

郑艳, 翟建青, 武占云, 等. 基于适应性周期的韧性城市分类评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(3): 31-38. [ZHENG Yan, ZHAI Jianqing, WU Zhanyun, et al. A typology analysis on resilient cities based on adaptive cycle[J]. China population, resources and environment, 2018, 28(3): 31-38.]

基于适应性周期的韧性城市分类评价

——以我国海绵城市与气候适应型城市试点为例

郑艳¹ 翟建青² 武占云¹ 李莹² 史巍娜³

(1. 中国社会科学院城市发展与环境研究所, 北京 100028; 2. 国家气候中心, 北京 100081;
3. 国家发改委宏观研究院, 北京 100038)

摘要 建设韧性城市已成为城市规划与风险治理领域的热点议题。韧性城市注重城市系统应对各种内外部风险冲击的能力,我国正在推进的海绵城市、气候适应型城市的试点是建设韧性城市的具体途径。其中,海绵城市旨在减小暴雨和水资源相关风险,气候适应型城市注重应对气候变化引发的多种灾害风险。目前国内外对于韧性城市的理论基础及其评价方法尚处于研究和探索阶段,针对我国城市地域分布广泛、灾害类型复杂多样、发展阶段差异大等特点,亟需在试点工作中加强理论指导和分类评价研究。本文选择全国282个地级及以上城市,以暴雨作为致灾危险性因子,构建了包括城市发展能力、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,将样本城市区分为韧性城市、低风险城市、脆弱型城市和高风险城市四类,应对暴雨的系统韧性分别为高、中、低水平。结果表明,四类城市在海绵城市、气候适应型城市的试点样本中所占比重并不均衡。其中,海绵城市试点中的韧性城市 and 低风险城市类别共占33%,这些“锦上添花”型的试点城市应总结经验并深入发掘潜在问题;而气候适应型城市试点中的脆弱型城市、高风险城市两类占到其试点总数的92%,需要借助试点政策“雪中送炭”以减小风险、提升韧性。针对试点中存在的韧性城市数量少、高风险城市甄别不足、低风险城市入选比例过高、脆弱型城市数量众多且分化性大等问题,本文建议在试点工作中积极推进气候适应型城市与海绵城市的协同建设,加强试点城市的分类评价及指标考核,对不同类型的试点城市采取差异化的政策支持,加强韧性城市的公众参与等。

关键词 韧性城市;适应性周期;海绵城市;气候适应型城市;系统韧性;分类评价

中图分类号 F292; X22 文献标识码 A 文章编号 1002-2104(2018)03-0031-08 DOI:10.12062/cpre.20171109

近年来,伴随着快速的人口城市化进程,气候变化引发的灾害风险也日益突出。许多国际城市制定和实施适应气候变化规划,建设“韧性城市(Resilient Cities)”,提升城市应对灾害的韧性^[1-2]。2015年以来,我国先后启动了海绵城市、气候适应型城市的建设试点,试点工作有助于我国城市决策者关注灾害风险、提升应对气候灾害的能力。然而,我国城市地域分布广泛、灾害类型复杂多样、发展阶段差异大,试点城市采取的政策和技术手段也是千差万别。对此,有必要厘清韧性城市的内涵和目标,通过分类比较以评估进展、发现问题并总结经验。本文选择全国290多个地级及以上城市,以暴雨作为致灾危险性因子,对我国城市应对暴雨的韧性能力进行了评价,并区分出四类不同韧性水平的城市,分析了我国目前推进海绵城市和气候适应型城市试点工作需要注意的一些问题,并提出了

改进建议。

1 我国韧性城市的实践进展及存在问题

1.1 实践进展

我国目前的韧性城市实践主要是参与国际项目和政府部门主导推进两种途径,包括国际韧性城市、海绵城市、气候适应型城市三类试点。韧性城市注重城市系统应对经济风险、灾害风险等各种内外部风险冲击的能力;海绵城市主要针对暴雨和水资源的单一风险要素;气候适应型城市主要针对气候变化引发的多种短期和长期灾害风险。从建设理念来看,全球韧性城市、海绵城市与气候适应型城市的本质都是提升城市应对各种灾害风险的能力。

1.1.1 国际韧性城市试点项目

2010年3月,联合国减灾战略署发起“让城市更具韧

收稿日期:2017-10-20

作者简介:郑艳,博士,副研究员,主要研究方向为气候风险治理与适应政策。E-mail: zhengy_cass@163.com。

通讯作者:翟建青,博士,副研究员,主要研究方向为气候变化影响评估。E-mail: Zhaijianqing1980@126.com。

基金项目:国家自然科学基金“适应气候变化治理机制:中国东西部地区案例比较研究”(批准号:71203231)。

性”运动,鼓励地方政府在可持续城市化进程中建设韧性城市,为全球防灾减灾筛选范本;我国成都被选为“灾后重建发展”的范例城市之一。2013年洛克菲勒基金会创立“全球100个韧性城市”项目,旨在支持全球城市制定韧性规划、应对各种自然灾害和社会经济挑战^[3],浙江义乌、四川德阳、浙江海盐、湖北黄石4个城市已成功入选。例如,黄石市获得了价值500万美元的资金和技术支持,重点建设韧性的水系统、经济系统和宜居系统^[4]。

1.1.2 国内韧性城市试点工作

2015—2016年,住房和城乡建设部先后发布了30个国家海绵城市试点。2016年2月,国家发展改革委联合住房和城乡建设部出台了《城市适应气候变化行动方案》,并于2017年初公布了28个试点城市地区。两项试点均吸引了众多城市积极申请,地方政府期待借此争取财政资金或政策支持,以推动城市更新改造,间接提升城市土地价值、财政收入和城市形象。其中,海绵城市试点拥有国家财政资金的强大支持,政策力度大、社会关注度较高,地方城市申请的积极性高,吸引了包括京津沪广在内的

的许多发达城市参与。气候适应型城市由于缺乏专项资金支持,申请数量不多,入选的也多为中小城市(或部分城区)。表1对两项试点工作进行了比较。

1.2 试点存在的问题

建设韧性城市是一项长期的任务,需要前瞻性、系统性的规划设计。我国城市类型多样,地域分布广泛,发展阶段差异很大,韧性城市建设需要因地制宜,考虑不同风险因素及适应需求。从试点情况来看,还存在着以下问题。①学界和决策者对于何为“城市韧性”及如何实现,还缺乏深入认识。海绵城市在概念和技术上相对成熟,“气候适应型城市”内涵尚不明确,从入选的一些项目申请书来看,地方城市对于“气候适应”目标还不明晰,对城市的关键气候风险及其影响辨析不足,提出的行动方案和指标缺乏针对性和系统性。②试点工作缺乏顶层设计,分类指导原则落实不够。海绵城市建设目标设置过高,很难通过短期数年试点实现;气候适应型城市缺乏分领域的、规范化的建设标准及考核指标,难以总结、提炼可供不同地区和类型城市借鉴的经验^[5]。③试点城市对长期气候

表1 海绵城市与气候适应型城市试点比较

Tab. 1 Comparison of pilot cities between sponge city and climate resilient city

比较内容/ 试点类型	海绵城市	气候适应型城市
主导部门	住房和城乡建设部、水利部、财政部	国家发展改革委、住房和城乡建设部
启动时间	2015年4月第一批,2016年4月第二批	2017年1月
试点数量	30个城市	28个城市(或城区)
试点目标	通过海绵城市建设,综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施,最大限度地减少城市开发建设对生态环境的影响,将70%的降雨就地消纳和利用。到2020年,城市建成区20%以上的面积达到目标要求;到2030年,城市建成区80%以上的面积达到目标要求	到2020年,普遍实现将适应气候变化相关指标纳入城乡规划体系、建设标准和产业发展规划。到2030年,城市应对内涝、干旱缺水、高温热浪、强风、冰冻灾害等问题的能力明显增强,城市适应气候变化能力全面提升
试点内容	下凹立交桥、老旧小区等积水点的“海绵化”改造,雨水资源化利用,燃气、热力、水电等基础设施改造,海绵技术和产业园区建设等等	开展城市气候变化影响和脆弱性评估;编制城市适应气候变化行动方案;针对不同气候风险和重点领域开展适应行动;开展提升适应气候变化能力建设的项目活动;成立专门的协调各部门工作的领导小组等
分类原则	考虑我国东、中、西社会经济发展水平的差异,南北方不同气候,涵盖大、中、小不同规模的城市。区分新城区和老旧小区两类设计项目内容	按照地理位置和气候特征将全国划分为东部、中部、西部三类适应地区,根据不同的城市气候风险、城市规模、城市功能,因地制宜,实施一城一策、分类指导的适应方案
优先领域	新城区,侧重于雨水径流控制和就地消纳利用;老城区,通过棚户区 and 危房改造、老旧小区更新等,缓解城市内涝积水、黑臭水体治理、城市热岛等人居环境不良问题	城市规划、基础设施、建筑、生态绿化系统、水安全、灾害风险综合管理体系、适应科技支撑体系等
资金筹措	“国家级海绵城市”试点由财政部按照城市规模提供为期3年总计865亿元的专项财政资金补助,其中直辖市每年6亿元,省会城市每年5亿元,其他城市每年4亿元	鼓励地方政府发挥能动性,选择有一定工作基础的典型领域,自行筹措试点项目资金
考核评价	制定了详细的技术导则,6大类18项绩效评价与考核指标	主要由申请城市自主提出和落实,尚未出台分类导则和考核指标

变化风险考虑不足。例如,海绵城市的试点项目存在小、散、碎片化现象,未能充分考虑城市整体韧性和长期规划,导致每年汛期的“内涝”成为海绵城市效果的现实考验;气候适应型城市虽然强调了城市规划的作用及“全面提升城市适应气候变化能力”,但是缺乏具体的实施方案及评价考核工具,导致约束力不足、实施效果难以预期。

2 韧性城市的内涵及其评价方法

2.1 韧性城市的内涵

韧性城市是基于韧性理论、以可持续性为目标、具有前瞻性和系统性思维的城市规划理念^[6-8]。作为一种新的理念与实践,提升城市韧性是在全球化和气候变化背景下对传统城市发展目标、城市规划设计理念进行反思和变革的必然要求。“全球 100 个韧性城市”项目将城市韧性界定为:增强城市不同主体在面对自然灾害、经济危机、社会和政治动荡等不确定性风险冲击之下的应对、承受及恢复能力^[3]。韧性城市包括三大要素:WHAT(哪个领域),WHO(个体、家庭、政府部门等主体),HOW(相关机制设计)等^[6]。建设韧性城市主要有三个途径:①改进基础设施和生态系统,减小气候变化的影响、脆弱性,避免连锁风险和系统失灵;②增强社会主体的适应能力,为其提供支持性的城市系统服务;③评估制度因素,减小容易诱发系统脆弱性的政策行动,增强决策参与和包容性等^[9]。

2.2 韧性城市的理论基础

韧性词源来自拉丁文 *resilio*,意为受冲击后反弹,最早源于生态学。韧性理论的应用领域从生态系统研究,延伸到自然灾害和风险管理、气候变化适应、基础设施等工程建设、能源系统及城市规划等广泛领域^[10-11]。近年来,随着气候变化对城市的影响日益突出,尤其是高影响-低概率的极端天气气候事件,即“黑天鹅事件”频频出现,气候韧性成为韧性城市关注的新热点。Bruijn 等^[12]指出传统的灾害风险途径忽略了城市这一典型的社会-生态复合系统的复杂性和不确定性,提出应对极端灾害事件的五大韧性原则,即:系统性规划途径、关注超过设计能力的灾害、注重增强基础设施的功能性、提升社会和金融领域的灾害恢复力,确保韧性能力的持续性等。

“适应性周期”(Adaptive Cycle)或自适应周期是韧性理论的核心概念,广泛用于分析生态系统、企业、经济部门、社区和国家等不同系统的发展演变及其管理策略^[13]。适应性周期假说认为生态系统或人类系统都具有自适应能力,在面对外部冲击时能够进行反馈和应对,实现系统再生和创新。适应性周期包括四个相对稳定的发展阶段:K:成熟/保育阶段; Ω :释放阶段/孕育; α :更新/重建阶段;r:开发/成长阶段(见图 1)。一个自适应系统能够在某些

条件下实现跨越阶段的演进变化,从长期看体现为螺旋式上升的态势。适应性周期隐含着转危为机、挑战即机遇的理念,其中的四个阶段,具有不同的韧性特征,系统处于哪个阶段、向哪个阶段演进,取决于影响该系统基本功能的关键指标及其阈值^[13-15]。

2.3 韧性城市的评价方法

现有文献主要从系统韧性、特定领域的韧性两个视角评估韧性城市,前者是指系统应对各种内外未知风险冲击的综合适应能力,后者是指特定系统应对单一风险或复合风险的恢复能力^[11,16]。单一灾害或特定领域的韧性更容易甄别因果机制、提出量化的指标和阈值;而系统韧性或综合韧性的因果机制更为复杂,通常与社会经济发展水平、制度和治理能力密切相关,难以定量化评估其阈值。因此,国内外的韧性城市量化评估大多从基础设施、生态、经济、能源等城市子系统入手,对于系统韧性的评估相对较少。

针对韧性城市的指标及分类评估,目前国内外开展了一些实证研究。“全球 100 个韧性城市”项目提出了包括 4 个维度的“城市韧性指数(Urban Resilience Index)”,即:健康和福利、经济和社会、基础设施和生态系统、领导力和战略^[3]。李亚和翟国方^[17]构建了包括经济、社会、环境、社区、基础设施及组织等 6 个方面的灾害韧性指标体系,评估指出我国城市总体韧性水平较低,空间分异明显。翟建青^[18]等以暴雨致灾危险度和城市适应能力衡量城市暴雨韧性,按照高、中、低不同韧性水平对中国 30 多个省会城市和 40 多个试点城市进行了排名。谢欣露和郑艳^[19]以北京为例,采用灰色关联度分析方法,构建了五个维度的适应能力评估指标体系,包括:经济支撑能力、社会发展能力、自然资源禀赋、技术支撑能力和风险治理能力,

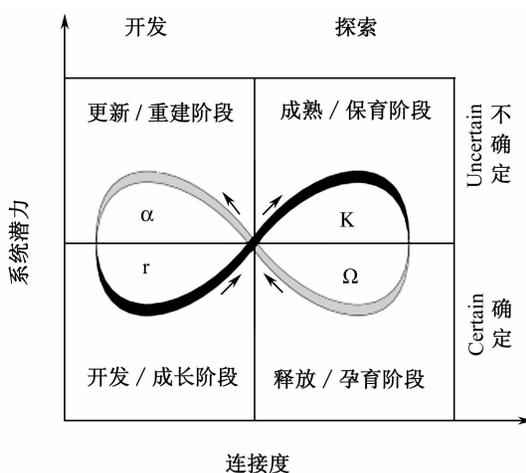


图 1 适应性周期
Fig. 1 Adaptive cycle

指出北京市16区的综合适应能力存在较大差异,体现为不同城市功能区之间的发展水平和资源禀赋对于适应能力和城市韧性的显著影响。然而,由于理论和研究方法的局限,目前还较少针对特定灾害风险因子及其阈值设计的韧性城市实证研究。

3 基于暴雨灾害的中国城市韧性评价

2016年我国城镇人口已超过7.7亿,由于城市的快速发展和扩张,大城市、特大城市和城市群不断增加,人口增长和经济活动密集,自然灾害风险的暴露度也在不断加大。其中,台风、暴雨、洪涝等引起的城市型水灾已成为我国沿海沿江和内陆地区许多城市的心头之患。我国主要气候灾害按照发生次数、频率及经济损失统计,位居前三位的依次为:暴雨洪涝、干旱、台风(热带气旋)^[18]。因此,本文选择暴雨作为主要灾害风险进行韧性城市分类研究。

3.1 理论分析框架

对城市韧性的评估,可以有两种不同的理论分析范式,一是风险范式,二是韧性范式。联合国气候变化专门委员会(IPCC)^[20]提出了基于气候风险评估的适应决策框架,将风险(Risk)表述为某种不利后果的发生概率,风险因子包括:致灾危险性(Hazard)、人口或财富的暴露度(Exposure)、系统内在脆弱性(Vulnerability)。一些文献将韧性视为脆弱性的反向指标,或等同于适应能力。韧性理论是人类社会认识和应对风险的新理念,相比传统的基于概率分析或成本-效益分析的风险研究范式,韧性范式更能体现社会-生态复合系统的多稳态、自适应及动态变化特征^[12,15]。

本文将适应性周期假说应用于城市系统的灾害韧性研究,假设存在一个理想的韧性演化周期(见图1),则适应性周期体现的是一个城市在一个较长时期内自我发展演变的内在韧性及其动态特征。中国290多个地级及以上城市具有气候、地理、社会经济、人口和资源等丰富的多样性,理论上,这些城市的韧性状态将分别处于这一理想模型的4个典型阶段之一。

依据城市发展规律的相关理论,结合适应性周期假说,按照灾害危险性和城市灾害韧性构建二维坐标,可将中国城市划分为四种系统韧性类型:K:高危险-高韧性阶段; Ω :高危险-低韧性阶段; α :低危险-低韧性阶段;r:低危险-高韧性阶段。例如,以暴雨引发的城市型水灾为例,处于不同系统韧性水平的城市具有以下特征:K阶段:发达大城市的人口和经济规模达到资源承载力极限,成熟和高效以“锁定效应”和韧性下降为代价,城市内部各要素连接度高,极端降雨事件往往导致灾害的连锁和放

大效应; Ω 阶段:代表着城市遭受暴雨洪涝灾害冲击之后的混乱和应激状态,城市基础设施等系统功能被破坏、甚至人才和资本流失,系统韧性降到最低;r阶段:随着系统潜力不断恢复和提升,韧性也不断提升; α 阶段:创新变革能力最强,韧性也达到最大状态。 α 阶段和r阶段也可类比新建和发展阶段的中小城市,机遇与挑战并存,提升韧性的潜力较大。我国黄石等中小城市被选为“全球100个韧性城市”案例试点的意义也在于其灵活性和可塑性。

3.2 指标选择

根据《中国城市统计年鉴(2015—2016)》年数据,共选取293个地级及以上城市。依据暴雨致灾危险性和城市暴雨韧性,设计二维系统韧性评价指标如下。

3.2.1 暴雨致灾危险性

世界气象组织规定,以30年平均的气候要素常年值作为一个气候态。本文采用了约50年的气候周期衡量暴雨灾害的特征及其变化。将暴雨致灾危险性分解为两个贡献因素:①暴雨强度:城市年均暴雨日数;②暴雨变化趋势:城市暴雨日数的年际变率。分别计算290多个样本城市代表性气象站1971—2016年间的年平均暴雨日数(日降水量 ≥ 50 毫米),及暴雨日数的年际变率,并进行归一化计算和算术平均加总,得到每个城市的暴雨危险性指数。

分级结果表明,中国城市暴雨高危险性地区主要分布在东南沿海、珠江三角洲地区,如广东、广西、江西、福建、安徽等省。

3.2.2 应对暴雨的城市韧性

影响城市韧性的因素包括:经济资源、基础设施、公众意识和应对能力、制度文化、技术和知识体系等。郑艳^[8]将气候风险防护设施分为软防护和硬防护措施,软防护措施包括社会保障、医疗卫生和减贫等,硬防护措施包括生命线工程、监测预警设施等。纽约的城市防洪韧性指标体系从社会(风险管理规划、居民防范意识、保险措施等)、经济(人均收入)和水文(排水管网长度、排蓄水能力等)三个维度设计评价指标^[21]。本文将城市暴雨韧性分为:综合韧性、基础设施韧性。

(1)综合韧性:社会经济发展水平。人均GDP能够反映一个国家和地区的综合经济实力。人均GDP达到8000美元,一般可反映该地区的经济发展、治理能力、人口素质及消费需求达到了较高水平(相当于中等发达水平)。本文假定人均GDP达到8000美元时,城市的发展型基础设施相对完备,城市应对一般风险的治理能力较好,但是仍欠缺应对系统性风险的增量型基础设施和极端天气气候事件的治理能力。

(2)基础设施韧性:城市应对暴雨的基础设施。《城

市适应气候变化行动方案》中的城市基础设施包括:城市生命线系统(包括供水排水、供电、供气、交通、通讯)、能源设施、交通设施等。海绵城市建设中提到了“灰-绿-蓝”雨洪基础设施相结合的原则,其中的灰色基础设施是指大坝、水库、供排水等工程性基础设施,绿色基础设施包括公园、绿地、生态廊道等绿色开放空间;蓝色基础设施是指城市水系、湖泊等水体环境。采用以下指标代表城市应对暴雨的基础设施防护能力:①建成区排水管网密度:城市排水管道总长与建成区面积的比值,可体现城市防洪排涝基础设施的水平,发达国家(如德国、美国、日本)城市排水管网密度约为 10~30 km/km²[18]。②建成区绿化覆盖率:可体现城市绿地对于暴雨洪涝的吸纳、滞留及减缓效应。

基于上述三个指标的平均值设计“城市暴雨韧性指数”如下:

城市暴雨韧性指数 = AVG{(人均 GDP + 城市排水管网密度 + 建成区绿化覆盖率)}

将以上指标进行归一化处理。归一化公式采用min-max 标准化方法,其中 min 为样本数据最小值,max 为样本数据最大值。即:

$$X = \frac{x - \min}{\max - \min}$$

3.3 分类评价的依据

依据理论和文献,设置暴雨致灾危险性、城市暴雨韧性指数的指标阈值。以人均 GDP8 000 美元(约 5.3 万元)、国家生态园林城市绿化覆盖率 45% 的建设标准、2015 年中国地级及以上城市排水管网密度的平均值 9.09 km/km²,分别作为三个韧性指标的参考阈值[18]。依据上述参考阈值,取 90 百分位数^①对应的“暴雨致灾危险性指数”、“城市暴雨韧性指数”,作为划分韧性城市的阈值标准(将两个指数得分均位于前 10% 的城市界定为韧性城市)。则韧性城市分布于暴雨致灾危险性指数(≥0.68)与城市暴雨韧性指数(≥0.58)这一区间。

3.4 分类评价结果及分析

依据暴雨致灾危险性和城市暴雨韧性指数建立二维坐标图,可将我国地级以上城市区分为四类典型城市(有效样本 282 个,如图 2)。其中,海绵城市试点、气候适应型城市试点在各类型的分布情况见表 2。

各类型的特点分析如下:

(1)韧性城市(高危险-高韧性的 K 阶段):仅占评价城市总数的 2%,包括:珠海、东莞、宁波、佛山、广州、莆田、厦门 7 城市。此类城市的暴雨致灾危险性高于 90% 以

上的全国城市,主要分布在广东珠三角、福建、浙江等沿海发达地区,其中有 3 个海绵城市试点。由于长期应对台风洪涝的基础设施投入、风险管理和城市建设,提升了这些城市应对暴雨灾害的韧性。

(2)低风险城市(低危险-高韧性的 r 阶段):共 24 个城市,其中包括 8 个试点城市(见表 2)。此类城市暴雨风险为中低水平,经济发展水平较高,排水管网密度、城市绿化率等硬件防护基础设施相对较强,具有应对常规暴雨洪涝灾害的能力。但是随着城市快速发展,居民对于生活品

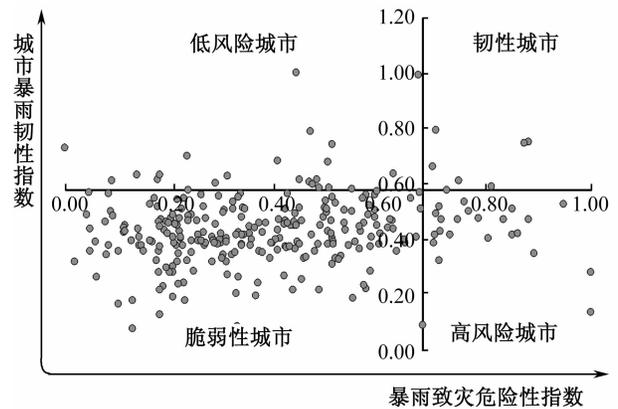


图 2 基于暴雨灾害的中国 282 城市系统韧性分类图
Fig. 2 Classified by heavy rain system resilience 282 Chinese cities

表 2 试点城市分类结果及其相对比重
Tab. 2 Classification result and comparison of the pilot cities by type

类型	海绵城市 (30 个样本)	分类 占比/%	气候适应型城市 (25 个样本)	分类占比/%
韧性城市	珠海、宁波、厦门	10	—	0
低风险城市	深圳、上海、武汉、北京、天津、镇江、青岛	23.3	武汉、合肥	8
脆弱型城市	迁安、济南、鹤壁、大连、常德、庆阳、西咸新区、重庆、西宁、白城、贵安新区、嘉兴、池州、福州、萍乡、南宁、遂宁、玉溪、固原	63.3	呼和浩特、大连、朝阳、丽水、淮北、九江、济南、安阳、十堰、常德、岳阳、百色、重庆璧山区和潼南区、广元、六盘水、毕节市赫章县、西咸新区、商洛、白银、庆阳西峰区、西宁湟中县	88
高风险城市	三亚	3.3	海口	4

注:气候适应型城市样本中未包括 3 个地级以下试点城市,其中城市辖区试点采用市级数据替代。西咸新区、贵安新区为国家级新区,分别采用了咸阳市、贵阳市的数据。

① 百分位数是指该百分位对应的数值,至少有 p% 的数据项小于或等于这个值,且至少有 (100 - p)% 的数据项大于或等于这个值。

质及城市安全的诉求不断提升,此阶段城市将面临日益迫切的应对极端强降雨风险的增量型防护需求。

(3)脆弱型城市(低危险-低韧性的 α 阶段):共232个城市,超过半数的海绵城市及大部分的气候适应型城市位于此区间。共性是暴雨致灾危险处于中低水平,但防洪排涝和生态绿化等适应性基础设施也低于全国城市的平均水平,存在较大风险隐患。此类城市差异性较大,东中西部地区均有分布,社会经济发展水平不均,中小城市较多,也包括部分发达的沿海城市。如果遭遇气候变化引发的小概率、高影响的极端天气气候灾害(如强降雨、强台风、特大洪涝等),会蜕变为高风险状态;如果伴随着城市规模和人口增长,能够同步提升城市风险规划能力,则可顺利成长并推进到低风险-高韧性的 r 阶段。

(4)高风险城市(高危险-低韧性的 Ω 阶段):共22个城市,进入试点的有海南三亚、海口2个城市。此类城市主要分布在广东、广西、江西、海南、湖南、安徽等省,亦有不少东中部的中等规模城市,正处于城市化和工业化提升时期,未来需在城市发展中加强城市风险规划和基础设施建设,进一步提升应对暴雨的韧性。

从城市系统韧性的演化来看,上述四个阶段体现了城市应对暴雨灾害的不同韧性水平。首先,韧性城市的系统韧性最强,城市应对暴雨危险的高韧性是其长期应对暴雨灾害、不断加强韧性建设(包括风险防范和基础设施投入)的结果。其次是低风险城市,应对暴雨风险的系统韧性为中等水平,在全球气候变化影响下,城市往往难以应对极端灾害事件的侵袭,例如近年来武汉、北京等大城市遭受持续或突发强降雨导致的城市洪涝灾害。再次为脆弱型城市和高风险城市,这两类的系统韧性最低。

4 试点问题及政策建议

4.1 分类评价发现的问题

从表2可以发现两个特点:一是海绵城市吸引了更多的东中部大城市和发达城市,而气候适应型城市试点主要集中在中西部地区。二是试点城市在四个韧性阶段的分布比重并不均衡,其中韧性城市 and 低风险城市占到海绵城市试点的33%,属于“锦上添花”;而脆弱型城市、高风险城市占到气候适应型试点总数的92%,需要“雪中送炭”。此外,有8个城市(或城区)同时入选两个试点。

从评价结果来看,我国城市应对暴雨灾害达到中高韧性水平的只占到282个城市的11%,绝大部分处于低韧性水平。这说明我国城市应对长期和极端暴雨的综合能力或系统韧性有待加强。从入选两类试点的城市分布情况来看,试点筛选的典型性和代表性不够突出,一是高风险城市甄别不足、低风险城市入选比例过高。高风险城市占

全国城市总数的近8%,然而只有海南省的两个城市进入试点;近半数的试点海绵城市属于经济发达的特大和大城市,1/5的海绵城市试点属于低风险城市。二是脆弱型城市数量大且存在分化趋势。脆弱型城市占到全部试点城市的2/3,此类城市具有现实或潜在的脆弱性,多为中西部城市需要根据城市特点,提升应对暴雨风险的韧性。根据2016年全国海绵城市试点城市年度绩效考核结果,属于低风险城市阶段的深圳、青岛及脆弱型城市阶段的南宁、池洲,都分别名列考核前茅。这说明处于不同阶段的城市均可以借助试点提升适应能力和灾害韧性。

4.2 政策建议

韧性城市建设具有复杂性、艰巨性和长期性,很难在短短数年的试点建设中“毕其功于一役”。作为城市公共管理的新领域,提升城市应对灾害的系统韧性需要以政府为主导,建立多部门、多主体参与的决策协调机制。例如,海绵城市建设需要规划、城建、水务、园林等部门充分协调,气候适应型试点需要协同发改、气象、应急、交通、建筑等多部门,这对试点城市的组织管理能力提出了挑战。

建议两类试点应以“韧性城市”为目标,加强以下工作:①加强气候适应型城市与海绵城市的协同建设。国家发改委在气候适应型试点工作中充分借鉴了住建部的海绵城市试点经验,并联合开展试点工作。两类试点的领域有所交叉,可以加强前瞻性的协同规划、相互借鉴技术和经验,针对双试点城市联合开展评估考核。②构建科学可行的韧性城市分类考核指标。平衡不同风险类别、发展阶段、城市规模的试点城市比重,加强分类指导和绩效考核,能够使得试点城市“对号入座”。建议试点部门在新试点中适当增加脆弱型城市和高风险城市的比重,减少锦上添花的试点类型。③对不同类型的试点城市采取差异化的政策支持。发达城市试点重点在于经验发掘和探索创新,例如可借助城市更新改造建设低碳韧性城市,鼓励特大城市 and 城市群开展协同试点,利用政策机制开发市场化的融资机制和保险市场等。对于暴雨危险较低但经济欠发达、人口密集的中西部城市、城市发展新区、次生灾害易发高发的内陆山地城市等,需要避免由于城市化进程过快、基础设施滞后而导致的社会经济脆弱性加剧、引发灾害放大效应。④加强韧性城市建设的公众参与。城市是人口和社会经济活动的密集区域,Crown等^[26]基于欧盟“城市韧性及可持续性转型项目”的案例,认为公众参与在韧性城市的协同治理及规划实践中具有重要作用。我国应当利用试点建设契机,加强科普宣传和公众决策参与,提升全社会应对灾害风险的学习能力。

5 结论

本文依据适应性周期假说和城市发展规律,选择中国

282 个地级及以上城市开展了韧性城市的分类评价研究,将城市应对暴雨灾害的系统韧性区分为四个演化阶段(韧性城市、低风险城市、脆弱型城市、高风险城市)、3 个韧性等级(高、中、低),具有一定的理论意义和决策应用价值。作为一项探索性的交叉学科研究,还存在不足之处。例如,韧性城市的分类需要积累典型城市的灾害案例以提供实践检验;风险指标及其阈值的设计尚有改进余地。如近年来我国一些特大城市和西部干旱地区城市多次出现强降雨事件,本文的“暴雨致灾危险性”能够体现气候变化背景下的城市暴雨强度和变率特征,具有一定的科学性,但是难以体现个别年份出现的小概率极端暴雨事件;此外,北方城市在实际工作中多采用 20~30 毫米的降雨量作为暴雨标准,这些问题有待在后续研究中改进。韧性城市的研究及其政策实践方兴未艾,未来需要针对不同类型的灾害风险,加强韧性城市的理论、韧性机制及分类评价研究。

感谢国家气候中心巢清尘主任、国家发改委气候司丁丁处长、国家住房与城乡建设部科技与产业化发展中心田永英副处长提供的研究资料和建议。文责自负。

(编辑:于杰)

参考文献(References)

- [1] 郑艳. 推动城市适应规划,构建韧性城市——发达国家的案例与启示[J]. 世界环境, 2013(6):50-53. [ZHENG Yan. Adaptation planning and resilience building for cities: cases from developed countries [J], Global environment, 2013(6):50-53.]
- [2] 王祥荣,谢玉静,徐艺扬,等. 气候变化与韧性城市发展对策研究[J]. 上海城市规划. 2016(1):26-31. [WANG Xiangrong, XIE Yujing, XU Yiyang, et al. Studies on the climate change and development strategy for resilient city[J]. Shanghai urban planning review, 2016(1):26-31.]
- [3] ARUP. City resilience index [N/OL]. [2017-10-01]. <http://www.cityresilienceindex.org>.
- [4] 卢文超,李琳. 黄石市韧性城市建设的调查与思考[J]. 城市, 2016(11):28-33. [LU Wenchao, LI Lin. Investigation and reflection on Huangshi city's building resilient city[J]. Cities, 2016(11):28-33.]
- [5] 郑艳,史巍娜. 《城市适应气候变化行动方案》的解读及实施[M]//王伟光,郑国光,等. 应对气候变化报告 2016. 北京:社会科学文献出版社, 2016:177-188. [ZHENG Yan, SHI Weina. Understanding and implementing the urban action plan for adaptation to climate change[M]//WANG Weiguang, ZHENG Guoguang, et al. Green book of climate change 2016. Beijing: Social Sciences Press, 2016:177-188.]
- [6] TYLER S, MOENCH M. A framework for urban climate resilience [J]. Climate and development, 2012(4):311-326.
- [7] CHELLERI L. From the resilient city to urban resilience: a review essay on understanding and integrating the resilience perspective for urban system[J]. Documents d'Analisi geografica, 2012, 58(2):287-306.
- [8] 郑艳. 适应型城市:将适应气候变化与气候风险管理纳入城市规划[J]. 城市发展研究. 2012(1):47-51. [ZHENG Yan. Resilient city: mainstreaming climate risk management and adaptation into urban planning[J]. Urban studies, 2012(1):47-51.]
- [9] TYLER S, NUGRAHA E, NGUYEN H K. City resilience Indicator: A contextual approach [J]. Environmental science & policy, 2016, 66:420-426.
- [10] FOLKE C. Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses [J]. Global environmental change, 2006,16:253-267.
- [11] MEEROW S, NEWELL J P, STULT S M. Defining urban resilience: a review [J]. Landscape and urban planning, 2016, 147:38-49.
- [12] BURIJN K, BUURMAN J, MENS M, et al. Resilience in practice: five principles to enable societies to cope with extrem weather events [J]. Environmental science & policy, 2017, 70:21-30.
- [13] WALKER B, SALT D. Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world [M]. Washington: Island Press, 2006.
- [14] GUNDERSON L H, HOLLING C S. Panarchy: understanding transformations in humans and natural systems [M]. Washington: Island Press, 2002.
- [15] 郑艳,林陈贞. 韧性城市的理论基础与评估方法[J]. 城市, 2017(7):15-20. [ZHENG Yan, LIN Chenzhen. Resilient cities: theory and appraisal method[J]. Cities, 2017(7):15-20.]
- [16] WALKER B, SALT D. Resilience practice: building capacity to absorb disturbance and maintain function [M]. Washington: Island Press, 2012.
- [17] 李亚,翟国方. 我国城市灾害韧性评估及其提升策略研究[J]. 规划师, 2017, 33(8):5-11. [LI Ya, ZHAI Guofang. Urban disaster resilience assessment and promotion in China [J]. Planners, 2017, 33(8):5-11.]
- [18] 翟建青,郑艳,李莹. 中国暴雨韧性城市排名及分析[M]//王伟光,刘雅鸣,巢清尘,等. 应对气候变化报告 2017. 北京:社会科学文献出版社, 2017:19-28. [ZHAI Jianqing, ZHENG Yan, LI Ying. Ranking and analysing urban resilience to rainstorm in China [M]//WANG Weiguang, LIU Yaming, CHAO Qingchen, et al. Green Book of Climate Change 2017. Beijing: Social Sciences Academic Press(China), 2017:19-28.]
- [19] 谢欣露,郑艳. 气候适应型城市评价指标研究——以北京市为例[J]. 城市与环境研究, 2014(4):50-66. [XIE Xinlu, ZHENG Yan. Assessment indicators for measuring climate resilient city: a case study of Beijing[J]. Urban and environmental studies, 2014(4):50-66.]
- [20] FIELD C B, BARROS V, STOCKER T F, et al. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) special report on managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change

- adaptation[M]. Cambridge:Cambridge University Press,2012.
- [21]李彤玥.韧性城市研究新进展[J].国际城市规划,2017(2):1-11. [LI Tongyue. New progress in study on resilient cities[J]. Urban planning international, 2017(2):1-11.]
- [22]CROWN P R, FOLEY K, COLLIER M J. Operating urban resilience through a framework for adaptive co-management and design: five experiments in urban planning practice and policy [J]. Environmental science & policy, 2016, 62:112-119.
- [23]WU H X. The impact of climate changes on mass events in China [J]. Chinese journal of population, resources and environment, 2016, 14(1):11-15.
- [24]LIU R F. Climate change and village adaptation impact on reliability of irrigation wells in China [J]. Chinese journal of population, resources and environment, 2016, 14(3):215-226.

A typology analysis on resilient cities based on adaptive cycle

—taking cases of Chinese sponge cities and climate resilient cities pilot projects

ZHENG Yan¹ ZHAI Jian-qing² WU Zhan-yun¹ LI Ying² SHI Wei-na³

(1. Institute of Urban & Environmental Studies, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100028, China;

2. National Climate Centre, Beijing 100081, China; 3. Academy of Macroeconomic Research,

National Development and Reform Commission, Beijing 100038, China)

Abstract Building resilient cities has become an emerging focus in urban planning and risk governance. Resilient cities aim to improve adaptive capacity to cope with multiple risks and shocks from internal and external environment. Sponge City and Climate-Resilient City pilot projects have been launched to build resilient cities in China. Sponge City pilot project designs to reduce rainstorm impacts and water resources related risk; meanwhile, Climate-Resilient City pilot project aims to deal with diverse disaster risks driven by climate change. The research and practice on resilience theory and typology are still on the way. Considering differentiated characteristics of geographic distribution, disaster types, and socio-economic development in Chinese cities, these pilot cities require theoretical and practical support to conduct projects by classification of urban resilience. Take 282 Chinese cities at prefecture-level and above as example, this article coordinates Heavy Rain Hazard and Urban Resilience Index for resilience classification, the latter index comprises of urban development, green infrastructure, grey infrastructure. On the basis of resilience theory and Adaptive Cycle hypothesis, this article categories the sample cities with four typical stages and three levels of urban disaster resilience, including Resilient City (high system resilience), Low Risk City (middle system resilience), Vulnerable City and High Risk City (low system resilience). The results show a distribution imbalance of these four types in the two pilot projects. For example, resilient cities and low risk cities accounted for 33% in the total cases of pilot sponge cities, which means both experience-learning and problem-finding are required for these cities of ‘adding flowers to embroidery’. On the contrary, 92% of the climate-resilient pilot cities attributed to vulnerable cities and high risk cities, which means the climate-resilient pilot project can ‘help lame dogs over a stile’ with policy support on risk reduction and resilience building. This article addresses several challenges for these two pilot projects to get fruitful demonstration, such as how to get best practice and lessons from a handful of resilient cities and very limited high risk cities, how to support and differentiate the great number of low risk cities and vulnerable cities. In the end, this article proposes to strengthen collaborative governance between in-charge agencies of sponge cities and climate-resilient cities, offer scientific support to pilot cities by typology-based appraisal and monitoring, develop discrepancy policies for different types of cities, improve the public participation in community level, and so on.

Key words resilient cities; adaptive cycle; sponge city; climate resilient city; system resilience; typology