

DOI: 10.3969/j.issn.1004-6933.2011.04.009

淮安市地表水水质变化趋势分析

鞠 伟,郝达平

(江苏省水文水资源勘测局淮安分局,江苏 淮安 223005)

摘要 应用季节性 kendall 检验法,对 2000—2009 年淮安市主要水系河流的地表水水质指标变化趋势进行分析评价。结果表明,随着近年来淮河流域水污染防治力度的加大,以及对洪泽湖作为南水北调东线工程输水主干线自身的治理,淮安市境内的主要河流湖泊总体水质略有好转,由于淮河入海水道水功能区划的调整,入海水道总体水质有所下降,而洪泽湖水体 TP 含量呈逐年上升趋势,其他水体水质总体变化不大。

关键词 季节性 kendall 检验 地表水 水质 变化趋势 淮安市

中图分类号:X824 文献标识码:B 文章编号:1004-6933(2011)04-0035-03

Analysis of change tendency of surface water quality in Huai 'an City

JU Wei, HAO Da-ping

(Huai 'an Branch Bureau, Jiangsu Provincial Bureau of Hydrology and Water Resource Survey, Huai 'an 223005, China)

Abstract: The change tendency of the main pollution indices of surface water quality from 2000 to 2009 in Huai 'an City was evaluated using the seasonal Kendall method. The results showed that, with the improvement of prevention and control of water pollution in Huaihe River Basin in recent years, and based on the demands of self-management of Hongze Lake, the water quality of the major rivers and lakes in Huai 'an City was tending to be well. While the water quality was tending to be bad in Huaihe water course to the sea because its water function zoning was modulated, and the change of water quality in other rivers was not evident. In addition, the total phosphorus content of the Hongze Lake increased year by year.

Key words: seasonal Kendall method; surface water; water quality; change tendency; Huai 'an City

淮安市地处苏北腹地,淮河流域中下游,邻江近海,是南下北上的交通要道,区位优势独特。以废黄河为界,以南属淮河水系,以北属沂沭泗水系。京杭大运河穿越淮安南北,我国五大淡水湖之一的洪泽湖位于淮安市西南部,上游来水进入洪泽湖后由淮河入江水道、苏北灌溉总渠、淮河入海水道等经淮安东流入海,因此淮安素有“洪水走廊”之称^[1]。

淮安市也是江苏省水利工程密集度最高的地区,境内水系由于自然因素及水利工程的原因,除淮河承接上游来水下泄洪泽湖和洪泽湖承接上中游其他来水外,其他各水体基本上均由洪泽湖补给,但枯水时也由江水北调或沂水济淮补给。目前淮安市水资源量在正常年份基本可以满足要求,而且淮安市

区位于洪泽湖畔和南水北调东线主干线上,水源条件得天独厚,但随着淮安市经济社会的发展,淮安也面临着“水多、水少、水脏”等问题,水资源供需矛盾日益加剧,如果不对水质进行全面有效的治理保护,将有可能进一步加剧水质型缺水矛盾。根据江苏省地表水功能区站网规划,结合淮安市自身特点,江苏省水文水资源勘测局淮安分局在主要河流湖泊水功能区设置有代表性的水质断面,对规划水域进行长年定期的水质监测分析。为全面掌握近年来淮安市地表水水质资源质量状况,了解地表水水质变化趋势,选取淮安分局 2000—2009 年水质监测资料对淮安市主要河流湖泊进行水质趋势分析。

1 代表断面及分析项目的选择

1.1 代表断面的选择

淮河 :为我国七大河流之一 ,是淮安市盱眙县工农业用水的主要水源地。选取淮河盱眙饮用水源、工业用水区内的盱眙水文站和打石山 2 个站点进行评价 ,同时它作为洪泽湖的主要补给水源 ,又是洪泽湖污染物的主要来源 ,故选取淮河下游盱眙过渡区内的淮河入湖口站点进行分析。

大运河 :是南水北调东线调水的重要通道 ,也是南北水上运输的大动脉 ,选取大运河淮安调水保护区内沿线的平桥、板闸桥(大)、淮阴(大)、淮阴复线船闸等 4 个站点进行趋势分析。

废黄河 :是淮安市区、淮阴区和涟水县的重要生活饮用水水源地 ,选取废黄河淮安保留区内沿线的北京路水厂、杨庄闸、北京路大桥、团汪、涟水、关滩等 6 个站点进行评价。

苏北灌溉总渠 :是向盐城送水的主要通道 ,现在在淮安范围内取水主要用于农业灌溉 ,淮安境内自高良涧闸出湖到苏嘴出境 ,划分为 2 个功能区 ,选取苏北灌溉总渠淮安调水保护区内沿线的高良涧闸、洪泽水厂、运东闸和淮安保留区内的苏嘴(总渠)共 4 个站点进行分析。

淮河入海水道 :根据 2007 年淮河入海水道水功能区调整论证报告 ,对南、北泓重新划分了水功能区 ,故选取淮河入海水道淮安农业用水区(北泓)内的苏嘴(北泓)站点和淮河入海水道淮安过渡区内的苏嘴(南泓) 2 个站点进行评价。

二河 :为淮安市市区重要饮用水水源地之一 ,选取二河调水保护区内的二河闸和蛇家坝洞(中) 2 个站点进行评价。

入江水道三河段 :为国家南水北调东线的调水线 ,是金湖县城生活饮用水水源地和工农业用水主要水源 ,选取入江水道淮安调水保护区的三河闸和金湖调水保护区的金湖 2 个站点进行分析。

盐河 :为淮阴区、涟水县工农业用水主要水源地 ,选取上游盐河排污控制区的盐河闸、孙庄和下游盐河淮安农业、工业用水区内的朱码闸、殷渡共 4 个站点进行分析。

洪泽湖 :是我国五大淡水湖之一 ,南水北调东线调水线路上的巨型调蓄水库 ,也是淮安市绝大部分水体的补给水源 ,选取洪泽湖调水保护区内的洪泽湖区(东、西、南、北)和老子山、蒋坝共 6 个站点进行分析。

1.2 分析项目的选择

根据淮安地区地表水污染特点 ,确定 COD、BOD₅、NH₃-N、TP 等 4 项指标为分析项目。

2 分析方法

分析方法采用季节性 kendall 检验法^[2-8]。季节性肯达尔检验的原理是将历年相同月(季)的水质资料进行比较 ,如果后面的值(时间上)高于前面的值记为“+”号 ,否则记作“-”号。如果加号的个数比减号的多 ,则可能为上升趋势 ;类似地 ,如果减号的个数比加号的多 ,则可能为下降趋势 ;如果相等则为基本无趋势。

设有 n 年 P 月的水质资料观测序列 x 为

$$x = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2p} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix}$$

2.1 对于 P 月中第 i 月($i \leq P$)的情况

令第 i 月历年水质系列相比较(后面的数与前面的数之差)的正负号之和为 S_i ,第 i 月内可以作比较的差值数据组个数为 m_i ,则在零假设下 ,随机序列 S_i ($i = 1, 2, \dots, p$) 近似地服从正态分布 ,则 S_i 的均值和方差如下 :

$$\begin{aligned} \text{均值:} \quad E(S_i) &= 0 \\ \text{方差:} \quad \sigma_i^2 &= \text{va}(S_i) = n_i(n_i - 1)(2n_i + 5)/18 \\ \text{当 } n_i \text{ 个不漏测值中有 } t \text{ 个数相同, 则} \\ \sigma_i^2 &= \text{va}(S_i) = \frac{n_i(n_i - 1)(2n_i + 5)}{18} - \frac{\sum_t t(t - 1)(2t + 5)}{18} \end{aligned}$$

2.2 对于 P 月份总体情况

$$\begin{aligned} \text{令} \quad S &= \sum_{i=1}^p S_i \quad m = \sum_{i=1}^p m_i \\ \text{在零假设下, } P \text{ 月 } S \text{ 的均值和方差为} \\ \text{均值:} \quad E(S) &= \sum_{i=1}^p E(S_i) = 0 \\ \text{方差:} \\ \sigma^2 &= \text{va}(S) = \sum_{i=1}^p \frac{n_i(n_i - 1)(2n_i + 5)}{18} \\ \text{当 } n \text{ 年水质系列有 } t \text{ 个数相同时, 同样有:} \\ \text{va}(S) &= \sum_{i=1}^p \frac{n_i(n_i - 1)(2n_i + 5)}{18} - \frac{\sum_t t(t - 1)(2t + 5)}{18} \end{aligned}$$

肯达尔发现 ,当 $n \geq 10$ 时 , S 也服从正态分布 ,并且标准方差

$$Z = \begin{cases} \frac{S - 1}{[\text{va}(S)]^{1/2}} & \text{当 } S > 0 \\ 0 & \text{当 } S = 0 \\ \frac{S + 1}{[\text{va}(S)]^{1/2}} & \text{当 } S < 0 \end{cases}$$

2.3 趋势检验

肯达尔检验统计量 t 定义为 $t = S/m$,由此在双尾趋势检验中 ,如果 $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$,则接受零假设。这里 $FN(Z_{\alpha/2}) = \alpha/2$,FN 为标准正态分布函数 即：

$$FN = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{|Z|}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$$

α 为趋势检验的显著水平 , α 值为

$$\alpha = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_{|Z|}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$$

取显著性水平 α 为 0.1 和 0.01 ,即当 $\alpha' \leq 0.01$ 时 ,说明检验具有高度显著性水平 ,当 $0.01 < \alpha \leq 0.1$ 时 ,说明检验是显著的 ,当 α 计算结果满足上述二条件情况下 ,当 t 为正时 ,则说明具有显著 (或高度显著性)上升趋势 ,当 t 为负时 ,则说明具有显著 (或高度显著性)下降趋势 ,当 t 为零时 ,则无趋势。

3 水质变化趋势

经过计算 ,淮安市境内主要河流湖泊水质变化趋势检验成果见表 1。

表 1 淮安市主要河流湖泊变化趋势

河流(湖区)	站名	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	总磷
淮河	盱眙水文站	*	*	*	*
	打石山	*	↓	↓↓	◇
	淮河入湖口	*	*	↓	*
大运河	平桥	*	*	↓	◇
	板闸桥(大)	*	↓↓	*	◇
	淮阴复线船闸	*	*	*	◇
	淮阴(大)	↓	↓↓	↓↓	*
废黄河	北京路水厂	*	*	*	◇
	杨庄闸	*	*	*	◇
	北京路大桥	*	*	*	◇
	团汪	*	*	*	◇
	涟水	*	*	*	◇
	关滩	*	*	*	◇
苏北灌溉总渠	洪泽水厂	*	*	↑↑	*
	苏嘴(总渠)	*	*	*	*
	高良涧闸	*	*	*	↑
	运东闸	*	*	↓	↑
淮河入海水道	苏嘴(北泓)	*	*	↑	*
	苏嘴(南泓)	*	*	↓	*
二河	二河闸	*	*	*	*
	蛇家坝洞(中)	*	*	*	*
三河	三河闸	*	*	↓	*
	金湖	*	*	*	*
盐河	盐河闸	*	*	*	◇
	孙庄	*	*	*	◇
	朱码闸	*	*	*	*
	殷渡	*	*	*	*
洪泽湖	洪泽湖区(南)	*	*	*	↑
	洪泽湖区(东)	*	*	↓	◇
	洪泽湖区(西)	*	*	*	◇
	洪泽湖区(北)	*	*	*	↑
	老子山	*	*	*	*
	蒋坝	*	*	*	◇

注：↑ "显著上升趋势"；↑↑ "高度显著上升趋势"；↓ "显著下降趋势"；↓↓ "高度显著下降趋势"；* "无明显升降趋势"；◇ "资料不全"。

a. COD 大部分无明显变化趋势 ,只有大运河的

淮阴(大)站点 COD 含量呈显著下降趋势。

b. BOD₅ :淮河的打石山、大运河上的板闸桥 (大)、淮阴(大)3 个站点 BOD₅ 含量呈高度显著下降趋势 ,其余水质站点无明显升降趋势。

c. NH₃-N :淮河、大运河的 NH₃-N 有显著下降趋势 ,淮河入海水道北泓 NH₃-N 有上升趋势 ,入海水道南泓和入江水道三河段有下降趋势。

d. TP :苏北灌溉总渠、洪泽湖的 TP 含量呈现显著上升趋势 ,其他水质站点 TP 无明显变化。

4 总体评价

根据表 1 的检验结果 ,对各河流湖泊的水质变化趋势分析测站进行统计 ,结果见表 2 ,结合统计结果对淮安市主要河流湖泊的水质变化趋势进行分析。

表 2 水质变化趋势分析测站统计

河流	项目	总测站数	上升站		下降站		无趋势站	
			站数	比率/%	站数	比率/%	站数	比率/%
淮河	COD	3	0	0	0	0	3	100
	BOD ₅	3	0	0	1	33.3	2	66.7
	NH ₃ -N	3	0	0	2	66.7	1	33.3
	TP	2	0	0	0	0	2	100
大运河	COD	4	0	0	1	25.0	3	75.0
	BOD ₅	4	0	0	2	50.0	2	50.0
	NH ₃ -N	4	0	0	2	50.0	2	50.0
	TP	1	0	0	0	0	1	100
废黄河	COD	6	0	0	0	0	6	100
	BOD ₅	6	0	0	0	0	6	100
	NH ₃ -N	6	0	0	0	0	6	100
苏北灌溉总渠	COD	4	0	0	0	0	4	100
	BOD ₅	4	0	0	0	0	4	100
	NH ₃ -N	4	1	25.0	1	25.0	2	50.0
	TP	4	2	50.0	0	0	2	50.0
淮河入海水道	COD	2	0	0	0	0	2	100
	BOD ₅	2	0	0	0	0	2	100
	NH ₃ -N	2	1	50.0	1	50.0	0	0
	TP	2	0	0	0	0	2	100
洪泽湖	COD	6	0	0	0	0	6	100
	BOD ₅	6	0	0	0	0	6	100
	NH ₃ -N	6	0	0	1	16.7	5	83.3
	TP	3	2	66.7	0	0	1	33.3
二河、三河、盐河	COD	8	0	0	0	0	8	100
	BOD ₅	8	0	0	0	0	8	100
	NH ₃ -N	8	0	0	1	14.3	7	85.7
	TP	6	0	0	0	0	6	100

淮河 :随着淮河流域近年来对水污染治理力度的加大 ,主要污染指标 BOD₅、NH₃-N 呈下降趋势 ,河流水环境质量逐渐好转。

大运河 :作为南水北调东线工程的主要调水通道 ,水质状况受到各方关注 ,近 10 年来各类污染物指标均有不同程度的下降 ,水质有所好转。

洪泽湖 :水质总体较好 ,但近年来 TP 含量有逐年上升趋势 ,有向富营养化趋势发展(下转第 94 页)

水电勘测设计研究院有限公司 2010.

[2] 宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司. 宁夏固原地区城乡饮水安全水源工程调入区水资源配置报告[R]. 银川 :宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司 2009.

[3] 宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司. 固原东山坡引水工程可行性研究报告[R]. 银川 :宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司 ,1999.

[4] 平凉市统计年鉴编纂委员会. 2008 年平凉年鉴[Z]. 平凉 :平凉市统计局 2009.

[5] 李海林. 平凉市水资源承载力评价分析[J]. 甘肃水利

水电技术 2010 46(6) 9-10.

[6] 平凉市水务局. 平凉市水资源开发利用与保护规划[R]. 平凉 :平凉市水务局 2009.

[7] 李宏录. 平凉市主要河段河道内生态环境需水量估算[J]. 甘肃水利水电技术 2010 46(6) :11-13.

[8] 宁夏水文水资源勘测局. 宁夏固原地区城乡饮水安全水源工程调出区现状水资源评价报告[R]. 银川 :宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司 2009.

(收稿日期 2010-04-17 编辑 高渭文)

(上接第 37 页)
的可能 ,需引起注意。

苏北灌溉总渠 :由于近年来沿途有部分农业生活污水的汇入及通航河道自身的特点 ,水质有逐渐变差趋势。

废黄河、二河、入江水道三河段、盐河 均为淮安地区饮用水源地或备用饮用水源地 ,水质相对较好 ,近 10 年来无明显变化趋势。

淮河入海水道 :由于南、北泓水功能区的不同功能划分 ,北泓水质好于南泓水质 ,但从评价结果来看 ,北泓水质则有变差趋势。

5 结 语

由于淮河水污染防治管理工作的不断推进以及南水北调东线工程的实施 ,淮安市主要河流湖泊水体的水资源质量状况总体略有好转 ,苏北灌溉总渠、淮河入海水道水质有所下降 ,洪泽湖水体 TP 含量逐渐上升 ,其余水体水质没有明显升降趋势。

a. 鉴于洪泽湖对于整个淮安市城镇用水以及南水北调东线工程的重要性 ,可以通过在淮河上游建设自动监测站和设立固定人员观测点等手段进一步加强对淮河来水的监测力度 ,达到对下游洪泽湖水体可能造成影响的预警作用。

b. 进一步加强对洪泽湖的水资源保护工作 ,洪泽湖的 TP 含量在逐年增加 ,有向湖泊富营养化趋势发展的可能 ,在有效控制上游污染物来源、加强淮河治理的基础上 ,进行自身的治理工作是非常必要的。

c. 进一步加强各级水功能区尤其是饮用水源地所在水功能区的监督管理 ,制定突发性水污染事故监测预案 ,加强饮用水水源地水质监测 ,保障人民群众饮用水安全。

d. 加强对淮河入海水道的监督管理工作 ,根据水功能区调整方案的论证意见 ,结合南、北泓各自的水功能区职能划分 ,实现清污分流。

e. 进一步加强有关水法规及水文条例等方面知识的宣传 ,增强公民的水资源保护意识 ,把节约用

水、保护水资源提高到法律义务的高度 ,营造安全和谐的人居和经济发展环境。

参考文献 :

[1] 贺巧宁. 淮安市水资源现状及节水型社会建设的思考[J]. 淮阴师范学院学报 :自然科学版 2010 39(1) 45-49.

[2] 李新贤, 李红, 宋宏娟. 新疆地表水资源质量及变化趋势分析[J]. 干旱区地理 2003 26(3) 254-259.

[3] 王淑香. 用肯德尔检验法对唐山市河流水质趋势技能型分析[J]. 水资源保护 ,1998(3) 30-34.

[4] 吴师, 王嵩嵘. 安徽省地表水水质变化趋势分析[J]. 水资源保护 2006 22(5) 74-76.

[5] 吴超群. 广东鉴江干流水质变化趋势分析[J]. 云南水力发电 2005(1) 8-10.

[6] 李建国, 王永福, 郭翔云, 等. 季节性 Kendall 检验在白洋淀水质趋势分析中的应用研究[J]. 南水北调与水利科技 2005(6) 36-38.

[7] 马滇珍, 张象明. 我国地表水资源近期变化趋势[J]. 水利水电科技进展 2002 22(6) 1-3.

[8] 杨晓军. 忻州市近年来地表水水质污染趋势[J]. 山西科技 2009(3) 104-105.

(收稿日期 2010-08-31 编辑 徐 娟)

