

长江、嘉陵江重庆段生活污水污染负荷研究

王 圃 陈盛梁* 龙腾锐

[提要]作者通过对重庆市生活污水的监测和取样分析,得出重庆市城区和郊区城镇生活污水污染物排放系数现状值,从而计算出重庆现有的生活污水污染负荷。并对重庆市2000年人口和生活污水污染负荷进行了预测,其结果为重庆市水污染控制规划提供了依据。

一、重庆市城区、郊区城镇生活污水污染物排放系数

进入长江、嘉陵江水体的污染负荷主要来源于:生活污水、工业废水、生活垃圾、工业废渣、大气降尘、水土流失等。而目前重庆水体中大肠杆菌、细菌总数、BOD₅指标严重超标,主要由生活污水污染负荷引起。本研究分别以重庆市江北区唐家桥生活污水排放口和巴县渔洞镇生活污水排放口作为城区和郊区的取样点,通过连续一周的监测,并对其结果进行统计,得出重庆市城区、郊区城镇生活污水污染物排放系数现状值,见表1。

重庆市生活污水污染物排放系数 表1

项目 区域	污水量 (L/(人·d))		BOD ₅ (g/(人·d))		NH ₃ -N (g/(人·d))		大肠杆菌 (个/L)	
	1989	2000	1989	2000	1989	2000	1989	2000
城区	169.7	230	33.7	50	6.4	8	5×10 ⁸	5×10 ⁸
郊区	155.1	220	28.7	50	5.7	7.5	5×10 ⁸	5×10 ⁸

由表1可知,除大肠杆菌外,城区各项污染物指标比郊区高,这主要由于用水量和饮食结构的差异所引起。

重庆市城区、郊区城镇2000年的生活污水污染物排放系数预测值,是根据重庆市公用局预测重庆市城镇居民全年日均用水量结果确定的,即从1990年至2000年城镇居民生活用水量以年均5%的增长率递增。本研究确定城镇居民生活污水量将以3~4%增长率递增,从而得出2000年重庆市城区、郊区城镇生活污水污染物排放系数,见表1。

二、城镇人口现状与预测

本研究城镇人口现状值按《重庆市地名录》中新列人口数确定,并按嘉陵江、长江各控制江段进行统计,见表2和表3。

2000年城镇人口预测值按下式进行计算:

$$P_{i2000} = P_{i1989}(1 + \alpha\%)^{11} \quad (1)$$

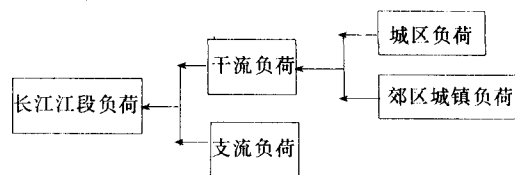
式中 P_{i1989} —— i 城镇1989年的人口数(人);

P_{i2000} —— i 城镇2000年的人口数(人);

$\alpha\%$ ——城镇人口的年平均自然增长率,城区为3.7%,郊区城镇为8.7%。

三、排入长江、嘉陵江干流和支流的城镇生活污水污染负荷

1. 城镇生活污水污染负荷构成框图



嘉陵江生活污水污染负荷构成同长江。

2. 生活污水量和污染负荷计算模式

生活污水量和污染负荷量分别按(2)式、(3)式计算

$$Q = 0.365 \cdot P \cdot \alpha_a \quad (2)$$

$$W = 0.365 \cdot P \cdot \alpha_b \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

式中 Q ——城区或郊区城镇生活污水量(m^3/a);

P ——城区或郊区城镇人口数(人);

α_a ——城区或郊区城镇生活污水量排放系数(L/(人·d));

W ——城区或郊区生活污水污染量(t/a)

α_b ——城区或郊区城镇生活污水污染物排放系数(g/(人·d))。

计算结果按嘉陵江、长江各控制江段统计,见表2和表3。

表2和表3中的生活污水污染负荷造成长江、嘉陵江各控制断面BOD₅、NH₃-N、大肠杆菌浓度的增加值见表4。其中长江、嘉陵江的计算流量是按90%频率枯水期流量计算的,长江计算流量为2830 m^3/s ,嘉陵江为387 m^3/s 。

由表4可知,大肠杆菌指标在各个控制断面均超过地面水环境质量Ⅲ类标准(10^4 个/L),因此生活污水是造成两江大肠杆菌超标的主要原因。

四、结论

* 重庆市环保局

排入嘉陵江重庆段生活污水污染负荷

表 2

江 段	项 目	城镇人口数 (万人)		污水量 (万 m ³ /a)		BOD ₅ (t/a)		NH ₃ -N (t/a)		大肠杆菌 (个/a)	
		1989	2000	1989	2000	1989	2000	1989	2000	1989	2000
观音岩 至北碚	干流	25.78	29.66	1507.8	2271.2	2795.5	5161.8	555.2	774.2	7.7×10^{18}	1.1×10^{19}
	支流	20.95	22.93	1181.5	1776.5	2187.4	4038.8	434.4	624.5	5.9×10^{18}	9.1×10^{18}
北碚 至磁器口	干流	2.86	3.28	195.4	299.3	368.3	676.3	73.0	101.8	9.8×10^{17}	1.5×10^{18}
	支流	1.59	1.74	89.4	134.4	166.0	305.6	33.2	45.6	4.4×10^{17}	6.8×10^{17}
磁器口 至朝天门	干流	76.37	83.53	3695.0	5298.9	7337.9	11519.4	1393.6	1843.2	1.8×10^{19}	2.7×10^{19}
	支流	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
合计	干流	105.01	116.47	5398.2	7869.4	10501.7	17357.4	2021.8	2719.2	2.7×10^{19}	4×10^{19}
	支流	22.54	24.67	1270.9	1910.9	2353.4	4344.4	457.6	670.1	5.3×10^{18}	9.8×10^{18}

排入长江重庆段生活污水污染负荷

表 3

江 段	项 目	城镇人口数 (万人)		污水量 (万 m ³ /a)		BOD ₅ (t/a)		NH ₃ -N (t/a)		大肠杆菌 (个/a)	
		1989	2000	1989	2000	1989	2000	1989	2000	1989	2000
羊石 至白沙沱	干流	19.35	21.16	969.9	1457.8	1794.7	3313.1	356.6	497.1	4.7×10^{18}	7.3×10^{18}
	支流	44.54	48.69	2584.2	3885.4	4782.6	8728.9	914.3	1324.9	1.3×10^{19}	1.8×10^{19}
白沙沱 至望龙门	干流	89.44	97.88	5495.6	8028.2	10836.1	17475.8	2058.6	2790.8	2.7×10^{19}	4.0×10^{19}
	支流	1.50	1.63	62.9	94.6	116.4	215.0	23.0	32.5	3.1×10^{17}	4.7×10^{17}
望龙门 至寸滩	干流	15.90	16.85	984.7	1414.2	1955.3	3074.4	371.2	492.0	4.7×10^{18}	6.9×10^{18}
	支流	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
寸滩 至鱼咀	干流	0.79	0.84	44.6	67.1	82.5	152.6	16.4	23.0	2.2×10^{17}	3.4×10^{17}
	支流	1.36	1.49	76.8	107.4	142.4	262.8	28.1	39.0	3.9×10^{17}	5.9×10^{17}
鱼咀 至长寿	干流	9.90	10.83	550.2	827.0	1017.9	1879.8	202.2	281.8	2.7×10^{18}	4.0×10^{18}
	支流	2.86	3.12	160.7	241.7	297.5	549.4	58.7	82.5	8.1×10^{17}	1.2×10^{18}
合计	干流	135.38	147.56	7075.1	11794.3	15686.5	25895.7	3005.0	4084.7	3.9×10^{19}	5.9×10^{19}
	支流	50.26	54.93	2884.6	4329.1	5338.9	9855.5	1024.1	1479.3	1.5×10^{19}	2.0×10^{19}

长江嘉陵江各控制断面处污染物浓度增加值

表 4

江 名	项 目	BOD ₅ (g/L)		NH ₃ -N(g/L)		大肠杆菌(个/L)	
		1989	2000	1989	2000	1989	2000
长 江	羊石~白沙沱	7.37×10^{-2}	1.34×10^{-2}	1.40×10^{-2}	2.00×10^{-2}	1.98×10^5	2.83×10^5
	白沙沱~望龙门	1.23×10^{-1}	1.98×10^{-1}	2.33×10^{-2}	3.16×10^{-2}	3.05×10^5	4.53×10^5
	望龙门~寸滩	2.19×10^{-2}	3.44×10^{-2}	4.16×10^{-3}	5.51×10^{-3}	5.26×10^4	7.73×10^4
	寸滩~鱼咀	2.52×10^{-3}	4.65×10^{-3}	4.98×10^{-4}	6.95×10^{-4}	6.83×10^3	1.04×10^4
	鱼咀~长寿	1.47×10^{-2}	2.72×10^{-2}	2.92×10^{-3}	4.08×10^{-3}	3.93×10^4	5.82×10^4
嘉陵江	观音岩~北碚	4.10×10^{-1}	7.53×10^{-1}	8.10×10^{-2}	1.14×10^{-1}	1.11×10^6	1.64×10^6
	北碚~磁器口	4.37×10^{-2}	8.04×10^{-2}	8.70×10^{-3}	1.21×10^{-2}	1.16×10^5	1.78×10^5
	磁器口~朝天门	6.01×10^{-1}	9.43×10^{-1}	1.14×10^{-1}	1.51×10^{-1}	1.47×10^6	2.21×10^6

暴雨选样采用年最大值法更实用

周黔生

暴雨强度公式是确定雨水设计流量的基本依据之一,《给水排水设计手册》第5册详细介绍了暴雨强度公式编制方法,并列出了北京等大中城市暴雨强度公式,对于暴雨资料的选样方法,该书推荐了超定量法。超定量法是将每年中超过一定强度的暴雨值都选取在内,这种方法需要从繁浩的原始档案中查阅雨量观测自记纸,因而是一项很麻烦的工作。再则,如今水文气象部门实施有偿服务制度,而制定暴雨强度公式需要多年暴雨资料,较高的资料费支出也是不能不考虑的现实问题,若采用年最大值法,就可避免上述弊端,收到事半功倍的效果,因为各时段年最大降水量绝大多数已刊布在《水文年鉴》或有关资料上,不必去翻查自记雨量纸,而且年最大值法所需暴雨资料要比超定量法少得多,只占 1/2~1/5。可以做到既省钱又省力。

根据概率论,样本代表性好坏主要不在于取样方法,而取决于样本对总体的代表性,样本系列的延长及特大值的出现均有助于样本代表性提高,随着时间的推移,各地所积累的暴雨资料系列逐年增长,特大暴雨记录不断涌现,这些都为建立或修订暴雨强度公式提供了良好的条件。因此,无须拘泥于选样方法,因热衷于超定量法,而冷落年最大值法,其结果是使暴雨强度公式的建立与修订增加了困难。

经分析比较,年最大值法与超定量法结果相近,以北京站为例,根据 1941~1988 年资料,用年最大值法分析得出暴雨强度公式如下^[1]:

$$i = \frac{8.821(1 + 0.909 \lg P)}{(t + 8.14)^{0.635}} \quad (P = 2 \sim 200 \text{ 年}) \quad (1)$$

用超定量得出暴雨强度公式如下^[2](采用 1941~

1. 1989 年长江、嘉陵江重庆段接纳的生活污水量为 1.66 亿 m³/a; BOD₅ 为 3.39 万 t/a; NH₃-N 为 0.65 万 t/a; 大肠杆菌 8.7×10¹⁹ 个/a。

2. 2000 年长江、嘉陵江重庆段接纳的生活污水量预测为 2.59 亿 m³/a; BOD₅ 为 5.74 万 t/a; NH₃-N 为 0.9 万 t/a; 大肠杆菌 1.3×10²⁰ 个/a。

3. 长江与嘉陵江重庆段接纳的生活污水污染负荷比约为 1.5 : 1, 90% 频率枯水期流量比为 7.3 : 1, 所以嘉陵江因生活污水造成的污染比长江严重。

4. 长江重庆段干流与支流接纳的生活污水污染负荷比约为 2.4 : 1; 嘉陵江重庆段干流与支流接纳的生活污水污染负荷比约为 4.3 : 1。

两江干流接纳了大部分生活污水污染负荷, 所以控制两江因生活污水造成的污染应以干流江段为主。

• 14 •

1980 年资料):

$$i = \frac{10.662 + 8.842 \lg P}{(t + 7.857)^{0.679}} \quad (2)$$

式中 i —— 暴雨强度 (mm/min)

P —— 重现期 (年)

t —— 暴雨历时 (min)

为了便于比较, 利用 (1) 式和 (2) 式分别列出 $t = 20$ min 时, 不同重现期的暴雨强度计算值 (见表 1)。由表 1 可知两者相对误差在 ±3% 以内。

表 1

重 现 期 (年)	2	5	10	20
年最大值法 i_1 (mm/min)	1.350	1.733	2.023	2.313
超定量法 i_2 (mm/min)	1.392	1.759	2.037	2.315
$\frac{i_1 - i_2}{i_2}$ (%)	-3.0	-1.5	-0.7	-0.1

综上所述, 采用年最大值法推导暴雨强度公式是一种省时间、省费用的好方法, 与超定量法相比, 结果接近, 精度基本一致, 可以推广使用。

参考文献

- [1] 王敏、谭向诚, “北京城市暴雨和雨型的研究”, 《水文》, 1994 年第 3 期。
- [2] 北京市市政设计院主编, 《给水排水设计手册》(第 5 册), 中国建筑工业出版社, 1986 年 12 月。

★作者通讯处: 310009 杭州市梅花碑 7 号

浙江省水文总站

收稿日期: 1995-3-9

5. 长江重庆段干流各控制江段接纳的生活污水污染负荷顺序为: 望龙门 > 白沙沱 > 寸滩 > 长寿 > 鱼咀。

6. 嘉陵江重庆段干流各控制江段接纳的生活污水污染负荷顺序为: 朝天门 > 北碚 > 磁器口。

7. 生活污水是造成两江大肠杆菌超标的主要原因。

参考文献

- [1] 重庆市环境科学研究所、重庆建筑工程学院, 《长江、嘉陵江重庆段水污染控制规划研究报告集》, 1992, 12。
- [2] 北京市市政设计院主编, 《给水排水设计手册》第 5 册, 中国建筑工业出版社, 1986。

★作者通讯: 630045 重庆建筑大学城建学院

给排水教研室

收稿日期: 1995-3-13

给排水 1995 No. 6