

# 气候变化背景下的流域水资源管理挑战与应对策略

郭栋

奇台县水利管理站

DOI:10.12238/hwr.v9i6.6416

**[摘要]** 随着全球气候变化的加剧,其对水文循环及水资源分布的影响日益显著,给流域水资源管理带来了前所未有的挑战。本论文以“气候变化背景下的流域水资源管理挑战与应对策略”为主题,旨在探讨在气候变化背景下,如何有效管理和保护流域水资源,确保水资源的可持续利用。首先,本文分析了气候变化的基本特征及其对流域水文过程的具体影响,包括降水模式的变化、蒸发量的增加以及极端气候事件的频发等。接着,针对当前流域水资源管理体系中存在的问题,如管理体制不完善、技术手段落后及公众参与不足等进行了深入剖析。基于上述分析,本文提出了一系列适应气候变化的流域水资源管理策略,包括建立弹性规划与动态调度机制、推广节水技术和加强跨区域协同治理等措施。最后,总结了主要研究结论,强调了适应性管理的重要性,并对未来研究方向提出了展望。研究表明,面对气候变化带来的不确定性,采取科学合理的应对策略对于保障流域水资源的安全至关重要。

**[关键词]** 气候变化; 流域水资源管理; 水文过程; 供需平衡; 适应性管理

中图分类号: P331 文献标识码: A

## Challenges and response strategies of watershed water resources management under the background of climate change

Dong Guo

Qitai County Water Conservancy Management Station

**[Abstract]** With the intensification of global climate change, its impact on hydrological cycle and water resource distribution is becoming increasingly significant, posing unprecedented challenges to watershed water resource management. The theme of this paper is "Challenges and Response Strategies of Watershed Water Resources Management under the Background of Climate Change", aiming to explore how to effectively manage and protect watershed water resources under the background of climate change, and ensure the sustainable use of water resources. Firstly, this article analyzes the basic characteristics of climate change and its specific impacts on hydrological processes in river basins, including changes in precipitation patterns, increased evaporation, and frequent occurrence of extreme climate events. Subsequently, an in-depth analysis was conducted on the problems existing in the current watershed water resources management system, such as incomplete management systems, outdated technological means, and insufficient public participation. Based on the above analysis, this article proposes a series of watershed water resource management strategies to adapt to climate change, including establishing flexible planning and dynamic scheduling mechanisms, promoting water-saving technologies, and strengthening cross regional collaborative governance measures. Finally, the main research conclusions were summarized, emphasizing the importance of adaptive management and providing prospects for future research directions. Research has shown that in the face of uncertainty brought about by climate change, adopting scientifically reasonable response strategies is crucial for ensuring the security of water resources in river basins.

**[Key words]** climate change; Watershed water resources management; Hydrological processes; Supply-demand balance; adaptive management

## 引言

全球气候变化已成为21世纪人类面临的最严峻挑战之一。

根据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六次评估报告,自工业革命以来,由于温室气体排放的持续增加,全球平均气温

显著上升,极端气候事件频率和强度不断增加,降水格局发生深刻变化。这些变化对自然生态系统和人类社会产生了广泛而深远的影响,尤其是在水资源领域,气候变化正在加剧水文循环的不确定性,导致干旱、洪涝等灾害频发,进而威胁到流域水资源的安全供给与可持续管理。

## 1 气候变化特征及其对流域水文过程的影响

### 1.1 气候变化的基本特征

全球气候变化主要表现为气温持续上升、降水模式发生改变以及极端气候事件频发等特征。近几十年来,大气中温室气体浓度不断升高,导致地球表面平均温度显著上升。根据观测数据显示,过去一百年间全球地表温度整体呈上升趋势,尤其是在北半球中高纬度地区表现更为明显。同时,降水的时空分布也发生了明显变化,部分地区降水量减少,干旱频率增加,而另一些区域则出现强降雨增多、洪涝风险加大的趋势。这种不均衡的降水变化直接影响了流域内的水资源补给和分配格局。此外,极端天气事件如热浪、暴雨、台风等的发生频率和强度均有增强趋势,给流域水文系统带来更大的不确定性和压力。这些气候变化特征不仅改变了自然水循环过程,也对水资源的可用性和管理方式提出了新的挑战。

### 1.2 气候变化对水文过程的影响机制

气候变化通过多种途径作用于流域的水文过程,进而影响水资源的形成、转化和分布。气温升高会加剧蒸发作用,导致土壤水分流失加快,降低地表径流的形成效率。降水形式和频率的变化则直接影响流域的产汇流过程,若降水集中且强度大,容易引发洪水;反之,降水减少或季节错配则可能导致干旱加剧。冰川融化和积雪提前消融也会改变河流的季节性流量特征,影响下游地区的水资源供给稳定性。地下水补给受到降水和地表植被变化的双重影响,其动态变化往往滞后但长期效应显著。

## 2 流域水资源系统脆弱性评估

### 2.1 评估指标体系构建

流域水资源系统的脆弱性评估是识别其在气候变化影响下易受损程度的重要手段。构建科学合理的评估指标体系是开展此项研究的基础环节。该体系应综合考虑自然条件与社会经济因素,涵盖水资源供给、需求、利用效率以及生态响应等多个方面。具体而言,可包括降水变化率、地表径流模数、地下水位变化趋势等自然水文要素,同时纳入人口密度、农业用水比例、工业用水强度、供水保障率、污水处理能力等社会经济类指标。此外,还需引入生态系统健康指数、植被覆盖度等反映生态环境压力的参数。通过多维度数据的整合,形成一个层次清晰、结构完整的评价框架,从而更全面地揭示流域水资源系统对外界扰动的敏感性和适应能力。

### 2.2 流域脆弱性空间分布与热点识别

基于上述评价方法所得到的结果,可以进一步分析流域水资源系统脆弱性的空间分布特征,并识别出脆弱性较高的“热点”区域。从整体来看,水资源供需矛盾突出、基础设施薄弱、生态环境退化的地区往往表现出更高的脆弱性水平。例如,上游

水源涵养区可能因植被破坏导致补给能力下降,而下游平原地区则可能因过度开采地下水而面临地面沉降等问题。通过绘制脆弱性空间分布图,能够直观展现不同区域的差异性,并有助于锁定重点治理区域。此外,结合历史干旱、洪涝灾害发生频率等辅助信息,还可以验证脆弱性评价结果的合理性。识别出的脆弱性热点区域,将成为未来水资源适应性管理的重点关注对象,为其制定有针对性的风险防控和能力建设措施提供科学依据。

## 3 气候变化对流域水资源供需平衡的影响

### 3.1 水资源供给变化趋势

气候变化正在深刻影响流域水资源的供给能力。降水是流域地表水和地下水补给的主要来源,其总量、强度和时空分布的变化直接影响水资源的可获得性。近年来,许多地区出现了降水减少或季节错配的现象,导致河流径流量下降,水库蓄水量减少,地下水补给不足。特别是在干旱半干旱区域,水资源供给的不稳定性显著增强。同时,气温上升加剧了蒸发过程,进一步削弱了有效水资源量。冰川融水在某些流域中原本是重要的季节性水源,但随着全球变暖,冰川加速消退,短期内可能增加夏季径流,但从长期来看将导致水源枯竭。

### 3.2 水资源需求预测

在供给趋紧的同时,流域水资源的需求却呈持续增长态势。农业用水仍是大多数流域的最大用水部门,随着耕地面积扩大和灌溉需求增加,农业取水量预计将继续上升。工业用水受经济发展的驱动,尤其在快速城市化和工业化进程中,制造业、能源生产和高耗水产业对水资源的依赖程度较高。城市人口的增长也带动了生活用水的刚性增长,尤其是在基础设施尚不完善的地区,供水保障面临较大压力。此外,生态系统用水日益受到重视,维持河流生态基流、湿地补水等生态需水也成为水资源分配的重要组成部分。综合考虑人口、经济、产业结构等因素,未来流域水资源需求将持续攀升,尤其是在气候变化与社会经济发展叠加影响下,水资源供需矛盾将进一步凸显。

### 3.3 水资源供需矛盾加剧的表现

随着气候变化影响的加深和人类用水需求的增长,流域水资源供需矛盾日益突出,并呈现出多种具体表现形式。一方面,部分区域出现季节性缺水现象,雨季水资源相对充足而旱季则严重短缺,供需时间错位问题明显。另一方面,区域性水资源分布不均导致上下游、城乡之间用水冲突加剧,部分地区甚至出现争水、抢水现象。极端气候事件如干旱和洪涝的频发,也使得水资源系统应对能力面临考验,常规调度难以满足突发情况下的用水需求。此外,水质恶化进一步压缩了可用水资源总量,即便水量充足,若水质不达标也无法有效利用。

## 4 当前流域水资源管理挑战的分析

### 4.1 技术手段与信息化水平

当前我国流域水资源管理在技术手段和信息化建设方面仍存在明显短板。尽管部分地区已初步建立了水文监测网络和数据采集系统,但整体来看,监测站点分布不均、设备老化、数据更新滞后等问题仍然突出,难以满足气候变化背景下对水资源

动态变化的实时掌握需求。同时,不同部门之间的数据共享机制不健全,信息孤岛现象普遍,导致数据利用率低,影响了决策的科学性和时效性。此外,现代信息技术如遥感监测、人工智能分析、大数据预测等在水资源管理中的应用尚处于起步阶段,尚未形成系统化、智能化的管理平台。

#### 4.2 利益相关者参与程度

流域水资源管理涉及多方利益主体,包括政府、企业、农业用水户、居民以及生态保护组织等。然而,在当前管理体系中,公众和社会力量的参与程度普遍偏低。政策制定和执行过程中,往往以政府主导为主,缺乏对基层用水单位和社区的意见征集机制,导致部分政策措施脱离实际,难以落地实施。同时,农民、企业等用水主体在节水意识、资源保护责任认知方面仍有待提升,部分群体存在过度取水、浪费水的现象。此外,非政府组织、科研机构等专业力量在水资源治理中的作用尚未得到充分发挥,未能形成多元共治的良好格局。这种单一化的管理模式不利于调动各方积极性,也制约了水资源管理效率的提升。

#### 4.3 应对气候变化的适应性能力不足

面对气候变化带来的不确定性,现有流域水资源管理体系在适应性方面表现出明显不足。一方面,多数地区的水资源规划仍基于历史气象数据进行设计,缺乏对未来气候趋势的动态预判和弹性调整机制,导致应对突发干旱或洪涝事件的能力较弱。另一方面,风险预警体系不完善,应急响应机制不够灵活,无法快速适应极端天气带来的水资源供需失衡问题。此外,相关政策法规在应对气候变化方面缺乏针对性,尚未建立起系统的气候适应型管理制度。例如,针对季节性水量波动的调度预案、跨区域水资源调配机制以及生态补偿制度等仍不健全。

### 5 气候变化背景下流域水资源管理的应对策略

#### 5.1 强化水资源节约与高效利用

在气候变化导致水资源供给不确定性增加的背景下,提高用水效率、推进节水型社会建设成为缓解供需矛盾的关键路径。农业作为最大的用水部门,应加快推广滴灌、喷灌等高效节水灌溉技术,优化种植结构,减少高耗水作物的种植比例。工业领域需加强循环用水和废水回用体系建设,推动企业实施节水改造,提升用水重复利用率。城市生活用水方面,应完善供水管网设施,降低漏损率,并通过价格机制引导居民合理用水。同时,应加强对地下水开采的监管,防止过度抽取造成的生态退化。通过制度引导、技术支持和公众参与相结合的方式,构建覆盖全行业的节水体系,实现水资源的可持续利用。

#### 5.2 推进跨区域协同治理机制

流域水资源管理具有显著的空间关联性,上下游地区之间

在水量分配、水质保护等方面存在复杂的利益关系。面对气候变化带来的区域性水资源压力,亟需建立更加高效的跨区域协同治理机制。应在现有流域管理机构基础上,进一步明确各行政主体之间的权责分工,推动形成统一规划、联合调度、信息共享的管理模式。同时,探索建立流域生态补偿机制,通过财政转移支付或水权交易等方式,实现上下游利益平衡。

#### 5.3 加强科技创新与信息化支撑

现代科技手段是提升水资源管理水平、增强气候适应能力的重要支撑。应加快推进智慧水利系统建设,依托遥感监测、物联网、大数据分析等技术,实现对降水、径流、地下水位等关键水文要素的实时感知与动态评估。同时,开发基于人工智能的水资源预测模型,提高对未来水资源供需变化的预判能力,为科学决策提供数据支持。在信息共享方面,应打破部门壁垒,建立统一的数据平台,推动气象、水文、环保等多源数据融合应用,提升管理效率和响应速度。此外,应加大对新型节水材料、雨水收集利用、海水淡化等前沿技术的研发投入,为水资源短缺问题提供多样化解决方案。通过科技赋能,推动流域水资源管理向智能化、精细化方向转型。

### 6 结论

气候变化对流域水资源系统带来了深远影响,加剧了水资源供需矛盾,提升了管理复杂性。本研究分析了当前流域水资源管理体系在技术手段、利益参与和适应能力方面的不足,并提出了相应的应对策略。强化节水与高效利用、推进跨区域协同治理、提升科技与信息化水平,是增强流域水资源系统韧性的重要途径。研究表明,在未来水资源管理中,必须坚持系统思维,统筹自然与社会因素,构建灵活适应气候变化的管理模式。只有通过制度创新、技术支撑与多方协作相结合,才能有效提升流域水资源系统的稳定性与可持续性,为实现水资源安全提供坚实保障。

#### [参考文献]

- [1]褚敏,张兰芳,赵耀,等.新形势下菏泽市水资源管理的困境与突破[J].吉林水利,2025,(04):50-53.
- [2]郭煜.气候变化背景下水资源分布的环境气象影响[J].清洗世界,2025,41(03):154-156.
- [3]姜思静.气候变化下水资源供需预测及水权初始分配研究[D].华中科技大学,2024.
- [4]石月洪.气候变化对水资源的影响分析[J].水上安全,2024,(08):110-112.

#### 作者简介:

郭栋(1993—),男,汉族,山西吕梁人,硕士,中级职称,研究方向:水利运行管理。