

面向公众参与的控规信息检索智能体构建方法与善治场景应用*

Developing an Intelligent Agent for Regulatory Planning Information Retrieval: Applications in Collaborative Governance

王世福 李永豪 黄 铎 李欣建

WANG Shifu, LI Yonghao, HUANG Duo, LI Xinjian

关键词 大语言模型; 控制性详细规划; 智能体; 知识图谱; 公众参与; 治理
Keywords: large language models; regulatory planning; agent; knowledge graphs; public participation; governance

提 要 在“人民城市”理念与国土空间规划数字化深度转型的双重背景下,既有研究尚未充分回应公众参与对控制性详细规划信息精准、便利、低成本智能检索需求。为此,讨论规划智能体的流程化培育路径,进而阐释检索增强生成框架下整合大语言模型与知识图谱的规划检索智能体构建原理。在此基础上,提出结合Dify低代码开发平台的三阶段面向公众参与的控规检索智能体“控规小智”构建方法。以深圳福田区7部法定图则(含8万字文本及1185个地块指标)为案例数据进行应用验证,完成智能体原型开发、准确性问答效能评估及其与“一张图”(公众版)的治理场景对比分析。结果表明,该构建方法可行且检索效能领先,并在控规公众参与中的术语解释、法定成果溯源以及数据分析等三方面具备应用优势。展望规划信息检索智能体向多类型规划智能体拓展的善治场景应用潜力及推动行业变革的长远意义。为规划数智化转型和技术赋能空间善治提供了低成本、可复现、能拓展的规划智能体构建范式参考。

Abstract: Against the dual backdrop of promoting People-Centered City and the deep digital transformation of territorial spatial planning, existing studies have yet to address the public's need for precise, convenient, and low-cost access to regulatory detailed planning information through intelligent retrieval systems. This study first conceptualizes a process-oriented development pathway for planning agents, and then elaborates the principles for developing a planning information retrieval agent by integrating large language models and knowledge graphs within a retrieval-augmented generation framework. It then proposes a three-stage method, based on the Dify low-code platform, to build a public-oriented regulatory planning agent named "Zo-Know". Using seven statutory plans from Futian District, Shenzhen, comprising approximately 80,000 Chinese characters and 1185 parcel-level indicators, the study validates the proposed approach through prototype development, question-answer accuracy evaluation, and comparative testing against public version of the "One Map" platform. The results indicates the feasibility and superior retrieval performance of the proposed method. In particular, it demonstrates advantages in terminology explanation, statutory traceability, and data analysis. The study further highlights the potential for extending planning agents to broader planning and governance applications, and offers a low-cost, reproducible, and scalable paradigm for digitalization in planning and advancement of good governance.

中图分类号 TU984 文献标志码 A
DOI 10.16361/j.upf.202602004
文章编号 1000-3363(2026)02-0026-08

作者简介

王世福, 华南理工大学建筑学院教授, 广东省习近平新时代中国特色社会主义思想研究中心特约研究员, 粤港澳大湾区规划创新研究中心主任, archcity@scut.edu.cn

李永豪, 华南理工大学建筑学院硕士研究生

黄 铎, 华南理工大学建筑学院副教授

李欣建, 华南理工大学建筑学院副教授, 通信作者, lxj20229093@scut.edu.cn

* 教育部基础学科和交叉学科突破计划“超大城市生态建设”(项目编号: JYB2025XDXIM901); 国家自然科学基金青年科学基金项目“土地增值与交通公平再均衡目标下轨道枢纽站域开发的规划方法研究”(项目编号: 52308063); 广东省哲学社会科学规划青年项目“粤港澳大湾区城际轨道重点站区空间治理机制与优化策略研究”(项目编号: GD25YGG01)

“人民城市”理念以“人民城市人民建、人民城市为人民”为核心。《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》的印发，标志着我国逐步建立起统筹全域全要素开发与保护的国土空间规划体系^[1-2]。在这双重背景下，控制性详细规划（以下简称“控规”）作为国土空间规划体系承上启下的关键环节与中微观尺度开发管控的核心工具，应通过明确用地性质、开发强度、公共服务设施配置以及城市设计控制指标等内容，将“人民城市”建设要求精准传导并落实到具体空间的物质形态与效益格局之中^[3-4]。

普通市民在国土空间规划、建设、治理全过程中拥有知情权、参与权、监督权，应通过高质量的公众参与确保控规编制与实施的有效性、公平性。能否通过国土空间信息的数字化与智能化技术获取准确的控规内容，是有效提升公众参与的重要方式^[5-6]。然而，既有控规智能检索系统构建与应用在响应公众参与需求、提升功能便利性以及降低数据处理成本等三方面有所不足^[6, 10-12, 17-19]。首先，现有“国土空间规划一张图”以及“中国国土空间规划实施监测网络”（China Spatial Planning Observation Network, CSPON）为代表的新一代数字平台主要面向政府部门与特定的规划从业人员^[6-9]。其次，现有面向普通市民的控规检索数字化平台在快速获取查询结果、促进空间意义理解与回溯法定依据等方面有所欠缺，难以支撑有效的协商讨论，制约了公众参与的积极性与质量^[10-12]。最后，包含规划文本与法定图则的控规成果具有高度异质性与非结构化特征，需要投入大量成本进行数据处理，方能实现较高的检索准确度^[20-22]。

大语言模型（large language models, LLMs）、检索增强生成（retrieval-augmented generation, RAG）、知识图谱（knowledge graphs）等技术的发展为规划技术领域的数字化转型注入了新的动力^[23-25]。当前，规划领域初步探索了借助代码查询的总体规划知识图谱^[26]、基于知识图谱的城市动态认知方法^[24]和基于RAG框架的规划文本生成助手^[27]等研究方向。然而，鲜有研究探索能支持普通市民准确获取相关信息、快速理解规

划含义且具备低成本运行优势的控规信息检索智能体，阻碍了我国公众参与水平的进一步提升^[26-28]。

为此，本研究提出RAG框架下整合LLMs和知识图谱的面向公众参与的控规信息检索智能体（以下简称“控规小智”）构建方法，并对其进行应用验证。首先，讨论规划智能体的流程化培育路径并阐释控规信息检索智能体的构建原理。在此基础上，提出三阶段的控规小智构建方法。其次，以深圳市福田区法定图则中文本和图集为案例数据，完成控规小智的原型开发和问答效能评估，并与“一张图”（公众版）展开治理场景对比分析。最后，指出控规小智构建方法的未来深化方向，并展望规划信息检索智能体向多类型规划智能体拓展的善治应用潜力及推动行业变革的长远意义。本研究为优化控规数字化能力和提升善治应用实践提供低成本、可复现、能拓展的规划智能体构建技术路径。

1 规划智能体培育路径与控规信息检索智能体构建原理

1.1 规划智能体的流程化培育路径

智能体（agent）指具备自主性、反应性、主动性与社会性等特征，能基于多源数据与前沿算法，感知环境、形成记忆、开展决策、人机交互并采取行动以达成目标的数字系统^[29]。伴随LLMs在自然语言理解和生成方面展现出的强通用性，智能体已从传统的固定模块化交互演进为能在复杂环境中对任务开展多步行动的自主系统。智能体以LLMs为推理与决策中枢，能通过规划、记忆与外部工具调用，在交互过程中持续获取信息、修正策略并完成任务^[30]。当前学界根据应用目的、功能边界及构建逻辑等特征，将基于LLMs的自主智能体划分为通用型、工具型、模拟型、具身型、游戏型、网络型以及助理型等7类^[30]，以满足不同用户和场景的需求。

规划智能体是面向规划编制、审批、修改、实施、监督全流程需求，能自主感知、记忆、决策、交互与执行的智能系统。结合基于LLMs的智能体构建技术逻辑与规划领域的实践经验，规划智能体已初步形成一套流程化的培育路径，

包括场景需求识别、知识基座搭建、数据底座构建、规划工具适配、任务流程编排、反馈评估治理等步骤。知识基座是构建特定规划智能体的基础前提，主要通过整合专业知识及建立高质量的语料库，实现规划知识的结构化表达、语义对齐与可检索化。首先，数据底座通过接入多源异构数据，支撑智能体对空间要素的多维感知与动态刻画，强化其对复杂城市状态的理解能力。其次，进行规划工具适配，将规划方法以算法、协议和工具等方式嵌入智能体中，成为其可调用的数字功能模块。再次，通过任务流程编排实现规划智能体在多情境下的感知、评估、分析、决策的协同运行。最后，通过评估反馈改进，对规划智能体进行持续校验并优化，提升其在实践中的可靠性与有效性。

1.2 控规信息检索智能体的核心构建原理

控规信息检索智能体指响应公众参与对控规信息检索需求，具备低门槛交互、任务规划编排、专业知识存储与外部工具调用能力，并能够完成可执行规划任务的智能系统。普通市民规划知识与技术能力相对薄弱，但仍需要高效获取、理解与分析控规信息以实现高质量的公众参与。面对这一需求，工具型规划智能体是适宜的技术路径，其构建主要以“调用外部工具完成可执行的规划任务”为核心特征，以是否调用工具（whether）、确定哪些工具（which）以及如何利用工具（how）的“3W”框架为核心任务，保障其能在恰当的时机调用适配的外部工具以解决规划领域的专业问答、数据查询等问题。

参考工具型智能体搭建的逻辑框架^[30]和信息系统开发过程要求，控规信息检索智能体核心架构可概括为任务与交互系统（交互层）、规划与控制系统（任务层）、知识与记忆系统（知识层）以及行动与工具系统（引擎层）等四个部分（图1）。

（1）任务与交互系统是智能体与外部环境发生信息交换的输入输出边界，其核心能力是将用户的自然语言表达转译为可执行的任务描述。

（2）规划与控制系统是智能体在执

行任务时的决策组织方式与任务控制机制，其能够在预设的思维框架下，将复杂问题拆解为可执行步骤，并在行动过程中根据证据与反馈进行回溯、纠错与补充行动。

(3) 知识与记忆系统指智能体用于支撑信息获取的知识底座与记忆管理机制的组合。一方面，智能体需要面向具体任务接入可更新的外部知识源以获取可靠的事实依据。另一方面，智能体还需要维护与读取跨轮次的任务状态与关键信息，帮助智能体更好地理解任务的执行状态与用户的真实需求。

(4) 行动与工具系统，指智能体对外部工具调用与执行的功能模块。智能体将计算、校核等关键步骤外置为可执行的工具链，通过工具调用分析转化为可复核的执行过程。

上述4个系统在智能体中构成了一个相互依赖、动态反馈的运作体系。任务与交互系统负责明确“要解决什么问题”，规划与控制系统负责组织“按什么步骤解决问题”，知识与记忆系统负责提供“依什么证据解决问题”，行动与工具系统负责落实“通过什么手段解决问题”。它们使得控规信息检索智能体从过往的“可交互”跨向“可理解、可核验、可分析”的复杂任务解决能力。

1.3 RAG框架下知识图谱嵌入控规信息检索智能体知识的技术组合逻辑

对于控规信息检索智能体而言，在RAG框架下将知识图谱嵌入其知识层带来了高准确度、低运行成本、便捷开发等三重技术优势。首先，在RAG框架下通过引入规划文本作为外部知识源并进行语义相似度检索，能为LLMs提供更充分可控的上下文信息，从而一定程度上缓解了其在控规概念性解释问答中产生的幻觉^①。其次，知识图谱以“实体—关系—实体”三元组存储知识并形成结构化数据库，并嵌入控规信息检索智能体的知识层后，能够通过图检索增强和推理链构建的方式，显著提升LLMs在进行知识问答和多跳推理任务时的准确性与可控性。最后，LLMs无需预训练，便能够通过提示词（prompt）直接自动化抽取规划成果的“实体—关系—实体”三元组，从而加快知识图谱构建；同时也能够作为图数据库查询与推理的高效接口，将自然语言转换为查询语句，实现普通市民与智能体之间的交互式知识获取。

2 面向公众参与的控规信息检索智能体构建方法

面向公众参与的控规信息检索智能

体属于典型的工具型规划智能体，其特征是基于明确的规范信息与数据边界作为外部数据源，为普通市民提供准确、快速、低门槛的检索核对与解释支持，并将结果转化为可供协商讨论的规划证据。面向上述功能定位，基于控规信息检索智能体的构建原理和Dify低代码开发平台，提出控规小智的三阶段构建方法。

(1) 控规文本与图集数据预处理

对于控规文本而言，由于中文作为一种意合语言，缺乏较为明显的语法标记且语义关系对上下文依赖程度较高，因此该部分基于HanLP工具包补充自然语言的句法信息，减少LLMs因歧义导致的三元组错误抽取。对于控规图集而言，其本身已具备一定的结构化特征，因此在保证图表内容完整可读的前提下，通过图像单元化分割处理的方式降低单次输入的信息密度，保证LLMs能够更清晰地识别图表中的指标、对象与约束关系。

(2) 基于LLMs的知识图谱自动化构建

在完成多模态数据的预处理后，该部分以LLMs为核心构建工作流以实现控规知识图谱的自动化构建。将知识图谱构建任务分解为命名实体识别、关系抽取、标签分配等三个步骤，使法定图则

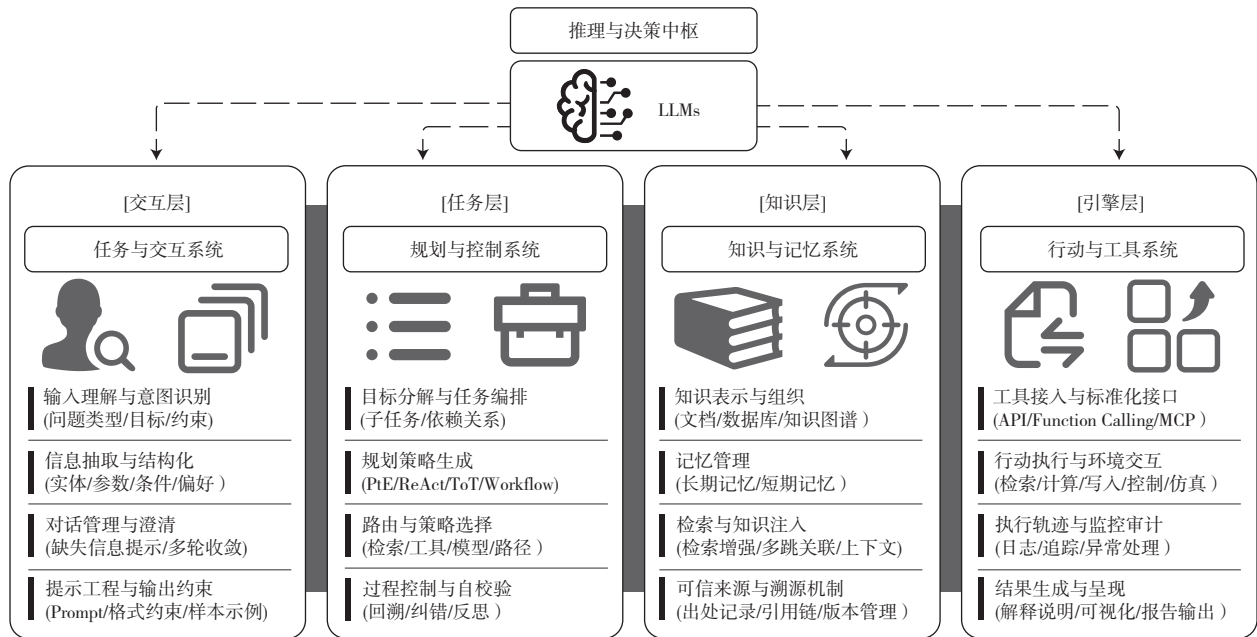


图1 构建控规信息检索智能体的四层核心架构

Fig.1 Four-layer core architecture for a detailed regulatory planning information retrieval agents

中的非结构化控规文本与图表信息能够稳定转化为结构化信息并构建图数据库。

(3) 基于 Dify 平台搭建以“交互层—任务层—知识层—引擎层”为核心架构的控规小智

基于控规信息检索智能体构建原理,该部分在 Dify 平台依据“交互层—任务层—知识层—引擎层”的核心架构展开设计,并将控规知识图谱嵌入知识层,以支撑控规信息的精准检索、证据组织与可解释回答生成(图2)。

3 应用验证数据与方法

3.1 案例数据选择与来源

3.1.1 案例数据选择

应用验证选择深圳市福田区的详细规划城镇单元法定图则作为案例数据。福田区法定图则经 20 余年的不断优化,在编制规则、内容结构和表达载体等方面形成全国领先的实践范式,具备较好的参考性^[18]。

3.1.2 数据来源与类型

数据主要来源于深圳市规划和自然资源局公开发布的福田区法定图则及相关成果,主要包括以下两类。

(1) 法定图则图表

此类数据包括图集与表格成果,以 PDF 或图片格式提供。图集中记录了详细的地块编号、用地代码、用地性质、容积率、建筑密度、建筑高度、绿地率以及公共服务设施配建需求等内容,构成控规知识图谱中以刚性管控要求体现的“硬约束”信息来源^[31]。

(2) 法定图则文本

此类数据主要为各城镇单元的法定图则说明书及其修编说明,文件格式涵盖 PDF、HTML 等。除去与法定图则图表中重复的“硬约束”信息外,法定图则文本还包含规划背景、规划目标以及城市设计控制要求等内容,构成控规知识图谱以指导性要求形式体现的“软约束”信息来源^[31]。

由于部分法定图则成果的发布时间过于靠前,相关文本和图集文件无法提供本研究所需要的数据精度,且与后续新的法定图则有重复内容。因此,对 31 部深圳市福田区详细规划城镇单元的法定图则进行人工数据筛选,最终选择了

从 2010 年至今符合研究条件的 7 部法定图则,包括近 8 万字的规划文本内容和规划图集中 118 个街坊共 1185 个地块的控制性指标。

3.2 应用验证步骤与评估方法

基于深圳市福田区案例的控规小智构建原型开发完成后,其应用验证步骤包括智能体检索效能对比评估与治理场景对比分析两个阶段(图3)。第一阶段通过统一评估框架比较不同检索策略的表现差异,验证控规小智的检索效能优势。第二阶段则检验其在真实治理场景下对公众参与的支撑能力。

3.2.1 智能体检索效能的对比评估方法

(1) 规划场景模拟与评估数据集构建

为评估控规小智的核心检索功能在真实规划场景下的应用效果,该部分基于控规信息检索需求,构建了一个结构化的问答评估测试集。针对研究对象涉及的 7 部法定图则,每部设计 30 组问答对,共形成了 210 组问答对,用于系统性检验不同检索方案的综合效能。内容方面,参考目前规划界对控规的评价原则,综合考虑控规“定性、定量、定型”的核心任务与“符合性、衔接性、可实施性”的编制需求,模拟落实到真实规划场景下关注的控规信息检索需求并设

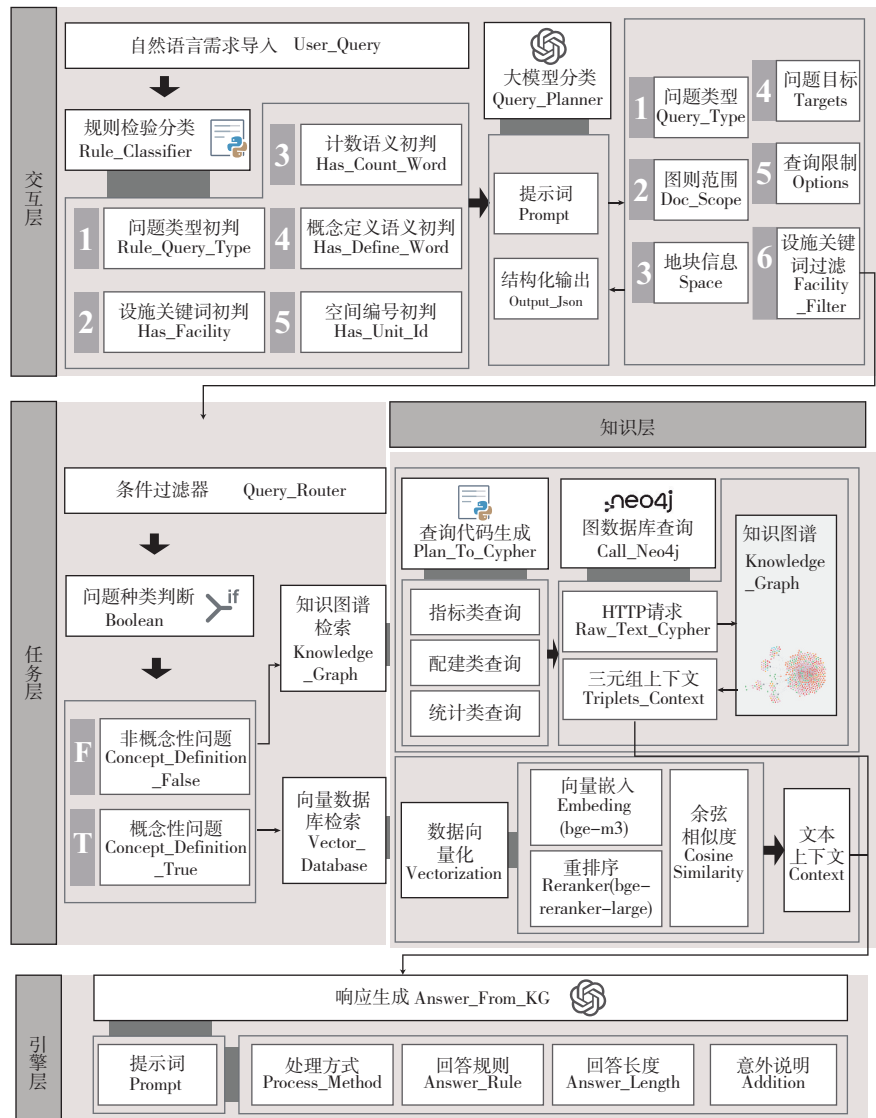


图2 控规小智的四层核心框架

Fig.2 The four-layer framework of ZoKnow

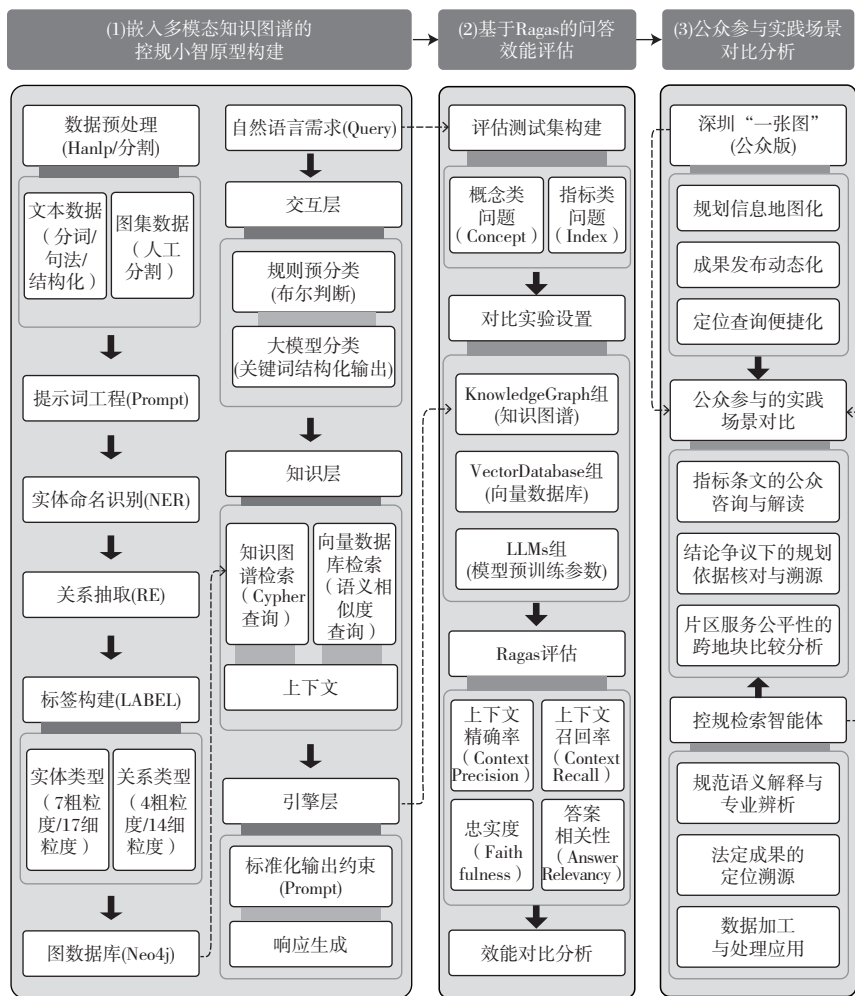


图3 应用验证步骤
Fig.3 Steps of application verification

置问答对。规则方面，则严格遵循Ragas (Retrieval-Augmented Generation Assessment System) 评估问答对构建的核心“6条规则”^②，保证问答对的结构科学性与评估有效性。

(2) 对比实验与评价指标

该部分基于Ragas框架，系统比较LLMs结合不同检索策略在控规信息问答任务中的表现。构建的控规小智采用LLMs结合知识图谱方案，两个对照组分别为向量数据库方案和纯LLMs方案。向量数据库方案仅接入法定图则的向量数据库作为其外部数据源的检索方案。纯LLMs方案不接入任何外部数据源，仅依赖其自身的预训练参数生成回答。最终选取上下文精确率、上下文召回率、忠实度以及答案相关性等四项典型指标作为评估指标。

3.2.2 治理场景对比分析方法

该部分聚焦数字化工具提升公众参与与功能便利性所需的更容易理解、更准确溯源和更全面分析等三部分关键内容，通过对比深圳市详细规划“一张图”(公众版)^③与控规小智在“指标条文的公众咨询与解读”“结论争议下的规划依据核对与溯源”以及“片区服务公平性的跨地块对比分析”等典型治理场景的表现，多维度评估后者的应用能力。

(1) 指标条文的公众咨询与解读

普通市民在购房选址、社区沟通以及关注周边开发时，通常需要查询某地块的容积率、限高、用地性质及相关条文，但常面临“查得到、看不懂”的窘境，难以理解指标背后的规划含义与适用范围，因此需要通俗化的解释与概念辨析，快速形成可理解的参考判断。

(2) 规划依据的核对与溯源

在设施选址争议、建设过程监督等场景中，普通市民经常面对不同渠道获取的差异化说法，缺乏可供核验的证据链支撑参与协商。因此需要能够将结论对应到具体的规划文本、指标表格或文件来源，帮助普通市民高效快捷地定位和获取所需的规划信息，提升公众参与的效率与质量。

(3) 片区公服的跨地块对比分析

当普通市民讨论“公共服务是否均衡”或“某设施布置是否有缺口”等问题时，通常需要对多个地块或片区的信息进行汇总、对比与简单统计，并基于结果生成有意义的公众参与议题。因此需要跨地块的指标统计、差异对比与阈值核对，将零散的查询信息提升为面向公众协商讨论的基础分析结果。

4 应用验证结果

4.1 控规小智检索效能的对比评估

各检索方案基于Ragas框架的检索效能对比结果如表1所示。

(1) 综合表现评估：控规小智在“检索精度”和“聚焦响应”上优势显著。除忠实度外，控规小智在上下文精确率、上下文召回率和答案相关性等方面均优于向量数据库方案与纯LLMs方案。这说明引入知识图谱后，控规小智能够更精确地定位检索需求，并充分覆盖答案所需的关键条文与指标信息。相比之下，向量数据库主要依赖语义相似度召回相关片段，在条文与指标混合的复杂场景中容易产生冗余结果，且难以表达结构化的控制性指标。纯LLMs方案因缺乏外部专业数据支撑，各项指标表现均较低。该结果说明，在具体规划领域问答任务中，接入外部数据源是提升LLMs检索准确性的关键条件。

(2) 概念类问题评估：向量检索方案具备“语义覆盖”优势，但控规小智在“聚焦响应”方面依旧更加稳定。基于语义相似度匹配的向量检索在解释概念性问题时具备一定的优势，能够覆盖大部分规划术语解释与相关条文描述。但在答案相关性指标上，控规小智依然保持领先，这反映了在同样使用向量数据库的情况下，该智能体通过知识图谱

引入的实体关系信息与结构化约束,对部分向量数据库不擅长的问题进行了优化补充,帮助系统围绕问题核心组织回答,减少了泛化解释与无效补充。

(3) 指标类问题评估:控规小智优势显著,支撑其综合评估领先。各检索方案间的性能差异最为显著。控规小智在上下文精确率、上下文召回率和答案相关性上保持明显优势,表明其所采用的知识图谱方案在处理地块编号、控制指标和数值属性等强结构化信息时更具稳定性与可解释性,这也是该智能体在综合表现上优于其他检索方式的主要原因。相比之下,向量数据库方案在指标类问题评估中的检索响应表现显著下降,反映出纯向量相似度难以稳定捕捉图表示信息间的对应关系。该结果印证了在缺乏结构化外部数据支撑的情况下,LLMs难以胜任具有高准确性、可溯源性特征的控规指标检索任务。

综上,相较于对比方案,控规小智在精准响应、指标检索以及聚焦回答等方面展现出低幻觉性、高准确性的特征,尤其适用于以指标核对、条文查验为核心内容的控规业务场景,为普通市民提供有效公众参与支持的技术基础。

4.2 控规小智与“一张图”(公众版)的治理场景对比分析

针对“指标条文的公众咨询与解读”“规划依据的核对与溯源”以及“片区公服的跨地块对比分析”等相关公众参与的治理场景需求,深圳市详细规划“一张图”(公众版)系统仅提供展示、检索及相关信息罗列的基本功能(图4),而控规小智则提供完善的信息解读、溯源和分析功能,能有效服务具体的治理需求(图5)。

(1) 控规小智提供“可理解”的规范语义解释与专业辨析应用优势

控规的公众参与门槛并不局限于能否检索到某一地块指标或条文,更在于能否将控规成果中高度专业化的表达转化为普通市民“可理解”的语义内容。深圳市“一张图”(公众版)已能检索容积率、用地性质以及建筑限高等内容,但并未阐释指标背后的规划意义,降低了使用便利性。控规小智则在返回检索结果的同时,对其中专有名词进行通俗

表1 各检索方案基于Ragas框架的响应效能评估

Tab.1 Evaluation of response performance of various retrieval methods based on the Ragas framework

评估类型	对比方案	上下文精确率	上下文召回率	忠实度	答案相关性
综合表现	控规小智(知识图谱方案)	0.92	0.84	0.99	0.68
	向量数据库方案	0.64	0.57	0.99	0.40
	纯LLMs方案 ^①	0.19	0.12	0.99	0.00 ^②
指标类问题	控规小智(知识图谱方案)	0.97	0.92	0.98	0.70
	向量数据库方案	0.37	0.31	0.98	0.26
	纯LLMs方案	0.01	0.01	0.99	0.00
概念类问题	控规小智(知识图谱方案)	0.88	0.76	0.99	0.65
	向量数据库方案	0.91	0.82	0.99	0.54
	纯LLMs方案	0.37	0.24	0.99	0.00

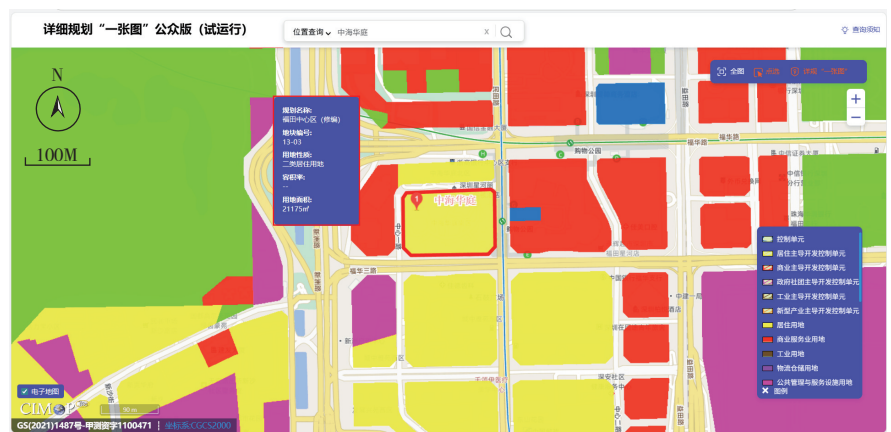


图4 深圳市详规“一张图”公众版

Fig.4 Public version of the "one map" for Shenzhen's regulatory detailed plans

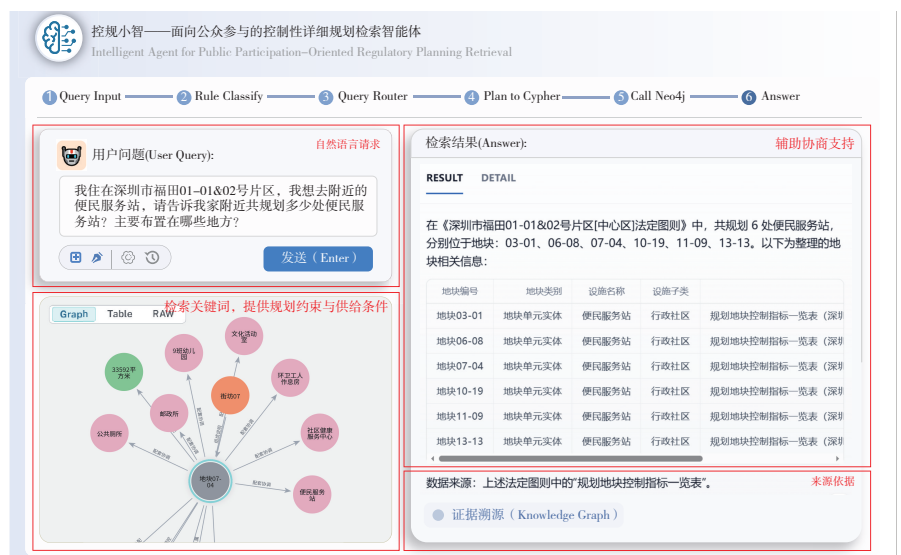


图5 控规小智的部分治理场景应用展示

Fig.5 ZoKnow's selected governance application

化解释与概念辨析,输出更贴合普通市民理解习惯的回答,降低了理解门槛。

(2) 控规小智提供“可核验”的法定成果核实与溯源应用优势

普通市民在设施布局、实施监督与调整反馈等公众参与场景中经常面临“有结论无依据”或“有依据难定位”的问题,缺乏“可核验”的证据链,或在比对自身诉求与相关规划文件时耗费了大量时间。相较于深圳市“一张图”(公众版)的查询展示功能,控规小智在输出结果时能够同步提供结构化的法定成果溯源信息,包括对应的文本段落、指标表格以及文件来源等,从而推动公众参与的证据化协商与责任认定,让普通市民在参与协商时有理可依、有法可循,提升公众参与的效率与质量。

(3) 控规检索智能体提供“可分析”的公服跨片区数据计算应用优势

普通市民在控规的公众参与过程中不仅需要知道简单的地块信息,更需要面对“片区公共服务是否均衡”“设施供给是否存在缺口”“不同地块指标是否存在异常差异”等多地块对比分析的问题。深圳市“一张图”(公众版)系统对数据的加工处理能力有限,多停留于简单信息罗列层面。控规小智能够基于LLMs转译自然语言需求,并进行信息的结构化检索与计算,实现指标汇总、差异比较、阈值核对与统计输出,帮助普通市民更好地分析、理解规划数据及片区发展特点。

5 结论与展望

5.1 控规信息检索智能体构建方法与深化方向

本研究讨论规划智能体的流程化培育路径并阐释面向公众参与的控规信息检索智能体的构建原理。基于此,结合Dify平台,提出“文本与图集数据处理—知识图谱自动化构建—交互、任务、知识、引擎层核心架构搭建”的三阶段控规信息检索智能体构建方法。基于深圳市福田区案例数据的应用验证表明,本研究构建的控规信息检索智能体在上下文精确率、召回率等指标上显著优于传统大语言模型结合向量检索与纯大语言模型方案,尤其在强约束指标问答中

表现突出。相较于深圳市详细规划“一张图”(公众版),该智能体能够支持普通市民通过自然语言完成控规术语解释、地块指标查询、成果依据追溯等操作,降低了公众理解和参与控规事务的技术门槛。

未来研究需在三方面持续深化。一是扩展该智能体应用场景,验证其在处理具体空间利益矛盾等复杂场景下的泛化能力。二是推动该智能体自主迭代更新,实现面向真实公众参与需求与规划知识更新的自适应演进。三是探究该智能体在信息检索基础上与协商参与达成共识过程的耦合机制,进一步赋能多利益主体参与。上述路径将推动该智能体从面向控规信息检索的单一应用,发展为嵌入公众参与过程的开放治理工具,并形成可迁移、可复用的公共城市知识基础设施构建范式。

5.2 规划信息检索智能体的技术定位与善治场景应用拓展

本研究提出的控规信息检索智能体是工具型规划智能体在控制性详细规划领域的具体应用分支,其核心特征是将规划领域内多源异构的专业知识转化为公众可理解、机器可识别的通用数据信息。类似规划信息检索智能体可作为规划智能体流程化培育路径中的“知识基座”,以“子智能体”的形式嵌入“通用型”“助理型”“模拟型”等各类规划智能体中,为其提供高精度、可溯源、可迭代的专业知识,从而强化它们在规划实践中的决策支撑能力。

在面向公众参与的控规信息检索场景外,规划智能体正逐步发展为连接专业知识、多源数据、数字工具以及各类服务对象的重要技术载体,并在成果审查、编制辅助、空间分析、设施配置、方案模拟、城市感知、参与式协商与规划教学等治理场景中发挥支撑作用。相关案例表明,规划智能体的应用边界已由单一的信息检索与问答,逐步拓展至工具调用、任务编排、方案生成、过程模拟和决策支持等更复杂的应用实践环节,以支撑善治目标的实现。

5.3 善治理念下规划智能体对行业变革

的长远意义

城市善治强调多元包容、共商共建共享。立足此理念,规划智能体的发展应用可以大大推动传统规划走向开放型社会实践,它不仅提升规划信息处理、决策研判的精度与效率,更重构了规划知识的生成、交互与使用方式,不只是规划师的“数字孪生”,更是面向多主体参与的包容性治理支持平台,实现专业惠民、数据支撑、制度适应、共识达成等数智赋能的规划实施路径。

规划智能体将深刻变革规划工作流程与规划师能力体系。未来规划编制、审批、修改、实施、监督全流程均可嵌入智能体,大幅提升规划业务的自动化与智能化水平,增强规划科学性、可实施性并节约人力成本。与之适配,规划师的核心能力也需迭代升级,在传统方案设计、规划编制与管理协调的基础上,增强对AI工具、数据处理的学习应用能力,融入规划服务城市善治的全过程,以此重塑职业价值。

规划智能体赋能“人民城市”的善治,将是规划行业一场任重道远的旅程。一方面,人工智能的快速发展,各类模型、算法、平台持续更新,“技术与技术之间”迭代速度大幅加快。另一方面,“人与技术之间”以及“人与人之间”的关系重构仍处于渐进阶段,受社会伦理、治理结构、公众认知等诸多因素制约。规划决策仍需在社会公平、公共利益、私权保护等多重目标中动态平衡。技术与社会之间的深刻张力,决定了规划智能体绝非单纯技术工具,而是面向未来的“空间善治基础设施”。它能降低信息获取、理解与分析门槛,重塑政府、公众、规划专业之间的沟通路径,提升规划工作的包容性与有效性。充分发挥规划智能体的效用,其关键不仅仅在于技术的先进程度,更在于能否在快速迭代的技术体系与相对稳健的社会制度之间建立有效衔接,实现城市中的人人作为共同学习、共同影响、共同进步的地缘共同体。

注释

- ① 大语言模型的幻觉问题指生成的内容在语义上合理但在事实或条文层面并不准确。
- ② Ragas问答对设置6条规则指的是:可从

给定上下文完整回答;基于非简单事实的信息;答案无链接;难度适中;合理且人类可回答;不含“提供上下文”等表述。

- ③ 深圳市详细规划“一张图”(公众版)以电子地图的方式公布详细规划成果,其特点包括但不限于“规划信息地图化”“成果公布动态化”“定位查询便捷化”等(<https://pnr.sz.gov.cn/d-xgmap/>)。
- ④ 在Ragas评估中, Prompt要求模型在缺乏检索依据时避免捏造,且Temperature设为0。纯LLMs方案答案相关性为0,该指标表示回答不能“反推原问题”,并非评估事实正确性。此外,本研究将问题本身纳入上下文,3组实验的高忠实度仅表示回答受到给定上下文支持,并不等同于答案真实正确。

参考文献

- [1] LIU Y S, ZHOU Y. Territory spatial planning and national governance system in China[J]. Land Use Policy, 2021, 102: 105288.
- [2] YU Y D, CAO X D, YE D, et al. Critical considerations in provincial territorial spatial planning in China: a qualitative and spatial analysis[J]. Humanities & Social Sciences Communications, 2025, 12(1): 1422.
- [3] 王炎, 曾祥坤. 全周期管理视角下的城镇开发边界内详细规划评估探析[J]. 城市规划学刊, 2024(5): 113-118.
- [4] 姜涛, 李延新, 姜梅. 控制性详细规划阶段的城市设计管控要素体系研究[J]. 城市规划学刊, 2017(4): 65-73.
- [5] 刘晓畅, 吴志强. 人工智能辅助国土空间诊断的理论范式建构与思行方法变革[J]. 城市规划学刊, 2026(1): 12-20.
- [6] 蒋华雄. 西方规划支持系统的实施困境、解决路径及其启示[J]. 国际城市规划, 2023, 38(1): 117-123.
- [7] DARGAN S, KUMAR M, AYYAGARI M R, et al. A survey of deep learning and its applications: a new paradigm to machine learning[J]. Archives of Computational Methods in Engineering, 2020, 27(4): 1071-1092.
- [8] JIANG H, LI M, WITTE P, et al. Urban chatter: exploring the potential of Chat GPT-like and generative AI in enhancing planning support[J]. Cities, 2025, 158: 105701.
- [9] BATTY M. The digital transformation of planning[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2021, 48(4): 593-597.
- [10] WILSON A, TEWDWR-JONES M, COMBER R. Urban planning, public participation and digital technology: app development as a method of generating citizen involvement in local planning processes[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2019, 46(2): 286-302.
- [11] SHAHAB S, BAGHERI B, POTTS R. Barriers to employing e-participation in the Iranian planning system[J]. Cities, 2021, 116: 103281.
- [12] ARANDA N R, DE WAEGEMAEKER J, VAN DE WEGHE N. The evolution of public participation GIS (PPGIS) barriers in spatial planning practice[J]. Applied Geography, 2023, 155: 102999.
- [13] 杨俊宴, 张珣, 史宜, 等. 见物见人: 基于城市人群数字画像的城市设计探索[J]. 城市规划学刊, 2025(4): 41-49.
- [14] 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.
- [15] HERZOG O, 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.
- [16] 陈友荣, 张丽娜. 国土空间规划体系下详细规划数字化转型思考: 以福州南湖片区为例[J]. 城市规划学刊, 2025(4): 96-102.
- [17] 马晨曦, 阳建强, 许尊, 等. 国土空间规划语境下的控制性详细规划变革与适应性调整浅析[J]. 城市发展研究, 2025, 31(1): 26-32.
- [18] 吴松涛, 王婧媛, 文师鹏, 等. 层级·响应·协同: 中观工具优化导向下详细规划单元的演进与思考[J]. 城市规划, 2025, 49(1): 97-107.
- [19] 吴志强, 沈清基, 王雅娟, 等. 新规划范式: 概念提出、方法体系与实践路径[J]. 城市规划学刊, 2025(6): 11-17.
- [20] KACZMAREK I, IWANIAK A, SWIETLICKA A, et al. A machine learning approach for integration of spatial development plans based on natural language processing[J]. Sustainable Cities and Society, 2022, 76.
- [21] DENG Z Y, FU X Y, LI C S. Automating urban policy extraction: a large language model-based framework for extracting local heat policies from planning documents[J]. Env Plan B-Urban Anal City Sci, 2025.
- [22] SILVENNOINEN H, CHADZYNSKI A, FARAZI F, et al. A semantic web approach to land use regulations in urban planning: the ontozoning ontology of zones, land uses and programmes for Singapore[J]. Journal of Urban Management, 2023, 12(2): 151-167.
- [23] 钮心毅, 刘思涵, 桑田, 等. 大模型的专业学习: 构建融入城市空间形态设计知识的图像生成模型[J]. 城市规划学刊, 2025, (1): 55-63.
- [24] 闫凤英, 卢鋈镛. 基于知识图谱的城市动态认知方法与微场景应用[J]. 城市规划学刊, 2025(5): 39-46.
- [25] 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.
- [26] ZHANG W S Q, CHEN Y M, LIU X P, et al. A large language model-based approach to building the knowledge graph for master plan: a case study in Guangzhou, China[J]. Land Use Policy, 2025, 159: 106395.
- [27] ZHU H, ZHANG W J, HUANG N X, et al. PlanGPT: enhancing urban planning with tailored language model and efficient retrieval[J/OL]. ArXiv Preprint, 2024. <https://arxiv.org/abs/2402.19273>.
- [28] 吴志强, 严娟, 徐浩文, 等. 城乡规划学科发展年度十大关键议题(2024-2025)[J]. 城市规划学刊, 2024(6): 8-11.
- [29] WOOLDRIDGE M, JENNINGS N R. Intelligent agents: theory and practice[J]. Knowl Eng Rev (UK), 1995, 10(2): 115-152.
- [30] WANG L, MA C, FENG X Y, et al. A survey on large language model based autonomous agents[J]. Frontiers of Computer Science, 2024, 18(6): 186345.
- [31] 赵广英, 刘淑娟. 行政行为视角的规划导控逻辑思辨: 兼论强制性内容与刚性管控[J]. 城市规划学刊, 2025(5): 31-38.