

气候变化对水资源影响的评估与应对策略

沈 方

运城市水务局 山西 运城 044000

摘 要：当前全球气候变暖进程持续推进，区域水文循环格局正发生深刻调整，不同层级的水资源系统均呈现出差异化的演变特征。本文围绕气候变化背景下水资源的多维度影响展开系统评估，梳理当前水资源领域潜藏的各类风险，结合区域水文禀赋特征提出适配性的调控路径，可为不同区域应对气候扰动、稳定水资源供给秩序提供务实参考。

关键词：气候变化；水资源演变；水文风险评估；适应性调控；水生态保护

引言：全球气温的持续攀升正在逐步重塑原有大气环流格局，直接改变区域降水分配与蒸发耗散规律，让天然水资源系统的稳定运行状态受到持续冲击。近年来各地极端旱涝事件频发，水资源供需适配难度不断提升，水生态退化的趋势尚未得到完全遏制。厘清气候变化对水资源系统的作用逻辑，构建可落地的适应性应对体系，已经成为当前水文领域需要推进的核心工作。

1 气候变化下水资源系统变化特征分析

1.1 气候要素的整体变化趋势

全球气候环境处于不断变动之中，各地气温整体保持上升态势，不同季节的温度波动幅度有着显著区别。暖季的高温覆盖时长稳步增加，冷季的低温存续范围持续缩减，极端温度的出现频次逐年增多。大气环流格局的改变，重塑了区域降水的形成条件。降水的时间分配愈发不均，雨季降水集中度有所提升，旱季的干旱持续时间不断拉长^[1]。大气干湿状况持续更迭，空气蒸发能力始终处于动态变化中，改变了区域水文环境的基础条件，推动水资源系统整体状态发生转变。

1.2 地表水资源时空演变特征

河流、湖泊、湿地等各类地表水体，整体存续状态会随气候环境改变发生明显变化。时间层面，地表水体的水量盈亏呈现阶段性偏移，丰水期的水量蓄积状态有所调整，枯水期的水量消耗速度持续加快。空间层面，不同地域的地表水体存量表现出差异化变化，部分区域水域覆盖面积逐步缩小，水体碎片化的现象愈发突出。各类地表水体的自然补给条件持续变差，天然来水补给的连续性遭到破坏，水体存续周期出现明显波动，地表水资源原本的稳定状态逐步被打破。

1.3 地下水资源动态变化特征

地下水资源储存于地层岩土空隙内，储量多少与赋存状态，会长期受到气候环境的调控影响。气候条件的变化改变了降水入渗补给环境，地下水获取的天然补给水量始终处于动态浮动状态。长期升温加剧了土壤表层的蒸发作用，浅层地下水的水分流失不断加剧。多地地下水位保持波动下降的态势，地下水含水层的储水充盈度持续走低。深层地下水的循环更新进程变慢，水体更新周期不断延长，地下水资源天然再生能力有所改变，整体储存和分布结构随之调整。

1.4 水资源循环系统演变规律

蒸发、降水、入渗、径流共同构成自然水资源循环体系，各个运转环节都会随气候演变持续调整。气温变化重塑了区域蒸发机制，陆地与各类水体的蒸发总量产生长期的动态变化。降水格局的调整，改变了地表径流的生成环境，径流的形成速度与输送轨迹随之产生细微调整。土壤水分的移动状态发生改变，水分纵向渗透与横向流动的节奏不断变化。水循环各环节的衔接节奏逐步紊乱，单一环节的运转速度出现快慢波动，整个水文循环体系的运行节奏失去平衡，天然水循环的稳定结构被打破，水资源系统的自然运行模式出现长期演变。

2 气候变化对水资源的多维度影响评估

2.1 对水资源总量平衡的影响

气候环境始终处于动态变化之中，不断打乱区域水资源原本的收支体系。气温逐年攀升，让地表水体和土壤层的蒸发蒸腾活动更为剧烈，水分自然流失量明显增加^[2]。大气降水的整体格局不断调整，区域水源补给的基础条件随之发生改变。水体补给量和消耗量的配比持续失衡，长期维系的水资源收支平衡状态被逐步打破。陆地水资源存量的稳定性持续变差，区域可用水源储备

频繁波动,水资源整体的存量稳态结构逐步瓦解。

2.2 对水资源时空分布格局的影响

气候变化持续重塑水资源的时空分配模式。从时间角度来看,年内降水和径流的分配愈发不均,水源充沛的时段更为集中,枯水缺水的周期不断拉长,四季水量分配比例严重失调。从空间角度来看,不同区域的水文系统对气候变化的响应各不相同,部分区域水源补给能力小幅提升,多数区域则呈现水量持续减少的状态。各地水资源储备的差距逐步扩大,原本相对均匀的水资源分布状态被改变,不同地域的水文资源禀赋差异变得更加明显。

2.3 对水资源质量状态的影响

水文环境的持续波动,会从多个层面改变水体的理化性质与水质状态。枯水阶段整体水流速度放缓,水体更新周期变长,天然稀释和自净的能力大幅减弱。水体滞留时间延长,各类杂质和污染物会在水域内逐步堆积,破坏水体原本的洁净状态。高温天气会加快水体内部的化学反应和微生物活动,提升水质恶化的可能性。丰水阶段地表径流冲刷作用增强,地面各类外源污染物极易随水流汇入河湖水域,进一步干扰并改变原有水质状况。

2.4 对水资源供需平衡关系的影响

水资源天然赋存条件的持续变化,深刻影响区域用水的适配平衡状态。气候波动会改变天然水源的供给能力,可调度的自然水量始终处于浮动变化的状态。日常生活与产业生产形成的用水需求具备刚性特征,气温波动也会小幅改变部分场景的用水消耗量。不稳定的自然供水条件,和相对固定的用水需求形成明显错位,区域水资源供需的匹配度持续下降,整体用水保障的稳定性出现明显起伏。

2.5 对极端水文事件发生态势的影响

气候系统的不稳定性持续加剧,各类极端水文现象出现的可能性不断提升。降水时长和降水强度的异常变化,会引发短时洪涝、流域水位暴涨等突发水文现象。长期少雨干旱会导致区域水资源亏缺,自然水域不断萎缩,地表土壤含水量持续降低。水文系统自身的调节与容错能力逐步下降,自然水体对极端天气的缓冲抵御能力持续弱化。各类极端水文现象的出现频率、持续时长均发生改变,水文系统应对异常气候环境的承受能力不断降低。

3 气候变化下水资源系统风险识别与研判

3.1 水资源短缺风险类别梳理

气候条件的持续变动,催生了多种类型的水资源短缺风险,各类风险形成诱因与表现形式存在明显区别。资源型缺水源于天然水文条件的改变,长期降水偏少与蒸发损耗加剧,会造成区域天然水源存量不足,可利用水资源体量持续下降^[3]。工程型缺水源于水资源调配条件的局限,自然来水时空排布紊乱,现有水利调配条件难以适配水源变动节奏,无法实现水源的有效蓄存与供给。水质型缺水由水体环境恶化引发,水体自净能力衰减与外源污染输入,会降低天然水体利用价值,达标可用水量出现缩减。各类缺水风险相互交织,会持续压缩区域水资源供给空间,影响日常用水与生态用水的正常供给。

3.2 水生态退化风险体系分析

水资源生态体系对气候环境变化具备高度敏感性,气候异常会触发多层次的生态退化风险。水文节律紊乱会打破水域生态的固有运转节奏,水位起伏异常、水流速度异变,会干扰水生生物的生存栖息环境,破坏水域生态群落的稳定结构。水量长期盈亏失衡会造成水域生境萎缩,河湖湿地水域范围收缩、浅滩生境退化,大幅压缩水生生物生存空间。水温异常波动会改变水体生态环境,影响水生生物的生长繁育节奏,打破水域生态系统的固有平衡。水生态的持续退化,会削弱水体涵养、水土保持、生态调节等基础功能,造成水文生态体系持续性受损。

3.3 水文灾害风险演化逻辑

气候环境的异常波动,重塑了水文灾害的形成与演化过程。大气降水状态的异常变动,会改变流域水文蓄积与排泄节奏,短时强降水会引发流域水量快速上涨,形成积水、漫流等灾害状态。长期降水匮乏会持续消耗区域水资源储备,引发流域干旱、土壤干裂等水文灾害问题。水文系统的自然调节能力会随气候变动持续弱化,水域调蓄缓冲能力下降,对降水波动的耐受程度不断降低。气候异常带来的水文扰动会层层传导,从水量波动逐步演变为区域性水文灾害,灾害发生的前置缓冲空间不断缩小,整体演化速度持续加快。

3.4 水资源系统脆弱性特征分析

气候变化持续放大水资源系统的内在脆弱属性,让水文体系对外界扰动的抵御能力持续降低。水资源供给结构存在单一化特征,多数区域水源依赖天然降水与地表径流,水源补给渠道较为单一,面对气候波动缺乏足够的替代支撑。水文系统调节能力存在局限性,天然水域调蓄能力有限,人工水利设施的调控适配性不足,难以应对频繁的水文波动。水资源系统恢复能力持续偏

弱,遭受气候扰动与水文破坏后,水文生态、水量储备的修复周期较长,难以快速回归稳定状态。多重薄弱属性叠加,让水资源系统长期处于不稳定状态,各类潜在风险的触发概率持续提升。

4 应对气候变化的水资源适应性调控策略

4.1 水资源空间配置优化策略

水文资源空间分布的不均衡状态,需要依托科学化的配置手段完成适配调整,适配气候变化带来的水文格局变动。结合区域水文禀赋差异与气候演变规律,梳理不同地域的水源承载能力与用水需求结构,搭建差异化的水资源分配体系。针对水源富集区域,完善蓄水、输水基础载体,提升富余水源的存蓄与输送能力,盘活区域闲置水资源。针对水源匮乏区域,调整本地用水结构,挖掘非常规水源利用潜力,弥补天然供水的不足^[4]。依托现有水利网络,打通区域水源互通通道,拉近不同流域、不同片区的水源联动距离,弱化地域水文差异带来的用水矛盾。结合气候波动带来的水量动态变化,灵活调整分配比例,让水资源空间分配模式适配动态化的水文环境,提升全域水资源利用的均衡性与稳定性。

4.2 水资源节约集约利用策略

水资源天然供给能力的波动变化,推动用水模式主动向节约集约方向转型,从需求端降低气候扰动带来的用水风险。生产用水领域,升级传统用水工艺,替换高耗水生产模式,引入节水技术与节水设备,压缩产业无效耗水体量,提升单位水资源的产出效率。生活用水领域,普及节水理念与节水器具,规范日常用水行为,减少生活用水的无端损耗,培养常态化节水习惯。农业用水作为耗水主体,优化灌溉方式,摒弃粗放式漫灌模式,采用精准化供水模式,根据土壤墒情与作物生长状态按需供水,减少田间水分蒸发与渗漏损耗。建立用水定额管控模式,细化不同行业、不同场景的用水标准,约束粗放用水行为。通过全方位的节水改造,降低社会用水对天然水源的依赖程度,增强水资源系统应对气候波动的抗压能力。

4.3 水生态系统修护与保育策略

水生态环境的持续修护,能够强化水资源系统的自我调节能力,抵消气候变化带来的生态负面影响。针对退化河湖、湿地等水域生态载体,开展针对性的生态修复工作,修整受损水域岸线,恢复自然水域形态,重塑多样化的水生栖息环境。保护本土水生植被与生物群落,完善水域生态链结构,提升生态系统自我繁衍与自我修复能力。强化水土涵养体系建设,通过植被种植、坡面治理等方式,稳固流域水土结构,提升土壤蓄水保水能

力,优化降水入渗补给条件。划分水域生态保护范围,严控各类破坏水生态的开发行为,减少外源因素对水文生态的二次干扰。常态化开展水域生态保育工作,维持水文节律的自然状态,保障水体循环、水源涵养、生态调节等功能稳定发挥,筑牢水资源系统的生态基础。

4.4 极端水文风险防控与缓冲策略

极端水文事件频发的背景下,需要构建前置性防控与长效缓冲体系,弱化气候异常带来的水文灾害冲击。完善全域水文监测网络,覆盖流域、河湖、地下水等各类水体,捕捉水文水量、水位的动态变化数据,支撑风险预判工作开展。升级水利基础设施的抗灾适配能力,优化水库、堤坝、调蓄带的运行功能,提升丰水期蓄水滞洪、枯水期补水保供的能力。规划建设生态缓冲区域,依托自然绿地、湿地水系构建水文缓冲带,弱化极端降水、持续干旱对水文系统的直接冲击。细化极端水文场景的应对预案,针对旱涝不同灾害类型,梳理科学的处置流程与资源调配方案^[5]。强化水文风险的动态管控,根据气候演变趋势调整防控重点,提升水资源系统对极端气候的适应与抵御能力,维持区域水文环境的平稳运行。

结束语

气候变化对水资源系统的扰动仍在持续显现,各类影响的传导链条也将更趋复杂多元。通过空间配置优化、节约集约利用、水生态保育与极端风险防控的多维度协同推进,可逐步强化水资源系统的抗扰动能力,消解气候异常带来的各类潜在风险。这套系统性的调控路径,能够有效适配动态变化的水文环境,实现区域水资源供给与社会用水需求的长期协调稳定,持续筑牢区域水安全的坚实屏障。

参考文献

- [1] 冯丽霞. 气候变化对生态环境的影响及应对策略研究 [J]. 工程技术研究, 2024, 6(13): 72-74.
- [2] 张秋霞. 气候变化背景下水资源节约技术对区域生态系统的影响评估与推广路径 [J]. 资源节约与环保, 2026(1): 79-82, 92.
- [3] 包文, 段安民, 游庆龙, 等. 青藏高原气候变化及其对水资源影响的研究进展 [J]. 气候变化研究进展, 2024, 20(2): 158-169.
- [4] 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(3): 154-156.
- [5] 何世民. 气候变化对石羊河流域水资源的影响分析 [J]. 石河子科技, 2026(3): 20-21.