

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2010.04.009

信息技术支持下的灌区地下水水质调查评价

张 艳¹,徐 斌²

(1. 长安大学地球科学与国土资源学院 陕西 西安 710054 ; 2. 长安大学环境科学与工程学院 陕西 西安 710054)

摘要 运用系统工程和软件工程的方法,将智能终端和 3S 集成技术引入地下水水质调查研究中,构建了基于 3S 的地下水水质调查评价模型,并进行了系统设计和系统实现。该方法运用在陕西省泾惠渠灌区地下水水质调查与评价工作中,较传统方法工作量小,调查精度高,评价结果可靠,数据管理可持续性强,提高了地下水水质调查与质量评价的工作效率。

关键词 地下水;水质调查与评价;智能终端;GIS;泾惠渠灌区

中图分类号:P641.74 文献标识码:A 文章编号:1004-6933(2010)04-0030-05

Survey and evaluation of groundwater quality in irrigation area supported by information technology

ZHANG Yan¹, XU Bin²

(1. College of Earth Science and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, China; 2. School of Environmental Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China)

Abstract: Applying the systems engineering and software engineering methods, and combining them with the intelligent terminal and 3S integration technique, a survey and evaluation model of groundwater quality was constructed after system design and system implementation. The model was applied to the investigation and evaluation of the groundwater quality in the Jinghui Canal irrigation area of Shanxi Province. Compared with traditional methods, this model has a lesser workload, higher precision, higher credibility, and better sustainability in data management. The efficiency of investigation and evaluation the groundwater quality has been enhanced.

Key words: groundwater; water quality investigation and evaluation; intelligent terminal; GIS; Jinghui Canal irrigation area

地下水是水资源的一个重要组成部分,受原生地球化学环境和人类活动的共同影响,地下水水质表现出区域分布和演化的特点。特别是随着人类活动范围和强度的增大,在大规模开发利用地下水资源的同时使地下水受到不同程度的污染,并引发了一系列不良后果^[1]。为了掌握地下水水资源质量状况,开展水质调查工作。嵌入式 GIS 和智能终端技术的发展为水质调查工作提供了新的思路和更强的技术支持。本文就 IT/RS/GIS/GPS 等信息集成技术

在地下水调查评价中的应用技术流程和集成系统设计等相关问题进行研究。

1 IT/RS/GIS/GPS 集成技术原理

IT/GIS/RS/GPS 集成技术是遥感(remote sensing,RS)、地理信息系统(geographic information system,GIS)、全球定位系统(global positional system,GPS)、智能终端(intelligent terminal,IT)几门学科在平行发展的进程中,逐渐综合应用的技术^[2]。

基金项目:教育部、国家外国专家局 111 项目(B08039)

作者简介:张艳(1978—),女,河北沧州市,讲师,博士研究生,主要从事 GIS 及水资源管理方面的科研与教学工作。E-mail:zyzhangy@chd.edu.cn

GPS 是利用人造地球卫星进行点位测量导航的技术。RS 是指远距离不直接接触物体而取得其信息的现代化探测技术。GIS 是一种采集、存储、管理、分析、显示与应用地理信息的计算机系统,是分析和处理海量地理数据的通用技术。

嵌入式 GIS (embedded GIS) 是集成 GIS 功能的嵌入式系统。智能终端是集中了计算、电话、传真和网络等多种功能为一体的一种嵌入式设备,体积小、重量轻、便于携带、功能强大。智能终端具有良好的软硬件可扩展能力,还具备移动性,给 GIS 实时数据采集与更新带来极大的方便性,通过串口线与 GPS 连接,智能终端不仅能存储 GPS 数据,而且能实现野外实时成图,实现调查的直观性和便携性。

2 IT/RS/GIS/GPS 集成技术在地下水水质调查评价中的主要技术流程

地下水水质调查是地下水水质评价、地下水环境质量评价、水资源保护的基础工作。

工作程序如下:准备工作(收集研究区自然地理、水文地质、地貌等概况)——外业水样采集——内业水样分析——分析地下水水化学成分的区域分布变化特征——水质评价——提出防污对策。

2.1 基于智能终端和嵌入式 GIS 的水质调查野外数据采集系统的设计

野外调查和采集水样是水质评价的首要条件和基础,它包括空间位置的采集和属性信息采集两部分。在传统的数据采集过程中,水样采集人员在采样点借助纸制地图和罗盘定位,记录采样点的经纬度坐标和其他相关的水位等数据信息,回到室内将记录信息录入电脑,结合其他信息进行汇总。传统方法定位精度不高,而且可能会因为人为原因造成录入错误,严重的甚至需要重新进行取样采集。因此,很有必要利用先进的信息采集手段和工具作为野外调查和水样采集的基础支持,实现野外调查和水样采集过程的数字化、科学化、规范化。

水质调查野外数据采集工作包括两部分工作:
①资料准备,在地下水水质调查内业数据处理系统中,利用调查区遥感影像或已有大比例尺地形图制作符合移动 GIS 格式的工作底图;
②野外采样和调查工作,利用智能终端上集成的 GPS,进行空间定位,测定采样点(井、泉等)的位置信息,交互式记录并显示于工作底图上,并将现场获得的采样点相关地质信息、地貌信息、水文地质信息等属性信息现场录入采集系统,存储于地下水水质野外采集数据库,空间与属性信息建立链接,可进行实时查询。同时,利用掌上电脑自带的摄像头记录周围环境信息,可

为水质评价分析等工作参考。野外数据采集工作流程如图 1 所示。

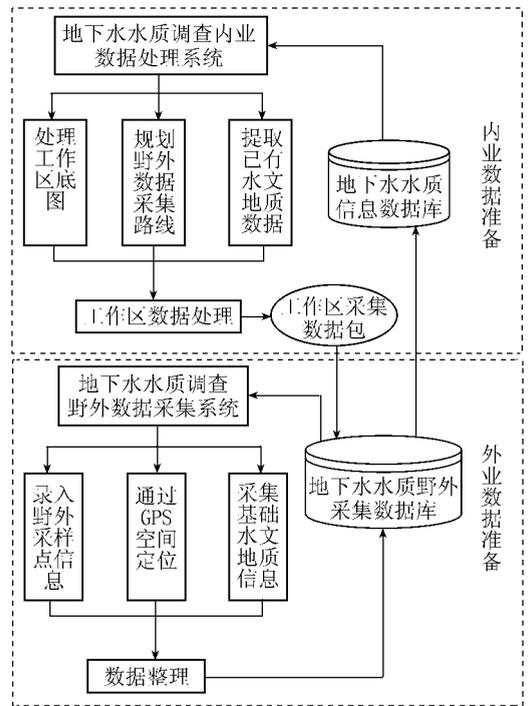


图 1 野外数据采集流程

地下水水质调查野外数据采集系统是基于嵌入式操作系统的 PPC 软件,采用单机模式,通过辅助通讯工具与 PC 机通讯。整个系统基于组件式开发,包括 GPS、通讯组件、嵌入式 GIS 组件和数据库访问组件,数据存储是基于文件的,包括空间数据文件、属性存储文件(SDB 格式);用户操作是交互式的,可通过同步软件或无线通讯的方式与服务器直接通讯^[3]。整个系统体系架构如图 2 所示。

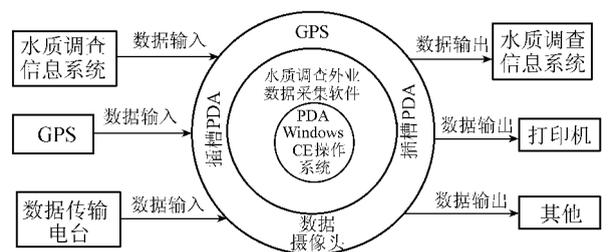


图 2 外业数据采集系统结构

2.2 基于桌面 GIS 的内业数据处理系统的设计

基于桌面的 GIS 内业数据处理系统,通过串口或数据线方式接收外业调查系统所获取的外业数据(包括空间位置数据和属性数据及影像数据),进行组织管理。

该系统主要是实现对调查及成果数据信息的管理,包括对基础空间数据库进行管理的功能,以及对分析处理的综合性专题图件进行管理,并建立与基础数据库的关联,形成以地下水水质数据管理和地

下水水质统计分析为目的的系统。水质数据统计分析主要包括常规统计分析、空间统计分析及水化学分析功能。

另外,系统设置了空间信息管理目录窗口,它是系统的图层管理入口,负责图层的创建、删除、添加、修改、调整等。

2.3 地下水水质信息数据库的建立

依据《西北地下水资源勘察评价空间数据库工作指南》^[4],把地下水水质信息数据库分为图形数据库和属性数据库。各类信息以图层的形式组织与管理。属性数据库与空间数据库之间通过唯一的地物标识进行关联。属性数据库采用 E-R 图等方式进行设计,以数据表格的形式存放,主要包括内容见地下水水质信息数据库的逻辑结构图,如图 3 所示。

2.4 地下水质量评价系统的设计

地下水质量评价的方法主要包括一般统计评价、综合指数法评价、F 值法评价、模糊综合评判法、层次分析法评价及灰色关联法评价等。地下水质量评价系统将 GIS 的多项组件和专业水质评价模型进行耦合,对地下水环境质量进行评价。

首先设置评价指标,从地下水水质信息数据库中提取采样点的分析数据,根据实际情况选用合适的水质评价模型进行评价,评价结果生成汇总表,录入水质信息数据库,并通过一定标识与空间数据进行关联。评价结果以图表等形式可以进行统计、制图、报表打印和数据导出。系统流程图见图 4。

3 实例研究

3.1 研究区概况

泾惠渠灌区位于陕西省关中平原中部,灌区西、南、东分别有泾河、渭河、石川河,北接渭北黄土台垣,清峪河呈东西向穿越灌区北部。灌区东西长约

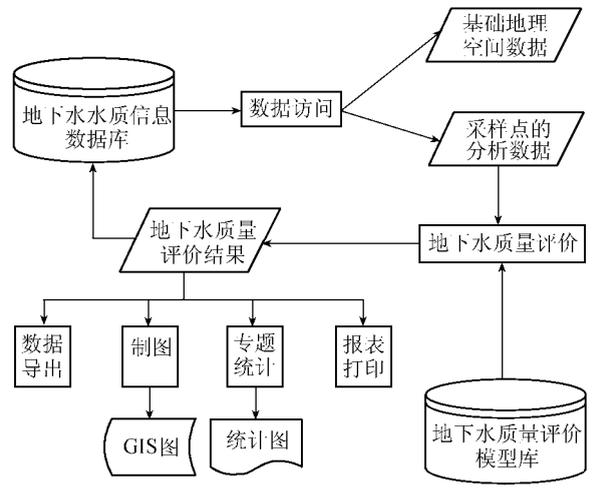


图 4 系统流程

70 km,南北最宽 20 km,总面积约为 1233 km²。

灌区开发利用地下水资源至今已有 50 多年的历史。现有农用机井 1.39 万眼(其中配套机井 1.32 万眼),渠井双灌面积 7.33 万 hm²。1997 年实际供水量 2.39 亿 m³,提水能力接近 3 亿 m³。近年来,由于灌区内工农业的发展及农村生活废水大量排放,加之污水处理设施建设滞后,使浅层地下水遭到不同程度的污染。特别是长期过量开采地下水,使地下水水位下降,改变了原来地下水流场水流方向,造成劣质地下水汇流区内。

3.2 外业水样采集

本次研究外业采样运用了外业调查数据采集系统作为辅助设备,直接通过掌上电脑自带的 GPS 定位采样点的位置信息,并标注到工作底图,一些相关井位属性信息直接录入基于 PDA 的地下水水质调查野外数据采集系统中。相比较以往传统方法,节省了工作量,提高了外业调查精度。

本次研究所涉及的地下水水样取样时间是 2007 年 11 月,采样地点位于陕西省泾惠渠灌区,本

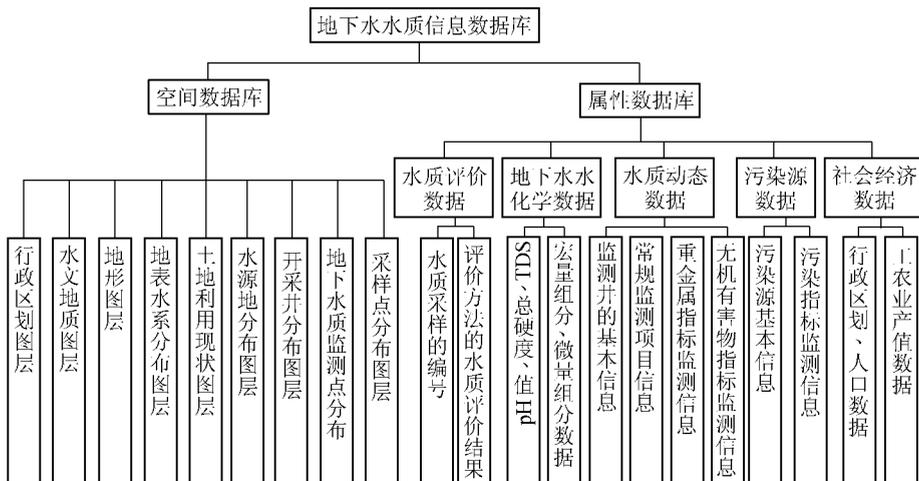


图 3 地下水水质信息数据库逻辑结构

地下水质量评价信息系统下,选用合适的地下水质量评价模型,对灌区地下水质量进行评价。本次研究选用了F值评分法模型进行评价,评价结果录入地下水水质信息数据库中,并将评价结果以图和表的形式输出。

采用F值评分法对地下水进行评价,选取了11个评价指标:总硬度、Cl⁻、SO₄²⁻、NO₃⁻、TDS、Fe、Cu、Zn、Se、Cr⁶⁺、F⁻等作为评价因子^[5-6]。

依据我国地下水质量现状、人体健康基准值及地下水质量保护目标,参照GB/T 14848—93《地下水质量标准》将地下水质量划分为5类:

I类:主要反映地下水化学组分的天然低背景浓度。适用于各种用途。

II类:主要反映地下水化学组分的天然背景浓度。适用于各种用途。

III类:以人体健康基准值为依据。主要适用于集中式生活饮用水水源及工、农业用水。

IV类:以农业和工业用水要求为依据。除适用于农业和部分工业用水外,适当处理后可作生活饮用水。

V类:不宜饮用,其他用水可根据使用目的选用。

评价结果分析:F值评分法的评价结果中只有2号井的水质级别为IV类,其余为V类。由此可以看出,泾惠渠灌区地下水质量普遍较差。

4 结论与建议

PDA与3S集成技术被引入到传统的地下水水质调查工作中,经实际工作验证,具有优越性和可行性。野外调查系统大大节省了工作量,提高了定位精度,提高了工作效率;内业数据处理系统为数据分析和数据的管理提供了很好的平台;与地下水质量评价模型相结合的评价系统能方便、快捷、高效地进行评价,提高了评价的可靠度,并且可以把评价结果用图、表形式直观地表达出来。

建议采用以集成多种现代信息技术为支撑的地下水水质调查评价模型,取代传统的以手工为主的分散式的工作方法,为地下水水化学分析、地下水水质评价、地下水承载力研究、地下水污染研究等工作提供基础保障。如何把时态数据模型引入这一工作领域,建立时间序列数据,建立基于GIS的地下水水化学组分预测和地下水水质预测模型,是进行研究的下一个目标。笔者相信信息技术在地下水水资源评价与保护中将具有更广阔的应用前景。

参考文献:

[1] 苏耀明, 苏小四. 地下水水质评价的现状与展望[J]. 水资源保护, 2007, 23(2): 4-9.

[2] 韩杰. 土地资源调查中3S集成应用的关键技术[J]. 测绘通报, 2006(5): 47-49.

[3] 汤仁锋, 孟志军. 基于移动GIS的土样采样系统的研究[J]. 微计算机信息, 2007, 23(4): 248-249.

[4] 中国地质调查局. 西北地下水资源勘察评价空间数据库工作指南[R]. 北京: 中国地质调查局, 2003.

[5] 马细霞, 郭慧芳, 陈鑫. 基于ANFIS的水质评价模型及其应用[J]. 水资源保护, 2007, 23(6): 12-14.

[6] 杜金龙, 靳孟贵, 罗育池, 等. 浅层地下水功能评价指标体系: 以河南省平原岗区为例[J]. 水资源保护, 2007, 23(6): 89-92.

(收稿日期 2009-03-17 编辑: 高渭文)



表1 中数值反映出研究区地下水评价结果。

表1 地下水质量F值评分法评价结果

井号	位置	F值	评价结果	井号	位置	F值	评价结果
1	泾阳县杨府站院内	7.59	V类	14	三原县西阳乡城南村	7.77	V类
2	泾阳县樊尧村	4.93	IV类	15	三原县大程屯王村	8.31	V类
3	泾阳县王桥社树林	7.66	V类	16	三原县陂西镇陂西村	8.45	V类
4	泾阳县石桥褚牛村	7.85	V类	17	阎良镇新乡郭家村	8.45	V类
5	泾阳县中张中学	7.62	V类	18	阎良北屯箭王村	7.64	V类
6	泾阳县泾干镇封家村	8.18	V类	19	阎良武屯乡槐树村	8.05	V类
7	泾阳县泾干镇封家村	7.55	V类	20	临潼栌阳胡张村	8.12	V类
8	泾阳县三渠白家村	7.88	V类	21	临潼新市南尧村	8.18	V类
9	泾阳县永乐西徐村	7.88	V类	22	高陵城关北街十队	8.31	V类
10	泾阳县崇文乡蔡家村	8.02	V类	23	高陵张卜乡政府	7.30	V类
11	三原县弓王村	7.77	V类	24	高陵崇皇邓家塬一组	7.62	V类
12	三原县胶塞胶化厂	8.12	V类	25	高陵安乐乡赵家村	7.88	V类
13	三原县河横村	8.12	V类				