

廖茂林 李春霞

中韩城市韧性评价与比较研究

[摘要] 笔者选取中、韩两国具有代表性的城市作为样本,采用熵权法在统一的指标体系下对中韩城市的韧性进行评价和比较,探索我国韧性城市建设的薄弱环节,为进一步提高城市可持续发展能力提供建议。研究表明,中韩城市韧性发展水平总体上差距并不明显,但是我国城市的社会类指标评价指数相对较低,这从一定程度上反映了社会保障建设是我国韧性城市建设中的短板,我国城市社会保障水平还存在一定的提升空间。

[关键词] 韧性城市;熵权法;评价体

[中图分类号] F293 [文献标识码] A

一、引言

城市是复杂而动态的实体,也是空间经济、社会和政治地理网络的节点。废弃

的建筑物和遗址是 20 世纪末 21 世纪初欧洲城市景观中极为常见的现象,土地和建筑物逐渐失去其既有功能,会带来经济、

[文章编号] 1005-278X(2019)03-0057-08

[收稿日期] 2019年2月

[基金项目] 亚研中心《中韩韧性城市治理机制研究》(2017YYZX005);科技部国家重点研发计划资助课题《气候变化风险评估及三生适应模式研究》(2018YFA0606304)。

[作者简介] 廖茂林,中国社会科学院城市发展与环境研究所副研究员,研究方向:城市经济学、可持续发展经济学;李春霞,博士,日本专修大学经济学部助教,研究方向:宏观经济学。

治安和生态环境等方面的负面效应，造成城市衰亡，城市可持续发展能力是推动社会可持续发展的重要部分。

伴随全球气候变化，城市面临的环境压力日益增加，在近几十年全球化进程中，城市在土地利用模式、社会人口结构、劳动力市场和经济结构等方面也发生了重大改变。随着城市人口分布密集度增加、城市社会组织职能复合度提升及经济结构日趋多元化，韧性城市作为缓解城市发展不确定性、实践城市可持续发展的新模式之一，逐渐被学界认可。与传统注重以程式化管理手段保证城市发展稳定性的理念相比，韧性城市着眼于增强城市应对不确定性干扰因素的系统适应性，即讨论城市整体功能受到不确定性扰动冲击时能否保证整体功能的可持续性。这是实现城市可持续发展目标的一种创新模式。

城市是一个包含物理、制度（即法律）和虚拟（网络空间）边界等多重因素的复杂系统，要使一个复杂的系统具备弹性，即具备应对不确定性冲击的快速恢复能力，是一个整体性的工程。提高城市韧性的重要前提是对城市应对各类冲击来源时的脆弱部分进行评估，了解影响城市韧性各个因素的机制、程序及其相互作用。目前在韧性城市规划层面，数据收集及使用存在较大困难，相关评估方法和指标具有一定局限性，标准各异的评估方法使得评价结果缺乏指导性，且缺少更具有参考性的横向跨国比较。

韩国是一个易遭受极端降水、台风及热浪

等灾害的国家，城市基础设施、自然资本和社会环境处于不断变革和发展中，其韧性城市建设具有一定的借鉴价值。基于此，选取中韩具有代表性的城市作为样本，采用熵权法在统一的指标体系下对中韩城市的韧性进行评价和比较，探索我国韧性城市建设的薄弱环节，为进一步提高我国城市可持续发展能力提供建议。

二、文献综述

世界银行调查指出，城市容易受到各种类型的冲击和压力，如海平面上升等自然灾害及经济转型等人为压力。这些冲击和压力可能使城市停滞不前，破坏社会经济发展多年来取得的成果。要实现城市可持续发展，必须采取创新性措施提升城市韧性，使之能够适应外界不确定性，具备抵御各类冲击的能力。

如何评价韧性城市等级、科学地量化城市韧性，有助于学者准确有效地将理论转化到韧性城市实际建设中。作为新兴研究课题，学界对此研究较少，尚无统一衡量标准。一是提出城市规划设计应当基于系统受到干扰的恢复能力，具有多样性、规划性、网络性和连通性等特性，使城市具备应对不确定扰动的弹性。二是介绍城市制度弹性的概念，在分析城市韧性影响因素的基础上，提出包含制度因素的定量评价模型，并通过模拟案例研究验证了该模型在城市制度韧性识别和比较中的有效性和可行性。三是给出一种评估城市基础设施系统韧性的方法，将韧性被定义为系统抵抗各种可能的危害、吸收危害的初始损害及在某时段内一次

或多次恢复正常运行的能力。研究发现，良好的城市管理系统可能在短期内增强基础设施系统的恢复能力，管理系统长期不健全会对城市运转造成威胁。四是通过城市社会生态系统视角，运用空间分析和叠加功能方法从生态环境、市政设施、经济和社会发展 4 个方面选取 24 个具体指标，对 2014 年长三角地区 16 个地级城市韧性程度及其空间状态做出评价。五是构建包含经济与环境资源、社会福利、基础设施和制度等方面的城市韧性评价指标，指出具有城市恢复力主要潜在特征的是城市稳定性和灵活性等方面的指标。六是提出城市日益复杂和相互依赖的供应链和运输物流使得评估城市脆弱性变得更加困难，应把城市看作一个动态系统，而不仅是一个行政单位。同时，气候变化是影响城市韧性的重要因素，在以往的评估体系中，气候因素长期被忽略，应将其纳入城市韧性评价体系。七是通过分析国内外代表性韧性城市的发展动态，提出我国韧性城市的发展要从自然条件、社会结构、经济体系、环境本底和行政管治对策等多角度进行建设。八是通过分析上海建设韧性城市的主要问题与挑战，结合相关经验与案例剖析，深入探索宏观城乡空间格局、中观基础设施体系及微观韧性社区层面开展韧性城市建设的路径。九是基于我国近 300 个地级及以上城市，以暴雨作为致灾危险性因子，构建包括城市发展能力、绿色基础设施和灰色基础设施能力的城市韧性指数，依据韧性理论中的适应性周期假说，研究韧性城市、低

风险城市、脆弱型城市和高风险城市应对暴雨的系统韧性能力。

三、模型和方法

通过熵权法原理把评价中各个待评价单元的信息进行量化与综合，对各因子赋权以简化评价过程。熵权法评价能充分考虑获得信息的多少和质量，同时克服传统方法在确定评价指标权重因子时主观因素的影响。将熵权法用于中韩城市韧性综合评价，能够得到相对客观的结果。

(一) 数据标准化处理

对具有不同量纲的数据进行标准化、无量纲化处理。由于判断各评价指标值优劣的标准不同，需对各评价指标进行正向化处理。 X_{ij} 表示第 i 个年份第 j 项评价指标的数值， $\min \{X_j\}$ 和 $\max \{X_j\}$ 分别为所有年份中第 j 项评价指标的最小值和最大值， $k=1/\ln m$ ，其中 m 为评价年数， n 为指标数。当第 j 项指标 x_j 为正指标（即越大越好）时，如公式（1）所示：

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min\{X_j\}}{\max\{X_j\} - \min\{X_j\}} \quad (1)$$

当第 j 项指标 x_j 为负指标（即越小越好）时，如公式（2）所示：

$$X'_{ij} = \frac{\max\{X_j\} - X_{ij}}{\max\{X_j\} - \min\{X_j\}} \quad (2)$$

(二) 原始指标数据矩阵

对于评价问题，有原始指标数据矩阵如公式（3）所示：

$$Y_{ij} = \frac{X'_{ij}}{\sum_{i=1}^m X'_{ij}} \quad (3)$$

(三) 计算指标信息熵

对于某个指标 x_j , 有信息熵如公式(4)所示:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m (Y_{ij} \times \ln Y_{ij}) \quad (4)$$

某指标的熵值 e_j 越大, 说明该指标提供的有用信息越少, 在综合评价中所起到的作用越小, 其权重越小; 反之亦然。在具体分析过程中, 可通过熵值法赋予指标权重, 以获得较为客观的综合评价结果。

(四) 计算信息熵冗余度

$$d_j = 1 - e_j \quad (5)$$

(五) 计算指标权重

$$W_i = d_j / \sum_{j=1}^n d_j \quad (6)$$

(六) 计算单指标评价得分

$$S_{ij} = W_i \times X_{ij} \quad (7)$$

S_i 是第 i 个地区的综合评价值。某地区的 S_i 值越大, 说明该地区城市韧性水平较高, 反之则较低。根据表 1 和表 2 所示指标体系建立原始矩阵, 对中韩城市韧性水平进行综合评价。

四、实证结果分析

从表 3、表 4 和表 5 中、韩各指标权重对比来看, 中、韩两国在同一指标体系下的各指标权重差距并不明显。其中, 中、韩两国经济类各指标权重占比分布均匀, 两国差距只在 0~0.009 范围之内, 环境、文化和社会类指标权重的差距也仅在 0.003~0.056 范围之内。相比分类指标权重差距, 两国综合指标权重的差距在 0~0.004 之间, 这表明中、韩两国发展模式和特征

表 1 城市韧性评价指标体系

经济	人均地区生产总值
	第三产业占比
	外贸依存度
	财政收入增长率
	城镇化水平
环境	森林覆盖率
	建成区绿化覆盖率
	人均公园面积
	污水处理率
文化	公共图书馆数
	研究与试验发展(R&D)经费占地区生产总值比重
社会	医疗保险覆盖率
	养老保险覆盖率

具备一定的相似性和可比性。从表 6 中韩城市经济韧性指数的比较来看, 我国城市在经济发展上的韧性总体高于韩国城市, 两国国内城市间经济韧性的差距更为显著。这表明, 中、韩两国城市均具有内部发展不平衡、不协调的问题。从表 7~表 9 的中韩城市环境、文化和社会韧性评价情况来看, 韩国城市在这三方面总体优于中国城市, 相对于韩国城市来说, 我国城市注重经济发展, 在环境、文化和社会建设方面相对不足。我国城市在社会韧性方面的评价指数与韩国城市差距尤其明显, 这反映了我国城市在社会保障和医疗保险等方面制度建设尚不健全, 社会保障力度和覆盖范围都有待提高。

综上, 从分类指标权重来看, 中韩城市经

表 2 中韩城市韧性评价指标

经济	北京	上海	广州	深圳	首尔	釜山	仁川	江原道
人均地区生产总值	11.270	7.193	6.977	8.499	11.898	11.660	17.920	16.740
第三产业占比	0.897	0.707	0.590	0.701	0.802	0.705	0.504	0.605
外贸依存度	0.623	0.401	1.055	0.136	0.133	1.857	0.437	0.198
财政收入增长率	0.103	0.032	0.086	0.036	0.075	0.117	0.140	0.090
城镇化水平	0.999	0.994	0.989	0.887	0.860	0.880	0.860	1.000
环境	北京	上海	广州	深圳	首尔	釜山	仁川	江原道
森林覆盖率	0.424	0.168	0.421	0.400	0.256	0.460	0.381	0.815
建成区绿化覆盖率	0.620	0.380	0.360	0.450	0.398	0.581	0.497	0.775
人均公园面积	13.500	7.820	16.800	16.400	13.909	18.105	15.191	25.152
污水处理率	0.900	0.930	0.930	0.967	1.000	0.992	0.976	0.860
文化	北京	上海	广州	深圳	首尔	釜山	仁川	江原道
公共图书馆数	25.000	24.000	15.000	623.000	148.000	40.000	47.000	54.000
研究与试验发展 (R&D) 经费占地区 生产总值比重	0.058	0.038	0.026	0.040	0.029	0.015	0.030	0.009
医疗	北京	上海	广州	深圳	首尔	釜山	仁川	江原道
医疗保险覆盖率	0.722	0.700	0.783	0.908	0.993	0.976	0.992	0.981
养老保险覆盖率	0.874	0.667	0.850	0.910	0.604	0.374	0.368	0.355

表 3 中韩城市经济类韧性指标权重比较

指标	人均地区生产总值	第三产业占比	外贸依存度	财政收入增长率	城镇化水平
中国城市	0.208	0.190	0.202	0.199	0.201
韩国城市	0.208	0.199	0.197	0.198	0.197

表 4 中韩城市环境、文化及社会类韧性指标权重比较

指标	森林覆盖率	建成区绿化覆盖率	人均公园面积	污水处理率	公共图书馆数	研究与试验发展 (R&D) 经费占地区生产总值比重	医疗保险覆盖率	养老保险覆盖率
中国城市	0.242	0.249	0.244	0.265	0.496	0.503	0.524	0.476
韩国城市	0.245	0.245	0.281	0.229	0.517	0.483	0.468	0.531

表 5 中韩城市韧性综合指标权重比较

指标	人均地区生产总值	第三产业占比	外贸依存度	财政收入增长率	城镇化水平	森林覆盖率	建成区绿化覆盖率
中国城市	0.079	0.076	0.078	0.078	0.078	0.075	0.076
韩国城市	0.077	0.076	0.076	0.076	0.075	0.078	0.077
指标	人均公园面积	污水处理率	公共图书馆数	研究与试验发展 (R&D) 经费占地区生产总值比重	医疗保险覆盖率	养老保险覆盖率	
中国城市	0.076	0.078	0.076	0.076	0.076	0.075	
韩国城市	0.080	0.075	0.076	0.075	0.076	0.077	

表 6 中韩城市经济韧性评价指数比较

城市	北京	上海	广州	深圳	首尔	釜山	仁川	江原道
评价指数	0.640	0.298	0.283	0.356	0.545	0.126	0.230	0.098

表 7 中韩城市环境韧性评价指数比较

城市	北京	上海	广州	深圳	首尔	釜山	仁川	江原道
评价指数	0.319	0.534	0.249	0.378	0.28	0.273	0.586	0.734

表 8 中韩城市文化韧性评价指数比较

城市	北京	上海	广州	深圳	首尔	釜山	仁川	江原道
评价指数	0.407	0.233	0.129	0.230	0.258	0.224	0.371	0.148

表 9 中韩城市社会韧性评价指数比较

城市	北京	上海	广州	深圳	首尔	釜山	仁川	江原道
评价指数	0.191	-0.005	0.277	0.537	0.690	0.032	0.221	0.058

表 10 中韩城市韧性综合评价指数比较

城市	北京	上海	广州	深圳	首尔	釜山	仁川	江原道
综合评价指数	0.216	0.167	0.248	0.369	0.337	0.173	0.203	0.287

济类指标权重差距较小，但环境、文化和社会类指标权重存在一定差距。从综合指标权重来看，中韩城市各类指标权重的差距并不明显。从分类评价指数来看，我国城市的经济和文化韧性评价指数总体普遍高于韩国城市，社会类评价指数在不同城市差距较明显。从综合评价指数来看，我国城市韧性评价指数略低于韩国城市，两国城市在本国内比较差距更为明显（见表 10）。总体来看，中韩城市韧性评价指数差距并不显著，我国城市的社会韧性略低于韩国城市。

五、结论和政策建议

（一）建立城市动态数据库，完善城市监测体系

灾害风险评估是防灾工作的基础工作，可以发现潜在危险区域，也为韧性城市建设指明了方向与重点。在实际操作中，应根据我国城市规模、经济社会发展水平及灾害情况等选择不同的灾害风险评估方法。建立和完善城市动态数据库，编制涵盖人口、环境及社会等多元

化的城市资料体系。通过动态时空参数和标准对不同城市区域的脆弱性进行监测和分析。例如，洪水多发区城市要加快开发洪水淹没潜力区地图，以确定更准确的城市洪水管理决策。

（二）制定应急规划，提高城市应急能力

制定战略性的、全面的总体规划以减少风暴、洪水等自然灾害的破坏力度。例如，加强城市绿化带建设和基础设施建设是减少灾害破坏力度的重要手段。为预防突发性自然灾害的冲击，政府可以根据城市年降水量、每小时最大降水量及最大风速等因素合理规划下水道和不透水区域面积，增强绿化带在抵御突发性自然灾害中的作用，提高城市预防突发性冲击的能力。部分研究表明，城市关键性基础设施功能的破坏是加剧城市脆弱性的重要因素，发展韧性城市需要制定基于恢复能力的战略。政府需要提高对于关键基础设施系统的重视程度，积极促成应急规划合作，特别是基础设施的私人运营商合作，制定应急预案，尽可能构建全面的应急计划，提高本地和相关区域应对所有



危险的能力。

（三）优化城市空间管理

公共空间作为实现沟通的平台，创造了城市的基本框架，即都市结构。合理规划公共空间是建设韧性城市的基础。应根据城市不同区域的水文、地理、气候及社会文化特征，合理规划土地利用、建筑覆盖率和产业布局等。当前我国城市发展存在空间维度的不平等性，部分缺乏规划和管理的居住区在获取平等的城市公共服务方面存在困难，易受风险侵袭。居民缺乏足够的社会认可度和社会保障，居住地房租和地价存在潜在波动性，这些因素可能加剧城市居民群体的不平等。应进一步拓展城市空间包容性，加快构建覆盖城市各类主体的社会保障体系，构建稳固宜居城市。

【参考文献】

- [1]徐江,邵亦文.韧性城市:应对城市危机的新思路[J].国际城市规划,2015(2):1-3.
- [2]李彤玥,牛品一,顾朝林.弹性城市研究框架综述[J].城市规划学刊,2014(5):23-31.
- [3]邵亦文,徐江.城市韧性:基于国际文献综述的概念解析[J].国际城市规划,2015,30(2):48-54.
- [4]俞孔坚,许涛,李迪华,等.城市水系统弹性研究进展[J].城市规划学刊,2015(1):75-83.
- [5]仇保兴.简论我国健康城镇化的几类底线[J].城市规划,2014,38(1):9-15.

责任编辑：于飞