

汉江上游重点保护水源污染控制方案研究

刘大银¹ 汪 瀚¹ 蒋 艳² 王大定³ 戴军发³

(1. 黄石高等专科学校环境工程研究所, 黄石 435003; 2. 华中理工大学系统工程研究所, 武汉 430074; 3. 十堰市环境科学研究所, 十堰 442000)

摘要: 汉江上游是我国“十五”水环境规划的重点区域之一, 丹江口水库是具有战略意义的重点保护水源, 汉江干流和丹江库区现状水质已达Ⅱ类标准, 但因为支流污染严重而形成巨大威胁, 主要污染物 COD 在“十五”有超标趋势, COD 来源以生活源为主, 占 77.2%; 工业源中制浆造纸业为主要污染行业, COD 排量占 38.29%。列出了以城镇污水处理厂建设为主体的含 A、B、C 三种工程项目类型的污染控制方案, 实施 A 类项目需投资 27 500 万元, 可使汉江上游 COD 在 2005 年降至 32 682.25 t, 低于基准年 1998 年的排放水平, 落在省下达的目标总量控制范围内, 保证干流和丹江库区保持Ⅱ类水质; 接踵实施 B、C 类项目, 可保证其水质稳定达标, 并使支流水质得到明显改善。

关键词: 水污染控制; 化学需氧量(COD); 工程方案; 汉江上游; 丹江口水库。

中图分类号: X524 文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2000)05-0487-05

作者简介: 刘大银, 男, 教授, 1943 年生, 1966 年毕业于华中师范学院化学系, 现主要从事环境工程的教学与科研。

汉江又称汉水, 发源于陕西省西南部, 流经陕南、河南南阳西部及湖北西北部和中部, 在武汉市汇入长江, 流域面积 $15 \times 10^4 \text{ km}^2$, 是湖北省仅次于长江的重要水资源。汉江上游的绝大部分区域辖于湖北省十堰市, 其干流自郧西县兰滩口入境, 流经郧西县、郧县、丹江口市, 流程 216 km, 由丹江口市三官殿镇出境, 进入襄樊市谷城县, 成为汉江中游。汉江上游重要支流有天河、堵河、神定河、泗水河、官山河、剑河、浪河和南河, 流域范围涉及十堰市全境。

汉江上游干流的丹江口水库平均汇水量达 $262 \times 10^8 \text{ m}^3$, 是我国南水北调方案的中线水源; 十堰市是著名的“汽车城”, 已被国家划入西部大开发范围; 汉江上游的水源保护及污染控制, 直接关系到十堰、襄樊、武汉等重要城市的经济发展、人民生活 and 生态环境, 具有十分重要的战略地位, 因而已成为我国“十五”流域水污染防治规划和湖北省“十五”环境规划的重点之一。

1 汉江上游水环境功能区划及重点保护对象识别

1.1 汉江上游水环境功能区划

汉江上游水系水库分布见图 1。汉江上游水环境功能区划及控制断面设置见表 1。表 1 中控制断面除注明“省控”为湖北省控制断面外, 其他均为十堰市控制断面。

1.2 汉江上游水环境重点保护对象识别

从图 1 和表 1 可见, 丹江口水库位于汉江干流, 汇水量大, 是我国南水北调的中线水源, 又设有大型水利枢纽设施, 水质功能要求高(地表水环境质量标准Ⅱ类), 很显然是重点保护水源。其次是位于堵河流域的十堰市的饮用水源黄龙滩水库, 汇水量 $60.6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 水质功能亦要求达Ⅱ类标准。

2 汉江上游水质状况及污染特点

2.1 十堰城区支流水质污染

汉江干流水质较好, 丹江口水库现水质已达Ⅱ

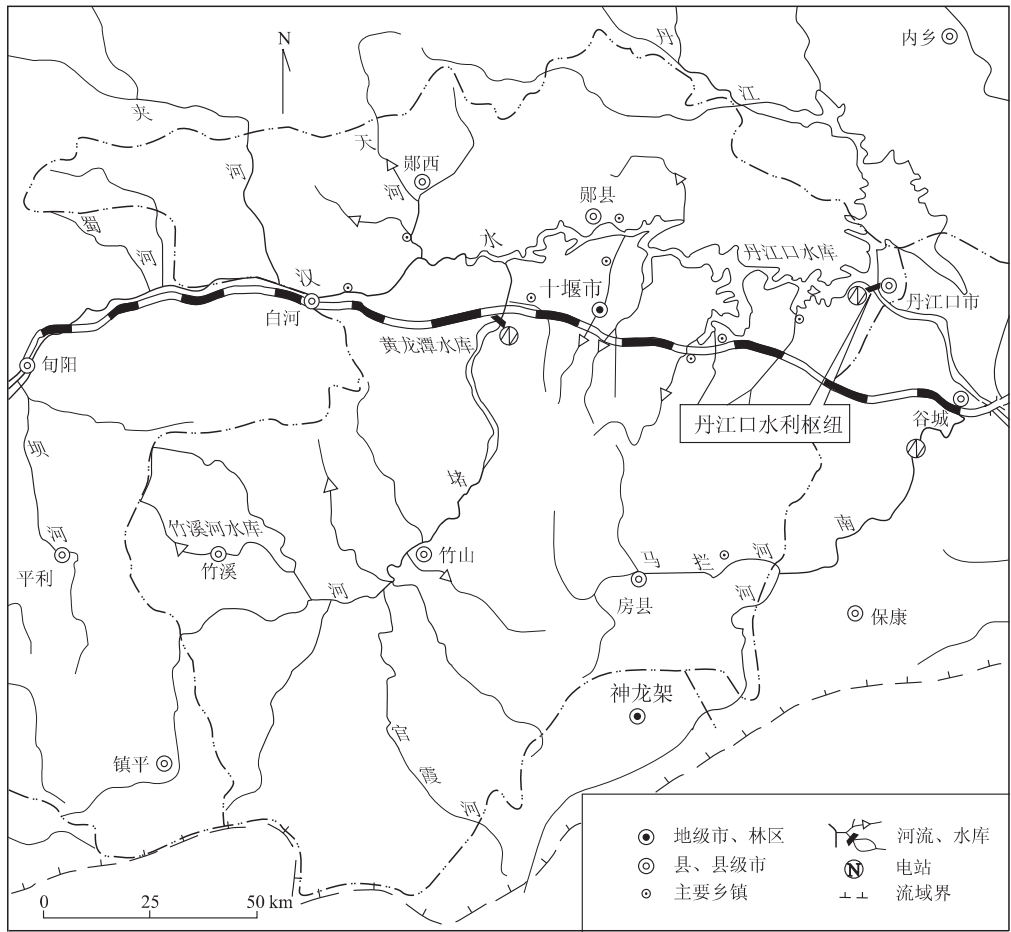


图 1 汉江上游水系水库分布

Fig. 1 Location of fluvial system and reservoir of upstream of Hanjiang River

类标准^①, 黄龙滩水库水质基本达 II 类标准。但流经十堰城区的神定河、马家河、茅塔河污染严重, 污染的主要因子为化学需氧量(COD), 超过了地表水环境质量标准 V 类; 而且, 这三条河都直接流向丹江口水库, 给这一重点保护水源构成严重威胁。1998 年(规划基准年)十堰市 COD 排放总量为 36 784.33 t, 排向丹江口水库(含郧县排放源)的就达 17 873.38 t, 占 48.59%。其中来自十堰城区的量为 14 042.28 t, 占全市 COD 总量的 38.17%, 占入库 COD 总量的 78.57%。

2.2 生活源 COD

1998 年十堰市排放废水 $11\,929.10 \times 10^4 \text{ m}^3$, 其中生活污水 $7\,988.38 \times 10^4 \text{ m}^3$, 占 66.9%; 全年排放 COD 36 784.33 t, 其中生活源排放 27 652.64 t, 占 77.2%。

2.3 工业源 COD

1998 年十堰市工业源 COD 排放量为 9 131.69 t, 其中制浆造纸业达 3 496.25 t, 占 38.29%, 为主要排放行业。

3 汉江上游“十五”期间污染趋势预测

3.1 汉江上游 COD 排放量预测

COD 排放量预测及与 1998 年排放量的对比见表 2。2000 年生活源 COD 占 COD 排放总量的 80.4%, 2005 年生活源 COD 占 COD 排放总量的 70.6%。

3.2 丹江口水库及汉江干流水质预测

根据 2000 年和 2005 年的 COD 排放源强选择非持久性污染物湖(库)、河流模型, 进行有关断面的输入—响应计算表明, 如无有效的污染控制措施, 重点保护水源丹江口水库及汉江上游干流将达不到 II 类水

①十堰市环境保护局. 十堰市环境保护“十五”规划和 2015 年远景目标. 2000.

表 1 汉江上游水环境功能区划及控制断面设置

Table 1 Fraction zoning and control section setting in upstream of Hanjiang River

河流	河段或水库	环境功能	水质目标	控制断面	排污城镇
汉江干流	羊尾—杨溪	工农业、渔业	Ⅲ	羊尾(省控、入境)	
汉江干流	丹江口水库	饮用、渔业	Ⅱ	杨溪(省控)	郧县城关、柳坡镇
汉江干流	丹江大坝—三官殿	工农业、景观	Ⅲ	三官殿(省控、出境)	丹江口城区、三官殿
天河		工农业	Ⅲ	老虎洞	郧西县城关、观音镇、洞池镇
堵河	柿湾—叶大	工农业、渔业	Ⅲ	沙沟(省控)	竹山城关
堵河	黄龙滩水库	饮用	Ⅱ		
堵河	黄龙一方滩	工农业、渔业	Ⅲ		
神定河		农业、景观	V	八亩地	十堰城区中片
掇河		农业、景观	Ⅳ	车湾桥	十堰城区西片
泗水河		农业、景观	Ⅳ	徐家棚、白浪堂	十堰城区东片
官山河		农业、景观	Ⅳ	白庙一村	丹江六里坪镇
剑河		农业、景观	Ⅳ	石家庄桥	丹江武当山镇
浪河		农业、景观	Ⅳ	代湾大桥	丹江浪河镇
马拦河		工农业、娱乐	Ⅲ	六里峡	房县城关、青峰镇
竹溪河		工农业	Ⅳ	延坝	竹溪城关、中峰镇

表 2 汉江上游 2000 年和 2005 年 COD 预测排放量

Table 2 Forecasted discharge of COD in 2000 and 2005 in upstream of Hanjiang River t/a

行政区域	1998 年排放量	2000 年预测量	2005 年预测量
十堰城区	14 042.28	14 322.98	16 582.78
郧西县	2 093.70	2 442.00	2 446.60
郧县	3 831.10	4 530.70	5 418.70
丹江口市	8 711.67	10 755.79	10 220.79
竹山县	2 347.30	2 699.30	2 770.30
竹溪县	1 802.28	2 159.88	2 170.88
房县	3 956.00	2 768.50	3 612.20
合计	36 784.33	39 679.15	43 222.25

质标准,各支流水质将进一步恶化。

4 汉江上游水污染控制方案和效益分析

4.1 汉江上游水污染控制方案

汉江上游水污染控制工程方案设计见表 3。

4.2 效益分析

4.2.1 控制方案的总体效益分析 汉江上游水污染控制工程分 A、B、C 三类项目。A 类项目是对排入丹江口水库生活污水进行处理、排库工业污染 COD 进行控制的重点项目;B 类项目是对排入丹江口水库下游和堵河的污水进行控制的推荐项目;C 类为备选项目。三类项目共需投资 45 700 万元,可削减 COD 共 19 170 t/a,占 2005 年预计排放量 43 222.25 t 的 44.35%。削减后 2005 年十堰全市 COD 排放量可降到 24 052.25 t,只为 1998 年全市

排放量的 65.39%,可以有效地保证汉江干流上游及丹江口水库水质稳定地达 II 类标准,并使各支流水质有明显改善。

4.2.2 城镇污水处理效益分析 城镇污水处理项目是整个方案的优先项目,共 6 项工程,总投资 31 000 万元。项目完成后共削减 COD 排放量 16 880 t/a,占 2005 年预计排放量的 39.05%。其中 3 个 A 类项目是对直接排入丹江口水库的城镇污水进行处理,投资共 20 500 万元,项目完成后共削减 COD 9 700 t/a,占 2005 年直接入库 COD(22 001.48 t)的 44.09%。集中式城镇污水处理推荐采用厌氧—好氧活性泥法(A/O 法)工艺^[1],既可较好地降解有机物,又可脱氮。

4.2.3 制浆造纸污染控制项目效益分析 造纸污染控制项目共 4 项,总投资 14 000 万元,项目完成后共削减 COD 1 820 t/a,占 2005 年预计排放量的 4.21%,占制浆造纸业 COD 排放总量(1998 年)的 52.06%。其中 2 个 A 类项目是对直接排入丹江口水库或库区上游的制浆造纸水污染物进行控制,投资共 7 000 万元,项目完成后共削减 COD 840 t/a,占制浆造纸业 COD 排放量(1998 年)的 24.03%。制浆造纸业的水污染控制采用碱回收或简易碱回收,这是一种清洁生产工艺^[2],不仅可以处理黑液,还可回收碱,产生一定的经济效益。碱回收加废水的二级生化处理可使外排废水达排放标准^[3]。

4.2.4 丹江口水库水源保护重点项目效益分析 丹江口水库水源保护重点项目(A 类)均是针对入库污水而设,包括城镇污水处理、制浆造纸厂水污染控

表 3 汉江上游水污染控制工程方案

Table 3 Control engineering schemes of water pollution in upstream of Hanjiang River

项目名称	投资/万元	处理工艺	减少 COD/(t·a ⁻¹)	项目类别
(一)城镇污水处理	共 31 000		共 16 880	
神定河污水处理厂	15 000	A/O 生化法	5 800	A
十堰城区污水处理装置	1 500	埋地式无动力处理装置	2 500	A
郧县污水处理厂	4 000	A/O 生化法	1 400	A
竹山县污水处理厂	3 000	A/O 生化法	1 200	B
房县污水处理厂	3 000	A/O 生化法	1 200	B
各县(市)小区污水处理装置	4 500	埋地式无动力处理装置	4 780	B
(二)制浆造纸污染控制	共 14 000		共 1 820	
郧阳造纸厂	5 000	碱回收, 二级生化	480	A
郧县造纸厂	2 000	简易碱回收, 二级生化	360	A
丹江口造纸厂	5 000	碱回收, 二级生化	620	B
六里坪造纸厂	2 000	简易碱回收, 二级生化	360	B
(三)其他	共 700		共 470	
竹山化工公司工艺技术改造	500	清洁生产措施	350	C
郧西三化厂改造	200	清洁生产措施	120	C

制共 5 项, 总投资共 27 500 万元, 可削减 COD 共 10 540 t/a. 总投资占全方案总投资的比率为 60.18%, 体现了投资向重点保护水源倾斜的原则. 项目完成后削减的 COD 占全方案 COD 削减总量的比率为 54.98%. 即使在 B, C 类项目暂不实施的情况下, 亦可保证丹江口水库和汉江上游干流的水质达 II 类标准. A 类项目可使整个汉江上游 2005 年 COD 排放量下降到 32 682.25 t, 不考虑 B, C 项目减少 COD 的排放量, 也可落实省环保局下达给十堰的 3.5×10^4 t/a (2000 年) 的目标总量控制范围. A 类项目投资, 占十堰市 2005 年预测 GDP 的 0.88%, 是可以承受的.

A 类项目的实施完成, 有一个过渡期, 为确保过渡期丹江口水库和汉江上游干流水质保持 II 类, 需要保证十堰市 COD 排放总量控制在 3.5×10^4 t/a 之内, COD 入库量不超过 1998 年水平. 为达到这个目标, 当务之急是要做好 2000 年工业污染源达标排放工作. 2000 年工业污染源全部达标排放, 十堰市可削减 COD 4 396.4 t, 使 COD 排放总量降至 35 282.75 t, 虽微超总量控制范围, 但低于 1998 年排放量, 基本上可维持丹江口水库和汉江上游干流的 II 类水质. 对 2000 年不能达标排放的工业污染源, 则必须关停.

5 结论

(1) 实施 A 类工程项目, 投资 27 500 万元, 可使

汉江上游(十堰全市)的 COD 排放量限定在省环保局下达的目标总量控制范围, 使丹江口水库和汉江上游干流水质达 II 类标准. 该投资只占 2005 年十堰市预测 GDP 的 0.88%, 可以承受.

(2) 实施 A, B, C 三类工程项目, 投资 45 700 万元, 不仅可使丹江口水库和汉江上游干流水质稳定达 II 类标准, 还可使各支流水质明显改善, 分别达相应环境保护目标.

(3) 在工程项目实施完成前的过渡期间, 为维持丹江口水库和汉江上游干流的 II 类水质, 必须确保 2000 年全部工业污染源达标排放. 不能达标排放的污染企业, 必须停产整顿.

(4) 生活源是汉江上游 COD 的主要来源, 因而生活污水处理项目是优先项目.

(5) 制浆造纸业是 COD 工业源中的主要排放行业, 必须采取碱回收(或简易碱回收)和二级生化处理相结合的污染控制措施方能使其达标排放.

参考文献:

- [1] 张自杰. 环境工程设计手册(水污染防治卷)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1996. 889~890.
- [2] 周思毅, 罗毅. 我国小草浆厂污染治理技术分析和评价[J]. 环境科学研究, 1999, 12(5): 24~26.
- [3] 王师炯, 甘师俊, 李善同, 等. 可持续发展与经济结构[M]. 北京: 科学出版社, 1999. 323.

WATER POLLUTION CONTROL SCHEMES FOR UPSTREAM OF HANJIANG RIVER

Liu Dayin¹ Wang Han¹ Jiang Yan² Wan Dading³ Dai Junfa³

(1. *Environmental Engineering Institute, Huangshi Community College, Huangshi 435003, China*;
2. *System Engineering Institute, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China*;
3. *Environmental Science Research Institute of Shiyang City, Shiyang 442000, China*)

Abstract: The upstream of the Hanjiang River is one of the major areas in water environment program of the national tenth five-year plan. The Danjiangkou dam of strategic significance is a key protected water source. The present water source both in the main stream of the Hanjiang River and in the Danjiangkou dam has reached national grade II water-quality standard. However, this water source is being threatened by the seriously-polluted branch streams whose major pollutant COD may have exceeded the standard in the tenth five-year plan. The COD pollutants are mainly composed of daily life excreta 77.2%. Of the industrial pollution sources, the pulp and papermaking industry is the largest pollution source whose COD excreta reaches 38.29%. In this paper, is listed the pollution control scheme mainly based on the town wastewater treatment plants and composed of A, B and C types of engineer projects. The implementation of type A projects needs 275 000 000 yuan in investment, reducing the COD in the upstream of the Hanjiang River to 32 682.25 t in 2005, lower than the discharge level in the base year of 1998 and within the range of the total discharges specified by the Hubei provincial government. In this way, the water quality both in the main stream of the Hanjiang River and in the Danjiangkou dam is guaranteed to reach grade II national water-quality standard. Then the further implementation of types B and C projects may guarantee the stable high water-quality standard and the conspicuous improvement of the water quality in the branch streams.

Key words: water pollution control; chemical oxygen demand; engineering scheme; upstream of Hanjiang River; Danjiangkou dam.

地表水中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 在武汉东湖水质综合评价中的意义

韩庆之 马盛元 曹李靖 赵冬莉

(中国地质大学工程学院, 武汉 430074)

武汉东湖由称谓的郭郑湖、水果湖、团湖、后湖和喻家湖等组成, 湖泊直线长度为 11.3 km, 最大宽度为 8.1 km, 有大小岬湾 120 多个, 因而岸线全长 111.5 km. 湖的最高允许水位为 21 m, 此时湖水面积约 33 km², 其容积为 $1.24 \times 10^8 \text{ m}^3$.

湖水水位年内变幅不大, 变幅最大 0.89 m, 多年平均仅为 0.6~0.8 m. 一般每年 3 月份以后湖水水位开始上升, 5—8 月份为相对高水位期, 9 月份以后, 水位下降, 9 月—次年 3 月份为相对低水位期.

20 世纪 90 年代东湖局部区域污染已日趋严重. 武汉大学、中国地质大学、华中理工大学、城建学院及关山工业园区等是东湖东南部湖泊水的主要生活、工业和农业污染源. 目前, 东湖的污染主要来自 9 条排污渠(图 1), 这些排污水中生活污染物总量达 12 912.06 t/a^[1], 占入湖污染物总量的 89%, 水中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 质量浓度已越来越高. 按国家环境水标准, 水质评价已从原来的二类水降为三类水^[1].

1 武汉东湖东南部水质特征

武汉东湖东南部指郭郑湖、后湖和团湖部分水域. 为查明水质现状, 1999 年 9 月采取水样, 用 DX-120 离子色谱仪进行了 F^- , Cl^- , Br^- , NO_3^- , HPO_4^{2-} , SO_4^{2-} , Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 等测试, 为了对比, 并同时取长江水(大桥桥头)和区内地下岩溶水进行分析, 其结果如表 1 所示.

从表 1 可见, 东湖水 Cl^- , Na^+ , 耗氧量和 NO_3^- , 这些与生活污水污染有关的离子质量浓度已明显高于地下水. 湖水 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 平均已达 0.79 mg/L. 据 1986—1990 年对东湖水进行的综合评价结果, 东湖水为三类水, 此期间, 营养类污染物对东湖的污染愈益严重, 尤其是氮的污染. 另外, 虽然所取项目均未超过环境水标准, 但是这些能反映东湖水被污染的几个指标 Cl^- , NO_3^- 和耗氧量与 10 年

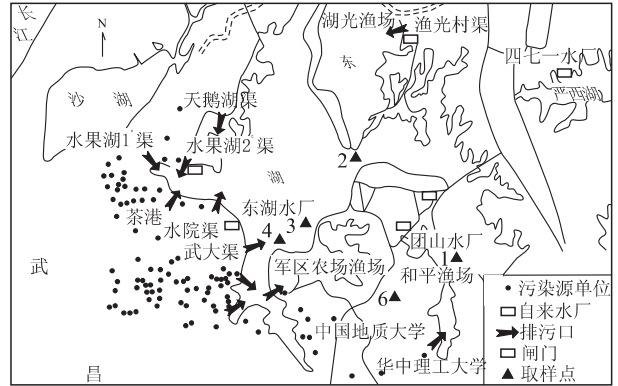


图 1 武汉东湖取样点分布示意

Fig. 1 Distribution map showing sampling points in the East Lake, Wuhan

前相比, 其污染物含量又有相当大的增高. 如 NO_3^- 由 1.59 mg/L 增到 6.30 mg/L. 但总体来看, 在 1990 年以后, 各分析结果平均值, 并没有明显的增高. 这一现象表明: 这些年来, 东湖截污工程的建设使东湖水质有较大改善. 如化学耗氧量已出现好转趋势, 已由 1990 年的平均 5.2 mg/L 降至 1999 年的 2.7 mg/L.

2 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 质量浓度评价环境水综合污染

$\text{NO}_3^- - \text{N}$ 质量浓度的变化可以比较清楚、方便地表示出地下水被综合污染的程度. 东湖水在 1960 年以前水质清洁, 其 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 质量浓度在 0.1 mg/L 以下, 而到 1978 年年平均值已达 0.23 mg/L. 这是由于 1960 年以后, 东湖由天然的敞水湖变为内湖, 湖水中污染物不断增加(表 2). 表 2 还显示, 由于 1990 年以后, 东湖截污治理工程逐渐实施, 东湖水的污染恶化趋势受到了控制. 所以, 到 2000 年为止, 其 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 最高质量浓度基本控制在 1.5 mg/L 以下, 平均为 0.79 mg/L. 从以上实际可见, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 指标作为评价地表水污染程度的综合指标是可行的. 这是因为, NO_3^- 是无机氮组分, 它的产生既有

(下转 521 页)