

全过程城市灾害风险应对能力综合评估* ——以福建省厦门市为例

Comprehensive Assessment of Urban Disaster Risk Response Capacity throughout the Process: A Case Study of Xiamen, Fujian Province

周姝天 翟国方 吴天 施益军 鲁钰雯 ZHOU Shutian, ZHAI Guofang, WU Tian, SHI Yijun, LU Yuwen

摘要 城市综合防灾规划是我国地方规划体系的重要组成部分。在城市层面、中小尺度的面向城市综合防灾现状评估的定量研究还较少,尚未形成权威、公认的研究范式和指标体系,研究结果对城市规划建设和风险管理工作的指导性较弱。为此,提出城市灾害风险应对能力概念,分析并选取与城市灾害风险应对相关的指标,采用专家打分法、层次分析法和综合分析法构建包括灾前、灾时和灾后(短期)在内的全过程多要素指标评价体系,并以福建省厦门市为例进行实证研究,以期在城市综合防灾规划研究提供建议和思路,为城市防灾现状评价提供指标框架上的借鉴。

Abstract The urban comprehensive disaster prevention plan is an important part of the local planning system in China. However, quantitative research on situation assessment of urban comprehensive disaster prevention at the city level, and middle-small scale is insufficient. The authoritative research paradigm and index system have not been established. The results of former studies failed to efficiently guide urban planning and construction and risk management. This paper puts forward the concept of urban disaster risk coping capability, analyzes and selects relevant indicators using expert scoring method, analytic hierarchy process (AHP) and comprehensive analysis method to establish a multi-factor index evaluation system, and carries on the empirical research in Xiamen. This research tries to offer suggestions and ideas on urban comprehensive disaster prevention planning, and provide references on index framework.

关键词 灾害风险;灾害应对;综合评估;城市综合防灾

Key words disaster risk; disaster response; comprehensive assessment; urban comprehensive disaster prevention

文章编号 1673-8985 (2021) 06-0099-07 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20210614

作者简介

周姝天

南通大学艺术学院(建筑学院)

副教授,博士

翟国方(通信作者)

南京大学建筑与城市规划学院

博士生导师,博士, guofang_zhai@nju.edu.cn

吴天

招商蛇口南通公司

投资发展部研究员,硕士

施益军

浙江农林大学风景园林与建筑学院

讲师,博士

鲁钰雯

南京大学建筑与城市规划学院

博士

0 引言

自然灾害的发生难以预测也难以避免。如何加强城市综合防灾水平、保护城市免遭自然灾害的毁灭性打击一直以来都是备受国内外学术界和规划建设领域关注的重要课题^{[1]1926}。习近平总书记在唐山调研考察期间的重要指示中曾强调:“坚持以防为主、防抗救相结合,坚持常态减灾和非常态救灾相统一,努力实现

从注重灾后救助向注重灾前预防转变,从应对单一灾种向综合减灾转变,从减少灾害损失向减轻灾害风险转变,全面提升全社会抵御自然灾害的综合防范能力。”灾害的频发凸显了提升城市灾害风险应对能力的必要性和重要性,而城市灾害风险应对能力评估是认清城市灾害风险应对能力、基础设施补短板 and 全面提高灾害防御能力的重要依据。

*基金项目:长江经济带研究院智库基金项目“长江流域洪涝安全格局构建研究”(编号06200006046);浙江省自然科学基金“多灾害风险背景下的城市系统韧性能力评估与韧性机制探讨”(编号LQ20D010002);南通大学人才引进项目“城市灾害风险综合评价与防灾减灾策略研究”(编号135420632119)资助。

城市防灾的理念具有全过程、多要素的内涵。城市的防灾减灾与应急响应水平是城市抵御各种灾害侵袭、保障居民生命财产安全或将灾害损失和影响控制在一定范围内的关键所在。城市灾害涉及灾前、灾时和灾后3个阶段。其中,灾后阶段可以分为救灾(短期)和恢复(长期)时期,即包括从灾害发生前的预防(保障)工程、灾情监测措施与统筹管理、灾害发生后短期的应急救援救助,以及灾后长期的重建恢复4个部分。相关研究多围绕应急响应能力评价、城市抗震减灾能力评价、城市灾害韧性评价、承灾体暴露度、易损性(脆弱性)等方面展开^[2-8],对城市防灾应灾能力影响要素(指标)的归纳分类主要有3种依据:一是根据灾害种类,二是根据灾害发展过程,三是根据承灾体类型的基本属性。城市综合防灾规划是我国地方规划体系的重要组成部分,然而城市灾害风险应对能力相关的评价在城市层面、中小尺度上定量研究还较少,尚未形成权威、公认的研究范式和指标体系,研究结果对城市规划建设和风险管理工作的指导性较弱。

本文提出“城市灾害风险应对能力”概念,围绕灾害发生前的预防(保障)工程、灾情监测措施与统筹管理、灾后短期的应急救援救助3个方面,分析评价一个城市的防灾减灾与应急响应水平。基于此,构建包括灾前、灾时和灾后(短期)在内的全过程多要素指标评价体系,并在厦门市进行实证研究,以期为城市防灾规划的基础评估和研究提供研究思路 and 指标框架上的借鉴。

1 研究范围界定与研究区概况

厦门市位于福建省东南沿海,由厦门岛、鼓浪屿和内陆沿海地区构成,作为福建省对外连接的重要位置,战略上具有极为重要的经济与社会地位。本文研究范围是厦门市行政区划范围,陆域面积为1 699 km²,包括厦门市本岛(思明区、湖里区)和岛外的4个区(海沧区、集美区、同安区和翔安区)。厦门的自然灾害类型包括暴雨、台风、洪涝、地震、滑坡、崩塌等。

城市灾害风险应对能力综合评估属于

《厦门市总体规划(2017—2035)》编制前期中的《厦门市综合防灾体系与韧性城市建设实施路径研究》中部分内容的延伸。因此,相关城市防灾设施的资料收集工作与总体规划 and 专题研究的资料收集工作同时进行。数据更新至2018年6月,评价以社区为单元,共93个。

2 城市灾害风险应对能力综合评估体系的构建

2.1 概念内涵

城市灾害风险应对能力描述了城市防灾减灾能力与应急响应水平的高低。城市灾害风险应对能力同样是一个“全过程、多要素”的概念,它是指“一个城市在面对主流灾害时,能够抵御各种灾害侵袭、保障居民生命财产安全或将灾害损失和影响控制在一定范围内的能力”。根据风险的定义,灾害风险的高低受其发生后果的大小和发生概率这两方面变量的影响^[9-12]。假设城市自然灾害发生的概率不能人为改变和调节,能够防止、减轻或控制灾害发生后果的各种途径,均可以纳入城市灾害风险应对能力影响因素的考虑范围。在同一城市的不同地区中,面对同样强度的灾害风险,应对能力越高的地区实际受到的影响也会越少,反之亦然。因此,定义和评价城市灾害风险应对能力及其在城市中的分布情况,对于城市重要防灾基础设施补短板 and 全面提高城市灾害防御能力至关重要。

在借鉴国内外现有研究及其所选指标的基础上^{[7, 13]33, [14]119, [15]13, [16]20, [17]98, [18]96, [19]105},本文关注城市内部风险防范设施分布差异及规划应对,将“灾害风险应对能力”这一评价总目标进一步分为3个层面的分系统指标,具体内涵如下:

(1) 灾前预防与工程保障水平:描述灾前城市预防主要灾害侵袭所建设相关的基础设施工程配套的建设水平与保障能力。考虑洪涝、地震等常见的城市自然灾害和人为灾害的预防、缓解和避难需求,具体从当地市政基础设施的排涝能力、当地提供应急避难空间的总量 and 分布的均衡性、当地人防设施供应能力等方面,关

注排水管网、避难空间等基础设施供应能力和分布问题,并结合我国城市社区层面基础设施和公共服务点数据统计特点,选取指标。

(2) 灾情监测与统筹管理水平:描述城市在灾害或事故发生前和灾害发生期间对风险灾情的监测以及灾时地方政府的应急管理能力。考虑监测预警类基础设施和管理基地等服务点分布现状,具体从当地人防报警服务的覆盖情况、当地气象监测水平、当地政府对突发事件的统筹协调管理水平等方面选取指标。

(3) 灾后应急处置与救援水平:描述城市在灾害或事故发生时快速响应并开展救援救护工作的能力,仅考虑城市抵御灾害打击的短期应急响应能力,不考虑灾后长期的恢复能力。具体从当地医疗系统提供应急救助服务的供应总量以及当地医疗设施服务分布的均衡性、当地社会治安响应力量的供应能力、当地应急救援力量的供应能力、当地应急疏散与救援救助的交通运输能力和应急力量的可达性等方面,结合我国综合防灾现状、城市社区层面基础设施和公共服务分布相关数据统计特点,选取指标。

2.2 评价思路

城市灾害风险应对能力涉及多个维度和尺度的要素,对其进行评价的关键是如何将一个多尺度、多维度的多指标问题统一到一个维度和空间中实现综合评价,因此通过构建指标体系对此问题进行不断细化,评价思路如图1所示。

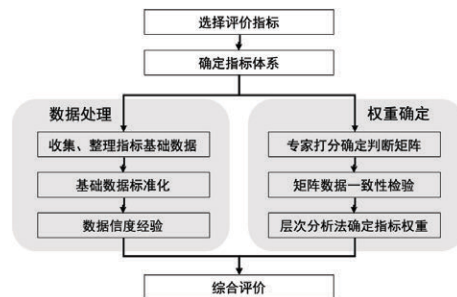


图1 城市灾害风险应对能力评价思路

Fig.1 Evaluation route of urban disaster risk response capacity

资料来源:笔者自绘。

城市灾害应急响应能力评价以城市内部各评价单元防灾减灾与应急响应系统为评价对象,在收集相关指标组数据和定量分析的基础上,根据一定的评价模型对城市灾害应急响应能力进行系统、客观的描述与评价。由于灾前预防与工程保障水平、灾情监测与统筹管理水平、灾后应急处置与救援水平3个指标层本身具有不可测度性,本文将上述指标层进一步分解为若干子指标,形成内容系统、结构合理的指标递阶结构,包括综合评价指标、分系统评价指标和单项评价指标3个层次(见图2)。其中,第3层单项评价指标具有结构单一、容易测度、横向可比较、易于统计量化等特征。

2.3 城市灾害风险应对能力评价指标体系的构建

采用指标体系法进行评价,能否科学地选择出适用的评价指标,直接影响评价结果的准确性。指标体系的设计应该建立在科学、客观的基础上,全面、有效地反映城市灾害风险应对能力在灾前、灾中和灾后各个阶段的特征,且指标体系的繁简程度应当适宜。参考该领域其他采用指标体系法进行评估的研究^{[16]44, [16]20, [17]94, [18]95, [19]104},评价指标筛选遵循相关性、代表性、全面性、层次性、易测量性、可获得性、可比性和客观性等原则。

依照指标体系层级关系并参照相关论文以及其他相关行业标准,对适用于城市内部空间分析和比较的城市灾害风险应对能力的主要影响因素进行归纳和分类,建立3级指标体系,其中总目标层指标1个,分系统准则层指标3个,指标层指标12个,属性均为正向(见表1)。

2.4 评价指标的标准化处理与权重确定

本文提出的城市灾害风险应对能力评价

指标体系中的指标均为正向指标,即指标数据越大,其所在的二级指标值越大,测算得到的城市灾害风险应对能力也越大。由于城市灾害风险应对能力的评价指标具有不同单位,因此需在消除量纲的基础上进一步在评价模型中计算和分析。采用极值法对原始数据矩阵a进行线性变换,得到标准化后的新数据矩阵A。正向指标的标准化公式如下:

$$A_i = \frac{a_i - \{a_{min}\}}{\{a_{max}\} - \{a_{min}\}} \times 100 \quad (1)$$

式中: A_i 为某指标第*i*个数据标准化后的结果; a_i 为该指标第*i*个数据的原始值; $\{a_{min}\}$ 为该指标所有原始数据中的最小值; $\{a_{max}\}$ 为该指标所有原始数据中的最大值。

本文采用 α 信度系数(Cronbach's Alpha)作为城市灾害风险应对能力评价指标的信度检验标准,需对数据内部的一致性进行测量。该系数越高,说明数据信度越高,通常 α 高于0.80被认为是可接受的。公式如下:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \times \left(1 - \frac{S_i^2}{S_t^2}\right) \quad (2)$$

式中: α 为信度系数; n 为指标总个数; S_i^2 为每个指标各数据的方差; S_t^2 为所有指标总数据的方差。

城市灾害风险应对能力包含灾前预防与工程保障水平、灾情监测与统筹管理水平、灾后应急处置与救援水平等市政建设、公共安全、应急管理、灾害学等多学科交叉问题。本文采用专家打分法与层次分析法相结合的方式确定指标体系中各分系统指标及单项指标因素的权重。邀请多名相关领域专家参与调查问卷,对本城市灾害风险应对能力评价指标体系

进行意见征询,采取匿名发表意见的形式,专家之间没有横向联系和讨论;在确保参与专家熟悉各级指标涵义的前提下,对一级指标“城市防灾减灾能力”中的3个二级指标的重要性,以及各二级指标下的多个三级指标的重要性分别进行两两比较,选择1、3、5、7、9及其倒数对两两相比的重要性进行标度,构成判断矩阵;汇总整理专家打分数据,构成判断矩阵,并进行一致性检验;最后采用计算结果集结加几何平均的方法对所有通过一致性检验的专家打分数据进行计算结果的群决策数据集结,并根据集结后的判断矩阵的排序权重计算得到总排序权重。

2.5 计算方法

城市灾害风险应对能力由灾前预防与工程保障水平、灾情监测与统筹管理水平、灾后应急处置与救援水平3个分系统评价指标组成,各部分评价结果等于其对应的三级指标的标准值与各三级指标对该二级指标权重的乘积之和。计算公式如下:

$$d = \sum_{j=1}^t v_j \times A_{ij} \quad (3)$$

$$i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, t$$

式中: d 为城市灾害风险应对能力的分系统评价指标的评价值; v_j 为第*j*个三级指标对二级指标的权重,共*n*个三级指标; A_{ij} 为第*j*个三级指标第*i*个数据的标准值,共*t*个评价单元数据。

本文对各评价单元的城市灾害风险应对能力的计算采用综合评价法,即综合评价指标等于三级指标的标准值与各评价指标权重值的乘积之和,计算公式如下:

$$D = \sum_{j=1}^m \omega_j \times A_{ij} \quad (4)$$

$$i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$$

式中: D 为城市灾害风险应对能力的综合评价值; ω_j 为第*j*个三级指标对一级指标的权

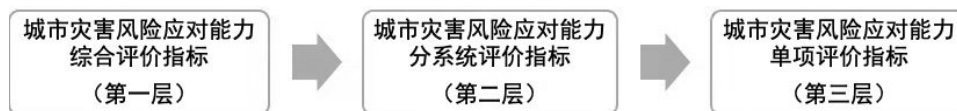


图2 城市灾害风险应对能力评价指标体系的层级关系

Fig. 2 The hierarchical relationship of the evaluation index system for urban disaster risk response capacity

资料来源:笔者自绘。

表1 城市灾害风险应对能力评价指标体系

Tab.1 The evaluation index system for urban disaster risk response capacity

一级	二级	三级	指标内涵	单位	
A 城市灾害风险应对能力	B1 灾前预防与工程保障水平	C1雨水管网密度	当地市政基础设施的排涝能力	km/km ²	
		C2人均应急避难场所面积	当地提供应急避难空间的总量和分布的均衡性	m ²	
		C3应急避难场所个数		个	
		C4地下人防工程个数	当地人防设施供应能力	个	
	B2 灾情监测与统筹管理水平	C5人防报警点个数	当地人防报警服务的覆盖情况		个
		C6各级气象观测站点个数	当地气象观测与监测水平		个
		C7各级应急指挥中心个数	当地政府对突发事件的统筹协调管理水平		个
		C8每千人拥有医院病床数	当地医疗系统提供急救救助服务的供应总量及设施分布的均衡性		张
	B3 灾后应急处置与救援水平	C9医院个数			个
		C10派出所个数	当地社会治安响应力量的供应能力		个
		C11消防站个数	当地应急救援力量的供应能力		个
		C12路网密度	当地应急疏散与救援救助的交通运输能力和应急力量的可达性		km/km ²

资料来源:笔者自制。

表2 α信度系数的数据信度检验结果

Tab.2 Data reliability test results of the reliability coefficient α

案例处理汇总		可靠性统计量	
案例数N	已排除	基于标准化项Cronbach's Alpha	项数
93	0	0.817	12

资料来源:笔者自制。

表3 层次分析法计算的城市灾害风险应对能力评价二级指标权重汇总

Tab.3 Summary of second-level index weights of urban disaster risk response capability evaluation calculated through APH

编号	灾前预防与工程保障水平	灾情监测与统筹管理水平	灾后应急处置与救援水平
专家1	0.2580	0.1050	0.6370
专家2	0.6370	0.1050	0.2580
专家3	0.6370	0.2580	0.1050
专家4	0.4290	0.4290	0.1420
专家5	0.4060	0.1140	0.4800
专家6	0.2000	0.2000	0.6000
专家7	0.2300	0.1220	0.6480
专家8	0.6480	0.1220	0.2300
专家9	0.6140	0.2683	0.1173
专家10	0.4160	0.1260	0.4580

资料来源:笔者自制。

重; A_{ij} 为第j个三级指标第i个数据的标准值。

3 厦门市灾害风险应对能力综合评估

3.1 基础数据的处理与检验

灾前预防与工程保障水平主要通过雨水管网密度、人均应急避难场所面积、应急避难

场所个数和地下人防工程覆盖建成区比例等4个指标进行测度(其中,各区人均应急避难场所面积根据设防烈度地震时需为12%人口提供避难安置计算)。灾情监测与统筹管理水平主要通过人防报警点个数、气象观测站点个数、各级应急指挥中心个数等3个指标进行测

度。灾后应急处置与救援水平主要通过每千人拥有医院病床数、医院数量、派出所数量、消防站数量和路网密度等5个指标进行测度。

根据城市灾害风险应对能力评价指标体系在厦门市范围内收集、整理相关指标数据。采用公式(1)对上述各评价单元的指标原始数据矩阵 a_{ij} 分指标分别进行标准化处理转化为无量纲数值矩阵 A_{ij} ,用于城市灾害风险应对能力评价。并借助统计软件SPSS,采用克隆巴赫信度系数法对标准化后的城市灾害风险应对能力评价指标数据矩阵进行检验,得到α信度系数,信度检验结果如表2所示。由此可见,厦门市城市灾害风险应对能力评价指标数据通过信度检验,可以进行下一步计算和分析。

3.2 指标权重的确定

采用专家打分法,对二级指标之间的重要性两两进行比较,用AHP(1-9标度)层次分析法进行判断,并根据评价结果构建二级指标之间的两两比较矩阵。根据公式(2),借助数学软件MATLAB计算10位专家对城市灾害风险应对能力评价二级指标重要性判断矩阵的一致性比率CR分别为0.0370、0.0370、0.0360、0.0000、0.0279、0.0000、0.0360、0.0360、0.0707、0.0880,均通过一致性检验,判断逻辑一致,因此分析具有有效性。采用层次分析法,借助yaahp统计软件,计算所有专家对城市灾害风险应对能力评价二级指标重要性判断矩阵,得到灾前预防与工程保障水平、灾情监测与统筹管理水平、灾后应急处置与救援水平的权重计算结果(见表3)。

根据表3中的计算结果,对二级指标权重进行几何平均计算,得到二级指标的最终权重:灾前预防与工程保障水平的权重为0.4730,灾情监测与统筹管理水平的权重为0.1870,灾后应急处置与救援水平的权重为0.3400。

与二级指标权重计算过程相似,计算得到灾前预防与工程保障水平、灾情监测与统筹管理水平、灾后应急处置与救援水平各自下属的三级指标权重。将两部分结果汇总得到本文城市灾害风险应对能力评价指标体系的最终指

标权重（见表4）。

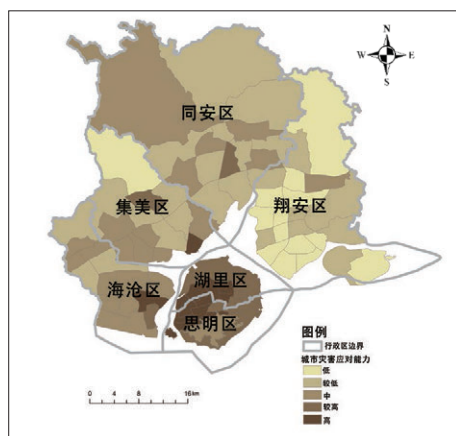
3.3 城市灾害风险应对能力评价结果

根据公式（3）和表4中的权重2，对厦门市93个社区单元的城市灾害风险应对能力3个分系统水平分别进行评价，并在ArcGIS软件中对结果进行可视化处理，按照数值从小到大，采用Jenks自然断裂法将结果分为低、较低、中、较高和高等5个等级。厦门市灾前预防与工程保障水平、灾情监测与统筹管理水平、灾后应急处置与救援水平3个分系统评估的可视化结果如图3所示。结果如下：

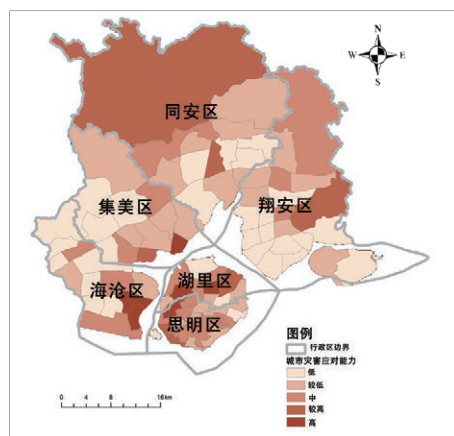
表4 城市灾害风险应对能力评价指标体系指标权重
Tab.4 Index weight of urban disaster risk response capability evaluation index system

一级指标	二级指标	权重1	三级指标	权重2
城市灾害风险应对能力	灾前预防与工程保障水平	0.4730	雨水管网密度	0.1200
			人均应急避难场所面积	0.1010
			应急避难场所个数	0.1660
			地下人防工程个数	0.0860
			人防报警点个数	0.0500
	灾情监测与统筹管理水平	0.1870	各级气象观测站点个数	0.0440
			各级应急指挥中心个数	0.0930
			每千人拥有医院病床数	0.0360
			医院个数	0.0640
	灾后应急处置与救援水平	0.3400	派出所个数	0.0490
			消防站个数	0.1010
			路网密度	0.0900

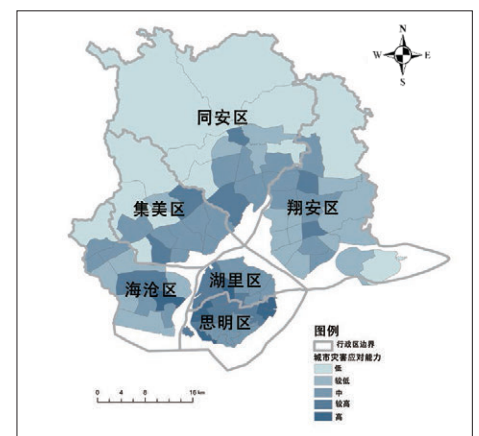
资料来源：笔者自制。



a 灾前预防与工程保障水平



b 灾情监测与统筹管理水平



c 灾后应急处置与救援水平

图3 厦门市城市灾害风险应对能力分系统评价结果

Fig.3 The sub-system evaluation results of urban disaster risk response capacity in Xiamen

资料来源：笔者自绘。

本岛（湖里区和思明区）的灾前预防与工程保障水平最高，海沧区和同安区次之，集美区再次之，翔安区最低。除万石山外，其他社区单元的灾前预防与工程保障水平在全市均为高或较高两类。此外，海沧区新市区北和集美区的集美学村这两个社区单元具有高灾前预防与工程保障水平；海沧区的新市区南、集美区的后溪、同安区的西湖这三个社区单元具有较高的灾前预防与工程保障水平；翔安区的灾前预防与工程保障水平整体上最低。

各地区灾情监测与统筹管理水平差异较大，思明区的筓筓，湖里区的湖里、县后，海沧区

的新市区北、新市区南，以及集美区的集美学村等6个社区单元的灾情监测与统筹管理水平最高；思明区的鹭江、厦港，湖里区的五缘湾，集美区的杏林，同安区的莲花、汀溪，翔安区的香山等7个社区单元灾情监测与统筹管理水平较高；灾情监测与统筹管理水平处于较低和最低等级的社区单元在岛外4个区中占大多数。

灾后应急处置与救援水平呈现南高北低的趋势，思明区、湖里区的各社区单元灾后应急处置与救援水平整体都处于较高或最高水平，其他4区沿海地区灾后应急处置与救援水平次之，西北、北部和东北山区灾后应急处置与救援水平多处于中等、较低和最低水平。思明区的筓筓、鹭港、观音山、厦岗、厦港，湖里区的马垵—江头，海沧区的新市区北的灾后应急处置与救援水平最高；海沧区的天竺，同安区的莲花、汀溪，翔安区的大帽山等13个社区单元灾后应急处置与救援水平最低。

根据公式（4）和表4中的权重2，对厦门市城市灾害风险应对能力进行综合评价，并在ArcGIS软件中对结果进行可视化处理，结果按照数值从小到大，采用Jenks自然断裂法将结果分为5个等级，依次为低、较低、中、较高和高，结果如图4所示。厦门市思明区和湖里区所有社区单元的城市灾害风险应对能力整体水平明显高于岛外各区（海沧区、集美区、同安

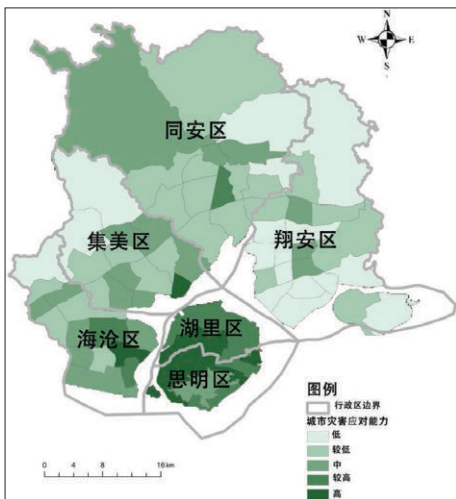


图4 厦门市社区单元城市灾害风险应对能力评价结果

Fig.4 The evaluation result of urban disaster risk response capacity in Xiamen communities

资料来源:笔者自绘。

区、翔安区),除万石山外,其他社区单元的城市灾害风险应对能力在全市均处于高或较高水平;海沧区的新市区北和集美区的集美学村这两个社区单元具有高城市灾害风险应对能力。此外,海沧区的新东、新市区南,同安区的西湖这3个社区单元具有较高的城市灾害风险应对能力;翔安区的城市灾害风险应对能力整体最低。

4 提升城市灾害风险应对能力的建议

城市防灾空间是指一切防灾上必要相关设施及设备所占用的空间,指实现灾害预防、防护、救助和灾后恢复重建等工作的空间,包括了城市外部空间(道路、广场、绿地等)与城市地下空间、防灾设施等。本研究提出的城市灾害风险应对能力评估框架,从全过程角度,将城市防灾空间中的诸多要素分为灾前预防与工程保障水平、灾情监测与统筹管理水平、灾后应急处置与救援水平3个方面去评价。这一城市灾害风险应对能力综合评估指标体系包含12个三级指标和3个二级指标,三级指标的确定考虑到我国城市综合防灾管理现状和城市社区层面防灾基础设施数据收集等因素,尽管多数指标本身不具备空间特征,但综合评价结果对后期基础设施补短板和有针对性地开展防灾社

区建设等工作具有指导意义,有利于我们在规划和发展中从注重灾后救助向注重灾前预防转变,全面提高城市的灾害防御能力。

基于现有的数据,从评价结果可以看出,城市灾害应对能力无论是综合现状水平还是不同防灾阶段的分系统现状水平在厦门市的分布都并不均衡。综合考虑社会经济发展现状的空间差异和未来城市空间发展的方向,主要可以在以下几个方面进行优化和提升。

4.1 构建多核心、均衡发展的防灾网络

当前厦门市各社区单元的防灾水平空间分异较为严重,需在综合防灾规划中结合现状情况划分防灾片区,并利用植被、水系、农田等生态绿地建立隔离带,形成单元间相互独立、抗灾性能较强的城市空间肌理,一方面通过优化生态环境、调节区域微环境和微气候,改善孕灾环境;另一方面也能够在灾害发生时从地域上阻隔灾害的蔓延和扩散,就近提供避难空间和应急救援服务。

4.2 重点提升薄弱地区灾前预防和工程保障水平

目前厦门岛外部分沿海地区和岛内少部分地区,特别是城中村、棚户区和历史名城等建筑密度大、流动人口多、基础设施差的地区,都存在或多或少的防灾薄弱点。规划建设需结合《防灾避难场所设计规范》(GB51143-2015)、《防洪标准》(GB50201-2014)等相关规范要求,对城市易涝点、低洼地点、人均避难场所面积不达标的地点进行相应的设施建设和提升,如修建、疏通排水管网,片区化开展海绵城市工程,以及充分利用公园、广场、学校等公共服务设施,通过因地制宜地建设、改造和提升,增加避难场所数量和服务面积。

4.3 建立统一专门的区域灾害应急联动组织

构建统一管理、指挥和协调,实现共同应对突发灾害事件的整体格局。目前,厦门市已成立城市灾害应急救援中心,该中心依托消防支队,成为各类灾害抢险救援现场的常设“指

挥部”。考虑到厦门沿海城市的特点,应急救援队伍建设以地面应急救援方式为主体,空中和水上救援力量为辅,形成地上、地下、空中三位一体的救援体系;二是构建综合灾害信息和应急指挥联动平台,目前分散于民政、水利、地震、民防、气象、防汛、疾控中心等灾害应急情报信息尚未整合成统一的全灾害情报信息;三是完善区域灾害应急联动的运作机制,包括区域大型基础设施的共享和分工、区域通道对接,健全区域应急信息联动机制,通过开放接口进行监测信息发布等。

4.4 优化灾后应急处置与救援力量的空间布局

对于评估结果中灾后应急处置与救援力量明显不足的地区应当优先改善道路通行环境,提升救援力量的服务可达性,并加紧进行消防站、派出所和医院的规划和建设;此外,可以进一步通过对消防站、派出所、医院等应急处置和救援力量的路网可达性分析,找出现状辖区范围内不能满足消防车出警5 min可达、派出所10 min可达和救护车20 min可达要求的区域,通过多种形式完善救援力量建设,如志愿消防队、社区消防站、智慧警务室、微型派出所、社区医院等。

5 结语

党的十八大以来,党和政府一直坚持“以防为主、防抗救相结合,坚持常态减灾和非常态救灾相统一”的防灾策略,并以实现“从注重灾后救助向注重灾前预防转变,从应对单一灾种向综合减灾转变,从减少灾害损失向减轻灾害风险转变”为目标,关注自然灾害综合防范能力的提升。在面对灾害事件时,不同城市系统做出的应对也存在天壤之别。城市灾害风险应对能力评估是城市综合防灾规划研究中必不可少的现状梳理和分析工作。

本文提出“城市灾害风险应对能力”概念,并构建了包括灾前、灾时和灾后(短期)在内的全过程多要素指标评价体系,通过灾害发生前的预防(保障)工程、灾情监测措施与

统筹管理、灾后短期的应急救援救助3个方面,理解和评价一个城市的防灾减灾与应急响应水平。以厦门为例,通过本研究中的分析,思明区和湖里区所有社区单元的城市灾害风险应对能力整体水平明显高于岛外各区,尽管这与城市化发展程度关联颇深,但仍不难发现海沧区、集美区、同安区、翔安区中个别社区单元十分薄弱的灾前预防与工程保障水平、灾情监测与统筹管理水平或灾后应急处置与救援水平。结合当地灾害风险特征,有针对性地开展灾害预防、监测和应急救援设施的规划布局与基础设施建设,有助于在城市总体规划(空间规划)和综合防灾专项规划中明确各项防灾内容的重点提升、次重点提升区。未来研究可以在构建城市综合防灾数据库和灾害风险分布评估的基础上进一步细化,协助城市规划和安全发展战略的决策者更为直观、清楚地找出城市防灾现状的薄弱点,动态记录、科学分析城市灾害风险应对能力的时空变化特征。

参考文献 References

- [1] KAPPES M S, KEILER M, VON ELVERFELDT K, et al. Challenges of analyzing multi-hazard risk: a review[J]. *Natural Hazards*, 2012, 64(2): 1925-1958.
- [2] CUTTER S, BARNES L, BERRY M. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters[J]. *Global Environmental Change*, 2008, 18(4): 598-606.
- [3] DUZGUN H S B, YUCEMEN M S. An integrated earthquake vulnerability assessment framework for urban areas[J]. *Natural Hazards*, 2011, 59(2): 1607-1617.
- [4] TURNER B L, KASPERSON R E, MATSON P A. A framework for vulnerability analysis in sustainability science[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2003, 100(14): 8074-8079.
- [5] WEIS S, AGOSTINI V, ROTH L. Assessing vulnerability: an integrated approach for mapping adaptive capacity, sensitivity, and exposure[J]. *Climatic Change*, 2016, 136(3): 615-629.
- [6] 刘莉. 城市防震减灾能力标定及可接受风险研究[R]. 2009.
- LIU Li. Calibration capability of the urban seismic prevention and disaster mitigation & research on acceptable risk level[R]. 2009.
- [7] 唐波, 刘希林, 尚志海. 城市灾害易损性及其评价指标[J]. *灾害学*, 2012, 27(4): 6-11.
- TANG Bo, LIU Xilin, SHANG Zhihai. Vulnerability of urban disasters and its evaluation index[J]. *Journal of Catastrophology*, 2012, 27(4): 6-11.
- [8] 张风华, 谢礼立, 范立础. 城市防震减灾能力评估研究[J]. *地震学报*, 2004, 26(3): 318-329.
- ZHANG Fenghua, XIE Lili, FAN Lizhuo. Study on evaluation of cities' ability reducing earthquake disasters[J]. *Acta Seismologica Sinica*, 2004, 26(3): 318-329.
- [9] HELM P. Integrated risk management for natural and technological disasters[J]. *Tephra*, 1996, 15(1): 4-13.
- [10] KNIGHT F H, PUBLICATIONS D. Risk, uncertainty, and profit[J]. *Social Science Electronic Publishing*, 1921(4): 682-690.
- [11] UNEP. Global outlook 3: past, present and future perspectives[M]. London: Earthscan Publications Ltd, 2002.
- [12] VARNES D J. Landslide hazard zonation: a review of principles and practice[M]. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation, 1984.
- [13] 高建国, 贾燕. 地震救援能力的一项指标——地震灾害发布时间的研究[J]. *灾害学*, 2005, 20(1): 31.
- GAO Jianguo, JIA Yan. A study on the time of promulgating earthquake disaster: an index of earthquake rescue ability[J]. *Journal of Catastrophology*, 2005, 20(1): 31.
- [14] 杨翼龄, 张利华, 黄宝荣, 等. 城市灾害应急能力自评价指标体系及其实证研究[J]. *城市发展研究*, 2010(11): 118-124.
- YANG Yiling, ZHANG Lihua, HUANG Baorong, et al. The analysis and practical application on self-assessment of disaster emergency capabilities of urban[J]. *Urban Studies*, 2010(11): 118-124.
- [15] 张金水, 贾增科. 城市地震灾害社会脆弱性评价指标体系研究[J]. *科技致富向导*, 2010(36): 12-14.
- ZHANG Jinshui, JIA Zengke. The study on assessment index of urban social vulnerability to earthquake disaster[J]. *Guide of Sci-tech Magazine*, 2010(36): 12-14.
- [16] 樊运晓, 高朋会, 王红娟. 模糊综合评判区域承灾体脆弱性的理论模型[J]. *灾害学*, 2003, 18(3): 20-23.
- FAN Yunxiao, GAO Penghui, WANG Hongjuan. Theoretical model for fuzzy evaluation of vulnerability of regional hazard bearing body[J]. *Journal of Catastrophology*, 2003, 18(3): 20-23.
- [17] 曹玮. 洪涝灾害的经济影响与防灾减灾能力评估研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2013.
- CAO Wei. Study on economic impact of flood and waterlogging disaster and evaluation of disaster prevention and mitigation capacity[D]. Changsha: Hu'nan University, 2013.
- [18] 冯浩, 张方, 戴慎志. 综合防灾规划灾害风险评估方法体系研究[J]. *现代城市研究*, 2017(8): 93-98.
- FENG Hao, ZHANG Fang, DAI Shenzhi. The research on the method system of risk assessment in multi-hazard mitigation plan[J]. *Modern Urban Research*, 2017(8): 93-98.
- [19] 周彪, 周军学, 周晓猛, 等. 城市防灾减灾综合能力的定量分析[J]. *防灾科技学院学报*, 2010, 12(1): 104-112.
- ZHOU Biao, ZHOU Junxue, ZHOU Xiaomeng, et al. Quantitative analysis of comprehensive ability of urban disaster prevention and mitigation[J]. *Journal of Institute of Disaster-prevention Science and Technology*, 2010, 12(1): 104-112.