

DOI: 10.3969/j.issn.1004-6933.2012.06.012

# 松花江流域水环境质量特征分析

许琳娟<sup>1,2</sup>, 褚俊英<sup>1</sup>, 周祖昊<sup>1</sup>, 严 军<sup>2</sup>, 游进军<sup>1</sup>

(1. 中国水利水电科学研究院流域水循环模拟与调控国家重点实验室水利学院, 北京 100038;

2. 华北水利水电学院, 河南 郑州 450011)

**摘要:**以 2006 年为基准年, 从松花江流域水质状况、不同水体分布区域和松花江流域水体主要超标项目等方面, 多尺度、多角度分析 2006—2009 年松花江流域地表水环境质量特征。结果表明: 松花江流域水质在全年期、汛期和非汛期均出现整体好转的趋势, 表现为 I ~ III 类水体比例增加, IV ~ V 类水体比例减少; 松花江流域汛期水质略差于全年期, 非汛期水质略好于全年期; 松花江流域污染严重区域 (V 类及劣 V 类水体) 由嫩江水系逐渐转移至松花江干流水系, 由全流域分散的几个城市逐渐转移至流域干流周边的几个城市; 从水污染指标看, 除 COD、COD<sub>Mn</sub>、BOD<sub>5</sub> 外, NH<sub>3</sub>-N 成为新的水污染超标项目。

**关键词:**水环境质量; 水污染; 时间尺度; 空间尺度; 松花江流域

**中图分类号:**X824      **文献标志码:**A      **文章编号:**1004-6933(2012)06-0055-04

## Analysis of water environmental quality features in Songhua River Basin

XU Lin-juan<sup>1,2</sup>, CHU Jun-ying<sup>1</sup>, ZHOU Zu-hao<sup>1</sup>, YAN Jun<sup>2</sup>, YOU Jin-jun<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Simulation and Regulation of Water Cycle in River Basin, China Institute of Water Resources and

Hydropower Research, Beijing 100038, China;

2. Department of Water Conservancy, North China University of Water Resources and Electric Hydropower, Zhengzhou 450011, China)

**Abstract:** The surface water environmental quality features of the Songhua River Basin during the period from 2006 to 2009, of which the year 2006 was selected as the base year, were analyzed at multiple scales and from various perspectives, based on analysis of the water quality conditions, different water distribution areas, and main indices that exceeded the standards. The results show the following: the water quality in the Songhua River Basin improved in the annual period, the flood period, and the non-flood period, with an increase in the proportion of water with quality of class I to III and a decrease in the proportion of water with quality of class IV to V; the river basin water quality in the flood period was slightly worse than that in the annual period, while the water quality in the non-flood period was slightly better than that in the annual period; the areas polluted seriously (with water quality of class V and inferior to class V) in the river basin have gradually shifted from the Nenjiang River area to the main stream of the Songhua River, and from the cities scattering in the whole basin to a few major cities around the main stream of the basin; and in addition to chemical oxygen demand (COD), permanganate index, and BOD<sub>5</sub>, ammonia nitrogen was a new water pollution indicator that exceeded the standard.

**Key words:** water environmental quality; water pollution; temporal scale; spatial scale; Songhua River Basin

基金项目: 国家自然科学基金(51179203); 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07207-006); 国家自然科学基金创新群体项目(51021006); “十一五”国家科技支撑计划课题(2007BAB28B01)

作者简介: 许琳娟(1984—), 女, 硕士研究生, 研究方向为河道整治以及水质水量联合调控。E-mail: 282957173@qq.com

# 1 现状

松花江流域地跨黑、吉、辽、蒙4省区,涉及地(市、州、盟)26个,是我国重工业的集中地和农牧业生产基地。近年来,由于松花江流域经济的发展,人口的增加以及城市规模的扩大等,流域水体受到不同程度的影响<sup>[1]</sup>。松花江流域目前面临的水环境质量问题是:①由于流域城市工业化进程的加快,工业废水排放大量增加,原有污水处理厂已不能满足当前污水处理要求,且污水处理设备简陋、生产工艺落后,使得大量的工业废水未经处理直接进入江河湖泊,严重影响了松花江流域水质;②由于流域经济的发展、人口的增加,大量排放的生活污水给污水处理厂带来压力,大部分的城市生活污水直接排入河流,造成河流污染加剧;③松花江流域有机污染严重,河流中致癌物质增多,饮用水水源地受到污染,使松花江流域的缺水形势更加严峻;河流中鱼的种类减少,渔业资源受到影响<sup>[1-5]</sup>。

松花江流域日益突出的水环境质量问题,使松花江流域水环境质量特征及时空分布规律的研究显得尤为重要,成为国内外学者关注的热点。谢琳娜等<sup>[1]</sup>对松花江流域地表水污染现状进行分析,总结了水体污染的原因,提出了一些治理措施;徐太海等<sup>[6]</sup>对黑龙江流域黑河及同江两个重点断面进行了水环境质量现状分析,结果表明,地表径流将大量的有机污染物质带入黑龙江,是黑龙江  $COD_{Mn}$  指数超标的主要原因;王博等<sup>[7]</sup>运用模糊数学原理,结合GIS技术对松花江流域水环境质量进行了评价;杨育红等<sup>[8]</sup>计算了第二松花江流域  $COD$  和  $NH_3-N$  的非点源输出负荷,结果表明,点源  $COD$  污染仍是第二松花江流域的主要污染源,而非点源  $NH_3-N$  污染输出负荷具有明显的时空分布特征,与流量呈显著正相关;丁相毅等<sup>[9]</sup>采用因子分析法并构建水环境质量分区管理模型对松花江吉林段水环境质量进行了分析;李玮等<sup>[2]</sup>总结了松花江流域水污染的主要特征,并提出了相关对策。

现有的研究都是针对松花江流域某一时间内水环境质量状况开展的,缺乏对流域水环境质量多角度的分析,如空间上,对流域的干流、主要支流及其主要污染城市等进行研究;时间上,从长时间系列进行流域水环境质量现状的研究等。目前,针对松花江流域水环境质量的研究已不能满足水污染防治的需求。本研究从多尺度、多角度分析松花江流域的水环境质量状况,根据水质污染类别,在空间上从全流域、嫩江、第二松花江和松花江干流及城市分布等方面进行研究;在时间上则对2006—2009年每年

的全年期、汛期(每年的6月至9月)、枯水期(每年的11月至来年的2月)的水质情况开展相关研究。

# 2 松花江流域水环境质量特征

从空间和时间两个尺度进行松花江流域水环境质量特征分析。

## 2.1 时间尺度的分析

### 2.1.1 流域全年期水质整体好转

2009年松花江流域全年期总评价河长14795.6 km,其中I~Ⅲ类水质的河长为6365.9 km,占总评价河长的43.0%;Ⅳ~Ⅴ类水质的河长为4612.5 km,占总评价河长的31.2%;劣Ⅴ类水质的河长为3817.2 km,占总评价河长的25.8%。

与2006年相比,I~Ⅲ类水体从2006年的38%上升到2009年的43%,上升了5%;Ⅳ~Ⅴ类水体从2006年的42%下降到2009年的31.2%,下降了10.8%;劣Ⅴ类水体从2006年的20%上升到2009年的25.8%,上升了5.8%(图1(a))。可见,与2006年相比,2009年松花江流域全年期水质趋于好转,但是劣Ⅴ类水体比例略有增加。这是因为在全年期个别地方污水处理不当,导致局部河段污染加重。

### 2.1.2 流域汛期水质整体好转

2009年松花江流域汛期总评价河长13860.6 km,其中I~Ⅲ类水质的河长为4755.0 km,占总评价河长的34.3%;Ⅳ~Ⅴ类水质的河长为6949.3 km,占总评价河长的50.1%;劣Ⅴ类水质的河长为2156.3 km,占总评价河长的15.6%。

与2006年相比,I~Ⅲ类水体比例从2006年的25.2%上升到2009年的34.3%,上升了9.1%;Ⅳ~Ⅴ类水体比例从2006年的61.3%下降到2009年的50.1%,下降了11.2%;劣Ⅴ类水体比例从2006年的13.5%上升到2009年的15.6%,上升了2.1%(图1(b))。可见,与2006年相比,2009年松花江流域汛期水质趋于好转,原因是汛期降雨量增多,流量增大,水量对污染物有稀释作用;而劣Ⅴ类水体比例略有增加,则说明由于汛期地表径流的作用,地表污染物(主要是非点源污染)被汇集到河流中,导致局部河段水质略有恶化。

### 2.1.3 流域非汛期水质整体好转

2009年松花江流域非汛期总评价河长14724.6 km,其中I~Ⅲ类水质的河长6662.7 km,占总评价河长的45.2%;Ⅳ~Ⅴ类水质的河长为4004.7 km,占总评价河长的27.2%;劣Ⅴ类水质的河长为4057.2 km,占总评价河长的27.6%。

与2006年度相比,I~Ⅲ类水体比例从2006年的46.0%上升到2009年的47.2%,上升了

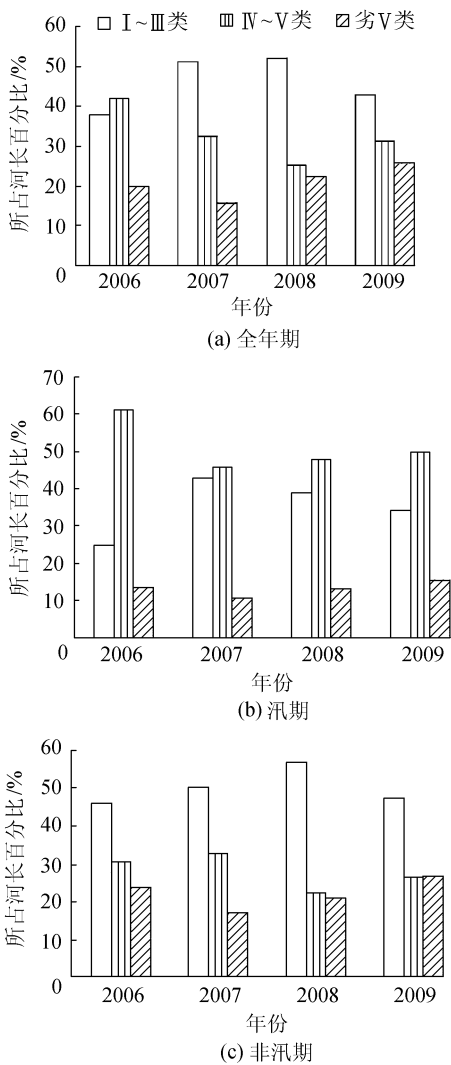


图 1 2006—2009 年松花江流域水质状况

1.2%；Ⅳ~Ⅴ类水体比例从 2006 年的 30.3% 下降到 2009 年的 26.2%，下降了 4.1%；劣Ⅴ类水体比例从 2006 年的 23.7% 上升到 26.6%，上升了 2.9%（图 1(c)）。从 I~Ⅴ类水体比例的变化可看出：与 2006 年相比，2009 年松花江流域非汛期水质趋于好转，而劣Ⅴ类水体比例略有增加，说明在非汛期大量的工业废水和生活污水得不到及时处理和稀释，直接排入污水处理能力差的地区，导致局部区域水质略有恶化。

#### 2.1.4 流域汛期水质略差于全年期，非汛期水质略好于全年期

与全年期水质相比，松花江流域汛期 I~Ⅲ类水体比例少于全年期，Ⅳ~Ⅴ类水体比例大于全年期，即汛期整体水质差于全年期水质，说明在汛期非点源污染（农田化肥、畜禽养殖以及城市径流等）随着地表径流进入河流，使得汛期污染比全年期污染严重；而汛期劣Ⅴ类水体比例少于全年期，说明汛期虽然污染严重，但是由于污染物受到大量雨水的稀释作用，污染效果被削弱，劣Ⅴ类水体比例减少。

非汛期水质与全年期水质相比，I~Ⅲ类水体比例略大于全年期，Ⅳ~Ⅴ类水体比例略小于全年期，劣Ⅴ类水体比例与全年期相当，也就是说，松花江流域非汛期水体水质略好于全年期水体水质。

## 2.2 空间尺度的分析

### 2.2.1 子流域层面

嫩江、第二松花江和松花江干流水系的水污染程度随着区域的不同而不同。根据松辽流域地表水资源质量年报，2009 年松花江流域河流水质污染程度由重到轻依次为：松花江干流、第二松花江、嫩江，且Ⅴ类及劣Ⅴ类水体主要分布在松花江干流的呼兰河、阿什河、倭肯河等支流以及第二松花江的伊通河、饮马河等支流；而 2006 年松花江流域河流水质污染程度由重到轻的排序为：嫩江、第二松花江、松花江干流，且Ⅴ类及劣Ⅴ类水体主要分布在嫩江干流的江桥段及其支流乌裕尔河的北安段。

由此可见，与 2006 年相比，2009 年松花江流域Ⅴ类及劣Ⅴ类水体的分布区域略有变化。原来污染严重的嫩江，由于水土保持工作的开展以及森林资源的保护，提高了水源涵养能力，使得进入到河流的污染物减少，故水质有所改善；而原本污染较轻的松花江干流，由于沿岸企业排放大量工业废水、沿江城市排放大量生活污水，水质逐渐趋于恶化。

### 2.2.2 行政区层面

根据 2006—2009 年松花江流域水体分布状况（依据松辽流域地表水资源质量年报，污染严重城市只考虑Ⅴ类及劣Ⅴ类水体分布），2006 年汛期污染严重的城市有：齐齐哈尔、松原、长春和七台河等；全年期和非汛期污染严重的城市有：齐齐哈尔、松原、长春、七台河和伊春等；2009 年汛期污染严重的城市有：长春；全年期和非汛期污染严重的城市有：长春、伊春和七台河等。由此可见，与 2006 年相比，2009 年松花江流域污染严重（Ⅴ类及劣Ⅴ类水体）的城市趋于减少，这与松花江流域多年来治污措施的实施是分不开的。Ⅴ类及劣Ⅴ类的水体分布从齐齐哈尔、松原、长春、伊春、七台河等市转移至长春、伊春和七台河等市，由全流域分布逐渐转移至松花江干流和第二松花江的沿河城市，说明这些沿河城市的治污力度不够，甚至存在污水未经处理就直接排入河流的情况。污染严重城市分布见表 1。

从表 1 可见，松花江流域水体污染严重区域主要分布在松花江干流和第二松花江的几个主要沿河大城市以及这些城市的周边河段。

### 2.2.3 流域水体主要超标项目

2006—2009 年松花江流域水体主要超标项目为：COD、COD<sub>Mn</sub>、BOD<sub>5</sub>；2009 年松花江流域水体主

表1 2006—2009年松花江流域污染严重的城市

| 水情期 | 年份   | 污染严重的城市           |
|-----|------|-------------------|
| 全年期 | 2006 | 齐齐哈尔、松原、长春、伊春、七台河 |
|     | 2007 | 齐齐哈尔、松原、长春、伊春、七台河 |
|     | 2008 | 齐齐哈尔、长春、伊春、七台河    |
|     | 2009 | 长春、伊春、七台河         |
| 汛期  | 2006 | 齐齐哈尔、松原、长春和七台河    |
|     | 2007 | 长春、七台河            |
|     | 2008 | 齐齐哈尔、长春           |
|     | 2009 | 长春                |
| 非汛期 | 2006 | 齐齐哈尔、松原、长春、七台河、伊春 |
|     | 2007 | 齐齐哈尔、松原、长春、伊春、七台河 |
|     | 2008 | 齐齐哈尔、长春、伊春和七台河    |
|     | 2009 | 长春、伊春和七台河         |

要超标项目为:COD、COD<sub>Mn</sub>、BOD<sub>5</sub>和NH<sub>3</sub>-N(表2)。与2006年相比,2009年松花江流域水体主要超标项目多了NH<sub>3</sub>-N。经分析,NH<sub>3</sub>-N超标的原因主要有3个方面:①人和动物排泄物的处理不当;②农用化肥使用的增多;③点源污水处理厂NH<sub>3</sub>-N的处理效果不佳。可见,在处理点源污染的同时,不能忽略非点源污染的影响。

表2 2006—2009年松花江流域水体主要超标项目

| 年份   | 水体主要超标项目 |                    |                   |                  |
|------|----------|--------------------|-------------------|------------------|
|      | COD      | NH <sub>3</sub> -N | COD <sub>Mn</sub> | BOD <sub>5</sub> |
| 2006 | √        | ○                  | √                 | √                |
| 2007 | √        | ○                  | √                 | √                |
| 2008 | √        | ○                  | √                 | √                |
| 2009 | √        | √                  | √                 | √                |

注:√表示超标,○表示未超标。

### 3 结论

a. 与2006年相比,2009年松花江流域水体出现整体好转的态势。具体表现在:I~Ⅲ类水体比例增加,Ⅳ~Ⅴ类水体比例减少,体现了松花江流域水污染防治工作已初见成效。劣Ⅴ类水体略有增加的原因主要是由于非点源污染增加、沿河城市污水直接排放等,需引起高度关注,并进行针对性治理。

b. 松花江流域水污染具有明显的空间分布特征。2006—2009年的分析结果显示,松花江干流水体污染最为严重,第二松花江水体污染程度有所加重,而嫩江水质则有所改善;松花江流域Ⅴ类及劣Ⅴ类水体主要分布在松花江干流的支流呼兰河、阿什河、倭肯河等段以及第二松花江的支流伊通河、饮马河等段;从行政区层面看,Ⅴ类及劣Ⅴ类水体主要分布在长春、七台河和伊春等城市。松花江流域主要城市以及这些城市的周边河段是水污染防治的重点区域。

c. 松花江流域水质在全年期、汛期以及非汛期均呈现出好转的趋势。与全年期相比,松花江流域

汛期污染比较严重,而非汛期污染则相对较轻。这是由于汛期非点源污染进入到松花江流域河流,使河流污染加剧,造成汛期污染相对严重。

d. 2009年松花江流域水体主要超标项目有NH<sub>3</sub>-N、COD、BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Mn</sub>,比2006年的水体超标项目多了一项NH<sub>3</sub>-N,其原因是流域内人和动物排泄物的处理不当、农用化肥的过量使用以及点源污水处理厂NH<sub>3</sub>-N的处理效果不佳等。因此,松花江流域水污染的防治不仅要关注点源污染,也要对非点源污染进行有效治理,以促进流域整体水环境质量的改善。

### 参考文献:

- [1] 谢琳娜,赵丽君.松花江流域地表水污染现状分析[J].东北水利水电,1995(5):40-41,48.
- [2] 李玮,褚俊英,秦大庸,等.松花江流域水污染特征及其调控对策[J].中国水利水电科学研究院学报,2010,8(3):229-232.
- [3] 崔长俊,翟平阳.松花江水质有机毒物生态污染防治[J].北方环境,2005,30(2):24-26.
- [4] 翟平阳.松花江流域水环境形势分析及预测[J].北方环境,2001(4):26-28.
- [5] 李兴隆.论黑龙江省松花江流域水污染综合防治[J].北方环境,2002(3):12-13.
- [6] 徐太海,张颖,翟平阳.界河黑龙江重点监测断面水环境状况分析[J].哈尔滨商业大学学报,2008,24(1):43-45.
- [7] 王博,杨志强,李慧颖,等.基于模糊数学和GIS的松花江流域水环境质量评价研究[J].环境科学研究,2008,21(6):124-129.
- [8] 杨育红,阎百兴,沈波,等.第二松花江流域非点源污染输出负荷研究[J].农业环境科学学报,2009,28(1):161-165.
- [9] 丁相毅,孙锦业,沈英娃,等.松花江吉林段水环境分类管理研究[J].环境科学与技术,2009,32(3):184-188.

(收稿日期:2011-11-09 编辑:彭桃英)

