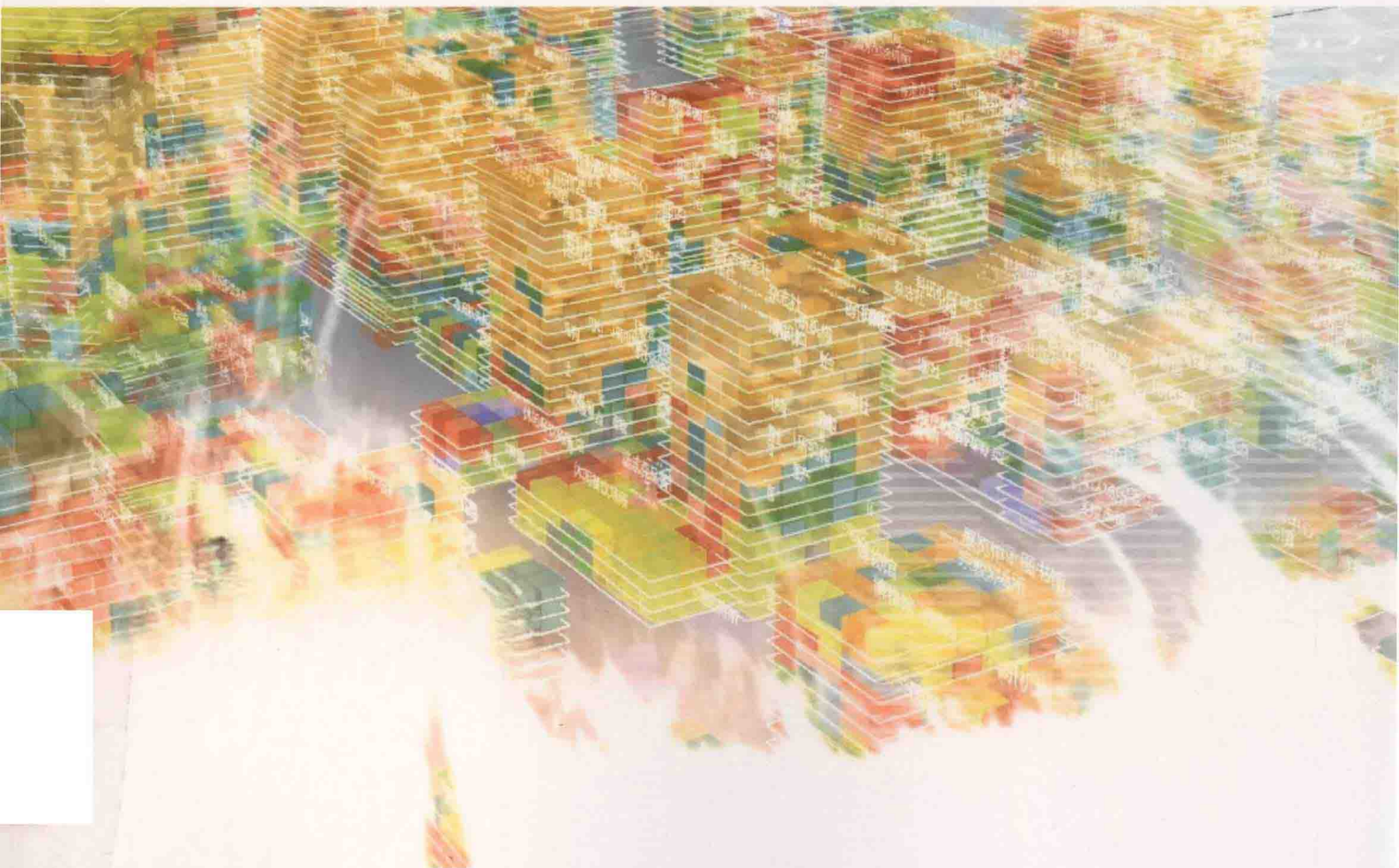


智能城市规划

人工智能城市

AI CITY: ITS THEORY AND PRACTICE

吴志强 主编





责任编辑 陈晨
 美术编辑 赵军



中欧城镇化协同创新中心

智能城市规划

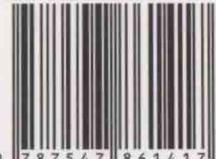
- ◎ 智能建设 (2020年9月 ISBN978-7-5478-4776-3)
- ◎ 智能规划 (2020年9月 ISBN978-7-5478-4843-2)
- ◎ 智能城市 (2020年9月 ISBN978-7-5478-4911-8)
- ◎ 智能治理 (2022年7月 ISBN 978-7-5478-5706-9)
- 人工智能城市 (2023年9月 ISBN 978-7-5478-6141-7)



www.sstp.cn

上架建议: 建筑科学

ISBN 978-7-5478-6141-7



9 787547 861417 >

定价: 98.00元

易文网: www.ewen.co



中国工程院

重大咨询研究项目

“中国人工智能 2.0 发展战略研究”

人工智能城市

AI CITY: ITS THEORY AND PRACTICE

吴志强 主编

上海科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

人工智能城市 / 吴志强主编. — 上海 : 上海科学技术出版社, 2023. 9

(智能城市规划)

ISBN 978-7-5478-6141-7

I. ①人… II. ①吴… III. ①人工智能—应用—现代化城市—城市建设—研究—中国 IV. ①F299.2-39

中国国家版本馆CIP数据核字(2023)第063591号

人工智能城市

吴志强 主编

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海市闵行区号景路159弄A座9F-10F)

邮政编码 201101 www.sstp.cn

山东韵杰文化科技有限公司印刷

开本 889×1194 1/16 印张 14.75

字数 373千字

2023年9月第1版 2023年9月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-6141-7/TU·328

定价: 98.00元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题, 请向工厂联系调换

E 本书编辑委员会 ditorial board

主编 吴志强

课题研究、规划 甘 惟 杨 婷 马春庆 李舒然

设计参与人员 刘晓畅 李默涵 刘治宇 周咪咪

韩 婧 赵 刚 乔壬路 赵 爽

荣丽莹

参编人员 甘 惟 马春庆 李舒然 刘晓畅

李默涵 刘治宇 周咪咪 韩 婧

赵 刚 乔壬路 赵 爽 荣丽莹

徐浩文 何 珍 徐小东 梁 靖

刘震元 江立敏 周士奇 冯 凡

鲁斐栋 沙雨田 何 睿 温晓诣

严 娟 吴雨蔚 黑静好 李 澜

贾蔚怡 陈泽胤 朱予沫 孙明丽

齐 岳 许惠坤 杨婧怡 金天济

张修宁 王紫琪 王 伦 张国斌

黄筱雨

P 序 1 Preface 1

中国工程院组织对我国发展新一代人工智能的战略研判得出，中国人工智能的研究不但应向大数据智能、群体智能、跨媒体智能、人机混合增强智能和自主智能 5 个方向前进，而且应向智能城市、智能制造、智能医疗等方面应用。本书正是中国工程院研究项目“中国人工智能 2.0 发展战略研究”下城市应用子课题的研究成果的提炼。

2012 年，我国推出了智慧城市试点管理办法。此后，我国在全国范围内逐步开展了建设智慧城市的探索，并陆续推出了国家战略层面的一系列政策，提出了更具前瞻性和系统性的国家城镇化战略措施及相关科学技术领域的推进指导战略意见，逐步实现智能城镇化建设从试点到成熟、从浅层次到深层次的推进。

如今，人工智能技术开始介入智慧城市的规划、设计、施工、运营的建设维度，以及生产、生活、生态、管理的运行维度，人们也建立了对人工智能城市的初步认识，但是仍然需要对其内涵、特征、要素、关键技术及发展动力的系统性建构。

本书提出一个人工智能城市的理论架构，由核心架构、场景体系、技术体系 3 个部分组成，分 15 个章节系统地介绍了人工智能城市的概念，阐述了从智慧城市到人工智能城市的发展理论基础，人工智能城市的技术前沿、核心目标、构成要素等，并以丰富的实践案例展示了人工智能技术与城市规划、城市治理、城市场景等方面的结合，显示了城市智能化发展的中国智慧和中国特色，为未来人工智能城市的研究与实践提出框架引导，为城乡治理管理、城乡智能改革、城乡规划建设等方面的实践者、决策者、学者及相关专业的师生提供了重要参考。

潘雪筠

中国工程院院士、原常务副院长
浙江大学教授

2022 年 11 月 12 日

P 序 2

Preface 2

大家可能熟悉“城市大脑”，我们长期观察发现，如果一个城市运行的所有信息都进入一个“城市大脑”的话，就会发生“脑大”的窘况。因此，我们这一次全新的探索，找了一块 2 平方千米的试验地来模拟 AI 模型是否可以向真实城市协同运行学习，让 AI 学习一个社会群落是如何组织、协同、行动的，形成超越一个大脑的多大脑群落智慧模式，我把这个新模式称为城市众脑。

我们完成了首个众脑结构的 CIMAI 系统，采用多层级、分布式、跨业务的架构，形成一个高效运转的智能决策网络系统，这里面包含主脑、辅脑、分脑、端脑，有些信息不用经过大脑直接可以进行决策反馈，大幅提高了决策效率，这是 AI 模式的一次历史性创新。众脑结构有多种主体，包括城市的战略决策者（市委书记与市长）、部门管理者（各委办局）、投资开发者（企业家、开发商）、经营管理者（城市各功能的日常经营管理，包括校长、店长、企业经理人）、就业者和访问者，我们在 AI 城市模拟平台上构建了六大主体模型来模拟、学习各主体间在同空间中各体感知，个体判断，个体决策反应，群体交互，保障整体平衡下的各方利益持续发展；在 AI 城市模拟平台上，我们提出构建了“合板理论模式”，用于九大 AI 场景的六主体的群落自组织、自运营、自生长和自协同的合作模型，覆盖城市就业、生活、金融、教育、医疗、安全等多个领域。

我们发现，一旦突破了向城市社会群落学习，AI 城市的创新模式，完成了各个系统在一个空间底座上实现信息交互，和预判他方决策，并欣喜地发现了各方长、短板的互补协同。我们在韧性、绿色、智慧领域完成了一系列的多种目标的场景中的多主体的模拟，一次次被“AI 城市多主体众脑协同”学习进步感动。

我们所探索的众脑模型，从 AI 学习城市群体协同到众脑架构首次在城市实验，我们肯定，智慧城市已经完成了模拟一个社会群落的大脑，走进了众脑学习与协同模式的新时代。我们相信这不仅给 AI 城市模式带来创新，更为城市多元的主体与协同管理提出了更高级的智能模式；这一创新是在中国工程院 AI 2.0 项目深刻影响下的 AI 模式创新。

2007 年，在世博会筹备期间，同济大学团队与 IBM 在合作中共同提出了智慧城市的内部

架构和一系列基本概念；世博会也专为此布置了一个主题馆“城市生命馆”（City-Being），以把握城市不仅是复杂生命，更应该是智慧生命的理念，智慧具体是有大数据、数字技术支撑的，应该称为智能生命体；世博会后，城市是一个智慧生命的概念得以在全球传播。

智慧—城市结合之后，Smart City 这个词首先出现，对应的中文是“智慧城市”。但是许多学者，包括徐匡迪主席，认为这样的概念并不严谨，而应该用 Intelligent City，即“智能城市”。因此，很多工程院的报告，包括工程院与联合国教科文组织联合主持的国际工程科技知识中心智能城市分中心（iCity）也使用“智能城市”这一词。

随着人工智能大规模崛起，大量人工智能技术和城市的智能化过程进行了新一轮的结合，这既是人类 8 000 年城市建造史上最新的、最高峰的攀登，也是最大的挑战和风险。因此，对于“人工智能城市”（AI City）这个概念，首先要完成目标的界定、技术的向善，保持初心，即技术是为人类美好的城市生活而服务，而非导致城市更多的不公平、不透明。我们提出 AI City 的第二个关键点是，它不仅是一个统治的大脑，而是使各个层面的人都成为城市的大脑，即“众脑”的概念。城市是民主多元、智慧集成的，城市智慧生命的集体，这才是城市的智慧要义及未来的发展走向。

AI 城市的未来，极为重要的是 AI 导入城市的基本安全保障，比如，城市中的疫情、流行病，城市洪灾和火灾，这些都是人类希望攻克但仍未攻克的难题。有了 AI 技术，可以探索更安全的城市。

AI 另一个重要场景，是帮助弱者。如孤寡老人的生命护理支持；残疾人的生活困难得到更多辅助和帮助；儿童获得更加安全和阳光的美好童年生活；大量外地移民基于 AI 辅助，获得就业、就医、文化学习的条件支撑，等等。还有更多的弱者需要 AI 赋能。

AI 城市场景探索中，大量新技术的架构、数字储存的分享和分割，都是尚未解决的重大问题，如何既保障个体的私密和数字安全，又保障整体系统的高效运行和运转，都是未来亟须解决的重大技术和伦理问题。

AI 城市必然会到来，让更多的人获益，公开讨论技术向善、技术攻关。在筹备几年内部会议、完成中国工程院 AI 2.0 五期智能城市攻关后，我们把这些成果整理出来，和领导、专业人士、百姓一起，从头开始，共同探索把 AI 与城市生活绑定为更加美好和繁荣的未来。

吴志强

写于 2022 年 12 月

C 目录 Contents

第1章 智慧城市的发展历程 1

CHAPTER 1 THE DEVELOPMENT OF SMART CITY

1.1 智慧城市概念的提出 3

The Concept of Smart City

1.2 国内外智慧城市的发展与困境 4

The Development and Predicament of Smart Cities in the World

1.3 新技术涌现下的城市智慧化 15

Urban Intellectualization under Emerging Technologies

第2章 超越智慧城市：人工智能城市已经到来 21

CHAPTER 2 BEYOND SMART CITY: AI CITY IS COMING

2.1 新一代人工智能技术的导入 23

Introduction of New Generation AI Technology

2.2 人工智能城市的定义 30

Definition of AI City

2.3 人工智能城市对智慧城市的提升 32

From Smart City to AI City

2.4 人工智能城市的本质 34

The Essence of AI City

2.5 人工智能城市的众脑模式 37

Multi-brain Scheme of the AI Cities

第3章 人工智能城市的原型 39

CHAPTER 3 THE PROTOTYPE OF AI CITY

3.1 城市智化的结构演进 41

Structural Evolution of Urban Intelligence

3.2 七波城市技术对于城市的迭代影响 46

The Impact of Seven Waves of City Technology

3.3 人工智能技术引发的未来城市变化 49

Future Urban Changes Triggered by AI Technology

3.4 人工智能城市的原型 52

The Prototype of AI City

3.5 人工智能城市的规划与治理 55

The Planning and Governance of AI City

第4章 人工智能城市的要素 61

CHAPTER 4 THE DETERMINANTS OF AI CITY

4.1 人工智能城市要素一：具有学习能力 63

AI City Determinant One: Learning Ability

4.2 人工智能城市要素二：通过学习发现规律 64

AI City Determinant Two: Discovering Laws through Learning

4.3 人工智能城市要素三：推演城市未来 65

AI City Determinant Three: Predicting the Future

4.4 人工智能城市要素四：智能自组织 66

AI City Determinant Four: Intelligent Self-Organization APPs

4.5 人工智能城市要素五：以需求带动技术发展 67

AI City Determinant Five: Demand Driven Tech-development

第5章 人工智能城市的核心目标 69

CHAPTER 5 THE MAIN GOAL OF AI CITY

5.1 需求的产生 71

The Generation of Human Needs

5.2 城市人的需求具有多样性 72

The Diversity of Human Needs

5.3 满足人的需求是城市智化的本质 74

Meeting Human Needs is the Essence of Urban Intelligence

第6章 新一代人工智能技术与城市需求的匹配 77

CHAPTER 6 MATCHING BETWEEN NEW GENERATION ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY AND URBAN DEMANDS

6.1 “AI 技术—City 需求”的矩阵 79

Matrix of AI Technologies and City Needs

6.2 大数据智能技术的城市应用 80

The City Applications of Big Data Intelligence

6.3 群体智能技术的城市应用 82

The City Applications of Swarm Intelligence

- 6.4 跨媒体智能技术的城市应用 84
The City Applications of Cross-media Intelligence
- 6.5 混合增强智能技术的城市应用 86
The City Applications of Hybrid Enhanced Intelligence
- 6.6 智能无人系统技术的城市应用 88
The City Applications of Intelligent Unmanned Systems

第7章 新一代人工智能技术的前沿应用 91

CHAPTER 7 FRONTIER APPLICATION OF NEW GENERATION ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY

- 7.1 智能制造 93
Intelligent Fabrication
- 7.2 智能农业 97
Intelligent Agriculture
- 7.3 智能医疗 100
Intelligent Healthcare
- 7.4 智能教育 102
Intelligent Education

第8章 人工智能城市的技术架构 107

CHAPTER 8 THE TECHNICAL FRAMEWORK OF AI CITIES

- 8.1 数据感知底板 109
Data Sensing and Database
- 8.2 智能反馈技术 112
Intelligent Feedback
- 8.3 决策技术 115
Decision-making Technology
- 8.4 应用场景系统 117
The System of Application Scenarios

第9章 青岛中德未来城：人工智能技术集成应用 123

CHAPTER 9 CASE: QINGDAO SINO-GERMAN FUTURE-PARK

- 9.1 青岛中德未来城的AI城市中枢建设 125
Construction of AI City Pivot Qingdao Sino-German Future City

9.2 能源与水资源的科学配置 126

Rational Allocation of Energy and Water Resources

9.3 中德未来城 CIM 平台 127

The CIM Platform of Qingdao Sino-German Future City

9.4 中德未来城 CIM 平台的系统架构 128

The Systematic Structure of The CIM Platform of Qingdao Sino-German Future City

9.5 中德未来城 AI 中枢的环境建设 131

The Environment Development of AI City Pivot of Qingdao Sino-German Future City

第 10 章 上海金鼎聪明城市：人工智能城市的规划 133

CHAPTER 10 CASE: SHANGHAI JINDING SMART CITY

10.1 上海金鼎聪明城市：基本情况 135

Shanghai Jinding Smart City: Introduction

10.2 百姓需求的智能感知 136

Intelligent Perception of the Needs of the People

10.3 AI 赋能金鼎空间、功能、配置、运营数智化提升 137

AI Enabled Space, Function, Allocation and Operation with Digital Intelligence in Jinding

10.4 金鼎 AI 场景创新集成 142

AI Scenario Integration Demonstration

第 11 章 台州梦创园：智能场景与空间 145

CHAPTER 11 CASE: TAIZHOU INNOVATION PARK

11.1 台州梦创园：基本情况 147

Taizhou Innovation Park

11.2 产业转型 150

Industrial Transformation

11.3 AI 赋能空间创新 153

AI-Enabled Space Innovation

11.4 台州梦创园 AI 场景创新集成 155

AI Scenes Integration Demonstration

第 12 章 上海马桥：第一个人工智能创新示范区 161

CHAPTER 12 CASE: SHANGHAI MAQIAO: AI INNOVATION EXPERIMENTAL AREA

12.1 上海马桥：全国第一个人工智能创新试验区 163

Shanghai Maqiao: The First Artificial Intelligence Innovation Experimental Area in China

12.2 马桥将成为世界级人工智能城市 164

Maqiao to be a World-class AI City

- 12.3 马桥人工智能技术应用 168
AI Technology Application in Maqiao 168

第13章 人工智能城市的推进模式 173

CHAPTER 13 THE ITERATION MODE OF AI CITY

- 13.1 城市需求迭代 175
Urban Demand Iteration
- 13.2 人工智能技术发展 178
Development of Artificial Intelligence Technologies
- 13.3 智能基础设施建设 181
Construction of Intelligent Infrastructure
- 13.4 治理模式提升 186
Improvement of Governance Mode
- 13.5 创新人才培养 193
Cultivation of Innovative Talents

第14章 中国建设人工智能城市的机遇与挑战 197

CHAPTER 14 OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF CONSTRUCTING AI CITIES IN CHINA

- 14.1 中国建设人工智能城市具有全球独特的优势 199
Unique Advantages of China's Construction of AI Cities
- 14.2 中国建设人工智能城市面临的挑战 203
The Challenges of Constructing AI Cities in China

第15章 结语：下一代人工智能技术的涌现 207

CHAPTER 15 EMERGING AI TECHNIQUES OF NEXT GENERATION

- 15.1 创作智能 209
Creative Intelligence
- 15.2 情感智能 213
Emotional Intelligence
- 15.3 美学智能 215
Aesthetics Intelligence
- 15.4 智能创组 217
Intelligent Creative Cluster

- 后记 221
Postscript

第1章 智慧城市的发展历程

CHAPTER 1

THE DEVELOPMENT OF SMART CITY

1.1 智慧城市概念的提出

The Concept of Smart City

“智慧城市”是当下全世界广泛聚焦的领域。2008年，IBM提出“智慧地球”的概念。这一概念得到美国政府的认可，并将智慧城市作为应对经济危机的重要策略之一。2010年，吴志强教授与IBM合作提出“智慧城市”的概念（图1.1.1），并成立同济大学-IBM智慧城市研究中心。2012年12月，美国国家情报委员会（National Intelligence Council）发布的《全球趋势2030》指出，对全球经济发展最具影响力的四类技术是信息技术、自动化和制

造技术、资源技术、健康技术。其中，“智慧城市”是信息技术的内容之一。

1.1.1 美国在全球范围内较早推广“智慧城市”

美国政府通过财政资金推进智慧城市的建设，并引导企业在相关领域投入科研，鼓励创新。信息基础设施、智能电网、智能交通、智慧医疗等建设是美国当前智慧城市建设的重点。

为了推动智慧城市，美国政府曾计划投资超过1.6亿美元用作联邦研究经费，支持超过25项新科技合作以帮助基

层解决关键性挑战。这些关键性挑战包括缓解交通拥堵、打击犯罪、促进经济增长、应对气候变化及提供城市服务。

1.1.2 欧洲在智慧城市方面的实践走在世界前列

英国、荷兰、瑞典、丹麦、西班牙、法国等国家在积极推进智慧城市建设方面都起步较早。《欧洲愿景2020》（Europe 2020）中提出要建设智慧的、可持续发展的、包容性的欧洲，将智慧城市作为其中重要的组成部分，希望通过智慧城市的建设最大限度释放当前基础设施和资本的潜力，研发适应社会和环境挑战的新产品与新服务。

1.1.3 亚太地区国家结合自身特点实施相关国家战略政策

早在2004年，韩国、日本就先后推出U-Korea、U-Japan的国家战略规划。新加坡于1992年提出“智慧岛计划”（IT 2000），于2000年提出“21世纪信息通信计划”（Infocomm 21），并在智慧城市建设方面做出了卓越的成绩。



图 1.1.1 IBM 的未来智慧城市架构
Figure 1.1.1 IBM's Future Smart City Architecture

1.2 国内外智慧城市的发展与困境

The Development and Predicament of Smart Cities in the World

1.2.1 国内智慧城市发展现状

我国城镇化正处在快速发展时期，以沿海城镇密集地区和内陆中心城市为引导，以产业与就业为带动，以人口大规模跨区域流动为特征。我国城镇化增长速度远高于同期世界城镇化发展的平均水平。国家统计局资料显示，1978—2013年，中国常住人口城镇化率从17.9%提升到53.7%，年均提高约1个百分点。而根据2018年国家统计局公布的

《中华人民共和国2017年国民经济和社会发展统计公报》，2017年年末，国家总人口数为13.9亿，其中城镇人口数为8.13亿，占总人口比重为58.52%，即城镇化率已达到58.52%。城镇化发展的态势还将持续10~20年。

智慧城市是通过综合运用现代科学技术、整合信息资源、统筹业务应用系统，加强城市规划、建设和管理的新模式。同时，建设智慧城市也是贯彻党中央、国务院关于创新驱动发展、推动新型城镇化、全面

建成小康社会的重要举措。

从2012年我国推出智慧城市试点管理办法及此后公布的第三批智慧城市建设试点名单开始，我国在全国范围内逐步开展了建设智慧城市的探索。紧接着几年间又陆续推出了国家战略层面的一系列政策，提出了更具前瞻性和系统性的国家城镇化战略措施及相关科学技术领域的推进指导战略意见，逐步实现智能城镇化建设从试点到成熟、从浅层次到深层次的推进（图1.2.1）。

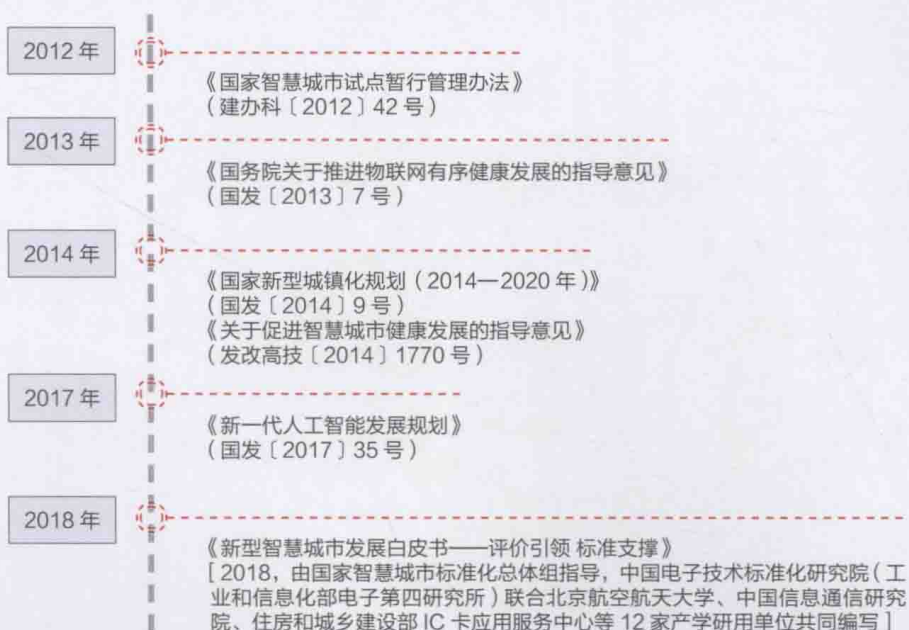


图 1.2.1 智能城镇化建设时间线

Figure 1.2.1 The Timeline of Smart Urbanization Construction