

城市公共空间韧性：系统化思维下的概念框架、典型模式与运行机制*

Urban Public Space Resilience: Conceptual Frameworks, Typical Models, and Operational Mechanisms from a Systematic Thinking Perspective

李云燕 钱春莹 程媛 赵璇

LI Yunyan, QIAN Chunying, CHENG Yuan, ZHAO Xuan

关键词 城市公共空间；韧性；系统化；概念框架；运行机制

Keywords: urban public space; resilience; systematization; conceptual framework; operational mechanism

中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.16361/j.upf.202603005

文章编号 1000-3363(2026)03-0037-08

提 要 城市公共空间是承载城市功能的核心载体，其产生更大韧性的关键在于系统化。然而，目前学界尚未明确揭示公共空间韧性产生的内在原理。为此，主张从“要素思维”转向“系统思维”，通过理论建构与案例归纳，阐释城市公共空间韧性的系统化内涵，并构建“空间—功能—治理”三维度的分析框架。发现：公共空间韧性不仅取决于单一节点的应对能力，更取决于系统层面的结构稳定与功能复合。基于此，总结出海绵缓冲、生活庇护、微气候调节以及社会恢复四大典型城市公共空间韧性模式，并从空间冗余、风险阻隔、时空转换、多元协同四个维度剖析公共空间系统的运行机制。旨在深化公共空间韧性的理论边界，为国土空间规划下的韧性城市专项编制、平灾转换导则制定及全生命周期治理提供科学指引与实例参考。

Abstract: Urban public space is a fundamental carrier of urban functions, and its resilience depends on the systematic characteristics of the public space system. However, the underlying mechanisms of urban public space resilience remain insufficiently understood. This paper advocates a cognitive shift from element-based thinking to system thinking. Through theoretical development and case-based analysis, it systematically elucidates the systematic nature of urban public space resilience and proposes an analytical framework integrating the dimensions of space, function, and governance. The findings indicates that enhancing public space resilience depends not only on the physical responsiveness of individual nodes but also on the structural stability and functional structure at the system level. Based on this framework, the study identifies four representative features of urban public space resilience: sponge buffers, emergency shelters, microclimate regulation, and social restoration. It further examines four dimensions of resilience mechanism: spatial redundancy, risk buffering, spatial temporal transformation, and multi-actor collaboration. This study advances the theoretical understanding of urban public space resilience and provides scientific guidance and practical reference for resilient city planning, the development of disaster-response and adaptive reuse guidelines, and whole-life-cycle governance within the context of territorial spatial planning.

作者简介

李云燕，重庆大学建筑城规学院教授、博士生导师，山地城镇建设与新技术教育部重点实验室、自然资源部国土空间规划监测评估预警重点实验室研究员，liyunnan007@126.com

钱春莹，重庆大学建筑城规学院硕士研究生

程媛，重庆大学建筑城规学院硕士研究生

赵璇，重庆大学建筑城规学院博士研究生

* 国家自然科学基金项目“城市空间形态韧性的智慧测度、适灾机理与规划响应研究”（项目编号：52478042）；重庆市教改项目“AIGC驱动的建筑类研究生空间创新能力培养路径”（项目编号：yjg250014）；重庆市教改重点项目“融合·重构·创新：新时期建筑类专业跨学科人才培养体系的范式转型研究”（项目编号：252018）

现代城市各类风险灾害频发。这些风险与城市系统的正常运行相互影响,使得城市灾害呈现出隐蔽性、复杂性与联动性的特征^[1]。如何有效应对由此产生的连锁性、复合型风险,成为现代城市治理的时代命题。2025年,中央城市工作会议将“着力建设安全可靠的韧性城市”明确为城市建设重点任务之一^[2]。韧性指城市作为一个复杂社会生态系统,在面对扰动时吸收冲击、维持功能结构、恢复平衡与秩序的能力^[3],建设韧性城市可以有效应对当前愈加复杂的城市风险。而城市中的公共空间是城市应对突发风险的关键资源^[4-5],其韧性强弱直接关系到城市的抗风险能力与恢复能力。然而,传统公共空间规划主要从城市景观视角考虑生活服务功能,缺乏从韧性视角对公共空间系统性及协同响应能力的考虑,使部分城市抗风险能力暴露出明显局限性。因此,回应当前城市系统面临的挑战,公共空间建设亟须从韧性出发,以全局视角优化,以系统化思维思考,将城市中分散的各类公共空间视为一个相互关联、有机协同的系统,这一系统具备空间网络结构、功能复合配置和治理协同机制,在面对风险扰动时,可依托其相互关联与有效协同,产生“1+1>2”的系统效应,提升城市整体韧性。

当前的规划实践中,充分发挥公共空间系统的韧性仍存在一定困境。在结构层面,当前大多数城市的公共空间分布不均、缺乏有效关联,在资源丰富和经济较高区域集聚,高密度中心区供给不足^[6];在功能层面,当前城市公共空间功能多局限于日常使用,对“平灾结合”考虑不足,导致空间在应急状态下难以灵活转换以应对复杂需求;在机制层面,由于规划、建设、管理分属不同部门,存在权责不清、功能定位模糊等问题,呈现明显的并行路径依赖^[7],与周边基础设施缺乏有效衔接,应急状态下难以形成跨系统的协同响应。这种空间要素缺乏系统效能的现实困境正是本研究试图回应的核心问题。

因此,本研究旨在以系统化思维构建城市公共空间韧性概念框架,通过剖析其构成要素与运行机制,提炼城市公共空间系统韧性功能的典型空间组织模

式,剖析系统运行的内在机理,探讨其实践路径,为我国韧性城市建设提供支撑。

1 文献综述与研究缺口分析

1.1 相关研究梳理

关于“公共空间韧性”的研究大致可归纳为以下三类。

其一,韧性评估与指标体系研究。学者们从不同空间尺度与类型切入,构建公共空间韧性的评估框架。李云燕等^[8]、Li等^[9]分别从不同维度构建了针对高密度城区、历史街区公共空间的韧性评价框架。Ronael等^[10]基于十二维城市韧性框架,发现当前研究存在多样性、包容性、适应性等社会性指标被持续强调,冗余性、独立性、资源储备等结构性要素则相对缺失的结构性失衡问题。

其二,风险情境下的空间响应研究。在灾害驱动方面,孟世玉等^[11]、Anjoms-hoa等^[12]等分别从洪涝后乡村公共空间韧性重构和地震避难场所选址因素识别等方面展开研究。在风险平衡方面,荣玥芳等^[13]从风险不平等视角,揭示老旧小区不同弱势群体的困境,并从空间、社会、制度、技术四个维度提出差异化策略。

其三,空间优化与规划策略研究。学者们从空间布局、功能复合、平灾转换等角度探讨公共空间的韧性提升路径。吕元等^[14]聚焦突发公共卫生事件,提出以鲁棒、冗余、适应、协同为特征的韧性策略。Duy等^[15]针对高密度城区绿地稀缺与雨洪风险并存的困境,以胡志明市公园为例,提出了将海绵城市与洪水韧性理念转化为可操作的空间组织的策略。

1.2 研究趋势与研究缺口

上述研究为理解公共空间韧性价值奠定了重要基础,但研究视角多聚焦单一空间或风险,公共空间之间的连通、冗余、协同等体系化特征尚未被充分关注。值得注意的是,国内外已有少数学者尝试突破点状思维,从系统化视角审视公共空间。Amirzadeh等^[16]研究了多尺度协同与跨尺度互动在风险应对中的作用。王慧颖等^[17]提出“耦合关系匹配—多样模式优化—网络结构搭建”的公共

空间优化路径。Gao等^[18]以石家庄市为例,研究了城市蓝绿基础设施网络的鲁棒性。由此可见,公共空间韧性的网络关联与系统协同正在成为新的关注焦点。

总体而言,当前从系统化视角关于公共空间韧性的研究仍处于起步阶段,存在以下缺口:其一,概念框架尚不清晰。现有研究对系统化下“公共空间韧性”的内涵、构成要素与层级结构等的概念边界模糊,难以支撑后续的理论建构与实证研究。其二,公共空间系统化视角有待整合。既有研究多聚焦社区或公园等特定片区,不同空间类型在韧性系统中的功能分工与协同关系未能被充分揭示。其三,运行机制揭示不足。对于系统化视角下公共空间韧性的协同响应逻辑、动态演化规律以及空间与治理的互动机制,现有研究尚缺乏深入剖析。

2 城市公共空间韧性的系统化概念框架构建

针对城市公共空间韧性,本文从韧性载体、韧性结构、韧性功能等三方面出发,分析其内在关联,总结得出空间稳健性、功能弹性、治理适应性等三个核心分析维度,提出系统化概念认知框架(图1),形成可操作的城市公共空间韧性系统化分析框架与评价体系。

2.1 城市公共空间系统的韧性构成要素

2.1.1 韧性载体

韧性载体是韧性系统最基础的层次,指承担韧性功能的实体空间与设施。实体空间包括公园、广场、街道、绿道、滨水空间等各类公共空间;设施包括实体空间内的基础设施、智慧设备、应急物资等。实体空间与设施的大小、形态、材质、生态本底等物理属性,决定了其基础的韧性能力。

2.1.2 韧性结构

韧性结构指载体之间的连接与组织关系,也是公共空间系统与多个独立公共空间的重要区别。一是空间网络结构,即载体间的拓扑关系,决定系统的连通性与层级性;二是功能耦合结构,即不同载体功能的互补与替代关系,决定系统的冗余性与平灾转换能力;三是社会网络结构,即公共空间管理者与使用者

之间的社会结构，决定灾时动员与防灾协同的效率。

2.1.3 韧性功能

韧性功能是系统在面对风险扰动时所具备的抵抗、适应、恢复等三种能力。抵抗功能指在扰动发生时，系统有能力吸收冲击，防止日常运行中断；适应功能指在扰动持续期间，系统有灵活调节和转换以维持核心功能的能力；恢复功能指在扰动过后，系统可以实现快速恢复至常态并优化。

2.2 城市公共空间系统的韧性认知维度

2.2.1 空间稳健性维度

空间稳健性维度强调城市公共空间的相互关系与网络结构。面对城市灾害，各公共空间节点之间的协同响应能力比单个空间节点的韧性能力更为重要。因此，空间维度的核心在于连通性、冗余性与层级性。连通性保障公共空间之间的物理连接程度，冗余性保障韧性产生路径的多样性和节点的可替代性，层级性保障不同尺度下公共空间的数量和服务面积配置完善。

2.2.2 功能弹性维度

功能弹性维度强调城市公共空间的平灾转换能力与时空共享能力。一方面，城市公共空间在设计时需考虑功能转换的需求，即在日常状态下服务于居民的日常需求，如交往、通勤等，在灾害情境下转换为避难、疏散、物资配送的空间。另一方面，公共空间在面对不同灾害时应具备不同的韧性功能，如滞蓄雨水、人员集散、调节气候等。

2.2.3 治理适应性维度

治理适应性维度强调各类主体之间的协同能力。公共空间的使用权、管理权与调配权往往分属于园林、交通、应急等多个部门，需要完善的跨部门协调机制，才可使空间在灾时能快速实现韧性功能，在灾后快速优化。此外，部分社区组织、企业会具备少量自行管理的附属绿地或公共空间，这些空间若在灾时可统一调配，能起到一定的补充作用。

2.3 城市公共空间系统的韧性分析框架

依据上述分析维度，构建“空间—功能—治理”三维分析框架（表1），用于从系统化思维角度对城市的公共空间韧性进行评价。空间维度是对载体本身

和连接程度进行度量，评价载体的优劣；功能维度按照抵抗、适应、恢复等三种功能，评价其实现效果；治理维度判断

公共空间系统的运行制度完善程度，评价保障目标达成的能力。

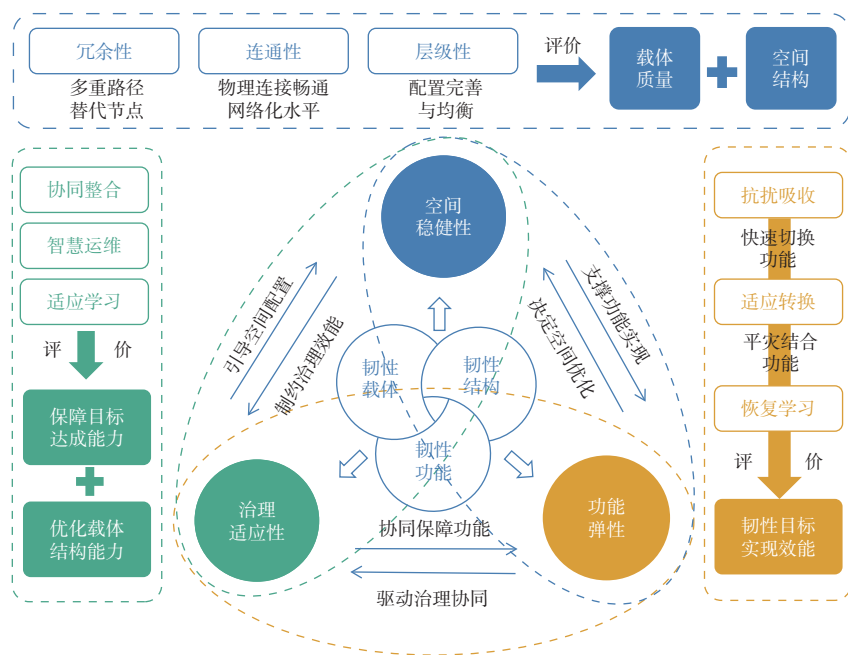


图1 城市公共空间韧性的系统化认知框架

Fig.1 Cognitive framework of urban public space system resilience

表1 城市公共空间韧性系统化评价体系

Tab.1 Resilience evaluation system for urban public spaces

目标层	准则层	指标层	评价内容	指标属性
A. 空间稳健性	连通性	A1. 绿道网络覆盖度	评价城市绿色慢行网络的服务范围占比。测算绿色慢行网络服务范围与城市建成区的面积比值	+
	冗余性	A2. 公共空间覆盖度	评价公共空间在城区范围内的覆盖广度。计算城市建成区内公共空间的服务覆盖面积与城市建成区总面积的比例值	+
	层级性	A3. 公共空间分布合理度	评价城市公共空间在分布和数量上满足平急结合场地标准的程度。以《城乡公共卫生应急空间规划规范》 ^[19] 为参考	+
B. 功能弹性	抗扰与吸收能力	B1. 人均应急避难承载力	评价城市人均有效应急避难面积。计算固定应急避难场所有效避难总面积与城区常住人口的比值	+
		B2. 核心设施风险暴露度	评价核心区域的风险暴露度。计算位于灾害易发区的核心公共服务设施数量与公共服务设施总数的比值	-
	适应与转换能力	B3. 应急功能侵占度	评价平急两用空间被日常活动占用的程度。采用高负荷日常功能的公共空间面积占总公共空间面积的比值	-
	恢复与学习能力	B4. 灾后恢复响应度	评价城市灾后恢复的组织与学习能力。5年内城市在经历重大灾害后，官方在72 h内启动修复专项行动计划的情况	+
C. 治理适应性	协同整合能力	C1. 跨部门政策协同度	评价多部门制度层面的协同整合程度。5年内城市是否有2个及以上部门联合印发的相关政策文件情况	+
		C2. 公共空间统筹阻力度	评价公共空间的治理碎片化程度。计算实行封闭式管理的非政府类公共空间面积占所有城市公共空间总面积的比例	-
	智慧运维能力	C3. 智慧平台覆盖度	评价利用数字化手段进行韧性运维的能力。城市建有统一的公共空间智慧管理平台或系统的情况	+
	适应学习能力	C4. 规划动态更新度	评价韧性规划是否形成动态学习与优化的闭环。5年内城市因重大灾害修订的相关规划的情况	+
		C5. 公众反馈便捷度	评价街道政府部门的可达覆盖率。计算步行5 min可达该街道政府部门的社区与社区总数的比值	+

3 城市公共空间系统的韧性功能及建设路径

“空间—功能—治理”三维框架为认知公共空间韧性提供了系统的分析工具，具体到实际的风险情境中，不同类型的风险对公共空间的作用方式与冲击路径各不相同，城市公共空间应呈现出差异化的功能表现形态。基于此，选取新加坡、德国斯图加特、深圳等在应对城市风险方面具有典型经验的国内外城市或片区，进行案例归纳，研究发现城市公共空间韧性功能的实现虽呈现出目标导向、空间载体、管控标准等因地制宜的差异，但均遵循着共同的底层逻辑。因此凝练出四种典型的系统化下公共空间韧性模式类型，即“海绵缓冲”模式、“生活庇护”模式、“微气候调节”模式以及“社会恢复”模式，从空间和功能两个层面揭示城市公共空间在面对不同风险时如何通过差异化建设路径实现相应的韧性功能，为不同城市的规划实践提供可参照的核心框架。

3.1 网络渗透的“海绵缓冲”模式

海绵缓冲模式的核心目标是化解气候变化背景下日益频发的城市洪涝风险。灰色基础设施在极端降雨面前显现出严重的级联失效、改造成本高昂、径流污染难以控制等风险，需通过公共空间的系统化整合，建构雨洪弹性缓冲与资源化利用的韧性功能。该模式的发挥主要依赖于“滨水空间+公园绿地+生态化街道”三类载体的协同构成：滨水空间作为雨洪调蓄的骨干廊道，承担径流传输与末端调蓄功能；公园绿地作为雨水的集中滞蓄载体，通过渗透与净化发挥节点缓冲作用；生态化街道则作为网络的渗透末梢，实现雨水的源头减排。见图2。

海绵缓冲模式主要作用于洪涝灾害的预防与减缓阶段，其重点在于通过公共空间的协同作用降低灾害发生的概率与强度。

空间层方面，强调将滨水空间、公园绿地、生态化街道从要素到网络系统化整合。宏观尺度上确定网络骨架，划分集水区，设定年径流总量控制率等系统性目标。中观尺度上确保网络连通，

以流域或排水分区为基本单元，通过系统串联实现连片效应。微观尺度上保证绿色基础设施的建设，建筑层面推广绿色屋顶、雨水收集等系统，道路层面根据不同类型采用植草沟、透水铺装等技术，广场层面通过微地形设计与植物配置，实现渗、蓄、净功能与公共活动空间的有机统一^[20-21]。

功能层方面，强调雨洪管理流程的再造与多元价值的复合利用。构建“源头—过程—末端”三级调控体系。源头通过雨水花园、透水铺装等就地滞蓄下渗；过程通过生态植草沟、生物滞留带等延缓径流、净化水质；末端通过人工湿地、调蓄湖泊等储存与资源化利用，形成“降雨—径流—蓄滞—净化—利用”的完整水循环闭环。在此基础上，进一步推动公共空间功能深度复合，将水利调蓄与栖息地保育、休闲游憩等功能有机叠加，使城市公共空间实现平灾结合。如新加坡ABC水计划将混凝土排水渠改造为集生态、调蓄与公园于一体的自然化河道，是从单一工程排水向多维生态服务的功能跃迁。

3.2 平灾结合的“生活庇护”模式

生活庇护模式是城市公共空间在面对地震、火灾等突发重大风险时呈现的韧性能力。这类灾害具有瞬时强破坏性，常态化的救援易面临响应滞后与资源短缺问题。因此，需通过公共空间的系统化建设，为灾时人员疏散、临时安置与救援行动提供空间并节省时间。该模式的发挥主要依赖于“广场+主干道+公园+防灾据点”四类载体：广场作为定点避难所，承担灾时人员聚集功能；主干道作为生命线，保障物流与人流畅通；公园作为后方安置点，提供避难空间；防灾据点则作为救援枢纽，承担救灾指挥与物资中转功能。见图3。

生活庇护模式侧重于突发灾害的应对与恢复阶段，其核心在于确保公共空间从日常状态向应急状态的无缝衔接与高效转换。

空间层方面，建立“据点—通道—场所”一体化的分级分类网络。其一，明确层级与功能配置。根据灾害规模和服务范围，将防灾空间划分为省级据点、市县据点、中心城区避难场所以及避

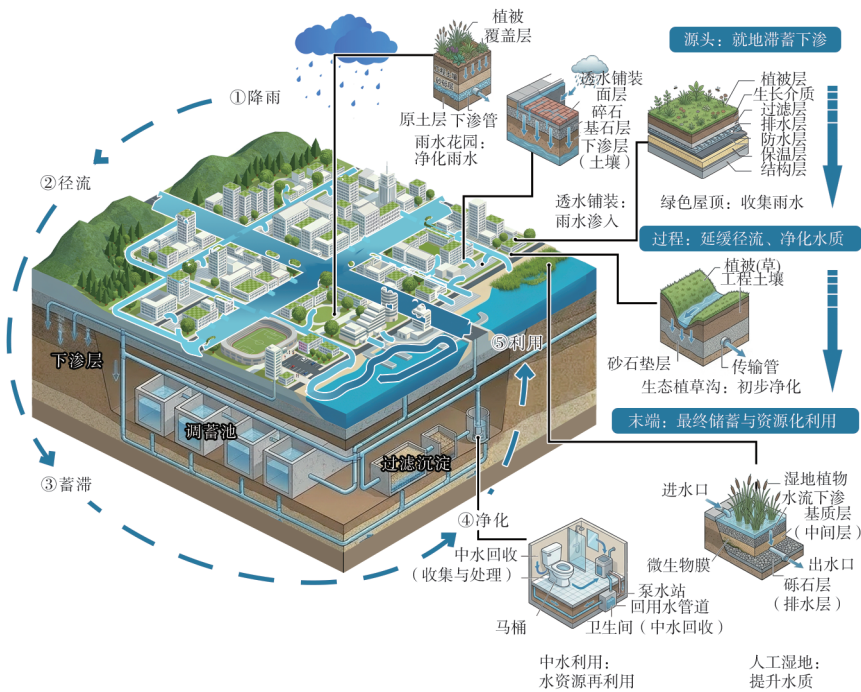


图2 城市公共空间“海绵缓冲”建设模式图

Fig.2 Diagram of the "sponge buffer" development model for urban public space

难通道等^[22]，并为各层级设定明确的规模门槛、设施配置标准与服务半径要求。其二，基于风险导向精准选址。将防灾空间布局图与灾害风险图深度结合，使大规模救援据点直接对应危险度高的区域。其三，以应急交通环线为组织网络。将关键据点和主要通道沿应急交通轴线展开，如东京环七号线^[23]，形成与城市交通命脉深度融合的韧性结构，实现灾时人员快速分流与救援力量极速送达。

功能层方面，旨在实现从日常休闲向应急避难的高效转换。一方面，建立平灾转换的功能预设机制，在空间建设初期同步配置隐蔽式应急设施，如广域据点预留直升机起降条件，社区场所预设应急水电接口与临时厕所位置，确保设施在平时无感存在，灾时即插即用。另一方面，构建常态化的维护与演练体系，通过定期的设施检查与社会化的防灾演练，使避难路径与设施使用方法内化为公众的行动能力。这种平灾结合功能使公共空间在维系城市日常的同时，成为极端情境下保障生命安全的最后一道防线。

3.3 调节缓释的“微气候调节”模式

微气候调节模式的核心目标是缓解极端高温引发的热岛效应与热浪威胁。随着城市建筑密度提高与人工热源增加，传统的能源密集型降温模式无法从根源上改善热环境。因此，需通过公共空间的系统化整合，建构引导自然通风与强化冷源影响的韧性能力。该模式的发挥主要依赖“城郊冷源+通风廊道+城区冷岛+林荫街道”的协同：城郊冷源即森林、大型水体，作为冷空气源地提供新风；通风廊道作为空气引导主干；城区冷岛即绿地、水体，作为局部降温节点发挥蓄冷功能；林荫街道作为近地空间末梢，将降温效应延伸至行人尺度。见图4。

微气候调节模式主要作用于极端高温风险的预防与减缓阶段，重点在于通过系统性引导自然通风、强化冷源影响，降低城市热岛强度。

空间层方面，需构建“源—廊—岛—网”多尺度耦合的空间系统。宏观尺度上基于城市地理特征与主导风向，将城郊森林、山体、大型水体等冷空气

源识别为大型补偿空间并划为生态红线刚性保护，规划连接补偿空间与主干通风廊道，确保空气交换畅通，例如德国斯图加特利用城市气候地图指导通风主轴保护^[24]；中观尺度上界定过渡区与作用空间，依托河流、带状公园等开敞空间形成连续的冷空气引导通道作为过渡区，严格控制沿线建筑的高度，在建设用地内部均匀分布的公园绿地、水体形成城区冷岛节点，通过冷空气的渗透与滞留，缓解局部热环境；微观尺度上优

化界面形态与林荫遮阴网络。在风廊沿线通过建筑错列式、错落式等布局，减少气流阻碍，通过行道树配置等构建连续的遮阴网络，将降温效应延伸至地面。

功能层方面，需实现科学诊断驱动的动态管控与多功能的复合。一方面，建立“诊断—模拟—反馈”的科学决策程序。在规划前期借助遥感等技术监测环境状况；中期运用数值模型模拟风环境，预判方案效果；后期通过GIS分析辅助决策优化。另一方面，应实现平灾

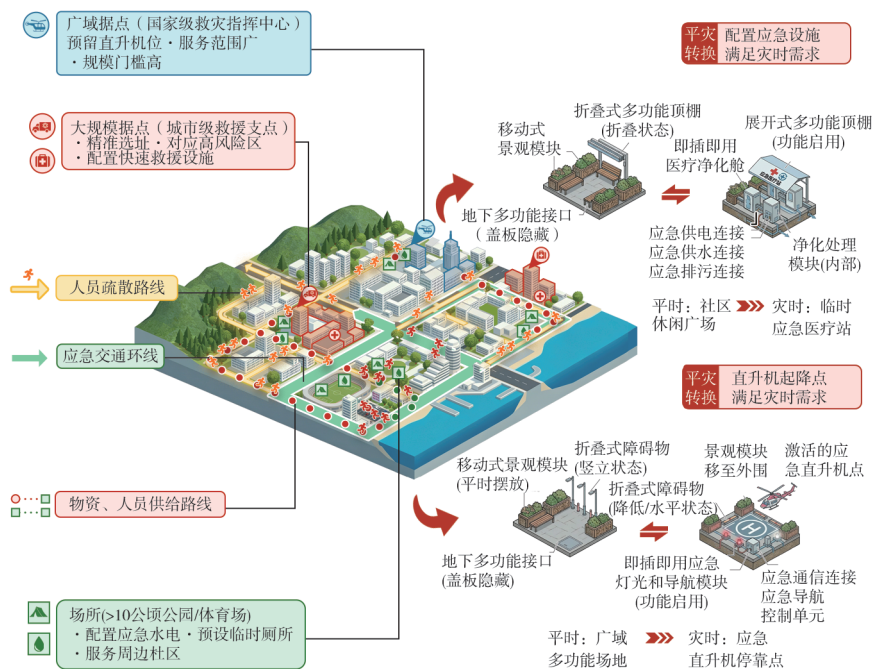


图3 城市公共空间“生活庇护”建设模式图

Fig.3 Diagram of the "life shelter" development model for urban public space

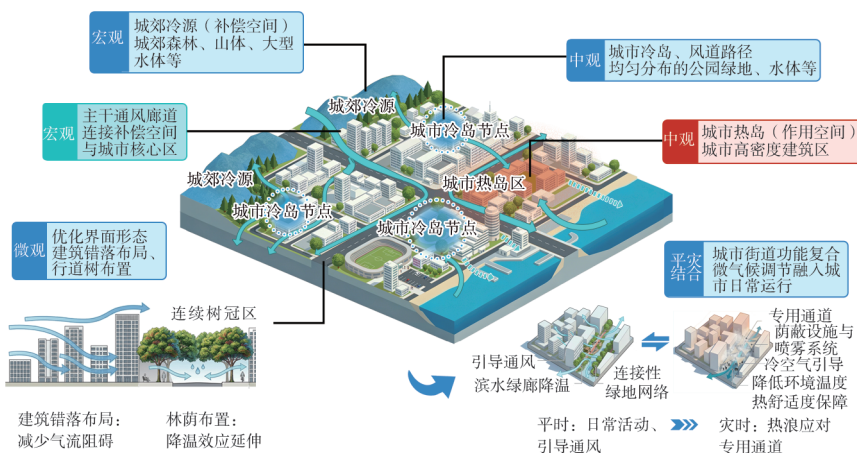


图4 城市公共空间“微气候调节”建设模式图

Fig.4 Diagram of the "microclimate regulation" development model for urban public space

结合的功能复合。通风廊道在日常承担交通与生态功能,在极端高温下转化为应对热浪的专用通道,保障市民户外活动的热舒适度,使微气候调节功能融入城市日常运行。

3.4 功能弹性的“社会恢复”模式

社会恢复模式是城市公共空间在面对社会关系风险时呈现的一种韧性能力,在高密度、高流动性的现代城市中,传统邻里关系弱化,居民在面对公共危机时缺乏有效的社会支持。因此,需通过公共空间的系统化整合,建构能够促进日常交往、培育社区认同的韧性能力,为灾时社会关系修复与心理重建提供空间支撑。该模式的发挥主要依赖“社区公园+街头绿地+步行街道”三类载体的协同:社区公园作为交往核心,构成骨架节点;街头绿地与口袋公园作为触媒节点,构成渗透节点;步行街道作为连接纽带,承载街头相遇交往功能。见图5。

社会恢复模式主要作用于社会风险的预防与恢复阶段,重点在于通过高品质空间强化社区认同。

空间层方面,需构建“核心—节点—网络”多级耦合的日常公共空间系统。其一,在社区生活圈尺度锚定交往核心节点。布局社区公园等具备完善基础设施与良好可达性的集中开敞空间作为承载集体活动的核心场所。其二,在街区尺度织补触媒节点网络。充分利用

闲置地块、桥下空间、建筑退界空间,营造口袋公园、社区农园等深入社区、贴近日常的小微空间,利用高渗透性激活邻里关系。其三,在街道尺度强化连接纽带功能。将社区慢行网络作为连接核心节点与触媒节点的空间纽带,通过优化步行环境、增加停留设施,使街道成为自然发生邻里交往的空间。

功能层方面,需实现多重功能复合与转换。其一,实现功能复合与弹性。空间需满足服务不同人群、不同时段的需求,例如纽约社区花园系统通过明确划分私有、公共及交流区^[25],平衡个人需求与集体活动。其二,预设平灾结合转换路径。日常状态高品质绿色空间作为社区基础设施,灾时状态迅速转化为信息发布与物资分发的互救基地,激活既有的社会网络。其三,构建常态化系统。日常建立设施定期检查制度,组织居民参与防灾演练,灾后通过共同参与修复行动,重建居民归属感与社区认同,加速社会关系的修复与重构。

4 城市公共空间韧性的系统运行机制剖析

系统化下城市公共空间的四种韧性模式相互叠加嵌套,同一实体空间在系统运行中可能承担不同功能的不同作用,因此除了空间和功能的合理配置,还需要考虑运行的相互作用和治理的上层统筹与多方协作。以下聚焦功能替代、风

险阻隔、时空转换、多元协同等四类机制维度,剖析城市公共空间系统的运行机制与功能实现需要考虑的实际因素,明确系统需要通过一体化设计,实现在多重韧性目标下的功能复合与协同增效。

4.1 空间冗余与功能替代机制

冗余性是当前城市公共空间韧性研究中关注度显著不足的维度之一^[5],也是城市公共空间系统韧性对比单一空间韧性时需要重点考虑的问题。

冗余性是实现功能替代的前提,而替代的实现需要考虑多方面的因素。其一是网络连通。公共空间韧性的冗余性与互通性相互影响,缺乏便捷的路径连接,冗余空间的替代效能会大幅度下降。其二是被动调度与主动替代。被动调度即系统无须人为触发即可完成功能替代,如径流沿管网或地形坡度从饱和节点自动流向其他节点;主动替代即通过人为决策或管理部门的集中调度实现,如人群根据标识引导疏散至替代避难场所。其三是替代节点的数量、剩余容量及通道效率。替代节点的数量和剩余容量决定能在多大程度上承担失效节点应承担的功能,路径效率则影响从失效节点到替代节点的时间成本,路径复杂或拥堵时,替代的时效性将下降,替代效果受到影响。

功能替代机制将系统面对灾害冲击时的单一节点应对转化为网络分担,使系统效能不会瞬时受到影响。此外,当一个节点承担多种功能时,被挤占的日常功能可由其他冗余节点承担,使对城市日常运行的扰动在可控范围内,使城市公共空间系统具备容错能力。

4.2 扰动传导与风险阻隔机制

由于城市是一个复杂空间网络,节点之间存在物质流动和功能依存等关系^[26],因此灾害扰动的破坏能量会沿特定路径传导,风险阻隔是在传导的关键路径上设置阻抗界面,中断或衰减扰动能量,将冲击控制在可承受范围内。

阻隔发生有三种方式。其一,能量吸收。植被带、湿地等生态空间可以形成能量吸收界面^[27],通过自身结构将扰动能耗散或转化,使传导到城市中心时冲击强度显著下降。其二,路径中断。

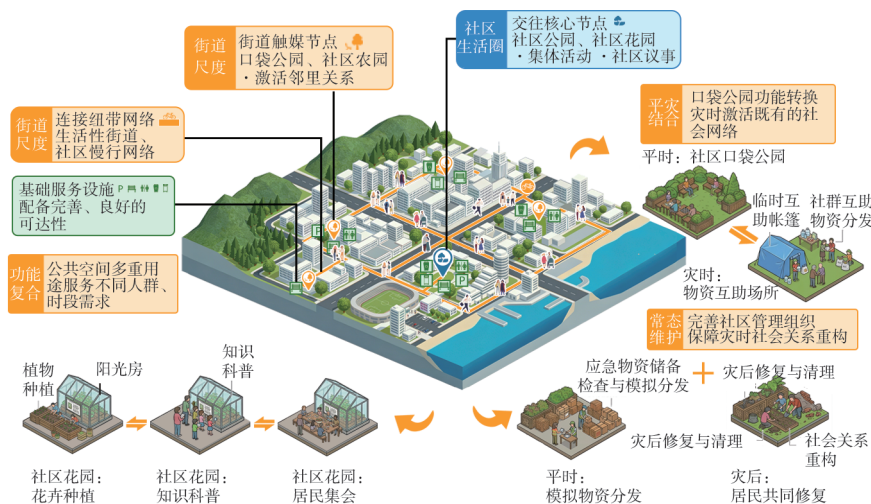


图5 城市公共空间“社会恢复”建设模式图

Fig.5 Diagram of the "social recovery" development model for urban public space

通过改变介质属性去除传载体，例如火灾蔓延至硬质隔离带、防火开敞空间等，因无可燃物而自行终止。其三，梯度衰减。当公共空间系统的构建以高阻力屏障向低阻力屏障梯度过渡时，扰动能量在通过界面的过程中被逐级削弱^[28]。应在不同灾害的易发点构建相应的阻隔界面，匹配度越高，连通性越高，阻隔效果越明显。

然而，同一阻隔界面也可发挥不同类型的阻隔作用，这种跨功能阻隔能力使得一次性空间投入可产生多重阻隔回报，是系统化思维相对于单一工程思维的核心效率优势，但不同功能的阻隔也存在潜在冲突，防火隔离带要求足够宽度以中断火势，但过宽的开敞面可能割裂社区步行联系。因此，不能追求单一维度的最大化，应当在多重韧性目标之间寻求动态平衡。

4.3 资源适配与时空转换机制

在有限的空间资源下，城市公共空间应采用多功能空间设计，实现平时与灾时两种功能需求的灵活转换^[29]，即平灾结合。同一物理空间在平时服务于日常城市生活，在灾时转换为相应的应急服务。

时空转换在运行机制上分为两种基本模式。其一为时间维度上的分时利用。同一空间通过管理权限的变化，在不同时段服务于不同功能，如社区广场在常态下由运营公司管理，承载休闲活动，在灾时移交至应急单位，转换为临时避难场所与医疗救护点。此时转换效率受管理权移交相关政策的完善程度、相关部门的协调效率与公众的应急知识普及程度影响。其二为空间设计上的弹性资源适配。将空间依据不同应急功能需求划分，明确灾时转换功能，配备具有相应应急功能的可移动设施，灾时按照预案进行快速转换。此时转换效率受设施构件的灵活性与转换指令的传达效率影响。

资源适配与时空转换机制避免为小概率极端灾害长期闲置大量城市土地资源，同时实现灾害发生时快速完备符合条件的应急空间。然而当多个功能需求同时占用同一空间并相互影响时，应明确优先级与时序，原则上以生命安全为

核心的生活庇护功能具有最高优先级，其他次之，但具体应视灾害的程度等实际情况进行评估，由治理机制进行调控与统筹。

4.4 全流程治理与多元协同机制

治理是城市公共空间系统运行的组织保障与调控中枢，它保障四种城市公共空间系统韧性功能空间和功能建设的价值发挥，为功能替代、风险阻隔和时空转换机制的运行提供决策、协调与反馈路径。

治理强调两个层面的内容。其一是全流程治理，即评估预测、动态监测、评估决策、协同执行等四个阶段。评估预测通过地理信息系统（GIS）、系统动力学和复杂网络模型等数据分析方法^[30-31]。进行量化评估和可视化，提出有针对性的提升策略；动态监测采用Flood Map洪涝模型等预测和监测灾害的变化，确保系统的应灾能力和运行状态处于合适范围；评估决策即基于监测数据与预测结果判断启动功能替代的需求；协同执行即不同部门、层级之间信息互通与相互配合。其二是多元协同，即所有人群共同参与。规划部门明确各类公共空间的防灾等级与配置要求；设计单位确保平急设施共存且互不干扰；管理部门定期检查，灾时启动预案；公众既是公共空间韧性功能的受益者，也是灾时社区互助的主体，因此应确保信息公开，甚至鼓励公众参与管理建设。

根据灾害后暴露出来的时序错位、功能冲突、资源配置缺失等问题，修订规范、改造设施，可使系统具备持续优化的自适应能力，同时为差异化的韧性路径选择提供制度空间，实现基于风险类型、资源禀赋与治理传统等因素的因地制宜，例如政府主导、社区自组织、公私协作等。

5 结论与结语

本研究针对城市公共空间韧性，提出从“要素思维”向“系统思维”转变的认知，以系统化思维系统阐释了公共空间韧性的内涵。将公共空间韧性从对单一节点物理防御能力的研究，提升到对系统层面的整体性理解，并构建“空

间一功能一治理”三大维度评价框架，基于此，提炼了四种公共空间网络的典型韧性模式，分别阐述其空间组织与洪涝缓解、应急避难、气候适应与社会重建四类功能的核心韧性模式。此外，研究进一步归纳了四类模式的内在运行机制。其中：功能替代机制使系统局部失效不至于演变为系统崩溃；风险阻隔机制可通过中断灾害的空间传导链条减缓控制扰动冲击；时空转换机制实现平灾结合与资源的时序性利用；多元协同机制为系统有序运行提供保障，使其具备持续优化能力。四类机制共同构成城市公共空间韧性系统化从静态结构走向动态适应的深层运行逻辑。

2024年，自然资源部办公厅印发《平急功能复合的韧性城市规划与土地政策指引》，提出“多规合一”，将平急功能复合的要求纳入国土空间规划体系^[32]，这一政策导向与本文提出的“系统化”认知高度一致，而城市公共空间韧性的系统化落地离不开制度保障。

在规划编制层面，应将公共空间作为韧性基础设施纳入国土空间规划与相关专项规划。突破单一地块规划的局限，宏观尺度划定系统骨架与通道，中观尺度确保各类节点连通，微观尺度将韧性功能嵌入社区公共空间，形成多尺度嵌套网络。同时，制定平时与灾时两种状态的分区规范，使平灾结合从简单的倡导转化为规划要求。

在城市设计层面，制定明确的功能复合、空间连接、嵌入智慧接口的设计导则。功能复合要求同一公共空间在竖向设计、种植配置与设施选择上兼顾多重韧性目标；空间连接要求慢行系统与蓝绿网络连续贯通；智慧接口嵌入要求为传感器布设、动态标识预留物理空间。

在实施管理层面，建立跨部门协同、覆盖“规划—建设—运营—维护—评估”的全生命周期流程，明确自然资源、住建、应急等部门的协同职责，将韧性目标嵌入项目立项、施工验收、日常管护与灾后评估各环节。

本研究构建了城市公共空间韧性系统化认知框架，并提出四类典型模式和四种核心运行机制，但仍存在一定局限性。其一，研究的深度有待拓展，未来研究可考虑不同气候类型、城市规模下

的不同情况,以总结出差异化建设模式;其二,研究的运行机制目前仅进行理论阐述,后续可通过更多灾害实例或模型推演加以验证;其三,研究侧重于定性分析与理论建构,评估体系建立较为普适化,后续可针对功能替代效能、阻隔效率、平灾转换程度等转化为可测度指标,推动框架从理论研究转向实践应用。

参考文献

- [1] 范维澄,黄弘.韧性城市建设的意义、进展与展望[N].人民日报,2024-06-14(09).
- [2] 中央城市工作会议在北京举行[N].人民日报,2025-07-16(01).
- [3] 吴莹.超大特大城市的公共安全风险新形势与韧性治理[J].人民论坛·学术前沿,2025(17):94-105.
- [4] Xu H, Xue B. Key indicators for the resilience of complex urban public spaces[J]. Journal of Building Engineering, 2017, 12: 306-313.
- [5] 邹德慈.人性化的城市公共空间[J].城市规划学刊,2006(5):9-12.
- [6] 郑婷婷,徐磊青.空间正义理论视角下城市公共空间公共性的重构[J].建筑学报,2020(5):96-100.
- [7] 李纯.整合减灾与适应的城市气候韧性:理论演进、分析框架与规划比较[J].城市规划学刊,2026(2):97-104.
- [8] 李云燕,苟梦涵,蔡欣珂.高密度城区公共空间韧性特征、影响要素及优化策略[J].城市学报,2025,3(1):41-55.
- [9] Li Z, Wang C, Wang J. Resilient spatial transformation and governance of public spaces in historical districts in disaster time: a literature review[J]. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 2025: 1-17.
- [10] Ronael M, Ertekin G D O. Public spaces for future cities: mapping urban resilience dimensions in place-based solutions[J]. Sustainable Cities and Society, 2025, 133: 106870.
- [11] 孟世玉,何羽丰,陈语珂,等.平灾结合视角下灾后重建乡村公共空间韧性重构路径及规划响应:以北京佛子庄村为例[J].城市发展研究,2024,31(7):1-6.
- [12] Anjomshoa E, Heravi G. Pre-disaster planning and preparedness for urban seismic resilience: evaluating critical influential factors for temporary shelter site selection[J]. Habitat International, 2025, 163: 103478.
- [13] 荣玥芳,宋健,林浩曦,等.风险不平等视角下老旧小区治理困境与韧性提升研究[J].风景园林,2025,32(10):51-60.
- [14] 吕元,李婧,张健.应对突发公共卫生事件的社区公共空间韧性提升策略[J].建筑学报,2022(增刊2):195-200.
- [15] Duy P N, Tuan P A, Nguyen N P T. Conceptual model of spatial level structure for developing multi-functional parks to reduce urban flood risk: a case study in Ho Chi Minh City[J]. City and Environment Interactions, 2025, 28: 100247.
- [16] Amirzadeh M, Sobhaninia S, Buckman S T, et al. Towards building resilient cities to pandemics: a review of COVID-19 literature[J]. Sustainable Cities and Society, 2023, 89: 104326.
- [17] 王慧颖,吴晓,王佳妮,等.活动与空间耦合的山地城市公共空间优化路径:以重庆万州高笋塘片区为例[J].规划师,2025,41(2):93-100.
- [18] Gao X, Yuan Z, Liu X, Liu F, et al. Achieving urban ecosystem resilience: static and dynamic attack simulation and cascading failure analysis of urban blue-green infrastructure networks[J]. Ecological Indicators, 2025, 179: 114205.
- [19] 中华人民共和国自然资源部.城乡公共卫生应急空间规划规范:TD/T 1074—2023[S].北京:中国标准出版社,2023.
- [20] 陈天,石川森,王高远.气候变化背景下的城市水环境韧性规划研究:以新加坡为例[J].国际城市规划,2021,36(5):52-60.
- [21] Public Utilities Board. ABC waters design guidelines[R]. 3rd ed. Singapore: Public Utilities Board, 2014.
- [22] 冉静,蒋晓慧,赫磊,等.城市平急两用公共基础设施的类型及空间体系与规划建设要点[J].城市规划学刊,2024(5):98-105.
- [23] 李禾,王思元.公共安全视角下日本东京都防灾公园体系规划[J].中国城市林业,2021,19(3):49-54.
- [24] 刘姝宇,谢祖杨,宋代凤.应对城市气候问题的当代德国城市设计:以斯图加特21世纪项目为例[J].新建筑,2018(5):144-149.
- [25] 朱春玲,耿荷芳,奉树成.国内外社区花园现状与研究趋势的比较分析及启示[J].园林,2025,42(10):85-94.
- [26] 颜文涛,李子豪.风险扰动视角下城市空间结构的韧性机理研究:理论框架与实证方法[J].国际城市规划,2023,38(4):1-10.
- [27] 刘冬,邵龙,王欣,等.应对自然灾害风险的规划系统建构思考[J].城市规划学刊,2026(1):96-101.
- [28] 孟海星,王从春,叶属峰.景观格局视角下的海岸带空间韧性:内涵特征、关键要素与提升路径[J].中国科学院院刊,2025,40(12):2124-2137.
- [29] 吴志强,严娟,徐浩文,等.城乡规划学科发展年度十大关键议题(2024—2025)[J].城市规划学刊,2024(6):8-11.
- [30] 张长椿,赫磊,范亭君.面向韧性的城市基础设施系统级联失效研究综述与展望[J].城市规划学刊,2026(1):102-109.
- [31] 彭翀,左沛文,李月雯,等.城市空间多风险耦合及规划的韧性应对[J].城市规划学刊,2024(5):88-97.
- [32] 自然资源部办公厅.平急功能复合的韧性城市规划与土地政策指引:自然资办发〔2024〕19号[EB/OL].(2024-04-28)[2026-07-14].https://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/202405/t20240515_2845237.html.

修回:2026-06