

水资源约束下区域可持续发展路径优化

何 凯

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要: 全球水资源短缺问题日益凸显,我国干旱半干旱地区受自然条件限制,水资源约束对区域发展的制约尤为显著。本文界定了水资源约束内涵,且可按成因、范围、强度分类;明确区域可持续发展的三大维度构建评价体系。分析了新疆水资源禀赋“总量有限、时空不均”及开发利用中利用率高、农业耗水占比大、生态问题突出的现状后,提出四大优化方法:产业结构与用水效率协同优化、水资源动态配置与非常规水利用优化、生态保护与水资源协同优化、区域协同与管理机制优化,为干旱半干旱区破解水资源约束、实现可持续发展提供参考。

关键词: 水资源约束;区域可持续发展;路径优化方法

引言:新疆作为西北重要区域,地处干旱区,水资源总量有限且时空分布不均,依赖冰川融水补给,随着经济社会发展,水资源开发利用远超全国平均水平,农业粗放用水、工业效率低、生态退化等问题叠加,加剧了水资源供需矛盾。在此背景下,研究水资源约束的内涵与分类,明确区域可持续发展评价维度,结合新疆实际探索路径优化方法,对缓解当地水资源压力、保障经济社会生态协同发展具有重要现实意义,也为同类区域提供借鉴。

1 水资源约束的内涵与分类

1.1 水资源约束的内涵

水资源约束本质是区域水资源的供给能力与开发利用条件,对区域经济社会发展、生态保护等需求形成的限制性作用,是水资源系统与人类活动系统互动失衡的体现。从核心内涵看,它并非单纯指水资源总量短缺,而是涵盖“量”“质”“时空分布”“开发利用效率”等多维度的综合限制。在“量”的维度,区域水资源总量无法满足生产、生活、生态用水的合理需求,会直接制约产业规模扩张与人口集聚;在“质”的维度,水资源污染导致水质不达标,即便总量充足,也会形成“有水不能用”的功能性缺水约束;在时空分布维度,水资源季节性、地域性分配不均,如雨季洪涝与旱季缺水并存、流域上下游水资源分配失衡,会引发阶段性或区域性的用水紧张;在开发利用效率维度,若水资源利用技术落后、重复利用率低,会加剧水资源供需矛盾,形成低效利用型约束。

1.2 水资源约束的分类

依据以下不同划分标准,水资源约束可分为多类。

(1)按约束成因,可分为自然型与人为型。自然型由自然条件导致,如干旱半干旱地区降水少、水资源总量不

足的“资源性约束”,以及降水时空不均引发的“季节性约束”;人为型是人类活动所致,包括工业废水、生活污水排放造成的“水质性约束”,高耗水产业主导、用水效率低引发的“效率性约束”,还有因水资源管理体制不完善、调配不合理形成的“管理性约束”。(2)按约束影响范围,可分为区域型与跨区域型。区域型局限于特定行政区域或地理单元,如某城市因本地水源不足形成的约束;跨区域型涉及多个区域,如流域上下游因水资源分配矛盾,下游区域面临的“流域性约束”。(3)按约束强度,可分为轻度、中度与重度约束,通过水资源开发利用、人均水资源量、缺水率等指标衡量,轻度约束下区域用水基本满足,仅特殊时期紧张;重度约束则会频繁出现供水危机,严重制约经济社会发展与生态安全^[1]。

2 区域可持续发展的定义与评价维度

2.1 区域可持续发展的定义

区域可持续发展是指在特定地理空间范围内,通过统筹协调经济增长、社会进步与生态保护,实现资源(尤其是水资源、土地资源等关键资源)高效利用、环境质量稳定向好、社会公平正义保障有力,且能满足当代人发展需求的同时,不损害后代人满足其自身需求能力的发展模式。其核心在于打破“经济优先、生态让步”的传统路径,强调区域内经济、社会、生态系统的协同共生——既需通过产业升级、技术创新实现经济高质量增长,也要通过完善公共服务、缩小城乡差距保障社会公平,更要通过资源节约、污染治理维护生态系统稳定,最终形成“发展不欠账、后代不买单”的长效发展格局。

2.2 区域可持续发展的评价维度

区域可持续发展的评价要围绕“协同共生”核心,

构建多维度指标体系,主要包括三大核心维度:(1)经济维度,聚焦发展质量与效率,关键指标涵盖人均GDP增长率、产业结构优化度(如第三产业占比、高耗水产业占比)、水资源利用经济效益(如万元GDP用水量)等,衡量区域经济增长与资源消耗的匹配度;(2)社会维度,侧重公平与民生保障,包括居民人均可支配收入、城乡供水保障率、义务教育普及率、公共卫生服务覆盖率等,体现发展成果是否惠及全体居民;(3)生态维度,突出环境承载力与修复能力,核心指标有水资源开发利用率、水质达标率、生态基流保障率、森林覆盖率等,评估区域生态系统是否处于稳定可持续状态^[2]。

3 区域水资源与开发利用现状分析

3.1 新疆区域水资源禀赋特征

新疆地处我国西北干旱半干旱区,远离海洋、降水稀少,水资源禀赋呈现“总量有限、时空不均、依赖冰川”的显著特征。从总量看,新疆多年平均水资源总量约832亿立方米,占全国水资源总量的3%,但单位面积水资源量仅为全国平均水平的1/4,且分布极不均衡——北疆地区受西风气流影响,降水相对充沛,伊犁河谷、阿勒泰地区水资源较为丰富;南疆地区则极度干旱,塔里木盆地周边年降水量不足50毫米,水资源主要依赖天山、昆仑山冰川融水补给,占南疆水资源总量的70%以上。从时空分布看,水资源年内分配集中,6-8月冰川融水与降水占全年总量的60%-80%,冬春季降水少、融水弱,易出现季节性缺水;空间上呈现“北多南少、西多东少”格局,与南疆人口集聚、农业发展的用水需求形成突出矛盾。

3.2 新疆区域水资源开发利用现状

从开发利用程度看,新疆水资源开发利用率已达68%,远超全国47%的平均水平,部分流域如塔里木河流域开发利用率甚至超过90%,接近生态承载极限。从用水结构看,农业用水占比高达90%,是用水第一大户,且亩均用水量约500立方米,远超全国节水灌溉亩均用水量标准,大水漫灌等粗放用水方式仍较普遍;工业用水占比仅6%,但高耗水产业(如煤化工、纺织)用水效率偏低,万元工业增加值用水量约为全国平均水平的1.5倍;生活用水占比4%,城乡供水设施逐步完善,但部分偏远农村仍存在饮水安全隐患。从生态影响看,过度开发导致部分河流下游断流、湖泊萎缩,如罗布泊干涸、台特玛湖生态退化,同时地下水超采问题突出,北疆部分地区地下水位年均下降0.5-1米,引发土壤盐渍化、植被退化等生态问题,水资源开发利用与生态保护的矛盾日益凸显^[3]。

4 水资源约束下区域可持续发展多维度路径优化方法

4.1 产业结构与用水效率协同优化方法

针对区域产业用水结构失衡、效率偏低的问题,需从产业结构调整与用水过程管控两方面构建协同优化方法。(1)在农业领域,基于区域水资源禀赋差异,推进种植结构动态调整,减少高耗水作物种植规模,扩大耐旱、节水型作物种植比例,同时构建“品种改良+节水灌溉+水肥一体化”的综合技术体系,推广膜下滴灌、低压管道输水等高效灌溉技术,实现灌溉用水的精准调控;建立农业用水定额动态更新机制,根据不同区域水资源承载能力设定差异化亩均用水量标准,将用水效率纳入农业生产考核指标。(2)在工业领域,聚焦高耗水产业,推行“循环用水+废水资源化”改造,构建企业内部、园区间的水循环利用系统,减少新鲜水取用量;依据水资源约束强度划定产业准入门槛,限制新增高耗水、低产出项目,推动现有高耗水产业向节水型、高附加值方向转型;建立工业用水效率评估体系,对重点企业实施用水在线监测,通过技术改造补贴、用水效率阶梯定价等方式,倒逼企业提升用水效率。(3)在服务业领域,重点推进商贸、旅游等行业的节水设施改造,推广低耗水洁具、再生水用于绿化保洁等措施,将节水要求纳入服务业企业运营评价标准,形成全产业节水导向的发展模式。

4.2 水资源动态配置与非常规水利用优化方法

结合区域水资源时空分布不均、非常规水潜力未充分挖掘的特点,构建多源水资源统筹配置与高效利用方法。(1)在水资源调配方面,建立基于冰川融水、降水、地下水动态监测的水资源供需预测模型,根据季节径流变化(如夏季融水集中、冬春季干旱)制定差异化调配方案,通过水库、塘坝等水利设施的季节性调蓄,平衡年内用水需求;针对南北疆水资源分布差异,推进跨流域调水工程的科学规划与建设,明确调水规模与优先级,优先保障生活与生态用水,合理分配生产用水;加强地下水动态监测,划定地下水禁采区、限采区,对超采区域实施地下水回补,逐步恢复地下水位,实现地下水与地表水的协同利用。(2)在非常规水利用方面,制定再生水、苦咸水、矿井水等非常规水利用专项规划,明确各类型非常规水的利用方向与比例,将再生水纳入区域水资源统一配置体系,优先用于工业冷却、城市绿化、农业灌溉等领域;针对区域苦咸水分布广泛的特点,推广低成本苦咸水淡化技术,在缺水地区建设苦咸水淡化站,补充生活与生产用水;建立非常规水利用激励机制,对非常规水利用项目给予资金补贴或税收优

惠,降低利用成本,提升非常规水在区域水资源供给中的占比。

4.3 生态保护与水资源协同优化方法

立足区域生态脆弱性与水资源的紧密关联,构建生态保护与水资源利用协同推进的优化方法。(1)在流域生态保护方面,明确各流域生态基流标准,将生态用水纳入水资源总量分配优先序列,确保河流、湖泊等水体的生态功能稳定;针对塔里木河、艾比湖等重点流域,实施流域生态修复工程,通过河道疏浚、堤防加固、植被恢复等措施,提升流域水资源涵养能力;建立流域生态用水监测机制,实时监控生态基流保障情况,对未达标的区域及时调整用水分配方案,保障流域生态安全。

(2)在农业生态与水资源协调方面,针对区域土壤盐渍化问题,推广“灌排结合+生物改良”的综合治理技术,通过合理灌溉控制地下水位,减少土壤盐分积累;优化农田灌排系统,完善排水管网建设,提高农田排水回收利用效率,实现水资源与土壤生态的协同改善。在水源地保护方面,划定天山、昆仑山等冰川积雪区及河流源头的水源地保护区,明确保护范围与管控要求,禁止在保护区内开展高耗水、高污染项目;建立水源地生态补偿机制,对水源地周边区域给予经济补偿,引导当地居民转变生产生活方式,减少对水源地的人为干扰;加强水源地水质监测,建立水质预警系统,及时发现并处理水质污染问题,保障水源地水质安全。

4.4 区域协同与管理机制优化方法

针对区域地域辽阔、南北疆发展差异大的特点,构建跨区域、多层次的协同管理与保障方法。(1)在区域协同发展方面,建立南北疆水资源协同管理机制,打破行政区域壁垒,成立跨区域水资源管理机构,统筹协调区域水资源规划、配置与调度;推进区域产业协同布局,根据各区域水资源承载能力,引导高耗水产业向水资源相对充裕的区域集聚,推动缺水区域发展节水型特色产业,实现区域产业互补与水资源高效利用;建立区域用水信息共享平台,整合各区域水资源监测、用水统计、节水技术等信息,为区域协同决策提供数据支撑。

(2)在城乡水资源统筹方面,推进城乡供水一体化建设,统一规划城乡供水设施,扩大城市供水管网向农村延伸覆盖范围,提升农村供水保障水平;优化城市供水系统,改造老旧供水管网,降低管网漏损率,提高城市供水效率;建立城乡用水统一计价机制,推行阶梯水价制度,引导城乡居民节约用水,促进城乡水资源均衡利用。(3)在管理机制优化方面,完善水资源统一管理体例,整合水利、农业、环保等部门的水资源管理职能,实现水资源“统一规划、统一配置、统一调度、统一监管”;建立水资源刚性约束制度,将水资源承载能力作为区域发展规划、产业布局、项目审批的重要依据,严格执行水资源论证与取水许可制度;加强水资源执法监管,严厉打击非法取水、超标排污等行为,确保水资源管理措施落地见效;推进水资源管理数字化转型,建设智慧水利平台,整合水资源监测、调度、监管等数据,实现水资源管理的精准化、智能化^[4]。

结束语:本文围绕水资源约束下区域可持续发展展开研究,系统梳理了水资源约束内涵与分类,明确了区域可持续发展定义及评价维度,并以新疆为例分析其水资源禀赋与开发利用现状,进而提出四大维度的路径优化方法。这些方法可有效缓解新疆水资源供需矛盾,推动产业、生态、管理协同发展。

参考文献

- [1]王禹.引调水工程对区域水资源优化配置的影响及其可持续发展研究[J].中国资源综合利用,2025,43(5):150-152.
- [2]吴兆丹,谈心阳,刘烨宁,吴竹雅.“水资源-能源”纽带关系视角下西北地区能源产业可持续发展路径研究[J].水利经济,2024,42(5):9-19+35.
- [3]姜桦,李晓亮.邢台市水资源——经济——生态耦合协调机制与协同优化路径研究[J].河北水利,2025(6):28-30.
- [4]于海晨,苏航.水库水资源调度对生态环境的影响及优化路径解析[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(3):114-118.