

国外韧性城市研究的特征与趋势

——基于 CiteSpace 和 VOSviewer 的文献计量分析

Characteristics and Trends of Resilient City Research Abroad
-- Bibliometric Analysis Based on CiteSpace and VOSviewer

■ 孟海星 MENG Haixing 沈清基 SHEN Qingji 慈海 CI Hai

【摘要】韧性是城市能够存在且持续维持的关键性能之一，国际学界近年对韧性城市相关研究实践十分重视。文章对1975年以来 Web of Science 核心数据库收录的4598篇“韧性城市”研究相关文献，使用 CiteSpace 和 VOSviewer 两种文献计量软件绘制国外韧性城市研究知识图谱并展开分析。研究发现：近10年来，国外韧性城市研究快速发展，研究主题、视角和方法更加多元，多学科交叉特征明显，并呈现出4个主要研究聚类；国外韧性城市研究呈现4个研究阶段，各阶段在文献及学科分布、研究热点和重点等方面均表现出明显的特征。相关研究结论可加深对国外韧性城市研究特征及演进轨迹的认知，可对我国的韧性城市理论与规划建设提供有益的参考。

【关键词】韧性城市；研究热点；研究阶段；文献计量；知识图谱

【Abstract】 Resilience is one of the key properties that a city can exist and maintain continuously. In recent years, international academic circles have attached great importance to the relevant research practice of resilient cities. Based on the 4,598 "resilient cities" research related documents collected in Web of Science core database since 1975, this paper uses CiteSpace and VOSviewer two kinds of bibliometric software to draw and analyze the knowledge map of foreign resilient cities research. The study found that: in the past 10 years, the research on resilient cities abroad has developed rapidly, with more diversified research themes, perspectives and methods, obvious interdisciplinary characteristics, and four main research clusters. There are four research stages in the study of resilient cities abroad. Each stage has obvious characteristics in terms of literature, subject distribution, research hotspots and emphases. Relevant research conclusions can deepen the understanding of the research characteristics and evolution track of resilient cities abroad, and can provide useful reference for theoretical research and planning and construction of resilient cities in China.

【Keywords】 resilient cities, research hotspots, research phase, bibliometrics, knowledge map

孟海星，同济大学建筑与城市规划学院博士研究生；沈清基，通讯作者，同济大学建筑与城市规划学院教授，博士生导师；慈海，同济大学建筑与城市规划学院硕士研究生。

0 引言

20世纪90年代以来，“韧性”概念被引入城市领域^[1]。“韧性城市”作为一种应对城市危机和不确定性风险的新理念与城市类型，持续受到来自学界、政界和企业界的共同关注^[2]。韧性概念进入城市这一复杂的社会生态系统后，研究内容不断深入，近年

来的相关研究显著增长，因此，在现阶段有必要对其总体的研究特征和趋势进行梳理和综述。

国内已有研究多侧重于韧性城市某个方面，如概念与理论演变^[3、4]、空间韧性^[5]、韧性评估^[6]等，而基于文献计量呈现韧性城市整体知识架构及动态趋势的研究尚未见到（以在“中国知网”数据库检索计）。近年来，

基金项目：上海市2017年度“科技创新行动计划”课题（编号：17DZ1203200）；国家自然科学基金面上项目（编号：51778435）；国家社会科学基金重点项目（编号：17AZD011）。

文献计量与可视化分析不断应用于不同学科领域，以揭示学科知识的内在联系、发展脉络和演进规律^[7]，但在已有研究中，也反映出使用单一文献计量软件存在功能缺陷、分析结果缺乏验证等问题^[8]。基于此，本文运用 CiteSpace 和 VOSviewer 两种文献计量软件，从多元、分时、动态的视角出发，对从 Web of Science (WOS) 数据库检索到的 4 598 篇文章进行可视化分析，辨析国外韧性城市研究的热点主题和演化路径，探寻韧性城市研究的特征及未来的研究趋势，希冀为中国韧性城市研究和实践提供理论参考与经验借鉴。

1 数据来源与研究方法

根据 Citespace 和 VOSviewer 对数据的要求，本研究数据来源于 WOS 核心合集数据库。采用“主题”+“文献类型”的基本检索模式，主题为“韧性城市”(Resilient City)或者“城市韧性”(Urban Resilience)，文献类型为“文章”；检索时间区段为所有年份(默认 1975 ~ 2019)，检索时间为 2019 年 5 月 20 日，共计获得 4 598 条题录。

本研究采用文献计量与可视化的分析方法，首先利用 WOS 数据库自带数据分析功能，对检索结果进行发文量变化、学科分布等总体情况分析；其次，借助 CiteSpace 与 VOSviewer 两种文献计量软件对数据进行关键词共现与聚类、文献共被引与时间分区等技术处理，绘制多元、分时、动态的韧性城市研究知识图谱；最后，结合高频关键词矩阵、高被引文献等数据资料，探讨韧性城市研究的热点分布，对研究阶段进行划分和内容综述，梳理和归纳国外韧性城市研究的特点和演进趋势。

2 国外韧性城市研究文献分布特征

2.1 年度发文量变化

研究文献的数量变化可以反映该领域知识量的变化情况和总体趋势^[9]。分析图 1 可知：2003 年之前，年度发文量均较小且有波动，表明韧性城市研究仍处于探索阶段，还未受到重视；之后，发文量呈持续稳步增长趋势，表明韧性城市研究逐步受到重视，尤其是 2015 年以来，年度发文量快速增长，关注度骤增；2018 年，发文量达到最大峰值，发文 1 076 篇，代表韧性城市研究已形成规模，进入深化阶段。

2.2 文献学科分布与来源

从学科分布来看，基于 WOS 的在线分析，国外韧性城市研究主要集中在环境科学与生态学(34.59%)、城市学(15.89%)和工程学(12.42%)等学科领域，亦涉及水资源(9.34%)、地理学(8.93%)、公共管理学(8.69%)、心理学(6.08%)、大气科学(5.36%)、商业经济(4.22%)等领域，表明韧性城市研究的多学科

性。

从来源出版物来看，共有 2 364 种。其中，发文最多的期刊为《可持续性》(Sustainability)，占比 3.4%；其他出版物占比相差不大(图 2)，前 20 位出版物主要以防灾减灾、城市规划与城市研究、环境科学与社会管理等为主题。这反映了韧性城市与可持续发展的紧密联系，并具有明显的多学科和跨学科的研究特征。

2.3 国别分布

在 Citespace 中，将节点设置为“国家”，通过时序排列功能绘制韧性城市研究的国家及地区时间分区图谱(图 3)。从发文时间(节点圆心对应下方时间轴，表示该节点首次出现的年份)看，美国是最早研究韧性城市的国家，其次是英国、澳大利亚、加拿大、中国等；从发文量看(圆圈颜色对应图谱上方时间轴，颜色从蓝色到红色代表年份的由远及近)，美国发文量最多，其次是英国、澳大利亚、中国等；

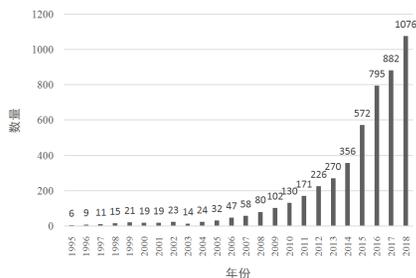


图 1 国外韧性城市研究文献年度发文量变化 (1995 ~ 2018 年)

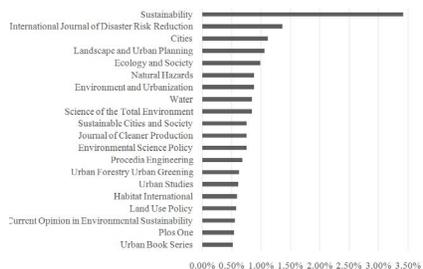


图 2 国外韧性城市研究文献来源出版物 (前 20 位) 发文量占比

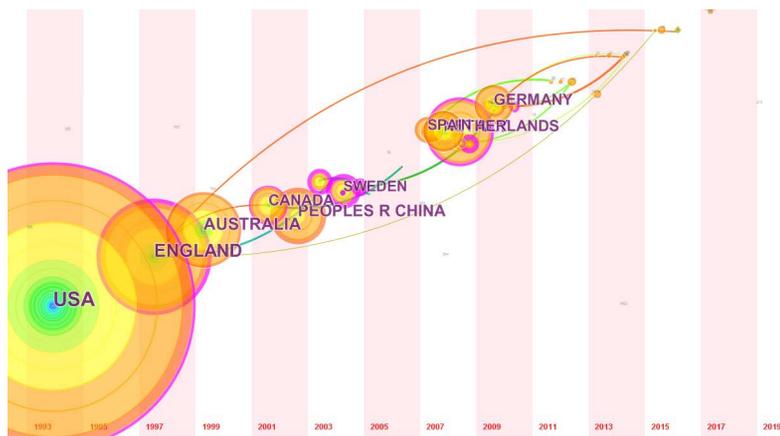


图 3 国外韧性城市研究国家时间分区图谱

规划(urban Planning)、设计(design)、建设与管理中城市韧性相关研究,研究涉及韧性概念的演进、城市韧性的政治(politics)、城市的转型(transition)等。

(4) 黄色聚类的高频词有风险(risk)、健康(health)、儿童(children)、社会支持(social support)等,主要为不同社区(communities)等环境下儿童、青年(youth)等特定群体在暴露(exposure)于风险或压力(stress)等逆境下心理健康或韧性的相关研究,体现了韧性概念在心理学领域的应用。该部分研究内容从狭义上来讲,不属于城市韧性的研究;但从广义上来讲,人类是城市系统的重要组成部分,尤其是近年来关于社会韧性和社区韧性的研究,认为在逆境下人类个体的领导力、相互间的信任与支持等社会资本是构建城市韧性的重要因素^[10-12],因此也应予以重视。

3.2 基于年度重叠的研究热点演变

如图5所示,不同节点和连线被标注以不同的颜色,颜色从蓝到黄的渐变代表了高频关键词在时间维度上的出现先后。节点颜色越接近蓝色,说明出现越早;越接近黄色,则说明出现越晚,可以呈现不同研究内容在时间维度上的演变特征。其中,出现较早(2000~2005年期间及之前)的高频词包括:风险、青年、社会支持、健康、指标等,说明相关研究早期主要涉及人类心理韧性研究,而指标体系是常见的研究方法;随着韧性概念在生态学和社会学领域的重新解读^[13],韧性、气候变化、脆弱性、管理、框架、城市韧性等词在研究中期(2005~2010年期间)的出现频率开始增加,说明韧性研究进入城市的防灾领域并在气候变化应对的研究热潮下得以发展,形成相关的一些基本概念和理论框架;最近10年来,高频词的数量开始大量增加,说明韧性城市在此期间的快速发展,产生了城市生态环境保护、气候变化适应、城市化、土地利用、社会治理、农业生产、

食品安全、能源安全等多元化的研究内容,呈现出对不同空间尺度、不同功能的城市子系统、不同类型灾害或风险应对的关注等,形成了多学科交叉的研究特征。

4 国外韧性城市研究发展阶段分析

在文献计量软件的使用中,VOSviewer有助于在文献数据量较大的情况下呈现科学研究的热点和重点^[8],而以CiteSpace实现的关键词共现和文献共被引的时间分区图谱则有助于分析研究热点的演化路径,其中对关键词和文献的中心性和突现性的检测有助于发现研究的转折时间

节点和相应时期的重要文献,以识别研究前沿^[9]。本文使用CiteSpace,分别以关键词和文献作为节点,每2年为1个时间片段,绘制国外韧性城市研究关键词共现的时间分区图(图6)和文献共被引的时间分区图(图7),并对不同时期的高频关键词及其中心性和突现性进行整理(表1)。综合关键词和文献的时间分区情况和年度发文量变化,本文将国外韧性城市研究划分为萌芽、起步、快速发展和反思与继续发展4个阶段,同时结合文献计量识别的重要文献,分阶段综述主要研究进展和研究特征。由于文献数据量较大,以CiteSpace实现的文献共被引图谱因重叠性较高而呈

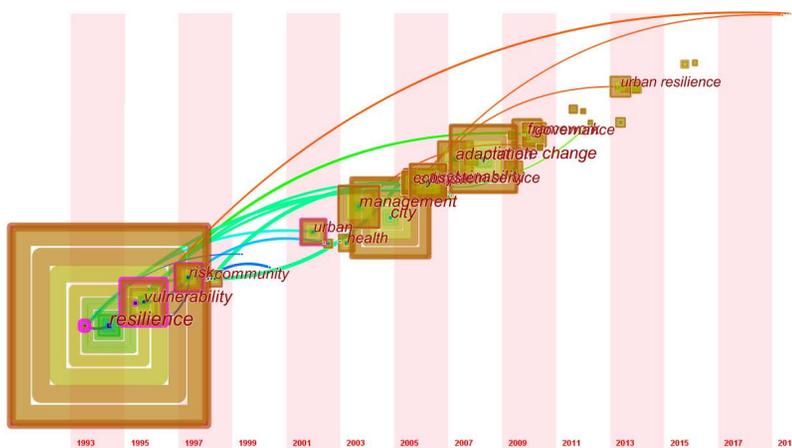


图6 国外韧性城市研究关键词时间分区图谱

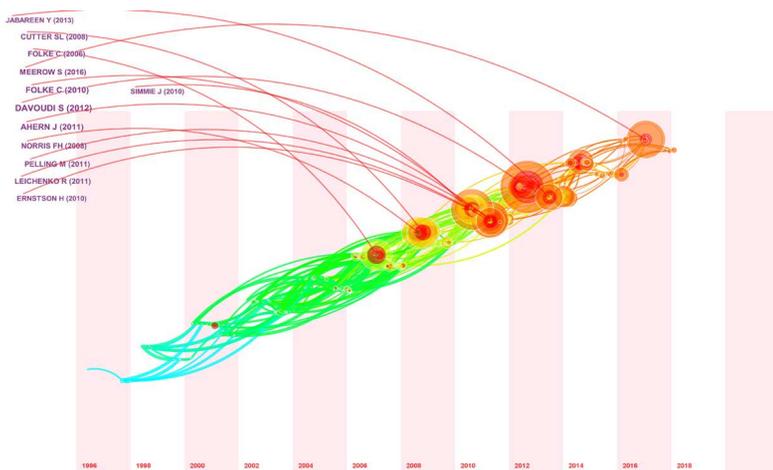


图7 国外韧性城市研究的文献共被引时间分区图谱

表 1 国外韧性城市研究高频关键词的中心性与突现性

| 阶段 | 年度 | 关键词 | 频次 / 次 | 中心性 | 突现性 |
|-----------|------|---------------------------------|--------|------|-------|
| 萌芽阶段 | 1993 | 韧性 Resilience | 1609 | 0.24 | |
| | 1993 | 儿童 Children | 103 | 1.41 | 18.95 |
| | 1995 | 脆弱性 Vulnerability | 418 | 1.20 | |
| | 1995 | 家庭 Family | 42 | 0.38 | 17.65 |
| | 1995 | 青少年 Adolescent | 72 | 0.43 | 14.66 |
| | 1997 | 风险 Risk | 280 | 0.56 | |
| | 1997 | 社区 Community | 191 | 0.19 | |
| | 1999 | 精神健康 Mental Health | 60 | | 13.13 |
| | 2001 | 城市的 Urban | 243 | 0.53 | |
| | 2002 | 视角 Perspective | 112 | | |
| 起步阶段 | 2003 | 管理 Management | 388 | 0.12 | |
| | 2004 | 城市 City | 653 | | |
| | 2005 | 系统 System | 281 | 0.23 | |
| | 2005 | 生态系统服务 Ecosystem Service | 208 | 0.05 | |
| | 2005 | 生物多样性 Biodiversity | 139 | 0.12 | |
| | 2006 | 韧性城市 Resilient City | 38 | | 9.7 |
| | 2006 | 灾害 Disaster | 143 | | |
| | 2007 | 城市化 Urbanization | 168 | | |
| | 2007 | 适应性 Adaptation | 325 | 0.09 | |
| | 2007 | 气候变化 Climate Change | 562 | 0.12 | |
| 快速发展阶段 | 2008 | 社会生态系统 Social Ecological System | 76 | | 7.16 |
| | 2008 | 政策 Policy | 165 | 0.05 | |
| | 2009 | 框架 Framework | 262 | | |
| | 2009 | 治理 Governance | 223 | 0.07 | |
| | 2010 | 指标 Indicator | 69 | | |
| | 2011 | 设计 Design | 63 | | 11.98 |
| | 2011 | 水 Water | 53 | 0.04 | |
| | 2011 | 能源 Energy | 46 | 0.02 | 8.49 |
| | 2013 | 城市韧性 Urban Resilience | 184 | | |
| | 2013 | 社区韧性 Community Resilience | 100 | | |
| | 2013 | 地震 Earthquake | 68 | | |
| | 2013 | 城市规划 Urban Planning | 103 | | |
| | 2013 | 减缓 Mitigation | 47 | 0.02 | |
| | 2015 | 智慧城市 Smart City | 66 | | 8.36 |
| | 2015 | 政治 Politics | 42 | 0.04 | 8.61 |
| 反思和继续发展阶段 | 2017 | 绿色基础设施 Green Infrastructure | 33 | | 10.84 |
| | 2019 | 未来 Future | 6 | | |
| | 2019 | 创新 Innovation | 7 | | |
| | 2019 | 参与 Participation | 6 | | |

现的重要文献数量有限，故同时使用 VOSviewer 绘制文献共被引图谱（图 8）。

4.1 萌芽阶段（1993 ~ 2002 年）：韧性概念开始在城市领域出现

如图 6 所示，该阶段有两个研究热点聚类的跳跃：在 90 年代集聚出现韧性、脆弱性、社区、风险等高频词；在 2002 年前后开始出现城市、视角等高频词（表 1）。结合相应时期的高引用文献，分析该阶段的研究内容变化。

（1）在 90 年代，尤其以儿童、

精神健康等词的突现性较高（表 1），代表了相关研究的突然增加。该时期的高引用研究主要体现在对城市不同年龄、族裔的青少年在父母、社区、学习等方面压力下的心理脆弱性和韧性研究，如 Spencer M B 等以非裔美国青少年为研究对象，指出青少年对成长环境不同的韧性应对策略将对其学业成绩和学业自信产生影响，应重视青少年心理韧性的培养^[14]；Wyman P A 等以儿童为研究对象，指出对未来拥有积极预期被认为是儿童有心理韧性的标志^[15]。尽管这一时期的韧

性研究主要体现在心理学领域，但已有学者指出韧性概念的理论架构在人类社会系统的跨学科研究中拥有更为广阔的空间^[16]。

（2）进入 21 世纪后，韧性概念开始以隐喻的形式借用于城市研究，城市系统的韧性特征开始得到重视，萌发了针对城市不同功能维度的韧性研究，具体体现在城市适应全球化与经济危机应对、城市排水系统改造、生态环境演变等相关研究中。从文献共被引的情况来看，加拿大生态学家 Holling C S 于 1973 年发表的文章是韧性城市研究中被引用最多的文献（在图 8 中的节点最大，代表引用率最高）。在其文章中，韧性概念首次被引入系统生态学研究领域，用以定义生态系统稳定状态的特征^[13]。之后，他又对工程韧性和生态韧性的区别进行比较^[17]（表 2），为后期韧性理论被引入社会生态系统的研究奠定了基础。

总体而言，该阶段文献发表量较小，学界的关注度仍较低（图 1）。韧性研究因研究对象不同主要分布于心理学和生态学领域，开始少量出现在城市子系统风险应对的相关研究中，但尚未明确提出韧性城市的概念，可认为是韧性城市研究的萌芽阶段。

4.2 起步阶段（2003 ~ 2006 年）：韧性城市概念的明确提出与内涵探讨

如表 1 所示，该阶段的高频关键词包括：城市、系统、生态系统服务、灾害等，同时，韧性城市一词的突现性较高（达 9.7），表明是当时具有转折性的热点术语。具有标志性的研究是 Godschalk David R（2003 年）从城市防灾减灾的视角首次对韧性城市的概念进行了定义，认为韧性城市是一个由物理系统和人类社区组成的可持续网络，具有承受剧烈冲击而不引起混乱或永久性破坏，以及从灾害冲击中恢复的能力，并提出韧性城市建设的一般性原则和路径。

从文献共被引情况来看，该阶段的研究内容主要聚焦于韧性概念进入

城市这一社会生态系统之后，对相关核心概念和理论框架的探讨。Folke C、Walker B H 等人综述了现代韧性理论的发展：韧性思维源于生态学观察，继而产生了工程韧性、生态韧性、演进韧性等模型，促进了人类在生态系统应对环境变化方面韧性管理对策的制定，也为更为复杂的社会生态系统分析提供了新视角^[18、19]。Berkes F、Pelling M 等人认为韧性将成为研究社会生态系统动态过程的核心议题，并有助于社会脆弱性和灾害应对方面的理论与实践工作的开展^[20、21]。当加入了社会维度的考虑之后，植根于生态学研究的现代韧性理论及相关概念内涵又获得新的深化与丰富，如学者对韧性、脆弱性、适应性、转变性等概

念在社会生态系统视角下的探讨^[22]，并在该阶段产生社会韧性、社会生态韧性、社会生态系统适应性治理等概念和研究方向。

可以看出，该阶段韧性城市研究文献发表量开始稳步增加，学界的关注度不断提升。韧性城市的概念得以明确提出，但相关研究多停留在对韧性城市的概念内涵、机制过程等理论探讨方面，相关的实证研究相对较少，可认为是国外韧性城市研究的起步阶段。

4.3 快速发展阶段(2007 ~ 2014年): 韧性城市成为应对气候变化和可持续发展的重要途径

在全球气候变化和快速城市化的背景下，城市面临的风险不确定性增

加。以建设韧性城市来应对气候变化，实现城市可持续发展的相关研究，在该阶段愈发受到学界重视。

(1) 从文献共被引情况来看，在灾害和风险不确定性增强的背景下，传统“安全防御”式的应对策略已难以奏效，而以“安全无忧”为特点的韧性城市理念正进一步为学界认同和关注，并被认为是可持续发展的重要指标和协同过程^[23 ~ 25]。尤其是这一时期发布的《2014 全球城市化展望》(World Urbanization Prospects 2014) 和《仙台减少灾害风险框架》(Sendai Framework for Disaster Risk Reduction) 呈现了较高的突现性，两份文件强调了构建城市韧性的重要性，代表了国际政治层面对韧性城市研究的重视。

(2) 韧性理论与城市理论的进一步结合，产生了韧性城市的规划、治理与转型、管理与设计等研究方向；同时，在韧性理论应用于城市不同城市子系统或功能过程研究中，形成了一批与城市韧性相关的“概念群”及其理论框架，如城市气候韧性、区域韧性、社区韧性、防洪韧性等，代表性的理论框架如图 9、10 所示。在多学科交叉研究的背景下，韧性概念在不同学科语境下的阐释进一步融合，如：有研究指出在逆境下人类的个体韧性和集体内的互相信任与支持等心理韧性研究成果成为构建社区或社会

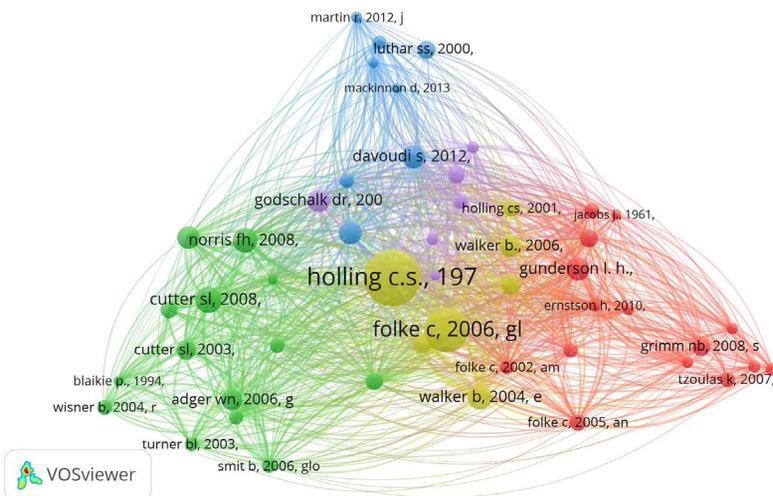


图 8 国外韧性城市研究的文献共被引 VOSviewer 标签视图

表 2 工程韧性、生态韧性、演进韧性的概念比较

| 概念 | 工程韧性 | 生态韧性 | 演进韧性 (又称社会 - 生态韧性) |
|---------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| 定义 | 韧性是系统受到扰动偏离既定稳态后，恢复到初始状态的速度 | 韧性是系统改变自身结构之前所能够吸收的扰动的量级 | 韧性是和持续不断的调整能力紧密相关的一种动态的系统属性 |
| 特点 | 恢复时间、效率 | 缓冲能力、抵挡冲击、保持功能 | 重组、维持，发展 |
| 语境 | 邻近单一平衡状态 | 多重平衡 | 适应性循环，综合系统反馈，跨尺度动态交互 |
| 本质目标 | 恢复初始状态 | 塑造新的稳态，强调缓冲能力 | 持续不断的适应，强调学习能力和创新性 |
| 系统特征 | 有序线性 | 复杂 非线性的 | 混沌的 |
| 平衡状态 | 单一稳态 | 两个或多个稳态 | 抛弃了对平衡状态的追求 |
| 理论视角 | 基于平衡论 | | 基于演进论 |
| 对稳定性的理解 | 解释为面对扰动时，维持原有结构和组成的能力 | | 视稳定性为维持稳定表现和特定功能的能力，容许其内部结构和组成部分随着外界环境变化而不断调整 |
| 对扰动的理解 | 聚焦于扰动的短暂时间节点，而讨论对主体长期或短期的影响 | | 跳出扰动本身，着重于系统长期动态演化的知识网络结构和制度安排等变化，是否能够提高或降低系统应对风险的能力 |
| 基础理论 | 工程思维，物理学弹性原理、阈值原理 | 生态学思维，生态系统平原理、耐受性原理、环境容量原理、阈值原理 | 系统论思维，尺度原理、适应性循环模型、涌现性原理、等级组织原理、演进理论、进化理论、阈值原理 |

韧性的的重要参考^[10]；社会学家应综合考虑生态韧性的概念，将城市和人类作为地球生态系统的一部分，在更大的尺度上探讨人类活动与环境变化之间的关系等^[26]。

(3) 从研究方法来看，该阶段基于定量分析的实证性研究开始增加，主要为城市韧性评估相关研究，评估内容涉及社区韧性、防洪韧性等。

这一时期发文量较前期呈快速增长(图1)，高频关键词数量较前期显著增多(表1)，并呈现关键词集聚的现象(图6)，表明了研究议题的快速增加；同时，形成了多元化的研究方向，产生了一批与城市韧性相关的概念群和理论框架，相关的实证研究开始增加，可认为是国外韧性城市研究的快速发展阶段。

4.4 反思与继续发展阶段(2015年以来)：韧性城市理论与实践的反思与创新

该阶段发文量继续快速增长，韧性城市研究成果持续增加；同时，开始出现对韧性城市研究与实践进行反思的声音，更加重视提升城市韧性的路径与方案创新。

从关键词来看，政治一词的突现性较高，代表了相关讨论的突然增加。从文献来看，韧性城市建设中涉及不同群体对资源与利益的平等性、公平性问题的政治层面的讨论^[27、28]，开始受到学界关注。另外，韧性城市理论

上还存在概念模糊、评估标准多样，缺乏普适性知识框架等问题，更有学者提出如果“人居三”会议中提到的韧性理念仍以传统方案实施而缺乏创新性方法的话，就难有实际进展^[29]。以上问题反映了学界对韧性城市研究与实践的理性反思，也体现了对相关理论与方法创新的呼吁与期盼。该阶段的高突现词绿色基础设施和智慧城市，显示了将基于自然生态系统服务的方案和智慧的技术作为韧性城市建设的途径，正被予以重点研究，也代表了该阶段韧性城市研究的前沿。

值得注意的是，由于文献计量分析主要是基于历史文献之间的引用与互引进行，而最近年份发表文献的互引数据要在未来一段时间才能予以体现，因此，计量分析软件对该阶段近5年来文献的分析效果已相对下降，在实际研究中，应根据文献内容的阅读评析予以补充。

5 结论与启示

进入21世纪以来，韧性城市研究文献持续增加，研究成果受到各界关注。本文配合使用WOS在线分析与Citespace和VOSviewer两种文献计量分析软件，对国外韧性城市研究文献在不同时期、学科和国别情况下的文献分布特征，以及基于关键词共现和文献共被引等呈现的研究热点及

发展趋势特征进行可视化分析，最终得出以下结论。

(1) 国外韧性城市研究呈现明显的多学科和跨学科特征，形成了复杂多元又有交叉融合的研究知识体系，并形成了4个主要的研究聚类，即：城市防灾与气候变化应对相关研究，生态系统韧性及基于生态服务提升城市韧性的相关研究，城市规划设计、建设与管理中的城市韧性相关研究，以及城市群体心理韧性与社会韧性的相关研究。

(2) 根据研究内容的时区演变，国外韧性城市研究可划分为萌芽、起步、快速发展，和反思与继续发展4个研究阶段。从演进趋势来看，随着韧性理论在不同学科间的应用和发展，韧性城市的研究对象不断扩展，从早期针对人类的心理韧性和生态系统韧性研究，演变到针对城市社会生态系统不同组分和过程的多元化研究；研究问题也从最初常见自然灾害与风险应对，转向不断与新兴的城市环境、社会问题及衍生问题的应对；并在此基础上，新涌现了一批城市韧性的“概念群”和理论框架，韧性理论与城市理论得到进一步融合。

(3) 近年来，尽管国外韧性城市研究取得了大量成果，然而对高被引文献的分析发现，已有经典研究多采用阐释主义的研究范式，而采用基于数理统计的实证主义研究范式的研

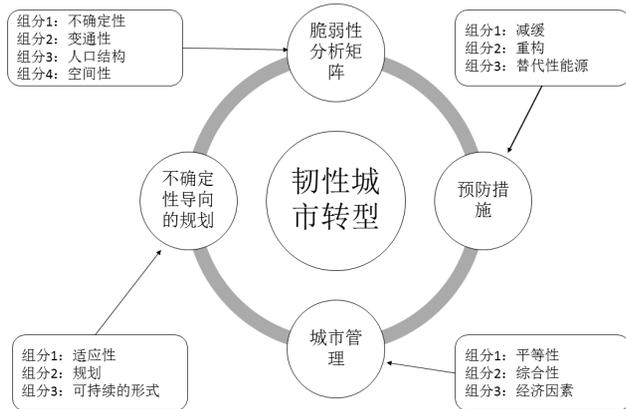


图9 韧性城市转型与规划框架

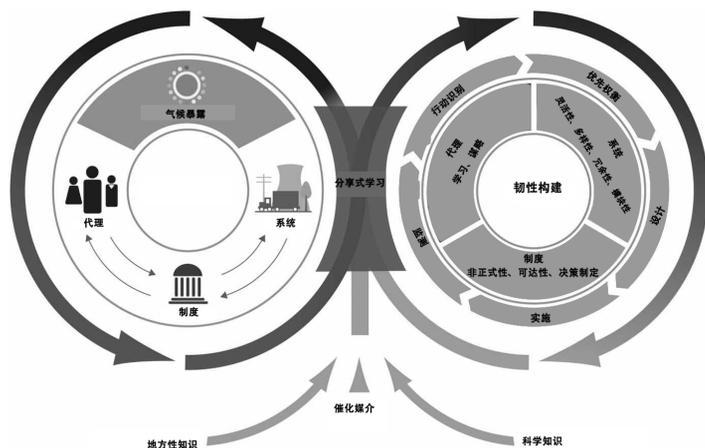


图10 城市气候韧性概念框架的规划应用示意图

究仍相对较少；并且已有研究在理论方面还存有一些争议，在理论指导和应用于实践的过程中仍存有一定的“缺口”，如韧性的概念定义不一致、评估标准多样等问题，学界在城市韧性理论与实践方面有更多创新的期盼。

对于以上问题，我们在国内韧性城市研究与实践的过程中，应予以重视和回应。例如：针对城市韧性理论阐释复杂多样的问题，应逐步构建具有整体性、系统性的城市韧性理论或知识体系；为推动城市韧性理论成果的本土转化，应鼓励和增加基于数据实证的城市韧性实践，注重问题导向性、资源整合性、多尺度联系性、方案执行的模块性，以及评估过程的反馈适应性等在韧性实践中的体现；另外，在韧性城市的建设实践中，应注重不断整合基于自然的方案、智慧技术、社会资本等城市韧性构建的创新路径和方案等。

参考文献：

[1]Godschalk David R. Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities[J]. Natural Hazards Review, 2003(4):136-143.

[2]ICLEI. Resilient Cities 2018[EB/OL]. <https://resilientcities2018.iclei.org/>.2019.05.20.

[3]徐耀阳,李刚,崔胜辉,等.韧性科学的回顾与展望:从生态理论到城市实践[J].生态学报,2018(38):5297-5304.

[4]李彤玥.韧性城市研究新进展[J].国际城市规划,2017(32):15-25.

[5]刘志敏,修春亮,宋伟.城市空间韧性研究进展[J].城市建筑,2018:16-18.

[6]张明顺,李欢欢.气候变化背景下城市韧性评估研究进展[J].生态经济,2018(34):154-161.

[7]Chen C. Science Mapping:a Systematic Review of the Literature[J]. Journal of Data and Information Science, 2017(2):1-40.

[8]宋秀芳,迟培娟.Vosviewer与Citespace应用比较研究[J].情报科学,2016(34):108-112.

[9]王义保,杨婷惠.城市安全研究知识图谱的可视化分析[J].城市发展研究,2019(26):116-124.

[10]Berkes F, Ross H. Community Resilience: Toward an Integrated Approach[J]. Society & Natural Resources, 2013(26):5-20.

[11]Bonanno G A, Galea S, Bucciarelli A, et al. Psychological Resilience After Disaster New York City in the Aftermath of the September 11th Terrorist Attack[J]. Psychological Science, 2010(17):181-186.

[12]Davis-Street J, Frangos S, Walker B, et al. Addressing Adaptive and Inherent Resilience - Lessons Learned From Hurricane Harvey: SPE International Conference and Exhibition on Health, Safety, Security, Environment, and Social Responsibility, 2018[C]. Society of Petroleum Engineers.

[13]Holling C S. Resilience and Stability of Ecological Systems[J]. Annual Review of Ecology & Systematics, 1973(4):1-23.

[14]Spencer M B, Cole S P, DuPree D, et al. Self-Efficacy Among Urban African American Early Adolescents: Exploring Issues of Risk, Vulnerability, and Resilience[J]. Development and Psychopathology, 1993(5):719-739.

[15]Wyman P A, Cowen E L, Work W C, et al. The Role of Children's Future Expectations in Self-System Functioning and Adjustment to Life Stress: A Prospective Study of Urban at-Risk Children[J]. Development and Psychopathology, 1993(5):649-661.

[16]Luthar S S, Cicchetti D, Becker B. The Construct of Resilience: A Critical Evaluation and Guidelines for Future Work[J]. Child Dev, 2010(71):543-562.

[17]Holling C S. Engineering Resilience Versus Ecological Resilience[J]. Engineering within Ecological Constraints, 1996(31):32.

[18]Folke C. Resilience: The Emergence of a Perspective for Social-Ecological Systems Analyses[J]. Global Environ Change, 2006(16):253-267.

[19]Walker B H, Salt D. Resilience Thinking : Sustaining Ecosystems and People in a Changing World[J]. Northeastern Naturalist, 2006:43.

[20]Berkes F, Colding J, Folke C. Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change[M]. Cambridge University Press, 2003.

[21]Pelling M. The Vulnerability of Cities; Natural Disasters and Social Resilience[M]. 2003.

[22]Gallop í n G C. Linkages Between Vulnerability, Resilience, and Adaptive Capacity[J]. Global Environmental Change, 2006(16):293-303.

[23]Ahern J. From Fail-Safe to Safe-to-Fail : Sustainability and Resilience in the New Urban World[J]. Landscape & Urban Planning, 2011(100):341-343.

[24]Magis K. Community Resilience: An Indicator of Social Sustainability[J]. Society and Natural Resources, 2010(23):401-416.

[25]Leichenko R. Climate Change and Urban Resilience[J]. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2011(3):164-168.

[26]Folke C, Carpenter S, Walker B, et al. Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability[J]. Ecology and Society, 2010(15).

[27]Chelleri L, Waters J J, Olazabal M, et al. Resilience Trade-Offs: Addressing Multiple Scales and Temporal Aspects of Urban Resilience[J]. Environment and Urbanization, 2015(27):181-198.

[28]Cast á n Broto V. Urban Governance and the Politics of Climate Change[J]. World Development, 2017(93):1-15.

(收稿日期：2019-09-24)