

三峡库区城市江段总体水环境质量综合评价

刘会娟, 曲久辉(中国科学院生态环境研究中心环境水化学国家重点实验室, 北京 100085)

摘要: 根据对 1999 年长江三峡库区 10 个主要城市江段的 12 个监测断面(不考虑大肠菌群时为 16 个断面)的水质监测结果, 采用综合污染指数法(P 值法)对各监测断面、城市江段以及库区总体水环境质量进行了综合评价。结果表明, 库区水质主体上是属于轻度污染, 少数水域属于中度污染, 个别情况下有重污染; 主要污染区域为重庆主城区、长寿、涪陵和万州; 主要污染物是大肠菌群、TP、非离子氨和石油类。

关键词: 三峡库区; 水质; 评价; P 值法

中图分类号: X824 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3301(2002)01-04-0074

Water Quality Evaluation of the Three Gorges Reservoir Area

Liu Huijuan, Qu Jiuhui (State Key Laboratory of Environmental Aquatic Chemistry, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

Abstract: One year water quality monitoring results of 16 sections alongside the Three Gorges Reservoir area were presented. From the evaluation carried out using the integrated polluted index (P value), some characteristics of the water quality were obtained. The results showed that water quality of the Three Gorges Reservoir area was slightly polluted in 1999 mainly because of the discharge of urban sewerage and industrial wastewater. Main polluted city sections were along the river banks of Chongqing, Changshou, Fuling and Wanzhou. Evaluation also showed that there were 4 indicators that, to different extent, affected the water quality: colon bacillus, TP, non-ionic ammonia and oils.

Keywords: Three Gorges Reservoir area; water quality; evaluation; P value

三峡库区江段现有各类污染源 3000 余个, 其中主要污染源 1324 个, 年排工业和生活污水约 10 亿 t, 排放各类污染物 50 余种^[1]。根据 1999 年对三峡库区直排长江重点工业污染源的监测情况*, 仅 124 个污染源就排放工业废水 1.84 亿 t, 排放各类污染物的总量为 5.11 万 t。库区 13 个主要城市(江津、重庆、长寿、涪陵、丰都、忠县、石柱、万州、云阳、奉节、巫山、巴东和秭归)直排长江的污水口有 66 个, 1999 年排放生活污水总量 3.23 亿 t, 排放各类污染物 23.8 万 t。

由于三峡库区的大量生活污水和工业废水未经处理直接排入水体, 目前库区的水环境已受到一定程度的污染。本研究运用综合污染指数法(P 值法), 对三峡库区城市江段的总体水质现状进行了评价, 为三峡库区水环境保护及其可持续发展规划提供依据。

1 监测断面及水质评价方法

1.1 监测断面概况

1999 年长江三峡工程生态与环境监测系统对三峡库区沿江 10 个主要城市(重庆、长寿、涪陵、丰都、忠县、万州、云阳、奉节、巫山和宜昌)江段设制的 16 个监测断面(库区城市江段监测断面分布如图 1 所示)的水质进行了枯、平、丰 3 个水期共 12 次水质监测, 在每个断面上设左、中、右 3 个监测点, 采集水面下 0.5 m 深的水样进行分析。

1.2 水质评价方法

近二三十年来, 国内外许多学者相继提出多种水质评价方法^[2~4]。本研究采用国内较常应用的综合污染指数法(P 值法)对库区城市江段的水环境质量进行评价。水质评价标准采用国家地面水环境质量标准(GB3838-88)。

基金项目: 国家自然科学基金重点基金资助项目(59838300)

作者简介: 刘会娟(1972~), 女, 河北晋州人, 工学硕士, 主要研究方向为水质净化原理与技术。

收稿日期: 2000-12-07; 修订日期: 2001-02-22

* 重庆市环境监测中心, 长江三峡库区工业废水、城市污水负荷调查与监测报告, 1999, 2~14。

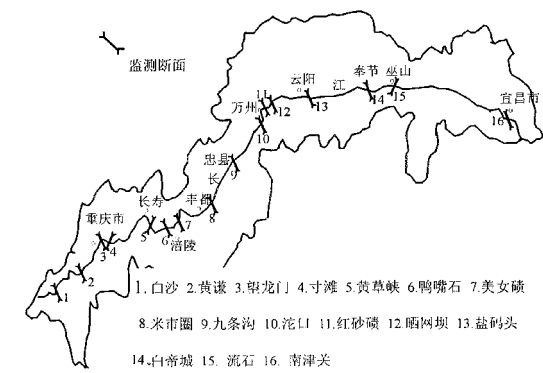


图 1 三峡库区城市江段水质监测断面位置

Fig.1 The map of the Three Gorges Reservoir area and the distribution of the monitoring sections

评价参数的选择根据长江及三峡库区历年

水质监测项目,选择 pH、DO、COD_{Mn}、COD、BOD、非离子氨、NO₂⁻-N、NO₃⁻-N、挥发性酚、氰化物、石油类、TP、TSe、THg、Cr(VI)、TPb、TCd、大肠菌群共计 18 个项目。考虑到大肠菌群属于生物指标,特分 2 种情况进行评价,即包括大肠菌群在内的 18 种污染物评价(P1)和不包括大肠菌群的 17 种污染物评价(P2)。

2 各城市江段的水质监测结果

1999 年三峡库区城市江段各监测断面的水质监测年度平均结果如表 1 所示。

由表 1 可见,库区城市江段有 COD、非离子氨、NO₂⁻-N、TP、石油类、Cr(VI) 和大肠菌群 7 个项目超过国家地表水 III 类水质标准 (GB3838-88),其中大肠菌群、TP、石油类和非

表 1 1999 年三峡库区城市江段水质监测结果¹⁾/mg·L⁻¹

Table 1 The monitoring results of the water quality in the Three Gorges Reservoir area in 1999																	
指标	白沙	黄谦	望龙 门	寸滩	黄草 峡	鸭嘴 石	美女 礁	米市 圈	九条 沟	沱口	红砂 碛	晒网 坝	盐码 头	白帝 城	流石	南津 关	
pH	7.90	7.86	7.75	7.72	7.71	7.74	7.76	7.92	7.85	8.10	8.09	8.09	7.36	7.09	7.62	8.18	
DO	7.5	8.0	8.0	8.0	7.5	7.7	8.0	7.2	7.7	7.2	7.5	7.6	7.8	8.4	7.9	8.4	
COD _{Mn}	2.5	2.7	2.6	2.5	2.1	2.6	2.5	2.5	3.8	3.5	3.5	3.3	2.7	3.3	2.5	2.2	
COD	8.4	8.7	12.0	12.5	9.9	6.6	6.4	11.1	15.3	12.6	14.1	14.8	8.6	12.0	8.7	7.6	
BOD	0.9	2.1	1.2	1.3	2.3	1.9	1.7	1.6	2.3	2.0	1.9	2.0	1.0	2.1	1.1	2.7	
非离子氨	0.011	0.019	0.009	0.009	0.011	0.009	0.009	0.012	0.015	0.039	0.037	0.036	0.006	0.009	0.139	0.011	
NO ₂ ⁻ -N	0.050	0.035	0.035	0.041	0.066	0.047	0.045	0.048	0.022	0.042	0.042	0.043	0.080	0.042	0.028	0.028	
NO ₃ ⁻ -N	0.76	0.91	0.95	0.90	0.79	1.48	1.73	1.11	1.28	0.98	4.85	0.96	1.25	1.54	0.20	1.43	
挥发性酚	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.00	0.00	0.001	0.00	0.001	0.001	0.001	0.001	
氰化物	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.00	0.00	0.002	0.00	0.003			0.002	
石油类	0.04	0.03	0.06	0.05	0.21	0.10	0.10	0.02	0.07	0.02	0.02	0.02				0.087	
TP	0.075	0.326	0.204	0.177	0.120	0.175	0.187	0.147	0.060	0.110	0.120	0.120					
TSe	0.004	0.004	0.004	0.004	0.008	0.004	0.004	0.004	0.00	0.00	0.00	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	
THg×10 ⁻³	0.03	0.1	0.1	0.1		0.07	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.1	
Cr(VI)	0.008	0.010	0.017	0.018	0.042	0.002	0.002	0.002	0.002	0.010	0.010	0.010	0.002	0.006	0.002	0.002	
TPb	0.023	0.014	0.014	0.013	0.019	0.005	0.005	0.005	0.010	0.010	0.010	0.010	0.005			0.006	
TCd	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001			0.001	
大肠菌群× 10 ⁴ 个/L	1.0	2.6	8.5	11.7	1.9	4.6	3.4	1.7	2.3	1.73	2.33	2.90					

1) 重庆市环境监测中心. 长江三峡库区城市江段水质监测报告. 1999, 2~13.

离子氨的超标现象比较严重.

3 水质现状的综合评价结果

根据表 1 所示的监测数据,按 GB3838-88 III 类水质标准,在大肠菌群参与评价和不参与评价的 2 种情况下,计算得到的各监测断面的年度综合污染指数(*P* 值)如图 2 所示.由图 2

可以看出,三峡库区的入境和出境水质都比较好.在考虑大肠菌群参与评价时,入库第一个监测断面重庆江段的白沙其综合污染指数为 0.42,属于轻污染.污染最重的是重庆江段的寸滩,其综合污染指数为 1.1,是所研究的 12 个监测断面中唯一一个属重污染的断面.

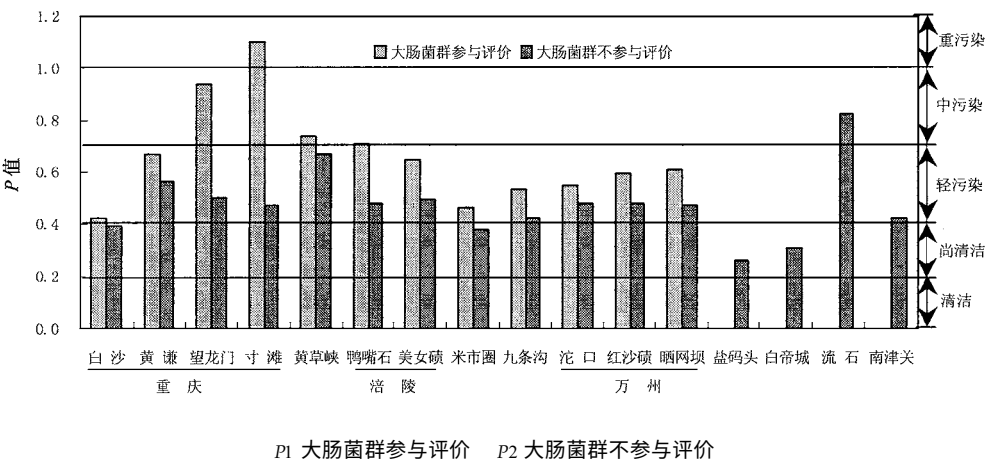


图 2 库区综合污染指数沿程变化

Fig. 2 Results of water quality evaluation using *P* value method at all monitoring sections

在不考虑大肠菌群影响的情况下,除巫山的流石监测断面属中污染和重庆的白沙、丰都的米市圈、云阳的盐码头和奉节的白帝城以外,其余断面均为轻污染.即使在考虑大肠菌群的情况下,库区城市江段总体水质状况属于轻污染,属重污染的断面仅占监测断面总数的 8.3%,表明三峡库区总体水质状况尚好.

当考虑大肠菌群影响时,在所研究的 10 个城市江段中,重庆主城区的综合污染指数最高,4 个监测断面的综合污染指数平均值为 0.78.而且,从白沙到寸滩沿程 *P* 值逐渐上升.这表明,重庆主城区受污染相对严重.其它主要污染区域为长寿、涪陵区和万州区.

大肠菌群对 *P* 值评价结果影响很大.比较大肠菌群参与和不参与评价的 2 种情况,可以发现,前者的 *P* 值均高于后者,而且有时差别颇为明显.如重庆主城区,在 2 种情况下的 *P* 值分别为 0.78(考虑大肠菌群)和 0.48(不考虑大肠菌群),分别属于中污染和轻污染.可见,大肠

菌群参与和不参与得到的评价结果完全不同.由于大肠菌群是水质污染的重要指标之一,所以考虑其参与评价的情况当更为真实.另外,某些个别污染物对综合污染指数的评价结果影响较大.比如,流石监测断面综合污染指数较高,主要原因是水中非离子氨单项浓度超标严重,同时监测项目偏少,在其它江段常见的超标污染物在此断面均未监测.从表 1 监测结果看,除非离子氨以外,如按其它水质指标进行综合评价,则此断面的总体水质属清洁.

研究证明,在枯、平、丰 3 个水期所监测到的各类污染物的浓度有所区别,如巫山流石断面水中的非离子氨在平水期为 0.304 mg/L,而在其它 2 个水期仅为 0.09 mg/L(枯水期)和 0.022 mg/L(丰水期),因而造成此断面综合污染指数较高的主要问题是其平水期的非离子氨浓度过高.对 3 个水期各监测断面的 *P* 值进行比较发现,在不同的水期,水质的综合污染状况不同.如表 2 例示,对重庆主城区的 4 个监测断

面,当考虑大肠菌群参与评价时,在白沙断面,平、丰水期的 P 值相当,明显高于枯水期,产生影响的主要指标污染物是总磷;黄谦和望龙门断面在丰水期污染最重,产生影响的主要指标污染物是总磷和大肠菌群;而在寸滩断面,平、丰水期的 P 值相近,明显低于枯水期,产生影响的主要指标污染物是石油类物质.可见,不同水期的水质情况因排入该断面的污染物种类而异.

表 2 不同水期 1999 年重庆主城区 4 个监测断面综合污染指数及水质状况
Table 2 The evaluation results in each water season of 4 monitoring sections in Chongqing city

断面	指标	枯		平		丰		年度	
		P_1	P_2	P_1	P_2	P_1	P_2	P_1	P_2
白 沙	P 值	0.34	0.28	0.45	0.46	0.47	0.42	0.42	0.39
	水质状况	尚清洁	尚清洁	轻污染	轻污染	轻污染	轻污染	轻污染	尚清洁
黄 谦	P 值	0.44	0.38	0.60	0.53	0.97	0.77	0.67	0.56
	水质状况	轻污染	尚清洁	轻污染	轻污染	中污染	中污染	轻污染	轻污染
望龙门	P 值	0.91	0.48	0.82	0.57	1.10	0.46	0.94	0.50
	水质状况	中污染	轻污染	中污染	轻污染	重污染	轻污染	中污染	轻污染
寸 滩	P 值	1.41	0.47	0.95	0.54	0.93	0.40	1.10	0.47
	水质状况	重污染	轻污染	中污染	轻污染	中污染	尚清洁	重污染	轻污染

4 结 论

通过对三峡库区 10 个主要城区的 12 个监测断面(不考虑大肠菌群时为 16 个)水质情况的研究和分析证明,由于大量未经有效处理的生活污水和工业废水排入库区受纳水体,使库区水质受到一定污染,主要污染物是大肠菌群、总磷、非离子氨和石油类.

采用 P 值法对库区水质进行综合评价证明,在考虑大肠菌群影响时,在所监测的 12 个断面中,有 66.7%属于轻污染,25%属于中度污染,8.3%属于重污染.当大肠菌群不参与评价时,在所监测的 16 个断面中,有 25%属于尚清洁,68.8%为轻污染,6.2%属中度污染.综合上述 2 情况的水质评价结果,可以认为库区城

市江段 1999 年年度总体水质状况属轻污染.

根据 P 值法的评价结果,在考虑大肠菌群的情况下,1999 年三峡库区的主要污染区域是:重庆主城区、长寿、涪陵和万州.

参考文献:

1 钟章成,邱永树.重庆三峡库区主要生态环境问题与对策.重庆环境科学,1999,21(2):1~2.
2 Inhaber M. An approach to a water quality index for Canada. Water Res., 1975, 9: 821~833.
3 Nives S G. Water quality evaluation by index in Dalmatia. Water Res., 1999, 33: 3423~3440.
4 Parti L, Pavanello R, Pesarin F. Assessment of surface water quality by a single index of pollution. Water Res., 1971, 5: 741~751.
5 张全东.一种新的水质评价方法.环境科技,1995, 14(2):1~5.