

汉江水质与污染物的时空差异分析*

望志方 张 煦

湖北省环境监测中心站, 武汉 430072

摘要 利用水质单因子评价和水质综合污染指数分别对汉江流域 2007—2009 年逐月实测数据进行水质状况及污染程度评价, 分析了受污染区域的主要污染物指标和特征污染物指标。结果表明: 汉江流域的水体水质总体良好, 呈 4 段分布; 汉江干流 19 个断面中有 5 个断面所在的河段受污染物影响相对较大, 是主要受污染区域; 主要污染物指标有 7 项, 总磷出现频率最高, 其次为 5 d 生化需氧量。从支流汇水、面源污染、生活污水 3 个方面分析了主要污染物的来源及影响程度。

关键词 汉江; 水质; 污染物指标; 时空差异分析

中图分类号 X 824 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2010)06-0721-06

汉江是长江的最长支流, 是流经湖北省境内的第二大河流。汉江干流发源于秦岭南麓, 有北、中、南三源, 其中北源沮水最长, 为正源。干流在陕西省秦岭内基本上自西向东流, 经白河县后, 自郧西进入湖北省。丹江口以下, 干流折向东南, 沿途流经襄樊、宜城、荆门、钟祥、天门、潜江、仙桃、汉川等市县, 最后由汉口龙王庙汇入长江, 全长 1 577 km, 总落差 1 964 m, 其中陕西省境内干流长 713 km, 湖北省境内干流长 864 km。

丹江口市以上江段为上游, 全长 956 km, 集水面积 95 220 km², 河段弯曲系数 1.78, 平均比降为 0.06%; 丹江口市至钟祥市碾盘山之间为中游, 全长 223 km, 区间集水面积 45 120 km², 流经丘陵、平原、河谷盆地, 河床宽浅, 平均比降 0.019%; 钟祥市碾盘山以下为下游, 河段全长 398 km, 区间集水面积 18 660 km², 河段平均比降 0.009%, 水流变缓, 弯曲系数 1.81, 属平原蜿蜒性河道。

汉江水系成格子状排列, 两岸支流较短, 左岸较右岸发育, 右岸流域面积 62 247 km², 占全流域面积的 35.77%, 左岸流域面积 111 753 km², 占全流域面积 64.23%。

1 材料与方法

在汉江干流湖北段自上而下设置 19 个断面, 分

别为郧西县羊尾、郧县陈家坡、丹江口市蔡湾、老河口市沈湾、老河口市仙人渡、襄樊市白家湾、襄樊市余家湖、宜城市郭安、钟祥市转斗、钟祥市皇庄、天门市罗汉闸、天门市岳口、潜江市泽口、仙桃市汉南、汉川市石剅、汉川市小河、武汉市新沟、武汉市宗关、武汉市龙王庙。

水质每月采样监测 1 次。根据 2007—2009 年 3 年的实测数据(数据来源于湖北省地表水监测网, 各网络成员站实测并经审核后上报的数据), 选取 pH 值、溶解氧(DO)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、5 d 生化需氧量(BOD₅)、氨氮(NH₃-N)、总磷(TP)、汞、铅、挥发酚、石油类共 10 个监测项目^[1]参与评价, 水质标准参照《中华人民共和国地表水环境质量标准》(GB 3838—2002), 按照单因子评价法, 统计出每个断面各年、月水质类别、超标项目(超功能区标准)。

污染指数计算标准采用《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中的Ⅲ类标准。水质平均综合污染指数(P_j)计算公式为 $P_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_{ij}$, 其中 $P_{ij} =$

$\frac{C_{ij}}{C_{si}}$, C_{ij} 为 j 断面第 i 项评价因子的年平均值; C_{si} 为第 i 项评价因子的标准值; P_{ij} 为 j 断面第 i 项评价

收稿日期: 2010-09-16; 修回日期: 2010-10-30
* 湖北省环境保护厅科研项目(湖北省环境监测 2009-302-001-002)资助
望志方, 男, 1977 年生, 工程师。研究方向: 生态环境监测。E-mail: wpaulow@yahoo.com.cn

表 1 监测项目分析方法¹⁾

Table 1 Analytical method of monitoring item

项目 Item	分析方法 Analytical method	MDL	方法来源 Source of method
pH	玻璃电极法 Glass electrode method		GB 6920—1986
DO	碘量法 Iodimetry	0.2	GB 7489—1987
COD _{Mn}	酸性法 Acid process	0.5	GB 11892—1989
BOD ₅	稀释与接种法 Dilution and inoculation method	2	GB 7488—1987
NH ₃ -N	纳氏试剂比色法 Nessler'reagent-colorimetry	0.05	GB 7479—1987
TP	钼酸铵分光光度法 Ammonium molybdate spectrophotometry	0.01	GB 11893—1989
Hg	冷原子吸收分光光度法 Cold atomic absorbent spectrophotometry	0.000 05	GB 7468—1987
Pb	原子吸收分光光度法 Atomic absorbent spectrophotometry	0.01	GB 7475—1987
VP	蒸馏后 4-氨基安替比林分光光度法 Distilled 4-aminoantipyrine spectrophotometry	0.002	GB 7490—1987
Petro	红外分光光度法 Infra-red spectrophotometry	0.01	GB/T 16488—1996

1)MDL:最低检出限 Minimum detection limit; DO:溶解氧 Dissolved oxygen; COD_{Mn}:高锰酸盐指数 Potassium permanganate index; BOD₅:5 d 生化需氧量 Biochemical oxygen demand after 5 days; NH₃-N:氨氮 Ammonia nitrogen; TP:总磷 Total phosphorus; VP:挥发酚 Volatile phenol; Petro:石油类 Petroleum. 下同 The same as below.

因子的污染指数; m 为参与计算的评价因子的总项数。由于 pH 值没有量纲,本文中参与水质平均综合污染指数计算的为其他 9 项指标,故 m 值取 9。

2 结果与分析

2.1 水质总体特征

根据 10 项评价指标的年均值统计分析(见表 2),2007—2009 年汉江干流河段按照水质类别基本可分为 4 段。十堰市郧西县的羊尾断面至襄樊市宜城县的郭安断面水质总体为Ⅱ类(其中仅 2007 年襄樊市余家湖断面的水质是Ⅲ类),符合该段水体功能区划的要求;钟祥市转斗断面、钟祥市皇庄断面、天门市罗汉闸断面水质总体为Ⅲ类,超过该段水体功能区划的要求;天门市岳口断面至仙桃市汉南断面水质总体为Ⅱ类,符合该段水体功能区划的要求;汉川市小河断面至武汉市龙王庙断面水质总体为Ⅲ类,其中小河断面超过该段水体功能区划的要求。从水体功能区符合性来看,2007 年和 2008 年都有超功能区水质类别的断面出现,2009 年所有断面全部符合功能区水质类别要求。

从空间分布来看,表 3 的统计结果显示,2007—2009 年,钟祥市转斗断面(13 个月超标)、钟祥市皇庄断面(11 个月超标)、天门市罗汉闸断面(22 个月超标)、汉川市石剅断面(27 个月超标)、汉川市小河断面(10 个月超标)等 5 个断面按月份统计超标达 10 次以上,其他 14 个断面的超标频次较低。由此

表 2 2007—2009 年汉江干流水质类别及平均综合污染指数¹⁾

Table 2 Water quality grades and average comprehensive pollution index of Hanjiang River main stream from year 2007 to 2009

断面 Section	A	2007		2008		2009	
		B	P_j	B	P_j	B	P_j
1	Ⅱ	Ⅱ	0.40	Ⅱ	0.44	Ⅱ	0.43
2	Ⅱ	Ⅱ	0.40	Ⅱ	0.42	Ⅱ	0.45
3	Ⅱ	Ⅰ	0.35	Ⅱ	0.40	Ⅰ	0.39
4	Ⅱ	Ⅱ	0.43	Ⅰ	0.39	Ⅱ	0.39
5	Ⅱ	Ⅱ	0.38	Ⅱ	0.40	Ⅱ	0.40
6	Ⅱ	Ⅱ	0.43	Ⅱ	0.43	Ⅱ	0.43
7	Ⅲ	Ⅲ	0.56	Ⅱ	0.52	Ⅱ	0.50
8	Ⅱ	Ⅱ	0.38	Ⅱ	0.34	Ⅱ	0.35
9	Ⅱ	Ⅲ	0.47	Ⅱ	0.43	Ⅱ	0.43
10	Ⅱ	Ⅱ	0.40	Ⅲ	0.49	Ⅱ	0.44
11	Ⅱ	Ⅲ	0.52	Ⅲ	0.47	Ⅱ	0.46
12	Ⅱ	Ⅱ	0.48	Ⅱ	0.50	Ⅱ	0.49
13	Ⅱ	Ⅱ	0.45	Ⅱ	0.44	Ⅱ	0.46
14	Ⅱ	Ⅱ	0.43	Ⅱ	0.43	Ⅱ	0.50
15	Ⅱ	Ⅲ	0.52	Ⅲ	0.47	Ⅱ	0.45
16	Ⅱ	Ⅱ	0.40	Ⅲ	0.39	Ⅱ	0.45
17	Ⅲ	Ⅲ	0.53	Ⅲ	0.44	Ⅱ	0.47
18	Ⅲ	Ⅲ	0.52	Ⅲ	0.52	Ⅱ	0.49
19	Ⅲ	Ⅱ	0.52	Ⅲ	0.52	Ⅱ	0.49

1)A:功能区类别 Function zone category; B:水质类别 Water quality grades; P_j :水质平均综合污染指数 Average comprehensive pollution index; 1. 郧西县羊尾 Yangwei; 2. 郧县陈家坡 Chenjiapo; 3. 丹江口市蔡湾 Caiwan; 4. 老河口市沈湾 Shenwan; 5. 老河口市仙人渡 Xianrendu; 6. 襄樊市白家湾 Baijiawan; 7. 襄樊市余家湖 Yujiahu; 8. 宜城市郭安 Guoan; 9. 钟祥市转斗 Zhuan-dou; 10. 钟祥市皇庄 Huangzhuang; 11. 天门市罗汉闸 Luo-hanzha; 12. 天门市岳口 Yuekou; 13. 潜江市泽口 Zekou; 14. 仙桃市汉南 Hannan; 15. 汉川市石剅 Shilou; 16. 汉川市小河 Xiaohé; 17. 武汉市新沟 Xingou; 18. 武汉市宗关 Zongguan; 19. 武汉市龙王庙 Longwangmiao.

表 3 2007—2009 年汉江干流水质功能区达标情况¹⁾

Table 3 Attainment of water quality function zone of Hanjiang River main stream from year 2007 to 2009

断面 Section	断面属性 Section property	A	2007		2008		2009	
			B	C	B	C	B	C
1	省界(陕-鄂) Province border (Shaanxi-Hubei)	Ⅱ	1	NH ₃ -N(1)	1	BOD ₅ (1)	0	
2	控制 Control	Ⅱ	1	NH ₃ -N(1)	2	TP(1),BOD ₅ (1)	1	NH ₃ -N(1),TP(1)
3	丹江水库坝前 Front dam of Danjiangkou Reservoir	Ⅱ	0		2	BOD ₅ (2)	0	
4	市界(十堰-襄樊) City border(Shiyan-Xiangfan)	Ⅱ	2	BOD ₅ (2)	0		0	
5	消减 Degradation	Ⅱ	0		0		0	
6	对照 Contrast	Ⅱ	0		0		0	
7	控制 Control	Ⅲ	2	NH ₃ -N(2)	0		0	
8	控制 Control	Ⅱ	1	NH ₃ -N(1)	0		0	
9	市界(襄樊-荆门) City border(Xiangfan-Jingmen)	Ⅱ	4	TP(2),BOD ₅ (2), DO(1),COD _{Mn} (1)	9	TP(5),BOD ₅ (3), NH ₃ -N(3), DO(2),COD _{Mn} (1)	0	
10	控制 Control	Ⅱ	3	NH ₃ -N(2),DO(1), VP(1),TP(1)	8	BOD ₅ (8),VP(1)	0	
11	市界(荆门-天门) City border(Jingmen-Tianmen)	Ⅱ	11	TP(7),BOD ₅ (4), NH ₃ -N(1),COD _{Mn} (1)	10	TP(10),DO(1), BOD ₅ (1)	1	TP(1),BOD ₅ (1)
12	控制 Control	Ⅱ	0		1	COD _{Mn} (1)	0	
13	控制 Control	Ⅱ	0		0		0	
14	控制 Control	Ⅱ	4	TP(4)	1	TP(1)	2	TP(2)
15	市界(仙桃-孝感) City border(Xiantao-Xiaogan)	Ⅱ	12	TP(11),BOD ₅ (2), COD _{Mn} (2),DO(1)	11	TP(11),BOD ₅ (2), DO(2),NH ₃ -N(1)	4	TP(2),NH ₃ -N(1), BOD ₅ (1)
16	控制 Control	Ⅱ	4	TP(4)	4	TP(4)	2	TP(2)
17	市界(孝感-武汉) City border(Xiaogan-Wuhan)	Ⅲ	3	TP(2),BOD ₅ (1), DO(1),COD _{Mn} (1)	2	DO(2)	1	DO(1)
17	控制 Control	Ⅲ	2	BOD ₅ (2)	0		0	
19	控制 Control	Ⅲ	3	BOD ₅ (3)	0		1	Petro(1)
小计 Subtotal			53		51		12	

1) A:功能区类别 Function zone category; B:超标月数 Super standard frequency; C:超标项目 Super standard item; 1. 郧西县羊尾 Yangwei; 2. 郧县陈家坡 Chenjiapo; 3. 丹江市市蔡湾 Caiwan; 4. 老河口市市沈湾 Shenwan; 5. 老河口市市仙人渡 Xianrendu; 6. 襄樊市白家湾 Baijiawan; 7. 襄樊市余家湖 Yujiahu; 8. 宜城市郭安 Guoan; 9. 钟祥市转斗 Zhuandou; 10. 钟祥市皇庄 Huangzhuang; 11. 天门市罗汉闸 Luohanzha; 12. 天门市岳口 Yuekou; 13. 潜江市泽口 Zekou; 14. 仙桃市汉南 Hannan; 15. 汉川市石剅 Shilou; 16. 汉川市小河 Xiaohe; 17. 武汉市新沟 Xingou; 18. 武汉市宗关 Zongguan; 19. 武汉市龙王庙 Longwangmiao. 表中括号内的数字表示该项目出现超标的月数 The number in parentheses is the frequency of the item's appearance.

可以得出,上述 5 个断面所在的河段受污染物影响较大,是汉江干流的主要受污染区域^[2]。

从时间序列来看,2007 年所有断面有 53 个月次出现超功能区水质类别标准,2008 年所有断面有 51 个月次出现超功能区水质类别标准,2009 年所有断面仅有 12 个月次出现超功能区水质类别标准,水质明显好转。5 个超标频次较高的断面到 2009 年超标频次也显著下降。

2.2 水质平均综合污染指数

在水质类别相同的情况下,水质平均综合污染指数是考评水质优劣的一项重要指标,指数值越高则其水质越差。2007 年水质平均综合污染指数超过 0.5 的有 6 个断面,其中 4 个断面的水质为Ⅲ类,武汉市龙王庙断面、汉川市石剅断面的水质是Ⅱ类,表明这 2 个断面的 9 项参与评价的指标中,其中 1 项或多项浓度值明显高于其他Ⅱ类水体断面,已

接近Ⅲ类标准值。6 个断面的水质状况优劣顺序为:武汉市龙王庙断面、汉川市石剅断面>天门市罗汉闸断面、武汉市宗关断面>武汉市新沟断面>襄樊市余家湖断面。

2008 年水质平均综合污染指数超过 0.5 的有 3 个断面,其中 2 个断面的水质为Ⅲ类,襄樊市余家湖断面的水质是Ⅱ类,与 07 年武汉市龙王庙断面、汉川市石剅断面相似。3 个断面的水质状况优劣顺序为:襄樊市余家湖断面>武汉市龙王庙断面、武汉市宗关断面。2009 年所有断面水质类别均未超过Ⅱ

类,襄樊市余家湖断面和仙桃市汉南断面的水质在所有断面中是最差的。

2.3 主要污染物指标

2007—2009 年,汉江干流各断面的水质常规监测项目中,出现超过功能区标准的项目包括总磷(TP)、5 d 生化需氧量(BOD₅)、氨氮(NH₃-N)、溶解氧(DO)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、挥发酚、石油类共 7 项,其他项目均在功能区标准限值以内(结果见表 4、表 5)。在 7 个超标项目中,总磷出现频率最高,其次为 5 d 生化需氧量(BOD₅)。

表 4 2007—2009 年汉江干流水质超标项目及频次统计¹⁾

Table 4 Superstandard item and frequency of water quality of Hanjiang River main stream from year 2007 to 2009								
年份 Year	TP	BOD ₅	NH ₃ -N	DO	COD _{Mn}	VP	Petro	小计 Subtotal
2007	31	16	8	4	5	1	0	65
2008	32	18	4	7	2	1	0	64
2009	8	2	2	1	0	0	1	14
合计 Total	71	36	14	12	7	2	1	143

1)2007 年总磷值为“31”表示 2007 年汉江干流 19 个断面中累计有 31 个月次总磷超标。Total P is “31” in year 2007 means TP appeared 31 times as superstandard among the 19 sections of Hanjiang River main stream in 2007.

表 5 2007—2009 年汉江支流水质超标项目统计¹⁾

Table 5 Superstandard item of water quality of tributaries of Hanjiang River from year 2007 to 2009								
河段名称 River name	断面 Section	A	2007		2008		2009	
			B	C	B	C	B	C
堵河 Du River	1	Ⅱ	Ⅱ		Ⅱ		Ⅱ	
	2	Ⅱ	Ⅱ		Ⅱ		Ⅱ	
	3	Ⅱ	Ⅱ		Ⅱ		Ⅱ	
小清河 Xiaoqing River	4	Ⅳ	Ⅲ		Ⅳ		Ⅲ	
	5	Ⅲ	/		Ⅲ		Ⅱ	
唐河 Tang River	6	Ⅳ	V	NH ₃ -N	Ⅳ		Ⅳ	
白河 Bai River	7	Ⅳ	—	NH ₃ -N, COD _{Mn} , BOD ₅ , TP	—	NH ₃ -N, TP, BOD ₅	V	TP
唐白河 Tangbai River	8	Ⅳ	—	NH ₃ -N, TP	—	NH ₃ -N	Ⅳ	
	9	Ⅳ	—	NH ₃ -N, Petro, TP	—	NH ₃ -N, Petro	V	NH ₃ -N
滚河 Gun River	10	Ⅲ	—	NH ₃ -N, BOD ₅ , Petro, TP	—	NH ₃ -N, BOD ₅ , Petro, TP	Ⅳ	NH ₃ -N, BOD ₅ , Petro
北河 Bei River	11	Ⅲ	Ⅱ		Ⅱ		Ⅲ	
南河 Nan River	12	Ⅲ	Ⅲ		Ⅲ		Ⅲ	
	13	Ⅲ	Ⅱ		Ⅱ		Ⅱ	
蛮河 Man River	14	Ⅲ	Ⅲ		Ⅳ	TP	Ⅲ	
	15	Ⅲ	Ⅲ		Ⅳ	TP	Ⅳ	TP
竹皮河 Zhupi River	16	Ⅳ	—	TP, Petro, NH ₃ -N, COD _{Mn} , BOD ₅	—	TP	—	NH ₃ -N, TP
天门河 Tianmen River	17	Ⅲ	Ⅲ		Ⅳ	TP, NH ₃ -N, COD _{Mn} , BOD ₅ , Petro	Ⅲ	
大富水 Dafu River	18	Ⅲ	Ⅲ		Ⅲ		Ⅲ	
汉北河 Hanbei River	19	Ⅲ	Ⅲ		Ⅱ		Ⅱ	

1)A:功能区类别 Function zone category; B:水质类别 Water quality grades; C:超标项目 Super standard item; “—”:劣 V Worse than grade V; 1. 竹山柿湾 Shiwan; 2. 鄖县方滩 Fangtan; 3. 十堰焦家院 Jiaojiayuan; 4. 清河口 Qinghekou; 5. 清河大桥 Qinghe bridge; 6. 埠口 Bukou; 7. 翟湾 Zhaiwan; 8. 龚家咀 Gongjiazui; 9. 张湾 Zhangwan; 10. 汤店 Tangdian; 11. 聂家滩 Niejiatan; 12. 茶庵 Cha'an; 13. 阳日湾 Yangriwan; 14. 朱市 Zhushi; 15. 孔湾 Kongwan; 16. 马良龚家湾 Malianggongjiawan; 17. 杨林 Yanglin; 18. 应城公路桥 Yingcheng bridge; 19. 新沟闸 Xingouzha.

2.4 特征污染物指标

表3的统计结果显示:2007—2009年,钟祥市转斗断面有13个月水质超标,该断面的总磷有7个月超标,特征污染物为总磷;钟祥市皇庄断面有11个月水质超标,该断面的 BOD_5 有8个月超标,特征污染物为 BOD_5 ;天门市罗汉闸断面有22个月水质超标,该断面的总磷有18个月超标,特征污染物为总磷;汉川市石剅断面有27个月水质超标,该断面的总磷有24个月超标,特征污染物为总磷;汉川小河断面有10个月水质超标,该断面的总磷有10个月超标,特征污染物为总磷。5个超标频次较高的断面中,钟祥市皇庄断面的特征污染指标是 BOD_5 ,其他4个的特征污染指标都是总磷。

3 讨论

1)支流汇水影响。汉江支流中已监测的唐白河(上游唐河与白河汇入后形成)、滚河、蛮河、竹皮河等4条河流污染较重,水质常年低于Ⅳ类(表5),这些水体汇入汉江后,对汉江干流河段的水质也产生一定的影响^[3]。唐白河、滚河两大支流水体污染较为严重,总磷、氨氮全部超过Ⅳ类标准,对汉江干流水质的影响主要表现在余家湖断面。余家湖断面位于唐白河入汉江口下游18.8 km处,另外支流水量远低于干流水量,该断面受上述2条支流的水质影响相对较小。余家湖断面的功能区水质类别为Ⅲ类,该处是中上游河段唯一低于Ⅱ类的区域,根据2007年以来的监测与统计数据来看,该段面仅2007年有2个月出现超标(氨氮达Ⅳ类标准),总体上受支流水质影响不显著。

蛮河中下游孔湾段面的总磷超标频次较高,断面年均值水质类别为Ⅳ类。宜城市郭安断面与钟祥市转斗断面之间的距离(沿河道)为11.3 km,宜城市郭安断面位于汉江支流蛮河入汉江口的上游9.6 km处,钟祥市转斗断面位于蛮河入汉江口的下游1.7 km处,该干流河段两岸没有污染企业及排污口,通过郭安断面与转斗断面的水质比较来看,转斗断面的水质明显低于郭安断面,其特征污染物为总磷,由此可见,转斗断面的水质主要受蛮河来水的影响,并且影响显著。

竹皮河为纳污河渠,水体常年为劣Ⅴ类,污染严重。由于本身污染物浓度值较高,即使经过干流水

体稀释和河段水体的自净,对下游38 km处的天门市罗汉闸断面的水质仍有较大影响,但未影响到下游的天门市泽口断面。2007—2009年,竹皮河总磷年均值对应的水质类别均为劣Ⅴ类;期间天门市罗汉闸断面有22个月水质超标,其中该断面的总磷有18个月超标,特征污染物为总磷;期间下游天门市泽口断面水质全部符合Ⅱ类标准,未受影响。

2)面源污染影响。根据2008年TM Landsat5卫星影像生态遥感解译结果,荆门市、天门市、潜江市、仙桃市、孝感市、武汉市等6个市的耕地面积占总土地面积的比例为70.91%,其中,天门市(82.85%)、潜江市(85.32%)、仙桃市(82.99%)等3个市的耕地面积比例都在82%以上,而上游十堰市与襄樊市2个市的耕地面积占总土地面积的比例只有33.44%,差异显著。钟祥市转斗断面至汉川市小河断面,该河段两岸分布着大面积的农田,大量施用农药、化肥后导致该河段总磷本底浓度值偏高,由此可见,农业面源污染是导致总磷超标的重要原因^[4]。

3)生活污水影响。根据环境统计数据,汉江流域的城镇生活污水处理能力普遍较低,武汉市、潜江市2个市的生活污水总体处理率达85%以上,其他6个地市生活污水总体处理率(荆门市51.87%、天门市0%、仙桃市46.43%、孝感市26.78%、十堰市32.12%、襄樊市55.56%)均低于60%,未经处理的生活污水不断汇入汉江干流,是导致汉江干流总磷本底浓度过高以及受多种污染物协同影响的重要原因。

汉江干流的宜城市郭安断面及上游河段水质基本稳定维持在Ⅱ类,符合该段水体功能区划的要求;宜城市郭安断面下游除天门市岳口至仙桃市南河段达到Ⅱ类水体,另外2段河流水体基本稳定维持在Ⅲ类。汉江干流的主要污染物是总磷(TP)、其次是5 d生化需氧量(BOD_5)。钟祥市转斗断面、钟祥市皇庄断面、天门市罗汉闸断面、汉川市石剅断面、汉川市小河断面等5个断面控制的河段是主要受污染区域。钟祥市皇庄断面的特征污染指标是 BOD_5 ,其他4个断面的特征污染指标都是总磷。2009年汉江干流水质比前2 a明显上升,主要表现在:一是按年评价,2009年各断面评价指标的年均值都符合功能区水质类别;二是按月评价,2009年

各断面的超标频次之和比2007—2008 年显著减少,5 个受污染物影响的断面尤其显著。钟祥市转斗断面、天门市罗汉闸断面的水质受支流汇水影响显著,宜城市郭安断面下游江段受面源污染影响较大,全流域的生活污水处理能力需提高。

参 考 文 献

[1] 国家环境保护总局,《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废

水监测分析方法[M]. 4 版. 北京:中国环境科学出版社,2002.

[2] 张崇甫,陈述云,胡希铃. 统计分析方法及其应用[M]. 重庆:重庆大学出版社,1995.

[3] 顾胜,李思悦,张全发. 汉江堵河流域地表水质时空变化特征[J]. 长江流域资源与环境,2009,18(1):41-46.

[4] 徐远春,武桂桃,谷嵩. 白洋淀水体总磷污染分析及防治对策研究[J]. 河北环境科学,2003(2):66-69.

[5] 周丰,郭怀成,黄凯,等. 基于多元统计方法的河流水质空间分析[J]. 水科学进展,2007,18(4):544-551.

Spatio-Temporal Changing Analysis on Water Quality and Pollutants of Hanjiang River

WANG Zhi-fang ZHANG Xu

Environmental Monitoring of Hubei Province,Wuhan 430072,China

Abstract Single-factor evaluation and comprehensive pollution index of water quality are used for water quality and pollution level assessment of Hanjiang River valley based on monthly monitoring data from 2007 to 2009. The results showed that the water quality of Hanjiang River valley is good on the whole and could be divided into four parts along the River flows. In the 19 sections of Hanjiang River main stream,5 sections' pollution level are relatively higher,the reaches between these 5 sections are the main polluted areas. There are 7 key pollution indicators,among which total phosphorus has the highest frequency of appearance, followed by BOD₅. The sources and impacts of major pollutants are analyzed from three aspects:the water from tributaries of Hanjiang River,diffused pollution,domestic sewage.

Key words Hanjiang River,Hubei Province; water quality; pollution index; spatio-temporal changing analyse

(责任编辑:陆文昌)