

文章编号:1009-4822(2007)04-0376-03

地下水资源管理的 GIS 系统研究

向速林

(华东交通大学 土建学院,江西 南昌 330013)

摘要:以实现贵州省遵义市地下水保护与科学管理为目标,介绍了基于 GIS 的地下水管理信息系统的总体设计以及所实现的功能,并以污染指数评价模型为例,详细阐述了地下水管理 GIS 系统所实现的评价和预测功能。

关键词:地理信息系统;地下水;管理;系统设计;功能实现

中图分类号:P641.8

文献标识码:A

1 研究区概况

研究区地下水主要接受大气降水补给,其次,来自北部山区的地表小溪及坡面流至盆地边缘后,部分再次潜入地下补给地下水,形成地下水的“二次补给”。地下水接受补给后,在重力作用下,沿构造及层间裂隙向盆地内运移,总体流向从西南向东北。北部山区基岩裂隙水在径流途中,除少部分因地形切割而出露地表,形成山区溪流基流外,大部分在含水层中径流,经与盆地结合的坡麓地带呈潜流进入盆地中含水层^[1]。

2 系统分析

2.1 问题的提出

地下水资源具有空间分布和动态变化发展的特点,其时空分布涉及到地形、地貌、地质构造、水文地质、河流水系、气象气候、植被与水利工程等诸多因子,反映这些因子及各因子间相互关系的数据量十分庞大,而且在整个管理过程中包括地下水资源调度的实况、取水口的空间位置、取水监督管理、历史资料和取水现状等诸多因素,集图形和属性管理为一体,管理内容复杂。虽然目前的手工管理可以完成日常工作,但随着工程水利向资源水利的转变,水务一体化的实现,水资源日益紧缺的全球性问题的出现,手工作业已愈来愈难以满足水资源管理的需要。因此,必须借助于计算机等先进技术手段,建立高效的地下水资源管理信息系统,迅速完成数据计算、分析、处理与传递,实现对地下水资源进行有效的评价和管理。

2.2 系统的目标与任务

遵义市地下水资源管理的 GIS 系统是研究地下水质量评价、规划以及相关数据库和方法库的计算机软件系统。建立该系统的目的是正确地分析、评价地下水环境的状况,有效地预测地下水环境问题发展的趋势,以便做出及时、准确的决策,实现对地下水资源进行正确评价与科学管理。其研究任务是选择典型研究区,建立该地区地下水资源管理数据库,建立基于 GIS 的地下水环境评价模型并进行地下水环境评价。

2.3 系统的支撑平台

地下水资源管理 GIS 系统的支撑平台包括硬件平台和软件平台^[2]。硬件平台主要是常规微机系统及一些外部数字化设备;软件平台是指一些通用的 GIS 软件产品。本系统采用桌面地理信息系统 MAPINFO,它是由美国 MAPINFO 公司推出的 GIS 软件。作为一类特殊的 GIS 平台软件,MAPINFO 软件有着它自己的特色:内置关系型数据库,实现了电子地图与数据库的自动连接和双向查询;MAPINFO 的电子地图中,没有拓扑关系的定义,而是通过提供新的地理运行符和面向对象的图形结构,使传统 GIS

收稿日期:2007-01-28

作者简介:向速林(1978-),男,讲师,硕士,主要从事水资源与水环境研究。

中的地图分析和图形处理功能得以实现。MAPINFO 提供了能让用户开发和使 MAPINFO 自动化的 MAPBASIC 语言,可使用户进一步方便地开发专门的 MAPINFO 界面,并且具有强大的数据库访问工具和良好的兼容性,可方便地实现 MAPINFO 与其他应用程序的连接。

3 系统的总体设计与功能实现

地下水资源管理的 GIS 系统从系统的观点出发,立足于整体的思想进行设计。本系统以地下水环境的治理为应用对象,把基于地下水环境的信息技术和传统的数据库技术带入到可视化的空间中,将环境保护的管理者置身于自然和社会环境,使抽象的地下水环境评价工作变得生动、直观和全面。系统采用软件工程的结构化设计模式,按功能将系统自上而下逐步分解为相对独立的子系统或模块。系统设计强调模块完备性与扩充性、功能实用性、操作可视化等,分为两个独立子系统:地下水资源管理子系统、地下水环境评价子系统。

3.1 地下水资源管理子系统

地下水资源管理子系统设计的目的是对系统所有的原始数据、运算结果数据、运算标准数据、动态交换的数据以统一的格式保存,以方便进行处理、调用、交换和打印输出。

地下水资源管理子系统是利用 Visual Basic 可视化语言编程的^[3],该数据库具有和 Mapinfo 接口功能,选择 Windows Access 数据库和 VB 自带数据报表,并留有 Access 数据向大型数据库转换程序,是 1 个完整的平台,可独立于主系统运行,具有数据处理、风格报表生成、数据预览和输出功能。主要包括以下数据表:气象资料统计表(降雨量统计、蒸发量统计、气温统计)、研究区地下水观测点分布情况表、地下水水质监测表、水位监测表、流量监测表、水温监测表。系统主要功能包括数据录入、数据查询、数据修改、数据删除和报表打印。

3.2 地下水环境评价子系统

3.2.1 系统设计

地下水环境评价子系统是将 GIS 和面向对象的方法用于地下水环境评价的研究中,利用人类在现实生活中常用的思维方式来认识、理解和描述问题,使地图上的区域对象和数据库对象成为既包括属性,也包括作用于属性的操作的运行实体;将评价结果加于地理信息之上,使评价结果可视化、地图化,评价图更加生动、直观,便于理解和决策。

地下水环境评价子系统的原始数据库和计算结果库利用 Access 开发,建立了统一的数据存储格式;数据处理模块及评价知识库主要用面向对象的开发工具 Visual Basic 开发,利用 OLE Animation 和 DDE 建立与评价 GIS 的接口;评价 GIS 利用 Visual Basic,Mapinfo 和 Mapbasic 混合编程协调开发,设计出符合用户需要的评价地理信息系统的界面;评价 GIS 系统在使用时,后台运行 Mapinfo,前台运行用户界面,利用 DDE 技术建立地理信息系统基础软件与此环境系统的联系。

3.2.2 功能实现

地下水水质评价以国家制定的地下水环境标准(GB/T 14848-93)作为依据,将环境素质的优劣转化为定量的可比数据,最后将这些定量的结果划分等级,以表明地下水水质受污染的程度。利用 Mapinfo 系统将遵义市按照环境质量的不同分为若干不同功能区,做出地下水水质综合评价图。地下水水质预测则考虑在不同的污染源类型时,对地下水污染的模式进行预测计算^[4-5]。利用 Matlab^[6]与 Visual Basic 建立接口,进行数据的动态交换,运算数据、计算结果和模式预测图可回传,用三维立体图显示结果。系统的总体流程如图 1 所示。

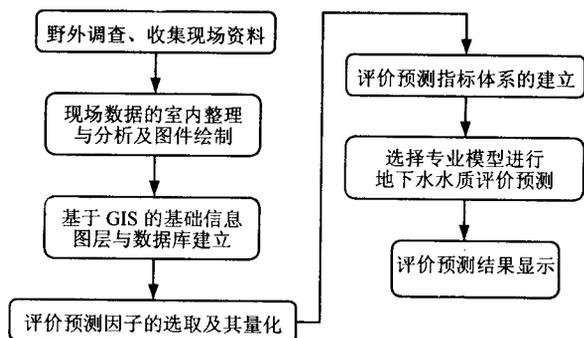


图 1 系统流程

Fig. 1 The system flow

从系统总体结构来看,本系统实现了如下功能:评价预测因子的选择,评价预测指标体系的建立,评价预测模型的分析与预测,评价预测结果的显示。

现以污染指数评价模型为例. 污染指数评价模型的实现采用向导方式, 具体步骤如下:

1) 地下水环境现状调查: 对研究区地下水环境质量进行现场调查, 并收集相关的地下水水质监测数据.

2) 评价预测因子的选取: 根据具体分析评价中筛选优化评价因子的需求以及研究区的实际情况, 在国家地下水环境标准中选取相应的评价预测因子. 本次评价选择的因子为硫酸盐、亚硝酸盐、氟化物、Cu、Zn、As、Hg、Cd、Mn、氟、全硬度及细菌指标等.

3) 评价标准的选择: 选择国家地下水环境质量标准(GB/T 14848-93), 该标准根据我国地下水水质现状、人体健康基准值及地下水质量保护目标, 并参照生活饮用水、工业、农业用水水质要求, 将地下水质量划分为5类.

4) 评价模型: 单项污染指数法. 此方法是以某1评价指标为评价目的. 评价的基本公式有多种, 本研究选择比较常用的内梅罗(N. L. Nemerow)计算式, 其公式为 $P_i = C_i / L_i$. 式中, P_i 为评价指标 i 的污染指数; C_i 为评价指标 i 的浓度代表值, 即实测值, mg/L; L_i 为相应评价指标的环境质量标准浓度值, mg/L.

根据上述公式, 计算地下水的单因子污染指数, 据此判定各监测点的地下水污染等级. 当 $P_i < 1$ 时, 地下水污染等级为清洁级; 当 $1 \leq P_i < 2$ 时, 为轻污染级; 当 $2 < P_i < 3$ 时, 为中度污染级; 当 $P_i > 3$ 时, 为重度污染级.

综合污染指数法. 此方法是以多项评价指标为评价目的, 在求出各单项指数的基础上, 求其综合污染指数值, 其计算公式为 $\overline{PI} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$. 式中, \overline{PI} 为全部评价指标的综合污染指数平均值; P_i 为某1评价指标污染指数值; n 为评价因子总数.

5) 评价结果分析: 通过运用污染指数评价模型的评价可知, 研究区地下水水质较好, 其物理指标、化学成分及毒理学指标一般均能满足以供水为目的的水质要求, 但细菌总数及大肠杆菌数含量较高, 如需作为饮用水, 则要进行杀菌处理.

评价结果表明, 研究区硫酸盐、亚硝酸盐、氟化物、Cu、Zn 等枯雨季含量都较低, 且年际变化不明显. 但部分地段地下水中 Mn 含量背景值较高, 且枯季时锰离子形成多点式、小范围、大变化梯度的异常区, 在盆地边缘的水淹-新庄一带形成高值区. 其含量总体趋势反映为从盆地北部边缘向盆地中心迅速降低, 在盆地中心出现零星高值点, 而盆地中心大部分地区出现零值区. 锰离子浓度值在4 a间变化较大, 最大浓度值1997年为0.5 mg/L, 1998年为0.8 mg/L, 1999年为1.3 mg/L, 2000年又降回到0.4 mg/L. 总体上锰离子浓度雨季小于枯季, 但浓度分布雨季与枯季相似, 也形成以多点式、小范围、大变化梯度为特征的高值区.

参考文献:

- [1] 向速林, 鄢贵权, 尤本胜. 基于GIS的地下水环境信息系统[J]. 贵州工业大学学报, 2003, 33(3): 99-102.
- [2] 罗云启, 曾琨, 罗毅. 数字化地理信息系统建设与Mapinfo高级应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [3] 姚巍. Visual Basic数据库开发及工程实例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- [4] 罗士心, 毛红梅, 陶守耀. 水质评价方法综述[J]. 水资源研究, 2002, 23(3): 15-18.
- [5] 何玲, 陈晓宏. 一个基于熵最大原理的地下水评价模型[J]. 水科学进展, 2001, 12(1): 61-64.
- [6] 徐昕, 李涛, 伯晓晨, 等. Matlab工具箱应用指南——控制工程编[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.

Groundwater Resources Management System Based on GIS

XIANG Su-lin

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

Abstract: In order to realize protection and management of the groundwater resources in Zunyi City of Guizhou Province, this paper introduces high level design of groundwater resources management system based on GIS, and the main functions are also introduced. And such as contaminated exponential evaluation model, it also formulated groundwater quality assessment and prediction functions of groundwater management system.

Key words: Geographic information system; Groundwater; Management; System design; Functional realization

【责任编辑: 郭伟】