

陈苏超, 闫绪娴, 范玲. 数字中国背景下城市韧性提升路径研究——基于模糊集定性比较分析[J]. 灾害学, 2024, 39(1): 6-10, 16. [CHEN Suchao, YAN Xuxian, FAN Ling. Research on Urban Resilience Improvement Paths in the Context of Digital China – Based on Qualitative Comparative Analysis of Fuzzy Sets [J]. Journal of Catastrophology, 2024, 39(1): 6-10, 16. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2024.01.002.]

数字中国背景下城市韧性提升路径研究*

——基于模糊集定性比较分析(fsQCA)

陈苏超¹, 闫绪娴², 范玲³

(1. 山西工商学院 建筑工程学院, 山西 太原 030006; 2. 山西财经大学 管理科学与工程学院, 山西 太原 030006; 3. 山西财经大学 工商管理学院, 山西 太原 030006)

摘要: 增强城市韧性既是城市提升恢复能力和适应能力的重要保障, 也是城市高质量发展的重要支撑。目前“数字中国”建设步伐不断加快, 城市数字化对城市新形态的塑造具有重要影响作用, 进而深度赋能提升城市韧性。该文运用组态思维和fsQCA方法对我国45个城市研究影响因素的协同联动机制, 最后得出城市韧性的驱动路径。研究发现: ①单一条件变量并不是城市韧性的必要条件; ②实现高韧性城市的路径有3条, 即数字经济与数字基础设施主导型、数字经济与数字政府主导型、“四轮”驱动型; ③数字经济和数字政府两个条件变量对城市韧性具有更为重要的作用。因此, 韧性较低的城市可以依据自身资源禀赋, 因城施策, 选择适宜的韧性提升路径, 从而有效地提升城市韧性。

关键词: 数字中国; 城市韧性; 组态路径; fsQCA

中图分类号: X43; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2024)01-0006-06

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2024.01.002

近年来城市受暴雨、台风、雾霾以及公共卫生事件等多方面的冲击和干扰, 增强城市韧性, 能够提升城市预防、抵抗、恢复、适应和转化等应对能力。2017年中国城市规划学会首次提出建设“海绵城市、韧性城市”。“十四五”规划明确提出建设韧性城市、提高城市智慧化水平, 城市韧性建设工作已纳入国家的宏观政策。我国很多大中型城市高度重视城市韧性建设工作, 北京、上海、广州、成都等已将韧性城市建设工作考虑到城市总体规划中^[1]。韧性城市建设已是国家和政府的一项重要部署工作, 有必要研究城市韧性的提升路径。

新时代建设网络强国、数字中国、智慧社会是我国的发展战略。2022年《政府工作报告》强调加强数字中国建设整体布局, 不断完善数字治理机制。数字经济影响着城市经济社会发展, 能够赋能经济韧性提升^[2]; 数字技术在解决治理技术和管理手段不精细方面作用显著^[3], 例如运用人工智能等技术可以对灾害进行仿真模拟和情景治理^[4]。城市数字化能够助力构建智慧、敏捷、韧性的城市, 进而提高城市整体发展水平^[5]。参照新华三集团以“十四五”规划的“数字中国篇”为蓝本推出的城市数字化发展指数, 根据翟国方等^[6]提出的影响城市韧性的

五个维度“基础设施、经济、社会、治理、生态环境”, 将其与数字化深度融合, 升级为“数字基础设施、数字经济、数字社会、数字政府、数字生态”, 以此作为条件变量, 以城市韧性作为结果变量, 选取我国45个城市作为样本案例, 运用模糊集定性比较分析(fsQCA)方法探究城市韧性各因素多重并发的因果关系, 分析不同城市类型提升城市韧性的组态路径, 以为低韧性城市提供路径参考。

1 研究现状

“韧性”是指系统遭受不确定扰动时保持基本状态不变的能力, 吸收变化后仍能正常运行的能力, 还包括一定的学习、适应和恢复能力^[7-9]。国内学者认为城市包括经济、社会、制度、基础设施等要素, 城市韧性是指城市在不确定性扰动时, 其生态、社会、经济、基础设施等功能恢复、重建和发展的能力^[10-11]。国外学者认为城市韧性主要包括四个子系统, 即基础设施韧性、经济韧性、制度韧性和社会韧性, 同时包括生命线工程与社区的应急设施, 无论是经历突变性或缓慢性干扰仍具备生存、适应和发展能力^[12-13]。

* 收稿日期: 2023-04-20 修回日期: 2023-07-05

基金项目: 国家社会科学基金项目“我国城市暴雨内涝灾害形成机理、韧性评估与防治对策研究”(20BGL260)

第一作者简介: 陈苏超(1986-), 女, 汉族, 河北邢台人, 硕士, 讲师, 主要从事应急管理研究。E-mail: 371620615@qq.com

通信作者: 闫绪娴(1978-), 女, 汉族, 山西朔州人, 博士, 教授, 主要从事应急管理研究。E-mail: yanxux@163.com

表 1 城市韧性相关文献梳理

维度	代表人物
经济、社会、生态、基础设施、组织制度(治理)	翟国方等, 程朋根等 ^[14] , 石龙宇等 ^[15]
经济、社会、生态、基础设施	张振等 ^[16] , 刘喆 ^[17] , 高志刚等 ^[18] , 白立敏等 ^[19] , 黄琼等 ^[20]
经济、社会、生态、生活、灾害	王光辉等 ^[21]
经济、社会、基础设施、制度	JHA 等 ^[12]
社会、经济、制度、基础设施、生态、社会功能	CUTTER 等 ^[22]

通过梳理学者在城市韧性影响因素方面的研究^[6,11,14-22](表 1), 和对城市复杂系统的分析, 认为治理也是影响城市韧性的重要方面。因此韧性主要从基础设施、经济、社会、生态、治理五个维度进行分析, 在“数字中国”的建设背景下, 数字技术发展迅猛, 正在和城市空间的规划紧密结合^[23-25]。通过数字技术驱动, 城市能够进一步量化分析潜在风险的影响, 进而促进城市更加智慧化, 提升韧性城市的经济结构、组织形式等总体性改变^[26]。在此研究基础上提出以数字经济、数字社会、数字基础设施、数字政府、数字生态五个维度为条件变量, 分析其对城市韧性的共同作用和协同效应。

目前学者关于城市韧性提升路径研究主要包括三个方面: ①在构建城市韧性评价指标体系的基础上, 以一级指标或二级指标为出发点, 提出城市韧性提升的建议; ②运用空间计量模型实证分析因素的影响作用, 在此基础上提出提升城市韧性的相关对策^[27]; ③在对城市韧性时空格局演变和影响机制分析的基础上, 结合不同类型城市情况分别提出城市韧性提升路径^[28]。虽然已有许多学者关于城市韧性提升路径的研究和讨论, 但研究内容仍存在一些局限, 大多学者提出的“路径”主要是关于提升城市韧性的宏观对策, 具体路径不够明确, 缺乏运用客观数据和研究路径方法得出城市韧性的提升路径。此外, 关于城市韧性提升策略中, 已有学者提出依托数字技术提高城市应急管理能力的^[29], 助力城市的韧性提升, 但未具体分析因素对城市韧性的协同作用。

综上所述, 基于城市系统具有复杂性, 城市韧性是多方面因素共同作用的结果, 运用组态思维, 将 fsQCA 方法运用到城市韧性提升路径的研究中, 以“数字基础设施、数字经济、数字社会、数字政府、数字生态”五个维度作为条件变量, 以城市韧性作为结果变量, 进行组态分析探究城市韧性的提升路径。

2 研究方法 with 数据处理

2.1 研究方法

由于城市韧性是多因素综合影响产生的结果, 存在多重因素共同作用的现象, 本文选用 fsQCA 方法对样本案例进行组态分析。该方法优点包括: ①传统回归方法仅考虑单个因素对结果影响的“净效应”, fsQCA 从全局出发对样本进行对比分析, 分析影响因素之间复杂的相互作用和协同效应, 得出导致相同结果的不同路径^[30]; ②fsQCA 方法对样本数量要求不高, 通过小样本案例就可以分析因果关系^[31]; ③与 csQCA 与 mvQCA 相比, 用 fsQCA 能够更加充分地观察到不同条件组合所带来的细微影响^[32]。

2.2 数据来源

研究数据主要来源于两个方面: ①条件变量数据来源于《城市数字化发展指数(2022)》^[33], 报告中共涵盖 242 个城市的变量数据, 包括数字基础设施、数字经济、数字社会、数字政府、数字生态五个变量的评估结果。②结果变量数据来源于《机遇之城 2022》^[34], 其中涵盖了 47 个城市韧性评估得分, 这 47 个城市覆盖了中国多个主要城市群的中心城市和节点城市。最后将上述两个报告进行匹配, 剔除《机遇之城 2022》^[34]中的香港和澳门两个特别行政区, 将数据完整的 45 个城市作为样本案例。

2.3 变量测量与校准

1) 结果变量。以城市韧性为结果变量, 《机遇之城 2022》^[34]报告指出城市韧性维度用于反映城市有效应对变化和冲击、快速恢复正常运转的能力, 通过“医疗资源”“卫生健康”“养老保险”“公共安全”“灾害防治及应急管理”五个方面进行测度计算得分。

2) 条件变量。以数字基础设施、数字经济、数字社会、数字政府、数字生态 5 个变量作为条件变量。特别说明的是生态环境数字化治理归并到数字政府维度, 数字生态指标主要包括数据要素市场、数据政策环境和网络安全保护, 旨在构建数字规则体系, 营造开放、健康、安全的数字生态。

3) 变量校准。条件变量和结果变量的 3 个锚点分别设定为 75%、50%、25% 分位数, 作为完全隶属、交叉点、完全不隶属的门槛值^[35]。通过 fsQCA 软件对变量数据进行校准(表 2)。

表 2 条件变量和结果变量的校准点

条件变量和结果变量	校准点		
	完全隶属	交叉点	完全不隶属
城市韧性	157.0	113.0	80.0
数字基础设施	80.8	73.6	67.6
数字经济	85.8	76.0	72.2
数字社会	74.8	71.0	64.7
数字政府	82.1	70.5	64.1
数字生态	67.7	65.5	57.5

3 结果分析

3.1 单个条件的必要性分析

通过 fsQCA 软件对单个条件变量进行一致性分析(表 3)。从检验结果来看, 5 个条件变量对高城市韧性和低城市韧性的一致性数值均低于 0.9, 说明不存在某单一条件变量是高城市韧性和低城市韧性的必要条件, 即高城市韧性和低城市韧性

均不依赖于某一个影响因素。

表3 单个变量必要性检验结果

条件变量	高城市韧性		低城市韧性	
	一致性	覆盖度	一致性	覆盖度
数字基础设施	0.725	0.694	0.394	0.404
~数字基础设施	0.379	0.369	0.702	0.732
数字经济	0.822	0.808	0.293	0.308
~数字经济	0.296	0.281	0.817	0.831
数字社会	0.800	0.758	0.329	0.334
~数字社会	0.297	0.293	0.761	0.803
数字政府	0.803	0.795	0.284	0.301
~数字政府	0.295	0.278	0.807	0.814
数字生态	0.789	0.734	0.353	0.353
~数字生态	0.308	0.308	0.739	0.790

(注:表中“~”表示逻辑关系中的“非”)

3.2 组态结果

参照杜运周^[36]做法,将原始一致性阈值设为0.8, PRI一致性阈值设为0.7, 案例频数阈值为1。运用fsQCA软件对数据处理,得到高城市韧性组态分析路径结果(表4),组态结果表明共有3条高城市韧性驱动路径,2条低城市韧性组态路径。其中高城市韧性组态路径总体解一致性为0.908,说明在满足3条高城市韧性组态路径的案例中,约90.8%的案例表现出较高的城市韧性,总体解的覆盖度为0.713,表示3条组态路径可以解释约71.3%的高城市韧性案例;低城市韧性组态路径的总体解一致性为0.884,说明在满足2条低城市韧性组态路径的案例中,约88.4%的案例表现出较低的城市韧性,总体解的覆盖度为0.681,表示2条组态路径可以解释约68.1%的低城市韧性案例。由于各个组态的一致性数值均超过了最低标准0.8,表明组态路径有效,组态结果较可靠。

表4 城市韧性组态结果

条件变量	高城市韧性组态			低城市韧性组态	
	S1	S2	S3	NS1	NS2
数字基础设施	●		●		●
数字经济	●	●	●	⊗	⊗
数字社会	●	●		⊗	●
数字政府	●	●	●	⊗	⊗
数字生态		●	●	⊗	●
一致性	0.948	0.906	0.954	0.878	0.881
原始覆盖度	0.615	0.649	0.608	0.611	0.137
唯一覆盖度	0.036	0.069	0.028	0.545	0.071
总体解的一致性	0.908			0.884	
总体解的覆盖率	0.713			0.681	

注:表中实心圆点表示条件变量出现,其中“●”表示核心条件,“●”表示边缘条件;圈叉表示条件变量不出现,其中“⊗”表示核心条件,“⊗”表示边缘条件;空格表示模糊条件,条件变量可以出现也可以不出现。

3.3 组态分析

运用fsQCA方法分析城市韧性的条件组态,这些不同的组态表示实现同一结果的不同路径^[28]。根据组态结果出现的核心条件和边缘条件情况,对组态路径进行命名,并结合典型案例进行组态分析。

3.3.1 高城市韧性组态分析

根据表4城市韧性组态结果,共得出3条高城市韧性组态路径,组态S1命名为数字经济和数字基础设施主导型、组态S2命名为数字经济与数字政府主导型、组态S3命名为“四轮”驱动型。

1)数字经济和数字基础设施主导型。组态S1表示具备良好的数字经济、数字基础设施、数字社会和数字政府4个条件,不管数字生态建设是否良好,城市就可以具有较高的城市韧性。其中数字经济和数字基础设施为核心条件,发挥核心作用;数字社会和数字政府为边缘条件,发挥辅助作用。该组态能够解释约61.5%的韧性城市案例,符合该组态的典型案例城市有南京、成都、苏州、济南等。以南京为例,在数字经济方面,2021年数字经济核心产业增加值占地区生产总值比重为15.9%,认定首批24家全市数字经济产业园区,超过800家企业实施网络化、数字化、智能化转型。在数字基础设施方面,南京市获评全国首批千兆城市,千兆光网覆盖率达100%，“5G+北斗”实现全域物流监测,5G上下行吞吐率、终端接入成功率等关键指标全国领先,信息基础设施建设水平全国领先。在数字社会方面,南京市全部区级城市数字治理中心建成,并和市级城市数字治理中心联动,共同打造全市共建共享、互联互通的“一网统管”基层治理体系,将各部门的数据资源统一整合到一个平台,通过数据赋能破解基层治理痛点。在数字政府方面,南京市运用大数据、人工智能等技术,加快“数字政府”改革建设,打造城市大脑,提升城市的快速反应和整体防控能力。在城市韧性建设水平上,南京于2020年把城市韧性理念纳入城市发展总体规划,城市韧性建设水平在全国处于上游水平。从上述分析来看,南京市符合数字经济与数字基础设施主导型的韧性城市组态解的典型特征。

2)数字经济与数字政府主导型。组态S2表示具备良好的数字经济、数字政府、数字社会和数字生态4个条件,不管数字基础设施建设是否良好,城市就可以具有较高的城市韧性。其中数字经济和数字政府两个条件为核心条件,发挥核心作用;数字社会和数字生态为边缘条件,发挥辅助作用。该组态能够解释约64.9%的韧性城市案例,符合该组态的典型案例城市有杭州、武汉、青岛、厦门、合肥等。以杭州为例,在数字经济方面,数字产业创收在全国处于领先地位,2021年云计算大数据国内市场份额和电商平台交易量均居全国首位。在数字政府方面,主要依托数据平台,建立闭环管理执行链,实现政府履职整体智治、高效协同,到2021年末,“全国数字治理第一城”成效凸显。在数字社会方面,杭州市于2021年提出加速数字社会进程,为市民织起智慧“安全网”,通过使用“城市眼·云共治”平台,率先完成区、街道、社区三级驾驶舱建设,做到“省、市、区、街、社”五级数据在统一平台上协同联动、层层穿透,及时发现、解决安全隐患,实现城市感知“一张网”。在数字生态方面,杭州市系统推进数字化改革网络安全工作体系建设,突出抓好关键信息基础设施保护和数据安全保障,不断提升网络安全主动防御能力。杭州市深入探索数字化场景创新应用,不断提升海绵城市建设精细化水平,加快打造“会呼吸”、有韧性的海绵城市。从上述分析来看,杭州市符合数字经济与数字政府主导型的韧性城市组态解的典型特征。

3)“四轮”驱动型。组态 S3 表示具备良好的数字基础设施、数字经济、数字政府和数字生态 4 个条件, 不管数字社会建设是否良好, 城市就可以具有较高的城市韧性, 并且数字基础设施、数字经济、数字政府和数字生态 4 个条件变量均为核心变量, 均发挥核心作用, 因此命名为“四轮”驱动型。该组态能够解释约 60.8% 的韧性城市案例, 符合该组态的典型示例城市有北京、上海、深圳、广州、天津等。以广州为例, 在数字基础设施方面, 作为全国首批 5G 建设试点城市之一, 5G 基站数量全国领先, 完备的数字基础设施让广州得以加速孕育更多头部数字科技企业。在数字经济方面, 广州率先着手人工智能与数字经济的建设工作, 在数字经济建设方面处于全国领跑地位。在数字政府方面, 广州一直是数据开放共享的先行者, 推动智慧政务大数据建设, 建成全市统一的政务信息数据库, 实现省市数据共享, 根据腾讯研究院发布的《数字中国指数报告 2019》^[37], 广州数字政务指数位于全国第一。在数字生态方面, 广州提出聚力提高网络安全防护能力, 做大做强网络主流舆论, 统筹推进网络安全政策法规和标准制度建设, 全面强化监测预警、应急处置能力, 筑牢网络安全“护城河”和“防火墙”。从上述分析来看, 广州符合“四轮”驱动型的韧性城市组态解的典型特征。

3.3.2 低城市韧性组态分析

根据表 4 城市韧性组态结果, 共得出 2 条低城市韧性组态路径, 组态 NS1 命名为城市整体发展落后型, 组态 NS2 命名为数字经济与数字政府落后型。NS1 表示当城市数字经济、数字社会、数字政府和数字生态四个条件变量的水平均较低时, 城市韧性水平较低, 典型城市有长春、乌鲁木齐、石家庄、南宁、兰州等。NS2 表示当数字经济和数字政府水平较低时, 即使有良好的数字基础设施、数字社会和数字生态, 城市韧性水平仍处于较低水平。典型城市有西安, 例如在 2021 年冬季西安疫情形势十分严峻, 与当地数字治理体系不完善以及应急能力不足具有较大联系。

3.4 条件变量的潜在替代关系

1)组态 S1 和组态 S2 对比分析, 从图 1 中可见两条路径都经过数字经济、数字社会和数字政府 3 个条件变量, 说明当城市具备良好的数字经济、数字社会及数字政府时, 数字基础设施和数字生态具有替代作用。这两条路径的替代关系给我们的启示是, 当一个城市具备良好的数字经济、数字社会及数字政府时, 可以根据城市条件禀赋选择适宜的高韧性城市路径, 既可以选择 S1 路径也可以选择 S2 路径, 从而提高城市韧性。

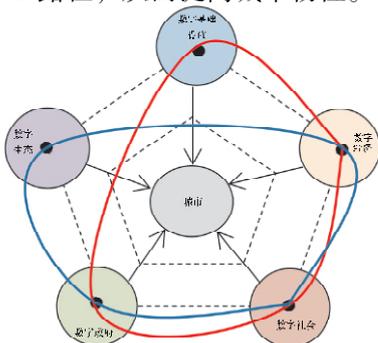


图 1 数字基础设施与数字生态替代关系
注: 五边形外圈表示条件变量存在, 内圈表示条件变量不存在
下图同, 红色线表示组态 S1 路径, 蓝色线表示组态 S2 路径

2)组态 S1 和组态 S3 对比分析, 从图 2 中可见两条路径都经过数字基础设施、数字经济和数字政府 3 个条件变量, 也就是说明当城市具备良好的数字基础设施、数字经济和数字政府时, 数字社会和数字生态具有替代作用。这两条路径的替代关系给我们的启示是, 当一个城市良好的数字基础设施、数字经济和数字政府时, 可以根据城市的资源禀赋选择适宜的高韧性城市路径, 既可以选择 S1 路径也可以选择 S3 路径, 从而提高城市韧性。

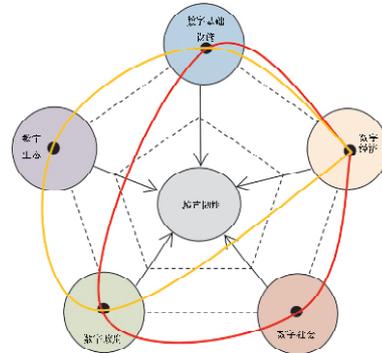


图 2 数字生态与数字社会替代关系
注: 红色线表示组态 S1 路径, 黄色线表示组态 S3 路径, 下图同

(3)组态 S2 和组态 S3 对比分析, 从图 3 中可见两条路径都经过数字经济、数字政府和数字生态 3 个条件变量, 也就是说明当城市具备良好的数字经济、数字政府和数字生态时, 数字社会和数字基础设施具有替代作用。这两条路径的替代关系给我们的启示是, 当一个城市良好的数字经济、数字政府和数字生态时, 可以根据城市的资源禀赋选择适宜的高韧性城市路径, 既可以选择 S2 路径也可以选择 S3 路径, 从而提高城市韧性。

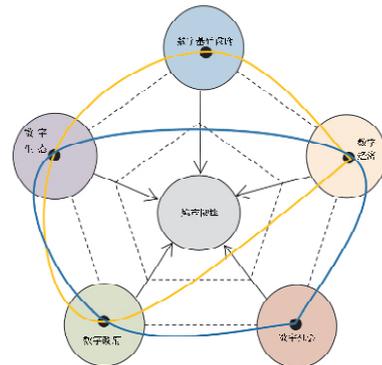


图 3 数字社会与数字基础设施替代关系

3.5 稳健性检验

首先调整一致性阈值, 将一致性阈值提高 0.05^[36], 即由 0.8 提升到 0.85, 得到的组态结果与原组态结果完全一致。其次将案例阈值由 1 提高到 2, 组态结果有 1 条组态路径见表 5 中 T1 所示, 虽然核心条件发生了一定变化, 但与原组态 S2 组态路径一致。然后将 PRI 一致性由 0.7 提高到 0.75, 得到新的组态路径有 2 条, 见表 5 中 T2 与 T3 所示, 与原组态解对比, T2 和原组态路径 S1 一致, T3 虽然核心条件发生了一定变化, 但组态路径与原组态路径 S3 一致。根据检验结果分析表明研究结果是稳健的。

表5 调整参数后的城市韧性的组态结果

条件变量	城市韧性组态		
	T1	T2	T3
数字基础设施		●	●
数字经济	●	●	●
数字社会	●	●	●
数字政府	●	●	●
数字生态	●	●	●
一致性	0.906	0.948	0.954
原始覆盖度	0.649	0.615	0.607
唯一覆盖度	0.649	0.036	0.028
总体解的一致性	0.906	0.950	
总体解的覆盖率	0.649	0.643	

4 结论与讨论

该文以城市韧性相关研究为理论基础，在数字中国发展背景下，以数字基础设施、数字经济、数字社会、数字政府、数字生态为条件变量，以城市韧性为结果变量，运用fsQCA方法得到城市韧性的组态路径，主要结论与启示如下。

1) 从必要性分析结果来看，高城市韧性和低城市韧性均不依赖于单个影响因素，而是由不同的条件变量共同产生的结果，说明单个影响因素并不构成高城市韧性和低城市韧性的瓶颈，因此城市韧性具有“多重并发因果关系”，在一定程度上丰富了各影响因素协同作用对城市韧性作用的理论研究。

2) 实现高韧性城市的路径共有3条，根据组态路径中出现的核心条件和边缘条件情况命名为：数字经济和数字基础设施主导型、数字经济与数字政府主导型、“四轮”驱动型。这3条路径可以为城市韧性建设提供实践指导，韧性较低的城市可以根据城市建设现状情况，对比实现高城市韧性的3条路径，选择适宜的路径，制定策略提升城市韧性。

3) 通过组态结果对比分析，得出条件变量之间的潜在替代关系。对比3条组态路径，发现每条路径均需存在4个条件变量，每两条路径之间共同的条件变量有3个，不同的条件变量即具有替代关系。因此，各个城市在制定提升城市韧性的策略时，可以结合城市的自身条件禀赋因材施教，选择较合适的路径，提高实现高城市韧性的效率。

4) 通过对3条高城市韧性组态路径和2条低城市韧性组态路径的条件变量情况发现：①数字经济这一条件变量均出现在3条高城市韧性组态路径中，并且在3条路径中均为核心条件，说明不管选择哪条路径，数字经济对城市韧性的提升都发挥重要作用，即城市韧性的提升离不开数字经济的发展，各城市应高度重视数字经济的快速发展；②数字政府这一条件变量均出现在3条高城市韧性组态路径中，其中在2条路径中为核心条件，在1条路径中为边缘条件。说明数字政府在城市韧性建设中也具有比较重要的作用，各城市应重视数字政府建设水平，不断推动数字治理，运用数字技术提高城市管理效率；③在低城市韧性的2条组态路径中，数字经济和数字政府两个变量均为“不出现”，即当城市不具备数字经济和数字政府两个条件变量时，则城市处于低韧性状态，从反面说

明数字经济和数字政府两个条件变量的重要性，因此在致力提升城市韧性过程中，应优先重视数字经济和数字政府的建设发展。

参考文献：

- [1] 朱正威, 刘莹莹, 杨洋. 韧性治理: 中国韧性城市建设的实践与探索[J]. 公共管理与政策评论, 2021, 10(3): 22-31.
- [2] 荆林波. 韧性城市的理论内涵、运行逻辑及其在数字经济背景下的新机遇[J]. 贵州社会科学, 2021(1): 107-115.
- [3] 谭日辉, 陈思懿, 王涛. 数字平台优化韧性城市建设研究: 以北京城市副中心为例[J]. 城市问题, 2022(1): 86-94.
- [4] 周利敏. 面向人工智能时代的灾害治理: 基于多案例的研究[J]. 中国行政管理, 2019(8): 66-74.
- [5] 陈水生. 城市治理数字化转型: 动因、内涵与路径[J]. 理论与改革, 2022(1): 33-46.
- [6] 芦嘉慧, 翟国方, 鲁钰雯. 综合施策系统增强城市韧性[J]. 城市与减灾, 2022(5): 1-5.
- [7] 段怡嫣, 翟国方, 李文静. 城市韧性测度的国际研究进展[J]. 国际城市规划, 2021, 36(6): 79-85.
- [8] 刘彦平. 城市韧性系统发展测度: 基于中国288个城市的实证研究[J]. 城市发展研究, 2021, 28(6): 93-100.
- [9] 欧阳虹彬, 叶强. 弹性城市理论演化述评: 概念、脉络与趋势[J]. 城市规划, 2016, 40(3): 34-42.
- [10] 赵瑞东, 方创琳, 刘海猛. 城市韧性研究进展与展望[J]. 地理科学进展, 2020(10): 1717-1731.
- [11] 何继新, 孟依浩, 郑沛琪. 中国城市韧性治理研究进展与趋势(2000—2021): 基于CiteSpace V的可视化分析[J]. 灾害学, 2022, 37(3): 148-154.
- [12] JHA A K, MINER T W, STANTON - GEDDES Z. Building urban resilience: principles, tools and practice[M]. Washington D C, USA: World Bank Publications, 2013: 2-6.
- [13] SPAANS M, WATERHOUT B. Building up resilience in cities worldwide - Rotterdam as participant in the 100 Resilient Cities Programme[J]. Cities, 2017, 61: 109-116.
- [14] 程朋根, 付家能, 李聪毅, 等. 城市韧性量化评估研究进展[J]. 灾害学, 2023, 38(3): 139-147.
- [15] 石龙宇, 郑巧雅, 杨萌, 等. 城市韧性概念、影响因素及其评估研究进展[J]. 生态学报, 2022, 42(14): 6016-6029.
- [16] 张振, 张以晨, 张继权, 等. 基于熵权法和TOPSIS模型的城市韧性评估: 以长春市为例[J]. 灾害学, 2023, 38(1): 213-219.
- [17] 刘喆, 王尧. 建设投资评审视角下的城市韧性评价与预测研究[J]. 投资研究, 2021, 40(5): 66-84.
- [18] 高志刚, 丁煜莹. 中国西北地区城市的韧性测度及影响因素[J]. 科技导报, 2021, 39(24): 118-129.
- [19] 白立敏, 修春亮, 冯兴华, 等. 中国城市韧性综合评估及其时空分异特征[J]. 世界地理研究, 2019, 28(6): 77-87.
- [20] 黄琼, 崔子怡. 中国城市韧性发展水平测度、差异分解与动态演变及障碍因子识别[J]. 统计与决策, 2023, 39(13): 106-111.
- [21] 王光辉, 王雅琦. 基于风险矩阵的中国城市韧性评价研究: 以284个城市为例[J]. 贵州社会科学, 2021(1): 126-134.
- [22] CUTTER S L, BORUFF B J, SHIRLEY W L. Social vulnerability to environmental hazards[J]. Social science quarterly, 2003, 84(2): 242-261.
- [23] 李依浓, 李洋. 数字化背景下的韧性城市建设: 以德国达姆施塔特为例[J]. 城市发展研究, 2021, 28(7): 65-74.
- [24] 范玲, 闫绪娟, 王俊丽, 等. 韧性城市建设的国际经验、中国困境与应对策略[J]. 城市问题, 2022(6): 95-103.
- [25] 刘严萍, 何继新. 设施韧性评估国内外研究现状及未来研究方向[J]. 灾害学, 2021, 36(3): 153-159.
- [26] 宋蕾. 智能与韧性是否兼容? ——智慧城市建设的韧性评价和发展路径[J]. 社会科学, 2020(3): 21-32.
- [27] 于斌斌, 郭东. 长江中游城市群城市韧性的综合测度与提升路径研究[J]. 区域经济评论, 2022(6): 101-111.
- [28] 李刚, 徐波. 中国城市韧性水平的测度及提升路径[J]. 山东科技大学学报(社会科学版), 2018, 20(2): 83-89, 116.
- [29] 周利敏, 罗运泽. 数智赋能: 智慧城市时代的应急管理[J]. 理论探讨, 2023(2): 69-78.
- [30] 张明, 陈伟宏, 蓝海林. 中国企业“凭什么”完全并购境外高新技术企业: 基于94个案例的模糊集定性比较分析(fsQCA)[J]. 中国工业经济, 2019(4): 117-135.
- [31] 辛本禄, 穆思宇. 组态视角下企业服务创新绩效的影响因素研究: 基于fsQCA的实证分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2023, 44(3): 1-27.

(下转第16页)

Research on Disaster Risk Perception Framework Based on Lens Effect

SHANG Zhihai

(School of Geographical Sciences, Lingnan Normal University, Zhanjiang 524048, China)

Abstract: Risk perception research has always been one of the hotspots of disaster research. However, its theoretical research has been not updated since the social amplification of risk framework was proposed, and it is urgent to introduce new theories to comprehensively interpret the process of risk perception. Using the lens imaging law in physics for reference, we creatively put forward the lens effect theory of risk perception. Disaster risk perception is the process that disaster scenarios information is received, processed and communication by risk stage to form risk images. In the formation of risk perception, disaster scenario and distance decay are two key factors that affect the size of risk image. The more serious the consequences of the disaster scenario, the greater the risk is perceived by the risk stage. Under the same disaster scenario, the distance between the disaster scenario and the risk stage changes, risk image showing real and virtual images respectively, and the closer the distance, the greater the risk image. The risk perception of the victims and the onlookers is different, but they all follow the law of distance decay, and the result of risk perception is evaluated by the size of risk image. The research on disaster risk perception based on lens effect is the product of interdisciplinary integration, and it is also a theoretical contribution to the research on risk perception.

Keywords: lens effect; disaster risk perception; distance decay; risk image

(上接第 10 页)

- [32] GRECKHAMER T, FURNARI S, FISS P C, et al. Studying configurations with qualitative comparative analysis: best practices in strategy and organization research [J]. *Strategic Organization*, 2018, 16(4): 482-495.
- [33] 新华三集团, 数字中国研究院. 城市数字化发展指数(2022) [EB/OL]. (2022-06-23)[2023-07-05]. <http://deindex.h3c.com/2023/Faq/>.
- [34] 普华永道, 中国发展研究基金会. 机遇之城 2022 [EB/OL]. (2022-09-02)[2023-07-05]. <https://www.pwccn.com/zh/research-and-insights/chinese-cities-of-opportunities-2022-report.html>.
- [35] FISS P C. Building better causal theories: a fuzzy set approach to typologies in organization research [J]. *Academy of Management Journal*, 2011, 54(2): 393-420.
- [36] 杜运周, 贾良定. 组态视角与定性比较分析 (QCA): 管理学研究的一条新道路 [J]. *管理世界*, 2017(6): 155-167.
- [37] 腾讯研究院. 数字中国指数报告 2019 [EB/OL]. (2019-05-28)[2023-07-05]. <https://www.tisi.org/15098>.

Research on Urban Resilience Improvement Paths in the Context of Digital China – Based on Qualitative Comparative Analysis of Fuzzy Sets

CHEN Suchao¹, YAN Xuxian², FAN Ling³

- (1. School of Architecture and Engineering, Shanxi Technology And Business College, Taiyuan 030006, China;
2. School of Management Science and Engineering, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030006, China; 3. College of Business Administration, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030006, China)

Abstract: Enhancing urban resilience is an important guarantee for cities to improve their resilience and adaptability, and can also provide strong and steady development of cities. With great changes to the way of life, the digital transformation has played an important role in shaping the new form of cities. we use the fsACA to study the synergistic linkage mechanism of influencing factors in 45 cities in China, and finally obtain the driving path of urban resilience. The results show that: (1) A single conditional variable does not constitute a necessary condition for high urban resilience; (2) There are three ways to realize resilient cities, namely digital economy and digital infrastructure oriented, digital economy and digital government oriented, and “four-wheel” driven; (3) The two conditional variables of digital economy and digital government play a more important role in urban resilience. Therefore, cities with low resilience can choose appropriate resilience improvement paths based on their own resource endowments, so as to effectively improve urban resilience.

Keywords: digital China; urban resilience; configuration path; fsQCA