

文章编号:1000-582X(2004)02-0136-04

三峡重庆库区水污染总量的分配*

袁辉,王里奥,胡刚,崔志强,詹艳慧

(重庆大学资源及环境科学学院,重庆 400030)

摘要:2010年三峡重庆库区各区县的COD和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 排放总量分别应为12.63万t/a和0.78万t/a,为了实现库区各个沿江城镇城区段的水环境控制目标,需要将总量分配到各个沿江区县。根据库区的实际情况,分别采用2种分配方法:根据排放量及污染带面积大小进行分配和等比例分配,对重庆库区2010年允许污染物排放总量进行了分配。并在此基础上提出了实现三峡重庆水污染控制和水环境目标的具体措施。

关键词:重庆库区;总量控制;分配

中图分类号:X32

文献标识码:A

三峡水库蓄水后,长江三峡段将成为一个大型河道型水库,其流速、水深、河宽、比降、扩散系数等水力学特征都将发生变化,并同时具备生活用水、工农业供水、航运、景观等多种功能。为保证库区水质不发生恶化,需要对水库的污染物排放实行总量控制,但由于沿江各区县的实际情况不同,需要将总量控制目标具体分配到各个区县,这样才能针对具体的情况采用不同的水污染防治措施,保护好库区的水资源与水环境。

为了保护好三峡库区的水环境,三峡水库建成后的库区水质要基本达到II类水质标准(滞水区达到III类);国务院文件国函[1999]9号中,明确提出2010年重庆市的COD排放总量不能超过38万t/a,根据相关研究^[1],2010年COD排放量:重庆主城区25.37万t/a,重庆库区12.63万t/a, $\text{NH}_3\text{-N}$ 排放量:重庆主城区2.18万t/a,重庆库区0.78万t/a。

由于国家提出的总量控制目标主要针对库区沿江城镇的点源排放,为了能使重庆库区的各个沿江区县能有针对性的搞好城区江段的水污染控制,就需将2010年重庆库区的排放控制目标分配到各个沿江区县。

1 总量控制分配的一般方法及模型

当水域功能区的控制排放总量确定后,如何合理而科学地将污染物的控制总量分配到各个污染源是总

量控制的核心问题。

总量分配的方法可以分为一般分配方法和按照排污量及污染范围和程度大小的分配方法两大类。其中,总量分配的一般方法又可细分为三种^[2-3]:1)等比例法;2)费用最小分配法;3)按贡献率削减排放量的分配方法。

笔者在承认排污现状的基础上,首先采用按照污染物实际排放量大小和污染影响范围及程度大小对总量控制目标进行分配;然后再按照等比例削减的方法对总量再进行了分配。并对所分配的总量大小进行调整。

第1种分配方法(即按实际排污量大小和污染带影响范围分配)的主要步骤如下^[4]:

1) 总量分配模型。

计算得到各个排污口的污染因子 f_i ,令 M 为区域的控制总量,各个排污口所分配到的污染负荷允许排放量为

$$M'_j = Mf_i \quad (1)$$

2) 分配系数的计算:

分配系数的计算和排放强度、污染带面积有关,所以计算步骤主要为2步。首先统计各个排污口的污染物的实际排放量的大小,并令 $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ 为各排污口的实际排放强度;然后再计算各个排放口的污染带面积 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ 。

* 收稿日期:2003-10-22

作者简介:袁辉(1977-),男,四川绵阳人,重庆大学博士研究生,主要从事环境工程的研究。

实际排放强度 m_n 与排污口的污染面积 A_n 的乘积为排污口的污染因子, 则排放因子总和

$$m_0 A_0 = \sum_{i=1}^n m_i A_i = m_1 A_1 + m_2 A_2 + m_3 A_3 + \dots + m_n A_n \quad (2)$$

排污口的分配系数为各排污口的污染因子与总排污因子之比:

$$f_i = \frac{m_i A_i}{m_0 A_0} \quad (i \text{ 为各个污染源的编号}) \quad (3)$$

3) 污染面积的计算。

对污染带面积的计算可以分别对变量 x, y 进行积分计算; 对于河流水深和流速等参数的变化情况, 又可分为河流水深及流速变化与河流水深及流速不变 2 种计算方式。长江三峡段成库以后, 水面变宽, 流速减缓, 因此, 就各个区县的控 制断面而言, 可近似看作水深及流速不变。在污染带面积的积分算法中, 由于以 x 为变量的积分比较方便和准确, 且 x_0 容易确定^[4], 所以积分后的污染带面积计算公式为

$$A = \int_0^{x_0} 33 \left(\frac{M_y}{u} \right)^{\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}} dx = 3.3 \times \frac{2}{3} \left(\frac{M_y}{u} \right)^{\frac{1}{2}} (x)^{\frac{3}{2}} \Big|_0^{x_0} = 2.2 \left(\frac{M_y}{u} \right)^{\frac{1}{2}} (x_0)^{\frac{3}{2}} \quad (4)$$

4) 污染区最大长度的计算。

由于库区各个区县的岸边污染带主要集中在城镇附近, 故设各区县为一个位于岸边的污染物排放点, 并进一步假设该区县内所有污染物均从这个点源排放入长江。根据浓度场分布规律, 在排放点的轴线上, $y=0$ 的条件下, 功能区域污染区等浓度线的长度最大, 则岸边排放的浓度场分布公式可以简化为:

$$C_i(x, y) = C_k + \frac{m}{H(\pi u M_y x)^{\frac{1}{2}}} \quad (5)$$

岸边排放的污染带是由一条等浓度曲线和河岸线围城的狭长区域, 其长度为等浓度线与河岸线的交点间的河岸线长度, 因此可得到岸边排放的污染区最大长度 x_0 为:

$$x_0 = \frac{1}{\pi u M_y} \left\{ \frac{m}{H[C_i(x_0, 0) - C_k(x_0, 0)]} \right\}^2 \quad (6)$$

m —排放强度, g/s; k —混合衰减系数, 1/s; C_k —水体中污染物背景浓度, mg/L

H —河流断面的平均水深, m; C_i —断面背景浓度, mg/L; C_i —功能区对应水质, mg/L

2 重庆库区总量控制的分配方案

1) 计算条件:

① 对于第一种分配方法, 排污量采用 2001 年统计的污染物排放数据作为排污现状。2010 年排放总量控制目标为点源排放总量控制目标, 即主要是工业污水排放和城市污水排放所形成的污染, 不包含库区水土流失, 农田径流、城市地表径流等引起的面源污染和流动污染源。因此, 统计的现状排污总量只为各个区县的工业污水和城市污水中污染物的总量。

② 各个区县的污染物排放为点源排放;

③ 采用稳态条件计算成库后的污染带, 即各个区县点源排放附近的深度和流速不发生变化; 当污染物进入河流中时, 由于长江横向宽度远大于水体的平均水深, 其垂直混合时间远小于横向混合时间, 并且水体宽阔, 可以忽略, 不考虑岸边反射。

2) 计算过程:

第 1 种分配方法:

① 排污强度 m_i 。

根据相关监测数据, 2001 年库各个沿江区县 COD 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 污染物排放总量详见表 1。

表 1 2001 年直接排放入江污染物量

指标		长寿	涪陵	丰都	忠县	万州	云阳	奉节	巫山	总计
COD	a/t	9 499.56	9 169.74	2 212.55	3 549.39	14 019.20	1 912.50	3 554.06	2 834.88	46 751.88
	g/s	301.23	290.77	70.16	112.55	444.55	60.64	112.70	89.89	1 482.49
$\text{NH}_3 - \text{N}$	a/t	372.57	647.60	130.83	195.00	829.83	116.60	217.72	174.45	2 684.60
	g/s	11.81	20.54	4.15	6.18	26.31	3.70	6.90	5.53	85.12

② 参数选择。

三峡库区江段地处丘陵和峡谷之间, 属于峡谷型江段。当三峡工程全部完工, 长江在达到 175 m 正常蓄水位后其水体、水文特征将接近于湖泊的水体水文特征^[5-6]。对成库后的库区江段分为 3 部分考虑: 长寿县、涪陵区和丰都县三地取同一平均值, 忠县、万州

和云阳三地取同一平均值, 奉节和巫山两地取同一个平均值。

③ 负荷分配方案。

根据上述的总量分配方法步骤, 首先应该计算岸边污染带的范围。利用公式以及计算参数, 分别计算得到沿江各个区县的分配系数为表 2。

表2 总量分配系数

指标	长寿	涪陵	丰都	忠县	万州	云阳	奉节	巫山
COD	0.085 4	0.157 5	0.000 4	0.003 1	0.747 8	0.000 3	0.004 0	0.001 6
NH ₃ -N	0.015 3	0.472 9	0.000 2	0.001 5	0.490 1	0.001 3	0.013 3	0.005 5

由于这种考虑现状排放量和岸边污染带的分配方法有一个不足之处:如果一个排放源的现状排放量及形成的污染带的面积越大,可分得的允许排放量就越多,这可能导致部分区县分摊到的允许排放量超过其岸边的环境容量。因此本论文对分配总量方法进行修正:

设计算的总环境容量为 M_0 , 2010 年国家批准的允许排放量为 M_1 , 由于 $M_0 < M_1$, 因此所分配的量二者之差 $\Delta M (\Delta M = M_1 - M_0)$. ΔM 分配到各个区县的量

为 ΔM_i , 再与各自的岸边水环境容量 M_i 叠加, 便得到分配结果 $m_i = M_i + \Delta M_i$ 。

根据对差值容量 ΔM 的分配结果, 结合表 3 中的数据, 可以确定在第 1 种分配方法下, 重庆库区沿江各个区县 2010 年污染物 COD 和 NH₃-N 的允许排放量见表 4。

第 2 种分配方法(等比例法):

参考各个区县目前排污量在总量中所占的比例, 总量进行分配, 结果为表 5。

表3 岸边环境容量*

t/a

指标	长寿	涪陵	丰都	忠县	万州	云阳	奉节	巫山	总计
COD	31 700	33 900	6 300	5 500	23 800	2 600	5 300	3 500	112 600
NH ₃ -N	1 100	1 300	1 000	600	300	2 000	700	300	7 300

说明:数据来源:中国水利水电科学研究院水环境研究所的专题研究。

表4 第一种分配结果

t/a

指标	长寿	涪陵	丰都	忠县	万州	云阳	奉节	巫山	总计
COD	32 869	36 058	6 305	5 542	34 045	2 604	5 355	3 522	126 300
NH ₃ -N	1 108	1 536	1 000	601	545	2 001	707	303	7 800

表5 第二种分配结果

t/a

指标	长寿	涪陵	丰都	忠县	万州	云阳	奉节	巫山	总计
COD	25 335	37 984	5 047	9 267	30 908	5 939	7 951	3 869	126 300
NH ₃ -N	1 565	2 346	312	572	1 909	367	491	239	7 800

对比上面 2 种分配方法可以看出, 第 1 种分配方法不仅考虑了各个区县实际排放强度还考虑到了岸边污染带的范围大小, 因此, 在分配的时候, 实际排放强度与岸边污染带的范围的乘积越大, 则所分配的允许排放量就越大。2001 年万州区的 COD 和 NH₃-N 排放量均为库区各区县 COD 和 NH₃-N 排放量之首, 分

别占 30% 和 1.8%, 因此万州区在第 1 种分配方案中所占的比例就很大。而第 2 种分配方案实际是按照各个区县实际排放量所占该地区总排放量比例进行分配。

在综合考虑 2 种方案的分配结果后, 再对分配方案进行调整, 调整后的分配方案见表 6。

表6 2010年排污总量负荷分配结果

t/a

指标	长寿	涪陵	丰都	忠县	万州	云阳	奉节	巫山	总计
COD	29 102.2	37 020.8	5 675.8	7 404.5	32 476.8	4 271.4	6 653.0	3 695.6	126 300
NH ₃ -N	1 336.1	1 941.1	655.8	586.6	1 226.9	1 183.7	598.8	270.9	7 800

3 结论

笔者将污染物排放总量控制目标具体分配到重庆沿江各区县, 以便有针对性的实施库区城市江段水环境管理。各个区县可以根据分配的到 COD 和 NH₃-N 排放控制目标, 结合自身实际情况制定出水污染控制措施。同时, 库区各区县应该严格控制城市污水对库区水环境污染, 加强市政设施的建设, 控制工业废水对库区水环境的污染。并对库区未来的工业结构和发展

方向合理定位, 重点发展污染少的工业, 提高第三产业在国民经济中的比重, 并且在进行库区规划时需要注意发展合理的城市规模和合理的城镇布局。以防止局部将段出现超过水体环境容量的污染事件。

参考文献:

- [1] 黄真理, 李锦绣, 李崇明. 三峡水库水环境容量研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [2] 陆雍森. 环境评价[M]. 上海: 同济大学出版社, 1999.
- [3] 郭怀成. 环境规划学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.

- [4] 张玉清. 河流功能区水污染物容量总量控制的原理和方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2001.
- [5] 李锦秀, 廖文根, 黄真理. 三峡工程对库区水流水质影响

- 预测[J]. 水利水电技术, 2002, (10): 22-25.
- [6] 黄真理. 三峡工程中的几个环境水力学问题[J]. 中国三峡建设, 1999, (9): 36-45.

The Allocation of Total Pollutants Discharge Control for Chongqing Region Three Gorges Area

YUAN Hui, WANG Li' ao, HU Gang, CUI Zhi-qiang, ZHAN Yan-hui

(College of Resource and Environmental Science, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: The water environment will become very important in the Three Gorges Area. In the year 2010, the total control amount of pollutants (COD & NH₃ - N) discharging into the reservoir of Chongqing Three Gorges Area is 126,300 t/a and 7,800 t/a respectively. Two allocating methods, considering both the discharging amounts and contaminated zones, and proportionally allocating are adopted. Based on the final allocating result, some measurements to realize the water pollution control and water environmental protection are proposed.

Key words: Chongqing reservoir region; allocation; total pollutants discharge control

(编辑 姚 飞)

(上接第127页)

Environmental and Economic Analyses on the Changed Model of Water Circular Through Municipal Water Reusing

DENG Rong-sen, LI Qing, CHEN De-qiang

(College of Urban Construction & Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Water reuse is not only the best way to solve the urgent condition of water crisis in our country but also an important way to achieve the subsistent development of water. To make some sanction suggestions in water depict area, we should take the water quality and quantity into consideration, and add the sector of reusing municipal water to the whole water circular, and make analysis on the environmental and economic net benefits of water reuse. Through elaborate research on the water circular model, it can get the result that the pollutants discharging to the wastewater system will increase, the pollutants discharging to environment and tap water system will decrease when adding the loop of water reuse, and the corresponding costs will change. For the whole water circular system, by reusing municipal water it can bring forth such environmental and economic net benefits as that formula: $C = \theta\omega W_6 + RQ[(W_2 - W_{\text{re}})^k - (W_5 - W_{\text{re}})^k] + \mu Q_{\text{中}} - \alpha Q_{\text{中}}^{\beta} + k_3 Q_{2\text{下}}^k (\eta_1^{k_4} - \eta_2^{k_4})$. In water deceit areas, it can make some references on the sanction mechanism such as penalty and allowance according to this environmental and economic net.

Key words: reusing municipal water; water circular; environment and economic meaning

(编辑 姚 飞)