

DOI:10.13331/j.cnki.jhau.2014.04.018
投稿网址: http://www.hunau.net/qks

巫水流域的工业污染源调查和干流水质特征分析

唐彬, 周理程, 陈灿, 龚子豪, 邱亚群*

(湖南省环境保护科学研究院, 湖南 长沙 410004)

摘要: 对巫水流域的主要工业污染源进行调查, 在巫水干流上选取白云库区、长铺镇、洪江区水厂、大桥头共4个主要断面, 采用单因子评价法, 通过基于巫水流域水系特征选取的 COD_{Cr} 和 NH_4-N 、TP 含量等典型水质指标, 分析巫水干流的水质特征。结果表明: 巫水干流的总体水质较好, COD_{Cr} 和 NH_4-N 均是达标排放, 部分断面水质的 TP 含量存在超标现象; 主要工业污染源分布于巫水流域的中、上游, 上游水质劣于下游水质; 污染源对巫水水质的影响从大到小依次为造纸企业、污水处理厂、化工矿业类企业, 其对水体中 COD_{Cr} 的贡献率分别为 74.9%、24.4%、0.7%; 2007—2011 年, 4 个断面中 COD_{Cr} 均呈逐年递增趋势; NH_4-N 含量呈不明显的下降趋势, TP 含量在大桥头断面的波动范围为 0.04~0.27 mg/L, 其余断面稳定地保持在 0.05 mg/L 左右。

关键词: 巫水流域; 工业污染; 污染源; 水质特征

中图分类号: X171.5 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2014)04-0421-05

Investigation on main industrial pollution sources and water quality characteristics in Wushui River valley

TANG Bin, ZHOU Li-cheng, CHEN Can, GONG Zi-hao, QIU Ya-qun*

(Hunan Research Academy of Environmental Sciences, Changsha 410004, China)

Abstract: An investigation of the main industrial pollution sources was carried out around the Wushui River. COD_{Cr} , NH_4-N , TP and other typical water quality parameters were selected based on the characteristics of water quality of the Wushui River and single-factor evaluation method was adopted to analyze and evaluate the quality of the water samples which were collected from the four main river cross sections of the Wushui River Baiyun reservoir, which is Changpuzhen, Hongjiang District Waterworks, Daqiaotou respectively. The results showed the water quality of the river was better overall, the value of COD_{Cr} , NH_4-N were up to the relevant standard. However, the value of TP was higher than that of standard limitation sometimes on some river cross sections. Industrial pollution sources are mainly distributed in the basin upstream and the water quality of upstream is inferior to downstream. Among the many sources of pollution, the influence of paper-making enterprises, sewage treatment plant, chemical and mining enterprises to the water quality increased and their contribution rates of COD_{Cr} in water were 74.9%, 24.4%, 0.7% respectively. From 2007 to 2011, the value of COD_{Cr} in four main river cross sections increased year by year, while, the content of NH_4-N showed a not obvious downward trend. The content of TP in Daqiaotou section fluctuated among 0.04–0.27 mg/L, the other section maintained 0.05 mg/L stably.

Key words: Wushui River valley; industrial pollution; pollution source; water quality characteristic

20 世纪 90 年代初以来, 随着沿河两岸工矿企业的兴办和发展及水电站等项目的建设, 巫水局部河段(主要为绥宁长铺镇)存在一定程度的污染^[1]。巫水水质污染不仅对该流域众多水库和农田灌溉存在不

收稿日期: 2014-04-05

基金项目: 国家环保部洞庭湖生态安全保障方案(WFLY-PG05)

作者简介: 唐彬(1976—), 男, 湖南永州人, 工程师, 硕士, 主要从事水环境研究, 310460847@qq.com; *通信作者, 406644271@qq.com

利影响^[2],而且对沅水乃至洞庭湖的水质均具有重大影响。关于巫水流域污染源及巫水水质变化情况尚未见报道。笔者对巫水流域工业污染源进行调查,采用单因子评价法^[3-4],依照国家标准^[5-8]对巫水干流水质的 COD_{Cr} 和 NH_4-N 、TP 含量等进行分析与评价,旨在为水资源管理与污染控制提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

巫水位于湖南省西南部,系沅水一级支流,发源于城步巫山,流经城步县、绥宁县、会同县及洪江区,在洪江区汇入沅水,全长 244 km,流域面积 4 205 km²,约占沅水流域面积的 4.70%。巫水流域水资源量 30.60 亿 m³,森林覆盖率 69%,农业、畜禽养殖业和工业均较发达。巫水流域主要污染源分布于流域中、上游的邵阳城步和绥宁境内,流域下游的怀化会同及洪江区没有大的工业污染源。

1.2 样品的采集

自巫水上游往下依次对主要工业污染源进行调查,采取用污水设施处理后的综合水样。在巫水干流上选取白云库区、长铺镇、洪江区水厂、大桥头 4 个主要断面,在每个断面中心线布置 1 个采样点。采样方法为瞬时采样。采样深度为水面下 50

cm。2007—2011 年,分别于每个断面每月采集水样 1 次,水样装入聚乙烯瓶,过滤后分析水样的 COD_{Cr} 和 NH_4-N 、TP 含量,各指标结果均取其 12 个月的平均值。

1.3 水质分析与评价方法

1.3.1 评价标准的选取

根据《湖南省主要地表水系水环境功能区划》(DB43/023—2005),白云库区和洪江区水厂属于饮用水水源保护区,故采用文献[5]中的Ⅲ类标准评价这 2 个断面的水质;长铺镇和大桥头属于渔业用水区,故采用文献[5]中的Ⅳ类标准评价这 2 个断面的水质。因为排入文献[5]中Ⅲ类水域(划定的保护区和游泳区除外)的废水执行文献[6]中的一级标准,或由污水处理厂排出的废水执行文献[7]中的标准,所以,巫水流域造纸厂排放的污水执行文献[7]中标准,污水处理厂排放的污水执行文献[7]中的一级 B 标准,其他工业污染源排放限值执行文献[7]中的一级标准。

1.3.2 评价因子及其测定方法

评价因子主要为 COD_{Cr} 和 NH_4-N 、TP 及悬浮物、石油类等的含量和各工厂水质特征因子。各因子的测定方法见表 1。

表 1 评价因子的测定方法

Table 1 Method for the determination of evaluation factor

评价因子	测定方法	测量仪器(型号、生产时间及生产厂家)
COD_{Cr}	重铬酸盐法	COD 消解仪(HCA-100 型,2007 年由姜堰市华晨仪器有限公司生产)
NH_4-N 含量	纳氏试剂分光光度法	分光光度计(721 型,2007 年由上海市精密科学仪器有限公司生产)
TN 含量	碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	
TP 含量	钼酸铵分光光度法	
石油类含量	红外分光光度法	红外测油仪(LT-21A,2006 年北京蓝天新世纪环保科技有限公司生产)
悬浮物含量	重量法	电子天平(AL204,2002 年梅特勒托利多公司生产)

1.3.3 评价方法

采用单因子评价法,即以水质最差的单项指标所属类别来确定水体的综合水质类别。具体方法:对照项目分类标准,根据水体各监测项目的监测结果确定该项目的水质类别,在所有项目的水质类别中选取水质最差的类别作为水体的水质类别。根据公式 $P_{ij}=C_{ij}/S_{ij}$ 进行单因子评价,式中, C_{ij} 为 i 污染

物在 j 点监测的质量浓度(mg/L); S_{ij} 为 i 污染物的地表水水质的标准质量浓度(mg/L)^[4]。根据比值 P_{ij} 是否大于 1 来评价污染物 i 是否超标。

2 结果与分析

2.1 巫水流域的主要工业污染源

由表 2 和表 3 可知,巫水流域的主要工业污染

源为造纸企业,其废水排放量占总排放量的 50.5%, COD_{Cr} 排放量占总排放量的 74.9%;其次为污水处理厂,其废水排放量占总排放量的 47.6%, COD_{Cr} 排放量占总排放量的 24.4%,化工、矿业类企业的排放量虽然占污染源排放总量的 27.3%,但其污水排放量不到总排放量的 2%,对巫水的影响较小。对比文献[9]和文献[7]一级标准中相关因子排放限

值,巫水流域污染源废水的 COD_{Cr} 和 TP、TN、 NH_4-N 、石油类、悬浮物等均是达标排放。与文献[5]中的 类标准限值相比较, COD_{Cr} 排放存在一定的潜在风险,尤以造纸企业的风险最大,因此,巫水流域主要工业污染源造纸企业的废水排放量大,且相关污染因子存在一定的环境风险,应加强对该类企业废水处理的监管。

表 2 巫水流域的主要工业污染源

Table 2 A survey of the main industrial pollution sources in Wushui River valley

污染源	年废水排放量/t	排放河流	处置措施	执行标准	排放物质量浓度及相应标准值/($mg \cdot L^{-1}$)						是否达标
					氨氮	标准值	COD_{Cr}	标准值	其他主要特征污染物	标准值	
A	3 650 000	巫水	设施 1	文献[6]中的一级 B 标准	0.76	8	27.20	60	—	20	是
B	3 650 000	巫水	设施 1	文献[6]中的一级 B 标准	0.26	8	27.15	60	17.68(悬浮物)	20	是
C	219 000	沙溪利冲溪、 界头炉溪	设施 2	文献[7]中的一级标准	—	15	19.36	100	19.09(悬浮物)	70	是
D	25 950	清溪江	设施 3	文献[7]中的一级标准	0.36	15	25.70	100	0.038(石油类)	5	是
E	43 343	清溪江	设施 3	文献[7]中的一级标准	0.25	15	20.99	100	0.046(石油类)	5	是
F	4 080 000	巫水	设施 4	文献[7]中的一级标准	0.65	10	28.05	100	18.70(悬浮物)	50	是
G	204 000	清溪江	设施 5	文献[7]中的一级标准	—	10	89.95	100	29.96(悬浮物)	50	是
H	1 540	巫水	设施 6	文献[9]	1.91	10	61.96	100	—	50	是
I	289 000	巫水	设施 6	文献[9]	1.90	10	61.94	100	—	50	是
J	2 445 500	巫水	设施 7	文献[9]	5.93	10	67.10	100	26.09(悬浮物)	50	是
K	730 000	巫水	设施 7	文献[9]	1.18	10	66.44	100	20.30(悬浮物)	50	是

A 某污水处理厂 1; B 某污水处理厂 2; C 某矿业公司; D 某化工厂 1; E 某化工厂 2; F 某造纸厂 1; G 某造纸厂 2; H 某造纸厂 3; I 某造纸厂 4; J 某造纸厂 5; K 某造纸厂 6。设施 1 为污水处理设施; 设施 2 为尾砂库沉淀; 设施 3 为废水沉淀池; 设施 4 为凉水塔、碱洗塔等冷却后循环使用设施; 设施 5 为造纸相关处理设施; 设施 6 为混凝气浮与生物接触氧化法结合处理设施; 设施 7 为造纸相关处理设施。“—”示未检出。

表 3 巫水流域主要工业污染源的废水排放量与 COD_{Cr} 排放量

Table 3 Waste water discharge and quantity of the COD_{Cr} of the main industrial pollution sources in Wushui River valley

污染源	每年排放量/t		占总排放量的比/%	
	废水	COD_{Cr}	废水	COD_{Cr}
污水处理厂	7 300 000	198.4	47.6	24.4
化工、矿业类企业	288 300	5.8	1.9	0.7
造纸企业	7 750 000	610.2	50.5	74.9

2.2 巫水干流水质特征

2007—2011 年巫水的水质总体较好,各断面的 COD_{Cr} 和 NH_4-N 等均是达标排放,部分断面的 TP 含量存在超标现象,超标断面为巫水上游的白云库区和中游的长铺镇断面。2008—2011 年,白云库区 TP 含量超标,超标率约为 42%,超标 0.7~1.3 倍,这与巫水流域污染源主要分布在上游有密切关系。

由图 1 可知,不同断面各水质指标随时间的变

化趋势差别较大, COD_{Cr} 大体呈逐年递增的趋势,尤以白云库区和长铺镇的增幅较大,均从 2007 年的 7 mg/L 左右上升到 2011 年的 14 mg/L 左右;洪江区取水口和洪江区大桥头断面的 COD_{Cr} 较稳定,从 2007 年的 8 mg/L 左右上升到 2011 年的 10 mg/L 左右,说明 2007—2011 年巫水流域新增污染源对巫水的水质造成了一定的影响。

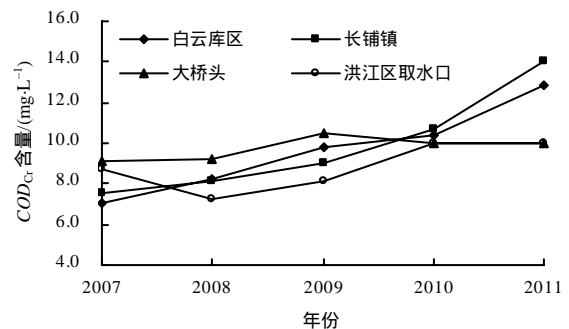


图 1 不同年份巫水各断面水中的 COD_{Cr} 排放量

Fig.1 COD_{Cr} in each river cross sections of the Wushui River in different years

由图2可知,不同断面 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量变化较大,同一断面 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量随时间的延长而下降,除长铺镇断面在 0.12~0.27 mg/L 波动外,其余断面保持在 0.07~0.15 mg/L,这说明 2007—2011 年巫水流域氨氮类污染源有所减少。

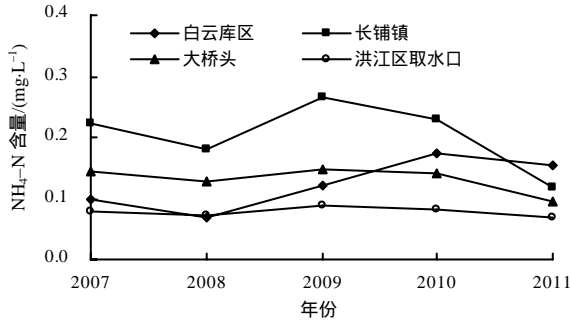


图2 不同年份巫水各断面水中的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量

Fig.2 The content of $\text{NH}_4\text{-N}$ in each river cross sections of the Wushui River in different years

由图3可知,2007—2011年,白云库区、长铺镇和洪江区取水口3个断面水质的TP排放量平稳地维持在 0.05 mg/L 左右,而大桥头断面上水质的TP排放量波动较大,波动范围为 0.04~0.27 mg/L,总体上呈下降趋势。这说明 2007—2008 年大桥头断面附近污染源数量或污染源中TP的排放量剧增,而在 2008 年之后至 2011 年污染源数量得到控制,水中TP排放量逐渐减少;其他断面中TP含量随时间的推移几乎没有变化。

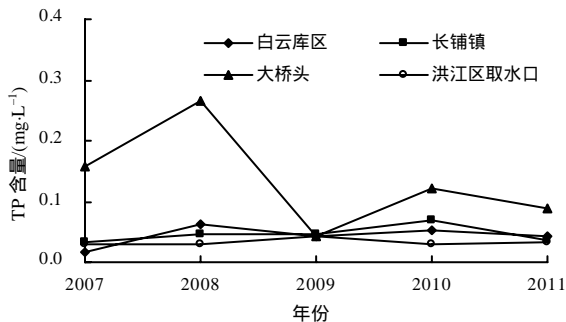


图3 不同年份巫水各断面水中的TP含量

Fig.3 Content of TP in each river cross sections of the Wushui River in different years

从空间上分析,上游的白云库区和长铺镇断面各指标数据的波动明显大于下游的2个断面,且越靠近上游,化学需氧量增加趋势越明显,这说明新增污染源主要分布于巫水上游,这与前面污染源分布特征分析结果是一致的;另外,越靠近上游,化学需氧量增加趋势越明显,这一现象与有机物的降

解特征有关,上游新增污染源对上游水质造成了一定的冲击,而随着输送距离的增加,污染物质的稀释度增大,降解时间增长,水中污染物含量的变化趋势越不明显^[9-10]。

2.3 水质影响因素

基于本研究结果,结合 2007 年湖南省第一次全国污染源普查相关资料^[9],认为巫水上、下游水质的变化和中、上游总磷含量超标与以下 3 方面因素有关。

1) 农村面源污染。巫水流域两岸农业活动较为活跃,化肥施用、禽畜养殖、农村生活污水等给巫水带来了较大污染负荷。

2) 工矿企业的分布。巫水流域主要污染源分布于流域中、上游的邵阳城步县和绥宁县境内,下游怀化会同县及洪江区没有大的工业污染源。上游污染源对上游水质造成的影响导致上游水质监测指标的波动,而随着输送距离的增加,水中污染物逐渐减少,至下游时已接近环境本底值^[11-12]。

3) 电站的建设。巫水因坡降较大,水资源丰富,水电站建设发展很快。筑坝蓄水对水质的影响程度与水库调节方式密切相关,其中库容较小的径流式日调节水库由于库区水较浅,换水快,有利于有机物降解^[12-13];相反,白云库区和长铺镇上游的江口塘电站水库分别属于多年调节水库和季调节水库,长期处于高水位运行,库区内陈水得不到及时更换,因此,水质受影响的程度较大。

3 结论与讨论

巫水干流的总体水质较好, COD_{Cr} 和 $\text{NH}_4\text{-N}$ 等均是达标排放,部分断面的TP排放存在超标现象。不同断面各水质指标变化趋势差别较大, COD_{Cr} 大体上呈现出逐年递增的趋势,尤以白云库和长铺镇增加较为明显;不同断面水中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量变化较大,同一断面水中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量随时间的延长也存在一定的下降趋势;白云库区、长铺镇和洪江区取水口3个断面水中的TP含量平稳地维持在 0.05 mg/L 左右,大桥头断面的为 0.04~0.27 mg/L。

由于巫水流域主要工业污染源分布于流域中、

上游, 巫水水质上游要劣于下游, 且上游水质受污染源的影响较大。在众多污染源中, 造纸企业、污水处理厂、化工矿业类企业对巫水水质的影响依次减小, 其对水体中 COD_{Cr} 的贡献率分别为 74.9%、24.4%、0.7%, 所以, 巫水上游及巫水流域造纸企业废水的排放需加强监管。

参考文献:

- [1] 2002 年湖南省环境状况公报 <http://hn.rednet.cn/c/2003/06/04/423895.htm>[2003-06-04](2014-03-05) .
- [2] 殷林春, 王作敏, 李晓敏. 大辽河水质污染规律及污染趋势分析[J]. 辽宁城乡环境科技, 2004, 24(1): 16-18 .
- [3] 刘春燕. 深圳市河流水质评价指标筛选方案探讨[J]. 干旱环境监测, 2010, 24(1): 48-50 .
- [4] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 4 版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002 .
- [5] GB3838—2002 地表水环境质量标准[S] .
- [6] GB8978—2002 污水综合排放标准[S] .
- [7] GB18918—2002 城镇污水处理厂污染物排放标准[S] .
- [8] GB3544—2008 制浆造纸工业水污染物排放标准[S] .
- [9] 湖南省第一次全国污染源普查公报 .http://wenku.baidu.com/link?url=R1BJD8-Wu7LGPVNVC7coy-PfuMnQ68qsearZamfM1-B_HXrbGkOwfGEDOhHI9KPMPo0G7x85cIdyxgqIP8IL7q6UK_HhaUbndEGPBV3tgsK [2007-12-31] (2014-03-05) .
- [10] 郭芬. 辽河流域水生态与水环境因子时空变化特征研究[D]. 北京: 中国环境科学研究院, 2009 .
- [11] 王书转, 赵先贵, 肖玲. 秦岭北麓区域主要河流水质分析与评价[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(8): 42-47 .
- [12] 苏丹, 唐大元, 刘兰岚, 等. 水环境污染源解析研究[J]. 生态环境学报, 2009, 18(2): 749-755 .
- [13] 龙胜兴, 陈椽. 乌江上游筑坝蓄水后各水库浮游硅藻及浮游动物群落生态特征[J]. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2009, 27(3): 21-26 .

责任编辑: 王赛群
英文编辑: 王 库