

北方某水源水中金属元素与浊度的相关性分析

高云亮, 闫雷

(东北农业大学 资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要: 水源水中多数金属元素含量是符合水质标准的,但像铁、铝、锰、钛这些地壳中较丰富的元素可能超过相应水质标准。试验以浊度作为净水工艺的主要控制指标,分析以上金属元素与浊度之间的关系。结果表明,铁、铝、钛的含量与浊度之间呈明显的正相关关系;以金属钛作为控制指标时,浊度也符合相应水质要求。该成果可简化以松花江为地表水源水的中小型水厂的日常检测,并且对检测能力一般的水厂的运行管理也具有指导意义。

关键词: 水源水; 浊度; 金属元素; 钛

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)09-0066-03

Correlation Analysis between Metals and Turbidity in Raw Water in North China

GAO Yun-liang, YAN Lei

(College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: The concentrations of most metals in raw water are within the water quality standard. However, metals such as iron, aluminum, manganese and titanium may exceed the drinking water quality limits. Turbidity is a major controlling index in water purification process design. Hence, the correlation between metals and turbidity was studied. The results showed that there was a positive correlation between the metal concentrations and the turbidity. When titanium was used as a controlling indicator, the turbidity could reach the standard as well. For small to medium sized water plants using the Songhua River as raw water, this study showed that daily testing routines could be simplified. Guidance in general operation and management were provided for water plants with limited testing capacity.

Key words: raw water; turbidity; metal element; titanium

以地表水作为水源水时,常规去除对象主要包括水中的悬浮物质、胶体物质和病原微生物,其中悬浮物质和胶体内部含有大量的重金属元素,并以不同的形态存在。在天然水体中,铁、铝、锰、钛的溶解态浓度不高,主要以沉淀的形式存在,且某些铝的形态对生物具有一定毒性^[1,2]。铝元素具有较高的络合和沉淀能力,能够与多种离子和有机物形成络合物,其存在着复杂多变的形态和结构。浊度主要由

悬浮颗粒物、胶体、有机物等组成^[3,4],是饮用水净化过程中的重要控制指标,一般水厂均拥有便携式浊度仪,操作简单,而水中重金属离子的测定需要复杂设备和繁琐的操作步骤^[5]。

笔者针对北方某水源水夏季丰水期时铁、锰、钛超标的问题^[6,7],分析这些元素不同季节浓度超标的原因,讨论指标间的相关性,并以金属钛为控制目标,在采用常规工艺处理松花江原水且出厂水浊度

满足生产需求的前提下,探讨通过浊度间接反映金属元素是否达标而简化生产管理的可行性。

1 试验材料与方法

试验用水取自哈尔滨市某水厂取水口,所取水样未加任何药剂,在 4 °C 冰箱中冷藏保存。取样时间为 2013 年 6 月—2014 年 4 月,每周取样 1 次,测定水中钛、锰、铝、铁、浊度,并计算月平均值。浊度采用浊度仪测定;金属指标的检测采用电感耦合等离子体质谱法(ICP/MS),射频功率为 1 290 W,载气流量为 1.11 L/min,采样深度为 7.0 mm,采样锥类型为镍锥,其中等离子体气、载气、冷却气均为高纯氩气。

2 结果与讨论

2.1 铁、铝与浊度的相关性分析

图 1 为取水口铁、铝与浊度的相关性。

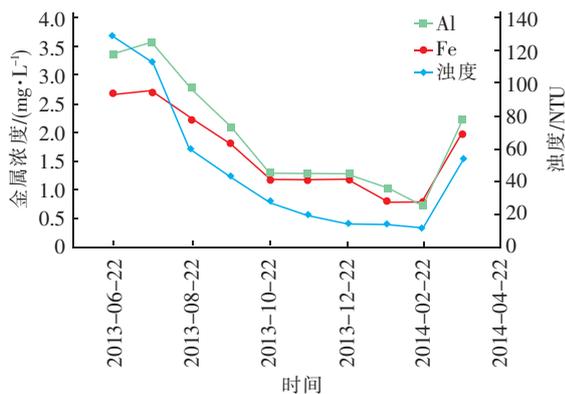


图 1 取水口铁、铝与浊度的相关性

Fig. 1 Correlation between Fe, Al and turbidity

由图 1 可知,水源水中铁、铝浓度与浊度的变化趋势具有相似性。利用 Correl 函数计算得出,铝浓度与浊度的相关系数 R^2 为 0.912 3,相关性方程为 $Y = 39.694X - 29.289$;铁浓度与浊度的相关系数 R^2 为 0.889 2,相关性方程为 $Y = 53.917X - 40.303$ 。两方程的相关性均较好,表明浊度指标可以用于反映水中铁、铝含量的水平。

2.2 锰、钛与浊度的相关性分析

图 2 反映了取水口锰、钛与浊度的相关性。利用 Correl 函数计算,锰浓度与浊度的相关系数 R^2 为 0.250 9,相关性方程为 $Y = 1.245X - 10.646$;钛浓度与浊度的相关系数 R^2 为 0.918 2,相关性方程为 $Y = 854.15X - 20.096$ 。松花江水源水中锰浓度年际变化不大,呈较低污染水平,与浊度几乎无相关性,而金属钛浓度与浊度有较好的相关性。

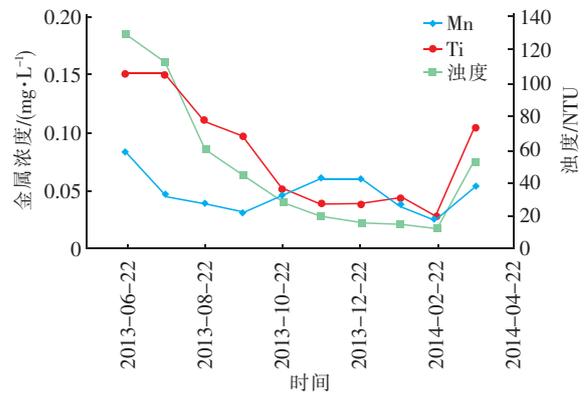


图 2 取水口钛、锰与浊度的相关性

Fig. 2 Correlation between Ti, Mn and turbidity

利用 Correl 函数计算得出铝浓度与钛浓度的相关系数 R^2 为 0.966 8,相关性方程为 $Y = 21.09X + 0.266 4$ 。铁浓度与钛浓度的相关系数 R^2 为 0.965 9,相关性方程为 $Y = 15.321X + 0.417$ 。在丰水期,随着铝浓度的升高,水中钛的含量也随之增大;而在枯水期,钛与铝的浓度都处在相对较低的水平,很明显这些重金属来自地表径流。松花江属于三江平原三大水系之一,三江平原铁元素输送量可达 5×10^4 t/a,且铁广泛分布于松花江流域的水体和沼泽湿地等区域^[8]。然而,近年来对于三江平原地区的原生生态系统的开发导致原有自然湿地、沼泽逐渐减少^[9],取而代之为大面积的灌溉农田和人工排水系统,造成铁元素向外输出的通道被堵塞,这在很大程度上影响了原有水体的循环模式。因此,大量滞留在水体中的铁元素对于钛的转化迁移行为产生了影响,并阻碍了对松花江水体中钛的去除。潘晓峰等人^[10]研究了三江平原不同水体迁移转化过程中铁浓度和形态的变化,结果表明沼泽水和农田水在迁移过程中铁元素均以络合态和酸性不稳定态存在,同时发现胶体和亚铁离子的含量保持稳定。由此可以推断,造成钛浓度随着铁浓度升高而增加的主要原因可能是铁离子和亚铁离子与松花江底泥中的钛离子形成了络合态的大分子物质,从而将底泥中的钛离子释放到水体中,造成钛浓度升高。

2.3 松花江水源水净化效果

以松花江为原水的常规净水工艺,在浊度控制达标的同时,考察对铝、铁、钛的去除效果。结果表明,水厂出厂水的内控浊度应为 0.52 NTU 左右^[11]。对控制要求含量最低的钛的原水、沉后水、滤后水、出水的浓度分别为 0.018 ~ 0.219、< (0.002 ~

0.058)、 $<(0.002 \sim 0.026)$ 、 $<0.002 \text{ mg/L}$ 。可以看出,常规净水技术对钛的去除率接近 100%,同时浊度、铁、铝指标也满足《生活饮用水卫生标准》的要求。因此,对于以松花江为原水并且采用常规工艺处理的中小型地表水厂,考虑其自身检测能力不足,日常生产管理过程中可以简化为浊度检测,其他金属指标可在督查期委托权威机构进行年检。

3 结论

通过分析松花江流域某水源水钛、铝、铁、锰的数据发现,铁、铝、钛含量与浊度之间呈现显著的正相关性,而锰含量与浊度无相关性。常规工艺可以有效去除以钛为代表的金属元素,该流域的中小型净水厂可以简化日常水质检测项目,重点关注浊度即可。

参考文献:

- [1] 罗立东,范爱萍,王洋,等. ICP-MS 法测定水源水和出厂水中的 14 种金属元素[J]. 城镇供水,2008,(3):55-56.
- [2] 布多,李明礼,德吉,等. 拉萨河流域甲玛湿地水质净化功能研究[J]. 资源科学,2010,32(9):1650-1656.
- [3] 祁亚娟. 地表水厂黑化砂在长期运行中的过滤效果和吸附性能[D]. 长沙:湖南大学,2006.
- [4] 王宏鉴. 黄、东海悬浮颗粒物中金属元素化学组成研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2011.
- [5] 孙增峰,吴学峰,姜立晖,等. 地震对城镇地表水厂原水浊度的影响及应对措施[J]. 给水排水,2013,39(2):69-71.
- [6] 林兰钰,史宇,罗海江,等. 2001—2015 年松花江流域

水污染变化特征研究[J]. 中国环境监测,2016,32(6):58-62.

- [7] 宿程远,张建昆,李思敏. 生物砂滤去除微污染源水浊度特性与机理研究[J]. 工业用水与废水,2008,39(2):24-27.
- [8] 岳霞. 低浊度进水条件下普快滤池运行参数的优化研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2014.
- [9] 程麟钧,张颖,付强,等. 官厅水库重金属污染状况调查研究[J]. 中国环境监测,2009,25(3):82-85.
- [10] 潘晓峰,阎百兴,王莉霞,等. 三江平原土地利用变化对水体中铁环境行为的影响[J]. 吉林大学学报:地球科学版,2010,40(3):665-670.
- [11] 曾正仁,余健,申石泉,等. 模拟管网系统主体水浊度变化规律研究[J]. 城镇供水,2014,(2):68-70.



作者简介:高云亮(1986-),男,黑龙江农垦红兴隆人,硕士研究生,助理工程师,研究方向为资源环境生态学。

E-mail:110192033@qq.com

收稿日期:2016-11-28

珍惜水,保护水,实现人与自然和谐共处