

提高城市空间韧性的灾害适应性评估体系

龙淳

中南建筑设计院股份有限公司，湖北 武汉 430000

摘要：文章总结了我国防灾避难体系建设现状与存在的问题，参考日本的领先经验，提出建立适宜的灾害适应性综合评估体系，指导建设“韧性城市”，提高城市防灾减灾能力。

关键词：韧性城市；灾害适应性综合评估

A Disaster Adaptability Assessment System for Improving Urban Spatial Resilience

Long Chun

Zhongnan Architectural Design Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430000

Abstract : This article summarizes the current situation and existing problems in the construction of China's disaster prevention and shelter system. Referring to Japan's leading experience, it proposes to establish a suitable comprehensive evaluation system for disaster adaptability, guide the construction of "resilient cities", and improve urban disaster prevention and reduction capabilities.

Key words : resilient cities; comprehensive assessment of disaster adaptability

引言：

近年来，全球各地极端天气频发，暴雨、强风、高温等带来洪涝、干旱等一系列灾害，对城市安全和经济发展带来严峻挑战。2021年的7.20郑州特大暴雨，造成遇难380人的人员伤亡^[i]。2023年的7.31北京特大暴雨，造成了死亡33人，失踪18人巨大损失^[ii]。这些灾难给人们的生命财产安全带来巨大威胁，以建设韧性城市的方法，来化解城市灾害风险已迫在眉睫。

“韧性城市”这一概念明确提出增强城市防灾韧性，不断优化城市应灾能力。构建具备韧性的城市，应对城市化带来的各种挑战，维持其正常运行和快速恢复的能力，需要不断提升城市的经济韧性、社会韧性、空间韧性、基础设施韧性和生态韧性。提高城市的空间韧性，就是要科学合理的制定城市综合防灾规划，在空间规划布局中适当“留白”，针对地震、洪水、火灾、疫情等突发自然与公共卫生事件，合理预留防灾避难场地、方舱医院等“平战结合”的弹性应急救援空间，同时做好设施接入条件预留^[iii]。

一、我国防灾避难体系建设现状

在规范政策层面，国家应急管理、地震、住建、民政等职能部门，在长期的应灾建设实践中积累了丰富宝贵经验，逐渐梳理出一套涵盖规划、设计、建造、改造等多层面体系化的建设标准。其中，建设部发布的《城市综合防灾规划标准》^[iv]对在城市规划中制定综合防灾专项规划提出指导意见，地震局发布的《地震应急避难场所选址及配套设施》，明确了防灾避难场所的等级、选址与设施配置等规划要求^[v]，《城市社区应急避难场所建设标准》^[vi]对应急避难建筑的审批、核准、设计和建设过程做出详细规定；而《防灾避难场所设计规范》则为应急避难场所的新建、改建、扩建提供设计依据^[vii]。直至2021年，建设部发布《特殊设施工程项目规范》，将防灾避难场所的建设要求、布局与设施、

避难建筑设计等规范要求，作为强制性条文推广全国执行。

在研究理论层面，研究学者多从防灾避难场所的选址布局、设施配置、灾时功能、管理运营、复合利用等问题进行研究。周爱华团队^[viii]以北京市为例，研究了防灾避难场所选址布局的均好性与合理性；王江波团队^[ix]针对避难场所应急服务能力的整体性评价体系进行研究；费文君^[x]团队基于新的国标绿地分类标准，提出与城市绿地相匹配的防灾避险功能体系的研究方法。陈志芬^[xi]等针对避难场所设施配置的合理性进行了研究。李海君^[xii]等采用实证研究、地理信息系统等统计学分析方法，梳理了我国避难设施的规划建设与维护中发现的各种问题。

然而，尽管当前的规范政策与理论研究工作在避难场所的设计、施工与运维等环节进行了详尽的理论分析，并通过具体案例进行了实践证明。但是，每个城市具有不同的自然灾害条件与经

济基础，对避难场所的建设不能一概而论，应当采取适宜的、有针对性的规划、建造以及运营管理。本次研究借鉴日本的防灾经验与对策，结合具体城市的自然灾害条件、地域经济差异等，探讨建设有针对性的灾害适应性评估体系，并以此为依据指导应急避难场所的规划建设。

二、日本防灾经验

日本地处环太平洋火山地震带，山地面积占到国土面积3/4以上。火山、地震、台风以及由此引发的火灾、海啸、滑坡和泥石流等灾害频发。特别是1923年的东京关东大地震（里氏7.9级）、1995年阪神淡路大地震（里氏7.3级）和2011年的东日本大地震（里氏9.0级）。在这些地震灾害重建以及复兴的过程中，日本积累了丰富的防灾减灾经验。

首先是不断加强地震台网的布设及台风等极端天气监测，在各地区相继建设不同规模的综合性防灾中心，针对多种灾害（火山、地震、台风、海啸等灾害），形成应急处理的长效机制^[xiii]。防灾中心平时监控火山、地震、极端天气、山地滑坡等数据，灾时快速收集灾情信息、传达至各防灾机构，对消防、医疗救护、居民避难、生命线保障等方面制定对策。

其次是针对不同的致灾因素，采用有针对性的避灾体系。例如针对都市建成区灾难，建设以公园绿地为主的避灾体系。1956年日本颁布了《城市公园法》，提出市、町、村各层级的公园必须均衡分布，并且具有防火避难的功能。1978年日本发布了第二版《城市公园建设五年计划》，创立了明确的避灾公园规划与建设制度。至1999年，日本颁布《避灾公园规划与设计指导方针》，进一步总结出一个由州立公园-大型都市公园-重点城市公园-社区公园四层级所组成的成体系的公园绿地应急避灾体系。针对山地灾害（崩塌、滑坡和泥石流）多发区，结合基础调查、崩塌调查、航空电磁探查与人工智能监测等多种手段，来规范管制在危险区域中的开发建设行为。至2001年，日本开始实施山地灾害危险区域的基础调研和划定预警区域，为此专门颁布了《土砂灾害防治法》。截至2022年9月为止，日本已完成684000个区域的调研勘察，标定近680000个山地灾害警戒区，特别是580000个特别预警区。2017年，日本环境省公布了《利用卫星监测地面沉降指南》，此举大幅提升了地形与建筑物测绘的精度，使得监测跨区域地壳和地形变化、探测山地灾难风险区域以及灾害前后地形位移评估对比，逐渐演变为标准化作业程序。^[xiv]。同时根据救援对象的身心状况（如老年人、残疾人士、儿童及有特殊需要者），规划了融合养老设施、学校、医院等机构的福祉型安置所。在1995年对《灾难救助法》进行修订时，首次明确规定了关于构建此类福祉型避难设施的措施。2000年导入介护保险制度，享受介护服务的被保人（65岁以上老人，40-64岁特定疾病患者）平时由政府提供上门介护照顾，灾时则紧急转运至对应的养老院或医院进行避难。

半个世纪以来，日本针对以地震灾害为主，地震次生灾害、台风、山地灾害等为辅的自然灾害频发的国情条件，在测绘、遥

感、计算机、通信技术等建设上取得了长足发展，为在防灾减灾领域进行数字化转型奠定了坚实基础。2021年，日本政府提出了《新时代防灾与国土强化提案》，推出了“数字防灾”的标语。同年，颁布了《数字社会构建指导法》，成立了数字管理机构，并用“数字社会发展委员会”替代了2000年成立的“信息技术战略总部”，并在《构建数字社会关键规划》中将灾害防御的数字化作为关键目标之一。

三、对策

（一）建立有针对性的灾害适应性综合评估体系

中国幅员广阔，气候、地理、经济水平等条件差异巨大，建立有针对性的灾害适应性综合评估体系，引导各级政府制定适应当地经济社会发展水平的防灾减灾政策，是保障人民生命财产安全，提升城市空间韧性的关键手段。

灾害适应性综合评估体系应分为两大部分内容，一是灾害评估分析，包括：地震、洪水、台风、地质灾害等自然灾害综合风险评估^[xv]，以及高危行业企业、人员密集场所等易引发事故灾难、社会安全事件的综合风险评估。二是减灾能力评估分析，其一级指标包括：灾害管理能力、风险评估能力、灾害备灾能力、自救转移能力等方面。

灾害适应性评估的统计口径应因地制宜，精确到县（市）级，若同一县（市）内灾害评估或减灾能力评估差异较大，还应继续细分到区级，从而做到“一市一策”“一区一策”。

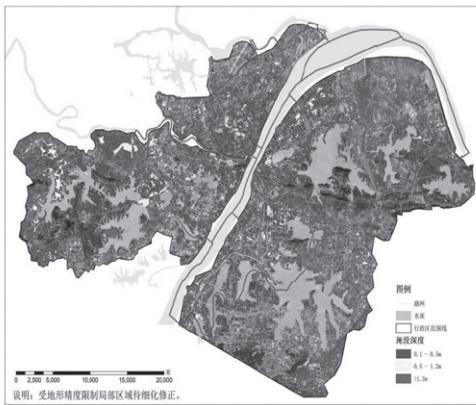
（二）灾害评估分析

以湖北省武汉市为例，针对历年数据进行自然灾害风险评估分析。

武汉是“千湖之省”湖北省省会，有“两江、三镇、四岸”之称，市域范围内河网纵横，水域面积占到城市总面积的25%。

地震：武汉地区自1345年以来发生大于3级、小于5级的地震共31次，平均20年左右一次，近年最大一次是2019年12月26日18时36分在湖北孝感市（北纬30.87°、东经113.40°）发生4.9级地震，武汉有震感。通过分析近年相关资料，武汉市及邻区发生5级以上地震的可能性不大，可能发生4-5级地震的区域为罗田-霍山断裂周边区域、邾城断裂带南段黄梅-九江区域。地质灾害风险可能性相对较小，仍需重点防范强降雨加剧诱发崩塌、滑坡，和地下工程建设施工加剧诱发地面塌陷^[xvi]。

洪水：武汉因两江交汇，在近百年的历史上就经历了三次超大洪水的侵袭，分别是1931年、1954年和1998年。经过多年治理，配合三峡大坝汛期“削峰填谷”功能，“水患”已由长江干流洪水逐渐转变成由台风、超标降雨等极端天气带来的城市内涝。武汉市人民政府办公厅于2022年6月发布了《武汉市超标降雨灾害应急预案》（武政办〔2022〕88号），并以百年一遇雨型（即：最大时降雨126毫米，最大1日降雨365.4毫米，最大3日降雨508.9毫米，最大7日降雨669.7毫米）为设定条件，演算出超标降雨城市内涝风险图，从而推演出最易发内涝区域，提前设防。

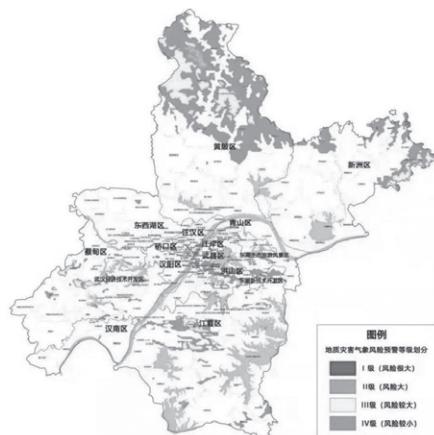


>图1 武汉超标降雨城市内涝风险图

台风：武汉地处内陆，但台风过境时所携带的大量水汽仍然造成局部短时强降水、雷雨大风等强对流天气，短时大风风力可达8~11级，并由此引发山洪、滑坡及泥石流及城区内涝，2021年的7.20郑州特大暴雨就是台风烟花、查帕卡与河南暴雨云团共同作用的结果。

地质灾害：截至2020年底，根据武汉市地质灾害详细调查以及地质灾害隐患排查确认，武汉市地质灾害隐患点共68处。将68处地质灾害隐患点按灾害规模划分，可分为中型5处、小型63处，灾害规模较小；若按险情等级划分，可分为特大型1处、大型15处、中型21处^[xvii]，特大型与大型合计16处。

武汉市地质灾难预报服务系统融合了气象警告、降水量分析及地质灾难识别等多功能，该系统汇聚了超过150个监测点的降水信息以及超过50个潜在地质威胁点的资料。系统能够在时间及地域维度精准筛选出“地质灾害风险”状况，达到实时、自动预警灾害的效果。^[xviii]



>图2 武汉市地质灾害气象风险预警产品成果图

通过自然灾害评估分析，可以总结出：武汉市自然灾害风险较小：其中地震灾害风险较小，洪水、台风、地质灾害风险适中，需要加强防范城市内涝与强对流天气，防范局部地质灾害风险III级区域（黄陂区、新洲区、江夏区）。

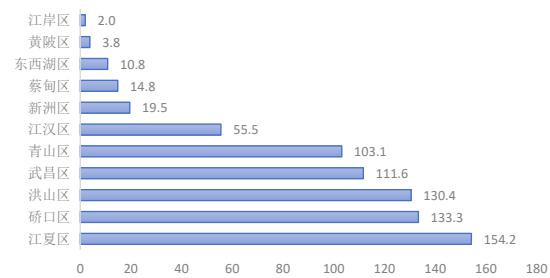
（三）减灾能力评估分析

自2020年12月，国务院普查办开始编写《乡镇、社区与家庭减灾能力评估技术规范》，至2023年5月，编制组形成的《基层减灾能力评估技术规范》进入征求意见阶段。规范（征求意见

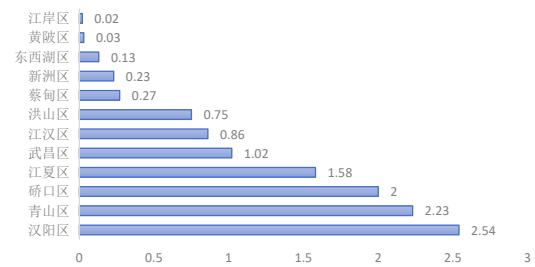
稿）对减灾能力评估的原则、内容、指标、权重与方法、评估的结果等方面都进行了规定，用于指导和规范乡镇（街道）和社区（行政村）减灾能力评估^[xix]。

以城市社区为例，评估社区（行政村）减灾能力的一级指标包括：灾害管理能力、风险评估能力、防灾备灾能力和自救转移能力，具体指标解释参见《基层减灾能力评估技术规范（征求意见稿）》6.1条^[xx]。其中评估自救转移能力的二级指标，又细分为：自救互救能力、公众避险能力和转移安置能力。评估转移安置能力的计算方式就是本单元内应急避难场所容量（人）。

以武汉市为例，对行政区划内应急避难场所容量进行评估。武汉市已建成的9513419平方米防灾避难所（数据来源^[xxi]），人均面积达到2.39m²。但是若将行政区划内（共十二个行政区，不含汉南区）人均面积（图3、4，作者自绘），与《防灾避难场所设计规范》中规范要求（图5）进行比对，得出结论如下：若以紧急避难场所人均有效避难面积 $\geq 0.5m^2$ 为标准，江岸、黄陂、东西湖、新洲、蔡甸区共五个区的人均指标在0.02~0.27m²之间，不满足规范要求；若以短期避难场所人均有效避难面积 $\geq 2m^2$ 为标准，仅硚口、青山、汉阳区三个区满足要求，其他九个区均不满足规范要求。



>图3 武汉市行政区划防灾避难场所面积（万平方米）



>图4 武汉市行政区划防灾避难场所人均面积（平方米/人）

表1 不同避难期的人均有效避难面积

避难期	紧急	临时	短期	中期	长期
人均有效避难面积 (m ² /人)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.5

由此可以看出，虽然武汉市已建成的防灾避难场所中，平均人均有效避难面积，已经满足规范短期避难所 $\geq 2m^2$ 要求，但各行政区内人均面积参差不齐。其中，不满足紧急避难场所人均面积指标的约509094平方米，占总避难面积的5.35%，不满足短期避难场所人均指标的约5025564平方米，占总避难面积的52.82%。因此，在今后武汉市各区应急避难场所的建设中，还需有针对性的提高人均有效避难面积的建设标准，进而增强本单元内的转移安置能力。