

人工智能赋能国土空间规划的技术框架与业务应用

文 / 余潇涵 广西国土资源规划设计集团有限公司

黎雯君 广西国土资源规划设计集团有限公司

摘要：本文对我国国土空间规划中人工智能技术的创新性应用进行系统性的探索。在此基础上，以“数据驱动”和“数字孪生”为基础，建立“统一空间信息平台”、“智能分析模型库”、“智能决策主体”三个层次的技术体系，以“数据驱动”和“数字孪生”为研究对象，建立“空间信息平台”、“智能分析模型”“智能决策主体”三个层次的“系统”。本文将着重分析人工智能技术在商业过程自动化、空间分析优化以及辅助智能化决策中的重要作用。在此基础上，给出了一套实现规划智能化的方法。本文的研究成果将为我国国土空间规划数字化转型提供重要的技术支持。

关键词：人工智能；国土空间规划；智能模型；智能决策

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.22.039

引言

随着信息技术的飞速发展，人工智能正在对社会和经济生活的方方面面带来深刻变革，并对生产力、生产关系、资源等进行了深刻的变革。人工智能以其超强的运算能力，可大幅提高政府治理效率，在减少人力、物力消耗的前提下，提高决策的精度，在信息收集与分析、

动态监控、政策仿真和实时决策等领域有着广阔的应用前景。以“可感知、可学习、善治理、自适应”为特征的智能规划系统为支撑，迫切需要与之相适应。在这一大背景下，国内外学者对其理论依据、技术架构以及实际应用进行了较为系统的研究，并在数据系统的建设与智能平台的建设上实现了重大的突破（表1）。

表1 智慧国土空间规划的研究与实践进展

研究视角	研究内容
理论内涵	鲍海君等主张采用数据驱动的量化流程，实现规划从初步生成向智慧决策的转型；岳文泽等强调在数字孪生与技术协同的支撑下，推进国土空间治理转型，并在技术与机制平衡中追求高质量发展的目标；冯文利等倡导通过数字与绿色的互动，推进“数智化”与“数治化”融合，促使规划编制、实施与监管全面智能升级；
技术框架	张鸿辉等建议将大数据、AI、3S与数字生态技术纳入统一框架，促进规划由传统审批向动态实时决策升级；罗亚等倡导通过“数据—治理逻辑—场景”集成模型，推动国土空间由蓝图式设计走向动态智慧治理；宋明洁等构建了 Geodesign 规划框架，基于生态文明、智能决策和以人为本的理念与目标，将评价、变化、影响3类模型嵌入智慧规划
实践应用	秦萧等利用大数据动态优化了生态、农业和城镇空间，为精准边界划定与功能布局提供了支撑；谢花林等通过利用多源数据、GIS与云平台，实现了规划编制与监管的智慧化转型；Lee等借助机器学习与视觉技术，提升了城市景观品质并优化了用户体验；Muhammad等借助深度学习技术，增强了交通规划的预测与调度能力

随着数字技术的发展，国土空间规划研究的范式正在向以数据为基础的科学转变。重点研究多要素系统的量化分析、多要素系统的耦合和跨时间、空间的融合等方法，以“数字孪生”为代表的城市规划的智慧化。

一、AI赋能国土空间规划的内涵解读

人工智能赋能国土空间规划的精髓，就是利用“模拟人智能行为规则的人工智能体系”这一技术。在国土空间规划研究中，人工智能通过剖析规划业务逻辑，判断空间发展态势，揭示空间演变规律，达到三大核心价值：首先，优化规划业务过程自动化程度。其次，要提高空间分析的科学性和准确性；最后是加强管理决策的智能性（图1）。通过本文的研究，可以加深对复杂地域系统的时空认识，建立具备自主分析能力的智能支持系统，促进传统城市规划向智慧城市转变。人工智能的运用，使国土空间规划的运作过程、分析方式、决策机制发生了根本性的变化。

（一）业务流程自动化

人工智能通过规则执行、智能交互和自动抽取等手段，大大提高了国土空间规划业务的处理效率和准确性。

针对多源异质数据（如遥感图像、物联网监测等），通过大规模训练、自主学习和知识图谱构建等方法，对多源异质数据进行智能化分析和特征抽取，提高模型的效率。针对规划设计问题，本文拟采用基于深度学习和生成式对抗网络（GAN）的方法，实现土地分类分析和规划图的自动生成，促进规划编制过程的智能化转变。通过本文的研究，将为我国国土空间规划的研究提供新的思路和方法。

（二）规划分析科学化

深入认识空间发展规律，准确评价现状态势，科学预测未来发展趋势，是实现国土空间规划科学转型的基础。人工智能能够有效地处理复杂的非线性、多变量的系统联系，极大地提高了对国土空间这个时间-空间巨型系统的解析能力。在数据挖掘层次上，将时空大数据和深度学习相结合，对国土空间要素之间的动态关联机理进行系统性研究。在仿真与预测上，利用循环神经网络等模型方法，实现对空间演化过程的有效模拟，辨识发展风险，为规划决策提供科学的定量支持。该研究将为我国国土空间管理研究提供新的方法支撑。

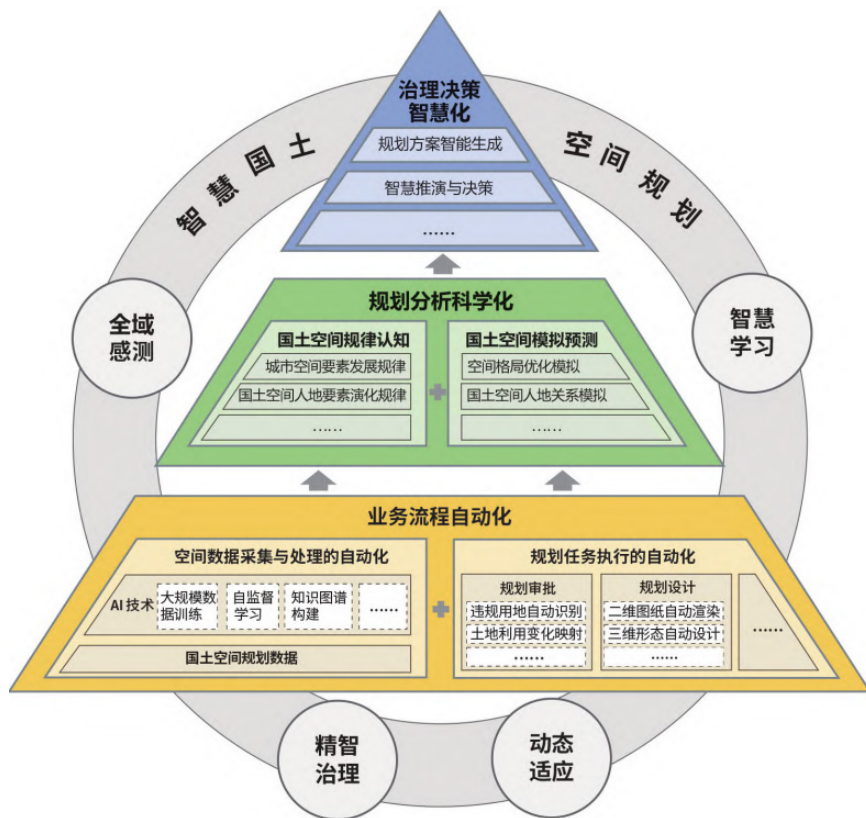


图 1 AI 对于智慧国土空间规划的赋能作用

（三）治理决策智慧化

多源数据融合和人工智能技术的深度融合是实现国土空间治理智能化变革的基础。本文拟以国土空间主体为研究对象，从数据分析到辅助决策，形成一系列的智能提升体系。在计划方案制定方面，利用生成对抗网络和深层神经网络等方法，将多源信息和专家知识进行有效融合，实现对复杂情景的智能仿真和方案优化。同时，本文还将通过对实时数据的分析和自适应学习等方法，对治理策略进行动态调整，不断地对决策方案进行优化。本文研究成果将为我国国土空间管理系统的发展与完善提供理论依据和技术支持，推动我国城市土地利用与发展战略的“静态制定”向“动态适应”的转型。

二、AI 赋能国土空间规划的总体技术框架和关键任务

（一）建立统一的国土空间信息底座

高质量的国土空间数据基础是实现国土空间规划工作的关键依据。多源异质规划数据和跨领域协作服务特征，迫切需要建立具有语义一致性、时空关联特征的数据系统。通过构建可伸缩的语义模型、层次化的存储结构和标准化的技术规范，可以有效提高数据的准确性和可用性。为解决这一问题，本文提出了一种新的方法，即以单元代码为基础，建立一种能够在时间和空间尺度上进行描述的方法。从技术应用角度看，以深度学习为代表的人工智能方法可以有效地提高数据的处理效率和质量。在此基础上，提出了一种新的、具有自主学习能力的遥感图像自动判读方法。在三维造型上，AI 可以实现高精度的空间实体模型的自动生成，大大减少了人力

资源的消耗。在此基础上，利用智能算法对多源数据之间的内在关联进行挖掘，并对数据模型进行动态优化，在统一的语义约束下，建立多维度的关联数据架构，从而达到从获取到多源融合的全过程智能处理。

（二）构建智能模型体系

1. 增强式专业模型

元胞自动机（元胞自动机）、交通-用地综合模型（Metropolitics）在国土空间规划中得到了广泛的应用。但是，目前的模型还存在着对空间异质性的适应性不足、邻域效应和时空相关性的建模准确性不足、复杂情景下的预报稳定性亟待提高等问题。人工智能以其高维特征抽取、深度表示学习和多模态信息融合等优势，为国土空间规划领域建模的优化开辟了新途径。该方法能够自主地挖掘出空间和时间相关的特征，提高模型对空间异质环境的适应性。同时提升预测精度。

2. 国土空间基础大模型

通用模型的迅速发展对许多学科都产生了巨大的冲击，但是它在特定的学科中仍然有一定的局限性。在国土空间规划方面，学者们已经建立了包括遥感图像、城市交通、基础设施和灾害防治在内的基础大模型。本文提出一种基于多模态数据的多模态数据融合和多域协作分析方法，可有效地提高专家任务的执行效率。通过本文的研究，可获得高精度遥感图像语义解译，优化空间布局规划和基础设施动态配置，提升灾害恢复力评价和交通运输协同管理水平。本文的开展，将有助于将原始数据转换成高层次的语义信息，并为复杂应用场景的智能化决策提供技术支持。

（三）构建国土空间规划智能体

国土空间规划 Agent 是一类具有动态感知、认知推理、决策规划和自主实施等多源数据、专业模型和工具资源的智能主体。它的主要功能是对自然语言指令进行解析，对复杂的任务进行分解，并调用专门的知识库和工具，从而达到实时的最优决策和智能协作。其核心是以“记忆-认知-推理-行为”闭环框架为基础，以数据资源库、模型样本库、规则库、技术工具箱和业务情景库为支持的知识系统为基础，对其进行深入研究。

三、AI 赋能国土空间规划的业务应用

（一）AI 赋能国土空间规划的业务应用方向

在此基础上，利用自然语言处理、图文转换、变化检测等手段，为政策分析、效果图生成、变化监测等基本需求提供支撑。在综合应用方面，以国土空间规划主体为基础，开展高层次的应用研究^[1]。在此基础上，本文提出了一种面向自然语言的人机对话式规划方法，并在此基础上，融合多个领域的模型，对多个领域的模型进行智能计算和优化，并利用专用的工具将规划结果输出。本文研究成果将为规划编制、审批、实施和公众参与等过程提供智能转换，促进规划分析的科学化和决策的智能化。

1. 规划业务流程自动化应用

随着人工智能的发展，国土空间规划工作的全过程自动化程度得到了极大的提高。在计划制定阶段，AI 技术对计划图进行智能化矢量化，为“一张图”体系的构建提供了支撑；在详细计划中，实现了数据的整理和结果的生成。在规划评审中，利用人工智能进行文本的结构化加工和知识标记，并支持规范审核和内容验证。在执行过程中，引入人工智能技术，对指数分析过程进行优化，提高数据的处理和可视化效率。在公众参与层面，利用自然语言互动技术，可以减少对规划资料的询问门槛，而专家答疑系统可以给使用者提供法律依据和专业的解读，从而达到规划服务的智能化转变。

2. 规划分析科学化应用

随着人工智能的发展，国土空间规划研究工作的智能化程度不断提高。在计划制定阶段，人工智能可以自动分析高层计划的需求，精确确定刚性约束和柔性空间，并利用机器学习方法对文本进行结构和表达。在规划评审阶段，AI 通过对多模数据的语义理解和关联分析，对规划要素进行一致性校验，保证规划结果的标准化和权威。在实施过程中，AI 辅助构建动态指标体系、智能计算评价和自动生成报告，极大地提高了规划监测的时效性和精度。在公共服务方面，AI 将企业需求和地块特性相结合，通过智能匹配算法，对地块进行精确的地块推荐，并将其与地块相关的相关信息进行关联推演，从而达到最大程度的优化配置。

3. 治理决策智慧化应用

人工智能是国土空间规划决策的智能化支持，具有重要的理论和现实意义。在计划制定阶段，人工智能可以根据预先设定的条件，自动产生立体的空间布置方案，

从而达到多个方案的优选。在计划评审阶段，人工智能利用语言模型，将技术指标转换成可视化的方案，帮助评价项目的合理性。在一致性审核中，人工智能将历史判例和标准需求相融合，实现了意见的自动识别、意见生成和打分等功能。在执行过程中，人工智能集成了多源数据，建立了评价系统，为跨地区的指标比较和发展趋势分析提供了支撑。

（二）AI 赋能国土空间规划的业务应用实例

在此基础上，提出一种以人工智能为基础的土地利用规划方法，可有效提升规划工作的效率与质量。主体模型将大模型、多源数据库与专用工具库相融合，实现计划执行监控工作的智能化。以防城港经济技术开发区为例，在详细规划层面，利用 AI 技术对开发强度指标如容积率、建筑密度、建筑日照等进行精准分析。通过自然语言交互，收集各方对开发强度的诉求，结合规则库与政策规范构建评价指标体系。利用模式库与资料库研究指标的可计算性，调用解析工具实现指标计算与可视化展示，最终自动生成专家评审结果，为详细规划提供科学依据。北流市经济技术开发区则将此应用于城市设计、乡镇国土空间规划及专项规划。在城市设计中，借助 AI 分析城市空间形态与功能布局；在乡镇国土空间规划中，优化土地利用结构与生态保护格局；在专项规划里，精准评估交通、能源等基础设施的规划合理性。同时，通过“后土”大数据模型在相关部门的实际运用进行实证分析，为区域国土空间规划与管理提供智能决策支撑手段，推动规划工作向科学化、精准化方向发展。

结语

人工智能是“能感知、能学习、能治理、能适应”的国土空间规划系统建设的关键技术。课题从“空间信息基础-智能模型体系-计划主体”三个方面，对人工智能在“计划业务过程自动化”“分析科学化”“智能决策”三个方面的应用途径进行了系统性的阐释。在此基础上，本文拟在如下几个方面取得突破：首先深入研究多模智能模型，提高其与知识地图的融合应用能力。其次，要健全技术规范和数据管理制度，并在此基础上构建跨领域的协作机制。最后，建立数据隐私和算法监督体系，保障技术应用的公平和安全。在此基础上，探索一种新型的人-机协同规划模型，并对规划人员和智能系统之间的合作进行优化。本文的研究对推进我国国土空间规划向智慧转变具有重要的借鉴意义。

参考文献

- [1] 王欢, 刘英英, 洪良, 等. “数智融合”赋能国土空间规划全生命周期管理实践探索 [J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2024, 40(4): 46-52.
- [2] 陈志远, 吴洪涛, 罗亚, 等. 人工智能赋能国土空间规划的关键路径: AI 智能体的构建 [J]. 规划师, 2025, (2): 28-36.
- [3] 陈军, 张姗姗, 张兵, 等. 时空信息赋能国土空间规划的发展方向 [J]. 城市规划学刊, 2025(2): 20-27.