



# 规划师

## PLANNERS

ISSN 1006-0022  
CN 45-1210/TU

中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊  
中国学术期刊网络出版总库全文收录期刊  
《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行优秀奖

中文核心期刊 · 中国科技核心期刊 · RCCSE中国核心学术期刊



本期主题  
人工智能发展与规划应对

# 2018

总275期 第34卷

# 11



期刊基本参数: CN45-1210/  
TU\*1985\*M\*A4\*156\*zh\*P\*  
¥ 25.00\*15000\*23\*2018-11

顾问单位: 中国城市规划协会

主管单位: 广西师范大学

主办单位: 广西期刊传媒集团有限公司

承办单位: 华蓝设计(集团)有限公司  
雅克设计有限公司

协办单位: 武汉市土地利用和城市空间规划研究中心

武汉市规划研究院

中国航空规划设计研究总院有限公司

华建集团华东建筑设计研究院有限公司规划建筑设计院

赣州市城乡规划设计研究院

成都市规划设计研究院

重庆市规划设计研究院

西安建大城市规划设计研究院

广东省城乡规划设计研究院

沈阳市规划设计研究院

华侨大学建筑学院

深圳市城市规划设计研究院有限公司

西安市城市规划设计研究院

长春市城乡规划设计研究院

长安大学建筑学院

广州市城市规画勘测设计研究院

吉林省城乡规划设计研究院

福州市规划勘测设计研究总院

沈阳新建大城市规划设计有限公司

中国城市规划设计研究院深圳分院

深圳市华阳国际工程设计股份有限公司

# 目次

## 规划师论坛

- |    |                             |               |
|----|-----------------------------|---------------|
| 5  | 新一代人工智能推动城市规划变革的趋势展望        | 姜 鹏, 曹 琳, 倪 砦 |
| 13 | 城市生命视角下的人工智能规划理论与模型         | 甘 惟           |
| 20 | 人工智能影响下城乡规划机构、技术与职业新态势及应对策略 | 单卓然, 李鸿飞      |
| 26 | 城乡规划全生命周期智能化探讨              | 黄芸璟, 余 辉, 余 颖 |
| 34 | 人工智能 2.0 时代可持续发展城市的规划应对     | 武慧君, 邱灿红      |

## 规划管理

- |    |                       |                         |
|----|-----------------------|-------------------------|
| 40 | “城市双修”规划评估方法及四川省岳池县实践 | 卓 想, 施 媛, 胡英男, 岳 波, 陈俊松 |
| 48 | 治理现代化下的芦山灾后恢复重建模式探索   | 杜 枫, 王广鹏, 方 煜           |

## 规划设计

- |    |                                           |               |
|----|-------------------------------------------|---------------|
| 54 | 宜居目标导向下的总体城市设计方法与淄博市实践                    | 张小平, 李 鹏, 魏培峰 |
| 61 | 全运会契机下的城市特色营造与创新发<br>展——以西安体育中心周边地区概念规划为例 | 田达睿, 周庆华, 雷会霞 |
| 69 | 武汉市主城区高压走廊布局与空间优化策略                       | 刘 洋, 熊和平      |
| 75 | 美丽乡村规划技术方法探索<br>——以青岛市崂山湾国际生态健康城村庄改造为例    | 全闻一, 徐文君, 袁方浩 |

## 规划广角

- |    |                       |               |
|----|-----------------------|---------------|
| 81 | 城乡要素驱动下我国城乡关系的历史分期与特征 | 蒲向军, 刘秋鸣, 谢 波 |
| 88 | 城镇化中地方政府的“中间者”角色分析    | 王世福, 邓沁雯, 刘 铮 |

### 本刊声明

1. 本刊所发表作品均为作者观点, 并不一定反映编委会和编辑部的立场。
2. 本刊对来稿保留修改权, 有特殊要求者请事先声明。
3. 本刊对所发表作品享有中文专有出版权, 请勿一稿多投。
4. 本刊对所发论文享有电子出版权, 如有异议, 请事先声明。
5. 本刊现被《中国学术期刊网络出版总库》及 CNKI 系列数据库收录, 其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意文章被收录, 请在来稿时向本刊声明。
6. 本刊所载文章, 均经作者授权, 任何转载、翻译或结集出版均须事先得到本刊编辑部和作者的书面许可。
7. 限于人力和财力, 来稿一律不退, 如三个月内未见采用通知, 作者有权将稿件另行处理。

编辑出版: 《规划师》杂志社

地 址: 广西南宁市青秀区月湾路 1 号  
南国弈园 6 楼

邮政编码: 530029

电子信箱: planner@21cn.net

网 址: www.planners.com.cn

电 话: 社长室: 0771-2438005

编辑部: 0771-2437582 2436290

发行部: 0771-2438012 2436285

广告部: 0771-2438011 2418728

传 真: 0771-2436269

刊 号: ISSN 1006-0022  
CN 45-1210/TU

广告经营许可证: 450106084

账户名: 规划师杂志社

账 号: 45001604843052500696

开户行: 中国建设银行股份有限公司南宁云景路支行

国内总发行: 南宁市邮政局

国内邮发代号: 48-79

国际总发行: 中国图书贸易总公司(北京 399 信箱)

国际邮发代号: 4750M

定 价: 25 元(人民币)

订 购: 全国各地邮局

邮 购: 《规划师》杂志社

|              |  |  |               |  |  |                |     |     |
|--------------|--|--|---------------|--|--|----------------|-----|-----|
| 主 编：雷 翔      |  |  | 社 长：沈伟东       |  |  | 顾问编委（以姓氏笔画为序）： |     |     |
| 副 主 编：毛蒋兴    |  |  | 副 社 长：徐 兵 熊元鑫 |  |  | 马武定            | 王建国 | 王静霞 |
| 助理主编：陈 玉 欧阳东 |  |  |               |  |  | 文国玮            | 吕 斌 | 任致远 |
| 理事会理事长：侯百镇   |  |  | 编 辑 部 主 任：刘 芳 |  |  | 李长杰            | 余柏椿 | 邹时萌 |
| 理事会副理事长：徐 兵  |  |  | 经 营 部 主 任：杨一虹 |  |  | 张兴国            | 赵友华 | 赵宝江 |
| 本期责任编辑：卢 姗   |  |  | 发 行 部 主 任：郭敬锋 |  |  | 耿毓修            | 戴 逢 | 戴舜松 |
| 栏 目 编 辑：潘付英  |  |  | 设 计 部 主 任：唐春意 |  |  | 编委（以姓氏笔画为序）：   |     |     |
| 美 术 编 辑：唐春意  |  |  | 办 公 室 主 任：李 颖 |  |  | 丁成日            | 于一丁 | 王世福 |
|              |  |  |               |  |  | 毛蒋兴            | 邓兴栋 | 刘延松 |
|              |  |  |               |  |  | 余 颖            | 张 兵 | 陈 韦 |
|              |  |  |               |  |  | 周建军            | 郑振华 | 赵万民 |
|              |  |  |               |  |  | 徐 兵            | 唐 波 | 黄卫东 |
|              |  |  |               |  |  | 雷 翔            |     |     |
|              |  |  |               |  |  | 王 浩            | 王涌彬 | 王 燕 |
|              |  |  |               |  |  | 刘 堃            | 李 异 | 李 琪 |
|              |  |  |               |  |  | 陈 亮            | 武 联 | 范钟铭 |
|              |  |  |               |  |  | 段 进            | 侯百镇 | 袁敬诚 |
|              |  |  |               |  |  | 韩高峰            | 曾九利 | 温春阳 |
|              |  |  |               |  |  |                |     | 毛 兵 |
|              |  |  |               |  |  |                |     | 李 越 |
|              |  |  |               |  |  |                |     | 罗 镇 |
|              |  |  |               |  |  |                |     | 顾朝林 |
|              |  |  |               |  |  |                |     | 疏良仁 |

|      |                               |                 |
|------|-------------------------------|-----------------|
| 100  | 国内智慧城市建设评价指标体系对比分析及启示         | 宫 攀，张令新         |
| 101  | 基于“出行即服务”理念的城市公共交通系统变革        | 胡 峰，黄 伟         |
| 108  | 生活垃圾填埋场生态修复与再利用规划的技术整合研究      | 陈金平             |
| 113  | 垃圾填埋场再生游憩地“后修复”阶段管控体系研究       | 周聪惠，应博华，冒宇飞，黎颖琳 |
| 专题研究 |                               |                 |
| 121  | 特色小镇发展的警惕与规划反思                | 张 杰             |
| 126  | 基于人力资源的特色小（城）镇产业规划策略探讨        | 段德罡，乔壮壮，阎 希，张 凡 |
| 132  | 航空特色小镇发展模式及广州规划实践             | 李亚洲，朱 红         |
| 138  | 江西省建制镇类特色小镇建设评价体系构建           | 闵忠荣，周 颖，张庆园     |
| 规划教育 |                               |                 |
| 142  | 2004—2016 城乡社会调查报告获奖选题特点及趋势分析 | 向岚麟，邢子博，崔 珩     |
| 149  | 城乡规划公共政策属性与专业教育改革             | 周庆华，杨晓丹         |
| 聚落寻踪 |                               |                 |
| 154  | 山水之间、温泉名城：浙江省武义古城空间解析         | 张 杰，杨子乔         |
| 其他   |                               |                 |
| 156  | 理事单位资讯                        |                 |

|                                                                                                                    |                                                                                              |                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 《规划师》驻北京办事处<br>地址：北京市海淀区增光路甲 34 号<br>云建大厦 806 室<br>北京华蓝时代建筑设计咨询<br>有限公司<br>邮编：100037<br>主任：尤 智<br>电话：010-88082608  | 《规划师》驻西安办事处<br>地址：西安市雁塔区电子西街三号<br>国昇设计有限责任公司<br>邮编：710065<br>主任：姬晓琳<br>电话：13572210458        | 《规划师》驻上海办事处<br>地址：上海市静安区海防路 421 号<br>静园 1 号楼 6 楼 A 区<br>华建集团华东建筑设计研究院<br>有限公司规划建筑设计院<br>邮编：200040<br>主任：莫 霞<br>电话：021-52569588-8623 |
| 《规划师》驻南京办事处<br>地址：南京市雨花台区软件大道 119 号<br>丰盛商汇新 5 号楼 4 楼<br>南京城理人城市规划设计有限公司<br>邮编：210012<br>主任：潘春燕<br>电话：025-52275065 | 《规划师》驻太原办事处<br>地址：山西省太原市杏花岭上肖墙<br>12 号<br>德圣工程有限公司<br>邮编：030002<br>主任：张晋平<br>电话：0351-3523542 | 《规划师》驻海口办事处<br>地址：海口市玉沙路 19 号<br>雅克设计有限公司<br>邮编：570125<br>主任：蔡正英<br>电话：0898-68546170                                                |
| 印 刷：广西地质印刷厂<br>出版日期：2018 年 11 月 1 日<br>读者所订杂志如有装订、印刷质量问题，<br>请与《规划师》杂志社发行部联系。                                      |                                                                                              |                                                                                                                                     |



CN45-1210/TU\*1985\*M\*A4\*156\*zh\*P\*25.00\*15000\*23\*2018-11

#### Advisory

Ma Wuding  
Wen Guowei  
Yan Xiaopei  
Wu Qingzhou  
Zou Shimeng  
Zhang Tingwei  
Zhao Youhua  
Gen Yuxiu  
Dai Feng

#### Editors:

Wang Jianguo  
Lv Bin  
Li Changjie  
Wu Zhiqiang  
Zou Deci  
Chen Bingzhao  
Zhao Baojiang  
Tang Kai  
Dai Shunsong

Wang Jingxia  
Ren Zhiyuan  
Li Bingdi  
Yu Bochun  
Zhang Xingguo  
Chen Xiaoli  
Ke Huanzhang  
Cui Gonghao

#### Editorial Board:

|               |               |                |
|---------------|---------------|----------------|
| Ding Chengri  | Yu Yiding     | Wang Shifu     |
| Wang Hao      | Wang Yongbin  | Wang Yan       |
| Mao Bing      | Mao Jiangxing | Deng Xingdong  |
| Liu Yansong   | Liu Gong      | Li Yi          |
| Li Qi         | Li Yue        | Yu Ying        |
| Zhang Bing    | Chen Wei      | Chen Liang     |
| Wu Lian       | Fan Zhongming | Luo Bin        |
| Zhou Jianjun  | Zheng Zhenhua | Zhao Wanmin    |
| Duan Jin      | Hou Baizhen   | Yuan Jingcheng |
| Gu Chaolin    | Xu Bing       | Tang Bo        |
| Huang Weidong | Han Gaofeng   | Zeng Jiuli     |
| Wen Chunyang  | Shu Liangren  | Lei Xiang      |

### Planners Forum

- |    |                                                                                                                |                                |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 5  | The Prospect of AI-driven Urban Planning Reform in the New Era                                                 | Jiang Peng, Cao Lin, Ni Tong   |
| 13 | AI Planning Theory and Model from City Life Viewpoint                                                          | Gan Wei                        |
| 20 | The New Trend And Coping Strategies of Urban Planning Agency, Technology and Profession under the Impact of AI | Shan Zhuoran, Li Hongfei       |
| 26 | Full Life Circle of Intelligent Urban Planning                                                                 | Huang Yunjing, Yu Hui, Yu Ying |
| 34 | Planning Response of Sustainable Development City in AI v2.0 Era                                               | Wu Huijun, Qiu Canhong         |

### Planning Management

- |    |                                                                                                          |                                                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 40 | Study on Evaluation Method of Urban Renovation and Restoration Planning, Yuechi County, Sichuan Province | Zhuo Xiang, Shi Yuan, Hu Yingnan, Yue Bo, Chen Junsong |
| 48 | Lushan Post-disaster Recovery and Reconstruction Model with Modern Governance                            | Du Feng, Wang Guangpeng, Fang Yu                       |

### Planning and Design

- |    |                                                                                                  |                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 54 | Livable City Oriented Comprehensive Urban Design, Zibo City                                      | Zhang Xiaoping, Li Peng, Wei Peifeng |
| 61 | Character Building and Innovative Development of City with the Opportunity of the National Games | Tian Darui, Zhou Qinghua, Lei Huixia |
| 69 | Spatial Improvement of HWC Layout of Wuhan                                                       | Liu Yang, Xiong Heping               |
| 75 | The Technology and Method of Beautiful Countryside Planning                                      | Tong Wenyi, Xu Wenjun, Yuan Fanghao  |

### Planning Roundup

- |     |                                                                                                            |                                                 |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 81  | The Historical Stages and Characteristics of Urban-rural Relationship Driven by Relevant Elements          | Pu Xiangjun, Liu Qiuming, Xie Bo                |
| 88  | Analysis of the "Intermediator" Role of Local Government in Urbanization                                   | Wang Shifu, Deng Qinwen, Liu Zheng              |
| 96  | A Comparative Study on Domestic and Iverseas Evaluation Index System of Smart City                         | Gong Pan, Zhang Lingxin                         |
| 101 | Reform of Urban Public Transportation System based on MaaS                                                 | Hu Feng, Huang Wei                              |
| 108 | Technical Integration of Ecological Restoration Design and Reuse in Urban Landfill Planning                | Chen Jinping                                    |
| 113 | Research on the Management and Control System at Post-remediation Phase of Rehabilitated Recreational Site | Zhou Conghui, Ying Bohua, Mao Yufei, Li Yinglin |

### Topic Study

- |     |                                                                     |                                                   |
|-----|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 121 | Reflection on the Problems of Characteristic Town Development       | Zhang Jie                                         |
| 126 | Industrial Planning of Characteristic Town based on Human Resources | Duan Degang, Qiao Zhuangzhuang, Yan Xi, Zhang Fan |
| 132 | Aviation Town Models and Guangzhou Planning Practice                | Li Yazhou, Zhu Hong                               |
| 138 | Characteristic Town Evaluation System, Jiangxi Province             | Min Zhongrong, Zhou Ying, Zhang Qingyuan          |

### Planning and Design Appreciation

- |     |                                                                                                 |                                   |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 142 | An Analysis on Topic Selection of Urban Planning Social Investigation Reports from 2004 to 2016 | Xiang Lanlin, Xing Zibo, Cui Heng |
| 149 | The Policy Attributes and Professional Education of Urban Planning                              | Zhou Qinghua, Yang Xiaodan        |

### Settlement Seeking

- |     |                                                                                              |                        |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 154 | Hot Spring City in Mountains and Water: Spatial Analysis on Wuyi Old City, Zhejiang Province | Zhang Jie, Yang Ziqiao |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|

Chief Editor: Lei Xiang  
Associate Chief Editor: Mao Jiangxing  
Deputy Chief Editor: Chen Yu, Ouyang Dong  
Director: Shen Weidong  
Associate Director: Xu Bing, Xiong Yuanxin  
Presidents of Council: Hou Baizhen  
Vice Presidents of Council: Xu Bing  
Director of Editorial Dept: Liu Fang  
Director of Business Dept: Yang Yihong  
Director of Circulation Dept: Guo Jingfeng  
Director of Art Dept: Tang Chunyi  
Director of Administration Office: Li Ying  
Editor in Charge: Lu Shan  
Column Editor: Pan Fuying  
Art Editor: Tang Chunyi

Advisory Committee: China Association of City Planning  
Competent Organization: Guangxi Normal University  
Sponsor: Guangxi Media Group Co.,Ltd  
Organizer: APCE Design Group, Hualan Design & Consulting Group  
Edited and Published by: Magazine Office of Planners

Ad.Licence: NO.07,GICAT  
Domestic Distributor NO. : 48-79  
International Distributor:  
China International Book Trading Corporation(P.O.B399,Beijing,China)  
International Distributor No.: 4750M  
Subscribe to: All Post Offices in China  
Mail Order: Magazine Office of Planners

Address:  
6/F,Office Building of Nanguoyiyuan,No.1 Yuewan Road,Qingxiu District,Nanning, Guangxi.China  
530029  
Tel: (86-771)2438005 2436290 2436285  
Fax: (86-771)2436269  
E-mail: planner@21cn.net  
Homepage: www.planners.com.cn  
ISSN 1006-0022  
No: CN 45-1210/TU  
Price: RMB ¥ 25

## 本期主题：人工智能发展与规划应对

【编者按】随着信息环境和数据基础的变化，人工智能在大数据、语言图像识别和深度学习等方面取得了突破性进展，并在实际生产生活中得到了应用，革新了人们的生产生活方式，在全球掀起了新一轮人工智能热潮。2017年，国务院发布《新一代人工智能发展规划》，提出以人工智能“推进城市规划、建设、管理、运营全生命周期智能化”的要求，标志着以深度学习和机器学习为代表的人工智能正式进入我国城乡规划领域。城乡规划应如何应对人工智能的冲击、更好地运用人工智能进行规划，是值得探讨的重要课题。基于此，本期“规划师论坛”栏目以“人工智能发展与规划应对”为主题，刊发一组文章，系统梳理新一代人工智能的概念、进展和趋势，辨析人工智能与城市规划的关系，探讨人工智能在规划行业引发的机构、技术与职业新态势，以及规划应用方式、路径与模式等的转型，以飨读者。

# 新一代人工智能推动城市规划变革的趋势展望

□ 姜 鹏，曹 琳，倪 砦

【摘 要】新技术创造了无限可能，也催生城市规划走向理性和智能。在大数据+云平台的时代，人工智能正成为城市规划的新型工具和亲密伙伴，能提升规划师认识与改造世界的能力，更好地适应复杂时空需求，不断实践和充实规划内涵。人工智能+城市规划，既是现实发展的需求，也是面向未来的进步。人工智能不是陌生名词，但对于新一代人工智能很多规划师却不清楚。因此，文章系统梳理了新一代人工智能的概念、进展和趋势，初步提出人工智能在规划行业应用的路径、模式和意义，并探讨了其中的机遇、挑战和不确定性，希望对行业转型发展有所帮助。

【关键词】人工智能；大数据；云平台；规划改革；智慧城市

【文章编号】1006-0022(2018)11-0005-08 【中图分类号】TU981 【文献标识码】A

【引文格式】姜鹏，曹琳，倪砦. 新一代人工智能推动城市规划变革的趋势展望 [J]. 规划师, 2018(11): 5-12.

## The Prospect of AI-driven Urban Planning Reform in the New Era/Jiang Peng, Cao Lin, Ni Tong

[Abstract] New technologies are promoting rational and intelligent urban planning development. In the era of big data and cloud platform, Artificial Intelligence (AI) has become a new weapon and partner in improving planners' ability to change the world. AI+urban planning is a need as well as a progress. The paper reorganizes the concept, progress, and trend of AI in the new era, puts forward the path, mode, and significance of AI application in planning profession, and discusses its opportunity, challenge, and uncertainty.

[Keywords] AI, Big data, Cloud platform, Planning reform, Intelligent city

## 0 引言

科技进步日新月异，城市发展迎来前所未有的机遇。但日益凸显的环境压力，以及各种经济、人口和社会问题，无不在挑战现有的发展模式和规划理念<sup>[1]</sup>，规划理论和方法愈加“捉襟见肘”，不断应用新技术和推进规划改革已成常态。幸运的是，互联网创造新的机遇，云平台加速数据汇聚，大数据成就进化源泉，

新一代人工智能开始融入生活，并向各行各业“赋能”。随着新型智慧城市建设的深入推进，万物互联将成为一切的基础，支撑人工智能走向“奇点”。在可以预见的未来，借助新一代互联网和脑机接口等技术，人将与人工智能实现实时连接，实现“存在即映射、感知即参与、行为即决策”<sup>[2]</sup>。当下，“人工智能+大数据+云平台”催生的超级生态，已助力人们重新认知和理解城市，更加科学地编制和实施规划。

【基金项目】 欧盟“地平线 2020”二期项目 (770141)

【作者简介】 姜 鹏，高级规划师，中国城市和小城镇改革发展中心智慧城市和大数据所所长。

曹 琳，硕士，规划师，注册城乡规划师，AMAC 基金从业人员，现任职于中国城市和小城镇改革发展中心。

倪 砦，硕士，助理规划师，现任职于中国城市和小城镇改革发展中心。

1 当下人工智能发展概况

1950 年，“人工智能之父”——艾伦·麦席森·图灵提出能判定机器智能的“图灵测试”<sup>[3]</sup>；1956 年，达特茅斯会议正式确立人工智能 (Artificial Intelligence) 领域。历经六十余载浮沉，人工智能呈现螺旋式上升的发展态势，几乎涉及了所有的自然和社会科学，定义与内涵不断演进。传统观念主张让机器学习人的思维方式并产生智能；现代人工智能概念认为，重点是让机器能够

解决问题，并非一定要像人一样思考<sup>[4]</sup>。对此，斯坦福大学人工智能百年研究计划发布的《AI and Life in 2030》报告强调<sup>[5]</sup>，人工智能是“通过人工合成智能来研究智能”，智能仍是逐步演化的复杂现象，与人的行为相似，但这只是充分条件而非必要条件。中国电子学会发布的《新一代人工智能发展白皮书 (2017)》也指出，人工智能正从“模拟人类智能”演化到“协助引导提升人类智能”，从“工具”进化到“伙伴”<sup>[6]</sup>。步入 21 世纪，深度学习 (Deep

Learning) 神经网络<sup>[7]</sup>被发明，其将使人工智能的系统性能获得突破性提升，开启了第三波发展浪潮。受益于大数据获取、算法优化和并行计算廉价化三大前提的改善<sup>[8]</sup>，人工智能在近几年取得难以置信的进展<sup>[9]</sup>，外部效应日益凸显。世界主要国家（地区）纷纷开始重视人工智能的战略制定和政策设计。概括而言，美国着眼未来，欧洲强调伦理，日本注重机制，中国早期偏重应用，近年转向推进“三位一体”战略，制定和印发了《新一代人工智能发展规划》<sup>[10]</sup> (图 1)。新一代人工智能的提出，是为了应对新形势、新需求，明确人工智能发展的技术框架、关键环节和应用前景，引领世界发展潮流，服务经济社会和支撑国家安全。

人工智能正在加速发展，从计算智能走向感知智能、认知智能，从解决专业化特定问题走向通用人工智能，加速与传统行业的结合。如今，新一代人工智能的发展脉络日渐清晰 (图 2)，依托两大平台 (云平台、大数据) 和三大技术 (机器学习、模式识别、人机交互)，推动人、机和网络的融合，具备大数据、跨媒体、群体智能、自主智能和人机协同五大鲜明特征<sup>[7]</sup>。人工智能的发展离不开大数据的支撑，以及云平台提供的数据汇聚基础和分布式计算的能力，所以业内通常也将很多大数据应用 (包括云平台等) 都归结为人工智能。

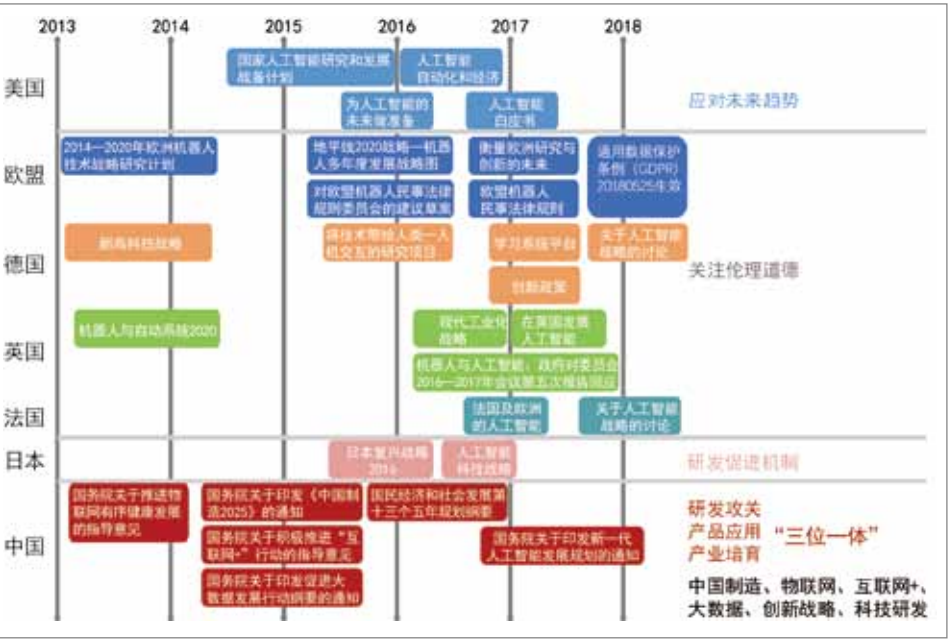


图 1 世界主要国家（地区）人工智能政策发布情况  
资料来源：根据公开资料综合绘制。

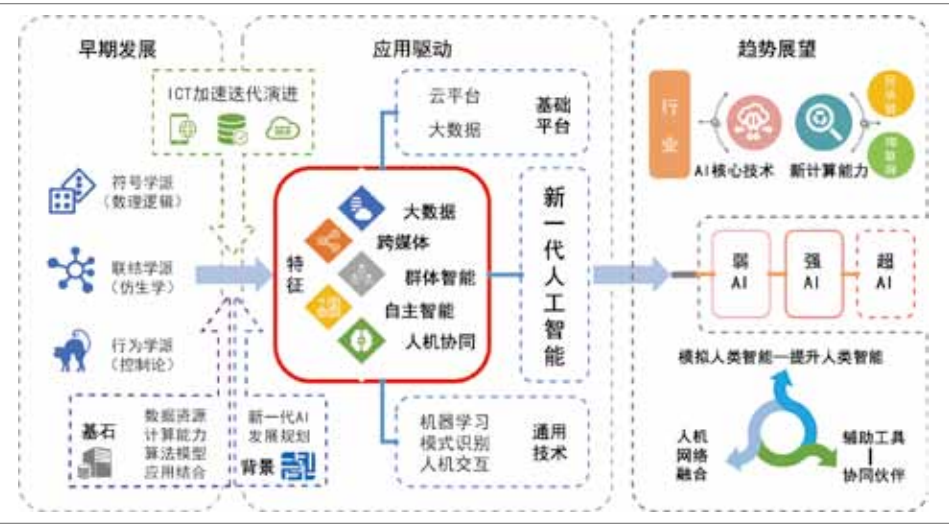


图 2 新一代人工智能发展脉络  
资料来源：根据公开资料综合绘制。

2 规划领域拥抱人工智能

人工智能在城市规划领域的应用不是什么新生事物。伴随人工智能自身发展的三次浪潮，其在城市规划领域的应用也大致可以划分为三个阶段 (图 3)。

2.1 第一阶段：关注海外 (20 世纪 50 年代至 70 年代)

这一阶段的显著标志是计算机的引入。20 世纪 50 年代至 60 年代，在高性能

能计算机的支撑下,传统城市模型获得新生<sup>[11]</sup>,大尺度城市模型(Large-Scale Urban Models, LSUMs)应用在欧美国家兴起,涌现出一系列现代模型分析方法,以改善传统的城市规划方法。受限于当时的技术条件,这些应用并不成功,既无法有效解决问题,也未能引导理论发展<sup>[12]</sup>,而后在20世纪70年代突然衰落。这个阶段尚难寻觅明显的应用人工智能的身影,但计算机的普及使用及其对量化思维的推动,无疑都在为后续的发展奠定基础。同期,中国的发展明显滞后,以关注和学习国外同行为主,计算机还未进入规划行业。当时,国内唯一还能检索到的相关研究论文是清华大学李康于1978年发表的《关于数学方法和电子计算机在城市规划中的应用》,提出城市规划的经济—数学模型,依据控制论的理论和方法,构建动态体系的规划理论基础<sup>[13]</sup>。

## 2.2 第二阶段:内生探索(20世纪80年代至21世纪初)

这一阶段的显著标志是人工智能的引入。当时,CA模型(元胞自动机, Cellular Automata)等开始在规划领域得到正式应用<sup>[14]</sup>,被视为强大的建模与系统模拟工具,用于预测、分析和评价大都市地区演化与城市发展<sup>[11]</sup>。这一时期,中国对应用新技术的探索日益增多<sup>[15]</sup>,量化与模型化之风盛行<sup>[16]</sup>。城市规划新技术应用学术委员会也成立于这一时期。当时已有不少研究支持人工智能,认为人工智能有助于建构数据导向理论,能给规划决策提供更好的信息支持,并引起了一些学者的反思。率先以人工智能为题撰文的是陈顺清,他系统地梳理了中国自1984年起陆续开展的人工智能与计算机辅助设计的结合探索,包括智能CAD、专家支持系统EDSS、辅助决策系统Xplanner和智能地理信息系统KGIS等,提出了合理选择人工智能的适用范围,呼吁建立规划

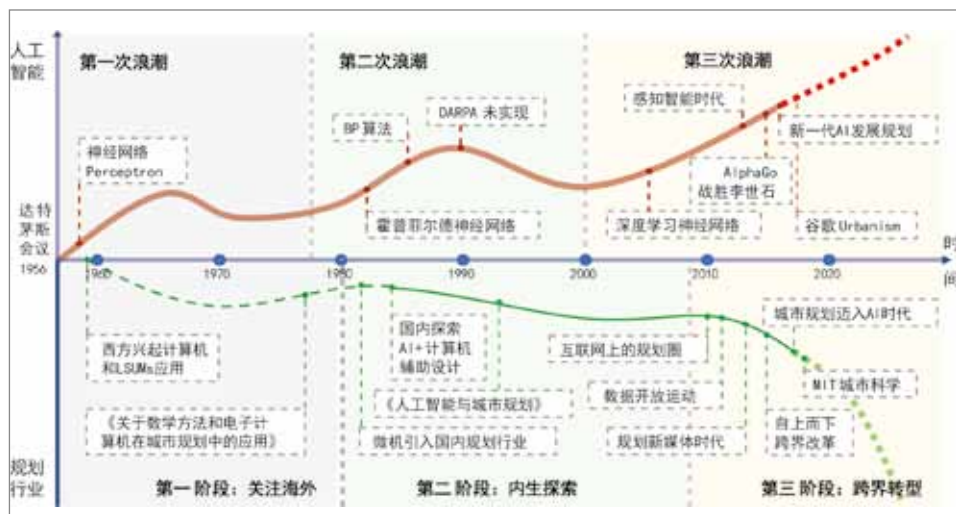


图3 人工智能发展图谱及在城市规划领域的应用

基础数据库,把人工智能基础研究与规划问题结合起来<sup>[16]</sup>。综合而言,这一阶段人工智能可发挥的作用还很小,可以用一位学者的话进行总结——计算机辅助规划的前沿性革命仍未发生<sup>[17]</sup>。

## 2.3 第三阶段:跨界转型(2010年前后至今)

这一阶段的显著特征是跨行业数据交流和跨领域机构合作。2010年前后,伴随ICT技术兴起、传播手段刷新及内忧外患刺激,规划行业受到巨大冲击和广泛影响,自下而上的互联网改良和自上而下的新技术改革随处发生。首先是“互联网上的规划圈”<sup>[18]</sup>的开辟,便捷的交流、低廉的成本加速了思想解放与互助成长,涌现出一批学术网络和青年规划师,自发地推动着跨行业的数据交流和新一轮的规划定量研究,影响深远。其次,自2014年起规划院(所)也主动开展起自上而下的新技术改革,呈现新媒体化、机构重构、云平台化和跨界合作等鲜明特征,近年来更是与大型IT企业实现跨界合作,合作领域不断深入,借助企业巨大的资源和能力来提升规划行业数字化及智能化的程度。整个规划行业在大数据、小数据及新数据的争辩中历经“寒暑”,在“毁灭你,与你无关”<sup>[19]</sup>的猜疑中“游走不安”,在“多

规合一”到空间规划的努力中“驻足痴迷”,沿着数据挖掘和可视化呈现之路探入了新一代人工智能的大门,混杂着上层机构的感召、ICT公司的呐喊、“传统新技术派”的观望和规划院校学生的焦虑。

然而,技术驱动创新是无法阻挡的大趋势,人工智能将对创造工作价值和竞争优势产生深远影响<sup>[20]</sup>,这是关乎规划行业生存发展的重要因素。《新一代人工智能发展规划》对规划行业提出了明确要求:实现多元异构的数据融合,实现全面感知和深度认知,推进全生命周期智能化的城市规划<sup>[1]</sup>。在这样的趋势下,规划师们与其等待颠覆,不如解放思想,主动行动,携手开启规划行业的全新时代。在此之前,规划师急需思考、梳理和讨论一些重要内容,以更好地适应和迎接规划变革(图4)。

## 3 人工智能催生规划变革

### 3.1 树立行业价值

城市规划需要摒弃“龙头梦”并回归实践,否则面对异化的需求<sup>[21]</sup>,将会陷入工业化生产的漩涡,只会走向萎缩和卑微<sup>[22]</sup>。规划转型面临着系列“阵痛”,应用人工智能时断不能再专注于升级技术手段和提高生产率,而应聚焦

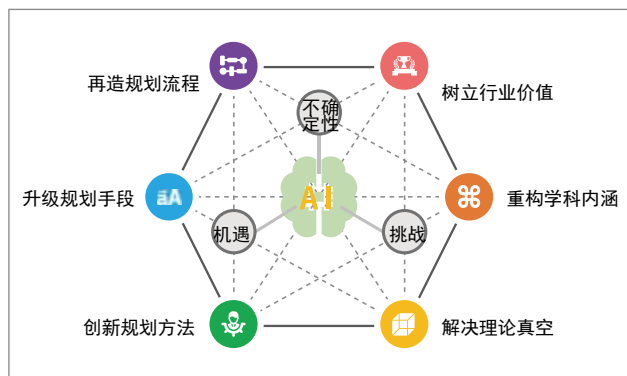


图4 新一代人工智能推动城市规划改革的趋势展望

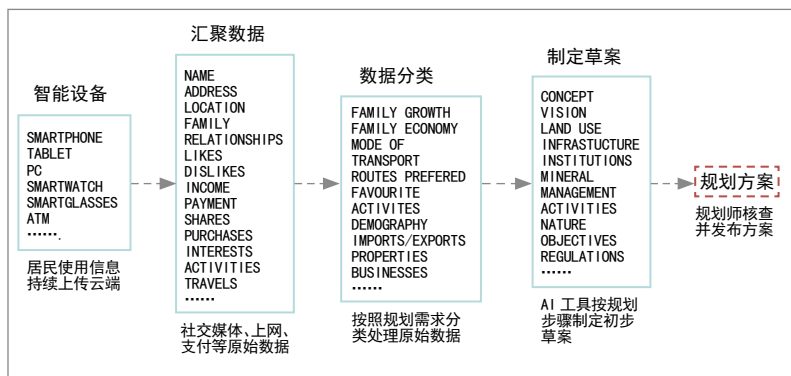


图5 人工智能起草城市规划方案的大致过程

资料来源：<http://futurearchitectureplatform.org/news/28/ai-architecture-intelligence/>。

如何更好地回归理性、重拾初心和提高规划的科学性，以及如何付诸行动。

当今世界格局步入了新阶段，发展的外延扩大，“经济不平等沿着社会认同的断层线加剧”<sup>[23]</sup>，如何与时俱进和体现规划价值？规划师需要切实关注更深层次的东西，清醒地认识自身能力的不足，努力掌握人工智能等技术手段，并将之视为自己的新能力，凭借强化后的能力去重新认识和规划城市，重构为人民服务的逻辑。规划不是编制出来就完成工作了，顺利实施才是重点，城市需要专业、称职和能提供长期服务的规划“大师傅”。“抽象而全能的规划并不存在”，更广袤的规划市场显然根植于民众的真实需求，规划“大师傅”可以借助人工智能去感知不同群体的需求，统计分析一切可能的数据，修正那些变得不那么重要或面临挑战的专业理论与套路方法。

这是一场非对称的“战争”，规划行业显然无法依靠单一战略来应对多维度的数字化变革，必须重新布局行业、优化组织架构，并实现自我定位<sup>[24]</sup>。一方面，规划院（所）需要在人工智能的支持下提高行业洞察力和市场适应能力，重建产业生态，提供更具吸引力的智力服务，提升服务的适应性和舒适感，保持领先地位；另一方面，规划师也应主动适应身份的变化，从指点江山——推动城市治理创新，从讲述真理——以实际行动改造社会，不断强化洞察和交

互的能力，汲取相关专业理论和方法，提供切实有效的利益分配方案，保持更好的兼容性。

### 3.2 重构学科内涵

重新认识规划，是实现上述讨论的基础。《新城市议程》强调城市规划的科学性和协同作用，明确了其在可持续发展中的多方面重要地位。规划学科应更聚焦如何实现可持续发展，将其作为规划科学的最高目标，塑造支撑城市长远发展的价值基础，适应规划范围的变化，积极回应更复杂的时空背景。

在此要求下，规划学科建设急需消除多学科融合下的防御姿态，要认识到更多学科的渗入开拓，能丰富规划理论、方法及手段，提高规划质量。规划师社会价值的实现，既要跳出框框架架，避免认知不足导致的偏见，努力提升规划的科学性，又要积极延伸服务链条，构建支撑城市可持续发展的创新共同体，践行协同上下。

人工智能+城市规划的跨界人才培养很重要。《新一代人工智能发展规划》要求开展跨学科探索，教育部也计划推动高校人工智能人才培养，城市规划学科要顺势而为。近日，MIT 公布设立城市科学专业，引发业界的激烈讨论。其实，类似探索在中国高校的城乡规划专业也有，如南京大学和同济大学于1981年相继开设系统工程课程，清华大学于2015年首开的大数据与城市规划课程；

更有国匠城、数据团等民间团体开设了大数据网络课程。这些探索的效果显著。

可见，规划院校培养人才模式需进一步强化多元化转变<sup>[25]</sup>，关注规划的数字化和智能化转型，系统开设相关课程，培养更能胜任未来的人工智能+城市规划师。

### 3.3 填充理论真空

上升为一级学科以来，城市规划对于核心理论的诉求日益迫切<sup>[26]</sup>。在过去三十多年的城镇化快速发展中，一直缺乏行之有效的规划理论研究与实践，“一本规范走遍天下”的时代已经一去不复返。空间规划体系的改革深化，并不能代替规划学科自身的理念演进与方法更新。城市规划必须面对日益复杂的社会文化和价值取向<sup>[27]</sup>，由实现增长转向实现综合效益最大化<sup>[28]</sup>，单一学科的理论与方法越来越难发现和解释城市的发展规律<sup>[25]</sup>。而简单的规划形式创新，显然并不能解决实际问题。

好在，人工智能催生了全新的认知方法和知识体系<sup>[29]</sup>。规划师得以从更大范围关注规划对象，增强研究力度，体现差异性，不断充实规划内涵<sup>[30]</sup>。刘易斯·芒福德一百年前就曾强调，规划的首要职责是为今后发展建立能长治久安的基础构架<sup>[31]</sup>。如今这个构架里不仅包括看得见的实体城市，还应包括看不见的数字空间和摸不着的社会空间。如何构建适应复杂环境、发展需求和未来趋

势的规划理论?

然而,当前的规划理论并不包含这些新知识,一些规划师甚至以并非专业为借口排斥人工智能、大数据和云平台。难道人类就该一直生活在原始社会?重点不是一定要自己学会多少,而是一定要明白哪些问题更适合用哪些手段解决。规划理论的探索与证明,没有比新技术更佳的手段,没有比人工智能更好的伙伴。凯文·凯利曾强调知化(Cognifying)<sup>[9]</sup>是未来二十年发展的必然趋势,机器与人实现共生,知识共享将很普遍,这也印证了人工智能与规划师的伙伴关系。

城市的生长演化不是设计出来的,只能模拟,关键是如何实现动态的适应与调整。近年来,MIT等诸多科研院所陆续在城市规划领域开展起人工智能研究,采集各种数据,借助机器的理解,了解人类自身的处境,使新的概念和理论不断涌现。例如,认知科学研究如何从大数据中获得洞察力,城市计算通过异构大数据处理来应对发展挑战<sup>[32]</sup>。这些理论都值得城市规划领域认真研究、吸纳和实践。

### 3.4 创新规划方法

除了理论研究上的突破,建立新的胜任各种挑战的科学方法也很关键。目前,城市规划领域仍旧是由“设计”而非“科学研究”占据主导地位<sup>[33]</sup>。大数据已经开始创造崭新生态,新的研究范式不断涌现<sup>[34]</sup>。龙瀛、沈尧提出数据增强设计(Data Augmented Design),为规划设计的全过程提供数据实证与支持工具<sup>[35]</sup>;而基于对规划编制总是偏重土地、人口控制的反思,姜鹏、徐飞提出构建基于居民的度量体系(Citizen Based Metrics)<sup>[36]</sup>,强调对于不同人群需求的洞察。

人工智能在城市规划领域有着良好的应用基础。利用人工智能分析土地动态变化,研究城市交通、空间优化和土

地使用等已很普遍<sup>[37]</sup>;也有不少学者致力于开发复杂适应系统(CAS),支持创新的自适应规划设计<sup>[38]</sup>。而人工智能近年在建筑行业的突破性应用,更为城市规划进一步拥抱人工智能树立了榜样,如小库的罗塞塔计划致力于打造知识图谱和利用生成式对抗网络助力建筑师更快成长。对于设计和科学的融合,新一代人工智能技术创造了前所未有的机遇<sup>[39]</sup>,只是其在城市规划中的应用效果,还是要看选取什么样的案例进行样本训练。作为乐观派的代表,建筑师 Ron Beqiri 专门做了人工智能起草规划的图解(图5)<sup>[39]</sup>。

新一代人工智能已非“吴下阿蒙”,可直接学习标签数据,处理大量实例,不再依赖人工编程<sup>[40]</sup>,智能芯片、迁移学习等新技术更是不断涌现。在此背景下,王建国院士提出第四代“数字化城市设计”<sup>[29]</sup>方法论,旨在实现多重尺度设计、设计方法量化和人机互动设计;吴志强院士提出利用人工智能来实现“以城市规律为导向编制城市规划”,看好群体智能、多媒体智能和人机共智的发展前景<sup>[40]</sup>。

## 3.5 升级规划手段

### 3.5.1 开源数据渠道

数据是人工智能+城市规划的“血液”,注重数据获取将会越来越关键。一方面,要借助智慧城市建设和政府数据开放,协同城市规划与智慧城市规划,尽量保障规划数据的收集、利用和安全;另一方面也要积极探索第三方商业模式,鼓励搭建更多数据开放平台,推动知识传播,汇聚创新源泉<sup>[41]</sup>。谷歌近日免费开放的数据集搜索引擎 Dataset Search<sup>[42]</sup>,就是个不错的平台。

### 3.5.2 善用各种工具

网络上有很多人工智能的工具资源和学习社群,可以公开或小范围分享交流,学习使用CA模型、CAS建模工具<sup>[43]</sup>和ML算法,以及各种文本、音频、图像智能模块,也包括无人机和传统数据的创新利用。人工智能技术进步很快,

各种“黑科技”令人眼花缭乱,需要辨别和选取潜在的优质股。例如,利用人工智能辅助基础数据获取,实现自动比对和过程评估;利用人工智能研究城市垂直空间生长<sup>[44]</sup>;借助机器视觉量化街景照片,研究城市变迁<sup>[45]</sup>等。

### 3.5.3 拥抱人机交互

虚拟现实+城市规划,一方面融合实时的感知、分析、判断与决策,方便方案呈现和审查修正,有益于市民深入了解和提前感受规划,优化规划流程和提高规划质量;另一方面也是人工智能的上佳训练场,如NVIDIA的Holodeck模拟器。人机交互不只是让机器自动工作,还包括实现自我学习、沉浸式对话、众包、协作、价值判断与预测力<sup>[46]</sup>,真正成为规划师的好帮手。至于埃隆·马斯克近日计划开发的脑机接口,更是赋予规划师无限的想象空间。

### 3.5.4 自下而上控制

规划的一致性常常体现在关键指标的可追溯与不可篡改方面,而区块链技术可以成为实现高效监管的透明利器。除此之外,区块链还能用于提升基础设施的配置与使用效率;串联各类闲置资源,实现利用最大化;优化商品分配与消费方式;结合VR、IOT技术,构建人、机、物融合的数字生态和智力内核,激励人类群体智能的组织、涌现和学习,与机器智能相互赋能增效<sup>[47]</sup>。

### 3.5.5 走向云端设计

推动规划从单机(服务器)走上云平台,逐步实现分布式规划、云上协同和智能规划。“多规合一”平台与规划编制同步开展,无疑是开拓了前路。现在的规划编制已经很难单依靠一个城市(地区)的数据来完成,比较和系统分析全国甚至全球性的数据变得极有必要。这样做也有利于营造标准统一、跨平台分享的数据友好生态,方便相关专业人才和人工智能的在线协作与智力共享,实现更加充分和深入的公众参与,科学调整规划的全过程。

表 1 Nicolas Douay：数字时代城市规划的四种典型

|       | 算法型城市规划      | 资本型城市规划          | 自由型城市规划        | 开源型城市规划        |
|-------|--------------|------------------|----------------|----------------|
| 规划类型  | 理性规划         | 战略型规划            | 交流型规划          | 协作型规划          |
| 主要参与者 | 私营部门或公众      | 私营部门             | 公民             | 机构和公民          |
| 规划师角色 | 工程师          | 互联网巨头和创新企业       | 业余者、公民黑客       | 数字化协调员         |
| 主要价值观 | 保持规划理性       | 市场化              | 民主化            | 代表 / 参与性民主     |
| 目标    | 高效、可持续性、可控制性 | 创新、利润最大化、数字化影响   | 社会化、替代政府和城市    | 参与性，侧重合法性和行动能力 |
| 方法    | 大数据挖掘和算法     | 大数据挖掘和算法         | 众包和集体商议        | 众包、控制或参与、集体协商  |
| 规划工具  | 封闭式管理平台      | 市场化，利益相关生态圈和封闭平台 | 非市场化，协作共建和开放平台 | 参与式，有时共建和开放平台  |

注：美国在每年的 6 月 1 日和 2 日举行公民黑客日活动，届时将有很多政府机构对外开放数据，方便外界开发有助于社会发展的技术，目的是增强政府透明度和公民参与度。

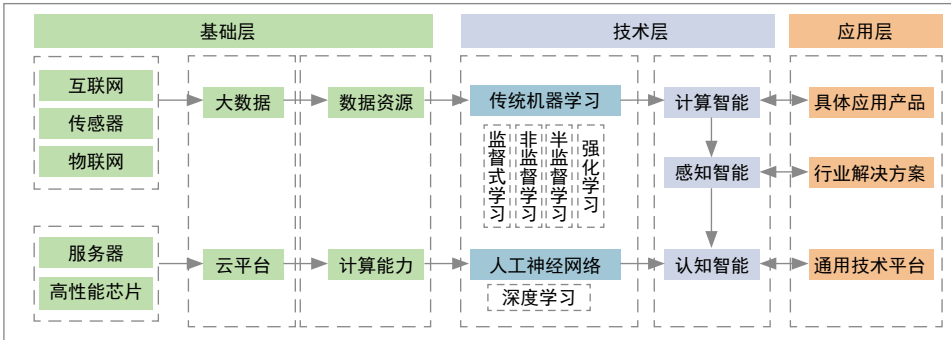


图 6 人工智能的系统架构  
资料来源：根据公开资料综合整理绘制。

3.6 再造规划流程

不可否认，互联网企业正把城市当做人类发明的最大智能硬件，纷纷利用人工智能对其进行研究。阿里 ET 城市大脑在云端以仿真数据模型验证城市蓝图；谷歌 Sidewalk Labs 开展智能社区建设，搭建传感器和数字管理平台；讯飞城市超脑力图打通城市规划、建设和运行过程中的知识体系及数据闭环。Alphabet 更是坚信 Google Urbanism 能终结规划，用无处不在的持续数据流取代规则，用人工智能实现更高效的城市管理，并通过传感器、网络和算法来保障管理过程公开透明<sup>[48]</sup>。

无独有偶，Nicolas Douay 的新著作也认为，数字技术可被视为公共政策的转折点，进化的数据不仅改变了传统

的规划方法，还影响和改变着城市规划师的职业及地位，并提出人工智能改变城市规划的四种最可能的典型（表 1）<sup>[49]</sup>。

四种典型规划的形成，取决于当地利益相关者的关系和社会政治背景。第一种算法型城市规划，通过大数据、算法处理和智能网格来实现智能城市，借助人工智能赋予规划新的活力；第二种资本型城市规划，城市通过互联网巨头或共享经济企业的发展呈现“超级化”，最终挑战和绕过传统的城市规划场景；第三种自由型城市规划，体现为公民使用数据的特征，公民质疑城市规划的制度实践，提出更好的沟通形式以凝聚集体智慧；第四种开源型城市规划，先确定合法利用数据的机构，通过该机构来引导和实现城市发展，同时保障更加有

效的公众参与<sup>[49]</sup>。

事实上，资本型城市规划正在现实中“上映”，越来越多的 ICT 企业正通过人工智能来学习如何使用城市，包括 IBM Watson、NVIDIA Metropolis、VIMOC Redwood City、Microsoft 的 City Next 和 Rain Watch。而 Nicolas Douay 更认同开源型城市规划，并将其作为主导推荐范式，强调其中的公众参与不仅是简单的公众讨论和针对总图的投票，而应是大规模的开放式在线设计<sup>[50]</sup>。对此，中国业界也呼吁规划师要从“全社会的设计者”真正转变为“有限平台的搭建者”<sup>[22]</sup>。

4 机遇、挑战与不确定性

历史总是隐藏着诸多巧合，1956 年是人工智能的诞生元年，也是中国城市规划发展的大事纪年。这一年，首部城市规划的重要规章《城市规划编制暂行办法》颁布，城市规划学术委员会成立，城市规划专业被列入教育部招生目录<sup>[51]</sup>。然而，中国规划行业使用计算机较晚，直至 1981 年才由天津规划院率先引入<sup>[52]</sup>，但此后伴随规划设计院所和信息中心的不断成立，规划行业接受和拥抱新技术的态度更开放，此次拥抱新一代人工智能，由同济大学引领风潮，推动规划迈入人工智能时代。

搭上新一代人工智能的顺风车，城市规划的转型发展得以面对三大机遇：一是在眼下实现计算智能——从精确需求到模糊应对，赋能规划行业数据驱动。规划领域应用人工智能不必马上“另起炉灶”，可先基于现有基础实现重混 (Remixing)<sup>[9]</sup>，摒弃单一决定论，转向从宏观趋势推导可能，初步建立科学性。二是近期提升感知智能——从抽样到全样用户思维，丢掉套路回归智力服务。借助人工智能，提高洞察和适应市场能力，重拾为人民服务的行业价值，充实规划的理论与方法。三是未来要走向认

知智能——从因果到智能关联驱动，再造规划的流程和逻辑。人工智能具备一定能力后，将促使传统行业发生颠覆式变革。

机遇自然伴随挑战，人工智能的系统架构庞杂（图6），大多不是规划行业擅长和能够涉足的。单论算法，神经网络是当前发展重心，对于规划行业还很陌生。此外，深度学习的成本异常昂贵，需要巨量的训练数据和计算能力，如百度训练人脸识别用了2亿幅照片；谷歌实现猫的识别用了1000万个视频和1.6万台计算机，显然属于用“大数据”完成“小任务”的范式。而身处城市这个复杂巨系统，在解决整体问题时可能要一直尝试用“小数据”来解决“大任务”。当然，“大”和“小”是相对的，而且是对互联网巨头而言的，规划行业的大数据运用目前基本停留在单PC机/工作站的计算能力输出阶段<sup>[53]</sup>，想要独立完成愈加任重而道远。这将非常考验人工智能的持久适应性和规划师的手动调试能力，可能很长时期里规划师都得异常艰难地尝试利用有限数据来“人机联动”地解决“无限”任务。

除了数据获取、数据共享和数据安全等问题，去技能化<sup>[54]</sup>和算法黑箱也是很多规划师担忧的问题。其实后面两者具有不确定性，短期无法确认其利弊。伴随技术进步和社会分工的细化，去技能化其实一直在发生，并未引发大规模的失业。很多人担心的被机器替代而导致失业的事件并非一定会大概率发生，而不学习上进导致被同行赶超和被市场淘汰的概率更大。此外，人工智能正在向强人工智能迈进，人类只在判断力、道德准则和创造力等方面领先<sup>[55]</sup>，或许不断学习和借助机器智能才能走得更远。诸如正在努力突破认知智能的“讯飞超脑”，拥有和人脑同样数量级的庞大神经元，或能成为人类以外的强力思考者<sup>[56]</sup>，为人类开辟一条理解世界的新路，使人机协同更有意义。由此，人类

能否理解算法黑箱其实不重要，系统有效和安全可控就行。

凡事有利有弊，但皆事在人为，这就要求人们既要有远见又要会巧干，断不可驻足不前。人工智能预示了智能的无限可能，或能在很大程度上还原世界和直达愿望<sup>[3]</sup>，实现全生命周期的自适应规划。人工智能还在进化，规划行业也力量有限，未来发展更需统筹推进、量力而行、趋利避害和善借外力。

可喜的是，很多规划院（所）陆续设立新的创新部门，尝试建设公众参与平台、可视化平台和大数据平台，与互联网企业成立联合实验室，一切都在朝着好的方向发展。■

#### 【参考文献】

- [1] 姜鹏. 北京新总规的“三条红线”能否治理多年的“大城市病”？[EB/OL]. <http://sike.news.cn/statics/sike/posts/2017/10/219525230.html>, 2017-10-10.
- [2] 姜鹏, 倪砦, 祁望. 面向未来的DAD与智慧城市[J]. 上海城市规划, 2016(3): 52-55.
- [3] Turing A M. Computing Machinery and Intelligence[J]. Mind, 1950(236): 433-460.
- [4] 清华大学中国科技政策研究中心. 中国人工智能发展报告2018[R]. 2018.
- [5] 人工智能100年研究计划: Artificial Intelligence and Life in 2030[EB/OL]. <https://www.citylab.com/life/2017/05/when-artificial-intelligence-rules-the-city/509999/>, 2016-09-01.
- [6] 中国电子学会. 新一代人工智能发展白皮书(2017)[EB/OL]. <http://b2b.toocle.com/detail-6438296.html>, 2018-02-28.
- [7] Mohamed A, Dahl G, Hinton G. Deep Belief Networks for Phone Recognition[J]. Nips Workshop on Deep Learning for Speech Recognition and Related Applications, 2009(9): 39.
- [8] 凯文·凯利. 必然[M]. 周峰, 董理, 金阳, 译. 北京: 电子工业出版社, 2016.

- [9] 经济学人: 从技术、就业、教育、政策、道德五大维度剖析人工智能革命[EB/OL]. <https://www.huxiu.com/article/154245/1.htm>, 2016-06-29.
- [10] 国务院: 新一代人工智能发展规划[EB/OL]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content\\_5211996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm), 2017-07-20.
- [11] Elisabete Alves da Silva. 区域DNA——区域规划中的人工智能[J]. 朱玮, 译. 国际城市规划, 2003(5): 3-8.
- [12] Douglas L. Requiem for Large-Scale Models[J]. Journal of the American Institute of Planners, 1973(3): 163-178.
- [13] 李康. 关于数学方法和电子计算机在城市规划中的应用[J]. 城市规划, 1978(6): 55-62.
- [14] Tobler. Cellular Geography[J]. Philosophy and Geography, 1979(52): 279-386.
- [15] 王德. 城市规划新技术的发展动态[J]. 国外城市规划, 2003(18): 5.
- [16] 陈顺清. 人工智能与城市规则[J]. 城市规划, 1992(2): 49-52.
- [17] Richard K. Planning Support Systems[J]. A New Perspective on Computer Aided Planning. Journal of Planning Education and Research, 1999(1): 45-54.
- [18] 茅明睿. 大数据时代的规划变革[J]. 北京规划建设, 2015(2): 45-50.
- [19] 茅明睿. 规划的维度: 毁灭你, 与你无关[J]. T+城市, 2015(1).
- [20] 麻省理工大学斯隆管理评论. Reshaping Business with Artificial Intelligence[EB/OL]. <https://sloanreview.mit.edu/projects/reshaping-business-with-artificial-intelligence/>, 2017.
- [21] 石楠. 回归常态与理性——规划的革命性转型[EB/OL]. <http://www.thupdi.com/topic/view?id=688>, 2015-04-13.
- [22] 尹稚. 三谈营造——行业正在发生的改变[EB/OL]. [http://news.dichan.sina.com.cn/2015/04/13/1038459\\_all.html](http://news.dichan.sina.com.cn/2015/04/13/1038459_all.html), 2015-04-13.
- [23] 王缉思. 世界政治进入新阶段[EB/OL]. <http://www.ccg.org.cn/Expert/View.aspx?Id=9163>, 2018-06-12.

- [24] 赵四东, 王志玲, 陈春炳. 基于功能性和组织性解构与重构的规划院转型研究 [J]. 规划师, 2018(3): 11-15.
- [25] 杨俊宴. 凝核破界: 城乡规划学科核心理论的自觉性反思 [J]. 城市规划, 2018(6): 36-46.
- [26] 张庭伟. 梳理城市规划理论——城市规划作为一级学科的理论问题 [J]. 城市规划, 2012(4): 9-17.
- [27] 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(6): 9-15.
- [28] 袁奇峰, 陈世栋. 城乡规划一级学科建设研究述评及展望 [J]. 规划师, 2012(9): 5-10.
- [29] 王建国. 从理性规划的视角看城市设计发展的四代范型 [J]. 城市规划, 2018(1): 1 002-1 329.
- [30] 姜鹏. 后空间规划时代的狂想——迈向可持续发展之路 [J]. 北京规划建设, 2018(5).
- [31] Lewis N P. The Planning of the Modern City/-lsted[M]. New York: Wiley, 1916.
- [32] 郑宇. 城市计算概述 [J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2015(1): 1-13.
- [33] 甄峰. 基于大数据的规划创新 [J]. 规划师, 2016(9): 45.
- [34] 麦克·巴迪. 城市规划与设计中的人工智能 [J]. 沈尧, 译. 时代建筑, 2018(1): 24-31.
- [35] 数据增强设计 [EB/OL]. <https://www.beijingcitylab.com/projects-1/17-data-augmented-design>, 2018.
- [36] 姜鹏, 徐飞. 基于 150 亿条数据的通州城镇化研究 [R]. 北京: 第二届数据增强设计学术研讨会, 2016.
- [37] Artificial Intelligence Solutions for Urban Land Dynamics: A Review[R]. 2010.
- [38] Research Supported by FAPESP. Complex Adaptive Systems and Rule-based Design: Applications in Architecture and Urban Design[EB/OL]. <http://www.bv.fapesp.br/en/auxilios/87058/complex-adaptive-systems-and-rule-based-design-applications-in-architecture-and-urban-design/>, 2018.
- [39] Rron Beqiri. Architecture and Urban Planning in the age of Artificial Intelligence[EB/OL]. <http://futurearchitectureplatform.org/news/28/ai-architecture-intelligence/>, 2016-05-04.
- [40] 吴志强. 人工智能辅助城市规划 [J]. 时代建筑, 2018(1): 6-11.
- [41] 秦静, 姜鹏. Data.Gov 上线七年我国应唤醒更多政府数据 [J]. 中国战略新兴产业, 2016(15): 74-75.
- [42] Dataset Search 测试版 [EB/OL]. <https://toolbox.google.com/datasetsearch>, 2018-09-10.
- [43] Cities can be Made More Agreeable Using Artificial Intelligence [EB/OL]. <http://agencia.fapesp.br/cities-can-be-made-more-agreeable-using-artificial-intelligence-/26581/>, 2017-11-08.
- [44] Blurring the Boundaries between Real and Artificial in Architecture and Urban Design through the Use of Artificial Intelligence[EB/OL]. [https://www.researchgate.net/publication/322539555\\_Blurring\\_the\\_Boundaries\\_between\\_Real\\_and\\_Artificial\\_in\\_Architecture\\_and\\_Urban\\_Design\\_through\\_the\\_Use\\_of\\_Artificial\\_Intelligence](https://www.researchgate.net/publication/322539555_Blurring_the_Boundaries_between_Real_and_Artificial_in_Architecture_and_Urban_Design_through_the_Use_of_Artificial_Intelligence), 2018-09-10.
- [45] Naik N. 利用基于计算机视觉的社区改善预测及其影响机制 [J]. PNAS, 2017(7).
- [46] Jordan M I. 人工智能的研究机会和挑战 [EB/OL]. <http://m.37txt.cn/a/491/37950.html>, 2017-09-04.
- [47] 凯文·凯利. 失控: 全人类最终命运和结局 (全新修订版) [M]. 张行舟, 译. 北京: 中信出版社, 2010.
- [48] The Guardian: Google's Plan to Revolutionise Cities is a Takeover in All but Name[EB/OL]. <https://www.theguardian.com/technology/2017/oct/21/google-urban-cities-planning-data>, 2017-10-22.
- [49] Nicolas Douay. Urban Planning in the Digital Age[M]. Great Britain and the United States: ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc, 2018.
- [50] 格哈德·施密特. 人工智能在建筑与城市设计中的第二次机会 [J]. 徐蜀辰, 苗凡, 译. 时代建筑, 2018(1): 6-11.
- [51] 新中国城市规划大事日历 [EB/OL]. [http://www.planning.org.cn/zt/calendar/index\\_year.html](http://www.planning.org.cn/zt/calendar/index_year.html), 2018-09-10.
- [52] 林炳耀, 江晓鹤, 戴建秋. 微型电子计算机 (Microcomputer) 在城市规划与城市系统分析中的应用 [J]. 经济地理, 1984(1): 47-49.
- [53] 黄鼎曦. 从机器学习视角探讨人工智能辅助规划编制的发展前景 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.
- [54] Nicholas Carr. The Glass Cage: Automation and Us[M]. New York: W. W. Norton & Company, 2014.
- [55] 牟怡. 传播的进化: 人工智能将如何重塑人类的交流 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2017.
- [56] Nautilus: AI is Already Weirdly Inhuman[EB/OL]. <http://nautil.us/issue/27/dark-matter/artificial-intelligence-is-already-weirdly-inhuman>, 2015-08-06.

[ 收稿日期 ] 2018-09-10

# 城市生命视角下的人工智能规划理论与模型

□ 甘 惟

**【摘 要】**城市智能规划是建立在城市是一个智能生命体的基本认知基础上的。文章在阐述城市智能规划的目的是维护城市生命与智力的健康发展的基础上，通过引入人工智能算法模拟城市生命行为的一套技术方法和体系，对城市智能规划的技术体系及内核进行了系统论述，并结合近年的研发实践介绍了三个关键的人工智能模型，而后提出了城市规划方法将出现的四个方向性转变，为城市智能规划的研究提出新的设想和可能性。

**【关键词】**人工智能；城市生命体；城市智能规划；城市模型

**【文章编号】**1006-0022(2018)11-0013-07 **【中图分类号】**TU981 **【文献标识码】**A

**【引文格式】**甘惟. 城市生命视角下的人工智能规划理论与模型 [J]. 规划师, 2018(11): 13-19.

## AI Planning Theory and Model from City Life Viewpoint/Gan Wei

[Abstract] Intelligent city planning is based on the cognition that city is an intelligent life entity. The paper explains the vision of intelligent city planning, introduces a set of technique that simulates city life based on Artificial Intelligence (AI) algorithms, and articulates the technical system and technology core of intelligent city planning. With three critical intelligent models, the paper puts forwards four possible fundamental changes in urban planning method, and new research fields of intelligent city planning.

[Keywords] AI, City life entity, Urban intelligent planning, City model

### 1 城市研究领域的人工智能导入

人工智能 (Artificial Intelligence) 自 1956 年在美国达特茅斯大学研讨会上首次被提出以来，其在城市研究领域的发展有近 40 年的历史，人们对其的研究一直以机器模仿和执行人脑的某些智力功能为目标。真正开始将人工智能导入建筑与城市研究领域是在 20 世纪 80 年代，人们期望借助人工智能寻找最优的项目选址、提出建筑空间布局的建议、整合主动和被动的节能策略、优化可持续性设计和寻找最有价值的财务计划等。然而在当时的技术条件下，这些期望显然过高，一度让人工智能的技术应用陷入令人失望的境地<sup>[1]</sup>。自 21 世纪以来，随着计算和信息处理能力的大幅提高，突破传统规则算法的机器学习和模式识别得以实现，人工智能技术的发展出现新契机。2016 年 3 月，以

AlphaGO 战胜围棋世界冠军为标志事件，以深度学习、计算机视觉及语义识别等为代表的人工智能技术成为全社会关注的热点。2016 年 4 月，中国工程院院士潘云鹤提出人工智能 2.0 的初步概念，即基于重大变化的信息新环境和发展新目标的新一代人工智能，主要特征包括大数据智能、互联网群体智能、跨媒体智能、人机混合增强智能和自主智能系统<sup>[2]</sup>。2017 年 7 月，国务院发布《新一代人工智能发展规划》，进一步明确新一代人工智能基础理论和关键共性技术体系，并提出“建设城市大数据平台，构建多元异构数据融合的城市运行管理体系……推进城市规划、建设、管理、运营全生命周期智能化”<sup>[3]</sup>。到今天，在各行各业都能或多或少看到人工智能的影子，且人们展开了对于未来就业岗位及伦理道德危机的新一轮思考。在这样的时代背景下，反观城市研究领域与城市规划

**【基金项目】** 国家重点研发计划资助项目 (2018YFC0704600)

**【作者简介】** 甘 惟，同济大学建筑与城市规划学院博士研究生，长三角城市群智能规划协同创新中心主任研究员。

行业的智能化水平就显得意义重大。

城市规划是一门历史悠久、包罗万象的复杂科学,近年来其与人工智能呈现出互动相长的趋势,体现在:一方面,城市规划方法正经历由传统的基于美学修养和经验知识的感性判断,向由大数据、人工智能技术支撑的理性规划转变;另一方面,城市研究与城市规划的实践为人工智能研发提供了巨大的应用平台和发展思路。

迄今为止,人工智能技术在城市规划方面的应用主要集中于对城市生长规律和城市空间规律的机器学习(Machine Learning)与深度学习(Deep Learning)方面<sup>[4]</sup>。例如,依靠智能计算机对大数据的分析处理,进行城市问题及规律的归纳;依靠人工智能的逻辑运算程序,制定科学的规划情景;依靠自我学习的能力,从历史数据中总结经验,进而推测未来不同规划方案的可行性以及方案实施后对多个利益主体产生的影响。尽管人工智能技术开始展现出出色的性能,但是由于技术自身仍处在发展的过程中,以及城市的复杂性远远超过任何一个已知的人工系统,距离全面提升城市规划各项业务的“智能”仍存在较大差距<sup>[5]</sup>。

笔者认为,将人工智能技术导入城市研究领域,能提升人们理解城市人工环境的能力、加强人脑智能和人工智能之间的共生关系,体现在:①人工智能技术自身从单纯的计算机前沿技术走向应对复杂场景的跨领域复合技术;②新一代人工智能技术将在较长的时间内深刻影响中国城市规划行业的发展;③城市规划未来将依托新一代人工智能技术,发育出城市感知、城市计算、城市模拟及城市决策等方面的全新技术,并产生新的分支领域——城市智能规划(City Intelligent Planning, CIP)。

## 2 城市智能规划的理论基础

### 2.1 基本认知:未来城市是智能的生命体

城市规划技术的发展必须建立在认

知城市的基础上。1967年,建筑师埃罗·萨里宁(Eero Saarinen)提出“城市是个有机体”的理念,此后人们经常把城市与生物有机体进行类比,并开始运用生命的基本特征来诠释城市现象。随着城市的发展及城市规划学科的成熟,“城市生命体”思想逐渐被越来越多的学者认同。城市现象与生命现象存在诸多相似之处:城市和生命都具有复杂、自组织及主体性等基本特性,城市内部的组织运转、对外的应激反应等现象,在不断拉近城市与生命两个概念的距离,也促使了人们对于城市认识的根本性变化<sup>[6]</sup>。

在2010上海世博园区的规划设计中,同济大学吴志强教授正式提出将整个园区作为一个微缩的城市生命体来看待,在规划、建设运营及后续利用的全生命周期中,集成生态技术支撑园区内部要素与外部环境的新陈代谢,来实现园区的可持续发展,这成为上海世博会的基本理念<sup>[7]</sup>。对于城市生命体的理论研究也在不断发展,姜仁荣等人在文献整理的基础上,提出城市生命体是在人类社会发展过程中一定区域内形成的、以非农业人口为主体的,人口、经济、政治、文化高度聚集的,具有新陈代谢、自适应、应激性、生长发育和遗传变异等典型生命特征的复杂巨系统<sup>[8]</sup>。笔者认为,认识到城市是一个生命体,是在城市规划领域应用前沿技术的一项前提,包括大数据、云计算、移动互联网及人工智能等在内的技术研究和研发工作,必须顺应城市生命演化的趋势,才能够充分发挥对于城市规划的提升价值。

首先,充分认识到城市是一个复杂的自我完善的生命体。伦敦大学学院教授迈克尔·巴蒂(Michael Batty)是复杂性理论及城市建模的先驱。他在《城市与复杂性》一书中提出“城市呈现出多方面复杂性,体现在:城市是由世界各地的联系网络所组成的,包括贸易、社会交往,甚至包括以互联网传播而变成全球性的知识网络”。在复杂性理论

的支撑下,他引入一种基于元胞自动机的计算模型来模拟城市与外部复杂环境的关联<sup>[9]</sup>。笔者认为这是城市规划在智能化方向的一项重要探索,不同于静态数据分析,这种方法以动态模型诠释了城市生命的演化过程。城市复杂性的另一体现是自身的多系统共生。城市像人体一样由一系列子系统构成,如将城市交通对应人体的循环系统、大气环境对应呼吸系统、能源生产对应消化系统等(图1)。单个系统包含完整的节点(Node)、网络(Network)和流动要素(Flow),系统之间的相互支撑、协同工作保证了城市生命体的正常运转。因此,认知城市问题只有从单一系统的分析转变成系统关联的复杂计算,才能从根本上突破传统规划研究分析的局限性,这为城市规划技术的智能化提供了一个重要思路。

其次,充分认识到城市生命体正在走向更智能的高级阶段。2008年IBM公司提出智慧地球的概念,并在此基础上衍生出智慧城市——城市信息化的高级阶段,其特征是使城市更透彻感知、更广泛互联互通及更智能化<sup>[10]</sup>。IBM公司认为,城市的智能化得益于21世纪以来信息通信技术(ICT)的发展,使得对城市系统的关键数据从静态的处理转变为动态的采集、分析和反馈,进而实现对于市民生活、环境、公共安全及服务产业等各方面需求的智能应对<sup>[11]</sup>。2012年中国工程院在重大咨询研究项目《中国智能城市建设与推进战略研究》中正式提出智能城市的概念,包括城市建设的智能化发展、城市信息的智能化发展、城市产业的智能化发展及城市管理的智能化发展四个部分<sup>[12]</sup>。这反映出城市的智能化已经远超技术的范畴,是面向整个社会发展的全方面智能提升。城市发展经历了充分的“身体”成长期之后,将会发育出一套提升城市“智力”水平的中枢神经系统,其包含两个层面:①应对城市作为完整生命体的智能化,发育城市智能的指挥与决策系统;②应对城市生命各系统的智能化,发育多元化的

智能城市应用系统。2015 年,吴志强教授提出城市智能模型 (City Intelligent Model, CIM) 应当在建筑信息模型 (Building Information Model, BIM) 技术的基础上构建时空数据的底板,从而走向城市全系统的运行管理<sup>①</sup>。该平台于 2017 年完成一期开发并发布<sup>[13]</sup>,目的是尝试构建城市中枢系统的雏形。2018 年,在 CIM 平台的基础上,研究人员针对特定场景进一步开发计算模型,包括城市与外部环境关联(日照、风环境模拟)、城市内部要素协调(公共服务设施配置)及城市应激反应(灾情推演预警)等领域,初步实现城市各系统的智能规划<sup>②</sup>。

## 2.2 城市智能规划的研究范畴

目前,学界对于城市智能规划的概念尚没有一个明确的界定。笔者认为,通过多种智能技术辅助城市规划的理性分析和科学决策的过程,即可被称为城市智能规划,其本质在于应用智能技术完成一部分过去城市规划过程中必须由人脑完成的工作,主要体现在分析、判断及推理等智能行为方面,进而能够更加高效、精准地实现规划目标<sup>[14]</sup>。这一概念是相对于“非智能”而言的,智能化 (Intelligentization) 本质上是由“非智能”向“智能”转变的过程。以美国为代表的西方国家在城市的智能应用领域已有较多的探索,如何从城市规划的角度出发,引导智能城市的健康发展、城市基础设施的合理布局,在空间和时间维度引导城市的智能建设是未来城市发展的重要研究方向<sup>[15]</sup>。只有当城市被作为独立的生命体且作为城市规划的研究对象而受到尊重时,城市规划才能尊重城市复杂的生命规律,寻求其复杂生命的生态理性,进而完成智能化的转变<sup>[4]</sup>。

随着人工智能技术的快速发展,以及人工智能不断被导入城市规律学习和城市规划决策的过程中,城市规划正变得更加强大。笔者认为,城市智能规划的研究范畴是以维护城市生命与智力的

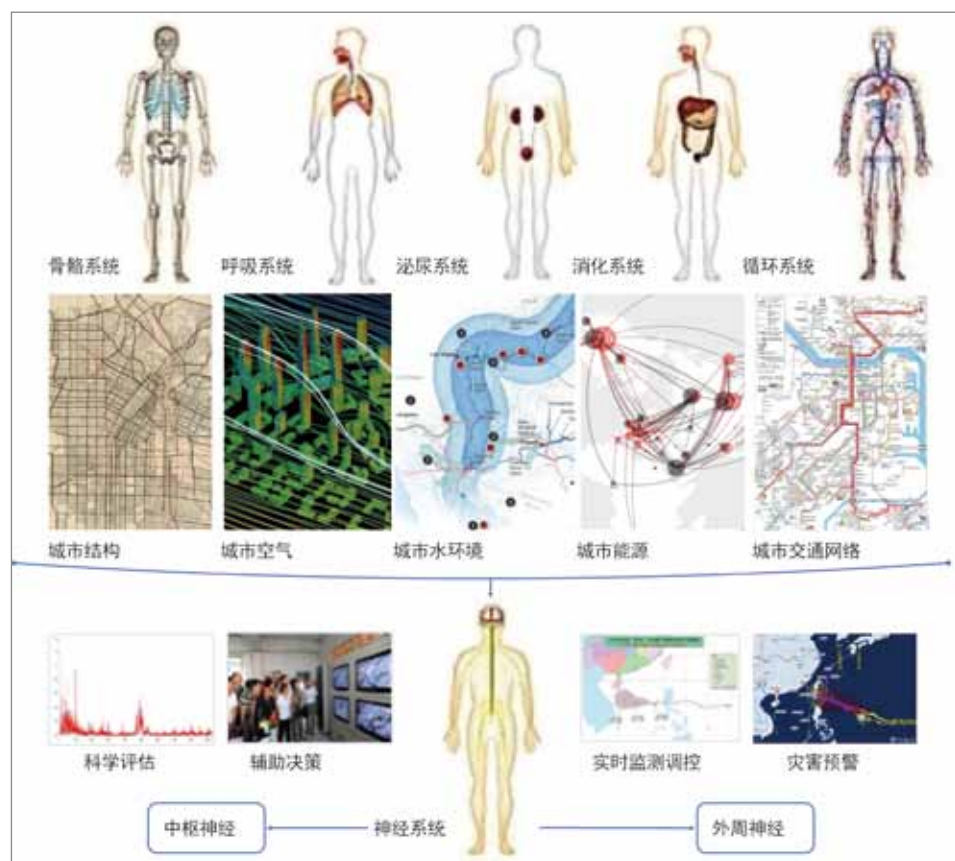


图 1 城市生命体系统示意

健康发展为目的,训练机器学习城市的大数据样本以及人类分析、判断、处理城市复杂问题的思维方式,并在城市发展过程中承担一部分的自主创造、推演和决策任务,能够不断完善和进化规划的技术与方法体系。

## 2.3 城市智能规划的技术内核

在过去的研究中,笔者整理了 30 年以来形成的四类城市智能规划技术,包括计算机辅助设计技术、城市定量分析技术、城市动态模拟技术及城市智能交互技术,并提出城市智能规划的技术应具备大数据、自动化、交互性、复合性和生长性五项基本特征<sup>[14]</sup>。城市智能规划技术强调“影响”和“结果”之间的耦合关系,其智能性体现在通过向计算机输入特定的数据,经过系统的自动运算,就可以直观地展示结果。要实现这一过程,重点是通过“城市模型”(Urban Modelling),对城市现象与过程进行抽象数学表达,建立复杂问题和微观机制的桥梁<sup>[16]</sup>。

城市模型早在 20 世纪 50 年代中期就开始出现,这一时期恰恰是城市规划理论从艺术向科学转型的关键时期,该时期诞生了系统规划、理性主义及控制论等经典理论,为后来计算机大规模的动态模拟奠定了基础。城市模型的发展大致经历了三个阶段的突破,早期的城市模型受限于计算能力,模型多采用自上而下的方式建立,重点是以关键参数(如土地价值—距离衰减系数)来反映城市空间与其他要素的关联,完成从无到有的突破,如 1964 年的劳瑞模型 (Lowry)、阿隆索地租模型 (Alonso); 20 世纪 70 年代以后,出现了空间交互模型,完成了从单边到复合的突破,如 MEPLAN 模型和 TRANUS 模型; 20 世纪 90 年代以后,随着性能的增强,计算机能够处理微观个体行为的复杂运算,完成从静态到动态的突破,以元胞自动机模型 (Cellular Automata, CA)、基于主体建模 (Agent-based Modelling, ABM) 为代表的空间动态模型构建取得较大的进展。

城市智能规划是基于数据驱动

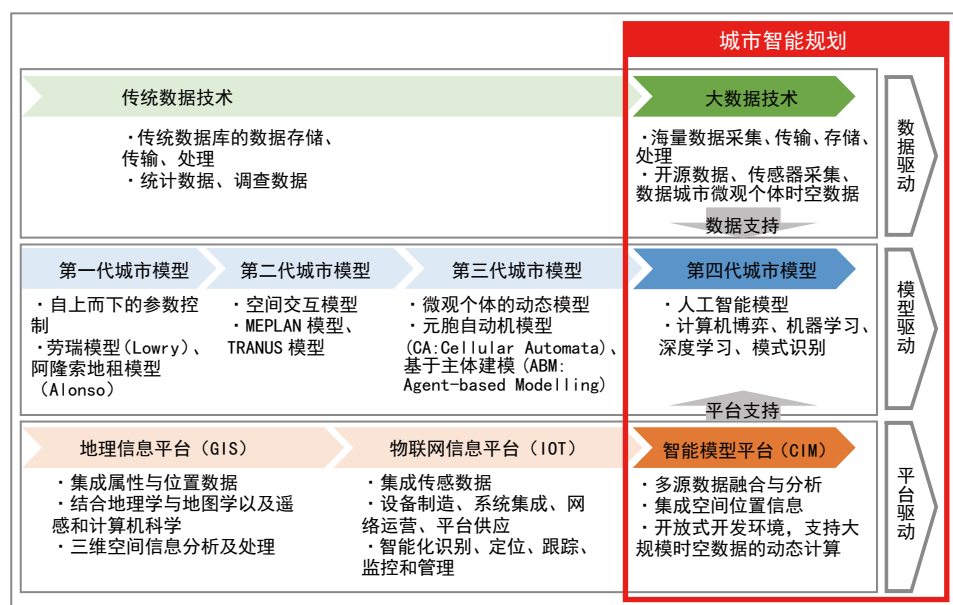


图2 城市智能规划的技术体系与内核

(Data-driven)、平台驱动 (Platform-driven) 与模型驱动 (Model-driven) 的综合技术 (图2)。大数据技术的发展为城市智能规划提供了良好的数据环境，使得城市规划具备了以城市微观个体要素为研究对象进行研究的数据条件<sup>[17-18]</sup>；基于地理信息系统 (GIS) 和物联网技术 (IOT) 发展而来的城市信息平台技术可以融合多源数据，为城市智能规划提供开发环境和智能化的支持。自21世纪以来，城市模型得到新的提升，以机器学习、深度学习为代表的人工智能技术为人们在城市模型中大规模学习数据样本创造了技术条件，进而从根本上改变了过去城市模型必须依赖手工设置参数 (Parameter) 及规则 (Rule) 的方式，城市模型计算的结果还可以作为新的数据样本进行循环迭代，这就实现了城市模型的自我学习。2017年1月，吴志强教授提出“人工智能的城市规划”<sup>③</sup>，阐述了人工智能在城乡规划领域的技术背景、发展前景和应用思路。人工智能模型的导入，使城市智能规划有能力完成过去城市规划工作中至关重要却难以完成的内容，如依靠深度学习模型对城市生命规律的挖掘认知，依靠自我调节模型对城市生命健康的诊断维护，依靠生长动力模型对城市生命演化过程的动态推演。

### 3 三个关键模型：维护城市生命与智力的健康发展

#### 3.1 城市深度学习的智能模型

人工神经网络 (ANN)<sup>[19]</sup> 是人工智能技术中的一类具有代表性的机器学习方法，其原理是模仿生物神经网络，通过将简单模型 (神经元) 按不同的连接方式组成不同的网络，从而可以自动地挖掘数据背后隐藏的模式和规律，这一过程称之为“学习”。机器学习自20世纪80年代兴起以来，经历了由浅层学习 (Shallow Learning) 向深度学习的转变过程<sup>[20]</sup>，2006年机器学习领域的泰斗——辛顿 (Hinton) 在《科学》上发表的一篇文章，掀起了深度学习研究的热潮<sup>[21]</sup>。目前深度学习模型较为成熟的领域包括语音识别、图像识别、自然语言识别及连续无标签视频流学习等<sup>[22]</sup>，在城市研究方面，已经开始尝试借助深度学习模型模仿视觉或听觉来感知城市，以及在海量城市历史数据中学习城市发展的规律。

##### 3.1.1 感官学习

感官学习的代表方法是刘浏提出的“城市影像研究”方法<sup>[23]</sup>，该方法是基于开源图片库的城市照片信息，结合计算机深度学习及支持向量机 (Support

Vector Machine) 技术综合实现的一种城市感知方法，可以应用于对城市意象的深度挖掘、对城市街道风貌的深度认知等领域的实践。例如，笔者于2018年6月研发的城市三维场景智能感知模块，经过模型训练可以动态识别城市现状及规划场景内的关键要素，从而在城市信息平台的基础上，提升实时感知人群、环境和交通问题的智能化 (图3)。

##### 3.1.2 经验学习

经验学习最具代表性的模型是“城市树” (City Tree) 模型。例如，吴志强教授对全球40年时间跨度、30m×30m精度网格的卫星历史影像进行了大规模的挖掘，得到了全球范围内建成区面积超过1km<sup>2</sup>的城市全样本共计13810个<sup>④</sup>，并应用模式识别技术自动将样本归纳出7类城市发展类型及各自的演化规律<sup>[4]</sup>。这是深度学习城市历史样本数据的一次前沿探索。

#### 3.2 城市自我调节的智能模型

利用人工智能模拟城市生命自我调节的过程体现在，计算机根据学习结果自动诊断出城市问题，并通过调节关键参数改善城市问题。

对城市而言，精准的城市诊断是发现、剖析“城市病”的科学手段，更是制定有效的规划策略的重要前提<sup>[24]</sup>。根据城市生命系统的组成特点，自我调节的模型主要应用于针对城市功能健康 (静态)、城市要素流动 (动态) 的诊断与修复。

##### 3.2.1 健康调节

城市功能的合理配置是城市空间规划的关键，也是影响城市健康发展的重要问题。例如，笔者参与研发的城市功能智能配置系统 (图4) 是一种代表性的调节模型，其工作原理为：应用深度学习对样本城市1km<sup>2</sup>标准区域的功能比例进行学习，进而针对目标城市的特定区域，可以精细化地诊断其在办公、居住、医疗、教育、休闲及商业等功能上的短板与不足。该系统在青岛中德未来城的设计项目中得到了应用。

### 3.2.2 流动调节

流动调节的代表性方法是基于手机信令数据诊断城镇体系与城市结构的方法<sup>[25]</sup>。手机信令数据反映城市微观个体的行为规律,从联系流量、联系流向两个维度诊断城市空间的内在联系,进而识别城市中心和城市结构。城市的流动要素除人流外,还包含交通流、物流、信息流及资金流等,这些流动要素影响着城市空间的灵活组织和变化<sup>[26]</sup>,应用人工智能对城市流动要素进行建模,可以深度挖掘城市问题,调节并促进城市循环系统的良性运转。

### 3.3 城市生长动力的智能模型

对城市生长动力的研究源于 20 世纪 50 年代麻省理工学院 (MIT) 的弗雷斯特 (J.W.Forester) 提出的系统动力模型 (System Dynamics, SD), 以及在此基础上应用于城市发展预测领域的城市动力学模型 (Urban Dynamics, UD)<sup>[27]</sup>。城市动力学是将城市各系统之间复杂而紧密的依赖关系通过数学模型挖掘出来,并形成变化的机制,进而能够根据历史规律对各个要素进行模拟推演。随着人工智能和大数据的引入,借助深度学习发现并刻画城市内部复杂结构特征,将对城市生长动力的研究产生更大作用,建构更具综合性的城市群落以及城市个体尺度的系统动力学和智能体模型是其发展方向<sup>[28]</sup>。

#### 3.3.1 群落生长

未来城市的发展是区域性的,城市群落内部的相互竞合促进了整个区域的协同发展,代表性的模型包括区域 DNA 模型,以及 CA 模型<sup>[29]</sup>。其中,CA 模型的特征和结构足以敏感地模拟城市演变过程中的主要变化与细微变化,从而识别出各城市区域的主要组成要素在数量与密度上的差异,即区域 DNA,这会对城市群的生长演进产生重要影响。笔者曾经架构了长三角城镇群落的生长模型,基于各城市之间的要素博弈,推演在区域基础设施、生态资源、

土地利用及产业分工等领域的竞合关系作用下,长三角 30 个城市各自的成长路径 (图 5),这是群落生长模型的一次技术探索。

#### 3.3.2 个体生长

人工智能技术还可以应用于城市个体的生长推演。例如,笔者为青岛中德未来城构建了计算机博弈模型,类似于围棋博弈的原理,该模型反映政府、规划师、开发商及市民作为推动城市发展的四方之间,以及其与城市发展过程中的各类功能之间的交互作用。该模型能记录博弈数据并进行自我学习,进而推演城市发展的动力和过程 (图 6)。如在

系统中导入包括地形、道路、水系、基础设施以及已批复的建设项目等约束条件 (Restrict Condition), 还可以自动识别建设区域,避免敏感地区。这是人工智能应用于城市规划的一项重要突破,是智能推演城市发展的第一个真正意义上的试点<sup>[30]</sup>。

## 4 城市智能规划: 规划方法转型的新思路

### 4.1 转型一: 由目标导向的规划转向过程导向的城市全生命周期推演

城市的发展是一个受多种要素影响

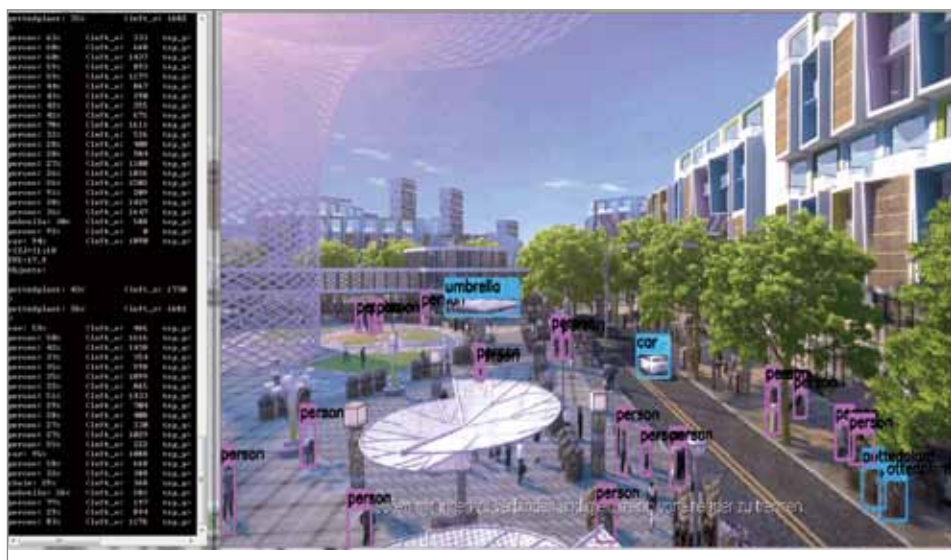


图 3 城市三维场景智能感知模块  
资料来源: 长三角城市群智能规划协同创新中心。

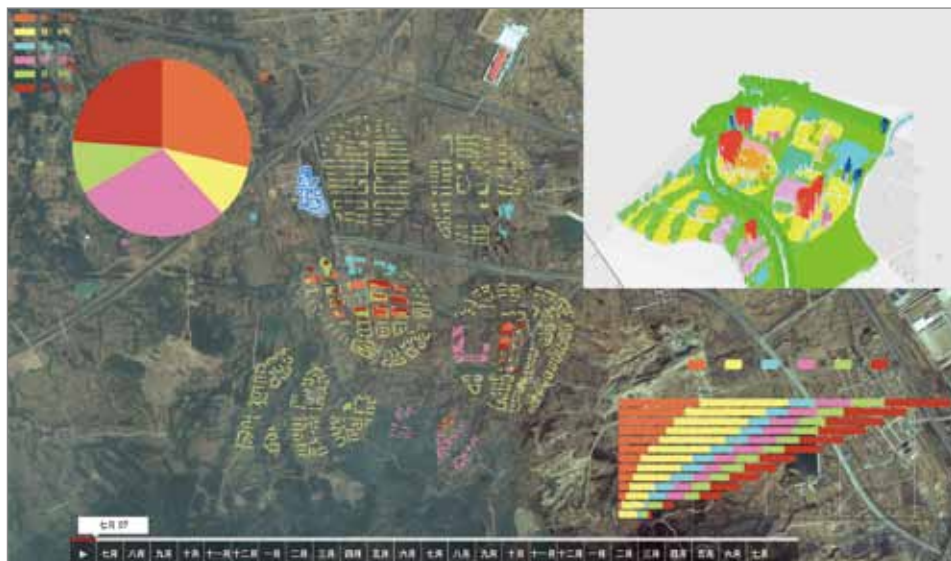


图 4 城市功能智能配置系统  
资料来源: 长三角城市群智能规划协同创新中心。

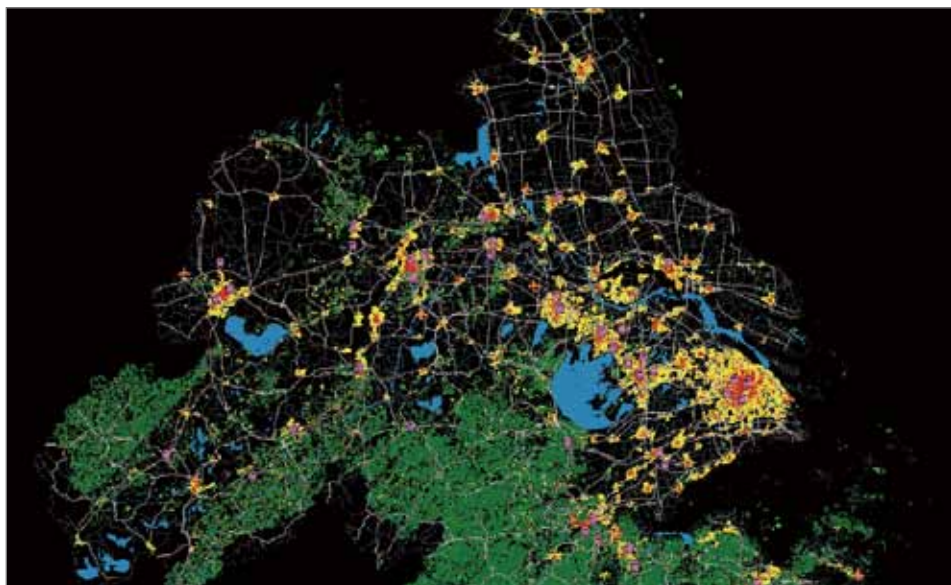


图5 长三角城市群智能推演系统  
资料来源：长三角城市群智能规划协同创新中心。

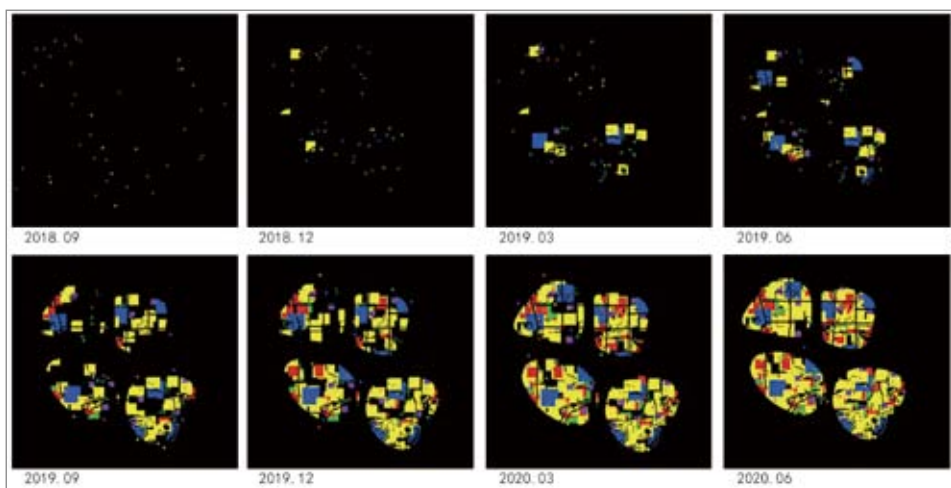


图6 城市个体推演的理论过程  
资料来源：长三角城市群智能规划协同创新中心。

的不断演进、变化的复杂过程，这是城市作为生命体的一项基本特性。在过去的城市规划研究和实践中，这一特性由于认知和技术水平的局限而成为“盲点”，体现在对于城市发展问题的“简化”（仅制定了一个目标，但无法解释是否能够以及如何能够完成这个目标）。引入针对城市数据的深度学习模型，可以从复杂现象中总结出规律，伴随着学习城市数据的过程而产生新的数据及模型，将整个城市生长过程中的要素、动力、现象和结果描述为一个自我完善、动态更新的过程，这为城市规划提供了新思路。人工智能模型的关键作用，是构建了一个开放式的环境，城市的演化过程与模

型的强化过程是交互促进的。城市规划的任务将不再是绘制一张未来特定年份的发展蓝图（规划图），而是借助人工智能的计算结果，预判未来特定阶段可能出现的情景及问题，对整个城市发展的过程有了系统性、渐进式的阐述。

#### 4.2 转型二：由人的决策行为转向人机共智

城市智能规划不是由一项单独的技术完成的，而是由多项技术的共同突破完成的，从总体上看仍处于探索阶段。在城市规划领域，尚不具备由机器独立完成决策行为的技术条件，其所缺失的部分必须由人脑来弥补，因此在

较长的时期内，两者将会形成共生的关系，由人机共智 (Man-machine Hybrid Intelligence) 来更好地完成城市规划工作。人机共智已经逐渐成为城市规划和设计领域的共识。东南大学王建国教授提出了城市设计的第四代范型是基于人机互动的数字化城市设计<sup>[31]</sup>，城市设计开始具有包容发展变化和持续优化纠错的属性，通过城市设计来把控底线，进行有限选择，以避免过度依赖人为干预的局限性。麻省理工大学媒体实验室 (Media Lab) 研发的 CityScope 项目，也很好展现了如何通过可触摸式设备实现人和机器学习程序之间的有效互动<sup>[32]</sup>。人机共智的城市规划具有三种表现形式：①人训练机器，机器认知、判断；②人发布指令，机器执行、反馈；③机器学习、分析，人制定决策。随着人工智能的发展，城市规划师将从过去“调研—分析—判断—设计—制图”一体化的繁重工作中解放出来，进而将精力聚焦于更具创造性和决定性的工作，在与机器互动的过程中完成科学、准确的城市规划决策。

#### 4.3 转型三：由城市功能分区转向城市发展要素的精细化配置

城市功能的配置是城市规划的核心问题。由于无法充分认识到“城市作为生命体，其内部系统之间具有复杂而严密的联系”，传统的空间规划方法更倾向于以一种相对简单而易于理解的方式（即城市功能分区）来为不同地块定义一些功能。这种方法仅仅完成了土地使用规划图纸的绘制，无法适应城市中间细微的功能变化对周边乃至整个城市系统产生的影响，因而在项目建成以后才暴露出大量由于功能配置不符合发展规律而缺乏活力的地区。城市智能规划在该方向具有显著潜力，建立在数量巨大、种类繁多及不断产生的城市数据基础上，以大数据与人工智能作为支撑技术能够以远超人脑计算速度的方式处理城市微观功能、流动要素的海量数据及复杂关

联,并且可以自我调节,使得过去根本无法想象、耗费大量人力也无法有效完成的城市功能精细化配置得以实现,有效弥补了传统方法的技术理性缺憾<sup>[33]</sup>。

#### 4.4 转型四:由创造城市空间的“上帝模式”转向维护城市生命的“天使模式”

城市规划师的身份将产生根本性的转变,如果把过去城市规划的创造行为,以理想主义的思维方式构建一个城市社会、经济、生态、文化及空间各方面“自圆其说”的规划方案,比做“上帝”的创造的话,那么未来的城市规划将迎来一种新的模式:借助智能感知技术采集城市生命体的样本数据,应用人工智能从数据中学习规律,对城市每一寸土地的发展都精准计算、精密部署及动态调节。城市规划师不再是规则的制定者,而应与机器互动完成智能的“诊断—干预—推演—再诊断”的循环,成为维护城市健康与可持续发展的“白衣天使”。

## 5 结语

在充分认识到城市是一个智能生命体的今天,城市智能规划产生的价值已可见一斑。但是人们也应当清醒地认识到,从目前的发展水平看,人工智能技术在城市规划领域的应用仍然具有复合性差、精确度低、难以解释及无法验证等问题,基础算法和模型的研发也在不断改进的过程中,而对城市认知的理论研究也才刚刚开始,城市生命规律仍存在诸多未解之谜。因此,只有对城市生命心怀敬畏,不断创新智能技术,才能够真正地推动人工智能技术在城乡规划行业的发展。■

### [注 释]

①详见吴志强的网络文章《从BIM到CIM》,网址为<http://chinagb.chinasus.org/people/kk/20150701/112886.shtml>。

②该系统由吴志强与班联数字城市信息技术

有限公司合作研发,笔者参与主要的研发工作。

③详见吴志强的网络文章《2017 第三届数慧新年大讲堂》,网址为<http://www.dist.com.cn/page.aspx?node=6&id=494>。

④该数值于2018年1月达到13810,完成了全样本的数据挖掘。

### [参考文献]

- [1] 格哈德·施密特,徐蜀辰,苗凡.人工智能在建筑与城市设计中的第二次机会[J].时代建筑,2018(1):32-37.
- [2] 潘云鹤.人工智能走向2.0[J].Engineering,2016(4):51-61.
- [3] 新一代人工智能发展规划[M].北京:人民出版社,2017.
- [4] 吴志强.人工智能辅助城市规划[J].时代建筑,2018(1):6-11.
- [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(6):9-15.
- [6] 朱劭.城市研究中生命视角的引入[J].城市规划学刊,2008(2):24-30.
- [7] 吴志强,甘惟,张昭,等.21世纪的世博会 走向精神的生态智慧[J].时代建筑,2015(4):20-25.
- [8] 姜仁荣,刘成明.城市生命体的概念和理论研究[J].现代城市研究,2015(4):112-117.
- [9] Batty M. Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-based Models, and Fractals[M]. Boston: The MIT Press, 2007.
- [10] 李德仁,姚远,邵振峰.智慧城市中的大数据[J].武汉大学学报:信息科学版,2014(6):631-640.
- [11] IBM Institute for Business Value. A Vision of Smarter Cities: How Cities can Lead the Way into a Prosperous and Sustainable Future[R]. 2010.
- [12] 潘云鹤.中国的智能城市和城市大数据[N].中国信息化周报,2014-09-15.
- [13] 甘惟.国内外城市智能规划技术类型与特征研究[J].国际城市规划,2018(3):105-111.
- [14] 吴志强,甘惟.转型时期的城市智能规划技术实践[J].城市建筑,2018(3):26-29.
- [15] 母冠桦,肖莹光.国外智能城市研究与实践[J].规划师,2013(增刊1):66-72.
- [16] 朱钥,李琦.城市空间智能计算平台研究[J].地理与地理信息科学,2011(1):11-15.

- [17] 茅明睿.大数据时代的规划变革[J].北京规划建设,2015(2):45-50.
- [18] 张健,陈明敏.基于智能出行大数据的城市空间活跃区分析及其应用[J].规划师,2017(1):65-72.
- [19] Haykin S. Neural Networks & Learning Machines[M]. Upper Saddle River: Pearson Education, 2009.
- [20] 郭丽丽,丁世飞.深度学习研究进展[J].计算机科学,2015(5):28-33.
- [21] Hinton G, Salakhutdinov R. Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks[J]. Science, 2006(5786):504-507.
- [22] 孙志远,鲁成祥,史忠植,等.深度学习研究与进展[J].计算机科学,2016(2):1-8.
- [23] 刘浏.城市影像研究:从“大数据”走向“学习时代”[C]//规划60年:成就与挑战——2016中国城市规划年会论文集,2016.
- [24] 叶鍾楠.城市流动性的量化与诊断——基于网络地图数据和可达性模型的方法研究[J].南方建筑,2016(5):66-70.
- [25] 钮心毅,王珪,丁亮.利用手机信令数据测度城镇体系的等级结构[J].规划师,2017(1):50-56.
- [26] 席广亮,甄峰.互联网影响下的空间流动性及规划应对策略[J].规划师,2016(4):11-16.
- [27] Forrester J W. Urban Dynamics[M]. Productivity Press, PO. 1969.
- [28] 王晓玥,李双成.基于多维视角的“城市病”诊断分析及其风险预估研究进展与发展趋势[J].地理科学进展,2017(2):231-243.
- [29] Elisabete AlvesdaSilve,朱玮.区域DNA——区域规划中的人工智能[J].国外城市规划,2003(5):3-8.
- [30] 吴志强,韩婧,滕雨薇,等.青岛中德未来城——循律鼎新 致爱家园[J].生态城市与绿色建筑,2018(2):27-33.
- [31] 王建国.基于人机互动的数字化城市设计——城市设计第四代范型刍议[J].国际城市规划,2018(1):1-6.
- [32] 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(1):44-49.
- [33] 吴志强,李欣.城市规划设计的永续理性[J].南方建筑,2016(5):4-9.

[收稿日期]2018-09-20

# 人工智能影响下城乡规划机构、技术与职业新态势及应对策略

□ 单卓然, 李鸿飞

**【摘要】**目前,以深度学习和机器学习为代表的人工智能进入规划领域,为未来城市规划的审查、考评、生成、多方案比较提供了重要的技术手段,使规划方法从经验走向科学,同时也引导了新机构与新技术的萌芽,即人工智能深度参与将加深规划从业人员的职业分化。文章首先界定了现阶段城乡规划语境下人工智能的内涵;其次从新型行业机构及部门组建、新兴技术及其团队涌现两个角度分析了城乡规划行业的新态势;再者预判了规划行业大概率产生信息采集、数据处理分析、辅助决策及政策释译职业分化,工作模式从单一职业、人工主导、流程参与式转向多职业、人机交互及灵活合作式;最后从规划资质认证创新、规划教育质量改善和规划从业人员重塑竞争力三个方面提出应对措施。

**【关键词】**人工智能;新机构;新技术;职业分化

**【文章编号】**1006-0022(2018)11-0020-06 **【中图分类号】**TU981 **【文献标识码】**A

**【引文格式】**单卓然,李鸿飞.人工智能影响下城乡规划机构、技术与职业新态势及应对策略[J].规划师,2018(11):20-25.

The New Trend And Coping Strategies of Urban Planning Agency, Technology and Profession under the Impact of AI/Shan Zhuoran, Li Hongfei

[Abstract] Deep learning and machine learning based Artificial Intelligence (AI) have entered planning field. It has provided important technique for the inspection, examination, generation, and proposals comparison of city plans. City planning will develop from experience to science, and guides new agency and new technique development, i.e. deepened participation of AI will promote professional ramification of planning practitioners. The paper defines the connotation of AI in urban planning, lists new trends of urban planning from new agency and new technology; predicts urban planning profession will be divided into information gathering, data processing, aided decision-making, and policy explanation; the working mode will be multi-disciplinary, human-machine interaction, and elastic cooperation. It finally puts forwards strategies of planner certification innovation, planning education improvement, and rebuilding competition of practitioners.

[Keywords] AI, New agency, New technology, Professional ramification

## 0 引言

近年来,人工智能及数据分析辅助一直是中国规划界的前沿课题。截至目前为止,人工智能技术在城乡规划方面的应用主要集中于城市生长规划和城市空间规律的机器学习与深度学习,主要运用于对城市数据的大规模挖掘,并大规模地提升了中国规划界对世界城市增长规律和空间规律的认识<sup>[1]</sup>。2017年,国务院印发了《新一代人工智能发展规划》,提出以人工智能“推进城市规划、建设、管理、运营全生命周期

智能化”的要求。由此可见,人工智能已经进入规划行业,并将进一步影响规划行业,引发业界人士的热议,如健康城市规划发展<sup>[2-3]</sup>、城市规划决策审批<sup>[4]</sup>及城市规划协同<sup>[5]</sup>等议题。人工智能在不同的行业语境下有着不同的内涵,由于受硬件设备及软件模型算法等局限,在现阶段城乡规划行业内,人工智能具有五点内涵:①一定时期内,未达到具有自我意识的程度;②仍然依托人工逻辑链;③基于庞大数据库和高速运算力;④计算机通过分析历史经验而具有一定的自我学习能力;⑤能够替代规划师的一部分重复性劳

**【基金项目】**国家自然科学基金青年项目(51708233、51708234)、湖北省技术创新专项软科学研究面上项目(2018ADC104)、华中科技大学创新创业训练计划项目(18Y021)

**【作者简介】**单卓然,华中科技大学建筑与城市规划学院硕士生导师、副研究员,湖北省城镇化工程技术研究中心副研究员。  
李鸿飞,华中科技大学建筑与城市规划学院硕士研究生。

动(如基础资料收集、整理、分析,数据挖掘和数据分析等)<sup>[6]</sup>。

目前,针对规划行业人工智能的研究多聚焦于技术层面,缺少针对新兴人工智能给规划行业带来冲击的研究,包括人工智能内涵、未来发展趋势,以及对规划资质认证、规划学科教育和规划师个人发展的相关影响。因此,本文第一部分分析了人工智能引导下城乡规划机构与技术新态势;第二部分概括并分析了国内规划领域,人工智能相关新兴机构和新兴技术及其团队等基本情况;第三部分预判了人工智能影响下的行业职业分化的大趋势,得出大概率衍生信息采集、数据处理分析、辅助决策和政策释译职业分化等未来发展趋势;第四部分从规划资质认证新模式、规划学科教育的新内容和规划师个人发展新态势三个方面,提出优化策略,以探究规划行业应对人工智能冲击所需的准备。

1 人工智能引导下城乡规划机构与技术新态势

近年来,人工智能发展迅速,“大数据、物联网、智能化、云计算和移动互联网”等智能技术在城乡规划行业中得到越来越多的应用,开拓了规划的广度和深度,也引导了城乡规划机构与辅助技术的新态势,主要体现在新型行业机构及部门的组建,以及新兴技术及其团队的涌现。

1.1 三类新型机构引导人工智能及大数据市场需求增加

1.1.1 新产品、新知识需求:致力于数据集成、应用分析及教育培训

与传统数据相比,大数据具有“3V”特征——大容量(Volume)、高速度(Velocity)与多样性(Variety)<sup>[7]</sup>,因其数据容量大、更新即时及来源多样,可对城市进行近似真实的反映,在规划行业中得到了越来越广泛的应用,也催生

了数据集成、应用分析和教育培训机构。

人工智能及数据时代催生了新型机构和新型产品。其中,数据集成及应用分析机构典型代表如:①上海数慧系统技术有限公司以空间信息技术为核心,致力于城乡规划业务协同管理、数据集成与应用分析等方面,服务于规划行业。②上海脉策数据科技有限公司致力于大数据和人工智能领域,通过设计城市智能数据平台,进行数据集成和数据分析与规划局及政府进行相关合作,辅助开展科学规划工作。③北京极海纵横信息技术有限公司是由数据驱动的地理信息服务平台,致力于基于地理大数据的服务和智能化决策。此外,还有专注于智慧规划新技术研发的北京城垣数字科技有限责任公司,致力于空间数据挖掘分析、优化计算与可视化展示云平台的深圳位和科技有限责任公司,提供城市数据集成、城市数据服务、城市与社会感知、城市体征监测、时空行为分析及城市规划大数据咨询等服务的北京城市象限科技有限公司,以及专注于城市影像研究的城室科技有限责任公司等。

人工智能及数据时代带来的新的知识需求促使相关教育机构的产生。人工智能与数据时代要求规划从业者掌握数据挖掘、数据分析及相关编程的新知识,

应对这个新的需求,我国出现了相关的教育培训机构。其中,教育培训机构的典型如:①城市规划信息网络社区“国匠城”与“城市数据团”联合推出“城市数据研习社”,致力于城乡规划相关方向的数据集成与应用分析培训,目前业内已有大量规划从业者参与培训。②关注城市大数据,采用案例教学形式的城市数据派,致力于数据挖掘及数据分析。此外,还有数读城市、谷雨数据等相关数据类公众号(表1)。

1.1.2 新工作内容需求:管理部门及规划局成立信息中心,致力于数据挖掘、数据分析及数据可视化

信息中心是承担规划机构数字规划工作、信息化技术体系建设的部门。人工智能在进入城市规划后,引导了新的态势,相关管理部门及各设计院也积极响应这些变化,相继成立了规划服务的信息中心。

数据挖掘、数据分析和数据可视化等新的工作内容促使设计院信息中心的成立。其中,依托规划管理部门及其规划院的典型信息中心如中国城市规划设计研究院信息中心、深圳市城市规划设计研究院有限公司信息中心、长沙市规划信息服务中心、杭州市城市规划信息中心和武汉市规划研究院数字规划研究

表1 人工智能引导下的新产品、新知识催生新机构及新业务

| 类型          | 机构名称           | 主要业务                                          |
|-------------|----------------|-----------------------------------------------|
| 数据集成及应用分析机构 | 上海数慧系统技术有限公司   | 城乡规划业务协同管理、数据集成与应用分析                          |
|             | 上海脉策数据科技有限公司   | 设计城市智能数据平台以完成数据集成和数据分析                        |
|             | 北京极海纵横信息技术有限公司 | 地理大数据的服务和智能化决策                                |
|             | 北京城垣数字科技有限责任公司 | 智慧规划新技术研发                                     |
|             | 深圳位和科技有限责任公司   | 空间数据挖掘分析、优化计算与可视化展示云平台                        |
|             | 城室科技有限责任公司     | 城市影像研究                                        |
| 教育培训机构      | 北京城市象限科技有限公司   | 城市数据集成、城市数据服务、城市与社会感知、城市体征监测、时空行为分析、城市规划大数据咨询 |
|             | 城市数据研习社        | 规划相关方向的数据集成与应用分析培训                            |
|             | 城市数据派          | 数据挖掘以及数据的分析培训                                 |
|             | 数读城市           | 数据挖掘以及数据的分析培训                                 |

中心、合肥市规划信息中心、大理市规划编制与信息中心等；高校设计院中典型如 2013 年成立的清华同衡科研与信息中心的科技情报室、东南大学智慧城市研究院等。

### 1.1.3 新团队模式需求：优势结合的专业化发展催生多方合作型城市创新实验室

城市创新实验室是挖掘新技术在规划行业的应用价值，探索大数据赋能规划设计的技术方法的新型合作型机构，该模式充分发挥各单位专长，从而解决高质量数据获取难、数据收集处理成本高等难题，助力提升规划—设计—实施全流程技术服务能力。典型代表，如上海大数据应用创新中心联合产学研用方面 12 家单位建立的上海市大数据联合创新实验室、百度慧眼与深规院联合创立实验室、百度慧眼中规院联合创新实验室、百度慧眼宁波规划创新实验室、江苏省城市规划设计研究院与中国电信股份有限公司江苏智观大数据中心联合成立的大数据与智慧城市研究创新实验室，以及“深圳交研中心—同济大学”城市联合实验室等。各地实验室的相继成立，为更好地建设和管理城市，更好地运用大数据、新技术做出了重要贡献。

## 1.2 新兴技术及其研究团队促使规划转型及辅助工具升级

### 1.2.1 依托规划信息化技术的“多规合一”平台及数字化城市设计

“多规合一”空间规划信息平台是以空间数据为基础，通过数字化、图形化、结构化和集成化的技术手段，将规划相关地理信息数据、统计数据和规划空间数据统一纳入公共信息平台，使各相关规划统一数据基础，统一绘制底图，实现“多规合一”的技术破冰。目前，全国各地正如火如荼地推进“多规合一”试点改革，如长沙市空间规划“多规合一”信息平台建设、北京市“多规合一”协同平台建设和厦门市“多规合一”业

务协同平台建设等。

数字化城市设计是以形态整体性理论重构为目标，并以人机互动的数字技术方法工具变革为核心特征的能真正付诸实施的城市设计<sup>[8]</sup>。在人工智能发展的背景下，伴随着数字技术的成熟，基于人机互动的数字化城市设计也逐渐成为热门的研究方向。目前数字化城市设计整体方法论趋势可以总结为全流程的整体介入、全尺度的综合判断以及精准交互的跨学科转译三个方面<sup>[9]</sup>。通过对相对完整、系统可靠的多源信息集取、分析、综合和集成，采用数字化的设计方法，如数字化实体模拟等，针对全尺度的设计对象，进行整体性思考，实现人机互动，从而更加科学地设计城市空间。

目前，这一方向已经在国内常州、南京、杭州及郑州等不同类型城市的城市设计中得以实践。例如，常州市老城区容积率及单元地块建筑布局的城市设计研究、南京市老城高度形态研究、西湖东岸城市景观规划和郑州市中心城区总体城市设计等。

### 1.2.2 基于智能计算技术的辅助决策系统及仿真模拟模型

规划中技术的革新会大概率地产生新的工作内容及新的职业需求，如可视化图形处理师、模型建造师等。基于智能计算技术的辅助决策系统及仿真模拟模型等新技术的出现，也将会催生新的工作需求。目前国内规划学界，各转接团队对新的技术如专家系统、方针模拟技术和空间智能信息平台等新技术做出了有益的探索。

吴志强院士团队在青岛中德生态园项目中构建了城市智能信息化模型。通过该模型对城市相关信息进行采集、录入，构建了多元计算机博弈模型，从而进行城市用地布局的人工智能推演，在该平台中导入包括现状地形、道路、水系、基础设施及已经批复的建设项目等方面的大量约束条件，并将政府、规划师、投资商和市民四方作为推动城市发

展的四股力量，要求各方按照各自的目标导向，对职业、居住、商业、医疗、教育及休闲这六元功能进行决策，通过该博弈模型，自动回避不适宜建设地区，以及生成六种主要功能的布局结果，由此构成决策的智能配置，从而辅助规划师进行用地选择<sup>[10]</sup>。

杨俊宴教授团队在城市大数据全息平台的研究中提出“动、静、显、隐”四种大数据应用范式。其中，“动”是指具有高精度、即时性且随时间动态变化更新的大规模城市动态数据；“静”是指城市中相对稳定的物质空间形态的数据信息，如城市中含有三维高度信息的建筑物、道路网、自然高程地貌等静态数据；“显”是指由于周围环境对人的影响而使人产生对空间环境的直接经验认知的显性数据；“隐”是指隐含在城市空间中不被直接感知、支撑城市有序运营的数据信息，如社会、生产、生活及各类型服务职能 POI 的空间位置、数据集成等隐性数据。在此基础上，杨俊宴教授指出可以通过整合这四个维度的大数据集成分层建构城市大数据全息平台，从而更好地为城市规划和设计服务<sup>[11]</sup>（图 1）。

朱钥和李琦教授的团队构建了城市空间智能计算平台，以现代 GIS 技术为基础，通过建立社会问题、经济问题及环境问题与空间活动模型之间的关系，剖析城市复杂问题，进而分析、计算和展示人类空间活动的规律，为智能规划、解决社会问题提供科学支持<sup>[12]</sup>。张林军等以计算机模拟生态技术为研究对象，对若干生态模拟技术软件进行了不同方向和层面的归纳总结，并在此基础上探究了在居住区规划设计过程中计算机生态模拟技术的应用，其研究成果在上海 2010 世博会最佳实践区设计案例中得到了应用<sup>[13]</sup>。上海脉策公司通过设计房地产人工智能专家系统，实时获取不动产市场数据和客户数据，进行机器学习，生成机器学习模型，从而实时地输出包

括购买、到访、竞品及价格等在内的多维结果的预测,从而辅助房地产商进行房地产产品的选址、定位、定价、调价、市场营销及后续的服务(表2)。

2 人工智能深度参与加深规划从业人员职业分化

以深度学习和机器学习为代表的人工智能已经进入了规划行业,随着人工智能技术的进一步发展,其必然会更加深入规划,这也引发了规划从业者是否会被替代的恐慌。蔡凌豪教授认为,人工智能可以辅助人脑在人工设定的方向更加快速、清晰地认识世界,并在此基础上预测可能性,但无法产生独立性和创新性的思考。简而言之,人工智能不能帮“我”创造,但可以帮助“我们”观察和思考。王鹏提出,设计师的工作内容分为程序性劳动(包括基础资料的收集和整理、对现实场景的分析和评价等)与创造性工作,程序性劳动会被替代而创造性工作则不会被替代。范凌在讨论设计师和人工智能的关系时提出“脑机比”(即人脑与机器的比例)概念,指出机器成分的扩大会使非设计工作中

的人类价值缩小,而对于设计工作,机器成分变大反而会激发人脑的潜能,使之进化甚至释放。

总体而言,国内较多学者认为,由于设计工作中涉及伦理性、创造性及价值判断,人工智能并不能替代设计师的工作,但可以大幅减少设计师的程序性劳动,使设计师留出更多的时间进行创造性设计<sup>[6]</sup>。因此,笔者认为,在机器产生自我意识之前,人工智能既不会全面替代和解放设计师的劳动,也不见得重构规划工作的现有制度(分析—制定方案—决策—反馈—修正方案)。但几乎可以肯定的是,设计师的职业分工、流程的分化和机构的分化将更为显著。

2.1 大概率衍生信息采集、数据处理分析、辅助决策、政策释译职业分化

规划行业的信息化,即规划的信息化、规划信息的数据化、信息数据的知识化、决策的信息化(文本、图像)必然会带来类型丰富的工作,笔者将其分为四类,信息采集、数据处理分析、辅助决策和政策释译,在竞争压力下,专业化趋势加剧,四种工作类型进一步专业化则会形成职业分化(表3)。

2.2 工作模式从单一职业、人工主导、流程参与式到多职业、人机交互、灵活合作式

传统的规划制定过程遵循狄格斯提出的调查—分析—规划三段论,该过程在单一职业中进行,是以人工为主导,从业者多过程介入的流程参与式。笔者认为,在新的模块化、网络化发展趋势下,规划制定过程在狄格斯三段论的基础上转向多职业合作、人机交互以及灵活的合作方式。这意味着规划工作的开展不再局限于规划团队内部,不再受限于团队的成员数量和团队的成员组成,专业化的趋势促使部分工作采用外包的形式,从而促使规划更加高效的开展。在专业化趋势逐渐增强的趋势下,竞争也将越来越激烈,规划从业者需要更加明确自己的专业化定位,培养自己的核心竞争力,以与更多的资源产生联结和交换。

在专业化、模块化及网络化的背景下,多职业之间的合作将是主流趋势,规划可以与计算机、社会学家、生物学家、行为学家等进行实质性的交流,从而对规划产生实际性的推动。与此同时,规划工作将被进一步细分,从业者的职

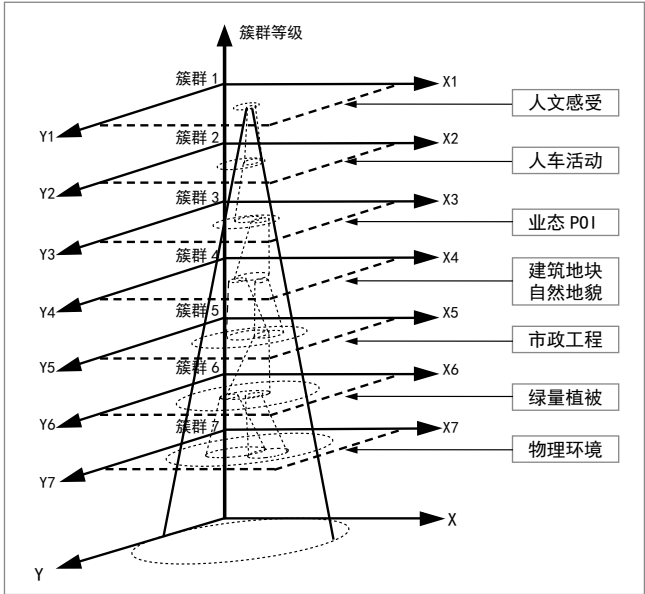


图1 城市大数据全息平台的分层建构图<sup>[11]</sup>

表2 新兴技术及其研究团队

| 团队           | 新技术         | 用途                                                        |
|--------------|-------------|-----------------------------------------------------------|
| 吴志强院士团队      | 城市智能信息化模型   | 进行多主体博弈,进行职业、居住、商业、医疗、教育、休闲这六元功能智能配置,辅助决策                 |
| 杨俊宴教授团队      | 城市大数据全息平台   | 提出“动、静、显、隐”四种大数据,并通过整合这四个维度的大数据集成分层建构城市大数据全息平台,服务于城市规划和设计 |
| 朱钥、李琦教授团队    | 城市空间智能计算平台  | 剖析城市复杂问题,分析、计算和展示人类空间活动的规律,为智能规划、解决社会问题提供科学支持             |
| 张林军、吴志强      | 模拟生态技术      | 探究在居住区规划中的生态模拟技术的应用                                       |
| 上海脉策数据科技有限公司 | 房地产人工智能专家系统 | 辅助房地产专家进行房地产产品的选址、定位                                      |

表 3 人工职能引发的城乡规划职业分化、技能要求、工作内容与合作方式

| 职业         | 技能要求                                         | 工作内容                       | 合作方式 |
|------------|----------------------------------------------|----------------------------|------|
| 信息采集       | 熟练掌握智能软件及编程语言<br>清晰地把握数据结构                   | 解析数据源的结构，编程<br>代码，爬取数据     | 一对多  |
| 数据处理<br>分析 | 数据筛选、整合、分类能力<br>数据分析软件的熟练应用<br>掌握数据分析模型及表达输出 | 处理分析数据、表达输出                | 一对多  |
| 辅助决策       | 多学科综合能力<br>理解分析能力<br>综合协调能力<br>沟通能力          | 帮助决策者分析、细化决<br>策内容，促使决策落实  | 一对多  |
| 政策释译       | 美学审美<br>信息表达                                 | 通过信息展示软件及网站，<br>将政策图示化、音频化 | 一对多  |

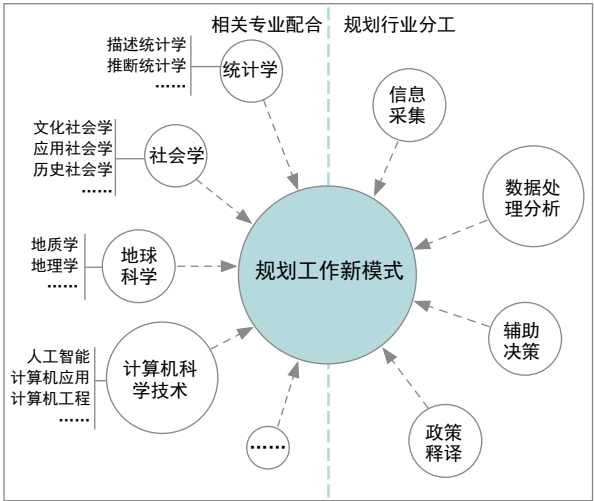


图 2 人工智能深度参与城乡规划诱导多学科交叉、多职业合作的新工作模式

业产生分化，促使规划工作的完成也需要多职业的合作（图 2）。

规划工作由人工主导转向人机交互。传统的规划工作由人工主导，由规划师根据经验进行价值取向，缺乏科学依据。而在新的趋势下，规划师将通过人机交互界面与规划智能系统交流，将机器的理性与规划师的感性经验结合，从而得到更加合理、更加科学的规划方案。

规划工作将由传统规划的多过程程式参与转向模块化灵活式参与。在传统规划中，规划工作由一个团队承担，团队成员需要参与从前期调研、资料收集分析、方案制定、成果制作的全过程或者多过程，是流程式参与，规划从业者因大量基础工作而耗费大量时间，而方案思考与制定实践的时间则被压缩，致使方案可实施性较弱，科学性不强。在新的趋势下，规划工作转向模块化灵活化参与。规划职业分化而促使专业性增强，规划从业者完成特定工作，而非流程式参与，是单个工作的效率提升，进而整个过程由多个高效工作模块组成，提升了整体的效率及专业化程度。与此同时，规划从业者也不必局限于一个项目，而是参与多个项目的相似环节，从而拓宽了规划从业者的工作范围。

3 人工智能时代规划行业、教育及从业者应对策略

伴随着人工智能和数字技术的发展，规划行业已经产生新的市场需求和新的技能需求，并将进一步发展和扩大这些趋势。在该趋势下，新的市场需求要求规划资格认证机构、规划教育机构等相关组织进行优化。同时，新技术需求要求规划从业者重塑自身的定位、更新自我的知识储备，才能够在职业分化加剧、专业竞争增强的行业内提升竞争力。

3.1 创新人工智能时代规划行业资格认证及教育培养新模式

3.1.1 探索增设面向人工智能职业分化的“模块化职业资格认证”新模式

在现阶段注册城乡规划师职业资格认证模式的基础上，基于人工智能时代规划工作人员在信息采集、数据处理分析、辅助决策、政策释译中衍生的新型行业分工，在职业资格认证过程中探索新增相应的模块化认证。模块化认证的特点有：①非强制性全覆盖认证，即并非所有规划行业工作者均必须通过模块化认证。②选择性认证，即根据个人在规划工作中接触的人工智能应用经验

或目标导向，在信息采集、数据处理分析、辅助决策、政策释译中选择任意模块。③多元形式认证，以实践操作为主要导向，倡导从“考卷式”向“场景式”认证环境的转变。不同模块认证的形式不要求统一，如专业规划场景与特殊规划问题模拟。④专项化继续教育认证，对应信息采集、数据处理分析、辅助决策、政策释译等四个职业资格认证模块，增设专项化继续教育环节，将传统“全域学分”转变为“定向学分”，更加强调在专项模块内部的操作积累。

3.1.2 适应人工智能职业分工趋势，增强规划教育改革“对口精细化”程度

“对口精细化”包括三方面内涵：①在本科高年级，新增人工智能相关专业技能训练；在硕士研究生培养阶段，依据各单位教育基础及优势领域，差异化地凝聚出若干基于人工智能规划工作模块的精细化研究团队。②建立规划教育实践基地应从局限于“规划设计院所”拓展至人工智能相关新兴机构，如“城市联合创新实验室”“规划行业人工智能及数据研发应用公司”等；相应的“校外导师”也应由现阶段的“建—规—景”行业工作者向具有人工智能背景的更广大行业工作者拓展。③全国高等院校城乡规划学科专业

指导委员会设立的各类专业实践平台应积极借助教学研讨、设计竞赛和联合毕设的契机,大力融入人工智能语境。

### 3.2 提高人工智能时代规划从业者的适应性与竞争力

#### 3.2.1 重塑自身定位

人工智能及数字技术的发展将进一步加强职业分化,在专业化加强的趋势下,竞争将愈发激烈,规划从业者也将从传统的多专业、浅层次学习转向针对性、专业化学习,因此规划从业者必须根据自身的特点、市场的需求对自己进行清晰的定位。笔者依托研究结论中职业分化的四种类型,即信息采集、数据分析处理、辅助决策及政策释译,分别提出相应的技能要求、工作内容,以供规划从业人员进行自我判断并找准定位,有的放矢地提升自身技能。

#### 3.2.2 更新知识储备

新的自身定位,要求新的知识储备。在传统的规划教学和规划工作中,规划从业者积累了较多的地理学、文学、社会学及美学等相关知识,但在职业分化的趋势下,传统的知识储备已不足以使从业者在竞争中取得优势,在人工智能的大背景下,培养综合全才型到技能专业型人才需要规划从业者依托传统面授教学及线上各教学平台,如网络教学软件、公众号等补充计算机科学技术和数学等相关知识,以适应人工智能时代的需要。

#### 3.2.3 探索转化途径

在已有的工作和学习基础上,规划从业者应基于现状,探索转化的途径。在职业分化的大趋势下,规划从业者的工作将从传统的树状从属转变为社会网络链接,即规划从业者的专业性加强,从而促使工作内容的专业化。在这个趋势下,从业者将不再局限于某一个团队,而是作为社会工作网络的一个单元,在多个团队中承担专业化的功能。规划从业者应以此为契机,逐步增强自身的专

业化水平,从而在社会工作网络中产生更多的联结,在竞争中获得优势。

### 4 结语

人工智能已经进入了城乡规划行业,其应用将进一步拓宽。国务院在2017年印发了《新一代人工智能发展规划》,提出以人工智能“推进城市规划、建设、管理、运营全生命周期智能化”的要求,从政策角度明确了人工智能在城乡规划中的重要性,因此规划从业者需要对人工智能的到来做好准备,从而更好地调节自我,适应时代的要求。

本文分析了城乡规划语境下的人工智能规划内涵,梳理了人工智能引导规划发展的态势,得出三点结论:首先,人工智能概念在城乡规划语境下,具有五个内涵;其次,人工智能引导城乡规划行业出现两个新态势,即三类新型机构引导人工智能及大数据市场需求增加、新兴技术及其研究团队促使规划转型及辅助工具升级;最后,人工智能深度参与,加深规划从业人员的职业分化,即大概率产生信息采集、数据处理分析、辅助决策及政策释译四个方面的职业分化,以应对规划工作在未来短期内的变化。同时,规划从业者的工作模式也相应的发生变化,即从单一职业、人工主导、流程参与式转变为多职业、人机交互及灵活合作式。

笔者建议,规划资质认证应探索增设面向人工智能职业分化的“模块化职业资格认证”新模式,规划学科教育适应人工智能职业分工趋势,增强规划教育改革“对口精细化”程度,规划从业者应重塑自身的定位、更新自我的知识储备,积极探索转化途径,才能在网络联结的新竞争环境中取得优势。

### [参考文献]

[1] 吴志强. 人工智能辅助城市规划[J]. 时代建筑, 2018(1): 6-11.

- [2] 张天尧, 张衍春, 洪世键, 等. 健康维度下可持续性研究框架解读与重构[J]. 地域研究与开发, 2017(4): 1-6.
- [3] 单卓然, 张衍春, 黄亚平. 健康城市系统双重属性: 保障性与促进性[J]. 规划师, 2012(4): 14-18.
- [4] 张衍春, 边防. 行政管理体制改革背景下规划审批制度优化对策[J]. 规划师, 2014(4): 28-32.
- [5] 祝春敏, 张衍春, 单卓然, 等. 新时期我国协同规划的理论体系构建[J]. 规划师, 2013(12): 5-11.
- [6] 蔡凌豪, 范凌, 赖文波, 等. 设计视角下人工智能的定义、应用及影响[J]. 景观设计学, 2018(2): 56-63.
- [7] 刘伦, 刘合林, 王谦. 大数据时代的智慧城市规划: 国际经验[J]. 国际城市规划, 2014(6): 42-47, 69.
- [8] 王建国. 基于人机互动的数字化城市设计——城市设计第四代范型刍议(1)[J]. 国际城市规划, 2018(1): 1-6.
- [9] 杨俊宴. 全数字化城市设计的理论范式探索[J]. 国际城市规划, 2018(1): 7-21.
- [10] 吴志强, 甘惟. 转型时期的城市智能规划技术实践[J]. 城市建筑, 2018(3): 26-29.
- [11] 杨俊宴. 城市大数据在规划设计中的应用范式: 从数据多维到CIM平台[J]. 北京规划建设, 2017(6): 15-20.
- [12] 朱钥, 李琦. 城市空间智能计算平台研究[J]. 地理与地理信息科学, 2011(1): 11-15, 20.
- [13] 张林军, 吴志强. 居住区规划设计中计算机生态模拟软件运用的评价与优化[C]// 国际绿色建筑与建筑节能大会论文集, 2010.

[收稿日期] 2018-09-10

# 城乡规划全生命周期智能化探讨

□ 黄芸璟, 余 辉, 余 颖

**【摘 要】**技术升级革新和社会价值取向更新是规划行业改革发展的两大推动力。将机器学习人工智能技术引入城市规划设计领域之中,并没有忽视和低估人类智慧在规划全过程中的主导地位,而是更加着眼于通过全面、客观和高效的新一代智能化辅助工具,将规划师从繁琐的素材梳理、编排、抄写等高强度工作中解脱出来,更好地发挥创意和高水平思辨能力。随着我国计算及信息产业水平的不断提升,规划设计的信息基础设施支撑环境将实现从单机或局域网水平向高性能云计算平台升级,进而实现从单一专门化简单支持模型向机器学习等高智能化 AI 技术支撑的跃升。结合城乡规划全生命周期——规划框架的构建、规划方案的编制、规划成果的实施,可进一步讨论并展望机器学习 AI 技术的深化应用潜力点。

**【关键词】**人工智能; 时空间行为数据; 语义分析; 智慧城市

**【文章编号】**1006-0022(2018)11-0026-08 **【中图分类号】**TU981 **【文献标识码】**A

**【引文格式】**黄芸璟, 余辉, 余颖. 城乡规划全生命周期智能化探讨 [J]. 规划师, 2018(11): 26-33.

Full Life Circle of Intelligent Urban Planning/Huang Yunjing, Yu Hui, Yu Ying

[Abstract] Technological advance and social value option are two major forces that pushes urban planning reform. Introduction of Artificial Intelligence (AI) into urban planning will not deny human dominance but help planners relieve from tedious routine job and focus on creative thinking. Computing and information technology will develop from single or LAN towards cloud computing and machine learning. With full life circle of urban planning, the framework, proposal compilation, planning implementation will be further applied with AI technology.

[Keywords] AI, Space-temporal behavior data, Semantic analysis, Smart city

## 0 引言

人工智能的整个发展过程主要集中在欧美国家,无论是以逻辑主义为基础的第一次浪潮,还是以连接主义为代表的第二次浪潮,亦或是以深度学习为核心的第三次浪潮。尽管我国在深度学习的应用方面取得了巨大的进步(如国内的百度、阿里巴巴和腾讯都有出色的人工智能产品,国内的其他人工智能企业也如雨后天春笋般涌现),但是现有人工智能理论尚无法支撑现有应用的跨越式进步,尤其是人工智能在城乡规

划中的应用。我国要想在以人工智能为核心技术的城乡规划建设中走在前列,就需要从城乡规划生命周期着手,实现全流程智能化转型。

面向规划框架,通过大数据的引入,实现“数字化—信息化—知识化”的转变,全面支撑“规划委托—规划编制—规划审查—规划实施—规划修编—规划委托”这条闭环链条上的各环节。通过智能化封装数据、模型和标准规范,为所有主体提供更为友好的应用模式。

面向规划编制,机器学习 AI 技术对非结构性信

**【作者简介】**黄芸璟,教授级高级工程师,注册城市规划师,现任职于重庆市规划设计研究院。

余 辉,教授级高级工程师,注册城市规划师,现任职于重庆市规划设计研究院。

余 颖,教授级高级工程师,注册城市规划师,重庆市规划和自然资源局总规划师。

息的规律提取与并行化、高速化结构性预测模型的结合,可将社会经济、产业发展、交通、环境和土地资源利用等多目标约束下的发展图景进行更大尺度、更精细粒度的模拟与时空推演,并逐步实现规划编制成果从静态的、割裂的蓝图片段向动态、连续、多情景结论的协同化数字平台成果的演进。

面向规划实施,机器学习 AI 技术持续海量地从规划成果、专家智慧和公众意愿反馈等知识来源中进行规律挖掘与分析,将更精准地把握规划方案和城市发展需求之间的契合程度,从而构建智能化全方位的实施评估支持系统。

## 1 人工智能的发展趋势

国务院近日印发我国第一个人工智能规划《新一代人工智能发展规划》。这个具有里程碑意义的规划,对人工智能发展进行战略性部署,确立“三步走”目标,力争到 2030 年把我国建设成为世界主要的人工智能创新中心。

“三步走”是指到 2020 年,人工智能总体技术和应用与世界先进水平同步,人工智能产业成为我国新的重要经济增长点,技术应用成为改善民生的新途径;到 2025 年,人工智能基础理论实现重大突破,部分技术与应用达到世界领先水平,人工智能产业成为带动我国产业升级和经济转型的主要动力;到 2030 年,人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平,我国成为世界主要的人工智能创新中心。这将意味着我国智能经济、智能社会取得明显成效,为跻身创新型国家前列和经济强国奠定重要基础。

“人工智能”这一概念的提出至今已有 60 多年,在互联网和大数据的推动下正全方位地改变着人类生活。相关专家和人工智能业界普遍认为,人工智能的发展已进入新阶段,呈现出深度学习、跨界融合、人机协同、群智开放和

智能操作等特征。与所有颠覆性技术一样,新一代人工智能具有高度的不确定性,因此需要统筹谋划、科学引导。人工智能技术也是一把“双刃剑”,可能带来改变就业结构、冲击法律与社会伦理、侵犯个人隐私、挑战国际关系和准则等问题。因此,需要最大限度地降低风险,确保人工智能安全、可靠、可控的发展。

## 2 实现城乡规划构架的智能提升

### 2.1 城乡规划框架的“三化”

智能时代的到来,为城乡规划由“静态”向“动态”转变提供了切实的技术支持。海量、多源、时空的大数据的出现不仅可以促进规划编制精细化,还可以及时发掘规划实施过程中存在的问题及其他信息,为及时调整现有的规划提供重要的支撑。对应规划建设框架,需要通过大数据的引入,实现“数字化(面向规划业务,支撑专项管理系统的起步阶段)—信息化(面向规划管理应用,搭建数字规划平台的发展阶段,)—知识化(面向综合应用,完善三大应用平台的提升阶段)”的转变(图 1)。

面向综合应用的新型规划建设框架,重点是引入大数据和海量数据处理分析技术,以数据、模型和标准规范为核心要素,以相互联系又相对独立的三大应用平台为具体的应用形式,全面支撑“规划委托—规划编制—规划审查—规划实施—规划修编—规划委托”这条

闭环链条上的各环节。通过智能化封装数据、模型和标准规范,为所有主体提供更为友好的应用模式。其中,数据体系的最大特点在于引入了大数据,即分析应用的数据不仅包括传统的结构化数据,还囊括了更为丰富的半结构化和非结构化数据;模型的作用在于应用大数据开展各类分析应用;标准规范体系在于规范各项要素的建设和应用。三大应用平台分别服务专业规划编制人员、规划管理审批人员和社会公众等主体,平台之间保持数据、信息的共享,实现快速、弹性互动。

### 2.2 新型城乡规划框架的实现途径

智能化时代要实现规划建设的全面转型,需要从数据库体系建设、模型体系建设、标准规范体系建设、应用平台建设、人才队伍建设、机构与机制建设 6 个方面着手。

#### (1) 数据库体系建设。

数据是实现规划智能化建设的基础性资源,数据体系建设包括各类数据库建设和相应的数据技术建设。数据库包含的结构化数据库主要由规划成果数据子库、实时运行数据子库和社会公共开放数据子库等组成,其数据通过传统测绘、地理调查、社会经济数据空间化等技术进行采集和处理;数据库包含的非结构化、半结构化数据库的数据来源于各种非传统数据终端采集的图片、影像和文档等,主要通过网络数据挖掘、众包等方式进行采集和处理。此外,为了

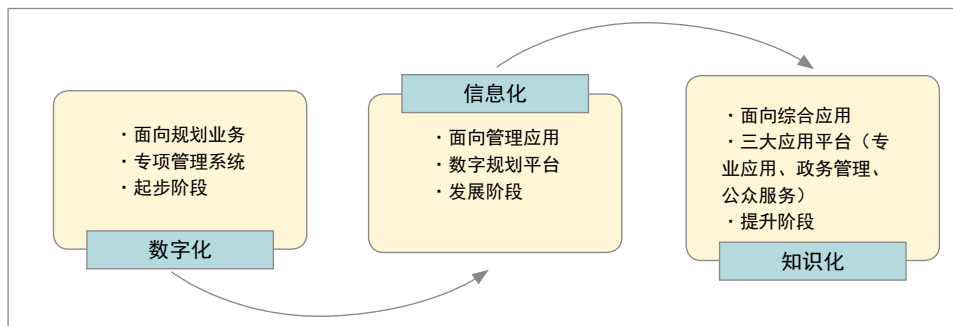


图 1 城乡规划构架的智能转变示意图

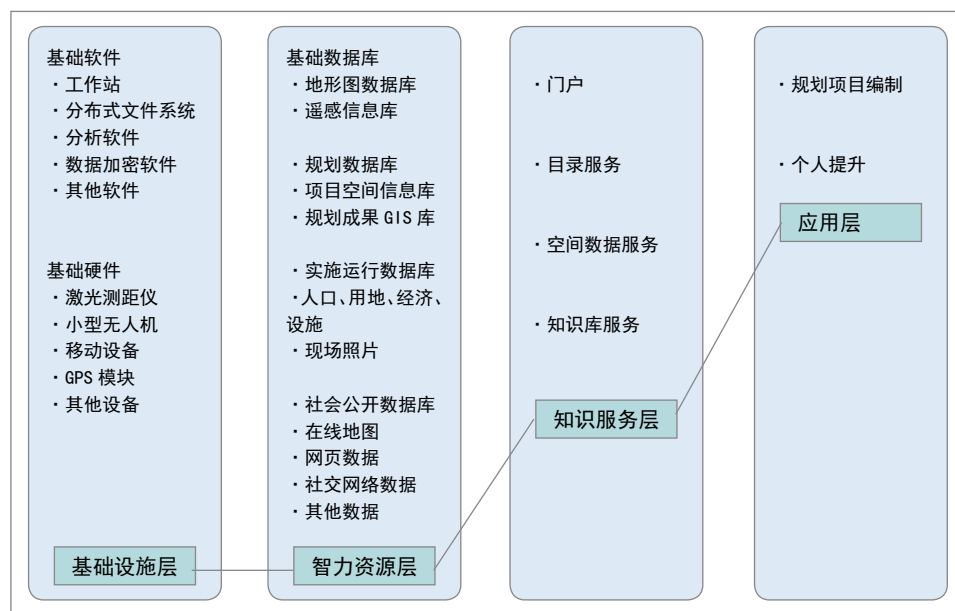


图2 城乡规划编制总体框架的4个层级框架图

便于半结构化和非结构化数据的分析应用，需要开展包括地址编码、数据挖掘等关键技术建设，以真正实现既能依赖结构化数据开展因果关系分析，又能依赖非结构化和半结构化数据开展相关关系分析这一目标，从而使得分析的空间尺度涵盖宏观、中观和微观层面。

#### (2) 模型体系建设。

模型是支撑规划建设全面转型的核心，模型体系建设包括各类模型的建设 and 相应的技术建设。模型可分为描述模型、分析模型、评估模型、影响模型及决策模型等，这些模型适用于结构化和非结构化的数据，能够支撑过程型和闭环型的规划流程实施。

#### (3) 标准规范体系建设。

标准规范的主要作用是用于保障新型规划成果能有效地服务规划科学化建设。标准规范体系建设包括大数据标准规范建设、模型构建标准规范建设和相应的分析应用标准规范建设。大数据标准规范建设的目的在于保障半结构化和非结构化数据被引入后的数据库能普适性地应用于规划各环节；模型构建标准规范建设的目的在于保障模型原理及参数设置的合理性，减少模型应用中由主观能动性的随意发挥导致的非科学化干

扰；分析应用标准规范既包括基于大数据的规划工作流程，又包括具体分析模型应用的标准规范。

#### (4) 应用平台建设。

应用平台建设包括硬件基础建设、网络建设、基础软件与应用软件研发、数据交换与共享系统建设等内容。依据应用主体的不同分类建设单一功能平台的技术已十分成熟，除上述基本建设内容外，如何在智能化时代构建起三大平台的联通机制，保障规划编制和管理审批主体能充分地掌握公众意愿与行为动向，同时保障公众能够充分了解规划实施的影响并切实参与规划过程决策，也是应用平台建设的重要内容。

#### (5) 人才队伍建设。

智能时代的城乡规划涉及更多行业领域，需具备多专业的基础知识，这决定了引入大数据后的规划建设急需复合型人才队伍的支撑，包括智能信息技术与规划技术的复合型人才、规划管理与规划编制的复合型人才等。

#### (6) 机构与机制建设。

在智能时代规划全生命周期的提升转型是一项复杂的系统工程，依赖于多主体共同推进。除了规划管理部门、规划业务部门，还需要引入和培育大数据

技术研发机构、面向规划的大数据分析机构，以及推进数据进一步开放的数据联盟等。在机制建设方面，为了推进人工智能和大数据在规划领域的应用，需要将系统化的现状分析、即时反馈的规划方案评估和规划实施后的监测评估适时纳入规划的法定流程中。

### 3 实现城乡规划编制工作流程的智能化

传统的城乡规划编制流程一般包括任务下达、前期调研、规划编制、方案汇报修改及上报4个阶段。在项目管理系统中下达规划任务后，编制人员在前期工作中需要在“一张图”系统中查阅内容相关的或位置临近的档案；在进行规划编制时，开展各项分析及方案构思；在汇报修改及上报阶段，需要进行必要的补充论证。

#### 3.1 总体框架及各层级具体内容

在智能化时代，笔者提出城乡规划编制总体框架应涉及基础设施层、智力资源层、知识服务层和应用层4个层级的建构并辅以政策法规与标准规范体系、安全保障体系，具体的规划编制工作流程如图2所示。

##### (1) 基础设施层。

基础设施层包括基础硬件和基础软件：①在对基础硬件进行分析的过程，除了常用的计算机设备以外，应深入挖掘城乡规划自身的需求，重点研究可提高规划现场调查效率的新式器材和智能设备。②基础软件的主要作用是辅助规划进行数据存储、分析和画图等业务工作，编制单位除了要熟练掌握操作系统、AutoCAD、ArcGIS 和 Photoshop 等系统工具软件以外，还应部署最新的信息化软件，改善工作环境。

##### (2) 智力资源层。

智力资源层主要包括对传统数据、基于大数据技术获取的数据和分析数据

的存储及管理。智力资源层是整个框架的核心,编制人员对于传统的基础地形数据、规划数据及城乡发展数据要进行空间数字化,形成“一张图”的基础底图。交通、电信数据是当前最能反映人们在城乡空间中活动规律的数据,每日的数据量都在千万以上,需要采用大数据的技术方法进行处理。结合社交网络、网络地图应用及政府信息公开信息,采用数据获取技术可方便地收集各专题信息,再通过数据模板将数据结构化,形成专题空间数据。同时,还要确保各类数据的存储安全和数据的版本管理,建立起各数据在空间和时间上的关联,确定数据动态更新的规则,规定数据读写调用的方式,采用数据挖掘、语义分析和统计分析等方法开展常规专题的定量分析。

### (3) 知识服务层。

知识服务层包括门户、应用服务和 服务管理。知识服务层中的门户是面向用户的第一窗口,其将有关智力资源、基础设施的信息存储为具有描述性属性对象的服务目录,供人们浏览、检索,再以推送的方式传递给具体使用人员。例如,管理人员在后台通过监控和统计的方式分析用户在编制项目时的近期需求与历史资料,分析、预测用户的需求,并采用推送的方式将项目相关的数据、案例和分析方法推荐给具体使用人员。应用服务是使用者主要操作的界面,借助空间分析、影像分析等服务调用智力资源内的数据,并加以计算,借助工作协助服务与项目组成员协同办公。在项目完成后,用户可借助服务统计、服务日志及私有云服务等总结相关的知识、技术等,充实完善应用层中的个人知识库。

### (4) 应用层。

应用层包括规划项目编制和个人学习。在各类规划编制的过程中,编制人员通过门户中的目录服务查找所需的信息,并根据推送的知识和数据开展工作。个人学习是编制人员自身业务水平提升

和知识体系完善的私有学习环境,包括根据主持参加的项目,关注的新闻、案例和技术信息,手动或自动进行资料分类、归纳和总结。另外,随着规划项目的编制,当中形成的规划数据、成果也形成类似规划成果 GIS 查询系统、规划建设计划跟踪系统等信息化产品,提供规划产业链的延伸服务。

## 3.2 基于大数据的规划编制工作流程

根据上述提出的总体框架,规划任务在下达、前期调研、编制及上报阶段的主要工作流程如图 3 所示。在规划任务下达阶段,服务管理后台根据监测到的任务情况,采用语义解析技术,分析该任务所需的规划资料和规划知识。当编制人员登录门户时,服务管理后台将提示可用的信息,编制人员可通过目录服务查找其他资料。在前期调研阶段,采用多种智能硬件,快速获取现场的相关信息,并通过数据处理服务形成可计算分析的数据。知识服务层中的空间数据服务和知识库服务将推送来的各类数据进行结构化处理。在规划编制阶段,调用知识服务层中的数据空间分析和工作协同服务,同时调用智力资源层的相关数据和知识,以及基础设施层中的分析软件,满足编制人员的数据需求。在规划汇报、修改和上报阶段,需要按

照编制阶段使用的各个服务修改完善规划。

采用基于大数据的规划编制工作流程,规划编制人员将获得更多与项目相关的数据、“菜谱”式的分析方法及适用范围说明、快速便捷的分析工具和更好的个人知识总结工具。编制人员将主要精力放在规划方案的构思和分析上,规划编制工作将更加智能、高效和科学。城乡规划大数据的建设要求不仅要有海量的数据,还要重视数据的价值密度。在大数据建设过程中,应注意以下 5 个方面内容:一是提升规划编制的智能化水平,完善网络化的城乡数据渠道方法;二是加强规划数据的标准化建设,进一步整合现有传统数据、互联网数据及移动数据资源;三是创新规划大数据分析应用方法,促进基于大数据的城乡规划的科学编制和管理;四是建立基于大数据分析的规划编制支持服务系统,融合地理设计的方式,利用大数据的支撑,强化学科的交互融合;五是构建并完善规划编制技术创新体系,推动规划大数据的服务产业化进程。

## 4 实现规划方案编制过程的智能化

目前在规划行业信息化系统中,决策支持模块广泛采用国际上 20 世纪 80

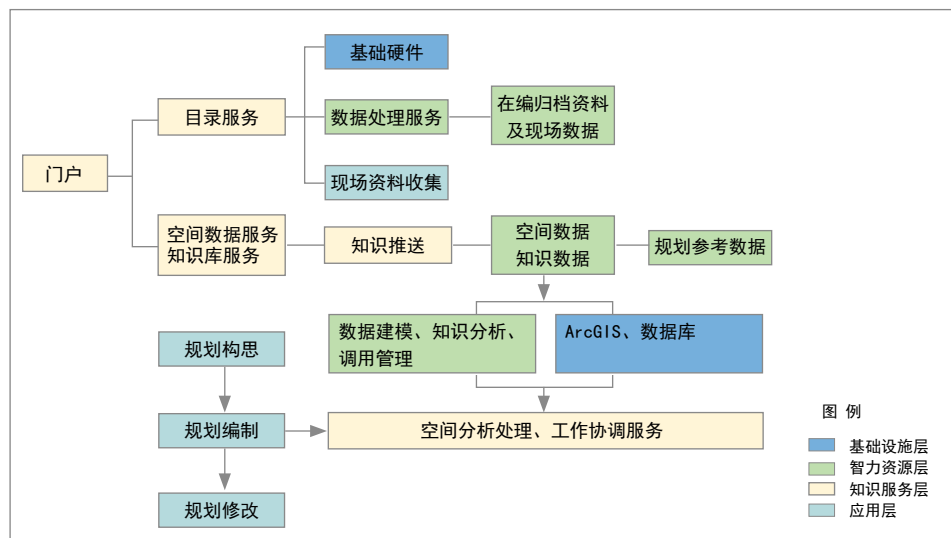


图 3 基于大数据的规划编制工作流程图

年代提出的原包自动机 (CA) 和多智能体等经典算法内核，决策仿真的变量个数和边界条件复杂度都有很大局限性。为进一步实现模拟仿真能力的提升，并行化计算是目前常用的技术路线。例如，分别来自加拿大的 SOFTIMAGE 公司和英国的 Quadstone 公司开发的 PAR AMICS 系统及德国 PTV 公司开发的 VISSIM 系统，都以并行化仿真为技术升级路线；基于 CA 城乡用地模拟的并行化效率提升也成为学术界研讨的热点。遵循这样的技术路线，模拟预测的训练数据仍局限于结构化类型数据，机器学习 AI 技术更为擅长的非结构化数据无法被挖掘和提取，而在大数据时代，大量累积的 AI “学习素材”正是监控视频、遥感、社交网络、街景等非结构化数据。作为一名规划工作者，需要深度学习技术的拓展和现有规划决策模型的升级知识，形成一套知识化和智慧化的新模式，促进实现城乡品质、活力及生态人居环境等多维度、多要素和立体化模拟预测。

4.1 规划方案编制的智能化应用——大规模时空行为数据

4.1.1 时空行为数据产生的作用

早在 20 世纪 70 年代，雷恩陶普 (Lenntop) 在时间地理学理论的基础上开发了计算机模拟模型，对交通规划方案等进行了有效模拟。随着 GIS 技术、复杂计量模型和多智能体模型（基于模型的反射型智能体）等新技术在城乡规划编制中的应用，城乡规划方案的制定和评估等工作日趋定量化、信息化、系统化。

时空行为研究能有效推动微观、精细化、时态化的城乡模型发展。一方面，大规模时空行为数据在城乡规划编制过程中的使用，为城乡功能区的识别、城乡用地现状分析和城乡用地功能结构的评价等提供了良好的数据基础。早期的城乡功能区识别工作多基于遥感影像或土地利用勘测数据，划分的功能

表 1 常见规划类型中时空行为数据应用一览

| 规划类型   | 运用方向   |               | 主要内容                                                                                                                                                             | 规划案例                                              |
|--------|--------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 法定城乡规划 | 城镇体系规划 | 城市群研究         | 以人口短期流动数据为基础，借助复杂网络理论，建立基于距离阻尼的 k 壳分解算法，以此对全国城市群的发展现状进行评价                                                                                                        | 基于短期人口流动数据的全国城市群识别研究                              |
|        |        | 空间联系度及腹地研究    | 要素流分析：对不同层次空间的要素流特征进行分析，包括经济流、客货流、信息流和金融流等，进而测度都市区空间综合联系强度；影响腹地测度：通过多源数据分析，采用 USAP 软件，综合测度城市的腹地范围                                                                | 区域协同与济南都市区空间布局专题研究                                |
|        |        | 都市圈研究         | 量化主要城市在不同圈层空间上的演变特征，使用 20 年的时间序列数据，进行识别运算、可视化表达与聚类运算；从社会、经济与文化 3 个方面，定量表达全国尺度上的区域同质性与异质性                                                                         | 中国都市圈研究、京津冀都市圈研究、凯里都市区经济圈一体化规划                    |
|        | 城市规划   | 总体规划—空间结构     | 充分利用各种新型数据源（网络开放数据、行业大数据），结合传统数据，依据总体规划编制的需求，针对城市不同尺度下的空间绩效问题进行研究，以量化的分析结果为各专题分析和规划方案编制提供决策参考                                                                    | 青岛市城市总体规划、长春市城市总体规划（2017—2035 年）                  |
|        |        | 总体规划—人口分析     | 利用百度商业人口地理平台获取常住人口空间分布情况，并根据统计年鉴数据使用中国科学院地理所使用的定量空间模型对 300 m 网格进行赋值，做出百度常住人口和统计年鉴常住人口分布图，进行对比分析找到人口分布差异存在的原因；对百度人口数据的精准性进行验证                                     | 百度大数据与多源数据的人口校核分析                                 |
|        |        | 总体规划—交通分析     | 通过分析面向人口流动、轨道人群、公交车与出租车等基于各类出行方式的多对象时空交通大数据，从不同维度探索城市现状各类交通出行活动的规律及行为模式，为交通结构和设施的优化提供依据                                                                          | 保定市综合交通体系规划、苏州市综合交通体系规划                           |
|        |        | 总体规划—公共服务设施分析 | 基于 FLUS 模型的城市用地增长模拟与预测；基于马尔可夫链的城市用地增长预测；基于逻辑回归的人口增长模拟；基于手机信令统计人口空间分布情况，以及推导人口增长情况，利用大数据为城市空间集聚发展趋势预判提供基础支撑                                                       | “以人为核心”背景下广州市基本公共服务设施均等化系列研究                      |
|        |        | 总体规划—地下空间     | 利用某社交软件用户密度数据和 POI 数据分析区域内人口空间集聚情况和各类设施的空间布局情况；结合用地、交通、地质地貌等数据进行综合分析，提取地下空间开发适宜区域                                                                                | 新都区地下空间开发利用规划                                     |
|        |        | 总体规划—历史文化保护   | 一方面基于该城市的历史文化价值和旧城的交通承载量测算，结合全面地毯摸查和 GIS 三维空间技术，解决部分未纳入历史保护体系的问题，强化保护控制范围，协调道路红线和历史保护紫线两条线；另一方面划定保护街区复建范围，制定建设控制指引，并进行典型街道的精细化设计                                 | 广州历史文化名城保护规划、骑楼街保护规划                              |
|        |        | 控制性详细规划       | 利用百度商业人口地理平台获取该区域居住人口及就业人口空间分布情况，并分析出在该区域就业的人口的来源地分布情况；利用公交 IC 卡数据分析该区域公交的可达性，评估公共交通线路及车站配置的合理情况                                                                 | 历史文化示范片区控制性详细规划                                   |
|        | 镇规划    | 总体规划及详细规划     | 使用了网络爬虫数据抓取技术、空间分析技术和层次分析技术，从不同空间层次挖掘城镇所在区域的整体发展态势，进而确定该镇的发展方向与策略。利用中国农场交易网的农产品交易数据、百度 POI 数据、百度搜索数据、空气检测 AQI 数据、灯光数据和地级市规划文本数据等多源数据，从静态和动态两个维度，分析该镇的优劣势及区域的发展态势 | 碾庄镇总体规划与控制性详细规划（2018—2035 年）、柳新镇总体规划（2017—2035 年） |

续表 1

| 规划类型          | 运用方向     | 主要内容                                                                                                                                                                                                | 规划案例                                                       |
|---------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 非法<br>定规<br>划 | 规划       | 概念规划<br>利用复杂网络分析技术、核密度分析技术、层次分析技术、统计描述技术等分析成果,分析城市在区域经济和人口格局中的定位、城市空间结构、城市人口活力与经济活力、空间基因库。同时,通过大量的区域级、城市级和分区级数据,广泛采集国内外先进案例经验,为概念规划提供坚实的背景数据和案例数据,提高规划的科学性                                          | 武汉长江新城概念性规划、吉首高铁新城概念规划                                     |
|               | 旅游规划     | 通过手机信令统计整体游客量,分析各景区游客量变化趋势,并进行用户画像,分析游客行为特征。利用 NLP 系统进行文本语义分析,结合百度指数拓展关键词,最后将筛选出的关键词进行相关性分析采用多元回归需求预测模型和 ARMA 模型对旅游需求展开预测                                                                           | 舟山海洋旅游产业发展研究、建水旅游大数据服务项目                                   |
|               | “城市双修”规划 | 从活动强度和辐射范围两个角度进行城市空间功能的评估;老城区用地混合度较高,可以针对特定功能进行评估;通过对比居住人口和就业岗位的空间集聚情况,分析老城区总体的职住平衡情况;展现城市产业空间特征,同时进一步体现商业品质与活力                                                                                     | 泉州古城“双修”规划设计及重点地段概念性设计                                     |
|               | 战略规划     | 利用夜间灯光数据测算出的城市建成区演变可以清晰地看出城市空间拓展与城市发展战略的关系,也进一步明确了未来的发展走向。利用手机信令数据及百度人口数据可以清晰分辨出城市居住区和就业区的空间分布,并判断其合理性,反馈给新一轮的远景发展战略                                                                                | 青岛市远景发展战略                                                  |
|               | 设计       | 城市设计<br>运用 GIS 分析软件的 Kernel Density 分析模块,得到规划范围人口、设施热力图。通过空间适宜性分析模型、空间句法分析模型和风环境模拟模型,对规划方案进行多轮双向反馈后,形成最终的规划方案                                                                                       | 合肥中德智能制造国际创新园北区控规及城市设计、宁波中心城区总体城市设计                        |
|               | 评估、评价    | 规划评估<br>运用 POI 数据对全市各类设施总量和空间分布进行分析评价;评估总体规划确定的城市各类设施的实施效果和不足,为新一轮总规编制提供反馈。运用人口空间分布数据及人口迁徙数据了解现状城市内部人口空间分布状况和人口集中程度,与总体规划确定的人口规模和设施总量进行对比分析,评估规划达标情况                                                | 青岛市城市总体规划评估、某县城市总体规划(修改)2009—2030 年实施评估报告、宁波市公共空间规划评估与对策研究 |
|               | 策划       | 产业定位与策划研究<br>采用了网络爬虫数据抓取、多源数据整合、空间分析与可视化、统计与模型分析、文本语义分析、质性访谈分析等技术,从客流、物流、信息流、产业关联、产业集群、人的活动、旅游项目竞争分析、游客人群及偏好分析等方面进行了研究,重点挖掘区域的热点旅游资源、潜在客群、适宜的产业链及适宜的经营策略                                            | 基于大数据的枣林湾产业定位与策划研究                                         |
|               | 管理       | 城市管理<br>通过平台整合城市数据资源,建立数据长效众筹机制,形成动态扩充的大数据资源中心,支撑城市分析模型的运行。同时,形成开放性的模块框架结构,不断适应规划业务分析需求,为规划工作提供长效的决策机制。借助手机信令、互联网等大数据,以某市重点区域为示范研究对象,建立社会经济、人口出行特征、交通枢纽及内部的联系紧密度、公共活动中心识别等分析功能模块,支撑重点区域数据库建设和规划编制分析 | 中规院一数聚城市企业投资数据开发服务                                         |
|               | 其他       | 城市体检<br>依托源数据,多维度、多视角剖析该城市在省域内的地位和影响力,分析判断所在都市区的空间结构。结合分析结果,为区域协同发展、都市区同城化推进提出建议。构建城市体检指标体系,开展精细化的城市体征分析和专题评估;提出城市体检信息平台建设方案,以实现多元数据支撑的城市运营体征常态化监测                                                  | 中规院—厦门市面向精细化治理的城市体检                                        |

区显得过于粗放;而浮动车、公交刷卡和签到数据等反映居民行为特征的数据集与城乡路网数据、兴趣点数据(POI)等基础地理数据的结合,可以辅助进行高效率、高精度的城乡功能区识别。这在一定程度上降低了规划编制过程中现场勘测的工作量,以智慧化的手段减少了规划编制的成本。另一方面,通过分析城乡空间与居民行为的互动机制,可以模拟不同的规划方案及方案实施各阶段的居民行为响应,并以此为规划方案评价与选择提供决策支持(表 1)。

#### 4.1.2 时空间行为数据在多尺度空间的运用

通过分析城乡居民日常活动与出行的决策机制,可以辨识居民行为的制约因素。为城乡设施布局优化或相关管理政策的调整提供量化指标,从而辅助规划师及城乡管理者检讨已有规划或城乡管理措施中存在的问题,从而为城乡规划与管理提供更精细的科学依据。并且,时空间行为研究基于多源数据与不同活动类型等,可以多尺度透视城乡时空间体系。

在微观尺度的城市设计与旅游规划方面,以《广州站地区交通详细规划与城市设计》为例,DEM 数据帮助设计师更深入、直观地了解地块地形,结合地形推敲设计方案,分析城市设计中的山水格局、城市视廊和天际线的控制等。运用百度常住人口数据及手机信令数据发现城市人群的活动规律和活动分布,对城市用地和设计进行优化。以《建水旅游大数据服务项目》为例,通过手机信令,抓取进入旅游区域的游客,统计整体游客量、分天分小时统计分析每个景区的游客人流数量变化趋势,并分析用户的基本属性信息、用户画像,进行游客行为特征分析,统计游客来源地。

在城乡尺度的城乡空间规划与交通规划研究方面,以《长春市城市总体规划(2017—2035 年)》为例,运用百度实时人口数据、手机信令数据、POI 数据、

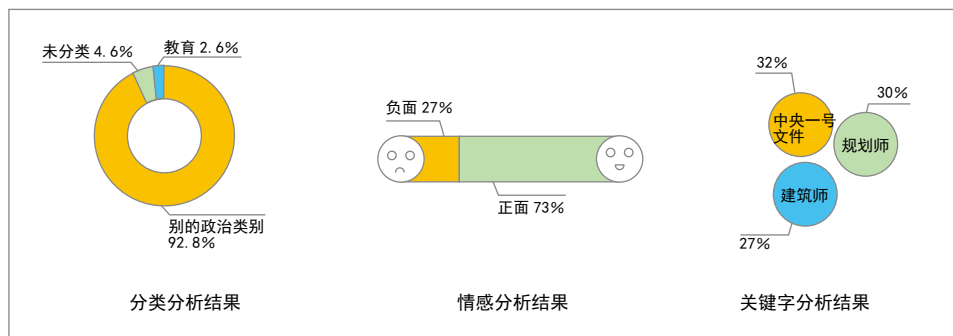


图4 文本资料的语义分析测试结果图

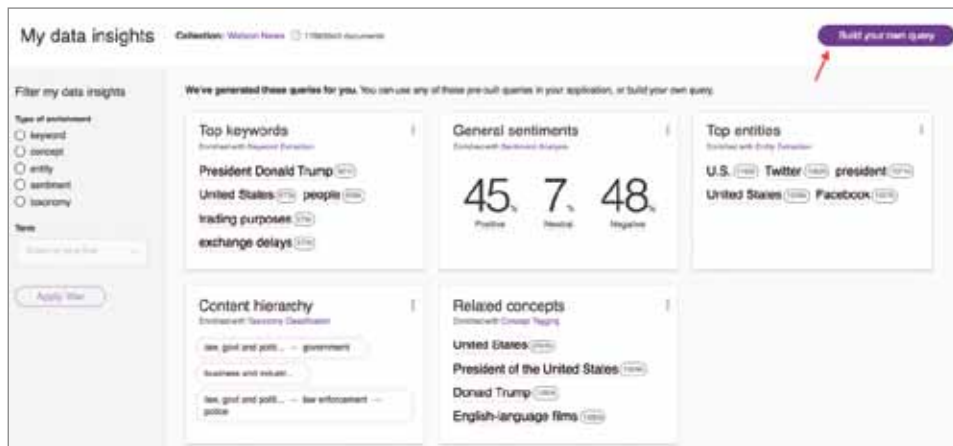


图5 Watson Discovery 分析新闻并收集洞察演示图

公交 IC 卡数据及车牌 OD 数据对城市各类功能区进行识别；同时，结合城市主要的通勤廊道，对现状城市空间结构进行分析评估并与上版总体规划的空间结构进行比对，找到可进行优化的空间。以《苏州市综合交通体系规划》为例，利用高铁和高速路网数据，判定城市的时空圈变化，为城市的发展策划提供支撑；利用手机信令数据，判定人口时空分布特征，探寻城市空间布局、路网形态与交通效率的相互关系，优化交通路径，提升品质体验。

在城镇体系规划层面，可以基于虚拟空间中的时空行为来透视城乡体系和区域空间结构。以《中国都市圈研究》《京津冀都市圈研究》为例，在国土尺度确定都市圈边界的过程中，基于百度 POI 数据，通过核密度分析与叠加计算进行都市圈核心的提取，进一步在全国道路网络的数据上进行阻尼计算得出都

市圈的基础边界，并基于微博数据通过展开语料挖掘，进行机器学习并完成核心城市的功能识别。

## 4.2 规划文本信息的智能化运用——语义分析

### 4.2.1 规划文本知识的深度挖掘

在城乡规划设计行业的日常生产流程中，自然语言信息广泛存在于成果文本、调研资料、会议记录、专家意见、公众评论和政策法规等形式之中，其中所蕴涵的知识与规律的重要性不亚于各类规划成果图件。目前，虽然文字处理软件和数据库系统实现了对文字信息的分类存储与检索功能，但并不能有效辅助规划师在编制规划成果时迅速、高效、全面地对已有文字知识库进行理解、提炼和再应用。规划文本写作人员往往凭借对现状调研海量资料“冰山一角”的模糊印象开展新的创作，不少规划文本

和政策文件表面上看文字工整、标题醒目，但很难做到逻辑严密、因果有据。

机器学习 AI 技术应用的热点领域之一是自然语言深度学习，可以提炼文本中的内在关系经验和规律。基于这一技术，可从海量学习文本型非结构化信息中提炼核心观点、文字表达情绪和语义元素相互联系规律的核心功能。

### 4.2.2 文本资料关键信息点的提取

继微软公司开发的 Cortana Intelligence Suite 平台提供英、西、日等语言的智能化分析服务和 API 服务之后，国内也涌现出了多家在线中文语言在线分析服务提供商，推出了符合中文特点的关键词、情绪分析和语义结构图等服务。以《关于聚焦乡村发展难题精准落实“五个振兴”的意见》首段为例，在腾讯文智中文语义分析平台上进行测试，情感分析结果为：73%为正面情感，该平台还对文本给出了词性分类和关键词提取的结果。在另一家在线分析平台语言云上，还可以进一步对每一个句子的内涵机构进行可视化描绘。基于上述模型提供的具有一致性和全面性的自然语言内在规律提炼评价技术，可进一步实现规划调研、成果编制、专家评价和公众参与全流程的自动化知识提炼及学习，并按照自我累积形成的规律提炼形成规划文本的核心信息纲要建议，助力于规划成果文本和规划政策文件的高水平质量管控，提升准确性和科学性（图 4）。

### 4.2.3 辨析提炼文本信息的内在逻辑联系

在 Watson 体系架构之下，IBM 公司曾提供了主流英文媒体网站文字的核心要素（包括地名、公司名和人名）之间内在逻辑联系分析的展示系统（网址为 <http://news-explorer.mybluemix.net/>）。该网站全天候对主流英文媒体网站的发稿开展深度学习分析，构建内容关联度模型和社会、经济、人物关系模型。向应用程序添加认知搜索和内容分析引擎以识别模式、趋势与可行洞察，

从而做出更明智的决策；将结构化数据和非结构化数据与预先填充的内容进行安全整合，并使用简化查询语言以避免手动过滤结果。系统可根据测试使用者提供的关键词，从其分析学习过的网站内容缓存中通过关联度模型筛选出最近100篇最具关联度的新闻稿，再基于系统学习获取的社会、经济、人物关系模型，分析并展示新闻内涵、公司、地名和人物之间的“空间—信息”关联度图谱。将这一技术应用于城乡规划全过程的文本信息内涵关系学习与提取中，将能获得展示经济地理空间和人类活动关联网络的规律性图谱，作为有效的规划依据和支撑工具（图5）。

## 5 规划实施中的运用——智慧城市

智慧城市是人工智能在规划建设中的实践产物，当前人工智能的发展速度、能力和应用领域大大超过了政府的预期，人工智能绝不仅仅是一个算法，智慧城市也不仅仅是技术应用，未来的智慧城市不但会撬动所有传统行业的改变，还将改变城市生活的方方面面，如人类的生活方式、思维习惯都将发生改变，并形成新城市文化内涵。区别于传统城市，人工智能会构造城市大脑，发出指令支撑城市的交通分流、能源调度、公共安全指挥、智慧城市综合信息融合、应急管理和智慧城管，现阶段主要集中在智慧城市模拟、大数据挖掘和社会服务3个方面的应用。

### （1）智慧城市模拟。

智慧城市的模拟功能主要是指利用人工智能模拟智慧城市规划和城市中人的行为等。智慧城市规划方案可以通过人工智能模拟对方案进行验证，对其在各方面产生的积极影响和消极后果进行评估，包括生态、环境、交通和经济等方面；利用人工智能对城市中人的行为进行模拟可以为城市规划提供依据，为城市管理决策提供支持，同时也能对可

能产生的风险进行预测。

### （2）大数据挖掘。

智慧城市会产生海量的大数据，包括智慧城市中的物联网数据、社交数据、能源消耗数据（水、电、气等）、交通出行数据、消费数据、物流数据和环境数据等。这些数据来源于城市基础设施、政府、企事业单位和遥感卫星等。它们当中蕴含着城市管理和规划所需要的大量知识，基于人工智能实现智慧城市数据挖掘获取这些知识将极大地提高城市规划水平和政府科学决策能力，在城市能源供给规划和管理、优化交通规划和城市生态环境、提高城市运行效率、减轻城市热岛效应方面具有极大的价值。

### （3）社会服务。

近年来，人工智能在技术层面实现了很多突破，如指纹识别、人脸识别等，这些技术催生了很多应用，如快捷支付、共享单车。这些应用极大地提高了人们生活的便捷度。在重复劳动方面，人工智能具有无法比拟的优势，因它不知疲倦。目前被替代的劳动主要是简单的重体力劳动和一般劳动。但重复性劳动还包括有智慧的重复劳动，如车辆驾驶、物流（包括智能配货、无人机送货等），这些都需要人工智能的参与。同时，在社会重点关注的医疗健康方面，依靠高速可靠的网络及可穿戴设备，人工智能将能够从远距离进行诊断甚至治疗，一些高水平医生不再局限于所在医院，将能够依赖智能辅助医疗设备跨距离诊断甚至进行手术治疗，这将极大地缓解医疗资源不均衡难题。

## 6 结语

总而言之，在人工智能时代，城市规划的方式将发生天翻地覆的改变。随着数字的集聚与共享，带来的不仅仅是机器智能的迭代升级，更重要的是开启了全民智慧。通过对各类城市海量数据的学习，从而建立起规则，预先检验将

要在实体城市中落地的所有决策。引用2018年杭州云栖大会上中国城市规划设计研究院杨保军院长的发言：“在未来我们将借助实时物联网运行的数据和虚实双生的城市，知晓每一寸局部变动对整体格局的影响，每一个宏观决策体现对个体感受的关怀。”通过规划技术的创新推动整个社会进步，这是每一位规划师的愿望。■

### 【参考文献】

- [1] 龙瀛，茅明睿，毛其智，等. 大数据时代的精细化城市模拟：方法、数据和案例[J]. 人文地理，2014(3)：7-13.
- [2] 黄鼎曦. 从机器学习视角探讨人工智能辅助规划编制的发展前景[C]//2016中国城市规划年会，2016.
- [3] 张翔. 大数据时代城市规划的机遇、挑战与思辨[J]. 规划师，2014(8)：38-42.
- [4] 安东尼·汤森. 智慧城市[M]. 赛迪研究院专家组，译. 北京：中信出版社，2015.
- [5] 甄峰，秦萧. 大数据在智慧城市研究与规划中的应用[J]. 国际城市规划，2014(6)：44-50.
- [6] 金贤锋，张泽烈，王博祺，等. 大数据时代规划信息化建设思考[J]. 规划师，2015(3)：135-139.
- [7] 维克托·迈尔·舍恩伯格，肯尼思·库克耶. 大数据时代——生活、工作与思维的大变革[M]. 杭州：浙江人民出版社，2012.
- [8] 肖建华. 智慧城市时空信息云平台及协同城乡规划研究[J]. 规划师，2013(2)：11-15.
- [9] 戚欣，姜春雷. 人工智能助力智慧城市建设[J]. 技术与应用，2017(9)：33-37.
- [10] 柴彦威，申悦，陈梓烽. 基于时空间行为的人本导向的智慧城市规划与管理[J]. 国际城市规划，2014(6)：31-37.

【收稿日期】2018-08-30

# 人工智能 2.0 时代可持续发展城市的规划应对

□ 武慧君, 邱灿红

**【摘要】**文章对人工智能 2.0 时代的理论内涵和技术前沿进行了梳理,指出人工智能新技术将对城市形态、城市运行、城市治理模式和城市文化产生重要影响,并提出可持续发展城市的规划应对措施,包括建立全流程、智能化的动态规划流程体系,精细化与人性化的空间治理,多元主体参与规划治理,建设混合、共享的高质量城市社区,以及构建多层次、系统化、高效安全的数据平台,有助于营造可持续的智能城市。

**【关键词】**人工智能 2.0; 技术变化; 可持续发展城市; 规划应对

**【文章编号】**1006-0022(2018)11-0034-06 **【中图分类号】**TU981 **【文献标识码】**A

**【引文格式】**武慧君, 邱灿红. 人工智能 2.0 时代可持续发展城市的规划应对 [J]. 规划师, 2018(11): 34-39.

## Planning Response of Sustainable Development City in AI v2.0 Era/Wu Huijun, Qiu Canhong

[Abstract] The paper reviews the frontier theories and technologies of AI v2.0 era, explores the impact of AI on the morphology, operation, governance, and culture of cities, and proposes sustainable planning shall include a set of measures: full course, intelligent, and dynamic planning; detailed and humanistic spatial governance; multiple stakeholders in planning governance; mixed and shared communities; systematic and safe database platform etc.

[Key words] AI v2.0, Technological change, Sustainable development city, Planning response

## 0 引言

随着大数据技术在日常生活中的应用越来越广泛,人工智能再次成为讨论热点,引发国内外的广泛关注。人工智能(Artificial Intelligence, 简称为“AI”)的概念是 1956 年在达特茅斯会议上提出的,虽然 60 多年来,学术界对此有着不同的说法和定义,但是从其本质讲,人工智能是指能够模拟人类智能活动的智能机器或智能系统<sup>[1]</sup>。伴随信息环境和数据基础的变化,人工智能在大数据、语言图像识别和深度学习等方面取得了发展、突破,并在实际生产生活中得到了应用,革新了人们的生产生活方式,在全球掀起了新

一轮的人工智能热潮。2017 年 7 月,国务院发布《新一代人工智能发展规划》,正式将人工智能的规划发展纳入国家层面的发展战略。有别于单一科学技术发展对城市的影响,人工智能革新了产业运作方式、人们的生活习惯和城市治理手段,影响了城市生活的方方面面。人工智能将通过怎样的方式影响人们的生活?对城市将产生怎样的影响?面对人工智能带来的变化,应如何使用人工智能技术来治理城市?规划师应如何应对人工智能对城市的全面革新,实现城市的可持续发展?基于此,本文在对人工智能内涵和应用情景进行解读的基础上,阐述人工智能给人们生活方式带来的变革,进而阐明人工智能对

**【作者简介】** 武慧君, 湖南大学建筑学院硕士研究生。

邱灿红, 湖南大学建筑学院教授、硕士生导师。

城市产生的影响,并针对人工智能带来的变化提出规划应对措施。

## 1 人工智能 2.0 的理论内涵和技术前沿

### 1.1 理论内涵

人工智能指将客体提供的信息根据自己的知识和目的,生成相应的“智能策略”,把它转换为“智能行为”,并反作用于客体,最终达到自身目的<sup>[2]</sup>。智能系统流程主要包括信息的感知与输入、信息知识构建、行为策略生成。

人工智能 2.0 是基于重大变化的信息新环境和发展新目标而产生的新一代人工智能<sup>[3]</sup>,驱动其发展和变化的主要因素是现代城市信息环境变化与社会的智能化需求。例如,传感器、摄像头和互联网等设备能够即时获取环境与群体的信息,是人工智能 2.0 发展的基础;社会对人工智能的需求则驱动着资本对人工智能开发的投入,促使人工智能的技术革新。潘云鹤院士认为,新一代人工智能的主要技术前沿将包含大数据智能、互联网群体智能、跨媒体智能、人机混合增强智能和自主智能系统<sup>[3]</sup>。

人工智能的发展将从两个方面对城市产生影响。一方面,人工智能可以有效地提升城市的服务水平,改善城市治理手段和方式,进而提升城市综合服务能力。例如,传感器、摄像头和 GPS 等监测技术使全面监测城市数据成为可能;数据处理和特征提取分析使人们更加了解城市的运行规律,为城市的发展情况预测和设计提供理论支持,有助于更好地调配公共资源。另一方面,新技术的出现导致人们对城市空间的需求产生变化。例如,信息流、物流和物联网的发展促使城市“扁平化”,人们足不出户便可享受到城市服务;共享经济、群体智能改变了人们参与城市活动的渠

道;智能家具、无人驾驶改变了人们的生活习惯和出行方式,影响着城市的发展和运行。可以说,人工智能 2.0 对城市的影响是多层次、全方位的,它不是简单的以技术手段来影响城市,而是以“人工智能+”的形式来全面革新城市生活。

### 1.2 技术前沿

人工智能的影响范围广泛、包含内容丰富。笔者通过对技术前沿的梳理,探索不同种类的人工智能在未来城市中的应用方式及其将会对城市造成的影响,并提出相应的规划应对策略。

#### (1) 大数据智能。

随着世界从二元空间(物理空间和人类社会空间)走向三元空间(信息空间 Cyber Space),大数据智能应运而生<sup>[4]</sup>。人工智能 2.0 时代的大数据智能不仅包括对数据的浅层计算与推理,还包括将大数据转化为结构化的知识,以更好地支持社会决策<sup>[5]</sup>。

大数据智能在城市中的应用最为广泛和重要,智慧城市的实践也多是在大数据的基础上进行的,如基于道路网络数据的智能交通调配。大数据智能支持模型包括多样性数据采集、建立结构化数据知识信息库及数据的可视化表达<sup>[5]</sup>。对城市和行为的监测及对数据的分析是进行规划决策与调控公共资源的基础,因此在城市决策和城市运行中,有效运用大数据智能,可以提升规划决策水平和城市运行效率。

#### (2) 互联网群体智能。

互联网群体智能本质上是利用互联网的集体智慧来解决问题,应对挑战<sup>[6]</sup>。互联网群体智能有一对多与多对多两种形式。一对多指将一个任务、一个目标按照一定的规则分包到群体中来完成,如多国合作基因组测序、wiki 的一个词条集合多个人的编辑等;多对多指多个任务、多个主体通过平台匹配来完成目

标和任务,如滴滴、知乎等。

互联网群体智能对城市的影响更多的体现在对人们生活方式的影响上,如共享单车的出现改变了人们的出行方式。未来随着共享经济的进一步发展,城市空间势必会随着人们需求的变化而变化。在空间治理方面,人们在社交网站上对城市景点、公共空间的评论和反馈可以成为城市更新与空间整治的依据。互联网群体智能得以有效应用的核心点在于平台的构建和规则的制定,良好的平台构建可以实现群体的合作协调,规则的制定则可以保证群体参与的有效性和可靠性。

#### (3) 跨媒体智能。

跨媒体智能理论研究主要围绕跨媒体感知计算理论展开,通过将视、听、语言等感知通道把外部世界转换为内部模型,实现智能感知。智能城市即是跨媒体智能的典型综合应用,其通过研究城市全维度智能感知推理引擎,实现对人、车、物及事件等的多维度、跨时空协同感知和综合推理<sup>①</sup>。

跨媒体智能在城市中的应用首先是与大数据智能相结合,为城市数据采集提供更加全面可靠的数据来源。同时,跨媒体智能多维度采集数据的特性还能够为城市空间设计规划研究提供新依据和新方法。例如,在城市街道活力的研究上,传统的研究方法是测量人流量、进行问卷调查等。而跨媒体智能则可以通过提取人群的表情、肢体动作和散发出的气味来判断城市空间究竟是积极的还是消极的,更准确地判断参与者在场所中的感受。随着跨媒体智能的进一步发展,借鉴根据情绪输出图画的原理,或许能够根据情绪创造出空间。

#### (4) 人机混合增强智能。

由于人类生活中很多问题具有高度不确定性和复杂性,机器无法完全取代人类,需要在 AI 系统中引入人类

认知能力或类人认知模型，即人机混合增强智能<sup>[7]</sup>。人机混合增强智能可以实现人机合作，发挥人类和机器各自的优势，从而更好地进行决策。同时，人机混合增强智能也可以使人类能力得到拓展，如谷歌眼镜能够让人看见更细微的东西，在文物修复上能够提供很大帮助。

在城市决策中，人机混合增强智能具有重要作用。在规划编制过程中，大数据智能可以通过数据知识库的构建和相关推理分析提供多个规划方案，使规划决策者可以综合考虑分析，从多个规划方案中勾选出最优规划方案，从而降低决策风险；通过传感器与可穿戴设备的结合，可以更有效地采集城市生活数据，为城市大数据智能提供支持。

#### (5) 自主智能系统。

自主智能系统是无需人工干预便能自主运营或管理的高级系统，未来可应用于无人驾驶车辆、飞行器、服务机器人、太空机器人、海洋机器人、无人工作车间和智能工厂等方面<sup>[8]</sup>。自主智能系统将会影响到未来城市的运行方式和城市的空间形态，如自动驾驶与高效调配的城市智能交通系统结合，能准时准点预约，不会出现交通拥堵，城市不再需要司机；时空上的压缩会使人们改变对工作和居住区位的选择，引起职住关系的空间变换，导致城市空间与功能发生变化。

## 2 人工智能 2.0 时代对城市的影响

### 2.1 分散化的城市形态特征

空间经济学的研究表明城市的集聚具有向心力和离心力。向心力来自于关联效应、厚实的市场、知识溢出和其他外部经济；离心力有不可流动的生产要素、土地租金 / 运输成本、拥塞和其他外部不经济<sup>[9]</sup>。物流业和信息大数据

的高速发展，使得市场和物品生产地的分离成为现实，城市的关联效应减弱，未来无人送货机器人的普及会进一步加强这一趋势。互联网群体智能中的知识共享则减轻了知识溢出效应对城市集聚的影响，世界各地的人们均可享受知识生产带来的红利。例如，在线教育的出现使世界各地的人能接受到顶尖学校的教育，软件开发者公开自己的开源代码供人们学习<sup>[10]</sup>。生产边际成本的降低及生产的分散化使得生产的规模效应降低，集聚效应减弱。当地区间的运输成本足够低时，分散力就会产生，城市的分散布局是稳定的均衡<sup>[11]</sup>。无人驾驶和大数据智能下的交通资源高效调配使得运输成本降低，城市趋向分散化。

当城市集聚力和分散力达到均衡时，城市规模将趋于稳定。技术的发展压缩了时间和空间，未来城市可能呈现小规模、分散化的形态特征。

### 2.2 高效、协同、集约的城市运行系统

人工智能的发展使数字平台能够有效地监测城市公共资源的数量、质量和位置，能够根据现状使用情况即时地对资源进行有效调配，从而减少城市资源使用的不经济，实现城市的有序高效运行。不同运行系统间的信息共享和平台共建增强了城市运行的协同性。例如，安全系统与交通系统的整合能够有效降低灾害突发性产生交通堵塞、追尾等二次危害的风险。

城市公共资源的有效调配可以根据人群的需求进行调整，城市公共空间可以根据不同人、不同时间需求的变化来转换空间使用功能。城市空间和服务设施高效的供需匹配大大提高了城市空间和设施的利用率，城市土地和空间实现了多用途的混合使用，使城市运行系统更加集约。

### 2.3 合理、扁平、公正的城市治理模式

在决策制定过程中，人工智能可以将收集到的城市数据形成知识信息库，规划师可据此提供规划方案，根据规划方案进行相关推演预测，最终通过人机协作的方式选出最优方案。与传统规划决策方式相比，融合了人工智能的方案决策避免了专断式的错误，有效降低了方案决策错误所产生的风险，使规划成果更加智能合理。

信息的开放性使得规划的决策与实施过程更加透明，能够实现决策的多方参与，体现多方的利益诉求。群体也可以对规划决策和实施全过程进行监督，使城市治理更加公正。

城市的扁平并不主要指城市形态上的低矮、平坦，它表达的是城市组织结构的“扁平”<sup>[12]</sup>。在城市治理过程中，智能时代带来的互联网平台使得市民更有话语权，任何人都可以对城市空间的治理提出建议并进行评价。从治理方式看，互联网群体智能使个人充分参与到城市治理过程中。城市治理不再仅由精英人群和规划师主导，也不再采取政府自上而下的治理组织形式，而采用扁平化的治理模式，通过平台进行协作的治理。

### 2.4 特色化、差异化的城市文化特性

当交流不再限制于基于真实生活的强关系时，有类似兴趣爱好的人就会聚集在同一个地方，如各种类型的贴吧，聚集文艺青年的豆瓣，以军事爱好者为主的铁血论坛。因此，在人工智能 2.0 时代，当空间上的距离不再成为人们工作生活必须考虑的因素时，人们可以根据自己的喜好选择居住地和居住社区，那么可能会出现大量基于偏好而聚集形成的社区。

社交网站的垂直化和异质性有益于形成专业化、高质量的精品内容，提升

网站竞争力,而城市社区异质性的增强则可能会产生排他性更为强烈的居住隔离。同时,由于日常活动基本可以近距离解决,社区将成为人们日常工作活动的主要地点。社区内的同质性和社区间的异质性都会增强,城市文化特质将呈现特色化、差异化的倾向。

### 3 城市规划的应对和响应

规划策略顺应城市发展秩序才能更有效地促进城市的发展。人工智能为观察人的行动及预测分析提供了便利,同时公民参与和反馈的渠道也在扩展,为规划应对与响应提供了更为有效的帮助。

#### 3.1 建立全流程、智能化的动态规划流程体系

在人工智能 2.0 时代,规划从决策到实施的全流程将发生智能化的变革。在数据采集层,规划师利用可穿戴设备、摄像头和传感器等采集人居环境及专业知识等各类数据,建立结构化数据知识信息库,全面监测自然空间、社会空间,通过这些数据了解人们对空间的需求以及现状空间使用状况与建设现状,为进一步编制规划提供参考。在方案生成与决策层,人工智能可以根据设定的规划目标和客观条件进行方案推演,并依据知识信息库形成相关评价体系,进而对方案进行多方比对,遴选出最优方案。

人工智能 2.0 时代也为方案展示提供了多种可能,除却现今已有的互联网和政府公示,还能够为公众提供全景全息展示和虚拟现实(VR)体验城市设计的服务,如可触交互界面提高了公众的可参与性,形成更人性化的城市决策<sup>[13]</sup>。在方案决策方面,人工智能能够对方案进行推演检视,查验方案实施过程中可能产生的问题,如城市蔓延,并



图 1 人工智能 2.0 时代的城市动态规划流程图

最终通过人机混合辅助综合决策,降低决策风险。

此外,人工智能 2.0 时代的信息即时性能够为将来规划实施过程提供及时的反馈和监督,对突发的状况进行分析,及时对规划方案进行调整,实现规划的动态调控(图 1)。

#### 3.2 精细化、人性化的空间治理

智能穿戴设备和传感器的产生及大数据的广泛应用,为进一步了解人提供了可能。在人工智能 2.0 时代,城市的治理必然走向精细化、人性化(图 2)。

空间的精细化与人性化治理依托的是数据采集和处理的准确性、全面性,以及空间使用过程的即时反馈性。规划师首先利用智能设备所提供的数据了解人的需求,根据个人需求绘制偏好图谱;其次,检测不同尺度的城市空间使用状况,了解各城市空间在不同时段的使用效率,进而通过相关平台实现供需的高效匹配,提供空间的不同使用模式。例如,分时分点的空间供应策略与土地混合使用的布局策略,既提高了空间的利用效率,又能更好地满足人的需求。

即时反馈性则主要体现在时效性和

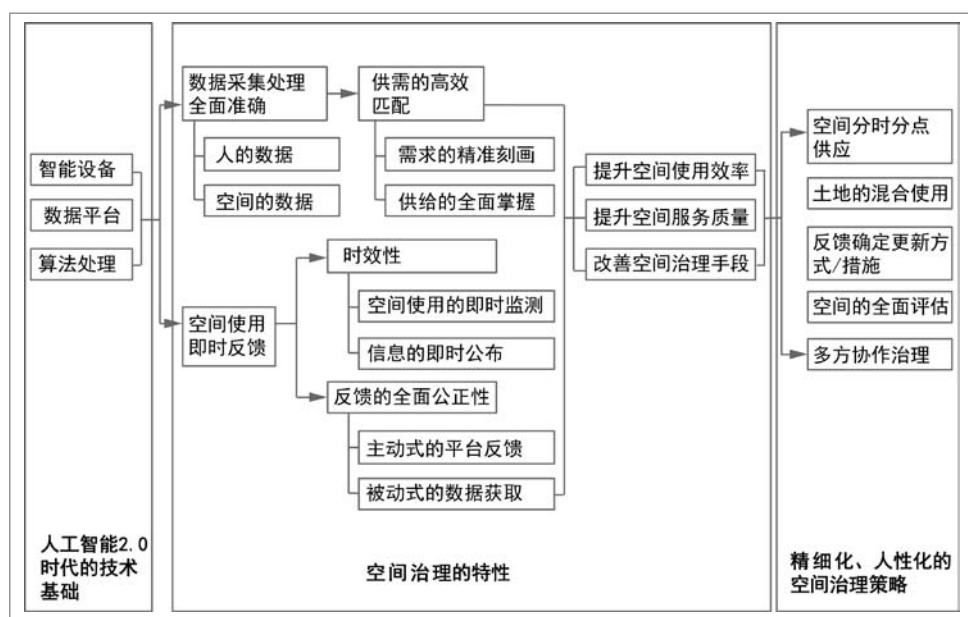


图2 精细化、人性化的空间治理策略示意图



图3 混合、共享高质量的城市社区构建示意图

全面公正性上。反馈的时效性是治理的前提，如在暴雨积水的情况下，即时的反馈能够使市民及时了解城市路面积水情况，调整出行方案；人工智能指引下的交通改善也是基于反馈的时效性而实现的。反馈的全面公正性体现在反馈的方式上，反馈的手段不仅包括自主进行的反馈，如在网络平台上提出建议、发出评论，还包括对任何一个走入空间的人的表情、动作、空间使用方式和使用频率的特征提取，发现空间的特性，找到在空间使用中使用效率低、规划功能和空间使用错位、设施老化等问题的症结所在，进而指导空间的治理。

### 3.3 多元主体参与规划治理

人工智能使得规划从决策到实施的全过程更加公开透明，并促使空间治理手段和表达形式更加多样化，从而增加多元主体参与规划和空间治理的可能性。同时，互联网群体智能、大数据智能的应用都需要多元主体的参与，才能更好地发挥人工智能+人类智能的作用，实现新技术的高效利用。

规划参与的主体包括政府、专家、

公众及人工智能。政府和专家在规划决策与实施过程中发挥指引作用，以保证规划实施的有序性、有效性；公众则在各个阶段参与规划；人工智能在规划决策和实施反馈过程中起到辅助作用。

多元主体参与规划不仅是在决策过程中提建议，还能够作为治理主体对城市的运行管理进行维护，主要包括对城市运行的监督检查，对共同任务的自主自理和分包，以及对规划实施的反馈。具体而言，在城市层面，开发公民治理平台。例如，厦门的“110随手拍”就是运用群体的智慧和力量实现了城市的有效管理，是对群体监督、参与城市治理的有益探索。在社区层面，可以将社区共同事务，如清洁、整理任务进行众包，并将其发布在社区事务平台上，通过一定的激励措施鼓励社区居民共同完成。

随着技术的进一步发展，社区组织结构可能会进一步变化，仅有更大规模的社群存在极少的核心管理人员，在各个小型社区内部，实现社区的自治管理，即小区共同事务均可通过自主智能系统或众包的形式交由全体社区成员完成。

此外，在规划实施上，鼓励社区居民对空间使用现状和建设管理献言献策，及时反馈消息。

### 3.4 建设混合、共享的高质量城市社区

远程办公学习在人工智能2.0时代或将成为常态，未来的远程办公，将不再限于脑力劳动，需要精密操作的工作也可能远程解决。例如，现代科技公司打造的Siren，能够精密的进行动作捕捉和表情捕捉，结合仿生机器人制造技术，使远程精密操作成为可能。

作为城市生活的基本单元，社区将承担起更多的生活和工作功能，不论是在新建社区，还是在城市老旧社区更新改造中，为了促进城市社区的发展，首先都应当提升社区的综合服务水平，倡导混合居住（图3）。高质量的社区服务水平是保证社区可持续发展的前提和保障，而在混合居住的社区中，人们可以与不同于自己的人交往，它体现了多姿多彩的城市生活所具有的强大兼容性的根本品质，这也是社会生态系统多样化的一种必要特征<sup>[14]</sup>。为了促进社区内的

融合与交往,可以设立社区共同目标、共同任务,采取社区激励措施,共同处理社区事务,共建社区文化,增强居民归属感。同时,应当营造社区空间场所感,空间的场所感营造能够提升社区居民的认同感和责任感<sup>[15-17]</sup>。

需要注意的是,城市社区建设应当遵循开放共享原则,构建社区共享平台,使社区级别的服务设施与城市级别的服务设施共同组成城市服务设施体系,以增加社区活力,提升资源的利用效率。

### 3.5 构建多层次、系统化、高效安全的数据平台

城市是个开放的复杂巨系统<sup>[18]</sup>。在人工智能 2.0 时代要实现对城市的全面检测与管理,保障城市在人工智能时代的高效运行,就必须构建多层次、系统化、高效安全的数据平台。多层次意味着要构建从城市到社区再到建筑层面的数据管理和分析平台,体系化则代表着从自然到交通、从城市监测到城市空间治理都要实现全方位的数据平台覆盖。

人工智能是一柄双刃剑,在促进城市发展,帮助人们更深层次地感知、了解城市与人类的同时也会产生一些负面的问题。例如,空间的精细化治理依托的是对空间和人类信息全面准确的掌握,这些信息具有精细性和私密性,因此在人工智能 2.0 时代对公民隐私的保护将成为重要课题。

## 4 结语

人工智能的发展改变了城市生活的方方面面,对城市的影响具有复杂性和广泛性的特点,使城市整体秩序产生了深刻的变化,其以“人工智能+”的形式带来的新技术变革也为规划人员和政府带来了新的机遇与挑战。面对人工智能带来的“变”,人们应该怎样“守”

住城市的可持续发展,如何善用人工智能,积极应对其带来的影响,这些还需要人们在实践中进一步探索研究。■

### [注 释]

①该观点出自高文于人工智能大讲堂中发表的题为《转向跨媒体智能》的演讲。

### [参考文献]

- [1] 朱巍. 人工智能: 从科学梦到新蓝海——人工智能产业发展分析及对策 [J]. 科技进步与对策, 2016(21): 66-70.
- [2] 钟义信. 人工智能: 概念·方法·机遇 [J]. 科学通报, 2017(22): 2 473-2 479.
- [3] Pan Y. Heading toward Artificial Intelligence 2.0[J]. Engineering, 2016(4): 409-413.
- [4] 潘云鹤, 世界的三元化和新一代人工智能 [J]. 现代城市, 2018(1): 1-3.
- [5] Zhuang Y. Challenges and Opportunities: from Big Data to Knowledge in AI 2.0[J]. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 2017(1): 3-14.
- [6] Li W. Crowd Intelligence in AI 2.0[J]. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 2017(1): 15-43.
- [7] Zheng N. Hybrid-augmented Intelligence: Collaboration and Cognition[J]. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 2017(2): 153-179.
- [8] Tao Z. Current Trends in the Development of Intelligent Unmanned Autonomous Systems[J]. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 2017(1): 68-86.
- [9] 梁琦. 空间经济学: 过去、现在与未来——兼评《空间经济学: 城市、区域与国际贸易》[J]. 经济学, 2005(3): 1 067-1 086.
- [10] 杰里米·里夫金. 零边际成本社会 [M]. 北京: 中信出版社, 2017.
- [11] 李胜会, 冯邦彦. 对国外空间经济学集聚经济理论研究的分析——兼谈城市集聚理论的发展 [J]. 经济问题, 2008(2): 13-19.

- [12] 黄晶, 帕特里克·康登. 扁平城市: 数字通信技术进步背景下世界城市发展的新趋向及对中国的启示 [J]. 国际城市规划, 2018(2): 53-60.
- [13] 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(1): 44-49.
- [14] 尚海. 倡导混合居住, 构建异质社区 [D]. 天津: 天津大学, 2007.
- [15] 张中华, 张沛, 朱菁. 场所理论应用于城市空间设计研究探讨 [J]. 现代城市研究, 2010(4): 29-39.
- [16] 邹伟. 基于道路交通指数大数据的上海市主城区交通拥堵特征研究 [J]. 上海城市规划, 2017(2): 76-81.
- [17] 王鹏, 吴纳维, 褚峤, 等. 大数据在历史街区规划、建设与运营管理中的应用 [J]. 上海城市规划, 2016(5): 31-37.
- [18] 周干峙. 一个典型的开放的复杂巨系统 [J]. 城市规划, 2002(2): 7-18.

[收稿日期] 2018-08-06