

东营某沉砂池咸化规律及应对措施

葛广星¹, 张洪峰²

(1. 东营市鲁辰水务有限责任公司, 山东 东营 257100; 2. 东营市财金水务有限责任公司, 山东 东营 257091)

【摘要】沿海地区水库及沉砂池由于离海较近,受海水上溯的影响较大,容易导致水体氯化物升高,甚至超过地表水质量标准要求。东营市某沉砂池为黄水东调的关键枢纽,存在水面大、上覆水深分布不均匀、水质咸化等问题,通过对该沉砂池氯化物变化情况进行研究,以了解咸化规律,探索减缓咸化的措施。经研究发现:风力及水位对沉砂池各取样点氯化物变化影响较大;蓄水期各取样点氯化物数值均经历了进水波动期、混合稳定期、同步增长期3个时期变化。针对得出的咸化规律,提出管理和工程措施建议,以减缓水质咸化进程。

【关键词】黄水东调工程;沉砂池;饮用水安全;水质检测

【中图分类号】X703

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2025)-01-0065-04

Salting Regularity in Sedimentation Tank and Countermeasures in Dongying

GE Guangxing¹, ZHANG Hongfeng²

(1. Luchen Water Affairs Co., LTD., of Dongying Municipality, Dongying, Shandong 257100, China;

2. Caijin Water Affairs Co., LTD., of Dongying Municipality, Dongying, Shandong 257091, China)

Abstract: The reservoir and sedimentation tank in coastal areas are close to the sea, so that they are greatly affected by the upstream flow of seawater, which is easy to lead to the rise of chloride in water, and even exceed the requirements of surface water quality standards. The sediment tank in Dongying Municipality is a key hub of Yellow River diversion to the east area, and there are problems such as large water surface, uneven water depth distribution and saline water quality. The change of chloride in the sediment tank is studied to understand the salinity rule and explore the measures to slow down the salinity. It is found that wind and water level have great influence on the variation of chloride at each sampling point in the sand settling basin. The chloride value of each sampling point experienced three terms of influent fluctuation period, mixed stable period and synchronous increasing period. According to the obtained rule, management and engineering measures are proposed to slow down the salting process of water quality.

Key words: Yellow River diversion to the east area; Sedimentation tank; Drinking water security; Water quality detection

东营市位于黄河最下游,濒临渤海,地势低洼,土壤盐碱化程度较高,属北方典型的缺水城市。水质咸化现象在该地区的水库较为常见^[1],如何充分高效利用黄河水显得尤为关键。黄河是富含沙河流,为保证水质,提高蓄水水库工程效益,引黄水须经沉砂池沉淀后再提升入库。沉砂池在引黄供水中的作用非常重要,是引水系统中必备的配套工程。东营某沉砂池离渤海直线距离14 km,平均水深3 m,水面面积4.8 km²,总有

效容积约1 000万m³。该沉砂池为黄水东调工程的关键枢纽,在黄水东调工程调水间歇期,沉砂池氯化物升高较快,最高在690 mg/L左右,超过《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中对氯化物的限值(250 mg/L)要求。水质咸化问题限制了沉砂池正常功能的发挥,作为饮用水水源地迫切地需要解决水质咸化问题。通过试验研究沉砂

收稿日期:2024-10-11

作者简介:葛广星(1987—),男,高级工程师

池蓄水后氯化物变化规律,分析影响因素,采取相应管理和工程措施减缓水质咸化进程,从而保障饮用水安全,提高水资源利用率。

1 试验方法及结果

1.1 试验材料

试验仪器有 250 mL 锥形瓶、50 mL 棕色酸式滴定管、50 mL 量筒。使用的试剂为浓度 5% 的铬酸钾溶液及硝酸银标准溶液。采集代表性水样,使用干净且化学性质稳定的玻璃瓶或聚乙烯瓶存放,不必加入特别的保存剂。

1.2 试验原理及方法

参照《生活饮用水标准检验方法》,采用硝酸银容量法进行氯化物含量测定。在中性或弱碱性溶液中,以铬酸钾为指示剂,用硝酸银滴定水样中的氯化物。氯化物首先与硝酸银反应生成氯化银白色沉淀,过量的硝酸银与铬酸钾反应生成铬酸银红色沉淀,从而指示氯化物滴定的终点。

此方法适用于天然水中氯化物的测定,也适用于经过适当稀释的高矿化度水如咸水、海水等,以及经过预处理除去干扰物的生活污水或工业废水,测量范围为 1~250 mg/L。由于沉砂池氯化物超过 250 mg/L,需对样品进行稀释后检测,稀释倍数为 2~4 倍。

在该沉砂池选取 6 处取样点,对蓄水前后氯化物含量进行为期 3 个月的监测,对各个取样点氯化物变化情况进行分析。1 号取样点位于入沉砂池提升泵站出水口;2 号取样点位于沉砂池东北角;3 号取样点位于外输泵站 1 前池;4 号取样点位于沉砂池东岸;5 号取样点位于外输泵站 2 前池;6 号取样点位于沉砂池西侧,对沉砂池周边水域也进行了检测。各取样点位置如图 1 所示。

1.3 试验结果

1)各取样点氯化物含量变化趋势。沉砂池进水时间段为 3 月 2 日—10 日,共计进水 700 万 m^3 ,进水前库存 300 万 m^3 ,进水前沉砂池平均氯化物含量约 683.4 mg/L,进水氯化物含量约 120 mg/L。该沉砂池 3 月 1 日—5 月 6 日各取样点氯化物含量及 2~6 号取样点氯化物含量平均值见表 1。

2)1 号取样点氯化物变化情况。1 号取样点在沉砂池进水期间平均氯化物在 121 mg/L 左右,停止进水后受风力搅拌影响,在水体中盐分

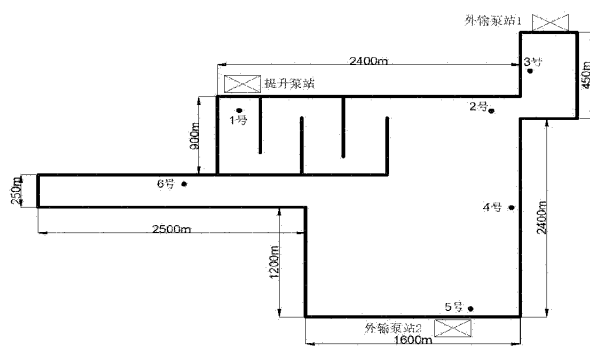


图 1 沉砂池取样点位置示意图

传质作用下,氯化物快速升高,至 5 月 6 日平均每天增长 4.1 mg/L。

3)2 号取样点氯化物变化情况。引黄水进入沉砂池后,最先经过沉砂池东北角(2 号取样点)。进水期该点附近氯化物下降较快,同时受风力影响较大。3 月 8 日受东北风影响,氯化物由 178 mg/L 陡升至 431 mg/L,考虑是风力将底部及外输泵站 1 前池内的水吹向 2 号取样点附近。该取样点 3 月 8 日—30 日之间受风力搅拌影响,氯化物波动较大,3 月 31 日达到 338 mg/L 后,开始缓慢上升,到 5 月 6 日达到 442.4 mg/L,平均每天升高约 2.9 mg/L。张鹏^[2]指出,扰动产生的动力会造成表层底泥悬浮,促进盐分释放,使水质变差。西雷^[3]指出沉积物盐分的释放会影响水库水质咸化。

4)3 号取样点氯化物变化情况。3 号取样点位于外输泵站 1 前池,由于泵站未运行,水流不畅,且受风力搅拌影响较小,与其他区域水体交换较少,进水波动期及混合稳定期氯化物一直处于较高的水平。

5)4 号取样点氯化物变化情况。4 号取样点位于沉砂池东岸,3 月 31 日—5 月 6 日平均每天升高 1.94 mg/L,在 6 个取样点中增幅最小。结合枯水季节卫星云图可以发现,该沉砂池主要水流通道是沿着北岸和东岸一直到达外输泵站 2 前池,东岸水深最大,底部盐释放更慢一些,同时 4 号深层水氯化物略高于表层水。在土壤盐分含量相同的条件下,土壤盐分释放量与上覆水水深呈负相关关系,即水深越大对土壤的压力越大,土壤盐分释放量越小^[4]。

6)5 号取样点氯化物变化情况。5 号取样点位于外输泵站 2 前池,此处水深与 4 号取样点相当,氯化物平均每天增幅为 2 mg/L。

表 1 各取样点氯化物含量 mg/L

时间	1 号取样点	2 号取样点	3 号取样点	4 号取样点	4 号取样点 (深层水)	5 号取样点	6 号取样点	平均值 (2~6 号取样点)	天气
3 月 1 日	118.5	672	697	677	677.5	682	689	683.4	西北风 4 级
3 月 2 日	121.5	270.4	698	603.4	605	679.6	679	586.08	西南风 3 级
3 月 3 日	123	230.5	644.4	356	357	644	655	505.98	西南风 2 级
3 月 6 日	117.8	176.8	495.6	284.2	285.4	411	489	371.32	西风 2 级
3 月 7 日	120	178	413	360	362	420	465	367.2	西南风 2 级
3 月 8 日	122	431	484	350	352	444	441	430	东北风 4 级
3 月 9 日	127	203	461	402	402	442.4	429	387.48	西南风 3 级
3 月 10 日	122	170	421	413	415.4	398.4	417.6	364	西南风 3 级
3 月 13 日	130	292.5	418	339	341	355	383	357.5	西南风 4 级
3 月 14 日	134	293	394	292.4	294	344	364	337.48	西南风 3 级
3 月 17 日	144	327	400	325	327.5	351	376.4	355.88	东南风 2 级
3 月 20 日	159.5	321	381	326	330	331	377	347.2	南风 3 级
3 月 22 日	170	320	394.4	336	338.6	335	376.4	352.36	北风 3 级
3 月 24 日	182.2	342	398.4	340.4	343.2	344	406	366.16	东北风 4 级
3 月 28 日	202.2	330	396	342.4	344	343.6	397.6	361.92	南风 3 级
3 月 31 日	225.5	338	402	342	343.5	346	389.6	363.52	东南风 2 级
4 月 3 日	233	359	400	349.6	349	349.6	409.6	373.56	东南风 4 级
4 月 7 日	211	382	406.4	348.4	349	350.4	417	380.84	西北风 3 级
4 月 14 日	345.8	372.4	407.6	367	368.5	370	489.6	401.32	东北风 3 级
4 月 21 日	371.2	423.6	429.6	387	388	400.4	441	416.32	东北风 4 级
4 月 27 日	383.2	403.6	451.6	413	413.5	415	431.6	422.96	西南风 4 级
5 月 6 日	373	442.4	487.6	412	412	418	470.4	446.08	东北风 5 级

7)6 号取样点氯化物变化情况。6 号取样点位于沉砂池西侧,受水流不畅影响,在沉砂池进水后氯化物下降缓慢,同时停止进水后最先升高至 400 mg/L 以上,随着沉砂池水位下降,沉砂池西侧约有 1/2 的水面消失,露出池底。水位较低时,底泥暴露在空气中,泥土中水分通过毛细现象蒸发,同时释放出盐分,当水位再次升高时滩涂泥表面的盐分便溶解在水体中,从而影响水体盐度^⑤。氯化物含量于 3 月 31 日趋于稳定,开始缓慢增长,平均每天增长 2.24 mg/L。

8)沉砂池周边水域氯化物。沉砂池周边地区及池底土壤属于盐化土壤,南侧水系与渤海相连,受到海水上溯影响,经检测沉砂池南侧水系氯化物含量为 6 485 mg/L。沉砂池西南角外侧沟渠氯化物含量为 4 108 mg/L,北侧闲置水池氯化物含量为 972.5 mg/L,东侧景观水库氯化物含量为 976 mg/L。沉砂池南 2.3~10.5 km 内有 6 座盐场。

2 结论及分析

1) 通过各取样点氯化物含量变化情况可以

看出,沉砂池补水后各取样点氯化物含量数值均经历了进水波动期、混合稳定期、同步增长期 3 个时期变化,其中进水波动期直接受新鲜水补水时间影响,随着新鲜水补充,氯化物含量快速下降;随后又受风力搅拌和水中盐分传质影响,氯化物含量波动较大,混合稳定期持续时间约 3 周左右;随后进入同步增长期,受地理位置、水流情况、水深影响,各取样点氯化物含量增长速率略有不同,该阶段至下一个周期补水开始而结束。

2)沉砂池各取样点氯化物含量差距较大,深层水氯化物略高于表层水,增长速率与上覆水深成负相关,水深越大增长速率越慢,且受大风天气影响较大;3 月 31 日各取样点氯化物含量平均值趋于稳定后开始缓慢增长。

3) 沉砂池西侧和外输泵站 1 前池氯化物含量较其他取样点高,主要原因为水流不畅,且沉砂池西侧水深较浅,池底水盐分释放较快。

4) 由于沉砂池进水最先流经 1 号和 2 号取样点,这两处氯化物含量在进水期较低,进入增长期后日增幅最大,分别是 4.1 mg/L 和 2.9 mg/L。

4号、5号取样点较其他取样点上覆水深较大,氯化物含量增幅较慢一些。

5)目前沉砂池氯化物含量不满足《地表水环境质量标准》中对氯化物的限值(250 mg/L)要求,需采取相关措施减缓沉砂池水质咸化进程。

3 建议

1)可将沉砂池地势较高的区域下挖,增加上覆水深,在不影响调蓄容积的前提下,减少池底传质面积,减少蒸发面积,提高蓄水位,能够降低传质作用影响。可将沉砂池分割为东西两部分,东侧作为饮用水水源地,西侧作为应急水库,每次蓄水前将东侧沉砂池库底水弃水至西侧,用于养殖、农业灌溉、城市景观等用水。

2)沉砂池周边水域咸化严重,通过传质作用影响沉砂池水体咸化进程,可在沉砂池外侧开挖排咸沟,降低周边水域影响。沉砂池南侧水系水面较低,可充分利用落差,在沉砂池南侧建设泄水闸,在洗池弃水时降低咸水外排动力费用。

3)在高锰酸盐指数、氨氮等指标达标的前提

下,通过与其他水源混合使用,降低进厂水中氯化物含量。

4)水厂可以通过工艺升级改造,增加纳滤、反渗透工艺,降低氯化物等指标含量,向工业企业供水,高效利用各类水资源。

5)加大水质检测频率,通过建立蓄水和调水周期模型,借助数字孪生技术采取最优调度模式,干预咸化进程,提升出水质量。

参考文献

- [1] 吴光红,李金中,李学菊.天津滨海地区城市供水调节水库水质咸化原因与改善途径[J].水资源保护,2010,26(1):29-31,35.
- [2] 张鹏,姜翠玲,朱立琴,等.沿海拟建水库底泥盐分释放规律研究[J].人民黄河,2013,35(9):74-75,78.
- [3] 西雷.滨海水库水体水质咸化空间和季节性变化规律[D].天津科技大学,2022.
- [4] 郭思琪,郭宝顺,秦华联.北大港水库分库后的水质咸化风险研究[J].海河水利,2017(1):21-24.
- [5] 薛青美.海湾水库库底形态对库水咸化影响的模拟研究[D].青岛大学,2015.

(责任编辑 崔亚男)

(上接第64页)投资、谁所有、谁受益、谁负担”的原则,落实农田水利工程的产权主体^①,保护农民种粮、参与和支持农业水价改革的积极性,推动农业节水事业发展。同时继续发挥“以工补农”作用,通过非农业水费补足运行需要。

3 结语

位山灌区将深入践行习近平总书记关于黄河流域生态保护和高质量发展的重要指示精神,紧抓续建配套与现代化改造、数字孪生灌区建设等机遇,按照“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路,坚定不移推动新阶段灌区高质量发展,为黄河重大国家战略落实落地贡献“位山力量”。

参考文献

- [1] 张灵真,张传刚,陈朋,等.位山灌区现代化改造对策研究[J].水利技术监督,2023(5):5-7,53.

- [2] 马娜.水利工程“管养分离”与维修养护策略[J].四川水泥,2021(12):235-236.
- [3] 闫哲宾,李文军.聊城市农业水价改革的主要经验与做法[J].山东水利,2023(7):33-35.
- [4] 刘璐,孙法圣,周冉,等.山东省位山灌区水资源供需平衡分析[J].乡村科技,2022,13(7):122-126.
- [5] 尚恒帅,吕冠南,王刚.位山灌区引黄灌溉的环境效应分析[J].北京测绘,2018(4):418-422.
- [6] 刘慧,柴泉雄,李长明,等.黄河泥沙物化特性与改性利用研究进展[J].人民黄河,2023,45(5):41-45,50.
- [7] 夏康平.第二批灌区水效领跑者——山东位山灌区[EB/OL].http://nssd.mwr.gov.cn/ztbd/gqsslpz/depqsslpz/202306/t20230612_1670341.html.
- [8] 张晓颖,李天华,李沁书.我国大型灌区信息化建设与发展[J].水利规划与设计,2023(12):4-8.
- [9] 戚瀚月,宋伟,陈新军.临沂市农业水价改革成效及经验浅析[J].山东水利,2021(7):75-76.

(责任编辑 赵其芬)