

基于 MAPGIS 的重磁数据解释系统

陈丁楷¹, 陈 军¹, 钟庆华²

(1. 同济大学海洋与地球科学学院, 上海 200092; 2. 浙江省地球物理地球化学勘查院, 杭州 310005)

摘 要: 重磁异常解释系统的结果需要采用 MAPGIS 工业制图格式输出。为此, 设计基于 MAPGIS 二次开发的重磁数据解释系统。在 Visual Basic 6.0 平台上, 利用边界点获取等技术对系统进行 MAPGIS 组件式开发, 通过模型编辑模块、重磁异常计算模块和重磁异常曲线显示模块实现系统的主要功能。实验结果表明, 该系统能编辑图名及责任表, 直接显示 MAPGIS 格式的图形。

关键词: MAPGIS 二次开发; Visual Basic 6.0 开发平台; 重磁异常; 人机交互; 正反演拟合

Gravity and Magnetic Data Interpretation System Based on MAPGIS

CHEN Ding-kai¹, CHEN Jun¹, ZHONG Qing-hua²

(1. School of Ocean and Earth Science, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. Geophysics and Geochemistry Surveying Institute of Zhejiang Province, Hangzhou 310005, China)

【Abstract】 Aiming at the needs of the gravity and magnetic data interpretation and the requirement that the result should be output on MAPGIS drawing standard, this paper designs the gravitational and magnetic data interpretation system based on MAPGIS secondary development. The system is developed on Visual Basic 6.0, and uses the skill of boundary point achievement to develop the system by component-based development technology of MAPGIS. This system has the model edit module, magnetic anomaly calculate module and the magnetic anomaly line show module to realize the system main function. Experimental results show that, this system can edit picture name and responsibility list, and can output the picture based on MAPGIS drawing standard.

【Key words】 MAPGIS secondary development; Visual Basic 6.0 developing platform; gravity and magnetic anomaly; human-computer interaction; forward-inversion fitting

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2011.19.090

1 概述

剖面重磁异常解释中的正反演拟合技术是通过正演初始地质模型, 通过对比重磁异常的计算值和修正值, 以不断修正模型, 直至拟合精度满足设定条件的技术要求。国际上比较大的地球物理公司如美国西方地球物理公司、法国地球物理公司、俄罗斯汉特曼西斯克地球物理公司等, 都有自己的专利软件产品。

国内最大的地球物理公司——东方地球物理公司开发的具有自主知识产权的数据处理系统 GRISYS 等。国内关于重磁方面的数据处理和解释软件大多是由科研单位和企业自主开发使用^[1-4]。但这些软件的模型编辑模块大多采用独立开发方式, 由于 MAPGIS 在国内生产单位应用广泛, 因此, 生产单位要求采用 MAPGIS 工业制图标准输出最终解释结果。基于以上要求, 本文选择以 VB 结合 MAPGIS 组件的开发方式, 设计一种基于 MAPGIS 的重磁数据解释系统。

2 MAPGIS 二次开发

MAPGIS 二次开发主要有 API 函数、MFC 类库、组件式开发 3 种方式。其中, 组件式开发是基于组件对象模型技术的开发方式, 其将 MAPGIS 组件直接嵌入通用软件开发环境 (Visual Basic、Visual C++ 等) 中, 用户只需直接调用组件的功能接口就能实现开发过程。

2.1 MAPGIS 组件式开发平台

MAPGIS 组件式开发平台由一系列 COM 组件和 ActiveX

控件组成, 其中包括数据管理组件、图形显示组件、图层管理组件、地图管理组件、图例管理组件、图像处理组件、图库管理组件、图形编辑控件、工程管理控件、属性编辑控件、属性结构编辑控件等^[5]。上述组件和控件提供地理信息系统 (Geographical Information System, GIS) 的基本功能。组件式 MAPGIS 开发平台分为如下 3 个层次^[6]: (1) 基础组件群: 面向空间数据的管理, 提供基本数据交换和组织功能。(2) 通用组件群: 面向通用功能, 提供 GIS 的通用处理功能。(3) 应用组件群: 抽象行业应用的特定算法, 被固化到组件中, 进一步加速开发工程。在这 3 个层次中, 基础组件群即数据管理组件, 处于平台的最低层, 是整个系统的基础和核心, 主要进行空间数据和属性数据的存取和管理, 并且提供基本的数据交互功能。

通用组件(控件)群主要由数据管理组件构造而成, 提供 MAPGIS 平台的通用处理功能。该通用组件(控件)群主要包括如下对象: 图形显示对象, 图层对象, 地图对象, 图例对象, MSI 对象, DBS 对象, 以及几个可视化控件, 包括封装了点编辑、线编辑、区编辑、数字化、矢量化及其他操作功能的 EditView 控件对象, 及封装了与地图对象的交互操作功

作者简介: 陈丁楷(1986—), 男, 硕士研究生, 主研方向: 地理信息系统, 地学软件设计; 陈 军(通讯作者), 副教授、博士; 钟庆华, 高级工程师

收稿日期: 2011-04-28 **E-mail:** jimmyraikko@hotmail.com

能的 MapTreeCtrl 控件对象, 还有 GisAttEdit 控件对象和 AttStrucEdit 控件对象。用这些组件(控件)对象可完成常用的 GIS 编辑功能。上述 MAPGIS 组件封装在一系列 Windows 动态连接库文件(.dll)中, 而 ActiveX 控件则包含在一系列对象类别扩充组件(.ocx)中。Windows 文件与 MAPGIS 组件的对应关系如表 1 所示。

表 1 MAPGIS 组件同 Windows 文件的对应关系

Windows 文件	MAPGIS 组件(控件)
MapGisBasCom1.dll	数据管理组件
MapGisDspCom1.dll	图形显示组件
MapGisLayerCom1.dll	图层管理组件
MapGisMapCom1.dll	地图管理组件、图例管理组件
MapGisDBSCom1.dll	图库管理组件
MapGisRasterCom1.dll	图像分析管理组件
EditView.ocx	图形编辑控件
MapTree.ocx	工程管理控件
GisAttEdit.ocx	属性编辑控件
AttStrucEdit.ocx	属性结构编辑控件

2.2 基于 VB 的 MAPGIS 组件开发方法

利用 MAPGIS 组件进行应用程序的开发方法为: (1)在软件开发工具(如 Visual Basic)中引用要使用的 MAPGIS 组件; (2)调用 MAPGIS 对象属性和方法完成 GIS 基本功能; (3)应用软件开发工具开发应用程序的专用功能。

在 Visual Basic 程序中使用 MAPGIS 对象的一般步骤如下: (1)嵌入 MAPGIS 对象类型库: 从工程菜单中选择引用, 在弹出的对话框中选择所需类型库。(2)建立 MAPGIS 对象: 在 Dim 语句中使用 New 关键字建立 MAPGIS 对象。(3)使用 MAPGIS 对象: 通过获取和设置对象属性, 通过调用对象的方法来使用 MAPGIS 对象。(4)释放 MAPGIS 对象: 通过使用 Dim 语句的 New 关键字来创建对象, 并将该对象变量设置成 Nothing。

本系统采用 MAPGIS 6.7 SDK, 在中文 Windows XP 环境下用 VB 6.0 语言进行开发。系统开发路线如图 1 所示。

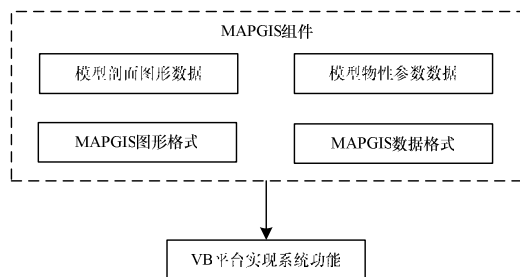


图 1 系统开发路线

3 本文系统的功能与组成

本文系统主要由文件管理、地质模型编辑和重磁异常正演 3 个模块组成, 实现了对地质模型文件的管理、编辑以及利用地质模型进行重磁异常计算、异常曲线绘制等功能。具

体功能如图 2 所示。

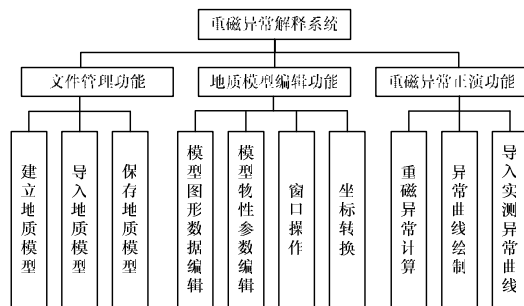


图 2 系统主要功能

3.1 模型编辑模块

编辑模块采用 MAPGIS 平台, 故 MAPGIS 的大多数图形编辑功能都能在该模块中使用, 如窗口的放大、缩小, 点、线、区的选择和编辑等。允许用户打开 MAPGIS 格式的工程文件, 或者直接在本系统下建立 MAPGIS 格式的工程文件, 在 MAPGIS 的 EditView 组件上绘制和编辑点、线、区, 并利用 MapTreeCtrl 组件来管理该工程下的点、线、区图层文件, 以完成地质剖面模型图形数据的建立和编辑。该编辑模块能对代表地质体的区块进行物性参数设置, 提供编辑的物性参数(地质体的密度、磁化强度、磁化强度倾角和磁化强度偏角), 并将这些物性参数保存为区块对应的属性数据。

3.2 重磁异常计算模块

在重磁异常三度模型体直观、直接反演尚没有很好解决的情况下, 提出用一系列有限长的组合多边形棱柱体逼近三度的解决方法, 即用二度半模型模拟三度模型。为提高模型正演计算速度, 很多专家简化了基于二度半多边形截面棱柱体重磁正反演公式的推导, 本文系统计算模块中重磁异常的计算采用了文献[7-8]提出的利用直接积分推导出的公式。

3.3 重磁异常曲线显示模块

重磁异常曲线显示模块以独立窗体的方式, 显示重磁异常计算模块计算得到的计算重磁异常曲线和导入的实测重磁异常曲线。该模块显示观测异常曲线和由模型计算出的理论异常曲线, 并可选择显示单个显示重力异常曲线或磁力异常曲线, 也可同时显示 2 种曲线。允许用户对计算重力异常曲线、实测重力异常曲线、计算磁力异常曲线及实测磁力异常曲线的线型和颜色等进行设置, 以实现对窗口的放大、缩小、拖动功能。重磁异常曲线实时显示在独立的窗体中, 在最终结果绘制时无法输出, 故该模块提供将异常曲线连同坐标轴转换成独立的 MAPGIS 格式点、线文件加入到当前工程中的功能, 以实现反演结果中解释模型和异常曲线在相同图幅下显示, 便于最终成果以 MAPGIS 格式输出。图 3 为同时显示重磁异常曲线的效果, 图 3 中各曲线的线型和颜色可以根据用户的需要进行变换。

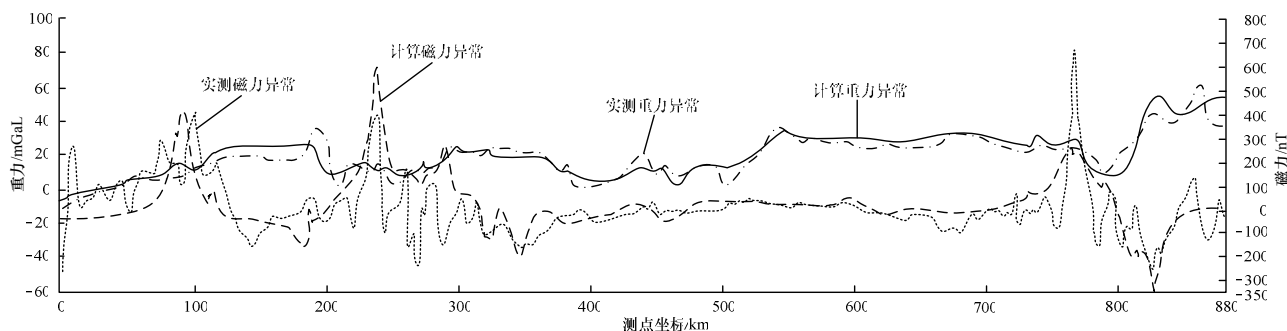


图 3 重磁异常曲线

4 功能实现的关键技术

4.1 模型编辑模块工作区绑定

为对工程(即 Map 文件)进行显示、编辑和管理,添加了一个 Editview 控件用于地图对象的显示和点、线、区 3 类工作区的编辑,添加一个 MapTreeCtrl 控件用于管理地图文件和各个图层文件。使用 EditView 控件和 MapTreeCtrl 控件必须将其同 Map 对象绑定。

首先建立 Map 对象,建立对象语句如下:

```
Dim pMap As New Map
```

如果要打开已有的工程文件,则要进行 Map 文件装载,但如果是新建工程则无需装载,装载语句如下:

```
pMap.LoadMapFile [strFileName]
```

最后,通过如下语句将 pMap 绑定于 EditView 控件和 MapTreeCtrl 控件:

```
EditView.Map=pMap
```

```
MapTreeCtrl.SetMap pMap
```

同时,为对 Map 对象中当前激活的点、线、区,这 3 类工作区(图层)进行编辑,必须将其分别同 EditView 控件的 .PntArea、.LinArea、.RegArea 属性绑定。由于当前 Map 对象不一定有激活的点、线、区文件(图层),因此访问时使用 On Error Resume Next 语句进行错误捕捉,在对象不存在时跳过绑定语句,具体 On Error Resume Next 语句如下:

```
On Error Resume Next
```

```
EditView.PntArea=
```

```
EditView.Map.ActiveLayer(gisPNT).WorkArea
```

```
EditView.LinArea=
```

```
EditView.Map.ActiveLayer(gisLIN).WorkArea
```

```
EditView.RegArea=
```

```
EditView.Map.ActiveLayer(gisREG).WorkArea
```

由于在 MapTreeCtrl 控件中可对 Map 对象中的点、线、区文件(图层)进行激活和关闭激活的操作,因此每次 MapTreeCtrl 发生更新时都应对上述 3 类激活文件(图层)进行重新绑定。最后,由于已将 Map 文件绑定到 EditView 控件和 MapTreeCtrl 控件上,因此应释放 pMap 对象,释放语句为:

```
Set pMap=Nothing
```

4.2 物性参数的设置

模型的物性参数保存在相应区块的区属性中,故对物性参数的设置在程序中对应于对区属性设置,而对区属性的设置则包括区属性结构设置和区属性参数设置。

MAPGIS 区文件默认的属性结构包括 ID、面积、周长,3 个字段,在此基础上添加 7 个字段信息结构(修改标志、端点坐标 y1、端点坐标 y2、密度、磁化强度、磁化强度倾角、磁化强度偏角)用于存储物性参数。其中,端点坐标 y1、端点坐标 y2 分别是二度半 2 个截面端的坐标,修改标志用于判断区块是否进行过物性参数修改。

通过访问区属性对象(EditView.RegArea.RegAtt)的 .stru 属性来访问区属性结构对象(Record_Head),通过调用对象 Record_Head 的 .AppendField 方法为属性结构添加字段信息结构(Field_Head),以添加“密度”字段信息结构为例:

```
Dim F_H As New Field_Head
```

```
F_H.fieldname="密度" //字段名称
```

```
F_H.fieldtype=gisFLOAT_TYPE //字段类型
```

```
F_H.edit_enable=1 //字段是否可编辑
```

```
F_H.msk_leng=15 //字段字符长度
```

```
F_H.point_leng=3 //小数位数
```

```
rtl=EditView.RegArea.RegAtt.stru.AppendField(F_H)
```

```
Set F_H=Nothing
```

以上代码完成了对区属性结构的设置。

物性参数设置通过对区文件中各个区的属性字段值修改得以实现。(1)通过使用区属性对象 EditView.RegArea.RegAtt 的 .Get(ri,att)方法获得区实体号为 ri 的区的属性记录对象 att(Record 对象);(2)通过访问属性记录对象的 .value(Index)属性来设置相应字段的值(其中,Index 为相应字段的字段索引号);(3)通过 EditView.RegArea.RegAtt 的 .Write(ri,att)方法将修改后的属性记录写入属性对象。以修改“密度”字段值为例:

```
Dim att As Record
```

```
rtl0=Form1.EditView1.RegArea.RegAtt.Get(ri, att)
```

```
att.Value(3)=3
```

```
rtl=Form1.EditView1.RegArea.RegAtt.Write(ri, att)
```

```
Set att=Nothing
```

值得注意的是,MAPGIS 区文件中各个区索引号由区实体号和区号组成。其中,区实体号是物理上的区索引号;区号是逻辑上的区索引号。

由于在 MAPGIS 区文件中一个区被删除只是逻辑上的删除,该区在物理上仍然存在,因此区实体号要大于或者等于区号。在实际使用中,用户需要先通过鼠标点击来选择区块,再对该区块的物性参数进行设置。在访问区属性对象时,MAPGIS 使用的是区实体号,而使用鼠标选择区块的过程实际上是调用 regNo=RegArea.Seek(xy)方法返回区号。故需要将区号转换成实体号。转换过程由 MAPGIS 提供 IDList 对象完成,IDList 对象是实体号列表对象,其属性值.item(index)对应 index 项的实体号,通过调用 RegArea 对象的 SetIst=RegArea.GetAllExistNo()方法可以得到,逻辑上没有被删除区的区号对应实体号的 IDList 对象 Ist,因此要进行区号到区实体号的转换只要找 regNo 在 Ist 对象中对应的实体号就可以实现了。

4.3 边界点的获取

重磁异常计算模块要求输入的数据包括模型区块物性参数和组成模型区块的边界点,故须获取 MAPGIS 区文件中各个区的边界点坐标数组。通过 RegArea.GetEdge(rdat, xy, ne)方法的调用可获得指定区的边界坐标集合 xy,其中,rdat 为区弧段号集合,是输入参数;xy 为区边界坐标集合,是 D_DotSet 对象,为输出参数;ne 为区域边界封闭圈点数数组,为输出参数。调用 RegArea.Get(ri, rdat, inf)方法可以获取实体号为 ri 的区的 rdat 对象。

通过这 2 个方法的调用,可由区实体号 ri 得到对应的区边界坐标集合 xy。将 xy 输入到重磁异常计算模块,在重磁异常计算模块中调用 D_DotSet 对象.item(index).x 属性和.item(index).y 属性能得到 index 个边界点的坐标值。因为区边界是由弧段组成的,弧段和弧段连接的点在边界坐标集合中会连续出现 2 次,所以在使用边界坐标集合 xy 之前要对 xy 进行遍历并去除掉重复的点。最终获得的边界坐标集合 xy 是 MAPGIS 坐标系下的坐标集合,由于该坐标系是用于工程输出的,其横纵坐标同地质剖面的横坐标和深度并不对应,因此需要用户进行坐标设置,即用户点击图幅中的 2 个不同的点,并输入这 2 个点的真实坐标,通过计算用户输入的坐标值与原坐标值,系统完成坐标转换参数的计算和存储。在获得边界坐标集合 xy 后,采用已存储的坐标转换参数对 xy 进行转换,再将得到的转换坐标集合用于重磁异常计算模块的计算,最终得到重磁异常数据。

4.4 重磁曲线插入

为便于最终成果的 MAPGIS 工程输出, 系统提供将异常曲线转换成 MAPGIS 格式的、线的图层文件, 并将其加入到当前工程, 以实现反演结果和异常曲线在 MAPGIS 显示窗口中同幅显示的功能。

以线图层文件为例: (1)建立线图信息对象 Lin_Info 和坐标集对象 D_DotSet; (2)将重磁异常计算模块的计算结果换算成适应用户指定区域显示的坐标集数据保存到 D_DotSet 对象中, 并设置线图信息; (3)将坐标和图形信息加入到新建的线工作区 LinArea 中; (4)将新建线图文件 LinLayer 分别绑定于工作区 LinArea 中; (5)把线图层文件加入到地图文件中。具体代码如下:

```
Dim LiInfo As New Lin_Info
Dim LiDotSet As New D_DotSet
Dim LiArea As New LinArea
Dim LiLayer As New LinLayer
...
LiArea.Append LiDotSet, LiInfo
LiLayer.Attach LiArea
EditView.Map.AddLayer LinLayer
Set LiInfo=Nothing
Set LiDotSet=Nothing
Set LiArea=Nothing
Set LinLayer=Nothing
```

5 应用实例

应用该系统对寿县-诸暨重磁异常数据进行解释。具体操作步骤如下:

(1)点击“打开工程”菜单, 打开寿县-诸暨测线剖面的初始模型的.mpj 文件。

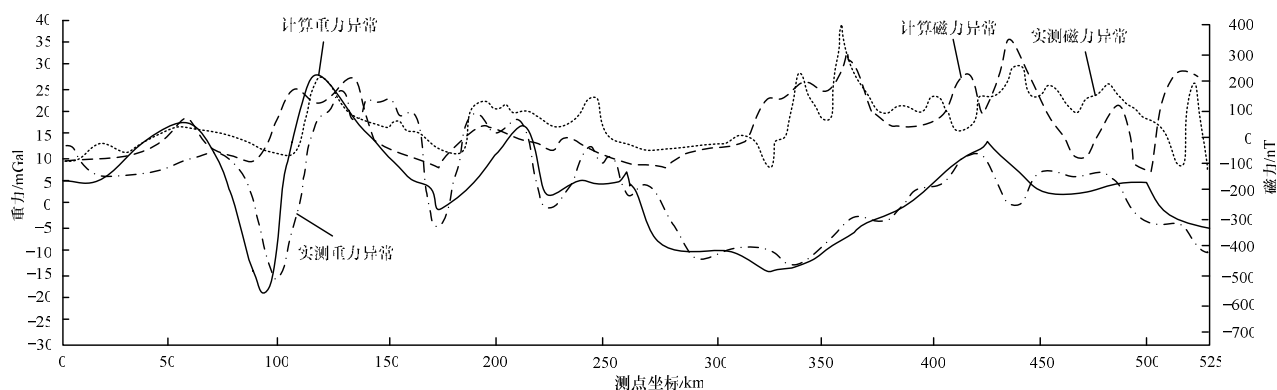


图4 计算及实测重磁力异常曲线拟合情况

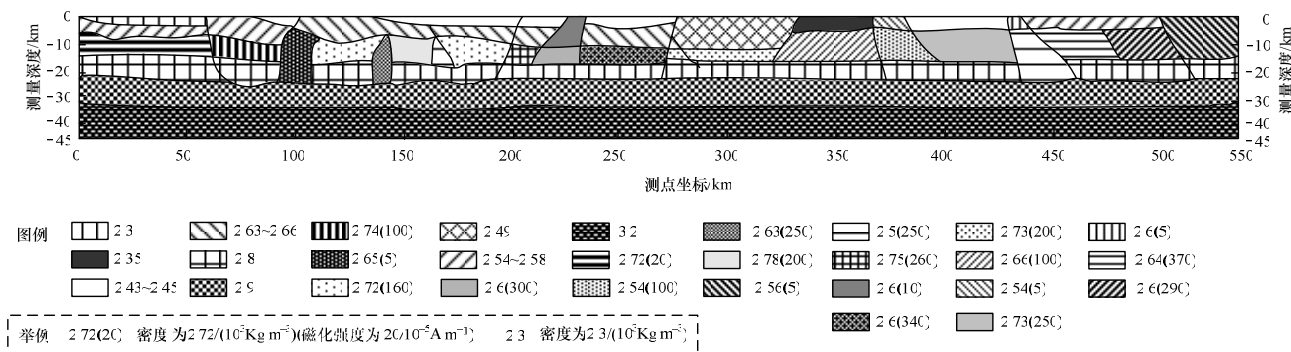


图5 最终拟合的地球物理模型

6 结束语

本文阐述了采用 MAPGIS 二次开发重磁数据解释系统的

(2)选择“区块物性参数设置”菜单, 使用鼠标点击各个区块, 在弹出的窗口中进行密度、磁化强度等物性参数的输入, 并根据输入的物性参数选择是否填充。如果选择要填充, 则可进一步选择直接填充密度、磁化强度的数值, 或者选择用图案进行填充, 用图案填充时就用图例表示图案代表的数值范围。

(3)选择“剖面坐标设定”菜单, 在图形窗口中分别选择 2 个点, 并在弹出的坐标输入窗口中输入该点的实际横坐标和深度坐标。

(4)点击“正演”菜单选项, 弹出重磁异常曲线窗口, 在重磁异常曲线窗口的菜单中选择“导入实测数据”, 在弹出的对话框中选择实测重力异常曲线数据和实测磁力异常曲线数据。

(5)在菜单“设置”中对异常曲线的线型和颜色进行修改。

(6)在对比实测重磁异常曲线和计算重磁异常曲线的拟合效果后, 返回主程序图形窗口进行区块编辑修改, 再重新正演, 如此重复步骤(6), 直到达到实际拟合要求。

(7)在拟合效果达到要求后, 点击重磁异常曲线窗口菜单中的“在 MAPGIS 中绘制”选项, 在弹出的窗口中进行线型、颜色设置后, 返回主程序图形窗口, 在适当的地方进行框选, 程序自动将重磁异常曲线及其坐标轴绘制到框选范围中, 再加上说明文字和图外框等, 就能直接进行工程输出了。

重力及磁力观测异常同理论正演计算异常所得结果的拟合情况如图 4 所示, 最终拟合的地球物理模型如图 5 所示(图中纵坐标表示从地表开始向地下的深度值), 软件最终运行结果分别由图 4、图 5 作为上下 2 个部分组成, 并同时输出, 且在成果图件输出时又可根据需要自动添加和编辑图名及责任表等内容。

设计方法。在 Visual Basic 6.0 平台下通过利用 MAPGIS 组 (下转第 279 页)