

## 建立适用于远程勘探的物探数据分析系统

陈 超

**摘 要** 建立远程勘探系统是勘探领域发展的新趋势，远程勘探系统的核心组成应该是具有丰富内容的数据仓库(data warehouse)和包含多领域数据分析与处理方法的工具库或方法库。针对勘探领域中的物探数据分析处理系统的技术构成和实现技术提出一些观点，对数据存取、分析方法库的构成、参数提取、图形显示技术及远程操作做了介绍，旨在提供此类系统的一种模式。

**关键词** 物探数据分析处理；远程勘探；数据仓库

### THE ESTABLISHMENT OF A GEOPHYSICAL DATA ANALYTICAL SYSTEM SUITABLE FOR LONG-RANGE EXPLORATION

*Chen Chao*

(China University of Geosciences , Wuhan 430047)

**Abstract** The establishment of the long-range exploration system is a new trend in the exploration field. The core of the long-range exploration system should consist of data warehouse with abundant content as well as tool library or technical library which includes various data-processing and data-analysing methods. This paper recounts the analytical technique for geophysical data and the long-range operation in the exploration field with a view to provide a model for this sort of systems.

**Key words** geophysical data-analysing and data-processing; long-range exploration; data warehouse

Internet和Web技术以及行业、企业内部Intranet的出现，不仅推动着信息工业的发展，同时也逐渐成为信息工业的核心。在矿产资源调查和勘探领域里，信息技术已日益成为最重要的技术支柱。实际上，资源的勘探与开发过程本身就是信息不断积累、技术不断更新的过程。在这个过程中，作为信息载体的数据可以分为2类，一类是通过观测、采集获得的原始数据，另一类是技术人员和专家在工作中积累起来的知识型数据。前者通常存放在不同地区不同部门，属于静态数据，后者则来源于各类专业人员，其形式多种多样，如概念、观点、算法等。显然，这些数据资源是分散的，要充分利用它们实现跨地区、跨部门的项目合作，最有效的办法是建立一个基于Internet和Web技术、面向勘探的分布式管理与计算系统，即所谓的“远程勘探”系统。远程勘探系统的核心组成应该是具有丰富内容的数据仓库(data warehouse)和包含多领域数据分析与处理方法的工具库或方法库。

就地球物理数据而言，自80年代起，许多专业性的处理与解释软件系统相继建立，

然而大多数系统已不能适应目前远程勘探的要求。主要表现在系统的结构、功能、扩展能力以及网络运行能力等方面。因此，建立一个适于远程勘探的物探资料分析与处理系统是十分必要的。

## 1 物探数据分析系统的技术构成与结构

作为一个面向勘探任务的系统，不仅要具备分析计算、图形显示、数据I/O等技术手段，还必须考虑系统在操作上的安全性和便捷性以及智能化。

### 1.1 数据存取

这里所讨论数据存取不仅仅是通常所指的读盘与存盘，而是赋有来源与去向、具有“数据流”意义的操作。

众所周知，物探资料处理与解释过程是一个认识事物本质、循序渐进的过程，它具有多次性和重复性的特点。在这样的过程中将会产生大量的中间结果，其所占的空间可能是原始数据的几十倍甚至上百倍。每一次分析结果（中间或最终数据）都有可能长期或暂时保存。由于在处理与解释物探资料中时常需要反复对比不同方法或同一方法不同参数的应用效果，以获得效果最佳者。传统的办法是将这些结果逐一绘成图，这必然耗费成本和时间，而且不便于远程站点操作。现在我们可以利用站点上微机的能力实现对比。因此，一批中间结果要被临时保留站点微机中，若采用逐一存盘读盘，既不利于效果对比，也会降低工作效率。若利用计算机内存以及操作系统的虚拟内存技术，使中间结果动态地置于内存（或虚拟内存）之中，可避免反复存盘读盘，一旦不需要即予以放弃。

另一方面，经过了一系列分析与处理后需要做长期保存的结果，可以运用虚拟存取技术进行存取。所谓虚拟存取数据，是把原始数据所经历的每一次处理都记录在一个备份文件或档案中，那么，任何结果数据的档案都记录了最初原始数据名和地址及其所经历的处理历史（包括所用方法和参数），当结果数据要存盘时，可不必存贮数据主体，而是把档案文件存入磁盘。而读取这个数据时，则读入原始数据和它的档案，然后通过一定的过程进行恢复，从而得到结果数据。这个恢复过程是依据数据档案中的处理历史，利用系统依次自动进行计算，最后生成所需的数据。这项技术对远程勘探尤为重要，首先，数据仓库以存储原始数据为主，对其它衍生而来数据只保留其档案文件，这不仅能节约空间，更重要的是能优化数据仓库的管理、有利于维护原始数据的安全；其次，就网络上某一站点用户而言，只需一次性连接服务器数据仓库中原始数据文件，通过不同的档案文件来获取不同的分析结果，既省略了大量的重复操作，又减少了数据传输的工作量。目前PC机的运算速度已相当快，而且正以惊人的步伐不断增高，因此，在站点上完成数据的恢复工作将十分迅速。

### 1.2 分析方法库

分析方法库是系统的基础，它由各物探专业数据分析与处理方法组成，其中大部分为常规方法。物探资料的分析与处理方法在性质上可分为数据处理和反演解释，在技术构成上又可分为计算方法和控制界面。系统方法库的基本单元是算法，这些算法是通用的，各种分析处理方法是不同的算法组成，故方法库又可以理解为系统的函数库或工具箱，它们的调用和参数赋值是通过消息驱动来实现的。使用过程中，既可直接选择方法、设置参数进行分析处理，又能间接地利用数据档案自动完成。

### 1.3 参数提取

在综合找矿勘探或矿产预测与评价中，物探资料所提供的信息是作为信息组中的一个成员。完成一项综合勘探的任务，时常需要从物探（原始的或处理后的）资料中提取

各种形式的参数作为信息数据。参数提取要根据任务要求，在一定的空间坐标单元内自动或有选择地进行，同时要按一定格式提取参数并传输给数据仓库或其它系统。这些参数可以是单元内的均值、方差、梯度等统计量值，也可以是更深层次的、处理解释后的结果数据，如等效密度、磁化强度、磁性体体积等。

#### 1.4 图形显示

图形显示是一个数据处理系统必备的功能。系统的图形显示可以有2种实现方式，一是利用系统外的图形软件，通过交互操作来显示数据；另一种是在系统内建立实时显示功能模块。显然后者能使解释人员在操作时所见即所得，有利于实时观察对比，从而确定取舍。另一方面，由于物探资料的特殊性，图形显示应具有多种形式，如等值线、色彩填充、三维立体以及模拟遥感图像等，以便解释人员从中获取有益的信息。

#### 1.5 系统结构

在结构上，系统介于用户与数据仓库之间，同时留有数据出口。系统内部主要包括：方法库、参数提取、图形显示和I/O模块(图1)。

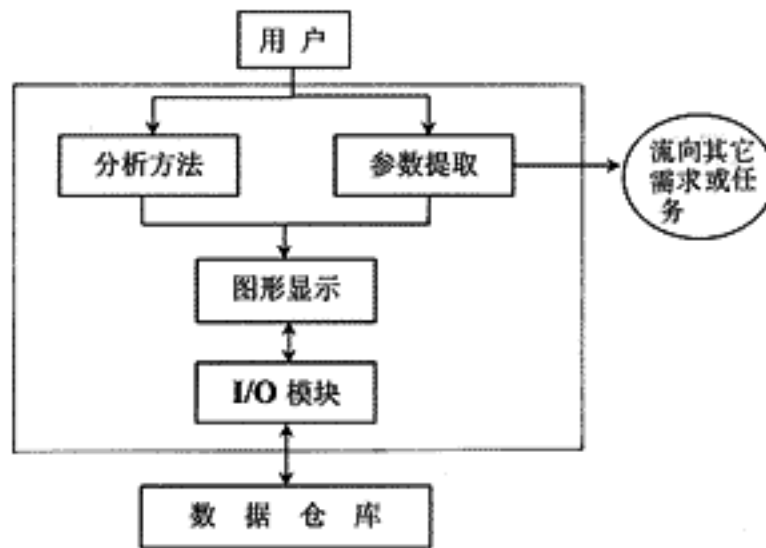


图1 系统结构示意图

## 2 系统远程操作

分析软件远程操作可以通过2种形式进行，即利用广域网实现异地操作和通过公共通讯网或Internet实现远程操作。前者与在局域网中操作基本相似，后者更具有普遍性和实用性。在此，简单地介绍一下利用公共通讯网Internet实现远程操作的方法，有关硬件和协议方面的问题读者可参阅有关的文献。

通常PC机的一个用户，无论是在家中还是在办公室，都能使用Internet对分析软件所在的远地计算机进行访问，访问以“网络拨号”或是“仿真终端”2种方式进行。一台PC机通过公共通讯网与另一台已接入Internet的异地主机连接，按照一定的协议，异地主机将动态地分配给本地PC机一个IP地址，本地PC机在拨号连接时就接入了Internet。按所要访问的计算机（具有分析软件或数据的计算机）地址，通过Internet接入该机并使用授权范围内的资源。PC机以仿真终端方式操作，是通过公共通讯网接入远地计算机的分时系统，而不直接进入Internet，此时不需要IP地址。只作为它的一个远程终端，就如同用户的键盘和显示器与远程计算机相连一样控制程序运行。

分析软件系统的远程操作有不同的情形，通常有3种可能：软件和数据都在远地计算机上；数据在本地计算机上，软件在远地计算机上；软件在本地计算机上，数据在远地计算机上。无论哪种情形都需要数据传输和分析处理2种操作，一般而言，软件和数据在同一计算机上效率最高。例如，第二种情形下，用户先在远地主机上申请一个工作空间，将本地计算机上的数据传过去，让分析处理工作在远地主机上完成，然后再将结果传回。否则软件运行时每次读取数据都要经过长途传输而耗费时间。

### 3 系统的技术实现

近年来，基于PC机的编程语言发展很快，面向对象程序设计技术已逐渐为人们认识和掌握，最新版的Windows（95，NT）不仅具有友好的用户界面、多进程、多任务的操作环境和虚拟内存技术，而且支持网络通讯。利用Windows环境下的MS Visual C++（简称VC）与MFC（microsoft foundation classes）进行开发，将使得系统的实现工作得心应手、高效而快捷。

#### 3.1 利用Microsoft混合编程工具建立方法函数库

许多常用的物探资料分析与处理方法早已被编成计算机语言程序，尽管这些程序可能由不同的语言编制而成，但仍然可以利用。对于C语言的程序，只需做很少的改动，对于BASIC或FORTRAN语言的程序则需要进行混合编程、或独立编译成动态链接库（.DLL）文件以备调用。方法库中的每一种方法，在程序结构上只是含有若干参数的函数和相应的控制界面，具有相对的独立性，以便于方法库的管理、维护和扩充。

#### 3.2 利用VC文档和视图的关联建立数据与图形之间的对应关系

VC中文档类（CDocument）与视图类（CView）的关联是指窗口内显示的内容与文档对象之间的对应关系，即改变窗口内容则文档内容也相应改变，更新文档则窗口视图也随之更新。利用这种关系，系统可以建立多文档多窗口视图的关联。随着数据分析工作的开展，每处理一次都要产生新的数据，系统都将定义一个新的文档对象并打开一个新的窗口显示数据图形。由文档类负责数据的保存、读取与删除，而视图类则完成图形显示，进而实现用户与数据的交互，用户可以通过窗口中的图形，观察数据特征。每一个新生成的文档对象都可能做为原始数据等待进一步的分析与处理，系统可以通过获取当前窗口的方法来完成文档指针的转移，使其随时都能对已有的文档（数据）进行操作。

#### 3.3 利用控件技术实现系统操作运行

控制技术是应用程序与用户进行信息交流、传递消息的重要手段，每一个控制件都封装了相应的操作和数据。系统运行中，可以采用对话框、鼠标键等多种控制形式来完成方法函数的调用、图形显示、参数选择等。为了保障系统的正常运行，避免误操作，可以采用控制技术加以警示或者无效有关的选项或控件，以维持各种方法的正确使用和系统安全运行。例如，对于通用傅立叶变换频域滤波方法的操作，可使用如图2所示的“操作面板”式对话框，多种滤波既可同时使用也可单独使用，若没有滤波方法被选中，启动（确认）键处以无效状态，只有滤波方法被选中，才能进一步设置滤波器和参数，当参数选择不正确时，系统将拒绝执行。

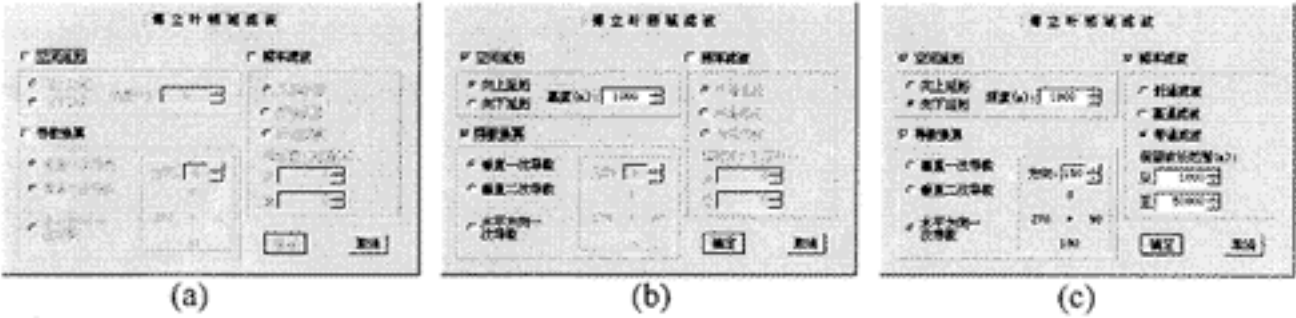


图2 “控制面板”式对话框实例

3.4 图形显示与内存管理

根据解释工作目的和要求的不同，需要改变窗口内图形显示形式，这种不改变文档（数据）只改变视图的操作，可以通过调用不同的绘图函数，然后再调用文档类的 UpdateAllViews()函数实现图形更新。对于有些图形（如灰度图像）需要高维数工作数组，有时一个图形可以占用高达4 Mb的空间，而且是占用（逻辑上的）内存空间。因此，在利用new和delete对内存进行动态管理的同时，依靠操作系统的虚拟内存管理，以使系统运行不受机器内存限制。

4 系统运行实例

图3展示了我们近期开发的物探数据分析系统的运行画面。系统采用主窗口菜单式框架操作界面，每一个子窗口显示一个数据图形，数据名称及处理过程简要地列入窗口标题栏中以示辨别。所有分析方法均用对话框进行参数的选取和调用执行。图中3个子窗口分别以3种不同的图示方式显示数据。例中的数据是我国西部某地区的重力异常及其处理的部分结果。该数据数量超过10 000个，常规的处理及显示时间仅为2 s左右（在Pentium 133/16 Mb RAM硬件水平的PC机上运行），运行过程中曾最多占用内存超过100 Mb，仍未出现问题，可见系统动态内存管理技术是成功的。我们还将一些常用的分析方法的调用制成了按钮置于工具栏中便于使用。由于详细的帮助模块和操作保护措施，系统的操作十分方便和安全，使用者只需了解数据的来源及去向和参数选择无需考虑其它问题。进行远程操作时，只是延长了指令和数据的传输时间，其它完全一样。对于物探专业和非物探专业人员都能自如地使用。

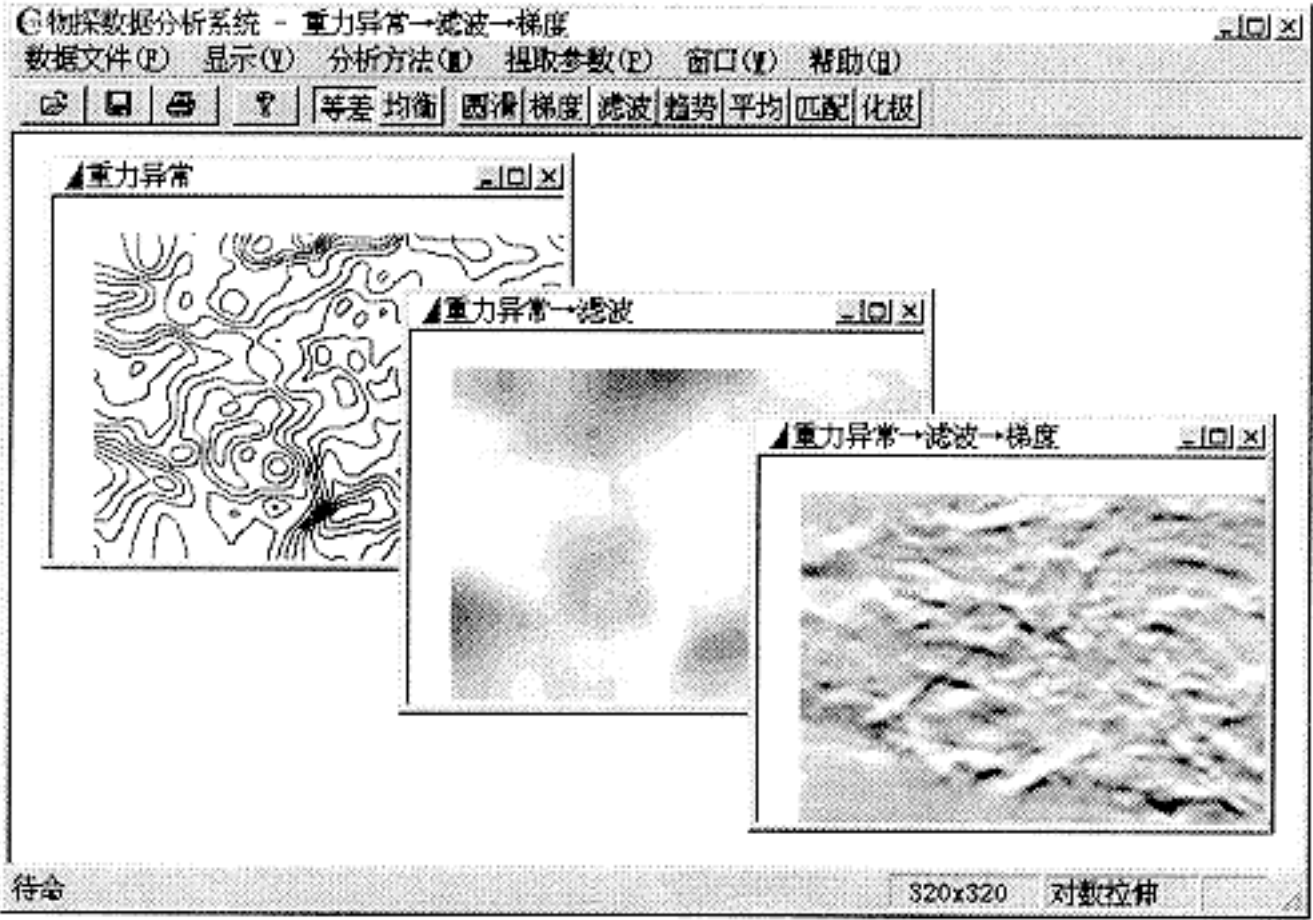


图3 物探数据分析系统操作界面

5 结束语

随着我国勘探事业的发展，建立远程勘探系统是发展的趋势，我们所提供的系统方案不仅适用于物探数据分析方法，也能扩展到其它地学领域如化探、遥感等。总之，地学数据分析技术不应只局限于个人或局部部门，应该走向信息高速公路，充分利用已有的或即将建成的网络资源，适应时代的发展。

作者简介：陈超，男，1960年5月出生，江西人。1982年毕业于武汉地质学院物探系，获学士学位，1989年获该学院硕士学位，1992年赴荷兰空间测量与地球科学学院进修一年，现在中国地质大学攻读博士学位，讲师，多年从事重磁资料处理及解释工作，发表论文数篇。

作者单位：中国地质大学，武汉 430047  
本项目由国家科委"九五"攻关课题96-914-05-02资助

参考文献

1 单连泉，张学工，李衍达.基于Internet核心技术的远程勘探决策支持系统.见：中国地球物理学会第十三届年会会议论文集，1997

- 2 李跃升.C++重载技术在物化探计算中的应用,物探与化探计算技术,1997,19(2)
- 3 陈坚,陈涛.利用Visual C++编制Windows 95应用程序.西安:西安电子科技大学出版社,1997

收稿日期:1998-09-03,改稿日期:1998-12-10