

杨丽娇, 蒋新宇, 张继权. 自然灾害情景下社区韧性研究评述[J]. 灾害学, 2019, 34(4): 159–164. [YANG Lijiao, JIANG Xinyu and ZHANG Jiquan. A review on community resilience to natural disaster [J]. Journal of Catastrophology, 2019, 34(4): 159–164. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2019.04.027.]

自然灾害情景下社区韧性研究评述^{*}

杨丽娇¹, 蒋新宇¹, 张继权²

(1. 武汉理工大学 管理学院, 湖北 武汉 430070; 2. 东北师范大学 环境学院, 吉林 长春 130024)

摘要: 韧性社区代表了未来城乡建设发展的新方向, 也是“风险社会”下“与灾共生”理念的具体实践。社区韧性的研究受到灾害学、社会学、地理学、城市规划学、管理学及工程学等多学科的关注。该文在查阅国内外研究文献的基础上, 从灾害学视角对自然灾害情景下的社区韧性进行评述, 梳理社区韧性的概念, 介绍社区韧性相关概念模型, 提出以衡量社区功能水平为核心的社区韧性动态模型。研究可为不同学科的社区韧性研究者提供参考, 也可为社区规划建设者提供实践建议。

关键词: 自然灾害; 韧性概念; 社区韧性; 韧性动态模型

中图分类号: X43; X915. 5; Tu986 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2019)04-0159-06

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2019.04.027

社区韧性是当前学术界的研究热点之一。一方面, 建设韧性社区是我国城市未来发展的新方向; 另一方面, 社区韧性符合“风险社会”下“与灾共生”的时代需求。目前, 国内外学者对社区韧性已开展相应研究, 尤其是在韧性理论探讨及概念化模型应用方面具有一定研究基础。然而, 由于学科背景差异, 学者们对韧性概念解读仍有一定程度差异, 由此导致韧性衡量、应用等关键问题仍处于深度探讨阶段。本文通过阅读国内外韧性研究论文, 梳理著名学者的韧性观点, 探讨社区韧性相关模型, 分析灾害学背景下社区韧性的本质, 提出体现动态变化特点的韧性衡量模型, 对社区韧性研究和实践具有重要意义。

韧, 柔而固也。中文的韧性主要指物体柔软坚实、不易破裂的性质。受外力作用时, 虽有变形却不易折断。英文的研究中, 韧性对应于 resilience 这一词汇。Resilience 的原意为“弹回”、“回复原状”。其内涵包括两方面: ①系统吸收扰动的影响并继续维持功能的缓冲能力^[1]; ②系统受到扰动后恢复到平衡状态的回复能力^[2-3]。尽管一些研究以抗逆力(resistance)、弹性(bounce back)、回弹(rebound)或恢复力(recovery)对应 resilience^[4-7], 但究其内涵, 韧性一词则更符合社会经济系统对自然灾害的反应关系^[8]。从灾害系统理论出发^[9], 韧性是承灾体在孕灾环境下对致灾因

子造成结果的抵抗、吸收以及从这种结果中恢复的能力。从灾害风险理论出发^[10], 韧性从相反的方向赋予具有时间尺度的脆弱性, 即, 在危险性作用于暴露性的过程中, 脆弱性表征形成灾害风险的概念, 而韧性则表征了抵抗与逐渐减少灾害风险的概念。因此, 韧性的研究在灾害学领域经常与承灾体、脆弱性及恢复力的概念交织在一起。从1990-2000年的国际减灾10年(IDNDR)重点关注风险评估(risk assessment)到2005年兵庫框架《Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters》强调的构建韧性, 再到2015年仙台框架《Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030》强调的减轻灾害风险(Disaster Risk Reduction), 灾害研究沿着一条“认识风险、了解脆弱性”、“构建韧性”, “再次认识风险”到“进一步构建韧性”的循环演进趋势发展。

关于韧性的研究, 在自然灾害工程学领域比较早期的代表性学者是 Bruneau 等^[11]。他从减少地震灾害损失角度提出了著名的4R理论, 认为考察韧性应从4个维度入手, 即稳健性(robustness)、冗余性(redundancy)、资源性(resourcefulness)及快速性(rapidity)。其中稳健性是指系统具有避免遭受直接损失或间接损失的能力。这种能力强调系统在遭受较小打击的情况下能够不受外界干扰而

* 收稿日期: 2019-03-21 修回日期: 2019-06-03

基金项目: 国家自然科学基金(41807504; 41907393); 中央高校基本科研业务费专项资金资助(2019YB002, 2019YI032)

第一作者简介: 杨丽娇(1984-), 女, 吉林榆树人, 博士, 副教授, 主要研究方向为自然灾害经济损失评估、灾害社会学。

E-mail: yanglj976@163.com

通讯作者: 蒋新宇(1985-), 男, 四川合川人, 博士, 副教授, 主要研究方向为综合自然灾害风险评估与管理、灾害信息学。

E-mail: jxy119@163.com

正常运作;富余性是指系统在遭受打击的情况下,通过改变或替换基本元素达到满足其基本功能的能力。这种能力可以通过事前准备、事中有有效应对加以提高。资源性是指系统的多元素或多单元都发生故障时,能够通过识别问题、建立优先、调动多方面资源的方式达到整体最优原则。快速性是指系统能快速满足优先原则并能够以较快的方式达到总体最优目标,吸收当前已产生的损失量、避免受到进一步扰动。与此同时,Bruneau等提出建立一个韧性系统应考虑三方面:①降低或减少系统遭受打击的概率;②如果系统无法避免遭受打击,降低系统被打击时受到的影响;③系统遭受打击后进入恢复状态,提高恢复效率、缩短恢复时间。

纵观当前国际上与自然灾害相关的热点研究,如全球气候变化(global climate change),自然灾害风险不确定性(disaster risk uncertainty),综合灾害风险管理(integrated disaster risk management)研究中,一致提出以社区尺度作为防灾减灾的着眼点与落脚点。社区韧性的研究对于自然灾害情景下的防灾减灾工作尤为重要。本文第二部分详细梳理社区韧性的概念。第三部分介绍社区韧性相关模型,包括Norris的压力抵抗与韧性模型^[12]、Cutter的实地灾害韧性模型^[13]及Okada的生命系统模型^[14]。第四部分提出以衡量社区功能水平为核心

的社区韧性动态模型。最后是论文的结论与展望。

1 社区韧性概念

社区指具有某些共同特征(社会规范、信仰、价值观、身份等)的人群,在一定的地域,互动影响,聚集形成的社会单位。社区的概念包含三个特性“互动性”、“共同性”与“地域性”^[15]。在灾害学的研究视角下,社区是区别于个人与社会的实体,是一种集合形式的承灾体,是作为衡量损失、采取防灾减灾措施的单元。社区韧性是韧性的概念应用于社区的产物。Brown从公共卫生的领域切入,分析了韧性这个概念对于社区的意义^[16]。Adger对比了生态学和社会学的韧性概念,并提出利用社区尺度承载社会韧性(social resilience)这一概念,自上而下地提出社区韧性^[1]。同时,Norris分析了个体与社区的关系,指出社区韧性的描述是由个体韧性向复杂关系网络的延伸,是社区中所有个体韧性的加总^[12]。但有韧性的个体集合并不能保证一个有韧性的社区^[17]。这种观点使韧性的研究由个体向集体转移^[18],自下而上地提出了社区韧性。由于社区韧性受到多学科的关注,现有文献对社区韧性的概念并未完全统一,不同学者对社区韧性的定义如表1所示。

表1 不同学者对社区韧性概念的定义

学者	年份	定义	重点
Brown ^[16]	1996	社区从不幸或持续生活压力中恢复、调整并从中学习的能力,是一种能随情形变化而变化的过程。	恢复、调整
Sonn ^[19]	1998	社区通过调解机构(学校、团体或家庭)和活动环境来减缓危机影响。	适应
Ganor ^[20]	2003	个体和社区处理长期持续压力的能力;找到潜在优势和资源以有效应对灾害的能力,具有适应性及灵活性。	抵抗、适应
Ahme ^[21]	2004	社区缓解灾害冲击并保障居民安全的物理、社会政治、文化和心理资源。	抵抗
Norris ^[12]	2008	社区韧性包括一系列适应能力以及有效促进灾害准备响应和维持社区可持续性的策略。	抵抗、适应
Cutter ^[22]	2010	社区面对灾害时的应对和恢复能力,以及使其具备该能力的内在条件。	抵抗、恢复、适应
Aldrich ^[23]	2012	社区在一定的区域内处理压力源并能通过相互合作来有效恢复日常生活节奏的集体能力。	抵抗、恢复
唐庆鹏 ^[24]	2015	社区在外部风险冲击和压力下保持基本结构和稳定功能并迅速恢复到原有状态,甚至从中改变实现进一步发展的能力。	抵抗、恢复、适应
张惠 ^[25]	2016	社区对于灾害事件或危机具有预防预警能力,在灾害事件发生时能够迅速应对和进行灾后恢复,以及能够从灾害事件应对过程中学习并产生适应性的能力。	抵抗、恢复、适应
王冰 ^[26]	2016	社区在压力下维持基本功能的能力,在灾难事件发生后迅速恢复的能力以及危机发生后社区自组织、自适应及自我恢复的过程。	抵抗、恢复、适应
梁宏飞 ^[27]	2017	社区面对经常性的灾害或在突发灾害后,能建立、维持或重获一个预期的功能范围,且这一功能的运作效果与灾害发生前相同或有所提升。	抵抗、恢复、适应
彭翀 ^[28]	2017	社区韧性是稳定能力、恢复能力和适应能力等一系列能力的集合,它既是一种成长过程,同时也是社区的发展目标。	抵抗、恢复、适应
李德智 ^[29]	2018	社区能够利用现有的资源及自组织能力抗击灾害影响的能力,具有鲁棒性、谋略性、及时性和冗余性。	抵抗、恢复
吴晓林 ^[30]	2018	社区链接内外资源、有效抵御灾害与风险,并从有害影响中恢复,保持可持续发展的能力。	抵抗、恢复

通过总结发现, 灾害社区韧性的定义描述主要集中在三个方面: 一是抵抗力 (resistance), 即社区吸收外界扰动的能力, 社区能够抵制外界干扰并进行调整以减轻干扰所带来的影响; 二是恢复力 (recovery), 关注从压力中恢复的速度和能力, 一个有韧性的社区比韧性较弱的社区能更快速地回到灾前水平; 三是适应性 (adaptive) 或创造力 (creativity) 是指社区因逆境而转变, 适应或发展出新的运作模式, 使其进入良性发展阶段的能力。适应性强调系统重新稳定或达到更好的状态 (build back better)。

2 社区韧性相关模型

通过梳理相关文献, 本文选取三个社区韧性的代表模型, 考察其核心思想及作用机理。包括 Norris 提出的压力抵抗与韧性模型 (Model of stress resistance and resilience)^[12]、Cutter 的实地灾害韧性模型 (Disaster resilience of place model)^[13] 及 Okada 提出的生命系统模型 (Vitae Systems Model)^[14]。其中, Norris 提出的社区韧性模型强调灾前社区具有的功能水平对灾害的抵抗能力, 而 Cutter 强调社区韧性的动态变化特点与社区的应对过程。Okada 则提出考察社区韧性应该先考察其基本功能, 通过定义社区应该具有“生命、活力、共存”三个维度的基本功能, 考察其韧性水平。强调普通规模的灾害事件对于社区来讲, 不是一种冲击, 而是提高社区韧性的一次契机。

2.1 压力抵抗与韧性模型 (Model of stress resistance and resilience)

图 1 是 Norris 提出的压力抵抗与韧性模型^[12]。该模型认为社区危机的产生是外部压力与社区内部资源共同作用的结果。当社区面对外部压力时, 如果灾前准备阶段的资源具有稳健性、富余性及快速性, 则能够缓冲或抵消灾害的直接影响而不发生功能障碍, 社区具备抵抗性, 适应灾前的环境。但是, 如果社区面对的压力较为严重或持久, 或社区自身的资源系统较为薄弱, 则会陷入短暂的功能障碍。此时, 如果社区具有韧性, 则适应新环境, 如果社区是脆弱的, 则进入永久性功能障碍。Norris 强调韧性与脆弱性是相反的概念, 是一种抵抗压力、适应新环境的能力。

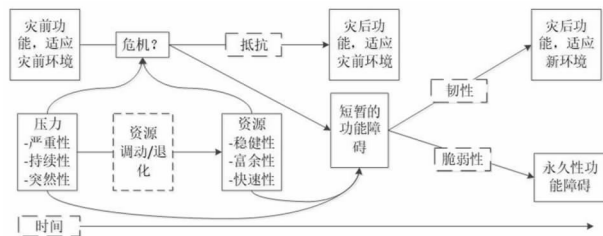


图1 压力抵抗与韧性模型^[12]

2.2 实地灾害韧性模型 (Disaster resilience of place model)

图 2 是 Cutter 提出的实地灾害韧性模型^[13]。此模型认为社区的固有韧性是自然系统、社会系统与建筑环境相互作用的结果, 是灾前的先决条件。这些固有韧性与灾害事件特征 (频率, 持续时间, 强度) 相互作用产生即时效应。进一步, 与应急响应相互作用, 产生灾害或灾害影响。如果社区实施有效的应对措施, 灾害事件的影响减弱, 社区能够吸收扰动并适应, 能够快速恢复。反之, 如果灾害影响超过吸收能力, 适应性过程没有发生, 则导致较低程度的恢复。而从恢复过程中学习的潜在知识又会影响社会、自然及建筑环境系统的状态, 即转化为下一次灾害事件冲击社区时的基础储备, 形成一个循环过程, 构成实地灾害韧性模型。此模型强调系统的固有韧性与灾害事件的作用过程。相比于 Norris 的模型, 此模型补充了系统可以通过适应性过程, 恢复到更高级别的能力, 强调系统的动态恢复过程。

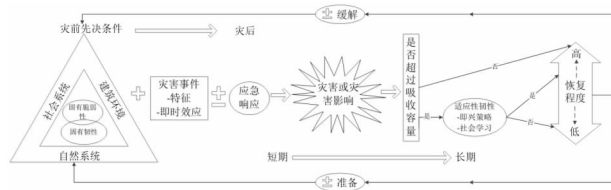


图2 实地灾害韧性模型^[13]

2.3 生命系统模型 (Vitae Systems Model)

图 3 是 Okada 提出的生命系统模型^[14]。模型的核心观点是: 任何区域、城市或社区都可以看作一个生命体, 包括生命 (Survivability)、活力 (Vitality) 及共存 (Conviviality) 三个基本功能。生命、活力及共存构成了生命体系三角形的三个顶点。“生命”指的是活下来, 是面对自然灾害时, 能够克服困难, 在逆境中生存。“活力”指的是在面临灾害时, 能够积极、轻松的生活。“共存”指的是社区与外界资源相互交流或合作, 获取共存的力量, 达到灾后共同生存的目的。

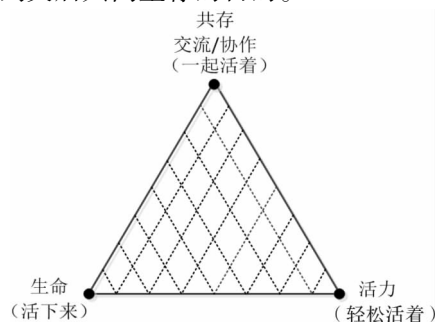


图3 生命系统模型^[14]

面对自然灾害时, 从生命系统角度, 可将社区视为一个有机生命体。无论在社区建立初期的社区规划, 还是建立后居民的防灾演练或者脆弱群体的特殊避难等社区活动, 都考虑满足社区居

民“生命、活力、共存”的三个基本需求。也就是社区作为一个整体面对外部灾害冲击时,应该具备的三个基本功能。“生命”功能强调社区在建设过程中,注重社区的固有安全性,如提高建筑抗震等级或建设远离洪涝等致灾因子的安全社区。“活力”功能要求社区在应对灾害时具有充足的应急资源,帮助社区居民尤其是儿童、孕妇、老年人及残疾人等脆弱性的群体能够轻松地面对灾害事件。“共存”强调灾后社区与外界交流和沟通的能力,通过与外界进行资源或信息共享,获取外界医疗、资金支持等援助,建立共同生存机制。同时,Okada通过类比生命体的“交感神经”与“副交感神经”交替作用解释了社区在受灾时和平常期的关系,认为灾害也是社区生活的一部分。与前两个模型相比,生命系统模型更侧重于灾害与社区功能之间关系的解读。

3 社区韧性的动态衡量模型

通过对社区韧性概念的梳理,不难发现,自然灾害情景下社区韧性概念强调社区对自然灾害的抵抗力、恢复力及适应力。相关模型对社区抵抗力的持续性,恢复的动态性、适应性以及社区功能做了详尽的阐释,尽管如此,社区韧性的具体衡量模型仍较缺乏。

本文基于前述研究,将社区功能水平作为韧性衡量的出发点,通过考察社区功能的时间变化,构建衡量社区韧性的动态韧性曲线模型(图4)。图中,横轴表示社区应对灾害全过程的时间 t ,纵轴表示社区的功能水平 P 。在一个给定的静态时间点,社区实际或潜在的功能水平可通过测量与之相关的要素来确定。随着灾害的冲击及时间的推移,社区功能水平发生改变,社区韧性曲线随之呈现波动。这种波动在时间上被划分为灾前准备、灾中响应以及灾后恢复三个阶段。模型的具体解释如下。

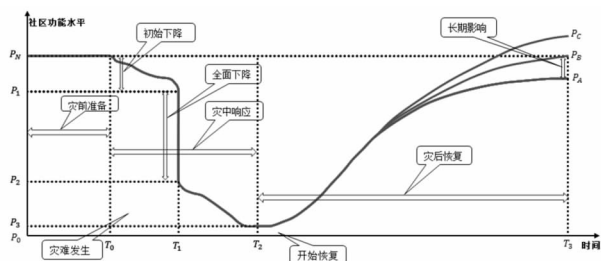


图4 社区功能变化时间路径

3.1 社区功能水平

相比于多数研究对影响社区韧性因素的探讨,本文更着眼于社区受到扰动后功能保持以及功能恢复的过程,以社区功能的动态变化表征社区韧性。因此,定义与衡量社区功能水平为本模型建立的关键。类比于企业的功能是提供产品,社区的主要功能则是为社区居民提供居住生活服务。

企业的生产函数 $Q=f(L, K)$, Q 表示产量, L 代表劳动力, K 代表资本。在一定时期内,一定技术水平条件下,企业的生产能力由劳动力及资本投入决定。同理,社区的功能水平由相应的投入决定,包括基础设施状况(水、电、煤气、燃气、通讯设施)、社区车位状态、道路系统状态及社区资金预留状况等。因此,社区功能水平(P)可函数表示为:

$$P=f(R, I)=f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)。(1)$$

影响社区功能水平(P)的基本要素可简单分解为:居民(R)、基础设施(I)。 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ 表示影响社区功能水平的关键变量。其中 R 包括居民数量、居民教育水平等; I 包括:水电煤通讯网络、居民房屋建筑、出行道路、医疗机构、防灾减灾设备等。此外,社区的减灾宣传、防灾教育培训、社区居民的风险意识及内部协作关系、社区人口结构等固有特性也会影响社区功能水平,可以看成类似于生产函数中的技术因素,在一定条件下是固定的。函数关系 f 则需要结合数学的函数性质和统计学的经验分析,进行实地调查后构建。

3.2 社区韧性曲线

韧性曲线表达了社区韧性的机理与内涵。如图4所示,假设社区在正常情况下,即突发事件发生之前,社区功能运行水平为 P_N 。在 T_0 时刻,社区遭遇自然灾害,根据社区吸收扰动量的不同,灾害对社区造成的影响分为两种情景。

第一种情景是社区在 T_0 时刻遭受自然灾害,如暴雨洪涝,但社区自身具有良好的排水系统,充足的应急物质、人员等,足以应对灾害影响。正如实地灾害韧性模型中提到的“灾害影响没有超过吸收容量”及压力抵抗与韧性模型中的“能够抵抗危机”,社区韧性在短暂轻微下降后($P_N \rightarrow P_1$),依靠自身吸收与维持功能的能力,立刻快速(T_1 与 T_0 差值较小)恢复到正常水平 P_B ,完全达到了生命体系模型中的生存标准。这一情景的存在主要取决于社区灾前准备水平,即灾前准备资源。但由于一些原因,具有充足灾前准备的社区较为少见,更多社区倾向于灾时应急响应与灾后救援,即出现以下第二种情景。

第二种情景是社区在 T_0 时刻遭遇自然灾害后,基础设施遭到破坏,甚至出现人员伤亡等,即社区不足以完全吸收灾害对其造成的影响。在短期内,社区运作的各种资源是固定的。固定的资源通常是指社区的基础设施、医疗救援、社会连接网络等,这些固定资源在短时间内很难有量变或质变。因此,社区功能水平从 P_N 下降到 P_1 ,也即社区功能水平的初始下降过程,该阶段社区韧性主要表现为居民利用现有资源减轻灾害影响,达到“活下来”的目的。一段时间后,社区灾前的备用设施和应急物资耗尽,社区功能水平急速下降,下降到 P_2 。此后,如外部援助不及时,恢复社区功能的人力、物力等要素仍缺乏,社区功能水平

再次下滑, 甚至跌落到低谷 P_3 。需要指出的是, 在一些大型灾害事件中, 社区功能水平的下降速度可能因“巨灾”作用, 直接瘫痪。此种情况下社区的所有准备措施可能完全失效, 社区功能水平曲线表现为全面陡峭的下降趋势。这种情况反映在图上即为, $T_0 \sim T_2$ 的时间无限接近, 即社区尚未对灾害做出反应, 便被彻底摧毁。此后, 外部组织和机构开始提供援助(即图 4 中灾后恢复), 社区功能水平从 T_2 开始缓慢恢复。

随着时间推移, 社区恢复能力不同, 社区的最终功能水平出现三种情形(类似与 Norris 提到的两种结果): 一是由于某种永久性的不利因素(社区居民流失等)而导致社区功能永久低于原来水平, 最终为 P_A ; 二是事件影响并不深刻而使其恢复到原来水平, 如 P_B ; 最后一种是社区突破原有局限, 从逆境中探索出一种适合社区发展的模式, 使其功能高于原始水平, 如 P_C 。在多数情况下, 仅仅恢复到灾前的水平并不足够, 特别是对于现有的韧性水平较低的社区, 往往需要恢复到更高一级, 这样才能在下次灾害来临时更好的生存。

3.3 社区韧性衡量

社区韧性可以理解社区在面对灾害时, 并没有下降到最大损失值 P_0 , 而是一个随时间变化的功能水平曲线。以上文所说的第二种情况 P_B 为例, 假设社区功能的时间曲线可用函数 $P(t)$ 表示, 则社区的功能水平下降最严重的情况为 $P(t) \rightarrow P_0$ 即社区功能完全丧失。那么, 在某一时刻 t_0 , 社区避免的功能损失表示为: $P(t_0) - P_0$ 。显然, 避免的功能损失值是社区韧性的作用结果。我们可以将某一时刻 t_0 的静态社区韧性 $CR(t_0)$ 定义为社区避免的功能损失与最大功能损失的比值, 即:

$$CR(t_0) = ((P(t_0) - P_0) / (P_N - P_0)) \quad (2)$$

因此, 总的社区韧性即为 $T_0 \sim T_3$ 时刻函数曲线 $P(t)$ 下方的面积(图 5 中的阴影部分), 可用公式(3)表示:

$$CR_{\text{总}} = \int_{T_0}^{T_3} CR(t) dt = \int_{T_0}^{T_3} \frac{(P(t) - P_0)}{(P_N - P_0)} dt \quad (3)$$

将社区韧性通过社区功能变化曲线定义后, 很多经济学、统计学及工程上的方法都可以被采用, 如计算初始损失概率的脆弱性曲线方法、Logit 模型; 计算恢复过程的生存分析、时间序列分析; 强调损失恢复逻辑关系的贝叶斯推理以及构建风险曲线的超越概率方法等等^[31-34]。

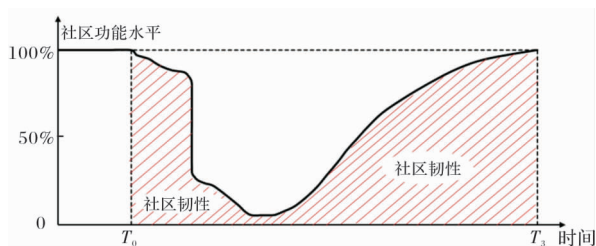


图 5 社区韧性的衡量

4 结论与展望

本文在查阅国内外研究文献的基础上, 从灾害学视角对社区韧性展开评述, 梳理社区韧性概念, 介绍社区韧性相关概念模型, 提出社区韧性动态模型。本文主要观点和结论总结如下:

(1) 社区韧性基本内涵包括两方面: ①系统吸收扰动的影响并继续维持功能的缓冲能力; ②系统受到扰动后恢复到平衡状态的回复能力。

(2) Bruneau 等的 4R 理论是对韧性理念的重要剖析, 其基于地震工学背景下提出的韧性系统构建理念, 落实于韧性社区建设应考虑三个方面, 即①避免社区遭受打击, ②如避免不了遭受打击则减少损失, ③为了减轻损失, 启动快速恢复、缩短恢复时间。该理念对于社区在不同时期制定切实可行的防灾减灾政策, 具有重要的指导意义。

(3) Norris 的压力抵抗与韧性模型、Cutter 的实地灾害韧性模型及 Okada 的生命系统模型是三个具有代表性的韧性理念模型。Norris 提出的社区韧性模型强调灾前社区具有的功能水平对灾害的抵抗能力; Cutter 强调社区韧性的动态变化特点与社区的应对过程; Okada 强调社区的功能水平是构建韧性社区的基础。

(4) 以衡量社区功能水平为出发点, 本文提出了社区动态韧性曲线模型。模型一方面反映社区在遭受灾害打击时功能水平的下降情况, 即纵坐标的下降; 另一方面, 反映灾后社区的恢复过程, 即横坐标的延伸; 同时, 整合曲线与坐标轴围成的面积, 即反映社区的韧性水平; 进一步, 韧性曲线之上围合的面积, 即社区功能水平的损失量, 也即自然灾害影响下社区的功能损失。因此, 模型将概念性的社区韧性衡量落实到具体化的社区功能水平衡量, 通过确定社区功能水平的影响因素及其时间变化特征, 可有效衡量社区韧性, 对韧性社区的研究与实践具有积极意义。

参考文献:

- [1] Adger W N. 2000. Social and ecological resilience: are they related [J]. Progress in Human Geography, 24(3): 347-364.
- [2] Holling C S. Resilience and stability of ecological systems [J]. Annual Review of Ecology & Systematics, 1973, 4(1): 1-23.
- [3] Pimm S L. The Balance of Nature [M]. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1991.
- [4] 胡曼, 郝艳华, 宁宁, 等. 应急管理新动向: 社区抗逆力的测评工具比较分析[J]. 中国公共卫生管理, 2016(1): 27-29.
- [5] 张惠, 张伟. 灾害背景下社区弹性的研究现状与展望——以 SSCI 数据库为样本[J]. 风险灾害危机研究, 2018(1): 159-186.
- [6] 周蕾, 吴先华, 吉中会. 考虑恢复力的洪涝灾害损失评估研究进展[J]. 自然灾害学报, 2017, 26(2): 11-21.
- [7] 郭永锐, 张捷. 社区恢复力研究进展及其地理学研究议题[J]. 地理科学进展, 2015, 34(1): 100-109.

- [8] 汪辉, 徐蕴雪, 卢思琪, 等. 恢复力、弹性或韧性? ——社会-生态系统及其相关研究领域中“Resilience”一词翻译之辨析[J]. 国际城市规划, 2017, 32(4): 29–39.
- [9] 史培军. 三论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 1996, 11(4): 6–17.
- [10] Okada N. Urban diagnosis and integrated disaster risk management[J]. Journal of Natural Disaster Science, 2004, 26(2): 49–54.
- [11] Bruneau M, Chang S E, Eguchi R T, et al. A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities[J]. Earthquake Spectra, 2003, 19(4): 733–752.
- [12] Norris F H, Stevens S P, Pfefferbaum B, et al. Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness[J]. American Journal of Community Psychology, 2008, 41(12): 127–150.
- [13] Cutter S L, Barnes L, Berry M, et al. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters[J]. Global Environmental Change, 2008, 18(4): 598–606.
- [14] Okada N. A scientific challenge for society under sustainability risks by addressing coping capacity, Collective knowledge and action to change: A vitae system perspective[J]. Journal of Natural Disaster Science, 2010, 32(2): 53–62.
- [15] 夏建中. 社区概念与我国的城市社区建设[J]. 江南论坛, 2011(8): 7–8.
- [16] Brown D, Kulig J. The concept of resiliency: Theoretical lessons from community research[J]. Health & Canadian Society, 1996, 4(1): 29–52.
- [17] Pfefferbaum B J, Reissman D B, Pfefferbaum R L, et al. Building resilience to mass trauma events[M]//Handbook of injury and violence prevention. Springer, Boston, MA, 2008: 347–358.
- [18] Richardson G E. The metatheory of resilience and resiliency[J]. Journal of clinical psychology, 2002, 58(3): 307–321.
- [19] Sonn C C, Fisher A T. Sense of community: Community resilient responses to oppression and change[J]. Journal of Community Psychology, 1998, 26(5): 457–472.
- [20] Ganor M, Ben-Lavy Y. Community resilience: Lessons derived from Gilo under fire[J]. Journal of Jewish Communal Service, 2003, 79(2): 105–108.
- [21] Ahmed R, Seedat M, Van Niekerk A, et al. Discerning community resilience in disadvantaged communities in the context of violence and injury prevention[J]. South African Journal of Psychology, 2004, 34(4): 386–408.
- [22] Cutter S L, Burton C G, Emrich C T. Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions[J]. Journal of Homeland Security and Emergency Management, 2010(7): 23–25.
- [23] Aldrich D P. Building resilience: Social capital in post-disaster recovery[M]. Chicago, IL: University of Chicago Press, 2012.
- [24] 唐庆鹏. 风险共处与治理下移——国外弹性社区研究及其对我国的启示[J]. 国外社会科学, 2015(2): 81–87.
- [25] 张惠. 城市社区灾害弹性及其影响因素研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2016.
- [26] 王冰, 张惠, 张伟. 社区韧性概念的界定、内涵及测度[J]. 城市问题, 2016(6): 75–81.
- [27] 梁宏飞. 日本韧性社区营造经验及启示——以神户六甲道车站北地区灾后重建为例[J]. 规划师, 2017, 33(8): 38–43.
- [28] 彭翀, 郭祖源, 彭仲仁. 国外社区韧性的理论与实践进展[J]. 国际城市规划, 2017, 32(4): 60–66.
- [29] 李德智, 吴洁, 崔鹏. 城市社区复合生态系统适灾弹性的评价指标体系研究[J]. 建筑经济, 2018, 39(5): 92–96.
- [30] 吴晓林, 谢伊云. 基于城市公共安全的韧性社区研究[J]. 天津社会科学, 2018(3): 87–92.
- [31] Shinozuka M, FENG M Q, LEE J, et al. Statistical Analysis of Fragility Curves[J]. Journal of Engineering Mechanics, 2000, 126(12): 1224–1231.
- [32] Kajitani Y, Tatano H. Estimation of Production Capacity Loss Rate After the Great East Japan Earthquake and Tsunami in 2011. Economic Systems Research, 2014, 26(1): 13–38.
- [33] YANG L, Kajitani Y, Tatano H, et al. A methodology for estimating business interruption loss caused by flood disasters: insights from business surveys after Tokai Heavy Rain in Japan. Natural Hazards, 2016, 84(S1): 411–430.
- [34] JIANG X, Mori N, Tatano H, et al. Simulation – Based Exceedance Probability Curves to Assess the Economic Impact of Storm Surge Inundations due to Climate Change: A Case Study in Ise Bay, Japan[J]. Sustainability, 2019, 11(4): 1090.

A Review on Community Resilience to Natural Disaster

YANG Lijiao¹, JIANG Xinyu¹ and ZHANG Jiquan²

- (1. School of Security and Emergency Management, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China;
2. School of the Environment, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract: Resilient communities represent the new direction of urban and rural development in the future, and are also the concrete practice of the concept of Coexistence with Disasters under the Risk Society. The study of community resilience has attracted the attention of many disciplines, such as disaster science, sociology, geography, urban planning, management and engineering. Based on consulting domestic and foreign research literature, community resilience under natural disaster scenarios from the perspective of disaster science is reviewed, the concept of community resilience is combed, related conceptual models of community resilience are introduced, and a dynamic model of community resilience based on measuring the level of community function is put forward. The research can provide reference for community resilience researchers in different disciplines, and could also give practical suggestions for community planning and construction.

Key words: natural disasters; resilience concept; community resilience; resilience dynamic model