“专业知识 + 人工智能”双驱动的城乡规划设计教育创新探索：以住区规划为例*

田　莉　杨　鑫　张雨迪　林雨铭

Exploration of Innovative Urban-Rural Planning and Design Education Driven by "Professional Knowledge + Artificial Intelligence": A Case Study of Residential Area Planning

TIAN Li, YANG Xin, ZHANG Yudi, LIN Yuming

提　要　人工智能技术的快速发展、城乡规划行业的变革、规划专业知识体系的转换和重构对城乡规划学科的教育改革提出了新的要求。传统规划设计教育中物质空间主导、强调专家经验和“师父带徒弟”的模式已难以适应存量时代利益博弈多元化和技术变革的需要。以住区规划设计教学改革为例，探索“专业知识+人工智能”双驱动的城乡规划设计教学模式，开发基于大语言模型的多智能体交互系统、低代码方案自动生成器等智能化工具，赋能“前期策划阶段+方案生成阶段+后期评估阶段”三阶段完整教学流程，更新教学内容和方法，培养学生跨学科学习与设计创新能力。

关键词　人工智能；城乡规划教育；住区规划设计；大语言模型

Abstract: The rapid advancement of artificial intelligence technology, along with the transformation of the urban-rural planning profession and its knowledge system, has created new demands for education reform in this discipline. The traditional models of physical design, emphasis on expert experience, and the "mentorship" approach, are increasingly inadequate in meeting the needs of diverse stakeholders in urban renewal and technological innovation. This paper utilizes the reform of residential area planning and design pedagogy as a case study to explore a dual-driven mode of "professional knowledge + artificial intelligence" in urban-rural planning and design education. The study develops intelligent tools such as a multi-agent interaction system based on large language models and a low-code automatic scheme generator. These tools enhance the planning and design teaching process across three stages: pre planning stage, scheme generation stage, and post evaluation stage. Meanwhile, they also update educational content and methods while fostering students' interdisciplinary learning and creative design capabilities.

Keywords: artificial intelligence; urban-rural planning and design education; community planning; large language model

中图分类号　TU984　文献标志码　A
DOI　10.16361/j.upf.202405010
文章编号　1000-3363(2024)05-0071-08

作者简介
田　莉，清华大学建筑学院城市规划系教授，土地利用与住房政策研究中心主任，自然资源部智慧人居环境与空间规划治理创新中心主任，litian262@126.com
杨　鑫，清华大学建筑学院城市规划系硕士研究生
张雨迪，清华大学建筑学院城市规划系硕士研究生
林雨铭，清华大学电子工程系博士后

1　城乡规划行业变革呼唤学科教育转型

近年来国际国内社会经济形势产生了巨大变化。伴随着房地产业下行，原有以土地城镇化为驱动力的城市发展模式面临巨大挑战。城乡规划的培养体系中，虽然增加了城市更新方面的课程，但传统注重物质空间的规划教育模式滞后于快速转型的城镇

* 本文是重点资源重点领域教学资源建设项目课题“人工智能赋能城市更新治理教学新模式”、“城市更新与空间治理实践”SRT 项目、北京高校卓越青年科学家计划（项目编号：JJWZYJHO1201910003010）的研究成果

化进程，仍采用“师父带徒弟”的传统教学模式，主要依赖教师的专业经验带领学生进行规划设计。

人工智能正在引发新一轮全球技术革命。尤其是2022年OpenAI发布GPT系列以来，生成式大模型以狂风暴雨般的速度横扫众多行业。在规划教育领域，城市大数据、城市信息学等课程先后开设，为人工智能赋能城乡规划提供支撑。这些课程多集中在数据处理和分析方法上，偏重数据驱动（data-driven）在城市问题研究中的运用。就AI对城乡规划的影响，规划技术手段应从经验科学、经典理论、规范要求逐渐转向大数据分析、人工智能辅助决策；规划师和学生应当学会以科学逻辑和过程思维解决城市问题，强调了创新技术研发、创新专业队伍、行业整体技术提升的重要性[1]。借助AI革新教育方式，不仅要培养AI技术的研究开发人才，更要培养能够理解、指导和应用AI的规划从业者，完成新旧技术的互补融合[2]。

在价值导向和伦理层面，不仅要考虑AI在规划中可以代替和优化的工作，更要考虑技术整合下产生的规划策略是否即时、有效；规划支持系统的关键在于规划师对基础理论和知识的长期积累，以及通过合适的经验遴选变量和构建模型，“专业知识”体现了规划师区别于AI甚至超越AI的特质；尤其在数据底板、模型算力还不足以支撑城市数字化智能化全面转型的背景下，规划师的经验判断和人为制定的标准规范仍有重要价值，不能完全抛弃“经验主义”而陷入“技术主义”[3]。此外，安全治理、伦理监管、人文关怀等都是人类规划师所要继续承担的责任，AI技术是一种“技术平权”，促使规划组织架构从“金字塔型”权力关系转向“图钉型”联结关系，让规划师、决策者、管理者和公众都能参与决策过程，规划师的角色转向更底层的设计逻辑构建，人类的需求、情感和价值成为规划师关注的核心[3]。

虽然业界对于AI城乡规划进行了诸多讨论，但就城乡规划专业主干课程的如城乡规划设计、城乡规划原理等尚未开展人工智能辅助教学的实践应用，难以满足城乡规划领域教育改革创新的需求[3]。因此，为深入探索和挖掘人工智能在规划教育中的辅助作用，我们在主干设计课“城乡规划设计”的住区规划课程中，与清华大学电子工程系合作，开展了AI赋能的规划设计课程教学改革，在“前期策划阶段+方案生成阶段+后期评估阶段”三个阶段，充分运用大模型的知识生成与角色扮演（role play）功能与Grasshopper的辅助设计技术，进行了“专业知识＋人工智能”双驱动的规划设计教学新模式尝试。

2 人工智能的发展及其在城乡规划中的应用

2.1 人工智能与专业规划师的互补性

城市的复杂性与日俱增，城乡规划涉及的利益相关方和相关知识不断增加，对规划从业者提出了极高的要求[4]。专业规划师需要掌握大量信息、规划工具和沟通技巧，以认识、分析和解决复杂的城市问题，平衡各级政府、开发商、公众等不同群体的利益[5]。面对日益复杂的城市系统时，原有的经验决策模式日益力不从心。

人工智能在自主性、自适应性、智能交互、大数据处理能力、学习能力、实时响应、高度集成等方面的特点，使其在多个领域内展现出巨大的潜力和价值。在城乡规划领域，人工智能和专业规划师相比，在大量数据的存储分析、挖掘规律、计算推演、模拟生成等方面具有人类无法企及的优势。但同时我们也必须注意到，AI在先验知识的梳理、价值取向的确定、设计创新的提升、叙述性和审美性的提高、场景和体验的设计、对人类社会深层次逻辑的理解上，还非常肤浅，无法替代规划师的角色[6]。

专业规划师擅长而AI不擅长的领域包括基于人类的规则、价值观、情感需求、场景体验，运用智能技术快速生成和迭代规划设计方案，并对不同方案进行多情景干预、评估和优化，即可以在人工智能辅助城乡规划设计、提高规划效率的过程中，依然保持以人为本的初心，规避完全的“经验主义”或极端的“技术主义”。

2.2 大语言模型在城乡规划中的应用

大语言模型（large language model，LLM），比如ChatGPT、LLaMA、Alphca和GLM等的出现，不仅扩展了AI的应用范围，还提升了其处理复杂任务的能力。开启了通用式人工智能的指数级迭代发展[7-8]，以至于出现了LLM与“产业革命”相媲美的讨论。越来越多的研究者将LLM应用于智能体模型当中，以充分发挥其感知、记忆、反思、推理、计划、决策等类人的能力。例如，Li等[9]将大语言模型引入城市经济系统的模拟，构建了包含劳动力、消费、金融市场和政府税收等四个部分的开放系统，通过基于LLM的智能体模拟个体在现实生活中所做的关于工作和消费的两种决策，从而重现了菲利普斯曲线这一经典经济现象。Gao等[10]利用LLM构建了社交网络仿真系统，通过智能体的情感、态度和互动行为模拟预测了舆论演变态势和群体级别的社交现象，为虚拟空间社会学的研究开创了新局面。Park等[11]在城市模拟沙盘上构建了由25个LLM智能体组成的虚拟城镇，它们可以相互交流，举行派对、选举、上班、学习等活动，这些活动和记忆随时间推移形成反思，从而可以指导智能体的决策和行为。

随着研究深入，LLM智能体的多协作能力被不断挖掘，它可以基于理解和生成自然语言的能力进行角色扮演，通过学习大量文本和知识，用不同的风格和语气来表达自己，可以模仿特定的人物或角色，并执行相应任务，比如通过流水线[12]或者小组合作[13-14]方式解决运筹学问题[15]、完成软件开发[16]。Zhou等[17]设计了基于LLM智能体的公众参与城乡规划编制方法，由若干LLM智能体规划师带领成千上万的LLM智能体居民进行讨论，在博弈之中不断对设计方案进行修改，使得方案的生态景观、公共服务等指标得到显著提升。杨天人等[18]提出了基于AIGC的城市设计理论和框架，指出AIGC在学习大量数据、推断预测、生成建议、评估和优化设计等方面的优势。学习、检索和评估规划文本[19-20]，构建城乡规划知识图谱[21-22]，大语言模型与城乡规划的结合越来越紧密，它对语言和情景的感知和学习能力及其系统的开放性、泛化性，展示了其作为规划师得力助手的巨大潜能。

3　人工智能赋能城乡规划设计教学的“三阶段”模型

3.1　传统城乡规划设计主干课程的特征与存在问题

城乡规划设计是城乡规划专业的核心主干课程，其伴随着新中国成立后城市规划专业的成立而开展，迄今已走过近70年的历程。基于城市规划专业实践性强的特点，师父带徒弟的教育模式在提供实践经验和个性化指导上存在诸多优势，但也存在明显的知识更新滞后、学生创新思维受限、老师主观性强、缺乏标准化知识体系等问题。总结目前的规划设计教育模式的问题，可以归纳为“三不足”：

一是科学逻辑思维不足：目前城乡规划设计课程的教育模式以物质空间布局、设计、组织为主[23]，设计逻辑遵照空间布局的功能合理性和美观原则，缺乏对空间生成背后经济、社会等机制的关注。虽然在城乡规划专业的培养方案中有经济学、社会学等相关课程，但与规划设计课程难以有机融合。设计课程的主体以画图为主，规划的动态性和学理性不足，教学评价侧重于蓝图结果而忽视了方案的推导过程和科学原理[24]，导致规划设计的课程教育和评估带有强烈的教师个人色彩，主观性强，科学性弱。

二是多元主体视角不足：传统规划设计范式依赖专家经验和自上而下的精英视角[25]。在8周或16周的训练时间内，学生虽然也会进行场地调研和人群访谈，但受时间、精力和经验所限，对设计基地范围内多元化群体的思想行为和生活模式理解不够深刻，对其利益诉求的了解相对缺乏，公众参与规划多流于表面。

三是重复劳动影响创作：传统规划设计工作方法在“前期调研—方案设计—出图表达”的全流程中，非创造性工作占用了较多精力。一旦方案被推翻，学生将不得不重复进行人工或AutoCAD画图流程，容易引发抵触情绪，急需智能技术的介入和辅助以替代部分重复性工作，发挥AI之能，弥补规划师之不能，是城乡规划教育体系的革新路径。

3.2　人工智能赋能城乡规划设计教学的“三阶段”模型

针对传统规划设计教育模式存在的问题，充分利用人工智能技术手段，与专业知识相结合，培养学生跨学科的知识能力，在有限的教学时间内帮助学生更好地开展社会调查、识别多元利益群体的诉求，并基于规划设计的知识模块，形成动态调整、不断优化的规划设计流程，我们提出以LLM赋能的“专业知识＋人工智能”双驱动的城乡规划设计教学“三阶段”模型：“前期策划阶段→方案生成阶段→后期评估阶段”，每个阶段都有LLM及其他智能技术的辅助。

3.2.1　前期策划阶段

前期策划阶段包括规划定位和用户需求分析。专业知识赋能“自上而下”分析，包括对上位规划要求的落实，鼓励学生思考设计地段在城市中应当发挥的作用和价值等。传统模式下，规划定位分析存在大而全、宽而泛的问题，缺乏从街道社区尺度、基于居民诉求对设计地段进行准确具体的定位；教学过程中因时间紧、成本高，访谈对象不全、访谈内容不深，调查研究易流于形式。基于此，有必要充分利用LLM“自下而上”地了解基地居民的拆迁补偿诉求、潜在居民对空间布局和公服设施的需求、开发商的需求等。

设计过程中，我们利用LLM智能体模拟规划设计中涉及的利益相关方，并引导学生在与LLM的多智能体交互中，还原真实项目的公众参与场景，加深学生对设计地段规划定位和用户需求的理解（图1）。比如，智能体可以扮演特定属性的居民，对土地利用和公共服务提出要求；扮演有专业知识的政府官员，对规划设计的底线和红线做出划定；扮演开发商，基于地段开发潜力对住房产品等提供建议；扮演专业规划师，为学生提供关于设计规范、设计标准等的指导意见。通过与LLM多智能体交互，帮助学生对设计地段产生更深刻的理解。

与LLM智能体的交互中，先验的专业知识是非常重要的，需要规划师系统形成相关知识模块。在实地调研、资料搜集和深度访谈中，基于设定的知识模块，将问题抛给LLM智能体，模拟真实的公众参与和利益博弈过程，辅助学生在人机交互过程中迅速理解不同用户的需求以及项目运行的现实逻辑，并快速学习关于设计规范和运营模式等相关知识。在全面了解不同智能体的需求后，结合上位规划和人群需求，形成“规划定位”，为后续规划设计方案的生成提供基础。

3.2.2　方案生成阶段

在传统的方案生成阶段中，通常由学生以手绘或草模形式准备若干个方案进行汇报，在教师的指导下同步推进优化，不断趋于完善，并敲定一个方案进

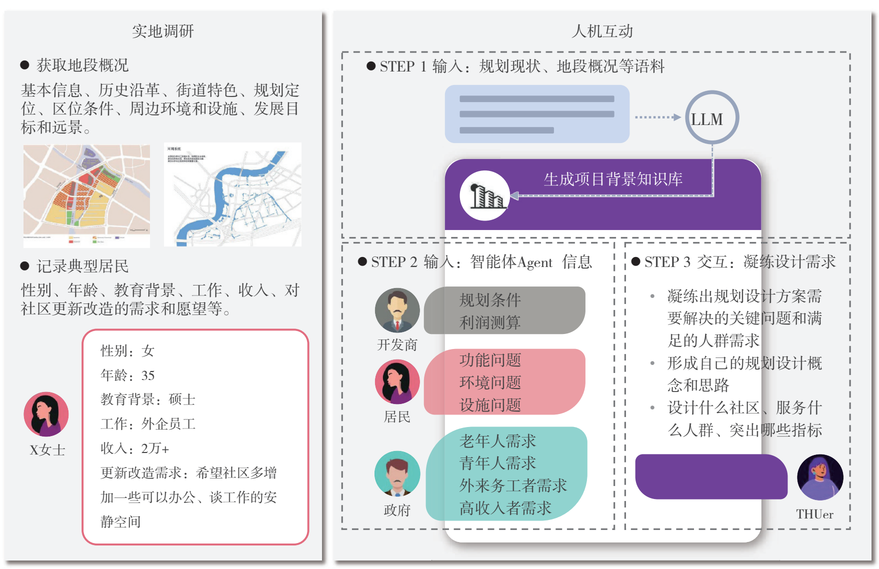


图1　基于大语言模型的多智能体交互系统

Fig.1　A multi-agent interaction system based on large language model

行最终深化，但在教学中也容易出现下列问题：一方面，教师基于长期积累的专家经验对方案提出调整意见，专业知识尚浅的学生难以快速接受，甚至容易引发抵触情绪；另一方面，每一次方案修改都要经历画图、制作模型、计算指标等重复性过程，学生用于创造性设计工作的时间和精力较为有限。

为了提高设计效率，快速提供多方案比较，可以利用基于Rhino的建模软件和Grasshopper，根据设计需求增加电池组，建构基于可视化编程的低代码方案生成器。学生只需输入若干指标，基于遗传算法的方案生成器会迅速生成大量强排方案，指标包括：①底线型指标，如用地范围、用地面积、用地性质、建筑退线、日照条件等，属于不可突破的指标；②范围性指标，如容积率、建筑高度、不同功能面积比例等，属于满足指定范围即可的指标；③优化性指标，如公共设施可达性、楼层视野优化、成本效益优化等目标，用于方案比选；④拓展性指标，鼓励学生根据自己方案的特性和需求，自主设计个性化指标和Grasshopper电池组，从而提高方案的可适应性。

在参数化方案生成之前，学生需要形成初步规划结构，确定主要道路、功能轴线、公共建筑选型、住宅选型等，输入Grasshopper，同时在规划定位的指导下生成多方案进行比较。例如，在景观价值极高的地段，根据规划定位，将景观价值优化作为设计的主要目标之一，进行方案生成。在方案的优化过程中，学生可以将设计方案以图文方式随时输入至LLM多智能体交互系统中，由智能体扮演政府、居民、开发商等角色进行方案评价并给出建议，结合教师的指导意见，继续优化方案。通过LLM和参数化设计辅助方案生成，能够提供持续的反馈回路和设计思路，减少方案推进过程中"拍脑袋"决策的困扰。智能体回答专业问题和解释动机原因，可让学生充分体会不同主体利益诉求的协调。之后，学生可以在自动生成方案的基础上进行遴选、深化和调整，增加无法由算法实现的内容，比如景观小品、建筑外立面、公共建筑设计等。

3.2.3 后期评估阶段

传统教学评估以教师集中式评图为主，且实际情况下也难以邀请真实的利益主体参与设计方案的评议，因此LLM多智能体辅助方案评价成为实现自上而下和自下而上结合、"精英式""参与式"结合的规划评估有效路径。教师可以将方案评价的指标形成"客观性指标"+"主观性指标"结合的评估体系。"客观性指标"包括可计算的开发强度、公共服务设施布局、成本受益等指标，主观性指标包含了美感、舒适度等指标。在传统教学评估模式中，多以鸟瞰图的表达等来进行评价，很难充分考虑居民等自下而上视角的评估。在LLM辅助下，学生将设计图纸和文本依次输入多智能体交互系统，引导政府、开发商和居民从不同维度对方案进行讨论和打分，包括建筑排布、交往与隐私性、设施可达性、舒适性、趣味性、自然性等维度，结合教师的专业意见，形成对学生设计方案的最终评价，既能增强规划设计方案评估的趣味性，也是对规划设计公众参与环节场景的近真模拟。

综上所示，笔者设计了由大语言模型和人工智能辅助的"前期策划—方案生成—后期评估"的规划设计教学路径（图2）。通过"专业知识＋人工智能"双驱动的教学模式，引导学生在真实场景和真实需求下寻找科学逻辑、适应过程思维、解决城市问题，完成从经验科学、经典理论、规范要求转向系统科学、复杂理论、实证要求的学习导向，向城市里的居民学习历史和现状认知、向政府甲方学习项目实施与管理思维、向开发商和合作方学习跨界知识，寻找问题、探求机理、解决需求，体现规划设计的多态性和科学性过程。

4 "三阶段"模型在住区规划设计教学中的实践应用

基于清华大学城乡规划系本科设计系列课程，我们将"三阶段"模型应用于住区设计教学中，教学对象是本科二年级学生。

4.1 前期策划阶段：住区的规划定位与功能

课题组开发了一套LLM多智能体交互系统，系统界面如所示。在前期调研阶段，学生对设计地段的信息进行记录、收集和整理，形成文本和图片资料；同时对典型居民进行深度访谈，记录他们的信息，整理其对设计项目的建议和利益诉求。一方面，基于人口普查数据，按条件概率和比例生成各属性与现实相匹配的上百个智能体。另一方面，将通过深度访谈得到的典型居民信息也输入系统中，作为利益诉求更加明确的意见领袖；将文本和图片资料输入系统中令智能体进行初步学习，了解该项目的背景。

在此基础上，学生可以在系统中随时与模拟群众进行问答交互，与不同年龄段、不同收入、不同教育背景、不同职业的居民进行交流，也可以与政府方、开发商等角色进行协商；教学组制定了一套标准化问卷，包含"住宅单体/建筑风格+建筑组合模式+道路交通+绿化系统+公共服务设施"等5个模块近60道题目，同学们根据需求再增加其他题目，

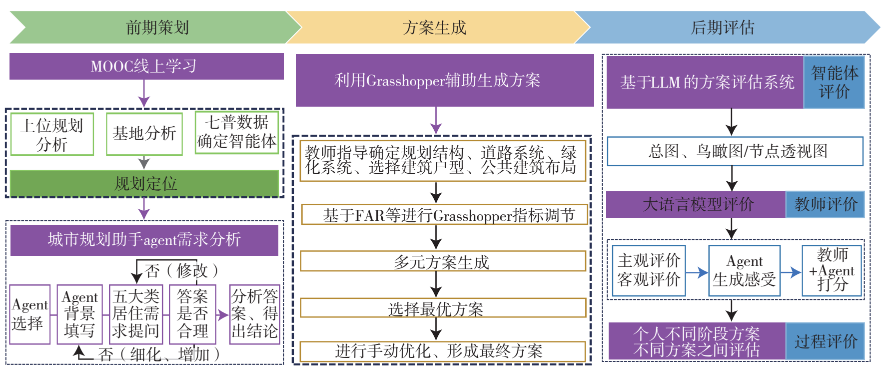


图2 "前期策划—方案生成—后期评估"的规划设计教学路径

Fig.2 Urban planning teaching pathway of preliminary planning, program generation, and post-assessment

图3　人机交互辅助下设计思路凝练过程

Fig.3　Design idea condensation process with the assistance of human-computer interaction

与智能体进行对话，了解其偏好。通过人机交互、教师指导，学生凝练出特定地段住区设计需要达到的最重要的目标，并形成自己的设计定位。见图3。

4.2　方案生成辅助阶段：多方案比较与确定

基于前期调研和策划，确定住区产品类型，输入地块范围、建筑退线、容积率、楼间距系数、建筑高度、户型等基础性指标。在方案生成阶段，基于Rhino建模软件和Grasshopper可视化编程的低代码方案生成器，帮助学生快速生成草案。也可外加学生自主设立的拓展性指标，运行系统后基于遗传算法快速生成若干体块模型方案，每一个方案都标记在一个三维坐标系中，不同维度分别代表建筑密度、容积率和其他指标，学生可以根据自己的偏好和要求选择若干个合适的方案进行深化设计（图4），但这些初步方案在很多方面并不成熟，在道路交通、景观系统、外观设计层面，还需学生发挥主观能动性进行设计。

方案生成技术并不是为了替代对学生设计能力的训练，而在于通过短时大量给出基本符合设计规范的草案，让学生快速形成对住区空间的初步认知和感知能力，从而更好吸收和消化各类设计规范和标准知识。学生的创造力体现在对方案的规划结构设计、方案细化优化层面。在方案深化过程中，学生也需要与智能体进行交互，接受来自居民、政府、开发商的提问和建议。见图5。

4.3　后期评估阶段：专家评估与智能体评估相结合

在方案评估阶段，将成果（文本和图纸）输入多智能体交互系统中，按照特定的维度输入提示词（图6），让各类

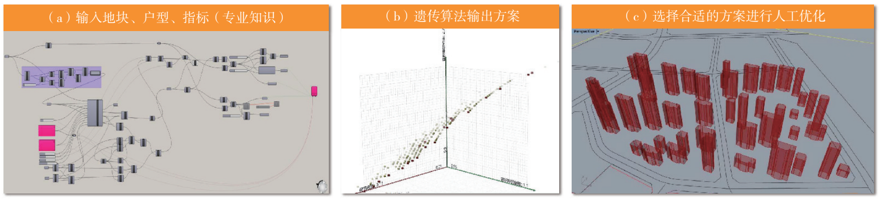


图4　遗传算法辅助下方案快速生成过程

Fig.4　Rapid program generation process assisted by genetic algorithm

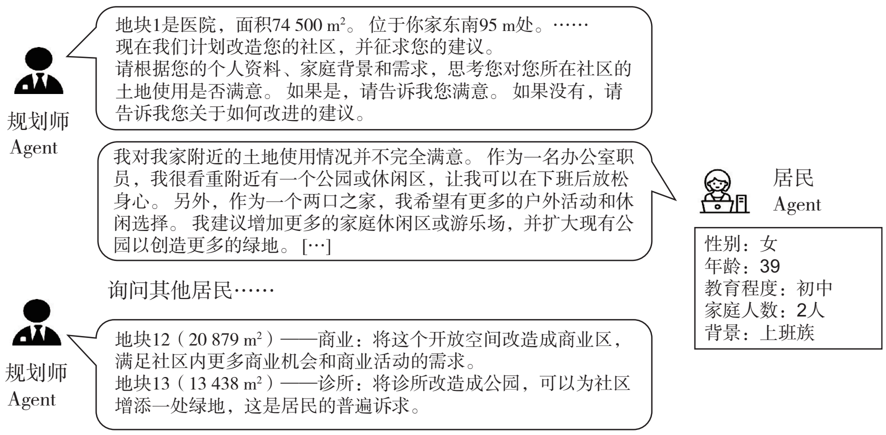
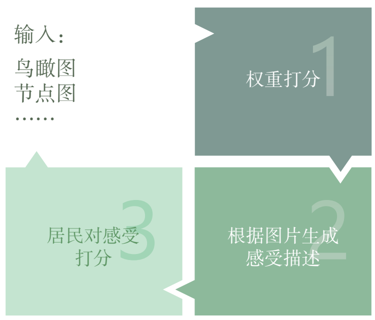


图5　方案深化过程中的实时交互

Fig.5　Real-time interaction during proposal development



PROMPT示例：
请你对图中建筑间距进行评价，5分代表非常满意，4分代表满意，3分代表不一定，2分代表不满意，1分代表非常不满意。请只回答分数，不要包含其他内容。

评价类型	评价指标	非常满意	满意	不一定	不满意	非常不满意
建筑布局评价	建筑间距	5	4	3	2	1
	建筑高度	5	4	3	2	1
	建筑排布	5	4	3	2	1
	交往与隐私性	5	4	3	2	1
公共空间评价	舒适性	5	4	3	2	1
	趣味性	5	4	3	2	1
	交往性	5	4	3	2	1
	多功能性	5	4	3	2	1
	自然性	5	4	3	2	1

图6　方案评估体系

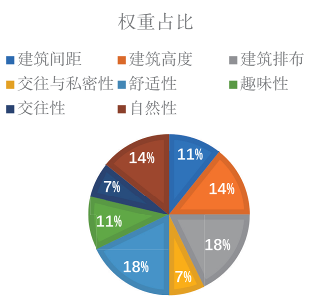
Fig.6　Indicator system for program evaluation

智能体对方案各个方面进行打分。我们既可以从客观的角度，计算不同方案的指标，如服务可达性、绿地覆盖率等，也可以从主观的角度，计算系统中虚拟政府、开放商、群众对方案的满意度，从而综合评判学生住区设计方案的优劣，对传统以教师评价为唯一标准的评价模式进行补充。在这一阶段，同一名学生可以对自己不同阶段的设计成果进行评估以评估自身在各阶段设计能力的变化，不同学生的最终设计成果也可以放在一起评估从而提供不同方案间的直观比较。见图7。

综上所述，将“三阶段”模型应用于住区设计教学中，可以弥补传统教学模式的弊端：①从主要关注物质空间的规划设计转向兼顾物质空间和人本需求的满足，在虚拟公众参与中模拟参与式规划实施路径；②方案的规划设计更注重过程思维，每一步调整修改都有相应“现实”需求支撑，而不仅仅是“拍脑袋”决策；③通过人工智能技术减轻学生重复性工作量，让学生将更多时间和精力放在寻找科学逻辑、适应过程思维、解决真实问题等创造性工作上。

5 “专业知识＋人工智能”双驱动的城乡规划教育的思考

基于“专业知识＋人工智能”双赋能，我们构建了“理论知识＋方法技术＋实践提升”的教学内容，聚焦城乡规划设计的真实场景，使学生掌握规划相关的政策体系、多主体利益诉求等知识，引导学生运用智能技术辅助，综合培养理论知识和智能技术双驱动的能力，包括数据分析、规划研究、原型设计能力，培养创造性、系统性和人本思维。改变传统教师传授知识、学生被动输入



经济技术指标	
用地面积	10.1 hm²
容积率	22.27%
总建筑面积	22.9万m²
绿化率	49%
建筑密度	19.54%
住宅户数	2110
公寓户数	520
B地块停车位数	702

		方案一		方案二		方案三	
		感受描述	满意度	感受描述	满意度	感受描述	满意度
建筑布局评价	建筑间距	2	4	3	4	3	4
	建筑高度	2	5	4	3	4	3
	建筑排布	2	4	2	4	3	4
	交往与隐私性	3	4	3	3	2	5
公共空间评价	舒适性	3	2	3	2	5	4
	趣味性	5	1	5	2	4	3
	交往性	3	3	4	2	4	5
	自然性	4	3	3	3	3	4
			3.25		2.93		3.89

		方案1		方案2		方案3		方案4		方案5	
		感受描述	满意度	感受描述	满意度	感受描述	满意度	感受描述	满意度	感受描述	满意度
建筑布局评价	建筑间距	3	4	3	5	3	5	3	4	3	5
	建筑高度	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4
	建筑排布	3	4	3	3	4	4	2	4	4	4
	交往与隐私性	2	5	3	4	4	5	3	4	4	3
公共空间评价	舒适性	5	4	4	3	3	4	3	5	4	3
	趣味性	4	3	3	3	4	3	4	3	5	4
	交往性	4	5	4	4	4	5	4	4	3	4
	自然性	3	4	2	3	3	4	2	4	2	3
			3.89		3.69		4.14		3.92		3.71

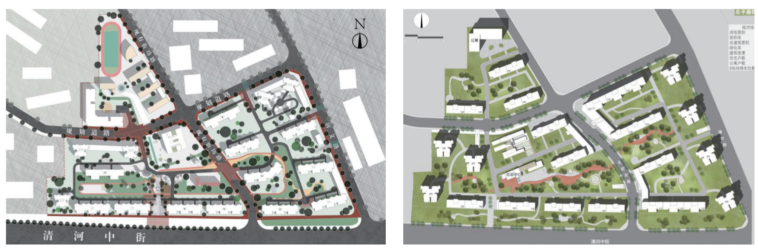


图7　智能体对同一学生不同阶段设计成果（上）和不同学生最终方案之间的评估（下）

Fig.7 Intelligent agents´ assessment of a student´s design scheme at different stages (top) and of students´ final design schemes (bottom)

资料来源：清华大学城市规划系二年级学生作业

的教学模式，激发学生自主探索的积极性，提高了学生课堂的参与度与收获感，实现更高效的知识传递、技能训练、设计反馈，达到了教学相长、系统和用户相互促进的状态。

5.1 专业知识与素养是人工智能赋能城乡规划教育的前提条件

虽然人工智能在规划领域展现出一定的能力，但规划师的工作涉及多个维度，包括对空间、环境、社会需求的理解，居民情感需求的深度挖掘，对社会变化的敏锐洞察力和创新能力等，这些都是目前人工智能难以实现的。即使在人工智能擅长的量化分析领域，如果没有专业知识的指导，其得出的结论可能并无意义[26]。

就本次教学创新的尝试来看，在“前期策划—方案生成—后期评估”的全流程中，都需要任课教师整理知识点，讲授清楚后使用LLM辅助理解。例如：在前期策划阶段，教师将住区设计的关键知识点定制为问题库，加上学生自设题目，在大模型中向各类智能体提问，以全面了解自下而上的需求，为规划定位和功能布局提供支持；在方案生成阶段，则需要学生确定道路布局和开放空间系统架构后借助Grasshopper进行方案生成等；最后，根据学生预先设定的规划目标，制定评价指标体系，在LLM的帮助下进行方案评估，形成对住区设计要点的全面理解。

5.2 人工智能赋能规划设计教学有助于提高学生科学素养和设计质量

人工智能辅助住区设计教学的作用主要体现在以下三个方面：首先，是规划定位与需求分析，传统做法多是设计师根据专业经验进行主观定位，而LLM通过智能体的角色扮演，可对相关人群进行全样本分析；其次，在方案生成中，可以通过设定不同规划目标，如景观最优化、公共服务可达性最优化，生成不同的空间方案供学生进行选择；最后，学生完成优化方案后，根据第一阶段设定的定位与目标，由智能体进行评估，与教师的专业判断结合，对规划方案的优缺点进行全面评价。这在很大程度上有利于完善教师基于个体经验评估方案的不足，同时强化学生的科学素养，强化从不同主体视角对规划方案的认识。

5.3 “专业知识”与“人工智能”结合对创新规划教育模式至关重要

从住区设计课的创新教学尝试来看，专业知识与人工智能技术两者均不可偏废。两者在各自擅长的领域内密切合作、互相补充十分必要。在“三阶段”中的每一阶段，都体现了“专业知识＋人工智能”的双驱动，包括对学生专业知识点的教授、学生吸收后转化为和大模型的对话，形成规划目标后进行生成式设计、人工优化后利用大模型评估等。总体来看，人工智能可以被视为规划教育的工具而非替代者。它可以协助学生完成某些任务，但最终的设计决策和创意产出仍然依赖于设计师的专业判断和经验。人工智能可能会改变学生的工作方式，而不是直接取代他们。规划专业的学生需要适应新技术，将人工智能作为提高工作效率和创造力的辅助手段。

6 总结与讨论

“专业知识＋人工智能”双驱动的城乡规划设计教育模式是新兴教育模式，这种模式旨在为学生提供一个全面、深入、实用的学习体验，提高学生的设计与创新能力、技术应用能力、批判性思维与分析能力、团队合作与沟通技能，帮助他们在未来的职业道路上取得成功。在本次住区设计教育新模式探索中，由清华大学城乡规划系、电子工程系、科大讯飞共同组成的教学团队，开发了教学需要的智能教学产品、智能评估工具等，用于协助学生开展规划设计工作。从教学开展的效果来看，跨专业的教学团队十分必要，可以快速解决学生在规划中碰到的各种专业与技术问题，助力他们形成对住区规划设计的全面认识。

在“专业知识＋人工智能”赋能住区设计教学模式的创新探索中，需要避免两种误区：一是认为人工智能可以大批量快速生成设计方案，主导规划设计；二是坚守传统的“传帮带”教学模式，拒绝先进技术的应用。吴志强等[27]总结了智慧城市建设的三种典型模式，一为技术供给方主导的T模式（Technology Mode），二为解决实际需求的D模式（Demand Mode），三为以展示厅形式推进但并没有落实到城市真实运行中的形式主义E模式（Exhibition Mode）。其中，E模式可能大量消耗资产，与人民生活的实际需求有所脱离，不可持续。对人工智能赋能规划教育的探索，既不能流于“炫技”，忘记了住区设计教学目标“掌握居住环境的相关理论和综合设计技能”的“初心”，时刻谨记专业知识与素养是城乡规划设计教学中不可或缺的部分，也不宜拒绝拥抱先进的技术手段，通过人工智能赋能，可以强化学生对住区设计所涉及的多方社会力量及角色（包括政府、开发商、城市居民、规划设计师）的了解，拓展学生的科学素养。

当然，由于时间和能力所限，本次住区规划设计教学探索也面临种种问题，导师指导下的团队项目实践和跨界，首先学习是对教师知识背景和跨学科视野的巨大挑战。了解AI在规划设计教学中哪些能做、哪些做不到，本身就需要不断地摸索和尝试，因此，人工智能团队的技术支撑是十分必要的。其次，学生在没有了解住区设计的知识点时，与大模型的问答可能难以获得有用的信息，这需要教师辅导及多次尝试。同时，事先掌握Rhino建模工具与Grasshopper可视化编程的操作技能，需要学生投入额外的时间和精力，因此采用小组合作的模式更为有效。未来需要对智能教学工具、问答题库与案例库进一步充实完善，形成可以推广的教学工具，帮助学生在短期内熟练掌握人工智能的技术方法。

总体而言，传统规划教育体系面临的挑战在于如何适应快速变化的技术环境和行业需求，而其出路则在于主动适应变化，更新教育内容和方法，以及培养学生的未来竞争力和终身学习能力。鼓励学生跨越传统学科界限，整合不同领域的知识技能，促进创新思维和解决复杂问题的能力，更好地适应新技术时代下城乡规划教育创新的需求。

致谢：感谢清华大学建筑学院城市规划系二年级同学周奕飞、王依柔、刘湛清、曹凯文、吴浩、陈秋实、孙琦、赵灏天等同学在设计教学过程中的参与和贡献。

参考文献

[1] 马向明, 史怀昱, 张立鹏, 等. "规划师职业发展:挑战与未来"学术笔谈[J]. 城市规划学刊, 2024(1): 1−8.

[2] 吴志强, 黄晓春, 李栋, 等. "人工智能对城市规划的影响"学术笔谈会[J]. 城市规划学刊, 2018(5): 1−10.

[3] Otthein HERZOG, 潘海啸, 邓智团, 等. 新一代人工智能赋能城市规划: 机遇与挑战[J]. 城市规划学刊, 2023(4): 1−11.

[4] 张庭伟. 复杂性理论及人工智能在规划中的应用[J]. 城市规划学刊, 2017(6): 9−15.

[5] HONG Q Y. Development of planning support systems: a systematic review of the Chinese language literature[J]. Transactions in Urban Data, Science, and Technology, 2024, 3(1−2): 275412312412
51409.

[6] 甘惟, 吴志强, 王元楷, 等. AIGC辅助城市设计的理论模型建构[J]. 城市规划学刊, 2023(2): 12−18.

[7] BUBECK S, CHANDRASEKARAN V, ELDAN R, et al. Sparks of artificial general intelligence: early experiments with GPT−4[J]. arXiv preprint arXiv: 2303:12712, 2023.

[8] YANG Z, LI L, LIN K, et al. The dawn of lMMs: preliminary explorations with GPT−4v (ision) [J]. arXiv preprint arXiv: 2309.17421, 2023, 9(1): 1.

[9] LI N, GAO C, LI Y, et al. Large language model−empowered agents for simulating macroeconomic activities[J]. arXiv preprint arXiv:2310.10436, 2023.

[10] GAO C, LAN X, LU Z, et al. Social−network simulation system with large language model−empowered agents[J]. arXiv preprint arXiv:2307.14984, 2023.

[11] PARK J S, O´BRIEN J, CAI C J, et al. Generative agents: interactive simulacra of human behavior[C]//Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, 2023: 1−22.

[12] KOENIG R, MIAO Y, AICHINGER A, et al. Integrating urban analysis, generative design, and evolutionary optimization for solving urban design problems[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2020, 47(6): 997−1013.

[13] WU Q, BANSAL G, ZHANG J, et al. Autogen: enabling next−gen LLM applications via multi−agent conversation framework[J]. arXiv preprint arXiv:2308.08155, 2023.

[14] ZHANG J, XU X, DENG S. Exploring collaboration mechanisms for LLM agents: a social psychology view[J]. arXiv preprint arXiv:2310.02124, 2023.

[15] XIAO Z, ZHANG D, WU Y, et al. Chain−of−experts: when LLMs meet complex operations research problems [C]//The Twelfth International Conference on Learning Representations, 2023.

[16] HONG S, ZHENG X, CHEN J, et al. MetaGPT: meta programming for multi−agent collaborative framework[J]. arXiv preprint arXiv:2308.00352, 2023.

[17] ZHOU Z, LIN Y, JIN D, et al. Large language model for participatory urban planning[J]. arXiv preprint arXiv: 2402.17161, 2024.

[18] 杨天人, 金鹰, 方舟. 多源数据背景下的城乡规划与设计决策: 城市系统模型与人工智能技术应用[J]. 国际城市规划, 2021, 36(2): 1−6.

[19] FU X, LI C, ZHAI W. Using natural language processing to read plans: a study of 78 resilience plans from the 100 resilient cities network[J]. Journal of the American Planning Association, 2023, 89(1): 107−119.

[20] ZHU H, ZHANG W, HUANG N, et al. PlanGPT: enhancing urban planning with tailored language model and efficient retrieval[J]. arXiv preprint arXiv: 2402.19273, 2024.

[21] NING Y, LIU H. UrbanKGent: a unified large language model agent framework for urban knowledge graph construction[J]. arXiv preprint arXiv:2402.06861, 2024.

[22] LI Z, XIA L, TANG J, et al. UrbanGPT: Spatio−temporal large language models[J]. arXiv preprint arXiv:2403.00813, 2024.

[23] 杨辉, 王阳. "旧疾"与"新题": 国土空间规划背景下城乡规划教育探讨[J]. 规划师, 2020, 36(7): 16−21.

[24] 彭黎君, 向铭铭, 喻明红. 以实践为导向的城市设计课程教改探索[J]. 教育教学论坛, 2020(37): 168−169.

[25] 刘丹, 熊鹰. 国土空间规划体系下的规划教育探索与实践[J]. 安徽建筑, 2021, 28(12): 96−97.

[26] 钮心毅, 林诗佳, 桑田, 等. 数字化规划技术: 数据与知识[J]. 城市规划学刊, 2024(2): 18−24.

[27] 吴志强, 王坚, 李德仁, 等. 智慧城市热潮下的"冷"思考学术笔谈[J]. 城乡规划学刊, 2022(2): 1−11.

修回：2024−08