

黄元敏, 胡秀敏, 黄腾浪, 等. 广东省县(市)地震应急能力评价指标体系的构建与分析[J]. 华南地震, 2015, 35(4): 59–65. [HUANG Yuanmin, HU Xiumin, HUANG Tenglang, et al. Construction and Analysis of Evaluation System for Earthquake Emergency Response Capacity of Counties in Guangdong Province[J]. South china journal of seismology, 2015, 35(4): 59–65.]

## 广东省县(市)地震应急能力评价指标体系的构建与分析

黄元敏, 胡秀敏, 黄腾浪, 俞 岗  
(广东省地震局, 广州 510070)

**摘要:** 根据层次分析法, 以地震应急基础数据库为基础, 选取科学、客观、可量化和易操作的应急能力评价指标, 以为模型, 建立了广东省县(市)地震应急能力评价指标体系, 并计算了广东省县(市)地震应急能力指标。结果显示: 广东省县(市)的政府组织能力、救援力量和物资保障能力相对较强, 而灾情收集能力和财政保障能力较弱; 广东省县(市)地震应急分项能力和综合能力存在明显的地区差异, 珠江三角洲、河源、汕头和阳江等地区地震应急能力较强, 粤东、粤北及粤西北地区地震应急能力相对较弱; 粤东地区为广东省未来加强地震应急能力建设的重点区域。

**关键词:** 地震应急能力; 评价指标体系; 层次分析方法; 地震应急基础数据

**中图分类号:** P315.7      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1001-8662 (2015) 04-0059-07

**DOI:** 10.13512/j.hndz.2015.04.09

## Construction and Analysis of Evaluation System for Earthquake Emergency Response Capacity of Counties in Guangdong Province

HUANG Yuanmin, HU Xiumin, HUANG Tenglang, YU Gang  
(Earthquake Administration of Guangdong Province, Guangzhou 510070, China)

**Abstract:** With the analytical hierarchy process (AHP), and based on the earthquake emergency basic data, the paper selects a series of scientific, objective, quantifiable, quantifiable and easy operation factors to establish the Guangdong earthquake emergency response capacity index system. Then the paper calculates the index of all counties in Guangdong province. The main results show that counties of Guangdong province are strong at

收稿日期: 2014-11-12

基金项目: 中国地震局“中国地震应急救援的区域差异性分析”(201208018) 资助

作者简介: 黄元敏 (1982-), 男, 工程师, 主要从事地震预测和地震应急技术研究工作.

E-mail: eq\_hym@aliyun.com.

governmental organizations, rescue workers and material support, but weak at collection for condition of earthquake and financial security. There are obvious regional differences in the earthquake emergency response capacity in Guangdong province. The Pearl River Delta area, Heyuan, Shantou and Yangjiang have a strong earthquake emergency response capabilities, and the capacity of eastern, northern and northwest of Guangdong province is weak. Enhancing the earthquake emergency response Capacity for eastern of Guangdong province is the focus of future work.

**Keywords:** Earthquake emergency response capacity; Evaluation index system; Analytical hierarchy process (AHP); Earthquake emergency basic data

## 0 前言

近年来,我国接连发生了汶川、玉树和雅安等多次破坏性地震,造成了极大的人员伤亡和经济损失,减少地震灾害的人员伤亡和损失是我国急需解决的一项紧迫而艰巨的任务。理论与实践表明,提高地震监测预报水平、加强地震灾害预防能力和提高地震应急能力是减轻地震灾害的三个主要途径,而提高地震应急能力是当前科技和经济条件下最现实和最容易实现的方法,因此受到国内外的普遍重视<sup>[1]</sup>。汶川和玉树地震发生后,为减少地震灾害可能给本区域带来的损失,我国各地区加大人力和财力投入以加强地震应急能力的建设。同时为了有效地评价一个区域的地震应急水平,许多专家学者已提出了一些地震应急能力的评价指标体系,采用多指标综合法、层次分析法等方法,分析和讨论了目标区域的地震应急能力,取得较好的效果<sup>[2-11]</sup>。

本文拟利用目前地震应急能力评价研究的成果和广东省地震应急基础数据库,以县级行政区为目标,构建客观、可量化、易操作的应急能力评价指标体系并进行计算,为政府开展应急能力评价、应急能力建设提供科学依据。

## 1 评价指标设置原则

地震应急能力评价体系是由许多因素构成的复杂的系统,指标之间的联系错综复杂。需按一定的准则对指标进行筛选。现有研究指出设置地震应急评价指标应该遵循科学性、客观性、全面性、代表性、层次性、动态性和可操作性等原则<sup>[5-6,10]</sup>。在充分分析和比较现有研究的基础上,结合我们手里掌握的数据,本文选取指标是着重考虑其科学性、客观性、层次性和可操作性 4 个原则。

## 2 评价指标体系构建

### 2.1 评价指标的选取

县(市)地震应急能力评价体系应该从系统的角度,通过对县(市)的应急组织、应急准备、应急资源、应急救援等的综合分析来建立,应该能够覆盖处理地震灾害的整个过程,并能够系统地反映县(市)地震应急过程中存在的优势和不足。影响评价指标体系构建的因素众多,涉及到自然因素、社会因素和软硬件条件,因此评价时可供选择的指标很多,且指标之间互相联系、互相制约。当前国内外学者在建立这种多指标的复杂的指标体系过程中,多采用层次分析法、德尔菲法和统计学分析法等。层次分析法是由美国数学家莎迪(T.L.Saaty)于 1980 年首次提出的一种比较简单可行的决策方法,为定性与定量相结合的决策分析方法,可以解决多目标的复杂问题<sup>[12-13]</sup>。本文应用层次分析法,结合我国地震应急实践,并参考灾害应急能力评价指标体系的研究成果,在众多影响因素中选取了能综合反映广东省县(市)地震应急能力的因素和子因素,构建了围绕着 1 个目标层、5 个准则层和多个指标层的广东省县(市)地震应急能力评价指标体系的层次模型(图 1,表 1)。

#### 2.1.1 县(市)政府组织能力

地震应急时,县(市)地震部门往往作为地震应急救援的现场指挥机构,统筹应急救援前期的救灾工作,因此政府组织在震后的快速响应是开展有效救援、迅速恢复社会秩序及防止灾情进一步扩大的关键。此外,地震发生前开展应急宣传、应急演练,是增加普通民众的应急能力,提高社会整体应急水平的有效手段。如:汶川地震时,什邡市师古镇民主中心小学成功疏散的案例,表明平日的应急宣传、应急演练能够极大地提高普

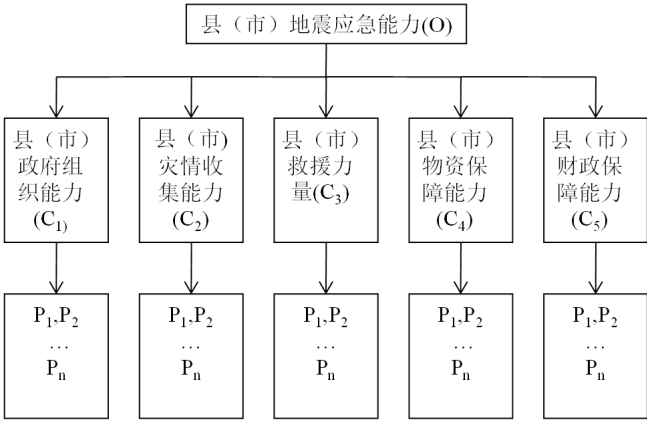


图 1 广东省县(市)地震应急能力评价指标体系的层次模型

Fig.1 The hierarchical model of Guangdong evaluation index system for earthquake emergency response capacity

通民众的应急能力。因此，在政府组织能力这一准则下，我们主要考虑县（市）政府机构应急指挥的能力和应急宣传、演练的开展程度。具体指标包括地震专业部门组织完整度、抗震救灾指挥部、指挥平台的建设情况、应急预案覆盖程度、科普宣传、应急演练频率和覆盖程度、地震志愿者培训情况等。

2.1.2 县(市)震情收集能力

众多的震例表明，震情灾情的及时获取，有利于应急救援的统筹和协调，能够有效地降低地震损失，提升地震应急能力。破坏性地震影响范围往往超过一个县(市)的范围，快速收集并向上级政府部门汇报灾情，有助于上级部门及时了解灾情分布，统筹部署救灾力量和物资，为救灾争取到有效的救援时间。破坏性地震发生后(如汶川地震)，手机、网络等日常通讯手段往往陷入瘫痪，应急通讯的覆盖度在很大程度上决定了灾情的收集程度。专业地震台网的覆盖程度，决定了地震目录的完整性和前兆信息的获取，而完整的地震活动序列和有效的前兆信息，有助于震情判断和救援安排。因此，在震情灾情收集能力这一准则下，主要考虑了专业台网密度和应急通讯覆盖程度，具体指标包括测震台网覆盖程度、地震监测项目覆盖程度、应急通讯车数量和卫星电话数量等。

2.1.3 县(市)救援力量

应急救援主要是通过各种专业队伍来完成，因此县(市)救援力量主要指地震发生后，县(市)政府可以调集到各类防灾减灾以及救援队伍的数量和质量。为提高数据统计的准确性和针对性，我们主要通过地震系统工作人员数量以及地震灾害紧急救援队队员数量两个方面来描述，具体指标

包括地震部门工作人员数量、综合救援队数量、矿山救援队数量、消防官兵数量和医护人员数量等。

2.1.4 县(市)物资保障能力

物资是实施紧急救助、安置灾民的基础和保障，也是提高应急预警水平的关键。为应对地震风险，各级政府、社会部门以及居民家庭个人在平时就应做好应急物资的储备保障。此外，县(市)政府和应急管理部门应该在相应辖区合理布置各类应急避难场所。地震发生后，外界应急物资很难及时到位，县(市)的应急储备是地震应急救援的前期的主要物资来源，其应急物资保障能力影响着灾民的紧急安置和救助。考虑到县(市)的财政能力和场地等问题，县(市)级应急储备应该以生命救助物资的储备为主，因此在物资保障能力方面，我们选择了避难场所人均面积、帐篷储备数量、棉被储备数量、救护车数量和病床数量等指标来评估。

2.1.5 县(市)财政保障能力

财政保障能力，主要是指灾害发生后，可以及时用于救灾的资金，包括各级政府对地震灾害的预防性投资专项款项支出以及灾害发生后的财政支付能力，又称公共财政支付能力，和居民个人(家庭)为应付地震风险而进行的预防性储备。在这里我们主要考虑政府的财政支出能力，即公共财政支付能力。GDP 是一个地区经济发展水平的重要标志，也一定程度上反映了政府的财政水平，GDP 越高，代表研究区域的经济实力越强，震后能投入更大的财力进行应急救援。因此县(市)的 GDP 数据基本体现了财政保障的能力，根据前述指标选取的原则，我们选取了人均 GDP、防震减灾财政拨款和政府应急专项储备资金等 3 个指标来进行评估。

表 1 广东省县(市)地震应急能力评价指标集

Table 1 The evaluation index sets for earthquake emergency response capacity of countries in Guangdong

目标层(O)	县(市)地震应急能力				
准则层(C)	县(市)政府组织能力	县(市)震情收集能力	县(市)救援力量	县(市)物资保障能力	县(市)财政保障能力
指标层(P)	地震专业部门组织完整度	测震台网覆盖度	地震部门工作人员数量	避难场所人均面积	人均 GDP
	抗震救灾指挥部	地震监测项目覆盖度	综合救援队数量	帐篷储备数量	防震减灾财政拨款
	指挥平台	应急通讯车数量	矿山救援队数量	棉被储备数量	政府应急专项储备资金
	应急预案覆盖度	卫星电话数量	消防官兵数量	救护车数量	
	应急演练		医护人员数量	病床数量	
	科普宣传				
	志愿者培训				

2.2 指标权重的确定

权重系数是构建指数体系的重要前提和基础, 本文用层次分析法建立的广东省县(市)地震应急能力的评估模型可以由式(1)表示:

$$Q=\sum_{i=1}^n P_i\times\omega_i \tag{1}$$

式(1)中  $P_i$  为第  $i$  个指标经无量纲化处理后所得的标准值,  $\omega_i$  为第  $i$  个指标的权重, 可以用式(2)计算:

$$\omega_i=\sum_{j=1}^n C_i\times P_{ij} \tag{2}$$

式(2)中,  $C_i$  为第  $i$  个准则对目标 O 的权重,  $P_{ij}$  为第  $j$  个指标对第  $i$  个准则  $C_i$  的权重。对于指标权重赋值, 现有研究只要通过主成分分析法、专家咨询法、成对比较法等<sup>[7,10-11]</sup>。本文采用成对比较法来确定各指标的权重, 即从第二层开始, 逐层对于从属于(或影响)上层每个因素的同一层各个因素, 用 1-9 的成对比较法进行两两比较, 构造比较矩阵, 进行一致性检验, 并应用前面的公式, 计算各指标在同一准则下的相对权重, 从而得出评价模型。

3 评估结果及分析

将广东省地震应急基础数据库相关数据按特定的数学变换进行无量纲化处理后, 代入前述的评估模型进行计算, 获得了广东省县(市)地震应急政府组织能力、震情收集能力、救援力量、物资保障能力和财政保障能力的指数(图 2)。结果显示: 广东省县(市)的政府组织、救援力量和物资保障三方面能力指标的得分较高, 大部分县(市)的指标值均大于 0.6(图 2a、c、d), 说明广东省县

(市)地震机构较为完善、救援力量配备和物资储备较为合理, 对地震灾害具有较强的响应能力。救援力量指标(图 2c)显示粤东地区救援力量较为薄弱, 明显低于广东省其他地区, 而该区为广东省历史中强地震多发区, 历史上曾发生过多次强震, 如 1918 年南澳海域的  $M7.3$  级地震(图 3), 因此该区发生破坏性地震的概率较大, 需要加强救援力量的建设, 以达到应对可能发生地震灾害的需求。震情收集能力反应了目标区域的地震观测水平, 计算结果显示: 珠江三角洲地区、阳江、高州、雷州半岛、汕头和汕尾等地区震情收集能力相对较强, 地震台网建设较为完善, 其他地区指标值均小于 0.5, 说明广东省地震观测水平总体偏低, 且区域差异明显, 地震观测台网建设有待加强和完善。财政保障能力(图 2)主要考虑了县(市)防震减灾财政拨款和政府应急专项储备资金两项数据, 结果显示广东省县(市)在震情财政储备方面的投入普遍偏低, 除珠江三角洲地区部分县(市), 大部分地区的指标值均低于 0.4, 这可能是提高广东省县(市)地震应急能力的需重点关注的方面。

根据上述各分项指标, 获得了广东省县(市)地震应急能力的综合指标(图 4)。计算结果显示: 广东省应急综合指标平均值为 0.5 左右, 总体而言应急能力偏弱, 且区域差异较大。珠江三角洲、河源、汕头和阳江等地区地震应急综合能力较高, 而粤东和粤北及粤西北地区地震应急综合能力较差。对比地震应急能力指标(图 4)和 1900 年以来广东省  $M\geq 5.0$  级地震的分布(图 3), 河源、阳江等历史地震较多地区地震应急综合能力较强。粤东地区也是我省中强地震最为活跃的区域, 1918 年在南澳海域曾发生了  $M7.3$  级地震(图 3), 但除了汕头和普宁, 其他县(市)的地震应急综合能力

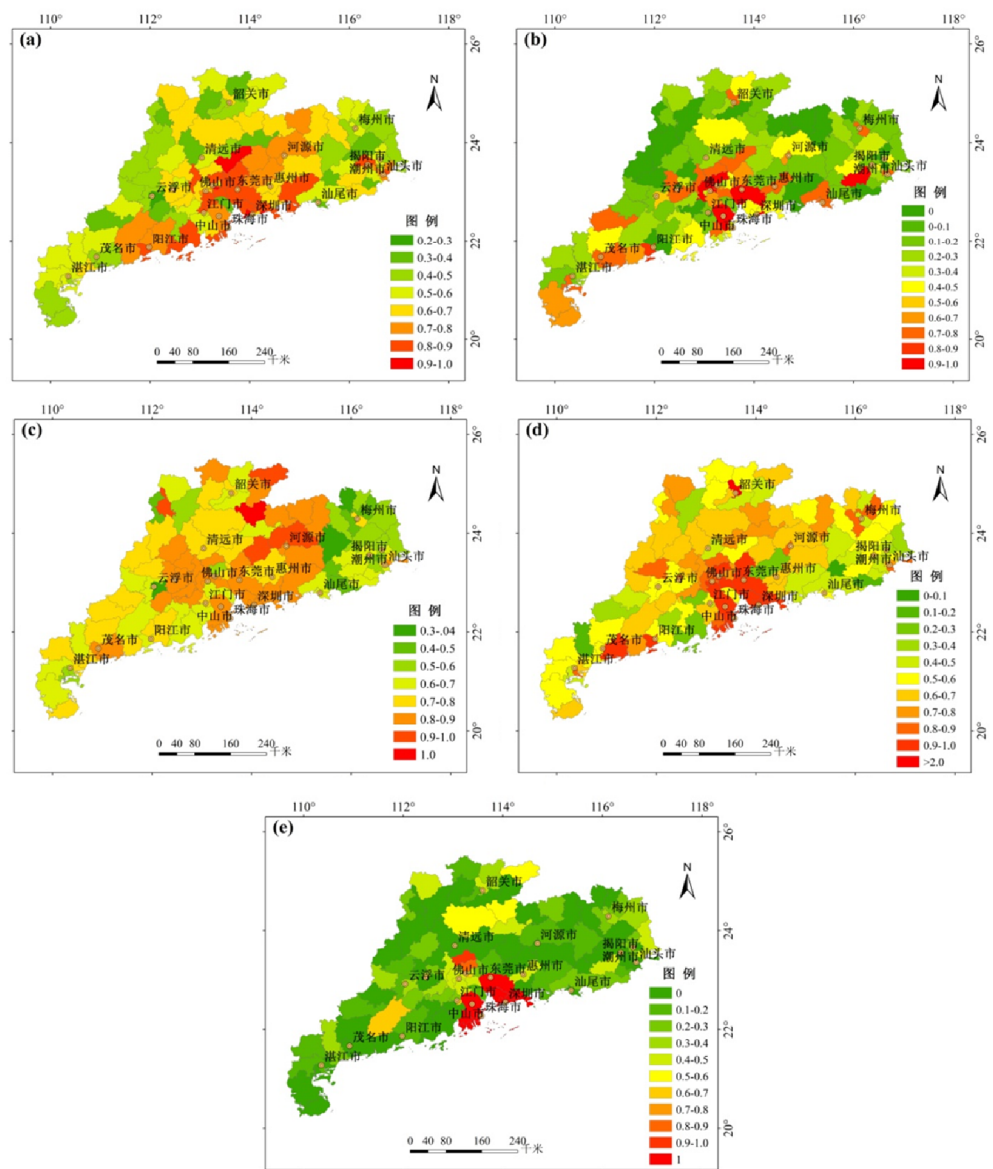


图 2 广东省县(市)应急分项能力指数

Fig.2 The map of sub-capacity index of earthquake emergency response of countries in Guangdong

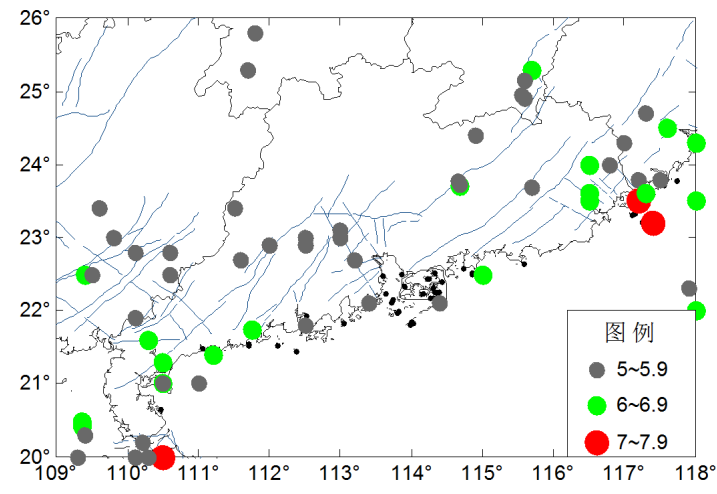


图 3 广东省历史地震分布图( $M \geq 5.0$ )

Fig.3 The distribution map of historical earthquakes of Guangdong province ( $M \geq 5.0$ )

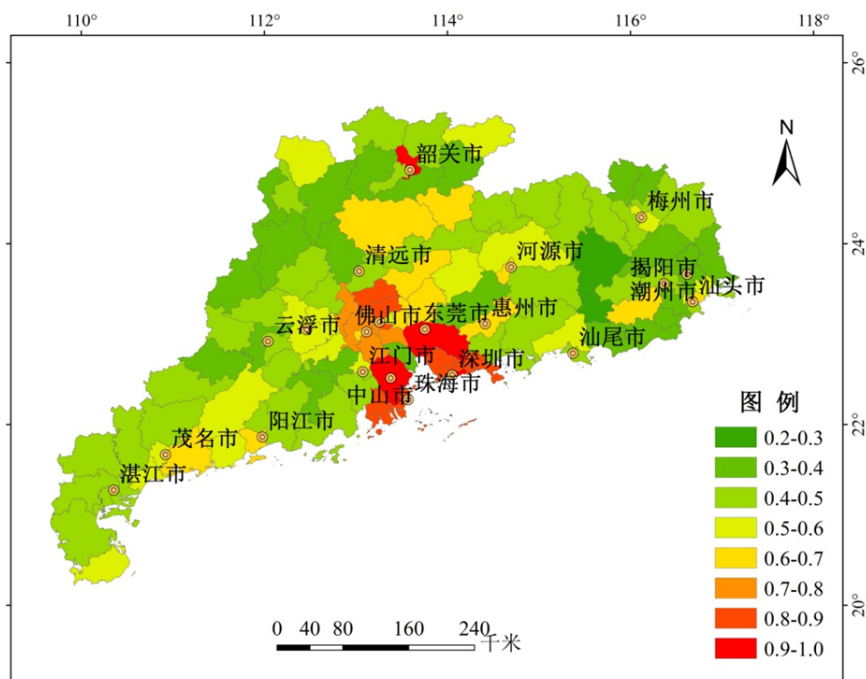


图 4 广东省县(市)地震应急综合能力指标

Fig.4 The map of comprehensive capacity index of earthquake emergency response of countries in Guangdong

值均低于广东省的平均水平,急需加强建设以满足震情的需要,因此该区域是广东省提高地震应急能力的重点地区。

计算结果反应了广东省县(市)本地的地震应急准备能力,但实际上地震应急准备能力具有辐射性,能力较强的县(市)可以对周边能力较弱的县(市)给予支援,因此并不是每一个县(市)都需要 100% 靠自己的能力来建设地震应急体系的,有些方面可以依靠周边市县来支援。在地震应急能力建设过程中,经济能力较弱的县(市)可以不用 100% 地去建设理想中的应急能力,而应根据自身可能引发灾情的特点,重点建设地震发生后在外来救援抵达前,必须由本地支撑时间段内的应急能力。本文的研究对象主要为县(市)本地的应急能力,因此未对地震应急辐射能力作进一步详细阐述和计算。

## 4 结语

本文借鉴了前人有关地震应急能力评价指标体系的研究成果,利用层次分析方法,初步构建了广东省县(市)地震应急能力的评价指标体系,并利用广东省地震应急基础数据库相关数据计算了广东省县(市)地震应急能力指标,通过研究得到以下基本认识:

(1) 广东省县(市)的政府组织能力、救援力量和物资保障能力相对较强,而灾情收集能力和财政保障能力较弱。

(2) 广东省县(市)地震应急分项能力和综合能力存在明显的地区差异,珠江三角洲、河源、汕头和阳江等地区地震应急能力较强;而粤东、粤北及粤西北地区地震应急能力相对较弱。

(3) 粤东地区未我省未来加强地震应急能力建设的重点区域。

本文构建的地震应急能力评估体系及计算结果可以较好地反应我省地震应急能力的差异,可以为今后县(市)地震应急能力的建设提供一定的帮助,但在指标体系构建过程中,我们主要考虑了应灾能力指标对地震应急能力的影响,而忽略了地形条件、气候因素等承灾环境因素的影响,同时也没有讨论目标县(市)可能承受到的地震危险性这一要素得影响和地震应急的辐射能力,因此评估结果可能不够全面,需要进一步的数据和分析予以补充。

## 参考文献:

- [1] 聂高众,安基文,邓砚.地震应急评估与决策指标体系的构建[J].震灾防御技术,2011,6(2):146-155
- [2] 邓云峰,郑双忠,刘功智,等.城市应急能力评估体系

- 研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2005, 1 (6): 33-36.
- [3] 钱永波, 唐川, 周春花. 城市灾害应急能力评价研究[J]. 灾害学, 2006, 21 (1): 8-12.
- [4] 陈文涛. 基于社区的灾害应急能力评价指标体系构建[J]. 中国管理科学, 2007 (15): 733-736.
- [5] 田依林, 杨青. 突发事件应急能力评价指标体系建模研究[J]. 应用基础与工程科学学报, 2008, 16 (2): 200-208.
- [6] 张勤, 高亦飞, 高娜, 等. 城镇社区地震应急能力评价指标体系的构建[J]. 灾害学, 2009, 24 (3): 133-136.
- [7] 邓砚, 聂高众, 苏桂武. 县(市)地震应急能力评价指标体系的构建[J]. 灾害学, 2010, 25 (3): 125-129.
- [8] 邓砚, 聂高众, 苏桂武. 县(市)绝对地震应急能力评估方法的初步研究[J]. 地震地质, 2011, 33 (1): 36-44.
- [9] 邓砚, 聂高众, 安基文. 区域地震应急能力优先建设矩阵构建方法的初步研究-以四川省为例[J]. 灾害学, 2012, 27 (2): 124-129.
- [10] 段胜. 地震应急能力指数的量化评估指标体系研究[J]. 保险研究, 2012 (8): 112-120.
- [11] 杨斌, 马朝晖. 基于地震应急基础数据的山西地震应急能力评价指标体系建设[J]. 震灾防御技术, 2014, 9 (1): 118-125.
- [12] 许树柏. 层次分析法原理[M]. 天津: 天津大学出版社, 1988.
- [13] 文世勇, 赵冬至, 陈艳拢, 等. 基于 AHP 法的赤潮危害风险评估指标权重研究[J]. 灾害学, 2007, 22 (2): 9-14.