

南京市六合区主要供水水库水质现状及富营养化分析

陈文权 朱永军 韩伯成 王 莹

(江苏省水文水资源勘测局南京分局, 江苏 南京 210008)

摘要 对南京市六合区 5 大水库的常规水质监测资料进行统计分析, 分别采用水质类别评价、水源地水质指数评价、富营养化评价等 3 种方法对 5 大水库水质进行评价, 并对其水质现状及富营养化水平进行分析。结果表明: 南京市六合区主要供水水库中大河桥水库和河王坝水库水质相对较差, 其余水库水质较好; 各水库基本均处于中营养水平, 且变化趋势平稳; 有机污染对水库水质影响较小, 影响水库水质的主要污染物质为总氮和总磷。最后提出防治水污染及水库富营养化的对策措施。

关键词 供水水源地 水质评价 富营养化

中图分类号: X524 文献标识码: A 文章编号: 1004-693X(2008)S1-0034-03

南京市六合区位于市区以北 40 km, 总面积 1 500 km², 总人口 87 万。六合区属宁镇扬山区, 地势北高南低。境内南部为平原, 河网密集, 水源充裕; 北部为低山丘陵, 地势高亢, 远离江河, 水源短缺。目前, 六合城区及南部地区采用长江作为自来水水源, 北部丘陵地区部分乡镇利用深层地下水和中型水库作为饮用水源, 相当一部分农村地区饮用水还未集中供应。根据规划, 将逐步限制深层地下水的开采, 而大河桥、大泉、河王坝、金牛山、山湖等 5 大水库已被划分为饮用水源地, 将承担六合区北部丘陵地区主要的供水任务, 因此这些水库的水质直接关系到供水区域内人民的生活质量和身体健康。本文通过对 5 大水库的常规水质监测资料进行分析评价, 并对其水质现状及富营养化水平进行分析, 以期对六合区北部丘陵地区供水水源地水质情况提供一些基础资料, 为更好地保护水源地提供一些参考建议。

1 5 大水库基本情况

六合区 5 大水库是北部丘陵地区主要的供水水源地。各水库基本情况见表 1。

表 1 六合区 5 大水库基本情况

水库名称	集水面积/ km ²	总库容/ 万 m ³	兴利库容/ 万 m ³	设计 洪水位/m
大河桥	74.00	1692	527	23.36
大泉	20.60	1270	435	28.23
河王坝	35.10	2113	1136	36.57
金牛山	124.14	9607	5156	23.65
山湖	30.80	2357	1457	26.71

2 水质现状评价项目、标准与方法

水库与河流相比, 明显具有水体更新速度慢、污染物质相对稳定、水体稀释和运移能力弱的特点^[1]。根据水库的实际情况, 确定评价项目为: DO、COD_{Mn}、NH₃-N、BOD₅、TN、TP 共计 6 项。评价标准采用 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》。在评价方法上, 分别用水质类别评价、水源地水质指数评价、富营养化评价等 3 种方法, 以更全面、客观地反映各水库水质现状。

2.1 水质类别评价方法

水质类别评价方法采用地图重叠法^[2], 即根据各评价指标单项评价结果, 取最差水质类别作为评价水体水质综合评价类别。水质综合评价达Ⅲ类即为达标。

2.2 水源地水质指数评价方法^[3]

2.2.1 单项指数 I 计算方法

$$I = 20(C_i - C_{iok})(C_{iok+1} - C_{iok}) + I_{ok}$$

$$(C_{iok} < C_i < C_{iok+1})$$

式中: C_i 为 i 项评价项目的实测浓度; C_{iok} 为 i 项评价项目的 k 级标准浓度; C_{iok+1} 为 i 项评价项目的 $k+1$ 级标准浓度; I_{ok} 为 i 项评价的 k 级指数值。

2.2.2 分类指数 (I_L) 的计算

a. 易降解污染物分类指数 (I_L): 包括 DO、COD_{Mn}、NH₃-N、BOD₅ 等, 取各项单项指数之和的均值;

b. TN、TP (I_{II}) 取各项单项指数和的均值。

2.2.3 水质指数 (I_{WQ}) 的计算

在上述二类指数中取高者, 即: $I_{WQ} = \max(I_L)$

2.2.4 水源地水质指数的含义

水源地水质指数的含义为: $I_{WQ} \leq 20$, 水资源质量为 1 级, 是水质优良的供水水源地; $20 < I_{WQ} \leq 40$, 水资源质量为 2 级, 是水质良好的供水水源地; $40 < I_{WQ} \leq 60$, 水资源质量为 3 级, 是水质尚好的水源地; 上述三类均为水质合格的水源地。 $60 < I_{WQ} \leq 80$, 水资源质量为 4 级, 水源已受到污染, 深度处理后才能饮用; $80 < I_{WQ} \leq 100$, 水资源质量为 5 级, 属于严重污染水源地; $I_{WQ} > 100$, 水资源质量超过 5 级, 属极严重污染的水源地。

2.3 水库富营养化评价方法^{4]}

2.3.1 单个项目营养状态指数 (I_{TL}) 计算公式

$$I_{TL}(\text{Chla}) = 10(2.500 + 1.086 \ln \rho(\text{Chla}))$$

$$I_{TL}(\text{TP}) = 10(9.436 + 1.624 \ln \rho(\text{TP}))$$

$$I_{TL}(\text{TN}) = 10(5.453 + 1.694 \ln \rho(\text{TN}))$$

$$I_{TL}(\text{SD}) = 10(5.118 - 1.94 \ln \text{SD})$$

$$I_{TL}(\text{COD}_{Mn}) = 10(0.109 + 2.661 \ln \rho(\text{COD}_{Mn}))$$

式中: $\rho(\text{Chla})$ 为叶绿素 a 的质量浓度, mg/m^3 ; SD 为透明度, m ; $\rho(\text{TP})$, $\rho(\text{TN})$, $\rho(\text{COD})$ 分别为 TP、TN、COD 的质量浓度, mg/L 。

2.3.2 综合营养状态指数计算方法

采用卡尔森指数法对水库营养状态进行评价, 计算公式如下:

$$I_{CTL} = \sum_{j=1}^m W_j I_{TL}(j)$$

式中: I_{CTL} 为综合营养状态指数; W_j 为第 j 种参数的营养状态指数的相关权重; $I_{TL}(j)$ 为第 j 种参数的营养状态指数。

将 $I_{TL}(\text{Chla})$ 对营养状态的重要性作为 1, 如果

表 4 水质类别综合评价结果

水库名称	II 类		III 类		IV 类		V 类		劣 V 类	
	次数	百分比/%	次数	百分比/%	次数	百分比/%	次数	百分比/%	次数	百分比/%
大河桥	0	0	16	44.4	18	50.0	1	2.8	1	2.8
大泉	3	8.3	33	91.7	0	0	0	0	0	0
河王坝	1	2.8	18	50.0	13	36.1	4	11.1	0	0
金牛山	12	33.3	23	63.9	0	0	1	2.8	0	0
山湖	1	2.8	30	83.3	4	11.1	1	2.8	0	0

表 5 水质指数评价结果

水库名称	1 级		2 级		3 级		4 级		5 级	
	次数	百分比/%								
大河桥	0	0	0	0	28	77.8	7	19.4	1	2.8
大泉	1	2.8	15	41.7	20	55.6	0	0	0	0
河王坝	0	0	7	19.4	21	58.3	8	22.2	0	0
金牛山	0	0	24	66.7	12	33.3	0	0	0	0
山湖	0	0	11	30.6	23	63.9	2	5.6	0	0

第 j 个参数与 Chla 的相关关系为 r_{1j} , 则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为:

$$\tilde{W}_j = \frac{r_{1j}^2}{\sum_{j=1}^m r_{1j}^2}$$

式中: r_{1j} 为第 j 种参数与 Chla 的相关系数; m 为评价参数的个数。

Chla 与其他参数之间的相关关系 r_{1j} 及 r_{1j}^2 见表 2。

表 2 水库部分参数与 Chla 的相关关系 r_{1j} 及 r_{1j}^2 值

参数	Chla	TP	TN	SD	COD _{Mn}
r_{1j}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{1j}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

2.3.3 湖泊水库营养状态分级

采用 0~100 的一系列连续数字对湖泊营养状态进行分级, 包括: 贫营养、中营养、轻度富营养、中度富营养和重度富营养, 与污染程度关系如表 3。

表 3 水质类别与评分值对照

营养状态分级	评分值 I_{CTL}	定性评价
贫营养	$0 < I_{CTL} \leq 30$	优
中营养	$30 < I_{CTL} \leq 50$	良好
(轻度) 富营养	$50 < I_{CTL} \leq 60$	轻度污染
(中度) 富营养	$60 < I_{CTL} \leq 70$	中度污染
(重度) 富营养	$70 < I_{CTL} \leq 100$	重度污染

3 水库水质评价结果

从 2005 年开始, 江苏省水环境监测中心每月对 5 大水库水质进行监测。本文选用 2005 年 1 月~2007 年 12 月共计 36 次的常规水质监测资料进行统计和评价。

各水库水质类别评价、水源地水质指数评价、富营养化评价结果分别见表 4~6。

表6 富营养化评价结果

水库名称	贫营养		中营养		轻度富营养	
	次数	百分比/%	次数	百分比/%	次数	百分比/%
大河桥	0	0	34	94.4	2	5.6
大泉	2	5.6	34	94.4	0	0
河王坝	0	0	34	94.4	2	5.6
金牛山	3	8.3	33	91.7	0	0
山湖	1	2.8	35	97.2	0	0

为更直观地表示各水库营养状态变化趋势,用图例按照季度对富营养化指数均值进行统计比较,结果见图1。由图1可见,5大水库基本均处于中营养水平,且变化趋势平稳。

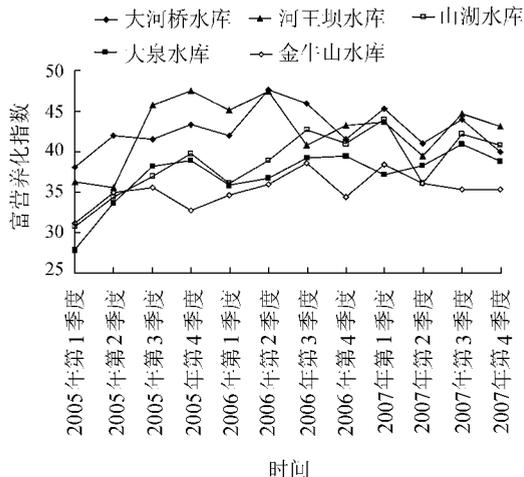


图1 各供水水库富营养化指数按季度均值统计结果

4 结论

根据上述评价结果,可以看出:采用水质类别评价,部分水库已受到一定程度的污染,如出现劣于Ⅲ类(不达标)的时段,大河桥水库比例达到55.6%,河王坝水库达到47.2%,其余水库水质大部分时段达到Ⅲ类,超标项目主要为TN、TP。采用水源地水质指数评价,水资源质量大部分为3级及以上,但大河桥水库和河王坝水库为4级的比例相对较高(分别占19.4%、22.2%),大河桥水库甚至出现了一次水资源质量为5级的情况。富营养化评价结果表明,大河桥水库和河王坝水库各出现2次轻度富营养状况,大泉水库、金牛山水库、山湖水库均有贫营养状况出现,但所占比例很小。各供水水库基本均处于中营养水平,且变化趋势平稳,在现有条件不改变的情况下,能够维持中营养化水平。

综合各评价结果表明,六合区5大水库中大河桥水库和河王坝水库水质相对较差,其余水库水质较好。有机污染对水库水质影响较小,影响水库水质的主要污染物质为TN和TP。

5 建议

5大水库作为六合北部丘陵地区主要的供水水源地,水质的好坏直接影响着供水区域内居民的生活质量和身体健康。防止水质污染、防止水库富营养化是保证水库提供优质水源的根本途径,建议主要从以下几个方面采取保护措施。

a. 根据取水口设置的实际情况,对各个水库划定饮用水源保护区,包括一级保护区、二级保护区和准保护区。

b. 进一步加强对大河桥水库和河王坝水库的管理,采取工程措施和管理措施限制富营养物质进入水库,严格禁止向水库排放废水,对现有的污染源进行整治。

c. 破坏水库水体自身富营养物质的富集,通过人为措施来干预富营养物质的富集。如可以利用冬季浮游植物的培养和引入掠夺性鱼类,以达到控制浮游生物生长的目的。

d. 继续加大监测和管理力度。水质监测是及时掌握水体水质状况的最有效和最科学的办法,管理部门只有依靠监测的信息采取措施才会起到事半功倍的效果。

e. 加强宣传。通过积极宣传,使区域内群众进一步认识到水资源和水环境的重要,珍惜水源,自觉保护饮用水源地。

参考文献:

- [1] 顾丁锡,舒金华. 湖泊水污染预测及其防治规划方法[M]. 北京:中国环境科学出版社,1988:5-6.
- [2] 刘臣,王淑文. 水环境质量评价三种方法应用浅析[J]. 东北水利水电,2001(6):44-46.
- [3] 申献辰,杜霞,邵晓雯. 水源地水质评价指数系统的研究[J]. 水科学进展,2000,11(3):260-265.
- [4] 金相灿,屠清瑛. 湖泊富营养化调查规范[M]. 2版. 北京:中国环境科学出版社,1990:294-301.

(收稿日期:2008-04-17 编辑:徐娟)

