

基于韧性提升的乡村应急疏散空间规划方法与实践* ——以贵州省下司镇清江村为例

Methodology and Practice of Rural Emergency Evacuation Space Planning Based on Resilience Enhancement: A Case Study of Qingjiang Village, Xiasi Town, Guizhou Province

赵 炜 张 莉 王超深 ZHAO Wei, ZHANG Li, WANG Chaoshen

摘 要 乡村应急疏散空间是乡村防灾韧性最直接的空间表征,由避难场所和疏散通道两部分构成。现有的乡村综合防灾规划中对应急疏散空间研究不足,缺少科学实用的应急疏散空间规划方法。从韧性提升的视角提出乡村应急疏散空间规划方法及其技术要点。结合乡村特征识别空间脆弱性,通过多区域协同防灾空间规划、仿真优化的疏散路径规划和设施配置等方式,提升应急疏散空间工程韧性。深度介入社区应急疏散能力训练,建立多主体协同、多阶段联动、具备地方特色的乡村社区应急响应机制,同步加强社会韧性。该方法完善了乡村综合防灾规划中的相关技术内容。

Abstract Rural emergency evacuation space is the most direct spatial representation of rural disaster prevention resilience, consisting of two parts: shelter and evacuation channels. There is insufficient research on emergency evacuation space in the existing rural comprehensive disaster prevention planning, and there is a lack of scientific and practical emergency evacuation space planning methods. A planning method and technical key points are proposed for rural emergency evacuation space from the perspective of enhancing resilience. By combining rural features to identify spatial vulnerability, it aims to enhance the resilience of emergency evacuation space engineering through multi-regional collaborative disaster prevention spatial planning, simulation optimized evacuation path planning, and facility configuration. By deeply participating in community emergency evacuation capacity training, this paper proposes to establish a rural community emergency response mechanism with local characteristics that involves multi-subject collaboration and multi-stage linkage. In this process, the social resilience is strengthened as well. This method has improved the relevant technical content in rural comprehensive disaster prevention planning.

关键词 乡村韧性;社区韧性;韧性规划;综合防灾规划;应急疏散

Key words rural resilience; community resilience; resilience planning; comprehensive planning for disaster prevention; emergency evacuation

文章编号 1673-8985 (2023) 02-0001-07 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20230201

作者简介

赵 炜

四川大学建筑与环境学院

教授,博士生导师

张 莉

四川大学建筑与环境学院

博士研究生

王超深(通信作者)

四川大学建筑与环境学院

高级工程师,博士, pacific@scu.edu.cn

0 引言

面对日趋复杂的多灾风险^[1],我国广大乡村地区因交通条件不佳、基础设施薄弱、农房质量差、社区发展不足等现实条件^{[2]73, [3], [4]159},表现出灾害响应时间长、疏散效率低、救援难度大、灾后恢复难等问题,严重影响了乡村人居的安全与可持续发展^{[4]161}。自“汶川地震”以来,我国学者不断优化城乡防灾体系框架,完善综合防灾规划的技术方法,深入研究城乡防灾减灾空间布局模式^[5]。然而,在现有的综合防灾规划中,缺乏科学的应急疏散空间规划

方法,难以明确保障极为关键的应急疏散空间并充分发挥其作用。

应急疏散空间规划是城乡综合防灾规划中的核心内容。近年来,城市应急防灾空间规划已从传统的规划应对灾种少、规划技术单一、各部门独立编制^[6],逐步转向建立多灾种综合防控、系统规划、韧性治理等方向^[7-9],并深入到社区尺度^[10]。然而,相较于城市,乡村应急疏散空间规划仍缺乏适宜的方法,规划成果较粗略^[11],实际指导性和应用价值不足。

此外,从技术手段上看,乡村地区应急疏

*基金项目:国家自然科学基金面上项目“乡村人居环境的韧性空间结构理论与规划方法研究”(编号51878558);国家重点研发计划项目子项目“多灾种灾变空间耦合下的应急疏散空间韧性规划技术与示范”(编号2020YFD1100702-5)资助。

散空间规划主要为目标性指标建立,缺乏对空间规划、设施配置、社区参与的系统规划。部分研究沿用城市避难场所选址方法与路径规划方法^[12-13],利用Depthmap、GIS等技术手段选址^[14-15],保障了避难场所的安全性,但对区域协调应急防灾和社区人群能力考虑不足。

总体而言,在我国现阶段的乡村规划实践中,尚未形成有效的应急疏散空间规划方法。在规划编制标准上,缺乏针对乡村的应急疏散空间标准,如农房建筑抗震设防要求、应急设施配置要求等。《镇(乡)村建筑抗震技术规程》^[16]、《美丽乡村气象防灾减灾指南》^[17]等规划标准文件对乡村规划中的空间布局、道路系统、基础设施等提出基本的防控要求,但并未考虑应急疏散空间系统规划。《气象防灾减灾示范社区建设导则》^[18]将风险评估、风险防范、疏散演练、宣传教育纳入社区防灾考虑,但与空间联系弱,缺乏实操技术路线,实施难度大。

1 乡村应急疏散空间现状问题

乡村应急疏散空间由避难场所和疏散通道两部分构成,是乡村韧性最直接的空间表征。对于乡村而言,应急疏散空间的规划建设与管理水平最能直观地展示出乡村社区防灾减灾、应急救援的空间承载能力,其实际效用也标志着地方社区治理和韧性发展的综合水平。

1.1 多灾种冲击下应急疏散空间的鲁棒性弱

我国乡村面临的灾害暴露度更大,孕灾环境复杂。随着极端气象灾害的不断增多^[19-20],多灾害胁迫、灾害效应叠加可能性更大,链条反应更快,灾害链条更长,延续时间更久。面对多灾害时空耦合冲击时,乡村聚落应急疏散空间更易被突破,甚至造成整个防灾减灾系统瘫痪。

多灾种冲击下乡村聚落空间的暴露度和敏感度高,但在规划实务中,应急疏散空间在规划层面缺乏空间落位及管控措施,在具体实施时又往往让步于生产、生活空间,导致乡村聚落基本的防灾减灾能力得不到充分保障。

1.2 资源环境与经济条件约束导致基础设施水平差

长期以来的城乡二元结构影响下,农村地区在基础设施建设方面的欠账较多,乡村地区应急防灾能力先天不足,基础设施体系脆弱性显著^[27]。乡村道路交通、电力、供水、通信、医疗等设施的不完善直接影响了乡村应急疏散能力。应急疏散设施匮乏,包括缺乏基础的应急避难场所和保障生命线的安全通道,面对灾害风险表现出抵抗力薄弱、恢复能力不足等问题。

其中,交通基础设施的不完备与不合理会对应急疏散效率与安全性造成严重影响;电力设施老化、性能差产生了诸多防灾安全隐患;供水排水设施配置比例低,难以满足灾时需求。乡村通信基础设施供给的严重不足,导致灾害信息传递滞后,响应时间长,受灾面扩大。应急医疗的缺失,导致多数乡村发生灾害后无法及时进行应急医疗处理。乡村地区基础设施较其需求相比还有相当的差距,无法为乡村应急防灾提供可靠性保障。

1.3 社会发展治理机制制约社区行动能力

我国大部分乡村社区尚未建立完善的应急管理制度和应急管理机制,基层灾害防治政策和机制尚不健全,预案体系尚不完善^[21]。随着外出务工人员增加,乡村“老龄化”“空心化”现象严重,老年群体在应对灾害时反应慢、意识弱、行动力落后,避灾能力不足。从社区层面来看,灾时往往缺乏有序的组织,难以迅速集中力量开展灾害应急工作。乡村地区

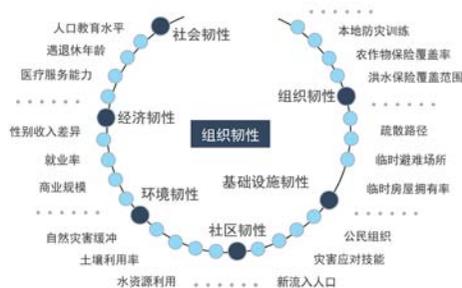


图1 社区基准线韧性 (BRIC) 构成
Fig.1 Baseline resilience of communities (BRIC) composition

资料来源:参考文献[27]68。

居民普遍受教育程度不高,社区发展治理机制薄弱,导致社区层面协同平台培育不足,应急防灾知识匮乏,安全应急意识和灾害应急技能落后,应急疏散行动能力不足。

2 韧性理念与应急疏散空间规划

2.1 社区韧性理念的引入

近年来,韧性理论^①被引入城市规划研究,主要在城市空间规划、生态健康、社会经济发展等方面发挥了重要作用^[22]。社区是城乡系统抵御各类风险灾害的主战场,也是其系统韧性构成的基本单元。社区韧性可总结为一系列能力的集合,以及社区防灾能力提升的过程^[23-24]。对于社区韧性现状的认知主要通过建立评估模型得到,城市社区韧性分解到社会、经济、制度、工程、生态等维度进行定量评价(见图1),如CDRI^[25]、CCRAM^[26]、BRIC^[27]、^[28]等模型。然而以上模型对于社区韧性的认知对象主要是城市社区,在乡村社区适用性不足。对比城市,乡村人居社区系统环境依赖度高、脆弱性更强。面对灾害风险,乡村社区防灾的重点应是应急疏散空间系统,聚焦以空间环境为基础的布局优化、设施配置完善以及社区能力提升(见图2),形成具备抵抗力、生存力、恢复力、适应力与学习力的社区防灾韧性系统。

从系统韧性的5个特征出发,对比城市与乡村社区应急疏散空间体系规划相关边界条件(见表1)。

从社区防灾过程来看(见图3),城市社

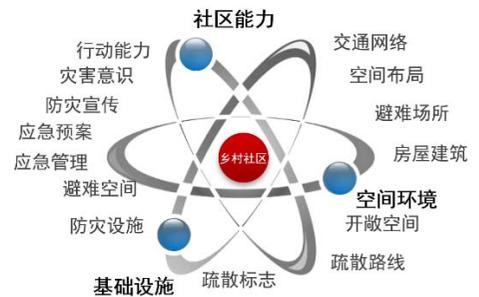


图2 乡村社区防灾韧性构成
Fig.2 Resilience composition of rural communities against disasters

资料来源:笔者自绘。

注释: ① 韧性 (resilience) 源于拉丁语 (resilio), 起源于工程机械领域, 表示物体在外力作用下变形后恢复到原始状态的一种能力。

表1 城乡社区韧性构成对比

Tab.1 Comparison of community resilience composition in urban and rural areas

社区韧性构成	应急疏散空间体系	城市	乡村
空间环境	避难场所	具有明确的、分等级层次的避难场所体系	绝大多数村庄未规划明确的避难场所
	房屋建筑	大都按设防等级建设	自建房多,未按设防标准建设,建筑密度大
	开敞空间	建成区内部开敞空间有限,协调利用难度大	村落外部开敞空间多,需与农用地协调
道路交通	网络体系	结构复杂,规划明晰,连通度高,节点多,规划有规范的消防疏散通道	结构简单,顺应地形,断头路多,多数道路不满足消防要求
	空间布局	社区交通空间通畅性、避难场所可达性有一定保障	交通空间常被占据、社区内外道路通畅性无法保障
	疏散标志	大都具有标准的疏散标志	大都没有疏散引导标志,或缺少科学性
基础设施	防灾设施	基础设施完善,防灾设施大都满足设防需求	基础设施普遍缺乏,大都未系统配置防灾设施
	行动能力	年龄构成较乡村更年轻,行动能力、文化水平高于乡村居民	老龄化严重,行动力、文化水平低
居民应灾能力	灾害意识	具备一定的防灾知识,自救能力较强	对灾害了解不足,以自我经验为主的自救
	防灾宣传	防灾知识普及较广,部分社区有应急疏散演练	防灾宣传教育力度不足
应急组织	应急预案	具有应急预案,更新频率较高	应急预案匮乏,或指导性不强
	应急管理	社区组织,基本及时准确,较为有序	信息传递慢,灾时慌乱,易出现盲区

资料来源:笔者自制。

区具备更好的防灾基底,基础应急疏散水平高于乡村。在灾害扰动时,乡村社区应急疏散水平迅速下降,比城市社区更早达到社区无序的底线,更容易出现系统崩溃。灾害扰动后,城市社区依赖基础设施与社区防灾组织可逐步恢复至常态化防灾阶段水平。而乡村社区则需要外部力量支持,花费更长的时间达到常态化水平^[29]。在此后的适应提升阶段,城市社区组织、防灾宣传、意识水平促使社区应急疏散水平在适应过程中持续提升。而绝大部分乡村社区仍以居民个人经验积累为主,社区整体应急疏散能力基本处于灾前水平,未能得到提升。

2.2 应急疏散空间韧性规划方法

2.2.1 韧性规划体系构建

从应急疏散空间规划的重要环节入手,建立乡村社区应急疏散空间规划体系(见图4)。以提升乡村社区系统韧性为应急疏散空间韧性规划目标,以乡村应急疏散空间韧性建设为根本任务,综合提升乡村社区的工程韧性与社会韧性。将应急疏散空间系统韧性解构为鲁棒性(robustness)、冗余性(redundancy)、恢复性(rapidity)、适应性

(adaptability)、智慧性(resourcefulness),分别对应系统防灾表现出的5个力(抵抗力、生存力、恢复力、适应力、学习力),针对应急疏散空间规划重点内容提出具体提升路径。

2.2.2 应急疏散空间韧性规划技术路线

现阶段城市应急疏散空间规划主要是基于PDCA(Plan-Do-Check-Act)循环链的通用模型发展而来的综合防灾规划,即以现状分析、问题诊断为基础,根据城市发展要求设定防灾目标,在风险评估基础上提出避难场所、疏散通道、防灾设施、应急预案的规划要求,并进行实施建设与规划评估。而乡村应急疏散空间规划主要是基于村庄规划时的现状分析、问题诊断提出的一些用地控制、避难场所选择建议和简单的应急预案(见图5),缺少实施效果反馈优化。

应急疏散空间是社区韧性提升的核心依托,构建完善的应急疏散空间韧性规划程序(见图6)有助于从社区的各个层面提升韧性。基于此,本文提出乡村应急疏散空间韧性规划技术路线如下:首先进行灾变空间勘察与灾害风险评估,探明空间风险分布特征。其次以系统抵抗力、生存力、恢复力、适应力、学习力提

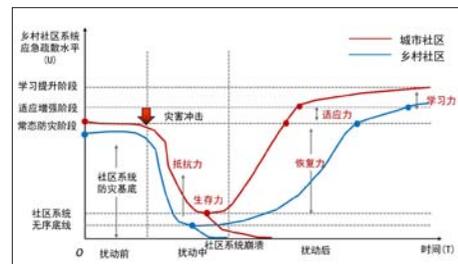


图3 城乡社区系统应急疏散韧性变化过程
Fig.3 Change process of emergency evacuation resilience in urban and rural community systems

资料来源:笔者自绘。

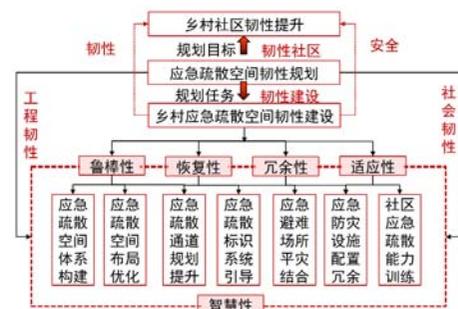


图4 乡村社区应急疏散空间规划体系
Fig.4 Rural community emergency evacuation space planning system

资料来源:笔者自绘。

升为韧性建设契合点,统筹规划防灾空间。进而组织村民进行应急疏散知识培训与应急疏散现场演练,利用计算机软件进行多智能体应急疏散模拟。最后进行基于行为数据的仿真检验优化应急疏散空间规划方案。同时进行相应的标识系统建设,开展社区居民应急防灾教育,强化防灾应急管理体制,加强多主体协同防灾,形成韧性治理共同体。

2.3 乡村应急疏散空间韧性提升

(1) 逐点着力,重点提升

基于韧性理念进行应急空间规划,将系统韧性的5个特性提升落实到具体应急疏散规划中,相应提升社区韧性。

在空间层面通过应急疏散空间体系构建、空间布局优化、疏散路径优化等,增强乡村抵抗灾害的基础能力,强化乡村应急疏散系统鲁棒性。

在基础设施层面应考虑增强应急疏散空间冗余性,加大基础设施投入,尤其是应急防灾资源配置、应急疏散通道设置,以平灾结合

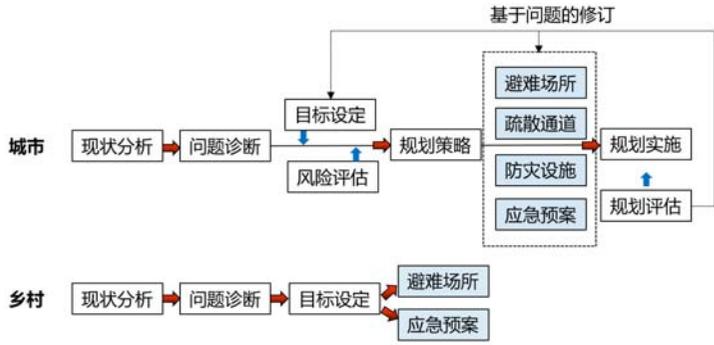


图5 城乡应急疏散空间规划技术路线对比
Fig.5 Comparison of technical routes for urban and rural emergency evacuation space planning

资料来源:笔者自绘。

利用的方式增加备用模块,实现应急资源配置冗余,保障避难通道通达、通讯正常。通过保障对外交通联系、设置灵活的内部疏散通道、加强应急避难标识系统引导等方式,提升社区恢复力,确保灾后应急避难能力快速恢复到一定的功能水平。

乡村社区的社会凝聚力强^[30],可作为社区韧性培育的切入点。通过防灾教育、应急知识宣传、疏散演练等方式影响社区人群应急疏散行为,导向互助式安全疏散,提升应急疏散系统的适应性。以社区居民为主体,参与协调规划避难场所、疏散通道、防灾资源,组织社区疏散行为,可提升乡村社区系统防灾智慧性,推进社区韧性持续发展。

(2) 过程干预,全面提升

以社区韧性提升为目标的应急疏散空间规划,应将韧性能力建设贯穿社区系统演进发展全过程,实施针对阶段性特征的动态干预。在乡村应急疏散系统发展的各个阶段,明确干预点,强化韧性特征,促进应急疏散水平进入动态提升循环。

乡村系统本身具备一定的防灾基底,面对不确定灾害侵扰,被迫进入适应性循环过程,经历开发、保护、释放、重组4个阶段^[31]。在开发阶段,应急疏散系统在聚落形态发展、资源开发演化过程中形成了一定的灾害抵御能力,并通过资源累积、防灾要素联结而获得增长。这一阶段面向乡村人居系统防灾的底线,在乡村常态化

发展过程中,应控制开发尺度,避免破坏生态基底导致乡村社区脆弱性增大^[32]。在保护阶段,应急疏散系统依赖当前阶段的全部防灾要素形成抵抗力,实现常态化防灾。这一过程中,通过危险空间控制、避难场所设计、疏散通道控制等刚性手段可增强物质空间抵抗力,再结合防灾设施配置、日常防灾宣传、应急预案管理等柔性手段强化社会空间抵抗力,综合提升应急疏散系统鲁棒性。在释放阶段,借助乡村社区自发的避灾经验总结与互助避灾的基础优势,采用解说教育、疏散演练、图集手册等多种形式可快速高效地完成社区适应性提升。在重组阶段,主要是灾后重新审视应急疏散系统,并进行创新性重构。可从应急疏散路径规划、疏散标识引导方面入手,以疏散地图、标识系统、预案更新等方式提升应急疏散能力。

3 应急疏散空间韧性规划技术要点

3.1 多区域协同的防灾空间规划

3.1.1 空间脆弱性识别

首先,基于乡村地区应急疏散复杂性与特殊性,从整体层面进行乡村空间韧性评估,构建以空间环境、基础设施、社会能力为基础维度的评估模型,整体认知乡村社区韧性。其次,通过指标权重法对村落灾害进行潜在危险性分级,确定各灾种的初始危险性指数,建立耦合模型进行初始危险指数修正,用风险矩阵法处理多灾种危险性与村落范围易损性,得到综合风险

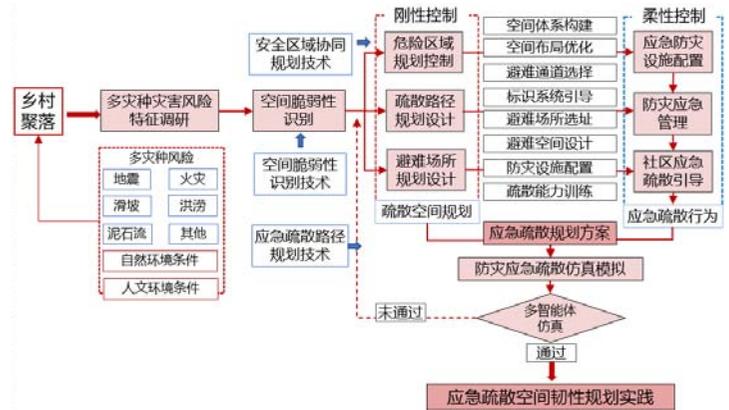


图6 乡村应急疏散空间韧性规划技术路线
Fig.6 Rural emergency evacuation space resilience planning technical route

资料来源:笔者自绘。

地图。基于风险地图,快速识别安全区域与可利用疏散空间,控制危险区域建设。最后,提出道路生命线重要性评价指标体系,对道路工程进行科学的赋值评价,识别通道的重要性,判别脆弱性。基于通道路段重要性和脆弱性评价结果,对比安全通道标准,判断改造必要性和紧迫性,为应急疏散路径规划提供参考。

3.1.2 多区域协同规划

基于空间脆弱性识别结果,从应急疏散空间整体布局出发,在空间规划中明确用地风险,划分安全区域、危险区域,严格限制危险区域建设,做好灾害易发区域管控。以多智能体应急疏散仿真结果指导优化避难通道规划方案,保障应急疏散路线畅通性、防灾资源利用最大化。以整体管控、重点设计、路径优选的方式实现社区整体安全性控制,形成点—线—面协同防灾规划。

3.2 设施冗余的疏散路径规划

在应急疏散时,乡村地区社区居民应急响应时间长,疏散路径选择较盲目,应急社会行动能力低下。为提升社区应急疏散能力,应规划可靠度高、疏散时间短的疏散路线。通过应急疏散演练的方式采集社区人群实际疏散行为数据,依托AnyLogic软件进行多智能体应急疏散仿真,模拟应急疏散场景下疏散通道拥堵程度、节点状况,检验与优化应急疏散路径。同时,明晰疏散路径的空间位置,结合避难场所

设置清晰醒目、简明易懂的疏散标识标牌,缩短路径选择时间。结合疏散路径,冗余配置防灾基础服务设施,缩短社区应急响应时间,增强居民自救能力,提升乡村社区防灾抵抗力。

3.3 深度干预的社区应急疏散

社区应急疏散能力是乡村应急防灾系统的重要组成部分。通过社区应急疏散能力培育,提升乡村系统的抵抗力、恢复力、适应力,学习力。首先,建立多主体协同应急管理体系,将应急部门、社区居民、社区管理、社会组织等多方参与者纳入应急疏散社会韧性建设中,促进多主体的自觉参与,以自助、互助、公助的方式提升社会韧性。其次,根据乡村地区文化特色、风俗习惯设计符合居民认知的配套防灾规划指引标识,便于更加准确快速地明确疏散路径,提高疏散效率。最后,通过专家解说、志愿者宣传、安全手册、应急演练等方式,介入社区应急疏散能力的日常培育过程,切实提高社区应急疏散能力。

4 规划试验

4.1 试验区域概况

下司镇清江村地处贵州省东南部,面临地震、滑坡(崩塌)、洪水、火灾等多种灾害影响,西侧易滑坡山体距离村落最小距离约200 m,

东侧为清水江,雨季常有涝灾。村寨内建筑以木质构造为主,防火压力大。村落整体物质空间防灾基底薄弱,社区系统生存力偏低。常住人口规模近2 000人,其中老人和儿童占比约40%,应急疏散行动能力低下。村民整体文化水平偏低,应急防灾知识欠缺。应急设施配置以消火栓为主,主要救灾资源集中布置在村西口村落消防站处,由于街巷狭窄、车辆占用道路导致应急疏散时救援力量难以及时到达。村落空间社会防灾韧性薄弱,抵抗力、恢复力、学习力水平低。

4.2 韧性规划过程

对清江村开展应急疏散空间韧性规划主要分为以下5个阶段。

(1) 空间脆弱性识别阶段——生存力探析

通过对清江村防灾韧性、灾害风险布局、道路脆弱性进行评价,发现其防灾薄弱点主要为道路脆弱性显著(见图7)、防灾设施空间布局不合理、社区居民防灾意识与行动能力不足。

(2) 仿真疏散空间模型构建阶段——空间韧性表达

利用AnyLogic软件构建清江村仿真疏散空间环境模型(见图8)。组织初步应急疏散演练,采集人群疏散行为参数,利用社会力模型解析疏散路径适宜性、防灾设施合理度,判断应急疏散路径存在的潜在问题及规划介入点。

(3) 应急疏散空间规划阶段——工程韧性提升

通过覆盖率法与社会力疏散仿真实验完成清江村避难场所初步选址,结合应急疏散通道空间脆弱性识别结果,控制危险区,确定安全区域,协同规划应急疏散空间,明确芦笙广场、桥头广场、阳明书院绿地等3处紧急避难地点及各疏散道路方向,完善相应的应急服务设施配置(见图9)。

(4) 应急疏散空间引导阶段——社会韧性提升

结合规划设计的最优疏散路径,融入当地下司犬元素,设计简明易懂的疏散标识系统。通过专家解说、志愿者宣传、安全手册、小组培训等方式,加强应急疏散空间引导(见图10),强化社区居民防灾意识,促进防灾应急时期社区公助、互助、自助能力综合提升。组织村民进行应急疏散演练培训,结合地方性标识与形象等核心构成要素为特色的应急疏散空间标识系统,帮助居民明确安全空间位置,熟悉优化后疏散路径,缩短灾害响应时间,提升应灾行动力。

(5) 仿真检验优化阶段——学习力拓展

利用无人机、GPS定位仪、运动相机等设备记录疏散行为数据,进行算例仿真对比研究,优化应急疏散方案。整理应急疏散空间规划经验,形成清江村应急防灾档案,增强应急

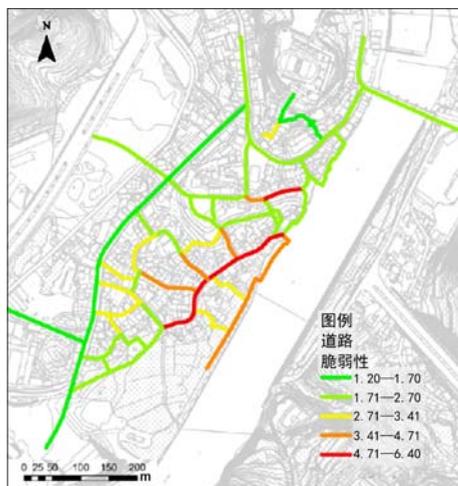


图7 道路脆弱性分析结果
Fig.7 Results of road vulnerability analysis

资料来源:笔者自绘。

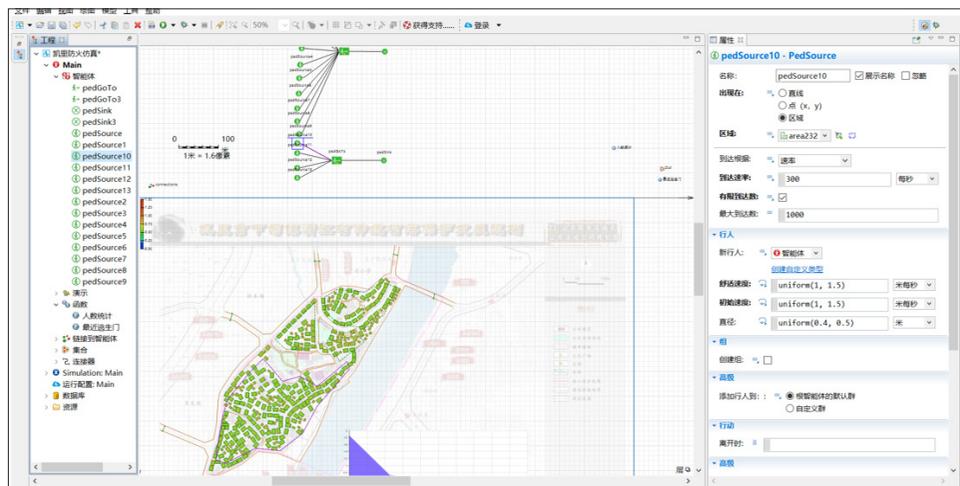


图8 仿真疏散空间环境模型构建
Fig.8 Construction of the simulation evacuation space environment model

资料来源: AnyLogic 仿真软件截图。



图9 下司镇清江村应急疏散空间规划设计
Fig.9 Emergency evacuation space planning and design of Qingjiang Village, Xiasi Town

资料来源:笔者自绘。



图10 下司镇清江村应急疏散空间规划引导
Fig.10 Emergency evacuation space planning and guidance of Qingjiang Village, Xiasi Town

资料来源:笔者自绘与自摄。

疏散空间系统适应力。通过规划预案修订、防灾安全口袋书编制、应急防灾课堂等方式,为规划者、管理者、组织者、应用者等各类人群提供科学的应急疏散指引,显著提升乡村人居系统学习力。与此同时,可为其他相似村落提供应急疏散空间优化策略参考。

4.3 规划试验总结

在清江村试验过程中,基于韧性提升的应急疏散空间规划在空间统筹规划上,以空间脆弱性识别技术明确了聚落空间的防灾薄弱点,指导多区域协同规划,增加了应急空间实效性。主要展现两个方面的优势:一是结合乡村人群行为数据,模拟构建空间与居民的应急疏散联系,利用计算机进行多组实验数据仿真检验,减少了重复训练工作量,提升了路径选择的科学性、准确性,优化后的应急疏散路径更具防灾适配性;二是对于社区疏散能力的培

育在乡村社区韧性建设中增强效能最大,操作最易,见效最快,成本最低。

5 结语

总体而言,当前乡村应急疏散空间研究中,对物质空间与社会人文空间关联性的忽视,削减了应急疏散空间优化的效果;规划方法多移植于城市防灾体系,缺乏乡村适配性,规划技术不合理,难以实施落地;着力于空间韧性建设,忽视社区行动能力对应急疏散效率的影响,效果欠佳。因此,结合物质空间与社会空间特征,建立乡村综合防灾空间体系,从工程韧性与社会韧性入手,编制形成有效的应急疏散空间规划,是提升乡村韧性的重要手段。

在清江村的试验表明,基于韧性提升目标,以空间脆弱性识别为基础进行多区域协同的防灾空间规划,结合行为仿真结果进行疏散路径规划与设施配置,可实现应急疏散空间工程韧

性提升。通过对社区人群疏散行为深度干预,完善多主体协同、多阶段联动的乡村社区应急响应机制,可实现乡村应急疏散社会韧性提升。基于韧性提升的应急疏散空间规划方法,实现应急疏散信息清晰化、应急疏散目的明确化、应急疏散行为高效化、应急疏散系统智慧化,为乡村韧性提升提供了重要支撑。有助于保障乡村转型的安全环境,助力乡村可持续发展。■

参考文献 References

[1] 丁琳,翟国方,李莎莎. 多灾种应对的城市综合避难场所规划研究[J]. 城市规划, 2015, 39 (9): 107-112.
DING Lin, ZHAI Guofang, LI Shasha. Planning for urban comprehensive evacuation shelters for better response to disasters[J]. City Planning Review, 2015, 39(9): 107-112.

- [2] 董晓婉,徐煜辉,李湘梅. 乡村社区韧性研究综述与应用方向探究[J]. 国际城市规划, 2022, 37(3): 73-80.
DONG Xiaowan, XU Yuhui, LI Xiangmei. Rural community resilience: a literature review and its future directions in China[J]. Urban Planning International, 2022, 37(3): 73-80.
- [3] 王成,任梅菁,胡秋云,等. 乡村生产空间系统韧性的科学认知及其研究域[J]. 地理科学进展, 2021, 40(1): 85-94.
WANG Cheng, REN Meijing, HU Qiuyun, et al. Rural production space system resilience and its research domains[J]. Progress in Geography, 2021, 40(1): 85-94.
- [4] 张磊. 韧性理论视角下贫困村灾后恢复重建与灾害风险管理刍议[J]. 灾害学, 2021, 36(2): 159-165, 175.
ZHANG Lei. Research on the post-disaster recovery and reconstruction and disaster risk management of poor villages from the perspective of resilience theory[J]. Journal of Catastrophology, 2021, 36(2): 159-165, 175.
- [5] 苏经宇,马东辉,王志涛. 构建城乡防灾体系的初步探讨[J]. 城市规划, 2008, 32(9): 81-83.
SU Jingyu, MA Donghui, WANG Zhitao. On establishing urban-rural disaster prevention system[J]. City Planning Review, 2008, 32(9): 81-83.
- [6] 王江波,戴慎志,苟爱萍. 城市综合防灾规划编制体系探讨[J]. 规划师, 2013, 29(1): 45-49.
WANG Jiangbo, DAI Shenzhi, GOU Aiping. Urban disaster prevention planning compilation[J]. Planners, 2013, 29(1): 45-49.
- [7] 邢启亮,李鑫,罗彦. 韧性城市理论引导下的城市防灾减灾规划探讨[J]. 规划师, 2017, 33(8): 12-17.
BING Qiliang, LI Xin, LUO Yan. Urban disaster prevention plan with resilient city theory[J]. Planners, 2017, 33(8): 12-17.
- [8] 罗紫元,曾坚. 韧性城市规划设计的研究演进与展望[J]. 现代城市研究, 2022(2): 51-59.
LUO Ziyuan, ZENG Jian. Research evolution and prospect of resilience urban planning and design[J]. Modern Urban Research, 2022(2): 51-59.
- [9] 翟国方,夏陈红. 我国韧性国土空间建设的战略重点[J]. 城市规划, 2021, 45(2): 44-48.
ZHAI Guofang, XIA Chenhong. Strategic emphasis on the construction of resilient cities in China[J]. City Planning Review, 2021, 45(2): 44-48.
- [10] 颜文涛,卢江林. 乡村社区复兴的两种模式: 韧性视角下的启示与思考[J]. 国际城市规划, 2017, 32(4): 22-28.
YAN Wentao, LU Jianglin. Two models for revitalizing village: enlightenments under resilient perspective[J]. Urban Planning International, 2017, 32(4): 22-28.
- [11] 李红波. 韧性理论视角下乡村聚落研究启示[J]. 地理科学, 2020, 40(4): 556-562.
LI Hongbo. Rural settlements research from the perspective of resilience theory[J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(4): 556-562.
- [12] 吴健宏,翁文国. 应急避难场所的选址决策支持系统[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2011, 51(5): 632-636.
WU Jianhong, WENG Wenguo. Decision support system for urban shelter locations[J]. Journal of Tsinghua University (Science and Technology), 2011, 51(5): 632-636.
- [13] 李文静,翟国方,张岩,等. 全域旅游背景下县域应急避难场所规划研究——以淮安市金湖县为例[J]. 上海城市规划, 2022(4): 49-54.
LI Wenjing, ZHAI Guofang, ZHANG Yan, et al. Research on the emergency shelter planning of county under the background of comprehensive tourism: a case study of Jinhu County, Huaian City[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2022(4): 49-54.
- [14] 徐嵩,曾坚,任兰红. 基于可达性分析的山地村镇防灾避难场所研究——以阜平县不老树村为例[J]. 建筑学报, 2016, 15(S2): 22-25.
XU Song, ZENG Jian, REN Lanhong. Research on shelters based on accessibility analysis in mountainous villages and towns: a case study of Bulaoshu Village in Fuping[J]. Architectural Journal, 2016, 15(S2): 22-25.
- [15] 李文静,翟国方,陈伟. 基于多目标约束的避难场所选址研究综述[J]. 城市问题, 2021(3): 107-114.
LI Wenjing, ZHAI Guofang, CHEN Wei. A review of shelter location based on multi-objective constraints[J]. Urban Problems, 2021(3): 107-114.
- [16] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 镇(乡)村建筑抗震技术规程(JGJ 161—2008)[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Seismic technical specification for building construction in town and village (JGJ 161-2008)[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2008.
- [17] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. 美丽乡村气象防灾减灾指南(GB/T 37926—2019)[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
State Administration for Market Regulation, Standardization Administration. Guidelines of meteorological disaster prevention and reduction for beautiful villages (GB/T 37926-2019)[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2019.
- [18] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. 气象防灾减灾示范社区建设导则(GB/T 40246—2021)[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021.
State Administration for Market Regulation, Standardization Administration. Guidelines for construction of meteorological disaster prevention and mitigation demonstration community (GB/T 40246-2021)[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2021.
- [19] 冷红,陈天,翟国方,等. 极端气候背景下的思考: 城乡建设与治水[J]. 南方建筑, 2021(6): 1-9.
LENG Hong, CHEN Tian, ZHAI Guofang, et al. Urban-rural construction and water control against the background of extreme climates[J]. South Architecture, 2021(6): 1-9.
- [20] 单嘉帝,田健,曾坚. 应对极端气候灾害的韧性城市规划方法[J]. 城市与减灾, 2022(5): 6-12.
SHAN Jiadi, TIAN Jian, ZENG Jian. Planning methods of resilient city to cope with extreme climatic disasters[J]. City and Disaster Reduction, 2022(5): 6-12.
- [21] 杜兴军. 我国农村社区应急管理能力提升策略探究[J]. 中国应急管理科学, 2022(1): 20-27.
DU Xingjun. Study on the strategy of rural emergency management capacity at grass-roots level in China[J]. Journal of China Emergency Management Science, 2022(1): 20-27.
- [22] JABAREEN Y. Planning the resilient city: concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk[J]. Cities, 2013, 31: 220-229.
- [23] WILSON G. Community resilience and environmental transitions[M]. London: Routledge, 2012.
- [24] 彭翀,郭祖源,彭仲仁. 国外社区韧性的理论与实践进展[J]. 国际城市规划, 2017, 32(4): 60-66.
PENG Chong, GUO Zuyuan, PENG Zhongren. Research progress on the theory and practice of foreign community resilience[J]. Urban Planning International, 2017, 32(4): 60-66.
- [25] RAZAFINDRABE B, PARVIN G A, SURJAN A, et al. Climate disaster resilience: focus on coastal urban cities in Asia[J]. Asian Journal of Environment and Disaster Management, 2009, 1(1): 101-116.
- [26] COHEN O, LEYKIN D, LAHAD M, et al. The conjoint community resiliency assessment measure as a baseline for profiling and predicting community resilience for emergencies[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2013, 80(9): 1732-1741.
- [27] CUTTER S L, ASH K D, EMRICH C T. The geographies of community disaster resilience[J]. Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions, 2014, 29: 65-77.
- [28] 李亚,翟国方. 我国城市灾害韧性评估及其提升策略研究[J]. 规划师, 2017, 33(8): 5-11.
LI Ya, ZHAI Guofang. China's urban disaster resilience evaluation and promotion[J]. Planners, 2017, 33(8): 5-11.
- [29] 李文静,翟国方,陈伟,等. 基于避难弱者需求视角的县域避难场所规划研究——以长宁“6·17”地震震后调研为例[J]. 震灾防御技术, 2022, 17(4): 764-774.
LI Wenjing, ZHAI Guofang, CHEN Wei, et al. County shelter planning from the perspective of the demands of the vulnerable: based on the survey of the 6·17 Changning Earthquake[J]. Technology for Earthquake Disaster Prevention, 2022, 17(4): 764-774.
- [30] KULIG J. Community resiliency: the potential for community health nursing theory development[J]. Public Health Nursing, 2000, 17(5): 374-385.
- [31] HOLLING C S, GUNDERSON L H. Resilience and adaptive cycles[M]//HOLLING C S, GUNDERSON L H. Panarchy: understanding transformations in human and natural systems. Washington, DC: Island Press, 2001: 25-62.
- [32] 颜文涛,象伟宁,袁琳. 探索传统人类聚居的生态智慧——以世界文化遗产都江堰灌区为例[J]. 国际城市规划, 2017, 32(4): 1-9.
YAN Wentao, XIANG Weining, YUAN Lin. Exploring ecological wisdom of traditional human settlements in a world cultural heritage area: a case study of Dujiangyan Irrigation Area, Sichuan Province, China[J]. Urban Planning International, 2017, 32(4): 1-9.