文章编号:1000-7601(2015)02-0220-05 doi:10.16302/j.cnki.1000-7601.2015.02.036

滹沱河流域忻州段地表水功能区水质变化趋势分析

赵鹏宇[1],崔 嫱[1],冯文勇[1],刘秀丽[2],徐学选[3]

(1.忻州师范学院 旅游管理系,山西 忻州 034000;2.忻州师范学院 地理系,山西 忻州 034000;
3.中国科学院 水利部 水土保持研究所,陕西 杨凌 712100)

摘 要:根据忻州市水资源公报 2004—2011 年的水质资料,对有监测资料的 4 个水功能区水质进行分析,分别就各水功能区水质类别、达标河长比率、污染物含量变化进行分析。结果显示:2004—2011 年各水功能区水质类别有明显改善,达标河长比率上升趋势明显,但达标河长比率仍然偏低,2010 年最高也仅为 50%。通过主成份分析选取了 COD、NH_3 – N 为水区功区水体污染的主要因子。8 年间各水功能区 COD、NH_3 – N 含量下降趋势明显,且各功能区表现出明显差异性,需要在区域水环境中进行针对性治理。

关键词:滹沱河;水功能区;水质

中图分类号:X171.1 **文献标志码**:A

Trend analysis of the water quality change in surface water functional zone of Xinzhou in Hutuo river basin

ZHAO Peng-yu[1], CUI Qiang[1], FENG Wen-yong[1], LIU Xiu-li[2], XU Xue-xuan[3]

(1. *Department of Tourism Management, Xinzhou Normal College. Xinzhou, Shanxi* 034000, *China*;
2. *Department of Geography, Xinzhou Normal College, Xinzhou, Shanxi* 034000, *Chian*;
3. *Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*)

Abstract: According to the water quality information of Xinzhou Water Resources Bulletin from 2004 to 2011, analyzed the water quality as the water quality category, the river length ratio of water quality reached the standard and the change of contaminants content in 4 water functional zones, respectively. The results showed that: The water quality category in each water function zone had significantly improved in 2004 to 2011. The river length ratio of water quality reached the standard had obviously risen, but the river length ratio of water quality reached the standard was lower. In 2010, the maximal ratio was still only 50%. Through the principal component analysis, we selected COD and NH_3 – N as the main factors for the water pollution in water functional zones. The COD and NH_3 – N contents in each water functional zone had obviously declined during the 8 years. Also the difference was obvious in each functional zone. So it was necessary to carry out the pertinence government in the regional water environment.

Keywords: Hutuo River Basin; water functional zone; water quality

滹沱河是山西省的主要河流之一,也是华北地区的著名河流,它发源于五台山北麓繁峙县泰戏山脚下的乔儿沟,经山西东北部入河北省,汇入子牙河,在天津市境内归海河、注渤海。在华北地区培育出一条长 587 km 的绿色文明走廊,流域面积达 26 630 km^2,其中忻州市段河长 251 km,流域面积 11 936 km^2,流经繁峙、代县、原平、忻府、定襄、五台 6 个县(市区),57 个乡(镇)的 395 个村,境内有云中河、牧马河、阳武河、清水河等较大支流 11 条。滹沱河是忻州人民赖以生存和发展的母亲河[1]。

滹沱河流域忻州段水资源匮乏、供需矛盾突出,前人已有不少研究[2-3]。以水功能区为基本单元的

收稿日期:2014-10-30

基金项目:2012 年忻州师范学院专题研究项目"忻州市滹沱河流域生态保护研究"(ZT201214);2014 年忻州师范学院专题研究项目"忻州市资源与生态承载力和生态安全评价研"(ZT201405);2014 年忻州市科技发展计划项目"忻州市滹沱河区生态保护与修复技术研究";山西省高等学校哲学社会科学研究项目"五台山生态系统保护研究"(2014346)

作者简介:赵鹏宇(1981—),男,山西保德人,硕士,讲师,主要从事水资源与旅游生态保护方面研究。E-mail:497154516@qq.com。

通信作者:徐学选(1966—),男,陕西大荔人,博士导师,研究员,主要从事水土保持方面研究。E-mail:xuxuexuan@nwsuaf.edu.cn。

水资源保护,是水资源节约与保护的重要措施。为了系统分析与研究该区域水功能区的水资源质量状况和变化特征,科学制定水资源保护政策,开展了2004—2011 年滹沱河流域忻州段地表水功能区水资源质量变化的研究。

1　滹沱河流域忻州段水功能区的分布及构成

《山西省水功能区划》于 2005 年编制完成。采用两级体系,即一级区划和二级区划。一级区划分保护区、缓冲区、开发利用区、保留区四类;二级区划在一级区划的开发利用区内进行,分为饮用水源区、工业用水区、农业用水区、渔业用水区、景观娱乐用水区、过渡区、排污控制区七类。全省共设立了 182 个功能区[4],其中包括滹沱河流域忻州段 10 个地表水功能区,如图 1、表 1。

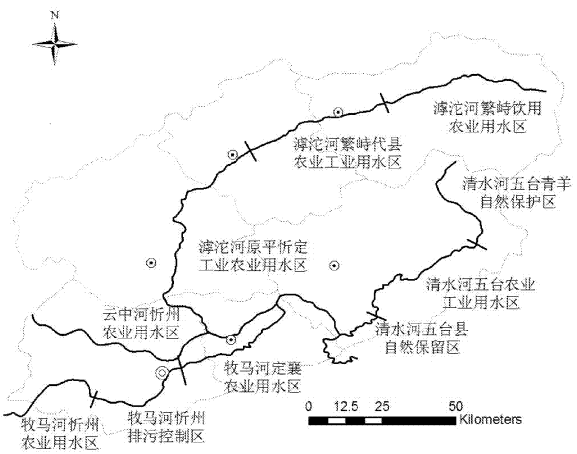

图 1　滹沱河流域忻州段地表水功能区分布

Fig.1　The distribution of surface water functional zones of Xinzhou in Hutuo River Basin

2　水功能区水质类别变化趋势

2.1　水功能区现状水质及达标评价

目前,滹沱河流域忻州段 10 个地表水功能区中只有 4 个功能区设置有常规水质监测站点。据 2011 年水质监测分析,有水质监测站的 4 个水功能区分别为:滹沱河繁峙饮用农业用水区、滹沱河繁峙代县农业工业用水区、滹沱河原平忻定工业农业用水区、清水河五台农业工业用水区。水质评价为Ⅰ类的水功能区 1 个,为清水河五台农业工业用水区,Ⅳ类 2 个分别为:滹沱河繁峙饮用农业用水区、滹沱河繁峙代县农业工业用水区,Ⅴ类 1 个为滹沱河原平忻定工业农业用水区。超标项目主要有氨氮、溶解氧、化学耗氧量等。

在评价的 4 个水功能区中,达标河长 117 km,占评价总河长的 35.5%。其中,滹沱河干流水功能区达标河长 57 km;清水河共 1 个水功能区,达标河长 60 km。

2.2　2004—2011 年水功能区水质类别及达标河长比率变化趋势

通过对有完整监测资料的 4 个主要水功能区的水质类别进行评价如表 2 所示;2010 年评价总河长 339 km,其中Ⅰ~Ⅲ类水质达到 169.5 km,占全部评价河长的 50%,为 8 年来最高比例,2005 年 4 个水功能区水质全未达到Ⅰ类~Ⅲ类。

图 2 表明,滹沱河忻州段劣Ⅴ类水质河长所占比例呈逐年下降趋势,水质有明显改善。图 3 表明,滹沱河地表水功能区达标河长比例呈逐年上升趋势,2010 年达标河长接近 50%。但比较发现,虽然忻州段整体水质有所改善,但涉及到主要地表水功能区达标率仍然偏低,这与全国同类地区基本持平[5-8]。主要监测水功能区也是忻州重要的人口聚集,经济发达区域,在下一步的环境治理中,主要水功能区水环境治理仍然是重中之重。

3　水功能区主要污染物变化趋势

3.1　主要污染物的选择

利用 MATLAB7.0 软件[9]对 2004—2011 年 4 个水功能监测点水体的 COD、NH_3-N、DO、BOD5、挥发酚、pH 值 5 个指标的年均值进行主成分分析,选取水体污染主导因子。结果表明,前 2 个主成分的累计贡献率为 87.286%,大于 85%,可以充分反映各个污染因素对水体污染程度的贡献,因此提取主成分进行分析。第一主成分的贡献率为 49.719%,主要由 COD 决定,第二主成分的贡献率为 37.567%,主要是由 NH_3-N 决定,因此,初步选取了 COD、NH_3-N 为水区功区水体污染的主要限制因子。

3.2　主要污染物变化趋势

2004—2011 年各监测水功能区中,COD 含量类别处于Ⅲ~劣Ⅴ类,NH_3-N 大部分年份处于Ⅱ类~Ⅲ类(除界河铺、济胜桥断面)(通过 GB3838-2002《地表水环境质量标准》将污染物含量对应为水质类别)。2004—2011 年随着滹沱河流域经济持续快速发展,治污力度不断加大,排入河流的污染物种类和总量不断减少,尤其是滹沱河原平忻定工业农业用水区 COD 与 NH_3-N 浓度下降明显。

表1 滹沱河流域忻州段地表水功能区划

Table 1 The regional division of the surface water function of Xinzhou Region in Hutuo River Basin

二级功能区名称 The names of secondary functional zone	河流 River	范围 Range 起 Start	范围 Range 止 Stop	水质代表断面 The representative facture surface of water quality	长度/km Length	功能排序 The order of function	水质目标* The goal of the water quality	区划依据 The foundation of compartment
滹沱河繁峙饮用农业用水区 The zone of drinking and agricultural water in Fanshi of Hutuo river	滹沱河 Hutuo river	河源 Riverhead	下茹越水库 Xiaruyue reservoir	下茹越水库 Xiaruyue reservoir	52.5	①③	Ⅱ类~Ⅲ类、Ⅴ类 Ⅱ, Ⅲ and Ⅴ	饮用水源区,农田灌溉取水区 The zone of drinking and farmland irrigation water
滹沱河繁峙代县农业工业用水区 The zone of agricultural and industrial water in Fanshi county of Hutuo river	滹沱河 Hutuo river	下茹越水库 Xiaruyue reservoir	下政化 Xiazhenghua	西留属 Xiliushu	57	③②	Ⅴ类、Ⅳ类或不低于现状水质类别 Ⅴ、Ⅳ or remain	农田灌溉和工业取水区 The zone of farmland irrigation and industrial water
滹沱河原平忻定工业农业用水区 The zone of agricultural and industrial water in Yuanping and Xinding of Hutuo river	滹沱河 Hutuo river	下政化 Xiazhenghua	南庄 Nanzhuang	界河铺 Jiehepu	169.5	②③⑦	Ⅳ类或不低于现状水质类别、Ⅴ类 Ⅳ or remain, Ⅴ	工业和农田灌溉取水区 The zone of farmland irrigation and industrial water
云中河忻州农业用水区 The zone of agricultural water in Xinzhou of Yunzhong river	云中河 Yunzhong river	源头 Riverhead	入滹沱河口 Hutuo river estuary	双乳山水库 Shuangrushan reservoir	48.9	③	Ⅴ类	农田灌溉取水区 The zone of farmland irrigation water
牧马河忻州市农业用水区 The zone of agricultural water in Xinzhou of Muma river	牧马河 Muma river	源头 Riverhead	豆罗 Douluo	豆罗 Douluo	58	③	Ⅴ类	农田灌溉取水区 The zone of farmland irrigation water
牧马河忻州市排污控制区 The zone of controlling pollution discharge in Xinzhou of Muma river	牧马河 Muma river	豆罗 Douluo	北湖 Beihu	忻州 Xinzhou	20.5	⑦	暂不考虑水质控制标准 Not consider	排污沟口集中河段 The sewage concentration reach
牧马河定襄农业用水区 The zone of agricultural water in Dingxiang of Muma river	牧马河 Muma river	北湖 Beihu	入滹沱河口 Hutuo river estuary	蒋村 Jiangcun	42.5	③	Ⅴ类	农田灌溉取水区 The zone of farmland irrigation water
清水河五台青羊自然保护区 The qingyang Nature Reserve in Wutai county of Qingshui river	清水河 Qingshui river	河源 Riverhead	门限石 Menxianshi		40		Ⅱ类~Ⅲ类或维持水质现状 Ⅱ, Ⅲ or remaining	野生青羊、豹子等保护区 The wild sheep and leopards protection zone
清水河五台农业工业用水区 The zone of agricultural and industrial water in Wutai county of Qingshui river	清水河 Qingshui river	门限石 Menxianshi	南坡 Nanpo	南坡 Nanpo	60	③②	Ⅳ类或不低于现状水质类别、Ⅴ类、 Ⅳ or remain, Ⅴ	农田灌溉和工业取水区 The zone of farmland irrigation water
清水河五台县保留区 The reservation in Wutai County of Qinshui river	清水河 Qingshui river	南坡 Nanpo	滹沱河 Hutuo river		14.4		Ⅱ类~Ⅲ类现状 Ⅱ, Ⅲ or remaining	开发利用不高 Inadequate utilization

注:二级区划的功能排序栏中,①②③④⑤⑥⑦分别代表饮用水水源区、工业用水区、农业用水区、渔业用水区、景观娱乐用水区、过渡区、排污控制区。*执行 GB3838-2002《地表水环境质量标准》。

Note: In the column of the order of functions of the secondary functional zones, the ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦ are as follows: the zone of drinking water source, the zone of industrial water, the zone of agricultural water, the zone of fishery water, the zone of landscape recreational water, the zone of transition, the zone of controlling pollution discharge. It is based on the GB3838-2002 Environmental Quality Standary for Surface Water.

表 2　2004—2011 年滹沱河各类水功能区水质统计

Table 2　Water quality statistics in each water functional zone in Hutuo River from 2004 to 2011

年份 Year	评价个数 Assessment number	Ⅰ类～Ⅲ类	Ⅳ类～Ⅴ类	劣Ⅴ类
2004	4	1	0	3
2005	4	0	1	3
2006	4	1	1	2
2007	4	1	1	2
2008	4	2	1	1
2009	4	1	2	1
2010	4	3	0	1
2011	4	1	3	0

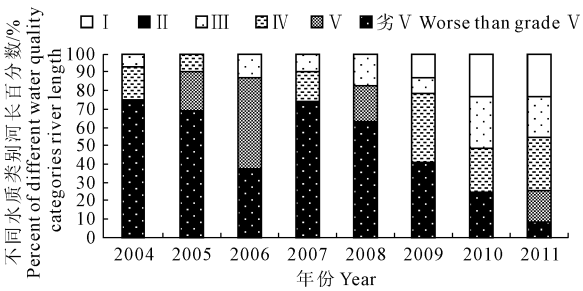

图 2　2004—2011 年滹沱河忻州段各水质类别河长比例

Fig.2　Each water quality category by river length ratio of Xinzhou in Hutuo River from 2004—2011

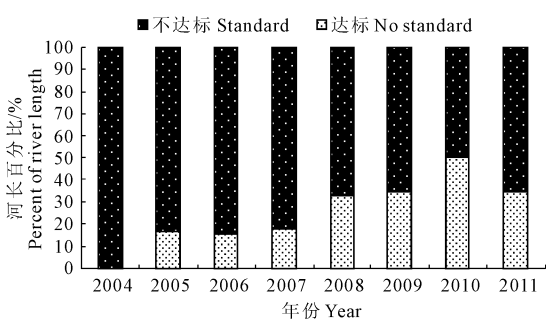

图 3　2004—2011 年滹沱河地表水功能区达标河长比例

Fig.3　The river length reached the standard ratio of surface water functional zone in Hutuo River from 2004—2011

滹沱河上游繁峙饮用农业用水区 COD 大部分时段稳定在Ⅲ类,NH_3－N 大部分时段稳定在Ⅱ类;滹沱河繁峙代县农业工业用水区 COD 类别由 2006—2007 年的劣Ⅴ上升为 2009—2010 年的Ⅰ类,但 NH_3－N 类别有下降趋势,由 2004 年的Ⅰ类降为 2010 年Ⅲ类。总之滹沱河源头水污染较轻,水污染治理效果显明,达到了Ⅲ类水质要求。

滹沱河原平忻定工业农业用水区崞阳桥河段 COD 大部分时段为劣Ⅴ类,NH_3－N 水质变化由劣Ⅴ类上升为Ⅱ类;界河铺河段 COD 类别由 2004—2008 年的劣Ⅴ类上升为 2009 年Ⅴ类,到 2011 年的Ⅰ类水质,但 NH_3－N 一直处于劣Ⅴ类水平,只有 2008 年为Ⅱ类;济胜桥河段 COD 指标 2006—2009 年保持劣Ⅴ类水平,2010 年上升为Ⅳ类,NH_3－N 一直处于劣Ⅴ类水平。滹沱河中游地处忻定盆地腹部,是忻州市经济发展较好的区域,人口集中,工农业较为发达,也是污染最为严重的区域,虽然 COD 与 NH_3－N 浓度逐年下降,但水质仍然处于劣Ⅴ类水平。据统计 1996 年界河铺河段 COD 均值为 8.2 $mg \cdot L^{-1}$,超标倍数为 0.4 倍,NH_3－N 均值为 3.19 $mg \cdot L^{-1}$,超标倍数为 2.2 倍,经过多年的治理仍未恢复到 1996 年的水平[10]。

滹沱河干流水质总体较差,2004—2011 年水质改善较明显,滹沱河流域忻州段地表水功能区水质差别较大,其中滹沱河繁峙饮用农业用水区、滹沱河繁峙代县农业工业用水区基本维持在Ⅰ～Ⅲ类,滹沱河原平忻定工业农业用水区主要指标处于劣Ⅴ类,清水河五台农业工业用水区水质类别逐年上升,到 2010 年达到了Ⅰ类。在治理干流的同时,支流的治理也在全面展开,治理成效较为显明。

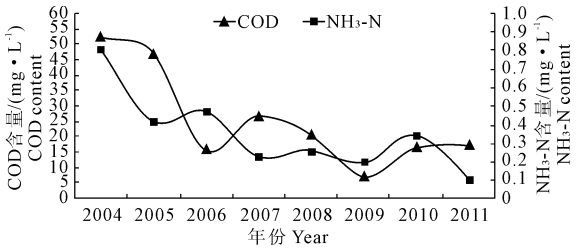

图 4　滹沱河繁峙饮用农业用水区 COD、NH_3－N 变化趋势

Fig.4　Change trends of COD and NH_3－N in agricultural and drinking water area in Fanshi of Hutuo River

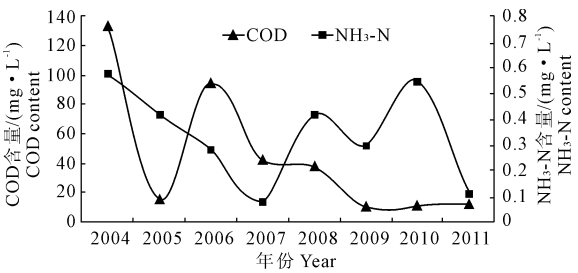

图 5　滹沱河繁峙代县农业工业用水区 COD、NH_3－N 变化趋势

Fig.5　Change trends of COD and NH_3－N in agricultural and industrial water area in Fanshi and Daixian of Hutuo River

分析其原因主要与废污水排放量的减少和污水处理厂的建设有关。十一五期间,滹沱河流域 6 县(市、区)投资近 3 亿元,实施了繁峙滹沱河源头综合治理、南云中河河道治理等工程,先后淘汰了定襄、代县、繁峙等 3 个化肥厂,铲除了沿线的小造纸、小淀粉厂、粉丝厂,关闭了排放量大的宏达淀粉和原平

化肥厂;完成了纪元玉米、云马焦化、禹王焦化、原平化二等工业废水处理工程,实现了达标排放。滹沱河干流各水功能区工业废水排放量逐年下降,水质逐渐改善。从污水处理角度来分析,2007 年忻州、原平、五台山风景区污水处理厂率先建成并稳定达标运行,2008 年代县、繁峙污水处理厂相继建成并投入运行,2009 年新增定襄、五台污水处理厂,使该区污水处理厂达到 7 座,根据忻州市集中式污水处理厂信息公开显示,该区域设计污水处理能力达到 17.8 万 $m^3 \cdot d^{-1}$,2011 年实际污水处理能力达到11.5 万 $m^3 \cdot d^{-1}$。7 座污水处理厂有 5 座的排水进入滹沱河,有 2 座排水进入清水河[10],这也是造成水功能区水质差别的原因之一。

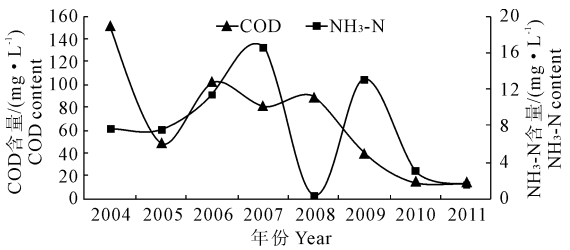

图 6 滹沱河原平忻定工业农业用水区 COD、NH_3 – N 变化趋势

Fig.6 Change trends of COD and NH_3 – N in industrial and agricultural water area in Yuanping and Xinding of Hutuo River

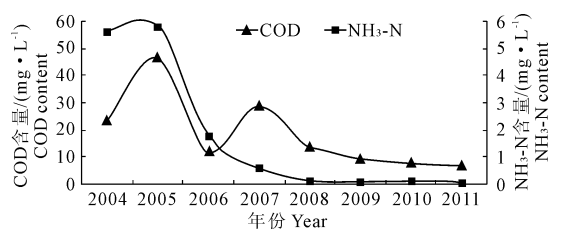

图 7 清水河五台农业工业用水区 COD、NH_3 – N 变化趋势

Fig.7 Change trends of COD and NH_3 – N in agricultural and industrial water area in Wutai of Qingshui River

4 结 论

通过对滹沱河流域忻州段地表水功能区水质变化趋势分析,可以得出如下结论:

一是该区域水质监测站点数量偏少。设有水质监测站点的功能区仅有 4 个,占水功能区总数的 40%。滹沱河忻州段劣Ⅴ类水质河长所占比例呈逐年下降趋,水质有明显改善。在已监测的水功能区中,水功能区达标河长率呈逐年上升趋势,但达标河长比率仍然偏低。主要监测水功能区水环境治理仍然是重中之重。

二是通过主成份分析选取了 COD、NH_3 – N 为水区功区水体污染的主要因子。随年份增加各水功能区 COD、NH_3 – N 含量下降趋势明显,但各功能区也有差异,其中滹沱河繁峙饮用农业用水区、滹沱河繁峙代县农业工业用水区基本维持在Ⅰ ~ Ⅲ类,滹沱河原平忻定工业农业用水区主要指标处于劣Ⅴ类,清水河五台农业工业用水区水质逐年上升,到 2010 年达到了Ⅰ类,分析其原因主要与废污水排放量的减少和污水处理厂的建设有关,需要在区域中进行针对性治理。

参 考 文 献:

[1] 马月林.滹沱河灌区水利志[M].太原:山西人民出版社,2006,1-2.

[2] 张琼杰.山西省滹沱河水环境综合质量的马尔柯夫变化趋势研究[J].现代农业科技,2008,(2):304-306.

[3] 曹建生,韩淑敏.滹沱河流域的水资源问题与对策[J].河北水利水电技术,2000,(4):16-18.

[4] 宋 颖.山西省水功能区划及水质状况分析[J].山西水利科技,2006,(4):68-69.

[5] 张 婷,刘静玲,王雪梅,等.白洋淀水质时空变化及影响因子评价与分析[J].环境科学学报,2010,30(2):46-50.

[6] 李国峰,刘宪斌,刘占广,等.基于主成分分析和水质标识指数的天津地区主要河流水质评价[J].生态与农村环境学报,2007,27(4):27-31.

[7] 郑自宽,丁再盛.甘肃省地表水功能区水质变化特征分析[J].人民黄河,2012,34(10):53-55.

[8] 范堆相.山西省水资源评价[M].北京:中国水利水电出版社,2004:157-172.

[9] 张圣勤.MATLAB7.0 实用教程[M].北京:机械工业出版社,2006.

[10] 李平社.忻州 60 年发展回顾[M].北京:中国统计出版社,2008.