

韧性视角下日本历史街区防灾实践及其对我国的启示

Practice of Disaster Prevention in Historical Districts in Japan from the Perspective of Resilience and Its Enlightenment to China

李云燕 王子轶 石灵 李正浩
Li Yunyan, Wang Ziyi, Shi Ling, Li Zhenghao

摘要：历史街区作为人类文化传承的重要载体之一，长期面临各种灾害威胁，且损失愈发严重。我国历史街区大多以砖木材料为主，决定了其在保护延续方面存在较大挑战，特别是在全球极端气候多发以及自然灾害愈演愈烈的背景下，如何保护我国历史街区不再受灾害侵袭，提高历史街区的安全韧性，一直是研究的难点与热点。通过对日本历史街区防灾实践进行梳理研究，本文从韧性视角分析总结了日本历史街区防灾能力提升的经验，包括以防主导的抗火思路、刚柔并济的防洪韧性策略、统筹兼顾的抗震韧性措施、综合利用的雪灾韧性应对，以及系统化的韧性管理策略等；并结合我国历史街区实际情况，提出了针对我国历史街区防灾韧性能力提升的启示思考，以期为我国众多历史街区保护提供借鉴。

Abstract: As one of the important carriers of human cultural inheritance, historical blocks have been faced various disaster threats for a long time, and the losses have become more and more serious. Most of historical districts in China are mainly made of brick and wood materials, which determines that there are greater challenges in the protection and continuity of them, especially in the context of the global extreme climate and the increasing natural disasters. How to protect our country's historical districts from disasters, improve the security and resilience of historical districts has always been a difficult and hot point of research. Through combing and researching the resilience and disaster prevention capabilities of Japanese historical districts, it is found that Japanese historical districts adopt anti-fire ideas, rigid and flexible flood control resilience strategies, coordinated earthquake resilience measures, comprehensive utilization of snow disaster resilience, and systematic management and comprehensive disaster prevention improvement methods. The paper summarizes and analyzes Japan's advanced experience in improving the safety and resilience of historical districts from the perspective of resilience, with a view to providing reference for the protection of historical districts in China and the improvement of resilience and disaster prevention capabilities.

关键词：日本历史街区；火灾；雨洪；地震；雪灾；韧性城市；防灾实践

Keywords: Historical District of Japan; Fire; Rain and Flood; Earthquake; Snow Disaster; Resilient City; Disaster Prevention Practice

国家自然科学基金项目 (51678086)，重庆市自然科学基金面上项目 (cstc2021jcjy-msxmX0293)，亚热带建筑科学国家重点实验室开放课题 (2022ZB05)

引言

近年来历史文化遗产受灾害破坏的情况越来越严重，且影响通常是毁灭性的，如2014年云南香格里拉县独克宗古城火灾、2019年贵州西江千户苗寨火灾、2020年南方洪涝灾害、2021年云南翁丁火灾等均导致不可移动文物遭到破坏和重大经济损失，而历史文化遗产遭到破坏后的可恢复性极低且不可再生。事实上，对于历史文化遗产的破坏，远不只火灾和水灾。在当今全球气候变化的大背景下，各种灾害频发，严重威胁历史街区，现有的防灾减灾技术已经不足以应付。历史街区作为重要的人类历史文化遗产，探索其韧性防灾保护方法具有重大现实意义。

纵观我国历史街区^①防灾面临的问题，主要是建筑结构老化、木料长久保存、人员密集和老龄化，以及灾损严重等。其中木结构街区受火灾影响最大，且破坏程度最深，加之我国历

作者：李云燕，重庆大学建筑城规学院，山地城镇建设与新技术教育部重点实验室，副教授，博士生导师；华南理工大学亚热带建筑科学国家重点实验室，研究员。liyunnan007@126.com

王子轶，九州大学人间环境学院，博士研究生

石灵，重庆大学建筑城规学院，硕士研究生

李正浩，重庆市规划设计研究院，助理规划师

① 本文用“历史街区”而非“历史文化街区”，是为了泛指文物古迹比较集中，或能较完整地体现出某一历史时期传统风貌和民族地方特色的街区，也包含了各等级的历史文化街区。

史街区具有人口密度高、老龄化程度深的特点，历史街区的安全保障较低。这与日本历史街区^①在诸多层面具有一定的相似性^[1]（表1），如中日历史街区建筑材料和街区组成类似；街区内建筑密度均较高，都存在道路狭窄的问题；从使用功能看，大部分中日历史街区基本保留了传统的街区功能。

日本是少有受全灾种威胁的国家，因此对木结构为主的历史街区提出了较高的防灾要求，频发的灾害与较高的防灾要求推动了日本防灾法律体系的完善。日本政府对于重大灾害的经验教训高度重视，充分利用相关经验指导防灾能力提升和防灾规范的制定。强大的组织架构则保证了责任分配层层落实，防灾对策逐级分解，灾后救援、复兴得以有序开展。日本虽然是受灾大国，但同样是“减灾强国”。由于其防灾减灾理论的研究与实践一直走在世界前列，无论是历史街区的保护还是防灾管理、技术、体制，日本均更为完善，具有更强的韧性能力^[3]。因此，了解并借鉴日本历史街区韧性防灾相关经验，并根据中国国情进行本土化改造，对于中国历史街区的保护大有裨益。

1 日本历史街区防灾现状概述

1.1 日本历史街区基本特征

截至2020年12月23日，日本官方登录在册的历史街区共有123处，许多历史街区保留了古代的街区划分，虽然部分街区的局部街道受战后城市化的影响发生了变化，但总体上保存较好，绝大部分历史街区基于充分的调查研究制定了保护规划。根据相关资料分析，日本历史街区体现出如下共有特征^②。一是历史街区内建筑整体层数较低，但在实际避难的过程中，由于街道狭窄、断头路多、道路质量差和街巷间连结性不佳等原因，建筑和墙体的倒塌容易导致道路阻塞，阻碍救援与疏散。二是历史街区的人口老龄化程度和房

屋空置率较高（图1），年轻人口快速流出导致这种趋势愈加明显，整体降低了历史街区防灾能力。由于这些空置房屋长期处于无人维护状态，建筑材料易受潮，火灾隐患较大，逐渐成为危房，在降低了历史街区历史价值的同时也拉低了历史街区的整体防灾能力。三是历史街区逐渐增多的游客除带来了一定的经济效益之外也引发了若干问题，如游客数量的增加意味着对服务业人员的需求增大，这与人口老龄化相矛盾，且过多的游客也对历史街区的防灾能力提出了更高的要求。四是大多数历史街区建筑为木质构造，而木质建筑虽然具有相对较好的抗震性能，却在预防火灾、长期保存方面面临着挑战。

1.2 日本历史街区主要灾害威胁

日本历史街区面临的主要灾害威胁是火灾、洪涝、震灾、暴雪等（表2）。但由于历史街区的特殊性，其相较于一般城市地区更受建筑材料、人口老龄化、空置房屋较多、救援

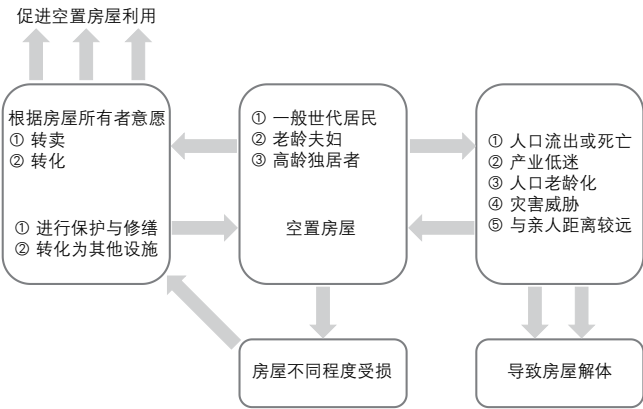


图1 老龄化与房屋空置的关系
资料来源：作者根据参考文献[4]绘制

表1 中日历史街区对比

对比项	中国历史街区	日本传统历史建造物群保存地区	备注
建筑结构	木结构、砖木结构	木结构为主	同宗同源，日本新建木结构更坚固
建筑密度	密集	密集	
历史街区分布	零星分布	广泛存在	
道路尺度	狭窄	狭窄	
建筑高度	2层居多	2~3层居多	
使用功能	生产、生活，部分街区商业化严重	生产、生活	
研究水平	数据不足，调查研究成果缺乏权威性	研究完备，调查成果具有权威性	

资料来源：参考文献[1-2]

① 日本并没有历史街区这一概念，按照日本的描述，与中国的历史街区概念相近的地区被称为“传统建造物群保存地区”或“传统建造物群”。为便于读者阅读和理解，本文统一使用“历史街区”一词。
② 有关历史街区的具体信息请以手机扫描本文末页的二维码，在公众号“开放科学计划 OSID”中查看“本文开放的科学数据与内容”。

等因素的限制，面临的灾害情况更加复杂。历史街区社会环境的快速变化也是导致灾害复杂化的内因，致使历史街区受灾后的直接和间接损失都很严重，灾后复兴困难重重^[5]。以阪神·淡路大地震中木制建筑密集区的灾后复兴为例：完全消除灾害带来的创伤需要耗费 10 年以上的时间^[6]，对于具有文化价值的历史街区而言，灾害的防治、复兴措施面临着更为长久、严峻的考验。

2 系统化与多元化的日本历史街区韧性防灾实践

2.1 以防主导的历史街区韧性抗火思路

2.1.1 历史街区火灾受灾特征

根据研究数据，日本历史街区内起火点常沿线性街道呈点状分布，且背街区域火灾蔓延较为严重^[7]。其成因主要有四点：首先，历史街区维护和修缮的重点通常落在街道上视线可及的范围；其次，历史街区内“木制建筑密集区”大多呈现以街道为轴，沿两侧分布的特征；第三，沿街居民、行

人往来更频繁，起火点更易被发现；第四，背街道路狭窄以及居民常堆放杂物，增大了起火风险以及消防力量进入难度。

2.1.2 强调火灾初期应对

火灾的初期发现与初期消防是避免灾害扩大、减少灾害损失的根本。在木制建筑密集区中，火灾的蔓延速度更快，初期火灾的应对存在 5 分钟的黄金消防时间^[8]。根据茅崎市政府在其官网中公布的火灾相关报告^①，以单体木制建筑为例，屋内起火 5 分钟后，火焰蔓延至天花板，灭火将会变得困难，10 分钟后建筑便会被大火包围，15~20 分钟便会蔓延至相邻建筑，因此起火后的 5 分钟是火灾初期应对的黄金时间。得益于技术的进步，火灾报警器的性能得以提高，通过将消防设备与报警设备相组合，技术层面足以应对初期火灾（表 3）。

对于历史街区消防而言，难点在于独居老人家庭、空置房屋的初期火灾应对。受乡土情结、生活习惯、人口老龄化等因素的影响，历史街区内独居老人家庭比例相较周边地区更高。由于生活环境改善、工作需求等因素导致年青劳动力的流出，历史街区空置房屋比例相较一般城市地区也更高。日本地方政府对此通常会针对性地铺设报警设备，并将历史街区内居民分成若干小组，使各小组内部报警设备形成监视网络（图 2）。一旦报警设备被火灾触发，监视网络立即进行火情上报，并通过组内互助进行初期消防，提升初期火灾应对能力^[7]。

表 2 日本历史街区常见灾害分类

灾种	特性	影响范围
火灾	严重性、复杂性、突发性	街区内部或单体建筑
洪涝	季节性、地域性	整个区域
震灾	突发性、瞬时性、常伴随余震、易引发次生灾害	整个区域
暴雪	长期性、地域性、主观性	整个区域

表 3 历史街区火灾发展阶段与所需消防设施

火灾发展阶段		火灾尚未蔓延至屋顶的初期消防（0~5 分钟） 	木制建筑的火势压制（5~10 分钟） 	火灾向周围蔓延的阻止（10~30 分钟） 	威胁到自身安全时进行避难 
		初期灭火	自卫消防	蔓延阻止	避难
各类消防设施	可移动消防泵				停止自卫消防活动，进入避难设施避难
	小型消防水泵				
	消防软管				
	水箱				
	灭火器				

资料来源：作者根据 <http://www.city.chigasaki.kanagawa.jp/bosai/1001310/1001311.html> 绘制

① 在茅崎市 2014 年 6 月“第一次自主防灾组织活动研修会”发布的资料中，第三章火灾相关内容提到了市内木制建筑及历史街区火灾特性、历史街区火灾发展阶段及所需消防设施需求，参见 <https://www.city.chigasaki.kanagawa.jp/bosai/1001310/1001311.html>。

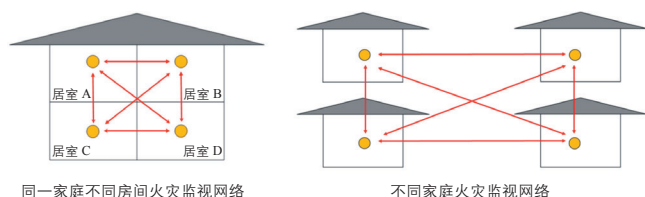


图2 历史街区火灾预警小组模式

资料来源：作者根据参考文献[9]绘制

2.1.3 强调火灾蔓延的模拟与阻止

在历史街区中，有限的消防资源容易疲于应对火灾蔓延，为使其发挥最大效用，火灾蔓延的预测与阻止不可或缺。日本相关研究机构对于火灾蔓延的预测依托情景模拟^[3]，例如：东福寺火灾蔓延模拟（图3）借助火灾性状预测模型，通过获取历史街区的各项指标数据，结合当地风向、气候等自然条件，实现火灾蔓延的模拟，判断历史街区内各地受火灾波及的概率、程度、速率^[10]。结合模拟的结果，指导防灾力量的布置，协助阻止火灾蔓延。

日本地方政府对于历史街区火灾蔓延的阻止措施主要有设置蔓延阻隔带与铺设水盾系统（WSS: Water Shield System）。蔓延阻隔带的布置可以有效阻止火灾蔓延（图4），如仓库作为仓储设施，其防火措施相较民宅等其他建筑更为完善，耐火性相对较强，因此可以作为蔓延阻隔带进行布置^[7]。水盾系统的铺设是在不损坏历史街区价值的前提下，使其暂时具有一定的耐火性^[11]。该系统通常设置在道路中间（图5），根据火灾预测模型计算的热辐射通量设定其启动条件、喷水量与储水量。在单体木制建筑起火后，对其周围木制建筑进行喷水，使其暂时具有耐火性，为消防争取时间，阻止火灾蔓延。

2.1.4 提升木结构建筑基础防火性能

根据历史街区木制建筑防火构造与分布特点，因地制宜地制定提升防火性能的策略有助于合理指导消防力量的分配。为了掌握历史街区建筑防火性能，需要通过翔实的历史街区数据调查获得基础数据，并根据相关法律法规文件将木制建筑的防火构造分为耐火构造、准耐火构造、防火构造和准防火构造4类^[12]。这种明确的防火构造与分布有助于强化木结构建筑的基础防火性能。首先，根据防火等级划定重点改善区域。国土交通省根据居民密度、木防率^①、地区不可燃率^②等评判指标与标准划定各种分区^[13]，明确火灾蔓延风

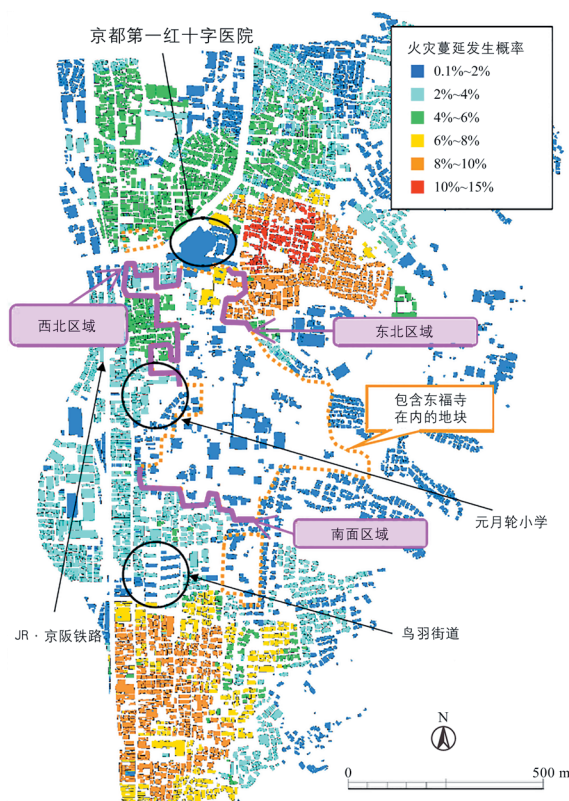


图3 京都东福寺及其周边地区火灾蔓延概率分布图（基于1 000次模拟）

资料来源：作者根据参考文献[10]绘制

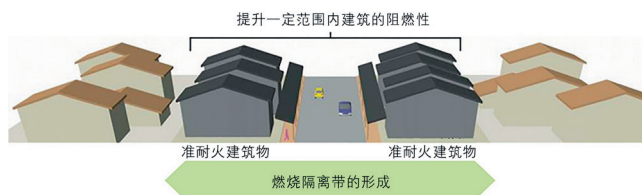


图4 火灾蔓延阻隔带的形成

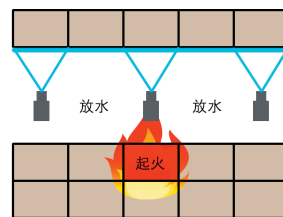
资料来源：作者根据 <https://hope-itoigawa.jp/> 绘制

图5 水盾系统

资料来源：参考文献[11]

① 木防率：木制房屋数量与该地区房屋总数之比。

② 地区不可燃率：地区不可燃率 = 空地率 + (1 - 空地率) × 不可燃率；空地率 = (Ms + Ls) / T × 100%，Ms 为直径 40 m 或者面积在 1 500 m² 以上的水面、公园、运动场、空地等，Ls 为宽度在 6 m 以上的道路面积，T 为地区总面积；不可燃率 = (Rs / As) × 100，Rs 为耐火构造建筑面积，As 为总建筑面积。

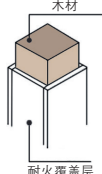
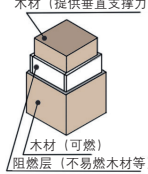
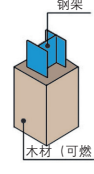
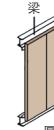
险的高低，以此为基础确定重点改善区域范围以及改善时序，提升街区防灾力。其次，在确定重点改善区域和时序的基础上，因地制宜地制定改善措施。历史街区内木构建筑密集，由于木材老化和使用寿命限制，需要对其进行修缮。在修缮过程中，落实到单体建筑层面，常常结合具体木制建筑的防火要求（表 4）和相应结构强化措施来实现建筑基础防灾性能的综合提升（表 5）。

表 4 木制建筑各构件耐火性要求

部位				耐火构造	准耐火构造	防火构造	准防火构造
墙体	房屋内部墙体	承重墙		1~2 小时	45 分钟~1 小时	—	—
		非承重墙		1 小时	45 分钟~2 小时	—	—
	房屋外部墙体	承重墙		1~2 小时	45 分钟~3 小时	30 分钟	20 分钟
		非承重墙	受火灾蔓延威胁的部分	1 小时	45 分钟~4 小时	—	—
			其他部分	30 分钟	30 分钟	—	—
柱				1~3 小时	45 分钟~1 小时	—	—
地板				1~2 小时	45 分钟~1 小时	—	—
梁				1~3 小时	45 分钟~1 小时	—	—
房顶				30 分钟	30 分钟	—	—
楼梯				30 分钟	30 分钟	—	—

资料来源：作者根据参考文献 [12] 绘制

表 5 日本历史街区木制建筑防火构造划分标准与强化措施

构造划分	耐火构造			准耐火构造		防火构造		准防火构造	
耐火性能	3 小时			30 分钟 ~1 小时		30 分钟		20 分钟	
图示									
	抑制主要构件的燃烧			抑制外墙和房内的燃烧		抑制外墙的燃烧			
强化措施	柱体强化方案				墙体强化方案				
	概要	方案 1	方案 2	方案 3	概要	覆盖型	木材裸露型	幕墙型 1	幕墙型 2
					构造	木制	木制	木制	木制 + 钢制
	构造	木制	木制	木制 + 钢制	墙体分类	承重墙	承重墙	非承重墙	非承重墙
	特征	用耐火材料覆盖木结构部件，防止燃烧、碳化	加热过程中，燃烧物燃烧；加热结束后，在燃烧停止层停止燃烧	加热过程中，覆盖层燃烧，加热结束后，燃烧层木材在铁架的影响下停止燃烧	如右图所示				
	优势	木制建筑的木材不存在限制	看得见木材	看得见木材	墙体材料种类要求	CLT*、LVL**、集成材面板	LVL、CLT	LVL、CLT	集成材面板
	劣势	无法看见木材	制造较为困难	限定材料种类					

注：*CLT 是“Cross-Laminated Timber”的缩写，即“正交胶合木”，是采用木方正交层压并胶合而成的实木板材；

**LVL 是 Laminated Veneer Lumber 的缩写，特指纤维方向对齐的层压单板。

资料来源：作者根据参考文献 [12] 绘制

2.2 刚柔并济的历史街区雨洪韧性策略

2.2.1 历史街区洪涝灾害受灾特征

近年来日本历史街区遭受洪涝灾害冲击的特征主要表现为局部性大雨冲击严重、单位面积损失增高以及内涝冲击较大等^[14]。现今的气象预报技术已经可以在台风抵达前预测其规模、移动路径和降雨量等信息。因此对于沿海或靠近水系的历史街区而言，有一定的时间进行防灾准备。然而对于局

部性大雨,缘于其突发性和不确定性,防灾的迫切程度陡然增加(表6)。另外,洪涝灾害不仅危及居民生命安全,也对历史街区电器、汽车等较昂贵的私人财产和珍贵的文化遗产造成威胁,虽然历史街区规模较小,但是受灾密度和单位面积的损失不断攀升。此外,超过历史街区排水能力的降水易形成内涝,虽然内涝浸水规模较小,但是街区内洼地容易导致雨水难以正常排出。聚焦到微观层面,木制建筑物在得到适当维护与修缮的情况下,使用寿命可达100年以上^[7],但传统的木制建筑物一般不耐水和湿气,如果常年保存在湿润环境下,容易造成木材耐久度下降,加速木制建筑的老化,缩短其寿命。因此,历史街区内木制建筑面临着暴雨冲击和快速老化的双重压力。

2.2.2 强化历史街区防灾硬件设施

(1) 加强灾前预防,降低灾害风险

日本针对历史街区设施及其周边环境的整備体现在三个层面。首先, 加快历史街区周边的河川治理; 保证避难设施与生命线的运转; 维护生态环境, 避免过度开发。针对历史街区周边的河川治理, 需要根据其特性推进治理, 同时联合推动排水设施的整備。其次, 通过配备移动电源车、排水机等应急设施, 保障防灾设施的正常运转^[15]。此外, 对于周边具有森林、水源等良好生态环境的历史街区, 联合治山措施与森林的整顿, 限制业态开发, 保障其周边

表 6 日本洪涝灾害的时空划分

气象分类	集中暴雨		局部性大雨
降雨量	数百毫米	数十毫米	十毫米左右
时间尺度	日	时	分
空间尺度	10 km ² 以上	10 km ² 左右	10 km ² 以下
发生频率	百年一遇左右 ← …… → 一年一遇左右		

资料来源：参考文献[14]

生态环境。

(2) 加强灾时应对, 力争损失最小化

当灾害冲击超过防灾能力上限时, 需要利用各种手段, 力争损失最小化。日本的经验体现在: 争取避难时间; 发挥历史街区周边水田、湿地的调蓄能力; 严重的老龄化导致移动困难者数量更多, 因此需要尽可能地为其争取避难时间, 通过加强巡逻提前进行灾害预警, 加固移动困难者避难专用道路以提升避难效率, 确保安全高效的疏散。对于周边留有湿地或水田的历史街区, 可以充分发挥水田的防洪与水源涵养功能, 形成“稻田水库”以抵御洪涝灾害的冲击^[15]。

2.2.3 构建历史街区防灾软件设施

(1) 编制风险地图引导防灾与避难

借助洪涝灾害风险地图(图 6, 图 7)的发布,普及灾害特性,指导如何避难,是日本防灾的软措施之一。除公示浸水威胁的范围、正确的避难路线外,近年来日本意识到了及时根据河川、排水系统整備情况对风险地图进行实时修正的必要性。传统的洪涝灾害风险地图并未标识砂土、流木的危险性,在发生洪涝灾害后容易发生流木、砂土伴随洪水和泥石流一同来袭的灾害现象,因此需要针对这一系列灾害进行风险地图的更新,否则错误的风险地图非但不能正确的引导防灾与避难,反而会造成更为严重的人员伤亡^[18]。此外,风险地图内应使用居民容易理解的语言并配以适当的解释说明,以充分发挥这一措施的防灾能力^[17]。

(2) 构建立体化信息系统

历史街区柔性防灾能力的体现还在于构建立体化、全方位的信息系统,其目的在于以下三方面。首先,消除灾害信息空白地带,提高风险地图的精度和范围,避免实际灾害情况与风险地图所示内容之间产生较大误差。其次,及时报道洪灾相关信息。为了能在洪涝来袭时及时掌握河川实况,需

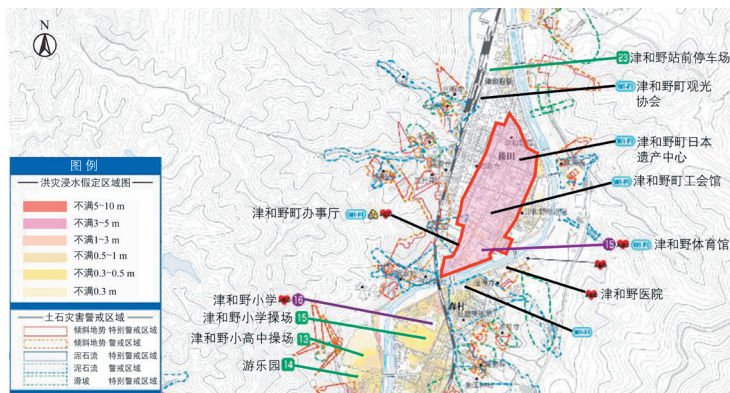


图6 津和野町历史街区的洪涝灾害风险地图

资料来源：作者根据参考文献[16]绘制

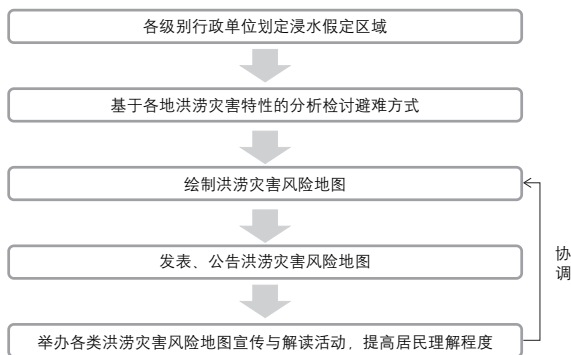


图 7 日本洪涝灾害风险地图绘制流程

资料来源：参考文献[17]

要增设大量低成本水位计和监视器，并确保其耐水性和应急供电能力，通过信息的实时监控与及时发布，促使居民根据自身风险作出正确的决断。第三，注重专业技术人才培养。为了确保各类防灾设施的运行以及灾后应急体制的运转，需要具有专业技术能力人员的支持。日本地方政府通过举办研修班或专业技能培训，着重培养面向未来防灾事业的人才，保证了历史街区内相关技术人才的储备^[15]。通过以上措施，日本历史街区构建了较完备的柔性防灾能力。

2.3 统筹兼顾的历史街区抗震韧性措施

2.3.1 历史街区震灾受灾特征

日本历史街区内震灾受灾特征包括多个方面。首先，历史街区易发次生灾害，且损失不容小觑。根据日本近 20 年历次大规模地震统计，半数及以上的地震引发了次生灾害，对比引发了次生灾害的震灾与未引发次生灾害的震灾所造成的损失情况，前者建筑全部损毁数量普遍高于后者。以阪神·淡路大地震及其引发的火灾为例，地震发生后，首要任务是救出被掩埋的幸存者，疏于对火灾的防范，导致震后火灾加剧，电气引发的火灾占比高达四成，同时由于电力的应急恢复，震后 2~3 日内仍有局部起火情况^[19]。其次，历史街区建筑构件的破损保存难度较大。地震导致建筑墙体出现裂纹、瓦片掉落、柱樑部受损等等，不仅给修复工作带来了巨大挑战，对于受经济条件制约的地区而言，历史建筑甚至历史街区很可能无法继续保存。第三，历史街区木结构建筑受虫害影响严重，影响其抗震性能。以兵库县南部地震为例，隐蔽在木制建筑内的白蚁破坏其承重部位，降低木制建筑的抗震性能：超过 90% 受白蚁侵蚀的木制建筑于震后全部损毁，因此虫害是历史街区内木制建筑密集区抗震能力的潜在威胁^[17]。

2.3.2 推进整体防灾计划

(1) 强调多灾种联合应对

强化不同灾种的联合应对，是日本政府提升历史街区防灾能力的先进之处。历史街区内为了应对火灾而设置的防火措施在地震来袭后容易丧失防火性能，因此在修缮过程中，

对材料的耐火性和抗震性的灵活运用尤为重要。木制建筑的防火性和抗震性在内容和加固部位等方面具有较强的共通性（表 7），因此采取适当的加固材料可使建筑兼具抗震、耐火性能^[17]。

(2) 完善抗震加固补助制度

为了减轻建筑所有者进行抗震加固的负担，各地政府应当采取相应的补助措施。日本对于木制建筑一般实行先诊断、后加固的对策，许多地方自治团体都有相应的补助制度。对于抗震诊断，部分地方团体派遣诊断师进行免费诊断，并给予一定额度的经济补助；对于抗震加固费用，通常按照 1/3~1/2 的经费比例进行补助，同时规定补助上限。以金泽市为例，历史街区内建筑抗震加固补助平均高达总费用的 4/5；龟山市政府则直接承担抗震设计和设计监理的工作；高山市对于抗震诊断以 30 万日元为上限进行 100% 补助，抗震加固以 180 万日元为上限进行 100% 补助^[20]，京都市对于抗震诊断，政府派遣诊断师进行免费诊断，对于抗震加固，补助率为 80%，补助上限根据抗震诊断结果从 50 万~300 万日元不等。完善的补助措施减轻了建筑所有者的经济负担，提升了其维护意愿，也推动了历史街区整体震灾防灾能力的提升。

2.3.3 强化从建筑单体到街区整体的防灾能力

(1) 推动建筑单体构造的安全性

木制建筑的结构稳固性决定了其抗震能力的高低，适当的维护管理是推动构造安全的首要方式。以仙北市黑家住宅为例，由于屋顶和地基的加固一直持续到东日本大地震前一年（即 2010 年），因此在地震中并没有受到太大损失；另外，佐原历史街区中修理完毕的屋顶瓦片在遭受地震冲击后没有掉落，证明了维护管理对抗震防灾能力提升的必要性。在日本，对于木制建筑的维护包含以下四个方面。一是注重原真性的外观修复，避免外观的改变，即通常仅在建筑物内部根据结构、功能分区等增设加固墙，即使不得不替换原有墙体，也会保存部分原有墙体及其规格信息并进行区分标识。二是强化内部构造，即除针对外观的维护外，内部修缮同样重要。

表 7 耐火性与抗震性的关联

强化内容	强化抗震性的效果	强化防火性的效果
加厚墙壁	提高承重墙的承重力	抑制火焰的入侵，阻止立柱的变形
填充墙壁与轴组之间的缝隙	提升承重墙的初始刚性	抑制火焰入侵
加粗立柱直径；缩短底座长度	抑制建筑倒塌；建筑物从构造层面一体化	抑制火焰蔓延
减轻屋顶重量	减轻地震带来的损害	抑制立柱变形和火焰蔓延
加厚地基	提升水平刚性	抑制火焰入侵
加厚地板	建筑物从构造层面一体化，提升水平刚性	提升阻燃性

以木制建筑屋顶漏雨修复为例，日本在配合屋顶修复的同时会确认柱、地板、墙体的性能是否健全，保证其结构性能。三是修理非结构构件。非结构构件通常指烟囱、屋脊、瓦片等，在遭受地震侵袭时，烟囱的折损和屋脊、瓦片的掉落容易导致人员的伤亡，因此日本通常借助钢筋加固和螺钉固定的方式加固烟囱和瓦片，防止其脱落。四是强化地基。对于地处沿河川地区的历史街区而言，柔软的地基在遭受地震冲击后容易由于液状化的威胁导致建筑变形，因此日本通过对地基进行改良或者设置加固脚来减轻地基变形带来的损害^[20]。

(2) 建立科学的抗震诊断流程

科学的抗震诊断流程有助于把握历史街区抗震性能，针对性制定抗震加固措施。日本针对历史街区的抗震诊断分为预备性和专业性诊断^[20]，前者是定性提供历史街区内建筑物的整体耐震性情况，后者是为了定量把握街区内建筑物的具体耐震性。在诊断方法方面，日本政府出台了相应的实施要领与指导手册，如《重要文化财产（建筑物）地震基本诊断实施指南》《木制建筑耐震诊断及补强方法》等，这些文件为历史街区抗震诊断科学、规范地实施提供了理论支撑与技术支持。

(3) 注重阶段性强化

日本学者提出了“阶段性强化”的理念——在根本性加固之前，作为阶段性措施，兼顾减轻损失和抗震加固，虽然未必能百分之百满足抗震性能要求，但是可以部分提升抗震性能。采取“阶段性强化”主要是缘于预算、工期的限制^[20]或者尚未制定出完美的解决方案，因此需要保证拆除加固措施即可恢复原状，以及在未来可以用更先进的技术进行保护，在保护历史街区内文化遗产价值的同时进行加固，提升整体防灾能力。

2.4 从克雪到亲雪的历史街区雪灾韧性应对

2.4.1 历史街区雪灾受灾特征

日本东北工业大学教授沼野夏生^①认为，雪灾的冲击常呈现长期性、地域性和主观性。其一，长期性。与短时间内造成巨大损失的灾害不同，除雪崩外，暴雪的冲击多呈现缓慢、不断发生的特性，且时间跨度长达数月，而长时间的低温、潮湿环境容易加速木制建筑的老化、腐朽。其二，地域性。虽然日本国土51%的区域面临暴雪威胁^[7]，但是雪灾并非所有历史街区面临的共通问题，而是每年只在有限的地域发生，非降雪区域内历史街区民众很难切实感受到雪灾带来

的威胁。其三，主观性。进入近代之前，人们并没有将雪视为灾害的意识，随着汽车的普及和城市的发展，雪对居民的日常生活以及地区的功能运转造成了阻碍，于是人们开展了除雪工作并为此投入金钱和劳动力。灾害是反映社会的镜子，这句话尤其适用于雪灾，将雪灾视为灾害的想法是近代的产物，并且与社会、居民的主观意识有关。

2.4.2 强化历史街区抗雪硬件措施

在日本，强化历史街区抗雪的刚性措施是逐渐发展起来的。首先，整備流雪设施，推动积雪处理省力化与高效化。融雪池、流雪沟是处理积雪的得力助手，对于地热资源丰富的地区，通过抽取地下水、泉水与循环提供热源；对于缺乏地热资源的地区，通过电热、气热提供热源，保证融雪水源的供应^[7]。其次，为缓解老龄人口在雪季的不安并解决除雪的困难问题，如西会津町建立了冬季共同住宅，集中为其提供共同生活的场所。这类场所通常是在空置房屋的基础上进行改造，因此同时解决了房屋空置和老龄人口避灾困难的问题。

2.4.3 建立积雪处理韧性合作体制

历史街区中抵御雪灾的弱势群体数量逐渐增加，单纯依靠官方力量远远不足，因此需要开拓多样的合作体制应对雪灾威胁。首先，需要充实弱势群体支援体制，民众、政府通过协商明确各自的职责与分工，由政府担任组织者，扩大民众参与除雪工作的范围，并对弱势群体提供必要的支持。其次，引入商业除雪业务协助老龄人口进行除雪工作。对于屋顶积雪，老龄人口很难自己完成，因而可以引入商业除雪业务进行协助，并由政府提供补助以减少低收入群体的经济负担。此外，构建灵活的志愿者服务体制，建立志愿者福利协会与活动中心，接纳历史街区内部与周边的志愿者力量，弥补历史街区内部的人员不足。通过以上措施，可建立企业、政府、民众三方协作的积雪处理体制，强化历史街区应对暴雪灾害的能力。

2.4.4 充分利用雪景资源

人们在看待雪灾对历史街区的冲击时带有一定的主观性。事实上降雪经过适当的改造与利用，可以作为振兴产业与观光业的动力，实现从“克雪”到“用雪”再到“亲雪”的转变。从产业振兴的角度出发，将空置房屋或仓库适当地改造为“雪室”^②设施租赁给企业或个人，可以在解决房屋

① 沼野夏生教授监理并指导了日本总务省消防厅官网中公布的“雪灾对策”，相关资料源自：<https://www.fdma.go.jp/relocation/e-college/ippan/cat1/cat6/post-338.html>。

② 雪室：借助自然降雪，保持食物新鲜度的一种房屋利用方式（原理类似冰箱），是一种雪国智慧。

空置问题的同时实现对雪的利用。从观光业角度出发,通过举办亲雪活动,以历史街区生活、饮食、传统活动为素材,可以作为冬季旅游淡季背景下招揽游客的措施。在抵御雪灾侵袭的同时积极开发雪景资源,将最终实现亲雪、用雪并与雪共存。

2.5 系统化的综合防灾管理措施

2.5.1 丰富日常防灾教育与训练

日本对防灾教育的重视,为历史街区和文化遗产的保护打下了基础——以“文化遗产日”为中心,开展各种文化遗产防火运动,指导历史街区日常防火;同时“防火讲堂”“儿童防火教室”“暑期亲子文化遗产保护讲座”等活动培养了儿童的文化遗产保护意识与防火意识,不仅提升了历史街区居民自卫防灾能力,也为后世对文化遗产的保护与传承打下了基础。此外,针对人员短缺的历史街区,官方消防队常与居民展开合作,如组织女子防灾俱乐部。俱乐部在专业人员的指导下,经常开展急救训练、火灾消防训练、应急后勤保障训练等活动,从“官民合作”层面保证了历史街区对灾害的应急反应能力。

2.5.2 落实防灾弱势群体关怀

狭义上防灾弱势群体是指无法依靠自身力量避难的群体,以残疾人和需要护理的老年人为主,广义上历史街区内的外国游客、幼儿、低收入者以及独居者都可被认定为防灾弱势群体^[21](图8)。日本2020年的人口老龄化率已达28.7%,而历史街区人口老龄化率更高,如栃木市嘉右卫门町地区的老龄化率已高达37.3%^[22],因此在超高龄化社会到来之际,防灾弱势群体的避难问题成为紧要课题。日本对防灾弱势群体的支援主要来自志愿者、亲属和近邻,因此良好的邻里关系是灾后互助的保证。日本历史街区提升邻里关系的主要方式是:依托当地生活习惯与习俗,提升历史街区居民参与度,促进邻里关系(图9),保证灾后亲属、近邻可以作为支援力量,协助防灾弱势群体避难与复兴,提升历史街区综合防灾能力。

3 日本历史街区防灾实践对我国的启示

3.1 我国历史街区面临的防灾挑战

3.1.1 历史街区基础资料缺位, 防灾调查流程尚未确立

对历史街区以及文化遗产进行详尽的记录,登记修复采用的手法并且辅以文字、图纸、影像等形式记录,有助于灾后修缮有法可循、有图可依。然而当前我国在基础资料保存方面对比美国、日本等发达国家存在流程不规范、内容不完善等问题^[2]。除资料收集整理外,以公众参与为导向的民意

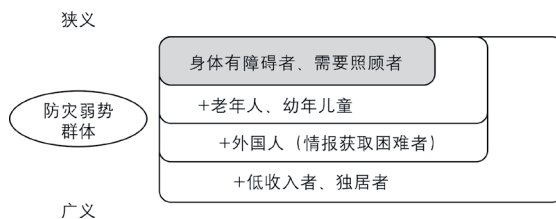


图8 防灾弱势群体概念图

资料来源:参考文献[21]

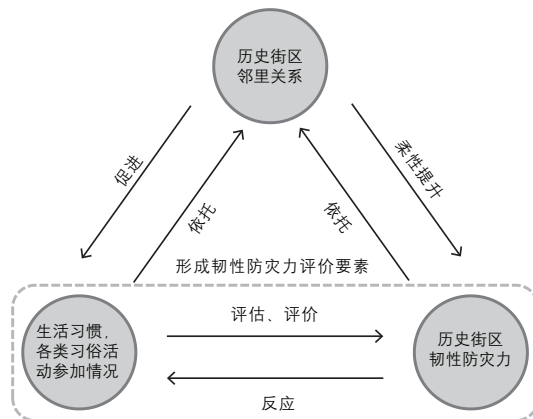


图9 防灾能力、邻里关系、生活习惯和习俗三者关系

调查也是制定相关规划的重要基础资料,但是调查研究工作由于并未规范化,尚未被所有规划编制工作统一采用,因此存在着不确定因素。基础资料的缺位以及调查流程的尚未确立,是历史街区防灾从“静态”的灾害制御向“动态”的韧性防灾转变的重要挑战。

3.1.2 以砖木结构建筑为主的历史街区, 安全问题严重

以砖木为主要材料的古代建筑,其耐火等级一般属于三级或者四级,在持续干燥、明火和雷击的影响下,容易导致建筑失火^[23];同时,由于我国古代建筑的簇群式布局,相互之间通常以连廊、构件等相连,一旦失火,相互影响比较严重。除火灾威胁以外,历经风雨沧桑和白蚁侵蚀的历史街区,防灾能力大打折扣,不仅在灾中不堪一击,甚至在平时也无法满足正常生产生活需求,因此历史街区的防火、防潮、防蛀工作面临着新的挑战。

3.1.3 历史街区防灾弱势群体较多, 开展防灾相关活动困难

我国历史街区年轻上班群体为了减少通勤时间、提升生活品质,通常选择搬迁至城市新建的现代住区,大量老龄人口留下。大量的人口流出导致房屋空置,虽然部分居民选择对房屋进行修缮,出租给外来居民或开展商业活动,但是可以看出历史街区内主体居民呈现出老龄化、低收入化、受

教育程度低等特征。他们行动能力受限、经济基础薄弱、防灾意识落后导致日常自卫防灾训练、防灾教育的开展面临重重困难，历史街区民众的防灾教育逐渐成为综合防灾力提升的短板。

3.1.4 其他方面

我国历史街区大多面临经济发展的冲击，地方政府在保护与发展之间存在“重发展轻保护”的思想，屡屡导致因过度开发而损毁历史街区的情况。相关法律体系不够完善、保护机制尚未完全建立，也是导致历史街区防灾保护问题频发的原因。另外，还有资金不足、消极保护、拆违压力等情况存在。

3.2 日本历史街区防灾实践对我国的启示

3.2.1 强化历史街区韧性规划，提高科学应对

日本政府在编制防灾规划、评价某一灾害防灾应对策略的合理性或者评估韧性防灾能力时，常常使用情景模拟进行辅助判断。我国相关部门也可以在选定研究区域后，假定可能发生的灾种，根据现状条件，在计算机技术的支持下模拟灾害的影响和范围。同时，编制风险地图并同步进行动态修正、更新，可确保民众了解、熟悉相关的内容。通过情景模拟、风险地图绘制可有效降低主观性，合理确定历史街区不同区域防灾能力的高低，用以科学指导防灾规划；也可以指导防灾、救援力量的布置，明确防灾规划重点。

3.2.2 应用多元手段，强化信息传递

信息的快速传递能力也是提升历史街区防灾能力的重要基础。完善、及时的信息速报系统在灾前快速识别，灾后避难、舆情引导、情绪安抚方面具有重大意义。特别是面对历史街区老龄化和房屋空置等问题时，快速的监测预报系统能实现早期发现灾害并及时报警，具有降低灾害发生或扩大的重要作用。

同时，及时发布灾害相关的信息可以使居民对灾情有充分的认识，减少对未知的恐慌。不过，灾害信息速报的深度完善，不单单依托于政府对信息的及时发布，还需要手机厂商、运营商、APP开发者的通力协作。对于我国而言，在借鉴日本相关经验的基础上，政府一方面可以与运营商和手机厂商进行合作，将信息速报系统预置进手机基底；另一方面可以与居民常用APP开发者进行合作，将信息速报系统整合进APP之中或者开发专门的信息速报APP，实现人群的信息覆盖。

3.2.3 多灾种联合应对，汇聚整合优势力量

历史街区内的木制建筑密集区常常需要面对复合灾种的

威胁，如震灾带来的洪涝威胁、火灾威胁等，因此需要考虑多灾种的联合应对。首先需要明确历史街区内不同灾种的内在关系和时空间层面的相互作用，以科学为依据揭示不同灾种之间的耦合效应和触发关系，为进一步防灾措施的实施提供支持。其次在对传统街区进行加固、修缮时，可以横向对比各类构件、建筑对不同灾种的防灾要求，寻找交集并采用可以应对多种灾害的加固方式，整合防灾资源，最终达到多灾种的联合应对。

3.2.4 借鉴水盾系统，提升历史街区抗火韧性

消防栓的火灾防御思路是：火灾发生后，根据火灾的不同阶段开展灭火行动。例如：在火灾初期阶段，历史街区居民可以通过自主操作消防栓或者通过水桶接力开展初期灭火行动；在火灾中期阶段，通过消防队和公共消防栓进行持续灭火^[24]。水盾系统的思路有所不同——对于可能遭受火灾蔓延的相邻建筑或者街区，通过火灾探测系统和自动喷淋系统的结合，在火灾蔓延之前先构筑一层阻燃的水膜，阻止木材表面温度上升，防止并抑制木材起火，降低火灾蔓延的风险和速度，化“被动”灾害应对为“主动”消灭隐患。二者相互补充，可共同提升历史街区抗火韧性。

3.2.5 落实“以人为本”，关怀防灾弱势群体

(1) 树立“以人为本”的防灾理念

随着科技进步与发展，人们越发依托科学技术进行遗产保护与防灾减灾。以科技为基础开发的历史街区保护手段与防灾技术功效显著，但是由于科技本身具有双重性，可能会对历史街区居民生产生活以及各种历史遗产的文化价值产生损害^[25]，因此需要落实“以人为本”的防灾理念，既不能影响街区居民日常生活，又要减少对各类文化价值的影响，通过多方进行有效沟通了解诉求，在维护历史遗产、强化防灾能力和人本理念之间寻求平衡。

(2) 整合历史街区自卫防灾力量

历史街区的防灾不能单方面依托官方救援力量，尤其是遭受雪灾、震灾冲击后，救援力量的到达时间将会延后，为了应对次生灾害的冲击并积极展开自救，需要自卫防灾力量的支援。单纯依靠增设固定设施和移动设施无法完全发挥其防灾实力，对我国而言，可以借鉴日本的相关经验：由官方主导，一方面提供资金与技术支持，扶持传统街区内自卫防灾力量，开展面向不同群体的防灾训练活动，保证防灾与文化保护意识的传承；另一方面负责组织自卫防灾力量的日常训练活动，保证其对各类固定设施和移动设施的使用熟练度，使其在紧急情况下充分发挥各类防灾设施的最大效用。

(3) 依托邻里互助扶持防灾弱势群体

历史街区的老齡化程度更高, 防灾弱势群体数量更大, 因此在防灾层面带来更为严重的负面影响。在应对历史街区老齡化时, 日本地方政府依托当地的生活习惯与习俗组织各类活动, 鼓励历史街区内的居民参与, 促进邻里关系。在灾后, 亲属与近邻便可以作为救灾、复兴力量, 协助老年居民等弱势群体应对灾害威胁。我国具有悠久的历史和多样的文化与民俗活动, 可以充分加以利用, 一方面借助活动的举办延续各地文化; 另一方面构成邻里关系连结的纽带, 推动邻里互助协同防灾。

4 结语

对日本历史街区的防灾对策进行深入思考和总结, 可以深切感受到其防灾对策的制定与完善经历了漫长的过程, 在不断的探索过程中经历了惨痛教训, 逐渐积累形成了如今针对历史街区灾前预防、灾中应对、灾后复兴于一体的防灾体系和具备先进理念的各类灾害应对措施。同时, 日本政府积极推动民众、学者和管理部门的沟通与协作, 开发面向未来的防灾技术, 开展各类防灾教育, 也分担了管理部门的灾害应对压力。

70 年前的法隆寺大火烧醒了日本对文化遗产立法保护的意识; 1992 年里约热内卢召开的联合国环境与发展会议进一步完善了《联合国人类环境会议的宣言》, 力求降低文化遗产火灾风险的宣言则又一次体现了防灾能力的提升迫在眉睫; 2019 年巴黎圣母院的大火再次为全世界敲响了警钟。以保护与传承为核心, 希望日本的成功经验与失败教训能给予我们一些启示, 期望本研究能为未来我国历史街区韧性防灾对策的制定、防灾管理的实施提供基础和借鉴。UPI

注: 文中未注明资料来源的图表均为作者绘制。

参考文献

- [1] 陈鼎超. 历史文化街区抗震疏散救援通道规划方法研究 [C] // 中国城市规划学会、南京市政府. 转型与重构——2011 中国城市规划年会论文集. 中国城市规划学会, 2011: 5222-5230.
- [2] 吴云. 历史文化街区保护调查研究工作体系的中日比较研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2009.
- [3] 阮梦乔, 翟国方. 日本地域防灾规划的实践及对我国的启示 [J]. 国际城市规划, 2011, 26(4): 16-21.
- [4] 宇高雄志, 上村信行. 瀬戸内海沿岸の町並み保全地区の現状と課題 [J]. 日本研究 特集号, 2003, 2: 57-65.
- [5] 张又天. 历史建筑密集区常见灾害影响及防灾策略研究 [D]. 天津: 天津大学, 2014.
- [6] 室崎益輝. 都市防災の現状と課題: 次の災害に備えて [J]. 災害復興研究, 2013(5): 137-143.
- [7] 特定非営利活動法人関西木造住文化研究会. 文化庁平成 26 年度 NPO 等による文化財建造物の管理活用事業, 木造文化財建造物総

- 合防災ネットワーク事業, 木造文化財建造物総合防災診断指針 [R]. 2015.
- [8] 高新华, 严文芳. 民用建筑火灾发生初期扑救与疏散 “5 min 黄金时间” 理论探讨 [J]. 消防界, 2019, 5(10): 29-30.
- [9] 佐野旭, 北後明彦. 住宅市街地における高齢化社会対応型地区防災計画に関する研究 [R]. 神戸大学都市安全研究センター研究報告, 2019(23号): 71-79.
- [10] 荒川昭治, 加村大輔, 中畑摩耶, 等. 地震火災時の文化財建造物に対する防火対策検討プロセスの開発 —東福寺及び周辺地区を事例として— [J]. 歴史都市防災論文集, 2018(12): 137-144.
- [11] 井元駿介, 大窪健之, 樋本圭佑, 等. 木造文化都市を守る「延焼抑止放水システム (WSS)」の配置計画に関する研究 —京都市清水周辺地域での延焼シミュレーションによる評価を通して— [J]. 歴史都市防災論文集, 2010(4): 21-28.
- [12] 安井昇. 木造建築の耐火火性能 —火事に負けない木造をつくる— [J]. 木材保存, 2014, 40(2): 46-54.
- [13] 熊谷良雄. 防災まちづくりの課題 / 延焼危険性から見て (特集 防災まちづくり (5)) [J]. 消防科学と情報, 1998, 52: 13-19.
- [14] 井上和也. 近年の洪水災害の特徴と課題 (特集 風水害対策) [J]. 消防科学と情報, 2009, 97: 13-16.
- [15] 防災・減災対策の新たなステージに向けた検討会議【ハード対策分野】. 激甚化・頻発化する豪雨を踏まえた今後の水害対策のあり方について —深刻な被害を回避する「事前対応」の強化— [R]. 2019.
- [16] 文化遺産マネジメントラボ. 島根県津和野町・福岡県朝倉市伝統的建造物群保存地区水害等調査報告書 [R]. 2020.
- [17] 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課水防企画室. 水害ハザードマップ作成の手引き (素案) [Z]. 2016.
- [18] 中川一. 異常水害のメカニズムと今後の防災, 減災のあり方について [J]. 環境技術, 2019, 48(4): 185-189.
- [19] 伯野元彦. 最近の地震被害の特徴 [J]. 地学雑誌, 2006, 115(4): 466-469.
- [20] 文化庁文化資源活用課 文化財第二課. 伝統的建造物群の耐震対策の手引 [R]. 2020.
- [21] 片田敏孝, 山口宙子, 寒澤秀雄. 洪水時における高齢者の避難行動と避難援助に関する研究 [J]. 福祉のまちづくり研究, 2002, 4(1): 17-26.
- [22] 横内基. 栃木市嘉右衛門町伝統的建造物群保存地区の地域防災力の評価 [Z]. 国士館大学理工学部紀要, 2019, 12: 49-62.
- [23] 胥婷婷, 齐梦婷, 沈洪杰, 等. 扬州市历史街区消防安全因素分析及对策研究 [J]. 建筑安全, 2017, 32(1): 18-23.
- [24] 荒川昭治, 片桐信, 西野智研, 等. 木造住宅地域を地震時火災から守る Water Shield System に関する基礎的研究 —京都市清水寺周辺地域の配水システムの研究— [J]. 地域安全学会論文集, 2012, 17: 53-61.
- [25] 刘舒洁. 以人为本的科学减灾体系研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2009.

(本文编辑: 王枫)



本文更多增强内容扫码进入