

唐彦东, 张青霞, 于汐. 国外社区韧性评估维度和方法综述[J]. 灾害学, 2022, 38(1): 141–147. [TANG Yandong, ZHANG Qingxia, YU Xi. Review of Foreign Community Resilience Assessment Dimensions and Methods[J]. Journal of Catastrophology, 2022, 38(1): 141–147. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2023.01.022.]

国外社区韧性评估维度和方法综述^{*}

唐彦东, 张青霞, 于汐

(防灾科技学院 应急管理学院, 河北 三河, 065200)

摘要:近年来,韧性作为应对灾害风险的新理念越来越受到国际社会的广泛关注,而社区韧性评估对社区韧性理念的实施具有重要推动作用。在阐述国外韧性概念发展历程的基础上,阐释了社区韧性的基本内涵。国外学者大多认为韧性包含减轻灾害影响、缩短恢复时间、降低脆弱性三个方面,并从社区韧性是不断变化和适应的过程或能力、维持稳定运转的能力、恢复和与响应相关的能力三个角度及其组合来定义社区韧性。评估维度主要从系统构成、社区资源与能力和外部影响因素三个视角构建。社区韧性评估方法分为定性、定量、混合法三类。定性评价法主要包括框架法和要素描述法,定量法主要包括记分法、综合指数法、函数模型法,论述了各类方法的优势与局限性。

关键词:灾害风险;社区韧性;评估方法;评估维度;研究综述

中图分类号: X4; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2023)01-0141-07

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2023.01.022

全球面临着各种自然灾害和人为灾害的多方威胁,为了应对这些威胁,各国政府、学者以及相关机构越来越重视把社区韧性理念付诸实践。2005年第二届世界减灾大会通过的《2005—2015 兵库行动框架:建立国家和社区灾害韧性》^[1]把提升社区灾害韧性和减少灾害风险确立为全球减灾的战略目标。基于世界各国执行《兵库行动框架》的经验教训和未来的挑战,2015年第三届世界减灾大会通过的《2015—2030 仙台减灾框架》^[2],把投资于降低灾害风险、提高韧性确定为国家和地区的优先行动领域。社区韧性通常反映了在维持核心功能的同时承受冲击和压力的能力^[3],有些甚至超越核心功能,强调社区功能的适应、成长和转型,将韧性描述为“向前反弹”,而不是“反弹回去”^[4]。社区韧性的应用与传播意味着人们认识到并非所有的风险可以完全避免,而是应该建立起有效机制确保将干扰造成的后果控制在可接受范围之内^[5],也意味着人们可以从颠覆性事件中吸取教训,并采取适应性和变革性的方法,使系统能够长期增量演进^[6]。

社区韧性评估能帮助社区认清自身韧性状况,是减少灾害风险、更好抵御和适应灾害的必要步骤。具体而言,社区韧性评估是进行韧性规划的前提,它能帮助识别脆弱区域和潜在影响因素^[7],使社区能有效利用稀缺资源来采取合理的减灾措

施;社区韧性评估也是韧性规划的成效总结,可以监测社区韧性的变化,检验规划执行的效果和效率,从而及时调整规划,达到更好地建设韧性社区的目的。近年来,社区韧性评估方法和工具不断增多^[8],可以说,社区韧性评估方法的开发与应用是当前社区韧性研究的重点内容。

1 韧性概念

明确社区韧性的概念是评估和提高社区韧性的基础,但学界对韧性的理解并不统一。正如 CUTTER^[9]指出的那样:在讨论韧性时,重要的是要弄清楚“对什么有韧性和韧性为了谁”。

1.1 韧性概念演变

普遍认为,加拿大生态学家 HOLLING^[10]首先于1973年把韧性概念引入生态系统稳健性研究中。经过近五十年的发展,韧性已被应用于不同学科,其内涵也逐渐丰富。起初,韧性被定义为生态系统吸收并反弹外部冲击的能力。GORDON^[11]认为韧性是物理结构在维持其形状和结构时,抵抗、吸收、转移能量载荷的能力。TIMMERMAN^[12]是第一批把灾害与韧性结合的学者之一,主要关注系统从灾害中恢复的能力。这时候韧性定义的核心是抵抗冲击和快速恢复。

* 收稿日期:2022-06-08

修回日期:2022-09-20

基金项目:中国地震局重大政策理论与实践问题研究课题“贯彻习近平总书记关于提高自然灾害防治能力重要论述的深化研究”(CEAZY2019JZ01)

第一作者简介:唐彦东(1971-),男,满族,辽宁北镇市人,博士,教授,主要从事应急管理、灾害风险管理、灾害经济研究。

E-mail: tangyandong@cidp.edu.cn

2001—2010, 韧性概念, 尤其和灾害相关的韧性概念, 增加了人和社会两个关键维度。例如 FOLKE 等^[13]提出, 把人和社会因素纳入社会生态系统, 承认学习和适应是韧性的重要组成部分。从这个角度看, 韧性不仅仅需要抵抗或吸收冲击, 并从冲击中快速恢复, 还需要学会适应未来的冲击和降低脆弱性。ROSE^[14]把韧性分解为内在韧性和适应韧性两部分, 从而拓展了 FOLKE 等人的理论成果。BRUNEAU 等^[15]关注社会系统的韧性, 借鉴工程方面的物理脆弱性和社会方面的社会脆弱性研究成果, 提出韧性系统对灾害具有鲁棒性和抵抗性, 在受到冲击时能迅速恢复, 并通过学习和适应减少未来的灾害影响, 强调学习和适应是恢复过程的一部分。

近 10 年, 认为韧性包含减轻灾害影响、缩短恢复时间、降低脆弱性的三方面内容的观点广为流行。最近, 很多社会系统(例如社区)的韧性定义愈加倾向于涵盖这三个方面, 而社区基础设施系统的特定组件(例如医疗保健、交通、电力、能源)的韧性定义则更倾向于关注抵抗冲击和恢复原有状态等较为单一的维度。但总体上, 更为广泛的社区韧性研究, 尤其是与灾害相关的, 主要还是关注韧性的这三个方面。联合国政府间气候变化专门委员会^[16-17]把韧性定义为社会或生态系统在维持基本结构和功能运转的同时吸收干扰的能力、自组织能力以及适应压力和变化的能力。美国总统政策 8 号令(Presidential Policy Directive - 8, PPD - 8)^[18]把韧性定义为能够适应不断变化的情况、承受突发事件的冲击并从中快速恢复的能力。美国总统政策 21 号令^[19]把韧性的内涵进一步拓展, 认为韧性是不断变化条件下的准备和适应的能力, 以及承受冲击并快速恢复的能力。美国国家科学院(National Academy of Sciences, NAS)^[20]把韧性定义为针对不利事件准备和规划、吸收、恢复、更成功地适应的能力。为了更好的理解韧性, CONNELLY 等^[21]将美国国家科学院提出的韧性四个阶段与不同领域韧性的关键功能、阈值、时间等共同特征对应起来, 建立起跨领域理解和交流韧性概念的思维框架。

1.2 社区韧性概念与内涵

国外较多的研究成果把社区韧性归结为能力或过程的集合, 部分研究成果归结为结果、特征的集合。通过对社区韧性概念的梳理, 社区韧性的内涵大体可以划分为以下三类。

(1) 社区韧性是不断变化和适应的过程或能力, 包括自组织能力、学习能力等。如 NORRIS 等^[22]把社区韧性定义为, 把一系列网络化的适应能力与受到干扰后的社区群体运转与功能和适应的积极轨迹联系起来的过程。借鉴 NORRIS 等的定义, COX 等^[23]认为社区灾害韧性是社区面临不确定性时生存与发展的能力。此外, CASTLEDEN 等^[24]认为, 社区韧性为社区在面对干扰时适应和运转的能力或过程。

(2) 社区韧性是维持稳定运转的能力。DAWES 等^[25]指出, 社区韧性是指人类社区在挑战其物理环境和社会结构的危机中维持自身的能力。REN-

SCHLER 等^[5]认为, 可以把韧性定义为一种功能, 表明在控制时间内维持建筑物、桥梁、生命线网络或社区功能水平的能力。

(3) 社区韧性是一系列恢复和与响应相关的能力, 如抵抗、反弹、吸收等能力。BRUNEAU^[15,26]把社区灾害韧性定义为社会单位(如组织、社区)减灾、降低灾害影响、以减少社会干扰和减轻未来灾害影响的方式开展恢复活动的的能力, 并且认为韧性可以通过灾后基础设施系统的运转水平以及社会单位恢复到灾前性能水平所需的时间来衡量。ALDRICH^[27]认为社区韧性描述了小区或地理区域在冲击后通过合作应对压力源并有效地恢复日常生活节奏的集体能力。COLES^[28]提出, 只有当受影响的社区充分参与恢复过程并且有能力、技能和知识使其参与有意义时, 才能实现有效的恢复。

此外, 有些社区韧性定义包含了上述两种或三种类型。例如联合国减灾办公室(United Nations Office for Disaster Risk Reduction, UNDRR)^[29]把韧性定义为暴露于灾害中的系统、社区或社会及时有效的抵御、吸收、容纳、适应、转化灾害影响并从中恢复的能力, 包括通过风险管理来维护和恢复必要的基础设施及其功能。该定义不仅强调适应能力, 也重视响应和恢复等方面的能力。OS-TADTAGHIZADEH 等^[30]学者认为, 联合国减灾办公室的定义较为准确的描述了韧性的基本内涵, 但因为定义中的不同过程在不同灾害、不同国家有不同的实施方式, 根据该定义开展韧性评估实践会带来一系列挑战。

2 社区韧性评估维度

学者往往把社区韧性划分为 3~7 个不等的组成部分, 频率较高的 7 个组成部分分别为: 社会、经济、社区、物理、资源、基础设施、制度。根据构成社区韧性系统的要素, 可以从系统构成要素、社区资源与能力、外部影响因素 3 个维度对社区韧性进行划分。

2.1 基于系统构成要素

根据系统构成要素评估社区韧性, 可以依据韧性构成、社区构成、资本类型等进行区分。BRUNEAU 等^[15]根据韧性构成, 提出系统对地震的韧性由四种属性组成: 鲁棒性、冗余性、资源丰富性、快速性, 这些属性可以通过四个维度来衡量: 技术、组织、社会、经济。RENSCHLER 等^[5]基于社区构成, 提出了 PEOPLES 社区韧性评估框架, 从人口、环境/生态系统、政府服务、基础设施、社区能力、经济发展、社会文化资本等 7 个方面构建评估体系。PEACOCK 等^[31]基于资本类型, 提出社区灾害韧性指数(Community Disaster Resilience Index, CDRI)由社会、经济、物质和人力 4 种资本确定。

基于系统构成要素评估社区韧性的研究成果, 大多只考虑了要素对韧性的贡献程度, 易忽略要素之间的相互作用。

2.2 基于社区资源与能力

基于社区资源与能力来评估社区韧性,学者关注的是社区的自有资源、可以获得的外界资源,以及社区应对灾害的抵御、适应等能力。联合国开发计划署旱地发展中心开发的基于社区的韧性评估工具包(Community Based Resilience Analysis, CoBRA),认为韧性不仅与资本有关,还和能力有关。资本倾向于描述家庭和社区拥有的资产、技能和服务,即静态因素;能力指标则倾向于描述动态因素,比如家庭和社区扩大和减少资本以应对压力或变化的能力、依赖技能和家庭间的联系积极适应压力和变化的能力^[32]。澳大利亚托伦斯韧性研究所把社区资源与能力分为社区关系、风险和脆弱性水平、应急程序和社区资源的可用性4个部分,开发出社区灾害韧性计分卡(Community Disaster Resilience Scorecard, CDRS)^[33]。

2.3 基于外部影响因素

基于外部影响因素构建评估维度,学者主要评估影响社区韧性提升的外部因素,如经济、政策、基础设施、教育等,该类因素一般体现为社会性指标。总部设在爱尔兰的国际人道主义救援组织 GOAL 开发出社区灾害韧性分析工具包(Analysis of Resilience of Communities to Disasters, ARC-D),提出灾害对社区的影响程度取决于以下8个部分:教育、经济、环境、政策和治理、卫生、基础设施、社会和文化、灾害风险管理^[34]。GERGES 等^[35]根据影响社区韧性的外部因素,构建了包括交通、能源、卫生和社会经济4个部门的绝对韧性指标,即社区内在韧性指数(Community Intrinsic Resilience Index, CIRI)。

3 社区韧性评估方法

根据社区韧性的定义开展社区韧性评估,需要把社区韧性的各种维度、各种指标进行有效整合。目前,社区韧性评估方法可以分为三类:定性方法、定量方法与定性定量结合使用的混合方法。社区韧性评估经历了从定性研究到目前以定量研究为主的发展历程。

3.1 定性方法

定性评估基于公众认知和专家判断,一般通过问卷、访谈等形式收集不便于用数值表达的资料对社区韧性进行质性剖析。定性方法根据应用层面的不同,可以分为两种:一种是框架法,另外一种是要素描述法。

3.1.1 框架法

框架法是指以循序渐进的方式定义和设计出一套完整的评估流程,旨在让社区成员及利益相关者理解社区韧性的主题、模式和整体结构,并使其有序参与和实施评估流程中的各种相关活动。框架法不仅可以为韧性评估流程提供有效的指导,还可以为评估过程提供一系列行之有效的评估机制,如评估标准确定机制、干预措施实施机制、行动监督机制等等。美国国家儿童创伤应激网络恐怖主义和灾难中心开发的社区韧性提升工具包

(the Communities Advancing Resilience Toolkit, CART)把社区韧性评估分为评估、反馈、规划和行动四个阶段,采取实地调查、关键知情人访谈、社区对话等方式获取评估信息,便于各类利益相关者参与解决社区问题^[36]。该评估框架强调社区利用其资产和优势抵御灾害的影响来提高社区韧性。为了评估巴基斯坦俾路支省地震多发地区的社区韧性,AINUDDIN 等^[37]提出了包含四个阶段的韧性评估框架,四个阶段依次为:潜在影响、脆弱性分析、风险认知、韧性分析。该框架体系对不易获取指标数据且灾害频发的地区具有良好的适用性。美国社区和区域韧性研究所(Community and Regional Resilience Institute, CAR-RI)基于美国东南部三个社区的案例研究,开发出包含六个阶段的社区韧性系统(Community Resilience System, CRS),六个阶段分别是:领导参与、实施评估、愿景构建、行动计划、建立机制、项目评估与修订。该系统不仅可以用来开展韧性评估,还能支持社区理解韧性、定义目标、制定策略。为了得出可靠的结果,该系统对每个阶段对应的特定步骤、需要完成的特定行动以及相关支撑资源都进行了详细的描述^[38],该系统内容详实,操作简单,社区本身就可利用其评估韧性。联合国开发计划署^[32]为衡量降低社区灾害风险项目对非洲之角地区韧性社区建设的影响,委托联合国开发计划署旱地发展中心开发了基于社区的韧性评估工具包(CoBRA),该工具包把韧性评估划分为3个阶段7个步骤,3个阶段分别为准备、实地考察、数据分析与报告,每个阶段对应两到三个具体实施步骤。该系统与其他框架方法的主要区别在于该系统可以对社区韧性进行长期跟踪评估。

3.1.2 要素描述法

要素描述法的关注点仅在社区韧性相关要素上,它专注于对社区韧性影响因素及其相互关系进行更加详细和定性的分析。通常情况下,框架法中的部分评估可以视为要素描述法。RAHMAN^[39]以经历了2010年智利海啸和地震的某个社区为例,通过深入访谈、实地观察和阅读文件,利用8个基本韧性要素评估智利沿海社区应对海啸的规划能力和社会能力,8个要素分别是治理、社会和经济、资源管理、土地利用和结构设计、风险知识、预警和疏散、应急响应、灾害恢复。该项要素描述法可以发现社区备灾的优势和劣势。MORENO 等^[40]以一个成功度过此次灾难的渔业社区为例,通过半结构化访谈、观察、非正式对话、记录片和社交媒体评论等渠道,分析社区在应对灾难期间可以利用的资源和表现出来的韧性能力。该项定性研究表明,在没有外部援助的情况下,当地居民的知识、社区意识、合作精神、组织能力、社会资本、信任等韧性能力对于灾后几天社区居民的生存有积极影响。RABINOVICH 等^[41]通过半结构化访谈的方式,对土壤侵蚀韧性开展研究。该项研究基于社区韧性框架和社会困境理论视角,对坦桑尼亚北部农牧利益相关者通过访谈的方式,获取经济、社会、文化、治理、环境等5

方面访谈信息,开展社区韧性评估及提高社区土壤侵蚀韧性能力研究。与关注韧性问题背后的物理因素方法不同,该方法主要关注社会、文化、心理等人文因素,更加强调人的主观能动性对韧性的影响。

当数据资料不易获取或使用不便时,定性评估法是非常实用的评估手段。此外,韧性是一个价值承载概念,受偏好、感知和态度等因素的影响,有时需要定性评估才能准确表达韧性内涵、状态等信息。定性评估法的缺点在于,该方法依赖于评估者的主观判断,对评估者的要求较高。此外,定性评估过程中存在多种评价标准,该方法有时难以实施。

3.2 定量方法

定量方法基于数字资料的使用,对社区韧性影响因素进行量化统计分析,开展社区韧性水平数值度量研究。该方法可以降低定性评估的主观性。定量方法可以分为记分法、综合指数法和函数模型法三种。

3.2.1 记分法

记分法根据事先设计好的量表对评估对象进行评估,通常以清单的形式呈现,用来获取每个元素的绩效值。这些值可以有多种形式,例如数字(1~10)、字母(A~F)、描述词(非常优秀到非常差)等。在评估过程中,应该特别关注那些绩效值明显过大或过小的元素。MORLEY等^[42]根据社区自我评估以及政府资料中挖掘韧性指标数据,制作了澳大利亚北部两个偏远的土著社区的社区灾难韧性计分卡。社区灾难韧性计分卡把具体数值转化为百分数为社区韧性水平提供整体评级,评级使用“可能在灾难中遭受巨大损失或难以恢复”到“极有韧性”来描述。与MORLEY等利用百分比评级不同,CÉNAT等^[43]在调查新冠肆虐背景下跨文化的社区韧性与个人韧性和个人抑郁的关系时,利用李克特量表设计的跨文化社区韧性量表(Transcultural - Community Resilience Scale, T-CRS),使用从1(非常不同意)到5(非常同意)的数字表明受访者意见,从而直接评估韧性。

计分法把社区韧性水平的级别与具体数值联系起来,使社区韧性水平易于理解。然而,若描述或评级范围的数值区间过大,可能会掩盖同一数值区间内社区的韧性差异^[33]。

3.2.2 综合指数法

综合指数法从社区韧性构成要素、影响因素等方面建立评价指标体系,通过统计方法或者其他数学方法综合成社区韧性指数,以此表示评估地区韧性程度的相对大小,是目前韧性评估中较常用的一种方法。为了便于比较,指数有时需要做标准化处理,有时需要使用诸如层次分析法的方法来确定权重。记分法通常把定性评估结果转化为分数,而综合指数法根据定量数据得出指数值。为量化菲律宾沿海地区社区的灾害韧性,降低灾害风险和系统脆弱性,ORENCIO等^[44]设计出了地方灾害韧性指数(Localized Disaster Resilience Index, LDRI)。LDRI采用德尔菲技术和层次分析

法,综合菲律宾国家层面的灾害韧性元素,确定了降低脆弱性的指标及其权重,再利用线性加权组合赋权法来评估社区韧性。实践研究结果表明,LDRI对促进政府层面的灾害风险管理具有积极作用。AINUDDIN等^[45]在评估巴基斯坦俾路支省奎达市两个区的韧性时,把韧性划分为社会、经济、制度、物理四个一级指标,并将四个子指数求平均得到社区韧性指数(Community Resilience Index, CRI),以此来评估社区所处韧性水平。CRI的原始数值均采用百分数的形式,因此不需做标准化处理。通过该指数不仅能了解社区的整体韧性状况,还能对比分析单个指标对社区整体韧性的贡献程度,为社区全方位发展韧性提供了对照。为了充分利用大量异构(Heterogeneous)和高分辨率的城市数据来识别、量化和衡量社区韧性,KONTO-KOSTA等^[46]设计出应急与灾害韧性指数(Resilience to Emergencies and Disasters Index, REDI)。该指数评估社区韧性的四个步骤为:①创建地理空间韧性数据库;②选择相关指标变量;③数据整理;④计算应急与灾害韧性指数值。在计算过程中,把应急与灾害韧性指数值归一化为1~100之间,其中1代表韧性最低的人口普查区域(Census tracts),而100代表最高的人口普查区域。与CRI的平均赋权不同,应急与灾害韧性指数可以根据评估区域的需求赋予指标不同的权重。GERGES^[35]基于影响社区福祉的不同部门构建了绝对韧性指数-社区内在韧性指数(Community Intrinsic Resilience Index, CIRI)。CIRI通过引入完美值,将属性值转化为百分比,从而得出部门绝对韧性指数,CIRI为部门韧性水平的线性组合。与上述基于排名或比较的指数值不同,绝对韧性指数为一个独立的指数,不需与其他社区对比就可以确定社区的韧性水平。

综合指数法的优点是相对简单,易于操作,因此在社区韧性评估得到广泛应用。但综合指数法缺乏系统观念,忽略了韧性各构成要素之间的相互关系,且与韧性内涵之间缺乏对应关系。韧性在空间上具有较强的区域差异性,在时间上具有动态变化性,因此建立跨区域、跨时间的韧性评估指标体系比较困难;此外,综合指数法得出的评估结果的有效性难以验证。

3.2.3 函数模型法

函数模型法基于对韧性的理解,首先对韧性的各构成要素进行定量评价,然后从韧性的构成要素之间的相互作用关系出发,建立韧性评估模型。函数模型法不仅可以近似描述现实世界中的相互关系与交互作用,还可以利用过去的灾害数据来预测未来情景,较好地克服了在预测未来事件及其后果的不确定性和局限性^[47]。函数模型法按照是否考虑不确定性可以进一步细分为确定性函数法和概率法。

确定性函数法提供社区性能的具体数值描述,不把不确定性纳入韧性评估。MAHMOUD^[48]依据阻尼谐振子原理和有限元理论,设计出在时空尺度上量化社区韧性的动态模型,即有限元韧性分析模型(Finite Element Analytical Model of Resili-

ence, FEAR)。在 FEAR 中, 生命线工程之间的相互依赖行为以及各生命线工程韧性的相对差异是各自基础设施稳定性(刚度)的函数, 社区生命线工程在时间和空间上的变化通过一组微分方程来表述, 整个社区的韧性为所有生命线工程韧性的综合。有限元韧性分析模型开创了使用传统力学在时间和空间上量化社区韧性的先例, 但该方法仅在美国电影《蝙蝠侠》中的虚构城市哥谭市进行过逻辑验证, 能否应用于现实还有待验证。区别于目前仅使用模拟数据和虚拟地点的有限元韧性分析模型, LINKS 等^[49]利用真实数据和真实地点开发出了一个可以预测灾后社区功能的系统动力学计算模型。该模型是标准存量和流量模型, 存量代表系统时变状态(如社区功能)的累积, 流量(或活动)代表连接到库存的管道, 阀门代表控制系统流量的速率常数。该模型可以输出灾前、灾中、灾后不同时间进程的社区功能, 可以计算出县级社区飓风后的抵抗力、快速性和韧性。该模型在评估韧性过程中将灾害假设为物理事件与社会事件的耦合, 提供了韧性评估与灾害防治的新视角。该模型的主要缺点是其结构比较固定, 并不适用于所有灾害。

概率法基于社区性能概率, 捕获与社区行为相关的不确定性。CHANG 等^[50]引入了一种用性能损失和恢复时间评估韧性的概率方法, 该方法将韧性定义为扰动发生后初始系统性能损失小于最大可接受性能损失的概率, 以及完全恢复时间小于最大可接受恢复时间的概率, 即韧性需满足稳健性和快速性两个标准。虽然该方法目前仅被应用于孟菲斯供水系统的地震韧性评估, 但 CHANG 等强调, 该方法同样适用于社区、其他关键基础设施和其他灾害类型。MILES 等^[51]认为, 使社区具有韧性最有效的方法是使其关键服务和社区资本更加稳健, 即通过减灾(mitigation)将损害、损失概率、损害或损失的后果降至最低, 并认为社区资本是可衡量的。基于这两个理念, 作者开发出 ResilUS 模型。ResilUS 模型可以实现跨层级(家庭-小区-社区)韧性评估, 利用脆弱性曲线模拟损失、马尔科夫链模拟恢复时间, 其中每条脆弱性曲线都是对数正态累积分布函数。由于 ResilUS 模型可以基于“假设”的场景预测灾害的影响, 可以为减灾和恢复规划提供空间决策支持, 但鉴于该模型中政策与决策模块过于简化, 可能更适合于教育、培训等公众意识的培养。YU 等^[52]用恢复率评估韧性, 他们将分层贝叶斯模型(Hierarchical Bayesian Models)与内核函数(Kernel Function)集成在一起, 开发出分层贝叶斯核模型(Hierarchical Bayesian Kernel Model, HBKM), 用以预测数据匮乏条件下暴风雨造成的社区恢复率, 并利用 2007 年至 2017 年间袭击田纳西州谢尔比县的五场强风暴造成停电时的恢复数据, 应用 HBKM 与 HBRM(Hierarchical Bayesian Regression Model)和 GLM(Generalized Linear Model)三个模型进行对比分析, 最后得出 HBKM 的样本外预测准确度较高的结论。这种方法解决了评估社区韧性时数据匮乏的问题, 并且有助于优化恢复过程中的资源配置。该模型

的缺点是仅考虑了基础设施对恢复率的影响, 忽略了社会经济因素在恢复过程中的重要作用。

与上述几种韧性评估方法相比, 函数模型法在韧性评估的思路与韧性内涵之间对应较强, 能够体现韧性构成要素之间的相互作用关系, 评估结果能够较好地反映社区的整体韧性。但目前关于韧性的概念、构成要素及其相互作用关系尚无统一的认识, 并且韧性构成要素的定量表达较困难, 该方法进展较为缓慢。尽管如此, 该方法在韧性评估研究中得到越来越多学者的关注。

3.3 混合方法

实践中, 当社区韧性的评估较为复杂时, 定量和定性结合的方法可以改善单一方法的局限性, 使整个评估过程较为灵活。

同时采用定性和定量的方法可以更好的描述韧性, 目前, 混合法已经得到了某种程度的应用。CUTTER 等^[53]把定量指标在地理信息系统中进行叠加, 生成社会脆弱性、建筑环境或基础设施、自然系统暴露和减灾四个单独的数据图层, 四个图层叠加提供了社区韧性的示意图。该方法通过 GIS 图像呈现韧性, 不具备专业知识的公众也能直观了解社区风险、韧性等信息。XU 等^[54]由于缺乏灾害中人类恢复动态的经验数据, 使用夜间光(Nighttime Light, NTL)遥感图像作为替代数据源, 并结合空间分析、回归分析, 以对自然灾害中的社区恢复力和韧性进行空间评估。但由于遥感图像的质量高度依赖大气条件, 该方法可能适合监测大气条件较好情况下的灾害过程, 而不太适合飓风、洪水等大气条件不稳定的灾害。

混合法可以把定量分析和定性分析有机结合, 提高分析的准确性, 加深人们对社区韧性的理解^[55]。然而, 混合方法要收集定性定量两类数据, 可能需要付出很多努力才能完成。

目前, 随着韧性研究的深入, 韧性评估方法也日益多样化、复杂化。上面介绍的韧性评估方法在处理社区韧性问题上都有各自的优缺点, 评估者需要根据评估目的选择合适的方法, 必要时可以将多种方法进行集成。在评估结果相似的情况下, 应优先选择简单的评估方法。此外, 社区是内部结构比较复杂的动态开放系统, 社区韧性评估不能面面俱到, 需要在两点论与重点论的观点中做好权衡。

4 总结与展望

新世纪以来, 社区韧性作为一种社区主动应对灾害威胁的理念受到持续关注。而社区韧性评估作为社区减少灾害风险、抵御和适应灾害的必要步骤也越来越受到重视。文章梳理了国外社区韧性的概念、评估维度、评估方法, 并给出了每类方法的优势与局限性, 以期社区韧性评估方法、工具的研究与开发提供参考。

伴随着社区韧性研究的不断发展, 未来社区韧性评估方法将会更加趋于丰富多元, 也会更加趋于复杂。在此, 可以从以下两方面持续深化

研究。

(1) 开发适用于各种地区和各种灾害、包容性强且足够灵活的评估工具。评估工具应该能够根据不同社区的特定需求进行定制, 即能根据社区的需求和优先事项增加或删减指标, 增强评估工具的适用性, 避免开发新工具成本过高的问题。

(2) 把物联网、机器学习、元宇宙等前沿技术与社区韧性评估更好的结合。如利用机器学习技术持续、自动评估社区韧性, 在提高评估的精度度的同时, 节约人力; 如利用元宇宙模拟社区与灾害的交互场景, 预测未来灾害并提前做好应对准备。

参考文献:

- [1] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). Hyogo framework for action 2005 – 2015: Building the resilience of nations and communities to disasters[R]. Geneva, Switzerland: The United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2005.
- [2] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). Sendai framework for disaster risk reduction 2015 – 2030[R]. Geneva, Switzerland: The United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2015.
- [3] PATEL S S, ROGERS M B, AMLOT R, et al. What do we mean by ‘community resilience’? A systematic literature review of how it is defined in the literature[J/OL]. (2019 – 02 – 01) [2022 – 05 – 17]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5693357/?report=printable>
- [4] MANYENA S B. The concept of resilience revisited[J]. Disasters, 2006, 30(4): 434 – 450.
- [5] RENSCHLER C S, FRAZIER A E, ARENDT L A, et al. Developing the ‘PEOPLES’ resilience framework for defining and measuring disaster resilience at the community scale[C]//Proceedings of the 9th US National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering, Toronto, Ontario, Canada, 2010.
- [6] SHARIFI A. A critical review of selected tools for assessing community resilience[J]. Ecological Indicators, 2016, 69: 629 – 647.
- [7] FRANKENBERGER T, MUELLER M, SPANGLER T, et al. community resilience: Conceptual framework and measurement feed the future learning agenda[R]. Rockville, MD: Westat, 2013.
- [8] SERFILIPPI E, RAMNATH G. Resilience measurement and conceptual frameworks: a review of the literature[J]. Annals of Public and Cooperative Economics, 2018, 89(4): 645 – 664.
- [9] CUTTER S L. Resilience to what? Resilience for whom? [J]. The Geographical Journal, 2016, 182(2): 110 – 113.
- [10] HOLLING C S. Resilience and stability of ecological systems[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1973, 4(1): 1 – 23.
- [11] GORDON J E. Structures: or Why things don’t fall down[M]. London: Penguin Books, 1978.
- [12] TIMMERMAN P. Vulnerability, resilience and the collapse of society: A review of models and possible climatic applications[D]. Toronto, Canada: Institute for Environmental Studies, University of Toronto, University of Toronto, 1981.
- [13] FOLKE C, CARPENTER S, ELMQVIST T, et al. Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations[J]. Ambio, 2002, 31(5): 437 – 440. DOI: 10.1579/0044-7447-31.5.437.
- [14] ROSE A, LIAO S Y. Modeling regional economic resilience to disasters: a computable general equilibrium analysis of water service disruptions[J]. Journal of Regional Science, 2005, 45(1): 75 – 112.
- [15] 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.
- [16] Intergovernmental on Climate Change (IPCC). Climate change 2007: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change[R]. Geneva, Switzerland: IPCC, 2007.
- [17] Intergovernmental on Climate Change (IPCC). Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on Climate Change [R]. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014.
- [18] US Department of Homeland Security. Presidential policy directive/PPD – 8: National preparedness[R]. Washington D. C.: US Department of Homeland Security, 2011.
- [19] Office of the Press Secretary of the White House. Presidential policy directive/PPD – 21: Critical infrastructure security and resilience[R]. Washington, D. C.: Office of the Press Secretary of the White House, 2013.
- [20] CUTTER S L, AHEARN J A, AMADEI B, et al. Disaster resilience: a national imperative[J]. Environment; Science and Policy for Sustainable Development, 2013, 55(2): 25 – 29.
- [21] CONNELLY E B, ALLEN C R, HATFIELD K, et al. Features of resilience[J]. Environment Systems and Decisions, 2017, 37(1): 46 – 50.
- [22] 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(1 – 2): 127 – 150.
- [23] COX R S, HAMLEN M. community disaster resilience and the rural resilience index[J]. American Behavioral Scientist, 2015, 59(2): 220 – 237.
- [24] CASTLEDEN M, MCKEE M, MURRAY V, et al. Resilience thinking in health protection[J]. Journal of Public Health (Oxford, England), 2011, 33(3): 369 – 377.
- [25] DAWES S S, CRESSWELL A M, CAHAN B B. Learning from crisis: Lessons in human and information infrastructure from the World Trade Center response[J]. Social Science Computer Review, 2004, 22(1): 52 – 66.
- [26] TIERNEY K, BRUNEAU M. Conceptualizing and measuring resilience: a key to disaster loss reduction[J]. TR News, 2007, 250: 14 – 17.
- [27] ALDRICH D P, MEYER M A. Social capital and community resilience[J]. American Behavioral Scientist, 2015, 59(2): 254 – 269.
- [28] COLES E, BUCKLE P. Developing community resilience as a foundation for effective disaster recovery[J]. Australian Journal of Emergency Management, 2004, 19(4): 6 – 15.
- [29] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). UNDRR terminology on disaster risk reduction [EB/OL]. (2009) [2022 – 05 – 17]. <https://www.undrr.org/terminology>
- [30] OSTADTAGHIZADEH A, ARDALAN A, PATON D, et al. community disaster resilience: A systematic review on assessment models and tools[J]. PLoS Currents, 2015, 7(6): 423 – 468.
- [31] PEACOCK W G, BRODY S D, SEITZ W A, et al. Advancing resilience of coastal localities: Developing, implementing, and sustaining the use of coastal resilience indicators: A final report[R]. Texas: Hazard Reduction and Recovery Center, 2010.
- [32] United Nations Development Programme (UNDP). community based resilience analysis (CoBRA): Conceptual framework and methodology[R]. New York: UNDP, 2014.
- [33] ARBON P. Developing a model and tool to measure community disaster resilience[J]. Australian Journal of Emergency Management, 2014, 29(4): 12 – 16.
- [34] CLARK – GINSBERG A, MCCAUL B, BREMAUD I, et al. Practitioner approaches to measuring community resilience: the analysis of the resilience of communities to disasters toolkit[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2020, 50: 101714.
- [35] GERGES F, NASSIF H, GENG X L, et al. GIS – based ap-

- proach for evaluating a community intrinsic resilience index[J]. *Natural Hazards*, 2022, 111(2): 1271–1299.
- [36] PFEFFERBAUM R L, PFEFFERBAUM B, VAN HORN R L, et al. The Communities Advancing Resilience Toolkit (CART): an intervention to build community resilience to disasters[J]. *Journal of Public Health Management and Practice*, 2013, 19(3): 250–258.
- [37] AINUDDIN S, ROUTRAY J K. community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan[J]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2012, 2: 25–36.
- [38] WHITE R K, EDWARDS W C, FARRAR A, et al. A practical approach to building resilience in America's communities[J]. *American Behavioral Scientist*, 2015, 59(2): 200–219.
- [39] RAHMAN M S, KAUSEL T. Coastal community resilience to tsunami: a study on planning capacity and social capacity, Dichato, Chile[J]. *IOSR Journal of Humanities and Social Science*, 2013, 12(6): 55–63.
- [40] MORENO J, LARA A, TORRES M. community resilience in response to the 2010 tsunami in Chile: the survival of a small – scale fishing community[J]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2019, 33: 376–384.
- [41] RABINOVICH A, KELLY C, WILSON G, et al. “We will change whether we want it or not”: soil erosion in Maasai land as a social dilemma and a challenge to community resilience[J]. *Journal of Environmental Psychology*, 2019, 66: 101365.
- [42] MORLEY P, RUSSELL – SMITH J, SANGHA K K, et al. Evaluating resilience in two remote Australian communities[J]. *Procedia Engineering*, 2018, 212: 1257–1264.
- [43] CÉNAT J M, DALEXIS R D, DERIVOIS D, et al. The trans-cultural community resilience scale: psychometric properties and multinational validity in the context of the COVID – 19 pandemic[J]. *Frontiers in Psychology*, 2021, 12: 713477.
- [44] ORENCIO P M, FUJII M. A localized disaster – resilience index to assess coastal communities based on an analytic hierarchy process (AHP)[J]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2013, 3: 62–75.
- [45] AINUDDIN S, ROUTRAY J K. Earthquake hazards and community resilience in Baluchistan[J]. *Natural Hazards*, 2012, 63(2): 909–937.
- [46] KONTOKOSTA C E, MALIK A. The Resilience to Emergencies and Disasters Index: applying big data to benchmark and validate neighborhood resilience capacity[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2018, 36: 272–285.
- [47] CUTTER S L. The landscape of disaster resilience indicators in the USA[J]. *Natural Hazards*, 2016, 80(2): 741–758.
- [48] MAHMOUD H, CHULAHWAT A. Spatial and temporal quantification of community resilience: Gotham City under attack[J]. *computer – Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 2018, 33(5): 353–372.
- [49] LINKS J M, SCHWARTZ B S, LIN S, et al. COPEWELL: a conceptual framework and system dynamics model for predicting community functioning and resilience after disasters[J]. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 2018, 12(1): 127–137.
- [50] CHANG S E, SHINOZUKA M. Measuring improvements in the disaster resilience of communities[J]. *Earthquake Spectra*, 2004, 20(3): 739–755.
- [51] MILES S B, CHANG S E. ResilUS: a community based disaster resilience model[J]. *Cartography and Geographic Information Science*, 2011, 38(1): 36–51.
- [52] YU J Z, BAROUD H. Quantifying community resilience using hierarchical Bayesian kernel methods: a case study on recovery from power outages[J]. *Risk Analysis*, 2019, 39(9): 1930–1948.
- [53] CUTTER S L, BARNES L, BERRY M, et al. community and regional resilience: Perspectives from hazards, disasters, and emergency management[J]. *Geography*, 2008, 1(7): 2301–2306.
- [54] XU J W, QIANG Y. Spatial assessment of community resilience from 2012 hurricane sandy using nighttime light[J]. *Remote Sensing*, 2021, 13(20): 4128.
- [55] STEINER A, WOOLVIN M, SKERRATT S. Measuring community resilience: developing and applying a ‘hybrid evaluation’ approach[J]. *Community Development Journal*, 2018, 53(1): 99–118.

Review of Foreign Community Resilience Assessment Dimensions and Methods

TANG Yandong, ZHANG Qingxia, YU Xi

(School of Emergency Management, Institute of Disaster Prevention, Sanhe 065200, China)

Abstract: In recent years, resilience has received more and more international attention as a new strategy of coping with disaster risks, and community resilience assessment plays an important role in promoting its implementation. On the basis of elaborating the development process of the concept of resilience abroad, the basic connotation of community resilience is explained. Resilience is considered by most foreign scholars to include three aspects as reducing the impact of disasters, reducing recovery time and reducing vulnerability, while community resilience is defined from three perspectives and their combinations as the process or ability of ongoing change and adaptation, the ability to maintain stable functioning, and the ability of recovery and related to response. community resilience assessment dimensions are mainly constructed from three perspectives as system composition, community resources and capabilities, and external influences. The community resilience assessment methods are classified into qualitative, quantitative and mixed methods that combine first two as a hybrid one. Qualitative methods are mainly divided into framework method and element description method. Quantitative methods are mainly divided into scoring method, comprehensive index method and function model method. The advantages and limitations of each method are discussed.

Keywords: disaster risk; community resilience; assessment methods; assessment dimensions; review