

湘江衡阳市段纳污能力及总量控制分析

赵寿云

(湖南省水文水资源勘测局 湖南 长沙 410007)

摘要 针对湘江衡阳市段水质状况,分析了 2000 年衡阳市污染物排放情况,指出主要污染物为 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、COD、总镉、汞、总砷、挥发酚等。根据该河段各水域功能区水质管理目标,由设计流量及有关参数计算出水体纳污能力,提出了湘江衡阳市段各功能区 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、COD 总量控制方案,为水资源保护与管理提供依据。

关键词 水环境 纳污能力 污染控制 湘江 衡阳市

中图分类号 X32.012 文献标识码 A 文章编号 1004-693X(2004)03-0023-03

湘江是长江七大支流之一,也是洞庭湖水系最大的河流。它源于广西灵川县,于广西东安县进入湖南省,纵贯于南岭山地向洞庭湖平原过渡的山丘盆地之间,沿途接纳各支流后,流经永州、衡阳、株洲、湘潭、长沙等市,在湘阴县濠河口分两支注入洞庭湖。湘江全长 856 km,流域面积 94 660 km^2 (在湖南省境内长 670 km,流域面积为 85 383 km^2),河流平均坡降为 0.0134%。

衡阳市地处湘江中游,是一座集冶金、机械、化工、建材、轻纺等众多行业的工业城市,市区面积 378 km^2 ,人口 78.43 万。流经市内的湘江是市区主要饮用水水源地,两岸有黄茶岭、演武坪、江东、城北等水厂,均集中在东洲岛—蒸水口河段。该水源区位于市中心,人口密度大,工业废水和生活污水的污染问题比较突出。因此有必要根据水功能区划和水质管理目标,计算水体纳污能力,提出各功能区的污染总量控制方案,为该水域水资源保护和管理提供依据。

1 水环境现状及水功能区划分

1.1 污染源概况

2000 年衡阳市工业废水排放总量 11 831.79 万 t,占湖南省工业废水排放总量的 9.02%。主要污染物为 Hg、Cd、 Cr^{6+} 、挥发酚、氰化物、石油类、COD、S 等。衡阳市工业废水排放量最大的行业是有色金属矿采选业,为 1 724.2 万 t,其次是化学工业,为 1 063.2 万 t。2000 年衡阳市生活污水排放量为 10 578 万 t,占全省总量的 10.7%,位居全省第二。生活污水中 COD 排放量为 3.93 万 t,占全省 COD 排

放量的 11.1%。生活污水中的主要污染物为 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 BOD_5 和致病细菌。

1.2 水环境现状

衡阳市是湖南省工业较发达的地区,湘江衡阳市段干、支流水质污染较严重。干流 6 个水质监测断面中有 5 个断面出现超标,分别为松柏、文昌、东洲岛、衡阳、大浦断面。主要污染物为 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、COD、总镉、Hg、总砷、挥发酚等。支流蒸水污染严重,未水也有不同程度的污染,主要污染物为 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、COD、挥发酚和 Hg 等。

2000 年湘江干流归阳断面汛期、非汛期、全年水质均为Ⅲ类,松柏断面汛期水质为Ⅲ类,非汛期水质劣于Ⅴ类,总砷超标 1.3 倍, Hg 超标 1.0 倍,全年水质为Ⅳ类,总砷超标 40%, Hg 超标 60%;文昌断面汛期水质为Ⅲ类,非汛期水质为Ⅳ类,总砷超标 10%,全年水质达Ⅲ类;东洲岛断面全年、汛期水质均为Ⅲ类,非汛期水质为Ⅳ类, Hg 超标 20%, Cd 超标 30%;衡阳水文站断面全年水质为Ⅲ类,汛期水质为Ⅳ类, $\text{NH}_3\text{-N}$ 超标 60%, COD 超标 10%,非汛期水质为Ⅳ类, Cd 超标 10%;大浦断面汛期水质为Ⅲ类,非汛期水质为Ⅴ类,总镉超标 20%,挥发酚超标 40%,全年水质为Ⅲ类。

1.3 湘江衡阳市段水功能区划分

湘江衡阳市段起于衡阳市衡南县车江镇文昌,止于衡阳市站门前,全长 45.5 km。按照《全国水功能区划技术大纲》,根据水资源可再生能力和自然环境的可承受能力,以及统筹兼顾、重点突出、便于管理、使用可行、水质水量并重等原则,考虑衡阳市区域的社会发展、水资源综合利用现状与规划以及各

行各业规划的协调 结合全流域的情况 从宏观上进行湘江衡阳市段水域功能划分。一级区划为湘江衡阳开发利用区 二级区划共划分为 3 个功能区 分别是 ①湘江衡阳城南区生活、工业用水区 起于衡阳市衡南县车江镇文昌 止于衡阳市蒸水入湘江口 全长 22.5 km ②湘江衡阳合江套排污控制区 起于衡阳市蒸水入湘江口 止于耒河口 全长 2.6 km ③湘江衡阳耒河口—站门前过渡区 起于衡阳市耒河口 止于站门前 全长 20.4 km。二级功能区的第一功能为主导功能。湘江衡阳市段开发利用区功能区划分布见图 1^①。

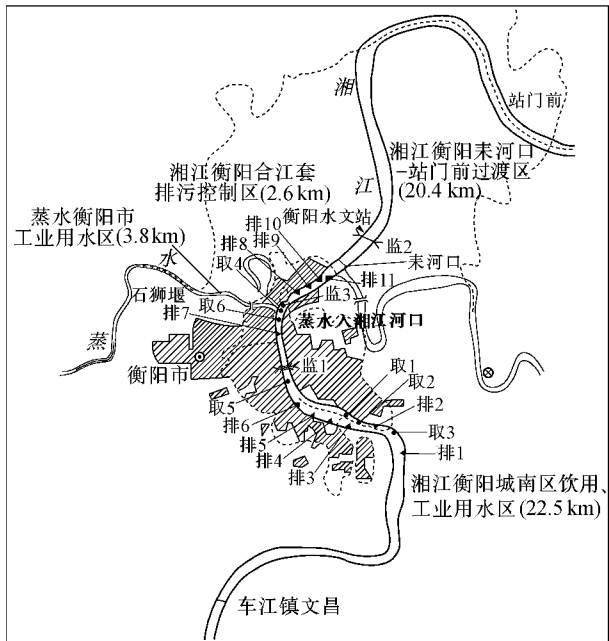


图 1 湘江衡阳市段开发利用区功能区划分布

2 水体纳污能力计算

水体纳污能力是指在水体使用功能不受破坏的条件下 水体所能容纳的污染物质数量 即水体在满足区域环境水质目标的前提下 在单位时间里所能承受的污染物总量 是表示自然净化作用和同化作用的界限值 与区域水质目标、设计水文条件、背景值有关。本文就湘江衡阳市段 COD、NH₃-N 的纳污能力进行计算分析 并提出污染控制方案。

2.1 模型的选择

河道纳污能力计算采用一维河流水质模型 计算时 将排污口在功能区内的分布加以概化后进行计算 认为河段内的多个排污口集中于河段中点处 据此概化推算纳污能力 计算公式^[1]为：

$$W = (C_s - C_0 e^{-\frac{KL}{v}}) e^{\frac{KL}{v}} Q_p \quad (1)$$

式中： W 为纳污能力 t/a ； C_s 为功能区下断面(或控制代表断面)质量浓度 mg/L ； C_0 为功能区上断面质量浓度 mg/L ； K 为综合自净系数 d^{-1} ； L 为功能区河段长度 m ； v 为功能区河段平均设计流速 m/s ； Q_p 为功能区设计流量 m^3/s_0 。

2.2 参数的确定

2.2.1 断面设计流量 Q_p

有长系列资料时 选用频率 P 为 90% 的最枯月平均流量 无长系列资料时 采用近十年系列资料中出现的最小月平均流量作为设计流量。经分析计算 湘江蒸水口上游断面、耒水口上游断面、衡阳站门前断面设计流量分别为 136.00、225.00、232.00 m^3/s_0 。

2.2.2 断面设计流速 v

衡阳水文站水文基本断面设计流速 如具有大断面实测资料 则采用公式 $v = Q_p/A$ 计算 式中 A 为横断面面积 m^2 。无大断面资料时 采用经验公式 $v = \alpha Q_p^\beta$ 计算 式中 α 、 β 由 2000 年衡阳水文站枯水期实测资料率定 流速-流量相关关系曲线见图 2， $\alpha = 0.0006$ ， $\beta = 0.8731$ 。

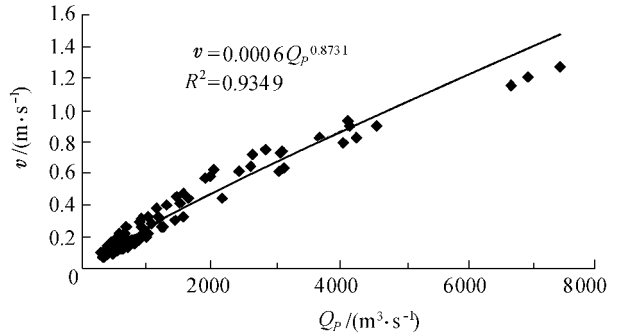


图 2 衡阳水文站 2000 年枯水期流速-流量相关关系曲线

2.2.3 综合自净系数 K

综合自净系数采用下列公式计算^[2]：

$$K = \frac{v}{x} \ln \frac{C_A}{C_B} \quad (2)$$

式中： C_A 、 C_B 分别为上、下断面污染物质量浓度 mg/L ； x 为上、下断面间的距离 m_0 。

采用 1996 ~ 2000 年湘江衡阳段多个断面的水质、水文资料 运用上述公式确定 K 值。湘江衡阳文昌—蒸水入湘江口、蒸水入湘江口—耒河口、耒河口—站门前断面 COD 的综合自净系数分别为 0.14、0.10、0.12 d^{-1} ，NH₃-N 的综合自净系数分别为 0.43、0.37、0.41 d^{-1} 。

2.2.4 水质目标与控制参数

为满足各功能区的水质控制目标 在功能区类

① 湖南省水利厅. 湖南省水功能区划报告. 2000 年.

表 1 湘江衡阳市段各功能区的最大纳污能力、控制排放量和削减量

功 能 区	最大允许纳污量/(t·a ⁻¹)		现状排放量/(t·a ⁻¹)		控制排放量/(t·a ⁻¹)		削减量/(t·a ⁻¹)	
	COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N
衡阳城南区饮用、工业用水区	13 114	3 694	17 690	1 900	13 114	1 900	4 576	0
合江套排污控制区	16 750	1 548	18 560	1 750	16 750	1 548	1 810	202
衡阳耒河口—站门前过渡区	4 767	1 194	1 960	440	1 960	440	0	0

别相应的取值范围内 综合考虑与其相邻的上、下游功能区的相互关系 原则上不低于现状水质 ①各河段内的 C_0 值采用上一个功能区的控制目标 C_s 值 ; ②各功能区的 C_s 值 ,既要满足各功能区的水质要求 ,又要充分考虑该功能区的实际排污情况 ,所以 ,必须确定适当的水质控制目标值 C_s 。

2.2.5 水体纳污能力

运用上述方法和确定的参数 ,计算出湘江衡阳市段各功能区水体 COD 的最大允许纳污能力分别为 13 114 ,16 750 ,4 767 t/a ,NH₃-N 的最大允许纳污能力分别为 3 694 ,1 548 ,1 194 t/a。

3 污染物总量控制方案

3.1 现状排放量的确定

根据 NH₃-N ,COD 排放量计算 2000 年每一功能区内入河排污口和支流口所汇集的各污染源现状排放量之和 ,即为该功能区的现状排放量。

3.2 污染物控制排放量

湘江衡阳城南区生活、工业用水区的 COD 的最大允许纳污量小于现状排放量 ,以最大允许纳污量控制 ,削减量为 4 576 t/a ;NH₃-N 的最大允许纳污量大于现状排放量 ,以现状控制 ,削减量为 0。

湘江合江套排污控制区的 COD 的最大允许纳污量为 16 750 t/a ,小于现状排放量 18 560 t/a ,以最大允许纳污量控制 ,削减量为 1 810 t/a ;NH₃-N 的最大允许纳污量为 1 548 t/a ,大于现状排放量 1 750 t/a ,以最大允许纳污量控制 ,削减量为 202 t/a。

湘江衡阳耒河口—站门前过渡区的 COD ,NH₃-N 的最大允许纳污量均大于其现状排放量 ,以现状控制 ,削减量均为 0。湘江衡阳段各功能区最大纳污量、控制排放量、削减量列于表 1。

4 结 语

湘江衡阳市段 NH₃-N ,COD 的主要来源是衡阳市市区生活污水和工业废水。根据污染物总量控制方案 ,COD ,NH₃-N 的削减量分别为 6 386 ,202 t/a ,因此必须加大对 COD ,NH₃-N 等有机物的控制、处理力度 ,才能达到控制目标。应根据水资源保护法规 ,依法治水 ,建立统一、高效、协调的水资源保护管理体制

制 ,加强流域水资源管理 ,加强入河排污口设置的管理 ,结合水域功能 ,逐步开展对排污口设置的审批工作 ,加强水资源保护的舆论宣传和监督 ,注重水资源保护与管理的科学研究 ,努力实现水资源可持续利用 ,支持经济社会的可持续发展。

参考文献 :

[1] 方子云 . 水资源保护手册 [M] . 南京 : 河海大学出版社 , 1988 .
[2] 朱党生 , 王超 , 程晓兵 . 水资源保护规划理论及技术 [M] . 北京 : 中国水利水电出版社 , 2001 .
(收稿日期 2003 - 07 - 21 编辑 徐 娟)

(上接第 4 页)

如水力参数——流速与流量的关系和水深与流量关系、污染物扩散参数——纵向弥散系数以及污染物降解参数——COD_{Mn} ,BOD₅ 衰减系数 ,可进一步根据城市的环境规划进行水环境预测分析 ,为选择污染物削减和污染控制方案提供科学的依据。

参考文献 :

[1] 程声通 , 陈毓龄 . 环境系统分析 [M] . 北京 : 高等教育出版社 , 1990 . 74 ~ 77 .
[2] 付国伟 . 河流水质数学模型及其模拟计算 [M] . 北京 : 中国环境科学出版社 , 1987 . 174 ~ 180 .
[3] 陈肇和 , 孙颖 , 李志 , 等 . 河流及水库水质模型与通用软件综述 [J] . 水资源保护 , 2001 (2) : 7 ~ 11 .
[4] 李本纲 , 陶澍 , 曹军 . 水环境模型与水环境模型库管理 [J] . 水科学进展 , 2002 , 13 (1) : 14 ~ 20 .
[5] 洪继华 . QUAL2E 模型在中小河流研究中应用 [J] . 环境科学与技术 , 1998 (2) : 5 ~ 7 .
[6] Brown L C , Barnwell T O J . The enhanced stream water quality models QUAL2E and QUAL2E-UNCAS : Documentation and user manual , EPA-600/3-87/007 [R] . Athens : U S Environmental Protection Agency , 1987 .
[7] U S EPA . QUAL2E windows interface user ' s guide , EPA/823/B/95/003 [R] . 1995 .
(收稿日期 2003 - 12 - 15 编辑 胡新宇)