

气候变化对水文水资源的影响分析

李文波

河北省廊坊水文勘测研究中心

DOI:10.12238/hwr.v9i4.6236

[摘要] 水文水资源是现代社会的经济发展中的关键自然资源。气候变化不仅会引起水文水资源的改变,还会对整个自然生态环境造成广泛影响,进而影响到社会生活的方方面面。基于此,本文首先介绍了气候变化对水文水资源影响的紧迫性,分析了气候变化的主要表现形式,并详细论述了气候变化对水文水资源的多方面影响。在该基础上,结合相关实践经验,分别从加强气候变化监测和评估等多个方面,提出了应对气候变化对水文水资源影响的策略与建议。

[关键词] 气候变化; 水文水资源; 影响分析; 应对策略

中图分类号: P331.3 文献标识码: A

Analysis of the impact of climate change on hydrology and water resources

Wenbo Li

Langfang Hydrology Survey and Research Center

[Abstract] Hydrology and water resources are the key natural resources in the modern society and economic development. Climate change will not only cause the change of hydrology and water resources, but also have a wide impact on the whole natural ecological environment, and then affect all aspects of social life. Based on this, this paper first introduces the urgency of the impact of climate change on hydrology and water resources, analyzes the main manifestations of climate change, and discusses in detail the various effects of climate change on hydrology and water resources. On this basis, combined with relevant practical experience, the strategies and suggestions to deal with the impact of climate change on hydrology and water resources are put forward from many aspects such as strengthening climate change monitoring and assessment.

[Key words] climate change; hydrology and water resources; impact analysis; and coping strategies

引言

气候的变化改变了水文循环过程,影响着水资源系统的结构与功能,对人类进行水文和水资源的开发、利用以及对水资源的管理带来了前所未有的挑战。当前形势下,相关部门应宏观审视气候变化所形成的多元化影响,精准把握相应的应对策略,以保障水资源安全,促进可持续发展。

1 气候变化对水文水资源影响的紧迫性

水资源是人类生存和发展的基础。水资源的短缺、污染或时空分布不均都会对人类生产生活产生严重影响。随着全球气候变化的加剧,冰川融化、海平面上升,加剧了水资源的时空分布不均状态,对水资源的安全和可持续利用构成了严重威胁,水资源问题日益凸显,其紧迫性不容忽视。近年来,国家相关部门高度重视气候变化对水文水资源的影响应对,在制定严格的二氧化碳排放标准,建立健全水资源管理制度等方面实施了诸多宏观政策,为新时期全面有效应对气候变化影响提供了重要遵循。同时,广大技术人员同样在创新节水技术和建设水利工程设

施等方面进行了诸多有益探索与总结,初步构建形成了多元化的技术和措施体系,成效显著^[1]。尽管如此,受限于诸多主客观要素,当前气候变化对水文水资源的影响依旧不容忽视,各项具体应对措施针对性有待进一步增强,势必应立足实际,创新方式方法,科学应对气候变化,确保水资源的可持续利用和人类社会的可持续发展。

2 气候变化的主要表现形式

2.1 全球变暖

气候变化即气候系统在较长时期内的统计特征变化,包括平均值和变率的变化等两个维度意义。其中,气候变暖便是主要表现形式之一。数据表明,过去一个世纪全球平均气温显著上升,全球平均地表温度上升了约0.74℃,且升温速度呈现加快趋势。受此影响,温度升高导致蒸发量增加,特别是在干旱和半干旱地区加剧水资源消耗,且改变大气环流模式,影响降水分布和强度,导致一些地区降水增加,而另一些地区降水减少,不均衡性增强。

2.2 降水模式变化

降水模式变化主要表现在全球降水分布发生变化,呈现出“干者愈干,湿者愈湿”的趋势,极端降水事件频率和强度增加。在特定意义上,降水模式变化会导致水资源在空间和时间上分布更加不均,部分地区水资源短缺问题更趋严重,且极端降水事件增多使洪涝灾害发生频率和强度增加,对人民生命财产安全构成威胁。同时,在降水减少和蒸发加剧共同作用下,干旱灾害发生频率和强度同步增加,影响农业灌溉和生态用水,对水资源管理提出更高要求。

2.3 海平面上升

在全球变暖影响下,海水热膨胀和冰川融化现象加剧,全球海平面持续上升,过去一个世纪上升了约17cm,导致盐水入侵沿海含水层,影响淡水资源,并加剧沿海地区风暴潮和洪涝灾害风险^[2]。海平面上升还导致海岸侵蚀加剧,对沿海生态系统和基础设施构成严重威胁,不利于全球生态系统稳定。此外,气候变化还在海洋酸化、冰冻圈退缩等方面具有显著表现,需要采取更具针对性的方法策略予以识别并应对。

3 气候变化对水文水资源的影响分析

3.1 对地表径流的影响

随着全球气候的持续变暖,地表径流量的变化趋势呈现出显著的地域差异性和不确定性。在湿润或高海拔地区,由于冰雪融化和降水量的增加,地表径流量呈上升趋势,而在干旱和半干旱地区,地表径流量则呈下降趋势,进而影响水资源的可利用性。在径流时空分布的变化方面,由于降水模式改变,部分地区夏季径流量增加,冬季径流量减少,严重情况下会出现干旱和水资源短缺问题,对农业灌溉、城市供水和生态补水等方面构成挑战。此外,气候变化还导致极端径流事件的发生频率和强度发生变化,暴雨和洪水等极端降水事件使得地表径流在短时间内急剧增加,若超出河流和湖泊承载能力,则会导致洪水泛滥和水灾害等。

3.2 对水文循环的影响

3.2.1 气候变化对降水的影响

降水是水文循环中的关键环节,气候变化对降水的影响深远且复杂。随着全球气候变暖,大气环流模式发生改变,降水的时空分布、强度和频率均发生显著变化。一方面,气候变暖使大气中的水汽含量增加,但降水的分布却变得更加不均匀,使部分地区洪涝灾害风险增加,而部分地区则面临干旱威胁。另一方面,随着大气温度的升高,大气环流的不稳定性同步增强,进而对水循环产生明显影响,干扰水资源的稳定供应和生态环境平衡。研究表明,全球地面气温每升高1摄氏度,全球平均降水将增加2%~3%,海洋降水将增加3%~5%,降水极值增加4%~8%^[3]。

3.2.2 气候变化对蒸发的影响

水文循环中的蒸发环节决定了地表水体向大气中的水汽转移量。在气候变暖影响下,地表温度显著升高,直接增加了水分子的动能,从而加快了蒸发过程。蒸发强度的增加使地表水体向大气中的水汽转移量增加,进而影响水文循环的平衡。此外,湿

度是蒸发过程中的一个重要环境因素,其通过改变空气饱和水汽压和相对湿度来影响蒸发强度。在高湿度条件下,空气中的水汽含量接近饱和,蒸发强度会降低。而湿度与蒸发强度之间存在负相关关系,即湿度越高,蒸发强度越低。气候变化对蒸发的影响是多因素综合作用的结果,地形、土壤类型、植被覆盖等因素同样会对蒸发产生影响。

3.2.3 气候变化对地下水的影

在地下水补给量方面,由于其补给主要来源于降水、融雪等,而气候变暖导致降水模式和融雪过程发生变化,进而影响地下水的补给量。降水量减少则地下水补给量相应减少,而由于降水量增加或降水模式改变,地下水的补给量有可能相应增加。在地下水位的波动方面,若补给量减少则地下水位下降,导致地下水资源减少;若补给量增加,则地下水位上升,引发土壤盐碱化、地下水淹没等一系列问题,且增加海水入侵风险等。在地下水水质的变化方面,由于降水量变化和蒸发速率增加,地下水中的溶解氧含量、矿物质和溶解物浓度均会发生变化,改变地下水中微生物的种类和数量,对地下水的水质产生负面影响。

3.3 对水资源质量的影响

3.3.1 气候变化对水资源供需平衡的影响

气候变化对水资源供需平衡的影响是多方面的且复杂的。具体而言,气候变化导致全球气温升高,加剧两极冰盖融化,使海平面升高,并导致淡水资源减少而咸水资源量增加,直接影响水资源总量。现代人类生活和生产活动对水资源的需求同样会随着全球气候变暖而不断增加,容易进一步加剧水资源供需矛盾。此外,气候变化还影响水资源的利用效率,这主要表现在农作物生长期的延长和蒸散量的增加方面,以及水利设施的运行效率和维护方面,需要采取更具针对性的方法举措予以应对。

3.3.2 气候变化对水利工程的影响

在暴雨、洪水和干旱等全球气候变化导致的极端天气事件影响下,水利工程的安全运营面临直接威胁。比如,暴雨和洪水可能导致水库、堤防等水利工程设施超过设计标准,引发溃坝、决堤等严重灾害;而干旱则可能导致水利工程蓄水不足,影响其正常供水功能。此外,气候变化可能影响水利工程材料的性能,加剧混凝土碳化和钢筋腐蚀,降低工程耐久性和安全性,严重情况下引发安全事故。而在水利工程设计和建设,为了应对气候变化对水利工程的影响,需提高防洪标准以应对更频繁和更严重的洪水灾害,并需优化水资源配置方案以应对水资源短缺和过剩等问题。

3.3.3 气候变化对水生态环境的影响

气候变化对水生态环境的影响是多方面的,且往往相互交织,形成复杂的连锁反应。全球变暖导致湖泊、河流、海洋等水体的平均水温上升,改变水生生物栖息环境,影响水生生物的生存、繁殖和分布,对温度敏感的水生生物构成生存威胁。以珊瑚礁为例,其是海洋中生物多样性最丰富的生态系统之一,而当气候变化导致海水温度异常升高时,珊瑚虫会排出与其共生的虫黄藻,导致珊瑚失去颜色,露出白色的碳酸钙骨架,形成“珊瑚白

化”现象,久而久之导致珊瑚因缺乏能量而死亡。此外,极端高温还会导致水生生物死亡,改变水生生物种群结构。

3.4对冰川消融的影响

冰川是在高山或两极地区由积雪自身压力变成冰,又因重力作用而沿着地面倾斜方向移动的大冰块。随着全球气候变暖的趋势加剧,冰川消融的速度正在不断加快,特别是近年来热浪等极端气候事件的频发,进一步加剧了冰川消融。此外,在人类活动排放的大量温室气体影响下,大气中形成类似温室效应的现象,使地球表面温度持续升高,对冰川消融的影响同样不容忽视。冰川消融使淡水资源减少和分布不均,特别是在干旱和半干旱地区,冰川融水的减少将严重威胁当地居民的生活用水和农业生产。比如,格陵兰冰盖2022年夏季经历了有记录以来最严重的融化事件之一,短短三天内其表面融化面积达到约86万平方公里,相当于整个格陵兰岛面积的45%^[4]。

4 应对气候变化对水文水资源影响的策略与建议

4.1加强气候变化监测和评估

为有效应对气候变化的多方面影响,强化对气候变化的监测和评估至关重要。对此,可综合利用卫星遥感等技术手段和调查评价等方式,发挥相关领域监测站点作用,加快构建陆海统筹、天地一体、上下协同、信息共享的生态系统监测网络,全面覆盖冰川、河流、湖泊、湿地等关键水文水资源区域,实时监测气候变化对该区域的影响。利用地基空基等观测手段,建设全方位气候观测体系,对基本气候变量开展综合观测、协同观测,提升观测覆盖能力和数据准确性。加强对监测数据的集成分析和综合应用,开展影响评估,揭示气候变化对水文水资源的具体影响,及时发现变化、预警风险,推动问题早发现、早处置、早整改。

4.2加强水资源综合管理

首先,根据《全国水资源综合规划》等宏观政策,构建“四横三纵”的水资源配置总体格局,持续完善水资源配置体系,并建设一批支撑重点区域发展的水资源调配工程,提高水资源调配能力,满足国家总体发展战略和区域经济发展布局需求。其次,对农业、工业和生活用水实行严格的节水管理,推广节水技术和设备,提高水资源在时间和空间上的调配能力,优先保障城乡居民生活用水,禁止挤占基本生态用水和农田灌溉合理用水。再次,持续开展水环境综合整治,建设生态水系,推广运行自然生态驳岸、弯曲河岸线等生态措施,同步推进农村生活污水治理,依托城镇污水处理厂等保障农村生活污水治理进度^[5]。

4.3加强水利基础设施建设

加强水利基础设施建设,提高水资源调控和应对气候变化的能力,是保障国家防洪安全、饮水安全、粮食安全和生态安全的必然选择。加强大江大河、重要支流、中小河流及沿海堤防的建设和加固,提高防洪标准,并完善防洪排涝体系,增强城市防洪排涝能力。推进跨流域调水工程建设,以及水库、蓄滞洪区等调蓄设施建设,优化水资源配置格局,提高水资源调蓄能力。加强水利科技创新,推广先进适用的水利技术和设备,提高水利基础设施建设的科技含量,为水利基础设施运行和管理创造良好的基础条件。建立健全水利基础设施建设的监管机制,借鉴先进的水利基础设施建设经验,研发适应气候变化的水资源管理技术,推广节水技术和水资源循环利用。

5 结语

综上所述,气候变化对水文水资源的影响是多方面且深远的,其不仅改变了降水模式,导致水资源在时间和空间上的分布不均,还影响了水资源的质量和可利用性。因此,相关部门应采取一系列措施应对气候变化对水文水资源的影响,始终保持对气候变化的监测与评估,不断加强水利基础设施建设,推广节水技术和水资源循环利用技术,加强法律法规建设,提高水资源利用效率,减少水资源浪费,为全面提高水资源的可持续利用水平创造良好条件。

[参考文献]

- [1]赵娜,蔚波.气候变化对水资源与极端水文事件的影响研究[C]//2024首届水旱灾害防御与应急抢险技术论坛论文集,2024:1-6.
- [2]冯越,宋明琦.浅谈青海地区气候变化对水文水资源系统影响及对策应用[J].中国水运,2023,23(24):69-71.
- [3]席怀平.基于STAR气候模型的张家口市永定河流域气候变化及对水文水资源系统的影响[J].水利科技与经济,2023,29(6):117-122.
- [4]李浩浩,孙世宁.气候变化对渭河流域极端水文事件的影响及应对分析[J].治淮,2024(12):9-10,21.
- [5]陈楠.气候变化背景下洪涝灾害对流域生态水文环境影响研究[J].环境科学与管理,2025,50(1):39-42.

作者简介:

李文波(1982--),男,汉族,河北省大城县人,河北省廊坊水文勘测研究中心,工程师,本科,研究方向:水文水资源。