

流动性视角下的国土空间安全及规划应对策略

席广亮^{1,2}, 甄峰^{1,2}, 钱欣彤^{1,2}

(1. 南京大学建筑与城市规划学院, 南京 210093;

2. 南京大学江苏省智慧城市设计仿真与可视化技术工程实验室, 南京 210093)

摘要: 人员、物资、能源资源等要素在不同层级空间的频繁流动,持续重构人类活动与自然环境关系,并对国土空间安全产生影响。从流动性视角进行国土空间安全探讨,提出在活动承载安全、资源与生态安全基础上,应考虑要素流动与人类活动、资源环境的耦合性及其潜在风险。流动性与国土空间安全的关系可以从“流”空间与场所空间耦合、“供—流—需”协调与资源配置安全、要素流与国土空间系统韧性三个方面来表征。以生态、水、粮食、经济、社会等安全塑造为目标,立足于各类要素流对人地关系系统影响的不确定性,以及自然灾害、突发公共安全事件等极端条件下的流动性风险,通过合理引导资源配置、科学布局国土空间要素等手段,实现人类活动、自然环境系统之间的自适应与良性反馈调节,形成安全韧性的国土空间格局与框架。在国土空间规划中,需要进行要素流与国土空间开发保护的耦合协调性分析评价,建立“形”与“流”结合的国土空间结构优化分析方法,增强不同空间的功能弹性以适应要素流动和活动集聚的不确定性,建立供需协同的国土空间支撑体系。研究对提升国土空间可持续发展水平以及保障人类生存安全具有重要意义。

关键词: 流动性;人地系统;国土空间安全;资源配置;韧性

国土空间是自然资源和人类社会经济活动的基本载体,也是城镇化发展和生态文明建设的物质基础^[1]。保障安全是实现国土空间可持续发展的关键所在,我国国土空间规划体系对安全韧性发展提出明确的要求。2019年中共中央国务院发布《关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》,要求形成安全和谐、富有竞争力和可持续发展的国土空间格局。2021年自然资源部发布的《国土空间规划城市体检评估规程》,强调统筹发展和安全的国土空间规划城市体检评估原则要求,并从水安全、粮食安全、生态安全、文化安全、城市韧性和规划管控等维度提出城市安全评估指标。国土空间安全是国家治理能力现代化的重要表现,是推动国土空间可持续发展的重要途径。

我国在快速城镇化和工业化发展过程中,国土空间安全问题日益突出,主要表现为自然灾害频发、生态环境破坏、突发城市公共安全事件、资源安全等问题^[2,3]。国土空间安全问题给生态系统、环境健康以及人类生存带来巨大风险和危害^[4,5]。人员、物资、资金、信息等要素在城乡区域之间的频繁流动,使得人类活动与地理环境相互作用关系更加复杂,加剧了国土空间系统和人类生存的流动性风险。人口流动和迁徙增加了新型冠

收稿日期: 2021-08-16; 修订日期: 2021-09-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(42071202); 国家社会科学基金项目(20AZD040)

作者简介: 席广亮(1985-),男,甘肃庆阳人,博士,副研究员,研究方向为流动空间、智慧城市规划。

E-mail: xiguangliang@nju.edu.cn

通讯作者: 甄峰(1973-),男,陕西汉中,博士,教授,博士生导师,研究方向为智慧城市、大数据与城市规划。

E-mail: zhenfeng@nju.edu.cn

状病毒扩散和感染的风险,对区域和城市公共安全造成威胁^[6]。由此可见,要素流动和人类活动时空集聚的不确定性,成为影响国土空间安全的重要因素。加强流动性视角的国土空间安全研究,探索基于流动性的国土空间承载、资源合理配置和布局优化^[7],具有重要的理论和实践意义。

人流、物流等要素流动在重塑空间形态和安全格局中的地位日益凸显,并逐渐超过了场所空间的决定性影响。学者较早提出区域空间结构向“流空间”主导的多中心网络化结构转变,并强调“中心流”的作用^[8]。从行为活动角度,探讨居民活动—移动对城市空间安全、服务设施供需匹配的作用^[9]。利用手机信令数据,基于日常流动视角分析特大城市实有人口空间分布和局部空间的人口压力,提出差异化的设施配置策略^[10]。利用生态流分析方法进行景观生态格局评价,提出生态流视角的生态安全格局构建路径^[11,12]。通过农业人口转移等系统分析,探索国土空间规划中农业空间规划与粮食安全策略^[13]。基于水供给服务流动模拟,分析流域水资源供需平衡关系及水安全^[14]。已有研究主要从要素流分析评价角度进行空间布局、生态安全格局以及资源安全等探索,而要素流动的时空不确定性对国土空间安全具有长期复杂的影响作用,需要建立流动性视角下的系统安全思维,进行整体性和动态性的国土空间安全及规划策略探索。

因此,本文立足于要素流动、人类活动和自然环境互动作用关系,探讨国土空间安全内涵,从流动性视角构建动态、开放和人本化的国土空间安全框架,提出面向流动性的国土空间规划及安全提升策略,以拓展国土空间规划及其安全研究的内容。

1 国土空间安全及其流动性

1.1 国土空间安全

国土空间安全指不同层级和要素空间的承载、资源与生态安全。一方面,国土空间安全表现为国家治理视域下全国、省、市、县、乡镇和村庄等不同行政层级空间的安全,以及生产、生活和生态等功能空间的安全^[15]。另一方面,国土空间安全体现为一定地域范围内土地资源、水资源、矿产资源、生态环境、社会经济、人口等全要素系统空间的安全。总体上,国土空间安全是以生态安全为基础,以水安全、粮食安全、能源安全、生命线系统安全为重要支撑,保障经济、社会、文化等人类活动以及城市运行安全,具有综合性、复杂性和动态性特征。

流动性视角的国土空间安全,除了考虑不同层级和要素空间的活动承载安全,以及资源与生态环境安全之外,还应当考虑要素流动与人类活动、资源环境的耦合性及其潜在风险。同时,还应考虑自然灾害、突发公共安全事件等极端条件下流动性风险对人类生存的危害,建立适应要素流动时空动态变化及其不确定性的国土空间安全格局。在此基础上,将流动性分析纳入国土空间底线管控、资源配置、灾害风险防控和空间布局等内容当中,形成集国土空间基础评价、规划管控、实施传导、风险评估、监督管理为一体的全过程国土空间安全保障机制。

1.2 流动性与国土空间安全关系

(1) “流”空间与场所空间互动耦合

全球化和信息化影响的不断深入,加速改变人流、物流、资本、技术等要素流动的范围尺度和系统结构,围绕要素流所形成的“流”空间,越来越超越场所空间成为空间

组织和布局的逻辑^[16]。信息技术和交通技术的快速发展,使得要素联系的时空距离进一步被压缩,以功能为主导的物质空间正转向关系空间组织。“流”空间和场所空间的互动作用,在改变“技术—活动—空间”系统关系的同时,影响资源配置和要素布局的时空弹性^[17],并持续对国土空间运行效率及安全产生重构作用。

各类要素“流入”“流出”及其流动性趋势,带来资本、技术、市场和人才等要素流在多层级空间的集聚与扩散,持续影响不同行政层级国土空间以及生产、生活和生态功能空间。要素流动在打破不同层级空间相对封闭的社会经济运行状态的同时,对空间的要素活力、功能组织与空间布局产生影响。这种影响对国土空间人地系统、功能结构、布局形态的安全性、稳定性产生短期或长期的压力。信息和交通技术的快速发展,加速了不同功能空间的相互作用,促进跨尺度、多层级国土空间系统之间的远程耦合,持续改变着国土空间功能弹性与结构韧性。

(2) “供—流—需”协调与资源配置安全

自然资源、服务设施资源供给与人类活动需求之间的协调和平衡发展,对提升资源配置效率、空间承载能力具有重要作用^[18]。传统的国土空间要素与资源供给,往往基于静态的活动规模及其时空分布特征进行配置,缺乏对资源供需关系的动态性考虑,导致了资源配置供需失衡甚至矛盾冲突,尤其是在自然灾害、突发公共安全事件等极端条件下,由于资源要素流动性下降导致了服务供需的短期不匹配,这对资源服务以及应急保障带来极大的挑战。

因此,在资源配置中需要统筹其综合承载能力和服务能力,并深入考虑要素流动方向与规模的作用,建立资源要素供给、需求与流动相耦合的协调配置与安全保障机制^[19]。一方面,系统整合各类资源供给信息,综合考虑资源要素组合方式和供给能力变化,以及人流集聚与服务需求的变化趋势,加强对不同资源“供—流—需”耦合协调性的时空动态分析和模拟预测,提升资源配置效率。另一方面,针对自然灾害、突发公共安全事件等条件下的资源配置安全,根据人员流动与资源配置需求,分析应急资源和服务设施的可利用性、交通可达性与服务时效性,实现应急资源和服务设施的精准化配置。

(3) 要素流与国土空间系统韧性

要素流的扩散与集聚过程对自然资源、生态环境、经济、社会、文化、基础设施等国土空间子系统的自组织结构和安全韧性具有影响作用^[20]。要素流动不仅影响了国土空间系统的分形、耗散结构和要素协同等自组织特征,而且决定着国土空间复杂系统由非均衡状态向均衡状态演变的过程,并对国土空间系统的运行安全带来潜在风险。各类要素流集聚与扩散的时空不确定性,以及自然灾害、突发公共安全事件等极端条件下的流动性阻碍,可能带来国土空间复杂系统自组织水平的下降,进而降低了国土空间系统的适应性和韧性。

伴随着要素流动的是多层级空间之间的物质、能量、人力资源的循环交换,以及废物的排放和循环利用,这可认为是国土空间复杂系统的新陈代谢过程^[21]。要素的流入流出距离决定了国土空间系统相互影响和新陈代谢作用的层级范围,并对国土空间系统中人类活动与自然环境之间的耦合关系产生作用,进而影响了国土空间要素系统结构,以及生态、生产、生活等空间系统的稳定性^[22]。在国土空间资源承载力与开发适宜性评价、国土空间规划编制、城市体检评估、监督实施和管理等工作中,应注重对流动性与国土空间复杂系统自组织水平、新陈代谢过程以及韧性提升的关系探究。

2 基于流动性的国土空间安全框架构建

2.1 总体研究框架

以生态、水、粮食、经济、社会等安全塑造为目标内容,以人地系统协调为理论支撑,充分考虑流动性对国土空间要素系统的影响作用,构建基于流动性的国土空间安全框架(图1)。立足于人流、货物流、资本流、能源流等要素流动对人地关系系统影响的不确定性,以及自然灾害、突发公共安全事件等极端条件下的流动性风险,通过合理引导资源配置、科学布局国土空间要素等手段,实现人类活动、自然环境系统之间的自适应与良性反馈调节,形成安全韧性的国土空间格局。一方面,基于要素流动、人类活动的时空动态变化,引导资源配置和国土空间结构优化,以增强国土空间的活动承载能力和人类生存保障能力。另一方面,基于国土空间系统综合承载力与资源配置能力的组合

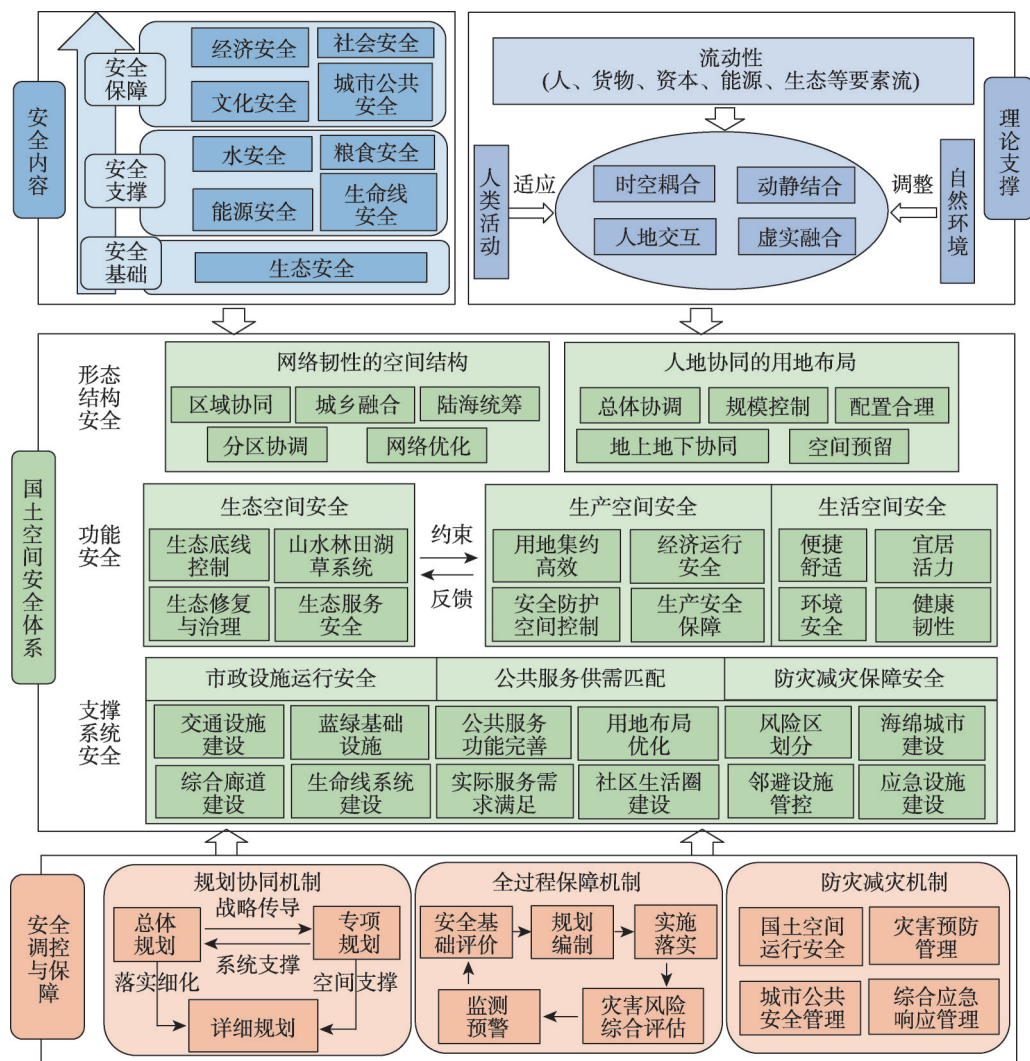


图1 流动性视角下的国土空间安全研究框架

Fig. 1 Research framework of territory spatial security from the perspective of mobility

关系,以及生产、生活和生态空间运行安全的保障能力差异,进行各类要素流和人类活动承载的安全状态反馈,对人类生存的潜在风险进行预警和调控。

国土空间形态结构安全以要素流与自然环境相互作用和协调布局为基础,基于人类活动和要素流动来引导空间布局形态优化,形成刚性与弹性相结合、网络韧性的国土空间结构,实现人地协同的用地布局模式。国土空间功能安全主要从生产、生活和生态等功能出发,协调人类活动、要素流动与不同功能空间的关系,引导功能空间与承载活动的多层级协同,提升不同功能空间对人类生存的安全保障水平。资源配置和支撑系统安全主要考虑要素流对资源配置、设施运行的影响以及可能带来的风险,包括市政设施运行安全、公共服务供需匹配以及防灾减灾设施保障安全等方面。同时,建立总体规划、详细规划和专项规划协同的国土空间安全规划体系,形成国土空间安全评价、规划编制、规划实施、风险评估、监测预警的全过程安全保障机制,并建立国土空间运行安全、灾害预防管理、综合应急响应管理等防灾减灾机制,实现对国土空间安全的系统调控与保障。

2.2 国土空间形态与结构安全

要素流动联系所呈现出的网络与结构关系,对国土空间经济、社会和组织等系统的灾害风险抵御、适应和恢复能力具有决定性影响。基于要素流动联系的国土空间结构形态分析及其自组织能力、适应性评价,为构建韧性安全的国土空间结构形态提供新的支撑。从流要素的迅速积累、逐步僵化、衰退和再分配等过程,构建城市网络的适应性循环模型,引导城市网络的安全发展^[23]。同时,随着智能技术的发展,需要关注各类虚拟要素和实体要素流结合对区域空间布局形态的综合效应,加强对虚实要素流的综合叠加分析,从而更加全面系统地认识区域国土空间结构与形态安全。

利用大数据、人工智能和城市信息模型平台,加强要素流动综合模拟分析,来确定生态空间结构、城镇空间布局以及农业农村空间布局,进而引导形成区域协同、城乡融合、陆海统筹、分区协调的国土空间结构^[24,25]。面向人本化、安全性国土空间目标引导,需要进一步加强不同尺度国土空间的要素流、主体活动和物质空间的耦合协调性分析,并科学确定城镇开发边界、生态保护红线、永久基本农田保护线等控制线范围,合理配置各类用地,实现“人—地—业”协同、地上地下空间协同发展,加强战略性空间预留,构建安全协调的国土空间开发保护格局。

2.3 国土空间功能安全

从要素流动性和人类活动时空集聚的角度,进行生产空间、生活空间和生态空间的分析,合理确定各类功能规模与空间布局关系,探讨人类活动、要素流动与不同功能空间的互动过程、时空耦合规律与影响机理,研究流动性作用下的国土功能空间组织模式、系统稳定性及演变趋势,探索支撑要素合理流动的国土空间功能系统构成、功能组织与规模结构。

生态空间安全方面,主要考虑人流、生态流对生态用地、生态敏感性、生态稳定性等安全格局的冲击,基于生态流构建“斑块—廊道—基质”生态网络,增强生态网络连通性和安全,优化山水林田湖草系统^[26]。同时,将生态流纳入生态底线管控、生态修复与治理、蓝绿基础设施建设当中,全面提升生态系统服务价值。生产空间安全方面,综合考虑空间的要素流吸引力和开发适应性,合理确定国土空间生产潜力以及工业、农业等生产空间配置,提升生产用地集约利用水平,保障经济运行安全。加强能源、资源等

生产要素投入、产出的流动过程监测,以及污染排放、应急设施、安全生产预警监测,注重生产安全防护空间控制,提升生产空间的安全保障。生活空间安全方面,根据人流和居民活动的时空集聚态势,合理配置居住用地,提升生活空间的服务设施、交通系统和生态等要素安全保障,营造便捷舒适、宜居活力、安全韧性的高品质生活空间。一方面,考虑人口流动对城市居住环境和居住品质的影响,尤其是外来人口集聚对居住地犯罪风险的潜在影响^[27]。另一方面,从居民日常活动的视角,探讨活动时空集聚所带来的生活空间隔离与潜在风险,并从地域性与流动性治理等情景出发,营造安全生活圈和生活空间^[28]。

2.4 资源配置与支撑体系安全

立足于要素时空流动变化规律及人地系统耦合关系,引导资源动态均衡配置与空间布局优化,建立以要素流动和人类活动时空集聚规律为导向的资源供需协调配置路径,根据区域、城乡与城镇之间的要素流入流出动态规律,合理确定公共服务设施、道路市政设施、防灾减灾设施等各类资源设施的建设内容与要求,并纳入国土空间规划的约束性指标进行管控。城市群(都市圈)往往是人流、物流等要素流动最为密集和频繁的优势地区,也是资源运行效率最高的区域^[29]。因此,应当引导人口、产业、创新等资源向城市群集中,并结合城市群内部空间组织关系制定差异化的开发强度控制、生态环境保护要求,以及投资建设、生产力布局和支撑体系建设要求,并在区域国土空间规划中进行相应的指标控制。城市层面,可以根据不同功能空间构成和交互关系,以及城市内部居民日常通勤和活动出行规律特征,引导居住、就业用地相对均衡发展,合理配套各类公共服务设施资源。

立足于资源设施的“供一流一需”协调,加强对各类服务资源供给和需求耦合性的时空动态分析和预测,强化市政基础设施和公共服务设施用地预留控制,优化服务资源配置模式,提升各类服务设施供给安全水平。城市交通、教育、医疗、能源等设施资源配套中,需要统筹考虑常住人口、短期流动人员以及不确定情境下的人员动态集散规律,建立以实际服务人口为导向的设施供给模式,建设完善的社区生活圈。例如,基于常住人口、流动就医人群需求与区域优质医疗机构供给关系分析,优化区域性医疗资源的配置和服务保障。

3 国土空间规划与安全应对策略

3.1 融合要素流分析的国土空间评价

当前以资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价为主的“双评价”,作为开展国土空间规划和治理的基础与约束条件^[30]。现有的“双评价”工作,主要关注生态保护多样性、农业生产适宜性、城镇建设适宜性、承载规模评价等内容,以一定地域范围资源环境支撑下的人类活动合理规模、适宜程度为技术导向,突出地域内要素的情景和潜力分析,但对跨区域的要素流通、交换等因素考虑不足^[31]。面向国土空间安全的“双评价”,需要融入要素流的分析,进行要素流与国土空间开发保护需要的耦合协调性评价。一方面,在国土空间规划“双评价”中,分析要素流动、人类活动对资源环境承载、生态保护以及农业生产、城镇建设所产生的压力与安全风险强度。例如,针对城镇建设适宜性评价,考虑人流、物流对环境、粮食、地质等安全的影响,及其对城镇开发建设、

城镇空间布局安全的需求。另一方面,加强要素流与国土空间系统的动态趋势分析评价,开展要素流动、人类活动与地理环境耦合关系的动态监测分析。

3.2 “形”与“流”结合的国土空间结构优化

在各类用地、资源设施等物质空间布局的基础上,充分结合人流、物流、生态流、资源能源流等要素流网络结构,建立“形”与“流”结合的国土空间结构优化分析方法。例如,利用生态基底数据与生态景观指数判别生态空间的物质形态格局,并叠加水流、生物迁徙廊道、区域风流等生态流的网络模拟分析,综合确定生态安全格局优化结果^[32]。对于生态保护红线和永久基本农田保护红线的划定,一方面分析生态资源禀赋与基本安全保障、农业现状与粮食安全、区域政策和底线管控等要求的边界,另一方面评估要素流动性对生态保护边界、永久基本农田保护边界的冲击和扰动,合理确定保护线的范围。对于城镇增长边界线的划定,在城镇建设用地范围等物质空间边界分析基础上,重点考虑人口流动、活动集聚趋势的影响,并进行多维度、多尺度的人类活动与用地扩展耦合协调分析,合理确定城镇增长边界。例如,利用社交网络数据、手机信令数据等多源大数据,从活动时空分布强度、活动邻近性和活动联系的角度,分析长三角城市群增长边界^[33];基于人口时空分布与职住分析,建立多中心、网络化的城市空间结构,优化城市布局形态^[34]。

3.3 适应多元流动的国土空间功能提升

加强不同尺度功能空间交互分析,处理好发展与保护空间的功能关系,引导生态、生产、生活等空间由单一功能向多元功能转变,引导功能兼容的用地模式,增强不同类型空间的功能弹性,以适应多元要素流动和活动集聚的时空不确定性。首先,提升生态空间的底线安全。加强生态修复与生态建设,有效保护自然与人文景观,提升生态连通性和承载能力,全面提升生态服务价值,推进高标准基本农田建设等整治工程,满足耕地和粮食安全需求,维持水资源、能源等生态流的安全运行。其次,促进生产生活空间功能融合。对于开发区、产业园区等生产空间,重点完善生产性服务功能、商务居住功能,引导低效工业用地腾退和再开发利用,提升用地效率和产城融合水平,增强对人流、资本流、技术流等要素流的吸引汇集能力;生活空间重点完善各类设施,引导居住用地与公共服务、文化创意、商务休闲等用地的混合开发建设,并注重各层级居住空间中的生态功能提升,加快棚户区改造,打造活动多样、有序流动的生活空间。

3.4 保障要素自由流动的国土空间支撑体系建设

坚持供需协同的资源配置策略,统筹能源、水利、交通、信息通讯等设施建设,重点加强蓝绿基础设施、生命线系统建设,优化重大设施廊道布局,协调设施廊道建设与生产生活功能空间布局关系,完善教育、医疗、商业等公共服务设施,满足生产生活的实际服务需求,构建与国土空间安全相适应的支撑体系,保障人员、能源、信息等要素自由流动。同时,加强防灾减灾和生命安全设施建设,注重应急空间的预留。一方面,考虑重大自然灾害、突发城市安全和公共卫生事件等极端情况对大型医疗设施、隔离空间、避难空间的需要,将其纳入到国土空间规划中进行空间预留,坚持“平战结合”的理念,建设功能弹性的公共设施,满足应急状态下的医疗救援、避难与隔离场所需求。另一方面,注重通风廊道、应急救援通道、应急交通设施、避难场地、生命线系统、应急服务等设施的空间配置和规划建设,增强应急设施保障能力。

4 讨论

流动性视角下的国土空间安全以协调要素流、人类活动与地理环境关系为基础, 面向要素流动、人类活动和各类灾害的不确定性进行资源配置和空间布局优化, 体现在国土空间现状评价、规划、监督实施和管理的全过程, 是一个动态持续的过程。本文立足于不断增强的要素流动趋势, 探讨基于流动性的国土空间安全框架及规划应对策略, 对于塑造国土空间安全格局以及开展国土空间规划实施工作, 具有重要的应用价值。

国土空间安全是一个复杂的系统问题, 涉及自然资源、生态环境、社会经济发展等要素系统的安全, 而要素流动和人类活动的不确定性使得国土空间安全问题愈发复杂。本文从流动性视角出发, 强调人地协同的国土空间安全观, 构建面向流动性的国土空间支撑体系安全、功能空间安全以及国土空间结构形态安全框架。在此基础上, 探讨融合要素流动性分析的国土空间评价、“形”与“流”结合的国土空间结构优化、国土空间功能提升和支撑体系建设等策略, 探索安全韧性的国土空间规划与治理模式, 有助于提升国土空间可持续发展水平。

流动性为国土空间安全研究提供了新的视角, 未来需要进一步深化国土空间安全相关研究, 加大要素流动和人类活动对国土空间系统安全的影响过程、格局和机理分析^[35], 进行国土空间安全韧性的综合评价、模拟与预测。一方面, 区分资源能源、基础设施、居民、企业、社会组织、技术创新等要素流内容, 以及全球、全国、区域、城市和社区等流动尺度, 分析不同内容和尺度要素流动作用下的国土空间安全体系。另一方面, 进一步探索面向流动性的国土空间安全规划技术方法, 并在国土空间总体规划、详细规划和专项规划中细化落实。此外, 需要探索多数据、多要素、多维度的国土空间安全评估、监测与预警技术, 建立系统综合的国土空间安全韧性保障体系和体制机制, 并重视智慧城市、数字技术在国土空间安全体系中的赋能与应用^[36]。

参考文献(References):

- [1] 岳文泽, 钟鹏宇, 王田雨, 等. 国土空间规划视域下土地发展权配置的理论思考. 中国土地科学, 2021, 35(4): 1-8. [YUE W Z, ZHONG P Y, WANG T Y, et al. Theoretical thinking on allocation of land development rights from the perspective of territorial space planning. China Land Science, 2021, 35(4): 1-8.]
- [2] 李云燕. 韧性与安全可持续: 关于城市空间适灾理论概念框架的思考. 城市建筑, 2017, (21): 122-125. [LI Y Y. Urban resilience and continuous development of safety: Thinking about the conceptual framework of urban space adaptation to disaster. Urbanism and Architecture, 2017, (21): 122-125.]
- [3] 翟国方, 夏陈红. 我国韧性国土空间建设的战略重点. 城市规划, 2021, 45(2): 44-48. [ZHAI G F, XIA C H. Strategic emphasis on the construction of resilient cities in China. City Planning Review, 2021, 45(2): 44-48.]
- [4] ELMQVIST T, ANDERSSON E, FRANTZESKAKI N, et al. Sustainability and resilience for transformation in the urban century. Nature Sustainability, 2019, 2(4): 267-273.
- [5] 石义, 吕维娟. 基于公共卫生安全的国土空间规划再认识: 结合武汉新冠肺炎疫情防控实际. 中国土地, 2020, (3): 4-7. [SHI Y, LYU W J. Re-understanding of the territorial space planning based on public health security: Combining the actual prevention and control of Wuhan's COVID-19. China Land, 2020, (3): 4-7.]
- [6] 张一鸣, 甄峰. 基于城市网络联系的长三角城市群 COVID-19 疫情空间扩散及其管控研究. 城市与区域规划研究, 2020, 12(2): 132-150. [ZHANG Y M, ZHEN F. The spread and control of COVID-19 based on urban complex network of Yangtze River Delta Urban Agglomeration. Journal of Urban and Regional Planning, 2020, 12(2): 132-150.]

- [7] 罗桑扎西, 甄峰, 张姗姗. 复杂网络视角下的城市人流空间概念模型与研究框架. 地理研究, 2021, 40(4): 1195-1208. [LUO S Z X, ZHEN F, ZHANG S Q. A conceptual model and methodological framework for examining urban people flow space based on complex network perspective. *Geographical Research*, 2021, 40(4): 1195-1208.]
- [8] TAYLOR P J, HOYLER M, VERBRUGGEN R. External urban relational process: Introducing central flow theory to complement central place theory. *Urban Studies*, 2010, 47(13): 2803-2818.
- [9] 塔娜, 申悦. 基于共享度的上海郊区社区居民活动空间隔离及其影响因素. 地理学报, 2020, 75(4): 849-859. [TA N, SHEN Y. Activity space-based segregation among neighbors and its influencing factors: An analysis based on shared activity spaces in Suburban Shanghai. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(4): 849-859.]
- [10] 王德, 任熙元. 日常流动视角下的上海市实有人口分布与流动性构成. 城市规划学刊, 2019, (2): 36-43. [WANG D, REN X Y. Distribution and composition of actual population in urban space from daily human mobility view. *Urban Planning Forum*, 2019, (2): 36-43.]
- [11] 韩宗伟, 焦胜, 胡亮, 等. 廊道与源地协调的国土空间生态安全格局构建. 自然资源学报, 2019, 34(10): 2244-2256. [HAN Z W, JIAO S, HU L, et al. Construction of ecological security pattern based on coordination between corridors and sources in national territorial space. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(10): 2244-2256.]
- [12] 常守志. 基于生态流的城市景观生态变化与优化研究. 长春: 吉林大学, 2019. [CHANG S Z. Research on ecological change and optimization of urban landscape based on ecological flow. Changchun: Jilin University, 2019.]
- [13] 钱慧, 裴新生, 秦军, 等. 系统思维下国土空间规划中的农业空间规划研究. 城市规划学刊, 2021, (3): 74-81. [QIAN H, PEI X S, QIN J, et al. The planning of rural spaces in territorial spatial planning with systematic thinking. *Urban Planning Forum*, 2021, (3): 74-81.]
- [14] 张城, 李晶, 周自翔. 基于水供给服务空间流动模型的渭河流域水资源安全格局. 地理科学, 2021, 41(2): 350-359. [ZHANG C, LI J, ZHOU Z X. Water resources security pattern of the Weihe River Basin based on spatial flow model of water supply service. *Scientia Geographica Sinica*, 2021, 41(2): 350-359.]
- [15] 冯广京, 王睿, 谢莹. 国家治理视域下国土空间概念内涵. 中国土地科学, 2021, 35(5): 8-16. [FENG G J, WANG R, XIE Y. The connotation of territorial space from the perspective of national governance. *China Land Science*, 2021, 35(5): 8-16.]
- [16] 甄峰, 秦萧, 席广亮. 信息时代的地理学与人文地理学创新. 地理科学, 2015, 35(1): 11-18. [ZHEN F, QIN X, XI G L. The innovation of geography and human geography in the information era. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(1): 11-18.]
- [17] 席广亮. 城市流动性与智慧城市空间组织. 北京: 商务印书馆, 2021: 206-210. [XI G L. Urban Mobility and Smart City Spatial Organization. Beijing: The Commercial Press, 2021: 206-210.]
- [18] 陈利顶, 景永才, 孙然好. 城市生态安全格局构建: 目标、原则和基本框架. 生态学报, 2018, 38(12): 4101-4108. [CHEN L D, JING Y C, SUN R H. Urban eco-security pattern construction: Targets, principles and basic framework. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38(12): 4101-4108.]
- [19] 景永才, 陈利顶, 孙然好. 基于生态系统服务供需的城市群生态安全格局构建框架. 生态学报, 2018, 38(12): 4121-4131. [JING Y C, CHEN L D, SUN R H. A theoretical research framework for ecological security pattern construction based on ecosystem services supply and demand. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38(12): 4121-4131.]
- [20] 程开明. 城市自组织理论与模型研究新进展. 经济地理, 2009, 29(4): 540-544. [CHENG K M. The new development on self-organization theory and models of city. *Economic Geography*, 2009, 29(4): 540-544.]
- [21] 宋涛, 蔡建明, 倪攀, 等. 城市新陈代谢研究综述及展望. 地理科学进展, 2013, 32(11): 1650-1661. [SONG T, CAI J M, NI P, et al. Review and prospects of urban metabolism research. *Progress in Geography*, 2013, 32(11): 1650-1661.]
- [22] INOSTROZA L, ZEPP H. The metabolic urban network: Urbanization as hierarchically ordered space of flows. *Cities*, 2021, 109: 103029, Doi: 10.1016/j.cities.2020.103029.
- [23] 魏冶, 修春亮. 城市网络韧性的概念与分析框架探析. 地理科学进展, 2020, 39(3): 488-502. [WEI Y, XIU C L. Study on the concept and analytical framework of city network resilience. *Progress in Geography*, 2020, 39(3): 488-502.]
- [24] 秦萧, 甄峰, 李亚奇, 等. 国土空间规划大数据应用方法框架探讨. 自然资源学报, 2019, 34(10): 2134-2149. [QIN X,

- ZHEN F, LI Y Q, et al. Discussion on the application framework of big data in territorial spatial planning. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(10): 2134-2149.]
- [25] 吴志强. 新时代国土空间规划体系及其技术支撑的平台. *中国建设信息化*, 2020, (21): 8-9. [WU Z Q. Territory spatial planning system and its technical support platform in New Era. *China Construction Information*, 2020, (21): 8-9.]
- [26] 宁立新, 周云凯, 白秀玲, 等. 鄱阳湖区景观格局季相变化及其优化调控研究. *自然资源学报*, 2018, 33(3): 439-453. [NING L X, ZHOU Y K, BAI X L, et al. Research on the seasonal variations and optimization of landscape pattern in Poyang Lake region, China. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(3): 439-453.]
- [27] 王洋, 金利霞, 张虹鸥, 等. 社会空间视角下广州居住地犯罪风险的格局与模式. *地理研究*, 2017, 36(12): 2465-2478. [WANG Y, JIN L X, ZHANG H O, et al. Pattern and model of residential criminal risk based on social space in Guangzhou, China. *Geographical Research*, 2017, 36(12): 2465-2478.]
- [28] 李彦熙, 柴彦威, 塔娜. 从防灾生活圈到安全生活圈: 日本经验与中国思考. *国际城市规划*. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5583.TU.20210312.1448.005.html>, 2021-09-06. [LI Y X, CHAI Y W, TA N. From disaster precaution life circle to safety life circle: Experience and inspiration from Japan. *Urban Planning International*, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5583.TU.20210312.1448.005.html>, 2021-09-06.]
- [29] 孙久文, 易淑昶, 傅娟. 提升我国城市群和中心城市承载力与资源配置能力研究. *天津社会科学*, 2021, (2): 102-109. [SUN J W, YI S C, FU J. Research on improving the carrying capacity and resource allocation ability of urban agglomerations and central cities in China. *Tianjin Social Science*, 2021, (2): 102-109.]
- [30] 郝庆, 邓玲, 封志明. 面向国土空间规划的“双评价”: 抗解问题与有限理性. *自然资源学报*, 2021, 36(3): 541-551. [HAO Q, DENG L, FENG Z M. The "Double Evaluation" under the context of spatial planning: Wicked problems and restricted rationality. *Journal of Natural Resources*, 2021, 36(3): 541-551.]
- [31] 杨帆, 宗立, 沈珏琳, 等. 科学理性与决策机制: “双评价”与国土空间规划的思考. *自然资源学报*, 2020, 35(10): 2311-2324. [YANG F, ZONG L, SHEN J L, et al. Scientific rational orientation and decision-making support orientation: the thinking of "double evaluation" and territorial spatial planning. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(10): 2311-2324.]
- [32] 甄峰, 张姗姗, 秦萧, 等. 从信息化赋能到综合赋能: 智慧国土空间规划思路探索. *自然资源学报*, 2019, 34(10): 2060-2072. [ZHEN F, ZHANG S Q, QIN X, et al. From informational empowerment to comprehensive empowerment: Exploring the ideas of smart territorial spatial planning. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(10): 2060-2072.]
- [33] ZHEN F, CAO Y, QIN X, et al. Delineation of an urban agglomeration boundary based on Sina Weibo microblog 'check-in' data: A case study of the Yangtze River Delta. *Cities*, 2017, 60: 180-191.
- [34] 张翰卿. 安全城市规划的理论框架探讨. *规划师*, 2011, 27(8): 5-9. [ZHANG H Q. Theoretical framework for safe city planning. *Planners*, 2011, 27(8): 5-9.]
- [35] 曹小曙. 基于人地耦合系统的国土空间重塑. *自然资源学报*, 2019, 34(10): 2051-2059. [CAO X S. Geogovernance of national land use based on coupled human and natural systems. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(10): 2051-2059.]
- [36] 席广亮, 甄峰. 基于大数据的城市规划评估思路与方法探讨. *城市规划学刊*, 2017, (1): 56-62. [XI G L, ZHEN F. Exploring the ideas and methods of urban planning evaluation based on big data. *Urban Planning Forum*, 2017, (1): 56-62.]

Territory spatial security and planning strategies from the perspective of mobility

XI Guang-liang^{1,2}, ZHEN Feng^{1,2}, QIAN Xin-tong^{1,2}

(1. School of Architecture and Urban Planning, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Jiangsu Provincial Engineering Laboratory of Smart City Design Simulation & Visualization, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: Security is an important aspect for sustainable development of territorial space. It is also a crucial issue in planning, implementing, and supervision of territorial space. With the rapid development of urbanization and industrialization, people, goods, energy, resources and other factors flow more frequently in different regions, between urban and rural areas, and within urban spaces. The coupling relationships between human activities and natural resources have become more and more unstable, which exacerbates the risk of human survival. It is urgent to establish the territory spatial security framework faced with the uncertainty of human activity and elemental flows. This paper explores the security of territorial space from the perspective of mobility. On the basis of the safety of activities in different spaces and the safety of resources and ecology, we should consider the coupling of elemental flows, human activities, and resources and environment, as well as potential risks. The relationships between mobility and territory spatial security can be characterized from three aspects: the coupling of space of flows and space of places, the coordination among resource supply-flow-demand and the reconfiguration of resource, and elemental flows and the resilience of the territory spatial system. Towards safety goals of ecology, water, food, economy, society, and other elements, it is crucial to explore the uncertain impacts of various elemental flows on the man-land system and the mobility risks under extreme conditions such as natural disasters and sudden public safety incidents. It is also important to lead the self-adaptation and benign feedback adjustment between human activities and natural environmental systems through optimizing resource allocation and territory spatial layout. Thus, we proposed a framework of territory spatial security. In territory spatial planning, it is necessary to carry out the coupling coordination analysis with elemental flows and territorial spatial development and protection, to establish new analysis methods of territory spatial structure combining spatial forms and flows, and to enhance the functional flexibility of different spaces to adapt to the uncertainty of elemental flows and activity agglomeration, as well as to construct territory spatial supporting systems that synergize supply and demand. This study is of great significance for improving the sustainable development of territorial space and ensuring the safety of human survival.

Keywords: mobility; man-land system; territory spatial security; resource allocation; resilience