科学通报 2019 年 第 64 卷 第 19 期: 1995 ~ 2001
《中国科学》杂志社
SCIENCE CHINA PRESS
香山科学会议 专栏 观 点
第622次学术讨论会 • 未来地球计划与人类命运共同体建设

气候变化和城市可持续发展

翟盘茂[1*], 袁宇锋[2], 余荣[1], 郭建平[1]

1. 中国气象科学研究院, 灾害天气国家重点实验室, 北京 100081;
2. 南京信息工程大学气象灾害预报预警与评估协同创新中心, 南京 210044
* 联系人, E-mail: pmzhai@cma.gov.cn

越来越多的研究表明, 城市受到全球气候变化以及城市化本身引起的局地气候变化的多重影响, 使得高温热浪、强降水和严重污染天气更加频繁和严重. 加之城市在密集的空间内容纳了全世界55%的人口, 集聚了人类大部分的资产和经济活动, 很容易受到气候变化所带来的负面影响. 同时, 城市又是化石能源利用的中心, 二氧化碳和污染物排放占比很大. 未来全世界城市将进一步扩展, 城市人口也将进一步增加, 这意味着未来城市所面临的气候变化风险形势可能会更为严峻. 由此, 从气候变化应对角度来看, 城市具有举足轻重的地位[1,2]. 显然, 气候变化与未来城市可持续发展将是目前人类面临的重大研究课题之一.

政府间气候变化委员会(IPCC)从第六次评估报告(AR6)开始, 将更加关注气候变化的区域问题; 并会结合巴黎协定、联合国2030年可持续发展目标(SDGs)等, 来更多地关注气候变化和城市可持续发展问题. IPCC计划将在2023年第七次气候变化评估报告期内开展“气候变化与城市”特别报告的编写. 2018年4月, IPCC与其他相关国际组织在加拿大Edmond市召开了城市与气候变化大会, 会议评估了全球城市与气候变化有关科学、政策和应用等方面的现状, 发现了有关研究方面的不足[3].

本文在简要回顾国际上城市气候变化及其应对有关研究进展和活动的最新动态基础上, 分析中国城市气候变化有关风险的严峻形势, 并阐述城市应对气候变化与可持续发展的密切关系, 围绕对我国城市气候变化问题的科学认识和应对行动, 梳理出中国针对城市应对气候变化问题上值得关注的几个关键科学问题.

1 城市气候变化有关风险

自从IPCC AR4以来, 在城市气候变化有关风险方面开展了比较深入广泛的研究, 已有的研究在城市气候变化科学, 包括气候变化驱动因子、区域和城市尺度的分析和降尺度集合评估模式方面等方面, 也有了更加深入的认识[1]. 全球变暖背景下的城市暴露度高、脆弱性强以及影响大. 不可忽视的是, 城市化通过下垫面变化直接影响蒸发耗热[4], 通过人为热释放[5]等影响城市地区的气候, 还可以通过污染物的排放[6,7]、冠层效应[8]、区域气候条件[9]和一些小尺度的水文过程等[10]来造成影响. 全球、区域气候变化与城市化的叠加效应将加剧城市的人群、基础设施、经济活动和生态环境的影响. 同时, 城市本身也可以影响局地气候变化, 甚至可以通过大量温室气体排放影响全球气候变化(图1).



翟盘茂 中国气象科学研究院首席科学家, 二级研究员, 博士生导师, IPCC 第一工作组联合主席. 近年来重点研究极端天气气候事件. 1993 年曾获中国气象局科技进步奖二等奖; 2003 年获国家科技进步一等奖; 2015 年获江苏省科学技术一等奖.

近几十年, 我国城市化进程迅速, 统计得到2016年底城区人口100万以上的大城市全国共有88个. 其中, 上海、北京、天津、深圳、广州和武汉、重庆城区人口超1000万, 成为超大城市. 图2进一步给出了全球、中国、以及我国7个1000万人口以上的超大城市的平均温度变化曲线. 可以看出, 到20世纪90年代之后, 中国地区的增暖幅度远高于全球平均水平, 中国7个大城市的增暖幅度又明显高于全国平均温度. 一些研究甚至认为, 中国城市热岛对全国地面平均气温的增加趋势贡献可以达到30%[11]. 研究表明, 整体上中国地区的热岛效应表现为东部城市高于中部和西部城市. 此外, 在大部分的大型城市中观测到的热岛强度有着显著的上升趋势, 且这种上升趋势在夏季更为明显[12].

近年来, 高温热浪在全球范围内频发[13], 在中国的大部分地区也是呈显著上升的趋势[14]. 研究显示, 受全球变暖和城市热岛效应的共同影响, 中国20世纪90年代以来在长江中下游地区的大型城市群, 高温热浪频次显著增加, 强度也明显变强[15], 其他地区城市也不例外. 图3可以看出, 1991~2017年期间, 我国7个超大城市高温热浪天数较1961~1990年都明显增多, 其中重庆35℃以上的高温天数甚至已经超过一个月, 其他城市也有约50%的增量. 高温热浪对于心脑血管疾病、呼吸道疾病等患者、婴幼儿以及

© 2019《中国科学》杂志社

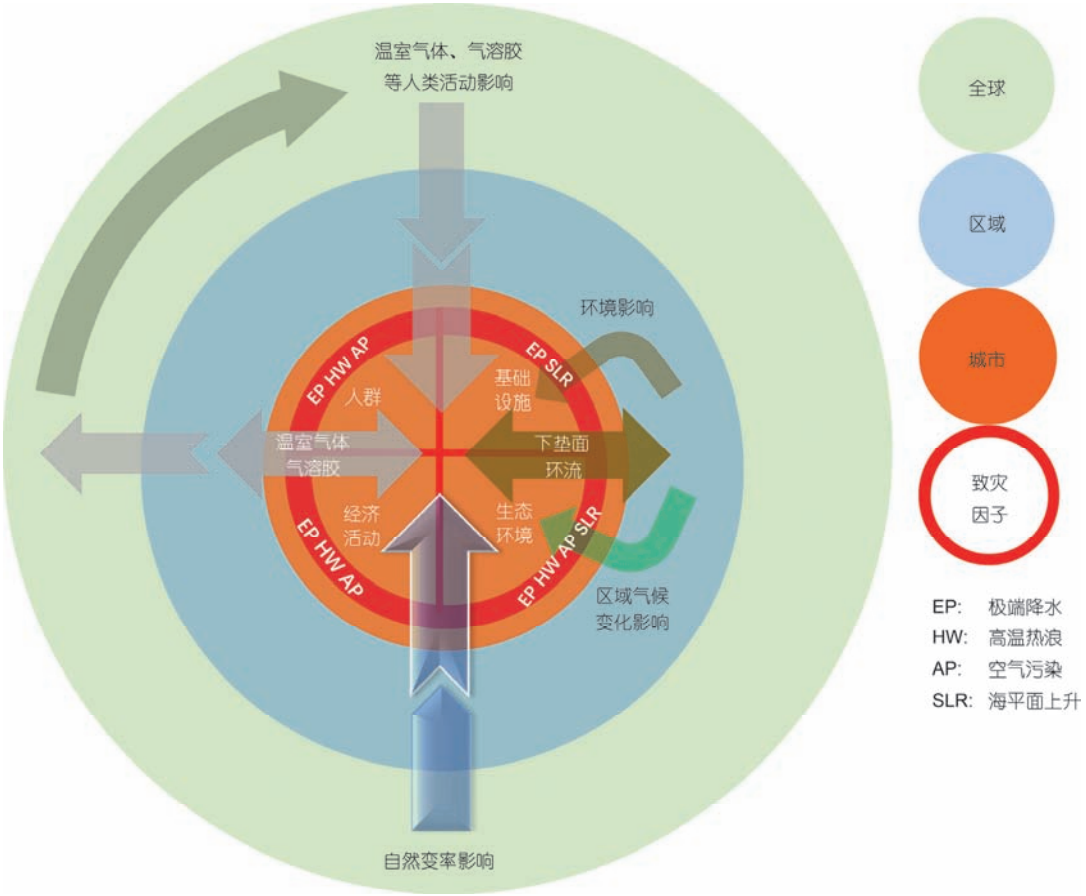


图 1 全球、区域、城市尺度主要气候因子及其对城市区域的可能影响示意图

Figure 1 Key climate index of global, regional and urban scale and their possible impacts on urban area

老年人有着巨大的威胁[16]. 城市人口比乡村密集, 在城市热岛频发的情况下, 城市区域所面临的影响和风险更大[17].

在全球气候变化背景下, 城市热岛与周边环境(如海洋、山地等)共同作用, 容易改变城市及其邻近地区的局地环流形成. 同时, 与城市污染物排放有关的气溶胶也会影响大气的水汽凝结, 使得城市区域降水分布和强度发生变化[18]. 近年来研究发现, 北京的降水在城区变得越来越集中[19], 上海城中心也出现了"雨窝"现象[20]. 近10年来在不少城市地区的众多观测站均出现了历史极值降水, 北京、上海、广州等大城市的城区小时尺度的极端降水均有明显的增加[20,21]. 与非城市区域相比, 城市区域大范围下垫面硬化, 排水设施不畅, 加之城市区域交通拥挤, 遇到短时强降水影响, 容易引起城市内涝, 甚至引起人员伤亡. 近10多年来, 重庆、济南、北京等地都有因强降水引发的洪涝灾害造成人员伤亡[22].

随着城市生产、生活活动的加剧, 工业废气、气溶胶以及颗粒物的排放也日益增加. 加之近年来年降水日数的减少、年平均风速的减小和稳定类天气日数的增加的气候

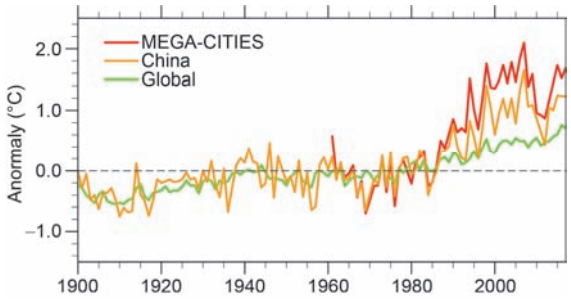


图 2 全球、中国及其 7 个超大城市年平均温度距平变化序列. 绿色实线表示全球平均, 黄色实线表示中国地区平均变化, 红色实线表示中国 7 个超大城市的平均变化(相对于 1961~1990)

Figure 2 Time series of mean surface air temperature anomalies of global (green line), China (yellow line) and seven megacities of China (red line) related to 1961−1990

背景变化, 使得大气污染的影响越来越大[23]. 研究发现, 近50年来空气污染严重的霾天气主要集中在城市密集的我国东部大部分地区, 尤其是经济发达、人口密集地区, 如华南、江淮、黄淮、华北等地, 并且在这些地区霾日数

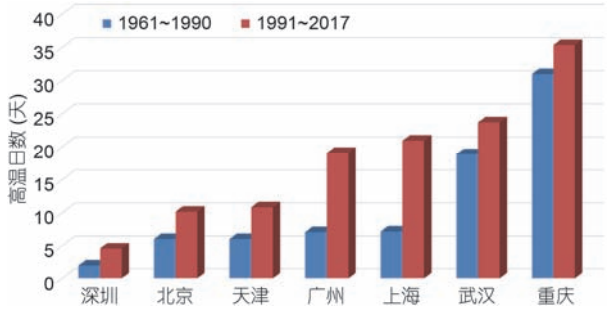


图 3 我国 7 个特大城市高温日数(日最高温度≥35℃)年平均值的变化. 蓝色柱状表示 1961~1990 年, 红色柱状表示 1991~2017 年

Figure 3 Mean high temperature days (daily maximum temperature larger than or equal 35°C) of seven megacities in China. Blue bars represent 1961−1990, red bars represent 1991−2017

呈增加趋势[24]. 霾日的增加对交通、人体健康、社会经济发展等方面都会带来不利影响. 特别是, 严重的大气污染很容易影响居民的身体健康, 甚至使得心血管疾病人群的发病率和死亡率增加[25]. 此外, 城市气溶胶和灰霾污染还可能进一步加剧城市热岛效应[26].

在全球气候变暖背景下, 沿海城市很容易受到海平面上升, 海水倒灌等影响, 特别是在台风和风暴潮期间, 这种影响更加明显. 浙江省、福建省、广东省都是沿海的经济大省, 人口密度大, 一旦受到海平面上升引起灾害, 民生、设施、经济都受到巨大影响. 对于这样的风险, 经济损失都是数以千亿计[27].

在内陆城市, 干旱常常给城市水资源供应和生态环境产生重大影响, 而干旱问题常常与气候变化紧密相关. 干旱最直接的影响是导致供水不足, 而城市区域人口和企业分布密集, 对水资源的需求更大, 水资源缺乏会对城市居民生活质量、工业生产和社会经济建设造成严重影响. Lu和Yu[28]研究指出, 受干旱的影响, 中国北方城市水资源压力要大于南方, 大城市尤为突出. 并且, 受全球气候变化的影响, 这种水资源压力在未来将进一步增加.

在未来气候增暖的背景下, 一些极端天气和气候事件将进一步的增加, 尤其是高温热浪和极端降水事件[29]. 有研究指出未来20年内, 在RCP4.5情景下, 中国50%的夏季将比破纪录的2013年还要热[11]; 黄河中下游地区以及淮河中下游地区, 20年一遇和50年一遇的降水事件的概率在未来将显著增加[30]; 在1.5和2℃全球平均升温条件下, 京津冀、长三角、珠三角、长江中游和成渝五大城市群极端温度和极端降水事件的强度将增加49%和40%[22]. 未来城市范围将继续扩展, 到2050年, 世界总人口的三分之二将居住在城镇地区[31]. 城市人口规模不断增大, 经济体量进一步增加, 全球气候变化与城市化的叠加影响会进一步加大城市居民安全与健康、交通与公共设施以及生态环境等方面的压力, 也将面临更加严峻的气候变化风险.

在开展IPCC第五次评估报告期内, IPCC 第二工作组和第三工作组关注到了城市在气候变化影响、适应及其在减缓气候变化中的作用[1,2]. IPCC第一工作组也关注到了城市热岛和土地利用变化对部分快速发展区域的温度趋势可能产生影响[29], 但认为在全球平均地表温度百年变化中其影响不可能超过10%, 并指出在城市区域的气候变化、极端事件变化等方面缺乏评估. 从发表的论文成果来看, 由于缺乏未来城市发展情景的设计, 在城市未来的气候变化预估方面, 研究也不足.

2 城市应对气候变化与可持续发展

城市人口密集、建筑集中、交通拥挤、资产集聚、暴露度和脆弱性高, 是气候变化高风险区[32,33]. 城市在快速发展过程中受到全球变化和城市化效应叠加影响, 对众多的城市居民、户外人群、低收入人群等的安全风险日益加大, 对社会发展可持续造成了严重的压力; 对城市及周边大气环境、水资源、生态系统的负面影响日益加剧, 给生态可持续发展造成重要影响; 气候变化通过气候变暖及其相关的极端事件影响城市系统(水供应和污水处理、电力和通信系统、交通和公共健康系统等)及其功能, 直接影响经济可持续发展. 因此, 气候变化已成为可持续发展进程中一个核心的问题. 通过采取城市应对气候变化的减缓和适应行动能减少城市区域所面临的气候风险, 进一步促进社会、生态和经济的可持续发展. 与此同时, 城市应对气候变化政策实施的过程中, 某些措施设计不当也有可能对可持续发展的某些目标产生一定的权衡作用, 这取决于城市特性和所采取的路径. 显然, 城市应对气候变化与城市可持续发展有着密切的关系(图4).

联合国2030年可持续发展目标(SDGs)中多项目标与城市应对气候变化密切相关. 特别是第11项目标“可持续城市和社区”中将“大幅减少包括水灾在内的各种灾害造成的死亡人数和受灾人数”、“大幅减少上述灾害的直接经济损失”、“重点保护贫困和处境脆弱群体”、“减少城市空气

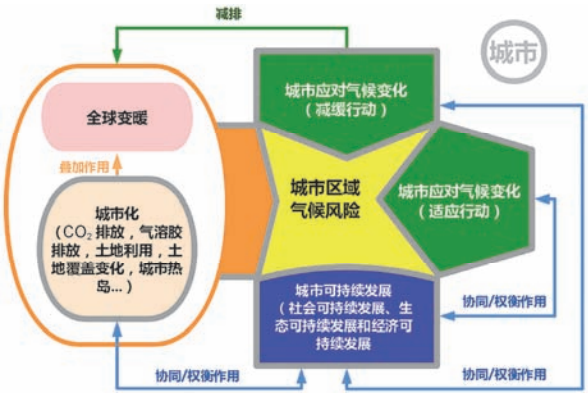


图 4 城市化、气候变化和城市可持续发展的联系

Figure 4 Framework of urbanization, climate change and sustainable development for cities

质量在内的负面环境影响”列为重点. 在这一SDG中, 把城市气候变化有关的高温热浪、强降水、重污染天气等灾害风险的适应等问题直接摆到了联合国重要的日程上. 再如, 还涉及第13项“气候行动目标”、第3项“确保健康的生活, 促进各年龄层的福祉”、第6项“保证饮水和卫生设施的可用性和可持续管理”、第15项目标“保护、恢复和促进可持续利用陆地生态系统”以及第7项“确保廉价、清洁和可持续的现代能源”等. 这些SDGs都为城市应对气候变化提供了创造多样化的、具有操作性的方法的机遇[34].

应对气候变化常常从减缓和适应两个方面来开展. 据统计, 城市产生的CO_2排放量占全球能源有关CO_2排放量的75%左右[1], 同时还带来大量的大气污染物排放. 因此, 对于中国城市, 需要协同考虑如何减少温室气体和大气污染物排放问题. 鉴于城市在低碳经济建设中的重要作用, 中国已积极开展了城市的“低碳”建设, 例如: 在2010年, 我国天津、重庆等8个城市进行低碳试点, 并已初见成效. 比如深圳, 高新技术、金融、物流、文化四大产业在深圳GDP中超过60%, 2017年上半年全市万元GDP能耗下降5%, 同时一些大气污染物排放量也得到有效控制. 减排的同时, 重点领域节能也需要加强. 2016年中国提出《“十三五”节能减排综合工作方案》, 强化了建筑节能, 要求推动建筑节能宜居综合改造试点城市建设; 促进了交通运输节能和加强公共机构节能, 计划于2020年大城市公共交通分担率达到30%, 大力推广节能环保汽车、新能源汽车等. 与此同时, 通过实施“大气十条”, 我国大气污染治理取得了一定成效, 一些城市颗粒物的年均浓度降幅显著, 但要持续或更大幅度的改善, 仍然需要采取一些超常规措施[35].

适应城市气候变化可促进人民福祉、财产安全和生态安全. 适应气候变化的关键环节是降低对未来气候变化的脆弱性和暴露度. 从IPCC AR5(2014)评估结果来看: 改进城市基本服务, 改善居民住房, 加强城市具有恢复力的基础设施建设, 可以通过显著减少城市区域暴露度和脆弱性, 以减少城市气候变化有关风险. 比如中国“海绵城市”建设, 通过将雨水收集和利用系统, 开发、改造城市社区建筑物、道路、绿化带等公共设施的蓄流水的生态功能, 尽可能恢复城市原有河道、水塘和沟渠, 减弱城市热岛效应, 提高雨水渗透率[36]. “海绵城市”的实施在适应气候变化和应对极端强降水有关雨涝灾害和影响、构建城市排蓄水能力, 促进雨水资源的利用、改善城市人居环境和促进生态可持续发展等方面具有重要的价值和意义[37,38].

减缓和适应气候变化的能力, 以及与此相伴随的成本, 能对社会、生态和经济的可持续发展产生影响, 反之, 减缓和适应气候变化也受到可持续发展政策和行动的影响. 已有的一些举措与气候变化应对和城市可持续发展具有很好的协同作用. 但总体看来, 由于对城市未来气候变化风险复杂性和不确定性缺乏充分认识, 我国在城市应对气候变化方面缺乏系统研究, 规划设计、设施设计和建筑设计在气候变化应对因素考虑不足, 不少城市缺乏针对性的气候变化应对行动, 系统性的城市气候变化治理和可持续发展机制尚未建立.

3 结语

全世界城市共同面临可持续发展的挑战和机遇, 必须高度重视城市气候变化的风险和影响问题. 我国受气候变化影响特别明显, 城市化发展速度迅猛, 城市面临的与气候变化有关的高温热浪、强降水、重污染天气、海平面上升等影响的风险尤为严峻, 可以说我国的城市气候变化风险问题比世界上其他国家更为突出. 亟须开展系统性的中国城市气候变化及其应对研究.

有效的应对气候变化行动需要以城市气候变化及其影响的科学认识为基础, 需要在全球气候变化、区域和城市化综合影响下研究未来城市气候变化风险. 我国在未来城市气候变化预估方面目前比较缺乏, 需要结合城市未来经济社会发展情景进一步地探索和研究, 给出高信度高分辨率的预估结果, 特别是城市区域极端天气和气候事件及其风险的预估. 而这些方面的提高需要依赖不同城市高分辨率的模式模拟结果, 同时, 还需要加强全球变暖和城市化相互作用对城市区域极端天气和气候事件影响方面的研究.

适应气候变化必须清楚认识城市所处位置、基础设施及其功能、人口组成、经济水平等与脆弱性有关的因素, 认识其未来关键风险及其不确定性. 在此基础上, 采取可持续的发展措施, 改善住房、建设具有恢复力的基础设施系统, 减少气候变化影响的脆弱性和暴露度; 还需要研究多层次风险管理与政策, 加强城市气候变化风险治理. 《巴黎协议》提出的2℃温升控制目标需要在未来几十年采取大幅度减排行动, 这对我国的节能减排技术、经济发展和气候变化治理体制都提出了巨大的挑战. 城市减排除了考虑二氧化碳以外, 减少大气污染物和气溶胶的排放问题也是我国面临的当务之急. 如何在可持续发展框架内, 结合我国“大气十条”实施和“低碳城市”、“海绵城市”建设, 实现大气污染物减排的同时, 协同减少CO_2等温室气体排放, 打造生态城市、安全城市, 取得应对气候变化和实现城市可持续发展目标等多方面的协同效果, 非常值得深入研究.

中国需要与国际社会一起, 逐步加大城市应对气候变化力度. 在城市化进程中抓住机遇, 瞄准可持续发展目标, 努力应对城市气候变化. 挑战与机遇并存, 风险与机会同在. 城市化的快速进程给城市带来了更为严峻的气候风险, 但同时快速的经济发展也给提高城市“恢复力”和加强气候变化风险管理带来了机遇[39]. 城市资源集中、技术先进、管理统一, 在气候变化治理, 快速转型、绿色低碳发展等方面潜力巨大.

参考文献

1 Revi A, Satterthwaite D E, Aragón-Durand F, et al. Urban areas. In: Field C B, Barros V R, Dokken D J, et al., eds. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. 535–612

2 Seto K C, Dhakal S, Bigio A, et al. Human settlements, infrastructure and spatial planning. In: Edenhofer O, Pichs-Madruga R, Sokona Y, et al., eds. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014

3 Bai X, Dawson R J, Rgevorsatz D, et al. Six research priorities for cities and climate change. Nature, 2018, 555: 23–25

4 Xiao D, Chen J, Chen Z, et al. Effect simulation of Chengdu fine underlying surface information on urban meteorology. Meteorol Mon, 2011, 37: 298–308

5 Feng J M, Wang Y L, Ma Z G, et al. Simulating the regional impacts of urbanization and anthropogenic heat release on climate across China. J Clim, 2012, 25: 7187–7203

6 Guo J P, Deng M J, Fan J W, et al. Precipitation and air pollution at mountain and plain stations in northern China: Insights gained from observations and modeling. J Geophys Res, 2014, 119: 4793–4807

7 Han J Y, Baik J J, Khain A P. A numerical study of urban aerosol impacts on clouds and precipitation. J Atmos Sci, 2012, 69: 504–520

8 Chen F, Kusaka H, Bornstein R, et al. The integrated WRF/urban modelling system: Development, evaluation, and applications to urban environmental problems. Int J Climatol, 2011, 31: 273–288

9 Zhao L, Li X H, Smith R B, et al. Strong contributions of local background climate to urban heat islands. Nature, 2014, 511: 216–219

10 Yang G X, Bowling L C, Cherkauer K A, et al. The impact of urban development on hydrologic regime from catchment to basin scales. Landscape Urban Plan, 2011, 103: 237–247

11 Sun Y, Zhang X B, Ren G Y, et al. Contribution of urbanization to warming in China. Nat Clim Change, 2016, 6: 1–6

12 Zhou D, Zhang L, Hao L, et al. Spatiotemporal trends of urban heat island effect along the urban development intensity gradient in China. Sci Total Environ, 2016, 544: 617–626

13 Perkins S E. A review on the scientific understanding of heatwaves—Their measurement, driving mechanisms, and changes at the global scale. Atmos Res, 2015, 164-165: 242–267

14 Chen Y, Li Y. An inter-comparison of three heat wave types in China during 1961–2010: Observed basic features and linear trends. Sci Rep, 2017, 7: 45619

15 Ye D X, Yin J F, Chen Z H, et al. Spatial and temporal variations of heat waves in China from 1961 to 2010. Adv Clim Change Res, 2014, 5: 66–73

16 Jedlovec G C, Dakota A Q. Urban heat wave hazard and risk assessment. Results Phys, 2017, 7, doi: 10.1016/j.rinp.2017.10.056

17 Chen Q, Ding M G, Yang X C, et al. Spatially explicit assessment of heat health risks using multi-source data: A case study of the Yangtze River Delta Region, China (in Chinese). J Geo-inform Sci, 2017, 19: 1475–1484 [陈倩, 丁明军, 杨续超, 等. 长江三角洲地区高温热浪人群健康风险评价. 地球信息科学学报, 2017, 19: 1475–1484]

18 Rosenfeld D. Suppression of rain and snow by urban and industrial air pollution. Science, 2000, 287: 1793–1796

19 Zheng Z F, Wang Z W, Gao H. Characteristics of extreme precipitation events in summer and its effect on urbanization in Beijing area. Meteorol Mon, 2013, 12: 109–115

20 Liang P, Ding Y H. The long-term variation of extreme heavy precipitation and its link to urbanization effects in Shanghai during 1916–2014. Adv Atmos Sci, 2017, 34: 321–334

21 Song X M, Zhang J Y, Aghakouchak A, et al. Rapid urbanization and changes in spatiotemporal characteristics of precipitation in Beijing metropolitan area. J Geophys Res, 2014, 119: 11250–11271

22 Yu R, Zhai P M, Lu Y Y. Implications of differential effects between 1.5 and 2°C global warming on temperature and precipitation extremes in China's urban agglomerations. Int J Climatol, 2018, 38: 2374–2385

23 Wang T F, Su B D, Jiang T. Trends and countermeasures of haze in the context of climate change (in Chinese). Environ Impact Assessment, 2014, 1: 15–17 [王腾飞, 苏布达, 姜彤. 气候变化背景下的雾霾变化趋势与对策. 环境影响评价, 2014, 1: 15–17]

24 Ding Y H, Liu Y J. Long-term variation characteristics of fog and haze in China in the past 50 years and its relationship with atmospheric humidity (in Chinese). Sci China: Earth Sci, 2014, 1: 37–48 [丁一汇, 柳艳菊. 近 50 年我国雾和霾的长期变化特征及其与大气湿度的关系. 中国科学: 地球科学, 2014, 1: 37–48]

25 Fu F R. The harm and prevention of haze on human (in Chinese). Sci Tech, 2018, (1): 233–234 [付斐然. 雾霾对人体的危害与防治. 科

技风, 2018, (1): 233–234]
26 Cao C, Lee X H, Liu S D, et al. Urban heat islands in China enhanced by haze pollution. Nat Commun, 2016, 7: 12509
27 Xu L L, He Y R, Wei H, et al. A multi-dimensional integrated approach to assess flood risks on a coastal city, induced by sea-level rise and storm tides. Environ Res Lett, 2016, 11: 014001
28 Lu H, Yu S. Spatio-temporal variational characteristics analysis of heavy metals pollution in water of the typical northern rivers, China. J Hydrol, 2018, 559: 787–793
29 Kirtman B, Power S B, Adedoyin J A, et al. Near-term Climate Change: Projections and Predictability. In: Stocker T F, Qin D, Plattner G K, et al., eds. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2013
30 Yin J, Yan D H, Yang Z Y, et al. Projection of extreme precipitation in the context of climate change in Huang-Huai-Hai region, China. J Earth Syst Sci, 2016, 125: 417–429
31 Murgante B, Borruso G. Smart city or smurfs city. Lect Notes Comput Sci, 2014, 8580: 738–749
32 Kaźmierczak A, Cavan G. Surface water flooding risk to urban communities: Analysis of vulnerability, hazard and exposure. Landscape Urban Plan, 2011, 103: 185–197
33 Wang Y, Gao C, Wang A, et al. Temporal and spatial variation of exposure and vulnerability of flood disaster in China. Clim Change Res, 2014, 6: 391–398
34 Rodriguez R S, Ürgevorsatz D, Barau A S. Sustainable development goals and climate change adaptation in cities. Nat Clim Change, 2018, 8: 181–183
35 Wang S Y, Song T, Gao W K, et al. The challenge and opportunity on preventing and controlling air pollution of Beijing (in Chinese). Bull Chin Acad Sci, 2016, 31: 1082–1087 [王跃思, 宋涛, 高文康, 等. 北京市大气污染治理现状及面临的机遇与挑战. 中国科学院院刊, 2016, 31: 1082–1087]
36 Wu D J, Zhan S Z, Li Y H, et al. New trends and practical research on the sponge cities with Chinese characteristics (in Chinese). Chin Soft Sci, 2016, (1): 79–97 [吴丹洁, 詹圣泽, 李友华, 等. 中国特色海绵城市的新兴趋势与实践研究. 中国软科学, 2016, (1): 79–97]
37 Xia J, Shi W, Wang Q, et al. Discussion of several hydrological issues regarding sponge city construction (in Chinese). Water Resour Prot, 2017, 33: 1–8 [夏军, 石卫, 王强, 等. 海绵城市建设中若干水文学问题的研讨. 水资源保护, 2017, 33: 1–8]
38 Zhang J Y, Wang Y T, Hu Q F, et al. Discussion and views on some issues of the sponage city construction in China (in Chinese). Adv Water Sci, 2016, 27: 793–799 [张建云, 王银堂, 胡庆芳, 等. 海绵城市建设有关问题讨论. 水科学进展, 2016, 27: 793–799]
39 Cai J L, Kummu M, Niva V, et al. Exposure and resilience of China's cities to floods and droughts: A double-edged sword. Int J Water Resour Develop, 2017, 34: 1–19

Summary for “气候变化和城市可持续发展”

Climate change and sustainable development for cities

Panmao Zhai[1*], Yufeng Yuan[2], Rong Yu[1] & Jianping Guo[1]

[1] *State Key Laboratory of Severe Weather, Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China;*
[2] *Key Laboratory of Meteorological Disaster of Ministry of Education, Collaborative Innovation Center on Forecast and Evaluation of Meteorological Disasters, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China*
* Corresponding author, E-mail: pmzhai@cma.gov.cn

Under the current background of global warming, extreme weather and climate events, such as heavy precipitation and heat wave events, have increased in most land areas of the world. Meanwhile, in cities, the intensity and frequency of heat waves and heavy precipitation events have further increased as the urban climate has additionally been affected by rapid land surface change, enhanced anthropogenic heat release, and massive aerosol emissions. These enhanced aerosol emissions also deteriorate the air quality, often causing severe air quality problems in cities. The added urbanization effect on global and regional climate change has imposed increasingly serious impacts on the dense population, heavy traffic, vast infrastructure, and economic assets of urban areas.

China has experienced much faster warming than the global average from the late of 20st century, especially since 1990. The average warming rate in the seven largest cities (Shanghai, Beijing, Tianjin, Shenzhen, Guangzhou, Wuhan and Chongqing) is higher than the average for China as a whole during the most recent 60 years. The number of hot days with maximum surface air temperatures over 35°C has increased markedly since 1990. In the past two decades, many cities, such as Beijing, Jinan, and Chongqing have experienced extremely heavy precipitation events, causing dozens of fatalities. During the past 50 years, severe air pollution conditions have frequently occurred in many cities over eastern China. In South China, the Huanghe-Huaihe River Basin and North China, increasing trends in the number of haze days are evident. Influenced by global warming, cities in low-lying coastal areas are highly susceptible to sea level rise and the related impacts of sea water encroachment, especially during tropical cyclone and storm surge periods. In cities in northern China and inland areas, climate change–related drought frequently significantly impacts water resources and ecosystem services.

In recent years, the issue of urban climate change has received considerable attention in China. Many climate change adaptation strategies have been put into action in cities. Also, urban areas account for about 75% of energy-related CO_2 emissions worldwide, and thus play a dominant role in the mitigation of global greenhouse gases. Meanwhile, increased urban climate change and its impacts greatly challenge the social, economic and ecological sustainable development of China’s cities. In 2015, the United Nations adopted the 2030 Agenda for Sustainable Development, at the heart of which are 17 Sustainable Development Goals (SDGs). Goal 11, on making cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable, directly targets dealing with the challenges brought by urbanization. Many other goals, such as Goal 13 on taking urgent action to combat climate change and its impacts, Goal 3 on ensuring healthy lives and promoting wellbeing, Goal 6 on ensuring access to water and sanitation, and Goal 15 on protecting, restoring and promoting the sustainable use of terrestrial ecosystems, are all related to tackling climate change issues from the perspectives of human security and health, more resilient economies, and ecosystems. Obviously, implementation of these United Nations SDGs brings immediate impetus and new opportunities for climate change responses in cities.

In the future, the impacts of global climate change and urbanization are expected to further increase. Cities will face more serious and complicated climate change risks to human health, economic development, and ecosystem services as our expectation of more hazards, higher exposure and vulnerability unfolds. For China, climate change and sustainable development in cities is an extremely prominent issue. However, systematic studies on climate change in cities are very limited, especially in terms of the interactions and mechanisms between global/regional climate change and urbanization processes, high-resolution climate change projections under the consideration of future urban development pathways, impact and risk assessments of climate change in combination with high exposure and vulnerability, and a portfolio of response options and measures for climate change in cities. Effective climate change actions rely on understanding the complexity and uncertainties of future climate change and related risks in cities. Under the framework of sustainable development, following related national green development strategies and polices, taking advantages of science, technology, finance and governance in cities, to actively tackle urban climate change issues, such as enhanced adaptation and mitigation measures, properly selecting development pathways will greatly enhance climate resilience in cities. A series of national actions, such as implementing “low carbon cities” and “sponge cities”, and the “Action Plan on Prevention and Control of Atmospheric Pollution”, will have co-benefits for climate change responses and sustainable development in cities.

climate change, urbanization, sustainable development, extreme events

doi: 10.1360/N972018-00911