

# 地理信息系统在水质预警中的应用

董志颖, 汤洁, 杜崇

(吉林大学 环境与资源学院, 吉林 长春 130026)

摘要: 为了能在一定范围内对水质进行预警,运用 GIS 强大的空间分析功能,采用共享软件,并将预警结果与其它地理信息相叠加,定量研究水质预警;提出了 GIS 支持下的水质预警的方法和流程;对吉林西部实例的研究结果表明将 GIS 应用于水质预警,其方法精确、实用,而且有很高的推广价值。

关键词: 水质预警; 地理信息系统; 共享文件; 叠加

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2002)01-0060-03

中图分类号: P208; P342.4

## Application of GIS on Forecast of Water Quality

DONG Zhi-ying, TANG Jie, DU Chong

(College of Environment and Resources, Jilin University, Changchun 130026, Jilin Province, China)

**Abstract** To forecast the water quality at the definite range. Recurring to the common file, intersect the forecasting results and some geographic information by the powerful spatial analyses function of GIS, the methods and the flow of water forecasting are put forward by means of GIS. The research result indicates that the method is accurate and practicable, and has the highly extended value.

**Keywords** forecast of water quality; GIS common file; intersect

水是地球上不可缺少的自然资源之一,然而人类在开发利用水资源的同时,不可避免地破坏了水资源,使其质量不断恶化,这种变化在时间上表现为从量变到质变的过程,包括渐变、突变、连续、波动、累积等各种演变形式,当这种变化达到一定程度时,则难以逆转,并会对人类造成不同程度的危害。控制水质恶化的有效方法就是防患于未然,即在其发生恶化之前,能及早提出预告,进行报警,及时采取措施,对水环境加以有效抑制、减缓、控制和整治,使其步入良性循环,减少各种危害产生和降低危害破坏程度。因此,采用科学、先进的手段对水质进行预警十分必要。

所谓水质预警,就是指在一定范围内,对一定时期的水质状况进行分析、评价,对其发生及其未来发展状况进行预测,确定水质的状况和水质变化的趋势、速度以及达到某一变化限度的时间等,预报不正常状况时空范围和危害程度,按需要适时地给出变化或恶化的各种警戒信息及相应的综合性对策,即对已出现的问题提出解决措施,对未出现或即将出现的问题给出防范措施及相应级别的警戒信息。

水质预警是一个多目标系统,不仅包含对某一时刻的预警,而且包括对某段时间变化趋势的预警。它具有先觉性、预见性的超前功能,具有对水质演化趋势、方向、速度、后果的警觉作用,同时也具有为水环

境治理提供服务的科学功能和基础功能

根据水质预警的内涵,可将其分为状态和趋势预警,其中状态预警是本文研究的重点。水质状态预警是指对水质现状进行综合评价,评价出各个地区水质好坏,以此为基础做出警报。它是对整个研究区的水质所处的状态给出恰当的评价,强调的是空间概念,即在某一时间研究区内水质在空间上的变化情况。

由水质状态预警的定义可以看出,它与水质评价很相似,但实际上它们有很大的差别<sup>[1]</sup>,如表 1 所示。

表 1 水质评价与水质预警的区别

类型	水质评价	水质预警
研究范围	可以是原生环境或次生环境	重点是次生环境,突出未来人类的干扰后果
研究重点	水质的差别,着重水质级别的高低之分,并确定有无影响及利弊大小	水质负向演化的趋势、速度和后果
时间尺度	包括过去(回顾评价)、现状(现状评价)和将来(影响评价)	重点在将来,但更侧重不同时间段的动态变化
评价结果	一次性静态结论	动态多维结论,包括演化方向、速度、状态、质变(突变)等
研究程度	理论和方法较成熟,成果已在工程和区域环境论证和管理中得到应用	尚处于探索阶段,理论和方法论尚处于启蒙阶段

水质状态预警就是在水质现状评价的基础之上, 将其与理想状态作比较, 判别现状评价值与理想值之间的差距, 即水质在现阶段演化过程中的位置与理想状况的差距, 研究其是正向演化还是逆向演化, 若为逆向演化, 则应及时作出预警。

## 1 地理信息系统在水质预警中的应用

自从 20 世纪 60 年代初加拿大的 Rogerf. Tom Lionson 与美国的 Duane F. M marble 提出“地理信息系统”<sup>[2]</sup>后, 其研究和应用已经取得了惊人的发展, 目前地理信息系统广泛地应用于资源调查、环境评估、交通运输、农田水利、区域发展规划等很多领域, 已经成为一个跨学科、多方向的研究领域。

由于地理信息系统具有较强的空间分析能力, 能够突出空间信息, 因此, 本文利用地理信息系统的空间分析特性, 将预警结果做成数字化图, 实现预警信息的可视化, 使其既能清楚地反映水质的优劣, 即无、轻、中、重警, 又能反映出水质的空间变化规律, 并以此结果来指导水资源的开发利用。

由于地理信息系统没有进行水质预警的功能, 因此, 需要自行编制水质预警的程序 (本文采用模糊综合评判法), 并设置它与地理信息系统的接口, 采用共享文件的方式<sup>[3]</sup>, 把水质预警的结果直接输入到地理信息系统中, 然后利用地理信息系统强大的空间数据处理功能, 绘制预警结果图, 并叠加有意义的地理信息, 作为今后工作的参照。

通过分析, 本文采用 MAPGIS 与 FOX PRO 数据文件进行接口, 可以做如下设计: 把原始采样数据通过地理信息系统的属性输出功能, 将其转化为 FOX-PRO 文件, 通过预警模型计算形成新的 FOXPRO 结果文件, 并把该结果文件同 MAPGIS 采样点空间分布文件相连, 则可以把预警结果直接输入到 MAPGIS 地理信息系统。接受到预警信息后, 就可以提取预警信息, 形成 2DM 文件, 在此基础上绘制预警结果的空间分布等值线图, 并利用地理信息系统的空间分析功能, 叠加进来其它的地理信息, 如城镇、乡村的分布状况等, 这样最终的预警结果图既包含了水质质量空间分布状况, 又包含了地理信息, 这正是同其它应用软件的不同之处, 也是采用地理信息系统参与水质预警的优越之处。其流程见图 1。

## 2 实例

### 2.1 吉林省西部概况

吉林省西部西临内蒙古自治区, 北以嫩江为界, 与黑龙江相邻, 总面积约  $4.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 属温带大陆

季风气候, 降水量远远小于蒸发量, 为半湿润、半干旱过渡带。该区潜水的水化学类型按苏林分类主要为  $\text{NaHCO}_3$ , 其次是  $\text{CaCl}_2$  型和  $\text{MgCl}_2$  型水。常量以  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$  为主,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  次之, 矿化度为 0.2~3.0 g/L, 硬度为 25~50 德国度, F 含量较高, 在 0.2~18 mg/L 之间。

根据吉林省西部的特殊性, 本文对该区 1998 年潜水饮用水水质进行状态预警, 以了解潜水饮用水水质空间分布规律, 指导吉林省西部水资源开发利用。

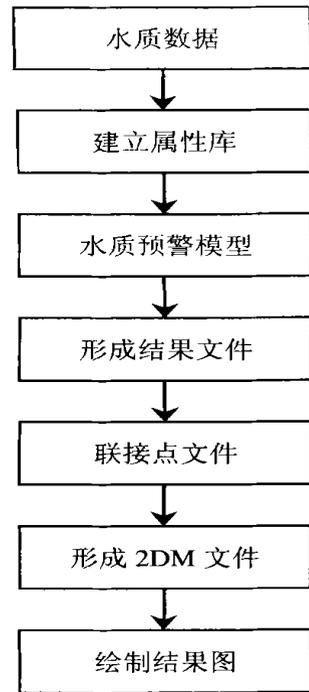


图 1 MAPGIS 支持下的水质预警流程

### 2.2 水质数据的采集

根据需要, 我们在吉林省西部采集了 143 个水样, 并对其进行了各种元素的测定, 其中包括水质监测数据较为全面的动态观测井资料和野外实地采样资料, 从中取得了必备的原始数据。这些数据不仅详细记载了各种常量、微量元素的含量, 而且也详细记载了其空间位置及特殊的环境特征, 为下一步工作奠定了基础。

### 2.3 空间数据库的建立

根据采样点的空间位置, 利用地理信息系统的数据库输入子系统, 通过数字化仪采用点方式输入形式, 以采样点编号为关键字段对采样点进行输入<sup>[4]</sup>, 并同时录入每个采样点的相应水质数据, 从而建立起该区的水质空间数据库。

### 2.4 预警因子及警戒线的确定

为了能够全面地反映该区的水质状况, 本文根据

其潜水的实际情况以及水中元素对人体健康的影响,选取了 Ca, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, F, 矿化度、硬度 6 项指标作为预警因子,同时,参照国家饮用水水质标准,各元素对人体健康的重要性程度<sup>[5]</sup>以及该区的水化学特征,确定了预警评价的警戒线(见表 2),反映该区潜水饮用水质量状况

表 2 潜水饮用水水质预警警戒线 mg/L

警度	总硬度	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	矿化度
无警	450	250	0.3	1	100	1 000
轻警	500	400	0.8	1.4	150	1 500
中警	550	500	1.2	2	200	2 000
重警	600	600	1.5	2.5	250	2 500

## 2.5 进行预警

本文采用模糊综合评判法对水质进行预警评价<sup>[6]</sup>,该方法具有精度高,结果合理等优点,其算法见有关参考文献。为了使该方法更加简便、实用,作者进行了模糊综合评判法的程序设计:(1)输入水质数据,并将其标准化;(2)对预警警戒线进行标准化处理;(3)对运行程序进行预警评价,得到预警结果

## 2.6 预警结果分析

用预警模型对该区的潜水饮用水水质进行预警评价后,把预警评价结果通过属性连接功能输入到 MAPGIS 中作为绘制预警结果图的信息。通过信息传入,利用 MAPGIS 的 DEM 子系统把预警的结果绘制成等值线图,并通过空间分析子系统的区域相交功能,叠加上其它的地理信息,便可得到水质预警结果图(见图 2)

从图 2 可以看出,该研究区内西北部和东部的潜水水质较好,基本处于无警状态,而中部和南部水质则较差,总体上向恶化方向发展。全区有大约占评价区面积 75.53% (面积为 33.743 km<sup>2</sup>) 的地区处于无警区,轻警区占 15.41% (面积为 6 881 km<sup>2</sup>),中警区占 5.55% (面积约为 2 478 km<sup>2</sup>),重警区仅占 3.49% (面积为 1 558 km<sup>2</sup>)。乾安和长岭的水质较差,不仅发生了轻警和中警,甚至还有重警区的出现,尤以乾安县为重,除了有大约 3% 的地区处于无警区外,其它地区均处于轻、中、重警区,基本上已不能饮用

由以上分析可知,吉林省西部目前水质状况形势比较严峻,不容乐观,已经有大约 25% 的地区出现了不同程度的警情,而目前还没有出现警情的地区也已

经有恶化的趋势,若不采取措施加以控制和改善,将来一定会对该区的生活造成无法估计的损失。因此,建议有关部门参照水质预警结果来合理地改善和开发利用水资源,防止产生对人类不利的影响。

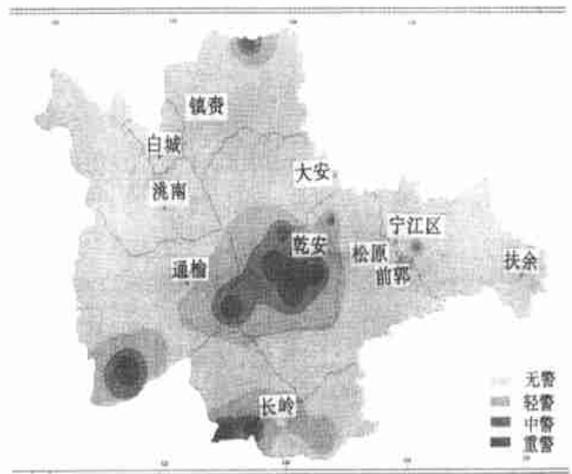


图 2 吉林省西部水质状态预警图

## 3 结 论

通过实例研究可以看出,在对水质数据进行分析的基础上,利用预警模型对水质进行预警,将其结果作为信息传输到 MAPGIS 的空间分析子系统,绘制成等值线图,并叠加上其它的地理信息,使预警结果可视化。研究结果表明,这种方法精度高,实用性强,有利于实际的开发利用,具有很大的发展前景

### [ 参 考 方 献 ]

- [1] 陈国阶.对环境预警的探讨[J].重庆环境科学,1996.10(18): 2.
- [2] 陈述彭,等.地理信息系统导论[M].北京:科学出版社,1998.1-2.
- [3] 陈俊,等.实用地理信息系统[M].北京:科学出版社,1998.18-20.
- [4] 魏文秋,等.地理信息系统在水文学和水资源管理中的应用[J].水科学进展,1997(3): 2.
- [5] 林年丰,汤洁.医学环境地球化学[M].吉林:吉林科学技术出版社,1991.20-24.
- [6] 杨建强.区域水资源环境预警的理论与实践[D].吉林大学博士学位论文,2001.