应对高温健康胁迫的社区尺度缓解与适应途径
——纽约清凉社区计划的经验与启示

□ 肖华斌，郭妍馨，王 玥，许宇彤，施俊婕

[摘 要] 文章首先梳理了纽约应对气候变化的适应性规划中总体规划、专项规划和行动计划的相关内容；其次以纽约清凉社区计划为例分析了纽约在社区尺度对高温健康胁迫的缓解与适应途径，包括社区热脆弱性评估、社区热缓解途径、社区热适应策略、热监控反馈系统等；最后结合我国目前开展的国土空间规划、社区治理等方面的内容，从动态健康评估、健康目标融入、健全服务网络、实时监测反馈等方面提出了我国应对极端高温事件的规划建议。

[关键词] 高温健康胁迫；缓解与适应；社区尺度；纽约清凉社区计划

[文章编号]1006-0022(2022)06-0151-08 **[中图分类号]**TU984 **[文献标识码]**B

[引文格式] 肖华斌，郭妍馨，王玥，等．应对高温健康胁迫的社区尺度缓解与适应途径：纽约清凉社区计划的经验与启示 [J]．规划师，2022(6)：151-158．

Mitigation and Adaptation Approach in Neighborhood Scale to Cope with Health Risks under Extreme Heat Stress: Experience and Implications of Cool Neighborhoods NYC/Xiao Huabin, Guo Yanxin, Wang Yue, Xu Yutong, Shi Junjie

[Abstract] Firstly, this article sorts out the general plan, sector plan and action plan of New York City 's adaptation planning to address climate change. Secondly, the article focuses on the analysis of the “Cool Neighborhoods NYC” based on neighborhood scale mitigation and adaptation approaches, including neighborhood heat vulnerability assessment, neighborhood heat mitigation strategies, neighborhood heat adaptation strategies, and heat monitoring feedback systems. Finally, combined with current territorial space planning and community governance in China, the article puts forward the implications and reference of dynamic health assessment, integrating health goals, improving service network and real-time monitoring feedback.

[Key words] Health risks under extreme heat stress, Mitigation and adaptation, Neighborhoods scale, Cool Neighborhoods NYC

2000 ～ 2020 年，地球表面平均温度每十年上升约 0.26°C，其中高温热浪是气候变化影响下最为典型的极端天气事件 [1]。2019 年发布的《全球疾病、伤害和风险因素负担研究》提出，非适宜温度是全球十大主要死亡原因之一 [2]。据统计，在全球范围内，每年约有 49 万例死亡案例与极端高温有关，且 2000 年以来大多数地区与高温相关的超额死亡率有所增加 [3]。随着全球气温的持续上升，预计高温热浪事件将变得更频繁、更严重、持续时间更长，高温导致的死亡和疾病也会持续增加 [4]。同时，由于热岛效应及极端高温对社会、经济、物质环境等因素的影响，居民在高温热浪期间将遭受更为严重的健康胁迫。为此，国际社会和各国政府从适应和减缓两方面制定相应政策应对气候变化问题。2015 年《巴黎协定》正式提出，到 21 世纪末将全球平均温升控制在工业化前水平的 2°C之内，并为追求将其控制在 1.5°C以内而付出努力，以降低气候变化的风险与影响。尽管各国政府制定了各种计划减缓全球升温进程，但气候变化的不可逆和随之而来的健康

[基金项目] 山东省高等学校青创科技支持计划 (2020KJG004)、济南市哲学社会科学重大课题 (JNSK21A03)、国家自然基金项目 (51908332)

[作者简介] **肖华斌**，博士，山东建筑大学建筑城规学院教授、风景园林系系主任。

郭妍馨，山东建筑大学建筑城规学院硕士研究生。

王 玥，山东建筑大学建筑城规学院硕士研究生。

许宇彤，山东建筑大学建筑城规学院硕士研究生。

施俊婕，通讯作者，硕士，江苏省规划设计集团有限公司景观设计师。

风险都是无法避免的[5]。据研究模拟，到2080年全球平均气温约上升1°C时，美国因气温升高而死亡的人数将至少增加四倍[6]。因此，适应性措施成为各国应对气候变化健康风险的重要举措[7]。

在全球变暖的背景下，如何应对极端高温天气带来的居民健康风险问题是当前全球关注的热点问题之一。高温热浪引起的健康风险具有空间差异性，目前的研究与实践多集中在全球、国家、区域尺度，有利于制定统一的战略规划和调控措施。而人群和个体的差异需要更精确地量化评估与热相关的健康风险的空间分布，并在社区、街区尺度制定具有针对性的适应目标和行动计划来应对高温健康风险。美国加利福尼亚州通过在校园、政府等公共机构增加清凉屋顶、清凉人行道、清凉墙壁和城市植被缓解城市热岛效应[8]；法国巴黎通过研究城市热岛的范围和影响，利用社区降温措施设置城市冷岛[9]；澳大利亚墨尔本在城市中心商业区利用绿色基础设施增加树荫以达到降温的目的[10]。本文通过分析纽约面临的高温健康胁迫风险，梳理了其应对高温气候的规划政策演变历程，深入解析纽约清凉社区计划中“评估—缓解—适应—反馈”响应机制，以期为我国应对气候变化与适应性规划的研究，以及开展健康韧性社区实践提供借鉴。

1 纽约面临的高温健康胁迫风险

1970年以来，纽约平均气温上升了约2.4 °F，平均每年气温在90 °F以上的高温天气有18天。据预测，到2050年纽约每年气温在90 °F以上的高温天气约有57天，可能导致纽约平均每年新增110～260例与高温有关的死亡事件；到21世纪末，纽约全市范围内人口指标的热风险率也会急剧上升，最高将会有80%的区域面临高风险。极端高温天气作为诱发重大公共卫生事件的主要因素之一，其一方面通过高温热浪直接对人体健康产生危害，另一方面通过改变物理环境、造成空气污染、影响植物生长、破坏基础设施等间接对人体健康产生影响。同时，由于不同社区的社会、经济和居民个体特征不同，不同社区人群受到高温健康胁迫的风险也存在差异[11]。

1.1 直接健康风险

极端高温天气易引发脱水、全身不适、呼吸困难、热痉挛和疲惫、非致命中暑、与热有关的急性肾损伤、急性心力衰竭等急性病症。据统计，纽约平均每年有450例与高温相关的急诊病例，150次与高温相关的住院治疗，以及13例中暑死亡病例(图1)。除此之外，极端高温还会加重心血管疾病、呼吸系统疾病、肾结石、糖尿病等慢性疾病，导致患有相关疾病的人过早死亡[12]。

1.2 间接健康风险

极端高温会对城市通信、能源、交通、水利等基础设施造成影响，导致电力中断、交通停摆、设施关闭等，严重干扰居民的正常生活，进而间接影响人类身体及心理健康[13]。极端高温天气还通过影响降雨、风速、湿度等气象条件，加剧空气污染，导致居民患上呼吸系统和眼部疾病。另外，高温热浪通过改变城市物理环境影响传染病(如疟疾、乙型脑炎、霍乱等)的传播模式，不仅会提高居民的传染病发生率、扩大传染病的传播范围，还易使食物变质，引发食物中毒[14]。

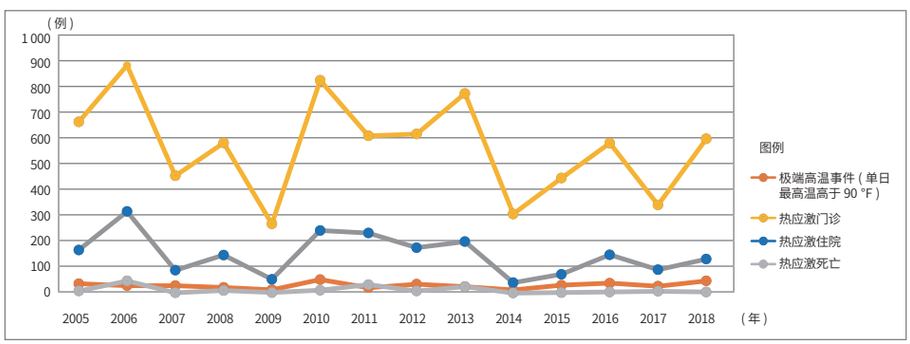


图1 纽约极端高温天气造成的直接健康风险

1.3 健康风险的公平性

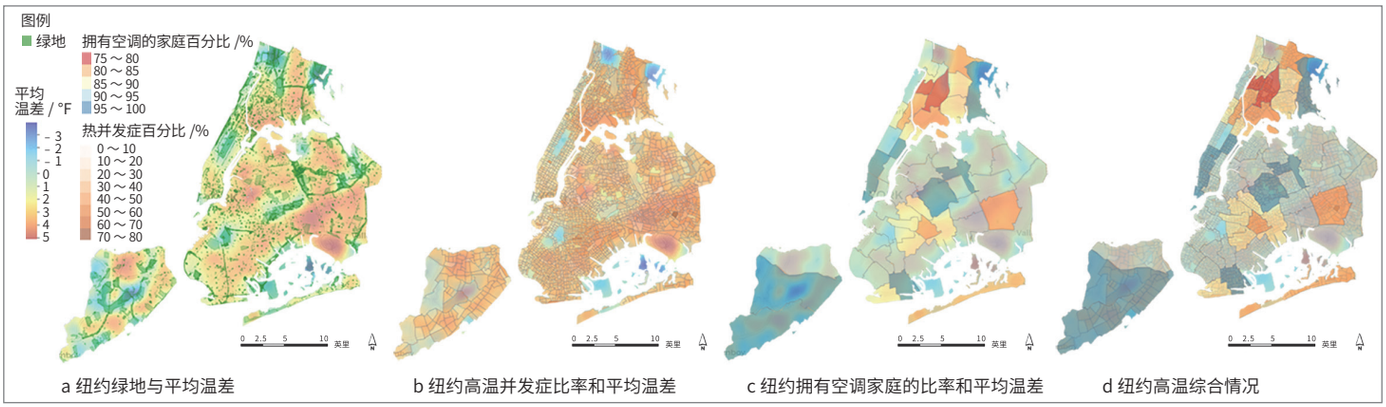
纽约不同区域的地表下垫面、建筑密度、建筑类型、建筑表面材料及植被分布等不同，产生了不同强度的城市热岛效应，加之相关城市基础设施分布不均导致不同区域应对高温极端天气的能力具有明显差异，如缺少绿地的区域平均气温明显较高，且这类区域与热相关的并发症发病率也偏高(图2)。此外，居民个体对健康风险的敏感度和承受度不同，热暴露度高(长期户外工作、无家可归的人群)、热敏感高(婴儿、幼儿、孕妇、老年人、健康状况不佳者、无法使用空调者等)的居民更容易受到高温的健康胁迫[16]。环境因素、社会因素与个体因素在不同时空叠加，导致高贫困社区中高脆弱居民面临的高温健康风险程度最高。

2 纽约应对气候变化的适应性规划

近年来，纽约相关部门和机构积极应对气候变化，通过不同的目标策略、行动框架、工具技术在区域规划、总体规划、专项规划、社区行动等层面进行了探索，旨在减少气候变化带来的社会危害[17]。

2.1 城市总体规划体现“整体适应”

2007年发布的纽约2030总体规划——《更绿色、更美好的纽约》倡议建设韧性城市和开发气候适应项目；2015



a 纽约绿地与平均温差　b 纽约高温并发症比率和平均温差　c 纽约拥有空调家庭的比率和平均温差　d 纽约高温综合情况

图 2 纽约高温健康风险程度分布 [15]

年发布的纽约 2040 总体规划《一个强大而公正的纽约》将可持续城市列为重要规划愿景，明确以“80×50”策略降低温室气体排放量以应对气候变化 [18]；最新一版的 2019 年纽约 2050 总体规划《纽约市 2050 战略规划：建设一个强大而公平的城市》明确将“宜居气候”作为重要的规划目标，通过实施关键工程、推动应急筹备、改善治理政策结构、预测气候变化等措施提升社区、建筑、基础设施和滨水区韧性。

2.2 气候专项规划强调“韧性应对”

2018 年纽约市长恢复与韧性办公室制定了《纽约气候韧性设计导则》，从解决气温持续上升、降水持续增加、海平面上升 3 个方面提高城市气候韧性。通过规划合理的蓝绿基础设施、优化建筑格局、推广使用浅色涂料、增加植被覆盖率等措施缓解城市热岛效应。2019 年纽约州能源研究和发展局发布的《气候变化适应报告》针对极端高温、暴雨、干旱、海平面上升、洪灾、极端风暴、寒流 7 种极端气候进行了观察和预测，提出了一系列韧性恢复的工具和方法，包括政策规划、社会项目、工程项目和基于自然的解决方案等 [19]。

2.3 社区行动计划重视“健康胁迫”

纽约社区健康风险的研究表明与高温相关的健康胁迫是社区面临的严重的健康问题之一 [20]，相对于城市尺度规划实施的不确定性，社区层面的降温行动更易实施。2007 年纽约启动了百万树种植计划，主要是在社区空置的用地、主要步行街道等区域种植树木，最终目标是在全市范围内种植约 100 万棵树。该计划已在 2015 年完成 (比原计划提前了两年)，并将全市城市森林覆盖率提高了约 20%[21]。2009 年纽约清凉屋顶计划提出资助建筑改造凉爽屋顶，目标是通过每年新增约 100 万平方英尺 (1 平方英尺≈ 0.929 m^2) 白色涂料的屋顶，降低城市热岛效应和热死亡率 [22]。2017 年纽约市长恢复与韧性办公室在上述政策、计划的基础上，与纽约的卫生部、小型企业服务机构、应急管理部门、公园和私营机构合作，开启了纽约清凉社区计划，希望通过在社区实施高效的缓解与适应措施，应对日益严重的高温健康胁迫。

3 纽约清凉社区计划的主要内容

纽约清凉社区计划利用公共卫生系统、应急响应系统、蓝绿基础设施、气候风险预测系统等，通过政府内跨部门合作或与学术机构、当地社区组织联合，从物理环境层面缓解城市热岛效应，并通过社区干预提高个人的热适应能力以应对极端高温天气的健康胁迫。纽约清凉社区计划主要包括 4 部分的内容：一是构建社区热脆弱性指数，评估热脆弱性高的社区；二是通过改善物理环境，缓解城市热岛效应；三是建立高温预警系统，提高居民的热适应能力；四是实施热监控反馈，制定动态包容的气候政策 [23]。

3.1 纽约社区热脆弱性评估

美国哥伦比亚大学和纽约卫生部研究构建了纽约热脆弱性指数，并通过绘制热脆弱性地图，衡量与高温相关的疾病或死亡风险在不同社区之间的差异，从而进一步有效指导公共卫生预防和降温工作 [24]。在确定热脆弱性指数时，首先选取社区的气象数据 (热指数)、死亡率数据 (包括死亡的根本原因、年龄、性别)、邻里数据 (包括公共援助的家庭比例、非英语居民比例、建筑密度和土地使用数据等) 等因素；其次修正以上因素与高温热浪天气死亡率的相关性，利用回归方程得到评估该社区与热相关死亡风险的相关性综合指数；最后对综合指数进行分级，1～5 分别对应最低风险等级到最高风险等级 [25]。从纽约热脆弱性地图可以看出，热脆弱性高的地区主要集中在布鲁克林东部、布朗克斯南部、曼哈顿北部和皇后区东南部 (图 3)，住房密度高、没有安装空调、开放空间少，以及老年人口、患病人群和低收入家庭

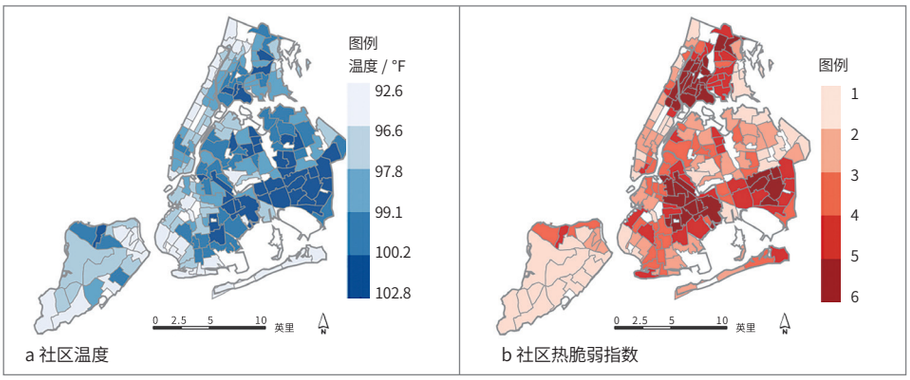


图 3 纽约热脆弱性指数分布 [26]

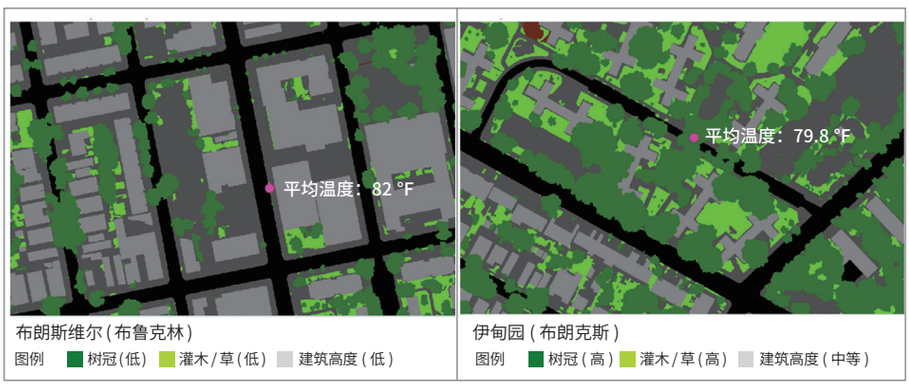


图 4 纽约典型社区城市热岛植被及温度对比 [29]

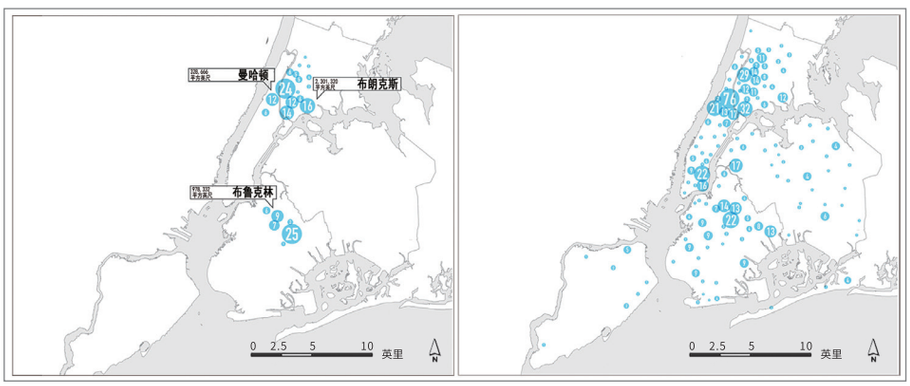


图 5 纽约优先推广清凉屋顶的社区 (左) 及已使用清凉屋顶的社区 (右) 分布 [23]
注：图中蓝色圈内的数字表示清凉屋顶的面积，面积单位为“万平方英尺”。

比例高是这些社区的主要特征 [27]。

3.2 纽约社区热缓解途径

纽约政府希望通过采取绿色屋顶、清凉屋顶、清凉道路、增加植被和树木等措施缓解城市热岛效应，减小极端高温事件对公共健康和城市系统的影响，并将上述措施作为长期行动以降低未来的高温风险。

3.2.1 整合各类闲置用地，种植树木增荫

树木植被可以通过遮阴直接降温或通过蒸发、蒸腾间接降温，还可以减少能源的使用和温室气体的排放、改善空气质量、增加生物多样性、加强雨水管理等 [28]。纽约通过监测对比典型社区 (布鲁克林的布朗斯维尔和布朗克斯的伊甸园) 的气温发现，植被最少的地区和植被最多的地区之间平均有 2 °F的温度差异 (图 4)，增加植被对降温有明显的积极作用，并且密集的马赛克式的小块绿地缓解城市热岛效应的效果优于集中式的大片绿地 [28-29]。

纽约清凉社区计划根据街道树木数量低于平均水平和年轻人哮喘发病率高于平均水平两个标准在热脆弱性高的地区选择在 6 个目标社区扩大树木种植规模，这些社区主要集中在布朗克斯南部、曼哈顿北部和布鲁克林中部。在选择种植位置时，需注意以下 3 点：一是进行街区勘察确定潜在适宜种植地点并调查公共设施管线，避免种植冲突；二是先标记种植地点、进行种植准备，再种植树木；三是提供两年的后期维护。同时，纽约还组织志愿者多次进行全市范围的树木普查，创建了纽约街道树动态普查数据地图，该地图记录了纽约约 69 万棵行道树的种名、编号、位置、直径、树叶形状、维护情况和产生效益等信息，可用于实时登记树木问题和后期养护 [30]。

3.2.2 推广实施清凉屋顶和清凉路面计划

地表不透水面是产生城市热岛效应的主要原因之一。采用深色砖瓦和沥青的传统屋顶及路面约占城市不透水面的 55% ～ 80%，其太阳反射率低且热储存高，会进一步加剧热岛效应。清凉 (浅色) 屋顶可以在高温季节保护屋顶和建筑设备避免受到过度的阳光照射，将更少的热量转移到建筑中，有助于减少建筑能耗和使用空调产生的废热，延长屋顶和建筑冷却设备的使用寿命。由于清凉屋顶的高反射率，浅色表面团簇降低了周围的空气温度，可以有效减轻热岛效应。清凉路面通常指反照率较高 (超过 0.29) 的浅色涂层路面，可以通过高效反射太阳光，避免路面吸热，从而有效降低周边环境温度。相关模拟研究表明，当清凉路面与清凉屋顶、遮阴树木

一起作用时，可以使周围环境的温度降低约 4 ～ 9 °F [31]。

纽约清凉社区计划将屋顶冷却装置免费提供给公共建筑、经济适用房、非营利组织，以及提供公共服务、文化和社区服务的组织，同时为私人住宅和公共合租房提供技术援助及低成本安装方案。纽约在布朗克斯南部、布鲁克林东部和曼哈顿北部的热脆弱性高地区确定了 270 万平方英尺的公共和私人屋顶优先改造清单，帮助业主改造清凉屋顶 (图 5)。目前，纽约已经投入了超过 400 万美元来推广清凉屋顶项目，项目已覆盖超过 670 万平方英尺的屋顶面积，减少了约 2 680 吨二氧化碳的排放。纽约运输部正在采用吸收热量较少的浅色涂层逐步取代深色沥青路面，并增加由绿色基础设施、浅色混凝土和彩色塑胶组成的步行空间，同时评估在热脆弱性高的社区增加可降温表面和渗透性表面的可行性。布鲁克林区展望公园利用渗透联锁混凝土摊铺机和预制多孔混凝土板建设人行道及特色街道，通过透水路面的蒸发冷却作用来降低周边环境温度，提供适宜的休闲锻炼场所。纽约清凉社区计划还整合了行人和学校安全项目、零愿景大街道项目、绿道项目等，如皇后区法拉盛 185 初中项目，将城市里的深色沥青路面转换为颜色更浅的混凝土和绿色空间。

3.2.3 推进绿色基础设施改造与灰色基础设施绿色化

绿色基础设施可以通过遮阴、植物蒸腾、通风方式等有效缓解城市热岛效应，同时还具有减少洪涝灾害、雨水收集、生物栖息地等功能 [32]。纽约清凉社区计划推动纽约环境保护署、设计建设部和经济发展公司等联合起来，通过改造机动车行道、人行步道及其他公共设施，在全域设置绿色基础设施，重点在高风险社区增加具有降温功能的绿色基础设施。此外，纽约环境保护署还通过绿色基础设施拨款计划，鼓励私人用地中的绿色基础设施改造和推进灰色基础设施绿色化。

纽约清凉社区计划根据实施潜力确定了 19 个可大规模整体设置绿色基础设施的社区。在绿色基础设施分布地图的基础上，纽约公园部门开发了 “Cool It! NYC” 地图，在极端高温期间为高温健康胁迫风险高的社区居民提供针对性的降温服务 (图 6)。

3.3 纽约社区热适应策略

纽约清凉社区计划十分重视适应气候变化行动中的公众参与和社会支持，通过建立预警系统和城市降温教育中心，提高居民的高温防护意识。同时，借助社会力量，从邻里、机构、社区三方面降低短期内极端高温事件对人体健康产生急性影响的概率，提高居民的热适应能力。

3.3.1 增强社区凝聚力，构建良好的社交网络

社区具有高凝聚力、个人拥有良好的社交网络将有利于更好地降低自然灾

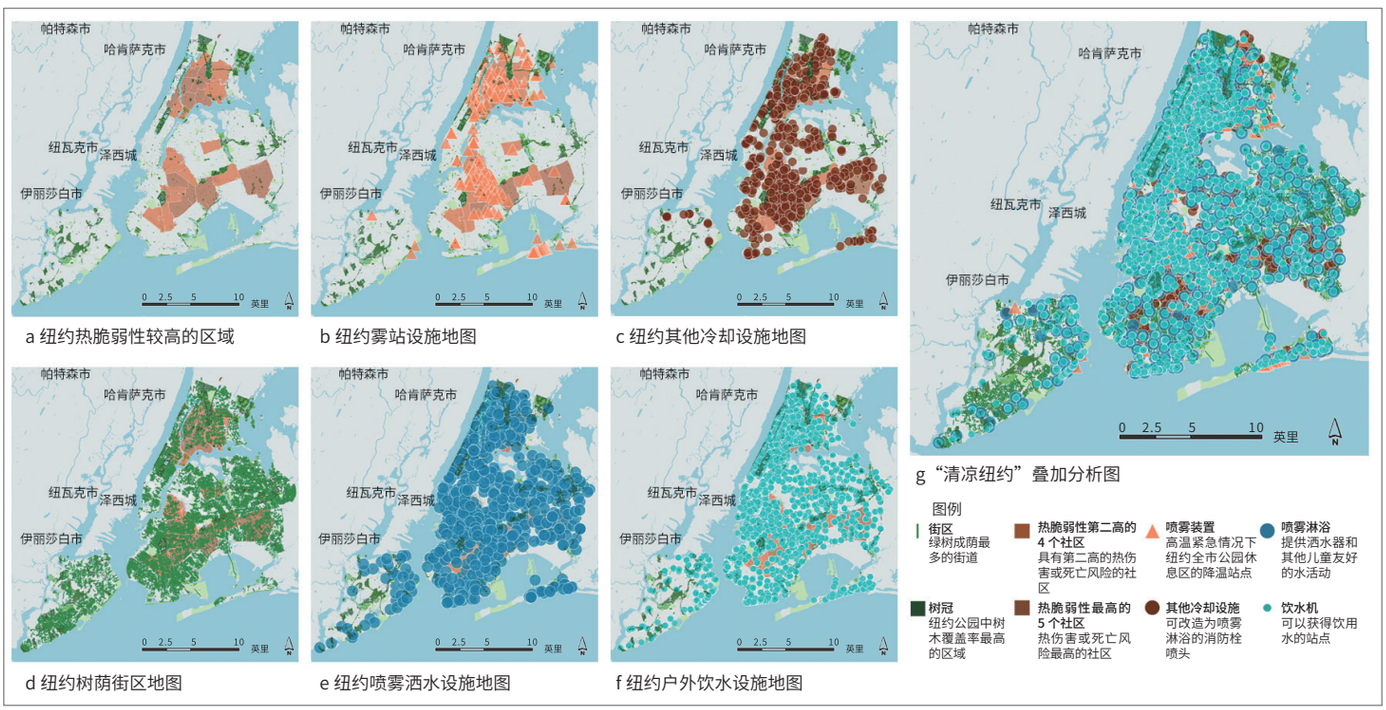


图 6 纽约 “Cool It!NYC” 综合地图 [33]

害对居民健康的影响。2018 年启动的纽约好伙伴计划通过与社区本地组织合作，建立了布朗克斯南部、曼哈顿北部与布鲁克林中部区域等高健康风险地区居民的保护机制。该计划的主要内容包括：①建立本地志愿者网络，组织社区组织和志愿者进行与极端高温事件相关的紧急保护措施培训；②帮助社区搜索可应急调整为冷却中心的公共建筑来保持凉爽，向高风险社区成员提供应对极端气候的资源和服务；③对居民进行高温安全教育，在居民之间建立社会联系，并通过邻里伙伴向难以接触到外界信息的人群传达保护性的健康信息。这些措施有助于增强社区凝聚力，提高居民和社区共同抵御极端天气与应对紧急情况的能力，提高社区的气候弹性。

3.3.2 提高居民对高温预警的重视度

2018 年纽约政府针对受高温影响最严重的社区进行高温预警重视程度的居民调查，发现在老年人、亚健康者、没有或很少使用空调的成年人中，约 30% 的人不知道高温警告，且参与调查的老年人并不认为自己处于极端高温风险之中。纽约清凉社区计划强调，要利用学校和媒体宣传气候变化对公众健康的影响，提供与极端高温天气相关的健康资讯；鼓励热脆弱性高的社区与居家保健机构开展合作，通过定期培训家庭健康助理识别风险较高的客户，及时发现热相关疾病的初期症状并提供适当的药物缓解；通过举办工作坊，招募医疗人员、气象学家与记者，向社区居民阐明极端天气事件对健康的影响，并倡导社区采取相应的保护行动以减少极端高温的健康胁迫。

3.3.3 改善高危人群居住环境

使用空调等降温设备是高危人群应对极端高温天气最有效和最重要的保护方式。美国卫生与公众服务部制定的低收入家庭能源援助计划通过财政援助，给因收入低或其他问题导致的无法配置空调等降温设备的家庭提供补贴。而无法配置空调的家庭，可操作窗户通过自然通风和被动制冷控制室内温度。同时，纽约清凉社区计划规定，建筑师和承包商在配置窗户或对旧窗户进行翻新设计时，都需要满足通风降温的要求。除此之外，纽约应急管理部还为热脆弱性高的社区配置了“凉爽中心”，以便在极端高温情况下为高危人群提供紧急避险的场所。

3.4 构建热监控反馈系统

实时、动态的温度监测是应对气候变化的一个重要措施，这一方面可以为热脆弱性评估提供准确的数据支持，另一方面可以及时反馈缓解与适应途径的实施效果。纽约清凉社区计划投资了约 30 万美元建立、完善了社区温度收集系统，该系统用于收集社区基准温度信息，以便实时监测社区的动态气温和差异化的热脆弱性。纽约整合了最新的激光雷达数据，包括土地覆盖、树冠和其他植被以及所有类型的不透水表面等数据来制作基础气温信息平台，并关联其他气候 (极端高温、空气污染暴露水平等)、健康提示、人群组成等综合数据，为极端高温健康风险的信息查询、数据调用、空间分析及可视化提供了支撑。在此基础上，纽约推出“健康纽约 App”，通过健康服务地图为市民提供全面、具体、实时的在线公共卫生服务设施信息，并协助居民进行健康监控及健康恢复。此外，纽约还参与了由美国国家科学基金会资助的气候相关极端事件城市弹性可持续研究网络，该项目整合了美国人口普查数据与纽约的税收地块评估、土地覆盖和其他土地利用数据，通过情景建模的方式对高温的空间变异性、热风险和热脆弱性进行预测，以研究绿色基础设施和其他干预措施是如何影响纽约的热暴露的，并对气候变化政策设计、应急管理和减灾规划、政府间跨部门合作、气候变化法制建设等方面提出改进建议。

4 启示与借鉴

4.1 建立高精度、动态化的高温健康胁迫评估体系

4.1.1 融合气候、健康数据构建综合国土空间规划基础信息平台

结合我国目前开展的国土空间规划的数据库建设，融合动态气候变化数据和人群健康特征数据，建立综合国土空间规划基础信息平台。基础信息平台提供“底图、底线、底版”的服务功能，在高温热浪频发区域和热脆弱性高的社区可以实现快速的数据查询、数据浏览、信息共享，并可进行快速的空间统计与空间分析。

4.1.2 建立“极端高温空间—热脆弱性人群”高温健康胁迫评估体系

以气候动态变化特征、社区人群健康特征、建成环境特征及公共服务设施为基础，结合国际气候变化健康风险评估技术，建立适宜我国的高精度、动态化的高温健康胁迫评估体系。高温健康胁迫评估可与国土空间规划“双评估”、“双评价”进行融合。

4.2 将清凉、健康目标融入国土空间规划体系

4.2.1 明确气候适应和公共健康的规划目标

在各级国土空间规划的指标中明确气候适应和公共健康的规划管控要求，并将相关指标在各级规划体系中进行有效传导。例如，在“三区三线”中应明确区域冷岛的选址、规模和布局等；在用地结构中应明确极端高温空间、热脆弱性人群社区的位置、等级和布局等；在空间品质中明确凉爽中心选址、配置和标准等。

4.2.2 强化规划目标与空间规划要素融合

基于高温健康胁迫评估结果，识别不同等级的极端高温空间构成要素与热脆弱性社区的建成环境要素，并在气候

适应和公共健康的规划目标的基础上，提出气候适应干预规划和健康风险的设计导则。

4.2.3 重视高风险区域的建成环境与设施配置

对于高温健康风险高的区域，优化调整街区形态、建筑密度、开放空间、城市绿地等，推广使用清凉屋顶、清凉路面、气候适应性建造技术和设备等，同时完善各级医疗设施，特别是社区智慧医疗中心 (如上海市的“智慧健康小屋”、苏州市的“细胞工程”) 和清凉中心的建设。

4.3 加强多方合作，完善实施计划，健全服务网络

4.3.1 加强多方协同合作

我国目前的治理模式为各部门分治，虽然各领域的工作效率较高，但是难以整合社会多方力量形成合力。借鉴国际经验，可以整合健康、应急、国土、住建等相关部门的职能，并与社会团体、科研机构、社区代表等合作共同组建“高温健康胁迫应急平台”，打通“规划单元—管理单元—实施单元”边界，以社区为主体自上而下地传导高温健康规划控制指标。

4.3.2 融合社区网格化管理

网格化管理是我国目前实施的基层综合服务管理平台，其运用网格地图技术将所辖区域划分为基础网格和单元网格，并以网格为社会服务管理的基本单元 [34]。将网格化管理的精细化和信息化的特征融入高健康风险社区的日常治理，有助于及时发布高温预警和做好防范准备、发现高危人群并提供必要救助、在灾后协助恢复等，实现“网格共管，健康共治”。

4.3.3 参与式健康合作伙伴

城市更新是我国城镇化质量提升的重要途径，共同缔造是居民参与的一种重要方式。我国亟待进行更新的老旧小区中热脆弱性高人群集中分布，因此在进行社区更新时，可将“清凉、健康”作为主题，以完善社区的建成环境和服务设施。

4.4 健全实时监测与动态反馈机制

应对气候变化的规划策略与行动计划需要通过监测评估和动态反馈来保障实施效果并做出适应性调整。因此，需积极开展极端高温天气和与健康相关的实时监测、风险预测、情景模拟等，搭建精细化、可视化的监测平台，通过多种媒体渠道实时发布相关信息。定期开展实施评估，检查规划策略与行动计划的实施和执行情况，并将情况反馈至各个层级国土空间规划和近期建设规划等，通过动态适应性调整，提升城市、社区、居民应对突发性极端高温事件的反应速度和能力。

5 结语

随着全球变暖问题的加剧，有效应对高温健康胁迫成为提升人居环境质量和完善健康保障的重要课题。2019 年，世界银行城市发展和灾害管理局正式启动可持续城市降温工作。2020 年，广州市成为“中国可持续发展城市降温项目”的首个试点城市 [35]，“清凉”也成为我国为实现可持续降温所采取的新理念之一。纽约清凉社区计划构建了“热脆弱性评估—热缓解途径—热适应策略—热监控反馈系统”的高温健康胁迫应对框架，对我国社区层面应对极端高温事件，增强社区韧性，提升人居环境质量，实施“健康中国”和“碳达峰、碳中和”战略具有重要启示作用。

[参考文献]

[1]Dong Z, Wang L, Sun Y, et al. Heatwaves in Southeast Asia and Their Changes in a Warmer World[J]. Earth's Future, 2021. doi: 10.1029/2021EF001992.

[2]Murray C J L, Abbafati C, Abbas K M, et al. Five Insights from the Global Burden of Disease Study 2019 GBD 2019[J]. The Lancet, 2020. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31404-5.

[3]Zhao Q, Guo Y, Ye T, et al. Global, Regional, and National Burden of Mortality Associated with Non-optimal Ambient Temperatures from 2000 to 2019: A Three-stage Modelling Study[J]. The Lancet Planetary Health, 2021(7): 415-425.

[4]Vahmani P, Jones A D, Patricola C M. Interacting Implications of Climate Change, Population Dynamics, and Urban Heat Mitigation for Future Exposure to Heat Extremes[J]. Environmental Research Letters, 2019. doi: 10.1088/1748-9326/ab28b0.

[5] 杨东峰，刘正莹，殷成志．应对全球气候变化的地方规划行动——减缓与适应的权衡抉择 [J]．城市规划，2018(1)：35-42，59.

[6]Vicedo-Cabrera A M, Scovronick N, F Sera, et al. The Burden of Heat-related Mortality Attributable to Recent Human-induced Climate Change[J]. Nature Climate Change, 2021(6): 492-500.

[7] 冷红，李姝媛．应对气候变化健康风险的适应性规划国际经验与启示 [J]. 国际城市规划，2021(5)：23-30.

[8]Gilbert H, Mandel B H, Levinson R. Keeping California Cool: Recent Cool Community Developments[J]. Energy&Buildings, 2016(114): 20-26.

[9]Hendel M, C Bobée, Karam G, et al. Developing a GIS Tool for Emergency Urban Cooling in Case of Heat-waves[J]. Urban Climate, 2020. doi: 10.1016/j.uclim.2020.100646.

[10]Imran H M, Kala J, Ng A W M, et al. Effectiveness of Vegetated Patches as Green Infrastructure in Mitigating Urban Heat Island Effects during a Heatwave Event in the City of Melbourne[J]. Weather and Climate Extremes, 2019. doi: 10.1016/j.wace.2019.100217.

[11]Sharon C, Remenyi T A, White C J, et al. Heatwave and Health Impact Research: A Global Review[J]. Health&Place,

2018(53): 210-218.
[12] 聂敬娣，张俊华，黄波．城市热岛效应对人体健康影响研究综述 [J]. 生态科学，2021(1)：200-208．
[13] 宋彦，刘志丹，彭科．城市规划如何应对气候变化——以美国地方政府的应对策略为例 [J]．国际城市规划，2011(5)：3-10．
[14] 栾桂杰，周脉耕．气温对人群健康影响研究进展 [J]．大家健康 (学术版)，2015(22)：14-16．
[15]The New York City Council. Extreme Heat & Unequal Access to Cool & Green Spaces Map in NYC[EB/OL]. https://council.nyc.gov/data/heat/, 2021-09-25.
[16] 冯雷，李旭东．高温热浪对人类健康影响的研究进展 [J]．环境与健康杂志，2016(2)：182-188．
[17]Deetjen T A, Conger J P, Leibowicz B D, et al. Review of Climate Action Plans in 29 Major U.S. Cities: Comparing Current Policies to Research Recommendations[J]. Sustainable Cities and Society, 2018(41): 711-727.
[18] 黄建欣，宋彦，高文秀，等．纽约包容性城市规划经验对我国的借鉴 [J]．城市发展研究，2019(6)：45-51，86.
[19] 朱春奎，王彦冰．纽约州适应气候变化的发展历程与战略举措 [J]. 创新科技，2021(6)：84-90．
[20]Johnson S, Ross Z, Kheirbek I, et al. Characterization of Intra-urban Spatial Variation in Observed Summer Ambient Temperature from the New York City Community Air Survey[J]. Urban Climate,2020. doi:10.1016/j.uclim.2020.100583.
[21]Jones B A, Goodkind A L. Urban Afforestation and Infant Health: Evidence from Million Trees NYC[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2019(95): 26-44.
[22]He C, He L, Zhang Y, et al. Potential Impacts of Cool and Green Roofs on Temperature-related Mortality in the Greater Boston Region[J]. Environmental Research Letters, 2020. doi:10.1088/1748-9326/aba4c9.
[23]The New York City Mayor's Office of Recovery & Resiliency. Cool Neighborhoods NYC: A Comprehensive Approach to Keep Communities Safe in Extreme Heat[EB/OL]. https://www1.nyc.gov/assets/orr/pdf/Cool_Neighborhoods_NYC_Report.pdf, 2017-06-14.
[24]Rosenthal J K, Sclar E D, Kinney P L, et al. Links between the Built Environment, Climate and Population Health: Interdisciplinary Environmental Change Research in New York City[J]. Annals of the Academy of Medicine Singapore, 2007(10): 34-46.
[25]Nayak S G, Shrestha S, Kinney P L, et al. Development of a Heat Vulnerability Index for New York State[J]. Public Health, 2018(161): 127-137.
[26]The New York City Department of Health and Mental Hygiene. Exploring Environmental and Health Data from New York City [EB/OL]. https://a816-dohbesp.nyc.gov/IndicatorPublic/Subtopic.aspx?theme_code=1,4&subtopic_id=107, 2021-09-25.
[27]Samuelson H, Baniassadi A, Lin A, et al. Housing as a Critical Determinant of Heat Vulnerability and Health[J]. The Science of the Total Environment, 2020. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137296.
[28] 肖华斌，盛硕，安淇，等．供给—需求匹配视角下城市绿色基础设施空间分异识别及优化策略研究——以济南西部新城为例 [J]．中国园林，2019(11)：65-69．
[29]A C Chui, Gittelson A, Sebastian E, et al. Urban Heat Islands and Cooler Infrastructure-measuring Near-surface Temperatures with Hand-held infrared cameras[J]. Urban Climate, 2018(24): 51-62.
[30]Seiferling I, Naik N, Ratti C, et al. Green Streets Quantifying and Mapping Urban Trees with Street-level Imagery and Computer Vision[J]. Landscape & Urban Planning, 2017(165): 93-101.
[31]Heg A, Pjr A, Bw B, et al. Energy and Environmental Consequences of a Cool Pavement Campaign-ScienceDirect[J]. Energy and Buildings, 2017(157): 53-77.
[32] 肖华斌，何心雨，王玥，等．城市绿地与居民健康福祉相关性研究进展——基于生态系统服务供需匹配视角 [J]．生态学报，2021(12)：5 045-5 053．
[33]The New York City Department of Parks & Recreation. Cool It! NYC: NYC Parks Map[EB/OL]. https://www.nycgovparks.org/about/health-and-safety-guide/cool-it-nyc, 2021-09-25.
[34] 刘丽杭．网格化管理与健康社区治理的融合发展之路 [J]．国家治理，2020(29)：33-36．
[35] 许翔，郭昊羽，黄鼎曦，等．聚焦城市降温关键问题的可持续发展解决方案——世界银行与广州的“清凉城市”试点实践 [J]．城市规划，2021(6)：52-62.

[收稿日期]2022-02-07