

文章编号: 1001—1749(2011)03—0296—04

GIS 下长周期大地电磁资料可视化 管理平台的研究与实现

覃庆炎, 张伟, 王西冲

(成都理工大学 信息工程学院 四川 成都 610059)

摘要: 针对传统资料管理方式的不足, 提出了利用数据库并结合 GIS 技术对长周期大地电磁资料进行可视化管理的方法, 将工区测点信息与行政区域信息、道路交通信息、地形高程模型和地质构造信息等多种空间数据源相融合, 阐述了该平台的系统结构和实现过程。并针对数据反演前的测线投影与测点距计算问题, 介绍了测点高斯平面投影与最小二乘下测线直线拟合的实现方法。应用表明, 该平台以直观简洁、图形可视化的方式对资料进行了有效管理, 同时也为野外生产工作和资料的定性处理与解释, 提供了必要的信息支持。

关键词: 长周期大地电磁; GIS; 测线投影; 工区地质

中图分类号: P 208 **文献标识码:** A

0 前言

自二十世纪八十年代以来, 我国比较系统地开展了大陆深部岩石圈的调查研究工作, 长周期大地电磁测深法作为深部地球物理勘探中的一种有效方法, 在国家科技攻关、重点基础研究等计划, 以及国际合作研究课题中都得到了广泛应用。深部地球物理资料的基础性、探索性特点, 及其在地球科学研究中的重要地位, 是今后地壳~上地幔结构、地球动力学、地球构造演化等研究的重要资料。因此, 对于长周期大地电磁资料的有效组织和管理, 属于深部地球科学研究中的一个基础问题。

传统的数据管理, 大多采用分级文件目录的方式进行管理, 简单地以工区、测线、测点为目录的方式, 对实测资料按不同的分类命名进行存放。随着资料数量的增加, 资料的保存和管理极易混乱、目录结构体系也越来越庞大, 使得今后对已有资料的查找与再利用变得极为繁琐。为此, 作者在传统的以文件目录形式存放数据的基础上, 提出了结合数

据库管理和 GIS 技术, 来建立一个可视化平台来管理野外实测资料。首先, 将与实测资料相关的工区、测线、测点及资料存放目录等信息存放到数据库, 其次结合 GIS 对于空间数据管理的优势, 将测点位置信息、道路交通信息、地形高程信息、区域地质信息等多种空间数据源, 显示到同一可视化图层上, 为用户提供一个直观的、简洁的、交互式的、图形化的资料管理平台。此外, 在平台数据导出功能的实现中, 考虑到数据反演前的测线投影与测点距计算问题, 引用了测点高斯平面投影与最小二乘下测线直线拟合的方法。

1 可视化管理平台功能介绍

地理信息系统 (GIS) 是用于对空间信息进行采集、存储、管理、空间分析、显示和输出的现代化工具, 能够在同一个人机可视化交互界面上, 将多个不同的空间数据源进行整合、处理、分析和显示。长周期大地电磁资料管理平台与 GIS 技术相结合, 提供了工区空间信息显示, 测点与测线绘制, 资料

基金项目: 国家自然科学基金(40839909)

收稿日期: 2010-12-17

改回日期: 2011-03-22

交互式查询、修改和导出等功能。

1.1 工区空间信息显示

工区空间信息显示功能,为长周期大地电磁法的野外工作设计和室内资料处理的提供了必要的信息支持。在进行野外工作之前,需要针对研究目标和解决问题设计出合理的野外工区测线,测线设计工作的不合理,会导致部份测点位于河流、悬崖或道路交通中断等人力无法到达的地区,无端地增加了野外工作的难度和成本。此外,铁路交通、发电站及城市居民点等的分布情况,对电磁法勘探的数据质量有着直接影响。数据管理平台基于 GIS 体系对全国同一比例尺下的行政区划数据、道路交通数据、数字高程数据进行集中显示,使得测线设计者预先对工区的地理位置、道路交通、居民点分布情况有直观地了解。

另外,长周期大地电磁法的野外工区测线,一般要跨越多个地质构造单元。不同地质构造单元具有不同的深部电性结构特点,得到的视电阻率和相位曲线类型也各不相同。将实测测点位置投影到地质构造图上,可对室内资料定性处理工作提供信息支持,特别是对位于地质构造单元结合部测点的曲线类型定性判别,以及曲线形态渐变的合理性,提供必要的地质依据。此外,由于地表区域地质构造信息是约束地球物理反演多解性的首要参考资料,将工区测点信息与地质构造信息相结合的组织管理方式,能够为后期资料处理与解释的正确性提供地质信息支持。

1.2 资料的导入、删除和查询

平台选用 SQLite 轻量级文件数据库来存储测点信息,使用 SQL 语句在数据库中创建存储测点

信息的数据表(Table) 及字段(Field),使用 SQL 语言的 insert、update、delete 语句,可实现资料信息的导入、修改与删除。在数据库中创建测点信息的同时,将实测资料拷贝到相应的文件目录下,并将该测点的文件存储路径,写入到该测点记录的对应字段(存放路径字段)。用户可在信息检索界面输入检索条件(如工区名称、起止经纬度坐标),平台将通过 SQL 语言的 select 语句检索出测点,并根据其经纬度坐标在图层上将相应测点高亮显示。

1.3 测线的绘制与资料的导出

在野外生产布点时,为了避开自然环境、噪声干扰等影响,实测的测点与设计测点的位置有所偏差,工区测点的位置并不是在同一直线上,在进行反演计算之前,需要采用一种合理的投影方法,将实测点的坐标投影到同一直线上,进而计算得到各测点的距离。测点间距参量,控制着反演结果中构造形态的横向尺度,构造形态的畸变必然会造成错误的解释结果。用户可以在平台上可视化地选择出所要导出的测点,平台自动根据这些测点的经纬度坐标拟合测线,并计算出测点间距,然后在数据库中查找出测点资料的存放路径,完成测点资料的批量导出工作。

2 平台构架与方法技术

2.1 系统平台搭建

平台的系统结构及数据处理流程如图 1 所示。

(1) GIS 平台。平台的搭建选用 MapWinGIS 地图引擎来管理和显示空间数据,与商用的 Map-Info、ArcGIS、MapGIS 软件相比,MapWinGIS 是一

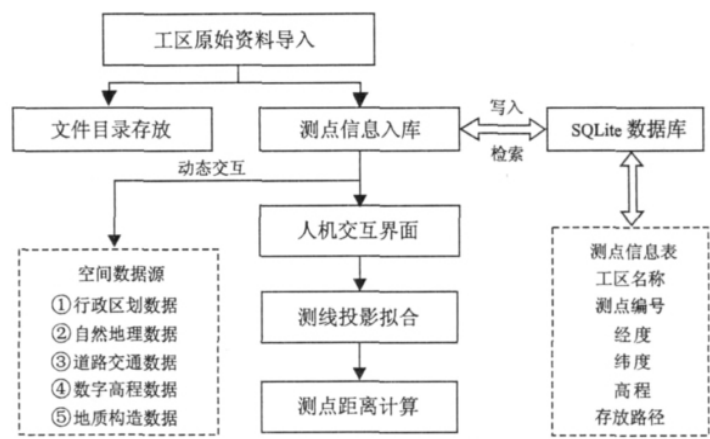


图 1 平台的系统结构及流程
Fig. 1 Platform structure and the flowchart

个开源免费的 ActiveX 组件,功能上与 MapX 类似。

(2) 开发语言。平台选用功能强大且应用成熟的 VC++ 语言,基于 MapWinGIS 控件进行二次开发。利用 MFC 开发出人机交互界面,来完成 GIS 空间数据和图层管理的相关功能。

(3) SQLite 数据库。平台的数据库,选用开源免费的 SQLite 轻量级文件数据库,使用 SQL 语言创建、存储、查询工区各测点的数据信息记录,所设计的测点信息表的字段分别为工区名称、测点编号、经度、纬度、高程、存放路径。

(4) 空间数据源。平台的空间数据源引入了覆盖全国各级行政区划及居民点分布信息的行政区划数据,覆盖了全国山川、河流分布信息的自然地理数据和道路交通数据、地形高程数据,以及地质构造数据。

2.2 测点平面投影方法

长周期仪器观测到的位置信息,是地心坐标系下的经纬度坐标,表达形式为大地经纬度,即(B - 经度, L - 纬度, H - 海拔高度)。测点之间的距离计算,必须在投影平面直角坐标系下进行,因此首要的工作就是要将空间大地坐标系下大地经纬度(B, L, H),转换成投影平面直角坐标系下的二维平面坐标(x, y, h),平台采用高斯~克吕格投影法则。

高斯~克吕格投影是设想用一个椭圆柱横套在地球椭圆的外面,并与设定的中央经线相切。椭圆柱的中心轴通过椭球体中心,然后用一定的投影方法,将中央子午线两侧各一定经差范围内的地区,投影到椭圆柱面上,再将此柱面展开即成为投影面。高斯~克吕格投影分带有两种形式,即 6° 带和 3° 带。以 6° 带为例,我国 6° 带中央子午线的经度,由 75° 起每隔 6° 而至 135°,共计 11 带(13 带~23 带),带号用 n 表示,中央子午线的经度用 L_0 表示,它们的关系是 $L_0 = 6n - 3$ 。3° 带较 6° 带划分更细,使得投影变形产生的误差更小。为了尽量减小投影误差,平台在对测点投影变换前,首先判断工区起始测点与终止测点的经度差值,根据差值大小初步确定投影带宽,再根据带宽确定带号。带号应满足让尽量多的测点都投影到该带中,最后确定该工区投影的中央子午线的经度,算法流程如图 2 所示。

2.3 工区测线拟合方法

平台采用最小二乘法来拟合直线,使得工区所

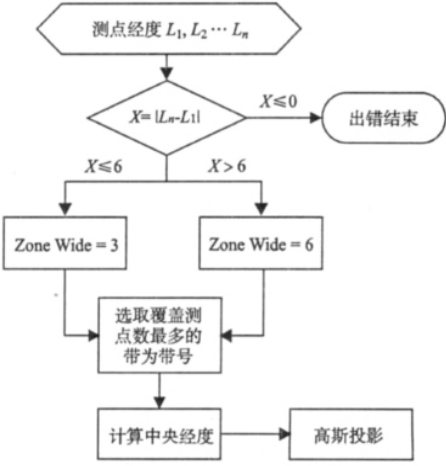


图 2 测点坐标投影计算流程图

Fig. 2 Flowchart of the coordinate projection

有测点与该直线间的距离和最小。设工区测点数为 N 个,测点的平面投影坐标分别为 $N1(x_1, y_1), N2(x_2, y_2), \dots, Nn(x_n, y_n), n = 1, 2, \dots, N$, 令拟合直线表达式为 $y = kx + b$, 式中有两个待定参数: k 代表斜率, b 代表截距。在最小二乘下 k, b 分别为:

$$k = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$
$$b = \frac{(\sum x_i^2)(\sum y_i) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

(1)

设投影点坐标为 $N_i(x'_i, y'_i), i = 1, 2, \dots, N$, 则有式(2)。

$$x'_i = x_i$$
$$y'_i = kx_i + b$$

(2)

2.4 计算测点距

根据各测点的平面坐标,拟合出一条在最小二乘下的最优测线。将各测点的平面坐标投影到该测线上,再选择第一个点作为基准点,各点与基准点通过二点间距离公式,得出测点间距。设测点距为 $d_i, i = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, 则有式(3)。

$$d_0 = 0$$
$$d_i = d_{i-1} + \sqrt{(x'_i - x'_{i-1})^2 + (y'_i - y'_{i-1})^2}$$

(3)

3 应用实例分析

图 3(见下页)是以区域地质图为底图的长周期大地电磁资料管理界面,从图层上可以清晰地反

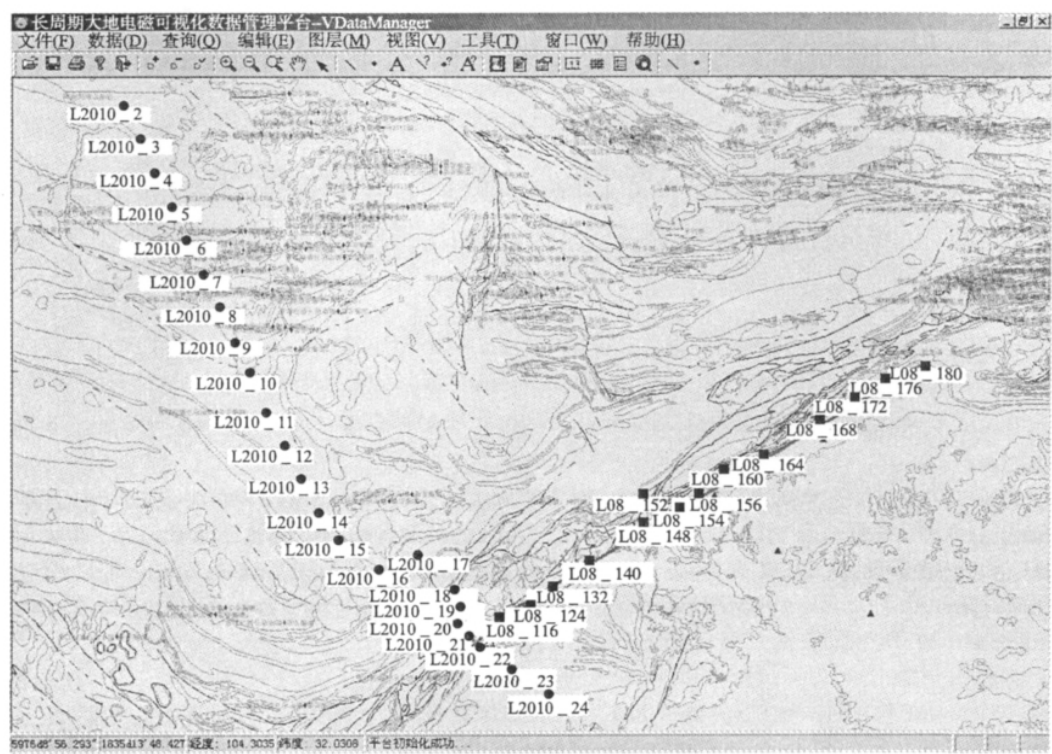


图 3 平台应用实例分析

Fig. 3 The application of the platform

映出测点附近断层分布、地层标注等信息。图 3 中三角形表示已有的钻井,圆形符号表示设计测点,该测线跨越了扬子地块、龙门山造山带,以及松潘~甘孜褶皱带;正方形符号表示的已完成的测点,该测线位于龙门山山前断裂带与四川盆地结合部,直线为该测线在最小二乘下的投影拟合直线。

4 结论

针对传统的数据管理方式所遇到的问题,与 GIS 相结合来组织和管理野外资料,无疑是当前最好的技术解决方案。长周期大地电磁资料可视化管理平台的实际应用表明,在 GIS 支持下的多源空间信息融合与显示、简洁的可视化人机交互界面,使得数据资料的管理直观、清晰、简洁,为野外生产与资料处理提供了有力的信息支持。

参考文献:

[1] 高锐,黄立言,骆团结,等.深部地球物理探测数据库研究进展[J].地球学报 2001 22(6):481.

[2] 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.

[3] 叶高峰,魏文博,高伟,等.基于 GIS 技术的大地电磁测深数据库系统设计与实现[J].地震地磁观测与研究 2006 27(1):49.

[4] 周翠英,陈恒,温少荣,等.地下空间 GIS 二次开发中的数字制图方法研究[J].岩土力学 2006 27(5):833.

[5] 李恒,姚运生,陈蜀俊. MapGIS 二次开发在绘制地震震中分布图中的应用[J].大地测量与地球动力学, 2007 27(1):129.

[6] 邬宁芬,周祖翼.应用 MapGIS 构建上海及邻近海域地震与新构造活动关系数据库[J].物探化探计算技术 2004 26(3):265.

[7] 黎华,崔振昂,李方林. Mapgis 在地质学中的应用[J].物探化探计算技术 2003 25(1):50.

[8] 郑贵洲.地理信息系统(GIS) 在地质学中的应用[J].地球科学-中国地质大学学报,1998 23(4):421.

[9] 邓岳川,高德政.基于 GIS 的矿产资源勘察信息系统的开发[J].测绘科学 2006 31(3):132.

[10] 王书红. 二维地质信息可视化软件开发[D].北京:中国地质大学 2006.

作者简介:覃庆炎(1981-),男,广西梧州市人,博士,专业为地球探测与信息技术。

tif programming is extremely basic and tedious, while Qt has the characteristics of highly object-oriented and modularization which make the developers easier and programming efficiency higher. Design and development of common processing module integration framework is not only suitable for the migration module integration, but also for others. So the processing module interface style, the operation and the workflow control should be consistent. The main function of the integrated interface includes job deck editing, job submission, job deletion, job monitoring and some auxiliary functions. After we abstract processing module parameters highly, the module additions and modifications become very simple by using the resource file approach and module registration. We do not need to compile the control interface repeatedly, so the system's transplant and the maintenance are very convenient.

Key words: migration system; resource file; job manage; integration interface; modul register

NATURAL NEIGHBOUR INTERPOLATION AND ITS APPLICATION TO 2D GRID OF IRREGULAR DATA

ZHANG Wei, QIN Qing-yan, JIAN Xing-xiang (College of Information and Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(3): 291

As the observation data is insufficient, two-dimensional interpolation of irregular discrete data is widely used in geophysics. In this paper, we researched and implemented a two-dimensional interpolation of Natural Neighbour algorithm, which will be applied to the MT 2D inversion real-time imaging. Example results show that the method has high accuracy, effective, fast and easy simulation of the data with terrain.

Key words: natural neighbours; 2D interpolation; data gridding

RESEARCH AND IMPLEMENTATION OF GIS-BASED LONG-PERIOD MAGNETOTELLURIC VISUALIZATION DATA MANAGEMENT PLATFORM

QIN Qing-yan, ZHANG Wei, WANG Xi-chong (College of information Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(3): 296

The paper proposes a method which applies database and GIS technology on the visual management of LMT data contrary to the shortcomings of traditional information management methods, which integrates survey sounding location with different spatial data sources such as administrative areas information, traffic information, digital elevation and tectonic information. The paper introduces the principle and process of the platform's implement, and also describes the

realization of survey points' plane projection and survey line's straight fitting. Application results show that the platform not only effectively manages data in simple and graphical ways, but also provides necessary information for the field production and data's qualitative processing and interpretation.

Key words: long-period MT; GIS; survey line projection; geological background

GUPTASARMA LINEAR FILTERING ALGORITHM IN CSAMT ONE-DIMENSIONAL FORWARD MODELING

YOU Miao¹, WANG Xu-ben¹, ZHOU Mao-lin² (1. College of Information and Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Chuanqing Drilling Engineering Company Limited Geophysical prospecting Company, Chengdu 610213, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(3): 300

The basis of One dimension CSAMT forward problem is the Hankel transformation. Now the main solution to this problem is numerical filtering method, which runs the process of solving the given length of filter coefficients for additive operations. Therefore, the selected filter coefficients affect the precision and speed of the forward calculation. In this paper we use the Guptasarma linear filter coefficients and implement the algorithm. It's verified by the models that it fits well with the forward models with a relatively short length of filter coefficients, which makes a good basis of the next work in inversion or quasi two - dimensional problem.

Key words: CSAMT; one-dimensional forward calculation; fast hankel transformation; numerical filtering

DETERMINATION OF THE SPACE TREND FOR DEPTH ORE BODY BY THE ULTRA-HIGH DENSITY RESISTIVITY

MAO Hong-jiang^{1,2} (1. Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan 610059, China; 2. Team 606 of Metallurgy and Geological Exploration bureau, Pengzhou Sichuan 611930, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(3): 304

Ultra-high density resistivity method is a new geophysical method, the method is convenient, fast, effective, large data amount and so on. Because of the complex geologic structure and the surface topography, ore body space trend and connection is difficult to be determined. By using the well to well ultra-high density resistivity method, we have obtained the expectation result.

Key words: ultra-high density resistivity method; determination of depth ore body space trend; data excavate; repeat demonstrate; mine connection

EXPERIMENTAL STUDY ON THE IMPACTS OF ELECTRODE POSITION ON ANOMALY CURVES FOR CENTRAL GRADIENT ARRAY