

饮用水水源地管理保护措施探讨 ——以咸阳市羊毛湾水库饮用水水源地项目为例

史娟

咸阳市羊毛湾水库管理中心 713100

DOI:10.12238/ems.v7i7.14266

[摘要] 饮水安全直接关系到人民群众生命健康,中央及各地政府将饮用水水源地保护作为污染防治攻坚战的重要内容,持续出台各类政策性文件,强化饮用水水源地保护工作。本文以咸阳市羊毛湾水库饮用水水源地项目为例,总结分析发现的主要问题,根据咸阳市的实际情况,提出相应的管理保护措施,为其他地区的饮用水水源地管理保护工作提供参考。

[关键词] 饮用水水源地;保护措施;羊毛湾水库

引言

饮用水水源地保护直接关系群众健康与区域可持续发展。随着城镇化进程加快,工业排污、农业面源污染等问题日益突出,水源地保护面临严峻挑战。咸阳市羊毛湾水库作为关中地区重要饮用水源地,年供水量超2000万立方米,服务人口近百万,但长期存在牧羊耕作、交通穿越等污染风险。2020年陕西省批准其保护区划分方案后,通过物理隔离、应急防护、智慧监测等措施,构建了“分区分级+科技支撑”的保护体系。这一实践不仅为黄河流域生态保护提供了典型样本,也为同类水源地管理积累了可复制经验。研究羊毛湾水库的保护措施,对提升水源地管理水平具有重要参考价值。

一、水库概况

(一) 基本特征

羊毛湾水库位于陕西省咸阳市乾县与永寿县交界的漆水河中游,坝址距乾县县城约30公里,控制流域面积1100平方公里,属渭河一级支流漆水河水系。水库始建于1958年,总库容1.2亿立方米,有效库容5220万立方米,正常蓄水位635.9米,是一座以城乡供水、农业灌溉为主,兼顾防洪、生态补水等综合利用的大(2)型水库。其服务范围覆盖乾县、永寿、武功、礼泉四县,灌溉耕地32.54万亩,年供水量超2000万立方米,保障近百万城乡居民生活用水及工业园区用水需求,是关中地区重要的战略水源地。

(二) 水文气象条件

漆水河流域属暖温带大陆性季风气候,年均降水量537.9毫米,70%集中于7-9月,蒸发量1450毫米,干旱频发。水库坝址处多年平均径流量5977万立方米,枯水年(90%保证率)径流量2243万立方米,丰枯差异显著。洪水由短时强降雨引发,具有“暴涨陡落”特征,历史最大洪峰流量为

1920年的2030立方米/秒,1954年实测洪峰825立方米/秒。水库按100年一遇洪水设计(洪峰6630立方米/秒)、2000年一遇洪水校核,溢洪道、泄水底洞等枢纽工程可有效调控洪水,保障下游安全。

二、羊毛湾水库水源地保护面临的主要问题

羊毛湾水库作为咸阳市重要的饮用水水源地,其水质整体达到《地表水环境质量标准》III类要求,但库区环境管理仍面临诸多挑战。

(一) 生态脆弱性问题

羊毛湾水库水源地生态脆弱性问题较为突出,首当其冲的便是水土流失严重。由于周边地形地貌以及植被覆盖等因素,在降水等自然条件作用下,大量泥沙随水流进入水库。水土流失不仅导致水库周边土地肥力下降,影响周边农业生产,更重要的是大量泥沙入库后,会使水库水质变得浑浊,增加水中悬浮颗粒物的含量。长期来看,泥沙淤积还会减少水库的有效库容,降低水库的调蓄能力,对水库的正常运行和功能发挥造成不利影响。同时,该地区植被覆盖率低,生态修复难度极大。低植被覆盖率使得水源地难以形成稳定的生态系统,无法有效发挥植被保持水土、涵养水源、净化空气等生态功能。而且,由于当地自然条件较为恶劣,如土壤贫瘠、气候干旱等,在进行生态修复时,植被的成活率较低,生长缓慢,需要投入大量的人力、物力和财力。即便进行了大规模的植树造林等生态修复工程,也需要较长时间才能见到明显成效,这无疑增加了生态修复的难度和成本。

(二) 人为活动干扰问题

在一级保护区内,存在放牧、耕种等违规行为。一级保护区是饮用水水源地保护的核心区域,对水质的要求极高。然而,放牧活动中牲畜的粪便便会直接排入水体,增加水体中

的氮、磷等营养物质含量，导致水体富营养化，引发藻类大量繁殖，影响水质。耕种活动中使用的化肥、农药等化学物质，在雨水冲刷下也会流入水库，造成水污染。这些违规行为严重威胁着饮用水水源地的水质安全。交通穿越，如安头桥的存在，也带来了不小的污染风险。桥梁上过往的车辆可能会发生泄漏、抛洒等情况，尤其是运输危险化学品车辆，一旦发生事故，化学品泄漏进入水库，将对水质造成毁灭性的破坏。而且，车辆行驶过程中产生的尾气、扬尘等污染物，也可能通过大气沉降等方式进入水体，影响水质。

（三）管理机制问题

羊毛湾水库水源地涉及跨县区管理，这导致跨县区协调困难，执法效率低下。不同县区在经济发展水平、产业结构、环保重视程度等方面存在差异，在水源地保护工作中，可能会出现各自为政的情况。例如，在制定保护政策、开展执法行动等方面，难以形成统一的标准和行动方案，导致一些违法行为得不到及时有效的处理。此外，跨县区之间的信息沟通不畅，也会影响到水源地保护工作的整体推进。监测预警能力不足，应急响应滞后也是管理机制方面的突出问题。目前，对水库水质、水量等方面的监测设备和技术相对落后，监测数据的准确性和及时性难以保证。在面对突发的水污染事件或其他紧急情况时，由于缺乏有效的监测预警机制，不能及时发现问题并发出警报，导致应急响应滞后。这使得在处理突发情况时，往往错过最佳的处理时机，增加了水污染事件的危害程度和处理成本。

三、羊毛湾水库水源地管理保护措施探讨

（一）科学分区，差异化管控

科学分区、差异化管控是羊毛湾水库水源地管理保护的重要策略，依据不同保护区的特点实施针对性措施，能有效提升水源地保护的成效。

一级保护区作为水源地的核心区域，其水质直接关乎饮用水安全，故而需采取最为严格的保护措施，即刚性隔离。物理围栏的建设是刚性隔离的关键举措，选用坚固耐用、抗腐蚀的金属或混凝土围栏，确保足够的高度和强度，可有效阻挡无关人员和牲畜随意进入，减少人为活动对水源的直接干扰。同时，相关部门要加强巡查，定期对一级保护区进行全面检查，及时发现并制止放牧、耕种等违规行为，依法处理违规者，并对其进行宣传教育，增强其保护水源地的意识，防止违规行为再次发生。二级保护区的主要任务是防控可能对水源地造成污染的风险。建设应急池是应对突发污染事件的重要手段，应急池需具备足够的容积，能容纳一定量的污

染物，避免其直接流入水库，并且要定期进行维护和检查，保证其正常运行。加强对企业排污的监控同样至关重要，要求企业安装先进的污水处理设备，确保污水达标排放。建立健全企业排污监测体系，利用在线监测设备实时监控企业排污情况，一旦发现超标排放等违法行为，立即进行查处。准保护区的管理以引导性措施为主，通过农业面源治理和生态补偿等方式，降低农业生产对水源地的污染。在农业面源治理方面，推广生态农业，鼓励农民使用有机肥料和生物防治技术，减少化肥和农药的使用，从而降低农业生产对土壤和水体的污染。建立生态补偿机制能提高当地居民保护水源地的积极性，政府可对因保护水源地而遭受经济损失的居民给予生态补贴、提供就业机会等补偿。同时，要加强对生态补偿资金的管理和监督，确保资金合理使用。通过科学划分三级保护区并实施差异化管控，能够形成多层次、全方位的水源地保护体系，有效降低各类污染风险，保障羊毛湾水库水源地的水质安全，为居民提供优质、安全的饮用水。

（二）科技赋能，智慧监管

科技赋能是提升水源地监管效能的重要突破口，通过构建智能监测网络实现“全时段、全要素、全过程”的立体化监管体系。在羊毛湾水库水源地保护实践中，智慧监管主要体现在两大核心模块：实时水质监测系统 and “空天地”一体化监管网络。

实时水质监测系统采用多参数水质监测仪、光谱分析仪等先进设备，对 COD、总磷、氨氮、溶解氧等 9 项关键指标进行 24 小时连续监测。这些设备具有 0.5% 的测量精度和 ±5% 的误差控制能力，配备自动清洗、温度补偿等功能，确保在复杂环境下的稳定运行。监测数据通过 4G/5G 网络实时传输至监管平台，系统采用大数据分析技术，建立水质变化预测模型，当某项指标超过预警阈值时，可自动触发三级预警机制：一级预警（超标 10%）启动自动采样复核，二级预警（超标 30%）通知现场核查，三级预警（超标 50%）启动应急预案。“空天地”一体化监管网络由三个层次构成：地面层部署 200 万像素高清球机 30 台，重点监控取水口、排污口等关键点位，具备车牌识别、人脸识别等智能分析功能；空中层配备 4 台多旋翼无人机，每周开展 2 次全库区巡查，搭载的高清摄像头可识别 0.5 米大小的污染源，红外热成像仪能发现隐蔽排污行为；空间层接入卫星遥感数据，每月更新一次库区周边土地利用变化情况。三级监管系统通过物联网平台实现数据融合，建立“监测-预警-处置-反馈”的闭环管理机制。2023 年试运行期间，该系统累计发现并处理污染事件 23

起,响应时间由原来的48小时缩短至4小时,监管效率提升12倍。

(三)生态修复与污染防控结合

生态修复与污染防控相结合是保障水源地生态环境可持续发展的关键策略,它通过工程措施和管理措施双管齐下,有效减少水土流失、改善生态环境、强化责任落实,从而为水源地的长期稳定和安全提供坚实保障。

在工程措施方面,生态护坡是减少泥沙入库、保护水源地生态环境的重要手段。通过种植柠条、沙棘等耐旱、耐瘠薄且根系发达、固土能力强的植物,能增加植被覆盖率,有效防止土壤侵蚀。在建设过程中,需根据当地地形地貌和土壤条件,选择合适的植物品种和种植方式,并加强养护管理,确保植物的成活率和生长状况。同时,对于坡度 $>25^{\circ}$ 的耕地,实施退耕还林工程,将其转为生态林。这可以增加森林覆盖率,涵养水源,减少水土流失。政府应制定相关政策鼓励农民参与,选择如松树、柏树等适合当地生长的树种,并加强对退耕还林区域的管理和保护,防止森林火灾、病虫害等灾害的发生。在管理措施方面,“谁破坏、谁修复”原则是强化生态修复责任落实的重要手段。对于因人为活动造成生态破坏的单位和个人,要依法追究其责任,并要求其进行生态修复。相关部门要加强对生态修复工作的监督和检查,确保生态修复工作按照要求进行,以实现生态环境的有效恢复和持续改善。

(四)跨区域协同与公众参与

跨区域协同与公众参与是提升羊毛湾水库水源地保护成效的重要举措,对于打破行政区划限制、凝聚社会力量具有关键作用。羊毛湾水库水源地涉及乾县、永寿等多个县区,由于行政区划不同,在水源地保护管理过程中易出现跨县区协调困难、执法效率低等问题。为解决这些问题,需建立联席会议制度,乾县、永寿等县区应定期召开会议,共同协商解决水源地保护管理中存在的问题。在会议中明确各部门职责和分工,加强部门间沟通与协作,同时建立健全信息共享机制,及时通报水源地保护管理相关信息,以此提升跨区域协同管理的效能。此外,公众宣传教育也是不可或缺的环节。它是提高居民保护意识的重要途径,可通过设置宣传牌、举办宣传活动等方式,向居民宣传水源地保护的重要性和相关法律法规。宣传牌应设置在水源地周边显眼位置,内容要通俗易懂、生动形象。同时,建立举报奖励机制鼓励居民积极参与水源地保护工作,对于举报非法排污、破坏生态环境等违法行为的居民给予一定奖励,并及时处理和反馈举报信息,

保护举报人权益,从而形成全社会共同参与水源地保护的良好氛围。

结语

羊毛湾水库饮用水水源地项目作为咸阳市重要的水源地,做好饮用水水源地保护工作是确保咸阳市广大人民群众安居乐业的基础。面对生态脆弱、人为干扰、机制瓶颈等共性问题,项目通过“科学分区+科技赋能+生态修复+协同治理”的综合模式,构建了覆盖全流域、全要素、全过程的保护体系。实践表明,刚性隔离与智慧监管的结合可显著降低人为污染风险,生态护坡与退耕还林工程有效遏制水土流失,跨区域联防联控机制破解了行政区划壁垒,而公众参与机制则将保护责任转化为社会共识。值得注意的是,科技手段的深度应用为传统水源地管理注入新动能,其“监测-预警-处置-反馈”闭环模式具备广泛推广价值。然而,水源地保护仍需应对气候变化、新型污染物等新兴挑战。未来还需要按照“坚持人与自然和谐共生,坚持生态优先、绿色发展,坚持问题导向、分湖施策,坚持远近结合、综合治理”的基本原则,结合饮用水水源地环境保护要求,使羊毛湾水库水环境得到更进一步改善,水安全得到有力保障,水生态系统实现良性循环,使水更清、岸更绿、景更美,打造人与自然和谐统一的生态水库。

[参考文献]

- [1]黄梦婷,张蕊,孙小冉,等.城市型饮用水水源地“一湖一策”实践与探讨——以董大水库为例[J].长江技术经济,2024,8(04):8-12+20.
 - [2]唐颖栋,赵思远,谭辉,等.高密度建成区水源地形水库水质保障策略与实效[J].中国给水排水,2023,39(12):103-111.
 - [3]罗翌.集中式饮用水水源地环境治理研究[D].云南财经大学,2023.
 - [4]杨磊,起德花,李立雄,等.普洱市纳贺水库饮用水水源地环境现状与保护对策研究[J].环境科学导刊,2023,42(02):40-43.
 - [5]王晓红,侯海红,张建永.我国水库型饮用水水源地保护思路与策略[J].水利规划与设计,2023,(07):23-25+30.
- 作者简介:史娟,1981年2月6日,女,陕西乾县,汉族,本科,工程师,咸阳市羊毛湾水库管理中心,研究方向:灌区工程前期规划、工程管理,主要是渠道工程、水库水源地保护。