

文章编号:1001—4810(2000)01—0028—07

GIS 支持下岩溶地下水资源信息系统的 的开发与应用^①

陈佩佩^①,孙亚军^②,武 强^①,董东林^①,陈 萍^①

(^①中国矿业大学资源工程开发系,北京 100083;^②中国矿业大学资源与环境学院,徐州,221008)

摘 要:以徐州市岩溶地下水资源开发利用现状为基础,以先进的地理信息系统软件为平台,设计、建立了徐州市岩溶地下水资源信息系统,并应用于生产实践中,取得了较好的效果。
关键词:岩溶地下水;资源信息系统;地理信息系统
中图分类号:TP311.52;P641.134 文献标识码:A

0 引 言

水是当今世界第一资源,也是制约人类社会发展的的重要因素。随着我国社会经济的发展,城市化水平的提高和城市人口的不断增加,对水资源的需求与日俱增,城市水资源供、需矛盾日益尖锐。同时,由于水资源的管理不善,无节制地开采地下水,引起了一系列的环境工程问题。合理开发利用水资源与保护自然环境,对地下水资源进行科学、高效的管理,已经成为我国乃至世界所关注的社会问题。目前,在系统工程理论指导下,利用先进的地理信息系统(GIS)软件,建立一个功能强大、实用性能良好的城市水资源信息系统,以改善和提高水资源管理工作的效率、质量与科学决策水平,是水资源管理领域学者和现场管理工作关心的热点。

徐州市的地表水资源相对贫乏,城市供水主要依赖于地下水的开采。徐州是江苏省开采地下水量最大的城市,也是我国严重缺水的城市之一。合理开发利用水资源,缓解供需矛盾,是徐州市亟待解决的问题。笔者在“徐州市水资源管理”项目中,以 GIS 软件 MapInfo 为开发平台,建立了徐州市岩溶地下水资源信息系统,今就其有关内容写成本文,以期与各位同行们相互切磋、交流。

1 徐州市水资源开采现状

徐州的地下水资源及目前开发利用的地下水,以岩溶地下水为主,年开采量为 1.829 亿 m³,且集中在七里沟、丁楼、茅村三个水源地开采。由于大规模开采岩溶地下水,使主要水源地

^① 第一作者简介:陈佩佩,女,1974 年生,中国矿业大学资源开发工程系 98 级博士生,1998 年中国矿业大学资环学院(徐州)硕士毕业,研究方向:水文地质与工程地质。
收稿日期:1999—11—16

地都处于超采状态。

由于长期大量开采地下水,徐州市出现了一系列的环境工程问题:

1.1 地下水位下降,降落漏斗不断扩大

由于地下水长期过量开采,使得地下水位逐年下降,降落漏斗不断扩大,七里沟、丁楼两水源地尤为显著(见表 1)。

表 1 1997 年徐州主要水源地地下水的开采情况表

Tab.1 Exploitation situation of the groundwater in the major water sources of Xuzhou, in 1997

水源地	水源井数(眼)	可采资源量(万 m ³ /a)	开采量(万 m ³ /a)	超采量(万 m ³ /a)
七里沟	332	5953.82	6527.43	573.61
丁楼	195	5040.42	5268.82	228.40
茅村	88	4846.67	4966.25	119.58

1.2 单井出水量减少

地下水下降,使开采水井产生“吊泵”现象,单井出水量随之减少,减少的水量从 10m³/h 到 50m³/h 不等。例如七里沟水源地的郭庄水源井,在 1986 年以前,每日可产水 1.2 万 m³ 左右,而到 1997 年,每日只能开采约 6000m³。

1.3 水质恶化

地下水水位下降,改变了水动力条件,工业污水、生活污水以及农业污灌入渗进入地下水中,造成地下水水质的严重污染,有些区域的地下水已不能饮用。工业三废造成的污染种类有六价铬、石油产品和酚的污染,多为点源污染。六价铬的污染发生在有电镀加工作业的工厂附近,已发现的污染点有三处,其中,东郊西子店附近,地下水中的六价铬浓度达到 0.358mg/l,超标 7.1 倍。石油产品的污染发生在油库、油厂附近,如原建工局水源井受到某油库的污染,现已弃用。在南郊及北郊的化工区,一些水源井有酚的污染。

1.4 岩溶地面塌陷

由于地下水位的持续下降,降落漏斗的不断扩展,使一些地区的地下水位低于可溶岩的顶板,从而易引发岩溶地面塌陷。1986~1993 年,徐州市区陆续发生岩溶地面塌陷 5 处,最严重的一次是 1992 年 4 月发生的新生街塌陷,共有大小不等的陷坑 7 个,塌陷影响面积 190m×110m。岩溶地面塌陷造成交通中断、建筑物坍塌、人员伤亡,给人民的生命财产带来很大损失。

2 徐州市岩溶地下水资源信息系统的设计

2.1 系统的软、硬件环境

系统硬件设备由一台 586 微机、绘图仪、A₀ 幅数字化板、HP6100-C 扫描仪和打印机等外设组成。

软件包括 Window95、全面的桌面化地图工具,具备空间数据的输入、处理、分析、管理和输出功能的汉化地理信息系统软件 MapInfo4.1、VFP3.0 中文版数据库和 VB 编程工具。

2.2 总体结构的设计

为了实现地下水信息充分、全面管理和分析的目标,本次开发徐州市岩溶地下水资源信

息系统是一个集成的信息系统,系统结构如图 1 所示。它具有以下几方面的突出特色:

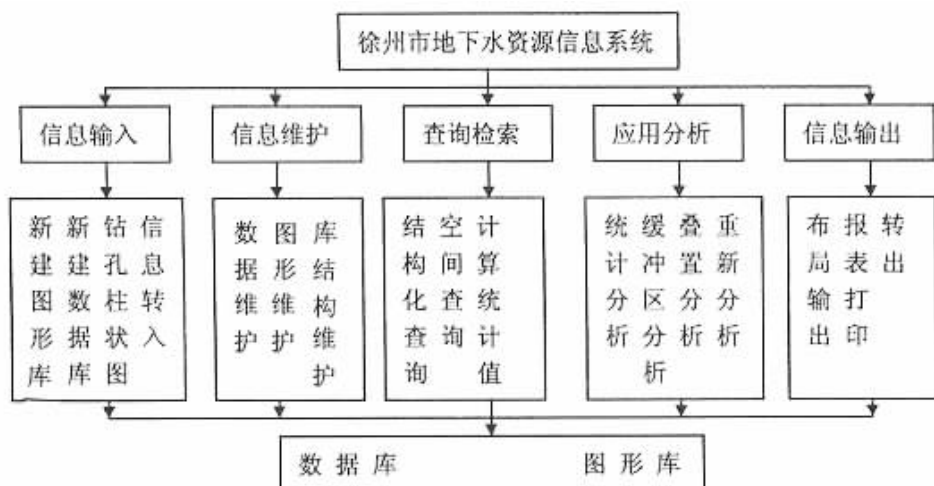


图 1 徐州市地下水资源信息系统结构图

Fig. 1 Composition of Groundwater Information System of Xuzhou City

(1) 利用 MapInfo 可直接打开多种格式的数据文件,如 dBASE 或 FoxBASE、分界 ASCII、Lotus1-2-3 和 Microsoft Excel 格式创建的文件和转入多种格式的图形文件,如 AutoCAD 和 ArcInfo 等格式创建的文件,还可在 MapInfo 内创建自己的数据文件;以 MapInfo 为集成平台,可以实现图形库、数据库的集成。

(2) 基于 Windows 环境,中文系统人机界面友好,操作方便,适合于多层次用户(见图 2);

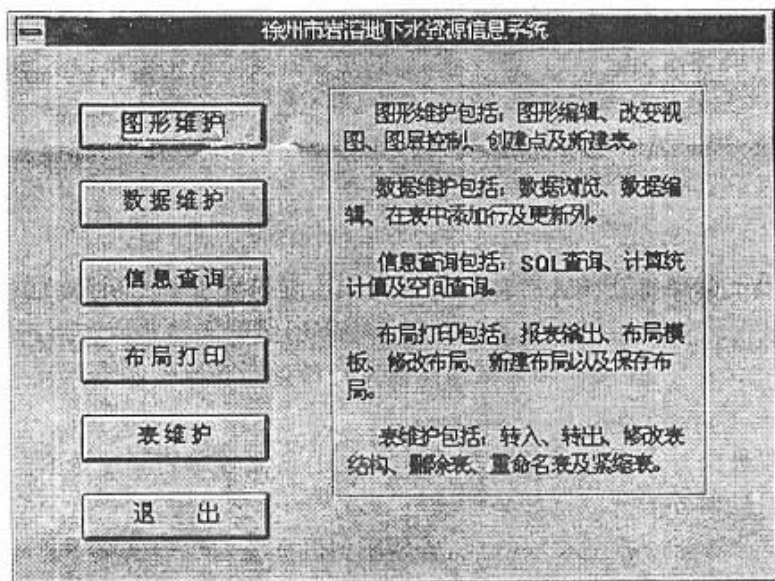


图 2 系统主界面

Fig. 2 The main interfaces of the system

(3) 适用于各种数据、图形图像的集成、获取、存储、交换、处理和管理;

(4)标准化/开放系统,对于各种不同应用软件采用逐级支持的方式:计算机系统→应用集成→应用软件。

2.3 图形库的建立

地图是空间信息最有效的载体之一,也是目前各种资源信息系统的主要的数据来源。但是传统意义上的地图大多是手工绘制的线划地图,因此,必须将这些手工地图所表达的要素进行取舍、分类和编码,然后进行空间和时间上的离散和采样,从而将原始地图转化为计算机可以理解 and 处理的数字地图。

本次所开发的徐州市岩溶地下水资源信息系统的图形数据库,是在 GIS 软件 MapInfo 的支持下建立的。MapInfo 是一个全面的桌面化地图工具,具备空间数据的输入、处理、分析、管理和输出功能,支持对数据的多视图查看、从单个文件简单的选择到从一个或多个文件复杂的 SQL 查询、运用 OLE 把地图窗口嵌入其它应用程序、工作空间保存所有的设置和视图,使你可以从上次结束的地方开始以及为显示或数字化而改变地图投影。图形库建立的工作流程如图 3 所示。

2.4 系统的功能模块

本次开发的岩溶地下水资源信息系统由五个主要模块组成,分别负责信息输入、维护、查询检索应用分析和信息输出功能。

2.4.1 信息输入模块

徐州市岩溶地下水资源信息系统的图形库支持各种图形输入方式,概括起来有四种:数字化输入、自动扫描输入、计算机自动绘图以及其它系统图形数据的转入。此外,系统还在 VFP3.0 支持下为每一个属性数据库建立了集数据输入、浏览、数据库定位等于一体的功能模块,并把这一模块与图形输入模块集成起来,以方便用户使用。

2.4.2 信息维护模块

用户通过这一模块对数据库和图形库中的数据进行编辑。本次开发的基于 MapInfo 的图形库,具有强大的图形编辑功能,可以满足不同用户的图形编辑需要。用户通过信息维护功能模块,可以修改、增加和删除地图元素(点、线、面)或整个图形对象,还可以对图形进行分割、旋转及相互转化等操作。

2.4.3 查询检索

本系统充分发挥集成系统对数据的综合管理能力,开发了功能强大的查询模块,用户可以通过一个 SQL 查询对话框同时对数据库和图形库中数据进行查询,另外还提供了方便快捷的查询工具,使对具体空间对象的信息查询简单到只需点击对象即可完成。

2.4.4 应用分析

用户可以根据实际需要,结合数据库中数据,在 GIS 软件强大的空间分析(如叠置分析、缓冲区分析、统计分析等)、空间操作(旋转、缩放、投影变换等)功能的支持下,完成各种应用分析,为城市地下水资源的评价、管理和决策服务。



图 3 MapInfo 支持下建立图形库的流程图

Fig. 3 Flow chart of the establishment of the map base at MapInfo's back

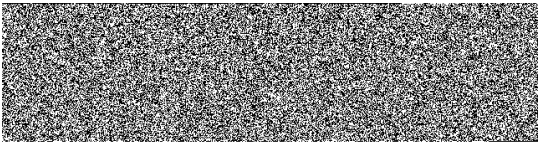


图 4 徐州市水文地质图

Fig. 4 Hydrogeological map of Xuzhou city

2.4.5 信息输出模块

可以根据用户的需要,把分析结果以数据、表格、报告、专题图件等形式,在屏幕上显示,或输出到打印机、绘图仪上,或存储在磁盘、磁带上,图 4 是徐州市水文地质图。

此外,系统具有良好的开放性,用户可以根据需要,用 VB 和系统提供的 Mapbasic 程序设计语言,开发自己的专门功能模块。

3 系统应用

本次开发的徐州市岩溶地下水资源信息系统,可以满足不同层次用户在地下水资源开发、管理等方面的应用要求。同时,系统的界面友好,易于为一般用户掌握。下面以地表的水系分布情况调查加以说明。用户可在选择对话框中,利用 SQL 语言与 MapInfo 所支持地理运算符 (Intersect 相交、Contains 包含、Contains Entire 完全包含、Within 包含于、Entirely Within 完全包含于)构造如下表达式:

```
obj intersects any [select obj from 水系 where 水系="万寨河"]
```

以查询与万寨河相交的所有河流。查询结果如图 5 所示。

为便于有关决策者了解城市水资源的空间展布,徐州市岩溶地下水资源信息系统不仅为用户提供了方便的 SQL 查询,还设计了更为直观的屏幕查询方法。用户可以直接在地图窗口以点击的方式查询相应目标的地理信息。首先将城市的水系、含水层、水井等图层显示在地图窗口中,然后,用户可以用鼠标点击感兴趣的目标,屏幕上会显示出该目标的一系列地理信息,如空间坐标、面积等(如图 6),从而为决策者提供直观的决策帮助。此外,用户还可利用系统提供的分析工具,对图形进行空间分析、分区,制作直方图、饼图,并对图件进行编辑,布局排版。

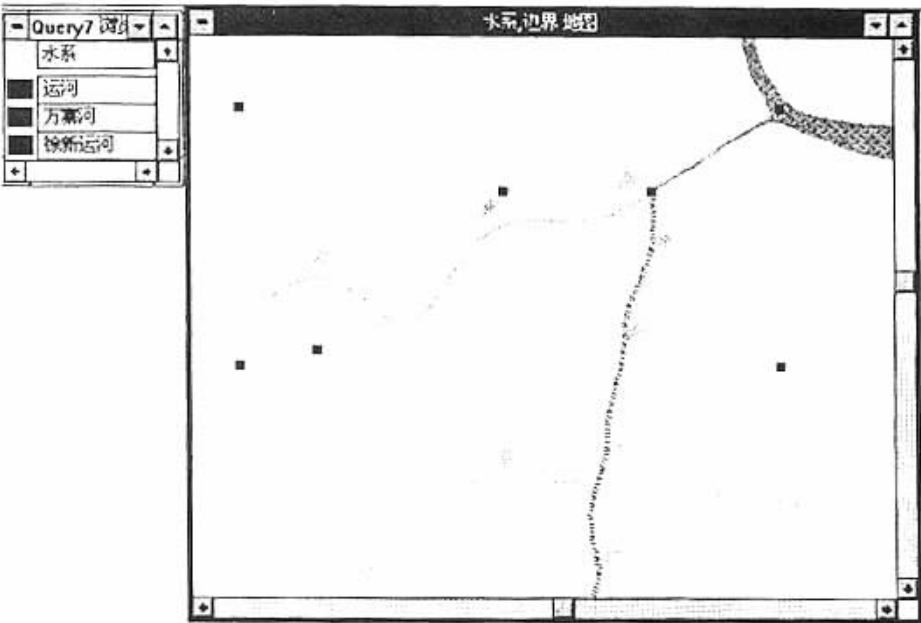


图 5 查询结果

Fig. 5 Results of query

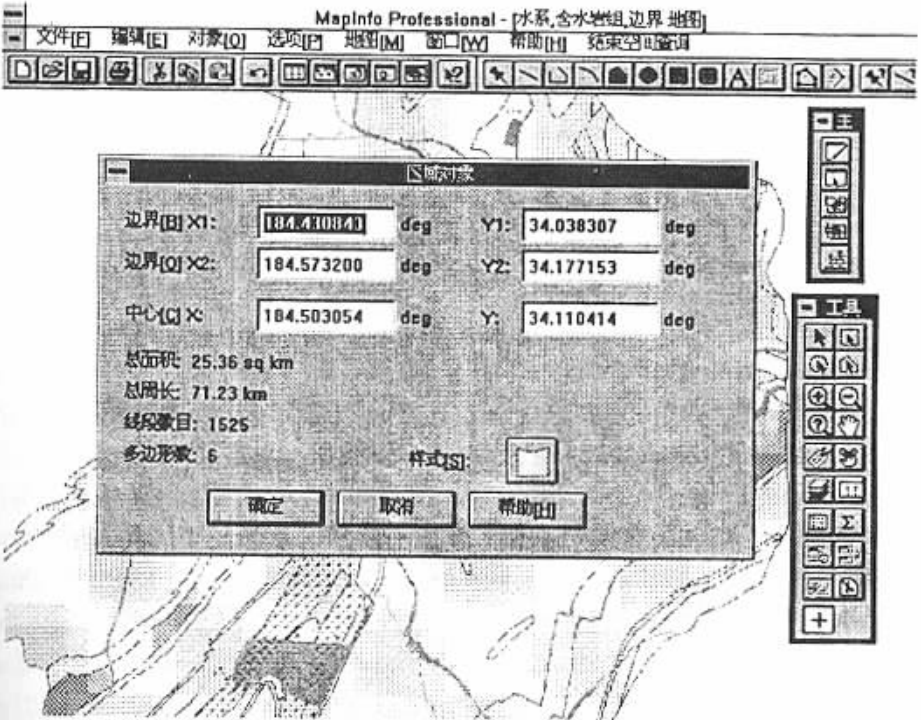


图 6 地图窗口查询结果

Fig. 6 Results of query in map window

4 结 语

自然资源的合理开发和利用是一个永恒的话题。利用先进的计算机信息管理技术,建立一个功能强大、实用性能良好的水资源信息系统,可以充分有效地处理和利用作为地下水管理模型所需要的各种资料(包括定量和定性资料),提高各层次信息的可视程度,并全景式地显示水资源、环境和社会经济系统特征的时空分布,以支持各种地下水管理方案的运行和及时正确地作出地下水管理的决策。本次所开发的 GIS 支持下岩溶地下水资源信息系统,具有快速、准确、直观和管理科学化等优点,实现了多源数据的复合分析、多层次的模型分析和多种形式的结果输出,为水资源管理和分析研究提供必要的数据库,提高分析工作的科学性和深度,并在设计和运作中得到了验证,为地下水资源管理决策者提供了一个方便、快捷的现代化管理工具。无庸讳言,因技术、时间等原因,系统还存在一些需要改进和完善的地方,这有待同行和笔者的进一步努力。

参考文献:

- [1] 李德仁、龚健雅等. 地理信息系统的硬、软件环境[J]. 测绘通报, 1993.
- [2] 杨晓梅、杨松. 一种简捷实用法的图文数据库系统[J]. 遥感信息, 1997.
- [3] 李达、栗文辉. 北京市水资源数据管理系统[J]. 环境科学, 1997.

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF KARST GROUNDWATER RESOURCES INFORMATION SYSTEM AT GIS'S BACK

CHEN Pei-pei^①, SUN Ya-jun^②, WU Qiang^①, DONG Dong-lin^①, CHEN Ping^①

(^①Department of Resource Exploitation, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China;

^②College of Resource and Environment, China University of Mining and Technology, Xuzhou 210083, China)

Abstract: Resources Information System is a significant tool for the exploitation and management of resources. Supported by advanced Geological Information System softwares, the authors designed and established the Karst Groundwater Resources Information System of Xuzhou City based on the current situation of groundwater exploitation. The authors made great efforts to discuss how to use GIS and database technique to manage the information of groundwater resources scientifically and how to use integrated techniques to create an integrated unity. The system includes five modules, namely, information input, information maintenance, query and search, application and analysis, and information output. This system runs quickly, accurately, intuitively and scientifically. The Karst Groundwater Resource Information System has been applied in practice and achieved good results.

Key words: Karst groundwater; Resources Information System; Geographical Information System