

勐腊县曼旦水库水质安全风险评价与管控措施

卢海¹ 范文学²

1 云南省水文水资源局 西双版纳分局, 云南景洪, 666100;

2 勐海德瑞水土保持工程咨询有限公司, 云南景洪, 666100;

摘要: 通过 2015-2021 年的监测资料, 分析评估曼旦水库的水质安全现状。评估结果表明, 曼旦水库 2019 年以前水质尚能维持在 III 类及以上, 处于安全或基本安全的状态。然而, 这并不意味着水源地的安全保障可以高枕无忧, 事实上 2020 年以后水库水质逐年向恶化方向发展, 客观存在着相当多足以对水源地安全造成威胁的问题。因此, 通过开展现状风险评价, 分析问题成因, 提出曼旦水库饮用水水源地管控、保护的工程和非工程措施, 有助于维护水库水质安全满足更高质量需求。

关键词: 集中式; 水源地; 保护规划; 工程措施

DOI: 10.69979/3060-8767.26.03.024

在巩固改革发展接续创造美好幸福生活进程中, 水库直接关系水资源安全, 决定着局部乃至更大层面拦截洪水存续水资源成效, 可以调节时空水分布不均导致的水资源紧张问题, 水库以人工水体为主, 主要包括不同类型的水坝等, 伴随国家对水资源重视程度的显著提升, 现代水库表现出的功能更具多样性, 涵盖供水、发电、防洪及航运、养殖等。事实证明, 水库对国计民生发挥着基础性、根本性保障作用, 可谓牵一发而动全身, 为此必须要对水库安全保障工作足够重视。受到社会深层次发展及生产生活需求多样化推动影响, 曼旦水库长时间处于高强度开发利用状态, 加之保护重视程度不够, 水环境质量也大不如以往, 水体不同程度出现了破坏污染, 水库富营养化带来的潜在危害不断增大, 经济社会发展、自然生态环境承受压力明显增多, 也不利于保障人类可持续发展。

曼旦水库上游及周边两侧地区, 经济社会发展实践愈发活跃, 常住人口较以往明显增多, 生产生活排放的各种污染物造成不同程度水体污染, 常见垃圾污染物有化肥、农药、粪便等, 严重降低了水库的整体水质, 不利于保障城市群众生产生活用水安全, 进而也必将导致勐腊县持续发展的需求难以维系。因此以曼旦水库水源地为单元, 分析现状问题与成因, 提出饮用水水源地保护的工程和非工程措施, 强化管控、保护措施是十分必要和紧迫的。

1 曼旦水库概况

勐腊县位于澜沧江的下游, 云南省南部边陲, 东、西、南三面与老挝、缅甸接壤, 国境线长 740.8km, 勐腊县城是勐腊县的政治、经济、文化中心, 是国家面向

东南亚的沿边开发口岸和具有边疆民族特色、热带和亚热带原始森林保存完好的现代化县城。

曼旦水库位于云南省西双版纳傣族自治州勐腊县勐腊镇曼旦村旁, 在县城东北侧, 距离勐腊县城区约 12km, 建于南腊河支流南木浪河上。曼旦水库建于 1981 年, 水库坝址控制径流面积 139km², 多年平均径流量为 7698 万 m³, 水库规模为年调节的小(1)型水库, 水库总库容 800 万 m³。曼旦水库主要功能以城镇供水及农田灌溉为主, 灌溉下游农田面积约 150 亩, 曼旦水库腊蚌河径流区内现状有曼旦、曼朗等三个村民小组, 常住人口约 860 人, 都集中在水库左支腊蚌河沿线。随着勐腊经济社会的发展及勐腊县城区的不断扩展, 生活供水需求也随之增大, 曼旦水库主要功能也转向调整为城镇生活供水, 根据《勐腊县城市供水工程可行性研究报告》(2016 年), 水库近期 2025 年供水规模为 2.0 万 m³/d, 远期 2035 年供水规模将提升至 3.0 万 m³/d。

南木浪河发源于勐腊县勐腊镇铁匠寨北, 勐腊县勐腊镇曼龙代汇入南腊河, 流域面积 143.8km², 河长 29km, 河流源头段又称腊蚌河, 在曼旦水库坝址上游处与南浪河汇流后, 称为南木浪河, 其中右支的南浪河整个流域都处于国家级自然保护区内, 无人生产生活活动。南木浪河径流由大气降水补给, 径流量的年际、年内及空间分布与降雨具有较好的对应性, 流域内植被覆盖较好, 流量随季节的变化性强, 且径流年内丰、枯差异较大。6~10 月汛期的径流量占全年的 66.8%左右, 总体特点是年际变化不大, 但年内分配不均。

根据《西双版纳州水功能区划》(2016 年), 南木浪河水功能分别区划为南木浪河勐腊保护区和保留区, 保护区范围为南木浪河源头段至曼旦水库坝址, 河段长

23.4km, 2020年水质目标为Ⅲ类, 2030年水质目标为Ⅱ类; 水库坝址以下至南腊河交汇处为南木浪河勐腊保护区, 河长约5.6km, 2020年水质目标为Ⅲ类, 2030年水质目标为Ⅲ类。

2 曼旦水库供水水源地保护存在的问题

随着社会经济发展、生产活动范围日益扩展、加剧, 曼旦水库径流区内人流、物流日益频繁, 突发性水污染事故的风险增大, 逐渐威胁人民群众的饮水安全, 饮用水源地保护面临的形势日趋严峻。2015-2021年监测数据显示, 2019年前曼旦水库县级集中式饮用水水源地水质均维持在Ⅱ~Ⅲ类, 尚处于安全或基本安全的状态。然而2020年以后水质不达标问题开始显现, 水源地安全受到威胁的问题暴露无遗。通过现状调查及问题识别, 该水源地保护存在的主要问题一是农村、农业基础设施建设较为薄弱, 腊蚌河径流区内村寨零散分布, 由于村民的自治管理能力相对薄弱, 日常生活所产生的各种废物随意丢弃而得不到有效处理, 农业灌溉的尾水及生活的污水管理相对滞后, 加之化肥与农药的使用不科学, 水肥流失较大, 农村面源污染已成为水源地的主要污染源; 其次综合治理资金缺口很大, 导致水库径流区水源涵养和生态建设不足, 特别是农田业种植区氮磷流失未得到有效治理现象, 随着氮、磷等污染物日积月累, 逐年沉积在库内导致水库现状水质常发生超Ⅲ类水标准的状况, 枯水期甚至出现极端的Ⅴ类的情况, 农村面源污染对水源地水质所造成的影响已不容忽视。

3 水质安全现状评价与趋势分析

3.1 评价方法

3.1.1 综合水质指数法

(一) 一般污染项目指数计算

(1) 单项指标指数计算。采用查表法, 当评价项目*i*的监测值 C_i 处于评价标准分级值 C_{iok} 和 C_{iok+1} 之间时, 该评价指标的指数 I_i

$$I_i = \frac{C_i - C_{iok}}{C_{iok+1} - C_{iok}} + I_{iok}$$

式中 C_i 为*i*指标的实测浓度; C_{iok} 为*i*指标的*k*级标准浓度; C_{iok+1} 为*i*指标的*k+1*级标准浓度; I_{iok} 为*i*指标的*k*级标准指数值。

(2) 综合指数(WQI)。采用各单项指数的算术平均值, 即:

$$WQI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i \quad (I=1, 2, 3, \dots, n)$$

式中 n 为参加评价的污染指标数。

(3) 评价类别的确定。当 $0 < WQI \leq 1$ 时, 水质指数为1; 当 $1 < WQI \leq 2$ 时, 水质指数为2; 当 $2 < WQI \leq 3$ 时, 水质指数为3; 当 $3 < WQI \leq 4$ 时, 水质指数为4; 当 $4 < WQI \leq 5$ 时, 水质指数为5。

(二) 有毒污染物项目指数计算

计算单项指数, 方法与计算一般污染物项目是相同的, 为确保综合指数代表性, 可将单项污染指数当中最高值的有毒污染物项目, 以此确保综合指数的代表成效, 即选择最差的水质项目评价对毒物项目开展评价。

(三) 湖库营养状况指数计算

评价富营养化指标主要包括5项, 总磷、叶绿素a、总氮等。以《地表水环境质量评价技术规程》(SL395-2007)作为参照, 选择线性插值法实现水质指标浓度向赋分值转换, 精准把握营养状态实际指数, 与评价标准仔细对照, 明确营养的整体状态。按下式计算营养状态指数EI。

$$EI = \frac{\sum_{n=1}^N E_n}{N}$$

式中 EI—营养状态指数; E_n —评价项目赋分值; N—评价项目个数。

营养程度按富营养指数1、2、3、4、5级评价。

(四) 水质状况安全综合指数

湖库型水源地水质指数=0.2×一般污染物指数+0.5×有毒污染物指数+0.3×富营养化指数。

3.1.2 水质类别评价法

依据《地表水环境质量标准》(GB3838-2002), 采用单因子标准对比评价法, 对各水源地水质进行评价。

3.2 评价项目

结合不同类型污染项目作用水质的基本现状, 可把评价项目划分为三大类, 分别是一般污染物项目、有毒污染物项目与富营养化项目。

一般污染物项目包括溶解氧、COD_{mn}、铜、锌等10项; 有毒污染物项目包括硝酸盐氮、氟化物等9项; 富营养化项目包括COD_{mn}、总磷等5项。

单因子标准对比水质评价项目24项, 另外水源地增加集中式生活饮用水地表水源地补充项目5项, 共29项, 对集中式饮用水水源的水质进行了分析评价。对水质类别不超过饮用水水源水质目标的即为达标水源。

3.3 评价结果

3.3.1 水源地安全情况

依据2015-2021年曼旦水库的水质监测数据分析,

综合指数法评价结果, 2015-2019年水源地水质综合安全评价指数均为2级, 水质类别均为Ⅲ类, 水质良好, 合格率为100%。2020年该水库水源地水质恶化开始显现, 水质综合安全评价指数上升为3级, 水质类别达到Ⅳ类, 水质安全状况不合格; 2021年该水源地仍然呈现持续恶化势头, 水质综合安全评价指数继续上升达到4级, 水质类别评价为Ⅴ类, 水质安全状况仍不合格。

3.3.2 富营养化情况

2015-2019年水源地评价结果均为中营养化, 2020-2021年开始呈现轻度富营养状况, 有逐渐向中度富营养发展的趋势, 水库水体富营养化逐年加剧进而威胁供水安全所造成的影响已不容忽视。

3.3.3 水质达标情况

2015-2019年水源地水质均为Ⅲ类, 水质良好, 均达到水源地水质目标要求, 达标率为100%。2020年水质开始恶化, 水质类别达到Ⅳ类, 其中总磷超标0.24倍, 总氮超标0.11倍, 2021年水质持续恶化, 水质类别评价为Ⅴ类, 其中总磷超标0.14倍, 总氮超标0.33倍, 高锰酸盐指数超标0.005倍, 五日生化需氧量超标0.125倍, 两年均未达到水源地水质目标要求, 水质恶化趋势逐年加剧, 水质恶化的结果令勐腊县广大市民对饮水安全忧心忡忡。

4 曼旦水库农业面源污染治理措施

通过对曼旦水库的全面调查, 可知农村生活、农业生产过程中会向水体输入大量的氮、磷营养物质, 加速了曼旦水库水体富营养过程, 农业面源污染已成为该水库的主要污染源。根据曼旦水库水质现状和管理目标要求, 在综合分析该水源地存在问题的基础上, 结合水源地的具体特点和重要性, 本着重点治理、防治结合的原则, 提出以下治理措施和建议:

4.1 实施隔离防护工程

为防止人类活动对水源保护区水量、水质造成影响, 曼旦水库水源保护区应设置相关宣传警示标识及隔离防护设施。隔离设施选择生物隔离工程, 常见有防护林等, 或物理隔离工程, 主要包括围网、护栏等, 选择适宜林草植被进行防护林建设, 不但能起到阻隔人类活动的作用, 而且还可以直接起到涵养水源, 减轻地表径流的冲刷, 减少地表径流裹挟地表污染物入库的污染量, 达到改善水质的目的。

4.2 控制农村生活污染源

针对曼旦水库流域村寨比较分散的特点, 结合乡村

振兴、美丽宜居乡村建设等国家战略, 加快生物污水处理设施的建立, 优先考虑厌氧生物池或生物接触氧化等方式, 处理后的生活污水可作为灌溉水或其他用途使用, 既可提高水资源的重复利用率、缓解水资源供需矛盾、促进农业生产的发展, 又可有效避免污水横流的恶劣现象, 改善农村的生态环境条件, 对曼旦水库流域社会经济的健康持续发展具有积极的作用。

4.3 推广节水灌溉和平衡施肥技术

影响水库水环境质量中, 农业面源污染造成的危害影响必须要足够重视, 必须要深挖潜在污染源, 采取更加多样化的节流举措。所谓源头发力, 必须要深刻认识传统粗放型施肥方式的危害, 确保施肥方式更加科学环保合理, 既有助于优化农田土层中的养分构成, 也能够防范可能的氮磷施加过量超标。“节流”即控制水土流失, 减少氮磷等营养物质的流失量, 通过科学种植即减少农药和化肥的用量, 从而有效控制面源氮磷等营养物质流失入库, 又有利于降低农产品中的农药、化肥残留, 使农产品质量明显得到提高。

4.4 保护天然河滩湿地并推广人工湿地

天然河滩, 是水流进入水库的重要区域, 也是守护水库水环境质量安全的重要发力区间, 必须要建构一定数量的人工湿地, 并结合水库地方的物种环境, 探索恰当的生物廊道, 形成覆盖更加全面的生物链系统, 高效去除水体中的氮磷等污染物质, 减缓富营养化进程, 改善水库水质的目的。针对曼旦水库主要面源污染物输入河流腊蚌河的特点, 最适宜利用腊蚌河入库口处的滩地建设人工湿地, 种植适宜本地的高富集氮磷植物, 阻隔、沉淀、吸附和降解氮磷营养物质, 可有效削减氮磷的入库量, 遏制水库水体富营养化趋势。

参考文献

- [1] 杨景江等. 西双版纳州水资源保护规划(2015-2030). 西双版纳州水利局云南省水文水资源局西双版纳分局 201508;
- [2] 杨霞. 勐腊县南木浪河“一河一策”实施方案. 昆明龙慧工程设计咨询有限公司. 201808;
- [3] 邓娜. 西双版纳州曼旦水库健康评估报告. 云南省水文水资源局西双版纳分局. 202112;
- [4] 郑冰冰, 田在峰, 王月锋等. 水生态环境评价与管控措施-以河北省为例. 中国水利. 2021(16);
- [5] 王建民. 峡山水库省级战略水源地水质提升保护工程浅析. 中国水利. 2021(21).