

文章编号:1673-9469(2009)02-0048-03

泉域地下水资源管理信息系统

余超,沈杰,戴明松,陈鹏
(湖北省电力勘测设计院,湖北 武汉 430024)

摘要:本文利用地理信息系统技术(GIS)、VTK 三维显示技术、数据库技术、MODFLOW 地下水模拟模型和人工神经网络模型构建安阳市小南海泉域地下水资源管理信息系统,实现数据管理、地下水动态模拟、前景预测及可视化等功能。

关键词:GIS;MODFLOW;VTK;地下水;信息系统

中图分类号:TV211

文献标识码:A

A precipitation infiltration groundwater recharge model in consideration of impacts of land surface

SHE Chao, SHEN Jie, DAI Ming-song, CHEN Peng
(Hubei Electric Power Survey & Design Institute, Wuhan 430024, China)

Abstract: Groundwater which is the major water supply source in many north cities and areas in China, plays an significantly important role in the development of the regional economics. A groundwater information system is established by using the technology including Geographic Information System (GIS), three-dimensional visualization kits (VTK), Database, groundwater flow model MODFLOW and Artificial Neural Network. The system can manage and visual the groundwater data and information, simulate and predict the groundwater flow.

Key words: GIS; MODFLOW; VTK; groundwater; information system

根据传统水利向现代水利转变的总体要求,水资源问题已成为影响我国经济社会进一步发展的严重制约因素,加强水资源管理已成为水利部门的一项基本任务。实现水资源优化配置和水资源可持续利用是做好水资源工作的根本目标和任务^[1-2]。地下水是水资源的重要组成部分,在我国北方地区及许多城市,地下水是重要的供水水源,对当地的社会经济发展起着十分重要的作用。加快地下水资源管理工作的现代化、信息化建设,已是当务之急。为满足地表水、地下水联合调度、优化配置和实施流域水资源统一管理需要,建立地下水资源信息管理系统是十分必要的^[3-5]。

泉域地下水由于其复杂性,进行三维数值计算需要巨大的数据量和空间分析 GIS 功能,可视化地下水数值模拟及管理系统的实现要以数值计算模型和 GIS 两个功能的集成进行开发。计算模

型包括华盛顿大学开发的 DHSVM 模型、美国地调局开发的 MODFLOW 模型和 ANN 模型,结合研究区的实际情况对 DHSVM 模型进行改进,以满足系统的需求。

1 系统设计与开发

GIS 功能的开发是本研究建立地下水管理系统的重点之一,根据 GIS 开发方式特点,使用 GIS 组件式集成二次开发方式,通过可视化编程语言,开发出既有 GIS 功能又有专业模型功能的系统,从而实现计算模型和 GIS 的有机集成。本研究采用 ArcGIS 软件的组件 ArcObjects,在可视化编程语言环境 Visual Basic 中实现计算模型和 GIS 功能的集成开发。为了增强模拟结果的三维显示和模拟结果的动态显示功能,还集成了 VTK 三维显示模

收稿日期:2009-03-05

基金项目:国家自然科学基金项目资助(50679025)

作者简介:余超(1986-),男,湖北潜江人,硕士研究生,主要从事流域水文模型、地下水数值模拟研究。

块,利用 Visual Basic 语言,编制了友好、灵活、实用的用户界面^[6]。利用 GIS 技术、VTK 三维显示技术、数据库技术、MODFLOW 模型和人工神经网络模型等计算机技术和计算模型,本文构建小南海泉域地下水资源管理信息系统,实现数据管理、地下水动态模拟、前景预测及可视化等功能。

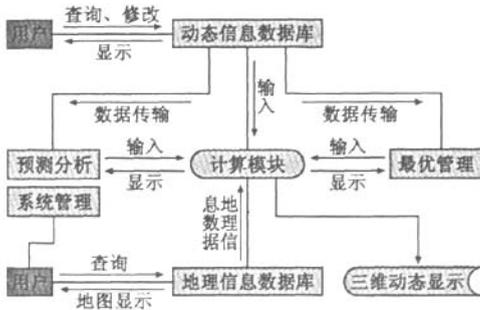


图1 系统结构与功能示意图

Fig.1 System structure and functional diagram

实现地下水数值模拟及管理系统包括三个部分:前处理、核心计算和后处理。前处理是指在模拟计算之前对计算过程中所需数据的整理、组织、输入及计算网格的自动编号与生成。核心计算是实现地下水流或泉流量计算。后处理是将核心程序计算所产生的结果数据,通过辅助程序进行表达,或以图表文件形式进行存放,以供研究者方便地进行分析和使用。泉域地下水信息管理系统主要包括:系统模块、数据库模块、计算模块、管理模块和显示模块。

2 系统模块

该系统是基于 ArcGIS、VTK 等技术,嵌入地下水管理模型,地下水模拟模型 ModFlow 的多用户系统。系统模块主要是实现用户管理和程序界面设置功能。客户单位可以多人使用该系统,不同的用户有不同的权限,用户类别包括:

一般用户:只能查询浏览,不能更改任何数据。

超级用户:在一般用户权限的基础上,允许更改数据,导入数据、更新数据库。

系统管理员:在超级用户权限基础上,可以进行添加删除用户,修改用户信息等。

系统模块的功能包括:(1)注销当前用户并使用另外的用户登录。(2)更改当前用户密码,只能对当前用户有效。(3)系统管理员可在该菜单下对系统全部用户进行信息更改,用户列表中列明

所有用户及其属性。(4)设置各种程序皮肤。共有四种不同的皮肤供选择。(5)点击退出系统并关闭程序。

3 数据模块

数据模块主要实现各种数据的查询、修改和更新,并为计算模块和显示模块提供数据支持。数据模块包括有3个子模块,分别是流域概况查询子模块、数据查询子模块和数据录入子模块。

1)流域概况查询子模块:该子模块主要功能是提供小南海泉域和安阳市的信息查询以及显示。小南海泉域信息包括:社会经济概况、自然概况、地质条件、水文地质条件以及地下水开发利用现状。安阳市信息包括:地理状况、历史沿革、城市特点、社会发展、名城保护与发展规划、经济建设、旅游科技等。

2)数据查询子模块:数据查询分为空间数据及动态数据的查询以及修改。空间数据是指基于 ArcObject^[7]技术的数字化地图显示以及查询,在地图上,可显示各种地域信息,包括:小南海泉、村点沟渠、长观井、乡镇、井点、抽水井、断层、泉域边界、红旗渠干渠、红旗渠水系、乡镇界限、地下水分区线、洹河、水库、矿坑、水文地质、保护区边界、规划分区、水化学分区、强渗流带。

使用鼠标右键点击地图上的图元,可以显示图元相应的信息,例如右键点击观测井,就会显示该观测井的水头变化数据。

动态数据是指各种相关的水文要素动态资料,包括:降雨量、观测井水位、小南海水库水位、洹河流量等。该模块主要使用 SQL 语句查询技术以及 TChart 控件。TChart 是 TeeChart 其中的控件之一,TeeChart 是西班牙 Steema SL 公司开发的图表类控件,主要用来生成各种复杂的图表。它可以生成各种类型的图表,例如:FastLine(过程线),Bar(柱状图),Contour(等值线)等等。支持 2D 和 3D 效果,支持缩放和滚动,可以将图表输出为 Bitmap、Metafile、JPEG 或者 Native Chart 格式。

3)数据录入子模块:地下水信息是动态变化的,几乎每天都有新的数据通过测量获取,为方便管理和使用,需设置动态信息导入功能,使新的监测数据及时导入到数据库中。数据录入的方式有两种,分别是手动录入和 Excel 导入。

使用手动录入是每天测量得到新数据时,将

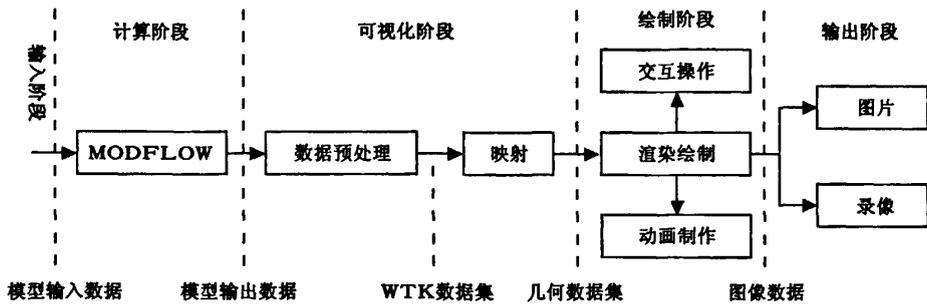


图2 地下水数据可视化流程图

Fig. 2 Groundwater data visual flow diagram

这些数据手动地录入地下水信息数据库中。而 Excel 被广泛用于数据存储以及数据分析。很多的历史资料,都被保存成 Excel 的格式,为了方便导入这些数据,构建 Excel 数据导入功能。

4 计算、管理和显示模块

根据文献[6],计算模块主要将 DHSVM 的降雨下渗补给模式、MODFLOW 地下水模拟模型^[8]、ANN 泉流量计算模型嵌入系统,实现泉域地下水动态模拟的功能,并为地下水管理提供支持。

管理模块包括最优化管理子模块以及前景预测子模块。最优化管理子模块是应用前文介绍的管理模型,在用户输入不同的保证率下的降水,利用响应矩阵法建立的小南海泉域地下水管理模型,使用单纯形法进行求解得到的水资源最大开采量^[9]。前景预测子模块是用户设定不同的模型输入,如降雨量、生活用水量、温度变化、工农业开采量、矿坑开采量等,利用计算模块求得输入条件下的泉流量变化。

地下水流运动及溶质运移是一个复杂的过程,涉及到庞大的数据处理和空间分析,可视化分析方法可以快速地了解数据信息及其空间分布特征。本次研究结合河南省安阳市小南海泉域地下水数值模拟系统,利用 VTK 与地下水数值计算模型 MODFLOW 相结合,实现地下水数值模拟结果可视化展示与空间分析,为地下水动态研究提供方便、直观的分析工具,地下水可视化流程见图 2。

5 结语

在北方岩溶地区,地下水作为最主要的供水

源,建立地下水信息管理系统对泉域地下水资源管理具有重要的意义。MODFLOW 作为应用最广泛的地下水模拟模型之一,其计算结果可以在管理系统中作为模拟及预测依据,并利用上述可视化工具显示。

参考文献:

- [1] 向波,米晓,纪昌明. 深圳市水资源优化配置模型研究[J]. 水电能源科学, 2007, 25(1): 17-20.
- [2] 钱易. 水资源管理需要新思路新策略[J]. 中国水利, 2002, (10): 17-20.
- [3] 魏加华,王光谦,李慈君,等. 基于 GIS 的地下水资源评价[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2003, 43(8): 1104-1107.
- [4] 方琼,罗美芳. WebGIS 在临汾盆地地下水资源管理与评价系统是设计与实现[J]. 地下水, 2006, 28(6): 65-67.
- [5] 邓昭明,王俊. GIS 技术在区域地下水资源信息系统中的应用研究[J]. 水文地质工程地质, 2004, (5): 106-108.
- [6] 欧耿鑫. 泉域地下水动态模拟系统及三维可视化研究[D]. 南京: 河海大学, 2008.
- [7] 娄玉贵,赵翠君,李春云,等. 夏季降水过程的中期动力统计预报系统[J]. 内蒙古气象, 2004, (3): 23-26.
- [8] 陈喜,刘传杰,胡忠明,等. 泉域地下水数值模拟及泉流量动态变化预测[J]. 水文地质工程地质, 2006, 33(02): 36-40.
- [9] 倪付燕. 小南海泉域地下水资源管理模型[D]. 南京: 河海大学水文与水资源学院, 2006.

(责任编辑 刘存英)