

元宇宙城市系统架构与城市规划智慧响应研究

吕 明, 张 璋, 孙 琼, 房宏君

【摘 要】在分析元宇宙研究内涵的基础上, 深入挖掘元宇宙与城市的关系, 构建了包含技术底座、人类生理及心理、城市地理及人文、社会交换和道德法治 5 个层面的元宇宙城市系统总体架构, 并针对城市规划行业, 提出元宇宙城市规划智慧响应系统和体系, 在纵向上明确城市规划智慧响应模式, 在横向区域规划、城镇规划和详细规划 3 个层面上探讨智慧响应策略, 以期为城市规划行业积极应对元宇宙发展提供助力。

【关键词】元宇宙; 智慧城市; 城市规划; 智慧响应

【文章编号】1006-0022(2023)07-0080-05 **【中图分类号】**TU984 **【文献标识码】**A

【引文格式】吕明, 张璋, 孙琼, 等. 元宇宙城市系统架构与城市规划智慧响应研究 [J]. 规划师, 2023(7): 80-84.

Smart Response of Planning to Urban System in Metaverse/LÜ Ming, ZHANG Zhang, SUN Qiong, FANG Hongjun

[Abstract] Based on an analysis of the connotation of metaverse, the relationship between metaverse and cities is explored, a general urban structure in metaverse including technical base, human psychology, urban geography, social interaction, laws and morality is established, and a smart response system of urban planning in metaverse is proposed. The smart response system is analyzed vertically through the whole process, and discussed horizontally at regional, urban, and township levels, which provides a reference for the active response of urban planning profession towards metaverse development.

[Key words] metaverse; smart city; urban planning; smart response

1 元宇宙研究解读

1.1 背景与发展历程

随着全球在线学习、工作人数的激增, 线上生活成为新常态。社会虚拟化发展打破了现实世界的时空限制, 虚拟世界不断承接现实生活的迁移, 线上与线下的边界越来越模糊。随着社会虚拟化的发展, 元宇宙相关产业在 2021 年迅速爆发, 这主要是因为元宇宙要素产生了“群聚效应”。

“元宇宙”概念来自科幻作家尼尔·史蒂芬森在 1992 年创作的科幻小说《雪崩》。20 世纪 90 年代中期, 以 Web World、Worlds Incorporated 和 Active Worlds 社交游戏为代表, 元宇宙从固定剧本环境逐步发展为自由创造虚拟环境。21 世纪以来, 特别是在 2003 年和 2006 年分别出现了“非中心化”游戏 *Second Life* 及 *Roblox*, 它们突出的特点是都具有以虚拟货币为基础的虚拟经济系统, 人们可以进行经营、购物、建造等活动, 并进行数字内容创作。

【基金项目】 北京市社会科学基金项目 (22GLC074)、北京市属高等学校优秀青年人才培养计划项目 (BPHR202203223)、北京市教育委员会科学研究计划项目 (KM202111417012)、北京联合大学人才强校优选计划项目 (BPHR2019CS04)

【作者简介】 吕 明, 北京联合大学生物化学工程学院副教授、硕士生导师。

张 璋, 通信作者, 北京联合大学生物化学工程学院副教授、硕士生导师。

孙 琼, 北京联合大学管理学院教授、硕士生导师。

房宏君, 北京联合大学生物化学工程学院副教授。

1.2 概念界定

在认识元宇宙的过程中,容易混淆“元宇宙”与“电子游戏”“虚拟世界”的概念。

1.2.1 元宇宙与电子游戏

电子游戏只是元宇宙的一个组成部分,元宇宙会在大型多人在线游戏的基础上融入身份系统、经济系统、社交系统,打造基于可编辑世界的开放式任务模式,因此元宇宙是创造性游玩而非被动消费,是开放式探索而非给定任务,是不断与现实连通的^[1]。

1.2.2 元宇宙与虚拟世界

元宇宙基于虚拟世界又高于虚拟世界,元宇宙打破了虚拟世界与现实世界的边界,能够实现价值、信息、情感、关系、购买力、注意力、传播力等在虚拟世界与现实世界的流动及交换^[2]。

1.3 内涵

元宇宙是整合多种新技术而产生的新型虚实相融的互联网应用和社会形态,其内涵随着科技发展而不断演变。元宇宙构建的技术基础是扩展现实技术、数字孪生技术,用户能在现实世界的镜像中,以及在区块链技术搭建的经济体系下,实现沉浸式体验。元宇宙最大的特点是在经济系统、社交系统、身份系统上,允许每个用户进行内容生产和编辑,将虚拟世界与现实世界密切融合。

2 元宇宙与城市的关系

元宇宙的发展趋势与互联网的发展趋势相似,元宇宙改变了底层显示与交互方式,给上层应用带来革命性改变,同时对未来城市规划产生重大影响。当前,与城市有关的元宇宙理论有虚拟现实补偿论、模拟世界论、元宇宙发展论。

2.1 虚拟现实补偿论

虚拟现实补偿论主要强调虚拟和现

实之间可以相互补偿:人们需求不断向多元化发展,城市现实生活空间已经不能满足人们的需求,而虚拟世界正好可以弥补现实空间缺失的部分;现实世界具有唯一性,而虚拟世界可以创造多种可能性,虚构是人类文明的底层冲动,一直以来人们在不断“突破”现实世界、虚构虚拟世界。在古代,人们利用文学、绘画与戏剧创造虚拟世界;在近代,人们利用电影技术从视觉、听觉上还原真实场景;在现代,人们利用VR技术打造身临其境的体验;在未来,元宇宙技术还将提高人们在虚拟世界的沉浸感、参与感、补偿感。当元宇宙发展到一定阶段,现实世界可以反向补偿虚拟世界,实现现实世界与虚拟世界的双向补偿。

2.2 模拟世界论

基于虚拟现实补偿论,牛津大学哲学教授尼克·博斯特罗姆提出了模拟世界论,他提出假定一个文明为了得到补偿而创造虚拟世界的冲动是永恒的,那么在长时段的发展中就必然会创造出一个个虚拟世界,其自身所处的世界也极有可能是上层设计者打造的。

2.3 元宇宙发展论

元宇宙发展可分为数字孪生、数字原生和虚实相生3个阶段。在数字孪生阶段,元宇宙强调城市与物的连接,在虚拟空间完成现实空间映射,实现精确的现实空间复现,同时收集通过物联网技术采集的信息,实现信息可视化,并模拟和预测城市运行中的各类问题。在数字原生阶段,元宇宙强调人与城市的连接,在模拟城市运行的基础上,注重满足人的生活与社交需求,创造特有的体验。在虚实相生阶段,元宇宙强调多元主体参与互动,认为虚拟空间不仅是现实空间可视化复现,还是机器智能与人的智慧的相互补充,最终实现城市智慧管理。

3 元宇宙城市系统总体架构

元宇宙是人类生存维度、感官维度和思维空间的拓展,可以从技术底座、人类生理及心理、城市地理及人文、社会交换和道德法治5个层面构建元宇宙城市系统总体架构,其中:基础层是以人工智能、区块链技术等为代表的技术底座;中间层是通过人类与城市组成的系统进行的社会交换;顶层为道德法治,作用为对虚拟世界中的行为进行监管与约束,以及应对整个元宇宙城市各类风险^[3]。见图1。

3.1 基础层:技术底座

元宇宙城市的通讯基础为5G技术。5G技术具有高速率、低时延、低能耗的特征,能够支持大规模设备连接,可以高效承载元宇宙城市的大规模应用创新。元宇宙城市在虚拟界面主要采用拓展现实技术,利用VR实现沉浸式体验和实时信息输入、输出;利用AR实现现实世界与虚拟信息叠加;利用MR实现虚拟与现实间的自由切换。在数据处理方面,元宇宙城市利用大数据技术、云端3D图形渲染技术、动态分配算力技术、区块链技术等,并且利用不可复制、不可拆分的虚拟货币来实现价值归属、流通和变现。元宇宙城市的内容输出需要通过内容生产、内容呈现、内容审查3个环节来实现,主要利用人工智能技术,大幅提升运算性能,突破人工脚本限制,同时利用数字孪生技术,借助传感器实现信息可视化,营造细节丰富的环境和沉浸式体验。

3.2 中间层:人类、城市、社会交换

元宇宙城市主要从生理和心理两个层面进行人物刻画:在生理层面,在元宇宙城市中,人物不仅能够实现现实世界中时空规定的走、跑、跳等动作,还可以突破现实时空规定,解锁飞翔甚至

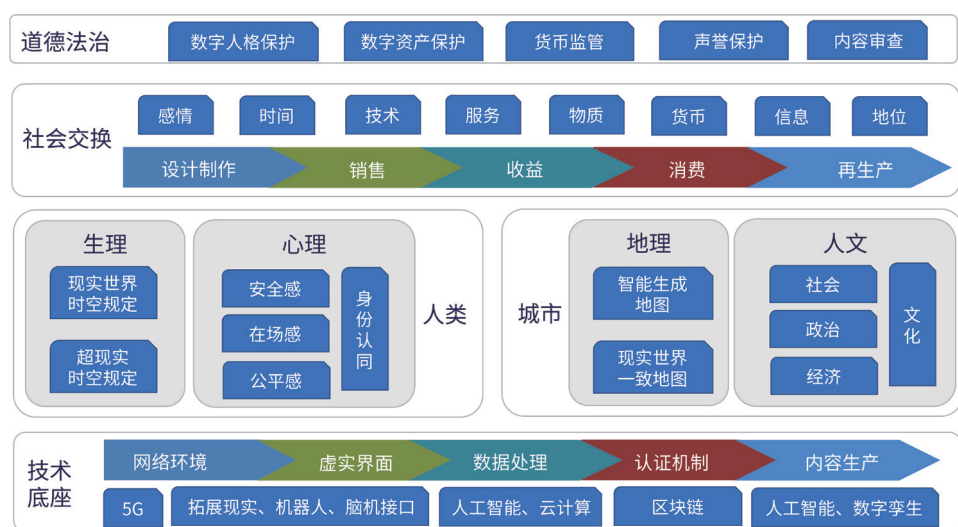


图1 元宇宙城市系统总体架构图

瞬时地理位置迁移的操作；在心理层面，元宇宙城市首先满足人们的在场感，其次通过建立和维持秩序使人们获得安全感，并在互动及分配过程中提供公平感，最后实现人们在心理上对元宇宙城市中的身份认同。

元宇宙中的城市主要从地理和人文两个层面进行构建。在地理层面存在两种城市空间构建方式：第一种是通过人工智能技术生成新地图，实现现实世界不能完成的空间构建；第二种是通过数字孪生技术生成与现实世界完全一致的地图。通过这两种方式构建的城市空间均可以实现城市土地购买及租赁、土地规划及变更、新建及改建建筑物等。元宇宙城市在地理空间构建的基础上，进一步从社会、政治、经济、文化等层面构建城市人文空间。

社会交换层是人类在元宇宙城市中活动发展的产物，元宇宙城市的社会交换以加入社团、完成任务、游戏比赛、赚取货币、获得奖金、购买服装道具甚至购买住所为主线，实现生产、消费、再生产的不断循环提升，并通过货币兑换的方式实现虚拟与现实的互融互通。

3.3 顶层：道德约束与法治监管

社会有序运行需要道德约束与法治

监管，因此在元宇宙城市中同样要构建数字人格保护、数字资产保护、声誉保护机制，进行内容审查与货币监管，打击经济诈骗、赌博、侵犯隐私、网络暴力等违法犯罪行为，以有效规避各类风险，为元宇宙城市高效建造与运行保驾护航^[4]。

4 元宇宙城市规划智慧响应研究

未来元宇宙将不断引领产业变革，首先将带动游戏、展览、教育行业向智慧化、虚拟化发展，其次影响城市规划与建筑设计行业的发展，最后影响医疗、工业制造和公共服务业的发展。2022年韩国首尔政府提出力争利用5年时间打造融合经济、文化、旅游、教育、申诉等功能的“元宇宙首尔”，目的是提高公共行政服务的效率。对于我国政府管理部门和城市规划业界，利用“元宇宙”概念提升城市建设效果，提供更好的服务，并进行城市规划智慧响应，成为未来研究和重要方向。

4.1 城市规划智慧响应系统构建

城市规划要把握元宇宙的发展趋势，不断构建和完善元宇宙城市规划的生态

版图。构建城市规划对元宇宙的智慧响应系统应从底层技术支撑入手，利用前端设备不断获取各类信息资源，进而打造应用支撑平台，最终形成各类内容场景入口。见图2。

4.2 全过程城市规划智慧响应模式

城市规划要在纵向上不断优化流程，形成对元宇宙全过程的智慧响应模式(图3)。该模式主要从基础设施建设、虚拟模型构建、平台底层设定、创作与模拟、预警与决策、转型与变革6个方面进行元宇宙城市规划智慧响应。

在基础设施建设方面，城市规划要智慧响应元宇宙发展，构建具有特色的基础设施，要在常规的5G网络、云计算、区块链、云存储和协议标准建设的基础上，进行物联网建设，统筹安装各类传感器，充分利用卫星遥感数据，构建全面可靠的基础设施。

在虚拟模型构建方面，城市建设要利用基础设施进行数据采集，并利用采集到的数据进行城市地形、场景、交通、管线建模，利用参数模型对基础数据进行可视化处理。

在平台底层设定方面，在虚拟模型构建的基础上，对城市规划智慧响应平台进行底层设定，首先明确虚拟空间开放式协议，促进数据信息交互；其次设定化身与虚拟人，组成团队并进行社交；再次利用区块链技术打造虚拟货币，构建交易平台；最后确定城市运行流程，形成城市运行规范。

在创作与模拟方面，元宇宙城市的显著特征是可编辑、可创作、能共享，因此需要在完成平台底层设定的基础上，建设城市规划通用平台，利用开放工具进行共享，并利用模型进行城市规划动态模拟，对出现的问题进行多方协同修改，形成UGC创作生态体系。

在预警与决策方面，在创作与模拟

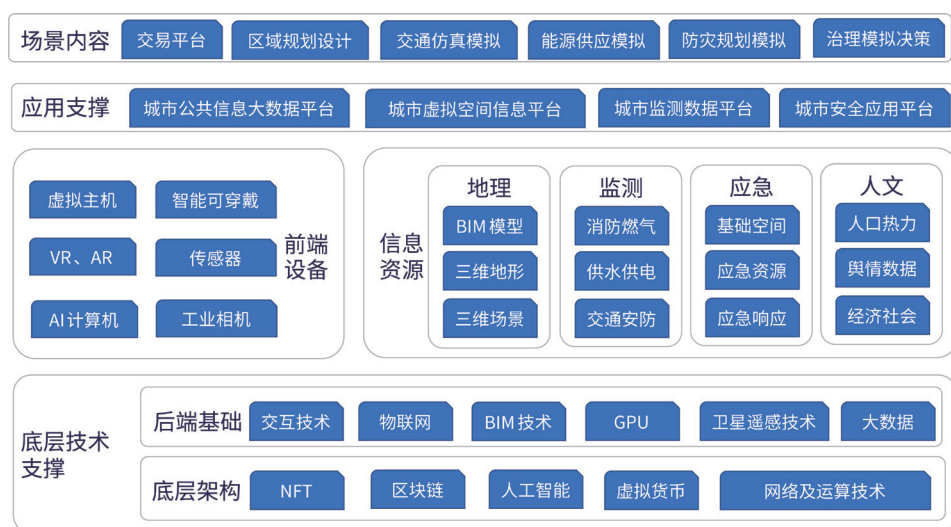


图2 城市规划智慧响应系统架构图

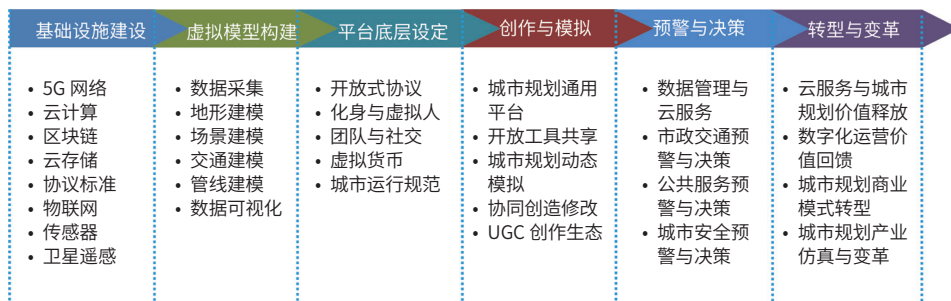


图3 全过程城市规划智慧响应模式示意图

城市规划动态的基础上,进一步对数据进行管理和分析,对城市市政交通、公共服务、城市安全三大设施进行综合风险评估^[5],分析其形态演化、量级演化、时空演化特征,研究其可能发生的各类事故耦合作用机理,对其运行情况进行超前预警,利用深度学习、知识图谱、人机交互等人工智能技术,实现在城市规划、设计、建造、运行的全过程对全要素进行监测、评估、预警、决策^[6]。

在转型与变革方面,元宇宙城市规划在不断释放云服务与规划价值、不断回馈数字化运营价值的基础上,进行原有城市规划商业模式转型,构造虚拟空间进行产业转型发展仿真,并明确产业转型路径,最终实现产业价值的提升与转变。

4.3 不同层面城市规划智慧响应策略

元宇宙城市规划在纵向实现全过程智慧响应的基础上,还需要结合我国现行规划体系,在横向区域规划、城镇规划和详细规划上进行智慧响应^[7],构建网络智慧响应体系。

在区域规划层面,城市规划智慧响应主要侧重于产业集群、交通规划、资源调配三大城市治理重点问题^[8]。区域规划要基于元宇宙与现实世界实时映射的属性,将区域所有城镇全量映射到元宇宙中,通过在元宇宙中模拟区域产业集群发展,明确区域产业政策;模拟交通物流情况,科学高效规划城际交通网络;模拟城际之间能源互联网构建,清洁高效利用化石能源,不断提高清洁能

源利用率,为我国“双碳”目标实现提供有力支撑。

在城镇规划层面,元宇宙使城市规划者可以及时掌控城市基础信息和状态,解决数据延时性和不准确性的问题。城市规划者要充分利用元宇宙提供的实时、沉浸、低延时信息数据,置身于待规划的城市区域中,全方位感知城市状态,全面获取城市信息。根据城市虚拟空间模拟的数据,构建深度学习场域模型,确定城市区域发展产业集群、发展规模与建设标准;优化城市市政交通、公共服务、安全设施总体布局,发挥城市工作、生活、交通和游憩功能;进行城市规划和运行态势仿真推演,利用知识协同驱动对城市灾害问题进行演化分析^[9],最终构建安全绿色、低碳宜居城市。

在详细规划层面,现实空间中的城市管理部门的权责划分不同,这导致在规划过程中各部门协调性不足^[10]。元宇宙城市对于详细规划可能存在的问题,可以提前发现,并基于模拟情景或者AI技术分析提供更新、更有效的规划建议。首先,利用元宇宙虚拟空间模型,加强地块详细规划与城市总体规划的一致性监管,控制建筑风格、高度、配套设施、开发现状等核心指标,并公开信息,发挥元宇宙市民监督作用。其次,不断完善城市详细规划数据库,收集地块人口、出行属性、消费属性等信息,进行数据分析和决策。最后,充分发挥元宇宙真实场景、多变的态势的特点,模拟水灾、火灾、管线事故、交通拥堵等事件,优化详细规划内容,同时提高城市应急能力。

5 结束语

互联网发展从人与人互联逐步拓展到现实功能的置入,再到物与物的连接,实现了万物互联和智能运行。当前智慧城市和数字技术正在进行社会空间与物理空间的全面连接,元宇宙未来将不断

在数字空间创造全新的体验和新的生产生活方式,将带动多个产业变革。

元宇宙将对城市规划转型产生重要影响。本文在分析元宇宙研究内涵的基础上,深入挖掘元宇宙与城市关系,进而构建了元宇宙城市系统总体架构,明确了基于人工智能、区块链的技术底座,以人类与城市为主体的社会交换体系,道德与法治的监督约束机制,最终针对城市规划行业,提出了元宇宙城市规划智慧响应系统和体系,从纵向全过程分析明确了城市规划智慧响应模式,从横向区域规划、城镇规划和详细规划层面探讨元宇宙城市规划智慧响应策略,为城市规划行业积极应对元宇宙发展提供了指导和借鉴。在未来,需要不断跟进城市规划行业发展情况,有效应对元宇宙发展过程中的个人隐私、技术算法、资本操纵、舆论泡沫、垄断张力、产业内卷、知识产权等风险,真正建成机器智能和人的智慧高度协同的元宇宙城市。■

[参考文献]

- [1] COLLINS B. The Metaverse: How to Build a Massive Virtual World [EB/OL]. (2021-09-25)[2022-06-02]. <https://www.forbes.com/sites/barrycollins/2021/09/25/the-metaverse-how-to-build-a-massive-virtual-world/?sh=1bd29d4c6d1c>.
- [2] HACKL C. Defining the Metaverse Today [EB/OL]. (2021-05-02)[2022-06-02]. <https://www.forbes.com/sites/cathyhackl/2021/05/02/defining-the-metaverse-today/?sh=30d7c46f6448>.
- [3] 李菲菲,董慧.大数据时代下城市治理的伦理诉求[J].城市发展研究,2020(5): 65-71.
- [4] 邓文钱.人工智能时代的风险隐忧和制度防范[J].人民论坛,2020(34): 69-71.
- [5] 于立志,岳清瑞,徐赵东.落实安全发展理念提升全社会安全保障能力[J].人民论坛,2020(33): 43-45.
- [6] 赵东昊,耿虹.新型冠状病毒肺炎疫情影响下城市防灾规划复合化体系建构思考[J].规划师,2020(5): 103-108.
- [7] 王凯,闫岩,朱碧瑶.新理念下的国家战略地区规划[J].城市规划学刊,2020

(6): 49-56.

- [8] 肖文涛,王鹭.韧性视角下现代城市整体性风险防控问题研究[J].中国行政管理,2020(2): 123-128.
- [9] 翟国方,巫天豪.多主体视角下的协同防灾减灾激励机制研究[J].风险灾害危机研究,2019(1): 5-35.
- [10] 杜菲,岳隼,陈小祥,等.面向单元化风险管理的人居安全格局构建:以深汕特别合作区为例[J].规划师,2020(7): 80-86.

[收稿日期] 2022-11-02

[上接第71页] 基于生态补偿的国家重点生态功能区居民可持续生计影响研究[J].生态经济,2022(3): 171-175.

- [5] 张家其,钟倩,朱烜伯,等.湖南省湘西州重点生态功能区贫困县生态脆弱性评价[J].水土保持通报,2020(1): 198-203.
- [6] 吴宇哲,武艺杰.生态保护红线划定与生态功能区定位融合的现实困境与解决途径[J].上海城市规划,2021(3): 18-25.
- [7] 曾菊新,杨晴青,刘亚晶,等.国家重点生态功能区乡村人居环境演变及影响机制:以湖北省利川市为例[J].人文地理,2016(1): 81-88.
- [8] 王成,何焱洲.重庆市乡村生产空间系统脆弱性时空分异与差异化调控[J].地理学报,2020(8): 1680-1698.
- [9] 田健,曾穗平.社会生态学视角下的城镇体系规划方法优化与实践[J].规划师,2016(1): 63-69.
- [10] 李花,赵雪雁,王伟军,等.甘南高原乡村社会固有脆弱性及其影响因素[J].

地理科学,2020(5): 804-813.

- [11] 杨晴青,刘倩,尹莎,等.秦巴山区乡村交通环境脆弱性及影响因素:以陕西省洛南县为例[J].地理学报,2019(6): 1236-1251.
- [12] SHAH Fahad, WANG Jianling. Climate Change, Vulnerability, and its Impacts in Rural Pakistan: A Review[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2020(2): 1334-1338.
- [13] 于婷婷,袁青,冷红.县域乡村景观脆弱性评价研究:以哈尔滨县域为例[J].中国园林,2019(11): 87-91.
- [14] 任国平,刘黎明,李洪庆,等.基于乡村社会—生态系统脆弱性的国土综合整治时空配置研究[J].生态与农村环境学报,2021(10): 1318-1330.
- [15] 王宝强,李萍萍,朱继任,等.韧性城市:从全球发展理念到我国城市规划的本土化实践[J].规划师,2021(13): 57-65.
- [16] 田健,曾穗平.城市边缘区乡村产业系统风险评估与韧性格局重构:以天津

市西郊乡村地区为例[J].城市规划,2021(10): 19-30, 58.

- [17] 刘媛媛,王绍强,王小博,等.基于AHP_熵权法的孟印地区洪水灾害风险评估[J].地理研究,2020(8): 1892-1906.
- [18] 杨忍,张菁,陈燕纯.基于功能视角的广州都市边缘区乡村发展类型分化及其动力机制[J].地理科学,2021(2): 232-242.
- [19] 田健,宿荣,曾穗平.“三生”统筹视角下大运河沿岸乡村脆弱性评价与韧性重构:以天津段为例[J].规划师,2022(10): 117-123.
- [20] 曾穗平,田健,曾坚,等.城乡交错带风险防范与规划响应:基于《新城市议程》的要求[J].规划师,2021(8): 5-11.

[收稿日期] 2023-02-12