

# 智慧韧性城市建设框架体系及路径研究

徐雪松<sup>1,2</sup>, 闫月<sup>1</sup>, 陈晓红<sup>1,2\*</sup>, 刘星宝<sup>1</sup>, 粟芸<sup>1</sup>, 唐加乐<sup>1</sup>, 彭建军<sup>3</sup>

(1. 湖南工商大学长沙人工智能社会实验室, 长沙 410205; 2. 数据智能与智慧社会国家重点实验室(培育), 长沙 410205; 3. 潇湘大数据研究院, 长沙 410001)

**摘要:** 在极端天气、突发事件频发的背景下, 加强韧性城市和智慧城市融合建设, 将全面提升城市抵抗力和恢复力, 促进城市管理的现代化、数字化、规范化、可持续。智慧韧性城市指融合智慧城市建设中的新一代信息技术、调度系统, 据此强化城市应对突发重大事件的全周期韧性能力。本文阐述了智慧韧性城市的内涵与发展价值, 分析了开展智慧韧性城市建设面临的挑战; 提出了智慧韧性城市建设的框架、生态、路径、评估指标, 相对全面地阐明了领域发展要素及模式。研究建议, 合理增加公共财政投入、提升基础设施建设水平, 建立健全应急法律法规、完善社会治理体系, 注重智能信息技术建设、追求科技赋能发展, 发挥政府统筹作用、推进多元协同共治, 以此驱动智慧韧性城市建设、支撑城市高质量发展。

**关键词:** 智慧韧性城市; 数字化转型; 城市管理; 韧性城市; 智慧城市

**中图分类号:** TU984.2 **文献标识码:** A

## Framework System and Path of Smart Resilient City Construction

Xu Xuesong<sup>1,2</sup>, Yan Yue<sup>1</sup>, Chen Xiaohong<sup>1,2\*</sup>, Liu Xingbao<sup>1</sup>, Su Yun<sup>1</sup>,  
Tang Jiale<sup>1</sup>, Peng Jianjun<sup>3</sup>

(1. Changsha Social Laboratory of Artificial Intelligence, Hunan University of Technology and Business, Changsha 410205, China;

2. State Key Laboratory of Digital Intelligence and Smart Society (Cultivating), Changsha 410205, China;

3. Xiaoxiang Research Institute of Big Data, Changsha 410001, China)

**Abstract:** In the context of extreme weather and frequent emergencies, strengthening the integration of resilient cities and smart cities will comprehensively enhance the resilience of cities and promote the modernization, digitalization, standardization, and sustainability of urban management. Smart resilient cities refer to integrating the new-generation information technology and dispatching systems of smart cities in city construction, thus to strengthen cities' full-cycle resilience capacity to cope with major emergencies. This study elaborates the implication and development values of smart resilient cities, and analyses the challenges faced in smart resilient city construction. Moreover, it proposes a framework, ecology, pathways, and assessment indicators for smart resilient city construction, and clarifies the development elements and modes. Furthermore, we propose the following suggestions: (1) increasing public financial investment to upgrade infrastructure construction, (2) establishing sound emergency laws and regulations to improve social governance systems, (3) focusing on intelligent information technology construction to pursue technology-enabled development, and (4) playing a coordinating role of the government to promote multi-dimensional collaboration and governance, thereby driving the

**收稿日期:** 2022-04-27; **修回日期:** 2022-08-07

**通讯作者:** \*陈晓红, 湖南工商大学教授, 中国工程院院士, 研究方向为智慧社会、数字经济; E-mail: c88877803@163.com

**资助项目:** 中国工程院咨询项目“智慧社会建设与社会治理的战略和应用示范研究”(2022-XZ-02), “经济社会数字化转型治理体系研究”(2021-HYZD-12); 国家自然科学基金项目(91846301, 71790615)

**本刊网址:** www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

construction of smart resilient cities and supporting high-quality urban development.

**Keywords:** smart resilient cities; digital transformation; city management; resilient city; smart city

## 一、前言

保持风险忧患意识、做到居安思危，是城市发展及治理过程的重要原则。目前，我国在北京、上海、武汉、长沙等30余个城市开展了智慧城市建设，初步显现了智慧交通、智慧医疗、智慧政务等方面的成效，增强了城市的现代化治理能力，也在一定程度上缓解了“大城市病”<sup>[1]</sup>。需要注意到，当前的智慧城市建设在抵御不可预料的重度风险，应对自然灾害、传染病疫情等重大突发事件的能力方面仍存在不足。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》首次提出了建设“韧性城市”的指导意见：增强城市防洪排涝能力，建设海绵城市、韧性城市，提高城市治理水平，加强特大城市治理中的风险防控。因此，开展韧性城市、智慧城市的融合建设，全面提升城市抵抗力及恢复力，促进城市管理的现代化、数字化、规范化、可持续，显得较为迫切。

智慧韧性城市以大数据、人工智能等新兴技术为支撑，旨在提升城市灾时的及时响应、有效抵御、快速恢复等能力，从而尽快恢复到灾前的平衡状态；主要包含“智慧城市”“韧性城市”两个层面的内容。<sup>①</sup>已有研究提出了我国智慧城市建设的实施路径，获得了实践验证<sup>[2,3]</sup>。智慧城市侧重通常状况下的城市智能化水平，并不关注（也就不能解决）突发事件对城市的巨大冲击；宜转向韧性城市视角，关注人与自然因素突变时的城市可持续发展课题<sup>[4]</sup>。例如，依据韧性城市的基本概念，重新定义了区域经济韧性的内涵<sup>[5]</sup>；梳理城市韧性在不同领域的定义，认为韧性城市作为复杂的耦合系统需要多主体协同<sup>[6]</sup>。<sup>②</sup>在韧性城市应用场景方面，既有梳理城市灾害韧性的发展情况，总结韧性城市规划的策略研究<sup>[7]</sup>，也有配电网<sup>[8]</sup>、路网恢复<sup>[9]</sup>、台风天气<sup>[10]</sup>、公共卫生<sup>[11-13]</sup>、社区管理<sup>[14]</sup>、地震<sup>[15]</sup>等具体应用研究，还有借鉴发达国家建设数字韧性城市的经验，提出我国韧性城市建设的初步建议<sup>[16]</sup>。就已有文献来看，针对我国智慧韧性城市建设面临挑战提出相对具体的实施路径研究，仍然

少见。

我国正处于经济结构调整阵痛期、增速换挡期、平衡疫情防控与经济社会发展阶段，“三期叠加”加剧了城市突发风险的应对压力。针对城市建设和运行的突出问题，融合智慧城市、韧性城市特质，研究智慧韧性城市的建设框架、建设内容、评价体系等，兼具学术与实践探索价值。

## 二、智慧韧性城市概念内涵与发展价值

### （一）智慧韧性城市概念内涵

#### 1. 智慧韧性城市的基本概念

智慧城市指利用新兴技术升级城市基础设施，提高城市人力、社会经济、传统产业的治理水平，实现对自然资源的智慧管理<sup>[17]</sup>。韧性城市指城市凭借自身能力积极抵御灾害，通过合理的资源调配实现快速的灾后恢复<sup>[18]</sup>。

智慧韧性城市是智慧城市、韧性城市的深度有机结合，涵盖了智慧城市的智能性特点、韧性城市面对突发事件的鲁棒性；在技术维度上实现城市的平时智能感知与灾后快速恢复，在组织维度上实现城市的平时精细化管理与灾时协同化管理。智慧城市与韧性城市相辅相成：前者为后者提供信息、技术、硬件等基础，共同为城市应急防灾提供分析与决策支撑。韧性城市在“智慧”的基础上，提升城市对应急防灾的快速响应、治理及恢复能力，为城市智能提供更多的应用场景和实际需求。

当前，我国智慧城市应急体系侧重突发公共事件出现后的应急救援、灾后恢复和建设。相比之下，智慧韧性城市不仅强调系统性提高城市的抗风险能力，而且要增强全周期的感知预警、应急决策、学习适应能力（见图1）：面向政府层面，着重提升城市治理和服务水平，预防灾害发生，保障受灾后城市的快速恢复及正常运转，韧性交通、韧性公共服务、韧性能源、韧性基础设施、韧性政务是核心建设模块；面向居民和社会层面，重在提升社会及民生服务水平，在重大突发事件出现时保障居民的基础生活以及提升各领域的学习适应能力，韧性交通、韧性社区、韧性医疗、韧性环保、韧性水

务、韧性能源是主要建设内容。

### 2. 智慧韧性城市发展演进模型

加强韧性城市和智慧城市融合建设，全面提升城市抵抗力及恢复力，优化韧性智慧社会治理，强化城市在自然或人为灾害时的韧性能力；支撑城市日常运行的精细化管理，实现智慧城市、韧性城市融合建设在“平疫结合”时间维度、“软硬交互”空间维度上的统一。应对社会发展和居民生活需求，提升智慧化程度和管理创新水平，努力建设安全、健康、宜居的城市人居环境。研究现代化城市的数字化技术、人工智能技术的应用发展史，融入韧性发展理念，建立智慧韧性城市发展演进模型（见图2）。

L1 数字城市，结合以信息技术为支撑、信息产

业为主导、信息服务为中心的一系列数据库与信息系形成的城市发展模式。数字城市为认识物质城市提供了新视角，为城市的调控、预测、监管提供了新手段，将在电子政务、防灾救灾、环境治理、智能交通、公众信息发布服务等方面产生显著作用。

L2 智慧城市，以物联网、云计算等信息技术为支撑，基于信息通信技术来感测、分析、集成城市核心系统运行的所有关键信息，智能响应民生、环保、城市服务、公共安全、工商业活动等需求；革新城市组织、政府、居民的交互方式，提高城市管理效率并为居民提供更好的服务。

L3 新型智慧城市，推动信息技术与城市现代化深度融合并迭代演进，形成治理高效有序、数据开

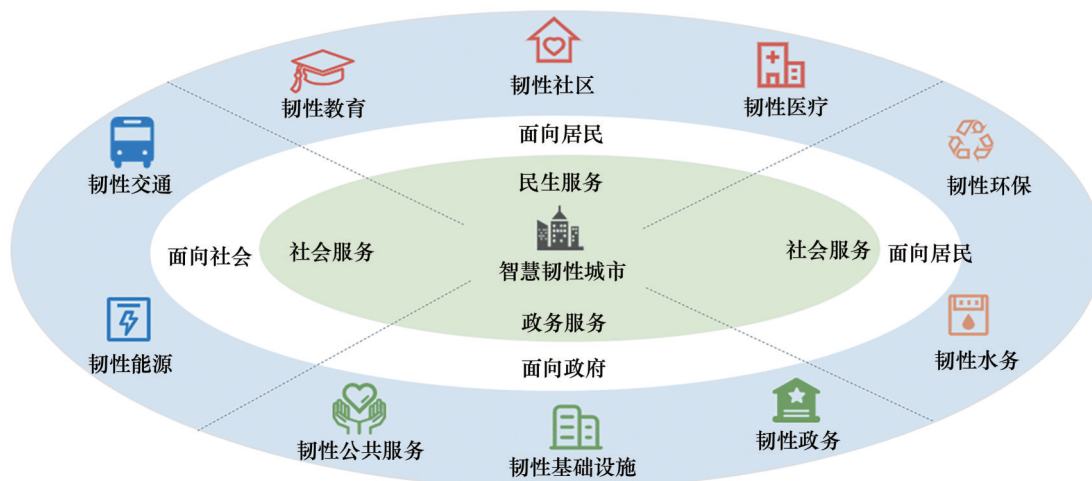


图1 智慧韧性城市内涵



图2 智慧韧性城市发展演进模型

放共享、经济发展绿色开源、网络空间安全清朗的城市综合环境,实现国家与城市协调发展的新生态。

L4智慧韧性城市,以新型韧性城市建设为基础,融入韧性发展思维,基于大数据驱动,形成覆盖灾害推演全过程的量化分析及决策模型;提升全社会的风险感知、城市的风险防范及对突发自然灾害的适应能力。

## (二) 智慧韧性城市的发展意义

### 1. 防范和遏制公共突发事件发生的需要

我国国土辽阔,各地的地理环境差异显著,自然灾害频发,如2021年前三个季度因自然灾害造成的经济损失为2864亿元,约9494万人受灾、792人死亡。随着经济全球化、城市化进程加快,越来越多人口选择居住在城市中。在高密度的城市空间建设与管理过程中,需要高效处理、精准应对众多复杂而交联的城市公共突发事件,如因水、电、燃气等资源短缺,地震、火灾、极端天气伴生的自然灾害,经济波动等引发的社会动荡等<sup>[18]</sup>。应对这些具有不确定性的事件,对各级组织的感知、响应、协同能力,基础设施的抗扰、供给能力构成考验。

### 2. 推动经济社会数字化转型治理的需要

经济社会数字化有助于推动社会治理体系、治理模式适应新的经济形态<sup>[19]</sup>,为在城市治理过程中把握新发展阶段的内在要求、贯彻新发展理念的实践路径、构建新发展格局的稳健框架提供支持。例如,在民生服务层面,行政管理体制、生态文明制度体系、公共事业经济管理制度等还存在一些缺口,公共事业经济管理模式单一且滞留于传统层面,对新平台、新媒体、新渠道的利用程度不高<sup>[20]</sup>,不再适应实际民生水平。此外,城市与乡村之间的信息鸿沟与服务断层现象,也为跨地域、跨层级合作增加了壁垒。智慧韧性城市建设有助于经济社会数字化转型治理,提升资源利用及匹配的效率,实现适应型、学习型的经济社会新格局。

### 3. 将智慧技术融入韧性城市建设的需要

智慧韧性城市综合运用大数据、云计算、人工智能等技术,全面感知城市的韧性状态;对海量、动态的数据进行高效分析,集成为辅助城市治理的信息,支持城市进入以人为本、统筹集约、协同创新的阶段。智慧韧性城市建设有助于立足高效预警

新生风险,实时修正运行缺陷,及时调配社会公共资源,制定规范化、标准化的风险防控实施方案;与智慧技术协同,形成空间维度“软硬交互”的统一体。

## 三、智慧韧性城市建设面临的挑战

### (一) 基础设施覆盖不全面,韧性感知能力不足

基础设施既包括传感终端、第五代移动通信技术(5G)网络、大数据中心、工业互联网等智能设备,也涉及医疗资源、道路设施、能源输送管道等维持城市系统正常运行的公共设施;其覆盖范围的全面性决定了城市灾时感知的速度与精度,进而影响城市的韧性响应与决策能力。然而,我国许多城市的基础设施配置不合理,集中于中心城区及其周边,而偏远地区的基础设施落后且稀少;也有不少城市的中心城区基础设施老旧,无法满足平时感知、灾前预警、灾时抵御的功能需求。因此,合理加强中小城镇在智慧韧性城市基础设施方面的投入,提高建设、维护、运用等意识,基于多维监测、精准管控、智能网联、韧性感知能力,使灾及时预警、高效协作成为现实。

### (二) 治理制度体系不完善,韧性决策能力不足

在我国,城市社会的防灾、减灾、救援机制和应对能力建设仍有较大提升空间,表现在法律、法规、应急机制不完善,政府决策难以迅速制定和执行。城市管理中的韧性决策能力不足、随意性强而实效性弱等问题,原因可能在于:①没有自上而下的管控制度,各方主体的职责关系没有明确,在突发事件应对过程中极易出现各行其职的情况;②政府在相关制度的执行过程中,没有明确监管与问责的责任主体,缺乏客观的评价及考核机制,导致城市应急预案的可操作性、政府风险处理决策的应有支持作用不强,掣肘了城市的防灾、减灾、救援等工作能力。

### (三) 数据信息共享不充分,韧性响应能力不足

我国的智慧城市建设蓬勃发展,但智慧城市与韧性城市的建设目标、建设内容存在明显的脱节现象。一方面,大量的智慧工具处于分散化状态,难以整合关键资源,也未能满足动态治理的要求,导

致管理信息系统、网络资源没有进行充分集成，信息壁垒现象常见；未能实现信息系统必要的互联互通，制约了协同高效应急管理大数据信息服务网络平台、智能防灾减灾服务体系的建设成效。另一方面，政府设立的智能治理系统，与源于社区的数据之间未能有效衔接，仅有部分管理领域在社区接入了智慧端口；多数管理部门依然采取传统的人工入驻社区方式进行信息监控和采集，在影响居民幸福感的同时，制约了数据的时效性甚至影响了城市治理的综合效能。

### （四）公共资源配置不到位，韧性协同能力不足

公共资源的合理配置是城市生存和发展的基础保障。受人、财、物等方面的制约，我国城市社会应急管理的软硬件设施仍未达到优化标准，如通信网络需要更为鲁棒，应急物品储备机制存在缺陷；城市社会在面临风险与灾难时，可能因应急物品保障不足而受到经济损失，社会体系更是难以回归原有状态。城市韧性治理事关居民的个人安全，也与社会平稳运行密切相关，因而不同主体之间的协作是组织韧性的重要来源。目前，城市多方应急协同治理能力薄弱、职责分散，良性协同的联动机制不健全，难以充分防范复杂多样风险和突发公共事件。以抗击新型冠状病毒肺炎疫情为例，不同城市的公共卫生应急设施建设存在明显的不平衡性及脆弱性，多数城市没有达到建设多种功能混合型公共空间的目标，由此反映出我国城市应急管理体系建设仍有不健全、不灵活、不合理之处。

## 四、智慧韧性城市建设框架及路径

### （一）智慧韧性城市建设内容

智慧韧性城市建设以政府为主导，协同社会多元主体，融入新型智慧城市建设过程；以“城市经济稳定、社会组织协同、工程设施完备、应急管理完善、信息技术保障、生态环境宜居”为基本导向，提高城市精细化治理、风险源防控水平，自下而上引导城市系统提升韧性。相应的建设框架分为6个层级（见图3）。

智慧感知层，结合智慧城市和“城市大脑”建设，通过地面物联网、天基遥感等信息化设施实时获取城市的动态数据。

韧性感知层，针对智慧感知的数据，建模并分析人口增长、灾害暴发、气候变化、城市建设等带来的韧性能力变化情况。

韧性建模层，包括韧性基础算法模型、韧性智能认知模型、韧性决策分析模型。利用大数据、机器学习、数字孪生等算法对数据进行加工处理，提取风险信息；利用采集的实时数据构建风险识别模型、监控预警模型、响应防御模型、损失评估模型，建立韧性“城市大脑”，定期或灾后更新对应的模型；从多源异构数据中分析城市面临的风险，利用机器学习等技术模拟分析决策行为，为后续的灾害应对提供预判。

韧性决策层，构建全周期城市社区风险决策模型，涉及预案建设、规划考核、应急科普、安全巡查、突发预警等的“事前预警”，预案执行、风险评估、态势预判、指挥调度、应急救援等的“事中应急”，灾情核查、物资分配、吸收调整、韧性重估等的“事后反馈”，全面降低灾害发生可能造成的损失。

韧性协同层，分为空间维度、组织维度、体制维度、技术维度、保障维度、文化维度，构建政府主导、社会多元主体积极参与的城市风险治理生态，提升城市内部组织结构的多维度协同能力。

韧性管控层，从交通、医疗、水务、能源、环境保护、公共服务等领域着手进行管理和调控，追求城市的长期稳定和繁荣发展。

### （二）智慧韧性城市建设生态

智慧韧性城市建设生态以政府、企业、居民为主体，韧性“城市大脑”为基础，围绕政企有序协作、市企众创、基层积极自治、政“脑”众智协同、企“脑”优势互补等需求，构建多主体、多领域、多层级的生态网络（见图4）。以长效协同机制推动智慧韧性城市的演进优化，为多元主体参与智慧韧性城市建设创造良好环境。

韧性“城市大脑”包括智慧感知及韧性感知的基础数据库、功能评估模型、基础算法模型、决策分析模型等，为城市应对突发事件提供理论及实践支撑。注重运用企业的技术研发及运营经验开展“产学研”合作，以此反馈政府的统筹规划、标准制定、机制创新等。合理共享数据资源，吸引企业投资参与，提高居民自治能力；提升居民在突发事

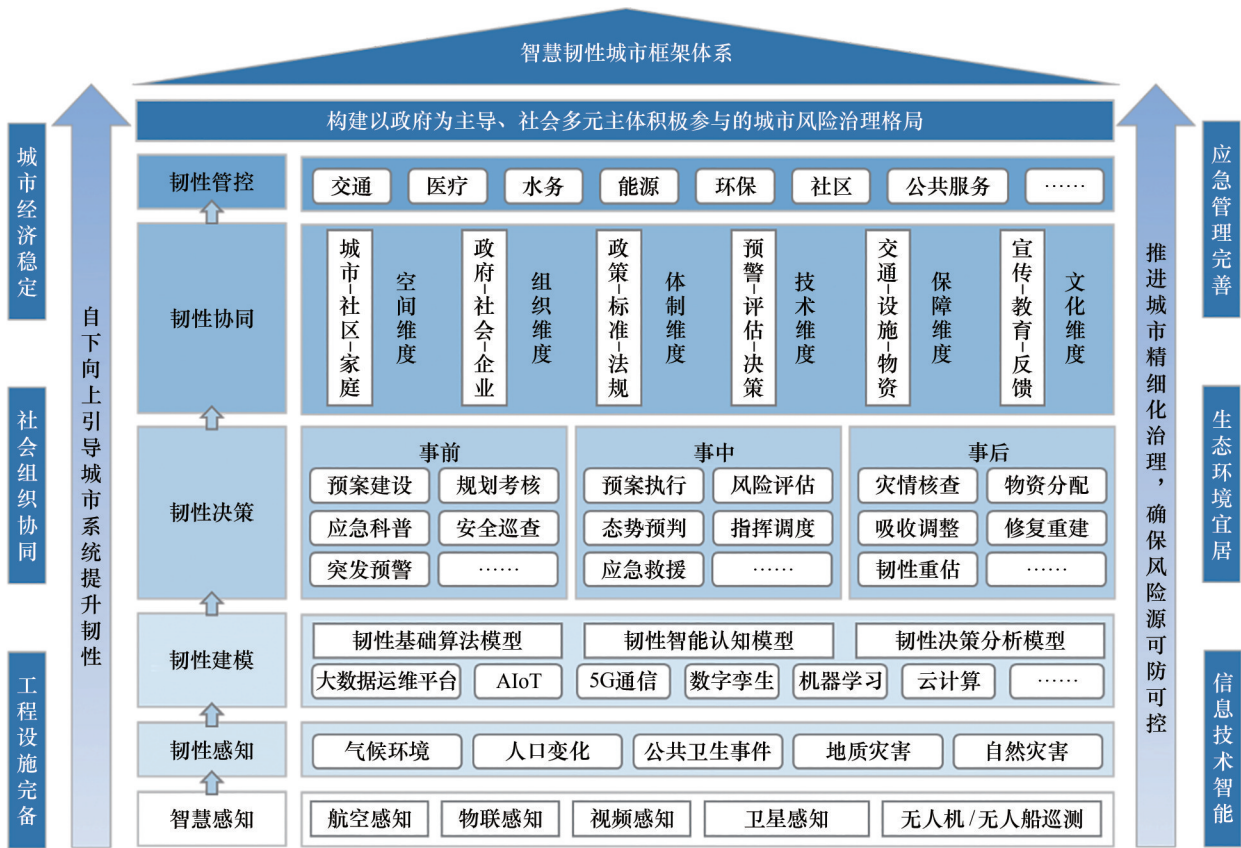


图3 智慧韧性城市框架体系  
注：AIoT表示人工智能物联网。

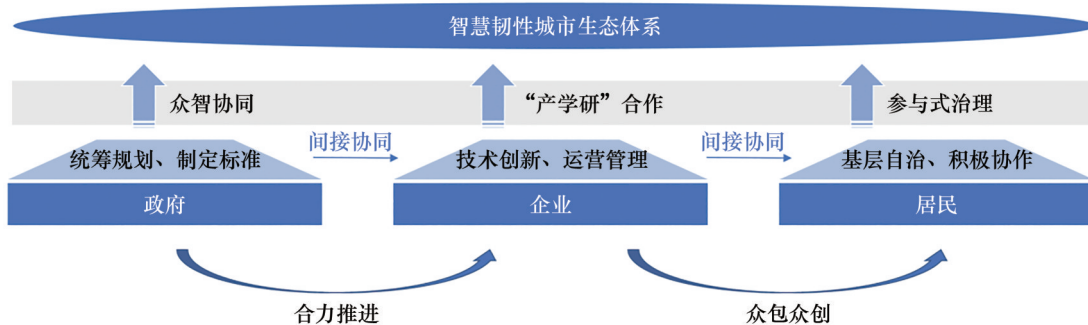


图4 智慧韧性城市建设生态

件状态下自愿参与应急资源调配、弥补基层应急疏漏等方面的积极性，实现众包众创。

### (三) 智慧韧性城市建设路径

智慧城市建设是一项复杂的系统工程，也是一个持续推进的过程，对于其中基础性、结构性、前置能力的建设内容，需要在智慧韧性城市建设启动时作为重点工作进行优先部署，以确保建设过程中

不出现结构性瓶颈，最终促进智慧韧性能力的形成。从智慧韧性城市的8个关键流程出发，着眼提升城市6种韧性能力，构建4种城市治理的韧性职能以及统一的智慧韧性“城市大脑”主要路径，进而阐述了智慧韧性城市建设模式。从感知、认知、思维方式、行动能力等方面对城市进行扩展建设，形成自适应性、自学习性、弹性冗余、稳定安全的城市系统。与智慧城市不同，韧性“城市大脑”包含

8个关键流程，为城市建设提供感知、监测、决策、行动、评估、学习等抗风险能力，支持实现城市治理的全领域主动调适、全流程动态应对风险、全周期提升韧性能力（见图5）。

1个韧性“城市大脑”，包含城市突发事件发生时的思维行动方式、应急救援经验以及常态时期的韧性感知、监测能力等，实现平战结合的“一脑惠全城，韧性助防控”目的，也为政府制定城市发展政策与规划提供应对能力和参考意见。

4种韧性职能，涵盖韧性认知评价、自我感知、思维方式、行动能力，要求城市具有能感知常态时期人口、天气、城建变化的手段，在灾难来临时达到有基础可用、有灾情能知、有经验可借、有资源可动的目的。

6种主要能力，为4种韧性职能提供基础；感知能力、监测能力、评估能力提升自我感知与认知评价，决策能力为行动提供保障，学习能力为思维方式奠定基础。

#### （四）智慧韧性城市评估指标

研究智慧韧性城市评估指标，旨在测量和监测影响城市韧性的因素，发现城市韧性短板，评估不同时期的城市韧性；定性与定量相结合，反映基本国情，为完善韧性规划、改进技术方案提供支持。

立足“全灾种”建立网格化风险防控体系，立足“大应急”提高应急科技和装备水平，立足“大安全”提升减灾救灾保障能力。主要从组织管理、经济社会、基础设施、制度文化等方面构建了智慧韧性城市评估指标体系（见图6）。

在组织管理方面，要求智慧韧性城市具有综合发展规划、多元协同治理、有效领导与管理等方面的能力。本层次的指标构建，以提升城市组织管理能力现代化为导向，综合运用现代管理技术与方法，考虑各级组织在面临不确定性的突发事件时所具有的感知、响应、协同、学习进化等能力，促进形成管理体系完整、灵活高效的治理框架。

在经济社会方面，要求确保居民健康与生命安全、社会救援发展、生态可持续发展等目标。本层次的指标构建，以物资保障、弹性供应、多元产业与财政支撑、城市公共服务、社会稳定等为重点，反映居民工作与生活质量、突发事件下满足居民基础生存等需求，形成有效抵御和应对外部冲击的经济能力，确保城市持续增强社会综合韧性。

在基础设施方面，要求满足工程设施抗扰性能、基础能源供给能力、交通与通信可靠性等最低需求。本层次的指标构建，以交通物流、医疗设备、生态屏障、水电供应、环境修复等为重点，提升基础设施的服务质量和生态系统的稳健性，注重

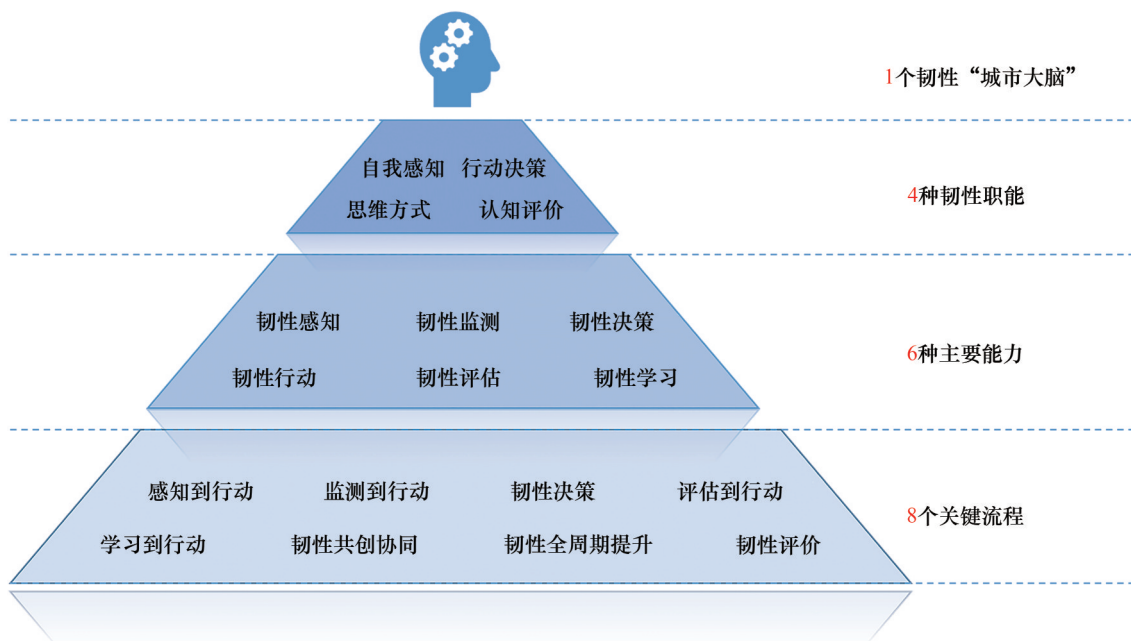


图5 智慧韧性城市建设路径

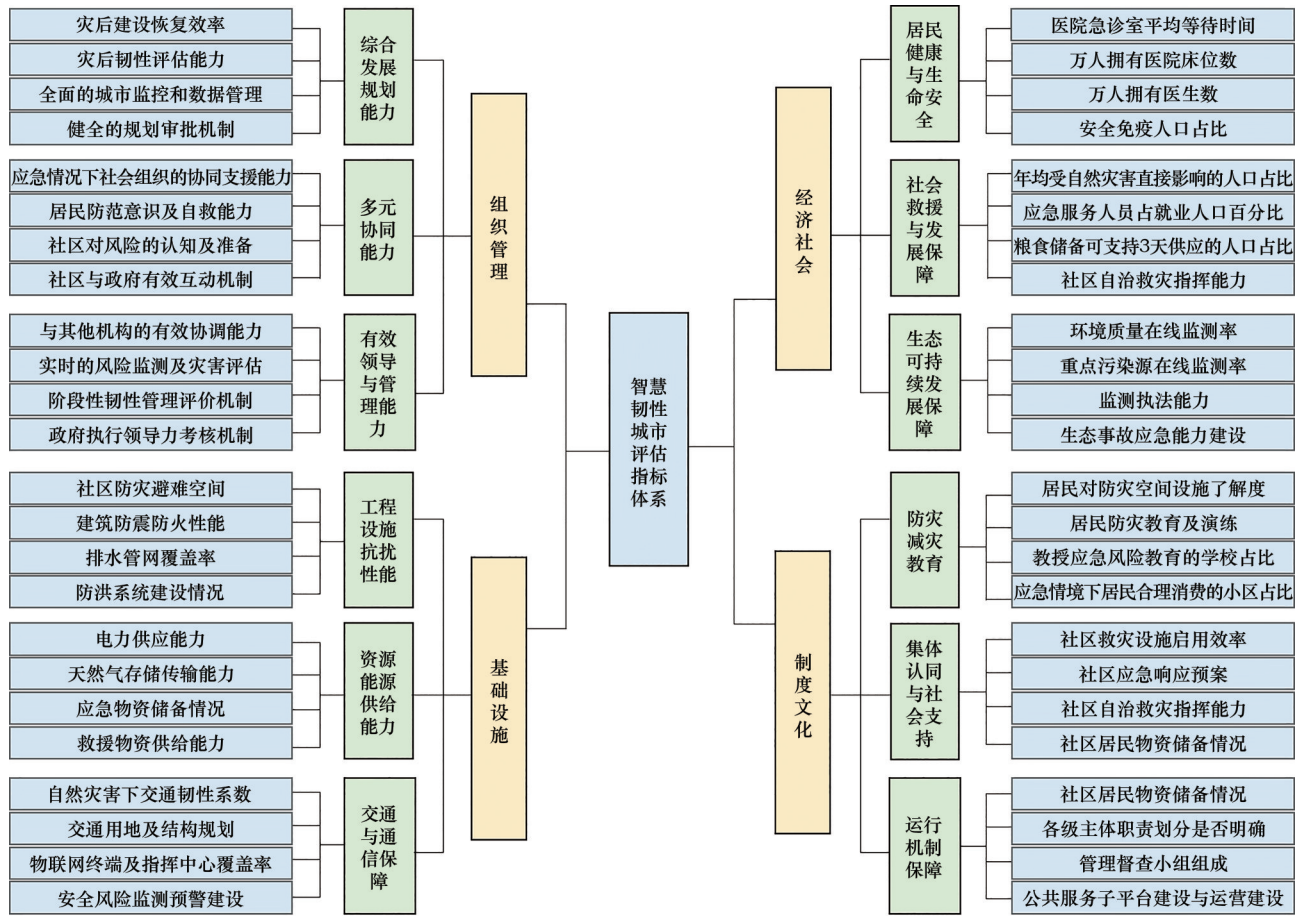


图6 智慧韧性城市评估指标体系构成图

城市关键基础设施的高效协同运作，确保城市基础设施满足应急需求、城市在突发事件下正常运行。

制度文化包含防灾减灾教育、集体认同与社会支持、运行机制保障三方面。本层次的指标构建，着眼于社区自治、政府扶持、居民认知等，依靠政府部门、市场化力量、社会团体、城市居民来共同构成韧性屏障；提升突发事件时的居民自我调控、自我应对、相互协同能力，保障智慧韧性城市建设的运行机制及政策支持。

### 五、智慧韧性城市建设的发展建议

科学制定韧性城市发展规划，将城市建设观念转变为分布式、网格化、小型化、动态化、并行化的深层体系，构建全周期、全时段、多层次、全流程、整体性、系统化的城市安全体系，耐冲击、自适应、恢复快的城市应急管理能力和韧性，据此突破中心集约化城市建设与治理模式易受突发、群发性灾害

的风险扰动以及潜在的链式暴发问题。通过智慧韧性城市的感应认知、响应决策、学习适应、应急管理管控等能力提升，形成“智能+便捷+舒适”城市服务体系、“韧性+灵活+协同”立体应急网络，支撑城市向更高水平发展。

#### (一) 合理增加公共财政投入，提升基础设施建设水平

建议设立智慧韧性城市建设专项资金，统筹专项资金使用并提高资金使用效益，保障智慧韧性城市重点项目建设与运维的资金需求。积极调整城市空间结构，引导城市从单中心、圈层式转向多中心、分布式，避免城市功能过度集中。以智慧韧性城市建设为契机，升级并加强城市现有基础设施规划，建设并联式、多选择的城市交通体系。统筹防灾和应急场所的规划设置，推动基本公共服务资源均等化，提升公共服务系统覆盖度，使城市在具有不确定性的未来环境中保持持续稳健的发展势头。



### (二) 建立健全应急法律法规, 完善社会治理体系

建议将智慧韧性城市建设提升到维护国家经济发展安全的战略高度, 完善智慧韧性城市建设政策标准, 及时制定/修订综合减灾、抢险救灾、灾害救助、灾后重建等方面的地方性法规规章和规范性文件, 建立完善政策规程, 为智慧韧性城市建设提供法治保障。完善城市应急管理体制, 构建反应灵敏、上下联动的城市应急处置网络和实用化、扁平化应急处置模式, 建立城市数字安全风险监测预警机制及全天候数字综合风险灾害预测管理信息共享平台, 增强各类风险的预见性, 全面提升城市风险管理及应急能力。

### (三) 注重智能信息技术建设, 追求科技赋能发展

从信息化到智能化再到智慧化, 是建设韧性城市的必由之路。推动城市治理数字化转型, 综合运用大数据、云计算、区块链技术为城市治理全面赋能。提升数字政府治理水平, 推动数据资源互联互通、融合共享, 支撑城市智慧决策、管理和快速反应。建设韧性“城市大脑”, 强力破除“信息孤岛”, 打造“会思考、善感知、有温度”的智慧城市体系。加快推进智慧韧性城市新型基础设施建设, 推进大数据中心、超算中心、物联网、工业互联网、卫星互联网等新型基础设施建设, 为智慧韧性城市建设筑牢“智能智造”的基础架构。建立开放高效的技术交流平台, 推动信息化创新应用于智慧韧性城市建设, 形成易于推广和复制的智慧韧性城市建设管理体系及模式, 实现从“试点”向“区域”发展。

### (四) 发挥政府统筹作用, 推进多元协作共治

坚持共建、共治、共享的治理原则, 完善新时期城市治理的韧性模式, 有序引导政府、企业、社区居民、居委会、物业、社会组织等核心主体共同参与城市治理。坚持从顶层设计出发, 发挥政府统筹协调功能, 形成中央与地方、平时与战时、官方与民间、内部与涉外协同的综合应急体系。基层组织积极动员居民为建设智慧韧性城市建言献策, 助力城市居民自我管理、自我服务、自我监督, 构建居民参与城市治理的机制。吸纳、引导高科技企业和社会力量, 深度参与智慧韧性城市建设和运营, 营造政企合作、多方共赢、开放共进的城市发展新生态。

### 利益冲突声明

本文作者在此声明彼此之间不存在任何利益冲突或财务冲突。

**Received date:** April 27, 2022; **Revised date:** August 7, 2022

**Corresponding author:** Chen Xiaohong is a professor from the Hunan University of Technology and Business, and a member of Chinese Academy of Engineering. Her major research fields include smart society, digital economy. E-mail: c88877803@163.com

**Funding project:** Chinese Academy of Engineering project “Strategic and Applied Demonstration Research on Smart Society Construction and Social Governance” (2022-XY-109) and “Research on the Governance System of Economic and Social digital Transformation” (2021-HYZD-12); National Natural Science Fund project (91846301, 71790615)

### 参考文献

- [1] 沈洁, 张可云. 中国大城市病典型症状诱发因素的实证分析 [J]. 地理科学进展, 2020, 39(1): 1–12.  
Shen J, Zhang K Y. An empirical analysis of factors leading to typical urban problems in China [J]. Progress in Geography, 2020, 39(1): 1–12.
- [2] 沈霄, 王国华. 基于整体性政府视角的新加坡“智慧国”建设研究 [J]. 情报杂志, 2018, 37(11): 69–75.  
Shen X, Wang G H. “Smart nation” in Singapore: Perspective of the whole of government [J]. Journal of Intelligence, 2018, 37(11): 69–75.
- [3] 陈天, 石川淼, 王高远. 气候变化背景下的城市水环境韧性规划研究——以新加坡为例 [J]. 国际城市规划, 2021, 36(5): 52–60.  
Chen T, Shi C M, Wang G Y. Research on urban water environment resilience planning under the background of climate change: A case study of Singapore [J]. Urban Planning International, 2021, 36(5): 52–60.
- [4] 徐耀阳, 李刚, 崔胜辉, 等. 韧性科学的回顾与展望: 从生态理论到城市实践 [J]. 生态学报, 2018, 38(15): 5297–5304.  
Xu Y Y, Li G, Cui S H, et al. Review and perspective on resilience science: From ecological theory to urban practice [J]. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(15): 5297–5304.
- [5] 李连刚, 张平宇, 谭俊涛, 等. 韧性概念演变与区域经济韧性研究进展 [J]. 人文地理, 2019, 34(2): 1–7.  
Li L G, Zhang P Y, Tan J T, et al. Review on the evolution of resilience concept and research progress on regional economic resilience [J]. Human Geography, 2019, 34(2): 1–7.
- [6] 赵瑞东, 方创琳, 刘海猛. 城市韧性研究进展与展望 [J]. 地理科学进展, 2020, 39(10): 1717–1731.  
Zhao R D, Fang C L, Liu H M. Progress and prospect of urban resilience research [J]. Progress in Geography, 2020, 39(10): 1717–1731.
- [7] 杨敏行, 黄波, 崔翀, 等. 基于韧性城市理论的城市防治研究回顾与展望 [J]. 城市规划学刊, 2016 (1): 48–55.  
Yang M X, Huang B, Cui C, et al. Review and prospect: Urban disaster resilience [J]. Urban Planning Forum, 2016 (1): 48–55.
- [8] 何维国, 王赛一, 许唐云, 等. 城市韧性配电网建设与发展路径 [J]. 电网技术, 2022, 46(2): 680–690.

- He W G, Wang S Y, Xu T Y, et al. Construction and development path of the urban resilient distribution network [J]. *Power System Technology*, 2022, 46(2): 680–690.
- [9] 王晶, 刘昊天, 朱建明. 基于韧性城市视角的冰雪天气下路网恢复问题研究 [J]. *中国管理科学*, 2018, 26(3): 177–187.
- Wang J, Liu H T, Zhu J M. Study on road network recovery under snow and ice conditions based on the perspective of resilient city [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2018, 26(3): 177–187.
- [10] 彭雄亮, 姜洪庆, 黄铎, 等. 粤港澳大湾区城市群适应台风气候的韧性空间策略 [J]. *城市发展研究*, 2019, 26(4): 55–62.
- Peng X L, Jiang H Q, Huang D, et al. The study on space resilience strategies in agglomeration of Guangdong-Hong Kong-Macao greater bay-area for adaptation to typhoon climate [J]. *Urban Development Studies*, 2019, 26(4): 55–62.
- [11] 李阳, 刘敏, 徐玉梅. 韧性社区公共卫生应急管理问题与策略研究 [J]. *卫生经济研究*, 2022, 39(6): 86–89.
- Li Y, Liu M, Xu Y M. Research on problems and strategies of public health emergency management in resilient communities [J]. *Health Economics Research*, 2022, 39(6): 86–89.
- [12] 庄越, 梁晓晓. 面向疫情危机的城市公共卫生系统韧性 [J]. *中国安全科学学报*, 2022, 32(2): 167–175.
- Zhuang Y, Liang X X. Resilience of urban public health system in cases of epidemic crisis [J]. *China Safety Science Journal*, 2022, 32(2): 167–175.
- [13] 陈晓红, 徐雪松, 邵红燕, 等. 我国公共卫生安全应急情报区块链共享体系研究 [J]. *中国工程科学*, 2021, 23(5): 41–50.
- Chen X H, Xu X S, Shao H Y, et al. Blockchain-based emergency information sharing system for public health security [J]. *Strategic Study of CAE*, 2021, 23(5): 41–50.
- [14] 陈涛, 罗强强. 韧性治理: 城市社区应急管理的因应与调适——基于 W 市 J 社区新冠肺炎疫情防控的个案研究 [J]. *求实*, 2021 (6): 83–95.
- Chen T, Luo Q Q. Resilience governance response and adjustment of urban community emergency management: A case study of COVID-19 prevention and control in J Community of W City [J]. *Truth Seeking*, 2021 (6): 83–95.
- [15] 韩林, 赵旭东, 陈志龙, 等. 地震灾害下城市供水网络韧性评估及优化研究 [J]. *中国安全科学学报*, 2021, 31(2): 135–142.
- Han L, Zhao X D, Chen Z L, et al. Seismic resilience assessment and optimization of urban water distribution network [J]. *China Safety Science Journal*, 2021, 31(2): 135–142.
- [16] 李依浓, 李洋. 数字化背景下的韧性城市建设——以德国达姆施塔特为例 [J]. *城市发展研究*, 2021, 28(7): 65–74.
- Li Y N, Li Y. Towards resilient cities in the light of digitalization: Case study of Darmstadt [J]. *Urban Development Studies*, 2021, 28(7): 65–74.
- [17] 孟凡坤, 吴湘玲. 重新审视“智慧城市”: 三个基本研究问题——基于英文文献系统性综述 [J]. *公共管理与政策评论*, 2022, 11 (2): 148–168.
- Meng F K, Wu X L. Revisiting “smart city”: Three basic research questions—Based on a systematic review of English literature [J]. *Public Administration and Policy Review*, 2022, 11(2): 148–168.
- [18] Ribeiro P J G, Gonçalves L A P J. Urban resilience: A conceptual framework [J]. *Sustainable Cities and Society*, 2019, 50: 1–12.
- [19] 吴静, 张凤, 孙翊, 等. 抗疫情助推我国数字化转型: 机遇与挑战 [J]. *中国科学院院刊*, 2020, 35(3): 306–311.
- Wu J, Zhang F, Sun Y, et al. Fight against COVID-19 promotes China’s digital transformation: Opportunities and challenges [J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2020, 35(3): 306–311.
- [20] 戚聿东, 肖旭. 数字经济时代的企业管理变革 [J]. *管理世界*, 2020, 36(6): 135–152.
- Qi Y D, Xiao X. Transformation of enterprise management in the era of digital economy [J]. *Management World*, 2020, 36(6): 135–152.