

## 学术动态 (Planning Reviews)

城乡规划分类领域索引:

01 区域和城市空间发展

02 城市开发与土地经济

03 城市设计与详细规划

04 城乡交通与市政基础设施

05 城乡发展历史与遗产保护

06 城乡社区发展与住房建设

07 城乡规划管理与政策

08 城乡规划方法与技术

09 城乡可持续发展

10 智能城镇化

### 01 区域和城市空间发展 (王兰, 同济大学建筑与城市规划学院教授)

#### 基于深度强化学习的城市社区空间规划

城市的可持续发展离不开有效的城市社区空间规划。本研究提出了一种基于深度强化学习的人工智能城市规划方法,能够自动生成城市社区空间规划。通过与人类专家的规划进行比较,实验结果表明,该方法在多个客观指标上具有优势,并能够适应不同的情况 and 需求。该研究还探讨了一种“人—人工智能”协作的城市规划工作流程。该研究展示了计算城市规划的前沿进展,并为利用计算方法解决城市科学中的复杂问题提供了新的思路。

##### 1. 引言

为了提高规划效率和质量,相关研究人员已开发了涉及大规模数据的空间规划工具。但是在土地利用和道路布局这两个关键的子任务上,仍然需要人类的直觉和经验来指导。为了解决这个问题,本研究提出了一种基于深度强化学习 (deep reinforcement learning, DRL) 的城市规划模型,利用图神经网络 (graph neural network, GNN) 来表示和学习城市空间的拓扑结构和关系,从而能够自动地生成高效和优化的土地利用和道路布局方案。该模型能够有效地生成土地利用和道路布局规划,显著提高空间效率和居民服务可达性。

##### 2. 方法

该研究通过将社区空间规划问题建模为顺序马尔可夫决策过程 (Markov decision process, MDP), 并采用 DRL 来求解。该研究设计了状态、动作和奖励函数,其中奖励函数包含两个阶段:①土地利用阶段,代理根据初始道路条件进行功能区划分,并在完成后获得奖励;②道路规划阶段,代理在功能区边界上建设道路,以提高运输效率并获得最终奖励。

为了准确模拟城市地理特征,该研究使用矢量表示法来定义地块、道路和边界,并将它们构建为图模型中的几何形状和空间邻接关系,将空间规划问题转化为图上的决策问题。针对巨大的动作空间,该研究设计了一个简化的图空间,使 DRL 代理能够有效感知和决策,并将动作空间分解为三个子空间的笛卡尔积

(Cartesian Product), 利用领域知识和规划约束来剔除不合理的动作选项,从而将动作空间缩减至可控的规模。最后,该研究开发了一个 DRL 框架,利用图神经网络 (GNN) 编码状态,并通过价值和策略网络来引导代理的决策。通过数百次的空间规划实验,代理不断学习并优化其神经网络参数,以提高其空间规划能力。

##### 3. 实验结果

###### (1) 两个层面的比较实验

该研究从总体空间规划层面和15分钟生活圈规划层面,分别对 DRL 框架进行了性能评估,并与基于规则的启发式方法和遗传算法 (genetic algorithm, GA) 进行了比较。

总体空间规划层面的实验在模拟的合成社区和北京的回龙观及大红门两个真实社区中进行,采用服务、生态和交通三个指标来评价规划质量。实验结果显示, DRL 在多数情况下优于其他方法。此外,该研究还证明了 GNN 在捕捉土地利用和道路规划的空间关系上,相较于多层感知器 (multi layer perceptron, MLP), 能显著提升规划性能。同时,该研究也强调了 GNN 的结构细节,如层数和节点嵌入维度,对规划结果有重要影响。

15分钟生活圈规划层面的实验通过改造北京回龙观社区,展示了如何有效整合住宅区与多种土地使用类型。该模型通过优化设施布局,确保居民能够步行到达,以此提高服务可达性。实验结果显示,服务可达性随设施需求量的增加而提升,但需求量达到一定阈值后,改善效果趋于平缓。该研究还表明,社区改造需考虑各社区的特定需求,证明了该规划框架能够针对不同社区特性进行定制化设计。此外,该研究还强调了该框架在考虑经济和政治约束时,对服务需求变化的适应性和灵活性。

###### (2) 模型优势分析

该研究还分析了模型的优势。该模型在适应不同土地利用需求下,可以通过调整规划要求和奖励权重  $\alpha$  来生成服务导向和生态导向的社区规划。服务导向规划增加了设施数量,提高了服务价值;而生态导向规划增加了公园数量,提升了生态价值。此外,模型还展示了在合成网格社区中,通过改变道路规划的步骤数,能够生成不同密度的道路网络,从而满足不同的可达性需求。无论是稀疏还是密集的道路规划,模型均能保证最佳的连通性。这证明了模型在考虑土地利用和道路密度方面,能够灵活地设计出满足不同需求的空间规划方案。在两个社区的空间规划中, DRL 模型与所有8个人类设计师相比,都达到了帕累托最优,在服务和生态效率上均实现了显著提升。

该模型核心优势是可转移性,允许模型从小规模、简单条件下的预训练转移到更大或更复杂的规划场景,从而节省时间成本。该研究中使用的 DRL 模型在不同规模社区间转移时表现出色,也能从简单的网格社区成功迁移到复杂的现实社区,获得更高的服务和生态效率。实验结果表明,预训练模型在转移到更大规模社区时,从更高的奖励水平开始,最终达到更优性能。这证明了模型能够学习并应用通用技能适应不同的空间规划任务。

##### 4. 讨论

该研究探索了利用 DRL 生成空间规划的可行性和有效性,以及如何根据不同的规划理念和风格进行调整。该研究也认识到人类规划师的重要作用,提出了一种人工智能模型,旨在作为设计师的辅助工具,展现了人工智能与人类设计师协同合作的潜力,通过迭代工作流程和多轮反馈生成空间规划。此外,该研究还能为政府、市民和开发商等多方利益相关者带来更多的益处,提高城市规划的透明度和包容性。为了进一步提高规划效率,该研究设计了一种人类与 AI 的协作工作流程,其中人类负责概念设计, AI 则负责计算密集型的空间规划。

尽管该研究收集了百万级别的社区规划数据集并进行了训练,但与其他领域的数据集相比仍有提升空间。此外,空间规划不仅仅是基于静态指标的布局,而是一个动态过程,可以通过模拟行人和车辆流等因素来优化。该研究提出的技术框架有望从社区层面扩展到整个城市,但这需要更多的训练样本和更大的神经网络。

来源: ZHENG Yu, LIN Yuming, ZHAO Liang, et al. Spatial planning of urban communities via deep reinforcement learning[J]. Nature Computational Science 3, 2023: 748-762.

(供稿:白欣雨,同济大学建筑与城市规划学院硕士研究生;姜健坤,同济大学建筑与城市规划学院博士研究生)

#### 邻里效应对健康的影响:上海市郊区邻里环境、体力活动与公众健康的多层分析

随着健康环境在全球范围内得到重视,越来越多的研究开始关注邻里环境对健康的影响。本研究基于2017年在上海郊区进行的一项健康调查,采用一系列多层模型,探究多尺度环境和行为因素与居民自评身心健康的关系。结果表明:相比大型城市公园,社区绿化率对郊区居民自评健康更加重要;自评的邻里安全和空气污染暴露与居民的身心健康显著相关;户外休闲运动,特别是在邻里绿地环境中,更有利于身体健康;而室内体力活动对健康益处影响不显著。这些发现有助于相关从业人员实施基于场所的健康干预措施,发展健康社区。

##### 1. 引言

社会生态学模型将健康的决定因素归结为宏观、中观、微观的多层次的组成部分。邻里效应 (neighborhood effects) 是社会生态模型中观系统的一部分,但其在中国未有充分研究;在现有研究中,休闲性体力活动对健康的影响尚无定论;此外,中国大城市由于人口和产业向郊区的迁移,遵循着更复杂的社会—空间模式,因此中国郊区值得进行更多的邻里效应对健康的影响研究。该研究旨在探究快速郊区化的上海的邻里环境、体力活动和公共健康之间的关系,包括两个问题:①在控制社会经济特征后,邻里环境的不同维度与居民自评身心健康的相关程度;②户外和室内体力活动是否与自评健康相关;如果没有,户外体力活动是如何将邻里的环境益处和环境风险中和。

##### 2. 研究方法

###### (1) 研究数据

①数据来源: 研究数据来自2017年4月至6月在上海郊区进行的活动与健康调查。采用三阶段分层抽样方法: 从8个郊区行政区随机抽取涵盖广泛地理位置和经济水平的10个镇; 对每个镇中的三到五个社区进行调查; 在每个社区, 按公寓号随机抽取18-60岁、在现居住地居住6个月以上的居民参与调查。研究招募了来自38个社区的1296名参与者, 最终纳入了952名。

②体力活动测量: 休闲体力活动(recreational physical activity)区分室内与户外, 要求参与者回答每周进行多少次中度至剧烈的休闲体力活动、具体活动地点。通勤可能会影响市民参与休闲体力活动的意愿, 因此参与者也需要回答工作距离、通勤模式、出行满意度。

③邻里环境测量: 研究遵循上海市15分钟社区生活圈的划分拟合邻里边界。采用三个变量子集用于描绘邻里环境。建成环境包括人口密度、街道连通性、室内健身房密度、公园可达性、社区绿地率。社会环境包括邻里安全程度和邻里依恋程度。环境污染包括空气污染和噪音污染。其中社会环境和环境污染指标为主观评价。

④健康结果: 采用自评身体和心理。

#### (2) 统计方法

健康受到包括个人和社区层面等多个层面因素的影响。同时, 研究中使用的整群抽样程序假设来自同一社区的居民暴露于相似的邻里环境, 并可能表现出相似的行为偏好。基于以上两点, 研究采用多层模型, 以同时控制社区内和社区间对自评健康的影响。

研究构建了变量复杂度不断增加的6个多层有序逻辑回归模型, 分别研究自评身体和心理健康的决定因素。模型一为基线模型, 仅包含参与者的社会经济特征变量, 作为解释长期健康状况的个人决定因素。模型二中增加邻里建成环境属性的变量, 以探索在控制个体社会经济特征和社区位置后, 建成环境的独立健康效应。模型三中加入了邻里环境污染和社会环境的主观评价, 以检验它们是否以及如何影响邻里建成环境的结果。模型四中加入了体力活动变量, 以分析在控制了交通相关的体力活动后, 休闲体力活动的独立健康影响。模型五与模型六构建了户外体力活动与一些邻里环境属性之间的相互作用项, 以研究体力活动如何调节环境效益和风险与健康结果的关联。

#### 3. 研究结果

在建成环境特征方面, 社区绿地率与居民身体健康呈正相关; 街道连通性更好的社区也有类似的健康益处; 室内健身房和城市公园的可达性与身体健康呈正相关, 但它们的影响在统计学上并不显著。只有社区绿地率与心理健康表现出显著相关。

加入环境污染和社会环境因素后, 更高的人口密度预示更好的身体健康; 认为社区空气污染程度较高的居民, 报告健康状况较好的概率会降低21%; 认为社区安全水平较高的居民更有可能报告自己的身体健康状况更好。社区环境污染和社会环境的主观测量与自评心理健康显著相关; 加入体力活动变量后, 研究发现室内体力活动的健康益处并不显著, 而室外体力活动与自评身体健康显著相关。经常进行户外休闲体力活动的居民报告心理健康状况较好的概率会增加

23%, 而室内体力活动对心理健康的影响不显著。

考虑户外体力活动与周边环境属性之间的交互作用时, 户外体力活动显著关联社区绿地率和自评身体健康之间的关系, 即户外体力活动能够解释社区绿地率与自评身体健康之间的关系; 感知的空气污染没有弱化户外运动与身体健康的关系, 也没有减少运动的健康益处。户外体力活动与周边环境属性之间的交互作用对心理健康的影响则并不显著。

#### 4. 讨论和结论

本研究有助于从邻里效应的角度了解健康的决定因素。邻里环境能够影响个人健康行为和健康结果。研究也存在一些不足: 由于数据的限制, 对邻里环境的主观混合测度容易因回忆而产生偏差, 特别是对环境污染的感知; 邻里单元依据生活圈划分, 但环境属性可能在不同的空间尺度上(更宏观或微观)对健康产生影响, 居民的活动空间也可能不局限于其中; 研究未能揭示因果关系, 群体对社区的选择可能会高估邻里环境对个人健康的影响。

本研究具有一定的政策意义。首先, 在郊区社区建设和改造便捷、小规模、分布均匀的绿地, 有望鼓励更多的休闲体力活动, 改善居民的健康状况; 其次, 在郊区发展就业副中心和公共交通枢纽, 将有很大的潜力实现职住平衡, 减少污染物排放, 并产生健康效益; 第三, 中国特大城市以高密度和紧凑模式为特征的新城建设应与发展更宜居、更友好、有利于公众健康和福祉的社会环境的目标联系起来。

来源: TAO Y, MA J, SHEN Y, et al. Neighborhood effects on health: a multilevel analysis of neighborhood environment, physical activity and public health in suburban Shanghai[J]. Cities, 2022, 129: 103847.

(供稿: 赵举行, 同济大学建筑与城市规划学院硕士研究生; 姜健坤, 同济大学建筑与城市规划学院博士研究生)

## 02 城市开发与土地经济 (刘冰, 同济大学建筑与城市规划学院教授)

### 综合开发潜力、经济活力和社会经济因素的TOD指数, 用于鼓励多中心城市

#### 1. 研究背景

公交导向发展(transit-oriented development, TOD)是一种基于公共交通系统设计、开发城市的策略模式。TOD的目标是鼓励步行和骑行, 增加公交客流量, 减少拥堵, 并带来环境效益。如何识别公共交通站点是否适合TOD显得非常重要, 过去的TOD指数研究侧重于评估公共交通站点附近的人口密度、步行能力、土地使用多样性和停车可用性, 以确定哪些公交站点车站最适合TOD。尽管这些因素对于识别规划TOD至关重要, 但过去的研究中都忽略了一个主要属性: 站点周边地区的未来发展潜力。TOD站点周围具有高密度、高混合性的特点, 集聚着大量人口和经济要素, 具有发展成为城市中心的可能性, 因此需要评估当前尚未充分发挥潜力的TOD站点, 建立新的TOD指数, 从而确定这些站点是否具有发展成为城市中心的可能性。

#### 2. 建立包含开发潜力的新TOD指数的方法

测量和量化TOD指数需要结合影响TOD成功的因素。这些因素高度关注现有公交站点周围建筑环境的特征及其开发潜力。该研究侧重于从以下三个层面构建TOD指数: 社会环境特征、经济活力、开发潜力。首先, TOD的目标是创建适宜步行的社区, 这表明TOD指数应该在交通站点步行影响区范围内去测量。该研究定义为步行距离在10-12 min内的任何区域, 步行半径相当于约1000 m。其次, 研究区分了核心站和非核心站, 前者位于城市的市中心(即“核心”), 而该研究主要是探索核心之外的站点是否具有发展为市中心的机会, 从而支持多中心城市的建设。

第一个层面是量化社会环境特征, 包括步行可达性、绿化指数和汽车使用率, 再将指标标准化并加以平均得分。这类指标旨在定量评估每个站点周围的步行性和步行潜力。我们将高潜力定义为步行可达性好、高绿化指数和高汽车使用率。如果一个地区可步行性好、绿化指数高, 市民更有可能使用步行或公共交通, TOD的潜力也相应得高; 现有研究表明, 汽车使用较少的地区TOD开发较好, 因此高的汽车使用率则意味着这一站点地区有可能通过新的TOD开发减少汽车拥有量和用量。具体指标的计算方法:

①步行半径的有效性: 步行半径可能受到物理障碍或街道布局的限制。因此可步行区域的有效性需要通过取1000 m半径可步行区域与站点1000 m缓冲区的比率来量化。给定站点周围存在的物理障碍越多, 可步行区域占整个缓冲区的百分比就越低。1000 m的可步行区域越接近1000 m半径的缓冲区, 可步行半径的有效性比率越接近1, 可步行区域的效率越高, 总体TOD指数越高。

②平均绿化指数率: 计算各站点1000 m半径范围内的平均绿化指数与其余非核心站的平均绿化指数之间的比率。绿色街道景观已被证明有助于步行, 站点周边的街道绿化越好, 越适合步行。该研究使用绿化指数数据集(GVI), 可以获得每个站点周围的平均街道绿化率。绿化景观得分较高的站点表明其周围区域的街道绿化水平较高。街道绿化量较高的车站将获得较高的TOD指数, 将被确定为进一步发展的重点节点。

③汽车使用率: 计算各站点1000 m半径范围内平均汽车使用量与其余非核心站的平均汽车使用量之间的比率。汽车使用率衡量拥有私人汽车并将其作为主要交通方式的百分比。如果目标站点周围的汽车使用率大于整个非核心站周围的平均汽车使用率, 则表明该地区可以降低汽车使用依赖性, 该站点的TOD开发的潜力大。

第二个层面是量化经济活力特征, 量化公共交通站点1000 m半径内的商业密度和商业多样性, 再将两个指标标准化并平均得分。拥有一个商业多样化的社区对于产生一个成功的、有吸引力的TOD是至关重要的。这是因为各种商业设施的存在是吸引居民到新地区的必要条件。具体指标的计算方法:

①商业密度: 计算各站点1000 m半径范围内的商业租户数与其余非核心站的平均商业租户数之间的比率。与非核心站点平均值相比, 具有更多商业位置的站点将提高其TOD指数。

②商业用地指数: 利用土地使用数据, 量化各站点1000 m半径范围内商业地块占总土地的比例。

第三个层面是量化住宅的开发潜力,包括可供开发的土地、密度许可(密度许可是指根据城市区划规定每公顷可以建造的新住宅单元的数量)以及密度许可下的潜在人口等,再将三个指标标准化并平均得分。其中开发潜力的计算是确定可供开发的土地,并计算在给定当前住宅区划和密度许可的情况下,在可用土地上可能出现的潜在新开发。然后,再将额外数量的单元转换为潜在的额外人口。如果给定公共交通站点1000 m半径范围内不包含太多的可开发土地,那么其开发潜力将较低,从而降低整体TOD指数(反之亦然,如果有大量可开发土地,其会增加整体TOD指数)。具体指标的计算方法:

①可开发用地占比:各站点可用的可开发用地面积除以站点1000 m半径范围内总用地面积。

②现有密度允许的潜在人口:可开发用地面积乘以允许现有密度,再根据每个住宅单元2.9人,将允许现有密度开发的新住宅单元数转换为允许现有密度的潜在人口。

③具有最大密度许可的潜在人口:可开发土地乘以最大密度许可,再根据每个住宅单元2.9人,将最大密度许可开发的新住宅单元数转换为具有最大密度许可的潜在人口。

最后将社会环境特征、经济活力、发展潜力等三个方面的平均得分汇总得到整体TOD指数。

### 3. 结果与讨论

该研究以蒙特利尔岛为案例,计算岛上地铁站的TOD指数。结果显示:TOD指数较低的站点主要是由于周边可开发土地受限,开发潜力较低,同时商业密度和绿化景观也低,导致三个层面的TOD指数均较低,从而得出了“这类站点的发展潜力较弱,不应进行高密度和高混合性开发”的结论。对于TOD指数较高的站点,一部分是由于它们未来的潜在发展人口较多而潜力较大,这些地区现状并不是人口稠密区,但它们都有大量的土地可供高密度再开发,可以按照高密度城市中心的模式进行开发;另一部分是由于站点周围可步行性和平均绿化指数较好、经济活力好,虽然可开发土地较少但可以继续加大密度进行开发,有机会转变为城市中心。

该研究将社会环境特征、经济活力和开发潜力纳入TOD指数,可以确定TOD站点是否具有发展成为城市多中心节点的潜力。这是一个可供世界上其他城市借鉴的TOD指数。在蒙特利尔岛的案例研究中,识别出了具有潜力发展成为城市多中心节点的车站,这类站点应该是规划和开发工作的重点。而过去的研究忽略了站点周边可以增加开发强度和站点周边存在的可开发土地,只考虑站点周边的现状情况,导致将已经最大开发容量的车站错误地认为是拥有高潜力的TOD站点。也就是说,以前的TOD指数没有考虑未来容量和站点周边社会环境特征的潜在变化。该研究将社会环境特征、经济活力和发展潜力纳入TOD指数,考虑了未来的土地使用和最大密度许可,可以给城市规划和房地产开发商共同创造一个更清晰的画面,表明哪些车站将作为新的城市多中心节点,从而更加关注交通站点周围是否存在鼓励多中心发展的机会。

该研究也存在不足之处。首先是TOD指数中并没有考虑可能由人口密度增加引起的经济活力变化,尽

管推测一个地区的开发强度可以通过相关法规和规划中的指标来实现,但使用现有数据却很难准确预测未来的社会文化和经济特征。其次是提出的TOD指数没有直接考虑与公共交通网络效应相关的参数,故此忽略了公交网络中重要交通节点对人流的汇集作用,而人口越密集的站点,其经济活力可能会越高,也具有成为新多中心节点的潜力。

该研究建议,今后对TOD指数的研究可以通过以下方式进行改进。第一,目前TOD指数假设三个方面的权重相同,虽然这在蒙特利尔是成功的,但由于不同城市的社会经济条件、建成环境等都存在较大差异,规划者和城市居民的偏向可能有所不同,其权重也不会完全相同。因此,研究人员可以根据各地居民和规划者对站点的实际意愿来确定各项权重,以计算能反映当地优先事项的特定TOD指数。第二,研究人员可以用TOD指数中的部分指标,特别是有关TOD开发潜力的指标,与其他文献中的某些指标相结合来创建新的混合指数,从而将开发前景和开发强度作为一种参数,使得TOD潜力地区的分析更加精准。第三,可将得出的TOD指数用于现有交通网络分析,由此增加与公交网络相关的第四个层面的指标,用来评估公交行为、公交网络及其网络效应。在如此的情况下,这一TOD指数更适用于分析现有或已建成的公共交通网络,而不是发展中的网络。最后,研究人员可以围绕新公交线路、法规变化、规划调整和开发政策等,研究TOD站点的未来发展潜力。此外,这些研究也能够记录由于规划法规或房地产不合理开发而错过的TOD发展机会,由此提出纠正这些机会的流程。

总的来说,面向未来开发潜力的TOD指数适用于高密度、有完善公共交通网络的地区,分析这些TOD站点未来是否具有发展成为城市多中心节点的机会。中国的特大城市和大城市普遍建有成熟的公共交通网络,可以借鉴和完善TOD指数,进一步考察这些城市是否具有通过TOD站点发展多中心城市节点的机会。

来源: CUCUZZELLA C, OWEN J, GOUBRA N S, et al. A TOD index integrating development potential, economic vibrancy, and socio-economic factors for encouraging polycentric cities[J]. Cities, 2022, 131: 103980.

(供稿:曾红平,同济大学建筑与城市规划学院硕士生)

## 《客运枢纽区域开发适应性评价标准》 《客运枢纽区域开发规划导则》标准简介

“客运枢纽区域开发”(又称“客运枢纽地区开发”),是指按照公共交通支撑和引导城市发展、站城融合等理念,对客运枢纽及周边区域统筹开发城市公共服务、商业、办公、休闲娱乐、居住等功能,满足人民群众便捷、舒适、绿色等高品质出行需求与生产生活需求,促进交通功能与城市功能融合互动,实现客运枢纽区域国土空间资源的高质量开发。

客运枢纽区域开发是适应国土资源高效集约开发要求的重要途径,是枢纽经济发展的重要依托,得到了广泛而高度的重视。国内多地开展了积极探索,但实际工作普遍反映存在技术标准缺失的瓶颈制约。为

此,中国国土经济学会组织开展了《客运枢纽区域开发适应性评价标准》(T/CSOTE 0001-2021)、《客运枢纽区域开发规划导则》(T/CSOTE 0002-2021)的编制工作。这两部团体标准由中国国土经济学会国土交通综合规划与开发(TOD)专业委员会、交通运输部规划研究院联合40余家单位共同编制,自2021年12月28日起实施。

这两部标准具有前后承接、内容互补的关系,分别围绕客运枢纽区域是否适宜开发以及如何开展客运枢纽区域规划编制等工作,提出了具体的技术规定,以推动综合交通与国土空间的协同融合发展。

两部标准适用于各类客运枢纽,包括铁路枢纽、公路枢纽、港口枢纽、航空枢纽等对外枢纽,以及轨道交通枢纽、公共汽(电)车枢纽等城市客运枢纽。由于不同类型、等级的枢纽在开发适应性方面大有不同,对不同主导交通方式的枢纽做了进一步细化的规定。

1.《客运枢纽区域开发适应性评价标准》(简称《评价标准》)

《评价标准》由总则、术语和定义、基本规定、评价方法4个章节组成。它旨在从开发的全生命周期以及枢纽、枢纽区域、城市整体功能优化视角,合理选择适宜开发的枢纽,并审视枢纽区域开发的适应性,从而提升枢纽区域开发的整体效益。《评价标准》借鉴了国内外客运枢纽区域开发经验,提出了客运枢纽区域开发适应性评价的对象、范围、方法和指标,以期对客运枢纽区域开发适应性评价起指导作用,为开发选址、开发强度、开发时序等决策提供依据。

适应性评价对象包含客运枢纽站场及枢纽站场的周边区域,其周边区域空间范围是按照枢纽的主要进出站口、换乘集散中心外延一定的距离进行界定。不同对外客运枢纽的外延距离为800 m—2000 m不等,而城市客运枢纽的外延距离为500 m—800 m。

《评价标准》提出了开发适应性评价指标体系,并通过多因子评价和综合评价的方法,分析枢纽区域开发的适应性。评价指标体系分为三个层级:第一层级包括枢纽自身、枢纽区域、枢纽所在城市三类指标;第二层级进一步分为类型等级、交通功能、交通可达性,区位条件、发展基础、上位规划、经济可行性,城市活力、协同发展、政策环境等10大要素指标;第三层级又细分为枢纽分级、方式种类、功能定位、高/快速路连通、公共交通接入、公共交通可达范围,相对区位、用地供给、居住岗位、混合功能、片区规划、公共配套设施规划、投融资模式,人口经济、资源禀赋、带动效应、土地供给政策、资金税费政策等18项指标。

在具体评价时,依据客运枢纽的类型、片区特征、城市发展基础等,选取合适的指标进行评定。单项指标满分均为10分,并采用加权模型进行综合评价。按照综合分值,给出客运枢纽区域开发适应性分级。“良好”评级指评价对象经科学合理开发后,较有可能与所在城市的枢纽功能良好协同、获得较高整体开发收益,推荐开发;“中等”评级指评价对象较有可能与枢纽功能协同性一般、获得中等整体收益,推荐经科学选取开发时序、规模、设计运营方案后进行开发;“较差”评级指评价对象较有可能与枢纽功能协同性较差、

获得较低整体收益,建议近期慎重选择开发。

在上述指标体系中,用地供给、投融资模式指标分别反映了开发的用地、经济相关情况,属于枢纽区域开发的重要前提条件,原则上这2个指标在开发适应性评价时不可缺失。《评价标准》有助于使规划人员和投资商能综合权衡枢纽区域开发的市场需求和可行性等多方面因素,避免盲目投入和过度开发的风险。

## 2.《客运枢纽区域开发规划导则》(简称《规划导则》)

《规划导则》由总则、术语和定义、基本规定、城市功能开发规划引导、交通规划引导、空间布局规划引导、规划编制要求7个章节组成。它旨在规范客运枢纽区域规划编制,提升客运枢纽区域开发质量与水平,实现交通功能与城市功能的融合互动,满足人民群众便捷、舒适、绿色、高品质出行与生产生活需求。

第一,根据客运枢纽的分级分类,进行开发圈层的界定。大型对外客运枢纽的规模较大、符合范围较广,其区域开发范围由内而外分为核心区、扩展区、影响区3个圈层;中小型对外客运枢纽和城市客运枢纽的区域开发范围较小,由内而外分为核心区、影响区2个圈层。客运枢纽的影响区范围与《评价标准》中的枢纽评价范围一致。按照《规划导则》要求,客运枢纽区域开发规划应按圈层分布原则,充分把握各圈层交通功能与城市功能的不同作用关系,其中枢纽核心区的城市功能应优先与枢纽站房建立空间联系,体现站城融合等理念要求;扩展区与影响区的城市功能开发应尽量与周边开发相协调。

第二,《规划导则》提出了城市功能开发规划引导的相关规定。采用先划分大类的方 式,将城市功能总体上划分为城市公共服务类、商业类、办公类、休闲娱乐类、居住类5大类。再明确各大类下可选取的具体业态,比如,公共服务类功能强调公益属性,一般可设置城市公园、公共绿地、公共广场等公共场所;商业类功能可选择商业零售(商场、超市、特色市场等)、餐饮、宾馆等业态;办公类功能可选择企业总部、研发办公、写字楼等业态;休闲娱乐功能可选择电影院、游乐场、健身房、画廊等业态;居住类功能一般细分为商品住房、保障性住房等类型。在初步规划研究阶段,可依据《规划导则》提供的不同类型枢纽各个圈层“主要城市功能类型参考表”;在深化研究时,则需根据枢纽区域的开发条件,通过详细的产业分析策划、经济可行性和投融资分析确定。城市功能开发规模需求分析与测算,则宜选用成熟的商业规模测算方法进行专题研究。

第三,《规划导则》明确了“步行优先”“公共交通优先”的枢纽区域交通发展要求,要求充分考虑网约车、共享单车等新交通模式,并鼓励利用智能网联汽车等新型运载工具及技术或预留发展空间。在对外客运枢纽与城市客运枢纽的交通设施布局引导中,各种不同交通方式的规划优先顺序也存在显著差异,比如对外客运枢纽的集疏运规划方式应优先考虑公共交通。在枢纽核心区,步行系统应做整体规划,确保步行路径的连续性;鼓励规划形成富有吸引力的步行环境,并明确24h开放的步行空间范围。

第四,《规划导则》提出了客运枢纽区域的空间布局规划引导,主要包括空间组织引导和建设强度引导

等方面。为了构筑高品质的枢纽区域空间环境,明确要求严格保障集散广场、步行通道等公共空间,避免因过度强调开发而压缩公共空间。考虑到我国各级枢纽区域容积率数值差异较大,《规划导则》对枢纽区域建设强度仅提出了原则性引导要求,鼓励铁路客运枢纽、城市轨道交通枢纽的建设强度适度向核心区转移,提升国土资源利用效率;对于客流强度较大、各项开发条件较好的客运枢纽区域,开发强度可在该区域原有规划开发强度的基础上适当提高,但应符合国土空间规划容积率控制要求以及区域交通承载力水平。

第五,《规划导则》还提出了客运枢纽区域规划的规划编制流程、规划管理流程和规划成果要求。对于城市客运枢纽和适合实施区域开发的对外客运枢纽,建议在枢纽可行性研究阶段同步形成枢纽区域开发专项规划,并将规划成果纳入所在城市国土空间规划。

总体而言,客运枢纽区域开发既有共性特征,又存在个性差异。《规划导则》为客运枢纽区域开发规划提供了编制内容和深度上的依据,有利于加强此类规划编制的规范性。但是考虑到不同地区、不同类型和等级枢纽的规模大小、影响范围、空间组织等特点,客运枢纽区域的圈层布局、功能业态、空间形态及交通组织模式等问题仍有待更深入的探讨。

来源:(1)中国国土经济学会.客运枢纽区域开发适应性评价标准[M].中国建筑工业出版社,2021-11.  
(2)中国国土经济学会.客运枢纽区域开发规划导则[M].中国建筑工业出版社,2021-11

(供稿:刘冰,同济大学建筑与城市规划学院教授)

## 06城乡社区发展与住房建设(杨辰,同济大学建筑与城市规划学院副教授)

### 全球城镇化进程中社会—空间不均衡关系研究——基于一种多维度的方法论框架

全球城镇化理论是国际城镇化研究领域的一个前沿思潮,该理论提出从城镇化进程的角度将全球城乡空间紧密联系起来。单一维度的空间研究不足以充分描述其复杂的相互联系,对社会空间不均衡关系的研究也不能局限于特定地区,而需要建立适应“社会—时空”网络关联特征的研究方法。本研究以中国浙东南台州地区为例,通过空间流动性(以通勤模式和空间可达性表达)和社会流动性(以影响空间使用的权力关系和日常生活实践的空间利用表达)反映“社会—空间”不均衡发展在城市、邻里、建筑尺度的相互联系和作用。通过运用大数据LBS、空间句法、行为者网络分析以及形态类型学四种方法,穿透三个尺度进行多维度关联分析并形成相互支撑,交叉验证不同尺度下社会空间不均衡发展的相互联系特征和要素作用关系。文章旨在构建一个多维度的、开放的方法论框架研究城镇化进程中“社会—空间”不均衡发展的问题,为科学规划和精细化治理提供新的方法。

#### 1. 理论框架

全球城镇化带来的经济增长、技术进步和文化创新在城镇和其腹地乡村的共同支持下演进。城镇化网络在将各类地域空间高度关联的同时,也带来了城市

空间碎片化和社会群体分异的加速,这尤其表现在空间和社会流动性中。本研究聚焦以流动性表达“社会—空间”不均衡发展的状态,通过在三个关联尺度上表现出的四种流动性特征:通勤模式(物理/空间流动性)、空间可达性(物理/空间流动性)、空间发展影响的权力关系(社会流动性)以及日常生活实践的空间利用(社会流动性),在此基础上研究不同尺度流动性的相互关联及影响,进而分析“社会—空间”不均衡性在不同空间尺度的关联特征和相互作用方式。

#### 2. 研究方法

基于既有研究方法本身的特点及实证应用,本研究选择大数据分析(LBS, location based services analysis)、空间句法(SS, space syntax)、行动者网络(ANT, actor network theory)、类型形态学(TM, typo-morphology)四种方法分别对通勤模式、空间可达性、空间发展影响的权力关系及日常生活实践的空间利用进行研究,形成城市、邻里、建筑三个相互关联尺度的流动性的相互支撑,构建如下的方法论框架:

(1)通勤模式(物理流动性)。研究在台州市域尺度采用了LBS分析方法。通过关联某一时间的通勤数据与社会属性交叉分析,获得不同社会群体的通勤特征,以此作为“社会—空间”不均衡特征在城市区域尺度的一种表达。本研究对比了2017和2020年同时期,低、中、高三类收入群体的通勤特征。

(2)空间可达性(物理流动性)。研究在邻里尺度(磨具小镇所在的新前街道)采用了空间句法。分别选取400 m半径(5 min步行距离)和1600 m半径(20 min步行距离)进行计算,对比2003年及2020年道路网络整合度和选择度变化,描述、分析空间可达性的变化特征,研究邻里尺度上的“社会—空间”不均衡发展关系。

(3)空间发展影响的权力关系(社会流动性)。研究在邻里和建筑尺度采用了行动者网络分析方法(ANT)。城乡制度差异作用下,城乡交接地区形成了多元化的发展动力,多样的社会关系以及复杂认知空间等特征,ANT提供了一种合适的分析和理论化工具来描述、分析这样复杂的网络,并支持建立下一层级空间(建筑层级)的流动性联系。作者于2017-2021年间在黄岩智能模具小镇附近的几个村庄展开了59场半结构式访谈,建立了与空间发展相关的行动者网络关系,并借助Gephi软件将行动者之间的五类相互作用关系(无关联、弱间接影响、间接影响、直接影响、强直接影响),将影响空间发展的行动者间的相互作用可视化,以表达社会流动性层面的权力关系网络。

(4)日常生活实践的空间利用(社会流动性),在建筑尺度研究采用了类型形态学方法。通过(小型)人类学研究方法,对不同社会群体在日常生活实践中对空间的认知、利用,以及基于人们在日常的空间认知和利用过程中产生的社会空间联系进行形态学的描绘,该方法能够在微观尺度下不同类型空间所体现的社会流动性。本研究对邻里范围内的三类代表性空间类型,即私人的(如住宅)、集体的(如街道、空置的占用土地)、政府供给的(如文化空间、公共空间、宗教空间等)展开分析。

#### 3. 结论与讨论

从空间流动性来看,交通可达性是影响不同社会群体不平等物理流动性的关键因素。首先,LBS时空大数据发现在城市尺度不同收入群体的通勤模式具有显著差异,较低收入群体不得不花大量时间通勤,这对他们日常生活实践的社会流动性有一定消极影响。其次空间句法分析发现随着城市化和工业化进程,空间不均衡性在连续的城乡交接地区日益显现。可达性较差的村庄难以快速转型,基于租金收入的发展,使得这些地区的社会群体在城市化进程中难以获得额外的土地和物业收益。

从社会流动性来看,邻里尺度对建筑尺度具有显著影响,社会关系网络更弱的群体获得的资源更少,并且难以改变和使用建筑尺度的空间。ANT分析发现当地村民对地方发展起到重要的支配性和支持性作用,而流动人口仅表现出支持性作用,缺乏影响空间发展的能力。此外,类型形态学分析发现大多数流动人口租住在公寓、村民出租房间或工厂提供的宿舍,居住条件不稳定,只有小部分人拥有正式的房产。建筑尺度的高社会流动性对空间利用的物理流动性有显著影响,同时在邻里尺度的社会流动性显著,体现在对“社会—空间”发展、利用的决策能力中。

研究案例展现出邻里成为与资本、土地、劳动力相互作用的重要空间节点,这些要素导致不均衡发展在区域空间结构和建筑空间利用上变得显著。案例强调,对于空间和社会干预措施旨在促进宏观尺度上更平衡的空间可达性以及微观尺度土地使用的充分灵活性,从而有可能增加不同社会群体物理的和社会层面的流动性。当然,该方法论框架目前仅在浙东南试点研究区域进行了验证,下一步是将方法在更多区域进行实证研究。同时,本研究仅提供了一个开放的研究方法论框架,旨在对于“社会—空间”不均衡的跨尺度、复杂流动性的交互过程的研究提供一种可能性。

来源:LYNAM A, LI F, XIAO G, et al. Capturing socio-spatial inequality in planetary urbanisation: a multi-dimensional methodological framework[J]. Cities, 2023, 132: 104076.

(供稿:何彤,同济大学建筑与城市规划学院硕士研究生)

## 行动者网络视角下的文化村落可持续导向创新——以拉维安蜡染村为例

拉维安是印度尼西亚最古老的生产蜡染面料的村落,于2009年被联合国教科文组织列入世界非物质文化遗产名录。1960年代,受到进口服装行业的冲击,蜡染企业纷纷倒闭,村庄逐渐沦为贫民窟。地方政府、非政府组织和当地社区为了振兴村庄,发起了一项包含环境和遗产保护计划的“生态蜡染村”合作伙伴倡议,将传统手工艺、艺术和文化表演等作为振兴村庄经济、改善社会与环境的资源。

在以往研究中,对可持续创新的讨论主要集中在商业和管理领域,较少涉及可持续社区、公共组织和区域管理。本研究以印度尼西亚拉维安蜡染村为例,借助行动者网络理论(actor-network theory, ANT),探索文化村落中以可持续发展为导向的创新(sustainability oriented innovations, SOI)历程,

分析行动者在其中的作用机制,并聚焦于三项研究议题:梳理SOI发展过程中的行为者类型和制度背景;评估行动者在SOI计划和方案中就利益和战略进行谈判的过程;归纳文化村落实现可持续创新发展的潜力和挑战。

### 1、理论框架

以可持续发展为导向的创新不仅注重创新成果的经济效益,还关注其对环境和社会领域的影响,实现可持续发展则需要实施中注重行动者的身份及其复杂的利益关系。因此,本文以行动者网络理论为视角,梳理SOI项目中各种行动者及其互动关系,分析内容包括:①问题化(problematisation),研究行动者如何将问题转述为计划切入点;②利益相关化(interestment),解释行动者如何将问题转化为战略计划,让相关行动者参与到网络、角色和责任中;③征召和动员(enrolment and mobilisation),研究关键行动者如何与其他行动者互动,将SOI计划转化为行动并将其嵌入规则之中。

### 2、研究方法

研究采用了观察法、半结构化访谈法、查阅文档数据等定性研究方法,访谈内容包括:有关文化村落的认识、村庄发展过程、项目和活动、制度化进程以及他们在村庄发展中面临的挑战。基于获取的信息,采用行动者网络分析图式展现关键利益相关者及其网络关系。研究结果的解释标准包括行动者特征、网络特征、互动关系和实践成果。

### 3、结果与讨论

项目中的行动者分为政府、正式非营利组织和非正式社群三类。规划局和旅游局为代表的政府行动者认为拉维安是一个文化保护和经济活动的中心;正式非营利组织鼓励拉维安组建一个独立、有机、自组织的可持续社区;由蜡染厂主、学者和社区领袖代表的非正式社群则希望拉维安能从经济和物质衰退中恢复。

拉维安的SOI发展与商业领域的区别在于行动者的动态性和复杂性。在问题化阶段,非主流行动者通过自组织网络中的非正式活动来推动SOI的初步构想。在这样的非营利性领域,行动者和他们的网络由于外部行动者(如政府和非政府组织NGO)的出现而扩大。在征召阶段,网络开始重组,从目标统一的网络转变为由不同利益驱动的动态网络,项目开始面临利益冲突和谈判。最后,动员阶段的现象说明拉维安的SOI发展仍处于早期阶段,许多行动者仍在试图稳固他们建立的规则和实践成果,以及就利益和战略进行谈判。

将SOI项目想法转化为战略计划时,文化村落不能仅依靠内部动力,更需要公共外部支持。社区领袖是SOI发展的先驱,但由于网络间的联系相对较弱,SOI的发展较为缓慢。此外,许多行动者对可持续发展的重点和优先事项并不确定,因此更倾向于开展短期项目,通过个人行动达成自身利益。例如,政府倾向于构建更多经济可持续性战略,而捐助者和非政府组织则注重村落保护和环境可持续性。

结果表明:①SOI项目发展的重点是多方利益相关者及其复杂的互动关系。在文化村落中,社区成员、非政府组织、学者等都是SOI发展过程的非传统行动者。他们不仅拥有各自的规则、规范、实践、价值观和文化,而且还代表着各种各样的利益和战略。②不

同于商业领域静态、整体的方法,文化村落中SOI发展强调以谈判为主导、以互动为核心,进而寻求共识。这一过程涉及到更多的行动者及其资源、知识和技能,也具有更多创新潜力。③同时也面临着权力失衡、知识差距和融合等挑战。

来源:HARSANTO B, PERMANA C T. Sustainability-oriented innovation (SOI) in the cultural village: an actor-network perspective in the case of Laweyan Batik Village[J/OL]. Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development, 2020, 11(3): 297-311. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JCHMSD-08-2019-0102/full.html>

(供稿:周嘉宜,同济大学建筑与城市规划学院硕士研究生)

## 07 城乡规划管理与政策 (赵蔚, 同济大学建筑与城市规划学院副教授)

### 气候适应性研究综述: 增强城市抵御能力的气候适应措施

以全球气温上升、极端天气事件频率增加和海平面上升为特征的气候变化对世界各地的城市产生了重大影响。人口、基础设施和经济活动高度集中的城市地区特别容易受到这些影响。气候变化威胁着全球的城市地区。增强复原力至关重要。城市韧性——城市系统承受冲击和压力并从中恢复的能力,是应对这些挑战的一个关键概念。作为建设城市韧性工作的一部分,人们日益认识到需要采取有效的气候适应措施。这些措施涉及对生态、社会或经济系统进行调整,以应对实际或预期的气候刺激,在减少城市地区的脆弱性和确保其在气候变化面前继续发挥作用方面发挥着至关重要的作用。但建筑业决策中使用的实际气候适应措施的综合集群明显缺乏。本研究对各种气候适应措施进行了调查和分类,并从风险管理、资产管理和以前的科学工作的角度对每一项措施进行了论证。研究使用Netobra.com地理信息系统平台评估葡萄牙308个城市的气候变化风险,将50项气候适应措施整合到Netobra.com中,根据城市弹性评估系统、ISO 31000(风险管理)和ISO 55000(资产管理),揭示了更容易受到气候变化影响的地区,并强调了里斯本和波尔图的高产能在气候压力下对经济至关重要。同时运用层次分析法进行评估,基于MCDA-AHP技术来创建加权地图,这些地图有助于确定气候适应规划中需要优先考虑的潜在灾害热点和关键资产。旨在证明这些措施在增强城市弹性和改善建筑行业决策方面的价值。研究利用“多准则决策分析(MCDA)——层次分析法(AHP)”在Netobra上建立了气候影响高风险地区的热点检测机制。这些确定的热点和相应的气候适应措施将进一步纳入风险知情资产中心(RIAC)进程,为城市发展中的气候变化减缓和适应战略提供有价值的见解。

气候适应措施包括各种旨在增强城市韧性的战略,反映了气候变化及其影响的多面性。研究将这些措施分成五个主要方面:物质基础设施、生态系统修复和保护、水管理、政策和规划以及健康和社会措施。每

一个维度都代表了气候适应的一个重要方面,说明了应对气候变化挑战的各个部门之间的相互联系。物质基础设施侧重于加强人工环境;生态系统修复和保护涉及自然生态系统的养护和恢复,水管理确保有效利用和保护水资源;政策和规划为指导适应战略的监管和体制框架;健康和社会措施旨在保护公共卫生和社会结构不受气候影响。每一方面包含十个小类,即推动气候适应的关键因素。

### 1. 物质基础设施

物质基础设施的适应性构成了气候变化适应能力的一个组成部分,保护社区免受迫在眉睫的气候变化的影响,同时也减少了建筑环境对环境的影响。这一类别下的适应措施涉及增强建筑环境对极端气候的适应能力,主要侧重于应对气温上升、降水模式改变、海平面上升和极端天气事件频率增加的影响。关键十要素包括:防止海平面上升的海堤、洪水易发地区的防洪堤、农业抗旱实践、升级雨水和污水系统、改善建筑物隔热(提高能源效率和热舒适)、耐热路面材料(减少热岛效应,增加炎热气候条件下道路基础设施的使用寿命)、冷却中心的建设(在热浪来袭时,冷却中心提供安全、有空调的环境,保护弱势群体免受热应激)、绿色屋顶和墙壁(减少制冷能源需求、缓解城市热岛、减少雨水径流和增加城市生物多样性)、开发浮动或高跷结构(为面临日益严重的洪水或海平面上升的社区提供可行的解决方案,漂浮房屋已经在荷兰部分地区投入使用)、防火材料和房屋设计。

### 2. 生态系统修复与保护

通常被称为基于自然的解决方案,增强自然恢复力和促进生物多样性在适应气候变化方面发挥着关键作用。这些措施不仅能对抗气候变化的影响,还能带来许多附带效益,如改善空气质量、固碳和改善野生动物栖息地。关键十要素包括:重新植树造林(减缓温室气体排放,调节当地气候,减少水土流失,支持生物多样性)、湿地恢复吸收洪水(为海平面上升和风暴提供缓冲,减少附近社区对洪水的脆弱性)、恢复珊瑚礁以保护海岸、红树林的保护和扩展(提供海岸保护,并吸收大量的碳)、土壤保持措施(健康的土壤对粮食生产和碳储存至关重要,减少耕作和有机改良等做法可以增强土壤健康和气候压力的适应能力)、泥炭地的恢复和保护(泥炭地储存了世界土壤碳的很大一部分,恢复和保护可以维持这些碳储量并支持独特的生态系统)、建立野生动物走廊、种植城市树木遮荫降温、入侵物种管理、保护作物和牲畜的遗传多样性。

### 3. 水管理

由于气候变化改变了水文循环,导致干旱和洪水等极端事件,有效的水资源管理可以显著减轻这些影响。关键十要素包括:雨水收集系统、耐旱作物的发展、灰水回收系统、先进的灌溉技术(如滴灌)、海水淡化厂、保护地下水资源、高效的家庭用水策略、建造人工水库、流域管理、自然水体的恢复。

### 4. 政策及规划

为实施大规模和地方适应战略提供了必要的体制框架,同时也影响个人的行为和做法。政策和规划在适应气候变化方面发挥着至关重要的作用,为有效行动提供监管和体制环境,并确保最需要的人能够获得资源。关键十要素包括:将气候变化纳入城市规划

(在基础设施和运营中建立抵御能力)、与气候变化相关的建筑规范的制定和执行、反映气候风险的保险政策、防止在高风险地区建房的分区法(如洪泛平原或野火易发地区)、支持采用可再生能源的政策、对气候适应型实践的税收激励、制定气候适应计划(为社区建立复原力、确定关键脆弱性和解决脆弱性的战略提供方案)、关于气候变化和适应战略的教育计划(提高人们对气候变化和适应战略的认识,使个人和社区有能力采取行动)、气候移民政策(一些地区由于气候变化可能变得无法居住,需要政策支持受影响社区的移民)、对受影响社区的财政援助。

### 5. 健康和社会措施

由于气候变化的影响可能对人类健康和社会结构构成重大风险,健康和社会措施是适应气候变化的一个关键方面,措施主要侧重于预防、减少或管理与气候变化有关的负面健康和社会影响。关键十要素包括:疾病监测和预防计划(气候变化可能加剧某些疾病,特别是那些病媒传播的疾病,疾病监测和预防方案可以帮助预测疫情并减少其影响)、热健康行动计划(包括公众意识运动和预警系统等措施)、加强应急服务和基础设施、粮食安全计划、极端天气事件预警系统、气候创伤的心理支持、基于社区的适应举措(使当地社区能够参与适应进程)、为弱势群体提供冷却中心、因气候影响而需要的新技能培训计划、针对气候相关疾病的公共卫生运动。

这些多样化的气候适应措施强调了气候变化的多层次性质以及采取综合应对措施减轻其影响的必要性。重要的是要认识到,最有效的适应战略往往涉及多类别措施的组合,具体取决于具体的区域气候脆弱性和现有资源。通过将措施纳入我们的规划和行动,我们可以更有弹性,更有效地适应不断变化的气候。

虽然这项研究为城市恢复力的气候适应措施提供了有价值的见解,但重要的是要承认其局限性。选择Scopus作为系统综述的主要数据库,虽然覆盖范围很广,但可能会导致其他数据库中相关研究的遗漏。此外,MCDA-AHP方法虽然对基于多个标准的措施进行优先排序是有效的,但它依赖于决策者的主观判断,这可能会引入偏见。最后,该研究的重点是Netobra.com平台,虽然提供了一个用于气候适应的数字工具平台,但其应用范围有局限性。

来源: REZVANI S M H S, DE ALMEIDA N M, FALCIO M J. Climate adaptation measures for enhancing urban resilience[J/OL]. Buildings, 2023, 13, 2163. <https://doi.org/10.3390/buildings13092163>. <https://www.mdpi.com/journal/buildings>

(供稿:王溪,同济大学建筑与城市规划学院博士)

## 城市复原力与气候变化:制定多维指数以适应伊朗首都德黑兰的气候变化

近年来,由于气候变化重要性,城市复原力的研究有所增加,气候变化是一个令人担忧的问题,在集中和人口密集的城市,城市功能正在瓦解。根据亚洲城市气候变化抵御能力网络(ACCRRN)的定义,城市地区的气候抵御能力应通过考虑理论和经验知识的

全面框架来实施。这样的框架以可治理的方法整合城市系统、人和机构,没有这个框架,个人的努力就无法对适应做出重大贡献。因此,人们通过完善的城市体系变得有能力,更好地接受机构制定的政策和措施,从而建设一个应对气候变化的韧性城市。

为了实现这一目标,在评估弹性客观性后,该研究采用探索性因素分析(EFA)来简化德黑兰22个地区对气候变化的城市弹性。气候韧性指数(CRI)作为一个多维度的概念,在研究中是一个巨大的挑战。根据经济合作与发展组织(OECD)的规定,障碍类型、数据性质和目标是构建多维指数时要包含的参数。许多研究提出了多种危害的指数,以及当前旨在应对特定危害的弹性指标,通过不同的空间尺度和不同的方法解决了填补知识空白和更好地理解城市复原力的问题。Batika在洪堡、北京和巴塞罗那的案例研究中使用FAST方法研究了不同尺度的城市复原力,包括街区单元、地区和整个城市。排序和空间多标准决策(SMCDM)方法很流行。本研究开发出包含城市系统多个维度的综合CRI,包括社会文化复原力(SCR)、经济复原力(ER)、机构基础设施复原力(IIR)和生态环境复原力(EER)维度/组成部分。

德黑兰省人口约870万,是伊朗和西亚人口最多的城市,拥有仅次于开罗的中东第二大都市区,其都市区人口在世界排名第24位,自20世纪以来一直是全国各地大规模移民的目的地。德黑兰位于厄尔布尔士山脉南麓山腰,海拔900—1700 m,容易遭受地震、洪水、干旱、风暴和周围水域的影响。尽管容易发生此类危险,但该市并未经历过严重的洪水,地震仍然是最有害的威胁。值得注意的是,工业交通引起的空气污染被认为是该市最常见的危害。在本研究中,基本上考虑了德黑兰22个市辖区的能力和局限性,评估了德黑兰应对气候变化的抵御能力。拟议的综合指数旨在在社会文化、经济、机构基础设施和生态环境四个弹性宏观标准下表征多维性。研究选择了研究人员实施的几个推荐的弹性指标,并根据数据可用性和稳健性形成了最终列表。通过相关分析,以检查显性变量(弹性指标)之间是否存在任何相当大且可解释的依赖性,优先考虑城市地区,然后提取弹性因素(构造变量)。最后,根据各自的功能区解释了抽样单位(城区)对最终复原力得分的统计贡献。城市地区属于特定功能区的程度被视为考虑人类发展标准和官方报告定义的边际指数(例如土地使用、商业活动、纳税等)的抽象衡量标准。因此,德黑兰有五个不同的功能区,包括福利区(WMZ)、生态保护区(ECZ)、核心区(CZ)、市中心区(DTZ)和中立区(NZ)。

该研究的概念框架基于通过提高城市的复原力来降低气候变化的风险。为实现这一目标,对立趋势转变为相互依赖。尽管多维指数(CRI)并不被认为是描述城市地区气候适应能力的完美工具,但由于其灵活性、集成性和适用性,CRI被证明是一个稳健且信息丰富的框架。根据前述研究和数据的可用性与准确性,研究列出了一系列复原力指标。为了实现这一目标,城市系统被定义为具有四个弹性组成部分,包括SCR、ER、IIR和EER,并分配了22个显性指标,进行预处理以检查相互依赖性和充分性测试是否良好地符合(KMO = 0.89, Bartlett sig 0.00)。

弹性的数据集显示了与除关键基础设施脆弱性 (I17) 和坡度 (I21) 之外的所有弹性指标分布相关的正常模式。在对数据进行描述性评估后, 在 SCR 和 EER 组件上几乎没有观察到异常值。根据变异系数 (CV), 预期寿命 (I6) 被认为是最集中的变量, 而城市服务的获取 (I16) 和基础设施脆弱性 (I17) 被认为是最分散的变量。

在以配对形式研究弹性指标后, 发现了一些显著的关系。例如, 移民与预期寿命之间的正相关被认为与财富和福利直接相关, 因为特权阶层往往居住在 WMZ 区域以外的其他地区, 如 D1、D2、D3 和 D5。同样, 福利与海拔的关系表明, 特权阶层真正对海拔较高的住宅区感兴趣。高等级的坡度改善了居民的用水质量。从生态角度来看, 住宅区高海拔地区的居民实际上可能会受益于更好的水和空气质量。坡度/高程的混合同样解决了这个问题。

事故保险与预期寿命之间的直接正相关关系表明, 一旦危险得到控制, 至少在经济上对那些生活水平较高的人来说, 恢复能力就完美了。此外, 城市破旧地区与商业用地之间的正相关性表明弹性较低, 因为商业区位于灾害易发地区。研究同时显示人口密度高往往使情况变得更糟。脆弱的基础设施和商业用地之间的正相关性证明了对这些地区实施适应性测度和改造的必要性。城市规划者和政策制定者应该关注贫困线和城市破旧地区的共存, 因为预期会出现一些气候相关的危害并陷入困境会导致不良后果。此外, 预期寿命与贫困线之间的负相关关系可以直观地理解为缺乏社会和经济优势会降低对灾害的防范能力。

移民 (I4) 对城市复原力产生负面影响, 尽管多变量分析显示, 根据现有数据, 移民对城市复原力做出了积极贡献。据报道, 富人的迁移是所应用的数据集的情况, 尽管可能存在导致系统误差的不确定性来源。就业率 (I12) 被认为是调查中发现的另一个矛盾问题, 尽管它被归类为积极贡献因素, 但根据统计分析, 就业率 (I12) 对构建因素的影响却是负面的。为了证明这一现象的合理性, 即使在城市经济和就业市场竞争异常激烈的情况下, 中低收入家庭也应该工作。因此, 该指标的反向贡献只能由富人依赖存款而较少适用于基于 CSI 进行的官方调查的工作来证明。

研究表明, 一半以上的城市覆盖范围属于最佳/中等复原力类别, 城市规划者和政策制定者应重点关注城市的其他地区。低复原力地区应首先受益于适应性措施。将之前的研究与当前的研究进行比较后发现, 环境和社会维度的无可争议的作用存在一定的一致性。然而, 在方法的客观性 (ANP 与 EFA) 和所使用的数据方面观察到一些不一致。两项研究都显示出弹性最强和最弱领域的一致性, 而中产阶级则存在不一致的情况。

根据研究结果, 在城市气候适应能力建设中应考虑社会文化维度, 包括具有其他重要程度的生态环境和经济组成部分。德黑兰超过一半的覆盖范围是在有弹性的地区。然而, 德黑兰总面积的近 14% 和 30% 分别被归类为低弹性类别和最低弹性类别, 表明弹性得分低于零。根据对相应功能区的评估, 9区 和 21区 应参与近期和未来的发展规划。换句话说, 现有的中性功能区覆盖了城市总面积的近 12%, 不应像往常一样

被忽视。

为增强能力和提高复原力状态而提出的适应性措施包括提高公众对中等收入家庭能力建设认识, 使其达到与复原力较强的富人相同的程度, 计划修复和改造关键的城市基础设施, 同时向生活在贫困地区的居民提供激励和免税。最后, 尽管在大多数和最没有弹性的领域都得到了肯定的遵守, 但也对所提出的框架的一致性和稳健性与其他研究进行了比较。中等弹性范围的地区只能通过更精细的信息来关注。这项研究可能有一些潜在的局限性。与这些模型相关的主要限制是它们对标准组合的依赖。不同的标准可能会导致不同的结果。此外, 由于数据量很大, 处理此类模型中的数据不确定性很困难。这项研究最重要的限制是获取必要的信息, 另外还缺乏真实数据来评估模型的准确性。

来源: JAMALI A, ROBATI M, NIKOOMARA M H, et al. Urban resilience and climate change: developing a multidimensional index to adapt against climate change in the Iranian capital city of Tehran[J/OL]. Urban Sci. 2023, 7: 7. <https://doi.org/10.3390/urban-sci7010007>

(供稿: 黄应霖, 同济大学建筑与城市规划学院博士, 上海高方规划建筑设计有限公司注册规划师)

## 10 城乡可持续发展 (干靓, 同济大学建筑与城市规划学院副教授)

### 用于评估生态系统服务和生物多样性的城市绿色基础设施综合分类

绿色基础设施 (green infrastructure, GI) 对于城市环境中的生物多样性和生态系统服务 (ecosystem services, ES) 的供给至关重要。绿色基础设施分类方案广泛用于预测和评估 GI 在城市生物多样性和 ES 研究中的适用性。然而, GI、ES 和生物多样性通常在不同的研究中分别进行调查, 未形成统一的分类标准。分类方案的不一致严重阻碍了研究人员对城市环境中生物多样性和生态系统之间的关系、协同效应和潜在权衡的理解。与此同时, 分类方案的即时性所带来的歧义也阻碍了政府部门的整体政策、规划和监测方案的制定。因此, 对于研究人员、政策制定者和城市规划师来说, 对 GI 有一个全面和一致的理解是十分必要的。为了更好地理解 "GI—ES—生物多样性" 之间的复杂关系, 本文将 ES、生物多样性与 GI 机制相关的标准化定义整合到一个绿色基础设施分类中, 提供一个标准化的通用分类方案, 为实现一致的空间分析、弥合城市 GI 研究与生物多样性、ES 之间的差距提供科学依据。

本研究关于城市绿色基础设施综合分类 (consolidated urban green infrastructure classification, CUGIC) 的主要亮点和研究成果在于: 在 2010 年至 2021 年间的文献基础上, 作者建立了一个综合的城市绿色基础设施分类方案, 以适应多功能 ES 和生物多样性的研究。该分类系统包括两个数据层: 第一个数据层包含 16 个土地利用和土地覆盖 (land-use and land cover, LULC) 类别; 第二个数据层包含 41

个植被类别, 描述了在 LULC 类别内植被结构的变化。该分类系统考虑了植被高度和覆盖度的阈值、植被层数以及常绿或落叶乔木在森林中的优势地位。此外, CUGIC 分类系统旨在标准化高度多样化的 LULC 类别, 以实现全球交叉可比性, 并捕获 LULC 类别内植被的变化, 从而描述 LULC 和植被效应。该分类系统为理解城市环境中 GI、生物多样性和 ES 之间的关系提供了一个有意义的框架。

第一, 作者对绿色基础设施分类的主题进行识别。作者回顾了 2011 年至 2021 年间发表的关于 GI 与 ES、生物多样性相关的文献。通过基础尺度 (分析主题的论文集所涵盖的论文数量, 饱和度的分母)、运行长度 (寻找和收集新主题时运行的论文数量, 运行中产生的新主题的数量为饱和度的分子) 和新信息阈值 (NIR) (通过额外抽样发现新信息的可能性), 来衡量 GI 类型学的主题饱和度 (thematic saturation)。应用主题饱和度和方法进行半系统回顾, 快速识别文献中的主题。

第二, 作者对 GI 类名、定义以及类别特征进行了分析。GI 类别 (green infrastructure class) 确定方面, 作者使用桑基 (Sankey) 图将常用的 GI 类别名称链接到 ES 和生物多样性分类单元, 通过计算 ES 或生物多样性研究使用 GI 类别的频率, 推断出哪些类别是普遍使用的, 哪些类别是固定用于单一 ES 或生物多样性分类单元的。

绿色基础设施分类定义确定方面, 作者将绿色基础设施分类的定义细分为两层——定义主题和定义类型。第一层称为 "主题", 由 GI 类别组成, 类别的定义根据共性进行分组。第二层称为类型, 嵌套在主题中, 对主题所涵盖的 GI 类别的公共定义进行梳理。

GI 类别特征确定方面, 作者根据八个特征: 土地利用、土地覆盖、大小、高度、植被覆盖度、形态、物种特征、专家意见等对 ES 与生物多样性的分类单元进行评分。每个 ES 与生物多样性的分类单元分的定义所涵盖的特征通过二进制分表达 (1 = 具备特征, 0 = 缺席)。使用平均值表示 ES 与生物多样性的分类单元使用的特定特征 (0-1), 使用求和分表示每 ES 与生物多样性的分类单元使用所有特征的平均值 (0-8)。

第三, 基于 GI 分类方案分析的结果, 包括类别名称、定义以及特征分析, 作者创建了 CUGIC 分类体系。作者选择包含 LULC (多数 GI 类别具有的特征, 使其涵盖丰富而多样化的 GI 类别) 的数据层和植被结构特征 (包含高度、覆盖度、形态和生长形式) 的数据层。第一数据层标准化高度多样化的 LULC 类别, 以实现全球交叉可比性, 第二数据层描述 LULC 类别内植被的变化。

第四, 作者对 CUGIC 的应用前景作出展望。CUGIC 提供了一个详细而全面的城市绿色基础设施分类, 其对跨学科研究、空间分析、制图和城市福利倡议具有重要影响。

科学研究层面, 高适用性和灵活性的 CUGIC 分类系统, 可适应与多功能或单一功能 ES 和生物多样性研究相关的广泛和多样化的情景。CUGIC 分类系统允许对 LULC 和植被结构指标进行组合映射, 丰富了 LULC 数据, 从而可以更好地表示 LULC 类型内的空间格局。这种组合提供了更好地建模和分析生物多样性和 ES 所需的变化, 允许调查特定的 LULC 是否在不考虑植被类型

的情况下提供益处,反之亦然。此外,随着GI研究的不断发展,更广泛的ES或类群会被考虑,可能会增加新的GI类,它们是各自的ES或类群的相关驱动因素。届时可通过减少、分解或包括新的类别,对CUGIC进行调整和补充。

实践层面,CUGIC既便于进行城市地区空间分析和绘图,又便于深入了解GI对城市福祉的分布和影响。CUGIC有助于确定和优先考虑基于自然的气候适应解决方案,如绿地、城市森林和绿色屋顶,助力缓解城市热岛效应,改善空气质量,增强城市整体韧性。CUGIC对遥感数据的适用性使其能够进行全球分析,从而在更大的范围进行城市地区空间分析和绘图。同时,通过标准化GI的分类,CUGIC可以促进包括城市规划师和政策制定者在内的多个利益相关者之间更好的沟通和理解,减少与模糊相关的风险,并为城市福祉倡议提供明智的决策。

来源: MORPURGO J, REMME R P, VAN BODEGOM P M. CUGIC: the consolidated urban green infrastructure classification for assessing ecosystem services and biodiversity[J]. Landscape and Urban Planning, 2023, 234: 104726.

(供稿: 翟启明, 同济大学建筑与城市规划学院博士研究生)

## 生态网络韧性的量化比较方法

### 1. 研究背景

韧性指复杂系统在抵御异常扰动后保持系统原有特征并通过自组织和自适应来提升系统应对扰动的能力,其最早用于解释生态系统对于环境变化的应对能力。在过去的几十年中,韧性理念得到了巨大的发展,在景观规划、城市发展策略等相关领域得到广泛应用。然而,如何评价生态网络的韧性水平却缺少相应的研究。城市扩张、基础设施建设会破坏生态空间的连续性,造成生态空间的破碎化,生态网络也面临着韧性水平降低的挑战。因此亟需在城市土地利用规划中建立评估生态网络韧性水平的有效工具,为调整城市土地利用规划提供科学依据。本研究通过对生态网络进行建模,模拟其拓扑结构,并通过监测当节点受到攻击时的生态网络的变化特征来评估其韧性水平。这种对生态网络韧性水平的量化比较分析可以用于评估城市土地利用规划在生态网络保护方面的合理性。

本研究为作者团队系列研究的第三部分。第一部分建立了生态网络的建模方法,以位于意大利撒丁岛的努奥罗镇为案例,分析了其生态网络的特征,并基于剩余斑块连接度、生态网络完整性两个评估指标来分析努奥罗镇生态网络的韧性水平,成果于2016年发表在论文《Urban - Rural Ecological Networks for Landscape Planning》中。第二部分对比分析了努奥罗镇和同在撒丁岛的萨萨里镇的生态网络韧性差别,成果于2018年发表在论文《Comparative Ecological Network Analysis: An Application to Italy》中。第三部分成果则为本文《Resilient Ecological Networks: A Comparative Approach》,作者在其中进一步扩大完善了样本的数量和韧性评估指标,从而对努奥罗镇和萨萨里镇两个镇的生态网络进行更全面的对

比分析。

### 2. 研究方法

生态网络通过廊道将斑块连接为一个整体。本研究选择努奥罗镇和萨萨里镇为研究对象,对比研究两个城镇生态网络的韧性水平。

首先,研究基于当地优势物种柞木冬青和油橄榄两种植物(优势物种)以及为其传播种子的主要食果鸟类(例如欧洲松鸦)作为斑块之间联系的媒介,将生态网络模拟为加权网络,其中节点代表植物生长所在斑块的质心,连线代表植物种子在斑块之间的传播路径。其次,研究按照不同攻击类型对斑块进行攻击并移除,来评估两个小镇的生态网络在受到外界干扰后的韧性水平。

本研究将攻击类型分为随机攻击、按照斑块中心性高低顺序的一类特定攻击、按照空间位置受影响大小顺序的二类特定攻击三种。其中,随机攻击包括火灾、洪水、地震、动物疾病传播。一类特定攻击包括在中心斑块砍伐树木、建设休闲区、公共工程投资、金融危机导致中心生态斑块缺乏保护。二类特定攻击包括住宅区建筑改造、在农业区中部修建高速公路、污水管网建设、工业区的空气污染降低了动物媒介的频率。

评估生态网络韧性水平的指标包括植物物种总和,剩余斑块总面积、生态网络完整性、剩余斑块连接度(植物种子在残余生态网络中传播扩散的可能性)四类。

### 3. 研究结果

研究结果显示:努奥罗镇和萨萨里镇的生态网络呈现出不同的特征,努奥罗镇具有较多的高中心度斑块,其生态网络萨萨里镇具有更多的种子传播路径。努奥罗镇的生态网络呈现出中心结构,而萨萨里镇的生态网络则呈现出网络状的结构。

在受到随机攻击时,努奥罗镇和萨萨里镇都表现出非常好的韧性水平。其中,两个镇的生态网络中的植物物种总和和斑块总面积以非常相似的线性趋势衰减。生态网络完整性方面,当90%以上的斑块受到攻击被移除时,萨萨里镇的生态网络完整性变化不大,而努奥罗镇的生态网络在大约80%的斑块受到攻击被移除时则会分解成两个子网络。剩余斑块连接度方面,两个镇的剩余斑块连接度呈现出按照指数趋势逐渐减小的特征,但努奥罗镇比萨萨里镇的剩余斑块连接度更高。

在受到一类特定攻击时。植物物种总和值方面,两个镇都呈现出急剧的线性衰减趋势。当20%的斑块受到攻击被移除时,植物物种总和值减半;在40%的斑块受到攻击被移除时,植物物种总和值接近于零。斑块总面积方面,两个镇都呈现出逐步下降趋势,但努奥罗镇的斑块总面积比萨萨里镇下降更为明显。生态网络完整性方面,当大约30%的斑块被移除时,两个城镇的生态网络开始呈现出破碎的趋势。剩余斑块连接度方面,两个镇的衰减速度和趋势相似,并在35%的斑块受到攻击被移除后趋于零,但努奥罗镇比萨萨里镇的剩余斑块连接度更强。

在受到二类特定攻击时。植物物种总和值方面,两个镇都以较慢的速度衰减。当大约70%的斑块受到攻击被移除时,两个镇的植物物种总和值减半。但萨

萨里镇的植物物种总和值比努奥罗镇衰减更慢。斑块总面积方面,萨萨里镇在大约60%的斑块受到攻击被移除时才出现明显变化,努奥罗镇在大约80%的斑块受到攻击被移除时才出现明显变化。生态网络完整性方面,两个镇的生态网络完整性比受到随机攻击时更具韧性。剩余斑块连接度方面,两个镇都呈现出线性衰减的特征;但衰减速度比受到随机攻击时更慢。同时,努奥罗镇的生态网络比萨萨里镇具有更高的剩余斑块连接度。

### 4. 讨论

本研究主要有以下三个方面的发现:①努奥罗镇和萨萨里镇的生态网络面对随机攻击时更具有韧性,但对于一类特定攻击的韧性水平较低,说明保护中心性高的斑块更有利于保护生态网络整体的韧性水平。②努奥罗镇的生态网络比萨萨里镇的生态网络更具有韧性。这是由于努奥罗镇比萨萨里镇具有更有利的植物物种生长条件,斑块之间的联系较强所造成的。③对于二类特定攻击,努奥罗镇和萨萨里镇的生态网络显示出较好的韧性水平,一方面说明生态网络的韧性与斑块的数量成正比,另一方面也说明面向生态网络保护导向的总体规划更有利于生态网络的韧性水平。

来源: DE MONTIS A, GANCIU A, CABRAS M, et al. Resilient ecological networks: a comparative approach[J]. Land Use Policy, 2019, 89: 104207, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104207>

(供稿: 凌云, 同济大学建筑与城市规划学院博士研究生)

## 规划信息 (李凌月, 同济大学建筑与城市规划学院副教授)

### 会议信息

1. “The European Council of Landscape Architecture Schools (ECLAS) Conference” 于2023年9月10-13日在捷克布尔诺 (Brno, Czech Republic) 举行。主题: Labyrinth of the World. Landscape Crossroads. 详见: <https://conference.eclas.org/>

2. “The Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe” 于2023年9月20-23日在奥地利格拉茨技术大学 (Graz University of Technology, Austria)。详见: <http://www.ecaade.org/>

3. “The 5th Urban Economy Forum + The 59th International Society of City and Regional Planners (ISOCARP) World Planning Congress” 于2023年10月10-13日在加拿大多伦多 (Toronto, Canada) 举行。主题: For Climate Action, Urban Finance—Climate-responsive Planning for Equitable Places & Communities. 详见: <https://toronto2023.isocarp.org/>

(供稿: 曹胤禧, 同济大学建筑与城市规划学院本科生; 杨茜, 同济大学建筑与城市规划学院硕士研究生)