

面向新一代人工智能的城市设计：范式转型与数智赋能*

Urban Design Assisted by New-Generation Artificial Intelligence: Paradigm Transformation and Digital Intelligence Empowerment

刘羿伯 吴梓溶 孙澄

LIU Yibo, WU Zirong, SUN Cheng

关键词 新一代人工智能；城市设计；范式转型；数智赋能

Keywords: new-generation artificial intelligence; urban design; paradigm transformation; digital intelligence empowerment

提 要 城市设计作为城市规划和建筑的交叉领域，在新一代人工智能发展下的创新转型仍处于理论建构和技术探索初期，在设计过程中主要面临价值理性和工具理性困境。对此，城市设计需分别通过范式转型和数智赋能来强化其认知深度和执行广度。针对价值理性困境，城市设计需从整体性和价值性范式向交互性范式转型，该过程涉及机制重构、价值重塑和空间重整等3个环节；针对工具理性困境，城市设计需从数据驱动走向人工智能驱动的数智赋能模式，探索人工生命体、区块链、图像视频生成模型等跨领域技术融合人工智能路径，为其范式转型提供技术驱动。此外，面向未来的城市设计应回归技术初心，明确AI是辅助而非取代的角色定位，以期实现人居环境全生命周期管理。

Abstract: The interdisciplinary field of urban design, which bridges urban planning and architecture, is at an early stage of theoretical development and technological exploration, advancing alongside the emergence of a new generation of artificial intelligence. From a design process perspective, the field primarily faces the challenge of reconciling value rationality and instrumental rationality. In this context, it is necessary to strengthen the cognitive depth and operational scope of urban design through paradigm and digital intelligence empowerment respectively. In terms of value rationality, urban design practice needs to be transformed from a holistic and value-centered approach to an interactive one, achieved through reconstructing operational mechanisms, reshaping value systems, and reorganizing spatial features. In terms of instrumental rationality, it is crucial to transform the digital intelligence in urban design from a data-driven model to an AI-driven one through exploring pathways to incorporate cross-domain technologies, such as artificial life forms, blockchain, and AI-powered image and video generation models. In addition, future-oriented urban design should uphold the purpose of technological development, which should assume auxiliary rather than dominant roles in addressing human needs, enabling effective and full life-cycle management of human settlements.

中图分类号 TU984 文献标志码 A
DOI 10.16361/j.upf.202501009
文章编号 1000-3363(2025)01-0064-07

作者简介

刘羿伯，哈尔滨工业大学建筑与设计学院、自然资源部寒地国土空间规划与生态保护修复重点实验室副教授、硕士生导师，lyb@hit.edu.cn

吴梓溶，哈尔滨工业大学建筑与设计学院、自然资源部寒地国土空间规划与生态保护修复重点实验室硕士研究生

孙澄，哈尔滨工业大学建筑与设计学院、工业和信息化部寒地城乡人居环境科学与技术重点实验室教授、博士生导师，通信作者，suncheng@hit.edu.cn

* 国家自然科学基金青年项目“基于形态特征量化分析的寒地城市街区空间健康性能影响机理及优化设计方法研究”（项目编号：52308018）；中国高校产学研创新基金“基于人工智能辅助的城市步行街区空间策划与设计生成实践应用研究”（项目编号：2024SE031）；中央高校基本科研业务费专项资金“中西方城市街区形态设计审美观比较研究”（项目编号：HIT.HSS.202312）

当前人工智能 (artificial intelligence, AI) 已逐渐渗透并深刻改变着人类的社会生活, 伴随其关键技术的突破, 以及新兴技术场景应用建设的加快, 科技赋能成为高质量发展的显著标志, AI 成为引领中国式现代化发展的重要动力, 逐渐深度渗透并深刻重塑建筑和规划领域的要素体系与运行机制^[1]。

20 世纪末 AI 进入城市设计学科领域起, 数字化和信息化已逐步成为城市设计的发展支撑。以虚拟现实^[2]、计算机视觉^[3]等为代表的 AI 技术为城市分析提供高精度高产量的数据, 以此为支撑通过要素解译^[4-7]、发展推演^[8-12]、决策生成^[13-14]、实施评估^[4,15-17]等功能驱动城市可持续发展目标的预测和执行^[18], 进一步促进生态环境保护、经济增长和社会公正^[19-22]。既有研究^[23-24]对利用 AI 技术挖掘与推演城市人口与空间发展规律、预测设施选址影响评估等方面的研究探讨

作出了有益尝试, 普遍实现了更精准的规律挖掘和更科学的系统构建, 一定程度上满足了城市数据分析、城市发展模拟、城市空间结构和功能配置优化等城市规划和设计关键需求。当前, 新一代 AI 对城市设计的驱动已初见端倪, 但是现有研究仍处于理论建构和技术探索初期。以前瞻性的探索、系统化的设计为目标, 剖析城市设计现有困境, 以 AI 新技术破局, 是当前城市设计创新发展的必然趋势。

1 困境：城市设计发展进程中的现实悖论

城市设计作为连接城市规划和建筑的跨学科领域, 具有创作驱动性、情智合一性、人本导向性、空间具象性等特征^[25-26]。本节对 AI 影响下的城市设计发展进程及其相应特征加以分析, 总结新

一代 AI 驱动下城市设计各流程发展中的现存悖论, 以此提炼城市设计价值理性和工具理性两个方面的现实困境。

1.1 AI 影响下的城市设计发展

AI 早在 20 世纪中叶已将闭源模型的遗传算法^[27]和微波集成优化设计^[28]等研究方法在生物学和工业制造领域投入使用, 但在 20 世纪末 21 世纪初才进入城市研究领域且功能定位模糊, 因此其在城市设计领域具有理论发展和技术引入的滞后性。城市设计在 AI 影响下分别经历了以早期 AI 为绘图工具的计算机辅助设计 (computer-aided design, CAD) 阶段、以基于计算机发展的 AI 为城市动态建模工具的参数化设计 (parametric design, PD) 阶段和以自动化 AI 辅助分析研判的算法辅助设计 (algorithms-aided design, AAD) 阶段, 见图 1 和表 1, AI 辅助城市设计的理论方法和技术体系已初步形

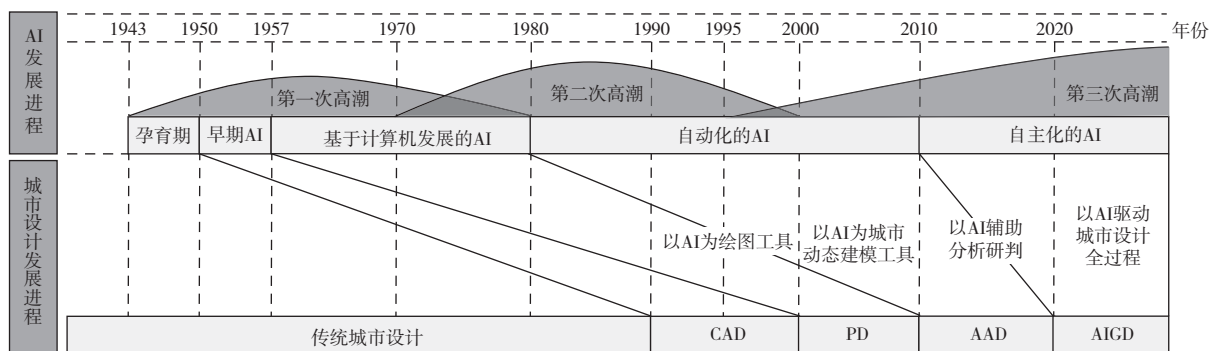


图 1 AI 与城市设计的发展进程联系
Fig.1 The relationship between AI and urban design

表 1 AI 影响下的城市设计发展

Tab.1 The development of urban design under the influence of AI

城市设计进程	发展时间	AI 工具	城市设计发展优势	城市设计发展问题
CAD	20 世纪末至 21 世纪初	早期 AI	借助以 CAD 等计算机绘图软件为代表的 AI 传达设计方案 ^[29] , 主要使用勘测调研、问卷调查等田野调查法获取城市空间数据	设计数据精度较低, 设计要素单一, 设计空间大多仅停留在人视角下建筑和场地空间的功能和美学层面, 设计工作单向传导, 繁重低效, 且存在与城市规划、城市治理逻辑分离
PD	2000 年至 2010 年	基于计算机发展的 AI	通过 AI 提供的描述城市情境的参数化工具和可将参数化工具与城市社会经济数据进行空间融合的设计平台, 构建城市多元性能的量化指标体系, 建立短期时间演变下的城市立体模型, 使构想经济效益达成最优解的空间方案成为可能	由于计算、存储能力限制, 基于计算机发展的 AI 离识别与获取高精度、高产量、高质量数据尚有一段距离, 此外城市动态模型建设成本极高, 在城市设计中的普及性和实施性不强, 相当一部分城市设计仍以质性研究为决策依据 ^[30]
AAD	2010 年至 2020 年	自动化的 AI	利用自动化 AI, 突破 CAD 等绘图软件和 BIM 等 3D 建模软件的局限性, 学习城市系统要素特征的能力, 结合专家决策预测城市系统发展、提出风险防控决策和监督系统运转 ^[31]	由于 AI 尚未形成基于城市规划建设理论研究和实践经验的城市场空认知, 其设计决策输出质量不高, 且设计师需在该过程中投入大量时间成本, 因此城市多方利益主体对其智能决策模型的实施性仍保持观望态度 ^[32]
AIGD	2020 年至今	新一代自主化的 AI	具备海量高维度多源数据集成能力、自训练和自适应潜力、科学性和可解释性	

成^[33-35]，其综合性、实践性、创新性、科学性随着相关领域研究和实践的跟进不断提升。近几年来，城市生态系统发展形态和政策背景的复杂性和不确定性使城市设计任务日益复杂，但城市研究工作仍存在设计环节不连贯不接洽、智力密集且成本高昂等问题^[32]，规划和设计工作输出端的革新、规划设计与空间治理的联动与互馈成为城市设计发展的迫切要求。以ChatGPT等大语言模型、Stable Diffusion等图像生成模型为代表的新一代AI虽仍处于技术研发初期，但已以其海量高维度多源数据集成能力、自训练和自适应潜力、科学性和可解释性预示了AI驱动设计（artificial intelligence-generated design, AIGD）的前景^[36]。以AI驱动城市研究，响应了新一代技术浪潮，聚焦了建筑与规划学科创新转型发展所需。

当前，虽然AI作为辅助城市设计发展的关键技术已得到普遍重视，但关于其新一代发展对城市空间及其要素运作系统的革新、对城市规划尤其是城市设计相关研究和实践的影响，仍有现实问题悬而未决。

1.2 城市设计的现实困境

城市设计的典型过程可以总结为设计问题的提出—设计方案的开发—设计方案的评价—设计方案的决策—设计问题的解决^[25]等环节。AI驱动下数据源的多样化和人机集成平台的智能化发展，弥补了既有工具在城市设计决策及创造方面的短板，城市设计的各阶段可借助相关技术工具有效处理、分析、模拟、呈现城市设计数据模型，提高设计效率、解决设计问题、提升设计品质。未来新一代的AI必然引起城市设计的全过程转型^[26]，这一论点在研究中已经达

成共识^[15,23,37-38]。当前，城市设计的现实困境（图2），主要体现在以下方面。

（1）在设计问题提出及设计方案的开发环节，存在AI模型认知体系不完善和城市空间多视角多维度发展之间的悖论。AI模型认知体系局限性主要表现为两个层面。其一，当前设计模型侧重于对城市空间经济竞争力的优化，关于历史文脉、设计美学等非数据传感器所能捕捉的城市非物质空间信息层面的探讨较为匮乏。对此，有研究开发了将定量指标和定性指标糅合的技术方法，但该类研究尚处于起步阶段，仅可以用于单元素设计，尚未应用于复杂城市市场景，多尺度三维设计的相关研究较为有限。其二，AI技术更新发展具有跨学科特征，且城市设计涉及多方利益，这都对AIGD的知识图谱和集成模型提出更高要求。因此如何界定人机关系和学科发展定位，通过可用数据的多源异构、多层次AI辅助平台的搭建以及行业复合知识的整合，构建不同算法与生成机制集成的AIGD机制成为重要问题。

（2）在设计方案的评价与决策环节，存在AI决策的二元逻辑性和城市设计内容的多元复杂性之间的悖论。AI技术相关研究方法大多仍处于概念或实验验证阶段，且侧重于设计模型和平台智能性的提升，而AI的智能水平与其设计决策能力并不等同。智能水平主要表现为计算和决策速度、多线程处理问题能力，而由于城市的多维性、工程性和社会性，城市设计需要对复杂设计场景进行多目标评估，需要提升AI科学研究和设计创作的衔接度及强化AI技术的泛化能力。此外，现今AI的决策系统运作逻辑不同于城市利益主体思维，其空间解译结果与现实城市之间存在认知差异，其决策具有二元逻辑性，往往非黑即白，易导

致缺乏伦理考虑、空间不正义^[39]甚至脱离实际的情况出现。

总体看来，从AI技术发展、城市系统和城市设计逻辑的特征出发，面向新一代AI的城市设计，本质需解决两方面的困境：

（1）价值理性困境。AI自身发展强势，但与城市设计机制难以完美契合，城市设计存在认知局限和决策局限，本质是城市设计涉及的多方主体在AI运作过程中权责尚未明确。这一问题将决定AIGD的发展生态，即AI技术与设计师工作、城市设计工具、城市治理工作的融合程度，最终表现为城市设计决策的有效性和执行力度。价值理性层面的城市设计需通过从新一代AI应用特征提炼城市设计范式新特征和转型要求来实现。

（2）工具理性困境。AI的跨学科发展倾向、城市的社会性内涵和地域性差异对空间个性化设计提出技术要求，现阶段AI难以构建城市全线数字智能模型，所生成的城市设计方案的实用价值有限。这一问题将抑制AIGD的市场和公共参与，使AI行业应用规模受限，最终影响AIGD的发展动力，对其理性的实现产生负影响。工具理性层面的城市设计需通过厘清从数据驱动到AI驱动的数智赋能逻辑来实现。

2 范式转型：从单一设计到混合设计

在新一代AI进程中实现价值理性层面的城市设计，首先需解译该时期的城市设计范式转型方向。城市设计的范式演进根据人机关系特征可以概括为“整体性范式—价值性范式—交互性范式”，即从未受AI影响、仅由人脑参与的主观城市设计范式，到现今以参数化模型和算法为辅助注重计算机决策的客观城市设计范式，再到未来人机互动的混合式城市设计范式的一系列进程。范式转型过程涉及城市设计的机制重构、价值重塑和空间重整。

2.1 传导机制重构

PD和AAD时期，计算机强大的数据存储与计算能力引起业界关注，城市设计具有显著的数据支持特征，其传导机

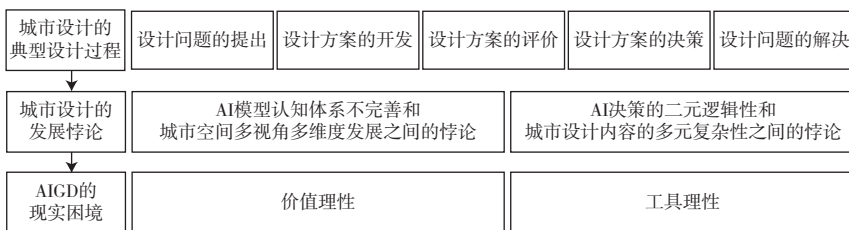


图2 城市设计的现实困境

Fig.2 The practical dilemma of urban design

制表现为“计算机—空间—人”的单向结构，此时的设计师被动接纳和完善AI提供的城市数据分析、监管和预测模型。这虽然一方面加快了实现城市空间认知从定性表述转换为涵盖历史与多尺度演变和可动态更新的定量信息，但另一方面也导致了设计成果倾向于将城市多方利益简单地视为经济竞争力，将城市空间视为缺乏人文关怀、完全量化的物理空间，将规划设计视为对城市数据系统故障的维护。

随着AI技术革新，城市设计为了确认其可控性，将逐渐重视AI系统的运作逻辑语义、具体的空间锚点与城市设计师的协作落实等问题，基于以往机制的优劣提出“人—AI—空间”互馈的三元结构机制，见图3。

设计师就其职能上从绘图师和策划师更新为设计经验与逻辑层面的专家和设计方案的创造者，需要为AI提供设计经验，并及时核实和优化AI的设计认知、模型运作和方案落实；主管部门主要确定AIGD的准则规范和价值导向，并主持定期的城市设计模型与成果的监督与评估；公众对AI和以此为驱动的城市设计成果的认知更新、需求表达与监督建议则通过AI模型传导和反馈。新一代AI将所获取的城市设计逻辑框架和设计方案通过特定参数进行解译，并生成相应的理想城市设计效果模型作为设计方案预反馈参考。城市空间作为AI自训练与自适应发展模型的现实参考，实现空间认知体系向纵横结合、主客结合方向更新，空间设计体系向设计感与科学性结合、功能性与人文性结合方向深化。

这种三元结构打破了当前设计师被动式设计的僵局，并指出AI本质上由城市和人塑造，使得AIGD具有内部强关联性和发展性。城市作为塑造社会动态的复合体，并非被动接受AIGD，而是通过城市设计下的环境行为实现物质空间重塑，其空间要素和数据为AI提供原材料和动力，并影响AI的本质^[40]。

2.2 人本价值重塑

人是城市和AI的核心结构要素和驱动要素，也是城市设计问题定义的出发点和感知对象。AI所辅助的设计、建造和监督都需要人完成，该过程对设计问

题的解决也直接或间接地影响人群。PD侧重使用数据量化公共利益，将多方利益主体视为理想经济人；AAD进一步考虑了人本理念，将人定位为自然人。面向新一代AI，城市设计基于人脑与计算机的工作特征和社会与个体发展需求，更需厘清人机关系，重塑设计价值观。

从人脑和计算机的设计决策能力来看，人脑兼具算力有限性和情智合一性，AI虽因其相对强大的计算和存储能力在城市感知力、学习效率以及知识搭接能力层面具有一定优势，但缺乏城市设计认知基础和创造能力^[41]。新一代AI可捕捉高精度多维度的城市空间数据和人群感知信息，是人深度挖掘城市运作规律和设计需求的物质外延，是人所主导的城市设计的生产力之一。此时的人从自然环境中的定位而言，更重视人的社会属性与自然属性的空间接洽；从社会环境中的定位而言，更明确城市设计分工中各方的权责及其监管。新一代AI促进生态人和自然人在城市设计中实现融合，见图4。

2.3 设计空间重整

由于城市设计是对空间秩序的创新，新一代AI赋能范式最终也将表现为城市设计空间重整，这一过程在宏观、中观和微观层面皆有体现，见图5。

2.3.1 宏观：软硬结合的城市设计发展系统

宏观层面，AIGD可实现软硬层面联动的空间发展模式，即兼顾硬性层面的物质空间建设和软性层面的人文内涵建设。城市空间的硬性设计主要以空间功能更新和基础设施系统正常服务为目标，维护城市基本生产生活等活动的进行，提升城市空间韧性。软性设计则侧重对城市自然资源、历史文化、肌理特色的延续与凸显，使城市空间留有成长印记，体现公众对城市历史的参与，增加城市的人文价值和归属感。

2.3.2 中观：城市有机集群的智能组织系统

中观层面，由新一代AI赋能的城市设计空间将具有复杂有机集群智能逻辑。以往AI促使城市设计理性发展，方便城市运营与管理，但也压抑了城市各类功能集群的空间潜力^[42-43]；而新一代AI可构建现实尺度的虚拟城市空间，根据城市活动计算城市多种要素可能组成的有机集群组合，模拟集群的组织模式，总结城市活动自组织过程中的空间设计需求，并通过AI监督落实运行情况，以集群为单位营造城市空间活力与功能韧性，实现城市向智能化与有机化发展。

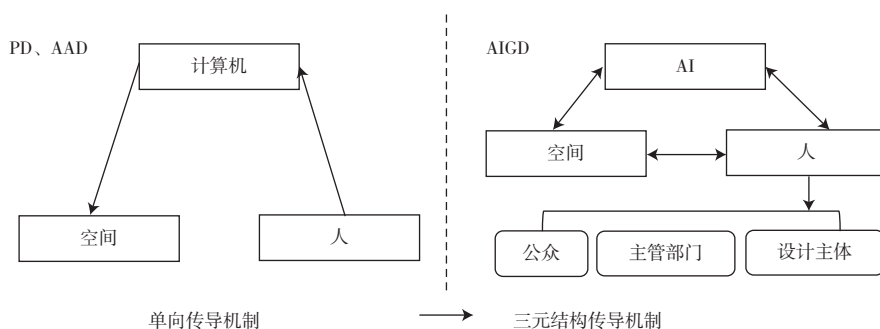


图3 AIGD的传导机制重构逻辑

Fig.3 The rationale for reconstructing the conduction mechanism of AIGD

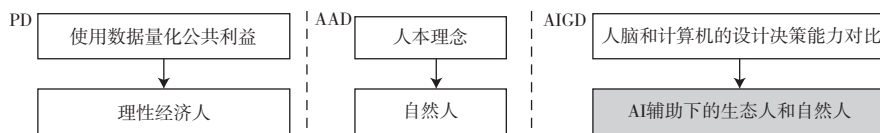


图4 AIGD的人本价值重塑逻辑

Fig.4 The rationale for redefining the humanistic values of AIGD

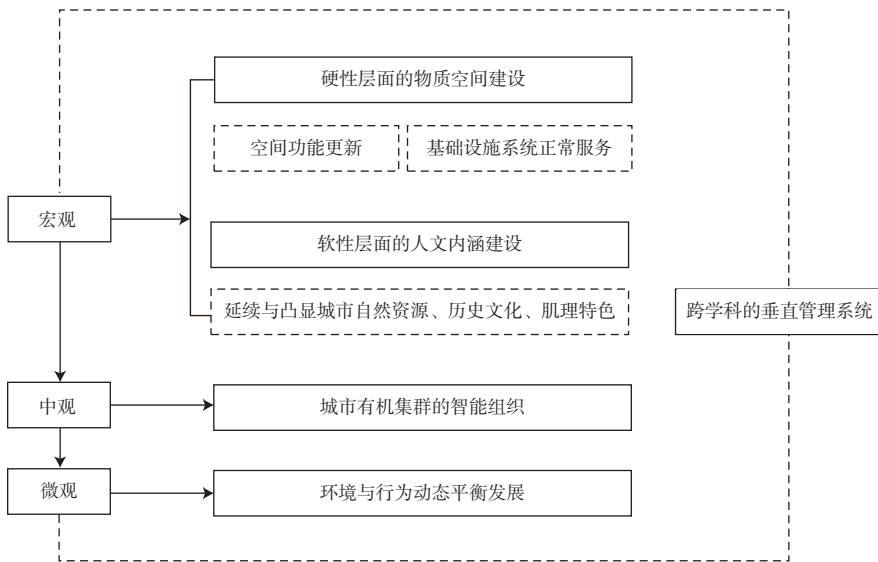


图5 AIGD的设计空间重整逻辑

Fig.5 The rationale for reorganizing design spaces of AIGD

2.3.3 微观：环境与行为动态平衡发展的空间媒介

新一代AI辅助下的城市设计在微观层面将侧重于探讨城市有机集群的具体运作模式，即场所与行为的逻辑与交互影响模式，以此为基础实现环境与行为发展的动态平衡。一方面，城市低绿化率、高人口密度和建筑密度、单一城市肌理、城市尺度与城市时空活动不协调等空间特征易引起城市人群的消极情绪，降低城市活动效率；另一方面，人群消极行为发生率的增长会反过来降低城市空间的使用效率，阻碍城市生产高效性、设施共享性、公共空间开放性。新一代AI可提炼人群行为与城市环境的时空特异性规律，辅助设计师实现符合人本理念的空间精细化设计。

此外，城市设计的垂直管理系统可维持设计空间从宏观到微观的有机秩序，动态量化各层级作用并监测其落实程度。

总体看来，新一代AI以其海量的数据存储和综合性强的解译能力推动其在宏观、中观和微观层面的融合与延伸，并进行可视化一体化和真实化呈现，从而强化城市设计认知与执行的深度和广度。

3 数智赋能：从数据驱动到AI驱动

从CAD、PD跃升至AAD、AIGD，

其范式转型都经由技术驱动。前者更多表现为以数据驱动强化城市空间分析和动态监测能力。随着更智能的人机集成平台不断涌现更新，城市设计也开始进行AI驱动下的技术探索，主要包括以下3个方面。

首先，围绕实体映射，探索城市智能模型的发展，为城市特征的映射提供了新可能。如以虚拟现实、机器学习等关键技术为核心的“城市孪生”，可通过跟踪识别动态数据来获取真实空间数据，在物理城市和数字城市之间建立实时连接和动态反馈。

其次，围绕推演预测，探索智能推演技术，为城市多维信息的推演博弈和动态优化提供了分析途径。随着AI技术进一步强化城市智能模型的推演和预测能力，已有较多研究关注人口规模、土地增长、交通流量等方面的预测^[19,21-22,44]。

再次，围绕精准设计，探索各类深度学习与机器学习算法支持下的生成式设计，为复杂建成环境下的设计落地提供了技术支持。先后有研究以AI驱动展开空间交互设计和设计决策等方面的研究，通过空间可视化模型的生成和设计来搭建互动式设计平台，助推精准设计。

目前，虽然设计领域仍以数据、算法驱动为主，但医学、生物学和数学领域领先探索新一代AI^[45]，提出跨学科技术与AI技术融合的技术路径，为城市设计真正实现AI驱动、破解工具理性困境

提供一定技术参考，主要包含以下3类路径。

3.1 AI+人工生命体

当前的AI技术仍局限于对图像识别、语音识别和对话响应等单领域的智能化操作^[46-47]。对此，新一代AI以实现自我理解、自我控制、自我意识和自我激励等全脑功能合作为目标，基于人工生命（artificial life, AL）和AI技术发展脑智能（brain intelligence, BI）学习模型，不仅使用神经网络结构和参数优化机制^[48]，还参考基因调控网络（gene regulatory network, GRN）和进化反应网络（evolutionary reaction network, ERN）^[49]等基因模型弥补深度学习无法同时运作多任务的自训练模型和无法实现学习成果跨学科跨领域的自适应等不足，使AI在无监督环境也可以自主高效运作。此外，脑智能还可实现类似人脑所具有的将不显著相关的要素建立关联的功能^[50]。脑智能学习模型研究目前仅停留在医学和生物学领域的理论层面，但其逻辑框架对城市设计实现AI和设计师的信息互馈具有一定参考意义。

3.2 AI+区块链

AI技术固然为城市设计提供多元高精度的城市数据，但尚未形成基于城市建设经验的数据清洗、筛选、精准解译和资产保护的能力^[51]，这一方面增加了设计师的数据分析成本和方案落实成本，另一方面对城市发展、国土空间乃至国防安全具有一定威胁性。公共卫生和通信领域为建设非结构化的安全数据管理模式，提出通过将区块链与AI技术结合，利用区块链的高精度和去中心化的数据存储与加密功能，提升AI数据存储的可复制性、可关联性、高度安全性和基于数据特征自主生成数据清洗和使用能力^[52-54]，实现多个城市空间乃至区域空间数据的高质量获取与资产控制。这一技术当前仅用于医疗和金融等类型数据的AI存储与统计，但一定程度上具有提升城市空间数据高效提取、调用与保护效率的潜力。

3.3 AI+图像视频生成模型

关于城市设计概念与方案的表达，

文生图模型 DALL-E^[55-56]和文生视频模型 Sora^[57]解决 GAN 算法训练模型易发生故障的问题^[58]，通过对文本和图像进行多模态训练和适应，驱动城市设计意象构建、真实物理世界复现和设计方案模拟。这些图像和视频生成模型本质是通过空间多模态碎片化知识结构的整理，模拟扩展物理空间的物质运行规则，丰富人脑思维和视域，一方面为城市设计领域提供复杂语境的多样化诠释，使设计师角色从数据的被动承接者转变为设计方案的主动生产者，另一方面使城市设计对象从空间意象升级为复杂场景环境的区域和城市空间，从而优化区域生产生活活动的有机秩序。

4 结语与展望：面向未来的城市设计

城市设计在 AI 驱动的价值理性和工具理性的现实困境上具有范式转型和数智赋能的机遇和必要性。总体来看，新一代 AI 驱动下实现城市设计破局，将从 AI 本质上回归技术初心，从 AI 伦理安全上明确其辅助而非取代的角色定位，从而实现人居环境全生命周期管理。

4.1 本质：回归技术初心

无论 AI 技术如何跃升，其在城市设计的应用过程中始终要以城市设计初衷为指引。AIGD 可通过以下措施强调人与城市空间的互利共生：①以强化 AI 多模态自训练能力和城市设计师自主性为目标构建 AI 价值逻辑和技术框架；②基于城市设计经验、城市空间现状问题和城市与人群的发展需求，提取城市空间数据，提炼城市设计目标；③通过对设计师所定制的城市设计方案的模拟，预判城市空间风险和优化要点；④基于公共参与表达的空间感知和城市设计师的建设经验，优化城市设计方案与实践。

4.2 伦理：辅助而非取代

AI 的发展原理是进一步提升自训练模型的多场景适应性、增加数据存储与计算能力，强化模型的自我控制与自我监督能力，但无法也不应该取代设计师的角色。城市设计方案因人的发展而更新，因城市环境与人群行为的关联而深

化，而 AI 由于不属于城市空间利益主体，无法直接感知城市设计的空间效果，无法自主更新空间认知与技术，因此只能辅助设计师发散和收束设计思维。设计师即使有 AI 和大容量的数据支撑，也不可过度依赖数据分析和生成式设计，而应基于智能化工具更高效提炼城市设计经验，创造具有前瞻性的设计构思，实现人民赋能和科技赋能在城市设计层面的融合。

4.3 贡献：人居环境全生命周期管理

新一代 AI 可简化城市设计领域的运作框架，并提升设计空间要素的可预测性和可控性，如：采用可模拟时空穿梭的数字孪生模型，实现对人居环境特异性现象的筛选和对比分析；利用 AI 定制城市设计方案，提升设计决策的科学性和多元性；使用机器学习技术构建城市空间的多样化自学习框架，提升 AI 的泛化能力和设计方案的实施性；应用众脑共治技术，通过多生命体共生理念动态监管城市设计方案的实施情况等等。城市设计的运作机制和空间数据模型以新一代 AI 为平台将完成信息接洽和发展融合，最终实现对人居环境全生命周期的精细化管理。

参考文献

- [1] 蔡跃洲. 中国共产党领导的科技创新治理及其数字化转型: 数据驱动的新型举国体制构建完善视角[J]. 管理世界, 2021, 37(8): 30-46.
- [2] 段学军. 虚拟城市: 技术方案与应用[J]. 测绘通报, 2001(12): 1-3.
- [3] 叶宇, 戴晓玲. 新技术与新数据条件下的空间感知与设计运用可能[J]. 时代建筑, 2017(5): 6-13.
- [4] 龙瀛, 沈尧. 数据增强设计: 新数据环境下的规划设计回应与改变[J]. 上海城市规划, 2015(2): 81-87.
- [5] 王德, 王灿, 谢栋灿, 等. 基于手机信令数据的上海市不同等级商业中心商圈的比较: 以南京东路、五角场、鞍山路为例[J]. 城市规划学刊, 2015(3): 50-60.
- [6] 江浩波, 卢珊, 肖扬. 基于街景技术的上海历史文化风貌区城市色彩评价方法[J]. 城市规划学刊, 2022(3): 111-118.
- [7] 田宝江, 钮心毅. 大数据支持下的城市设计实践: 衡山路复兴路历史文化风貌区公

- 共活动空间网络规划[J]. 城市规划学刊, 2017(2): 78-86.
- [8] 黎夏, 叶嘉安. 基于神经网络的元胞自动机及模拟复杂土地利用系统[J]. 地理研究, 2005(1): 19-27.
- [9] WADDELL P, BORNING A, NOTH M, et al. Microsimulation of urban development and location choices: design and implementation of UrbanSim[J]. Networks and Spatial Economics, 2003, 3(1): 43-67.
- [10] 甘惟. 城市生命视角下的 AI 规划理论与模型[J]. 规划师, 2018, 34(11): 13-19.
- [11] 吴志强, 甘惟. 转型时期的城市智能规划技术实践[J]. 城市建筑, 2018(3): 28-31.
- [12] 吴志强. AI 辅助城市规划[J]. 时代建筑, 2018(1): 6-11.
- [13] ZHENG H., YUAN P. F. A generative architectural and urban design method through artificial neural networks[J]. Building and Environment, 2021, 205(6): 108178.
- [14] 杨俊宴, 朱晓. 人工智能城市设计在街区尺度的逐级交互式设计模式探索[J]. 国际城市规划, 2021, 36(2): 7-15.
- [15] 王建国. 基于人机互动的数字化城市设计: 城市设计第四代范型刍议[J]. 国际城市规划, 2018, 33(1): 1-6.
- [16] 孙澄, 韩昀松, 王加彪. 建筑自适应表皮形态计算性设计研究与实践[J]. 建筑学报, 2022(2): 1-8.
- [17] 麦克·巴迪, 沈尧. 城市规划与设计中的 AI[J]. 时代建筑, 2018(1): 24-31.
- [18] PAN Y, TIAN Y, LIU X, et al. Urban big data and the development of city intelligence[J]. Engineering, 2016, 2(2): 171-178.
- [19] JIANG F, MA J, WEBSTER C J, et al. Generative urban design: a systematic review on problem formulation, design generation, and decision-making[J]. Progress in Planning, 2023, 180(1-35): 100795.
- [20] QUAN S J, PARK J, ECONOMOU A, et al. Artificial intelligence-aided design: smart design for sustainable city development[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2019, 46(8): 1581-1599.
- [21] FANG Z, JIN Y, YANG T. Incorporating planning intelligence into deep learning: a planning support tool for street network design[J]. Journal of Urban technology, 2022, 29(2): 99-114.

- [22] SHEN J, LIU C, REN Y, et al. Machine learning assisted urban filling[C]//Proceedings of the 25th CAADRIA Conference. Hongkong: computer-aided architectural design research in Asia (CAADRIA), 2020, 2: 679-688.
- [23] 龙瀛, 张恩嘉. 科技革命促进城市研究与实践的三个路径: 城市实验室、新城市与未来城市[J]. 世界建筑, 2021(3): 62-65.
- [24] 邓凯旋, 张照, 王骏. 数字化背景下城市形态智能设计的涌现与探索[J]. 城乡规划, 2023(3): 80-90.
- [25] 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.
- [26] 王建国. 从理性规划的视角看城市设计发展的四代范型[J]. 城市规划, 2018, 42(1): 9-19.
- [27] RENNER G, EKÁRT A. Genetic algorithms in computer aided design[J]. Computer-Aided Design, 2003, 35(8): 709-726.
- [28] BANDLER J W. Optimization methods for computer-aided design[J]. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 1969, 17(8): 533-552.
- [29] SARCAR M M M, RAO K M, NARAYAN K L. Computer aided design and manufacturing[M]. Delhi: PHI Learning Pvt. Ltd., 2008.
- [30] SCHUMACHER P. Design parameters to parametric design[M]//KANAANI M, KOPEC D. The routledge companion for architecture design and practice. New York: Routledge, 2015.
- [31] TEDESCHI A, LOMBARDI D. The algorithms-aided design (AAD)[M]//HEM-MERLING M, COCCHIARELLA L. Informed architecture: computational strategies in architectural design. Cham: Springer, 2017.
- [32] POPELKA S, ZERTUCHE L, BEROCH E H. Urban AI guide[M]. Geneva: Zenodo, 2023.
- [33] 甘惟. 国内外城市智能规划技术类型与特征研究[J]. 国际城市规划, 2018, 33(3): 105-111.
- [34] 杨俊宴. 从数字设计到数字管控: 第四代城市设计范型的威海探索[J]. 城市规划学刊, 2020(2): 109-118.
- [35] 杨俊宴, 朱晓, 邵典. 回眸历史: 基于知识图谱的百年城市设计技术演进脉络与趋势展望[J]. 城市规划学刊, 2021(6): 20-27.
- [36] HERZOG O, 潘海啸, 邓智团, 等. 新一代AI赋能城市规划: 机遇与挑战[J]. 城市规划学刊, 2023(4): 1-11.
- [37] 王世福, 梁潇亦, 邓昭华. 中国城市设计的空间理想思考[J]. 装饰, 2021(1): 32-37.
- [38] 汪芳. 自然同行、人文相伴与数字赋能:《城市设计(第4版)》的新时代城市设计范型整合[J]. 建筑师, 2023(5): 126-129.
- [39] ZHANG Y. CityMatrix: an urban decision support system augmented by artificial intelligence[D]. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2017.
- [40] CUGURULLO, F, CAPROTTI, F, COOK, M, et al. Artificial intelligence and the city: urbanistic perspectives on AI[M]. Oxfordshire: Taylor & Francis, 2023.
- [41] GRIFFITHS T L. Understanding human intelligence through human limitation[J]. Trends in Cognitive Sciences, 2020(11): 873-883.
- [42] 汤姆·维尔伯斯. 互动城市模型: 与原型化的21世纪城市相关的历史与遗产[J]. 城市建筑, 2015(28): 73-87.
- [43] 汤姆·维尔伯斯, 李雪凝. 自适应城市: 城市变化、弹性及一个通向特色都市主义的轨道[J]. 世界建筑, 2013(9): 101-105.
- [44] YIGITCANLAR T, CORCHADO J M, MEHMOOD R, et al. Responsible urban innovation with local government artificial intelligence (AI): a conceptual framework and research agenda[J]. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 2021, 7(1): 71-87.
- [45] FUJII H, MANAGI S. Trends and priority shifts in artificial intelligence technology invention: a global patent analysis[J]. Economic Analysis and Policy, 2018, 58: 60-69.
- [46] LI Y, LU H, LI J, et al. Underwater image de-scattering and classification by deep neural network[J]. Computers & Electrical Engineering, 2016, 54: 68-77.
- [47] LU H, LI B, ZHU J, et al. Wound intensity correction and segmentation with convolutional neural networks[J]. Concurrency and Computation: Practice and Experience, 2017, 29(6): e3927.
- [48] EMMERT-STREIB F, DEHMER M, HAIBE-KAINS B. Gene regulatory networks and their applications: understanding biological and medical problems in terms of networks[J]. Frontiers in Cell and Developmental Biology, 2014, 2: 38-45.
- [49] DINH H Q, AUBERT N, NOMAN N, et al. An effective method for evolving reaction networks in synthetic biochemical systems[J]. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 2014, 19(3): 374-386.
- [50] LU H, LI Y, CHEN M, et al. Brain intelligence: go beyond artificial intelligence[J]. Mobile Networks and Applications, 2018, 23: 368-375.
- [51] LUUSUA A, YLIPULLI J, FOTH M, et al. Urban AI: understanding the emerging role of artificial intelligence in smart cities[J]. AI & Society, 2023, 38(3): 1039-1044.
- [52] TAGDE P, TAGDE S, BHATTACHARYA T, et al. Blockchain and artificial intelligence technology in e-health[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2021, 28: 52810-52831.
- [53] GHOSH P K, CHAKRABORTY A, HASAN M, et al. Blockchain application in healthcare systems: a review[J]. Systems, 2023, 11(1): 38-82.
- [54] ZUO Y, GUO J, GAO N, et al. A survey of blockchain and artificial intelligence for 6G wireless communications[J]. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2023, 25(4): 2494-2528.
- [55] JHAJARIA S, KAUR D. Study and comparative analysis of ChatGPT, GPT and DALL-E2[C]//2023 14th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT). Piscataway: IEEE, 2023: 1-5.
- [56] MARCUS G, DAVIS E, AARONSON S. A very preliminary analysis of DALL-E 2[J]. arXiv preprint arXiv, 2022, 2(2204): 13807-13821.
- [57] LIU Y, ZHANG K, LI Y, et al. Sora: a review on background, technology, limitations, and opportunities of large vision models[J]. arXiv preprint arXiv, 2024, 3(2402): 17177-17215.
- [58] TANG R, LIU L, PANDEY A, et al. What the DAAM: interpreting stable diffusion using cross attention[J]. arXiv preprint arXiv, 2022, 5(2210): 4885-4898.