引文格式：张娜,陶文铸,柯昌银,等. 人工智能在城镇开发边界管理中的应用实践[J]. 地理空间信息, 2026, 24(5): 139-143. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2026.05.028

人工智能在城镇开发边界管理中的应用实践

张　娜[1]，陶文铸[1*]，柯昌银[1]，王　清[2]，孟　宽[1]
（1. 湖北省空间规划研究院，湖北 武汉 430071；2. 吉奥时空信息技术股份有限公司，湖北 武汉 430223）

摘　要：目前我国城镇开发边界管理正处于由划定阶段向管理阶段转型的关键时期。尽管相关制度体系逐步完善，但在实践层面仍存在政策理解与执行偏差、管理流程智能化程度不足、成果检索与分析能力有限等突出问题。基于此，以人工智能赋能城镇开发边界管理为研究对象，提出了系统实现的技术路线与框架，构建了以智能政策咨询—智能辅助审查—智能查询分析为核心的城镇开发边界优化管理系统。结果表明，人工智能与空间规划管理的深度融合在城镇开发边界管理中具有显著的效能提升作用，实现了政策检索向智能交互的升级，人工审查向智能辅助审查的转变，单一查看向智能查询分析的转变，有效提升了管理效率与精度，保障了“三区三线”划定成果的严肃性与权威性。

关键词：城镇开发边界管理；人工智能；技术路线
中图分类号：TU982　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2026）05-0139-05

Application Practice of Artificial Intelligence in the Urban Development Boundary Management

ZHANG Na[1], TAO Wenzhu[1], KE Changyin[1], WANG Qing[2], MENG Kuan[1]
(1. Hubei Provincial Institute of Spatial Planning, Wuhan 430071, China;
2. Wuda Geoinformatics Co., Ltd., Wuhan 430223, China)

Abstract: Currently, the management of urban development boundaries in China is at a critical stage of transition from the demarcation phase to the management phase. Although the relevant institutional framework is gradually improving, prominent issues still persist in practice, including deviations of policy understanding and implementation, insufficient automation of management processes, and limited capabilities for result retrieval and analysis. On the basis of this, taking the urban development boundary management based on artificial intelligence (AI) as research object, we proposed a technical route and framework for the system's implementation, and constructed an urban development boundary optimization management system centered on intelligent policy consultation-intelligent assisted review-intelligent query and analysis. The research findings indicate that the deep integration of AI and spatial planning management significantly enhances the effectiveness of urban development boundary management, and has facilitated the upgrade of policy retrieval to intelligent interaction, the shift from manual review to intelligent assisted review, and the transition from simple viewing to intelligent query and analysis, which can effectively improve management efficiency and accuracy while ensure the integrity and authority of the “Three Zones and Three Lines” demarcation results.

Key words: urban development boundary management, AI, technical route

2022 年起各省市县依据“自上而下、自下而上”相结合的原则[1]，统筹划定涵盖城市、镇和各类开发区的城镇开发边界，标志着城市发展模式由增量扩张向存量优化转变，城镇开发边界工作重心由划定向管理转变。随着城镇化进程的不断加快，城镇开发边界的精细化管理已成为落实国土空间规划、保障耕地红线、促进高质量发展的重要抓手。2023 年自然资源部《关于做好城镇开发边界管理的通知（试行）》[2]（以下简称《通知》），构建了“四位一体”的管理框架，要求省级自然资源主管部门制定城镇开发边界管理的实施细则，加强对本省（区、市）城镇开发边界管理工作的实施、指导和监督，在严格保护生态资源的前提下，通过优化城镇开发边界，实现城镇空间的集约高效利用。

在城镇开发边界管理的实际执行过程中，仍面临诸多挑战[3]：①行业部门对政策理解和落实存在偏差，部分市县对“三区三线”的约束力与严肃性认识不足，未严格遵循规划要求将建设项目集中布局于城镇开发边界范围内，导致优化调整后的边界呈现零散化、碎片化特征，不利于实现城镇紧凑集约发展，也

第一作者简介：张娜（1989—），硕士研究生，工程师，从事国土空间规划相关数据处理、更新及入库等工作，E-mail：huinalinzhang@sina.com。
通信作者：陶文铸（1984—），博士研究生，高级工程师，从事国土空间规划政策与技术研究等相关工作，E-mail：64689281@qq.com。

有市县过度解读城镇开发边界优化调整政策，甚至形成路径依赖，将政策功能异化为解决项目用地审批、违法建设处置等历史遗留问题的“兜底工具”，偏离了城镇开发边界管控保障发展与生态保护并重的初衷；②城镇开发边界优化流程的智能化水平不足，原有城镇开发边界优化成果的审核虽已引入部分自动化检验和规则匹配机制，但核心评估、比对和判定等关键环节仍依赖大量人工复核与核验，不仅增加了工作强度，也拉长了审核周期，不利于实现高效、实时的边界优化和管理目标；③对城镇开发边界成果的检索和分析能力有限，当前检索和分析主要依托信息系统+人工登记的统计台账模式，虽具备一定数据支撑能力，但存在统计维度繁杂、信息结构复杂等问题，在实际应用中缺乏灵活性，难以适应动态调整和多元化管理需求。基于GIS的空间分析技术、人工比对与成果校核以及依托统计台账的管理手段和技术方法，往往只能在局部环节进行修补或效率提升，难以从根本上实现系统性突破。政策理解和落实的偏差根植于复杂的地方实践与政策文本理解，成果汇交的效率瓶颈源于海量、多源、异构空间数据的处理与分析需求，而监管手段的滞后则反映出动态监测、智能预警与精准决策能力的缺失。然而，人工智能在复杂规则解析（政策条款语义理解与合规性判断等）、海量空间数据挖掘与模式识别（自动审核、异常检测等）、智能推演与辅助决策（边界优化模拟、用地需求预测等）等方面的优势，为破解城镇开发边界管理的深层次难题提供了全新的技术路径[4-5]。鉴于此，本文以人工智能技术在该领域的应用为研究重点，旨在探讨智能化手段在提升边界管理效率和科学性方面的潜力。本文拟构建一个以智能政策咨询（含知识库）、智能辅助审查和智能查询分析为核心的城镇开发边界优化管理系统，阐述了该系统的整体架构与功能实现机制，并通过实际应用案例验证其运行效果与管理成效，进而总结了人工智能技术在城镇开发边界管理中的应用优势与适用条件，为相关领域技术的推广与深入应用提供理论依据与实践参考。

1 系统框架

湖北省城镇开发边界优化管理系统以国土空间规划“一张图”成果数据为基础，基于省级国土空间基础信息平台和国土空间规划“一张图”实施监督信息系统进行扩展建设，涵盖基础设施层、业务支持层、功能服务层和用户层，用以支撑智能政策咨询服务、智能辅助审查服务和智能查询分析服务三大核心功能模块的落地，为实践应用奠定基础。

基础设施层作为整个框架的基石，为系统的稳定运行提供了坚实支撑。该层涵盖算力设备（CPU、GPU和存储设备等）、数据库系统（PostgreSQL、ES、POSTGIS等）、GIS平台（ArcGIS等）和智能应用开发平台（知识文档管理、知识向量化、向量库管理等）。算力设备确保了数据处理与存储的高效性，数据库系统实现了对各类数据的有效管理，GIS平台为空间数据处理与分析提供了专业工具，智能应用开发平台作为主要后台支撑之一，为人工智能功能构建与调整奠定了基础。业务支持层构建于基础设施层之上，形成了丰富的知识库与工具库。知识库包括城镇开发边界政策法规、标准规范和其他配套知识等，为政策解读、合规性判断等提供了知识支撑；工具库则涵盖城镇开发边界质检因子库、成果审查因子库、指标查询分析工具库等，为智能辅助审查和智能查询分析功能的实现提供了工具保障。功能服务层基于业务支持层，实现了多样化的服务功能，形成了政策解读与案例宣讲、自动质检与业务性审查、辅助合理性审查、指标动态监测与分析等模块，直接面向城镇开发边界管理的具体业务场景。用户层即城镇开发边界管理相关人员，通过功能模块，实现对城镇开发边界管理业务的高效处理与科学决策，从而有效破解当前政策落地面临的痛点。

2 功能实现

2.1 智能政策咨询服务

智能政策咨询服务作为本文破解城镇开发边界管理中政策认知偏差与执行异化痛点的主要技术手段，其实现的关键在于构建结构化知识库。结构化知识库的核心知识包括政策法规、标准规范知识和应用所需配套支撑知识两部分。

1）政策法规、标准规范知识的生成。为支撑政策解读与依据说明等应用场景，系统构建了政策法规、标准规范知识生成双通道技术路线，具体步骤包括：①资料采集，综合人工采集与网络爬虫技术，从各级政府门户网站、自然资源部官网、微信公众号等权威渠道获取城镇开发边界相关政策法规文本（《通知》），并根据政策来源、层级和版本信息建立原始资料管理体系[6]；②资料处理分两种情况，对于半结构化文档的处理，利用MinerU等开源工具将其统一转换为Markdown格式，并运用Python脚本结合大语言模

型对转换后文档进行智能修复[7]，重点解决章节层级错乱、跨页表格断裂、表格内容摘要生成等问题，确保文档结构规范与内容完整，也可结合文档特点，如微信公众号城镇开发边界管理政策问答推文进行高质量问答对生成，对于结构化文档的处理，直接采用人工+Chat Studio等开源工具（连接大语言模型）的方式进行干预，构建高质量问答对，并按照统一模板保存为Excel格式；③知识分片，依据语义关联性、向量化分块大小限制等因素对半结构化文档处理后生成的Markdown文档进行精细化文本切分，形成适宜后续向量化的知识分片；④知识向量化，利用嵌入式向量模型对所有语义单元（Markdown文本片段）和问答对Excel表进行向量化表征，生成的向量数据存储于PostgreSQL数据库中，构建知识向量索引，同时进行向量化效果检查和评估，对部分存在明显问题的向量化结果进行调整后二次向量化；⑤质量评估与迭代优化，部署问答引擎，通过人工评估方式严格测试知识库的检索召回率与命中率等核心指标，若评估结果未达预期目标，则回溯至数据采集或数据处理阶段进行针对性优化，形成闭环反馈机制[8-9]，多次修正迭代后召回率由50%提升至80%左右，命中率由60%提升至85%左右。

2）应用所需配套支撑知识生成。为支撑智能辅助审查服务与智能查询分析服务的应用实施，本文构建应用配套支撑知识体系，主要涵盖文档结构模板、重点项目清单、数据查询映射表和历史案例摘要信息。文档结构模板主要满足成果文档质检审查的结构规范性要求，重点项目清单主要满足审查过程中重大项目来源依据判定，数据查询映射表是为配合开展智能指标数据查询分析，历史案例摘要信息是为了实现历史案例回流和关联查看。文档结构模板、重点项目清单和数据查询映射表的知识生成技术路线与政策法规、标准规范知识生成技术路线类似，不同点在于，文档结构模板是将标准Word模板的结构特征转化为向量表示，而重点项目清单与数据查询映射表则是经由人工收集整理为结构化的Excel表格，再纳入向量知识库（图1）。

历史案例摘要信息知识生成的技术实现路径则是基于国土空间规划“一张图”实施监督信息系统，采用自动抽取与人工干预相结合的方式进行历史案例信息回流。具体实现步骤为：首先针对已审批完成的城镇开发边界局部优化审批事项，系统自动抽取关键信息并生成结构化摘要报告，涵盖基础信息、调整情

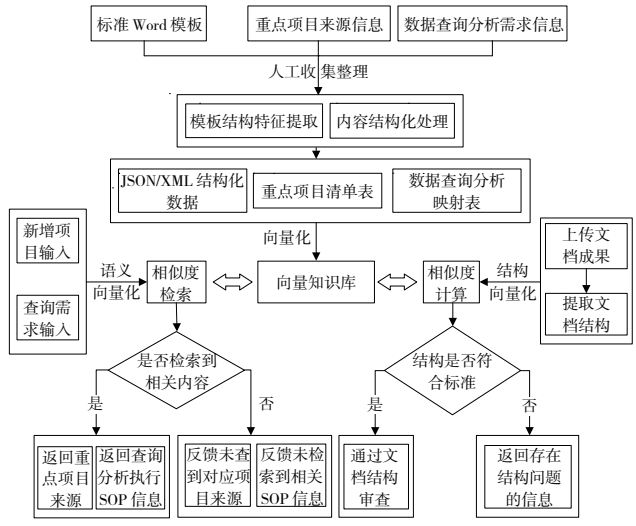


图1　文档模板、重点项目清单和数据查询映射表向量匹配技术路线

形、调入调出情况、矢量图链接、支撑材料清单和审批信息等要素；然后进行人工干预审核，将摘要报告向量化，并存储在向量数据库中，为后续案例检索和城镇开发边界优化调整方案生成提供参考依据。在市县层面推进重大项目落地的过程中，若需对城镇开发边界进行优化调整，则可依托人工智能技术构建基于历史案例的知识检索与匹配机制，通过结构化整合既往城镇开发边界调整的典型案例，人工智能系统能高效识别与当前项目区位特征、用地规模、产业类型、生态约束条件相似的历史案例，并自动提取其中的经验教训与正负面要素。该方法有助于地方主管部门系统梳理支撑材料的编制要点，精准回应省级审查关注的核心问题，从而有效降低方案被退回的概率，显著压缩从启动边界优化到获批实施的全流程周期；不仅提升了规划调整工作的科学性与规范性，也为保障重大产业项目及时落地、优化地方营商环境提供了有力的技术支撑与制度保障。

2.2　智能辅助审查服务

智能辅助审查服务作为城镇开发边界管理智能化应用的核心，旨在减轻审查过程中的人工投入，推动审查整体工作效率的提升。根据城镇开发边界优化成果汇交审查流程，智能辅助审查服务主要由成果质检、辅助合理性审查、辅助业务审查3个部分构成。成果质检主要基于系统已有的数据完整性检查、空间数据基本检查、空间属性数据标准检查、图形拓扑性检查等质检因子，按照Mcp Server标准进行封装升级后供智能辅助审查服务进行调用[10]。辅助合理性审查包括两个方面，一方面与成果质检类似，对涉及成片开发审查、涉及功能区用地审查、涉及现状建设用地

审查、涉及永久基本农田审查等审查因子进行封装升级，输出辅助判断城镇开发边界调入调出在空间维度合理性的关键信息；另一方面是将原有人工比对的部分工作，如文档结构是否符合要求，文档要求的关键性内容是否缺失，提供的重大项目是否在相关的重大项目来源清单中从而判断提供的重大项目支撑材料是否有效，转为智能化方式，构建一批智能化判定工具，再配合人工复核，形成最终的成果合理性判断结果。辅助业务审查则是构建人机交互机制，集成人工智能助手智能体，方便在业务审查过程中及时查询相关政策文件、标准规范以及与城镇开发边界监管相关的各项指标数据，辅助进行业务层面的判断，生成业务审查结论。

2.3 智能查询分析服务

智能查询分析服务作为强化城镇开发边界成果监管的抓手之一，采用知识库+智能体+Mcp Server的模式。分析现有城镇开发边界监管业务诉求，识别各类指标监测相关查询分析意图，形成指标数据查询分析问题枚举清单。基于构建的枚举清单开展查询分析SOP路径规划和配套的查询分析工具构建。SOP相关信息作为配套知识纳入城镇开发边界管理知识库，查询分析工具则主要依托系统中已有的指标数据查询统计因子、指标数据对比分析因子、指标数据趋势分析因子等进行Mcp Server封装。封装过程中对指标查询分析相关的数据库表单和字段元信息进行处理，形成本地化的JSON文件来支撑Mcp Server工具在每次执行过程中调用不同的表单对象。

在构建的智能体和Mcp Server的基础上，通过智能体自主意图识别、执行路径规划和Mcp Server工具调用来实现从用户问题输入到结果反馈的智能查询分析服务，具体技术路线见图2。

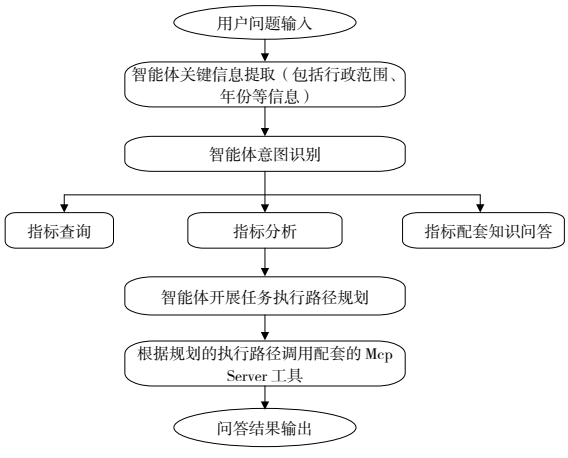


图2 智能查询分析服务技术路线

3 应用实践

3.1 实现政策检索向智能交互的升级

基于地方实际需求，综合考虑市县层级、是否统筹、特殊情形等因素，系统实现了从单一查看到智能查询分析的转变，极大地提升了管理效率与决策科学性。构建的结构化知识库为系统提供了精确支持。通过按层级和特定情形对城镇开发边界申报入口进行分级分类设置，针对年度优化幅度控制、特殊情况处理等需求，系统实现了专属化管理。用户可通过智能系统直接获取符合当地差异化申报需求的方案和材料，减少了人工操作时间与错误率。系统通过推行“一张表单”整合申报材料，针对市县之间的边界优化数据差异，实现了智能化的方案匹配和初步验证。通过自动化功能，系统能够高效甄别申报条件，并提供智能建议，确保城镇开发边界优化成果的在线录入、校核、提交与查询工作顺畅进行。该转变为不同区域提供了灵活的操作接口，满足了各地差异化申报的需求。

在智能审查方面，系统配置了审查智能助手，通过自然语言交互，用户可以像日常沟通一样向系统提问，获取关于审查规则、要点、规范等方面的信息。智能助手不仅能快速检索并提供准确答案，还能根据用户需求，提出针对性优化建议，弥补了业务人员之间的认知偏差，确保了政策认知的一致性，解决了因政策认知差异导致的政策执行偏差问题。用户在开展城镇开发边界优化成果汇交时，只需一键启动审查智能助手，即可获得动态咨询（图3）。例如，用户输入“城镇开边界查要求包含哪些方面?”时，智能助手能自动调取审查要点、数据要求、政策规范等信息，并进行详细解读。用户不仅可以查看相关文件，还能进一步围绕具体流程、环节提交材料、数据质检标准等进行深入咨询。该功能有效提升了信息传递的透明度



图3 智能政策咨询助手界面

和准确性，确保了各项工作的顺利推进。

3.2　实现人工审查向智能辅助审查的转变

系统在严格遵循“坚决维护‘三区三线’划定成果的严肃性和权威性”的前提下，提出了城镇开发边界优化审查规则关系图谱的设计思路。通过系统梳理审查要点与规则库，对不突破原有扩展倍数、“三线”无交叉重叠、不得涉及违法用地、调出用地不含已批准功能区用地等核心管理要求进行数字化解译。在前置性审查与辅助性审查两个阶段，制定了30余项城镇开发边界优化审查规则，依托人工智能技术实现了优化过程的自动监管和违法处置功能，使城镇开发边界优化工作审查准确性达到90%以上。

前置性审查阶段主要是对申报材料的初步审查与质量检测，包括5个审查要点和20余项审查规则（图4）。该阶段的重点在于确保申报材料的完整性、成果组织的规范性、图数表的一致性、扩展规模与倍数的符合性等。通过智能化规则的应用，系统能对申报内容进行全面审查，并在问题出现时及时定位和修正，有效提升了申报过程的规范性与科学性。该阶段的核心审查规则服务模式能够针对城镇开发边界优化中的关键节点，提供智能化的审查服务，辅助业务人员快速发现潜在问题并采取必要的修正措施，不仅优化了申报材料的提交与审核流程，还在保障质量的同时提高了管理效率，有力推动了边界优化工作中的精准监管与合规管理。



图4　智能前置性审查界面

辅助性审查阶段则进一步深化了审查内容，包括5个审查要点和10项审查规则（图5），重点针对不同部门的业务职能展开。该阶段的重点在于通过自动化匹配相关专项数据，进行更精细的审查，特别是对已批准拟实施土地征收成片开发地块、功能区用地、本轮新增城镇建设用地、批而未供土地和闲置土地等要素的审查。通过该功能，系统能精准审查土地资源的利用情况，确保城镇开发边界优化过程中资源配置的合规性与科学性。自动化审查功能极大地提升了管理部门的工作效率，减少了人工干预，特别是在处理复杂数据和多部门协同的过程中能提供全方位的支持，为各级部门的决策提供高效、精确的数据依据。



图5　智能辅助性审查界面

3.3　实现单一查看向智能查询分析的转变

在现有的指标自动监测和台账式管理的基础上，系统通过引入“智能问数”智能体实现了对传统台账的对话式升级（图6）。将传统的枚举查询意图转化为标准操作流程知识库，并将经过数据处理后的20余套台账接口封装为本地化JSON工具服务，能通过简短的语句驱动智能体进行跨表取数与数据分析，突破了原有监管台账“字段固定”和“维度僵化”的局限。用户可以灵活组合时间、区域、指标、口径等多维度条件，迅速生成复杂的跨台账查询。例如，用户查询“近5年某市每季度已批工业用地占年度总批地比例趋势”，系统能快速完成跨表数据聚合，并以图形的形式呈现结果。此外，系统还支持一键切换区县、年度、用途类型等维度，动态生成同比、环比、排名等多视角分析，且无需新增报表或进行二次开发。通过这一变革，监管人员在应对突发专项督查、领导即时问询或政策效果评估时，能像与系统对话一样，实时获取精准的数据支持，实现“随问随答、随需随析”。此举显著提升了国土空间日常监管的灵活性与前瞻性，为决策提供了更高效、更精准的数据支持。



图6　智能查询分析界面

4　结　论

通过实践可以看出，人工智能与空间规划管理的深度融合在城镇开发边界管理中具有显著的效能提升作用，实现了政策检索向智能交互的升级，人工审查向智能辅助审查的转变以及单一查看向智能查询分析

（下转第148页）