

天津市主要地表河流污染物特性变化趋势分析

蒙海涛¹, 刘佳泓¹, 鲁金凤², 易晓娟¹, 王斌¹

(1. 天津市环境监测中心, 天津 300191; 2. 南开大学 环境科学与工程学院

环境污染过程与基准教育部重点实验室, 天津 300071)

摘要: 以天津市 14 条主要地表河流 2004 – 2011 年期间的高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、石油类、挥发酚、总磷 7 项污染物含量为依据, 对天津市主要地表河流的污染特性、差异性及变化趋势进行分析。结果表明: 高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量和氨氮这 4 种污染物含量的均值从 2004 – 2011 年总体呈下降趋势; 石油类含量不同年间变化不大; 挥发酚和总磷呈典型的 W 型变化趋势。7 种污染物含量均值在同一年不同水期有一定的差异性, 但差异不显著。本研究补充了天津市多条主要河流连续多年水质情况分析统计的数据, 研究结果可为天津市水污染防治、保护和治理提供依据。

关键词: 地表河流; 河流污染; 污染特性; 高锰酸盐指数; 化学需氧量; 五日生化需氧量

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2014)04-0161-04

Analysis of variation trend on characteristics of water pollution in major rivers of Tianjin

MENG Haitao¹, LIU Jiahong¹, LU Jinfeng², YI Xiaojuan¹, WANG Bin¹

(1. Tianjin Environmental Monitoring Center, Tianjin 300191, China; 2. Key Laboratory of Pollution Processes and Environmental Criteria Ministry of Education, College of Environmental Science and Engineering, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: Taking the content of seven kinds of pollution such as permanganate index (COD_{Mn}), chemical oxygen demand (COD_{Cr}), Five days biological oxygen demand (BOD_5), ammonia – nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$), petroleum, volatile phenol and total phosphorus (TP) in fourteen main rivers in Tianjin from 2004 to 2011 as the reference, this paper analyzed the characteristics of water pollution, difference and change trend in the major rivers of Tianjin. The result shows that the average contents of COD_{Mn} , COD_{Cr} , BOD_5 and $\text{NH}_3\text{-N}$ appear a declining trend from 2004 to 2011; Petroleum changes little in different years; volatile phenol and TP presents a typical W – shaped trend. The average content of seven pollutants in the same monitoring period have certain differences, but the differences are not significant. The paper supplemented the data of water quality analysis and statistics in major rivers of Tianjin for many years. The result can provide a basis for the prevention, protection and government of water environment pollution in Tianjing.

Key words: surface river; river pollution; pollution characteristics; permanganate index; chemical oxygen demand; five days biological oxygen demand

天津市地处海河流域下游, 河流在城市间纵横交错, 河道直接或间接接纳城市污水、工业污水、生活污水及农业废水, 氮、磷、有机物等污染物在水体中滞留、富集、转换、释放、反应, 进一步引起营养富集, 水体生态功能受损, 给居民健康和社会的可持续

发展带来较大威胁。天津市地表河流大多汇入渤海, 对渤海湾近岸海域的水质产生明显影响^[1-3]。但当前对天津市地表河流水质方面的研究并不多, 这可能因为各河流段多年监测数据的获取相对困难。一些研究主要集中在对天津市某条河流的单一

收稿日期: 2014-06-15; 修回日期: 2014-07-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(51008162); 天津市应用基础及前沿技术研究计划资助项目(14JCYBJC22900)

作者简介: 蒙海涛(1982-), 男, 山西朔州人, 硕士, 工程师, 研究方向为环境监测数据评价技术。

通讯作者: 鲁金凤(1980-), 女, 山西朔州人, 博士, 副教授, 研究方向为水的深度处理技术。

污染指标进行检测或用数学模型进行模拟验证^[4],少量研究针对天津市某个年份多条河流的常规水质指标进行跟踪检测。叶飞等^[5]利用综合评价法对 2007 年天津市 8 条主要地表河流的富营养化指标和重金属指标进行了系统评价;发现潮白新河、北运河、永定新河、海河、子牙新河、独流减河、蓟运河和北京排污河这 8 条河流的污染状况都很严重,大部分测定指标都超过了地表水 V 类水质标准。张骥等^[6]采用因子分析法对 2008 年天津市 31 条主要河流的 pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、生化需氧量、氨氮等 11 项水质指标进行了统计分析,评价结果表明天津市河流受有机污染物和氮营养盐的影响明显。He Ying 等^[7]对天津外环排污河和津河 3 个月的水质状况进行了跟踪调查,测定了 COD、BOD₅、TN、TP 等指标,发现这两条河流污染状况均较高。Wu Qing 等^[8]采用内梅罗指数法和单因素评价法对天津市景观河道 J 河流进行了水质分析评价,结果表明该河流属于 V 类水体。但上述这些研究均未对天津市多条主要河流连续多年的污染物含量进行统计分析,考虑到当前天津市连续多年河流水质情况的研究相对匮乏,本研究以天津市 14 条主要地表河流 2004–2011 年高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、石油类、挥发酚、总磷 7 项污染物含量为依据,分析、评价了天津市主要地表河流的污染特性、差异性及变化趋势,为天津市水环境污染防治、保护和治理提供依据。

1 研究区域和方法

研究区域为天津市 14 条主要地表河流,包括北京排污河、北运河、潮白新河、独流减河、沟河、还乡河、洪泥河、蓟运河、青静黄排水渠、青龙湾河、新开—金钟河、引句入潮、永定新河和子牙新河。

评价项目为高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、石油类、挥发酚、总磷 7 项污染物。

应用《地表水环境质量标准》(GB3838–2002)对 2004–2011 年 14 条主要地表河流污染物含量进行综合评价;应用 SPSS 软件进行污染物含量差异性分析^[9–10]。

2 结果和讨论

2.1 不同年份水质污染状况评价

图 1 为天津市 14 条地表河流 2004–2011 年期间汛期、非汛期及全年等不同水期的 7 种污染物含

量均值分布图。其中汛期为 7、8、9 这 3 个月,非汛期为其余 9 个月。每次采样的采样点均为每条河道中间水面下 50 cm 处采水。从图 1 可以看出,14 条地表河流高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量和氨氮 4 种污染物含量年均值从 2004–2011 年总体呈下降趋势;石油类在不同年间变化不大,但在 2005 年出现一个峰值;挥发酚和总磷呈典型的 W 型变化趋势,挥发酚两个峰值分别出现在 2008 年和 2010 年,总磷两个峰值分别出现在 2005 年和 2008 年。

高锰酸盐指数含量年均值在 12.5~21.5 mg/L 之间,最大值出现在 2004 年,其中 2004 年到 2008 年 5 个年份年均值超过地表水 V 类标准,占 62.5%。

化学需氧量含量年均值在 50~126 mg/L 之间,其中,最大值出现在 2005 年,8 个年份年均值都超过地表水 V 类标准。

五日生化需氧量含量年均值在 6.9~16.8 mg/L 之间,其中,最大值出现在 2005 年,2004 年到 2007 年 4 个年份年均值超过地表水 V 类标准,占 50.0%。

氨氮年均值含量年均值在 4.03~11.3 mg/L 之间,其中,最大值出现在 2005 年,8 个年份年均值都超过地表水 V 类标准。

石油类年均值含量在 0.311~1.06 mg/L 之间,其中,最大值出现在 2005 年,2005 年 1 个年份年均值超过地表水 V 类标准,占 12.5%。

挥发酚含量年均值在 0.311~1.06 mg/L 之间,其中,最大值出现在 2005 年,8 个年份地表水年均值均达到地表水 V 类标准。

总磷年均值在 0.361~0.690 mg/L 之间,其中最大值出现在 2008 年,其中 2004、2005、2007、2008、2009 和 2010 年 6 个年份年均值超过地表水 V 类标准,占 75.0%。

2.2 不同水期污染物含量差异分析

从图 1 可以看出:14 条主要地表河流高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量和氨氮全年、汛期和非汛期 3 个水期污染物含量均值变化趋势相似,在 2004–2009 年之间总体呈非汛期>年均值>汛期均值,2010 和 2011 年 3 个监测期浓度均值差异不大;挥发酚在 2004–2009 年之间总体呈非汛期>年均值>汛期均值,在 2010 和 2011 年呈汛期>年均值>非汛期均值;总磷和石油类 3 个水期浓度均值差异不大。

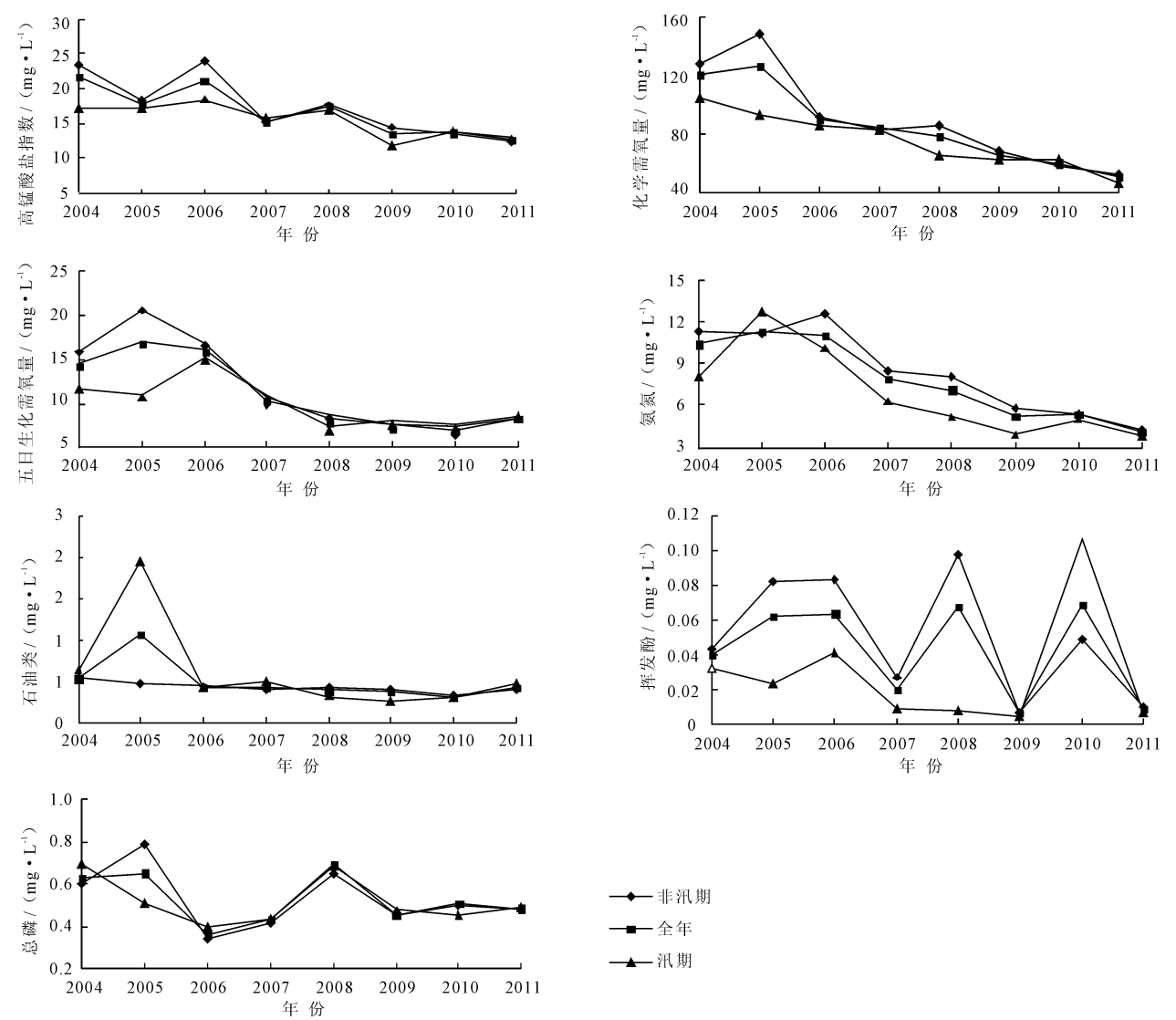


图 1 天津市 14 条地表河流 2004 – 2011 年不同水期 7 种污染物含量均值分布图

采用单因素分析法对 14 条主要地表河流污染物含量按照全年、汛期和非汛期三个水期进行差异性分析,其结果见表 1。

表 1 污染物含量差异性分析

污染物	不同时期差异性分析 P_1	不同河流差异性分析 P_2
高锰酸盐指数	0.570	0.000
化学需氧量	0.575	0.000
五日生化需氧量	0.663	0.001
氨氮	0.622	0.000
石油类	0.592	0.054
挥发酚	0.433	0.000
总磷	7.370	0.000

从表 1 可以看出,7 种污染物浓度含量变化与不同水期相关性不大,显著性概率 P_1 值均大于 0.05,即天津市 14 条主要河流污染物含量在一个监测周期即

一年内不同水期 7 种污染物含量变化不显著。

2.3 14 条主要地表河流污染含量均值差异性分析

应用《地表水环境质量标准》(GB3838 – 2002)对 14 条主要地表河流 7 项污染物 8 年年均值进行评价,评价结果为:北运河和沟河 2 条河流为地表水 V 类水质;其余 12 条河流均为地表水劣 V 类水质,青龙湾河和引句入潮污染较轻,只有氨氮一项指标超地表水 V 类标准;洪泥河有 2 项污染物超地表水 V 类标准,北京排污河、潮白新河、青黄排水渠、新开金钟河、蓟运河和还乡河有 3 项污染物超地表水 V 类标准,其他 3 条河流污染较为严重,有 5 项以上污染物超地表水 V 类标准。14 条主地表河流主要污染物为氨氮、化学需氧量和总磷,但河与河之间的污染物浓度和主要污染物类型有一定的差异。

采用单因素分析法 14 条主要地表河流流量污染

物含量按照河流进行差异性分析,其结果见表 1。从表 1 可以看出,高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、挥发酚、五日生化需氧量和总磷 6 种污染物浓度含量变化与河流间相关性大,显著性概率 P_2 值均小于 0.05;石油类浓度含量变化与河流间相关不大,显著性概率 P_2 值大于 0.05。

3 结 语

(1) 14 条主要地表河流高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量和氨氮 4 种污染物含量均值从 2004 年到 2011 年总体呈下降趋势;石油类含量不同年间变化不大;挥发酚和总磷呈典型的 W 型变化趋势。

(2) 在 1 年内全年、汛期均值和非汛期不同水期 7 种污染物含量均值有一定的差异性,采用单因素分析法评价,认为 7 种污染物在不同水期差异均不显著。高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量和氨氮均呈非汛期 > 年均值 > 汛期均值,2010 年和 2011 年 3 个监测期浓度均值差异不大;挥发酚在 2004 年到 2009 年之间总体呈非汛期 > 年均值 > 汛期均值,在 2010 年和 2011 年呈汛期 > 年均值 > 非汛期均值的趋势;总磷和石油类 3 个监测期浓度均值差异不大。

(3) 14 条主要地表河流主要污染物为氨氮、化学需氧量和总磷,但河流之间的污染物浓度和主要污染物类型有一定的差异。采用单因素分析法评价,认为高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、挥发酚、五日生化需氧量和总磷 6 种污染物河流间含量差异显著;石油类不显著。

参考文献:

- [1] 朱琳,聂红涛,陶建华. 渤海湾天津近岸海域水环境空间变异分析[J]. 海洋学报(中文版),2007,29(6):134-140.
- [2] 毛天宇,戴明新,彭士涛,等. 近 10 年渤海湾重金属(Cu,Zn,Pb,Cd,Hg)污染时空变化趋势分析[J]. 天津大学学报,2009,42(9):817-825.
- [3] 刘琼琼,邵晓龙,刘红磊,等. 天津市主要河流水质及污染物入海通量[J]. 天津师范大学学报(自然科学版),2013,33(2):56-59.
- [4] Ge Huaifeng,Zhou Zuhao,Qin Dayong,et al. Study on ammonia nitrogen of Chaobaixin River in Tianjin city based on improved SWAT model[J]. Hydrological Cycle and Water Resources Sustainability in Changing Environments,2011,350:416-423.
- [5] 叶飞,周其文,刘书田,等. 天津市主要河流水质调查与评价[J]. 环境卫生工程,2009,17(6):9-11.
- [6] 张骥,高翔,周晶. 因子分析法在天津市主要河流水质污染程度综合评价中的应用[J]. 安全与环境工程,2013,20(1):65-68.
- [7] He Ying,Qin Songyan, Ji Yijun. Water Quality Analysis and Pollution Control Measures of Urban River in Tianjin [C]//. 2010 4th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering,2010:1-3.
- [8] Wu Qing,Zhao Caiyun,Zhang Yue. Landscape river water quality assessment by nemerow pollution index[C]//. International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering,2010:2117-2120.
- [9] 高翔,蒙海涛,易晓娟. 天津市主要水体的氮污染特征分析[J]. 中国给水排水,2011,27(15):51-55.
- [10] 蒋艳,彭期冬,骆辉煌,等. 淮河流域水质污染时空变异特征分析[J]. 水利学报,2011,42(11):1283-1288.