

# 面向新一代人工智能的城市规划决策系统优化

屠李<sup>1</sup> 赵鹏军<sup>2\*</sup> 张超荣<sup>3</sup> 蔡亦青<sup>1</sup> (1.合肥工业大学 建筑与艺术学院,合肥,230601;  
2.北京大学 城市与环境学院,北京,100871; 3.合肥市规划设计研究院,合肥,230041)

**【摘要】**新一代人工智能将为城市规划领域包括思想、技术、方法、管理在内的全面变革带来可能性,贯穿城市规划管理全过程的城市规划决策也必然会因新一代人工智能的发展和应用而得到优化。首先梳理了人工智能的发展演进及其阶段特征,阐述了新一代人工智能的若干技术突破方向,进而分析了新一代人工智能与城市规划的互动关系;同时,在厘清城市规划决策的不确定性、科学性、民主性、动态性等四个基本特性的基础上,审视了我国城市规划决策系统在决策信息、技术、主体和反馈四个方面的问题;最后,从新一代人工智能技术中与前述城市规划决策问题密切相关的四个技术突破方向入手,即大数据智能、人机混合增强智能、互联网群体智能和跨媒体智能,对我国城市规划决策系统提出了优化策略。

**【关键词】**人工智能;城市规划;规划决策

**【中图分类号】**T981 **【文献标识码】**A

## 0 引言

城市规划中的人工智能应用可以被视为该领域的时代标志性变革<sup>[1]</sup>。2017年7月,国务院发布《新一代人工智能发展规划》,强调“推进城市规划、建设、管理、运营全生命周期智能化”。在可见的未来,城市规划在持续为人工智能应用提供研发平台的同时,新一代人工智能也为城市规划领域包括思想、技术、方法、管理在内的全面变革带来可能性。城市规划决策作为贯穿城市规划管理全过程的重要环节和组成部分,也必然会因新一代人工智能的发展和应用而得到优化。因此,在厘清人工智能的发展脉络以及展望新一代人工智能发展方向的基础上,分析城市规划决策的基本特征,并审视当前我国城市规划决策系统存在的问题,进而提出相应的优化策略,具有较强的针对性和现实意义。

## 1 人工智能的发展演进及其与城市规划的交互

### 1.1 人工智能的发展演进

#### (1) 萌芽期(1950-1970年代):两类流派的产生

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金(JZ2018HGBZ0109)

\* 通讯作者:赵鹏军(1975-),北京大学城市与环境学院研究员,博士生导师,城市与交通规划研究中心主任。Email: pengjun.zhao@pku.edu.cn

20世纪中叶,英国数学家图灵提出了“具有人类智能的计算机”的判断标准并测试,人工智能领域就此发端。1956年,“人工智能”的概念在美国达特茅斯学院召开的研讨会上被首次确立,即“让机器能像人那样理解、思考和学习,即用计算机模拟人的智能”标志着人工智能领域正式创立。此后,人工智能领域逐步产生出两类流派:感性派的人工智能神经网络研究和理性派的物理符号系统研究。前者通过模拟人脑神经细胞,在计算机上虚拟生成人工神经网络,来实现人工智能。该学派着重于模式识别和故障诊断以及深度学习等增强形象思维能力的技术研发。后者将人脑和计算机的功能共同视为信息处理,计算机所带来的人工智能适用于解决一切具有逻辑规则的问题,从而起到延伸人类理性的作用。该学派着重于数学定理证明、信息检索和机器博弈等增强逻辑思维能力的技术研发<sup>[2][3]</sup>。

(2) 发展期(1980-2000年代):两类流派的技术升级

1980年代之后,为了能够解决生产领域的具体问题,理性派的物理符号系统研究从最初仅注重系统形式和逻辑推理的研究,转向结合专业知识与逻辑推理来建立“专家系统”。但是,由于计算机软硬件本身的限制,不同专家系统之间协作已经极为困难,技术上突破人类知识体系的复杂性这一瓶颈更是天方夜谭。与此同时,感性派的人工神经网络研

究则在“机器(深度)学习”方面实现了技术性的突破,此后广为传播和使用。2000年之后,大数据和云计算所带来的海量的数据和无限的计算能力为机器(深度)学习的升级带来了契机。同时,拥有上百个内核的 GPU 的出现又进一步加速了机器(深度)学习的数据处理速度<sup>[3]</sup>。

(3) 超越期(2010年代-): 走向新一代人工智能

随着 21 世纪信息技术的迅速发展以及社会对人工智能的需求的扩大,人工智能的目标发生了转变,即从过去追求“用计算机模拟人的智能”转为“用机器、人、网络和物结合成混合、群体以及更复杂的智能系统”,目前包括大数据智能、互联网群体智能、跨媒体智能、人机混合增强智能、自主智能系统在内的若干新的技术变化已经萌芽,未来必将成为新一代人工智能的主要发展方向(表 1)<sup>[4]</sup>。

表 1 新一代人工智能的未来发展方向

	现有基础	方向	未来发展方向及具体内容
大数据智能	知识表达技术和大数据驱动知识学习	从数据到知识、从知识到智能行为	建立连接多个领域的知识中心,支撑新技术和新业态的跨界融合与创新服务
跨媒体智能	视觉、听觉、文字等分类型数据处理技术	跨媒体感知、学习、推理和创造	建立多媒体感知分析和语义相通相容的理论和模型,建立和研制智能感知、跨媒体自主学习与推理的新理论、新方法、新软件、新硬件
人机混合增强智能	智能机器	人类智慧与机器智能系统的高水平协同融合	混合型增强智能的新计算形态,实现人机、脑机协同的情境理解、问题求解、调度与决策
互联网群体智能	网络智能	基于互联网组织群体智能的技术与平台	群体智能及其在互联网上的协同、秩序、安全、演化、学习与进化的机理及平台,以及相关产业业态
自主智能系统	机器人	自主智能系统的技术、架构、平台和设计标准	引领各种机械、装备和产品等走向智能化,形成自主智能载运平台、自助生产加工系统和智能调度监控系统等

来源: 根据参考文献[4]绘制

1.2 新一代人工智能与城市规划的交互

城市研究和城市规划实践将为新一代人工智能研发提供巨大的应用平台和发展思路。

目前,人工智能在城市规划领域的应用已经初现端倪,在城市研究、规划设计和规划管理等方面均有涉及。人工智能以其强大的分析能力、严密的逻辑推理、迅捷的选优决策和敏锐的信息反馈等特性,对城市规划起到较强的辅助作用<sup>[5]</sup>。城市研究方面,主要依托人工智能的机器学习技术认识和归纳城市增长规律及空间规律,并试图在此基础上将城市规划的编制思路由中世纪的“理想导向”和 20 世纪的“问题导向”转向未来的“城市规律导向”<sup>[11]</sup>。规划设计方面,主要利用人工智能来探究影响城市发展的相关要素及其权重,进而通过模型建构来关联、协调和综合这些要素,并据此得出规划设计方案<sup>[6]</sup>。规划管理方面,则利用三维支持系统<sup>[7]</sup>、机器学习<sup>[8]</sup>、Cityscope 平台<sup>[9]</sup>等辅助城市规划编制管理,以及 PSS 系统<sup>[10]</sup>支持城市规划决策管理等。

反过来,通过对城市规划思想方法和运作模式

的解析和借鉴,新一代人工智能在城市规划、建设、管理运营等诸多方面也会实现简单智能向复杂智能的全面提升。当前,以机器(深度)学习为标志的对前一代人工智能的超越正在持续推进中,未来依托新一代人工智能技术,城市研究和城市规划实践将会在感知城市、分析城市、城市模拟、城市决策等方面发育出一系列全新技术支撑<sup>[11]</sup>。

2 城市规划决策的特征分析与问题审视

学者们对“城市规划决策”的定义,因涉及到与“城市规划”、“规划管理”、“规划实施”的关系的理解,至今未能统一。狭义上认为规划管理由“规划决策”和“规划实施”两部分组成,前者是后者的准备阶段<sup>[11]</sup>;广义上则认为规划决策是贯穿城市规划管理全过程的重要环节和组成部分,即“城市规划决策是决策主体针对城市规划过程中已经发生、正在发生和将要发生的问题,梳理信息、甄别重点、选定方案、制定并实施政策的活动过程”<sup>[12]</sup>。

2.1 城市规划决策的特征分析

在对城市规划和公共决策的特征进行归纳的基础上,本文认为城市规划决策主要具有以下4个基本特征:不确定性、科学性、民主性和动态性。

(1) 不确定性

城市规划决策的不确定性主要源于城市系统的复杂性和决策参与主体价值观的差异。城市是社会—空间—技术的复杂巨系统,城市规模越大,其复杂性和变化性越强。城市规划涉及与城市发展相关的社会、经济、文化、环境等各个方面的内容,规划要素类型众多且关系复杂。在城市复杂多变背景下甄别出其发展的关键问题,据此指明其未来发展方向是相当困难的。“全世界的规划师都面临一个具有很大不确定性的客观事实”<sup>[5]</sup>。同时,决策参与主体价值观的差异也在一定程度上增加了规划决策的不确定性。规划决策参与主体常常结合自身经验、主观意愿和逻辑推理进行决策,任意一方的决策结论与其他主体的决策意愿都可能出现冲突<sup>[8]</sup>。

(2) 科学性

促进城市科学协调发展是城市规划重要目的之一。城市规划决策的科学性是合理、有效地利用城市资源的重要保证,受决策技术、决策程序、决策机构设置、决策者思维方法等诸多因素影响,其中决策技术起着较为主导的作用。面对复杂而又多变的城市系统,城市规划决策者需要遵循科学的思想观念和思维方法,利用先进的决策技术,在探索城市发展客观规律的基础上,分析和处理不同类型的规划要素之间的关系,进行科学合理的规划决

策,促进城市经济、社会、人口、资源、环境等各个子系统的协调发展<sup>[13]</sup>。

(3) 民主性

城市规划是实现城市社会经济可持续发展、合理分配城市空间资源、追求公共利益最大化的公共决策过程<sup>[14]</sup>。城市规划决策并不是简单的技术决策,也是涉及城市发展各个方面的公共政策制定和实施过程。其决策结果不仅对城市乃至区域的社会、经济、文化、空间环境的发展产生影响,也关系到公众的未来生活和长远利益。因此,城市规划决策过程既是公众积极参与讨论、形成广泛认同并自觉配合实施的过程,也是相关利益主体阐述各自意愿、积极协商讨论、最终达成理解的过程。唯有公众共同参与、讨论协商的城市规划决策,才能最大程度地保证城市规划的正当性和民主性。

(4) 动态性

城市规划过程一般可分为问题指认与目标界定、资料调查与分析预测、规划设计方案评价、实施管理与结果反馈4个阶段,每个阶段都需要根据不同的决策任务来进行决策并实施决策(表2)。作为一定时期内指导城市发展和建设的依据,每一阶段的城市规划决策都建立在当时的宏观政策背景和社会经济发展基础上制定而成,这个决策实施结果也将反馈给下一阶段的规划决策,成为新的决策制定条件<sup>[15]</sup>。因此,城市规划决策可以被视为“决策—实施”循环往复的动态过程,城市规划过程中各个阶段的决策实施结果的及时反馈至关重要。

表2 城市规划过程及其决策任务

城市规划过程	决策任务
问题指认与目标界定	将规划决策参与主体的观点汇总、转译成全面、系统、可靠的规划目标体系
资料调查与分析预测	分析与预测结果相关的规划要素,建立关系模型,并推导合理结果
规划设计方案评价	从多个规划方案中甄选合适的方案
实施管理与结果反馈	分析实施中的障碍并反馈,做出调整决定

来源:根据参考文献[15]绘制

2.2 我国城市规划决策的问题审视

(1) 决策信息受限,难以消减不确定性

城市规划决策信息支撑平台的缺失,导致决策信息数据出现整合难、不对称和更新缓慢等问题,难以最大程度地消减城市规划的不确定性。城市规划决策需要大量准确的数据信息资源,它们来自于现场调研、会议记录、规划成果、专家评论、公众意见、政策法规、语音影像等诸多分散的形式之中。

在这些数据信息资源中,结构化与非结构化数据并存,且缺乏对接的途径,使得数据处理的工作量和难度都较大,“数据孤岛”现象明显。与此同时,城市规划决策的信息数据来源于诸多部门,各部门所提供的数据数量和质量差距较大。来源于政府部门的宏观数据比重远大于来源于其他部门的微观数据,呈现出决策信息严重不对称的“数据割据”局面。另外,城市规划决策所需的实时、动态数据信

息,如人口变化、经济发展、土地开发、道路建设等,目前仍然难以实现实时更新和即时调用,这也无形中加剧了城市规划决策的片面性<sup>[16]</sup>。

#### (2) 决策技术落后,难以保障科学性

规划决策的科学性,在一定程度上需要先进的技术辅助工具作支撑和保障。传统城市规划决策大多由决策参与主体凭借经验和感觉来确定的,不同参与主体对同一规划目标的理解和认识有所差别,对决策对象的情况和发展趋势也难以全面把握。鉴于此,部分城市规划决策开始引入基于元胞自动机和多智体等经典算法内核以及并行化仿真技术路线的城市规划决策支持模型<sup>[8]</sup>。如城市交通规划编制和管理中所使用的德国 PTV 公司的宏观交通仿真软件 VISUM 和微观交通仿真软件 VISSIM 就是其中之一,它将宏观交通战略规划需求模型和微观仿真相结合以实现交通规划决策的支持。但是这些广泛采用经典算法内核的模型,模拟预测的训练数据局限于结构化类型数据,且模拟仿真的变量个数和边界条件复杂度都有很大的局限性,难以适应当今城市发展更加复杂、多变的趋势<sup>[16]</sup>。

#### (3) 决策主体单一,难以体现民主性

目前,我国城市规划决策的参与主体主要包括以政府领导、各级政府职能部门为主要构成单元的行政决策主体,以规划师、规划专家、规划委员会等为主要构成单元的技术决策主体,以利益相关者、公众为主要构成单元的公众参与主体,呈现出以行政决策主体主导、技术决策主体辅助,公众参与主体协同的参与格局<sup>[17]</sup>。按照《城乡规划法》,我国行使城市规划最终决策权的主体分别为国务院及省(自治区、直辖市)、市、县人民政府。因此,我国大多数城市规划决策遵循自上而下的机制,决策权相对集中,呈现封闭型、政治家型的特点。

为了以集体决策的方式取代过去行政首脑个人决策,我国部分城市逐步建立了形式多样、功能迥异的城市规划委员会制度,确保具有社会影响力和责任心的规划专家、利益相关者、公众等在规划决策中发挥作用。如深圳市自 1998 年通过《深圳市城市规划条例》正式确立的“规划委员会”制度,明确赋予了规划委员会在审批专项规划、法定图则和重大项目选址等方面的决策权,至今已开展了大量规划决策工作,部分实现了决策与行政相分离的

需求<sup>[18]</sup>。但是由于“规划委员会”制度至今未能纳入国家法律体系之中,也仅能起到对城市发展的重大事项进行决策咨询的作用,不具备规划决策的终审权和否决权,使其在重大规划决策中的权威性难以得到保证。

与此同时,由于相关利益主体对其在决策中拥有更多“话语权”的客观要求,公众参与城市规划决策势在必行,但是实际操作时仍然停留在规划编制成果公示层面,仍属于象征性的参与。规划公示已经成为城市规划行政主管部门应尽的职责和义务,但是长期以来规划管理部门只注重单向地向社会展示规划意图,出现了公示内容过于专业化、宣传力度小、技术门槛高等问题,公众基本无法参与到城市规划决策当中去,民意表达和协议协商机制呈现出一定程度上的缺失<sup>[19]</sup>。

#### (4) 决策反馈缺失,难以实现动态性

城市发展的不确定性,决定了城市规划决策目标的动态性和决策过程的周期性。尤其在规划决策进入实施阶段后,一系列更具体、更有针对性的规划决策的落实会对城市发展和建设产生一定的影响效果。对这些实施效果进行反思回顾,及时对最初的决策进行丰富、补充和完善,并反馈至下一次的决策行为,将引导规划决策更科学合理。但是,我国目前仅有城市总体规划因为实施评估的法定化,使其能够及时对规划决策进行反思和评价。其他各种各样的规划在源源不断地编制的同时,事后严谨、可靠的实施评价却极少去做,缺乏反馈使规划决策失去了及时调整、总结、完善的机会<sup>[20]</sup>。

### 3 面向新一代人工智能的城市规划决策系统优化策略

#### 3.1 依托大数据智能技术,加强决策信息供给

依托大数据智能技术,建立具备数据整合、关键信息提取、规律挖掘等功能的“城市规划决策信息支撑系统”。首先,该系统能够通过数据转换接口的统一,对城市规划决策所需的来自不同部门的海量数据,包括结构化和非结构化数据,进行整合、储存和共享,从而消除当前广泛存在的“数据孤岛”和“数据割据”现象。其次,该系统所拥有的大数据深度学习技术,对海量信息数据进行自动化知识提炼与学习,并按照自我累积形成的规律提取关键信息。最后,该系统通过对海量信息数据内在逻辑

辑联系的辨析提炼,进一步挖掘城市这一复杂巨系统的自然、社会、经济、文化、政治等规划要素与城市发展的关联,更好地总结我国城市发展规律以及预测未来发展的可能性,作为有效的规划决策依据和支撑工具,从而减少规划决策的不确定性。

### 3.2 依托人机混合增强智能技术,提升决策技术水平

依托人机混合增强智能技术,建立具备模型预测、模拟仿真、人机交互等功能的“城市规划决策技术辅助系统”,旨在将城市规划的技术感知、理性学习的机器学习技术和机器人人工智能与人的决策系统综合,达到决策意志和机器理性的优化结合<sup>[1]</sup>。首先,该系统在前述“信息支撑系统”的基础上,结合系统科学、管理决策科学、计算机科学和城市规划及其相关领域知识,理清城市这个复杂巨系统的结构、组成、特征、要素、运行机制,建构与客观实体同态的预测模型库。其次,建立虚拟的城市环境,通过多维度、多要素和立体化模拟与时空推演多目标约束下的城市发展图景,建立未来规划场景和现状之间的因果联系,为决策者提供动态、连续、多情景结论的协同化数字规划成果,为决策活动做出的判断提供可靠的咨询。最后,面向决策参与主体建立友好的人机交互平台,将定量技术融入规划决策过程,并能根据不同参与主体的自身想法和愿景进行方案调整和场景展示,也可用于行政决策人员进行方案审查等。

### 3.3 依托互联网群体智能技术,推动决策主体参与 依托互联网群体智能,建立具备信息公开、意

见征求和过程监督等功能的“城市规划决策主体参与平台”。该平台可将参与规划决策的行政决策主体、技术决策主体和公众参与主体联系在一起,共同探讨各自在城市发展和建设中的不同观点,推动不同利益群体之间进行公开讨论,对城市规划中所面临的一些共性问题进行探索,并及时收集、汇总、整理、分析决策参与主体的意见,据此对规划决策做出合理调整与完善。同时,该平台还能够增加规划决策的“透明度”,使决策工作置于公众监督之下,让公众能真正地广泛参与城市规划决策,体现规划决策民主性。

### 3.4 依托跨媒体智能技术,实现全面及时反馈

依托跨媒体智能技术,建立具有跨媒体数据感知、分析、反馈功能的“城市规划决策实施反馈系统”。城市动态发展的数据多为卫片、航片、地面感知、统计数据、政府报告、专访和实地调研等来自各种渠道、不同类型的数据。在规划决策的实施过程中,通过持续海量地跟踪感知图像、文字、语音等跨媒体城市数据,对其进行规律挖掘,可以全面实时把控规划决策和城市发展需求之间的契合情况。这样可以使决策主体在迅速得到实施过程中出现的各种问题和情况反馈后,及时调整和完善决策方案。

## 4 结语

人工智能自其诞生至今已经经历了 60 余年的发展,近几年开始出现大数据智能、人机混合增强智能、互联网群体智能、跨媒体智能、自主智能系统

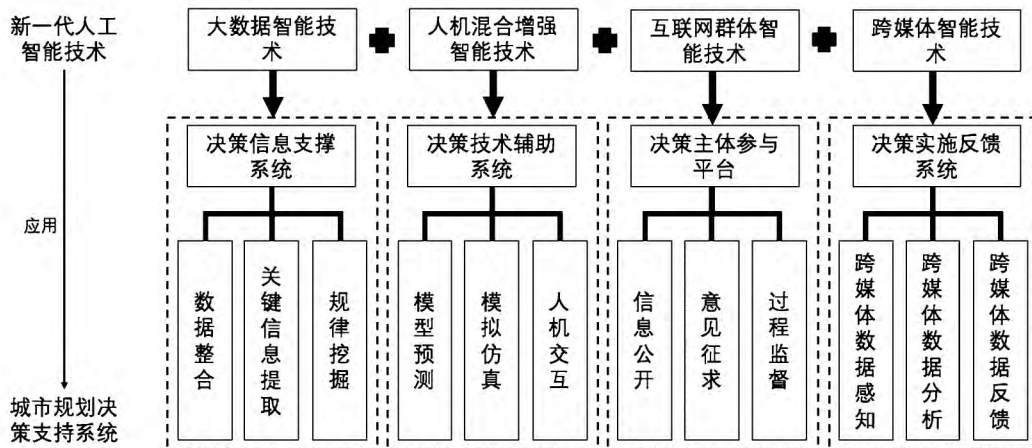


图 1 面向新一代人工智能的城市规划决策支持系统

来源:作者自绘

等若干新技术萌芽,预示着新形势、新需求下人工智能领域将实现质的突破,新一代人工智能技术的应用地将渗透到各行各业。对于城市规划领域而言,人工智能的应用目前仍处在初级阶段,但是在城市研究、规划设计和规划管理等方面均初现端倪。可以预见的是,新一代人工智能技术将为城市规划领域带来全面变革。随着我国对新一代人工智能发展的持续政策推动,未来其在城市规划决策中的应用具有广阔前景,尤其是大数据智能、人机混合增强智能、互联网群体智能、跨媒体智能等新技术在扩展决策信息、提升决策技术、丰富决策主体、加强决策反馈等方面都将产生重要作用。本文期望在一定程度上对新一代人工智能在城市规划决策领域的未来实践提供方向性建议。△

#### 【参考文献】

- [1] 吴志强.人工智能辅助城市规划[J].时代建筑,2018(01):6-11.
- [2] 钟义信.人工智能:概念·方法·机遇[J].科学通报,2017,62(22):2473-2479.
- [3] 万赞.从图灵测试到深度学习:人工智能60年[J].科技导报,2016,34(07):26-33.
- [4] 潘云鹤.人工智能走向2.0[J].工程(英文版),2016,2(04):51-61.
- [5] 张庭伟.复杂性理论及人工智能在规划中的应用[J].城市规划学刊,2017(06):9-15.
- [6] 麦克·巴迪,沈尧.城市规划与设计中的人工智能[J].时代建筑,2018(01):24-31.
- [7] 仲伟政,林芄.济南市城市规划决策管理三维支持系统应用研究[J].规划师,2007(09):69-72.
- [8] 黄鼎曦.基于机器学习的人工智能辅助规划前景展望[J].城市发展研究,2017,24(05):50-55.
- [9] 张砚,肯特·蓝森.CityScope—可触交互界面、增强现实以及人工智能于城市决策平台之运用[J].时代建筑,2018(01):44-49.
- [10] 宋彦,李超骥,陈炎,等.规划支持系统(PSS)在城市规划与决策中的应用路径——美国的经验与启示[J].城市发展研究,2017,24(10):11-18.
- [11] 彭震伟,张磊.新世纪我国城市规划决策机制的思考[J].规划师,2001(04):27-30.
- [12] 刘贵利,李铭,侯铮,等.城市规划决策学[M].东南大学出版社,2010.
- [13] 冯向东.略论城市规划的科学化决策[J].城市规划,1987(04):3-4.
- [14] 石楠.试论城市规划中的公共利益[J].城市规划,2004(06):20-31.
- [15] 陈有川.简论城市规划决策[J].规划师,1999(04):78-81.
- [16] 吴一洲,陈前虎.大数据时代城乡规划决策理念及应用途径[J].规划师,2014,30(08):12-18.
- [17] 候成哲.城市规划公共决策应用分析——以杭州国际商贸城规划公共决策为例[J].现代城市研究,2014(03):39-44.
- [18] 施源,周丽亚.现有制度框架下规划决策体制的渐进变革之路[J].城市规划学刊,2005(01):35-39.
- [19] 柳权.论城市规划决策[J].规划师,2000(04):59-61+65.
- [20] 唐绍均.论我国城市规划审批决策体制的正义与效率[J].城市规划,2008(02):50-54.

作者简介:屠 李(1990-),博士,合肥工业大学建筑与艺术学院城乡规划系讲师,主要研究方向:规划实施管理、传统村落保护。

收稿日期:2018-10-08

## Optimization of Urban Planning Decision System Based on the New Generation of Artificial Intelligence

TU Li, ZHAO Pengjun, ZHANG Chaorong, CAI Yiqing

**【Abstract】**The new generation of artificial intelligence will bring the possibility of comprehensive reform in the urban planning field including theory, technology, method and management. The urban planning decision which is through the whole process of urban planning management will be optimized, due to the development and application of the new generation of artificial intelligence. Firstly, this paper analyzes the development and evolution of artificial intelligence and its characteristics at different stages, and explores some technological breakthroughs direction of the new generation of artificial intelligence, and then analyzes the interaction between the new generation of artificial intelligence and urban planning. Meanwhile, based on clarifying the four basic characteristics of the urban planning decision, such as uncertainty, scientificity, democracy and dynamics, this paper explores the problems of decision information, technology, body and feedback in Chinese urban planning decision system. Finally, from the perspectives of four technological breakthroughs of artificial intelligence, such as Big Data Intelligence, Human-machine Hybrid Enhancement Intelligence, Internet Group Intelligence and Cross-media Intelligence, this paper propose the optimization strategy for Chinese urban planning decision system.

**【Keywords】**Artificial Intelligence; Urban Planning; Planning Decision