

调查与评价

长江(川江段)流动源污染现状及
预测方法研究*

顾润南 黄时达 叶 宏 雍小英

(四川省环境保护科研所)

摘要 本文以流动源现状调查为基础,确定污染的主要类型及负荷量;选定典型船舶剖析研究,从微观到宏观,得到整体的流动源现状分布及强度。并提出了动态预测方法和污染防治对策。

关键词: 流动源污染;数学模型评价;预测。

我国幅员辽阔,河流纵横,水运发展迅速。国际贸易和旅游事业日益发展,外轮已进入内河。水上船舶增多,水域污染也日趋严重。

长江被誉为“黄金水道”,系我国第一大河,川江(重庆—宜昌)处于三峡水库区,全长 660km。其航道特点:滩多,流急,弯曲,狭窄。两岸城镇众多,人口稠密,工农业发达,是我国冶金、轻工、煤炭和核工业的重要基地。

据测算,川江段通航能力可达 $3400 \times 10^4 \text{t}$,相当于宝成铁路运输能力的 3 倍。客运方面,有申渝、汉渝、渝宜、渝巴、渝涪等航线。交通运输作为社会物质生产的重要部分,其发展与工农业的发展和布局密切相关。

一、研究方法

用统计法和实测调研法得到流动源的现状,以此为基础,确定流动源的主要类型及负荷量,得出流动源现状的分布和强度,由此做出流动源的污染现状评价。在此基础上,选定典型船舶进行剖析研究,从微观推及宏观,得出流动源的总体发展趋势及对水体的影响。利用数学模型,动态地预测流动源未来的污染程度,针对其影响,提出行之有效的污染防治对策。

二、研究实例

从 1988 年到 1989 年,我们在长江(川江段)上进行了流动源现状及预测研究。

1. 工作及仪器设备

工作方法见图 1。所用设备为江渝 1 和江渝 14 客船(客容 1250 人);长江号拖轮。油分析仪型号

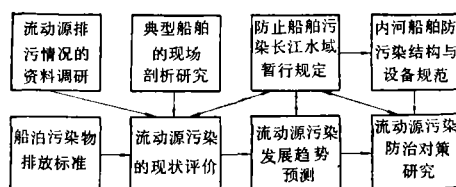


图 1 工作方法研究框图

表 1 客船生活污水分类浓度值 (mg/L)

采样位置	分析项目	平均值	备注
厕所	BOD ₅	470.55	超标
	COD	903.30	—
	SS	2085.50	超标
	P _总	0.426	—
	N _总	6.75	—
	大肠菌群(个/L)	>23800	超标
洗澡(脸)间	BOD ₅	22.25	达标
	COD	23.85	—
	SS	58.1	达标
	细菌总数(个/mL)	1.32×10^4	—
厨房	BOD ₅	456.87	超标
	COD	471.70	—
	SS	736.25	超标
医务室	细菌总数(个/mL)	8.50	—

注:污水量比例为洗澡水:洗脸水=2:1;洗菜水:洗碗水:淘米水=2:2:1。

* 本研究系国家“七·五”科技攻关项目的一个分专题。

HORIBA, OCMA-220.

2. 分析及统计结果

分析结果见表 1. 经统计重庆长江轮船公司有大、中(含旅游船)型客船 36 艘, 其主机型号分别是 8NVD48-A-2L (东德产) 和 6L350 (捷克产); 有大、中、小型拖轮 45 艘, 其主机型号分别是 8NVD48-A-2L、6L350 和 6NVD36.

上述客、拖轮机舱油污水的监测统计平均值见表 2.

表 2 机舱油污水含油浓度值 (mg/L)

类别	油水分离器	
	进口	出口
客 轮	1.66×10^3	10.46
拖 轮	2.69×10^3	8.69

三、污染现状与分析

污染现状以 1989 年为基准年. 流动源对水质的污染主要为三个方面: 含油污水、生活污水和固体垃圾.

1. 含油污水

(1) 客船: 目前在川江航行的共 42 艘, 这些客船承担了川江段客运量的 80% 左右. 含油污水量主要是机舱水和洗舱水, 其值见表 3.

数学模型:

$$Q_i = f_1 \cdot \left[t_{cp} \cdot \sum_{i=1}^n N_i \cdot A_1 + \sum_{i=1}^n N_i \cdot A_2 \right] \cdot f_2^{-1} \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

式中, Q_i 为含油污水量; f_1 为系数(0.7); t_{cp} 为营运天数 (300d/a); N_i 为客船艘数; A_1 为机舱污水量; A_2 为洗舱污水量; f_2 为滤及系数(0.80). 计算结果是 6.15×10^4 t/a.

油污排放量: 目前在川江航行的交通部所属的客船, 约 88% 装有油水分离器, 机舱污水都能达标排放, 均值为 10.46mg/L; 尚未安装油水分离器的客船, 按规定应在港口统一接收处理达标排放. 据文献介绍, 洗舱污水排放浓度平均值约为 10⁴mg/L.

数学模型:

$$Q_w = f_1 \cdot [Q_{i1} \cdot f_2 \cdot c_1 + Q_{i2} \cdot (1 - f_2) \cdot c_2 + Q_{i3} \cdot c_3] \cdot 10^{-6} \quad (2)$$

式中 Q_w 为油污排放量; f_1, f_2 同(1); Q_{i1} 为机舱污水排放量; Q_{i2} 为洗舱污水排放量; c_1 为处理后机舱污水浓度; c_2 为未处理机舱污水浓度; c_3 为洗舱污水水平

均浓度. 计算结果是 23.48t/a.

(2) 拖轮: 目前重庆公司的 45 艘拖轮约承担川江货运量的 85%. 含油污水量见表 3.

表 3 机(洗)舱含油污水量

船 型	船 数	机舱水 (t/a · 艘)	洗 舱 水 [t/a · 艘 · (次)]
客 船	大 26*	6.5	8.0
	中 16	4.0	6.0
拖 轮	大 35	2.0	8.0
	中 5	1.5	5.0
	小 5	1.0	3.0

* 其中 6 艘属武汉公司, 20 艘属重庆公司.

采用数学模型(1), 川江段纳污量占有系数 f_1 取 0.6, 交通部客运量滤及系数 f_2 取 0.85, 计算结果是 1.77×10^4 t/a.

油污排放量: 上述长江号拖轮, 约 70% 装有油水分离器, 机舱污水能达标排放, 均值为 8.69mg/L. 洗舱污水排放浓度平均值为 10⁴mg/L.

采用数学模型(2), f_1 取 0.6, f_2 取 0.85, 计算结果是 9.44t/a.

2. 生活污水

生活污水包括厕所、洗澡(脸)间和厨房废水. 厕所冲洗水量因便器型式、冲洗方法、冲洗阀种类、调整是否恰当及使用回数等差别, 难以确定确切数值. 洗澡(脸)间用水量, 也因各人的卫生习惯差异而不同. 因此, 本文以文献[1]为基础, 提出厕所污水量为 40 L/人·d, 厨房为 3L/人·d, 洗澡(脸)间为 80L/人·d.

数学模型:

$$q_i = (n_1 + n_2) \cdot f_2^{-1} \cdot g \cdot 2 \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

式中 q_i 为生活污水量; n_1, n_2 为重庆、武汉公司客运量(10⁴人/a); f_2 同(1)式; g 为人均污水量(L/人·d). 计算结果是 129.15×10^4 t/a.

选定 BOD₅、SS、P_总、N_总 四种污染因子进行数学模拟:

$$q_w = (n_1 + n_2) \cdot f_2^{-1} \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot \sum_{i=1}^n c_i \cdot q_i \quad (4)$$

式中 q_w 为污染物排放量; c_i 为分类排放浓度; q_i 为分类人均污水量. 计算结果: BOD₅ 230.71 t/a, SS 947.91t/a, P_总 0.179t/a, N_总 2.835t/a.

3. 固体垃圾

根据长江下游申-汉线客船“江申”、“江汉”号

的调查,垃圾量约 $0.15\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$ 。这样,计算得 1989 年入川江垃圾量为 $1575\text{t}/\text{a}$ 。

四、污 染 预 测

1. 影响因素

本研究确定内河船舶的客运量、客船数和拖轮数(货运量)为主要影响因素。

(1) 客运量和客船数 根据重庆长江轮船公司统计资料,历年客运量增长率:1976—1985 年为 3.2% ,1986—1989 年为 3% 。考虑到各种因素,本研究取 1990—2010 年为 2.5% 。

重庆(含武汉)公司川江段 1989 年客运量是 420×10^4 人/a,则三个水平年客运量:1995 年 475.2×10^4 人/a,2000 年 537.6×10^4 人/a,2010 年 688.2×10^4 人/a。三个水平年相应的客船数:38 艘,40 艘,52 艘。

(2) 拖轮数 1990—2010 年川江段的货运量将以 3% 的速度递增。重庆公司 1989 年货运量为 $300 \times 10^4\text{t}/\text{a}$,拖轮数为 45 艘,则三个水平年的拖轮数:1995 年 48 艘,2000 年 52 艘,2010 年 65 艘。

2. 按现有治理水平(严重级)

预测所考虑的基本点:采用数学模型(1)、(2)、(3)、(4),视客运量和船舶数为变值,计算各水平年的最大(严重级)污染量。结果见表 4。

表 4 严重级预测结果

项目	水平年	1995	2000	2010
含油污水量 ($10^4\text{t}/\text{a}$)	客轮	6.42	6.87	8.94
	拖轮	1.87	2.01	2.49
	合计	8.29	8.88	11.43
污油排放量 (t/a)	客轮	24.54	26.25	33.07
	拖轮	9.94	10.68	13.23
	合计	34.48	36.93	46.30
生活污水量 ($10^4\text{t}/\text{a}$)	客轮	146.12	165.31	211.62
污染物排放量 (t/a)	BOD ₅	261.03	295.31	378.04
	SS	1072.49	1213.32	1553.21
	P _总	0.202	0.229	0.293
	N _总	3.208	3.629	4.645
固体垃圾 (t/a)		1782	2016	2581

3. 按最优治理水平(理想级)

预测基于:① 采用集污舱等设施,厕所污水不

外排;② 洗澡(脸)间污水不需采取治理手段,按现有(1989 年)达标排放浓度计算;③ 厨房污水按最高达标排放浓度(BOD₅ 为 $50\text{mg}/\text{L}$,SS 为 $150\text{mg}/\text{L}$)计算;④ 客(拖)轮机舱油污水浓度按均值($10\text{mg}/\text{L}$)计算;洗舱油污水经处理后按轮机舱油污水均值计算;⑤ 垃圾禁止投入水域。

采用数学模型(1)、(2)、(3)、(4),计算结果见表 5。

表 5 理想级预测结果

项目	水平年	1995	2000	2010
含油污水量 ($10^4\text{t}/\text{a}$)	客轮	6.42	6.87	8.94
	拖轮	1.87	2.01	2.49
	合计	8.29	8.88	11.43
污油排放量 (t/a)	客轮	0.64	0.69	0.89
	拖轮	0.19	0.20	0.25
	合计	0.83	0.89	1.14
生活污水量 ($10^4\text{t}/\text{a}$)	客轮	98.60	111.55	142.80
污染物排放量 (t/a)	BOD ₅	22.93	25.94	33.21
	SS	60.56	68.52	87.71
	P _总	—	—	—
	N _总	—	—	—
固体垃圾 (t/a)		—	—	—

五、防 治 对 策

目前,川江船舶除在逐步装置油水分离器外,尚未任何防污措施。我国江湖流动源防治工作起步晚,力量弱。根据国内外资料介绍,摘要提出如下对策。

1. 含油污水

(1) 船舶自行处理后并回收油污物质,配备油水分离器,设立监控装置。(2) 建立洗舱站。(3) 在港排污,应由港务监督或申请由港口接收处理。

2. 生活污水

(1) 采用“无排出”型装置——集污舱,将粪便储存以排入岸上接收设备。(2) 高温消毒专门设施,经无害化处理后外排。

3. 固体垃圾

(1) 采用垃圾集装箱或专用垃圾舱、垃圾袋,以便接收船清扫或交岸上处理场处置。(2) 带有粉碎和压缩装置的垃圾箱,通过高压成块状保存或燃烧掉。近期国内船舶尚不能实现。(3) 冲洗船舶甲

板,事先应彻底清扫垃圾。

4. 加强管理和监测

(1) 制定法律和公约,设立专门机构,加强港口及船舶管理。(2) 严格执行交通部长江航政局颁发的《防止船舶污染长江水域暂行规定》。(3) 强化航政部门环境监测手段,加强对船舶和水域的监视和控制。

六、小 结

1. 根据文献[2],目前排入长江的船舶含油污水总量约为 $3.0 \times 10^4 \text{ t/a}$, 可以看出,川江段约占全江的四分之一。

2. 根据文献[3]可以得出,在川江段流动源的污染贡献是:在城镇生活污水总量中占 0.8%, BOD₅ 占 0.43%;污油量占 1.4%。

3. 目前流动源的排放有许多单项超标是值得重

视的。但由于污染物绝对数量较少,对长江尚不构成明显的污染威胁。

4. 近期首先要严禁垃圾入水域,安装油水分离器和粪便集污舱,其余防治手段视国力而定。

致谢 研究工作得到重庆长江轮船公司梁广家高级工程师的帮助;公司环保站和涪陵地区环保所参加了采样和分析工作。

参 考 文 献

- [1] 赵培基,水运环境保护,第 122 页,南京工学院出版社,1986 年。
- [2] 水环,交通环保,1,30(1988)。
- [3] 黄时达等,长江三峡工程对生态与环境影响及其对策研究论文集,第 844 页,科学出版社,1987 年。

(收稿日期:1989 年 11 月 21 日)

上海自来水和天然水源中放射性铀含量的分布

吴锦海 李金全 王 力

(上海市放射医学研究所)

摘要 本文介绍了上海城乡居民饮用水和长江、黄浦江、淀山湖、雨水、雪水中放射性铀含量及其测量和采样方法。对铀含量进行了 3 年连续监测,比较了不同水源中铀含量,对天然水中铀分布作了客观描述,并与其它省市比较。同一时期水中铀含量分布均匀,均在本底范围内。

关键词: 自来水和天然水源;放射性铀;含量分析。

上海位于东海之滨,处于长江三角洲与太湖流域下游,境内有长江与黄浦江及其支流经过,它是上海主要供水水源,黄浦江干流源于淀山湖,接纳上游太湖来水,是上海主要供水渠道。放射性物质铀大部分存在煤和矿物中,在利用煤和矿体过程使铀转入水中。上海使用放射性物质的单位多,排出的物质又有铀和人工放射性物质。研究了解水中放射性含量及其变化是保护水源的一个重要方面。

天然铀为活泼变化元素,其主要化合价为三价、四价和六价,三价不稳定,一般氧化剂能将四价氧化成六价,我们对上海天然水源中放射性铀进行连续监测,并比较了其水中铀含量。

一、采 样 方 法

1. 长江和黄浦江水样分丰水期和枯水期,采样

点设在宝山吴淞和外滩黄浦江中心,采集表面水,每次采集 500—1000ml,用硝酸酸化至 pH3—4 之间。

2. 淀山湖是上海市西郊地区最大淡水湖泊,面积约 62km²,水深 2m 左右,总蓄水量达 1.3 亿 m³,平均流速 0.03m³/s,是黄浦江主要水源之一,采样点设在青浦境内,采样方法同上。

3. 上海属海洋性气候,4、5、6 月份雨水较多,12、1、2、3 月份雨水较少,下雪一般在 1 月前后,收集方法为下雨时把收集盘放到无遮盖地方,雨停即收,以免飞灰被雨水吸收引起交叉污染。

4. 自来水每月定期取样一次,采样点设在徐汇区内。

5. 井水采集民用深井水。