

基于组件 GIS 的海洋地质第四纪钻孔信息管理系统的设计与实现

周 江,李崇巍,宋宜全

(天津师范大学城市与环境科学学院,天津 300387)

摘 要:随着地理信息系统软件技术的发展和成熟,特别是 COMGIS 技术在海洋地质行业得到越来越广泛地重视和应用。详细介绍系统集成方式、数据库设计以及结构和功能设计,选择 Visual Basic 为开发环境,结合 SuperMap Objects 组件开发海洋地质第四纪钻孔信息管理系统,实现对钻孔地质数据存储、查询、检索和可视化分析,为海洋地质第四纪地质沉积规律研究提供重要帮助,也有利于提高地质部门科研和管理的工作效率。

关键词:钻孔;GIS;SuperMap Objects;信息管理系统

中图分类号:P628

文献标识码:A

DOI:10.16028/j.1009-2722.2015.05010

地理信息系统(GIS)技术不断成熟,广泛应用于城市规划、土地利用、环境监测和地质资源勘测等多个领域^[1-6]。组件式 GIS 是将 GIS 模块划分几个组件,与 Visual Basic、Visual C++ 等程序设计语言实现无缝链接集成,具有代码可重用、开发周期短、成本低等特点,能够极大提高软件开发效率和质量,已成为 GIS 软件技术发展主流之一。SuperMap Objects 是中科院超图公司自主研发基于 ActiveX/COM 技术开发的全组件式 GIS 软件,已成为众多软件系统研发人员首选^[7-12]。

在海洋地质调查过程中,通过对钻孔资料进行深入分析和研究,可以快速、准确地发现和掌握该区地质地层分布规律,获取研究区重要地质信息,特别对第四纪地质研究具有十分重要的意义。目前钻孔资料的管理和成图主要停留在原始编录和手工成图阶段,存在绘制工作量很大、效率低和

精度难以保证等问题^[13-15]。而 GIS 技术的应用能够极大帮助钻孔数据资料的信息化处理,建立“海洋地质第四纪钻孔信息管理系统”成为必然选择。因此,本文应用 Microsoft Visual Basic 软件平台结合地理信息系统 Supermap Objects 组件开发海洋地质钻孔信息管理系统,实现对钻孔地质数据存储、查询、检索和可视化分析,为海洋地质第四纪地质沉积规律的研究提供重要帮助,也有利于提高地质部门科研和管理的工作效率。

1 系统设计

1.1 软件平台

SuperMap Objects 由一系列 ActiveX 组件构成,包括 SuperMap.ocx、SuperLayout.ocx、Super3D.ocx、SuperTopo.ocx、SuperLegend.ocx、SuperGridView.ocx、SuperWorkspManage.ocx、SmxLockInfo.ocx 和 SmxAssistant.dll 等多个可分拆的组件库,同时提供 ActiveX 控件上千个属性、方法和接口以及多个内嵌空间数据库引擎。SuperMap Objects 具有强大的图形显示、浏览、

收稿日期:2015-02-01

基金项目:国家自然科学基金(41201375)

作者简介:周 江(1970—),男,副教授,主要从事地理信息系统和海洋地质学研究, E-mail:Jackzhou1970@163.com

编辑和可视化功能,提供地理数据的空间查询与分析方法,支持多种常用开发语言,支持多种数据格式和存储管理海量空间数据。本系统以 Visual Basic 为软件开发平台,结合 SuperMap Objects 组件与钻孔数据管理模型嵌入到应用程序中,实现系统内部真正的无缝高效集成(图 1)。

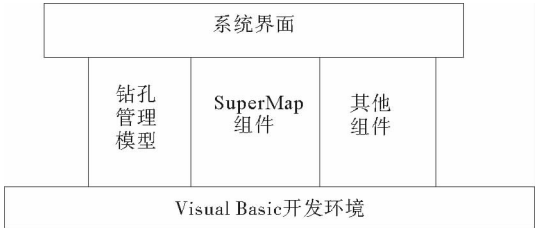


图 1 组件式系统集成

Fig.1 Component integration

1.2 数据库设计

第四纪地质科研数据主要来自钻孔岩心及相关的钻井资料。由于海洋地质第四纪钻孔分布的

空间性和钻孔的数据特征,钻孔信息可以分为空间信息和属性信息两部分:空间信息主要指钻孔空间分布所在位置,属性信息则主要包括野外采样信息和室内实验信息。野外采样信息主要包括地面高程、钻孔深度、层底埋深及厚度、岩性剖面、岩性描述、层序以及沉积相等;室内实验信息主要包括矿物组合分析、古生物组合分析、化学分析、地物分析、测年等。

根据钻孔信息数据地质特点,设计相应数据库表,具体结构详见表 1~7。各表之间通过关键字段钻孔 ID 建立索引,与地理实体有唯一标识码链接,并且各表属性字段可根据实际情况适当添加和删除。系统采用 SuperMap 的 SDB 数据存储方式,既能够存储钻孔属性数据又可以存储空间数据。数据库表中记录是 SuperMap Objects 空间数据组织和存储方式的基本单位,全部或者部分记录集合构成数据集,数据集可以作为图层加载到地图窗口显示。

表 1 钻孔基本属性

Table 1 The basic attributes of a borehole

属性名称	钻孔 ID	钻孔名称	孔位	经度	纬度	高程	孔深	备注
数据类型	C6	C10	C40	N8.2	N8.2	N8.2	N8.2	C60

表 2 钻孔地层岩性

Table 2 The lithology of a borehole

属性名称	钻孔 ID	岩性编号	岩性特征	层号	层顶埋深	层底埋深	沉积相	备注
数据类型	C6	C3	C80	C3	N8.2	N8.2	C20	C60

表 3 钻孔矿物组合

Table 3 The mineral assemblage of a borehole

属性名称	钻孔 ID	层底埋深	石英	伊利石	石膏	方解石	备注
数据类型	C6	N8.2	N5.2	N5.2	N5.2	N5.2	C60

表 4 钻孔生物组合

Table 4 The biological assemblage of a borehole

属性名称	钻孔 ID	深度	样品名称	鉴定数量	百分含量	备注
数据类型	C6	N8.2	C16	N7	N5.2	C60

表 5 钻孔化学分析

Table 5 The chemical analysis of a borehole

属性名称	钻孔 ID	层底埋深	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Al ₂ O ₃	备注
数据类型	C6	N8. 2	N5. 2	N5. 2	N5. 2	N5. 2	C60

表 6 钻孔地物

Table 6 The geophysical properties of a borehole

属性名称	钻孔 ID	层底埋深	事件	年代	磁偏角	备注
数据类型	C6	N8. 2	C20	C20	N8. 2	C60

表 7 钻孔测年

Table 7 The dating result of a borehole

属性名称	钻孔 ID	样品深度	方法	年代	备注
数据类型	C6	N8. 2	C20	C20	C60

1.3 结构和功能设计

钻孔管理信息系统主要划分为 4 个功能模块:输入处理模块、图形处理模块、钻孔管理模块、输出打印模块,如图 2 所示。

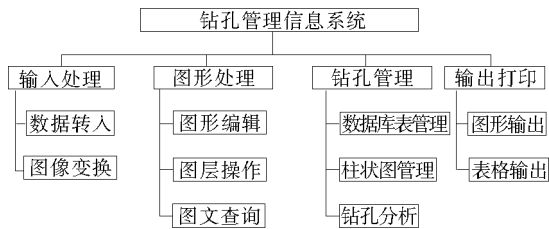


图 2 钻孔管理信息系统功能结构

Fig. 2 Function and structure of the borehole information system

(1)输入处理模块 实现钻井地质资料的输入处理,包括数据转入子模块和图像变换子模块数据处理子模块。数据转换子模块主要实现栅格图像资料扫描矢量化、矢量图形转入以及多种标准数据格式文件转入,并将已有钻孔的空间和属性数据导入到数据库表中。图像变换子模块支持各种通用投影方式及不同投影坐标系之间的转换,通过影像配准功能实现输入图像的坐标转换,确保得到钻孔的精确坐标。

(2)地图处理模块 包括图形编辑子模块、图层操作子模块和图文查询子模块。图形编辑子模块完成钻孔及相关图层浏览、放大、缩小和漫游等功能;图层操作子模块完成图层添加、图层删除、

控制显示和活动层设置等功能,实现图形分层管理,包括点、线、面、文本标注等绘制、修改、删除等;图文查询子模块完成属性信息和空间信息的相互查询功能,通过点击图形元素获取相关地图和数据库中的属性数据,例如单击地图上的钻孔,显示该钻孔数据和钻孔柱状图;根据采用 SQL 语言给定条件的属性信息可快速查询显示相应图形位置信息,例如给定钻孔名称即可快速定位并高亮度显示钻孔在地图上的精确位置。

(3)钻孔管理模块 包括钻孔数据库表管理子模块、柱状图管理子模块和钻孔分析子模块,为系统的核心模块。钻孔数据库表管理子模块主要实现钻孔数据表创建、存储、修改和删除等信息编辑功能;柱状图管理子模块主要能实现钻孔的柱状图绘制、柱状图信息浏览、更新和修改;钻孔分析子模块主要能实现研究区多个钻孔排列对比,有利于进一步分析比较。

(4)输出打印模块 主要指数据处理输出成 Excel 表格格式,以及专题图制作后的输出打印。

2 系统实现

2.1 数据库访问

在 VB 中对钻孔数据库表的访问主要采用 ADO 方式,通过 ADO 对象引用后创建数据源连接数据库,实现对数据库记录集操作。以访问钻

孔岩性表为例,部分关键代码如下:

```
Dim cn As New ADODB.Connection
Dim myRS As New ADODB.Recordset
Dim connectStr As String
Dim mypath As String
mypath=App.Path & "\Borehole.mdb"
connectStr="PROVIDER=Microsoft.jet.
OLEDB.3.51;" & "Data Source=" & mypath
& ";"
cn.CursorLocation=adUseClient
cn.Open connectStr
myRS.Open "select * from 钻孔岩性表",
cn
Set DataGrid1.DataSource=myRS
```

2.2 基于 SuperMap Objects 地图处理功能实现

将 SuperMap Objects 不同组件调入到 VB 工具箱后,通过应用其属性和方法可以非常容易地实现 GIS 处理功能,例如应用数据泵对象(soDataPump)实现数据文件格式转换;采用重采样(Rectify)方法或坐标转换(Transform)方法实现图像配准;设置 SuperMap 的 Action 属性实现图形基本操作;应用 soSelection 方法实现地理数据的空间查询;应用 Buffer 方法实现缓冲区分析等。其中 SuperMap Objects 的空间查询模式可分为图查属性和属性查图的双向查询,作为地图处理的主要特色之一,下面予以详细说明。

(1)图查属性 在地图窗口中选择到空间对象后,激发 SuperMap_GeometrySelected 事件,使用 soSelection 方法,部分关键代码如下:

```
Private Sub SuperMap1_GeometrySelected
(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)
Dim objRecordset As soRecordset
Set objRecordset = SuperMap1.Selection.
ToRecordset(False) '获取记录集
objRecordset.MoveFirst
ListView1.ListItems.Clear
'添加空间对象属性值
Dim i As Integer
For i=1 To objRecordset.FieldCount
ListView1.ListItems.Add,,objRecordset.
```

```
GetFieldInfo(i).Name '添加属性字段名
ListView1.ListItems(LstView1.ListItems.
Count).SubItems(1)=objRecordset.GetField-
Value(i) '添加属性值
Next i
End Sub
```

(2)属性查图 基于 SQL 查询方式,使满足条件的空间对象清晰呈现出来,部分关键代码如下:

```
Dim objRecordset As soRecordset '查询
结果记录集
Dim objDV As soDatasetVector '被
查询矢量数据集
Set objDV=SuperMap.Layers("Point").
Dataset '取被查询的矢量数据集对象
Set objRecordset=objDV.Query("SmDi
>Y80",True) '按条件属性查询
If Not objRecordset Is Nothing Then
SuperMap.Selection.FromRecordset ob-
jRecordset '结果的几何对象高亮显示
SuperMap.EnsureVisibleRecordset ob-
jRecordset,2 '选择对象居中显示
SuperMap.Refresh
End If
```

2.3 应用实例

莱州湾东岸位于山东半岛西北侧,属于砂质海岸,区内丘陵广泛分布。第四纪以来,由于莱州湾东岸海岸带经历至少 2 次较大范围的海侵事件,对该区内地层、生物、古地理环境产生决定性影响。通过该区钻孔资料详细分析,得到对本地区海岸带晚第四纪地貌特征及环境演变规律的充分认知。通过取样、整理、分析山东莱州湾东岸地区第四纪多个钻井的地质、生物、化学、测年等信息资料,建立该区地质信息数据库,开发钻孔信息管理系统(图 3),实现钻孔信息资料管理功能,实现钻孔空间信息和属性信息的双向查询,打印输出钻井柱状图、对比图和统计表格,为阐明该区地质事件和沉积古环境研究提供技术支持与保障,为区域环境保护、地质灾害调查和治理提供依据。系统经过测试,运行稳定,效果良好。

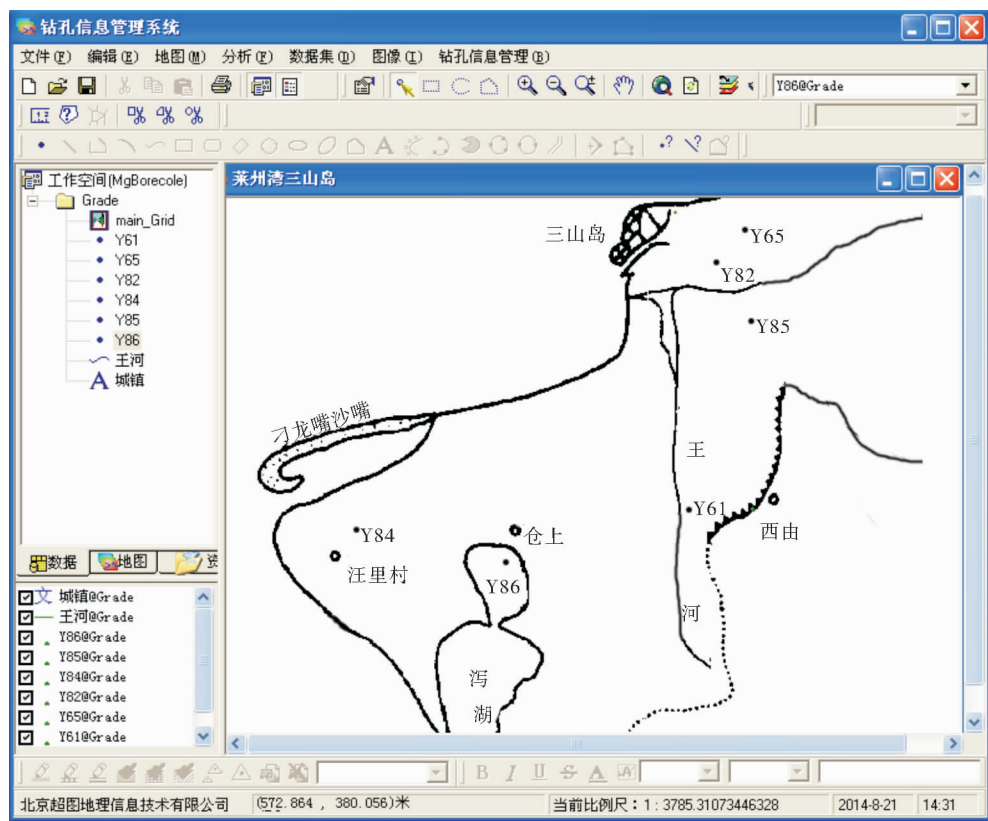


图 3 钻孔管理信息系统运行主界面

Fig.3 The main window of the borehole information system

3 结语

通过详细探讨集成方式、数据数据库设计以及结构和功能设计,选择 Visual Basic 为开发环境,结合 SuperMap Objects 组件开发实现“海洋地质第四纪钻孔信息管理系统”,实现图形图像输入输出、空间查询以及可视化分析等功能。经过在莱州湾东岸地质钻孔信息处理的实际验证,系统操作简便、运行稳定、开发成本低,为区域海洋第四纪地质特征和沉积古环境演变的研究提供了强有力的技术支持。

参考文献:

[1] 白亚茹,陆 鑫. 基于 ArcObjects 组件的 GIS 应用软件开发[J]. 计算机工程,2009,35(14):66-68.
[2] 况代智. 基于 MO 的城市公交查询系统的设计与开发[J]. 测绘科学,2009,34(4):210-211.
[3] 付丽莉,李 钢,马瑞尧,等. 土地利用变更调查中的“3S”及其集成技术[J]. 测绘工程,2008,17(1):55-59.

[4] 王 爽,王 晴,斯 葛,等. 基于 GIS 的天津市突发性地质灾害预警预报系统设计与实现[J]. 地质调查与研究,2012,35(3):206-209.
[5] 彭颖霞,何贞铭,占辽芳,等. 基于 GIS 的省级地质灾害数据库设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息,2011,34(3):157-161.
[6] 刘惠德,张 颖,赵任栋,等. 基于 GIS 的矿井水文地质的空间分析及预测系统的设计[J]. 工矿自动化,2009,4:97-99.
[7] 易正晖,王 佳,冯仲科,等. 基于 SuperMap 林业地理信息平台的设计与实现[J]. 测绘科学,2011,36(2):187-188.
[8] 侯春华,李富平. 基于 SuperMap 平台组件式开发尾矿资源管理系统[J]. 矿产保护与利用,2011,1:13-17.
[9] 朱小菲,刘 涛,乔佩利. 基于 SuperMap Object 平台的物流配送辅助系统设计与实现[J]. 地理空间信息,2011,9(4):13-15.
[10] 张 寅,王 庆,于冠男,等. 土地利用变更分析与管理系统设计与实现——以 SuperMap Objects 软件应用为例[J]. 测绘科学,2010,35(6):192-193.
[11] 王 敏,张博雅,杨永国. 基于 SuperMap 的校园导航系统的设计与实现[J]. 城市勘测,2010,5:65-68.
[12] 陈 桦,李小兵,徐光辉. 基于 SuperMap GIS 的地理信息服务系统的设计与实现. 计算机工程与设计[J]. 2009,30(8):2 030-2 033.

[13] 黄树桃,王树红,韩绍阳,等. 钻孔资料管理和自动成图技术研究[J]. 铀矿地质,2004(1):52-55.

[14] 胡 斌,牛永斌,李明章,等. 基于 GIS 的勘探钻孔信息管理自动化研究[J]. 河南理工大学学报:自然科学版,2007,26(1):21-26.

[15] 冯 敏,郭建文,盖迎春,等. 地质钻孔信息化管理系统框架设计与关键技术研究[J]. 冰川冻土,2005,27(2):304-310.

DESIGN AND REALIZATION OF THE INFORMATION MANAGEMENT
SYSTEM FOR QUATERNARY MARINE GEOLOGICAL
BOREHOLES BASED ON COMGIS

ZHOU Jiang, LI Chongwei, SONG Yiquan

(College of City and Environment, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China)

Abstract: The COMGIS technology has been widely applied in marine geological survey with the rapid development of geographic information system software technology. The methods for system integration, database design, structure and function design of the information management system for Quaternary marine boreholes are introduced in details in this paper. And this system is developed by integrating SuperMap Objects into Visual Basic environment. The results show that the system may help in storage, query and visualization of borehole data and be effectively applied to marine geology and Quaternary geology research.

Key words: borehole; GIS; SuperMap Objects; information management system