

文章编号: 1005—0523(2002)03—0001—04

“九曲湖”污染检测与评价

王全金, 唐朝春, 丰桂珍

(华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330013)

摘要:通过对华东交通大学校园内的“九曲湖”污染及污染源监测分析和环境容量评价, 提出“九曲湖”已受到严重污染, 水质属劣 V 类. 生活污水对“九曲湖”的污染已大大超过“九曲湖”的环境容量, 对生活污水的截流是改善湖水水质的关键.

关键词:水污染; 检测; 评价; 环境容量

中图分类号: TU991.21

文献标识码: A

0 前言

华东交通大学坐落于英雄城南昌昌北开发区, 校园占地面积 1800 余亩. 校园内北大门左侧有一湖, 名称“九曲湖”. 近几年, 为响应省委、省政府创建花园城市的号召, 学校开展了大规模的校园整治美化工作, 校园环境日趋优雅. 然而, 经常使我们引以为豪并且给校园增色不少的九曲湖湖水却日益恶化, 湖水混浊晦绿, 夏季和秋季不断散发出恶臭, 水面上经常漂浮着一条条死鱼及各种垃圾漂浮物, 与我们美丽的校园极不相称. 不仅如此, 湖水还在迅速的进一步恶化. “九曲湖”的污染问题直接影响到校园环境和师生的健康, 必须及时加以整治. 欲治理“九曲湖”的污染和改善其水质, 首先则应探明污染的主要原因、污染的主要渠道及污染程度, 为此我们对“九曲湖”污染及污染源进行了检测和评价的研究.

1 湖水环境评价

十年前, “九曲湖”水质尚清澈见底. 近年来, 由于校门口建设了小商品小吃一条街, 使大量含油污水, 染发污水排入“九曲湖”, 湖水水质日益恶化. 要

改善水质, 我们首先应对湖水水质进行监测、分析, 从而确定水质污染状况.

1.1 湖水水质监测

1) “九曲湖”采样点的布置

本课题采样点的布设是根据九曲湖的自然环境状况, 排污口的位置以及实际取样的需要而进行的. 在湖区内共布设 3 个采样点, 即图 1 中的 4#、5#、6# 采样点, 其中 4# 采样点位于荷花塘出水处, 5# 采样点位于 2# 排污口附近, 6# 采样点位于九曲桥处的过渡地带. 这些采样点具有较好的代表性.

监测项目及方法见表 1.

2) 水质监测结果

表 1 污染源水质监测及方法

序号	项目	监测项目	监测方法
1		pH 值	玻璃电极法
2		化学需氧量(COD)	重铬酸钾法(COD _{cr})
3		生化需氧量(BOD)	20℃ 5 日经典法(BOD ₅)
4		溶解氧(DO)	碘量法
5		总磷(TP)	钼锑抗分光光度法
6		总氮(TN)	凯氏法
7		氨氮(NH ₃ -N)	纳氏试剂光度法
8		硝酸盐氮(NO ₃ ⁻ -N)	酚二磺酸光度法
9		挥发酚(Ar-OH)	4-氨基安替比林直接光度法
10		油	重量法

收稿日期: 2002—04—25

作者简介: 王全金(1956—), 女, 河南扶沟人, 华东交通大学副教授.

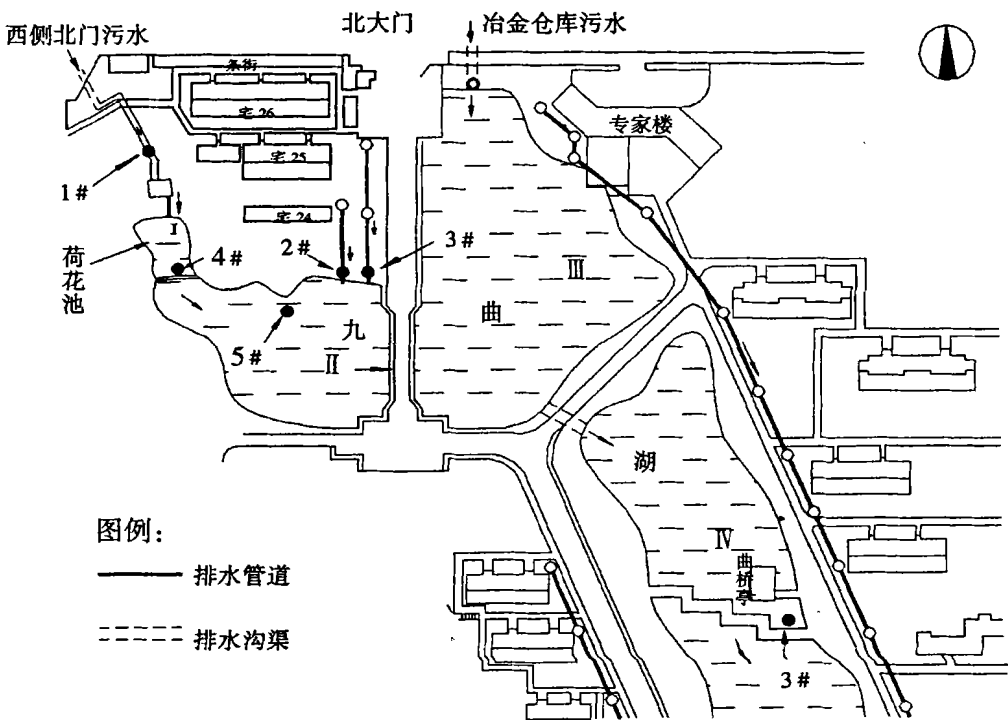


图 1 “九曲湖”采样点的布置

表 2 为按 3 个采样点的水质监测数据计算出的水质平均监测值.

表 2 “九曲湖”水质平均监测值(mg/l)
2000.10.14 —2001.5.12

项目 \ 采样点	4 号点	5 号点	6 号点	平均
pH 值	7.04	7.27	7.35	7.22
氨氮	1.04	2.11	1.03	1.39
总氮	38	9.8	2.34	16.7
硝酸氮	0.24	0.30	0.50	0.35
总磷	0.18	0.23	0.12	0.18
DO	5.82	6.55	7.56	6.64
COD _{Cr}	110.0	82.64	69.4	87.35
COD _{Mn}	20.5	20.4	19.9	20.3
BOD ₅	56.4	26.6	26.9	36.63
油	549.7	949.7	764.8	754.7
挥发酚	0.30	0.52	0.47	0.43

1.2 水质现状综合评价

1.2.1 评价标准及评价方法

评价参数的选定及分类

根据水质监测项目,评价时将污染物分为四个类型^[1].第一类为剧毒类污染物(I°),如汞、镉、六价铬、铅等;第二类为有毒类污染物(II°),如挥发酚、铜、锌等;第三类为营养类污染物(III°),如总氮、硝酸氮、亚硝酸氮、总磷等;第四类为综合类污染物(IV°),如溶解氧、化学需氧量、生化需氧量等.

1) 参数的定级与评分

为使水质评价与 GB3838—88《地面水环境质量标准》相对应,各参数的定级标准直接采用 GB3838—88 标准,并增设一个劣于该标准中 V 类水标准的第六个级别,第一至第五级与 GB3838—88 标准中 I~V 类相对应,第六级为劣于其 V 类的等级,将第六级标准评分定为 2 分,以后水质每上一级标准,评分值递增 2 分.第一至第六级的标准评分值 F_j⁰ 依次为:12、10、8、6、4、2,表 3 为水质综合评价参数及评分标准.

表 3 水质综合评价参数及评分标准
(GB3838—88 标准 mg/l)

序号	水体类别 参数评分	I 类 12	II 类 10	III 类 8	IV 类 6	V 类 4
1	硝酸盐(以 N 计)≤	10 以下	10	20	20	25
2	凯氏氮≤	0.5	0.5	1	2	2
3	总磷(以磷计)≤	0.02	0.025	0.05	0.2	0.2
4	溶解氧≥	饱和 90%	6	5	3	2
5	化学需氧量≤	15 以下	15 以下	15	20	25
6	生化需氧量≤	3 以下	3	4	6	10
7	挥发酚≤	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1

2) 各类参数的综合评分值(F_i)

各类参数按上述分类及其定级评分方法进行评分(F_{ik}),GB3838—88 标准中某些污染物同一标准值分属不同水质等级,计算 F_{ik}时,取其平均值.

$$F_i = \sum F_{ik} / K \tag{1}$$

式中:F_i——第 i 类污染物综合评分值;

F_{ik} ——第 i 类污染物 K 参数的评分值;
 K ——第 i 类污染物的参数个数.

各类污染物对各水质标准等级的符合度 (C_{ij})
及其水质等级分符合率 (A_{ij}):

$$C_{ij}=F_i/F_j^{\circ} \tag{2}$$

式中: C_{ij} —— i 类污染物 j 等级水质符合度;
 F_j° —— j 等级水质的标准评分值.

水质等级符合程度最大值只能是 1, 凡 C_{ij} 达到 1 的各等级, 其值全部并入最优水质等级中参与评价.

$$A_{ij}=C_{ij}/\sum C_{ij} \tag{3}$$

式中: A_{ij} —— i 类污染物 j 等级水质符合率;
 j ——水质等级个数.

3) A_{ij} 模糊运算及水质等级评价

按污染物分类列出各类水质等级分符合率 (A_{ij}), 可列成四个模糊集合, 其中最大值($\max A_{ij}$)和最小值($\min A_{ij}$)分别为其并集和交集的解, 取其平均值(A_{ij})作为综合评价的依据.

令
$$M_j=A_j/\sum A_j\times 100\% \tag{4}$$

式中: $M_j\%$ ——水质等级符合;
 A_j ——水质标准等级平均符合度.

1.2.2 评价结果

式(4)集合[M_j]中最大值所属的水质等级, 即为水质综合现状评价的水质级别, 且与 GB3838—88 标准的水质级别相对应, 通过评价得知, “九曲湖”属于 VI 类水体, 具体计算过程及结果详见表 4、表 5.

表 4 “九曲湖” F_{ik} 值和 F_i 一览表

参数类别	Ⅱ°类		Ⅲ°类		Ⅳ°类		
项目	Ar	OH	TN	NO ₃ -N	TP	DO	COD _{cr}
监测值(mg/l)	0.43	16.7	0.35	0.18	6.64	87.35	36.63
F_{ik} 值	2	2	12	7	11	2	2
F_i 值	2		7			5	

表 5 “九曲湖”水质综合评价结果

项目	分类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅴ类	Ⅵ类
C_{ik}	Ⅱ°	0.200	0.250	0.333	0.500	1
	Ⅲ°	0.700	0.875	1	1	1
	Ⅳ°	0.500	0.625	0.833	1	1
A_{ik}	Ⅱ°	0.088	0.110	0.146	0.219	0.438
	Ⅲ°	0.153	0.191	0.656		
	Ⅳ°	0.126	0.160	0.211	0.505	
Max A_{ij}		0.153	0.191	0.656	0.505	0.438
Min A_{ij}		0.088	0.110	0.146	0.219	0.438
A_{ij}		0.121	0.151	0.401	0.362	0.438
$M_j(\%)$		8.22	10.25	27.22	24.58	29.74
累计			18.47	45.68	70.26	100
水体类别		Ⅵ类水体(即:劣Ⅴ类)				

2 “九曲湖”污染源监测分析

湖泊水体的污染源可以分成为外源污染和内源污染, 其中外源污染源包括点源污染和面源污

染. 点源污染主要是城市生活污水与工业废水通过管渠流入水体, 面源污染主要是地表径流、湖面降水及养殖投饵等对水体的污染; 内源污染主要是湖内底泥向水体释放的污染物. 点污染是“九曲湖”的主要问题, 本课题研究点源污染.

2.1 主要点污染源监测

“九曲湖”的点源污染主要集中在湖区西北部, 其污染源主要是生活污水. 根据调查, 流入“九曲湖”的污水排污口主要有 3 处, 监测取样时, 分别把这三个排污点处取为 1#、2#、3# 采样点(见图 1). 其中最上端 1# 采样点处的污水, 主要是来自校外西北侧餐馆的污水、发屋染发污水, 据估算约为 4 m³/d; 2# 采样点处的污水为宅 24 的生活污水及餐馆污水部分, 据估算约为 9 m³/d; 3# 采样点处的污水是来自宅 25、宅 26 的生活污水及校门口外一条街餐馆、发屋、商店等的生活污水, 据估算约为 42 m³/d. 污染源水质监测值见表 6.

表 6 污染源水质平均监测值(mg/l)00.10.14—01.5.12

项目	采样点 1 号点	2 号点	3 号点	平均
pH 值	6.77	7.21	7.25	7.08
氨氮	3.00	39.44	40.03	27.49
总氮	7.47	51.6	57.67	38.91
硝酸氮	0.52	0.45	0.57	0.51
总磷	0.57	6.56	7.30	4.81
DO	5.33	2.55	2.11	3.33
COD _{cr}	184.4	310.4	306.3	367.03
BOD ₅	72.9	114.5	109.6	99.0
油	473.7	3771.8	7790.6	4012.03
挥发酚	0.56	1.90	2.90	1.79
浊度	26.36	153.6	237.0	138.99

2.2 点源污染评价

评价污染源, 一般用特征数来表示, 这里采用等标污染负荷及污染负荷比来评价各排污口的污染大小.

废水中某污染物的等标污染负荷(P_i)计算公式为

$$P_i=M_i/C_{0i} \tag{5}$$

式中: P_i ——第 i 种污染物的等标污染负荷,t/a;

M_i ——第 i 种污染物的年排放量,t/a;

C_{0i} ——第 i 种污染物的评价标准,mg/l.

某污染源的等标污染负荷(P_n)计算公式为

$$P_n=\sum_{i=1}^n P_i \tag{6}$$

式中: P_n ——某污染源各类污染物的总等标污染负荷,t/a;

i ——某种污染物;
 n ——参加评价的污染物项目.

区域等标污染负荷(P_m)计算公式为

$$P_m = \sum P_n \tag{7}$$

式中: m ——参加评价的点污染源数.
某点污染源的等标污染负荷比(K_n)计算公式为

$$K_n = P_n / P_m \times 100\% \tag{8}$$

2.2.1 评价参数及标准

根据排污口水质监测结果,选取 TN、TP、COD_{cr} 及 BOD₅ 四项主要污染物为评价参数,评价标准参照《地面水环境质量标准》确定,具体评价标准列于表 7 中.

表 7 “九曲湖”排污口污染物评价标准 (C_{0i}值)

序号	污染项目	评价标准(mg/l)
1	TN	1
2	TP	0.1
3	COD _{cr}	10
4	BOD ₅	5

2.2.2 评价结果

对“九曲湖”3 个排污口(点污染源)的 4 项主要污染物进行评价,总等标污染负荷为 2.687 t/a,3 井点等标污染负荷为 2.051 t/a,占总量的 76.33%,是“九曲湖”最大的污染源.如何控制该污染源,是点污染控制的关键.

具体评价结果见表 8.

表 8 “九曲湖”排污口等标污染负荷(t/a)

排污口位置	P _i				P _n	K _n (%)
	TN	TP	COD _{cr}	BOD ₅		
1#	0.057	0.07	0.039	0.029	0.195	7.26
2#	0.128	0.16	0.088	0.065	0.441	16.41
3#	0.597	0.74	0.410	0.304	2.051	76.33
合计	0.782	0.97	0.536	0.398	2.687	100

3 “九曲湖”水环境容量

环境容量的定义:在满足社会水环境质量标准的要求下,水体最大允许污染负荷量,又称为水体的纳污能力^[2].

1) 湖泊的环境容量

$$\sum W = C_0 \left[H \frac{Q}{V} + 10 \right] A \tag{9}$$

式中: C_0 ——水体对某种污染物质的最大允许污染负荷量,kg/a;

Q ——进入该湖的年水量,10⁴ m³/a;

V —— $P=90\% \sim 95\%$ 保证率时的最枯月平均水位相应的湖的容积,10⁴ m³;

H —— $P=90\% \sim 95\%$ 保证率时的最枯月平均水位相应的平均水深,m;

A —— $P=90\% \sim 95\%$ 保证率时的最枯月平均水位相应的湖泊面积,10⁴ m².

2) COD 的环境容量

按Ⅲ类水体进行计算,查 GB3838—88 知: $C_0=15 \text{ mg/l}=15 \text{ g/m}^3$,“九曲湖”平均水深 H 约为 1.5 米,水面面积 A 约为 $1.5 \times 10^4 \text{ m}^2$,“九曲湖”容积: $V=AH=1.5 \times 1.5=2.25(10^4 \text{ m}^3)$.

流入“九曲湖”的污水量为

$$Q_{\text{污}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 4 + 9 + 42 = 55 \text{ m}^3/\text{d} = 2.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$$

查有关资料知,南昌市年均降雨量 $h=1\,508 \text{ mm/a}=1.508 \text{ m/a}$,经估算流入“九曲湖”的雨水汇水面积约为 $F=6(10^4 \text{ m}^2)$,则流入“九曲湖”的雨水量为

$$Q_{\text{雨}} = Fh = 6 \times 1.508 = 9.048(10^4 \text{ m}^3/\text{a})$$

流入“九曲湖”的年水量为

$$Q = Q_{\text{雨}} + Q_{\text{污}} = 9.048 + 2.0 = 11.048(10^4 \text{ m}^3/\text{a})$$
$$\sum W_{\text{COD}} = 15 \times (1.5 \times 11.048 / 2.25 + 10) \times 1.5 = 390.72 \text{ kg/a}$$

3) BOD 的环境容量

按Ⅲ类水体进行计算,查 GB3838—88 知: $C_0=4 \text{ mg/l}=4 \text{ g/m}^3$.按类似于 COD 环境容量的计算方法进行计算得知

$$\sum W_{\text{BOD}} = 104.2 \text{ kg/a}$$

从以上污染源评价得知:流入“九曲湖”的 COD_{cr} 为 536 kg/a,BOD₅ 为 398 kg/a(尚未考虑雨水的污染量),而“九曲湖”的环境容量 COD_{cr} 为 390 kg/a,BOD₅ 为 104 kg/a,可以看出流入的污染物质均远远超出了各自的环境容量,因此导致“九曲湖”形成了日益严重的污染状况.必须截流生活污水,才能使“九曲湖”水质状况有所改善.根据检测分析结果,我们提出了截污治理方案^[3],学校现已采纳了该方案,开始了对“九曲湖”的截污整治工程.

参考文献:

[1] 武汉水利电力大学. 东胡截污工程对湖体水质改善的研究报告[C]. 1999.
[2] 张自杰,等. 排水工程[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1997.
[3] 王全金,唐朝春,丰桂珍,等. 华东交通大学水环境评价及水污染治理研究报告[C]. 2001. (下转第 8 页)

- 2) 设置设备维护口、定期维护.
 - 3) 制订严格的管理制度,提高空调管理与技术人员
- 人员的素质并进行考核.

3.5 控制室内污染源

- 1) 采用无毒装饰.
 - 2) 产尘设备集中布置并采用局部排风.
 - 3) 下班采用自然通风换气.
 - 4) 采用局部空气自净设备.
 - 5) 栽种观叶植物.
- 最后,说明一点,此文是本人根据从事空调设计、施工、教学的经验,参考了有关文献后得出的肤浅认识.不妥之处敬请批评指正.

参考文献:

[1] 张吉光,杨晚生,李华.铁路高速客车车内空气品质及改善措施[J].建筑热能通风空调,2001,(5):67~69.

[2] 聂玉强,冀兆良.夏热冬暖地区空调室内空气品质的改善与节能[J].洁净与空调技术,2001,(2):13~17.

[3] 赵荣义,范存养,薛殿华,钱以明.空气调节(第三版)[M].北京:中国建筑工业出版社,1994.

[4] 龙惟定,潘毅群,白玮.智能建筑的室内环境[J].暖通空调,2001,(4):75~78.

[5] 暖通规范管理组.暖通空调设计规范专题说明选编[M].北京:中国计划出版社,1990.

[6] 郎四维,林海燕,付祥钊,等.夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准简介[J].暖通空调,2001,(4):12~15.

[7] 殷平.多分支风道系统静压复得计算法的新算法[J].暖通空调,2001,(2):18~22.

IAQ inside Comfortable Air-Conditioned Buildings

YAN Hui

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The article analyses the main effect factors of IAQ inside comfortable air conditioned buildings, and then presents many methods of how to improve them .

Key words: IAQ;effect factor;improving method

(上接第 4 页)

Inspection and Evaluation of “Jiuqu Lake” Pollution

WANG Quan-jin, TANG Chao-chun, FENG Gui-zhen

(School of Civil Engineering and Arcitecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract:By inspecting and analysing the pollution and pollution source of “Jiuqu Lake” in the campus of East China Jiaotong University and evaluating its environmental volume, it is put forward that the “Jiuqu Lake” has been heavily polluted and its water quality reduced to sub-grade five. The pollution to “Jiuqu Lake” from residential sewage greatly exceeds the environmental volume of the lake and the key to improving the water quality is to cut off the residential sewage.

Key words:water pollution; inspection; evaluation; environmental volume