

导读:城市内涝防治是一项系统工程,包括源头控制设施、排水管渠设施和综合防治设施。城市降水的强度及其持续时间是源头控制中首先需要考虑的要素,直接影响到城市排水能力的设计。已经发生的气候变化导致了不同区域的降水强度及其持续时间的显著增加。强度较大的降水主要发生在 105°—122°E 之间和 35°N 以南,而持续时间越长、强度也越强的极端降水事件主要发生在 100°—122°E 之间、40°N 以南的中国东部地区。建议,城市内涝防治体系在进行城市雨水管渠设计重现期和内涝防治设计重现期的规划时,应该充分预估已经发生的气候变化的影响,以科学有效地实现城市内涝防治的源头控制。

城市内涝防治需充分预估气候变化的影响



周广胜¹, 何奇瑾²

1 中国气象科学研究院,北京 100081

2 中国农业大学资源与环境学院,北京 100193

DOI: 10.5846/stxb201608181689

周广胜, 何奇瑾.城市内涝防治需充分预估气候变化的影响.生态学报,2016,36(16): - .

近年来,中国城市内涝灾害频发,不仅造成了惨重的人员伤亡和财产损失,也严重影响了城市经济的正常发展。2007 年 7 月 18 日,山东省济南市因洪涝灾害造成至少 34 人丧生,直接经济损失达 12 亿元^[1];2008 年 6 月 13 日,深圳市因暴雨灾害造成 5 人死亡、2 人失踪、数十万人受灾,全市 1000 多处内涝水浸,近万家企业被迫临时停业^[2],直接经济损失超过 5 亿元^[3];2008 年 8 月 25 日,上海市因暴雨灾害造成中心城区 150 多条马路积水,超过 1.1 万户民居进水,徐家汇等地一度交通严重拥堵^[4]。2010 年住房和城乡建设部组织开展的全国范围内 351 个城市调研发现,在 2008—2010 年的 3 年间,全国有 62% 的城市都曾发生过内涝事件,内涝发生 3 次以上的城市有 137 个^[5]。2012 年中国有 184 个县级以上城市遭受了不同程度的内涝灾害^[6],特别是北京“7·21 暴雨”,造成 79 人死亡、10660 间房屋倒塌,160.2 万人受灾,经济损失 116.4 亿元。以 2012 年的北京“7·21 暴雨”为契机,中国相继出台了《国务院办公厅关于做好城市排水及暴雨内涝防治设施建设工作的通知》(国办发[2013]323 号)、《城市排水(雨水)防涝综合规划编制大纲》、《城镇排水与污水处理条例》、《室外排水设计规范》(GB 50014—2006,2014 版)和《国务院办公厅关于加强城市地下管线建设管理的指导意见》(国办发[2014]27 号)等政策和标准文件,建立了包括源头控制设施、排水管渠设施和综合防治设施的三段式城市内涝防治体系,强化了源头控制政策措施,排水管网标准已经与国际普遍标准接轨,并确立了中国内涝防治标准,城市排水防涝标准化工作取得了阶段性进展。由于城市内涝产生的原因非常复杂,如何系统有效地解决城市排水防涝难题已经成为当前国家面临的严峻挑战。特别是,2014 年版的《室外排水设计规范》是以已经发生的强降水及其持续时间为基础规定的城市雨水管渠设计重现期和内涝防治设计重现期,没有充分预估气候变化影响导致的降水强度及其持续时间出现的新特征,从而将可能严重影响城市内涝防治体系的排水能力。

2011 年修订的《室外排水规范》首次提出城市内涝定义,即强降水或连续性降水超过城市排水能力,导致城市地面产生积水灾害的现象。城市内涝防治的根本目的在于将降水期间的地面积水控制在可接受的范围。根据 2014 年版的《室外排水设计规范》,城市内涝防治设计重现期,特大城市为 50 年到 100 年,大城市为 30 年到 50 年,中等城市 and 中小城市为 20 年到 30 年,表明特大城市内涝防治设施至少应能抵御 50 年到 100 年一遇的暴雨。新标准还提高了雨水管渠设计重现期,特大城市的中心城区为 3 年至 5 年,大城市为 2 年至 5 年,中等城市和小城市为 2 年至 3 年,表明特大城市中心城区的雨水管渠最低应能抵御 3 年一遇的暴雨。

研究表明,已经发生的全球气候变暖不仅导致了许多热带地区和高纬度地区的降水量增多,而且使得强降水事件在美国、中国、澳大利亚、加拿大、挪威和墨西哥、波兰和前苏联均有所增加^[7]。全世界许多地区的研究都表明^[8],20 世纪后半叶中高纬度大部分地区的降水量增加,强降水或极端降水频率也相应增加。气候变化背景下降水强度与降水持续时间变化必将严重影响当前基于已经发生的强降水或连续性降水规定的城市雨水管渠设计重现期和内涝防治设计重现期,从而影响城市内涝防治体系的排水能力。为此,城市内涝防治体系在进行城市雨水管渠设计重现期和内涝防治设计重现期的规划时,应该充分预估已经发生的气候变化的影响,以科学有效地实现城市内涝防治的源头控制。

■ 气候变暖背景下中国气候变得涝时更涝

中国地处地球环境变化速率最大的季风气候区,气候条件年际变化很大,极端天气气候事件与气象灾害频发。政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第五次评估报告指出^[9],过去 60 年中极端天气气候事件,特别是干旱、强降水、高温热浪等呈不断增多与增强的趋势。1901—2013 年中国地表年平均气温呈显著上升趋势(图 1)。1914—2013 年中国地表平均气温上升了 0.91℃,最近 10—15 年升温趋缓,总体特征与全球一致。

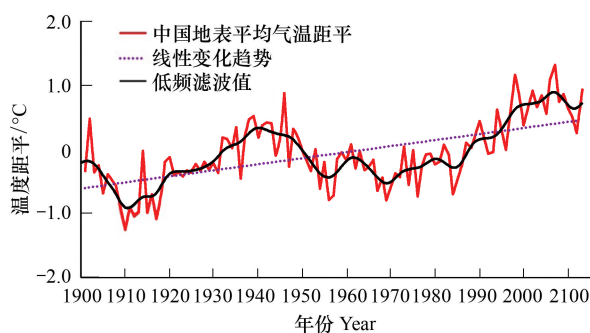


图 1 1901—2013 年中国地表平均气温距平变化

(引自中国气象局气候变化中心《中国气候变化监测公报(2013 年)》)

气候变暖背景下 1901—2013 年尽管中国全国平均年降水量并无显著线性变化趋势,但 1961—2013 年全国年累计暴雨站日数呈显著的增加趋势,增加速率达 3.8%/10a(图 2)。

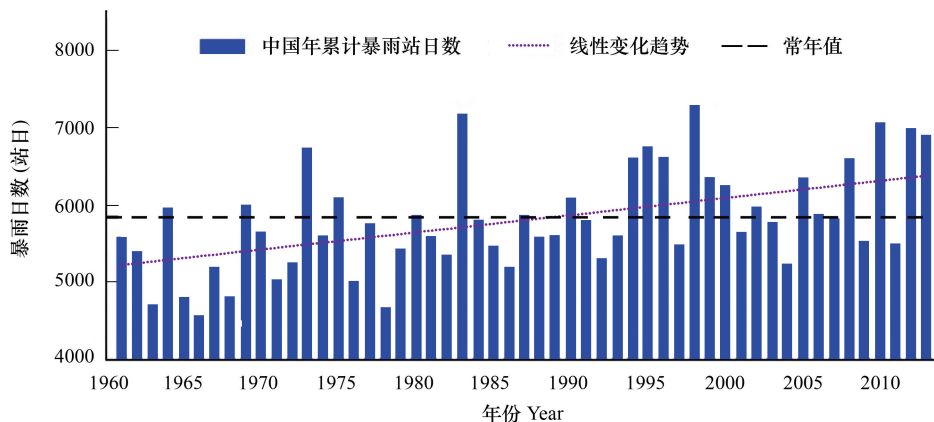


图 2 1961—2013 年中国年累计暴雨日数变化

(引自中国气象局气候变化中心《中国气候变化监测公报(2013 年)》)

1961—2013 年,中国全国区域性强降水事件的频次也呈弱的增多趋势(图 3),期间共发生 390 次

区域性强降水事件,其中极端强降水事件 37 次,严重强降水事件 81 次,中度强降水事件 158 次,轻度

强降水事件 114 次。

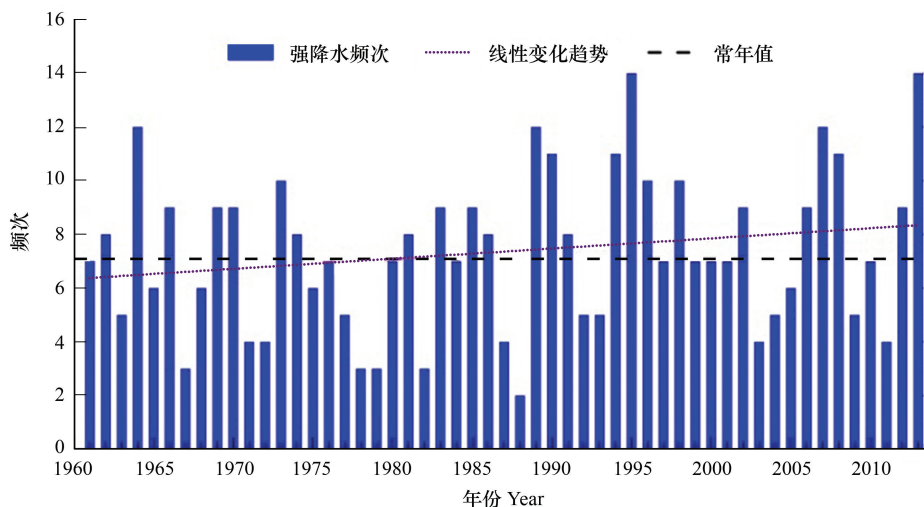


图3 1961—2013年中国区域性强降水事件频次变化

(引自中国气象局气候变化中心《中国气候变化监测公报(2013年)》)

研究表明^[10],1956—2013年中国全国平均年暴雨量、平均年暴雨日数和年暴雨强度均呈增加趋势,增加速率分别为3.18mm/10a、0.03d/10a和0.11mm/(d·(10a))。东部季风区1日、连续3日和连续5日最大降水量增加(减少)的站点数百分比分别为59.2%(40.8%)、54.4%(45.6%)和51.5%(48.5%),显著增加(减少)的站点数百分比分别为5.1%(1.2%)、4.2%(2.5%)和3.7%(2.8%)。这表明,中国极端强降水事件频数和强度确有增加趋势,同时极端降水持续时间呈短历时性倾向,使得气候变暖背景下中国气候变得涝时更涝。

■气候变暖背景下中国强降水的强度及其持续时间均出现新的特征

降水强度及其持续时间直接关系到城市雨水管渠设计重现期和内涝防治设计重现期,直接影响城市内涝防治体系的排水能力。研究表明,1960年以来中国极端降水事件和极端降水量与降水总量的比值均呈增加趋势,四季(春、夏、秋、冬)的降水量均有向极端化方向发展趋势。其中,西部地区四季的极端降水事件均呈显著增加趋势;江淮华南地区除秋季外均呈增加趋势;华北、东北地区除冬季增加外其它季节增减参半^[11]。

总体而言,中国的极端降水事件多发于35°N以南,特别是在长江中下游和江南地区以及青藏高原东南部,且在上述地区极端降水事件持续时间也较

长。在季节分布上,极端降水事件主要出现在夏季,以低持续性事件为主。特别是,在中国东部地区发生的极端降水事件通常呈持续时间越长且其降水强度也越强的特征^[12]。中国极端降水事件持续1天的频数占总频数的70%以上,即中国大部分极端降水事件仅能持续1天;持续2天的极端降水主要分布在江南、西南、东南沿海与华南沿海等地区;持续3天的极端降水主要发生在云贵高原西部和长江以南的东南地区;持续4天及以上的极端降水发生较为偶然,主要发生在中国南方多雨地区和云贵高原西部。同时,中国持续1天的极端降水强度呈东南向西北减弱趋势,东南部地区强度都在40mm/d以上,强度大于70mm/d的降水主要发生在华南沿海和长江中下游部分地区,西北大部分地区强度在20mm/d以下;持续2天的极端降水强度分布与持续1天的差异在于70mm/d以上的降水范围更大;持续3天的极端降水主要发生在东部地区,且强降水的范围进一步扩大,特别是华南沿海局部地区强降水强度进一步增大;持续4天以上的极端降水事件主要分布在中国南方,且在部分站点强度也更强^[12]。强度较大(50mm/d以上)的降水主要发生在105°—122°E之间和35°N以南,而持续时间越长、强度也越强的极端降水事件主要发生在100°—122°E之间、40°N以南的中国东部地区。尽管高持续性极端强降水事件发生次数较少,但由于降水的强度更大、持续时间更长,由此带来的降水量也越多,更容易造成城市

积水以及泥石流等灾害,对社会经济和人民生命财产的危害不容忽视。

■中国城市内涝防治展望

城市内涝防治是一项系统工程,涵盖从雨水径流产生到末端排放的全过程控制,包括产流、汇流、调蓄、利用、排放、预警和应急等。尽管 2014 年版的《室外排水设计规范》规定了中国城镇雨水管渠设计重现期和内涝防治设计重现期,但由于气候变化背景下中国的强降水强度及其连续时间均出现了新的特征,而且其空间分布也发生了变化。因此,迫切需要在规划城市雨水管渠设计重现期和内涝防治设计重现期时考虑气候变化背景下中国不同区域城市强降水强度及其持续时间的变化特征,以确保城市具有足够的排水能力,有效减少城市内涝灾害的发生。

参考文献 (References):

- [1] 张明泉,张曼志,张鑫,张胜平. 济南“2007·7·18”暴雨洪水分析. 防汛与抗旱, 2009, (17):40-44.
- [2] 王强,张华,王青,李书勇. 深圳河流域“6·13”特大暴雨洪水特性分析. 长江工程职业技术学院学报, 2009, 26(1):33-35.
- [3] 搜房网. 深圳雨灾损失约 5 亿. 暴雨没走远明天或又来[EB/OL]. [2008-06-16]. <http://news.SZ.soufun.com/2008-06-16/1836011.html>.
- [4] 中华人民共和国中央人民政府门户网. 上海百年一遇强降雨致中心城区 150 多条马路积水[EB/OL]. [2008-08-25]. http://www.gov.cn/jrzq/2008-08/25/content_1078983.html
- [5] 朱思诚,任希岩. 关于城市内涝问题的思考. 行政管理改革, 2011, 11:62-66.
- [6] 车伍,杨正,赵杨,李俊奇. 中国城市内涝防治与大小排水系统分析. 中国给水排水, 2013, 29(16):13-19.
- [7] Groisman P, Keal T, Easterling D, Knight R, Jamason P, Hennessy K, Suppiah R, Page C, Wibig J, Fortuniak K, Razuvaev V, Douglas A, Forland E, Zhai P. Changes in the probability of extreme precipitation: important indicators of climate change. Climatic Change, 1999, 42:243-283.
- [8] IPCC. Climate change 2001: the science of climate change. Houghton J T, Y Ding, D J Griggs, et al.(eds.). Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA. 2001, 156-159.
- [9] IPCC. IPCC fifth assessment report (AR5). Cambridge: Cambridge University Press. 2013
- [10] 任国玉,任玉玉,战云健,孙秀宝,柳艳菊,陈峪,王涛. 中国大陆降水时空变异规律——II. 现代变化趋势, 2015, 26(4):451-465.
- [11] 闵岫,钱永甫. 我国近 40 年各类降水事件的变化趋势. 中山大学学报:自然科学版, 2008, 47(3):105-111.
- [12] 王志福,钱永甫. 中国极端降水事件的频数和强度特征. 水科学进展, 2009, 20(1):1-9.

作者简介: 周广胜,博士、研究员、博士生导师、中国气象科学研究院副院长,世界气象组织(WMO)农业气象学委员会(CAGM)委员、全国生态保护与建设专家咨询委员会委员。主要从事生态系统对气候变化的响应与适应研究。是全球变化研究国家重大项目首席科学家、国家杰出青年科学基金获得者、中国科学院百人计划获得者,“新世纪百千万人才工程”国家级人选和中国气象局《应用气象研究计划》首席科学家。曾获第三世界科学组织网络和第三世界科学院农业奖、国家科技进步二等奖和中国科学院自然科学二等奖。发表论文 300 余篇,其中 SCI 论文百余篇。培养研究生 60 余名。E-mail: gszhou@cams.cma.gov.cn