气候变化下区域水文循环响应特征及水资源脆弱性评估

张鑫厚 杨瑞锋

南京水科院瑞迪科技集团有限公司 江苏 南京 210000

摘要: 气候变化是当今全球面临的重要环境问题之一, 其对区域水循环产生了深远影响, 进而导致水资源脆弱性增加。本文旨在分析气候变化背景下区域水循环的响应特征, 并探讨水资源的脆弱性, 以期水资源管理和保护提供科学依据。

关键词: 气候变化; 水文循环; 水资源脆弱性; 区域响应特征

引言

水文循环是地球上水分在大气、陆地和海洋之间的持续循环过程, 对维持生态平衡和人类社会具有重要发展意义。然而, 随着全球气候变暖、极端天气事件频发等气候变化现象的出现, 区域水大循环过程正发生显著变化, 水资源的供需矛盾日益加剧, 水资源脆弱性显著增加。因此, 深入研究气候变化下区域水文循环的响应特征及水资源脆弱性具有重要意义。

1 气候变化对区域水循环的影响

1.1 对降水的影响

气候变化正悄然改变着全球的降水格局, 这种变化呈现出明显的地域性差异。在一些地区, 如我国的西部地区, 降水量呈现出逐年增加的趋势, 频繁的降雨不仅改变了当地的生态环境, 也对水资源管理和防洪设施提出了新的挑战。而与此同时, 部分北方地区却面临着持续干旱的严峻考验, 降水量显著减少, 导致地下水位下降, 河流断流, 农业生产受到严重影响。这种降水分布的不均匀性, 加剧了区域水循环的不稳定性, 使得水资源管理变得更为复杂和艰巨。

1.2 对蒸发的影响

随着全球平均温度的持续升高, 蒸发量也随之呈现出上升趋势。蒸发作为水循环中不可或缺的一环, 其增加直接导致地表径流量的减少。在干旱和半干旱地区, 原本就稀缺的水资源因蒸发加剧而变得更加紧张。蒸发量的增加不仅影响了地表水的补给, 还加剧了土壤水分的流失, 对农业生产和生态环境造成了不利影响^[1]。同时, 蒸发的增加也进一步加剧了干旱地区的缺水问题, 使得水资源短缺成为制约这些地区发展的瓶颈。

1.3 对河流的影响

气候变化对河流的影响尤为显著, 主要表现在径流量的变化上。随着蒸发量的增加和降水格局的改变, 许多河流的径流量呈现出明显的下降趋势。一些河流甚至

出现了干枯现象, 河流生态系统的平衡被严重打破。径流量的减少不仅影响了河流的自净能力, 还对依赖河流水资源的人类社会生产生活造成了严重影响。灌溉、工业用水、居民生活用水等方面都面临着前所未有的挑战。

1.4 对冰川积雪的影响

全球气候变暖导致两极及高山地区的冰川积雪加速融化。这一变化不仅导致了海平面的上升, 还对以冰川积雪为重要水资源来源的河谷地区产生了深远影响。冰川积雪的减少使得这些地区的水资源供应变得日益紧张, 对农业生产和社会经济发展构成了严重威胁。同时, 冰川积雪的融化还可能导致洪涝、泥石流等自然灾害的频发, 给人类生命财产安全带来巨大风险。

2 气候变化下区域水文循环响应特征

2.1 水资源时空分布不均

在气候变化的背景下, 区域水循环过程发生了显著的变化, 这直接导致了水资源在时间和空间上的分布变得更加不均。一方面, 由于全球降水格局的改变, 一些地区原本就稀缺的水资源变得更加紧张, 长期干旱使得河流干涸、湖泊萎缩, 农业生产受到严重制约, 居民生活用水也面临困难。这些地区的水资源短缺问题日益凸显, 成为制约当地经济社会发展的瓶颈。另一方面, 气候变化也加剧了洪涝灾害的发生。在一些地区, 由于降水量集中、强度大, 导致河流泛滥、城市内涝, 给人民生命财产安全带来严重威胁。这种水资源时空分布的不均性, 不仅加剧了区域水资源的脆弱性, 也使得水资源管理和调度变得更加复杂和艰巨。

2.2 水文极端事件频发

气候变化导致极端天气事件频发, 这些极端天气事件对区域水文循环产生了严重影响。暴雨、洪水等极端降水事件使得河流径流量急剧增加, 超出了河流的承载能力, 导致洪水泛滥, 造成巨大的人员伤亡和财产损失。同时, 干旱等极端天气事件也使得水资源供需矛盾

加剧,农业生产受到严重影响,居民生活用水也面临困难。这些水文极端事件的频发,不仅加剧了水资源的供需矛盾,也对人类社会的生产生活造成了巨大损失。为了应对这些挑战,我们需要加强水文监测和预警能力,提高水资源管理和调度的水平,确保水资源的可持续利用。

2.3 水文循环过程加速

随着全球平均温度的升高和蒸发量的增加,区域水文循环过程正逐渐加速。这种加速过程使得地表径流量进一步减少,地下水位下降,河流干涸,湖泊萎缩。这种变化对区域生态系统平衡构成了严重威胁,影响了湿地生态系统的稳定性和生物多样性。同时,水文循环过程的加速也对人类社会发展构成了挑战。农业灌溉水源不足、工业生产用水紧张、居民生活用水困难等问题日益凸显^[2]。因此,我们需要加强水资源保护和管理,提高水资源利用效率,确保水资源的可持续利用,以应对气候变化带来的挑战。

3 气候变化下水资源脆弱性分析

3.1 水资源供需矛盾加剧的脆弱性

在气候变化的背景下,区域水大循环过程发生了显著变化,这一变化直接加剧了水资源的供需矛盾,使得水资源的脆弱性愈发凸显。一方面,气候变化导致的降水模式改变和极端天气事件频发,如长期干旱、降水减少等,使得一些原本水资源就相对匮乏的地区面临更加严峻的水资源短缺问题。这些地区的河流流量锐减,湖泊水位下降,地下水资源也日渐枯竭,导致农业灌溉、工业生产、居民生活等各个方面都受到严重影响。这种水资源短缺不仅制约了区域经济的可持续发展,还可能引发社会不稳定因素,如农业产量下降导致的粮食安全问题、工业生产受限导致的经济损失等。另一方面,在水资源相对丰富的地区,由于气候变化带来的不确定性和人类活动的影响,也可能出现水资源浪费和不合理利用的现象。这种供需矛盾的不平衡加剧了水资源的脆弱性,使得水资源系统更加难以承受外部冲击和压力。一旦遭遇极端天气事件或人类活动的不当干扰,就可能导致水资源系统的崩溃和失衡。

3.2 水资源质量下降的脆弱性

气候变化对水资源质量的影响同样加剧了水资源的脆弱性。极端天气事件的频发,如暴雨和洪水,不仅可能直接对水体造成物理性破坏,还可能携带大量泥沙、有害物质和病原体进入河流和湖泊,导致水质恶化。这种水体污染不仅降低了水资源的利用价值,还可能对生态环境和人类健康造成长期危害。同时,气候变化带来的干旱和蒸发量的增加,加剧了水资源的盐碱化和荒漠

化现象^[3]。在干旱地区,地下水位的下降和地表水的减少使得土壤中的盐分逐渐积累到地表,形成盐碱地,这不仅影响了农作物的生长和产量,还可能破坏生态平衡。而荒漠化的加剧则使得原本就脆弱的生态环境更加恶化,进一步降低了水资源的可利用性和可持续性。

4 应对措施与建议

4.1 加强气候变化监测与预警系统建设

气候变化对水资源的影响具有复杂性和不确定性,因此,加强气候变化监测与预警系统建设是应对这一挑战的首要任务。首先,我们需要建立和完善气候变化监测网络。这包括增设地面观测站、气象雷达、卫星遥感等监测设备,提高监测的密度和精度。通过实时监测气温、降水量、蒸发量、风速、湿度等关键气象要素,为气候变化研究和水资源管理提供基础数据支持。其次,要加强气候变化数据的分析和处理能力。利用大数据、人工智能等先进技术,对海量气象数据进行挖掘和分析,提取出有价值的信息,为气候变化趋势的预测和水资源管理的决策提供依据。再者,要建立和完善气候变化预警系统。通过对历史气象数据的分析和模拟,建立气候变化预警模型,及时发布气候变化预警信息。特别是要加强极端天气事件的预警,如暴雨、洪水、干旱等,为相关部门和公众提供足够的准备时间,减少气候变化对水资源和人类社会的影响。此外,还需要加强国际合作与交流。气候变化是全球性问题,需要各国共同应对。通过加强国际合作与交流,共享气候变化监测与预警的信息和技术,共同提高气候变化监测与预警的能力,为全球水资源管理和保护提供有力支持。

4.2 完善水资源规划与调度机制

制定科学的水资源规划和调度机制是缓解水资源供需矛盾、提高水资源利用效率的重要手段。首先,要根据不同地区的水资源状况和气候变化趋势,制定差异化的水资源开发策略。在水资源丰富的地区,要注重水资源的合理调配和高效利用,避免水资源的浪费;在水资源匮乏的地区,则要加强水资源节约和保护,确保有限的水资源得到充分利用。其次,要建立和完善水资源调度机制。通过科学调度和优化配置,实现水资源的时空均衡分布。这包括加强跨流域调水工程的建设和管理,实现水资源的区域间调配;加强水库、湖泊等蓄水设施的建设和管理,提高水资源的调节能力;加强地下水资源的开发和管理,确保地下水资源的可持续利用。同时,要建立水资源应急调度机制,应对突发水资源短缺事件。再者,要将水资源规划纳入国民经济和社会发展规划体系^[4]。水资源是经济社会发展的重要基础,水资源

规划应与经济社会发展规划相协调、相促进。通过制定长期的水资源发展规划,为经济社会的可持续发展提供有力保障。此外,还需要加强水资源管理的法治建设。通过制定和完善水资源管理的法律法规,明确水资源管理的权利和义务,规范水资源管理的行为,为水资源管理和保护提供法律保障。

4.3 加强水资源保护与监管措施

加强水资源保护与监管措施是保障水资源质量和数量的重要途径。首先,要加大对水资源污染和生态破坏行为的打击力度。严格执法,对违法行为进行严厉处罚,形成有效的震慑作用。同时,要加强对工业、农业、生活等各个领域的水资源污染排放的监管,确保废水达标排放,减少水资源污染。其次,要加强对水源地的保护和管理。划定水源地保护区,限制保护区内的开发活动,确保水源地的水质安全。同时,要加强对湿地、河流、湖泊等生态系统的保护,恢复和改善水生态环境,提高水生态系统的自我修复能力和稳定性。再者,要加强水资源管理的信息化建设。利用现代信息技术手段,提高水资源管理的效率和准确性。通过建立水资源管理信息系统,实现水资源的实时监测、预警和管理。同时,要加强水资源管理的数据共享和信息公开,提高水资源管理的透明度和公信力。此外,还需要加强水资源保护的科技支撑。通过加大科技投入,推动水资源保护技术的研发和应用,提高水资源保护的科学化水平。同时,要加强水资源保护的人才培养和队伍建设,为水资源保护和管理提供有力的人才保障。

4.4 提升公众节水意识与参与度

提升公众节水意识与参与度是缓解水资源供需矛盾、提高水资源利用效率的重要基础。首先,要通过宣传教育等方式普及节水知识。利用电视、广播、报纸等传统媒体以及网络、微信等新媒体平台,广泛宣传节水理念和节水技术,提高公众的节水认知水平。同时,要开展节水宣传进校园、进社区等活动,让节水理念深入人心。其次,要推广节水技术。鼓励和支持企业研发和

推广节水器具和节水方式,如节水型洗衣机、节水型马桶等。同时,要加强对节水技术的培训和指导,让公众掌握正确的节水方法和技术。再者,要鼓励公众积极参与水资源保护和管理。通过建立公众参与机制,让公众有机会参与到水资源管理的决策过程中来。同时,可以组织节水宣传活动、开展节水竞赛等方式,激发公众的节水热情和参与度。此外,还需要加强对公众节水行为的引导和激励。通过制定节水政策、提供节水补贴等方式,引导公众积极采取节水措施。同时,要加强对节水典型的宣传和表彰,形成良好的节水氛围和风尚。

结语

气候变化对区域水文循环产生了深远影响,进而导致水资源脆弱性增加。为应对这一挑战,我们需要加强气候变化监测与预警工作、完善水资源规划与调度机制、加强水资源保护与监管措施以及提升公众节水意识与参与度等方面的努力。通过这些措施的实施,我们可以更好地保护和管理我们的水资源,实现可持续发展目标。

参考文献

- [1]卢伟,贺俊伟.气候变化对水文循环及水资源可利用性的影响研究[C]//冶金工业教育资源开发中心.2024精益数字化创新大会平行专场会议——冶金工业专场会议论文集(下册)。青海省水文水资源测报中心;2024,(05):191-193.
- [2]白邳杰,朱仟,黄萍,等.气候变化下中国典型流域水文干旱特征的变化预估[J/OL]。中国农村水利水电,2025,(03):1-19
- [3]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,浙江省水利河口研究院(浙江省海洋规划设计研究院),浙江省水利学会.2024(第十二届)中国水生态大会论文集。黄河水利委员会上游水文水资源局;2024,(02):1123-1129.
- [4]柴会霞,谭立海,潘加朋.气候变化背景下黑河流域水文及水资源特征[J].水利水电技术(中英文),2023,54(S2):98-104.