

·科技预测与评价·

## 海河流域河流整体污染特征及演变趋势分析

张仙娥<sup>1</sup> 黄蓓蓓<sup>1</sup> 冯成洪<sup>2</sup> 王震<sup>1</sup> 刘静玲<sup>2</sup>

(1. 华北水利水电大学环境与市政工程学院, 河南 郑州 450011; 2. 北京师范大学环境学院, 北京 100875)

**[摘 要]** 本研究基于 1998–2012 年海河流域水质数据, 从流域角度上探讨流域地表水常规污染演变特征, 分析了全流域不同水期排污特征。结果表明, 整体上河段污染形势严峻, 受污染河长比例保持在约 60% 至 75% 之间。劣 V 类水以及优于 III 类水河长总数则呈现轻微下降趋势。

**[关键词]** 海河流域; 污染特征; 长时间序列; 演变趋势

**[中图分类号]** X52

**[文献标识码]** A

**文章编号:** 1671-0037(2016)02-19-3

## Pollution Characteristics and Variation Trend of Rivers in Haihe Basin

Zhang Xiane<sup>1</sup> Huang Beibei<sup>1</sup> Feng Chenghong<sup>2</sup> Wang Zhen<sup>1</sup> Liu Jingling<sup>2</sup>

(1. School of Environmental and Municipal Engineering, North China University of Water Resource and Electric Power, Zhengzhou Henan 450011; 2. School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875)

**Abstract:** Based on the data of water quality from 1998 to 2012 in Haihe Basin, the conventional pollution variation characteristics of surface water in this basin were discussed from the whole basin aspect, and the pollution emission characteristics of the whole basin at different water periods are analyzed in this study. The wastewater discharges from different sources and in the three hydrologic seasons were also fully analyzed. Results showed that rivers in Haihe Basin were generally seriously polluted, and the length percent of polluted rivers was kept in the range from about 60% to 75%. The amount of rivers lengths with inferior class V water and over class III water decreased year by year.

**Keywords:** Haihe Basin; pollution characteristics; long-term series; variation trend

海河流域是我国水污染最严重的流域之一,也是水资源开发利用程度最高的流域。目前海河流域以其仅占全国 1.3% 的有限水资源承担着全国 10% 的人口及京、津等几十座大中城市的供水任务,水资源供需矛盾十分突出<sup>[1]</sup>。同时,随着海河流域总人口、经济总量、水资源利用程度和排污量持续增加,水资源短缺和水污染问题已严重制约了海河流域经济社会可持续发展,危害了水生态系统安全<sup>[2]</sup>。近年来,关于海河流域水体污染研究重点依然是海河流域内北京、天津等重点地区水体以及白洋淀、滦河、海河干流等水体的污染状况<sup>[3-4]</sup>,也有部分研究关注流域内水体某具体年份或者短时间序列的污染特征<sup>[5-8]</sup>。但是,截至目前,从全流域角度长时间序列探讨海河流域

主要水体污染状况及演变趋势的系统研究比较少<sup>[9]</sup>,几近空白。

本研究主要基于海河流域水资源保护局发布的《海河流域水资源公报》<sup>[10]</sup>、《海河流域水资源质量年报》<sup>[11]</sup>、《海河流域水资源质量公报》<sup>[12]</sup>以及水利部发布的《中国水资源质量公报》<sup>[13]</sup>等相关数据、报告,从全流域角度上探讨 1998–2012 年间主要水体常规污染特征以及水体污染演变趋势,以期为流域河流生态理论框架制定与规划提供理论方法与技术支持。

### 1 海河流域河系分布特征

海河流域东临渤海,西倚太行,南界黄河,北接蒙古高原,流域总面积 31.82 万 km<sup>2</sup>,占全国总面积的 3.3%。

收稿日期: 2016-1-28

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(水专项)(2011ZX07209-006); 华北水利水电大学大学生创新性实验计划项目(2015)。

作者简介: 张仙娥(1972-),女,博士,副教授,研究方向: 环境水力学及水污染控制研究。

海河流域包括海河北系、海河南系、滦河和徒骇马颊河4大水系、7大河系、10条骨干河流,覆盖了中国北京和天津两大城市的全部面积。其中,海河水系是主要水系,由北部的北三河(蓟运河、潮白河、北运河)、永定河和南部的大清河、子牙河、漳卫河组成;滦河水系包括滦河及冀东沿海诸河;徒骇马颊河水系位于流域最南部,为单独入海的平原河道。

2 全流域河系污染整体特征

2.1 不同水质类型河长比例年度分布

海河流域地表水中污染物主要来源于工业废水和生活污水。凡流经城镇和工矿企业集中地区的河流,均受到不同程度的污染。该流域污水排放量大,河流的径流量小,水体自净能力差,在一定程度上加重了污染水平。海河流域各水系水体的常规污染特征评价标准主要采用国家《地面水环境质量标准》进行。2002年后污染评价主要依据《地面水环境质量标准 GB 3838-2002》,此前则主要按照国家《地面水环境质量标准 GB3838-88》。水体水质评价指标主要包括水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数等22个项目。评价方法主要采用单因子评价法。

为综合评估海河流域的水质污染程度,本研究计算了海河流域7大河系中不同水质类型河长(见表1),分析了不同类型水质河长的分布特征及年度演变特征。

从表1可以看出,自1998年至2012年,评价河长呈增加趋势,这可能与社会对污染的重视以及经济监测水平的提高有关。以《地面水环境质量标准》Ⅲ类水为划分依据,水质劣于Ⅲ类水为受污染河水。表1可以看出,自1998年到2012年,受污染河长所占总河长的比例基本上

保持在60%~75%之间,整体上河段污染十分严峻。

图1给出了不同水质类型河长的逐年分布特征。可知,1998~2012年海河流域的劣Ⅴ类水大部分年份占评价河长的50%,一直占据主导地位,其次为Ⅰ类水、Ⅱ类水、Ⅲ类水占评价河长的30%~45%,最小为Ⅳ类水、Ⅴ类水,仅占评价河长的近10%~20%。图中也给出了1998~2012年间不同水质类型河长的演变趋势。由图可知,尽管全流域的水体水质状况具有一定的波动性,但整体上Ⅳ类水、Ⅴ类水比例呈现轻微上升趋势,而劣Ⅴ类水以及Ⅰ类水、Ⅱ类水、Ⅲ类水河长总数则呈现轻微下降趋势。

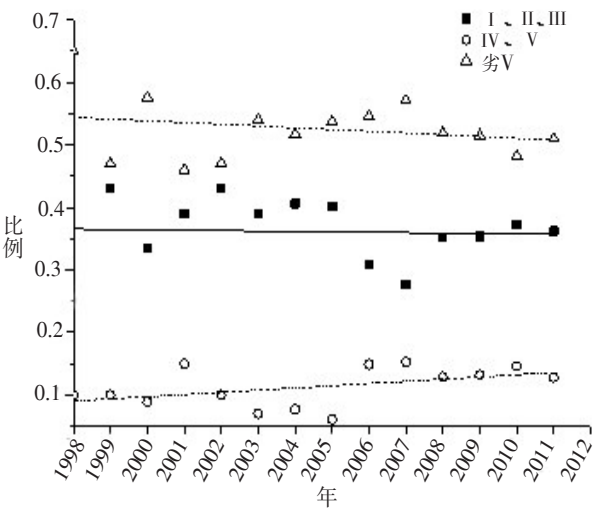


图1 不同类水质类型河长相对含量逐年变化特征

2.2 河系主要超标污染物类型评价

河系水质检测指标的超标特征分析结果见表2。可以看出,仅个别指标如溶解氧、BOD<sub>5</sub>和挥发酚在个别年份(2006、2011、2012年)达标外,其他指标年年超标。整体而言,海河流域污染物主要是有机污染物。2011~2012年,海河流域污染超标项目都只剩下五项,水质状况略有好转。

表2 河系水体污染物超标指标

年份(年)	溶解氧	氨氮	COD <sub>Mn</sub>	COD	氟化物	挥发酚	BOD <sub>5</sub>
2006	√	√	√	√	√	√	
2007	√	√	√	√	√	√	√
2008	√	√	√	√	√	√	√
2009	√	√	√	√	√	√	√
2010	√	√	√	√	√		√
2011		√	√	√	√		√
2012		√	√	√	√		√

3 不同水期河系污染特征分析

整体而言,海河流域河川径流的年际变化大,平均年降水量为548mm。降水量年内分配不均匀,多年平均汛期降水量(6~9月)占全年的75%~85%,个别河流达到90%;部分

表1 各水质类型河长相对含量的年度分布特征

年份	河长(Km)	Ⅰ、Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ、Ⅴ	超Ⅴ
1998	9 951	11%	14%	10% 65%	65%
1999	7 151	21%	22%	10%	47%
2000	11 278	13.7%	19.8%	8.9%	57.6%
2001	10 076	16%	23%	15%	46%
2002	7 151	21%	22%	10%	47%
2003	7 918	15%	24%	7%	54%
2004	11 670.3	18.9%	21.7%	7.7%	51.7%
2005	11 808.1	22.6%	17.6%	6.1%	53.7%
2006	11 640.6	14.6%	16.3%	14.9%	54.6%
2007	11 819.3	15.8%	11.8%	15.3%	57.1%
2008	12 996.2	22%	13.2%	12.9%	51.9%
2009	12 789.9	35.3%	35.3%	13.2%	51.5%
2010	12 679.8	37.2%	37.2%	14.6%	48.2%
2011	14 088.6	36.2%	36.2%	12.8%	51%
2012	14 952.5	34.6%	34.6%	19.3%	46.1%

有春汛、泉水补给,调节性能好的河流,6~9月的径流则仅占全年径流的50%~60%。海河流域的暴雨特点是,时间短、强度大且集中在7月下旬至8月上旬。洪水与暴雨相应,最大30d洪量一般占汛期(6~9月)洪量的50%~90%,而5~7d洪量可占30d洪量的60%~90%,洪峰多是尖瘦形。值得注意的是,流域内的暴雨强度和洪峰模数都达到了中国大陆的最大值。

2002年是我国环境法律以及监测标准健全的一个节点,所以2001年的监测范围与2002年以后(含2002年)有所不同。本研究对比分析了2002年新地表水评价标准公布后的不同水期中各类型水质河长比例的分布特征。从图2可以看出,海河流域河系在不同水期有不同的污染特征。整体上,不同类型水质的分布特征与年均变化特征保持一致,均是劣V类为主体。因流域内人口密度大,工农业发达,水资源开发利用量逐年增加,再加上流域降雨量不足,废污水排放量大,仍有60%以上的评价河长污染(劣于Ⅲ类)。2007年度海河流域水资源质量在10个水资源一级区中最差。

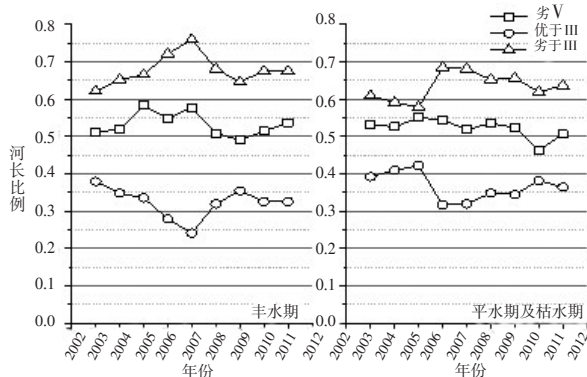


图2 不同类型水质河长在典型水期(丰水期、平水期及枯水期)的分布

对比汛期(丰水期)与非汛期(平水期及枯水期)的不同类型水质河长比例年度分布可知,流域内降雨稀释冲刷不能改变整个流域不同类型水质河长分布特征。但是,降雨的作用也不容忽视。如图2所示,丰水期劣Ⅲ类水质河长比例整体上高于平水期和枯水期,而优于Ⅲ类(Ⅰ类水、Ⅱ类水、Ⅲ类)水河长在丰水期整体上也低于非汛期。当然,降雨也影响了Ⅳ类水、Ⅴ类水河长比例(劣于Ⅲ类与劣Ⅴ类的差值),丰水期这两类水的河长比例低于非汛期。这主要归因于该类水体部分被加重污染为劣Ⅴ类水质。这在一定程度上说明,海河流域降雨年度分布不均,降雨冲刷增加了流域内非点源污染物入河量,致使Ⅴ类水质河长比例增加显著。

#### 4 结论与对策

海河流域绝大多数年份不同河系污染比例维持在60%以

上,劣Ⅴ类水主导河系的污染水平。海河流域污染物有机污染严重,Ⅳ类水、Ⅴ类水比例呈现轻微上升趋势,而劣Ⅴ类水以及Ⅰ类水、Ⅱ类水、Ⅲ类水河长总数则呈现轻微下降趋势。受非点源污染影响,降雨恶化海河流域水质。丰水期劣Ⅲ类水质河长比例整体上高于平水期和枯水期,而优于Ⅲ类(Ⅰ类水、Ⅱ类水、Ⅲ类)水河长在丰水期整体上也低于非汛期。农业用水消耗了海河流域近70%水资源量。各行业污水排放量与流域经济社会发展相一致。工业、建筑行业排放废水逐年减少,而生活废水、第三产业排放量显著增加,尤其是第三产业,自2003年起急剧增加。因此,随流域内经济社会的快速发展,污染物的排放总量水平势必显著增加,而整体上重污染河长的轻微减少则可以说明海河流域内相关污染防治措施的实施在河系水污染防治上具有一定的成效。当然,未污染河长的微下降趋势也在一定程度上说明,海河流域污染防治工作任重道远,未来海河流域污染防治仍需投入较大的人力物力。同时,在海河流域点源污染需加大控制力度基础上,非点源污染的影响也较为显著,其防治也应重视起来。

#### 参考文献:

- [1] 陈利顶,孙然好,汲玉河,等.海河流域水生态功能分区研究[M].北京:科学出版社,2013.
- [2] 郝利霞,孙然好,陈利顶.海河流域河流生态系统健康评价[J].环境科学,2014(10):3692-3701.
- [3] 许维,王迎.2006年海河流域水质状况分析[J].海河水利,2007(5):8-11.
- [4] 白明,高丽娜,马丹.2010年夏秋季节海河干流水质现状分析[J].现代渔业信息,2011(8):20-23.
- [5] 张韶季,罗阳,王迎.海河流域地表水多年水质变化分析[J].海河水利,2006(4):3-5.
- [6] 李惠敏,霍家明,于卉.海河流域水污染现状与水资源质量状况综合评价[J].水资源保护,2000(4):12-14.
- [7] 刘德文,何杉.海河流域水污染现状及水资源保护对策建议[J].水资源保护,1997(2):54-57.
- [8] 朱晓春,曹伟,张勇.海河流域水资源现状分析与研究[J].海河水利,2007(6):6-8.
- [9] 王洪翠,许维,张世禄.海河流域水资源质量现状及变化趋势分析[J].河南科技,2013(11):170-171.
- [10] 水利部海河水利委员会.海河流域水资源公报[R].天津:水利部海河水利委员会水信息网.
- [11] 水利部海河水利委员会.海河流域水资源质量年报[R].天津:水利部海河水利委员会.
- [12] 水利部海河水利委员会.海河流域水资源质量公报[R].天津:水利部海河水利委员.
- [13] 中国水利部.中国水资源质量公报[R].中国水资源管理信息网.