

# 基于 MapObjects 野外地质数据采集系统设计与实现

左仁广<sup>1,2</sup>, 汪新庆<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 武汉 430074;

2. 中国地质大学(武汉)资源学院, 武汉 430074)

**[摘要]**野外地质数据采集系统是计算机辅助区域地质调查系统的一个重要组成部分, 由于没有合适的采集的地质模型和数学模型, 使常规十分简单的地质现象用计算机辅助进行数据采集、存贮、处理显得十分困难。文章通过以点为核心的数据采集模型, 利用数据库前端与后端分离技术、动态模型技术、元数据、数据字典技术、数据分块存储、共享技术, 在 Visual Basic 6.0 与 MapObjects 相结合的环境下, 研发了地质数据采集系统, 有效的把老三件(地质锤、罗盘、放大镜)与新三件(笔记本、GPS、数码相机)有机的结合起来, 实现了地质数据的方便采集、存贮、处理及输出。

**[关键词]**野外数据采集系统 数据模型 数据管理 MapObjects

**[中图分类号]**P628 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2005)05-0077-05

## 0 引言

区域地质调查的基本方式是在野外直接观察地质现象, 并把重要的地质点元(岩性分界点、钻孔等)、线元(断层、不整合界线等)、面元(侵入体, 特殊岩体等)的基本信息及相应的标本信息、化石信息及照片信息及时的记录和存储起来。采用传统的野外记录簿记录这些数据, 很难满足地学数据的标准化和信息化的进程, 也不利于数据的存储、查询检索和各种处理。

野外地质数据采集系统是计算机辅助区域地质调查系统的一个重要组成部分, 是计算机在地矿行业重要应用领域之一。野外数据采集系统是在野外把老三件(地质锤、罗盘、放大镜)和新三件(笔记本、GPS、数码相机)有机结合, 实现多“S”(RS、GIS、GPS等)集成, 进行实地观测采集重要的地质点元、线元、面元的信息及重要的地质现象的信息, 并把把这些信息存储在计算机中。笔者借助 MapObjects(以下称 MO)研发了野外地质数据采集系统, 该系统不仅能方便采集地质信息, 而且还能对这些信息和数据进行及时更新、查询检索和进行各种处理(如统计分析、空间分析)及输出(如文档报告、各种专题图件等等)。

## 1 野外地质数据采集系统的设计与实现

### 1.1 需求分析

野外地质数据采集系统主要采集、存储野外地质现象和要素的信息, 并能对所收集的数据进行各种查询检索和各种形式的输出(如 Word, Excel, Html 及各种专题图件)。

野外数据采集系统应该具有:

1) 采集信息: 包括①基本信息的录入: 地质路线基本信息、前人工作程度信息等; ②采集点元信息: 记录和存储点的相关信息(点的编号、点位、高程、点性、点义等)。③采集线元信息: 记录和存储线(重要的地质界线, 如断层、不整合界线等)的信息(如断层: 断层的编号、断层的性质、断层的走向、断层的产状、两盘的地层等); ④采集面元信息: 记录和存储面的信息(如侵入体的岩性、时代、围岩、埋深等); ⑤标本信息、化石信息及照片信息: 包括这些信息的录入, 查询检索及相关的多媒体说明;

2) 能方便的进行图形操作: 包括浏览图形、图形编辑及图层管理及制作各种专题图件;

3) 对空间数据进行空间分析;

4) 数据管理: 能方便的进行数据查询、检索及输出各种属性报表, 并能对属性数据进行统计分析;

**[收稿日期]**2004-12-23; **[修订日期]**2005-05-10; **[责任编辑]**曲丽莉。

**[基金项目]**国土资源部矿产资源定量预测以及勘查评价开放研究实验室资助项目(编号: MGMR2001-8)资助。

**[第一作者简介]**左仁广(1981年-), 男, 2004年毕业于中国地质大学, 获学士学位, 在读博士生, 现主要从事矿产预测评价及信息处理工作。

5) 为其他应用程序提供数据接口、如支持盆地分析、勘探设计、资源预测评价等。

### 1.2 系统的整体设计

系统的开发遵循点源信息系统的设计原则,以主题式关系数据库系统 (RDBS) 和空间数据库系统 (SDBS) 为基础,以空间信息和属性信息管理为核心,采用“多 S (DBS、GIS、RS、GPS 和 ES 等)”集成技术,同时展开各种功能软件的开发,将历史资料的搜集入库和管理工作,与现实的综合调查数据采集、入库和管理工作结合起来。在室外配备以超轻型便携机和具有“多 S”集成功能的野外数据采集子系统。系统内将采用标准的术语代码、规范的图示图例、通用的实体模型和统一的数据模式,以便满足新一轮国土资源大调查对信息完备性和共享性的要求。

野外地质数据采集系统,应该是在计算机的硬、软件的支持下,能够高效的采集野外地质数据,并对这些数据进行存储、评价、维护、查询、统计、分析、综合显示和输出的技术系统。根据需求分析和野外工作实际总结出了系统的工作流程图,如图 1。

准备工作的任务主要是收集工作区已有的地质资料,了解工作区的交通位置、气候、自然地理等基本情况,并把地质或地理底图进行矢量化,填写前人工作程度信息表和工作区基本情况信息表。

数据采集的主要任务是把老三件(地质锤、罗盘、放大镜)和新三件(笔记本、数码相机、GPS)结合起来,实现多“S”集成,采集地质点元、线元及面元的信息。

数据管理主要是管理和维护已采集的地质数据,具有数据查询检索,维护与更新等功能。并提供数据共享的接口,为 C/S(客户端/服务器)结构的 LAN(局域网)和 B/S(浏览器/服务器)结构的 WAN(广域网)提供数据支持。

数据处理主要调用 MO 强大的 GIS 功能,实现空间数据空间分析和属性数据的各种统计分析,并制作各种专题图件(如构造纲要图、综合柱状图等)。

数据输出是利用各种终端设备输出数据处理的结果,如各种属性数据的 Word, Excel, Html 等形式,并为进一步应用(如为盆地分析、勘探设计、资源预测评价)提供数据支持。

根据系统的整体设计思路系统的功能结构图如图 2 所示。

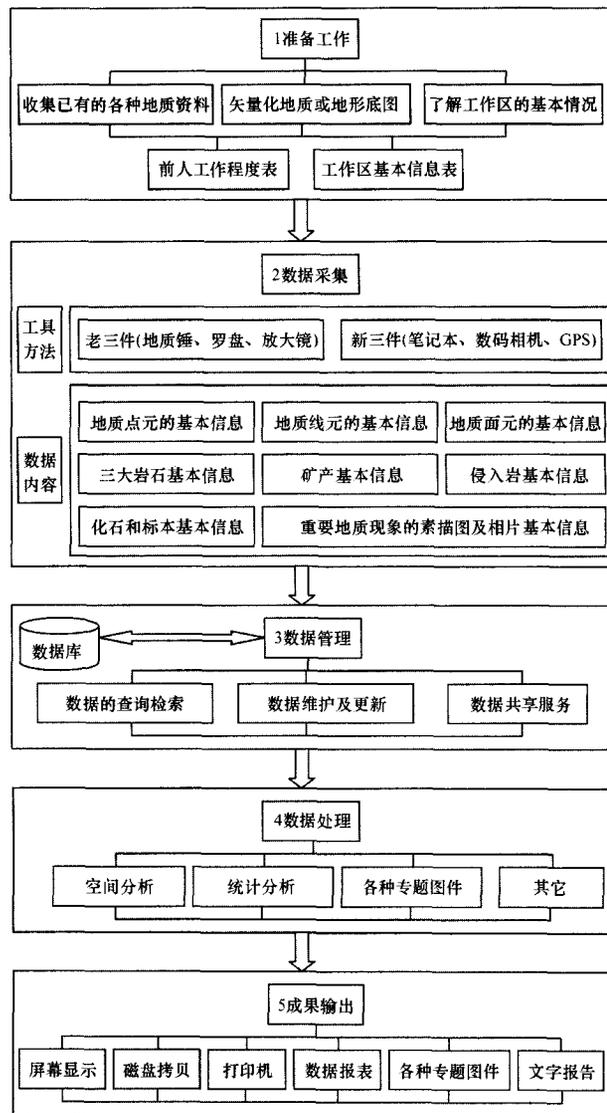


图 1 系统流程图

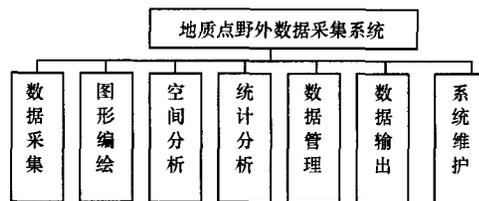


图 2 系统结构图

## 2 系统的实现的相关技术

### 2.1 以点为核心的数据模型

野外地质数据采集系统是收集研究区内地层、岩石(沉积岩、岩浆岩、变质岩)、构造以及其他各种地质体的特征,并研究其属性、形成环境和发展历史等基础地质问题,为国土规划、矿产普查、水文、工程地质、环境地质勘查、地质科研、地质教学等提供基

基础地质资料。从图 3 可以很清楚的看出,野外地质工作是围绕点展开了。因为无论是地质线元、面元都是由点构成的,在实际工作中也是如此,地质界线

是由若干个地质点连接而成的,地质体是由点和线构成的,因此点模型是野外数据采集系统数据模型的核心。

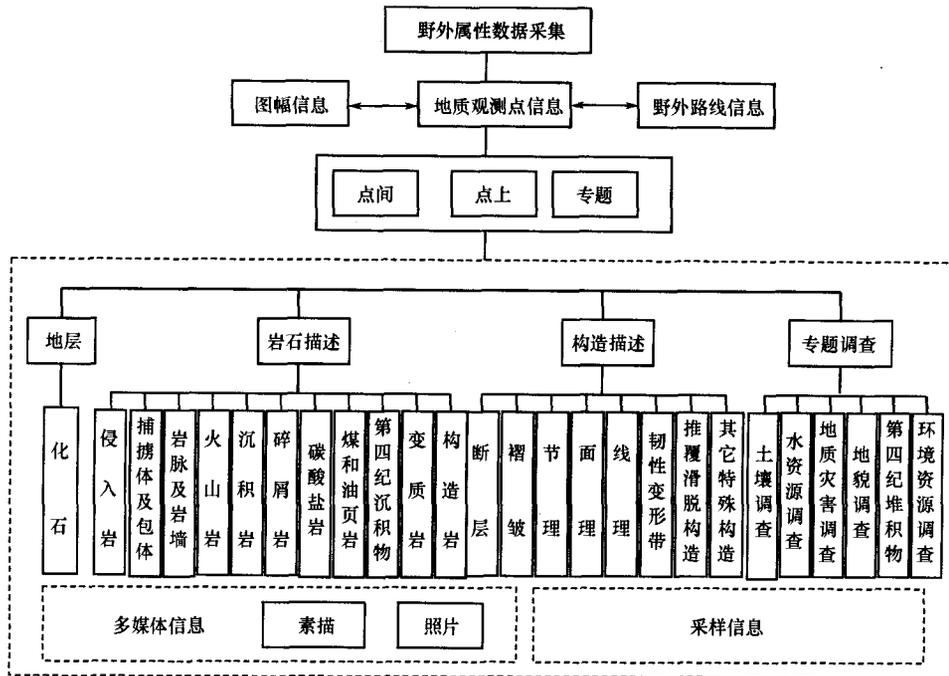


图 3 野外数据模型

然而在实际工作中,具有多种地质实体和多种地质意义的地质观察点(称复杂地质点)及其相关点性和点位的厘定,该点及其附近空间数据和属性数据的获得,不同样品的采集以及其它多项信息的提取和描述等,是区域地质填图一项基础的工作。若用计算机辅助填图系统实施,便是一个不能回避的难点。左仁广等(2004 年),通过建立三个三联点基础地质模型(侵入接触型、沉积基础型及断层接触型),解决了复杂地质点的数据采集的难题,为处理复杂地质点搭建了理论与方法基础<sup>[1-2]</sup>。从而把野外所有地质现象的信息采集都归结到以点为中心的数据模型上。

## 2.2 数据管理中的核心技术

### 2.2.1 元数据技术与数据字典技术

元数据(Metadata),是描述数据的数据,是说明数据内容、质量、状况和其他有关特征的背景信息。元数据技术规定了所收集数据的来源、格式、时间、负责人等等,它保证了数据的规范性,也为数据管理提供便捷。

利用数据字典技术建立健全要建立健全概念模型字典、字段属性字典、术语代码属性字典及数据约束字典等多种数据字典,来维护国标、字段代码的正

确性,并加速了数据维护、查询检索的速度<sup>[3]</sup>。

### 2.2.2 前端和后端分离的方法

一个常规的数据库系统,包括数据录入、查询、加工、处理和输出等功能,如果这些功能全部实现在属性数据采集模块上,应用程序会比较,操作不灵活,而野外属性数据基本上属于操作型数据的范畴,所以将属性数据库部分分为前端和后端,数据采集功能和数据管理功能分开实现,前端的属性数据采集模块只负责数据的录入,后端实现完整的数据管理、数据加工、报告生成、报表输出等功能。这样既可以充分利用系统的硬软件资源,又便于分层次简化问题<sup>[4]</sup>。前端在 Visual Basic 6.0 下用 Access,后台利用 SQL Sever 2000。

### 2.2.3 动态数据模型技术

野外人员常常希望根据工作区的性质自主地调整数据模型。使用数据库“动态数据模型”技术,允许用户在使用该系统过程中,根据不同填图工作区的性质,面对不同的填图对象来缩减、扩充或修改数据库模型,使之符合实际要求,从而使系统具有了普适性,能满足各种填图需要<sup>[5-8]</sup>。

### 2.2.4 数据分块存储及共享技术

MO 的属性数据通常是反映空间实体的属性

的。它可以分为内部属性数据和外部属性数据库。内部属性数据主要存储图元的标示 ID, 空间位置等信息。当然根据需要用户是可以在内部数据库中添加字段存储更多的信息。内部数据和外部数据库是通过用户 ID 和索引建立一对一或一对多关系的。本系统采用内部数据库存储图元的 ID 及图元的空间位置。外部数据库通过图元 ID 索引与内部数据库和空间图形建立联系。

本系统把地质数据存放在外部数据库里, 因为外部数据存放数据量比较大, 更新速度快。当外部数据在需要时可以通过内部属性数据与空间图形库

进行连接, 这样可以提高空间数据和属性数据的查询和空间分析的速度, 又便于数据维护<sup>[9-11]</sup>。

根据 MO 存储空间数据和属性数据的特点, MO 自带有存储空间图形的 ID 及位置等信息的内部属性数据库。这里主要设计属性数据库的外部数据库, 后台利用 SQL Sever 2000 数据库。如图 4 数据库的结构图。MO 的空间数据存储是基于空间实体和空间索引的一种结构, 而空间数据是按层存放的, 地图的分层管理便于空间数据的存储、管理、和空间数据查询。

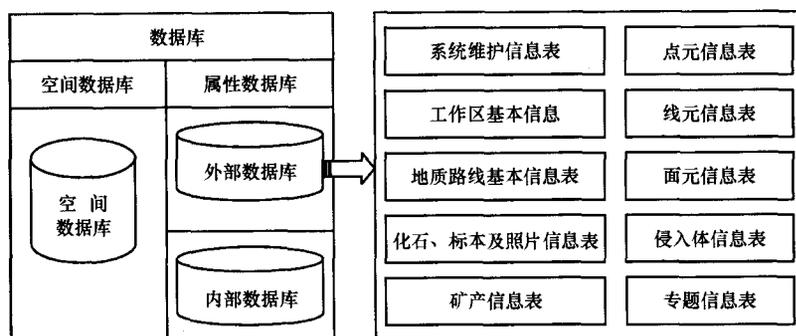


图 4 数据库结构图

MO 可以通过 Dataconnection 很方便的访问外部数据库, 也可以通过 SDE (Spatial data engine, 空间数据引擎) 访问网络数据, 可以很方便的实现基于 C/S 模式的数据共享。

### 2.3 MO 中的关键技术

野外数据采集系统使用了 MO 强大的 GIS 功能, 主要包括图形编绘和数据处理两大部分。图形编绘在数据采集系统中十分重要, 因为各种地质图件既是地质工作的手段, 也是地质工作成果表达的载体。图形编绘主要包括图形的浏览, 图形编辑及图层管理等, 而数据处理是野外数据采集系统的核心, 它包括对空间数据的空间分析和属性数据的统计分析。

#### 2.3.1 图形编绘

图形浏览: 主要包括图形的导航视图、图形的放大、缩小及漫游。图形浏览可以通过 MO 的 DataConnect 与 MapLayer 建立联系, 通过 Rectangle 实现地图的放大与缩小。图形的漫游可以利用“Pan”函数实现。通过设置两个 Map 控件, 可以实现图形导航视图。

图形编辑及图元选择; 通过 Searchbydistance 函数实现框选; Searchexpression 实现逻辑查询, 即按 SQL 查询; Seatchshape 实现空间特征查询。用户可

以增加, 修改, 删除一个空间对象。另外 MO 提供了丰富的几何对象, 诸如点对象、线对象、椭圆对象、矩形对象及多边形对象, 很方便地实现图形的编绘, 制作各种专题图件。

图层管理: 主要是查看图层, 并控制图层的显示。利用 ESRI MapObjects Legend 控件, 显示图层标签和控制 Map 的当前活动图层。

#### 2.3.2 数据处理

空间数据的空间分析: MapObjects 提供了常规的空间分析控件, 如建立缓冲区 (Buffer), 图层的叠加 (Union), 计算距离 (Distance To) 等, 在 Visual Basic 6.0 环境下, 调用这些方法和函数可以很方便的实现 GIS 空间分析的功能。

属性数据的统计分析: 统计分析主要是对所采集数据的地质点元, 线元及面元对其属性数据进行统计分析 (如主成分分析、Byes 分析等)。MO 通过 Statistic 对象可以实现诸如 Sum、Max、Min、Mean、StdDev 等统计分析功能。

## 3 系统的运行环境

系统的运行环境, 推荐运行的硬件环境推荐为 Intel 奔腾 500Mhz 主频以上 CPU, 256MB 内存, 1024 x 786, 20G 可用硬盘空间以上的 PC 兼容机 (键盘、

鼠标必不可少)。欲打印输出,还需配有 WINDOWS 驱动的打印机。另外需要 ESRI 的 MapObjects 2.1 及以上版本支持。

#### 4 结 语

野外地质数据采集系统是指地质填图过程中借助计算机技术获取地质观测和观察数据,并对这些数据的进行一体化描述、组织、存储、管理、发布的系统。它由两部分组成:①野外地质调查观测和观察数据的获取技术,其核心是野外数据采集技术,它是数字填图技术的核心平台;②数据的一体化描述、组织、存储、管理与发布,它涉及地质建模、数据标准化等问题<sup>[12]</sup>。本文通过以点为核心的数据模型,集成多“S”技术,采用面向对象技术设计了野外数据采集系统,兼顾了数据获取技术与数据一体化管理,并利用 Visual Basic 定制、开发 MO 实现了上述功能。但也存在一些问题,如(1)复杂地质现象的数据采集和数据处理数据模型及数据采集标准:目前还没有适合复杂地质现象数据采集和数据处理的数据模型,也无数据采集标准(数据采集的内容、描述顺序等等),尽管笔者提出三联点模型来解决这一问题,但该模型还不成熟,需要更多的学者来改进和完善。(2)数据共享及发布:由于地质数据的自身的特点(数据源丰富、数据量庞大、数据类型众多,数据结构复杂等),很难实现数据的共享和发布。本文基于 ArcSDE 实现了基于 C/S 模式的数据共享,但真正实现跨部门、跨省际基于 B/S 模式的数据共享还有一定的差距,必须重点研究数据库异构技术、海量

空间数据的管理技术、WebGIS 等技术。

感谢中国地质大学(武汉)校团委、资源学院学工组、国土资源信息系统研究所及武汉坤迪科技有限公司老师和同学的大力支持。

#### [参考文献]

- [1] 左仁广,汪新庆. 计算机辅助地质调查三联点地质模型研究[J]. 工程地质计算机应用,2004(1):1~4.
- [2] 左仁广,汪新庆. 三联点构造地质变量研究[J]. 地质与资源,2004,13(1):39~42.
- [3] 吴冲龙,汪新庆,刘刚,等. 地质矿产点源信息系统设计原理及应用[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996.
- [4] 张夏林,汪新庆,刘刚,等. 复杂野外地质属性数据的快速采集方法探讨[J]. 地质科技情报,2001,20(3):101~104.
- [5] 韩志军,汪新庆,吴冲龙. 野外数据采集系统数据字典的研制[J]. 地球科学,1999,24(5):539~541.
- [6] 袁艳斌,韩志军,刘刚,等. 基于 GIS 的 1:5 万区调野外空间数据快速采集技术[J]. 地球科学进展,2000,15(3):348~352.
- [7] 张夏林,汪新庆,吴冲龙. 计算机辅助地质填图属性数据采集子系统的动态数据模型[J]. 地球科学,2001,26(2):201~204.
- [8] 刘刚,汪新庆,吴冲龙. 计算机辅助区域地质调查野外工作系统研究进展[J]. 地球科学进展,2003,18(1):77~84.
- [9] 梁媛,孙亚军,杨国勇. 基于 MapObjects 的城市环境信息系统的设计与实现[J]. 环境科学与技术,2002,25:48~49.
- [10] 王育红,张健雄,陶忠刚. 基于 MapObjects 的 GIS 应用系统开发[J]. 焦作工学院,2002,21(3):186~188.
- [11] 王育红,徐君. 利用 Visual Basic 和 MapObjects 开发 GIS 应用软件[J]. 桂林工学院学报,2002,22(1):82~84.
- [12] 李超龄,于庆文. 数字区域地质调查基本理论与技术方法[M]. 北京:地质出版社,2003.

## DESIGNING AND REALIZATION OF FIELD GEOLOGICAL DATA COLLECTION SYSTEM BASED ON MAPOBJECTS

ZUO Ren-guang<sup>1,2</sup>, WANG Xin-qing<sup>1,2</sup>

(1. State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074;

2. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074)

**Abstract:** The field geological data collection system plays an important role in the computer-aided regional geological survey system. However, owing to no proper geological model and data model for data collection, there are many problems in using computer to describe the phenomena of geology, which is very simply with the old way, for example the data collection, storing and data processing. This paper sets the point as the core of data model, and makes good use of dividing the database into fore-part and back-part technology, automatic model technology, metadata technology, data dictionary technology, and the data storing which is separated to story. Using Visual Basic 6.0 and MapObjects, data collecting, storing, processing and importing have been realized, combining the three old tools (geology hammer, compass and amplifying lens) and the new tools (computer, GPS and digital camera).

**Key words:** field geological data collection system, data model, data management, MapObjects