

基于 MapInfo 的全国物化探地理信息系统的 研究与应用

王 斌¹, 张晨光¹, 董 涛², 李 杰¹, 张明华³, 张立海¹

(1. 国土资源实物地质资料中心, 北京 101149; 2. 山东省国土资源资料档案馆, 山东济南, 250100;
3. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037)

摘 要: 本文通过分析物化探数据特征,以 MapInfo 作为 GIS 平台,利用 Visual Basic 和 MapBasic 语言,采用基于 OLE Automation 集成二次开发技术完成全国物化探管理信息系统的设计开发研究。本文介绍了系统总体设计,重点介绍了基于 MapInfo 的二次开发关键技术。实践证明,该系统的研究实现了物化探数据信息基于 MapInfo 平台与技术的统一管理和应用。同时,对于其它基于 GIS 管理系统的二次开发也具有一定的理论指导意义。

关键词: 数据库; 地理信息系统; 二次开发; OLE 自动化; Visual Basic

中图分类号: TP39 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2015)S1-0449-05

Research and application of national geophysical and geochemical data management system based on MapInfo

WANG Bin¹, ZHANG Chen-guang¹, DONG Tao², LI Jie¹, ZHANG Ming-hua², ZHANG Li-hai¹

(1. Cores and Samples Centre of Land and Resources, China Geological Survey, Sanhe 065201, China;
2. The Land and Resources Information Archives of Shandong Province, Jinan 250100, China;
3. Development Research Center, China Geological Survey, Beijing 100037, China)

Abstract: National geophysical and geochemical management information system is a kind of system which is developed on the platform of MapInfo through using Visual Basic and MapBasic language based on OLE Automation. This paper described the overall design of system, and introduced detailed the key technologies of MapInfo Second development. It is proved that the system realized the unified management and application of data based on MapInfo platform and technology, and the development and achievement of system has some theoretical significance for other GIS Second development too.

Key words: database; GIS; second development; OLE Automation; Visual Basic

近几十年来,随着新一轮地质调查勘察工作的开展,我国部署开展了大规模的地球物理地球化学勘探工作,获得了大量的原始地质资料数据信息。充分利用这些地球物理和地球化学数据信息,能够有效降低地质工作风险和资金浪费。为了更好的整理、数字化、保存这些老旧的物化探异常数据资料,实现对物化探数据进行全面、科学、有效的计算机化管理,实现物化探数据的检索查询和服务利用,实现

物化探资料的信息共享、资源共享和成果共享,更好地服务经济社会发展、生态文明建设和找矿突破战略行动,提高已有资源的利用效率,基于 GIS 技术设计开发完成能够满足我国物化探数据管理工作的全国物化探管理信息系统具有重要的现实意义和经济价值。

1 国内外 GIS 在物化探管理工作中的应用

国外发达国家非常重视物化探原始数据资料的管理和数字化工作,利用 GIS 技术开发形成了地球物理和地球化学方面数据管理、解译反演、处理分析系统和数据库。例如美国在二十世纪七八十年代建立了地球物理数据库,并具备检索、查询和提供社会

收稿日期: 2015-04-07

作者简介: 王斌(1984—),男,山东泰安人,工程师,硕士,从事地质资料管理与服务研究工作。E-mail: wangbin_cgs@163.com

服务功能;1997年美国阿肯色州的地球物理学家研制出了第一个完全可以和地震软件联合解释的重磁成像与模拟软件^[1]。澳大利亚于1999年完成了全国大陆与海域的重力数据整理与GIS数据库^[1]。

在我国,利用GIS技术进行物化探数据信息的管理、解译反演、处理分析起步较早。自1979年以来,先后开发了化探专用处理系统、航磁数据库、省级区域化探数据库信息系统、物探信息可视化系统、地物化遥综合信息矿产预测图库管理系统等^[1]。但是,利用GIS技术实现对全国物化探数据进行有效管理和利用的专业系统还没有。

2 系统总体设计

2.1 系统分析

物化探数据是地质工作形成的原始地质资料重要的组成部分之一,是对地下地质情况进行解译反演最有效的资料之一。区域地质调查工作以来,我国获得了大量的十分珍贵的高质量地球物理化学勘探数据资料。这些地球物理化学勘探数据资料大部分是由人工进行数据整理、管理、出图等,工作量非常大,耗费时间长,并且效果不理想^[2]。为了加强对物化探数据的管理,整理和抢救一些面临严重老化和报废危险的物化探异常数据资料,提高对数据的处理、分析和使用效率,完成属性数据和空间数据之间的相互调用、浏览和查询等功能,必须借助GIS独有的空间分析和可视化功能开发物化探管理信息系统来满足工作需要,提高工作效率。

2.2 系统设计目标

随着GIS技术的发展,国内外物化探数据的GIS专业化建库管理成为目前各类数据建库的主流发展趋势之一。例如,中国地质调查局组织开发的区域地球化学数据管理信息系统。为了有效管理物化探数据,要求建立的系统是以管理和利用物化探数据为目的,采用GIS图形技术和数据库技术在GIS平台上开发研制的应用型地理信息系统。该系统设计要求操作简便、功能实用、模块化设计、系统兼容性好。系统设计的主要目标为以下三方面。

1)实现对海量物化探数据的管理如属性记录的增加、删除、修改、备份以及批量数据的导入、导出等。

2)实现数据可视化显示,具备基于GIS特性的各种空间范围检索及在此基础上的各种条件检索统计、空间分析和输出等基本GIS功能。

3)子弹生成物化探异常专题图和异常等值线图。

2.3 系统开发方式

根据实际工作应用情况,选择合适的GIS二次开发方式,对于提高开发效率,缩短开发周期具有重

要意义。目前,GIS二次开发主要有独立开发、单纯二次开发和集成二次开发等三种方式。现将三种方式的优缺点简要介绍如下所示^[3]。

2.3.1 独立开发

独立开发是指由地理信息系统软件开发人员不利用任何GIS软件,独自开发而成一个GIS系统。此方式不需要GIS作为支撑,软件开发人员可进行总体设计开发控制,系统功能完善性,兼容性和操作性最高。但是开发时间长,工作量巨大。

2.3.2 单纯二次开发

单纯二次开发是指利用地理信息系统软件提供的二次开发语言进行所需系统的设计开发,例如如MapInfo地理信息系统软件提供的二次开发宏语言MapBasic等。

此方式开发周期短,节约时间和劳动力,但是由于需要地理信息系统软件平台做为支撑,所以运行效率较低,界面不友好。因此,该方法适用于开发周期短,任务要求紧,特别是用于对界面要求不高的项目。

2.3.3 集成二次开发

集成二次开发是指基于专业的地理信息系统软件作为支撑,利用面向对象的可视化高级语言作为开发平台,集二者之所长进行系统开发,实现地理信息系统专业化的数据管理、处理分析等应用功能。此方式可开发出用户满意的功能强大、界面友好的应用型管理系统,并且此方式开发效率高、可靠性优、系统稳定、移植性好。综上所述,全国物化探管理系统的设计开发选用集成二次开发方式。

2.4 系统开发平台和工具

目前,各进程之间数据的通信常用方法主要有动态数据交换、对象连接与嵌入、OLE自动化和控件技术(如MapX控件技术)等。OLE自动化作为Windows程序之间相互通信的技术,与DDE、控件技术等方式相比,它运行速度更快更可靠,能实现几乎100%的GIS功能,并且在调试运行中可以获得更多信息。经综合分析,本系统的集成开发选用功能强大、价格便宜的MapInfo作为GIS平台,利用VB和MapBasic作为二次开发语言,采用基于OLE自动化方式进行全国物化探地理信息系统的开发研究,以集成不同平台的优势,发挥各自的特点。本系统利用VB开发前台可执行应用程序,将MapInfo作为OLE对象服务器,利用OLE自动化方式后台启动MapInfo,从而在应用程序中实现GIS功能。

MapInfo是个功能强大,操作简便的桌面地图信息系统,它具有图形的输入与编辑、图形的查询与

显示、数据库操作、空间分析和图形的输出等基本操作。VB 是一个可视化的面向对象的高级程序设计,通过 OLE 编程接口可以方便地将 MapInfo 的所有功能集成到应用程序。集二者之优点,既可以开发设计出符合要求的应用管理系统。

2.5 系统总体结构

根据物化探数据特征和系统设计目标,为不使系统过于庞大,避免产生数据冗余与数据处理和存储过程中的混乱,本系统采用软件工程的结构化、模块化程序设计思想。各模块之间相互独立,各自完成相应的功能,各模块共同组成一个统一的整体。各功能模块之间通过实时数据连接,实现多种数据信息及图件基于 MapInfo 平台与技术的统一管理和应用。

该系统的设计开发继承了 MapInfo 平台的特点,由物化探数据库管理模块与查询、分析和处理功能模块等两部分组成。管理系统的功能结构图如图 1 所示。数据库模块包括属性数据库和空间数据库,二者之间通过 ID 目标标识码进行连接,以此实现属性数据和图形数据的交互查询;各应用子模块是以数据库为操作对象,读取外部数据及系统内部的数据交换,达到对空间数据管理、检索、处理和应用的的目的。

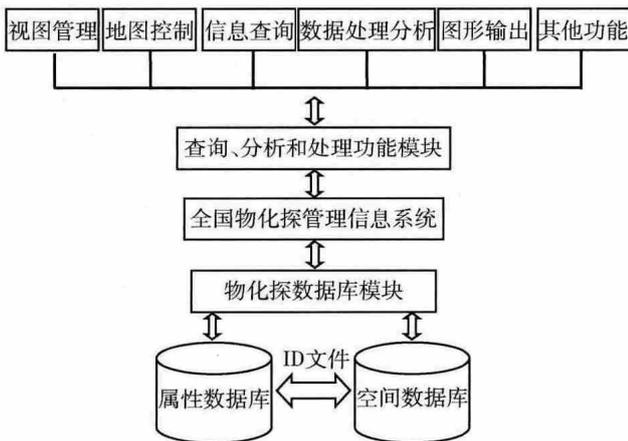


图 1 系统总体结构图

3 系统开发研究

全国物化探管理信息系统的开发是以 MapInfo 为 GIS 平台,在 Windows 操作系统平台下选用结构化高级程序设计语言 VB 调用 MapInfo 提供的二次开发函数库,通过 ADO 数据控件来创建并实现与物化探信息数据库(Microsoft Access)的连接和数据调用,从而实现系统的集成开发。

3.1 数据库的建立

在利用管理系统对数据信息进行管理的同时,

也要使数据库中的信息资源得以开发,以满足不同用户不同层面的需求。全国物化探数据库建设是一项系统性工作,需要全国各地勘单位共同参与完成。物化探管理系统的设计开发涉及到多学科的融合技术包括数据库技术、计算机技术、地球物理解释和反演、地球化学数据分析、图形学等。为保证物化探数据得以有效管理和充分利用,根据地球物理化学的勘探技术方法特点,本数据库主要是整理保存近 30 年取得的地球物理化学数据信息资料,以使全国物化探原始数据资料得到妥善保管和共享服务利用。

全国物化探数据的存储,采用 MapInfo 双数据库存储模式,即属性数据库和空间数据库。属性数据存储存储在 Microsoft Access 数据库中;空间数据则以 MapInfo 自定义格式保存在若干文件中。二者之间通过特定的目标标识码进行连接,从而实现属性数据和图形数据的同一对象的统一化描述和交互查询。其中,具有相同目标标识码的属性数据和图形数据是对同一空间对象的描述。

物化探数据库建立的主要工作是数据库结构设计及数据项编码的标准化设计。我们在充分考虑常用物化探技术方法的基础上,根据专业子类代码进行数据库的建立。其中,将地球物理勘探数据分为航空重力测量、航空磁测、航空电法、地面重力测量、地面磁测、地面电法、地震测量、综合物探测量和其它物探测量等数据库;地球化学勘探数据分为岩石地球化学勘查、土壤地球化学勘查、水系沉积物地球化学勘查和综合化探测量等数据库。

数据库的访问和维护主要是利用 ADO 和 DAO 数据控件,使其直接与 Access 数据库建立连接,实现数据录入、修改、删除和浏览等操作。通过数据控件可使数据表在记录之间移动。

3.2 二次开发的关键技术

物化探管理信息系统的开发选用基于 OLE Automation 技术进行集成二次开发。VB 与 MapInfo 集成的一般过程如下所示。

1) 首先将 MapInfo 定义为一个 OLE 全局变量,用于后台启动 MapInfo。其主要语句为:

```
Public MapInfo as object
Set MapInfo = Createobject (" MapInfo. Application")
```

2) 为了在 VB 中将 MapInfo 功能本地化,需要利用 Do、Eval、RunMenuCommand 等方法重新定义各类窗口。定义好之后即可使用 MapBasic 语言与 MapInfo 进行交互来完成对空间数据的操作。定义各窗口主要语句为:①定义 MapInfo 主窗口,

代码为:MapInfo.Do" Set Application Window" & frmMain.hwnd;②定义 MapInfo 地图、浏览、布局、统计和自建图例窗口等,以定义地图窗口为例代码为(其中,frmtemp.hwnd 为图像框控件指定的子窗口):MapInfo.Do" Set Next Document" & frmtemp.hwnd & " Style 1";③定义 MapInfo 的信息窗口、标尺窗口、消息窗口和统计窗口等,以定义信息窗口为例代码为:MapInfo.do" Set Window Info Parent" & ActiveForm.hwnd & " Show"。

3)集成 Mapbasic 程序。在 MapInfo 二次开发中,对于复杂功能的开发,通常是利用 MapBasic 语言进行设计开发,实现其功能,然后将数据的处理结果返回给 VB 应用程序。在 VB 中调用 MapBasic 程序的具体方法是:首先需要声明 MBApplications 作为对象,并创建 MBApplications 对象,然后利用 MBApplications 对象的属性和方法进行程序的访问操作。程序代码为(其中,MbFilename 是 MapBasic 程序名):

```
Dim MapBasic as Object '声明对象
Set MapBasic=MapInfo.MBApplications
'创建 MBApplications 对象
MapBasic.Do" Run Application" & MbFilename
'调用 MapBasic 程序
```

4)回调机制。VB 可通过 OLE 对象对集成地图窗口进行操作控制。当用户在地图窗口进行相关操作时,如选择各工具按钮、菜单等,其操作的事件只传递给 MapInfo 服务器,而不能直接传递给 VB 应用程序。为了在 VB 中实现对事件的处理,就需要利用 MapInfo 对象的 SetCallBack(回调)方法来处理命令,并将其传递给 VB 应用程序。当 MapInfo 系统通过 OLE 来实现消息的传递与接收时,首先要建立消息接收和处理的 OLE 对象类,然后定义不同类型的操作方法,以便处理不同的消息。例如利用 SetCallBack 方法来获得不同菜单命令信息回调的代码为(首先在 VB 工程中自定义一个类模块 MapSIS):

```
Set theResponder = New MapSIS '创建 OLE 对象
```

```
MapInfo.SetCallback theResponder '实现信息的回调
```

对于其他操作的信息回调与此相似,只需定义相应的方法并对其进行声明即可。例如要获取 MapInfo 状态栏的字符信息,只需定义一个 SetStatusText 方法,参数声明为“ByVal MapInfoStatusText As String”即可。

5)程序结束时,需要终止后台运行的 MapInfo 对象,使其释放 MapInfo 及其相关资源。其语句为:Set MapInfo=Nothing。

3.3 系统功能实现

本文根据物化探数据管理特点和结构化程序设计思想设计,开发完成全国物化探管理信息系统。该系统实现了菜单视图管理、数据可视化显示、信息查询、专题图制作、数据网格化和异常等值线图绘制等功能。

3.3.1 GIS 图形化技术

数据图形化是管理信息系统应用 GIS 技术和可视化数据管理的基础。图形数据不仅是具有几何意义的图形或像元,而且是具有地理意义的空间实体。当建立起物化探数据库与图形数据的空间相互关系后,数据库的空间操作、可视化检索和查询才得以实现。GIS 是以地理实体的空间位置为核心,按空间实体的拓扑关系和相关属性数据进行分析与处理的。建立 GIS 图形数据与常规关系数据库相联系的切入点就是图形数据和属性数据的空间位置关系。GIS 软件提供的二次开发技术为建立基于 GIS 的数据可视化系统开发提供了高效适用的工具^[2]。

3.3.2 数据信息查询

本系统利用 VB 开发技术、GIS 图形技术和 SQL(Structured Query Language)数据查询语言技术,实现了数据检索与查询功能。根据物化探数据的空间分布特征,数据的检索主要从域开始,即需要研究的区域。域的确定借助了 GIS 空间图形操作,包括图形的建立、选择和显示等。数据查询的核心操作采用 SQL 查询语言与用户进行交互方式实现对数据库或表的操作。检索结果采用表的形式存放于当前工作区,也可为系统其它模块提供数据源。同时,可应用数据浏览工具对当前检索数据进行浏览和显示其空间位置等^[2]。该功能采用一种可视化的查询手段,实现了从属性信息查找空间对象,也可从空间对象查询属性信息,达到了所见即所得的查询效果。

3.3.3 专题图制作技术

专题地图是分析和表现实际数据的一种强有力的方式,可以帮助用户清楚地看到在数据列表中几乎不可能发现的模式和趋势。图形数据是系统管理专题图制作的基础,也是数据交换的主要存储空间。因此,在制作专题图之前必须至少存在一个图形数据,然后通过菜单及图形用户界面实现各类图件的制作。制作技术采用了 MapInfo 构件功能,具有很强的针对性。

3.3.4 数据网格化处理技术

在地质、地球物理、地球化学等地学领域中,广泛使用色块图、三元图、曲面图、剖面图和等值线图。绘制这些图件如果利用原始采样点数据,这些数据往往受采样环境、采样人员及采样所使用仪器的影响,或则分布不规则及采样点数量不足,或则包含随机性干扰。因此,在数据应用之前,需要通过人机交互的形式,采用数据网格化方法将原始采样点数据转化为规则网格化分布的数据,然后再来制图或进行其它方面的处理应用。不同数据的处理与转换方法所要求的参数不同,本系统设计的数据网格化方法有三角平面插值、三角曲面光滑插值、按距离平方反比加权插值、按方位点加权插值、趋势面拟合和加权最小二乘曲面拟合等六种方法。

3.3.5 异常等值线绘制技术

异常等值线图是对地球物理或地球化学复杂的多元异常(或其他地球化学指标)按某个指标(或元素)异常编制的单个图件。它是以采样线上经度为 X 坐标,纬度为 Y 坐标,各点元素(或指标)异常含量(或指标量值)为 Z 坐标绘制的变化曲线图。为充分利用物化探数据资源,及时发现数据异常,本系统采用了三角法和网格法等两种方法绘制异常等值线。绘制异常等值线运行实例如图 2 所示。

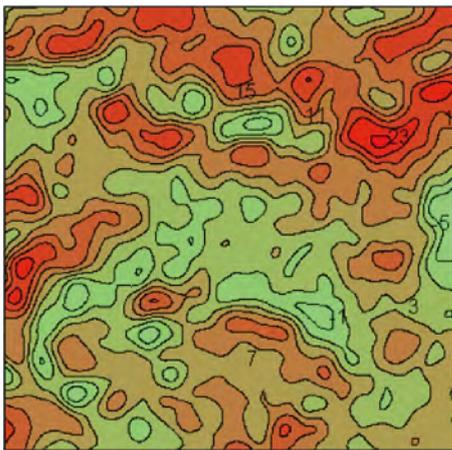


图 2 生成异常等值线

4 系统调试与实例运行

系统测试是软件开发过程中必不可少的环节。其目的是测试系统运行的可靠性,检查设计的功能、指标和性能的实现程度,以便及时发现问题加以修改,从而为后期的软件维护提供依据。本系统以生成全国 1:20 万航磁数据图为例,运行结果如图 3 所示。经软件调试和运行表明,该系统界面友好、操作简单、运行可靠,除实现了 GIS 基本操作功能

外还实现了数据可视化显示、异常专题图制作、数据网格化和异常等值线绘制等功能。该系统基本实现了利用计算机技术对物化探数据进行整理、保存、处理和利用的目的。

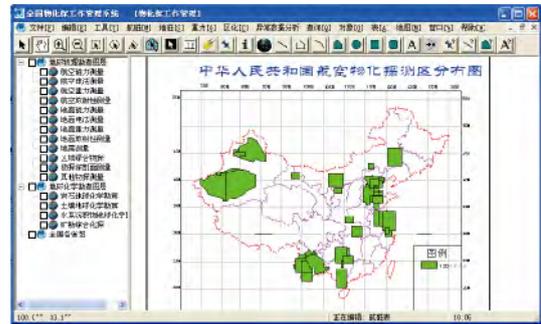


图 3 全国 1:20 万航磁数据图

5 结 论

该系统选用 MapInfo 作为 GIS 平台,利用 VB 和 MapBasic 语言采用基于 OLE 自动化技术进行集成二次开发。该系统实现了多种信息基于 GIS 平台与技术的统一管理和应用。该系统的建立为物化探数据的管理提供了一个具有 GIS 可视化编辑、检索、统计及成图等功能的计算机管理和应用平台,提高了数据处理、分析和利用效率,使得对物化探数据和各种异常等相关信息的实时动态管理成为可能,同时也可为其他用户的应用和管理部门的决策提供综合信息和图件。该系统的开发实现为基于 OLE Automation 技术进行 GIS 二次开发提供了一种有效地解决方法,也为其他相关 GIS 的二次开发提供了很好的借鉴,具有一定的使用价值。

参考文献

- [1] 曹丽娟. 地理信息系统在物化探中的应用[J]. 新疆有色金属, 2013(S1):12-13.
- [2] 向运川. 区域地球化学数据管理信息系统的实现技术[J]. 物探与化探, 2002(3):209-214.
- [3] 黄鲍. 基于 GIS 系统的小区供水管网管理体系研究[D]. 成都:西南交通大学, 2008.
- [4] 曹小刚. 航空物探信息系统若干模块开发研究[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2006.
- [5] 彭涛. 基于 GIS 的化探数据处理方法研究及分析系统开发[D]. 长沙:中南大学, 2004.
- [6] 曹小刚. 航空物探信息系统若干模块开发研究[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2006.
- [7] 屈进红. 航空物探数据库应用系统模块开发[D]. 成都:成都理工大学, 2007.
- [8] 倪悦明,何援军,徐维秀. 基于 GIS 技术的物探信息可视化系统开发[J]. 微型电脑应用, 2004, 20(7):32-36.