

· 争鸣与探索 ·

基于 GIS 空间插值方法的长湖水质评价

帅方敏, 卢进登, 王新生

(湖北大学资源环境学院, 湖北 武汉 430062)

摘要:通过对各插值方法选择后取反距离加权法与克里格法对长湖的污染现状进行分析, 结果表明大部分水域水质处于 Ⅴ 类和劣 Ⅴ 类, 只有主要出水口习家口和刘岑闸附近的部分水域的水质可以达到 Ⅳ 类水质标准。同时发现反距离加权法与克里格法均具有较高的精度, 但克里格法优于反距离加权法, 这两种方法评价湖泊水质都能取得比较好的效果。

关键词:空间插值法; 水质评价; 长湖

中图分类号: X824 **文献标识码:** C **文章编号:** 1006-2009(2007)04-0040-03

The Evaluation of Water Quality of Changhu Lake Based on Spatial Interpolations

SHUA I Fang-min, LU Jin-deng, WANG Xin-sheng

(School of Resources and Environment, Hubei University, Wuhan, Hubei 430062, China)

Abstract: The methods of inverse distance to a power and the Kriging were selected from the interpolation methods to describe the present situation of Chang Lake's pollution. The results indicated the water quality in majority of the Lake was in V level even worse, only near the main water outlet was in IV. The both methods of inverse distance to a power and the Kriging were high precision but the Kriging method surpasses the inverse distance to a power. The two methods all can obtain the quite good effect in evaluation of the lake water quality.

Key words: Spatial interpolation; Water quality evaluation; Changhu Lake

空间内插法可以用已知的空间数据估计(预测)未知空间的数据值^[1], 被广泛应用于各种要素(气温、降雨量、大气环境等)的估值。污染物浓度的空间内插法对于监测点位少, 需要描述评价总体环境状况的研究对象具有实际意义。现利用空间插值法对长湖水质进行评价。

1 数据来源及分析

1.1 样区概括

长湖是长江中游江汉平原的重要湖泊之一, 面积 138 km², 东西长 30 km, 南北最宽处为 18 km, 水位 1.7 m 时面积 129 km², 属典型的岗边洼地湖^[2]。长湖湖水依赖地表径流和湖面降水补给, 汇水面积 2 265.0 km², 补给系数 17.5。入湖河流有拾桥河、龙会桥河、太湖港和广坪港等。出水由习家口、刘岑闸入四湖总干渠, 沿内荆河和田关河分别排入长江与东荆河(入汉水), 多年平均可调水量 3.87 × 10⁸ m³, 平均最高水位 32.0 m, 最低水

位 28.0 m, 平均水温 17.2 ℃。

1.2 试验与采样

采样时间为 2006 年 7 月 11 日, 利用 GPS 定位采样点后在距水面下方 0.5 m 处取样 3 瓶(2 个塑料瓶, 1 个玻璃瓶), 具体操作依据《地表水和污水监测技术规范》。采样点分布见图 1。

1.3 长湖水质监测结果

根据《湖北省地表水功能区划类别》规定, 长湖水体的水质应执行 Ⅳ 类水质标准。评价标准采用《地表水环境质量标准》(GB 3838 - 2002)。水质评价采用水环境现状评价方法中的单一指数评价法^[3]。水质经湖北省农科院监测中心检测, 结果见表 1。

收稿日期: 2006 - 11 - 22; 修订日期: 2007 - 05 - 07

基金项目: 湖北省科技厅重大专项基金资助项目(2004TS02); 湖北省环保局“长湖水污染防治规划”基金资助项目

作者简介: 帅方敏(1982—), 女, 湖北京山人, 硕士研究生, 从事 GIS 应用与生态环境方面的研究。

表 1 长湖水质监测结果

样品编号	名称	水温 <i>t</i> /	pH	(COD) / (mg · L ⁻¹)	(总氮) / (mg · L ⁻¹)	(总磷) / (mg · L ⁻¹)
1	和尚桥		8.47	41	4.96	0.15
2	双桥口	33	7.14	45	5.08	0.04
3	戴家洼	32	5.83	18	1.68	0.13
4	吴家洼	33	8.82	60	3.48	0.07
5	海子湖湖心	34	9.11	36	2.60	0.08
6	新阳桥	32	8.13	49	1.59	0.08
7	习家口	32	8.50	15	1.55	0.05
8	刘琴闸	33	9.04	28	1.42	0.02
9	后港	35	8.85	28	1.53	0.02
10	毛李洼	34	8.75	27	1.31	0.05
11	大湖湖心	34	8.97	20	1.63	0.02
12	桥河口	32	6.70	29	2.55	0.08
13	长湖中部	33	8.83	22	1.50	0.03

2 研究方法

各指标的实际观测值只能在数目有限,具有代表性的采样点上获得。如何将这些点上同一时间内实测的定量指标信息外推到整个研究区域,国内外已进行了大量的研究,并总结出了多种方法。该研究及其他学者相关研究结果表明,反距离加权法与克里格内插法空间估值的效果明显好于其他方法^[4-7]。

2.1 反距离加权方法

反距离加权法是最常用的空间内插方法之一。其表示公式为:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(D_i)^p} Z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(D_i)^p}} \quad (1)$$

式中 Z 为估计值, Z_i 为第 i ($i = 1, \dots, n$) 个样本, D_i 为距离, p 为距离的幂,其显著影响内插的结果,它的选择标准是最小平均绝对误差。

2.2 克里格内插法

克里格法分为两步:第一步是对空间场进行结构分析;第二步是在该模型的基础上进行克里格计算。Matheron^[8]给出了克里格法的一般公式:

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i) \quad (2)$$

式中 $z(x_i)$ 为观测值,它们分别位于区域内 x_i 位置; x_0 是一个未采样点; λ_i 为权,并且其和等于 1。即

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (3)$$

选取 λ_i ,使 $Z(x_0)$ 的估计无偏,并且使方差²小于任意观测值线形组合的方差。

克里格法以空间结构分析为基础进行估值,因此该法充分利用了数据空间场的性质,在插值过程中可以反映空间场的各向异性,并且充分利用数据点之间的空间相关性,可以自动识别样品点的空间分布。

3 基于两种插值方法的长湖水质综合分析结果

分别以 COD、总氮、总磷为参照指标进行插值分析,再使用环境影响综合评价方法中的图形叠置法^[9]及《地表水环境质量标准》(GB 3838 - 2002)得出综合水质评价结果,见图 1 和图 2。



图 1 反距离加权法叠加结果

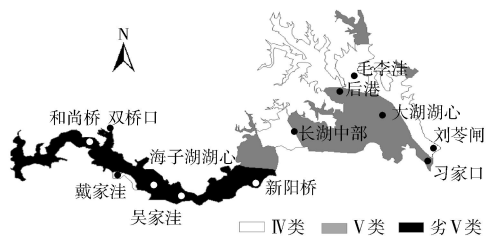


图 2 克里格内插法叠加结果

对比图 1 和图 2 发现反距离加权法与克里格法得出的结果有所不同,故采用交叉验证法来验证插值的效果,在空间插值所得到的长湖水质分布图上可以读出相应检验站点的模拟值,然后计算检验站点实测值与模拟值的误差,以此来判断估值方法的优劣。

通过相对均方差 (RMSE) 的比较,发现两种方法得出的结果尽管有所不同,但都具有较高的精度。只是反距离加权法略逊于克里格法。这是因为克里格法在插值过程中充分利用了数据点之间的空间相关性。但从整个插值计算过程来看,反距离加权法比克里格法要相对简单。表明此两种方

法在湖泊水质插值模型中均能获得比较好的效果。根据实际情况, 最终结果取自克里格法插值结果。

空间内插方法是研究区域变量空间分布的基本方法, 各种方法都有其特定假设、适用范围、算法和优缺点, 必须指出, 对于众多的空间内插方法而言, 没有绝对最优的空间内插方法, 只有特定条件下的最优方法。

从图 2 可以看出整个长湖污染比较严重, 大部分水域水质都处于 Ⅲ类和劣 Ⅴ类, 只是在其主要出水口习家口和刘岑闸附近的部分水域水质达到 Ⅱ类水质标准。也就是说, 长湖的全部水域均超过了规定应执行的 Ⅲ类水质标准。从长湖水体的水质分布状况来看, 上游污染严重, 如: 上游的和尚桥、双桥口、新阳桥、吴家洼、桥河口等各项指标都明显超标; 下游出水口处的刘岑闸、习家口和湖岔后港、长湖中部及大湖湖心的水质相对较好。这表明靠近荆州市的上游接纳了荆州市城区大量的生活污水和工业废水, 造成长湖水质的恶化。另外, 整个长湖流域以农业种植为主, 兼有养殖业, 故其农业非点源污染也是其水质恶化的重要原因。除此之外, 其内源污染也不可忽略, 因为在其上游狭长段, 几乎全部围栏养鱼, 加剧了水质的恶化。上游与下游水质的差别也表明了长湖具有较强的水体自净能力, 这与实地调查所看到的长湖 (尤其是其大湖段) 生长着大量的沉水植物有密切关系。因此, 对长湖沉水植物的生物量、群落特征、净化能力作深入研究, 对制定长湖水污染防治规划将有十分重要的意义。

4 结论

(1) 整个长湖污染比较严重, 大部分水域水质都处于 Ⅲ类和劣 Ⅴ类, 也就是说, 长湖的全部水域

均超过了规定应执行的 Ⅲ类水质标准。

(2) 利用空间插值得出湖泊污染物的分布模式具有可行性与实用性, 从而可用来合理布置监测点, 减少水质监测的投资。

(3) 监测点数据的特性、样本站点的位置、空间密度、测量数据的精度、空间变异性等都会影响插值结果的精度。在进行要素空间插值之前, 需对站点数据的空间变异性与相关性进行分析, 在此基础上选择合适的空间插值模型。

(4) 水体污染物的时空分布的评价结果还会受到采样点的布设以及季节等因素的影响, 研究中因为资料和监测数据的限制, 也会影响模型的精度, 但此插值结果可以作为今后采样和对长湖水质进行初步评价的依据。

[参考文献]

- [1] 李新, 程国栋, 卢玲, 等. 空间插值方法比较 [J]. 地理科学进展, 2000, 15(3): 260 - 265.
- [2] 杨汉东, 何报寅. 江汉平原长湖近代沉积物磁性测量及其气候意义 [J]. 地理科学, 1998, 18(2): 135 - 138.
- [3] 田子贵, 顾玲. 环境影响评价 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 76 - 97.
- [4] PRICE D T. A comparison of two statistical methods for spatial interpolation of Canadian monthly mean climate data [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2000, 101: 81 - 94.
- [5] 刘瑞民, 王学军. 湖泊水质参数空间优化估算的原理与方法 [J]. 中国环境科学, 2001, 21(2): 177 - 179.
- [6] 朱芮芮, 李兰, 王浩, 等. 降水量的空间变异性比较研究 [J]. 中国农村水利水电, 2004, 25(4): 25 - 27.
- [7] 王丽, 李畅游, 刘廷玺. 湖泊底泥营养参数的空间估值 [J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(3): 772 - 775.
- [8] MATHERON G. Principles of geostatistics [J]. Economic Geology, 1963, 58: 1246 - 1266.
- [9] 陆玉书. 环境影响评价 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 46 - 48.

· 简讯 ·

无锡携手南京农业大学治理太湖农业面源污染

2007 年 7 月 2 日, 无锡与南京农业大学在南京签订了“无锡太湖地区农业面源污染治理规划研究合作协议”, 同时举行了“南京农业大学太湖稻作博士后工作站 揭牌仪式”。

农业面源污染是指在农业生产活动中, 氮素和磷素等营养物质、农药以及其他污染物质, 通过农田的地表径流和农田渗漏形成的水环境的污染。研究表明, 农业面源污染已是太湖水质污染的 3 个主要因素之一。根据此次签订的协议, 南京农业大学将组织专家, 深入调查无锡太湖地区农业面源污染情况, 分析农业生产活动和经营方式与农业面源污染的关系, 提出以水质保护为目标的农业面源污染的治理规划目标及主要技术、途径, 并对农业生产结构调整和无锡环太湖地区土地利用作出新规划, 从而制订出具有较强针对性、指导性、前瞻性、操作性的农业面源污染治理综合防控技术方案。

摘自 www. jshb. gov. cn 2007 年 7 月 11 日