

规划智能体：概念、系统建构与实践反思

Urban Planning Agent: Concepts, System Architecture, and Reflections on Practice

吴志强 吴涛 周咪咪 张佳琪 蒋清睿 杨舒捷 陈奕洁 吴小龙

WU Zhiqiang, WU Tao, ZHOU Mimi, ZHANG Jiaqi, JIANG Qingrui, YANG Shu-jie, CHEN Yijie, WU Xiaolong

关键词 规划智能体；智能规划；城市规划方法；空间治理；人机协同

Keywords: urban planning agent; intelligent planning; urban planning methods; spatial governance; human-agent collaboration

提 要 人工智能正在深刻改变城市规划的知识生产、方法组织与治理机制。面对城市系统复杂性增强、公共利益协调难度提升和规划实施不确定性加大等挑战，城市规划亟须形成面向全过程的专业智能方法体系。基于此，提出“规划智能体”概念，将其界定为以多源城市数据为感知基础，以规划知识、法规标准、模型方法、案例经验和实施反馈为支撑，以公共价值、空间秩序和治理目标为判断依据，参与规划全过程的专业智能系统。围绕规划智能体的概念内涵、能力结构、系统架构、应用图谱和中国语境展开论述，提出感知、认知、推演、创制、决策、执行、协同与学习八维能力，构建数据层、计算层、决策层和应用层运行架构，并归纳时空感知、规律认知、规划推演、规划编制、行动决策、组织协同、应急响应和知识迭代八类专体。在中国语境下，规划智能体需要依托国土空间规划体系、自然资源统一管理、城市体检评估、城市更新行动和数字政府建设，并以自然资源库、城市建设库、社会经济库、标准规范库和规划案例库作为知识基础。规划智能体有助于推动城市规划方法由阶段性成果编制走向持续性空间治理，为国土空间治理和人机协同规划提供理论与实践路径。

Abstract: Artificial intelligence is profoundly reshaping knowledge production, methodological organization, and governance mechanisms in urban planning. In response to increasing urban-system complexity, growing challenges in public-interest coordination, and rising implementation uncertainty, urban planning urgently needs a professional intelligent methodology for the entire planning process. This study proposes the concept of the "urban planning agent" defined as a professional intelligent system that uses multi-source urban data as its perceptual foundation, draws on planning knowledge, regulatory standards, model-based methods, practical experience, and implementation feedback, and takes public value, spatial order, and governance objectives as the basis for judgment. The study delves into the conceptual foundations, capability structure, system architecture, application framework, and contextual application of urban planning agents in China. It proposes an eight-dimensional capability framework of perception, cognition, simulation, creation, decision-making, execution, coordination, and learning; develops an operating architecture of data, computation, decision-making, and application layers; and identifies eight specialized agents: spatio-temporal sensing, regularity cognition, planning simulation, plan-making, action-oriented decision-making, organizational coordination, emergency response, and knowledge iteration. In the Chinese context, urban planning agents should be embedded within the territorial spatial planning system and aligned with unified natural-resource management, urban assessment, urban regeneration, and digital government construction. Their operation should be supported by databases covering natural-resource, urban-construction, socio-economic conditions, planning standards and regulations, and planning-case. Urban planning agents can help transform urban planning methods from stage-based plan formulation toward continuous spatial governance, providing theoretical and practical pathways for territorial spatial governance and human-AI collaborative planning.

中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.16361/j.upf.202602002

文章编号 1000-3363(2026)02-0009-09

作者简介

吴志强，中国工程院院士，德国国家工程科学院院士，瑞典皇家工程科学院院士，同济大学建筑与城市规划学院教授，wus@tongji.edu.cn

吴涛，同济大学建筑与城市规划学院硕士研究生

周咪咪，同济大学建筑与城市规划学院博士研究生

张佳琪，未来城市（上海）建筑规划设计有限公司助理工程师

蒋清睿，同济大学上海自主智能无人系统科学中心博士研究生

杨舒捷，同济大学建筑与城市规划学院硕士研究生

陈奕洁，同济大学设计创意学院硕士研究生

吴小龙，同济大学设计创意学院硕士研究生

1 传统城市规划呼唤智慧方法赋能

传统规划方法在长期实践中的调查分析、方案编制、技术审查和实施管理等环节存在着大量盲点式的决策：有时表现在缺乏定量的支撑，有时缺乏精准的剖析^[1-4]。规划的整体复杂生态理性，长期受困于权威任性、凭感觉拍板、忽视百姓客观需求、追求空间形式主义等问题，也缺乏对城市生命内部智慧及其演进迭代规律的系统挖掘，难以形成完整的学科方法体系^[5]。然而，城市发展时代的深刻变化正在要求放大其能力边界：非系统性调研难以及时捕捉城市运行状态与社会需求变化的深刻内因，单一权威主导的方案生成难以同时满足多目标、多约束和多情景下的综合权衡，多部门分管的实施机制难以形成跨专业、跨主体、跨层级的协同推进，规划实施中的偏差、绩效和新问题也难以及时反哺给编制、审查与动态维护体系^[6-7]。由此可见，城市规划面临的关键挑战，已不只是局部环节的效率提升，而是呼唤新规划的诞生、范式的创新、全过程能力的系统重塑。

数智技术为城市规划思想方法与工作方法提供了历史性的重大赋能可能。规划的数智系统导入，城市智慧平台(CIM)、城市中枢和跨代数字孪生等工具，显著提升了数据挖掘、空间剖析、方案生成、运行监测和治理调度能力^[8-10]。然而，这些点状能力提升尚不足以形成规划从调查诊断到方案编制、实施运营的整体智能跃升。也就是说，既有技术应用仍存在一定分散化倾向：部分系统偏重数据平台建设，并未介入行动指令和整体联动，尚未充分形成贯通问题识别、方案推演、规则校核、实施反馈和主体协同的连续方法系统^[11]。因此，智能技术对规划的深层影响，体现在定量化、生态系统化、思想与行动的全生命周期一体化，为规划知识、规划判断和规划行动关系进行历史性的创新重组。

近年来，大模型和智能体技术的发展使智能系统逐步具备任务理解、环境感知、工具调用、过程记忆、行动规划和反馈学习等能力。这为城市规划提供

了新的方法可能：现状识别、问题诊断、情景推演、方案生成、规则审查、公众沟通、实施监测和部门协同，不再只是彼此分离的工作环节，而可以被组织为连续运行、动态反馈、协同进化的智能过程^[12-16]。在此背景下，城市规划需要提出具有学科属性和行业指向的新概念，用以解释并引导人工智能进入规划领域的方法转型。

基于上述判断，本文提出“规划智能体”概念：规划智能体是面向城市规划全过程的专业智能系统，能够辅助参与规划中的感知、认知、推演、创制、决策、执行与学习全过程。其核心并不在于替代规划师完成单项任务，而在于把分散的规划数据、知识规则、模型方法、案例经验和实施反馈组织为可运行、可校核、可迭代的方法系统，进而重构城市状态感知、专业认知、价值判断、空间行动和实施反馈之间的关系^[17-18]。

围绕规划智能体的概念建构，本文从4个方面展开论述：

(1) 界定规划智能体的基本内涵，辨析其与规划支持系统、智慧城市平台、城市大脑和通用人工智能体之间的差异；

(2) 提出由感知、认知、推演、创制、决策、执行、协同与学习构成的能力结构，并阐明其服务规划全过程的运行逻辑；

(3) 构建面向时空感知、规律认知、规划推演、规划编制、行动决策、组织协同、应急响应和知识迭代等八类规划专体应用图谱；

(4) 结合笔者团队自2006年以来近20年规划数智化探索，尤其是2016年以来参与中国工程院连续五轮智能规划相关课题研究，在实验、试错、反思与迭代中形成的经验，系统梳理在城市区域战略、国土空间总体规划、城市设计、城市更新、城市形象、城市色彩、城市创新活力等96个项目与课题中的应用实践，首次总结20年数智化实践和10年人工智能赋能规划的理论思考。

2 规划智能体的全球研制进程

2.1 规划智能体研制的5个历史阶段

支撑规划智能体系的基础可追溯至近一个世纪以来的相关研究：20世纪初

康泽恩学派的的城市形态学描述与1950年代的宏观交通模型，最新则延伸至2025年大模型与规划任务深度结合的前沿探索。从时间分布看，相关研究在2023年以后呈现爆发式增长——这一年既是Park等生成式智能体提出之年，又被笔者称为城市规划AIGP(Artificial Intelligence Generated Planning)的元年，这标志着人工智能从城市的识别、分析与预测，进一步迈入规划方案生成与设计表达的环节。

(1) 阶段一：基于规则与符号逻辑的萌芽期(1982—1996年)

这一阶段以复杂适应系统(CAS)、元胞自动机(CA)和早期多智能体系统(MAS)为基础，规划学科开始尝试将城市视为一个动态的“生命体”而非静态的蓝图^[19]。其核心特征是自下而上的规则模拟，将土地、道路、车辆、房屋、地块、资金、市场需求等抽象为城市微观主体，并以符号逻辑和转换规则模拟城市空间形态演变。笔者早期以上海1700个土地开发案例为基础，探索“软信息”与城市空间演化模拟^[20-21]；1988—1992年间，相关方法进一步用于汉堡、法兰克福、柏林等城市的空间分析，并开始导入计算机和数智处理技术^[22]。这一阶段提出了对城市“生态理性规划”的追求，也为大规模城市数据库和算力平台建设奠定了认识论基础。笔者团队于1988年起建立了第一代城市大数据库。

(2) 阶段二：数据挖掘与感知计算的突破期(1996—2006年)

这一阶段以城市信息学、空间数据科学、传统机器学习和早期神经网络为基础，规划智能研究开始从“规则驱动”转向“数据驱动”。其核心特征是面向规划设计项目的数据降维与特征提取，通过多源时空数据、场景图像、微气候模拟、水文环境、交通经济和动态活动数据，形成对城市与场地的综合感知。上海世博会规划模拟是这一阶段的重要实践：围绕7000万总访问人次、单日百万人流、256个展馆和6.28 km²园区空间，完成了每一天从早上9点至晚上12点的百万人级空间分布模拟和多方案推演，识别高风险拥挤场地并推动方案优化。尤其是得出了10个最容易发生踩踏事件

的场地，并进行了方案的多轮优化直到隐患消除。世博会方案的大规模模拟成为人类历史上第一次百万级人口空间分布模拟的智能模拟，22 525个空间单元的规模也是世界城市规划模拟的首创。世博会规划智能模拟标志着规划大数据方法从概念探索进入大规模工程实践，这一阶段团队同时迭代了世界上最大规模的第二代城市大数据库。

(3) 阶段三：城市智能理论与生成逻辑的形成期（2006—2016年）

这一阶段以深度学习、强化学习、多模态回归、生成模型和可解释性方法为基础，规划智能研究开始形成从“感知—判断—行动—学习”的规划智能体元逻辑闭环。2012年前后，笔者团队系统提出“城市智商”（City IQ）理论，强调城市不仅需要被感知和诊断，也需要具备判断、行动和学习能力^[23]。其核心特征是从“诊断”走向“生成”：智能系统不仅给出评价结果，也开始形成可理解、可比较、可追溯的方案生成逻辑。这一阶段，AI开始进入功能融合提升、滨水区品质优化、科创空间组织和概念设计生成等规划场景。

(4) 阶段四：人工智能赋能规划的系统突破期（2016—2023年）

2016年以后，规划智能研究与全球人工智能发展全面接轨，并进入人工智能赋能城市与规划的系统突破阶段。笔者加入了中国工程院人工智能2.0战略攻关项目，主攻人工智能赋能城市与规划。深度强化学习（DRL）、生成对抗网络（GANs）、多模态学习和可解释性人工智能（XAI/SHAP）等方法，推动智能体从分析工具进入设计环节。其核心特征包括3个方面：一是从“诊断”走向“生成”，在复杂空间约束下开展街道级、社区级和片区级布局推演；二是突破“黑盒”，通过可解释性方法使智能体的判断路径能够被规划师理解和校核；三是实现多模态融合，同时处理空间矢量、遥感影像、街景图像和规划文本。笔者团队在此阶段推动人工智能城市规划落地，研发辅助方案生成和空间品质提升的智能算法框架。

(5) 阶段五：大模型驱动与全流程人机协同（HAI）的成熟期（2024年至今）

2024年以来，规划智能体进入大模型驱动与全流程人机协同阶段。多模态大语言模型（MLLM）、大模型智能体架构（LLM Agents）、联邦学习等方法，推动智能体从单项工具走向平台化、系统化和协同化。其核心特征是形成全流程HAI生态：智能体能够贯穿平台建设、项目设计、学术验证和工程表达，形成从概念推演到高逼真成果输出的端到端能力。同时，面向国土空间规划等高敏感场景，智能平台开始具备多级定密、安全防护和全过程管控能力。基于专业文献、规划图纸、政策规范和工程经验训练的智能体，正在成为具备行业常识的“专家系统2.0”。笔者团队强调“机器智能”与“人类智慧”的深度结合，使规划智能体不再只是画图工具，而成为科研创新、技术路线设计和空间治理协同的数字协作者。

2.2 规划智能体研制的5个方向

(1) 方向一：大语言模型与多智能体系统——认知与协同大脑。智能体的底层认知框架，研究其认知架构、长期记忆、任务规划、工具调用、角色分工与共识形成机制，核心在于让智能体能在复杂城市情境中理解任务、协调多方并形成行动判断。它还能将政府、规划师、开发商、市民等利益相关者转化为具有不同目标与约束的角色智能体，模拟真实规划中的社会博弈。1970—1990年代的符号主义与规则系统，Wooldridge等^[24]奠定了分布式智能体的理论基础；2000—2010年代的分布式人工智能与多智能体系统，多智能体被广泛用于土地利用情景模拟与居住区选址；2016年，

笔者团队研制的CityGo城市博弈模型也以多主体博弈推演印证了协同决策的重要性。2023年以来的LLM驱动的生成式智能体，Park等^[25]的Generative Agents使智能体具备记忆、反思与人格化行为，Hong等^[26]的MetaGPT进一步展示了角色分工与 workflow 组织的可能。该方向研制的瓶颈在于长周期推演中的记忆漂移、社会博弈中的死锁与群体极化。

(2) 方向二：生成式城市设计与空间几何生成——具身实体与双手。该方向决定规划智能体能否将文本目标、规划规范和空间约束转化为可视化、可评估的空间方案。1980—2000年代的CAD与参数化建模阶段，设计师通过规则和参数控制几何形态；2016—2023年的深度学习空间生成阶段，Pix2Pix等^[27]条件生成模型为空间图像生成提供基础，强化学习与图神经网络也被用于城市用地优化；2024年以来的多模态代理AI阶段，扩散模型、ControlNet、大模型与GIS引擎开始融合，推动规划任务由语义输入走向空间生成。该方向研制的瓶颈在于高维拓扑结构的语义断裂、跨尺度空间生成的失真以及文本语义向规划参数转换的不稳定。

(3) 方向三：城市形态学与空间句法——专业常识与科学刚性。生成式AI易产生看似合理却缺乏专业依据的方案，而该方向是为智能体提供科学约束与“防幻觉底线”，使方案不仅“好看”，更符合空间演化规律。1970年代经典形态学定性描述，康泽恩学派与意大利形态学传统通过历史地图分析城市肌理；1980—2010年代的空间句法与计算形态学，Hillier等^[28]建立空间句法理论基础，

表1 规划智能体相关的五大方向总览

Tab.1 Overview of the five major research directions related to urban planning agents

技术方向	对应能力	对规划智能体的支撑作用	主要待突破问题
大语言模型与多智能体系统	认知与协同	支撑任务理解、角色分工、过程记忆、工具调用与多主体协商	长周期记忆漂移、群体极化、角色真实性不足
生成式城市设计与空间几何生成	空间生产	支撑用地布局、道路组织、建筑形态和空间方案生成	拓扑关系不稳定、跨尺度一致性不足、规范嵌入困难
城市形态学与空间句法	专业约束	支撑空间结构理解、形态规律识别和方案专业校核	形态概念难以参数化，历史文脉和地方经验难以计算表达
城市人口与交通仿真	行为推演	支撑活动链模拟、交通运行测试和规划方案压力评估	算力成本高、行为参数难验证、仿真与生成闭环不足
多目标优化与规划评估	反馈进化	支撑方案比较、冲突识别、绩效评估和迭代优化	权重确定依赖协商，价值判断难以完全转化为优化函数

Batty^[29]从复杂系统角度解释城市空间演化；2023年以来的数据—理论双驱动阶段，形态学知识开始被转化为知识图谱、评价函数和生成约束。笔者团队以30 m精度网格在40年跨度内构建“城市树”，将13 861个城镇建成区归纳为7类发展类型，表明城市形态具有可识别、可归纳、可学习的规律。该方向研制的难点在于空间句法难以充分表达历史文脉和生活经验，生成模型与形态理论之间仍存在断裂。

(4) 方向四：基于智能体的城市人口与交通仿真——行为沙盒与压力测试。该方向用于检验规划方案在真实运行中的行为后果和系统绩效。1950—1980年代的交通需求预测和路网负载估计，1990年代至2020年代的传统ABM与微观交通仿真^[30-31]；2023年以来的LLM赋能社会行为仿真。该方向尚需突破计算资源与实时反馈的矛盾、涌现行为的可验证性，以及仿真结果与方案生成之间的闭环衔接。

(5) 方向五：多目标优化与规划评估：进化与方向盘。该方向支撑规划智能体识别方案冲突、比较方案绩效并进行迭代修正。1960—1990年代的单目标数值优化，以线性规划解决设施选址等问题，2000—2020年代的启发式算法与多目标优化，NSGA-II等方法推动帕累托优化进入复杂规划问题，ENVI-met等模型为微气候和环境绩效评价提供工具基础^[32]；2023年以来的人类协同与强化学习闭环，规划师经验与公众反馈被纳入方案修正，形成human-in-the-loop的协同优化机制。笔者团队采用模拟退火算法对G60科创走廊的创新要素进行智能配置，雄安数字规划平台则形成“现状感知—规划评估—及时调整—动态优化”的闭环机制。该方向的关键难点在于多目标权重高度依赖专家经验、不同目标的价值逻辑难以统一为稳定的优化函数以及规划大师的直觉与审美判断难以转化为可执行的参数。

总体来看，规划智能体的全球研制进程是城市形态认知、行为仿真、空间生成、规划评估和人机协同等多条路径的交汇。5个历史阶段揭示了规划智能体从规则模拟、数据感知、城市智能理论、人工智能赋能到大模型驱动的演进逻辑。

5个研制方向则说明了这一演进如何转化为具体能力：大语言模型与多智能体系统提供认知与协同基础，生成式城市设计提供空间生产能力，城市形态学与空间句法提供专业约束，人口与交通仿真提供行为检验，多目标优化与规划评估提供反馈修正机制。由此可见，规划智能体应是规划思想方法、城市科学模型和人工智能技术共同形成的复合系统。其核心价值在于把城市规划长期依赖经验、图纸和阶段性成果的工作方式，推进为能够持续感知城市、解释规律、生成方案、校核规则、反馈实施并协同治理的智能方法体系。

3 技术架构：规划智能体的能力构成

城市规划智能体（urban planning agent, UPA）不是单一人工智能模型，而是集成多源时空感知、专业知识推理、复杂情景模拟与自主任务执行的复合式智能系统。其核心逻辑是以大模型（LLM）作为认知“中枢”。相较于传统规划支持系统（PSS），规划智能体更强调目标拆解、工具调用、过程记忆、反馈学习和行动协同。

3.1 规划智能体的概念界定

规划智能体是面向城市规划全过程的专业智能系统。它以多源城市数据为感知基础，以规划知识、法规标准、模型方法、案例经验和实施反馈为认知支撑，以公共价值、空间秩序和治理目标为判断依据，能够辅助或参与规划中的感知、认知、推演、决策、执行、协同与学习等环节，服务于规划编制、规划审查、实施监测、评估反馈和治理协同等任务。

这一定义需要区别3组边界。其一，规划智能体不同于一般效率工具。工具主要执行单项指令，智能体则能够围绕目标拆解任务、调用工具、记录过程并根据反馈修正行动。其二，规划智能体不同于通用人工智能体。规划工作不是一般意义上的空间生成活动，而是涉及土地资源、公共服务、生态安全、历史文化、社会公平和代际责任的公共决策过程^[33-34]。因此，规划智能体必须嵌入

规划目标、法规约束、地方经验和制度程序。其三，规划智能体不同于单个模型。它不是把某一算法用于某一任务，而是把数据、模型、知识、规则、价值和反馈组织为可运行的规划方法系统。

从方法论看，规划智能体重构了规划中的3组关系：一是事实与问题的关系，即将城市状态数据转化为空间问题和治理议题；二是知识与判断的关系，即将规范文本、专家经验和案例材料组织为可推理、可解释、可校核的知识结构；三是方案与行动的关系，即将规划方案纳入审查、实施、监测、反馈和协同过程，使其转化为真实的空间治理效能。

3.2 规划智能体的能力培育：8个规划专项能力

规划智能体的能力结构，应从城市规划过程本身推导。城市规划并不是一次性的信息处理活动，而是围绕城市状态、空间问题、未来情景、价值判断、实施行动和反馈修正展开的连续过程。相应地，规划智能体需要形成感知、认知、推演、创制、决策、执行、协同与学习等8项能力。8项能力不是并列的功能清单，而是规划过程在智能系统中的能力化表达。

(1) 时空感知能力，对应对城市真实状态的持续把握。规划智能体需要通过自然资源、建设现状、人口活动、产业经济、交通出行、生态环境、公共服务、公众意见和实施监测等数据，识别城市状态变化，使规划认知从阶段性调研走向连续性观察。

(2) 规律认知能力，对应对城市问题的专业解释，关键在于把数据事实转化为空间机制解释，把局部现象转化为规划议题，把经验判断转化为可复用的知识结构。

(3) 未来推演能力，对应对未来可能性的组织。规划智能体通过情景设定、模型模拟、方案生成和影响评估，把未来的不确定性转化为可比较的情景集合^[35]。

(4) 方案创制能力，对应规划方案与法定成果的实质性编制。规划智能体基于推演形成的情景基础，通过空间设计生成、要素精准布局、规划文本起草

和图纸自动表达，将规划意图转化为具体可操作的空间蓝图与管控规则。

(5) 行动决策能力，对应对公共价值和多目标冲突的处理，需要把目标体系、法规标准、评价模型、专家经验和公众反馈组织为可解释的判断依据^[36]。

(6) 上下执行能力，对应规划判断向业务流程的转化，体现为规则稽核、

成果生成、指标核算、空间冲突检测、任务分解、项目匹配和实施时序安排^[37]。

(7) 多方协同能力，对应规划作为公共治理过程的组织需求。规划智能体可以通过目标分解、任务追踪、信息共享、意见汇聚和方案协商，促进部门、层级、区域和社会主体之间形成更高水平的协同行动。

(8) 机器学习能力，对应规划系统的动态更新，通过案例积累、实施监测、公众反馈、专家校正和规则修订，持续优化知识结构、判断规则和行动策略。8项能力共同构成规划智能体的过程能力链，使其从信息处理工具成长为面向规划全过程的方法系统（图1）。

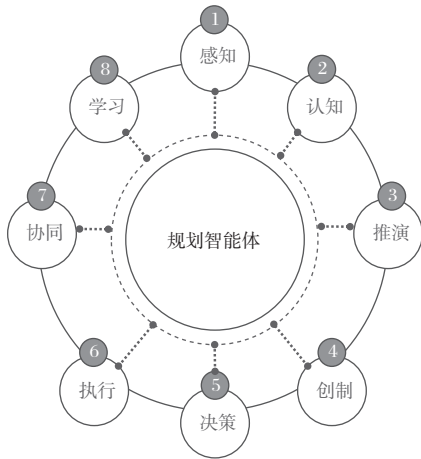


图1 规划智能体的能力结构

Fig.1 Capability structure of the urban planning agent

3.3 规划智能体的基本架构：数据层、计算层、决策层与应用层

规划智能体的能力运行需要清晰的系统架构支撑。结合城市规划的工作流程和智能系统的运行逻辑，规划智能体可由数据层、计算层、决策层和应用层共同构成（图2）。数据层提供城市状态

和规划信息，计算层完成问题识别和方案推演，决策层形成价值权衡和规则判断，应用层推动规划任务执行和治理协同。4层架构的理论意义，在于把城市数据、规划知识、模型方法、公共价值和治理行动组织为一个可运行、可校核、可迭代的方法系统。

(1) 数据层，是事实基础，重点在模型数据的空间化、时序化、对象化和语义化组织。自然资源、城市建设、社会经济、公众意见和实施监测等数据，分别支撑底线识别、现状判断、需求分析、诉求理解和反馈调整。

(2) 计算层，是认知生成环节，将数据转化为问题识别、空间分析、情景模拟、方案生成、影响评估和规则稽核结果。其可调用地理空间分析、城市模拟、知识图谱、机器学习、生成式模型和多目标优化等方法，但核心在于把复杂城市现象转化为可解释的规划问题。

(3) 决策层，是价值组织环节，将计算结果置于公共价值、规划目标、法规标准、专家经验和实施约束中进行综合判断。城市规划是在具体情境中形成可解释、可审查、可负责的公共选择。

(4) 应用层，是行动转化环节，将数据、计算和决策结果导入规划编制、规划审查、实施监测、公众沟通、应急响应和部门协同等任务。应用过程中产生的新数据、新问题和新反馈再次进入数据层，推动模型、规则和应用方式持续更新。由此，4层架构形成连接城市状态、规划认知、公共价值和治理行动的闭环机制，支撑规划智能体服务规划全过程。

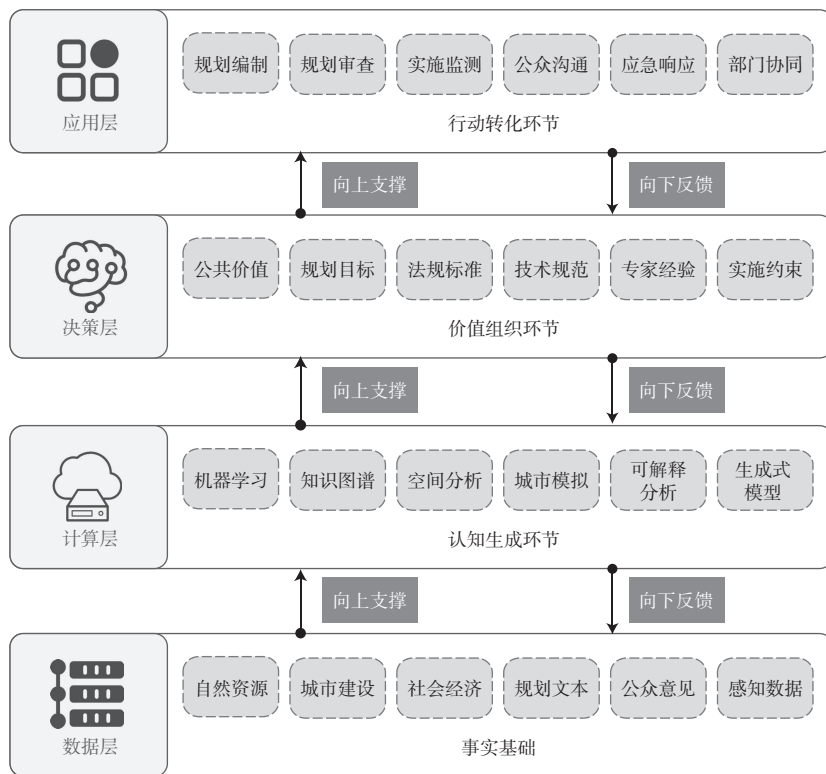


图2 规划智能体的基本架构

Fig.2 Basic architecture of the urban planning agent

4 规划智能体的应用图谱：面向规划全过程的8类专体

规划智能体进入城市规划领域，其价值体现在对规划全过程的系统组织。城市规划既要吸纳公共诉求、识别城市问题、形成空间方案，也要维护制度规则、评估实施成效、回应非常态风险并协调多主体行动。为便于论述，本文将面向特定规划任务的专业智能体简称为“专体”。面向规划全过程，规划智能体可概括为时空感知、规律认知、规划推演、规划编制、行动决策、组织协同、

应急响应和知识迭代等8类专体，分别对应城市状态诊断体检、空间规律识别、方案形成、规则审查、实施评估、行动协调、韧性治理和规划知识更新等核心环节（图3）。

4.1 时空感知专体：城市状态的连续识别

时空感知专体面向自然资源、建设现状、人口活动、产业经济、交通出行、生态环境、公共服务、公众意见和实施监测等多源信息^[38-39]，持续识别城市运行状态和空间变化。它通过空间化、时序化和对象化处理，将分散的空间数据、社会诉求和运行信息转化为具有位置、类型、强度和演变趋势的规划感知结果，使城市认知从阶段性调研走向连续性观察，为后续规律认知和方案推演提供真实底图。

4.2 规律认知专体：空间机制的诊断解释

规律认知专体面向人口结构、空间功能、交通运行、公共服务、生态环境、住房供给和治理能力等复合问题^[40]，揭示现象背后的空间结构、运行机制和实施偏差。它把数据事实转化为空间机制

解释，把局部现象转化为规划议题，把经验判断转化为可复用的知识结构，从而支撑城市问题诊断、治理优先级判断和规划干预方向选择。

4.3 规划推演专体：未来情景的组织比较

规划推演专体面向城市发展的不确定性，通过情景设定、模型模拟、影响评估和多方案比较，将人口变化、产业演化、交通组织、生态约束和更新节奏等因素转化为可比较的未来情景。其核心是帮助规划师看见不同选择可能带来的空间后果，把难以把握的未来问题转化为可计算、可比较、可讨论的情景集合。

4.4 规划编制专体：空间方案与法定成果的创制

规划编制专体面向空间方案和法定成果生成，在明确规划目标、底线约束、实施条件和人类监督的前提下，辅助完成空间结构组织、用地布局优化、要素精准配置、文本起草和图纸表达^[41]。它能够拓展方案探索广度，提升成果表达效率，但问题界定、目标设定、规则配置和价值判断仍是规划师的关键职责。

4.5 行动决策专体：多目标权衡与方案选择

行动决策专体面向生态安全、发展效率、空间公平、历史文化、公共服务、韧性安全和实施成本等多目标冲突，将目标体系、法规标准、评价模型、专家经验和公众反馈组织为可解释的判断依据。它支撑方案比较、风险识别和行动选择，使规划决策从单一技术最优转向面向公共价值的综合权衡，推动机器计算服从规划理性和治理责任。

4.6 组织协同专体：多主体行动的治理协调

组织协同专体面向城市更新、交通改善、生态修复、公共服务提升、产业空间调整和区域协作等跨部门任务，将规划目标、空间任务、政策工具和实施主体进行结构化组织。它支撑目标分解、责任衔接、进度追踪和反馈预警，使部门、层级、区域和社会主体之间形成更清晰的协同行动关系。

4.7 应急响应专体：非常态风险的空间应对

应急响应专体面向极端天气、洪涝灾害、公共卫生事件、基础设施故障和

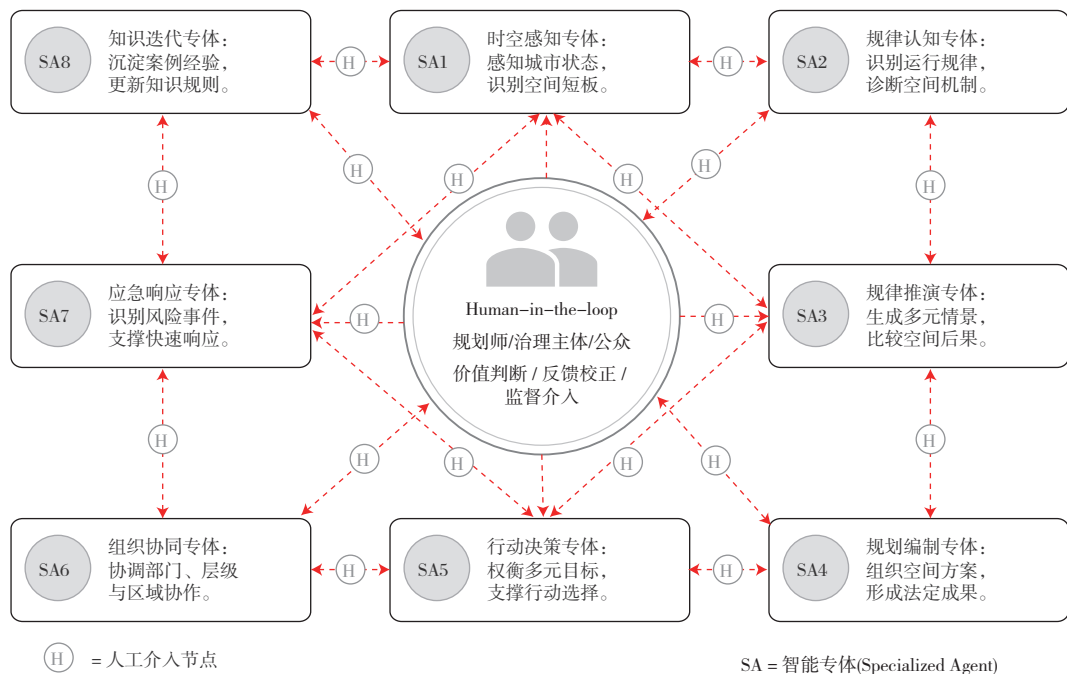


图3 规划智能体8类专体间的生态理性关联总图

Fig.3 Ecological rationality framework of interrelations among eight specialized urban planning agents

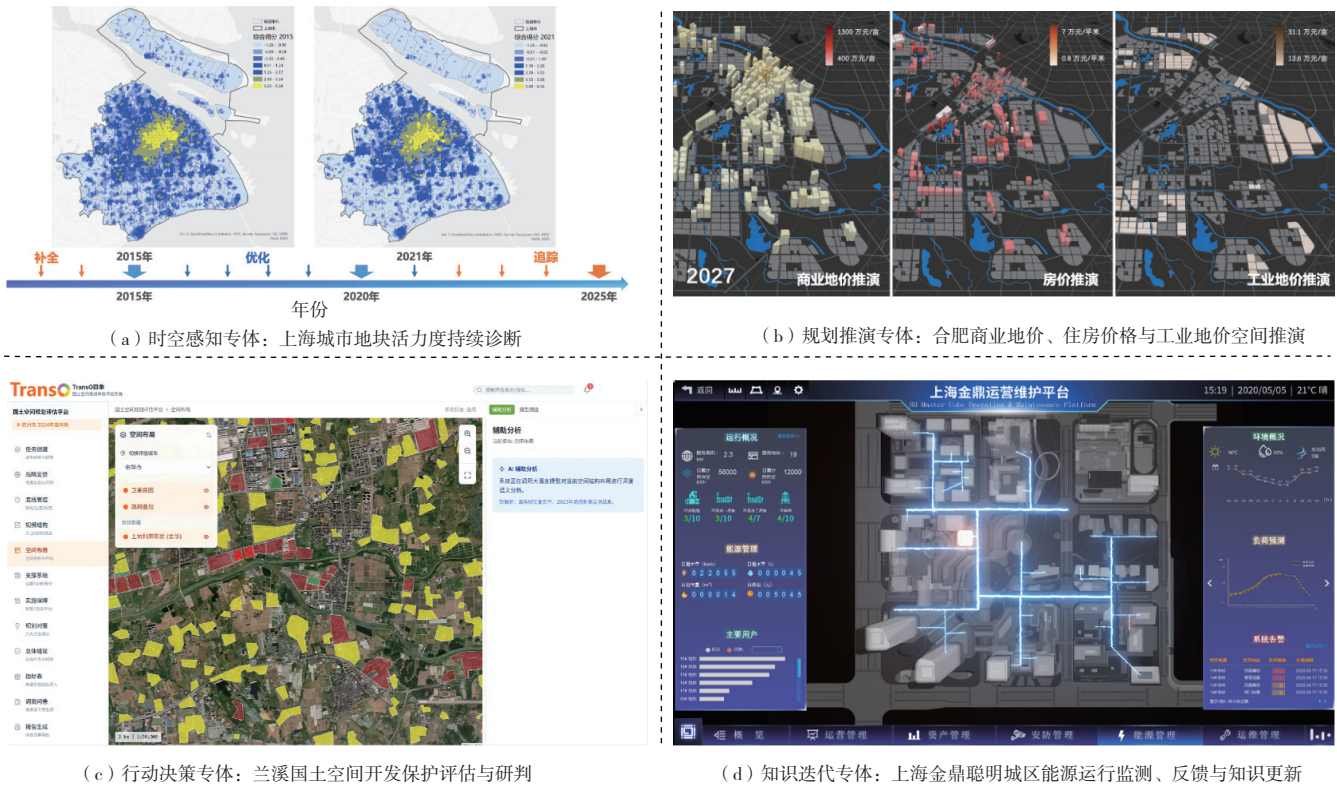


图4 规划智能体部分专体应用
Fig.4 Applications of selected specialized urban planning agents

大型公共安全事件，支撑风险识别、资源调度和快速响应^[42]。它贯通事前预防、事中处置和事后反馈，将非常态事件暴露出的基础设施薄弱、公共空间不足、通道组织不畅和社区韧性不足等问题，反哺国土空间规划、详细规划和基础设施建设。

4.8 知识迭代专体：规划经验的持续更新

知识迭代专体面向规划案例、审查意见、实施成效、公众反馈、专家校正和规则修订等实践材料，持续沉淀可复用的规划知识资源。它将规划过程中的经验、偏差和教训转化为知识更新、规则优化和模型校正的依据，使规划智能体能在持续实践中形成再学习、再校正和动态进化的能力。

4.9 8类专体的协同运行机制

8类专体共同构成规划智能体的群体结构。时空感知专体提供城市状态基础，规律认知专体解释空间机制，规划推演专体组织未来情景，规划编制专体生成

空间方案与法定成果，行动决策专体支撑多目标权衡，组织协同专体保障多主体行动，应急响应专体回应非常态风险，知识迭代专体沉淀反馈经验并更新知识规则。8类专体之间的协同，关键在于形成“状态—规律—情景—方案—决策—协同—响应—迭代”的连续关系：城市状态被持续感知，空间规律被识别解释，未来情景被组织比较，规划方案被生成表达，行动选择被综合研判，多主体任务被协同推进，风险事件被快速响应，实施反馈和实践经验被持续沉淀。由此，规划智能体由附着于既有流程的辅助工具逐步发展为支撑城市规划全过程的智能化组织机制。规划智能体部分专体应用见图4。

5 结语：中国语境下的规划智能体：制度基础与知识支撑

5.1 我国规划智能体的知识支撑：五库体系

规划智能体的运行依赖稳定、系统和可更新的知识基础。我国城市规划具

有丰富的数据来源、制度规则和实践经验，但这些资源长期分散在不同部门、不同平台、不同规划成果和不同项目过程之中^[43]。规划智能体要形成专业判断，需要将分散资源组织为具有规划含义的知识体系。围绕中国规划实践的主要任务，可以将其知识支撑概括为自然资源库、城市建设库、社会经济库、标准规范库和规划案例库。五库的关键不在资料汇集，而在规划知识的组织：通过将数据、规则、模型、案例和反馈组织为可调用、可解释、可更新的知识系统，规划智能体才能形成真正具有规划专业性的判断能力。规划智能体五库体系支撑见图5。

5.2 以规划智能体推动智能时代的规划方法跃升

规划智能体的提出标志着城市规划与人工智能的关系正在进入新的阶段。

从学科发展看，规划智能体提出了智能时代城市规划必须回答的核心命题：城市如何被持续认知，问题如何被准确判断，方案如何被理性推演，规则如何



图5 规划智能体五库体系支撑

Fig.5 Five-database support system for the urban planning agent

被稳定传导，价值如何被嵌入智能过程，实施如何反哺规划体系。这些命题已经超越一般技术应用范畴，指向城市规划学科自身的理论更新。规划学不能仅把人工智能视为外部工具，也不能停留在技术移植层面，而应主动建构具有规划学科立场的智能规划理论，将复杂城市系统、规划知识工程、人机协同决策、公共价值约束和空间治理机制纳入统一框架，形成面向未来的规划方法论。

从行业发展看，规划智能体将改变规划工作的能力结构。未来规划师的核心能力将更加集中于问题定义、目标设定、价值判断、规则组织、情景解释、协同治理和责任把关。智能体能够拓展规划师的感知范围、推演能力、比较能力和反馈能力，但规划方向、公共价值和最终责任仍需由专业共同体和公共治理制度共同把握。越是进入智能时代，越需要规划行业强化专业理性，守住公共利益、空间公平、生态安全、文化传承和长期责任的底线。规划智能体的发展不应削弱人的专业判断，而应提升规划师驾驭复杂城市问题的能力^[44]。

规划智能体的建设关键在于把规划行业长期积累的数据、规则、案例、经验和价值判断转化为可组织、可解释、可审查、可更新的知识系统。没有规划知识的智能体，只能停留在通用智能工具层面；没有公共价值约束的智能体，

容易陷入效率优先和局部最优；没有实施反馈的智能体，难以真正服务城市治理。面向未来，规划智能体需要以自然资源库、城市建设库、社会经济库、标准规范库和规划案例库为基础，持续沉淀规划实践中的知识、方法和经验，形成支撑规划编制、审查、实施、评估和协同治理的专业能力体系，进而为智能时代全球城市规划学科发展与专业实践提供中国智慧和中國经验，作出历史性的贡献。

参考文献

[1] GALLOTTI R, SACCO P, DE DOMENICO M. Complex urban systems: challenges and integrated solutions for the sustainability and resilience of cities[J]. Complexity, 2021(1): 1782354.
 [2] 周长林, 白钰, 谢水木. 面向高质量发展的城市空间绩效: 多目标悖论与评价模型[J]. 城市规划学刊, 2022(4): 58-63.
 [3] 杨选梅. 国土空间韧性: 概念框架及实施路径[J]. 城市规划学刊, 2021(3): 112-118.
 [4] 吴志强, 刘晓畅, 赵刚, 等. 空间效益导向替代简单扩张: 城市治理关键评价指标[J]. 城市规划学刊, 2021(5): 15-22.
 [5] ZHOU X, LIN Y, MONSTADT J, et al. Examining collaborative planning processes and outcomes in urban regeneration: a deliberative turn in China?[J]. Urban Stud-

ies, 2024, 62(4): 682-699.
 [6] 曹春华, 卢涛, 李鹏, 等. 国土空间规划监测评估预警: 内涵、任务与技术框架[J]. 城市规划学刊, 2022(6): 88-94.
 [7] 孙施文. 国土空间规划实施监督体系的基础研究[J]. 城市规划学刊, 2024(2): 12-17.
 [8] PAN H, GEERTMAN S, DEAL B, et al. Planning support for smart cities in the post-COVID era[J]. Journal of Urban Technology, 2022, 29(2): 1-5.
 [9] 吴志强, 甘惟, 臧伟, 等. 城市智能模型(CIM)的概念及发展[J]. 城市规划, 2021, 45(4): 106-113.
 [10] BATTY M. Digital twins in city planning[J]. Nat Comput Sci, 2024, 4(3): 192-199.
 [11] RITTENBRUCH M, FOTH M, MITCHELL P, et al. Co-designing planning support systems in urban science: the questions they answer and the questions they raise[J]. Journal of Urban Technology, 2021, 29(2): 7-32.
 [12] SON T H, WEEDON Z, YIGITCANLAR T, et al. Algorithmic urban planning for smart and sustainable development: systematic review of the literature[J]. Sustainable Cities and Society, 2023, 94: 104562.
 [13] PENG Z R, LU K F, LIU Y, et al. The pathway of urban planning AI: from planning support to plan-making[J]. Journal of Planning Education and Research, 2023, 44(4): 2263-2279.
 [14] 吴志强, 甘惟, 刘朝晖, 等. AI城市: 理论与模型架构[J]. 城市规划学刊, 2022(5): 17-23.

- [15] 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.
- [16] ZHENG H, YUAN P F. A generative architectural and urban design method through artificial neural networks[J]. Building and Environment, 2021, 205: 108242.
- [17] 吴志强, 周咪咪, 刘琦, 等. “跨代孪生”: 映射城市生命特征[J]. 城市规划学刊, 2024(1): 9-17.
- [18] 吴志强, 甘惟, 李舒然, 等. “城市众脑”: 理论模式及关键议题[J]. 城市规划学刊, 2023(6): 20-26.
- [19] 吴志强. 城市规划思想方法的变革[J]. 城市规划汇刊, 1986(5): 1-7.
- [20] 吴志强. 如何处理软信息: 城市用地规划中多标准分析方法[J]. 城市规划汇刊, 1985(3): 41-49.
- [21] 吴志强. 上海城市用地开发的基础研究: 开发量分布、价值测与开发机制[D]. 上海: 同济大学, 1984.
- [22] WU Z Q. Globalisierung der großstädte um die jahrtausendwende: forschung[D]. Berlin: Technische Universität Berlin, 1994.
- [23] WU Z Q, PAN Y, YE Q, et al. The city intelligence quotient (city IQ) evaluation system: conception and evaluation[J]. Engineering, 2016, 2(2): 196-211.
- [24] WOOLDRIDGE M, JENNINGS N R. Intelligent agents: theory and practice [J]. The Knowledge Engineering Review, 1995, 10(2): 115-152.
- [25] 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 (UIST '23). San Francisco, CA, USA: Association for Computing Machinery, 2023: 1-22.
- [26] HONG S, ZHUGE M, CHEN J, et al. MetaGPT: meta programming for a multi-agent collaborative framework[C]//The Twelfth International Conference on Learning Representations (ICLR 2024). Vienna, Austria: OpenReview.net, 2024.
- [27] ZHENG Y, LIN Y, ZHAO L, et al. Spatial planning of urban communities via deep reinforcement learning[J]. Nature Computational Science, 2023(9): 748-762.
- [28] HILLIER B, HANSON J. The social logic of space[M]. Cambridge university press, 1989.
- [29] BATTY M. Cities and complexity: understanding cities with cellular automata, agent-based models, and fractals[M]. The MIT Press, 2007.
- [30] HEPPENSTALL A, MALLESON N, CROOKS A. "Space, the final frontier": how good are agent-based models at simulating individuals and space in cities? [J]. Systems, 2016, 4(1): 9.
- [31] AXHAUSEN K W, HORNI A, NAGEL K, et al. The multi-agent transport simulation MATSim[M]. London: Ubiquity Press, 2016.
- [32] BRUSE M, FLEER H. Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model[J]. Environmental Modelling & Software, 1998, 13(3-4): 373-384.
- [33] 田莉, 夏菁. 土地发展权与国土空间规划: 治理逻辑、政策工具与实践应用[J]. 城市规划学刊, 2021(6): 12-19.
- [34] HERZOG R H, GONÇALVES J E, SLINGERLAND G, et al. Cities for citizens! public value spheres for understanding conflicts in urban planning[J]. Urban Studies, 2023, 61(7): 1327-1344.
- [35] YAP J R, ROMAN O, ADEY B T, et al. Trends and opportunities in adaptive planning for the built environment: a literature review [J]. City and Environment Interactions, 2025, 26: 100196.
- [36] SHEYDAYI A, DADASHPOOR H. The public interest: schools of thought in planning[J]. Progress in Planning, 2022, 165: 100647.
- [37] NOARDO F, GULER D, FAUTH J, et al. Unveiling the actual progress of digital building permit: getting awareness through a critical state of the art review[J]. Building and Environment, 2022, 213: 108854.
- [38] BAKOWSKA-WALDMANN E, KACZ-MAREK T. The use of ppgis: towards reaching a meaningful public participation in spatial planning[J]. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2021, 10(9): 581.
- [39] MARSHALL S, FARNDON D, HUDSON-SMITH A, et al. Urban design and planning participation in the digital age: lessons from an experimental online platform[J]. Smart Cities, 2024, 7(1): 615-632.
- [40] 伍江, 王信, 陈焯, 等. 超大城市城市体检的挑战与上海实践 [J]. 城市规划学刊, 2022(4): 28-34.
- [41] HONG Q, XIA J, LONG Y. Generative artificial intelligence in urban design: a review of recent applications[J]. Landscape Architecture, 2026, 32(12): 24-34.
- [42] SÁENZ DE TEJADA C, DAHER C, HILDALGO L, et al. Urban planning, design and management approaches to building urban resilience: a rapid review of the evidence[J]. Cities & Health, 2024, 8(5): 932-955.
- [43] 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.
- [44] FU J, HAN H, SU X, et al. Towards human - AI collaborative urban science research enabled by pre-trained large language models[J]. Urban Informatics, 2024, 3(1): 8.