

Analysis of the Causes of Manganese Exceeding the Standard in Jinguang Reservoir and Suggestions for Prevention and Control

Qiong Xie¹ Hui Chen² Ni Liang³

1. Laifeng County Environmental Monitoring Station, Laifeng, Hubei, 445700, China

2. Laifeng County Ecological Environmental Protection Comprehensive Law Enforcement Team, Laifeng, Hubei, 445700, China

3. Xianfeng County Environmental Monitoring Station, Xianfeng, Hubei, 445600, China

Abstract

The ecological and environmental protection department of Laifeng County, China found that the manganese content suddenly exceeded the standard during the routine monitoring of the Jinguang Reservoir. In order to find out the cause, the investigation team obtained the geological and surrounding sensitive source pollution data and monitoring data through field investigation and monitoring analysis. After that, the manganese content suddenly exceeded the standard in the Jinguang Reservoir was closely related to geological, water temperature, pH, dissolved oxygen, sediment at the bottom of the reservoir and other factors, and put forward effective prevention measures, it is expected to provide reference and reference for solving the problem of excessive manganese in Jinguang Reservoir, so as to ensure the safety and health of water consumption for residents.

Keywords

reservoir; manganese exceeds the standard; cause analysis; prevention and control suggestions

金光水库锰超标原因分析及防治建议

谢琼¹ 陈辉² 梁霓³

1. 来凤县环境监测站, 中国·湖北 来凤 445700

2. 来凤县生态环境保护综合执法大队, 中国·湖北 来凤 445700

3. 咸丰县环境监测站, 中国·湖北 咸丰 445600

摘要

中国来凤县生态环保部门在对金光水库例行监测中发现锰含量突然超标, 为了查明原因, 调查组通过现场调查、监测分析, 取得地质、周边敏感源污染状况资料及监测数据后认为, 金光水库锰含量突然超标与地质、水温、pH、溶解氧、库底沉积物等因素密切相关, 并提出有效的防治措施, 以期为解决金光水库锰超标问题提供参考和借鉴, 从而保障居民用水的安全和健康。

关键词

水库; 锰超标; 原因分析; 防治建议

1 引言

2022年1月13日, 中国来凤县金光水库例行监测中发现锰超标。为了查清锰含量突然升高超过饮用水标准的直接原因, 保障居民用水的健康和安全, 来凤生态环境分局责成来凤县环境监测站对来凤县革勒车镇金光水库锰超标情况进行调查, 查明原因, 以便采取有效的处理措施。

2 金光水库概况

金光水库位于革勒车镇桐麻村13组, 于1972年9月

开始建设, 1977年12月基本完工, 主要用于供水和灌溉。库容总量达164.6万m³, 有效库容128.3万m³, 防洪库容22.8万m³, 死库容15万m³。坝顶高度790m, 坝顶长113m, 坝顶宽5m, 最大坝高17m, 溢洪道底部高度703m, 溢洪道宽8m, 死水位771m, 放水设施为φ型圆球闸。水库配套渠道7300m, 灌溉桐麻、桑树坪、正坪、岩板四村农田3800亩, 取水口周边有居民及农田分布, 一级保护区内有5户居民。设计日供水规模为每天2000m³, 可以满足附近15000人的生活用水需求。

3 锰超标对人体及生产的危害

锰是人体必需的微量元素, 但长时间食用含锰量较高

【作者简介】谢琼(1974-), 女, 土家族, 中国湖北来凤人, 工程师, 从事环境监测及污染控制研究。

的水可能会导致身体疲劳、头痛、记忆变差、肌肉酸痛等症状。此外，锰的氧化物形成的沉积物会使水的颜色变深，对衣物和容器造成污染。在城市供水行业中，含锰量较高的水源不仅需要建立净水系统，增加制水成本，还会缩短输水管道的使用寿命，降低出厂水质。GB3838—2002《地表水环境质量标准》和 GB5749—2022《生活饮用水卫生标准》中都明确规定了锰的标准限值，以保护我们的水环境^[1]。

4 环境调查及监测情况

来凤县的饮用水源大多为水库型地表水源，为了保护环境，来凤县生态环境分局定时对城镇的集中式饮用水源地开展水质检测，以确保水质符合《地表水环境质量标准》的相关要求。金光水库从2007年有监测记录以来，从未出现过锰超标的情况。因此，在2022年1月13日出现锰超标的情况后，监测部门分别于2022年1月19日、1月22日又进行了两次复测，浓度范围为0.37~0.40mg/L，最高值超标3.0倍。此后，调查小组于2022年1月23日至25日沿水库四周进行更为细致的排查，收集水库周边环境资料，识别水库周边历史或者当前生产活动中潜在的污染隐患，判别周边是否存在锰超标的外源性原因。同时，监测部门根据水库及其周边水文地质状况、可能造成的污染物扩散范围及周边敏感目标位置等情况再次确定取样监测点位12个，库外集水监测点锰最大浓度0.02mg/L，库内各监测点浓度范围为0.32~0.37mg/L，未呈现明显差异，外源性污染被排除。调查组继续对水库水体进行采样监测，锰含量持续下降，4

月20日季度监测检测结果为未检出。

期间，为了进一步弄清水库锰超标的原因，3月16日，调查组对水库水体进行采样的同时对水库底泥也进行了采样。底泥样共3份，具体见图1，检测结果如表1所示。



图1 监测采样点位示意图

表1 底泥样 Mn 元素分析结果对比表

样品编号	MnO ₂ (%)	Mn ²⁺ (mg/kg)
S1	0.30	263
S2	0.19	520
S3	0.23	507

结果显示：水库中心 S1 底泥中 MnO₂ 比例略高于东北 S2 和西北 S3 两侧入水口处，而二价锰含量与 MnO₂ 含量成反比。说明区域底泥存在 MnO₂ 转化成 Mn²⁺ 的现象。

表2 水样锰元素化学分析结果表

采样日期	样品编号	检测项目	检测结果 (mg/L)	检测项目	检测结果 (mg/L)	检测项目	检测结果 (mg/L)	备注
2022年1月13日	W1	锰 Mn	0.44	铁 Fe	0.06	溶解氧	7.63	检出限 锰 Mn: 0.004mg/L 铁 Fe: 0.02mg/L
2022年1月19日	W1		0.40		未检出		7.51	
2022年1月22日	W1		0.40		未检出		7.58	
	W2		0.40		未检出		7.65	
	W3		0.40		0.03		7.68	
	W4		0.37		未检出		7.54	
	W5		0.37		未检出		7.46	
	W6		0.38		未检出		7.52	
2022年1月25日	W7		0.37		未检出		7.50	
	集水1		未检出		—		—	
	集水2		未检出		—		—	
	集水3		0.02		—		—	
	集水4	未检出	—	—				

采样日期	样品编号	检测项目	检测结果 (mg/L)	检测项目	检测结果 (mg/L)	检测项目	检测结果 (mg/L)	备注
2022年1月25日	集水5	锰 Mn	未检出	铁 Fe	—	溶解氧	—	检出限 锰 Mn: 0.004mg/L 铁 Fe: 0.02mg/L
	集水6		未检出		—		—	
	W6		0.32		—		7.55	
	W7		0.37		—		7.58	
	W8		0.35				7.44	
	W9		0.35				7.51	
	W10		0.33				7.63	
	W11		0.35				7.61	
2022年2月22日	W1		0.27		—		8.03	
	W2		0.25		—		8.14	
	W3		0.28		—		7.91	
	W4		0.26		—		7.86	
	W5		0.27		—		7.87	
	W6		0.27		—		7.95	
	W7		0.25		—		7.96	
2022年3月16日	W1	0.14	—	8.35				
	W2	0.16	—	8.51				
	W3	0.17	—	8.45				
	W4	0.15	—	8.56				
	W5	0.15	—	8.61				
	W6	0.12	—	8.15				
	W7	0.14	—	8.34				
2022年3月31日	W1	0.07	—	8.51				
	W2	0.08	—	8.65				
	W3	0.07	—	8.24				
	W4	0.08	—	8.74				
	W5	0.06	—	8.54				
	W6	0.07	—	8.50				
	W7	0.07	—	8.61				
2022年4月20日	W1	未检出	未检出	9.70				
2022年7月12日	W1	未检出	未检出	8.14				
2022年10月21日	W1	未检出	未检出	8.70				

5 水质锰超标原因分析

据中国有关资料显示,水库水中锰浓度超标的情况在国内地表水湖库型饮用水源地普遍存在,其特征是:水体中锰浓度会根据气候改变、温度高低以及溶解氧浓度而发生变化,水体上部锰浓度较低,下部锰浓度较高,而且伴随水深的增加,这种状况会呈现出垂直分布规律性,尤其是夏季。但是本次水库出现锰超标的情况却发生在冬季,很少见。经现场调查、监测分析,本次金光水库锰超标的原因分析如下:

①地质原因。金光水库位于奥陶系牯牛潭组地层,该地层岩性为瘤状泥质灰岩,锰元素背景值较其他地层相对较高,形成水库后水体中锰元素含量较其他地层也会相对增高。

②与水温、pH、溶解氧、库底沉积物等有关。2022年1月、2月、3月、4月锰含量分别为0.32~0.44mg/L, 0.25~0.28mg/L, 0.12~0.17mg/L, 0.06~0.08mg/L, 未检出。多次取样后,锰含量由原来的超标340%降低至超标20%,直至最后低于方法检出限,其间未做任何降低水体锰元素的措施,属于自然下降,且下降明显。而同时,水体溶解氧含量由7.63mg/L升高到9.70mg/L。所以我们认为金光水库水体中二价锰含量超标是由于在特定的时间节点(大雪后极低的气温环境),水体由于存在垂向温度变化、溶解氧降低,致使底泥中的四价锰还原成二价锰后进入水体导致锰超标。通常情况,水库pH处于中性条件,锰以微溶的氧化物和氢氧化物固体形式存在,具有较高的稳定性^[2],可以有效地保护水体的环境和生态系统。2022年1月13日,时值大雪天气,温度较低,水体上部与下部温度不同(下部温度相应较高),产生了一个致密屏障作用,使得水体上部与下部被温跃层分隔,缺乏对流运动,这时水体溶解氧降低,构成了还原环境,库底沉淀物中的四价锰被还原成可溶性的二价锰离子,从而使得水体中二价锰含量大幅度提高,水库取样分析发现锰元素超过了限值。但随着天气变暖气温升高,温跃层消失,水体流动,溶解氧升高,二价锰离子再次被氧化成四价锰藏于库底沉积物中,不被检出。

6 防治措施及建议

①进行水体置换,有效降低水中锰的浓度。水库是一种半封闭的生态系统,水体流动性较低,因此更新水体所需的时期较长。如果二价锰元素超标,它会在水库内滞留很长时间,并逐渐积累,难以排出。因此,在汛期,如果条件允许,应定时开启水闸实行水体替换,以有效地减少水体中锰的含量。

②在水库中安装水体增氧机,以提高水体中溶解氧的含量,使水体处于一种有利的氧化环境,从而有效地将低价锰转化为高价态,并将其沉淀至底泥中,从而有效降低水中锰的浓度^[3]。

③加强金光水库饮用水水质监测工作。继续加强金光水库饮用水水质监测工作,定期安排人员对库容水的水质进行检测,确保水体中锰元素保持正常水平。

④加强处理措施,保证水质质量。水库所处地层为奥陶系牯牛潭组,本身锰元素背景值较高,而水库水体锰元素的变化与底泥沉积物关系密切。考虑目前水库底泥锰浓度偏高,在未得到有效处理的情况下,为了保证饮用水安全,水厂能够在制水环节增加除锰工艺设备,进行有效的针对性的处理,保证龙头水水质达标。

⑤建立水源应急机制,防控突发事件。水库管理部门应采取有效措施,定期清理库区周边环境中的枯枝落叶和垃圾,并对水体中的漂浮物进行打捞,最大限度地减少有机物的污染,保护水体的健康状况^[4]。

参考文献

- [1] 朱国建,张盼伟.西北干旱区典型水库锰超标原因分析及防治对策[J].水利技术监督,2022(2):75-79.
- [2] 程永康,王锡良,张含斌,等.水库水锰超标去除方法及高锰酸钾除锰[J].净水技术,2021,40(S2):76-79+83.
- [3] 彭明霞.论水库水质铁锰超标原因分析及污染防治措施[J].环境与发展,2018,30(5):51+53.
- [4] 黄梅芳.水库铁、锰超标原因分析及防治对策探讨[C]//中国环境科学学会2006年学术年会优秀论文集(下卷),2006:698-701.