

AI 时代的智慧城市：技术应用与长期展望

陈奕先 聂尹钦 袁雁*

武汉大学城市设计学院，中国·湖北 武汉 430072

摘要：本文深入探讨了人工智能（AI）在智慧城市的发展脉络与未来趋势。文章回顾了智慧城市的起源与发展历程，分析了 AI 技术从简单数据分析到深度学习的演进过程，并探讨了其在城市管理、规划、基础设施维护及数字孪生技术中的应用趋势，并指出了 AI 在智慧城市建设中的挑战与未来发展的展望。

关键词：智慧城市；人工智能；城市规划；可持续发展；数字孪生

Smart Cities in the Age of AI: Technological Applications and Long-Term Prospects

Chen Yixian, Nie Yinqin, Yuan Yan*

School of Urban Design, Wuhan University, China Hubei Wuhan 430072

Abstract: This article provides an in-depth exploration of the developmental trajectory and future trends of artificial intelligence (AI) in smart cities. It reviews the origin and development process of smart cities, analyzes the evolution of AI technology from simple data analysis to deep learning, and discusses its application trends in urban management, planning, infrastructure maintenance, and digital twin technology. It also identifies the challenges of AI in smart city construction and provides an outlook for future development.

Keywords: Smart City; Artificial Intelligence; Urban Planning; Sustainable Development; Digital Twin

0 引言

随着全球化和信息化时代的到来，城市化进程不断加快，城市作为人类文明的重要组成部分，其发展和管理面临着前所未有的挑战。在此背景下，智慧城市的概念应运而生，它不仅代表了城市发展的新趋势，也预示着城市管理和模式模式的革新。

1 智慧城市的兴起与内涵

1.1 智慧城市的兴起

智慧城市的概念最早出现于 1990 年 5 月在美国旧金山举行的一次国际会议，会上提出了“实现全球经济可持续发展：互联互通的智慧化基础设施、快速系统、全球网络”的主题。此后，“智慧城市”一词开始出现在学术文献中。2008 年，IBM 公司提出了“智慧地球 (Smart Planet)”概念，指出在信息与通信技术的帮助下开展城市运营，提高城市运行效率和公共服务质量。此后，全球的学者与政府不断展开研究和尝试，智慧城市逐渐成为全球城市可持续发展的重要战略。

中国对智慧城市的探索可追溯到 2010 年，在《关于对智能北京发展纲要征求意见的函》中，提出要“全面建设智能北京”，在 2011 年 9 月发布的《北京市“十二五”时期城市信息化及重大信息基础设施建设规划》提出，

“十一五”期间，“数字北京”建设目标全面完成，《中共北京市委关于制定北京市国民经济和社会发展第十二个五年规划的建议》为北京信息化发展提出了建设智慧城市的战略目标。

中国在 2012 年开始在全国部署智慧城市试点工作，2013 年国务院将智慧城市首次纳入国家级战略规划。中国政府出台了多项政策文件，如《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》，提出到 2020 年建成一批特色鲜明的智慧城市。2016 年 3 月，“十三五”规划纲要明确提出“建设一批新型示范性智慧城市”。在“十四五”规划和 2035 远景目标纲要中，将“加快数字发展，建设数字中国”作为独立篇章，勾画出“数字经济”“数字社会”和“数字政府”建设新图景

1.2 智慧城市的内涵

关于智慧城市的内涵、组成要素与实施方案，中外学者从不同角度展开研究，相关定义也不尽相同。

国际标准化组织（ISO）把智慧城市定义为，“智慧城市是一种利用物联网、云计算、大数据等新兴技术促进城市规划、建设和管理的新模式。”2023 年，IBM 提出，“智慧城市指的是城市利用技术手段和数据收集，提升都市区内生活质量，提升城市运营可持续性和效率。地

方政府使用的智慧城市技术包括信息通信技术 (ICT) 和物联网 (IoT)。”美国交通部确定了智慧城市和社区的三个标志：网络、连接与开放式数据。

随着时代的发展，智慧城市的概念和内涵随着技术进步、政策推动、理论研究和社会需求的变化而不断演进，从最初信息化城市发展到今天的综合性、智能化城市生态系统。总体而言，智慧城市的要素可以概括为三大领域，基础建设与技术支撑，管理与服务体系，可持续发展与创新驱动（图 1）。



图1 智慧城市的三大要素

1.3 智慧城市与传统城市的差异

相对于传统城市，智慧城市能够有更高的效率和管理复杂系统的能力，在数据整合分析处理工作中具有显著应用优势。智慧城市与传统城市的区别主要可概括为以下几点：

1.3.1 技术支撑和城市规划理念的不同

智慧城市以信息技术和通信技术为支撑，旨在通过透明、充分的信息获取，广泛、安全的信息传递和有效、科学的信息处理，提高城市运行效率，改善公共服务水平，形成低碳城市生态圈，强调更科学的管理、更高效的生活和更美好的城市环境。

1.3.2 发展背景和目标的不同

智慧城市的产生和发展是应对城镇化过程中的人口增

长、环境污染、交通拥堵等“城市病”问题，促进城市的健康、安全和可持续发展。这不仅是技术上的进步，也是对城市管理和服务的全面升级，包括智慧政务、智慧应急和智慧交通等领域的创新。

1.3.3 技术应用的深度与广度的不同

智慧城市的建设要求通过物联网、云计算等新一代信息技术应用实现全面感知、泛在互联、普适计算与融合应用。这不仅是技术的简单应用，而是通过技术实现城市管理、教育、医疗、房地产、交通运输、公用事业和公众安全等关键基础设施组件和服务的互联、高效和智能。

1.3.4 以人为本和可持续发展的内涵

智慧城市建设强调的不仅是技术的智能化，更重要的是人的智慧参与、以人为本、可持续发展等内涵。这意味着在数字化、网络空间里，城市应以持续创新为目标，以人为本，促进城市社会的友善、和谐发展，以及国家经济的持续发展（如表 1）。

总体而言，智慧城市与传统城市的区别在于其技术支撑、发展背景、目标、技术应用的深度与广度，以及以人为本和可持续发展的理念。智慧城市不仅是技术的应用，更是一种全面的、以人为本的城市规划和管理理念。

2 人工智能技术应用于城市规划的发展阶段

回顾城市规划的发展历程可以看到，人工智能技术推动着城市规划和治理的技术更新。随着人工智能的技术发展，也呈现出与城市规划更多的融合，每个阶段都反映了技术进步和城市规划实践的演变。

人工智能在城市规划中的应用可分为以下几个阶段：

2.1 20 世纪 50 年代 -70 年代：技术引入与探索

在此阶段，计算机技术开始被引入，城市规划开始尝试使用计算机进行数据分析和简单的模拟，例如使用地理信息系统（GIS）和简单的统计模型来分析城市人口分布和交通流量。这些技术帮助规划者理解城市的基本特征和需求。

2.2 20 世纪 80 年代 -21 世纪初：技术集成、应用与拓展

随着人工智能技术的发展，城市规划开始更深入地

表1 不同阶段城市建设与管理的技术对比

阶段/技术对比	传统方法阶段	GIS,CAD阶段	AI应用阶段
关键特征	依赖专家知识，宏观布局	空间分析和计算机辅助设计	大数据分析，智能化规划，公众参与
数据类型	历史数据，人口统计	地理数据，模拟分析	复杂的实时数据，预测分析
技术工具	手绘图纸，基础GIS	高级GIS，CAD	人工智能，大数据分析，数字平台
规划理念	静态规划，适应性差	更精确的规划，适应性增强	动态规划，高度适应性，公众参与

集成 AI 技术。这包括使用机器学习 (ML) 和深度学习 (DL) 来挖掘城市数据, 理解城市增长规律和空间布局。AI 技术被用于城市规划的多个方面, 如交通流量优化、环境监测、公共安全等。同济大学吴志强院士团队提出的“城市树”项目, 通过智能数据捕捉辅助发掘城市规律, 为城市规划和决策提供支持。

2.3 21 世纪初 – 现在: 智能化规划与辅助决策

21 世纪初, 城市规划开始更多地利用机器学习和深度学习技术, 实现更加智能化的规划和设计。人工智能不仅被用于数据分析, 还被用于城市规划的设计过程。例如人工智能辅助的城市规划工具, 如 CityGo 博弈模型。近两年, 人工智能与城市规划的结合越来越紧密, 人机协作成为可能, AI 技术开始辅助规划师进行更复杂的决策。

2.4 未来: 走向融合, 人机协作与智慧城市

人工智能与城市规划的融合达到更高级的阶段, 人机共智成为可能。理想中的“智慧城市”操作系统, 能够自主收集城市运行数据, 分析问题, 并提出规划建议。例如, 一个智能系统能够监测城市交通状况, 并自动调整交通信号灯以优化流量。人工智能将成为智慧城市的重要技术支持。

3 人工智能在智慧城市中的应用趋势

人工智能作为智慧城市建设的核心技术, 在城市管理和服务智能化、数据驱动的城市规划与决策支持、城市基础设施的智能监测与维护以及数字孪生技术在城市规划中的运用等方面, 具有巨大潜力。

3.1 城市管理与服务智能化

人工智能可使城市服务和管理更个性化、高效化。智慧政务、交通、社区、环保等应用通过大数据、图像识别等技术赋能城市管理, 提升政务、交通、安防和环境治理效率。例如, 哥本哈根在自行车管理中引入“绿波”系统, 使骑行更流畅快捷。而这一目标的实现, 是通过复杂的信号灯设计和实时流量监控, 这样信号灯的运行时间才能与自行车的实际流量需求完全匹配。日本东京通过大数据、人工智能技术优化交通管理, 发展自动驾驶技术。

3.2 数据驱动的城市规划与决策支持

在智慧城市建设中, 高效的数据分析能力是实现精准决策的关键。2018 年 5 月, 《国务院办公厅关于开展工程建设项目审批制度改革试点的通知》中提到推行工程建设项目审批联合审图, 结合“互联网+”, 实行各部门并联审查。在这样的背景下, 三维可视化技术将为规划数字报

批提供支撑, 从平面管控到立体城市规划服务, 有效提高规划管理和审批效率。此外, BIM 与 GIS 在智慧城市建设中的集成应用将显著提升建筑管理和运行的整体效率。

3.3 城市基础设施的智能监测与维护

人工智能可用于监测和管理城市基础设施, 如交通系统、能源网络、建筑结构等, 实现高效维护和运营, 还可监测环境、应对气候变化。例如, 智慧电网的短期负荷预测可通过基于人工智能卷积神经网络的 bagging 学习模型实现, 此外, 其在水务系统、智能交通信号灯控制系统、高铁检修领域等也有广泛应用。

3.4 数字孪生技术在城市规划中的运用

数字孪生技术通过城市信息模型 (City Information Modeling, 简称 CIM) 平台, 构建数字孪生城市, 实现城市要素全面感知和智能管理, 现已在城市规划的各个层面展开探索。包括利用人工智能技术构建国土空间规划智能体, 实现规划编制、审查、实施和公众参与的全流程自动化。再比如基于数字孪生技术实现老旧小区设施的全面体检, 通过零碳导向的能源系统重构、多源耦合的资源循环利用和智能化社区生态系统构建, 提升老旧小区的绿色更新效果。基于数字孪生技术的城轨综合管控平台, 能够整合城轨信息, 提供资产、空间、智能化、安全、节能等多维度功能服务。

4 结语

智慧城市的发展离不开人工智能 (AI) 的深度参与, 但其未来之路仍充满挑战。首先, 城市规划固有的复杂性要求 AI 具备跨学科、跨系统的深度学习能力和当前城市数据碎片化、维度不足, 难以支撑 AI 形成可靠的城镇化模型。其次, AI 技术本身仍受限于数据质量、算力成本与伦理框架, 尤其在生态模拟、利益博弈和道德权衡方面尚未成熟, 难以直接转化为可操作的规划工具。更严峻的是, 版权争议、责任归属、算法歧视与网络安全等法律伦理风险, 正随着 AI 介入建筑设计、空间治理而快速放大, 任何环节的失范都可能放大为系统性危机。

面向未来, 智慧城市的核心仍在于“以人为本”与“可持续”两大价值坐标。唯有在技术创新与制度创新并重的前提下, 让 AI 成为城市治理的“增强器”而非“替代者”, 才能化挑战为机遇: 一方面, 通过开放数据、跨部门协同与伦理审查机制, 补足 AI 的学习短板; 另一方面, 以韧性治理框架约束算法权力, 确保公平、透明与安全。当技术、制度与伦理形成闭环, 智慧城市方能真正实现高效、包容与可持续的协同进化。

参考文献:

- [1] Alice Gomstyn、Alexandra Jonker.《What is a smart city》. IBM. 2023.
- [2]《城市规划学刊》编辑部.“人工智能对城市规划的影响”学术笔谈会[J]. 城市规划学刊, 2018(5):1-10.
- [3] 陈莹莹. 基于多准则决策方法的珠三角地区智慧城市综合评价研究. 硕士学位论文. 华南理工大学, 2022.
- [4] 程明骏, 朱云辰, 郑昕文, 黄杉. 从大空间“实体”到大模型“数字”——人工智能背景下未来城市规划及管理的构想[J]. 建筑与文化, 2023(8),102-105.
- [5] 金鹰, 杨天人, 方舟. 多源数据背景下的城市规划与设计决策——城市系统模型与人工智能技术应用[J]. 国际城市规划, 2021.36(2):1-6.
- [6] 黄经南, 于光平, 杨石琳, 周俊. 从工业城市、后工业城市到人工智能城市——由当前机器人引发的城市产业空间演变思考[J]. 城市发展研究, 2023,30(03):98-105.
- [7] ISO, Sustainable cities and communities — Indicators for smart cities.
- [8] 孔宇, 吴彤, 甄峰, 周雨杭. 人工智能技术赋能城市空间治理的模式与路径研究[J]. 规划师, 2024(3):14-27.
- [9] 康雅丽, 王卓. 智慧城市与大数据在城市规划中的应用探究[J]. 中国集体经济, 2022(25):8-10.
- [10] 吴建南, 马太平, 张阿城. 中国超特大城市治理数字化转型的应用场景建设: 问题面向、技术应用与绩效改进, [J]. 治理研究, 2025(1):4-18.
- [11] 何俊豪. 绿色交通理念在城市交通规划中的应用探究, [J]. 城市建筑, 2025(6):83-86.
- [12] 魏云琦, 王旻, 尹豪. 面向城市绿化精细管理的低密度树木数字孪生模型, [J]. 城北京林业大学学报, 2025(3):139-150.
- [13] 赵米桥. 基于新兴技术支持下的智慧城市的应用研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023(10):31-33.
- [14] 郑豪. 基于人工智能发展的未来城市规划变化思考[J]. 上海城市规划, 2021.z1:30-34.
- [15] 汪辉, 绿色智慧城市理念下老旧小区更新方案, [J]. 城市开发, 2025(2):63-65.
- [16] 韩德志, 韩晓艺, 华福才, 杨良印, 邵昕. 数字孪生与多系统融合的城轨综合管控平台礲究与实施, [J]. 都市轨道交通, 2025(2):112-119.