

长江、嘉陵江重庆段水污染控制规划

幸治国 龙腾锐* 蒋良维 钟成华 王 圃

重庆市环境科学研究所

摘 要 根据水质预测结果采用组合规划的方法对长江、嘉陵江重庆干流段和城区段的水污染控制提出了多个不同的方案,并对各方案进行了比较,从水质、经费和施工的可行性3个方面综合评定,筛选出优先考虑方案。同时对方案实施后的效益也作了简要的叙述。

关键词 水污染控制 规划 城市污水

长江、嘉陵江重庆段水污染控制规划的目的是在保证实现水质目标的前提下,对污染物的最大允许排放量作出合理的安排,同时对污染较重的城区段提出较为细致的、在经济技术上基本可行的水污染控制方案。

本规划以1989年为起始规划年,干流段以1995、2000年为两个规划水平年,城区段以2000年为规划水平年,据此进行污染负荷和水质的预测,根据不同时期的水质目标,提出污染控制方案,然后,将各时段的控制方案在时间上进行协调,确保方案的连续性。在空间上,将两江重庆段分为干流段和城区段。对于干流段,本规划是将其作为一维问题来处理的。而城区段,本规划将其作为二维问题来处理。由于干流江段和城区江段水质处理的方式不一样,因此,在规划的方法是完全不同的,干流江段以控制次级河口的输入为主,对次级河流的排污采用目标分配法,同时对沿岸的面污染源提出总量控制目标。在城区江段是以控制城市污水口和重点工业污染源排污口为主要对象,在保证各公用自来水厂取水口位置水质满足饮用水标准的前提下,提出技术上可行和经济上合理的污染控制方案。由于城市污水和工业废水

处理在处理和投资、管理上都存在较大差别,因此,对于两种不同的废水在规划方法上先分别按投资省、效果好为准则的线性规划方法和按谁污染谁治理的各自单独处理的方法,提出城市污水处理厂和工业废水治理方案,然后把城市污水和工业废水治理方案进行组合优化和协调统一,最终提出可供选择的污染控制方案。

1 两江干流段的水污染控制规划

1.1 干流江段水污染控制规划方法

两江干流的污染负荷主要来自点源——次级河口、和线源——分散的工业生活污水和地表迳流等。污染控制规划就是要对次级河口和线源的排污负荷作出合理的安排。在本课题水环境容量研究中,已经得出干流江段的水环境容量模型:

$$W_{max} = [(C_s - C_o' - \sum_{i=1}^{n-1} (A_i W_{imax}))] / A_L + \sum_{i=1}^{n-1} W_{imax} \quad (1-1)$$

式中: W_{max} ——某干流段的水环境容量(kg/d);

C_s ——断面水质目标值(mg/L);

C_o' ——上游背景在控制断面上的贡献浓度(mg/L);

收稿日期: 1994-02-22

* 重庆建筑大学

A_i —— i 次级河口单位排污量在控制断面上的贡献浓度(即影响系数)(mg/l/kg/d);

W_{imax} —— i 次级河流最大允许排放量(kg/d);

A_L ——线源的影响系数(mg/l/kg/d)。

(1—1)式右端第一项为线源的最大允许排放量,第二项表示次级河口的最大允许排放量。计算结果是否合理,取决于次级河口的最大允许排污量订得是否合理。次级河口的最大允许排污量为:

$$W_{imax} = C_{is} \cdot q_i \cdot k \quad (1-2)$$

式中: C_{is} —— i 次级河口的水质目标(mg/L)

q_i —— i 次级河口的设计流量(m^3/s)

k ——单位换算系数

由(1—2)式可知, W_{imax} 取决于 C_{is} 的合理性,如果 C_{is} 订得过宽, W_{imax} 值就大, (1—1)式右端第一项的分子可能是负数或者为零,在这种情况下,为了保证水质不超标,就必须对线源进行大量的削减或者零排放。如果线源负荷削减有困难,就必须重新调整次级河口的水质目标,用(1—1)式重新计算,使次级河口排污和线源排污都得到合理分配,最终保证控制断面水质不超标。干流江段水污染控制规划就是按这种目标浓度控制的方法进行的。

1.2 干流江段内各次级河口和线源的允许排污负荷(略)

在计算次级河流允许排放量时,既没有完全按照次级河流的水体功能确定水质目标,也没有全按照现状监测值确定水质目标,而是把二者综合起来,对现阶段水质较好的次级河流基本上按功能要求确定水质目标,对现已污染较重的次级河流,则根据情况对某些指标作适当放宽。它既能保证干流水质,又不致于使次级河流或线源的治理量过大。从允许排污负荷的安排结果看出,在1995、2000年枯水期,两江干流各江段线源除大肠菌普遍需要削减外,尚有长江白沙沱——望龙门段的酚、望龙门——寸滩

段的石油类,嘉陵江磁器口——大溪沟段的BOD₅、NH₃-N、石油类需要削减。酚和石油类的削减主要是控制工厂的排放,而嘉陵江的BOD₅、NH₃-N削减主要是控制城市污水的排污,兴建城市污水处理厂是行之有效的削减污染物排放的方法。

2 两江城区段的水污染控制规划

2.1 水污染控制规划的范围和时段

长江重庆城区段是从大渡口到寸滩,由于在朝天门有嘉陵江的汇入,规划时将长江划为两段:即大渡口——朝天门(23km),朝天门——寸滩(7km)。嘉陵江重庆城区段从井口到朝天门,以2000年为规划水平年。

2.2 控制的主要污染源

城市污水口和重点工业源排污口是本规划主要控制的污染源。城市污水口22个,重点工业污染源的排污口79个。

2.3 控制的主要污染物

根据污染负荷分析以及两江水质的实际情况,本规划将BOD₅、COD_{cr}、NH₃-N、酚、石油类、Cr作为城区水质污染控制规划时的主要控制的污染物。

2.4 水质目标

本规划用GB3838—88标准中三类水标准作为本规划的水质目标值。

2.5 水污染控制规划设计流量

本规划是针对有组织排放的污染源,在最不利的水文条件下,保证水质的安全。这样,本规划的设计水量是90%保证率的最枯旬流量。嘉陵江城区段为262m³/s,长江大渡口——朝天门为1991m³/s,朝天门——寸滩为2253m³/s。

2.6 二维水质模拟

2.6.1 浓度场、污染带及二维水质影响系数

二维水质模拟是通过逐个点源的二维水质模型的计算,求得每一污染源在河流中所造成的浓度场或多个污染源的叠加浓度场。通过浓度场,可直接看出任一种污染物在河流中超过水质目标值的数值及地域范围,通

常将该地域范围称为污染带。

在一定的时间内, 连续稳定污染源所形成的各结点浓度值与源强大小存在着倍比关系, 我们把单位源强所造成的浓度场, 定义为二维水质影响系数, 它可以表达为如

$A(x, z) = \frac{C(x, z)}{W}$ 式的函数形式, 任一源强 W 在其下游任一断面、任一结点处所造成的浓度值, 可表示为:

$$C(i, j) = W \cdot A(i, j) \quad (2-1)$$

多个污染源对断面水质的叠加影响, 可表示为:

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^N W_k \cdot A_k(ij) \quad (2-2)$$

通过(2-1), (2-2)式, 可迅速地实现水质模拟。

众所周知, 水质规划的一个基本目的就是要使污染源的排放量 $W_k (k=1, 2, \dots, N)$ 在控制断面上产生的叠加浓度不超过水质目标, 也就是说, 水质约束条件为:

$$\sum_{k=1}^N W_k \cdot A_k(ij) \leq C_s - C_0 \quad (2-3)$$

式中: C_s ——水质目标值(mg/L)

C_0 ——背景浓度值(mg/L)

如果已经形成了一个规划方案, W_k 有了固定的分配, 便可根据(2-3)式来验证该方案的可行性。

2.6.2 水污染控制规划中几个相关问题的处理

(1) 两江重庆干流江段水污染控制规划与城区江段规划层次划分与协调。

两江干流的水污染控制是按一维问题来讨论的, 而城区段的水污染控制规划是按二维问题来研究的, 根据一维水质规划和水质预测可以求出不同水平年城区背景断面上的污染物浓度值, 以及城区段内除主要排污口外的其它非重点工业污染源排污所产生的浓度贡献, 它们一并考虑成为各控制断面上的

背景浓度。以此作为水污染控制规划时的背景条件。

通过干流江段的宏观规划与容量分配, 实现了干流间的协调, 在此基础上, 再对城区江段进行较细的规划。

(2) 城市污水的集中处理与重点工业污染源废水的分散治理的协调。

根据污染负荷分析及水质预测后得知, 城区江段主要存在 BOD_5 、 COD_{Cr} 、 NH_3-N 、酚、石油类污染带, 对它们进行治理即可控制两江的水污染。 BOD_5 、 COD_{Cr} 、 NH_3-N 污染负荷主要来源于城市污水。如果城市污水不治理, 工厂即使做到零排放, 控制点的水质也达不到水质目标要求, 这就是说, 城市污水的治理是保证两江城区段不受有机污染的决定性工程。

城市污水的治理首先需要通过污水集中, 然后建污水处理厂进行处理。污水集中需建相应的截流管道, 如果兴建的污水处理厂越少, 截留管道通常就越多越长, 建设费用也会增加。如果分散兴建污水处理厂, 管道费可能少一点, 但建厂费用就会增加, 同时还会使以后的运行费用增加。因此, 在进行水污染控制规划时, 就必须全面考虑, 要求用最少的投资达到最佳的控制效果。

对于工业废水治理, 应遵循“谁污染、谁治理”的原则, 相同类型的工业废水可考虑集中处理。

由于两江城区段水污染主要由城市污水和重点工业污染源废水所致, 因此, 在进行水污染控制规划时, 首先对城市污水处理厂的选址, 规模进行复合线性规划, 得出一个初步的规划结果, 然后把重点工业源的负荷削减考虑进去, 进行可行方案的组合优选。对于酚和石油类的污染控制, 主要是对超标严重或者排放总量大的企业要求治理。

2.7 两江重庆城区段城市污水厂规模、厂址的复合线性规划

2.7.1 水质约束条件、水量约束条件及目标函数

在线性规划中,首先要建立目标函数,同时根据需要建立若干约束方程,然后联立求解方程得出规划结果。

设第*i*汇水片区的污水量为 Q_i (m^3/d),有机污染物 BOD_5 (以它为代表)浓度为 C_i (mg/L)。 Q_i 和 C_i 在规划水平年为常数。

另设 X_i 为*i*汇水片区需处理的污水量(m^3/d)

η 为污水处理效率(或污染物去除率)%,则水质约束方程组:

$$\sum_{i=1}^{N_j} (Q_i C_i - X_i C_i \eta) a_{ij} \leq C_s - C_{0j} \quad (2-4)$$

($j = 1, 2, \dots, M$)

式中, N_j 为第*j*控制断面以上的城市污水排放口的个数, a_{ij} 为第*i*排污口对*j*控制断面的水质影响系数($mg/L/kg/d$), C_s 为断面水质目标值(mg/L), C_{0j} 为第*j*控制断面上的背景浓度(mg/L), M 为水质控制断面数(2-4)方程整理后得:

$$\sum_{i=1}^{N_j} Q_i C_i a_{ij} - \sum_{i=1}^{N_j} X_i C_i \eta a_{ij} + C_{0j} \leq C_s \quad (2-5)$$

即第*j*控制断面以上所有城市污水排放口对该控制断面的贡献浓度总和($\sum_{i=1}^{N_j} Q_i C_i \eta a_{ij}$)加上该控制断面上的背景浓度(C_{0j})减去城市污水处理厂削减的浓度总和($\sum_{i=1}^{N_j} X_i C_i \eta a_{ij}$)其结果应小于或等于水质标准。

另外,对于规划水平年,污水处理厂处理的污水量只能小于或者等于汇水区的城市污水量,即有: $\sum_{i=1}^N X_i \leq \sum_{i=1}^N Q_i$ (2-6)

式中, N 为排污口的个数。

(2-6)式是水量约束方程。但如果仅用(2-6)式作为全重庆市城区水量约束方程,则线性规划结果有可能出现将全部城市污水集中到某一处治理的情况,这是不可能也不经济的。因此,水量约束方程需要考虑实际的可行性,可以集中的才集中。例如,在嘉

陵江、城建专家认为杨公桥和双碑两个排污口的污水集中在一处处理是可能的。因而有局部水量约束方程:

$$X_{\text{双碑}} + X_{\text{杨公桥}} \leq Q_{\text{双碑}} + Q_{\text{杨公桥}}$$

这种局部的水量约束方程是实现合理集中治理的必要条件。

污水处理厂的基建费用函数一般用通式表示。式中 Z_i 为第*i*污水处理厂基建费用, A 、 B 为常数, X 为处理污水量。

$$Z_i = A X_i^B \quad (2-7)$$

线性规划通常是使方案在水质、水量约束条件下,目标函数 Z ——即费用函数取最小值,即:

$$\min z = \sum_{i=1}^n A X_i^B \quad (2-8)$$

由于两江城区段在不同水平年污水量是不同的,水质背景以及集中污水的可行组合方案也可能不同,使得城区段的线性规划时约束条件有多种方式,同时,为简便起见,在对城市污水处理厂进行线性规划时,重点工业源废水是按“全处理或全不处理”两种情况所形成的水质背景来考虑的,因此,整个城区段的城市污水厂的线性规划不是由一组数据一次得出的,而是由多组数据得出多种结果,然后再综合分析选定推荐方案,故我们称这种线性规划为复合线性规划

2.7.2 不同背景条件和不同规划水平年城市污水处理厂的线性规划结果

嘉陵江城区段2000年(规划背景条件),如果工业废水不处理,则几乎所有城市污水(大溪沟除外)都得处理,处理总量近20万 m^3/d ,如果工业废水全达标排放,杨公桥需建10万 m^3/d ,唐家桥6万 m^3/d 的城市污水处理厂,处理总量16万 m^3/d 。

长江城区大渡口一朝天门段2000年无论工业废水是否全部达标,必须建桃花溪污水处理厂,规模为7万 m^3/d 。

长江城区朝天门一寸滩段水质预测看出,在控制断面——寸滩处没有一种污染

物超过水质目标值, 在2000年前, 市里也没有计划在该江段修建集中式的生活饮用水水厂, 因此, 本规划在该江段没有作污水处理厂的规划工作。该江段由于流动船舶及停靠码头较多, 主要是受石油类污染。在少数几家大企业排污口下游, 如西南制药二厂、重庆制革厂、苕麻总厂形成较短的有机污染带, 只要加强船舶含油废水和工厂废水的治理, 该江段水质是可以保证的。

3 两江城区段重点工业污染源BOD₅、COD_{Cr}污染负荷的削减分配原则

由复合线性规划看出, 在工业废水全部达标排放和全不处理两种情况下, 城市污水处理厂规模以及形成的水质是不一样的。如果完全不考虑工业废水的治理, 一则需要增加城市污水的处理量。二来还可能造成控制断面的水质超标, 因此, 本课题在作规划时不单考虑城市污水的治理, 同样也对工业源的污染负荷作出削减安排。

3.1 重点工业污染源废水一次分配削减——达标排放

原则上当某个控制断面的水质出现超标污染时, 对上游所有的污染源都要进行负荷削减。重点工业源的削减分配首先要求超标排放的污染源达标排放。例如*i*工厂废水排放量为 q_i , 其污染物浓度为 C_i , 排放标准为 C_s , 其削减量 ΔW_i 为:

$$\Delta W_i = q_i(C_i - C_s) \quad (3-1)$$

本规划称 ΔW_i 为工厂的第一次分配削减量。

3.2 重点工业污染源废水治理先后顺序的确定

如果所有的工业废水都安排同时达标排放, 往往是难于实现的。因此, 需要安排其中一些污染源首先达标, 究竟那一些污染源首先治理, 既满足水质要求, 又使治理费用最省? 这不是仅从污染源本身的排放量大小可以断定的, 主要取决于污染源对下游各控制断面的贡献浓度大小。由此, 可按污染源对

下游控制断面的贡献浓度大小排序, 贡献浓度大的污染源首先安排治理, 可以比较合理的实现以最少的治理量达到预期的水质目标。

按贡献浓度大小安排治理先后顺序的算法是:

设*i*污染源对*j*控制断面的水质影响系数为 a_{ij} , 对应的污染源负荷为 W_i , 则

$$C_{ij} = W_i \cdot a_{ij} \quad (3-2)$$

式中: C_{ij} ——*i*污染源在*j*控制断面的贡献浓度($i = 1, 2, \dots, N$, $j = 1, 2, \dots, M$), 按 C_{ij} 大小的序, C_{ij} 值大的应首先安排负荷削减。在此基础上可结合考虑其它一些因素, 如工厂的承受能力以及行政管理因素, 对削减量作某些调整, 直到达到水质目标为止。

3.3 重点工业污染源废水达标排放后水质仍不满足要求时, 按贡献浓度大小加权分配削减量——二次削减量安排。

设 X_i 为*i*污染源达标后的污染物排放量, C_i 为*i*污染源在 X_i 负荷下对控制断面的贡献

浓度, 则控制点的总浓度 $C = C_0 + \sum_{i=1}^N C_i$ 。

C_0 为背景浓度, N 为污染源的总个数。

$$C - C_s = \Delta C \text{ (超标浓度)}$$

按贡献浓度大小加权分配, *i*污染源应削减的浓度为:

$$\Delta C_i = (C_i / \sum_{i=1}^N C_i) \cdot \Delta C \quad (3-3)$$

*i*污染源需要削减的污染量为:

$$\Delta W_{2i} = \Delta C_i / \left(\frac{C_i}{X_i} \right) \quad (3-4)$$

式中: $(C_i / X_i) = a_{ij}$, 是*i*污染源的影响系数。

ΔW_{2i} 即为*i*污染源进一步应削减的污染量, 它称为第二次削减量。污染源*i*在满足控制点水质目标时总的削减量为二次削减量之和即,

$$\Delta W_i = \Delta W_{1i} + \Delta W_{2i}$$

4 长江、嘉陵江重庆城区段水污染控制组合方案

两江城区段需要控制的污染物有 COD_{Cr} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、石油类、酚。

4.1 BOD_5 、 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 有机污染控制方案

前面从 BOD_5 单项指标出发,按工业废水全达标排放和全不处理排放两种极端情况,用线性规划模型进行了城市污水厂的初步选定,为控制方案的考虑提供了上、下限范围;应处理的污水,对有机污染物通常都采用二级(生物)处理流程,一般城市污水的 BOD_5 和 COD_{Cr} 值可分别降至 30mg/l 和 100mg/l 左右,如果延长曝气池的停留时间或在曝气池中投料(如活性炭或泡沫塑料块等),也有一定的硝化作用,部分去除 $\text{NH}_3\text{-N}$ 。消毒则可去除绝大部分大肠菌群。对于工业废水的有机污染物,流程可能各异,但通常也采用生物处理来去除大部分有机污染物。

从重庆市有机污染控制方案讲,如果只考虑城区水质,则显然可以采用所有污水全部截流到城区下游排放的方案;从只保证城区人们用水安全角度讲,可以考虑采用城市公用自来水厂取水口全部移向城区上游的方案;从环境保护角度出发,为保护黄金水道——长江不受或少受污染,则可以考虑全部污水分片区截流经二级处理后排放的方案;从目前实际可行的角度出发,可考虑全部城市污水分片区截流后优化处理和少量调整公用水厂取水口位置的综合方案。上述这四类方案,在不同背景条件下,本规划均进行过详细考虑,并用二维水质模型进行过水质模拟计算和经费估算。

A方案:城市污水全部截流下游排放或处理排放,重点工业污染源废水达标后就地排放。简称大截流方案,其主要内容是在两江两岸共建四条截流污水管,主管道共长

73km。各片区尚需修建截流污水管,以完善污水管道系统,这部分管道见B方案。

该方案是将城市污水集中到城区下游适当位置直接排放或处理后排放,虽然对下游来讲负荷会大大增加,但和污水分散入江对整个河流的水质影响比较基本上无变化,因为在两种情况下入江的总负荷量是相等的。这个方案最大优点就在于污染控制集中到一点,它与污水分散治理比较还有如下好处:1)城区内所有取水口能得到充分保护;2)方案需要的电力和操作控制是最少的;3)污水输入系统基本不受洪水威胁比较安全;4)由于污水集中到城区下游处理或直排,不会对城区繁华地带产生臭气污染;5)污水输送需建的隧道、下水管施工重庆就地可以解决,不需花外汇购买设备。这个方案最大的难点在于施工的可行性,其次是资金的投入问题。

B方案:城市污水分片区截流,全部进行二级处理就近排放,重点工业污染源废水达标排放。该方案简称分区截流全处理方案。本方案需修建片区污水厂和污水管道,总长624km。

这个方案的好处是全部城市污水得到了治理,城区段两江取水口的水质可以得到保证,资金可以分阶段投入,但有些问题必须如考虑,(1)污水处理场地问题,(2)污水处理厂机械设备、能耗以及今后的运转管理也是较大和复杂的;(3)污水处理厂带来的臭气、污泥对环境的二次污染不容忽视。

C方案:城市污水分片区截流优化安排处理,以充分利用江水自身的环境容量。同时辅以部分水厂取水口向江心移动,重点工业污染源废水达标排放方案,简称综合方案。此方案根据污水处理厂位置规模以及取水口外移情况,又分为5个子方案, C_1 方案略,其它4个方案内容见表1~表4。

D方案:将城区公用自来水厂取水口移至两江城区上游取水,简称饮用水取水口上移方案。工厂自备水厂取水口不变,仅供工

表 1 C₂ 方 案 内 容

江	工 程 措 施	1989年规模(万m ³ /d)	2000年规模(万m ³ /d)	2000年规划水平规模(万m ³ /d)
嘉	杨公桥建污水处理厂处理本区污水	5.0	7.5	7.5
	双碑建污水处理厂处理区污水			3.0
	忠恕沱调污水到唐家桥建污水厂			6.0
陵	唐家桥建污水处理厂处理本区污水	2.0	4.0	
	牛角沱污水处理厂继续运行	0.5	0.5	0.6
江	西南制药一厂削减BOD ₅	3.7t/d	4.5t/d	4.5t/d
	重点工业污染源削减BOD ₅	达标排放	达标排放	达标排放
长	桃花溪污水处理厂处理本区污水		5.0	7.0
	重点工业污染源削减BOD ₅	达标排放	达标排放	达标排放

表 2 C₃ 方 案 内 容

江	工 程 措 施	1989年规模(万m ³ /d)	2000年规模(万m ³ /d)	2000年规划水平规模(万m ³ /d)
嘉	双碑污水调往杨公桥建污水处理厂			10.0
	杨公桥建污水处理厂处理本区污水		5.0	
	唐家桥建污水处理厂	2.0	4.0	6.0
	化龙桥建污水处理厂		1.0	
陵	高家花园水厂、汉渝路水厂取水口 移往江心			
	牛角沱污水处理厂继续运行	0.5	0.5	0.6
江	西南制药一厂削减BOD ₅	3.7t/d	4.5t/d	4.5t/d
	重点工业污染源废水削减BOD ₅	达标排放	达标排放	达标排放
长	桃花溪污水处理厂处理本区污水		5.0	7.0
	重点工业污染源削减BOD ₅	达标排放	达标排放	达标排放

表 3 B₄ 方 案 内 容

江	工 程 措 施	1989年规模(万m ³ /d)	2000年规模(万m ³ /d)	2000年规划水平规模(万m ³ /d)
嘉	杨公桥建污水处理厂处理本区污水		5.0	7.5
	唐家桥建污水处理厂	2.0	6.0	6.0
	化龙桥建污水厂处理本区污水			3.5
陵	牛角沱污水处理厂继续运行	0.5	0.5	0.6
	高家花园水厂、汉渝路水厂取水口移向江心			
江	西南制药一厂削减BOD ₅	3.7t/d	4.5t/d	4.5t/d
	重点工业污染源削减BOD ₅	达标排放	达标排放	达标排放
长	桃花溪污水处理厂处理本区污水		5.0	7.0
	重点工业污染源削减BOD ₅	达标排放	达标排放	达标排放

厂生产用水,具体的构想是将现有城区公用自来水厂65万t/d的供水连同自备水厂供生活用水50万t/d改由嘉陵江上游的梁沱水厂(北岸)井口水厂(嘉陵江南岸)和长江上游

的道角水厂(南岸)和丰收坝水厂(北岸)供水。城市污水和重点工业污染源废水排放维持自然状态。

这个方案实际上是一个解决饮用水安全

表 4 C₀ 方 案 内 容

江	工 程 措 施	1969年规模(万m ³ /d)	2000年规模(万m ³ /d)	2000年规划水平规模(万m ³ /d)
嘉 陵 江	杨公桥污水处理厂处理本区污水	2.5	7.5	7.5
	杨公桥污水厂出口移向高家花园水厂下游			
	汉渝路水厂取水口移向江心			
	化龙桥建污水处理厂			3.5
	唐家桥污水处理厂	2.0	4.0	6.0
	牛角沱污水处理厂	0.5	0.5	0.6
江	西南制药一厂削减BOD ₅	3.7t/d	4.5t/d	4.5t/d
	重点工业污染源废水削减BOD ₅	达标排放	达标排放	达标排放
长 江	桃花溪污水处理厂处理本区污水		5.0	7.0
江	重点工业污染源废水削减BOD ₅	达标排放	达标排放	达标排放

的权宜之计,不管城区污水治理,而只管饮用水水质就行。这样作两江城区段水质仍然得不到改善。况且,城区上游水质相对城区来讲污染较轻,这只是一个相对概念。如果上游水质随经济增长污染加重了,还得花钱建污水处理厂。同时,水厂或取水口往城区上游移动,必须新设输水管道,所需费用估计是最高的。

4.2 长江、嘉陵江重庆城区段石油类、酚污染负荷的控制方案

长江、嘉陵江重庆城区段的石油类、酚污染主要是由工业废水引起的,因此,抓好含油、含酚废水的治理即可解决污染问题。从污染源的调查分析可知,嘉陵江的排油污染源有:重庆特殊钢厂、重庆汽车发动机厂、红岩玻璃厂、重庆农药厂、重庆油脂化学厂、重庆洗涤剂厂、重钢三厂等。长江的排油污染源有:重钢型钢厂、重钢焦化厂、重庆矿山机器厂、重庆油漆厂、重庆木材加工厂、重庆重型铸锻厂、重庆柴油机厂等。长江的排酚污染源主要有:重庆有机化工厂、重钢焦化厂、重庆染料厂等。对于他们排放的废水,目前有部分厂矿已在抓紧治理,还要继续努力,没有治理设施的要抓紧构筑。本规划根据水质目标要求,先按废水达标要求削减,但由于背景高,水质不满足要求,为此则要求企业进一步削减。油污染源不仅有工厂,同时还有流动的船舶,严禁将高浓

度的洗舱水直接排入江中。只要含油、含酚废水得到了治理,水质目标是可以实现的。

4.3 两江城区段BOD₅、COD_{Cr}、NH₃-N油类、酚有机污染控制方案中污染物削减量和允许排放量安排(略)

5 两江城区段各个水污染控制方案经费估算和效益分析

5.1 污染控制规划方案经费估算依据

上节所叙的A、B、C(C₁、C₂、C₃、C₄、C₅)、D各方案的经费的估算原则以及计算方法详见本专辑费用估算篇。

5.2 两江城区段水污染控制规划方案经费估算结果(见本专辑63页表3)

在表中,A、D方案不包括工业污染源的治理费用,B、C₁₋₅方案均含工业废水治理的基建、运行费用。应当说明,A、D两方案均需中途泵站抽升,所以,实际上是需要运行费的,因本规划是粗略的,无法计算较确切的运行费,因此表中暂缺,但并不意味着实施此方案时不需运行费。

5.3 两江重庆城区段水污染控制推荐方案

方案推荐原则:(1)方案实施后要满足水质目标要求;(2)方案的经费要少;(3)工程实施的可能性。

在四类八个水污染控制方案中A、B方案是完全可以满足水质目标要求的。D方案实际上只解决饮用水卫生安全,它并不减少

污染物的排放。 C_{1-5} 方案如果实施后,水质是可以保证的。

由各方案的经费估算看出,基建经费的大小顺序为:

$$C_1 \approx C_2 \approx C_3 \approx C_4 \approx C_5 < D < B < A$$

方案运行费用的大小顺序为:

$$C_1 \approx C_2 \approx C_3 \approx C_4 \approx C_5 < B$$

经过比较, C_{1-5} 方案的基建费、运行费都比较接近,比A、B、D方案少,因此,从造价这个角度, C_{1-5} 方案是比较好的。

从方案的可行性看, C_5 方案要修建杨公桥污水厂($7.5 \text{ m}^3/\text{d}$),化龙桥污水厂($3.5 \text{ m}^3/\text{d}$),唐家桥污水厂($6 \text{ m}^3/\text{d}$),以及桃花溪污水厂($7 \text{ m}^3/\text{d}$),将公桥杨污水厂出水口移到高家花园水厂下游,把汉渝路水厂取水口向江心移动,仅涉及忠恕沱一处调水处理问题,这些措施工程上都不存在大的困难,四个污水处理厂都预留有位置,市规划部门也有此打算,汉渝路水厂目前靠趸船取水,取水安全性较差,市自来水公司准备在近些年内把活动式的趸船取水改为泵房固定式取水,因此,该厂取水口外移是能够实现的。

C_2 方案也是建四个污水处理厂,只是把化龙桥污水厂改为双碑污水厂,这个方案不涉及水厂取水口外移,同样是把忠恕沱污水转输到唐家桥合并处理,从施工方面看转输污水是可行的,但双碑有无场地建污水厂有待考察,它比 C_1 、 C_3 、 C_4 方案实现的可行性较大。 C_1 方案涉及杨公桥、忠恕沱两处调水处理问题, C_3 、 C_4 方案不仅涉及调水处理,同时还要求水厂取水口外移,工程可行性都比 C_5 、 C_2 方案小得多。

经过水质、方案经费、以及工程可行性三个方面比较,本研究推荐 C_5 为优先考虑方案,其次是 C_2 方案。

5.4 两江重庆城区段水污染控制规划推荐方案的效益分析

推荐方案 C_5 实施后可以取得如下效益:

(1) 确保两江城区段沿江各自来水厂取

水口水质不超过水质目标。

(2) 部分污水经过处理排放后,可改善江水景观。

(3) 推荐的 C_5 方案与其它方案相比可节省经费。

(4) 推荐方案要求重点工业污染源废水到2000年做到达标排放,同时对新建、扩建、改建的工程项目要认真执行“三同时”,新增污染负荷的80%通过“三同时”消化,允许有20%的新增污染负荷排江,在此条件下,重点工业污染源约再投资1亿,每年投入运行费约2000万元,即可取得工业产值年增长7.6%的经济效益,做到经济效益、社会效益、环境效益的统一。

6 几点建议

6.1 加强全流域的统一水质规划

一条河流是一个统一的整体,单纯从某一局部出发是很难达到良好效果的。对于两江重庆段水质而言,有些污染物,例如大肠菌群、石油类、汞等,上游入境水质便已超标,本江段只可利用衰减容量,这不仅不合理,实际也办不到。因此应重视全流域的统一规划和管理,在这一方面,英国泰晤士河水务管理局的经验或许是可供借鉴的。

6.2 两江重庆干流段的水污染控制应充分重视次级河流污染的控制

本规划对两江重庆干流段采用一维水质模型进行模拟,计算了干流的污染负荷、环境容量和污染物削减分配。模拟时发现,次级河流的污染负荷对干流水质影响很大,次级河流的有机污染负荷为城区的2.96倍,因此,必须重视次级河流的水污染控制规划,以便保证两江重庆江段,特别是城区江段的水质。

6.3 两江重庆城区段的水污染控制必须充分重视城市污水的治理

对于两江重庆城区段的有机污染,本研究指出,为保证城区所有取水点达到饮用水水质标准,即使工业废水全部达标排放,也

需要对城市污水进行处理。

由此可以看出,要改善两江城区段水质,城市污水进行二级处理是防治两江城区段水质污染的关键,势在必行。

6.4 应严格控制在两江重庆城区段上游新建或扩建排污量大的工业企业

两江重庆城区段已存在不连续的 BOD_5 、 NH_3-N 、油、酚等污染带,预测2000年,污染带将加宽加长,局部河段污染可能连成片,嘉陵江污染带重于长江。从水环境容量研究得出,两江重庆城区段上游的剩余容量已经不多,实际上已不能再建排污量大的工业企业。但城区段下游(寸滩以下),水环境容量富余较多。因此,重庆市的工业建设和城市发展采取“北移东下”的方针是完全正确的。

6.5 需要继续研究的问题

(1) 三峡工程兴建对重庆水环境影响

本规划时限原定为2000年,但目前三峡工程兴建在即,三峡水库修成后重庆将成为库尾区,水文条件将有很大变化。本成果只在2000年前对重庆的水污染控制有一定的指导作用。三峡工程的兴建对重庆水环境影响

及对策还必须立题予以深入研究。

(2) 两江重庆段次级河流的污染控制规划研究

次级河流对于长江和嘉陵江而言是一个子系统。在本规划中,只是按一维模型对次级河流口水质进行了限定。为了保证本规划的实施,必须对次级河流逐条进行水污染控制规划,以满足本规划提出的水质限定目标要求。

(3) 面污染源的控制研究

城市地表降水迳流污染负荷、农田迳流污染负荷都是江河水质污染的面污染源,其排污规律与控制措施,过去研究甚少,人们认识不深。本次研究中限于人力、时间和经费关系也没有深入研究,今后如有可能应加强研究,以便控制。

7 参 考 文 献

- 1 夏青等. 水环境综合整治规划. 北京: 海洋出版社, 1989
- 2 方永绥编. 系统工程基础. 上海: 上海科学出版社, 1980
- 3 王华东等. 环境规划方法与实例. 北京: 化学工业出版社, 1988

WATER POLLUTION CONTROL PLANNING OF YONGTZE RIVER AND JIALING RIVER IN CHONGQING

Xing Zhiguo Long Tengrei Jiang Niang wei Zhong Chenghua Wang Pu
(Chongqing Environmental Science Institute) (Chongqing Architecture University)

Abstract According to the water quality assessment and forecast, the Combination Planning method was adopted to determinate the comprehensive pollution control planning programmes, the economic and technological feasibility were compared, the priority of these programmes then was fixed. The linear program was used to determinate the sites and scales of urban sewage treatment plants, which should be built in certain planning level year, with the consideration of industrial pollution control.

Key words Water pollution control Planning Urban sewage Industrial waste water