, AI 技术的发展始终以“逼近人类智能”为目标。ChatGPT、DeepSeek 等生成式大模型通过 Transformer 架构与海量数据训练, 实现了对人类语言、逻辑推理甚至创造性思维的高度模仿。其可撰写代码、生成论文、设计方案, 展现出超越传统工具的“认知能力”。这种模拟的底层逻辑是数字化, 即将人类智能拆解为可计算的符号、规则与概率分布。例如 ChatGPT-4 通过 1.8 万亿参数的调整, 实现了对语言统计规律的精准捕捉。

这一趋势对工程教育的直接冲击在于, 传统以知识传授为核心的教育模式面临被 AI 替代的风险。例如, 工程力学中的公式推导、电路设计中的参数计算等重复性认知任务, AI 工具已能高效完成。工程教育的价值恰恰在于 AI 的不可替代性, 即人类智能中超越数字化模拟的部分。波兰尼 (Michael Polanyi) 提出“隐性知识” (tacit knowledge)^[12] 这一概念, 指出人类认知的核心是难以形式化的“默会能力”, 如直觉、经验判断、情境理解等。工程教育需从显性知识传授转向隐性能力培养, 例如, 通过复杂工程案例分析, 培养学生对问题定义的敏感性; 通过跨学科项目实践, 提升其在模糊情境中识别关键约束的能力; 通过伦理辩论, 强化其对技术后果的预判能力。唯有如此, 才能避免学生沦为 AI 附庸, 真正成为技术的“驾驭者”。

(二) 从“人工智能”到“人类智能”: 洞穴隐喻与镜像思维

柏拉图的“洞穴隐喻”在 AI 时代获得了新的诠释: 当人类过度依赖 AI 生成的信息与决策建议时, 便如同洞穴中背对火光的囚徒, 将墙壁上的影子误认为现实本身。生成式预训练转换模型 (GPT) 等 AI 技术通过“镜像思维” (mirroring thinking), 即基于人类历史数据的模式复现, 构建了一个看似真实却简化的“拟像世界” (simulacrum), 即我们所看见的是其所营造的由被操控的符码组成的“超真实” (hyperreality) 世界^[13]。例如, AI 生成的设计方案可能符合历史最优解的统计规律, 但缺乏对未来需求的前瞻性; AI 撰写的伦理报告可能引用大量文献, 却无法真正理解“正义”“公平”等概念的哲学内涵。

传统工程教育强调标准化与确定性,例如通过实验验证理论、通过规范约束设计,但 AI 时代的工程活动应着力创造新现实,更应培养学生的批判性思维与反思能力。工程教育应引导学生在使用 AI 工具时保持双重认知,即既利用其高效处理数据的优势,又警惕其算法透明度缺失(“算法黑箱”)^[14]的风险。例如,在桥梁设计中 AI 可快速生成结构方案,但工程师需通过风洞试验验证其安全性,通过全生命周期分析评估其可持续性。这一过程本质是“人类智能”对“人工智能”的矫正与超越。工程教育应致力于培养学生的 AI 协作能力,而非将其训练为单纯的 AI 工具使用者。学生需掌握与 AI 分工的能力,可以将重复性工作交给 AI,而自身则更专注于创造性、伦理性与战略性的决策。

三、AI 时代工程教育哲学的演进

(一) 数据训练的缺陷揭露

GPT 的底层逻辑是数据驱动,即通过对海量文本中词元(token)的统计关联分析,实现语言生成。这种形式化处理的优势是高效与规模化,但致命缺陷在于意义的缺失,即 AI 无法理解词元背后的人类经验、文化语境与价值判断。例如,当模型生成“牺牲少数人拯救多数人”的伦理判断时,其依据是文本中“牺牲”与“拯救”的共现概率,而非对生命价值的哲学反思。再如,当生成环保工程方案时,其关注的是“绿色”“可持续”等关键词的统计权重,而非对生态系统复杂性的理解。这种“词元到意义的断裂”暴露了 AI 在理解层面的根本局限——其本质是模式匹配,而非意义建构。

工程教育必须引导学生直面这一“断裂”,培养其意义整合能力。一是强化数据批判意识,揭示 AI 训练数据的“形而上预设”。例如,针对数据潜在偏见经算法放大从而导致输出结果有伦理风险的缺陷,通过有关西方中心主义的文化偏见、亚马逊 AI 招聘工具因性别偏见被下架等相关案例的教学,引导学生审思“数据客观性”神话。二是在课程中引入历史学、社会学、哲学等学科视角,将人文经验融合于技术设计中。例如在智慧城市设计中,要求学生结合当地社区的文化传统,如老年人对技术的接受度,调整 AI 算法参数,避免技术决定论。三是培养学生价值嵌入的能力。通过工程伦理课程,指导学生将公平、安全、可持续等价值目标转化为可计算的设计约束。

(二) 工程思维的本质转变

通过海量文本的预训练,模型获得通用语言能力。模型应用时,用户以自然语言指令(prompt)作为“接口”激活模型,无需额外训练或仅需少量微调,即可基于预训练时习得的模式生成符合需求的输出。“预训练”和“大模型”二者的结合产生一种新的人工智能模式,即模型在大规模数据集上完成预训练后无需微调,或仅需少量数据的微调,就能直接支撑各类应用。“提示工程”(prompt engineering)的兴起是典型例证,其通过设计、优化和管理形成精准的提示,确保 AI 模型能够准确、高效地执行用户的指令^[15]。究其本质,提示工程是在人类意图与机器理解之间构建“接口”。

随着以 GPT 为代表的预训练大模型的出现,工程教育需重构“设计”的内涵,将提示工程等新型实践纳入课程体系。具体而言,应培养学生 3 种核心能力:一是语义转化能力,即从抽象需求(如设计一个节能建筑)到具体提示(如基于绿色建筑标准 LEEDv4,生成 1 000m² 办公建筑的初步方案,包含采光优化与可再生能源系统)的转化;二是反馈迭代能力,通过分析 AI 输出的偏差,调整提示参数,实现设计优化;三是多模态协同能力,将文本提示与图像、数据等多模态信息结合,引导 AI 生成跨领域解决方案。工程教育需回归“过程导向”,通过真实项目实践,让学生在“提示设计—输出评估—迭代优化”的循环中掌握工程思维内核,即预见无结构系统的能力、约束条件下娴熟设计以及审慎决策备选方案和最优化方案的能力。当工程思维从“结构预见”转向“约束设计”时,工程师的角色实质从技术执行者变为价值权衡者。这一转变标志着技术哲学“解释世界”范式的式微。AI 时代的工程活动并非仅追问“技术是什么”,而是必须回答“应当如何行动”,从而产生从技术哲学到工程哲学再

到 AI 时代工程哲学演进的核心命题。

(三) 工程教育哲学的演进

AI 技术的引入为工程实践的不确定性带来了算法黑箱^[16]、算法偏见^[17]、项目鲁棒性^[18]不足等新的变量,进一步放大了工程实践当中不确定性的内涵与外延。AI 时代的不确定性已超越传统的技术风险、市场风险范畴,已衍生出决策可解释性薄弱^[19]、算法厌恶^[20]、人机交互模糊性^[21]以及群体认知失调^[22]等新问题。这决定了 AI 时代的工程教育目标不是培养完美的决策者,而是塑造能够在高度复杂、信息不完整且充满伦理张力的环境中履行责任与义务的判断者。正如戴维斯 (Michael Davis) 所述:“工程师应该形成对某种质量的‘判断’(或提供某种‘服务’),而这种质量可能受到某些商业关系、利益或环境的影响(往坏的方面说)。”^[23]工程判断 (engineering judgment) 是通过科学方法系统评估设计、安装、操作/维护或安全问题的决策过程。工程判断不仅是基于理性和科学知识,更应该考虑到人类的存在和社会背景。这种视角可以帮助工程师更全面地思考问题,更好地解决工程实践中的伦理责任和社会性问题^[24]。美国工程与技术鉴定委员会 (Accreditation Board for Engineering and Technology) 在制定认证标准中,要求美国工程院校必须证明其工程专业学生具有“对职业与伦理责任的认知”。工程师在掌握技术和科学知识的基础上,必须关注人类需求、社会影响和伦理责任。在 AI 语境下,工程判断的内涵发生了进一步演进:不仅是基于理性和科学知识,并考虑人类存在与社会背景,更要求工程师具备人机协同决策的能力,即能够理解 AI 模型的局限、评估其输出的可信度、在智能化建议与人类伦理之间进行权衡,并最终为这种混合决策负责。这种能力成为驾驭 AI 时代工程实践复杂性与模糊性的核心要求。因此, AI 时代工程教育哲学的演进应将“不确定性”确立为工程思维的核心要义,通过多重约束实现风险可控的“工程判断”,同时践行伦理责任,可表示为“不确定性—工程判断—伦理责任”的三角框架(如图 1)。

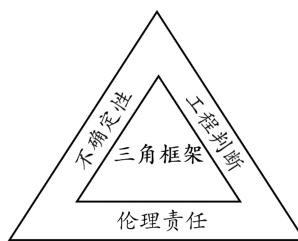


图 1 工程教育哲学三角框架

其一,“不确定性”维度的演进。AI 时代要求工程师系统识别与评估算法内生不确定性以及人机耦合带来的新型不确定性。例如,在 AI 驱动的自动驾驶系统设计中,不确定性评估必须超越传感器失效、极端天气等传统物理场景,深入分析长尾场景 (corner cases) 的数据稀疏性^[25]、对抗性攻击 (adversarial attacks)^[26]对感知系统的威胁,以及 AI 决策逻辑在伦理困境中可能产生的不可预测性后果及其法律与社会影响。

其二,“工程判断”维度的演进。AI 时代极大扩展了工程判断所需处理的信息量和复杂性,同时引入“智能机器”^[27]这一新变量。教育需帮助学生掌握在人机混合智能环境中进行判断的方法,包括批判性评估 AI 模型输出、运用可解释人工智能工具辅助理解复杂模型的决策逻辑,以及在多目标优化中统筹考虑 AI 预测与人类价值判断。

其三,“伦理责任”维度的演进。工程师具有其他工程共同体所不具备的专业素质,在工程全球化实践中肩负职业伦理责任、社会伦理责任、环境伦理责任等多重责任^[28]。AI 系统的自主性与规模化应用,空前放大了工程师的伦理责任范围与强度,并催生出“算法伦理”^[29]这一新领域。美国土木工程师协会 (American Society of Civil Engineers) 伦理章程明确规定工程师的伦理责任是“把公众的

安全、健康和福祉置于首位”^[30],这一规定在 AI 时代必然延伸至数字空间和算法影响的社会群体。这推动着工程教育从“能力本位”向“责任本位”的深度转型。未来的工程师认证,不仅要看其建造了什么,更要审视其选择不建造什么,以及如何负责任地设计、部署和治理 AI 系统,这将成为评价的黄金标准。“伦理责任”的培养必须贯穿工程教育全过程,通过工程伦理课程与行业规范教育,将伦理责任从外在要求转化为内在自觉。在此前提下,教学案例需升级,例如,在面对福特(Philippa Ruth Foot)的“电车难题”(trolley problem)时,应结合真实的自动驾驶伦理算法设计困境,探讨如何在复杂社会生活和道德规范中,为 AI 系统嵌入符合人类价值的伦理权衡框架,并明确工程师在其中的关键角色。

四、从哲学演进到教育转型:三重变革的协同演化

(一) 课程体系重构:从“确定性知识”到“不确定性管理”

AI 时代的算法黑箱、数据噪声和社会价值观冲突等新型不确定性持续涌现,使得基于确定性知识的传统课程体系日益显现其局限性。工程活动面临的核心挑战已从“解决确定性问题”转向“管理不确定性”,这一转变对传统工程教育提出了根本性挑战:传统工程以物理系统为核心,依赖线性逻辑解决界定清晰的问题,其伦理挑战多集中于安全与效率;AI 工程则嵌入社会技术系统,以数据驱动和算法自主为特征,易引发责任归属模糊、算法公平性丧失^[31]及隐私系统性侵犯等新伦理危机。这种差异迫使工程教育产生从“技术模块化”向“问题域整合”的范式转换,其核心是构建“和谐工程”共同体——一种强调技术可行性、伦理责任、社会影响与环境可持续性动态平衡的哲学范式。“技术模块化”是以学科逻辑分解技术知识,形成独立教学单元的课程构建模式,其本质是将工程知识按技术领域拆解为孤立模块(如机械、电子、控制等),通过标准化课程单元实现技能训练,强调知识结构的系统性和递进性。“问题域整合”则以真实复杂问题重构知识边界,培养学生应对不确定性的综合创新能力,这正是“和谐工程”在教育实践中的具象化,即通过平衡技术、伦理、社会、自然等多元维度,实现工程决策的和谐共生。

第一,深入解析 AI 特有的不确定性,将“和谐工程”理念融入教学场景。例如,在“全球升温 3℃ 下的电网重构”项目中,学生不仅要解决能源技术难题,还需在算法偏差(如可再生能源预测模型失效)和社会公平(如低收入社区电力可及性)的冲突中,实践伦理权衡。这一设计直接回应 AI 伦理危机,培养学生从“硬技术”转向“软思维”,确保技术方案不脱离“和谐工程”的基准。

第二,基于 STS(科学、技术与社会)理论,将伦理与社会议题制度化。通过《技术与社会变迁》等相关课程,批判性考察 AI 对社会结构的重塑,如就业替代引发的价值撕裂。以“和谐工程”为轴心,引导学生识别算法权力失衡,并将哲学价值基准转化为工程规范。

第三,以跨学科整合作为“和谐工程”的基石,构建综合性课程。以麻省理工学院 2017 年启动的“新工程教育转型”(New Engineering Education Transformation)计划为例^[32],其五大学科“串编”主题 (threads),包括自动化机械 (autonomous machines)、生活机械 (living machines)、数字城市 (digital cities)、可再生能源机械 (renewable energy machines) 和先进材料机械 (advanced materials machines)^[33],围绕 AI 驱动的产业实践,整合工程、伦理与社会学模块,使学生能在“自动化机械”项目中同时处理技术可靠性和责任归属问题。类似的,中国人工智能开放平台 Mo 通过整合重构资源构建 AI 教育云生态,依托 AI+X 微专业、AI+X 微认证和 AI+X 行业实训,促进产教深度融合,满足多学科人才培养需求^[34]。在以“和谐工程”为导向的跨学科综合课程中,工程学提供技术方案,哲学设定价值基准,社会学评估实施效果。

(二) 校企协同机制:从“技术合作”到“价值共建”

工程活动中 AI 系统技术的引入不仅伴随复杂的社会价值冲突和伦理责任风险,更因算法偏见、

责任归属模糊和数据隐私等问题而放大。技术不再是孤立的工具,而是嵌入社会脉络的价值载体,一旦失控可能引发系统性伦理危机。基于工程教育哲学中“不确定性—工程判断—伦理责任”的三角框架,现代工程教育急需构建一种新型的校企协同机制,以系统化方式将价值理性嵌入技术创新的全生命周期之中。这种机制以“和谐工程”为导向,强调在AI驱动的工程活动中实现技术效率、社会公正和环境可持续的协同统一,从而回应“为何工程伦理更为重要”的本质,即AI的泛在性使工程决策影响范围从局部扩展到全社会,要求教育从源头上预防伦理失范。这种机制不仅是对技术模式的迭代升级,更是工程教育从企业需求驱动向“社会价值引领”转型的重要标志。总之,工程实践正从工具理性主导的技术输出,转向融合价值判断的价值共创。

第一,构建跨学科协同平台,实现技术与价值的深度融合。传统工程活动聚焦物理系统,而AI时代的工程活动涉及数据与算法,其伦理问题要求超越技术本身。传统意义上的校企合作往往聚焦于技术攻关,忽视了工程实践中所蕴含的社会价值问题。为此,应超越单一技术导向,建立融合人文、伦理与工程科学的跨学科协同平台。例如,校企共建“人工智能伦理实验室”,不仅关注算法性能优化,更聚焦技术的社会影响评估。通过嵌入公平性、透明性、可解释性等多维度指标组成的“算法影响评估矩阵”,使技术开发在AI时代所充斥着的不确定性下始终处于社会价值的监督与引导之下,使工程教育者从技术输出者转变为价值引导者,为培养具有社会责任感的新型工程师提供制度保障。

第二,推行“技术+伦理”双导师制,促进理论与实践的双向融合。双导师制作为一种基于自我决定理论、职业发展理论和社会认知职业理论的教育模式,通过结合学术导师和行业导师的双重支持,显著增强这些理论在实践中的应用^[35]。在AI时代,传统工程伦理问题演变为更复杂的新形式,这要求教育转变以培养工程师的伦理判断力。例如在智能驾驶项目中,企业工程师指导学生解决多传感器融合等技术难题,而伦理学教授则带领学生开展“电车难题”的实证研究,通过问卷调查、实验模拟等方式收集公众道德偏好数据,并将其反馈至算法设计中,从而提升技术方案的伦理合规性。这种“技术+伦理”双导师制不仅增强了工程教育的实践导向,也通过直面AI引发的责任归属挑战推动技术创新与社会价值的有机统一。

第三,建立契约化责任机制,将社会责任转化为可量化、可评估的工程实践。在工程教育中引入契约化责任机制,是实现价值共建的关键制度保障。相较于传统工程的可追溯风险,AI时代的伦理问题(如数据滥用对隐私的侵害)更具隐蔽性和累积性,因此契约机制需量化新兴风险。该机制通过设定具体的量化指标和激励机制,将抽象的社会责任转化为可操作、可评估的工程行为。例如,在学生实践项目中,伦理合规性指标可直接与学分挂钩,形成明确的责任导向。对于未达伦理标准的项目,设置“伦理熔断机制”,即暂停技术部署,直至完成整改。此外,借鉴金融衍生品的理念,可设立“社会价值期权池”,将1%的研发预算与社区就业率等社会指标挂钩。一旦达成预期目标,这部分资金自动转化为奖学基金,从而形成“技术成果—社会价值—教育反哺”的良性循环。这一机制不仅强化工程教育中的责任意识,也为AI技术介入的工程教育注入可持续的社会价值导向。

(三)评价体系创新:从“单向评估”到“多向评测”

基于工程教育哲学“不确定性—工程判断—伦理责任”的三角框架(如图1),需要建立全过程、多维度、社会化的“敏感性—技术可行性—可持续性”的工程教育三维评价模型(如图2),将隐性的工程思维显性化,使价值判断可测量、可追溯。(1)“敏感性”维度是对“不确定性”响应能力的评估。量化评估学生对不确定性的预见能力,引入“不确定性评分矩阵”,着重评估学生对AI内生不确定性和人机耦合风险的预见能力与减缓措施,追踪学生对风险源的系统识别与评估过程。(2)“技术可行性”维度是对“工程判断”能力的评估。突破传统“标准答案”式评分,采用“创新系数矩阵”评估方案的独创性与鲁棒性^[36],尤其关注AI系统的自适应性与容错机制。例如在自动驾驶算法项目中,既考

察感知准确率等技术指标,更关注“长尾场景”下的应对策略,如罕见天气条件下的失效模式分析。(3)“可持续性”维度是对“伦理责任”践行程度的评估。采用联合国可持续发展目标(sustainable development goals,以下简称 SDGs)作为评价基准,并扩展算法伦理责任评估指标,要求工程方案明确标注对 SDGs 的贡献度。例如在绿色建筑项目中,不仅需要通过社会效益转换公式,将减排量、就业带动等指标转化为可比较的分值,还要嵌入“责任本位转换指标”,确保伦理责任从课堂教育内化为实践自觉。“敏感性—技术可行性—可持续性”工程教育三维评价模型从侧重技能的单向评估,转向敏感性、技术可行性和可持续性的多向评测,通过多元评价维度强化学生对“和谐工程”的内化,以应对 AI 时代的诸多挑战。

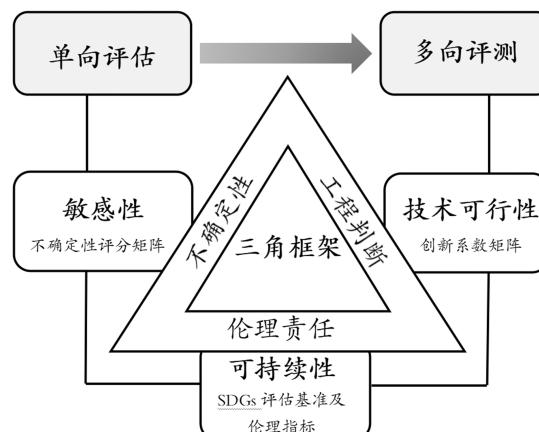


图 2 基于三角框架的工程教育三维评价模型

五、迈向“和谐工程”:AI 时代工程教育的愿景展望

传统工程教育深受工业文明“控制自然”理念的影响,强调效率、控制与技术主导。在和谐社会的建设进程中,工程活动的边界已从物理空间扩展到社会系统与自然生态之中。“从历史唯物史观的视角来看,工程与哲学是现代社会中的两项基本活动,工程哲学就是沟通工程和哲学的桥梁。”^{[11]33}哲学研究要着重在工程活动中反思并贯彻“人的全面发展”和终极关怀的精神,工程需要思考在哲学层面实现从“征服自然观”到“和谐工程观”的理念变迁^{[11]33}。由于 AI 技术介入的工程决策可能放大不平等并威胁人类尊严,这迫切要求工程教育重构其哲学基础,着重培养学生的工程价值观与伦理责任。

AI 时代的和谐工程哲学并非凭空发生,而是在传统工程哲学与 AI 工程哲学的基础上发展的。三者虽有联系,但其核心理念、价值导向具有显著差异。在这 3 种工程哲学的指导下,工程教育呈现出从“技术训练”到“系统思维”再到“价值引领”的演进轨迹。首先,“传统工程哲学”以工业文明为背景,强调效率、控制与技术主导,其哲学基础多为实证主义与技术决定论。在这种范式指导下,工程教育主要关注技术能力的传授,强调标准化、流程化与工具理性的发展,学生被训练为技术执行者,较少涉及价值判断与伦理责任。AI 工程哲学则是在技术自主性增强的背景下,开始引入算法思维、数据素养与跨学科能力,内容扩展至人机协同、系统优化与伦理反思,但其价值导向仍以效率与功能为主轴,尚未实现对工程本质的深层哲学重构。这种哲学也衍生出算法偏见、伦理盲区与责任模糊等新的问题。在这种范式指导下,工程教育开始关注技术背后的社会影响与伦理维度,但整体仍处于技术逻辑与系统优化的框架之内,尚未形成完整的哲学基础。“和谐工程哲学”正是对前两者的反思与超越。它强调工程活动应服务于“自然—技术—工程—社会”的协同共生,主张在工程实践中贯彻“人的全面发展”与“生态可持续性”的价值导向。这种哲学范式推动着工程教育走向更高层次的综合与融合,强调学生在掌握技术的同时,具备生态意识、伦理判断与全球责任,旨在培养能够协调技

术、自然与社会关系的“价值引导者”。这种教育转型不仅要求课程体系的重构,更呼唤教育理念的根本转变,即从“工具理性”迈向“价值理性”,从“技术中心主义”转向“共生共荣”的工程观。

在 AI 时代背景下,“和谐工程”不仅是对工程哲学的新要求,更是工程教育路径转型的价值旨归。其作为一种整合自然、技术、工程与社会价值的共同体,旨在平衡效率与公平、控制与包容,确保工程活动服务于人类福祉和生态可持续性。“和谐工程”强调的是人与自然、技术、工程与社会之间的“共在”与“共生”,是对工程本质的深层理解与价值回归。和谐工程哲学提供了理解自然、技术、工程、社会与人类关系的新视角。未来工程教育应以和谐工程哲学为指导,融合技术认知、伦理反思与实践能力,构建面向 AI 时代的新型工程人才培养体系。通过强调算法透明度、社会责任和生态关怀,工程教育转型将有力支撑“和谐工程”的实现。唯有如此,工程教育才能真正回应 AI 时代的挑战,成为推动社会可持续发展与人类文明进步的重要力量。

参考文献:

- [1] 冯博.生成式人工智能背景下教师权力变革的逻辑:基于知识论视角[J].教育研究,2025,46(7):147159.
- [2] 郭蕾蕾.生成式人工智能驱动教育变革:机制、风险及应对——以 DeepSeek 为例[J].重庆高教研究,2025,13(3):3847.
- [3] 潘恩荣,曹先瑞.面向未来工程教育的人工智能伦理谱系[J].高等工程教育研究,2021(6):3843,67.
- [4] 叶民,邓勇新,张瑜,等.工程教育范式转型的中国道路:“新工科”建设探索研究与理论形成[J].科教发展研究,2023,3(3):1835.
- [5] 布莱恩·阿瑟.技术的本质:技术是什么,它是如何进化的[M].曹东溟,王健,译.杭州:浙江人民出版社,2014.
- [6] 亚里士多德.尼各马可伦理学[M].廖申白,译.北京:商务印书馆,2003:171.
- [7] 马丁·海德格尔.存在的天命:海德格尔技术哲学文选[M].孙周兴,编译.杭州:中国美术学院出版社,2018:140.
- [8] CHALMERS D J. Reality+virtual world and the problems of philosophy[M]. New York: W. W. Norton & Company, Inc. 2022:8.
- [9] 约翰·杜威.哲学的改造[M].刘华初,马荣,译.上海:华东师范大学出版社,2019:58.
- [10] 马丁·海德格尔.海德格尔选集(下)[M].孙周兴,译.上海:上海三联书店,1996.
- [11] 殷瑞钰,李伯聪,汪应洛,等.工程哲学[M].4 版.北京:高等教育出版社,2022.
- [12] 迈克尔·波兰尼.个人知识:朝向后批判哲学[M].徐陶,译.上海:上海人民出版社,2017:86.
- [13] 孔明安.物·象征·仿真:鲍德里亚哲学思想研究[M].安徽:安徽师范大学出版社,2010:101.
- [14] 赵晓伟,王小雨,王艺蓉,等.人工智能赋能高校科学研究范式创新:价值、风险与进路[J].重庆高教研究,2025,13(1):920.
- [15] 王少.生成式人工智能提示工程的伦理风险与规制[J].科学学研究,2025,43(8):16321638.
- [16] 张珺皓.算法黑箱研究:基于认知科学的视角[J].科学学研究,2025,43(9):18721880.
- [17] 谢琦,余日季,蔡苏.GenAI 技术在教育评价中的算法偏见:表现、成因与对策[J].现代教育技术,2025,35(1):5362.
- [18] 胡振涛,崔南方,冷凯君,等.项目调度计划的鲁棒性评价指标构建与应用[J].系统工程理论与实践,2024,44(5):16691679.
- [19] 王戈,向丽,张哲君.算法特征披露何以影响公众决策偏好:基于联合实验的实证分析[J].公共行政评论,2025,18(4):4162,197.
- [20] 罗映宇,朱国玮,钱无忌,等.人工智能时代的算法厌恶:研究框架与未来展望[J].管理世界,2023,39(10):205233.
- [21] 宋宪萍,曹宇驰.人机交互何以影响人工智能技术—经济—社会范式的重构[J].西安交通大学学报(社会科学版),2025,45(3):16171.
- [22] 韩中美,张歆.人机协同的复合脑启发:群体认知失调情境下学习者生理—心理—行为耦合的新模式[J].电化教育研究,2025,46(8):3039.
- [23] 迈克尔·戴维斯.像工程师那样思考[M].丛杭青,沈琪,等译.杭州:浙江大学出版社,2012:164.
- [24] PALMAS K. Engineering judgment and education: an arendtian account[J]. Engineering studies, 2024, 16(3):184205.
- [25] 张德城,刘毅志,赵肆江,等.面向 GPS 数据的出租车载客路线层次化推荐模型[J].计算机工程,2024,50(12):163173.
- [26] 台建玮,杨双宁,王佳佳,等.大语言模型对抗性攻击与防御综述[J].计算机研究与发展,2025,62(3):563588.
- [27] 赵雷,李园园,叶君惠,等.人对智能机器行为的道德判断:现状与展望[J].应用心理学,2019,25(4):306318.
- [28] 李正风,丛杭青,王前,等.工程伦理[M].2 版.北京:清华大学出版社,2019:326328.

- [29] 郑智航. 人工智能算法的伦理危机与法律规制[J]. 法律科学(西北政法大学学报), 2021, 39(1): 1426.
- [30] 查尔斯·哈里斯, 迈克尔·普里查得, 迈克尔·雷宾斯. 工程伦理概念和案例[M]. 3 版. 丛杭青, 沈琪, 等译. 北京: 北京理工大学出版社, 2006; 295.
- [31] 徐凤. 人工智能算法黑箱的法律规制: 以智能投顾为例展开[J]. 东方法学, 2019(6): 7886.
- [32] MIT. New Engineering Education Transformation—About[EB/OL]. (20190425)[20250807]. <http://neet.mit.edu/about/>.
- [33] MIT. New Engineering Education Transformation—Threads[EB/OL]. (20190425)[20250807]. <http://neet.mit.edu/threads/>.
- [34] 李拓宇, 张雨萌, 陈婵, 等. 平台赋能 AI 人才培养的“3D”模式[J]. 高等工程教育研究, 2025(4): 3643.
- [35] 陈扬, 金石, 刘志远, 等. 工程硕博士培养范式中双导师制建设的现实路径[J]. 中国高等教育, 2024(22): 3438.
- [36] 徐峰, 盛昭瀚, 丁敏, 等. 重大工程情景鲁棒性决策理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2018; 32.

(责任编辑:蔡宗模 校对:杨慷慨)

Towards “Harmonious Engineering”: The Philosophical Evolution and Path Transformation of Engineering Education in the Age of Artificial Intelligence

OU Jiangjie

(College of Education, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract: Under the new wave of technological revolution, the traditional engineering education system is confronted with multiple systemic challenges, including accelerated technological substitution, transformations in cognitive approaches, and the reconstruction of ethical responsibilities. The philosophies of “Returning to Engineering” and “Harmonious Coexistence” are recognized as manifestations of localized philosophical consciousness and value orientation, providing important theoretical insights for the reconstruction of engineering education in the age of artificial intelligence (AI). Starting from the philosophical context of technology in the AI era, an analysis was made on the essence of technology and its philosophical limitations, revealing the inevitability of a shift toward the philosophy of engineering. Through a dual reflection on engineering practice and education in the AI era, an analysis was made on the simulated digitization process from “human intelligence” to “artificial intelligence,” and an exploration was made on the reconstruction of subject-object relationships in engineering practice and education using the “allegory of the cave” and “mirror thinking.” On this basis, by addressing the disconnection from “tokens to meaning” in data training, the fundamental transformation was summarized in the nature of engineering thinking. Furthermore, the evolutionary path of engineering education philosophy in the AI era was explored, constructing a triadic framework centered on “uncertainty,” grounded in “engineering judgment,” and oriented toward “ethical responsibility.” Reflecting on the challenges that AI technology poses to human intelligence, it was argued that engineering education needs to transcend the instrumental rationality of mere technical instruction and achieve a path transformation guided by the philosophy of harmonious engineering. In terms of curriculum reform, the focus is shifted from imparting “certain knowledge” to cultivating the ability to manage “uncertainty”. In school-enterprise collaboration, “technical cooperation” is upgraded to “value co-creation”. In assessment innovation, evaluation is transformed from one-dimensional skill assessment to multidimensional evaluation that includes sensitivity, technical feasibility, and sustainability. The transformation of engineering education is aimed at bridging the limitations of technological philosophy in the age of AI, promoting the evolution of engineering philosophy, and ultimately constructing a multidimensional, symbiotic “nature–technology–engineering–society” system of harmonious engineering, thereby laying the foundation for the sustainable development of engineering education in the AI era.

Key words: artificial intelligence; philosophy of technology; engineering philosophy; engineering education; harmonious engineering