

基于数据库平台的 MT 数据处理可视化方案

肖 骑 彬

(中国地震局地质研究所,北京 100029)

摘要:利用数据库技术可以很好地实现大地电磁测深数据的管理。介绍一种大地电磁测深数据处理的系统框架,并在此基础上,重点介绍了利用 Paradox 数据库系统建立数据库平台的过程,探讨了大地电磁测深数据处理功能的实现方案,利用混合语言编程及 OLE 编程技术实现 Delphi 与 Fortran、Delphi 与 Surfer 的调用,最终实现了基于测区、测线、测点为对象的数据处理可视化程序。

关键词:大地电磁测深;可视化方案;数据库

中图分类号:P631 文献标识码:A 文章编号:1000-8918(2005)03-0269-04

目前在国外,大地电磁测深(MT)资料处理可视化软件的开发早已进入商业化阶段,著名的地质软件如 Geotools、WinGlink,已将 MT 资料的解释工作嵌入其中。这些商业软件虽然功能强大,但处理手段比较单一,价格昂贵。在国内,也有单位研发 MT 数据处理的可视化程序^[1,2],其中不乏功能强大的数据处理软件,但需要进一步推广与合作。笔者立足于实用性、多样性、可扩展性,从数据库平台的建立出发,介绍一种 MT 数据处理可视化方案。笔者认为,利用数据库技术及多种语言混合编程是实现 MT 数据管理与处理可视化程序的有利手段。

1 MT 数据处理系统框架

MT 数据处理程序的可视化开发应立足于实用性、多样性、可扩展性、可移植性和健壮性,所谓实用

性就是程序的操作要便捷易懂;所谓多样性指的是对数据的处理方式(如阻抗张量分析、定性参数、反演方法等)多样化;可扩展性就是程序中功能的增加不会影响到整个程序的基础和框架;可移植性表现在程序能够在不同操作系统下正常运行;健壮性就是程序在实现以上目标时表现稳定。基于上述考虑,建立起的 MT 数据处理系统基本架构包括 3 大部分:①数据库部分:通过关系型数据库,建立存储原始数据及处理结果的数据库系统;②数据处理部分:建立在读、写数据库的基础之上,实现定性分析、反演解释及其它辅助操作;③结果输出与图形显示部分:利用 Delphi 的图表控件及 OLE 编程技术,调用 Surfer 等图形软件直观地显示结果,并输出结果,保存图形信息(图 1)。

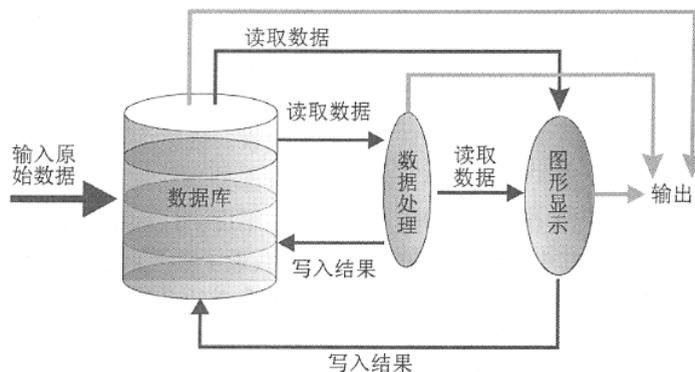


图 1 MT 数据处理系统的基本架构

2 数据库平台的实现

对于目前的 MT 工作来说,选择单机型数据库

系统较为合适,采用 Delphi 内置的桌面数据库平台(Database Desktop)中默认数据库系统 Paradox。由 Paradox 创建的数据库基本单元为数据表,这种数据

表 1 测区、测线、测点信息表基本字段及其定义

测区信息					测点信息				
编号	字段名	类型	大小(字节)	关键字段	编号	字段名	类型	大小(字节)	关键字段
1	测区 ID	整型	2	否	1	测区 ID	整型	2	否
2	地理位置	字符串	50	否	2	测线 ID	整型	2	否
3	测区名	字符串	50	否	3	测点 ID	整型	2	否
测线信息					4	野外编号	整型	2	否
编号	字段名	类型	大小(字节)	关键字段	5	坐标 X	实型	4	否
1	测区 ID	整型	2	否	6	坐标 Y	实型	4	否
2	测区 ID	整型	2	否	7	高程	实型	4	否
3	测区名称	字符串	50	否	8	原始文件	字符串	80	否
4	启用状态	字符串	4	否	9	周期数	整型	2	否
					10	启用状态	字符串	4	否
					11	仪器	整型	2	否

表 2 原始数据及结果储存表部分字段摘录

原始数据					结果储存				
编号	字段名	类型	大小(字节)	关键字段	编号	字段名	类型	大小(字节)	关键字段
1	测区 ID	整型	2	否	1	测区 ID	整型	2	否
2	测线 ID	整型	2	否	2	测线 ID	整型	2	否
3	测点 ID	整型	2	否	3	二维反演方法	字符串	10	否
4	周期编号	整型	2	否	4	测线水平起点	实型	4	否
5	周期值	实型	4	否	5	测线长度	实型	4	否
6	启用状态	字符串	4	否	6	起点深度	实型	4	否
7	Zxxreal	实型	4	否	7	终止深度	实型	4	否
8	Zxximag	实型	4	否	8	TE 原始数据	字符串	80	否
9	Zxyreal	实型	4	否	9	TM 原始数据	字符串	80	否
10	Zxyimag	实型	4	否	10	TETM 原始数据	字符串	80	否
11	Zyxreal	实型	4	否	11	水平网格	整型	2	否

表是二维表(也叫关系),与日常工作中使用的表格类似,由行和列组成,每张表描述了对象某一方面的信息。列由同类的信息组成,每列称为 1 个字段,每列的标题称为字段名。行包括了若干列信息项,1 行数据称为 1 个或 1 条记录,它表达有一定意义的信息组合。1 个数据库表由 1 条或多条记录组成。每一个数据表中通过 1 个或多个字段值进行索引来唯一地确定 1 条记录。

在 MT 操作过程中,存在这样的从上到下的等级关系:测区→测线→测点。基于此,在 MT 数据处理系统的数据库中首先建造 3 个基本表:测区信息表、测线信息表、测点信息表(表 1)。

测区信息表:主要存储测区的相关信息,如测区编号、测区地理位置、测区名称等。其中利用测区编号(其值为整数)字段对测区进行唯一确定。

测线信息表:存储与测线有关的信息,包括测区 ID、测线 ID、测线名称、启用状态等字段。在测线信息表中,通过测区编号(ID)和测线编号(ID)联合来实现对表中存放的记录进行唯一检索。

测点信息表:存放与测点相关的信息,包括测区 ID、测线 ID、测点 ID、测点的野外编号、经纬坐标、高程、原始文件、周期数、启用状态(是否参与测线资料解释)、仪器等。测点信息表中的每一个记录通

过测区编号、测线编号以及测点编号 3 个字段来联合实施检索。

测点数据是进行 MT 解释工作的基础。为了有效地处理诸如飞点、缺频点的问题,提取测点的原始数据存储为单独的测点数据表,建立起频率与数据的一一对应关系,就能很好地解决这些问题。在测点数据表中,包括测区 ID、测线 ID、测点 ID、周期编号、周期值、启用状态、原始阻抗张量文件、处理后的阻抗张量文件等,测点数据表中的每一个记录通过测区编号、测线编号以及测点编号 3 个字段来联合实施检索。表格中部分字段的定义见表 2。

考虑到进行二维反演是一项十分耗时的工作,而在二维反演过程中初始参数的限定十分重要,因此,要获取 1 条测线的比较真实的二维反演结果,往往需要多次的参数调整与反复运算。为防止在运算中后一次的参数和结果覆盖前一次的参数和结果,同时也为方便结果的再现,非常有必要针对各种二维反演方法(例如 RRI、Occam、Reboce、Abic、Nleg)设立相应的结果储存表。在结果储存表中包含有对应的测区、测线编号、当前结果的迭代次数、拟合误差、结果数据(包括模型数据、响应数据等)、剖面的起点、终点、剖面的深度等相关的字段。通过测区编号(ID)和测线编号(ID)联合来实现对表中存放的

记录进行唯一检索,表格中部分字段的定义如表 2 所示。

3 数据处理功能及程序实现

搭建数据库平台的目的除了方便数据管理外,也是为了使得更好地实现 MT 数据处理功能。这些数据处理功能包括反演解释、正演模拟、定性分析等主要功能,如图 2 所示,实现上述功能涉及到 3 项关键技术:混合语言编程和 OLE 编程技术。

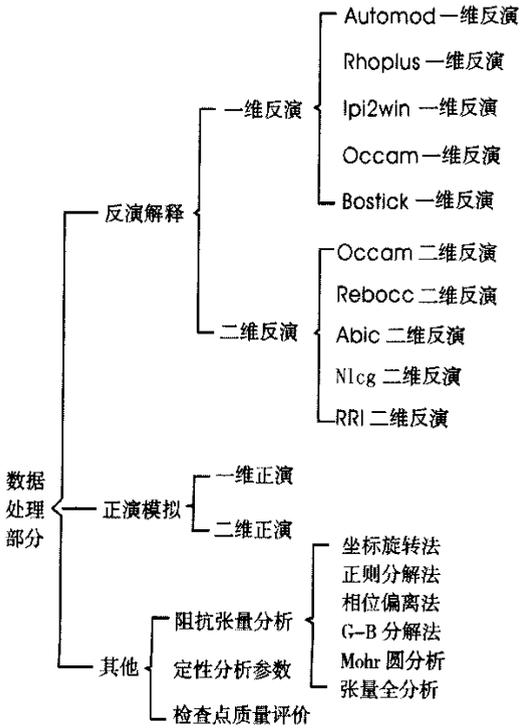


图 2 程序主要功能设计

3.1 混合语言编程

在 MT 方法中,以往的数据处理方法绝大多数采用 Fortran 编写,要将这些 Fortran 程序所实现的操作利用 Delphi 可视化编程语言实现,一个重要步骤就是动态链接库(Dynamic Link Library,简称 DLL)的生成与调用^[3],即将以 Fortran 语言编写的算法编译成 DLL 以供在 Delphi 环境下调用。

在 DLL 和运用过程中,涉及到 Fortran 和 Delphi 间进行参数传递,这时一定要注意它们在格式上互相匹配,否则会产生调用错误,下面的代码将演示 Delphi 与 Fortran 之间的调用方式。

首先在 Fortran 环境中创建动态链接库,并声明接口:

```

1 subroutine mkoc2d( datfil sitloc nrc nfre ndata ,
maxitr tolrq nlay t1 wmax )
2 ! DEC $ ATTRIBUTES DLLEXPORT : mkoc2d
3 ! DEC $ attributes alias 'mkoc2d': mkoc2d

```

```

4 parameter( maxdim = 500 )
5 character *( * ) datfil
6 integer nlay ,maxitr ,nrc ,nfre ,ndata
7 double precision tolrq ,t1 ,wmax
8 double precision sitloc( maxdim )
9 call MakeModel2Dm( datfil sitloc nrc nfre nda-
ta ,maxitr tolrq nlay t1 wmax )
end subroutine mkoc2d

```

上面的代码中第 1 句是定义过程及所要参与传递的参数,第 2 句声明可被外部调用的过程名,第 3 句为该过程取一个别名,5~8 句声明变量类型,第 9 句是 Fortran 自己内部的函数调用。上面的代码经编译后生成 1 个动态链接库文件“mkoc2d.dll”,可供其他语言调用。

其次是在 Delphi 中调用“mkoc2d.dll”中定义的函数,必须定义与之相匹配的变量及正确的接口形式:

```

procedure
mkoc2d( datfil :string ;nl :integer ;sitloc :pdouble ;
nside ,nrc ,nfre ,ndata ,maxitr :pinteger ;tolrq :pdobule ;
wmax :pdouble ) ;stdcall ;external 'mkoc2d.dll';

```

上面的语句通过 1 个过程声明将“mkoc2d.dll”中隐含的过程转为 Delphi 可以调用的格式,这一操作与原有的 Fortran 过程相比,变量的声明发生了很大的变化,比如在 Delphi 中要传递字符串“datfil”的值,则需要同时给定字符串及其长度,实型数组及单个整数或实数都以指针的形式表示,说明它们是以地址的方式实现值的传递;关键字“stdcall”表示调用方法或语言间的通信方式;“external”则表示取自外部。

3.2 OLE 编程技术

OLE 技术是在文本形式下实现对象的链接或嵌入的一组协议,是编程语言与应用程序实现数据传递的一种方式,通过 OLE 编程技术,可以实现程序语言对 Windows 下的应用程序更直接的调用。Surfer 是一款非常实用、优秀的地质地球物理图示软件,它提供有一系列的对象(Objects)供其他语言所调用,在这一系列对象中有 1 个 Application 根对象,要调用 Surfer,首先必须得创建 1 个 Surfer Application 对象,然后才能根据需要创建各种图形(Shape)对象^[4]。下面是用 Delphi 调用 Surfer 时所涉及到的一些关键语句。

```

interface
uses comobj ;
...
procedure Tcom2dsurfer. Button2Click ( Sender :

```

TObject);

```

var surferapp plots olevariant ;
begin
surferapp := createoleobject( 'surfer. application' );
surferapp. visible := true ;
plot := surferapp. documents. add( 1 );
end ;

```

在上面这段 Delphi 代码中存在几个关键点,首先要 在程序(或单元)的开始部分声明引用“comobj”类,然后在利用语句“surferapp := createoleobject('surfer. application')”来实现 Surfer 对象的嵌入。以后的操作则是在 Delphi 环境下实现对 Surfer 对象的批处理操作,就象单独运行 Surfer 一样,只不过部分操作是在后台进行。

3.3 程序实现

程序所有功能的设计与实现都将建立在对数据库的动态读、写的基础之上,在程序启动时,首先按次序搜索测区表、测线表和测点表,表中所记录的测区、测线、测点的相关内容通过 Delphi 中名为 Treeview 的树形控件显示在窗体中,窗体中的每一个结点都对应与之相关的弹出菜单操作(图3),在开始一个新的测区的大地电磁解释工作前,需要按次序创建测区、测线和测点。当为测线下的每一个测点导入原始数据(相应的*.edi文件)后,即可开始进行基于窗体界面的数据解释工作。

4 结论

实现基于数据库平台的 MT 数据处理可视化过程,可以有效地降低数据处理的周期,同时将数据处

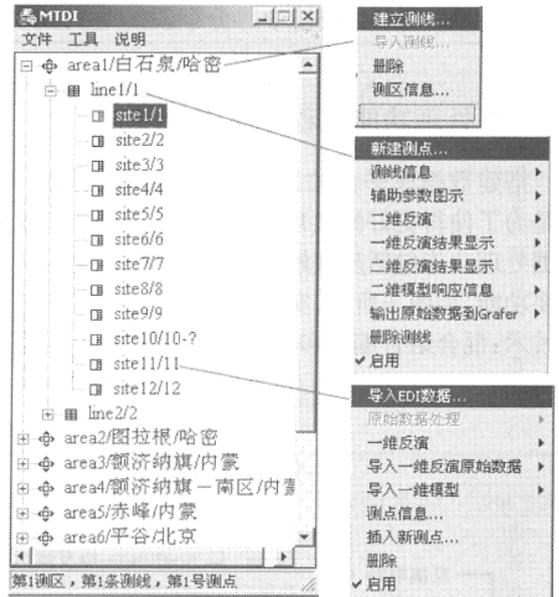


图3 程序启动主窗体界面

理过程建立在数据库基础之上,使得数据处理手段或方法的更新更加独立,例如在今后 MT 三维反演技术更加成熟的基础上,以测区为对象嵌入三维反演过程不会影响到原始的数据库。

参考文献:

[1] 魏文博,宁淑敏,刘世建,等.大地电磁测深数据子库[J].地球学报 2001 22(6):517-520.

[2] 陈小斌.大地电磁正反演新算法研究及资料处理与解释的可视化集成系统开发[D].中国地震局地质研究所 2003.

[3] 彭国伦. Fortran 95 程序设计[M].北京:中国电力出版社,2002.

[4] 唐建光,赵连锋,郑圻森.数据可视化中的 Delphi 与 Surfer 接口技术[J].计算机应用 2002 22(7):127-128

A VISUALIZATION SCHEME OF MT DATA PROCESSING BASED ON DATABASE PLATFORM

XIAO Qi-bin

(Institute of Geology , China Earthquake Administration , Beijing 100029 , China)

Abstract : Database technology is very useful in realizing MT data management. In this paper , a visualized systematic frame of MT data processing is described for the first time. On such a basis , the emphasis is placed on the process of constituting the database platform with the Paradox database system. With mixed language programming and Windows API technology for realizing the utilization of Fortran and Surfer in Delphi , this paper also deals with the implementation scheme of MT data processing function. A visualization program of MT data processing based on such objects as survey area , survey line and survey point is realized.

Key words : magnetotelluric sounding ; visualization scheme ; database

作者简介:肖骑彬(1975-)男,中国地震局地质研究所博士后,主要从事 MT 在资源预测、大地构造中的应用研究。
万方数据