

3D Modeling of Geophysical Data Based on MapGIS K9

Lili Jiang

Geophysical Measuring Exploration Institute of Liaoning Province, Shenyang Liaoning
Email: 6088137@qq.com

Received: Apr. 23rd, 2019; accepted: May 7th, 2019; published: May 14th, 2019

Abstract

In this paper, MapGIS K9 is applied to 3D modeling of geophysical data, and 3 types of geophysical data models are established, which are applied to interpretation of geophysical data with remarkable results.

Keywords

Three Dimensional, Geophysical Prospecting, Model, Interpretation

基于MapGIS K9的物探电法数据三维建模

蒋丽丽

辽宁省物测勘查院有限责任公司, 辽宁 沈阳
Email: 6088137@qq.com

收稿日期: 2019年4月23日; 录用日期: 2019年5月7日; 发布日期: 2019年5月14日

摘 要

本文将MapGIS K9应用于物探电法数据三维建模, 建立了三种类型的电法数据模型, 应用于物探资料解译, 效果显著。

关键词

三维, 物探, 模型, 解译



1. 引言

随着科技的发展，三维建模技术在地质勘查过程中得到广泛应用，不仅使得视觉效果更加直观，更重要的是能够便于更准确的判断研究对象的空间位置关系，提高物探解译的准确性。

目前，已有一些软件可以用于物探数据三维建模[1] [2] [3] [4]，尤其能源勘查领域，能够在已有数据中提取更多有用信息，使解译成果更有效的反应地质体的空间展布形态，但地质勘查三维解译的应用没有得到广泛推广，多数物探报告、物探成果的汇报工作仍停留在二维图件。电法测深数据中包含了垂向的、一定深度的电场分布，以三维的形式展现出来，能够更好的解决地质问题。

本文利用现有 MapGIS K9 软件(MapGIS 固体矿产资源勘查与三维建模系统)，针对已有电法数据建立了一些模型作为三维技术应用的尝试。建模工作流程图如下：(图 1)

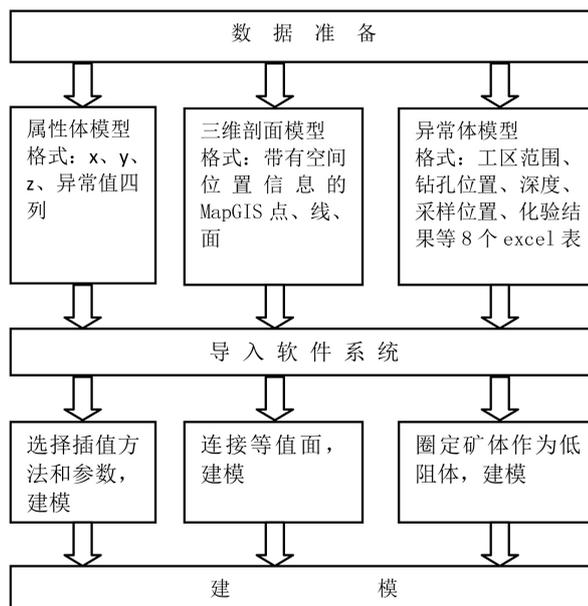


Figure 1. Flow chart of modeling technology

图 1. 建模技术流程图

2. 数据准备

2.1. 属性体模型

主要用于测深数据的建模，将一定范围内的测点在地下不同深度的数据，以“x、y、z、异常值”四列数据的格式导入到系统中，通过选择不同插值方法和参数得到属性体模型。

这是一种真三维的建模形式[5] [6]，它的优势是可以进行任意方向的切片操作、过滤操作。

2.2. 三维剖面模型

使用软件为“MapGIS 固体矿产资源勘查与三维建模系统”，主要利用三维剖面导入模块，将物探剖

面代替地质剖面导入到三维空间中。

它的主要优势是能够连接等值面，建立等值体。

2.3. 异常体模型

使用软件为“MapGIS 固体矿产资源勘查与三维建模系统”，把测量剖面作为虚拟勘探线，把低阻交点作为虚拟钻孔中的圈定结果。

其优势是把联剖测得的低阻异常体精确的定位至三维空间。

3. 模型实例

3.1. 属性体模型实例

利用某变质岩地区地热数据建立属性体模型，将 6 条测深剖面数据导入到三维地质填图系统，生成了一个三维网格化的属性体模型，使得三维空间内，6 条剖面之间，2000 m 以浅每一个三维网格点都有电阻率数据。这样一来，就可以对模型进行任意角度的切割，在有利的方向进行切割操作，查看低阻的分布范围(图 2)。

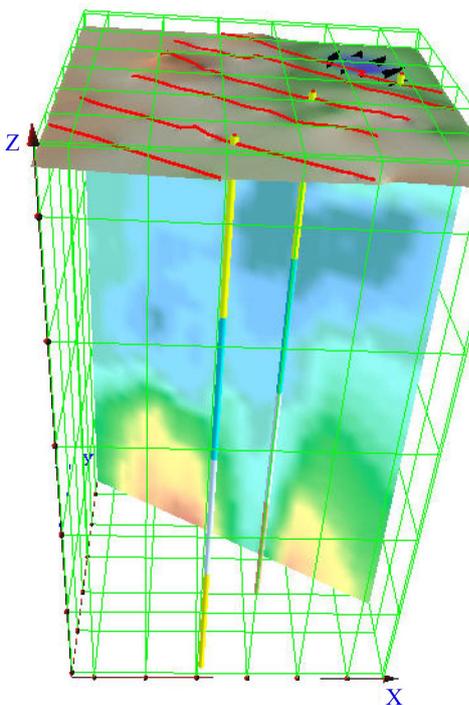


Figure 2. Longitudinal cutting of Model

图 2. 属性体模型的纵向切割

从切割结果可以看出，低阻越向北东方向范围越宽，延深越深，由此认为 L6 剖面低阻条件相对更好。还可以对模型进行过滤，将视电阻率值大于等于(或小于等于)某一数值的数据不显示，只留下我们感兴趣的部分，如图 3 中，只保留 13,000、15,000 欧姆米以上的完整岩体，可以清晰的看到断裂构造的宽度变化。

对模型进行水平方向的切割，可以清晰看到某一深度上的低阻分布情况，从下图中明显看出越向北东，低阻越宽。最终在 L6 剖面(最北侧)低阻中心成功打出水温 42.5° 的地热井一眼(图 4)。

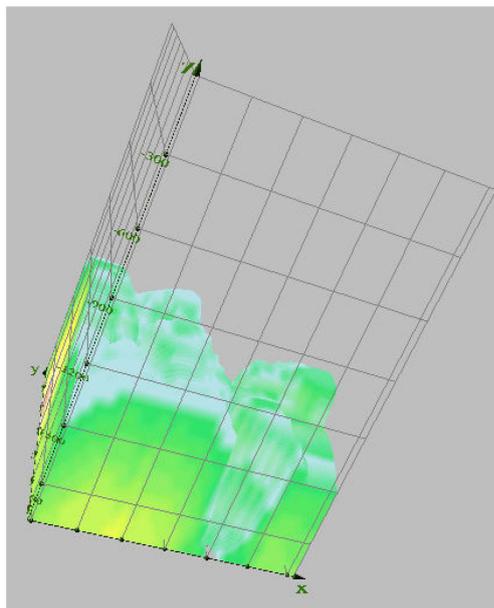


Figure 3. Filtering of model

图 3. 属性体模型的过滤

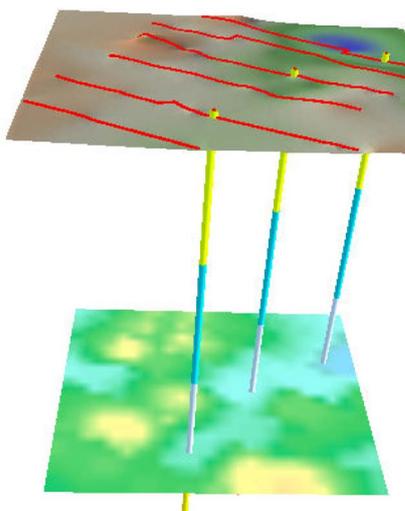


Figure 4. Lateral cutting of model

图 4. 属性体模型的横向切割

某铅锌矿普查可控源音频大地电磁测深数据模型,从切割图中可以看出,低阻体主要分布在 L2 剖面,低阻中心深度在 900 m 左右(图 5)。

某凹陷带地区地热普查项目中,地表为第四系覆盖,测深剖面垂直于凹陷带走向布设,共 4 条剖面(剖面中间有部分舍点)。从图 6 中可以看出,低阻凹陷带范围非常清晰,由于仅有 4 条剖面的数据,剖面间距较大,模型略显粗糙,但凹陷带边界清晰可见,钻孔布设在凹陷带边缘断裂构造处,依据充分。

3.2. 三维剖面模型实例

某地区测深数据作为三维剖面导入到三维系统中,这是一种不生成属性体模型的三维模型建立方法(图 7)。

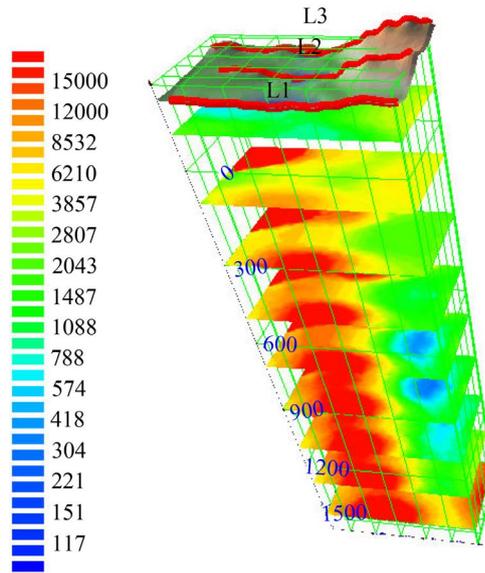


Figure 5. Lateral cutting of CSAMT data model of a lead zinc mine
 图 5. 某铅锌矿普查可控源音频大地电磁测深数据模型切割

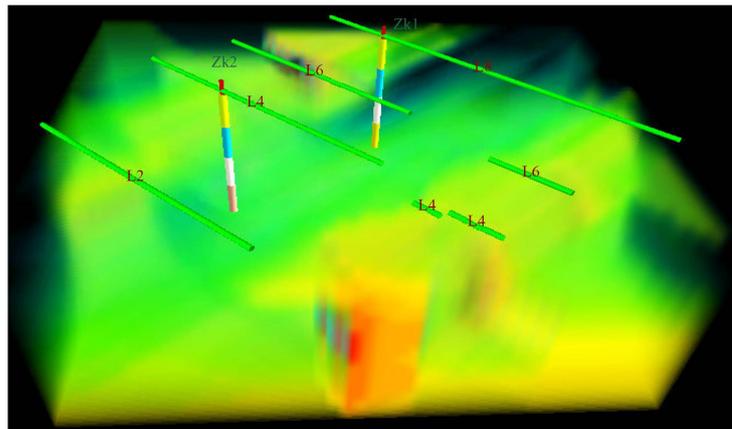


Figure 6. CSAMT apparent resistivity inversion data model (with drill location)
 图 6. CSAMT 法测量视电阻率反演数据模型(附钻孔位置)

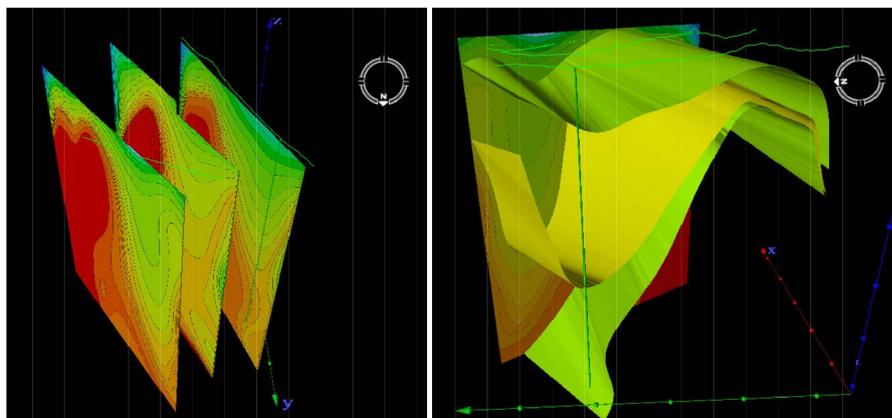


Figure 7. 3D model of sounding profile
 图 7. 某地区测深剖面三维模型

将相邻剖面中相同数值的等值线连成等值面，可以看到等值面的分布形态。若有需要，也可以将等值面连成一个体，作为某一范围的电阻率的等值体。亦可根据需要把等值线全部连起来，即可清晰看出钻孔布设在低阻异常内，该地热井水温 41° 。

太平沟钼矿区实际材料图如下，0 线、7 线为两条激电测深剖面，测线走向 135° 。0 线和 7 线两条剖面均在测线中深部均有一高阻区，根据物性测试结果，结合化探异常特征，推测该高阻区为钼矿化花岗岩体所引起。其中， $20,000 \Omega\cdot\text{m}$ 附近等值线密集，形成梯度带，推断该梯度带及其附近为钼矿化体赋存部位(图 8)。

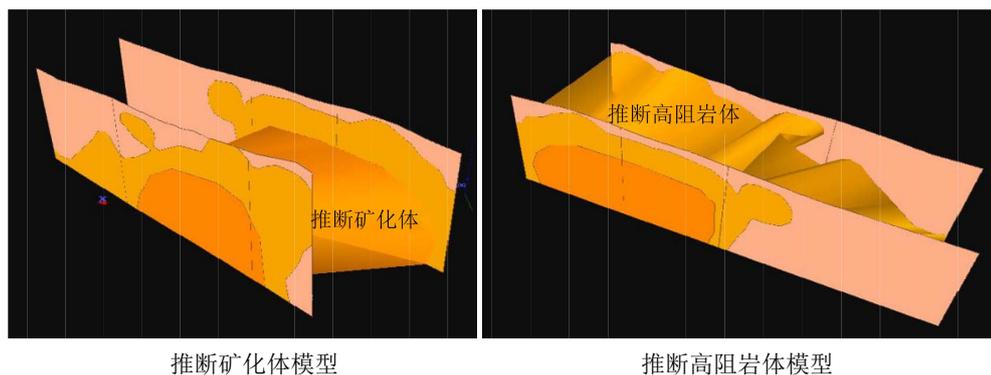


Figure 8. Geophysical inference model of Taipinggou molybdenum mining area
图 8. 太平沟钼矿区物探推断成果模型

利用钻探验证资料建立钻孔及矿体模型，可见，矿体走向为近东西向，呈多层面状分布。将测深剖面与矿体同时显示，可以看出钼矿体的走向与测深反演出的高阻异常走向一致，钼矿体全部赋存在高阻岩体内，低阻区未见矿。矿体范围和总体形态与推断钼矿化体基本一致，尤其顶板埋深吻合较好，矿体为多层分布，推断矿化体为一个整体，是多层矿体叠加的反映(图 9)。

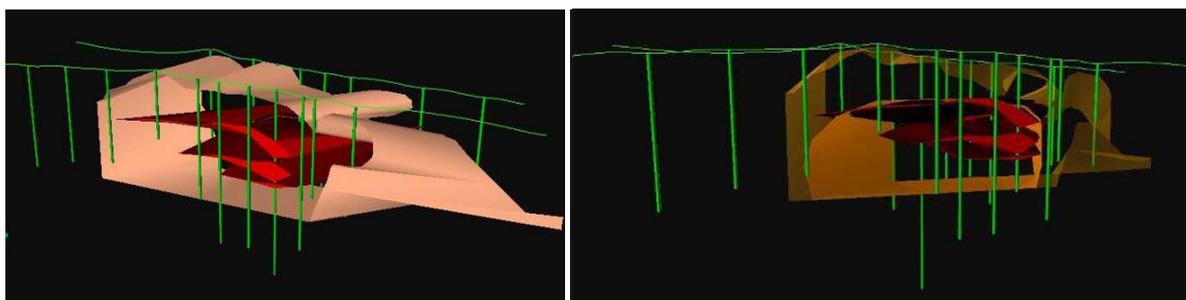


Figure 9. 3D Sketch map of the relation between high resistivity rock mass and ore body
图 9. 推断高阻岩体与实际矿体位置关系三维示意图

运用三维系统所特有的旋转、透明及选择性显示等功能，使高阻体与矿体的空间位置关系显示得更加清晰明了，将探测成果更加清晰的展示出来。

3.3. 脉状异常体模型实例

针对联合剖面测量数据，不同极距的测量曲线上的交点，反映出不同深度的异常信息，本项目将交点位置处设为虚拟钻孔，并在对应深度上设计虚拟采样位置，设定为采样位置并圈定，同一剖面、不同极距的交点，反映的是不同深度的低阻位置。

下面以本溪某水井的联剖测量结果为例，演示建模结果。该项目为水井物探勘查，使用联剖的目的是找出低阻含水破碎带。测线均为北东向，近平行。从联剖曲线中可以看出，两条测线在极距 160 m 时的低阻交点均向小号点移动。表明该低阻含水破碎带向西南倾。

将极距 AB 为 120 m 的低阻交点投影在 40 m (AB/3) 深度处，将极距 AB 为 160 m 的低阻交点投影在 54 m 深度处，从三维图中可以看到两条联剖曲线中低阻正交点在不同深度、不同位置的连线，明显 5 线中的低阻异常倾角大，6 线倾角略缓一些，这在二维图中很难直观分辨，因此将井位布设在 6 线上好于 5 线。

经钻探验证，含水破碎带厚约 12 m，调整模型可以看出，钻孔与模型相交于 48 m~60 m 左右，为取水段，孔深 80 m，含水层下方 20 m 为预留沉淀层，出水量 22 t/h (图 10)。

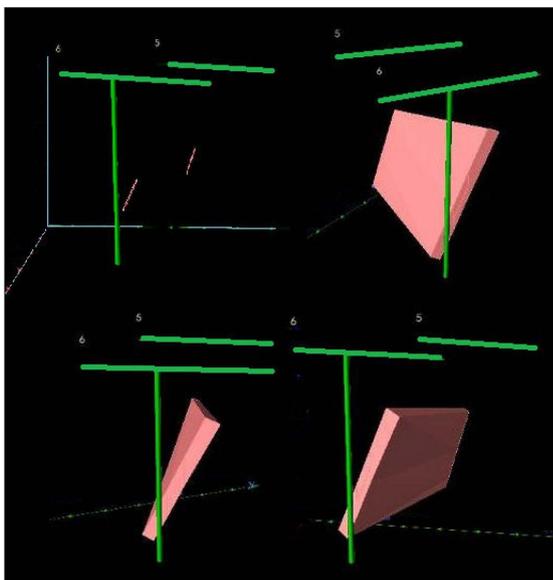


Figure 10. 3D sketch map of the relation between low resistance body and drill inferred by composite profiling method

图 10. 联合剖面法推断低阻体与钻孔关系三维示意图

4. 三维建模的几点认识

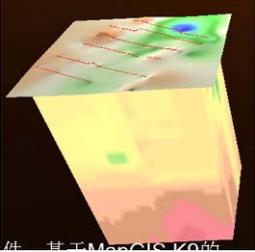
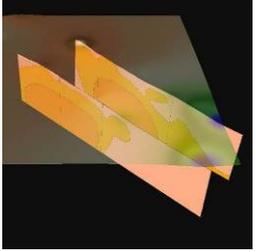
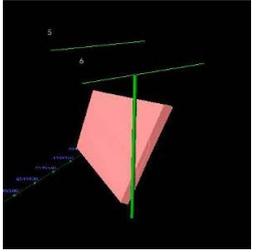
论文从以上尝试中可以看出，物探数据的三维模型可以有多种形式，利用现有的 MapGIS K9 固体矿软件可以建立以上三种物探数据模型(表 1)，其中，1 和 2 是针对物探数据直接建模的方法，3 是把物探数据虚拟化为矿山模型的灵活运用的方法。要根据数据及成果的具体情况来选择三维模型的形式，才能达到预期的效果，否则可能导致解译上的偏差和误解。通过数据体直观、充分、丰富的三维可视化表达，使资料解释人员的逻辑思维与形象思维有机结合起来，对测区资料得到整体的、准确的理解，通过平移、缩放、旋转、切片及虚拟漫游等操作，帮助物探技术人员更好的进行解译工作[7] [8] [9] [10]。

Table 1. Geophysical model based on MapGIS K9

表 1. 基于 MapGIS K9 的物探模型

形式	1、属性体模型	2、三维剖面模型	3、虚拟矿体模型
K9 功能模块	属性体功能模块	三维剖面模块	勘探工程建模模块
建模方法	将观测数据值及坐标位置直接导入即可建模	用拟断面图代替地质剖面在三维空间中显示出来	把联剖交点位置虚拟为圈定结果，连成矿体

Continued

模型外观			
优势	任意方向切片、任意数值过滤	可连接等值面	异常体精准定位
适用范围	线距较小的测深剖面, 不同剖面控制同一矿体时效果较好	联剖交点	

- 1) 属性体模型是一种真三维的建模形式, 它的优势是可以进行任意方向的切片操作、过滤操作。
- 2) 三维剖面模型的主要优势是能够连接等值面, 建立等值体。
- 3) 异常体模型的优势是把联剖测得的低阻异常体精确的定位至三维空间。

5. 讨论与结论

三维模型的独特优势使物探成果更加直观, 在三维视图中, 物探异常与矿体、岩体的空间位置关系清晰明了, 便于分析地质工程结果, 帮助推断解译, 指导工程布设, 是实现精准探测的重要手段之一。

利用 MapGIS K9 是可以实现物探数据三维建模的, 本文提出了针对测深数据和联剖数据的三种建模方式, 通过尝试认识到, 建模比不建模对数据的认识有所提升。但本次工作数据范围小, 地质内容相对简单, 复杂矿体物探异常的三维解译相关问题有待于进一步研究, 充分发挥三维模型的作用, 更好的解决复杂地质问题。

致 谢

在本文过程中, 得到了辽宁省地质矿产局科研项目精准探测技术应用的大力支持, 得到了原辽宁省地质矿产局总工程师付海涛的大力帮助, 在此表示由衷的感谢, 感谢中地数码集团东北大区技术支持的鼎力协助。

参考文献

- [1] 王琦, 谢啸宇, 王颖珂. 基于 MapGIS K9 某地区三维建模的应用[J]. 智能城市, 2016(5): 101.
- [2] 王瑶. 基于 MapGis K9 平台的天津市北部山区三维地质建模研究与应用[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学, 2017.
- [3] 付海涛, 单学东, 康宁, 付海华, 万方来. 三维建模技术在 30 号岩管勘查中的应用[J]. 地球科学前沿, 2017, 7(5): 645-652.
- [4] 李青元, 张丽云, 魏占营, 孙黎明. 三维地质建模软件发展现状及问题探讨[J]. 地质学刊, 2013, 37(4):554-561.
- [5] 陈实. 可视化技术在地球物理三维数据场中的应用[C]//中国地球物理学会. 中国地球物理学会信息技术专业委员会“互联网+地球物理”研究论坛论文摘要集: 2016 年卷.
- [6] 郜延红, 周云轩, 刘万崧. 地球物理位场可视化建模初步探讨[J]. 吉林大学学报, 2000, 30(2): 185-189.
- [7] 蒋丽丽, 孙建国. 起伏地表三维建模研究进展与前景[J]. 勘探地球物理进展, 2007, 30(5): 340-347.
- [8] 张剑秋, 张福炎. 地球物理勘探可视化工作的挑战与机遇[J]. 石油地球物理勘探, 1997, 32(6): 884-888.
- [9] 祁民, 张宝林, 梁光河. 高密度电法的三维数据场可视化[J]. 地球物理学进展, 2006, 21(3): 981-986.
- [10] 乔涛, 李晓勇. 采用 Mapgis 进行地层三维可视化的应用[J]. 工程勘察, 2008, 增刊(1): 279-282.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2330-1724，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ojs@hanspub.org