

全球气候变化对水文与水资源的影响与建议

康乐 武梅 刘少杰 刘巧玲

鄂尔多斯水文水资源分中心

DOI:10.12238/hwr.v9i7.6472

[摘要] 全球范围内的气候变化已然成为世界所面临的关键环境难题。此篇文章分析气候变化对蒸发蒸腾、冰雪融化形成的水流、河川径流等水文要素的作用原理, 点明气候变化使得水资源在时间与空间上的分布不均问题以及供给与需求的矛盾进一步加剧, 并且提出搭建智能化、具备动态调整功能的水资源调配体系, 修复湿地与森林所构成的生态屏障, 以及发展雨水、中水在循环利用方面的分布式布局等应对提议, 为制定契合气候变化的水资源管理策略提供科学层面的依据。

[关键词] 气候变化; 水文过程; 水资源; 影响评估; 适应策略

中图分类号: TV211.1 文献标识码: A

The Impact and Suggestions of Global Climate Change on Hydrology and Water Resources

Le Kang Mei Wu Shaojie Liu Qiaoling Liu

Ordos Hydrological and Water Resources Sub center

[Abstract] Global climate change has become a key environmental challenge facing the world. This article analyzes the principle of climate change on hydrological factors such as evapotranspiration, water flow formed by ice and snow melting, river runoff, etc. It points out that climate change has further exacerbated the problem of uneven distribution of water resources in time and space, as well as the contradiction between supply and demand. It also proposes the establishment of an intelligent and dynamically adjustable water resource allocation system, the restoration of ecological barriers composed of wetlands and forests, and the development of distributed layouts for rainwater and reclaimed water recycling, providing a scientific basis for formulating water resource management strategies that are in line with climate change.

[Key words] climate change; Hydrological processes; Water resources; Impact assessment; Adaptation Strategy

引言

自工业革命开启之后, 大量使用化石燃料致使大气中的二氧化碳浓度持续走高, 引发了以气候变暖为主要特性的全球气候变化。依据政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 发布的第六次评估报告可知, 2011—2020年间全球地表平均温度相较于1850—1900年 (工业化之前的水平) 升高了 1.09°C 。气候变化对水文循环产生了深层次的影响, 从而影响到水资源在时间和空间方面的分布态势。深入分析气候变化对水文与水资源的影响内在原理, 有助于施行有效的举措以应对气候变化给水资源带来的挑战。

1 全球气候变化的主要特征

1.1 温度升高与降水模式改变

近百年来, 全球气候系统发生了显著变化, 其中最突出的特征就是全球平均气温的持续上升。根据政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第六次评估报告 (AR6) 的最新数据, 如果当前排放趋势持续, 2030—2035年全球升温可能突破 1.5°C 的临界点。与此

同时, 全球降水的时空分布格局也在发生改变。在大多数中高纬度陆地及赤道太平洋等地区, 降水量呈现出增加的趋势; 而在地中海地区、撒哈拉以南非洲、南亚和东亚部分地区等, 降水量则呈现下降趋势。另外, 部分地区的降水强度也发生了变化, 极端强降水事件发生的频率有所增加。气温上升和降水模式改变对水文循环和水资源产生了复杂影响, 使水资源的时空分布更加不均, 加剧了区域水资源短缺问题, 给粮食生产和生态系统带来严峻挑战。

1.2 极端气候事件频发

在全球变暖的大背景下, 极端天气气候事件发生的频率、强度和持续时间都呈现增加趋势, 包括高温热浪、干旱、强降水和风暴潮等。21世纪以来, 欧洲、亚洲、澳大利亚等地区遭受的热浪事件明显增多, 高温持续时间更长。与此同时, 气候变化导致部分地区的干旱化趋势更加明显, 在非洲、地中海地区以及我国西南和华北部分地区, 干旱发生的频率和严重程度都在增加。此外, 全球变暖还引起了强降水事件发生概率的上升和台风等热

带气旋强度的增强,这些极端气候事件严重危害人民生命财产安全,造成农业歉收、基础设施损毁,给防灾减灾和水资源管理带来巨大压力。

1.3 海平面上升与冰川消融

受全球增温的影响,海平面持续上升已成为不争的事实。1901–2018年间,全球平均海平面上升了约0.2米,且在近几十年呈加速上升趋势。预计到21世纪末,在高排放情景下,全球海平面还将上升0.28~0.55米。海平面上升可以直接导致岛国和沿海低洼地区被淹没的风险增加,威胁当地居民的生存和发展,也可能使得风暴潮等海洋灾害的破坏力增强。与此同时,两极冰盖和高山冰川也处于普遍消融状态,自20世纪90年代以来,北极海冰面积以每10年13%的速度持续减少,格陵兰冰盖、南极冰盖以及喜马拉雅山脉等高山冰川的质量损失也明显加快。冰川融水在短期内会增加河川径流补给,但从长远来看,随着固体水库储量减少,必将导致河流径流量下降,加剧区域水资源短缺问题。

2 气候变化对水文与水资源的影响

2.1 蒸发与蒸腾作用变化

气候变暖直接导致地表和水体的蒸发强度增加,植被蒸腾作用也随着气温的升高而加剧。这主要是因为气温升高延长了植物生长季,使得植被总初级生产力上升,叶面积指数增加,导致蒸腾总量增多。但在干旱半干旱地区,由于降水减少与气温过高导致的水分胁迫,植被生长受到抑制,蒸腾量反而呈现下降趋势。蒸发和蒸腾是陆地水分进入大气的主要途径,也是水循环中的关键环节。蒸发和蒸腾的变化直接影响流域水量平衡,进而影响地表径流、土壤水分、地下水补给等水文要素。在降水量减少而蒸发蒸腾增强的地区,可利用的水资源总量将进一步减少,加剧水资源短缺状况。

2.2 冰雪融水与河流径流

在气候变暖的影响下,冰川融水对河川径流的补给格局发生了明显改变。春季气温回升提前,使得融雪开始的时间也相应提前,同时冰川和积雪的消融速度加快,夏季高温也进一步加剧了冰雪的融化,这导致春夏季的河川径流量增加,融雪洪峰提前出现且峰值流量增大。但从长远来看,随着冰川体积不断减小,融水补给河川径流的总量必将逐年递减,这对于以冰雪融水为主要补给来源的河流而言,会使其径流量持续下降,甚至发生季节性断流,威胁当地的水资源安全。此外,冰川消融还可能诱发冰川洪水等次生灾害,给下游居民和基础设施带来严重的危害,气候变化导致河流结冰时间缩短、河冰厚度减小,也给冬季河流上的交通运输和工程设施维护带来一定的不利影响。

2.3 水资源供需矛盾加剧

在气候变化这一环境形势下,水资源供给与需求在时间和空间分布上的不相匹配状况愈发显著,供应和需求之间的矛盾也有了进一步的加剧。从一个角度来说,气温的攀升以及极端高温事件数量的增多,致使农业灌溉、工业冷却以及城乡居民生活对于水资源的需求数量明显上升。换个角度看,某些区域降水量

的降低造成地表水资源总体数量有所下降,这样一来能够被利用的水资源供应量也就减少了。与此同时,由气候变化所引发的极端干旱事件频繁出现,加大了区域水资源供应在波动程度与不确定方面的风险。在我国北方以及西南的部分区域,春夏连续干旱和秋冬连续降雨这类极端天气气候事件时有发生,给当地的农业生产以及城乡的供水工作带来了严峻的困难与挑战。在西北内陆的河流区域,水资源的总量长时间处于下降态势,最大可被利用的水资源数量已几乎接近开发利用所能达到的极限。

3 应对气候变化的建议

3.1 构建智能化动态水资源调配体系

气候变化加剧了水资源时空分布不均衡的问题,传统的水资源调配方式难以满足日益增长的用水需求。因此,需要构建智能化的动态水资源调配体系,以提高水资源配置的科学性和精细化水平^[1]。充分利用大数据、物联网、人工智能等现代信息技术,构建覆盖全流域的水文气象监测网络,实现地表水、地下水、土壤水等多要素的实时动态监测,并整合社会经济、水利工程运行等数据,建立流域水资源大数据中心。

在此基础上,研发智能化的水资源调度决策支持系统,通过机器学习算法分析水文过程演变规律,结合天气预报、用水需求预测等,优化水库群联合调度方案,动态分配地表水和地下水资源,实现丰枯季水量的统筹平衡和区域间水资源的优化调剂^[2]。在城市尺度,应推进智慧水务建设,在供水管网、排水管网中嵌入各类传感器,对管网水压、水质等进行全天候监控,及时发现爆管、漏损等问题,减少“跑冒滴漏”导致的水资源浪费。

3.2 系统性修复湿地森林生态屏障

湿地和森林是自然生态系统的重要组成部分,在涵养水源、调节径流、净化水质等方面发挥着不可替代的作用。为应对气候变化对水资源的不利影响,需要加强湿地和森林等自然生态系统的保护与修复^[3]。一方面,应严格保护现有湿地和森林资源,划定生态保护红线,严控开发强度,防止过度利用导致生态功能退化。另一方面,应大力开展退化湿地和森林的系统性修复,因地制宜采取人工种植、封育休养等措施,提高植被覆盖率,恢复其水源涵养功能。在实施生态修复过程中,应充分考虑流域上下游、左右岸的生态系统的整体性和连通性,系统推进山水林田湖草的综合治理,增强流域生态系统的健康稳定性。与此同时,还应注重发挥社区居民和社会组织的作用,通过开展生态补偿、生态扶贫等项目,调动各方参与生态保护与修复的积极性,推动形成全社会共建美丽中国的良好局面。

3.3 发展雨水中水循环利用分布式布局

随着社会经济的快速发展,许多地区的水资源开发利用已接近或达到上限,开源增供的空间十分有限。在此背景下,大力发展雨水、再生水等非传统水资源循环利用,对于缓解区域水资源短缺具有重要意义^[4]。雨水资源丰富但利用率低,是优质、宜收集的水资源,应结合海绵城市建设,因地制宜采用屋顶雨水罐、透水铺装、下凹式绿地、雨水花园等LID(Low-Impact

Development) 设施, 就地收集、净化、储存和利用雨水资源, 最大限度减少城市径流外排。

与此同时, 还应大力推广建筑中水和城市再生水回用, 在宾馆、学校、机关等公共建筑以及居民小区中推广中水回用系统, 将洗手、洗澡等轻度污染的灰水和屋顶雨水进行收集处理, 用于冲厕、绿化等, 提高水资源的重复利用率^[5]。在城市尺度, 应统筹布局再生水厂, 并铺设独立的再生水管网, 将城市污水处理厂尾水进一步深度处理达标后, 回用于工业冷却、市政杂用、生态景观补水等, 替代宝贵的自来水资源。

4 结束语

气候变化对于水文循环以及水资源所造成的影响是极为深刻的。气温升高、降水在时间和空间上分布状况的改变, 还有极端事件频繁发生等情况, 让水资源匮乏的问题愈发显著。应当强化对气候变化所产生影响的评价以及风险的预测, 进而制定出成体系的应对策略。唯有从水资源管控、生态环境修复、资源循环使用等多个层面积极开展行动, 才能够更为妥善地应对因

气候变化而引发的水资源难题, 最终达成人类与水的和谐共处, 以及人与自然的和谐共生。

[参考文献]

[1]刘春孝, 蒋斌. 关于气候变化对水文水资源影响的研究 [C]. 河海大学, 2024: 1123-1129.

[2]王冬青, 刘思扬. 全球气候变化对我国水文与水资源的影响 [C]. 北京水利学会, 2024: 366-372.

[3]史喜玲. 气候变化对水文水资源的影响综述 [J]. 农业科技与信息, 2021, (24): 16-17.

[4]扈家昱. 气候变化对水文水资源影响问题的探讨 [J]. 农业开发与装备, 2021, (10): 92-93.

[5]吴洋. 气候变化对水文水资源影响的表现及对策 [J]. 智能城市, 2021, 7(19): 59-60.

作者简介:

康乐 (1989—), 女, 汉族, 陕西西安人, 研究生, 工程师, 研究方向: 水文与水资源。