

# 中小型湖库型饮用水水源地污染负荷总量控制探讨

于凤存<sup>1</sup>,方国华<sup>2</sup>,徐佳<sup>1</sup>,张卫<sup>1</sup>

(1.安徽省·水利部淮河水利委员会水利科学研究院(水利水资源安徽省重点实验室),安徽 蚌埠 233000;  
2.河海大学水利水电工程学院,江苏 南京 210098)

**摘要:**西涧湖作为滁州市最重要的饮用水水源地,生态环境受到一定的破坏,通过污染源的调查统计计算污染负荷,根据水质监测进行富营养化评价,采用完全混合模型计算环境容量,并根据水源地水质目标结合社会经济发展需求,提出切实可行的总量控制技术方案的,为西涧湖水源地生态环境的保护提供科学依据,也为类似水源地保护提供借鉴。

**关键词:**富营养化评价;水环境容量;污染源;总量控制

中图分类号:TV 文献标识码:A 文章编号:1000-0852(2015)04-0042-05

在饮用水源地日益受到危害的情况下,调查、统计水源地污染负荷,计算水源地水域环境容量,根据社会经济发展情况与水质目标,提出切实可行的总量控制方案是水源地健康持续发展的需要,是保障饮用水安全的基础,也是水环境管理的重要手段之一。本文针对滁州市西涧湖水源地,从水源地富营养化评价、水环境容量计算及总量控制方案等系统地进行了研究,并制定可操作性的总量控制方案。

## 1 研究区概况及方法

### 1.1 研究区概况

西涧湖位于滁州市城区境内,长江流域滁河水系小沙河上,是集防洪、城市供水、水产养殖等综合利用的中型水库。

西涧湖控制流域面积 168km<sup>2</sup>,校核洪水位 32.35m,相应库容为 8 525×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>;正常蓄水位 29.0m(吴淞高程),相应库容 4 400×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>;汛期限制水位 28.5m,相应库容 4 000×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。

西涧湖地处亚热带向暖温带过渡区域,降雨年际变化大,年内分配也极不均匀,降水多集中在汛期 6~9 月,多年平均降雨量 1 036mm,多年平均年径流量

5 914×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>,年径流深 352mm,多年平均降雨径流系数 0.342。最大年降雨为 1991 年,降雨量 1 679mm;最小年降雨为 1994 年,降雨量 562mm。

### 1.2 水体富营养化评价<sup>[1-2]</sup>

美国科学家卡尔森于 1977 年提出卡尔森指数 TSI(trophic state index)<sup>[3]</sup>,以透明度(SD)为基准的湖泊营养状态评价指数。基于卡尔森指数模型,金相灿通过对我国湖泊监测资料的统计分析,提出了适用于我国湖泊部分参数的营养状态指数 TSI<sup>[4]</sup>:

$$\begin{cases} TSI(TP)=10(9.436+1.488\ln TP/\ln 2.5) \\ TSI(TN)=10(5.453+1.694\ln TN/\ln 2.5) \\ TSI(COD)=10(0.109+2.438\ln COD/\ln 2.5) \\ TSI(BOD_5)=10(2.118+2.363\ln BOD_5) \\ TSI(NH_3-N)=10(7.77+1.511\ln NH_3-N/\ln 2.5) \end{cases} \quad (1)$$

为了综合评判湖泊富营养化状况,构建湖泊富营养化综合指数状态公式,见式(2):

$$STSI=TSI_M(\sum)=\sum_{j=1}^m(W_j \times TSI_M(j)) \quad (2)$$

式中:STSI 为湖泊营养综合状态指数;TSI<sub>M</sub>(j)为第 j 种参数的营养状态指数;W<sub>j</sub>为第 j 种参数的营养状态指数的相关权重。

收稿日期:2014-11-03

基金项目:国家自然科学基金(41105077,51209001)

作者简介:于凤存(1979-),女,山东聊城人,博士,工程师,从事农田水利、水旱灾害及生态环境方面的研究工作。E-mail:fcyhu@126.com

以 Chla 作为基准参数,则第  $j$  种参数的归一化的相关权重计算公式为:

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^m r_{ij}^2} \quad (3)$$

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

中国湖泊(水库)的 Chla 与其它参数之间的相关关系  $r_{ij}$  及  $r_{ij}^2$  值见表 1。

表1 中国湖泊(水库)部分参数与Chla的相关关系 $r_{ij}$ 及 $r_{ij}^2$ 值  
Table1 The correlation between Chla  $r_{ij}$  and  $r_{ij}^2$  of some parameters for China lakes or reservoirs

参数	Chla	TP	TN	SD	COD <sub>mn</sub>
$r_{ij}$	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
$r_{ij}^2$	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

### 1.3 水环境容量计算模型

水环境容量目前没有统一确定的定义,逢勇将水环境容量定义为水体在规定的水质目标下所能容纳的污染物最大负荷,一般用 t/a 表示,又称为水域纳污能力<sup>[5]</sup>。可见,水环境容量与水质现状、水质目标有关,确定水环境容量是制定污染物总量控制方案的重要环节。

#### (1) 污染物控制指标 COD 计算公式

西涧湖作为中型湖泊水源地,可视为完全混合反应器,水量平稳、出流水质混合均匀,有机物的容量计算采用水体质量平衡基本方程<sup>[6-9]</sup>计算。水库中的有机物容量模型如下:

$$V(t) \frac{dc}{dt} = Q_{in}(t) \cdot C_{in}(t) - Q_{out}(t) C_{in}(t) + S_c + kV(t)C(t) \quad (4)$$

式中: $V(t)$ 为箱体在  $t$  时刻的水量( $m^3$ ); $dc/dt$  为箱体水质参数的变化率; $Q_{in}(t)$ 为  $t$  时刻水库的入流水量( $m^3/a$ ); $Q_{out}(t)$ 为  $t$  时刻水库的出流水量( $m^3/a$ ); $C_{in}(t)$ 为  $t$  时刻水库水质入流浓度值( $mg/L$ ); $C(t)$ 为  $t$  时刻水库 COD 出流浓度值 ( $mg/L$ ); $S_c$  为其他未计入的外部源和漏污染量; $k$  为综合降解系数。

由此,推导出 COD 环境容量的计算公式:

$$w = C_s(Q_{out} + KV) \quad (5)$$

式中: $w$  为容许排污量 (t/a); $C_s$  为规定的水质标准,即水质目标值 ( $mg/L$ ); $Q_{out}$  为水库的出流水量( $m^3/a$ ); $K$  为 COD 的自净系数( $d^{-1}$ ); $V$  为与最低调节水位相对应

的湖库库容( $m^3$ )。

#### (2) 污染物控制指标 TN、TP 计算公式

西涧湖 TN、TP 的纳污能力采用狄龙模型进行计算<sup>[10]</sup>,计算公式如下:

$$[m] = L_s \cdot A \quad (6)$$

其中:

$$L_s = \frac{[p]_s h q_a}{(1 - R_p) v}$$

式中: $[m]$ 为 TN、TP 最大允许负荷量(t/a); $L_s$  为单位湖库面积 TN、TP 最大允许负荷量 ( $mg/m^2 \cdot a$ ); $A$  为湖库水面面积 ( $m^2$ ); $[p]_s$  为湖库中 TN、TP 的年平均控制浓度 ( $mg/L$ ); $h$  为平均水深 ( $m$ ); $q_a$  为湖库年出流量 ( $m^3/a$ ); $v$  为湖库体积( $m^3$ ); $R_p$  为 TN、TP 在湖库中的滞留系数。

当湖库中 TN、TP 达到最大允许负荷量时,可以得到入流中 TN、TP 浓度最大限值应为: $[p]_a = [m]/q_a$ 。

### 1.4 水源地污染物总量控制

西涧湖水源地污染物总量控制,应在水质保护的同时兼顾水量,充分考虑水资源和水环境承载能力和开发利用要求,在水环境纳污能力计算基础上,从经济和技术角度提出合理的污染物削减方案。总量控制的内容及程序如下:

- (1) 根据饮用水水源地功能区要求,确定水质类别和要求;
- (2) 根据有关规程规范及水源地区域环境污染特点,确定污染物排放指标;
- (3) 根据区域径流特征,确定设计水文条件,计算不同水平年流域水环境纳污能力;
- (4) 根据污染物排放现状与流域水环境纳污能力,确定污染物排放总量控制目标;
- (5) 提出实现污染物排放总量控制目标的技术方案,并分析方案的可达性。

## 2 结果及分析

### 2.1 富营养化评价

根据 2011 年水质监测资料,通过计算得到西涧湖水源地富营养化综合指数,见表 2。

可以看出,西涧湖水源地整体进入中营养化状态,水体综合营养状态指数丰水期较小,枯水期较大,水质总体满足饮用水水源地水质要求。

### 2.2 水环境容量

滁州市环境保护“十二五”规划中指出:到 2015 年

表2 西涧湖2011年富营养状态评价结果  
Table2 The eutrophication evaluation result of the Xijian Lake in 2011

水期	单项营养状态指数 $TSI(j)$					综合营养状态 指数 $TSI(\Sigma)$	营养 状态
	Chla	TP	TN	SD	COD <sub>Mn</sub>		
丰水期	40.841	25.036	39.631	61.187	31.478	39.670	中营养
枯水期	45.765	36.863	46.101	58.294	29.117	43.397	中营养
平水期	41.767	34.453	45.706	57.259	26.259	41.095	中营养

西涧湖饮用水水源地整体水质将达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 类水质标准。因此,确定西涧湖饮用水水源地水质控制目标是《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 类水质标准。地表水环境质量

表3 地表水环境质量标准基本项目标准限值 (mg/L)  
Table3 The standard values of the basic items for the environmental quality standard for the surface water (mg/L)

项目					
COD	15	15	20	30	40
BOD <sub>5</sub>	3	3	4	6	10
TP	0.01	0.025	0.05	0.1	0.2
TN	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0

标准基本项目标准限值,具体见表3。

西涧湖饮用水水源地水文特征见表4,根据西涧湖水文特性及水体自净能力,COD<sub>Mn</sub>和BOD<sub>5</sub>的生化降解参数  $K_{COD}$ 、 $K_{BOD_5}$  的取值见表5。

表5 西涧湖水环境容量模型参数  
Table5 The model parameters of the water environment capacity for the Xijian Lake

$K_{COD}$	$K_{BOD_5}$	$R_{TP}$	$R_{TN}$
0.079	0.075	0.34	0.79

表4 西涧湖水文特征表  
Table4 The hydrological characteristics of the Xijian Lake

正常蓄水位情况			防洪限制水位情况			设计洪水位情况			校核洪水位情况		
水位/m	水面面积 /km <sup>2</sup>	库容 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	水位/m	水面面积 /km <sup>2</sup>	库容 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	水位/m	水面面积 /km <sup>2</sup>	库容 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	水位/m	水面面积 /km <sup>2</sup>	库容 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>
29.00	9.35	4400	29.00	9.35	4400	30.53	12.34	6009	31.41	14.04	7112

根据西涧湖相关参数,通过水环境容量计算模型求得西涧湖 COD、BOD<sub>5</sub> 水环境总量分别为 1101.84t/a、219.84t/a、TN、TP 的水环境容量值分别为 166.41t/a、2.65t/a。

### 2.3 水源地污染物总量控制目标

调查统计西涧湖饮用水水源地污染源,点源包括工业污染源、城镇生活污染源、规模化畜禽养殖污染源,及面源污染源包括农村生活污染源、种植业污染源、分散式畜禽养殖污染源等,统计出污染物年排放总量,绘制纳污能力与污染物排放量对比情况,详见图1。

污染物排放总量控制目标的确定必须科学合理,具有较强的可操作性。如果控制目标太高,一方面污染治理技术水平可能达不到,另一方面经济代价可能很大,经济上不合理;如果控制目标太低,水源地水质可能得不到有效保障。结合已有治污工程经验,可达到的污染物削减率最高在 60%~80%之间,超过这个范围则

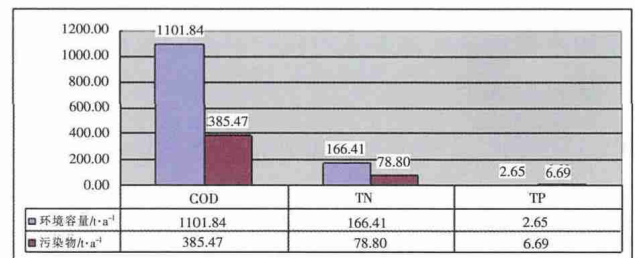


图1 西涧湖水环境容量与年污染物输入量对比情况  
Fig.1 Comparison between the water environmental capacity and pollutant input quantity

技术经济上将不合理。

根据西涧湖水环境容量计算结果,按照 20% 预留容量,确定西涧湖主要污染物的总量控制目标,对比污染物输入量提出污染物的削减量和削减比例,详见表6。

可见,滁城饮用水水源地污染物削减目标中,西涧

表6 西涧湖水源地污染物输入总量控制目标  
Table6 The control objective of the total input pollutant for the Xijian Lake

项 目	COD	TN	TP
污染物输入总量/t·a <sup>-1</sup>	385.47	78.80	6.69
纳污能力/t·a <sup>-1</sup>	1101.84	166.41	2.65
总量控制目标/t·a <sup>-1</sup>	881.47	133.13	2.12
削减量/t·a <sup>-1</sup>	—	—	4.57
削减比例/%	—	—	68.34

湖水库 TP 削减比例为 68.34%，污染物削减比较切实可行、较为合理，且还有 20% 的预留容量，具有可达性。

## 2.4 污染负荷排涝总量控制技术方案的

### (1) 农业污染控制

农业面源污染是水源地的主要污染源之一，具有一般污染物难以收集和集中处理的特点。针对西涧湖水源地周边农田比较集中的特点，采取以下措施：①建设农田径流污染控制工程，现有坑、塘、池等分布较广的地区布置农田径流控制工程，通过一定规格的沟渠收集农田径流，依次流入缓冲调控系统与净化系统串联而成的人工湿地，达到污染物降解或者净化；②根据农田土壤养分实际情况，搞好化肥使用规划，推广科学施肥技术，大力提高测土配方施肥技术推广率；③推广高效低毒、低残留农药和生物农药的使用，强化预测预报工作，减少农药使用次数和用量，使农田生态系统得到有效保护<sup>[11]</sup>；④实施粪便综合处理，对畜禽粪便<sup>[12]</sup>实行“雨污分离、干湿分开、种养结合、农田循环”等多种形式进行生态化处理，对规模化养殖场实行综合治理，同时加强管理，推广规模化养殖许可证制度，对畜禽粪便、废水和其它废弃物进行无害化处理或者综合治理的设施；⑤考虑到水源地周边退耕还林难度较大，拟在水源地保护区内农田集中带外围及人口集中居住地周边实施水源涵养林工程。通过以上综合措施，总体可削减农业

面源排放量的 50% 左右，其中 COD 约 55%，TN、TP 约 50%。

### (2) 生活污染控制

根据区域内生活污染源城镇相对集中、村落较为分散的特点，对生活污染源控制采取的措施主要有：①铺设城镇污水管网系统，集中收集城镇生活污水，新、改、扩建污水处理厂进行集中处理<sup>[13]</sup>；②新建或改建村落居民家庭沼气池，处理村落居民粪便污水；③建立集镇和村落生活垃圾等固体废弃物的收运和处理处置体系；④加强环境保护的宣传和环境卫生的管理等，提高居民的环保意识。通过以上措施，总体上可削减生活污染源排放量的 55% 左右，其中 COD 削减率约 60%，TN、TP 约 55%。

### (3) 生态工程以及其它工程措施

经过工业、农业和生活污染源的控制，污染物可得到较大的削减，但尚有一些污染物直接或间接进入流域内水体。为实现污染物排放总量控制目标，根据水环境纳污能力和污染物排放量变化规律，通过生态工程措施对水质净化，进一步削减进入水体的污染物。通过组合式的生物净化系统，理想的净化率可达到 60%~70%，尤其是 N、P 去除效果明显。结合水源地及周边的地形特点和水文条件，可采取的主要控制措施有：①建立健全水源地周边的生态系统，对西涧湖周边及主要入库河流进行绿化护岸、生态护坡等措施；②对污染比较严重且对水源地具有重要影响的河道实行强化净化工程；③对水源地保护区内的废矿区、废采石场裸露地面采取生态修复等措施；④根据水源地实际情况，建立或扩大生态湿地面积、放养生态性水生植被、建设生态浮床等。通过以上生态措施，水环境净化效率总体可在 55% 左右，可减少入湖 COD 约 40%，TN、TP 约 60%。

根据以上控制措施，对技术方案进行总体效果及可达性进行分析，见表 7。

表7 西涧湖污染控制措施削减效果 (t/a)  
Table7 The effect of reducing pollutants by the control measures for the Xijian Lake (t/a)

控制措施	COD				TN				TP			
	排放	削减率	削减	剩余	排放	削减率	削减	剩余	排放	削减率	削减	剩余
农业污染源	99.11	55%	54.51	44.6	3.91	50%	1.96	1.95	0.69	50%	0.35	0.34
生活污染源	286.36	60%	171.82	114.54	74.89	55%	41.19	33.7	6	55%	3.3	2.7
合计	385.47	/	226.33	159.14	78.8	/	43.14	35.66	6.69	/	3.65	3.04

西涧湖污染物 COD、TN、TP 削减量分别为 226.33t/a、43.14t/a、3.65t/a，综合削减率为 58.71%、54.75%、54.48%。

采取生态工程措施以及水质净化等措施，对 COD、TN、TP 的削减率分别为 40%、60%和 60%，通过农业和生活污染治理和控制措施以及生态工程措施和其它措施，分析西涧湖水源污染物控制目标与削减效果情况见表 8。

表8 污染物控制目标与削减效果分析 (t/a)  
Table8 Analysis of the control objectives  
and reducing effects of pollutants (t/a)

项 目	COD	TN	TP
污染物输入总量	385.47	78.80	6.69
纳污能力	1101.84	166.41	2.65
目标削减率	—	—	71.22
总削减量	289.98	64.54	5.47
削减比例/%	75.23	81.90	81.79

从表 8 可以看出：西涧湖年削减污染物总量分别是 COD289.98t、TN 64.54t、TP5.47t，总削减比例分别为 75.23%、81.90%和 81.79%。因为仅有 TP 超标需要削减，目标削减率为 68.34%，达到了污染物排放总量控制目标提出的削减量和削减率的要求。从总体上来说，西涧湖污染物排放总量控制方案是切实可行的，能实现保护水源地水质保护目标。

### 3 结论

在目前水源地安全遭到危害情况下，为了保护水源地生态环境，保障供水安全，在系统调查污染源基础上，通过理论分析计算，提出具有可操作性的污染物总量控制方案具有重要意义。结合社会经济规划及发展需求，从工业、农业、生活污染治理和控制措施以及生态工程措施等方面提出水源地污染源总量控制方案，使污染负荷总削减量及削减率均达到总量控制目标，可以有效保护水源地环境，也是水源地管理的重要手段之一。

#### 参考文献：

[1] Robert E. Carlson. A trophic state index for lakes [J]. *Limnology and Oceanography*, 1977,22(2):361-369.  
[2] 金相灿. 中国湖泊富营养化[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990: 134. (JIN Xiangcan. *Lake Eutrophication in China* [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 1990:134. (in Chinese))

[3] 于凤存,方国华,鞠琴. 熵值理论和改进 BP 网络在湖泊富营养化评价中的应用研究[J]. *水文*, 2014,34(3):57-60. (YU Fengcun, FANG Guohua, JU Qin. Study on lake eutrophication based on entropy theory and improved BP neural network [J]. *Journal of China Hydrology*, 2014,34(3):57-60. (in Chinese))  
[4] Yu F C, Fang G H, Ru X W. Eutrophication, health risk assessment and spatial analysis of water quality in Gucheng Lake [J]. *China. Environ. Earth Sci.*, 2010,59(8):1741-1748.  
[5] 逢勇,陆桂华. 水环境容量计算理论及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2010:35. (PANG Yong, LU Guihua. *Calculation Theory and Application of Water Environment Capacity* [M]. Beijing: Science Press, 2010:35.(in Chinese))  
[6] 董飞,彭文启,刘晓波,等. 河流流域水环境容量计算研究[J]. *水利水电技术*, 2012,43(12):9-14. (DONG Fei, PENG Wenqi, LIU Xiaobo, et al. Study on calculation of water environmental capacity of river basin [J]. *Water Resources and Hydropower Engineering*, 2012,43 (12):9-14. (in Chinese))  
[7] 陈云波. 完全均匀混合质量平衡水质模型在滇池中的应用[J]. *环境科学研究*, 1995,14(2):14-18 (CHEN Yunbo. The application of well mixed mass balance water quality model in Dianchi Lake [J]. *Research of Environmental Sciences*, 1995,14 (2):14 -18. (in Chinese))  
[8] 葛大兵. 岳阳南湖水环境容量研究[J].*湖南农业大学学报(自然科学版)*, 2001,27(4):321-323 (GE Dabing. Water environment capacity of Nanhu Lake in Yueyang [J]. *Journal of Hunan Agriculture University*, 2001,27(4):321-323. (in Chinese))  
[9] GB/T25173-2010, 水域纳污能力计算规程 [S]. (GB/T25173-2010, Code of Practice for Computation on Allowable Permitted Assimilative Capacity of Water Bodies [S]. (in Chinese))  
[10] 杨诗君,李广源. 洞庭湖水环境质量评价及水环境容量分析[J]. *水文*, 2006,26(5):83-84. (YANG Shijun, LI Guangyuan. Evaluation and analysis on water environment capacity of Dongting Lake [J]. *Journal of China Hydrology*, 2006,26(5):83-84. (in Chinese))  
[11] 孟长伊. 基于农业可持续发展的吉林省农业非点源污染控制工程技术[D]. 长春: 吉林大学, 2007. (MENG Changyi. Based on the Sustainable Development of Agriculture of Jilin Agriculture Non-point Source Pollution Control System Engineering and Technology Research[D]. Changchun: Jilin University, 2007:30-35. (in Chinese))  
[12] 李谢玲. 水环境容量与畜禽养殖的关系研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2007. (LI Xieling. Relationship between Water Capacity and Livestock and Poultry Breeding [D]. Chongqing: Chongqing University, 2007. (in Chinese))  
[13] 林晓梅,刘宁,吴小庆. 基于水环境容量的开发区水污染控制对策研究[J]. *环境保护科学*, 2009,35(2):75-77. (LIN Xiaomei, LIU Ning, WU Xiaoqing. Study on control of water pollution in developing areas by water environmental capacity analysis—taking Zhenjiang developmen zone as example [J]. *Environmental Protection Science*, 2009,35(2):75-77. (in Chinese))

- [6] Hosking J R M, Wallis J.R. Regional Frequency Analysis – An Approach Based on L–moments [M]. New York: Cambridge University Press, 1997.
- [7] Robson A, Reed D. Statistical Procedures for Flood Frequency Estimation [M]. Wallingford Institute of Hydrology Flood Estimation Handbook, UK, 1999.
- [8] Bonnin G M, Todd D, Lin B, et al. Precipitation Frequency Atlas of the United States, NOAA Atlas 14 Volume 2 [M]. NOAA, National Weather Service, Silver Spring, MD, 2004.
- [9] 林炳章, 邵月红, 闫桂霞, 等. 水文气象促进工程水文计算核心课题研究的发展 [A]. 中国水文科技新发展——2012 中国水文学术讨论会论文集 [C]. 南京: 河海大学出版社, 2012:50–63. (LIN Bingzhang, SHAO Yuehong, YAN Guixia, et al. Hydrometeorology promotes the development of core research topics in engineering hydrology [A]. New Development of Hydrological Science and Technology in China—Proceedings of Hydrological Academic Seminar [C]. Nanjing: Hohai University Press, 2012:50–63. (in Chinese))
- [10] 陈欢欢, 李星, 丁文秀. Surfer8.0 等值线绘制中的十二种插值方法 [J]. 工程地球物理学报, 2007, 4 (1):52–57. (CHEN Huanhuan, LI Xing, DING Wenxiu. Twelve kinds of gridding methods of Surfer 8.0 in isoline drawing [J]. Chinese Journal of Engineering Geophysics, 2007, 4(1):52–57. (in Chinese))

### Study on Spatial Continuity of Precipitation Quantile Estimates Based on Regional L–moments Analysis

LI Min<sup>1,2</sup>, LIN Bingzhang<sup>1</sup>, SHAO Yuehong<sup>1</sup>, CHEN Hong<sup>1</sup>, WU Junmei<sup>1</sup>

(1. College of Hydrometeorology, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China;

2. Haimen Meteorological Bureau, Haimen 226100, China)

**Abstract:** Regional L–moments analysis (RLMA) is the most advanced method for hydrologic frequency analysis, which has been widely used for precipitation frequency analysis in the United States and some other countries since the 1990s. Recently in China, RLMA has been successfully applied to precipitation frequency analysis in the Taihu Lake Basin as a pilot study. However, due to the lack of the rainfall stations with sparse spatial distributions as well as the short data length, the precipitation quantiles show a spatial discontinuation between quantiles somewhere around some areas in between the homogeneous regions. This study mainly presents a meaningful and simple correction method based on spatial interpolation to solve the discontinuity by adjusting the draft quantiles. The annual maximum series at 96 stations with 20–year and longer of rainfall data from the Taihu Lake Basin in East–China were used for the study. The results of adjusted precipitation quantiles that had been obtained via the RLMA for the Taihu Lake Basin exhibit better reliability expressed in relative error of the empirical frequency to the theoretical exceedance probability of the data, and a better spatial smoothing pattern shown as well.

**Key words:** regional L–moments analysis; hydrometeorological region; quantile estimation; spatial interpolation

=====

(上接第 46 页)

### Study on Total Control Technology Program of Pollution Load for Small and Medium Sized Lake and Reservoir–type Water Sources

YU Fengcun<sup>1</sup>, FANG Guohua<sup>2</sup>, XU Jia<sup>1</sup>, ZHANG Wei<sup>1</sup>

(1. Anhui Province Key Laboratory of Water Conservancy and Water Resources,

Anhui and Huaihe River Institute of Hydraulic Research, Bengbu 233000, China;

2. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210000, China)

**Abstract:** Xijianhu Lake, as the most important source of drinking water for Chuzhou City, the ecological environment of which has some damages. Pollution load was calculated by investigating and counting pollution sources, and eutrophication evaluation was done according to the monitoring data of water quality. The environmental capacity was calculated using the full–hybrid model. According to water quality objectives of drinking water source, finally, the total control technology program of water environment was proposed.

**Key words:** eutrophication evaluation; water capacity; pollution sources; total control technology program