

中国城市韧性水平的测度及提升路径

李刚,徐波

(安徽财经大学经济学院,安徽蚌埠 233000)

摘要:城市韧性核心能力应包含“恢复”和“学习”两个层面。通过构建涵盖两个层面的指标体系对2005—2015年中国城市韧性水平进行测度,结果表明:中国城市韧性整体水平不高,呈现“U”型变化,拐点出现在2011年。原因在于,2011年以前,灾后主要以恢复为主而忽视了学习层面的城市建设,导致二者背离程度逐渐扩大;之后随着居民对于灾害认识的加深和城市管理组织应对灾害时意识的转变,“学习”层面的城市韧性建设加速发展,缩小了二者之间的差距。为了不断提高中国城市韧性水平,应在加强“恢复”层面城市韧性建设的同时,推进“学习”层面城市韧性建设。

关键词:城市韧性;“恢复”城市韧性;“学习”城市韧性

中图分类号:F291.1

文献标识码:A

文章编号:1008-7699(2018)02-0083-07

一、引言

城市作为人类社会生活与发展的承载主体,组成结构复杂而又相互依赖,自形成以来一直遭受着源自自身及外界危机的侵袭。在现代社会,随着城市空间及人口分布逐渐密集,其内在复杂程度也在不断增加,城市的脆弱性日益明显,因此在面临突发性危机时造成的灾难性后果也越来越严重。为了提高城市抵御危机的能力,国外近年来开展了构建韧性城市工作,伦敦明确提出伦敦韧性,其核心目的在于评估伦敦可能发生的重大灾害事故风险的应对能力和措施,当重大事故发生时,城市可以适应承受和快速决策响应,减少损失;联合国减灾战略署于2012年在全球抗灾减灾领域发起了“让城市更具韧性行动”,并进一步确定了让“城市更具韧性的十大准则”。由此可以看出城市建设不仅有对速度与量的要求,同时也应有安全和可持续发展的必要性。在上述背景下,“韧性城市”引起了国内外学者的重视并对此做出了大量研究。

“韧性城市”作为可持续性物质系统与人类社区的结合,物质系统的有效性应由人类社区的建设与规划来实现^[1]。与之相比,坎帕内拉(Campanella)认为应该更加注重人类社区的力量,认为城市韧性实质上依赖于更具有韧性的民众群体,即注重社区韧性^[2]。但是城市作为一个包含众多子系统的生态系统,受到扰动后,在内部子系统相互关联的作用下,其影响将辐射到多个方面,因此有学者进一步提出应从基础设施韧性、经济韧性、社区韧性及制度韧性四个维度来综合评价韧性城市建设^[3]。同时,为了更加系统的认识韧性城市,“韧性联盟”还从管治网络构建、代谢流、建成环境及社会动力机制四个方面给出了城市韧性研究的主体框架^[4],其中,建成环境是城市韧性的物质基石,代谢流是城市韧性的运转手段,管制网络是和社会动力机制则是实现前两者的动力机制;这四个方面相辅相成、相互作用以增强城市系统韧性^[5]。就目前所倡导的可持续性发展而言,城市韧性的建设作为现代城市实现这一目标的一种新途径,有学者

收稿日期:2017-03-23

基金项目:安徽省哲学社会科学规划项目“‘物质’到‘精神’:中国城镇化发展新方位”(AHSKYG2017D118)

作者简介:李刚(1971—),男,安徽太和县人,安徽财经大学经济学院教授,硕士生导师,经济学博士。

认为可以从多功能性、冗余性、多样性、适应性及连通性等五个层面构建城市规划以提高城市韧性^[6]。而在具体规划城市韧性建设之前,为完善城市韧性研究的整体性及科学性,有必要定量评估城市的韧性水平,因此有学者从单一维度出发,面对洪涝灾害多发地区提出承洪理论,通过可浸区百分比这一指标来衡量一座城市的承洪能力,并试图构建洪泛区来提高城市承洪韧性^[7];还有学者认为中国作为地震多发地区,因此,采用评价体系的方法,遵从独立性、可行性及全面性的原则,构建出社区韧性的测度体系^[8]。另外,还有学者试图通过构建囊括气候、经济、社区、组织及基础设施韧性层面的指标体系,综合评估一座城市的韧性水平^[9]。

从上述文献的分析来看,目前有关于城市韧性的研究多停留在定性层面,而对于定量评估城市韧性水平的研究则较少。本文通过对国内外文献的梳理,从多个维度构建一系列指标组成指标体系,试图科学反应中国城市韧性水平,并通过测度结果的分析为完善我国城市韧性的建设提供一定建议。

二、城市韧性的认知演变及定义

(一)韧性概念的认知演变

“韧性”概念起源于机械工程学,描述金属在外力的作用下恢复原状的能力,后由 Holling(1973)首次将其应用于系统生态学,其核心理念在于系统如何在外界的扰动下尽可能地维持生态系统的稳定性^[10]。20 世纪 90 年代,学者将“韧性”概念逐渐由自然生态延伸至人类生态学,并由最初的工程韧性逐渐演变为生态韧性,直至目前的演进韧性(见表 1)。其中,“工程韧性”注重单一平衡状态,强调系统在受到扰动后恢复至平衡状态的速度;“生态韧性”则关注于系统从一种稳态向另一种稳态的进化与发展,用系统从一种稳态向另一种稳态转变之前吸收的扰动量级进行衡量,强调系统转变为另一稳态之前的生存及缓冲能力^[11];而演进韧性(社会-生态韧性)在基于 Holling 提出的“适应性循环理论”的基础上,认为系统韧性的发展先后包括利用、保存、释放及重组四个阶段^[12],抛弃了对稳态的追求,关注系统在受到扰动后,是否能够摆脱其内部原有固定联系的束缚,在重组阶段获得重构机会再一次进入利用阶段以实现适应性循环,强调的是持续不断地适应和学习能力。

总体来看,“韧性”概念历经单一平衡(工程韧性)——多重平衡(生态韧性)——适应性循环(演进韧性)、从追求系统平衡到强调适应和学习的演变。由于适应性循环理论的演进韧性最具有说服力,从而成为城市韧性理论的主要参照标准。

表 1 三种城市韧性观点的比较

| 韧性观点 | 平衡状态 | 追求目标 | 韧性定义 |
|------|-----------|-----------------|----------------------|
| 工程韧性 | 单一稳态 | 恢复初始稳态 | 系统受到冲击后恢复到初始平衡状态 |
| 生态韧性 | 两个或多个稳态 | 构建新的稳态 | 系统改变自身状态之前所能够吸收的扰动量级 |
| 演进韧性 | 放弃了对稳态的追求 | 持续不断地学习,强调学习与改进 | 持续不断地学习改进,是一种动态的系统属性 |

(二)韧性概念的定义

对于“韧性”概念的定义目前主要有四种代表性观点(见表 2)。从表 2 可以看出,虽然上述四种定义有所区别,但是就本质而言仍有共通之处:一是,认为系统应具有吸收自身及外部冲击的能力,同时,系统承受或者吸收外部冲击能力的强弱与韧性强度呈现出正相关关系;二是,系统在遭受冲击后不仅具有恢复原有状态的能力,同时还应具有借助学习能力而加以改进的能力,以达到一种新的平衡状态进而拥有更强的韧性量级,换言之,系统的韧性量级应通过学习能力而具备一种“螺旋式”上升的性质。

表 2 四种城市韧性定义的比较

| 韧性观点 | 提出人 | 韧性定义 |
|-------|------------------|---|
| 能力恢复说 | Timmer-man | 强调人类社会在受到外来冲击时复原或抵抗外来冲击的能力 |
| 扰动说 | Klein, Cashman | 认为系统吸收外界扰动的总量时仍能保持相同状态,强调受到扰动后的反应能力 |
| 系统说 | Folke | 认为系统在受到外界扰动后仍具有适应、学习和自我组织的能力,强调系统之间相互影响机制 |
| 提升能力说 | Adger, Carpenter | 强调系统在受到扰动后不仅要恢复扰动前的状态,还需要通过学习进一步提升应对能力 |

结合上述分析,一座城市在灾后是否能够恢复活力,主要取决于社会群体及管理组织如何有效的应对冲击并在承受冲击之后重建,同时通过学习能力进行经验总结以应对下一次的灾害冲击。因此,要使一座城市在应对冲击时具备良好的韧性,首先,应具备一定的张力与弹性,不至于毁灭性崩溃;其次,在受到冲击时,短期内应强调的是恢复能力,保证城市基本功能的快速恢复,这将决定城市在灾害中受损程度的大小,城市基本功能恢复的越迅速,则受到的损失越小;而在长期,则应注重学习和改进能力,该能力越强,则可以越有效地对冲击中暴露的不足进行改进以提高韧性量级,同时可以增强对下一次冲击的抵抗能力,提高其恢复能力,避免或减少损失。因此,笔者认为韧性城市的核心能力在于应对冲击时自身的恢复能力及冲击之后的学习改进能力。

三、中国城市韧性水平测度

基于上述对城市韧性定义的分析,本文从基础设施、经济、组织及社区韧性四个维度,对每个维度以恢复和学习两种能力为划分标准构建指标体系,试图较为全面地反映中国城市韧性水平。

(一) 指标体系的构建

从“恢复”层面来划分:基础设施韧性主要从基础设施的冗余度,及关键基础设施在灾后是否可以持续使用两个方面衡量,冗余度是指基础设施抗干扰的能力,以及在灾后是否拥有后备资源以供救灾使用;关键设施则是指灾后城市赖以生存的关键资源,如电力、交通及医疗等,强调恢复成本。因此该维度选取的指标主要包括有:每万人公交车拥有量、每万人空床数、移动电话信号覆盖率等。经济韧性作为城市灾后恢复速度与质量的主要因素,主要聚焦于经济发展的稳定性,指标包括经济粗放度、通货膨胀率、泰尔指数及就业率等。社区韧性作为减少灾害损失的有效机制,恢复层面的测度指标主要从教育、社区服务和管理、人力资本三个方面来考察。教育程度直接影响居民素质、信息获取及解决问题的能力;社区服务和管理水平则反映社区居民对社区的满意程度,以及社区组织之间工作协调性和有效性;人力资本代表人类对灾害的承受和抵抗能力,该能力越强越有利于灾后的恢复建设。该维度选取的指标包括社区服务机构覆盖率、刑事案件立案数、男女人口比例等。组织层面的“恢复”韧性主要从组织力和反应力两个方面衡量,指标选取包括有社会捐赠款物、医疗救助人次及社会保障覆盖率等。

从“学习”层面划分:基础设施“学习”韧性用来反应基础设施的建设和改进情况,指标主要包括基础设施建设投资增长比例及基础设施研究项目个数等;经济“学习”韧性反应经济发展的健康程度,指标包括居民储蓄增加弹性、第三产业占比及人均 GDP 等;组织“学习”韧性用来反应组织在灾后总结经验改进学习的能力,指标包括过去发生灾害次数、救灾机构数等;社区“学习”韧性用来衡量城市灾后成长的能力,指标包括教育经费占 GDP 比重、社区服务机构数及每十万人在校学生数等,具体见表 3。

(二) 测度方法选择

以上述指标构建测度体系后,本文采用熵值法确定指标权重。在信息论中,熵是对不确定性的一种度量。依据熵的特性,通过熵值来判断系统的无序程度,某个指标的离散程度越大,则该指标对于综合评价的影响越大;反之离散程度越小,则对综合评价的影响越小,熵值越小。

表 3 中国城市韧性水平评价指标体系

| 目标层 | 准则层 1 | 准则层 2 | 指标层 | 指标属性 | | | | |
|----------|------------|----------|------------|-------------|------------------|----------------|--------------|----|
| 中国城市韧性水平 | “恢复”城市韧性 | 基础设施 | 每万人公交车数(辆) | 正向 | | | | |
| | | | 每万人空床书(张) | 正向 | | | | |
| | | | 网络覆盖率(%) | 正向 | | | | |
| | | 经济韧性 | 经济韧性 | 人均道路面积(平方米) | 正向 | | | |
| | | | | 经济粗放度(%) | 负向 | | | |
| | | | | 通货膨胀率(%) | 负向 | | | |
| | | | | 泰尔指数(%) | 负向 | | | |
| | | | | 就业率(%) | 正向 | | | |
| | | | | 社区韧性 | 社区韧性 | 社区服务机构覆盖率(%) | 正向 | |
| | | “学习”城市韧性 | 基础设施 | 基础设施 | 男女人口比(%) | 正向 | | |
| | | | | | 刑事案件立案数(件) | 负向 | | |
| | | | | | 组织韧性 | 组织韧性 | 社会捐赠款物(元) | 正向 |
| | 医疗救助人次(名) | | | | 正向 | | | |
| | 社会保障覆盖率(%) | | | | 正向 | | | |
| | 基础设施 | | | | 基础设施 | 基础设施投资额增长比例(%) | 正向 | |
| | 经济韧性 | | 经济韧性 | 经济韧性 | 基础设施研究项目数(件) | 正向 | | |
| | | | | | 居民储蓄增加弹性(%) | 正向 | | |
| | | | | | 第三产业占比(%) | 正向 | | |
| | | | | | 社区韧性 | 社区韧性 | 人均 GDP(元) | 正向 |
| | | | | | 教育经费占 GDP 的比例(%) | 正向 | | |
| | | | | | 组织韧性 | 组织韧性 | 每十万人在校学生数(名) | 正向 |
| | 社区韧性 | 社区韧性 | 社区韧性 | 社区服务机构数(个) | 正向 | | | |
| | | | | 过去发生灾害数(次) | 负向 | | | |
| | 组织韧性 | 组织韧性 | 组织韧性 | 救灾机构数(个) | 正向 | | | |

1. 构建原始矩阵。有 m 个年份, n 个项指标, 建立 m 行 n 列的矩阵。设矩阵中任意数据为 x_{ij} , 表示年份 i 指标 j 的实际值。

2. 数据标准化:

正向指:

$$y_{ij} = [x_{ij} - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})] / [\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}) - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})] * 100 \quad (1)$$

复向指:

$$y_{ij} = [x_{\max}(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}) - x_{ij}] / [x_{\max}(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}) - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})] * 100 \quad (2)$$

3. 计算指标 j 的熵值 e_j :

$$e_j = -k * \sum_{i=1}^m [p_{ij} * \ln(p_{ij})]$$

$$k = 1/\ln m, p_{ij} = y_{ij} / \sum_{i=1}^m y_{ij}$$

4. 计算指标 j 的权重 w_j :

$$w_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^n (1 - e_j)$$

5. 测度城市韧性水平 u_i :

$$u_i = \sum_{j=1}^n y_{ij} * w_j$$

(三)测度结果

依据上述测度方法,对中国 2005—2015 年间“恢复”及“学习”改进能力两个准则层共 23 个指标进行计算,各指标数据来源于《中国统计年鉴》及国家数据统计官网。测度出中国城市韧性整体水平及“恢复”和“学习”层面的得分(见表 4)。

表 4 2005—2015 年中国城市韧性水平总得分、“恢复”和“学习”城市韧性得分

| 年份 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 城市韧性水平 | 0.700 | 0.702 | 0.704 | 0.700 | 0.698 | 0.683 | 0.672 | 0.685 | 0.694 | 0.697 | 0.699 |
| “恢复”城市韧性 | 0.745 | 0.741 | 0.752 | 0.755 | 0.757 | 0.762 | 0.768 | 0.774 | 0.779 | 0.801 | 0.800 |
| “学习”城市韧性 | 0.651 | 0.647 | 0.648 | 0.633 | 0.637 | 0.631 | 0.629 | 0.632 | 0.633 | 0.640 | 0.644 |

通过观察上表可以发现,2005—2015 年间,中国城市韧性水平整体不高,2011 年之前,城市韧性水平呈现下降趋势,之后呈现缓慢上升趋势。“恢复”层面的城市韧性水平总体呈现上升趋势但不明显;“学习”层面城市韧性水平整体水平较低,呈缓慢下降趋势。

四、中国城市韧性演变规律分析

(一)中国城市韧性演变规律的逻辑分析

从“恢复”和“学习”两个层面的建设来分析城市韧性,如果二者可以协调进行,城市韧性水平就比较高;反之城市韧性水平则较低。然而在目前,中国的城市韧性建设中出现了二者背离的现象。这主要是由于一方面现代科技的进步使救援能力有所提高,灾中维持所需功能的能力和灾后功能复原的能力不断加强,缩短了灾后恢复时间,减少了受灾损失。同时,从城市管理者的意识理念上看,还停留在工程韧性或生态韧性层面,灾后主要以回到灾前原有状态为主,灾后重建主要侧重于恢复层面。因此,“恢复”韧性具有较高的水平。而另一方面,居民的灾害认识不足,城市管理部门对灾害经验的总结学习能力不强,灾害经验不能及时转入到实际建设中去等问题切实存在,导致“学习”层面的城市韧性水平较低。二者之间的这种背离关系导致了城市韧性整体水平较低。

中国“学习”层面的城市韧性水平较低的原因主要存在于 3 个方面:(1)在快速城镇化的冲击下,城镇面积迅速扩张,对于基础设施的基本需求尚且不能完全满足,缺乏“学习”改进的物质基础;(2)城市管理者过度追求经济发展速度,灾后主要关注于城市功能的快速恢复,尽快实现城市的运转以谋求经济发展。而对于投入大、周期长,需要通过不断学习从而改进的城市韧性建设方面有所忽视;(3)在社区组织层面,居民的灾害意识淡薄,防灾减灾教育开展不足,同时,社区基层组织之间协调能力较弱,工作缺乏效率。

由表 4 可知,在 2011 年后,中国“学习”城市韧性已呈现出上升的趋势,这种趋势主要来源于城市发展的内在要求。由于城市发展具有阶段性,在我国城市发展初期,基础设施建设的速度落后于人口和产业的聚集速度,“硬件”供给不足,缺乏学习和改进的物质基础;居民对于灾害缺乏科学系统的认知,防范和应急意识薄弱;组织部门对于灾害经验总结不足,灾后以恢复为主而忽略了“学习”层面的城市韧性发展,导致“恢复”与“学习”层面的城市韧性建设的背离程度不断提高,整体韧性水平偏低。目前,我国城市化率已经达到 57%并以每年 1%的速度增加,预计在 2020 年将达到 60%,表明我国已经进入到城市发展中后期,城市发展日趋成熟,各项基础逐步完善;随着教育水平的提高和对灾害宣传力度的加强,居民素质不断提高并且对于灾害的认知不断加

深,从个体角度对“学习”层面的城市韧性建设提供了客观基础。另一方面,政府等管理组织对灾害的重视程度不断提升,通过对灾害经验的不断总结与学习,出台一系列应对灾害的制度条例,逐渐建立起以减少灾害风险与有效应对灾害的组织制度,同时还在这个过程中不断学习改进,使得“学习”和“恢复”层面的城市韧性建设之间的距离不断缩小。因此,自 2011 年后,中国“学习”层面的城市韧性建设呈现出上升的趋势。换言之,正是中国各项基础设施的不断完善以及个体及组织之间的意识形态的改变加速了“学习”层面城市韧性的建设。

(二)耦合分析

通过上述理论分析可知,城市韧性的“恢复”和“学习”两个层面同步推进时,城市韧性水平才能实现真正意义上的提高。因此,本文通过计算中国城市韧性中“恢复”和“学习”两个层面的耦合协调性来具体探究二者对于城市韧性水平的影响。

1. 耦合度函数

借用物理学中的耦合概念及耦合系数模型,在修正之后得到计算“恢复”和“学习”层面城市韧性水平的耦合度模型公式:

$$c = [(u_1 * u_2) / \prod (u_1 + u_2)]^{1/2}$$

c 为两个系统之间的耦合性, u_1 和 u_2 分别为“恢复”和“学习”层面的得分,其中 $c \in (0, 1)$, c 值越大,则说明二者之间的耦合度越大,反之越小。

2. 耦合协调模型

考虑到单一耦合度指标在一定情况下可能失真,例如在 U_1 和 U_2 都很小的情况下,耦合度 C 依然较高,这种低水平下的高耦合值不能真正反映出两者的协同效应。因此,构建“恢复”和“学习”城市韧性水平的耦合协调度模型。

$$D = (C * T)^{1/2} \quad T = dU_1 + eU_2$$

其中, D 是“恢复”和“学习”层面之间的耦合协调度, C 为耦合度, T 为二者之间的综合协调指数,反映二者之间整体协同效应或贡献; d 、 e 为待定系数。

3. 结果分析

通过上述模型对“恢复”和“学习”层面的城市韧性进行耦合协调分析,得出二者之间的耦合关系(见表 5)。

表 5 2005—2015 年中国城市韧性“恢复”和“学习”层面的耦合协调关系

| 年份 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C | 0.497 | 0.486 | 0.489 | 0.482 | 0.481 | 0.478 | 0.483 | 0.487 | 0.489 | 0.491 | 0.493 |
| D | 0.501 | 0.499 | 0.492 | 0.490 | 0.498 | 0.507 | 0.510 | 0.513 | 0.514 | 0.516 | 0.511 |

观察表 5,可以发现耦合度及耦合协调度较低。这反映出中国韧性城市的建设中“恢复”和“学习”两个层面的背离程度较高;同时二者之间较低的协调度也导致了城市韧性水平整体较低。

五、提升路径

通过分析可以得出以下结论:在 2005—2015 年间,中国城市韧性水平整体不高,整体趋势呈现 U 型结构。其原因在于,2011 年以前中国对于灾后的建设主要以恢复原有状态为主,而忽视了对于学习层面的城市韧性的建设,导致二者之间逐渐背离。但是,随着中国城市化进程逐渐步入到中后期阶段,各项基础设施逐渐完善,教育的普及程度和灾害宣传力度度的提升和加强,使居民对于灾害的认识不断深入,预防及灾中应急意识不断提高。同时,城市管理者应对灾害的意识形态逐渐由“恢复”向“学习改进”进行转变,使得软硬件

的“供给”问题已经不再是制约学习和改进能力的主要因素,“恢复”和“学习”层面的城市韧性建设之间的背离程度在2011年之后呈现缩小的趋势。因此,中国城市韧性水平呈现出U型变化。要想进一步提升中国城市韧性水平,必须要在加强“恢复”层面的城市韧性建设的同时,更加注重“学习”层面的城市韧性建设。

结合中国目前城市发展的实际情况,加快“学习”层面的城市韧性建设应从以下几个方面着手。

首先,打破各项基础设施的固有模式。灾害来临时,原有的各项基础设施往往会暴露出各种无法预测的缺陷,不能有效发挥其抵御和应急作用。因此,灾后重建的过程中,不能简单地以恢复原有状态为目的,而是要结合灾中实际暴露出的问题对现有基础设施加以改进。

其次,提升居民的灾害认知。城镇居民作为城市应对灾害的主体,城镇居民文化程度的高低、对灾害认识程度的深浅,不仅直接影响到城市灾中的受损程度,还关系到灾后重建和后期改进是否能够顺利进行。从社区层面应加强宣传力度、增加演练活动,鼓励社区居民参与其中,掌握和提高应急能力。同时,教育程度作为沟通和解决问题主要影响因素,要不断提高教育的普及率以及改善教育的公平性问题。还要相继完善社区服务体系,提高居民的对所在社区的认可程度。

再次,保证经济发展的质量和协调性。经济发展水平作为影响灾后恢复速度和质量的主要因素,要注重产业发展的多样性,单一的产业结构会造成城市发展较强的依赖性,灾后可能导致城市的产业衰败。因此在城市发展过程中,应结合城市的实际情况发展新的产业以确保产业的多样性。同时,还要在经济发展的过程中保障资源分配的公平性,不公平的资源分配会导致灾前的弱势群体在灾后更加弱势,不利于城市韧性的整体建设。因此,要完善和改进社会保障体系,确保弱势群体的利益。

最后,提高城市组织管理的水平。过于“僵化”的城市管理会间接降低城市的韧性水平,进而影响到灾前、灾中及灾后的预防、应急和重建能力。因此,城市管理组织要尽快转变灾害的应对思维,建立正确的灾害理念。灾前制定完善的应急预案,提升防灾能力;灾中要提高各部门之间的协调运作效率,减少受灾损失;灾后注重经验积累,通过学习改进不足,并将所学知识切实应用到实际的灾后建设中去,努力打造韧性城市。

参考文献:

- [1]GODSCHALK D R. Urban hazard mitigation;creating resilientCities[J]. Natural Hazards Review,2003(3):136-143.
- [2]CAMPANELLA T J. Urban resilience and the recovery of New Orleans[J]. Journal of the American Planning Association, 2006(2):141-146.
- [3]JHA A K,MINER T W,STANTON-GEDDES Z. Building urban resilience;principles,tools,and practice [M]. World Bank Publications,2013.
- [4]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(2):48-54.
- [5]Resilience Alliance. A research prospectus for urban resilience: A resilience alliance initiative for transitioning Urban systems towards sustainable futures[EB/OL]. [2017-09-12]. http://www.resalliance.org/files/1172764197_urbanresilienceresearchprospectusv7feb07.pdf.
- [6]戴维·R·戈德沙尔克.城市减灾:创建韧性城市[J].国际城市规划,2015(2):22-29.
- [7]廖桂贤,林贺佳.城市韧性承洪理论—另一种规划实践的基础[J].国际城市规划,2015(2):36-47.
- [8]杨雅婷.抗震防灾视角下城市韧性社区评价体系及优化策略研究[D].北京:北京工业大学,2015.
- [9]周利敏.韧性城市:风险治理及指标建构——兼论国际案例[J].北京行政学院学报 2016(2):13-20.
- [10]HOLLING C S. Engineering resilience versus ecological resilience[M]. National Academies Press,1996.
- [11]BERKES F,FOLKE C. Linking social and ecological systems for resilience and sustainability[M]. Linking Social and Ecological Systems; Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. Cambridge; Cambridge University Press,1998:13-20.
- [12]HOLLING C S,GUNDERSON L H. Resilience and adaptive cycles[M]. Panarchy: understanding transformations in human and natural systems. Island Press,2001:25-62.