

文章编号: 1001—1749 (2011) 04—0430—05

高密度电法在新疆某矿区滑坡勘察中的应用

胡承林¹, 雷 宛¹, 李红梅², 李 敏³

(1. 成都理工大学 地球物理学院, 四川 成都 610059;

2. 四川省宜宾县双龙中学, 四川 宜宾 644614; 3. 四川省德昌中学, 四川 德昌 615500)

摘 要: 高密度电法集电测深和电剖面装置于一体, 具有观测精度高、数据采集量大、地质信息丰富、生产效率高, 以及探测深度较大等特点, 在工程地质和水文地质勘查中被广泛应用。这里将高密度电法应用于新疆某矿区的滑坡体调查中, 通过该矿区的地质地球物理特征, 验证了实施高密度电法调查滑坡体的可行性。采用温纳装置, 对矿区内的地层结构、滑床位置及深部地层情况的分析解释, 证实了高密度电法应用效果良好, 为进一步认识滑坡及其勘察治理提供了地球物理依据。

关键词: 高密度电法; 地球物理; 温纳装置; 地层结构; 深部地层

中图分类号: P 631.3 **文献标识码:** A

0 前言

滑坡是一种常见的地质灾害, 是指斜坡上的土体或者岩体, 受河流冲刷、地下水活动、地震及人工切坡等因素影响, 在重力作用下, 沿着一定的软弱面或者软弱带, 整体地或者分散地顺坡向下滑动的自然现象。滑坡发育分布规律主要受地形地貌、地层岩性、地质构造、降雨、人类工程活动的控制。从总体上看:

(1) 地形地貌是滑坡形成的控制条件。

(2) 地层岩性、地质构造是滑坡形成的重要条件。

(3) 降雨、地震和人类工程活动是滑坡发生和加剧的诱发因素。

作者在新疆某矿区采用高密度电法对滑坡体进行勘探, 其目的是查明地层结构、滑床位置及深部地层情况, 为滑坡整治提供经济而有效的地球物理依据。

1 工区概况及地质地球物理特征

区内分布的滑坡类型为松散土体滑坡, 滑体物

质为第四系粉土、砂、卵砾石, 多分布于斜坡表层, 其岩性软弱, 结构松散, 抗水作用能力低, 遇水后易软化, 可塑性增强, 向软塑、流塑方向转化, 易形成蠕滑或流动, 滑面多为基岩接触面。在降雨作用下, 地表水涌入土体, 至基岩顶面运动, 进而软化冲刷该处土体, 使土体强度下降, 其产生的抗滑力无法支撑土体自重, 从而形成滑面, 土体在自重作用下失稳变形, 滑动而发生滑坡。加之切坡开挖, 人为加载等人类工程活动的影响, 促进了滑坡的发生发展。

勘查区覆盖层为第四系粉土、砂、卵砾石, 视电阻率值在 $0 \sim 40 \Omega \cdot m$ 之间, 基岩为侏罗系砂岩, 视电阻率值在 $40 \sim 260 \Omega \cdot m$ 之间。基岩与覆盖层之间存在明显的电性差异, 满足电法勘探的物理前提。

2 高密度电法勘探基本原理及工作方法

2.1 基本原理

高密度电阻率法利用程控电极转换器, 由微机控制选择供电的电极和测量电极。一次布极可以完成纵向、横向二维勘探, 既能反映地下某一深度

沿水平方向岩土体的电性变化,又能提供地层岩性沿纵向的电性变化情况,具备电剖面法和电测深法两种方法的综合探测能力。高密度电法属于直流电阻率法的范畴,是一种阵列勘探方法。

要解决地质问题,就要研究在施加电场的作用下,地层中传导电流的分布规律。求解其电场分布时,在理论上一般采用解析法,其电场分布满足以下偏微分方程^[1]:

$$\nabla^2 U = - \frac{I}{\sigma} \delta(x - x_0) \delta(y - y_0) \delta(z - z_0)$$

(1)

式中 U 为电位; I 为供电电流; σ 为电导率; δ 为冲激函数; $\nabla^2 U$ 为拉普拉斯算子; (x, y, z) 为电场点坐标; (x_0, y_0, z_0) 为源点坐标。

当 $x = x_0, y = y_0, z = z_0$ 时,即只考虑无源空间,式(1)变为拉普拉斯方程:

$$\nabla^2 U = 0$$

(2)

但是在复杂条件下,无法求得拉氏方程的解析解,因此主要是采用各种数值模拟方法如:二维地电模型使用点源二维有限法,三维地电模型则使用有限差分法等来解决上述问题。

2.2 工作方法

本次对不稳定斜坡的勘探,采用了温纳装置 AMNB (又称 装置)。该装置对垂向分辨率比横向分辨率灵敏度高,抗干扰能力强,勘探深度较大,对电性的垂向变化 (如对水平地层的分层) 较有

利。该装置电极排列特点是 AMNB (其中 A、B 为供电电极, M、N 为测量电极), $AM = MN = NB$ 。在测量时 A、M、N、B 逐点同时向右移动,得到第一条剖面;接着 AM、MN、NB 增大一个电极距离, A、M、N、B 逐点同时向右移动,得到另一条剖面。这样不断扫描测量下去,得到倒梯形断面,如图 1 所示。

本次高密度电法采用 WGMD - 5 型二维分布式高密度视电阻率仪进行数据采集,工作方式采用高密度 排列进行勘测。根据地质要求沿滑坡的主滑方向布置三条测线,编号分别为 、 、 。1 号剖面点距 10 m、电极数 40 个; 号、 号剖面点距 10 m、电极数 50 个、剖面长度 500 m。

3 数据质量及评定标准

为了对成果的可靠性做出较客观的评价,作者对高密度电法数据质量进行了评定,平均均方相对误差小于 10%。

在某测点上,各观测道总的平均均方相对误差由式(3)来衡量。

$$M_j = \pm \frac{1}{2n} \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{V_j(t_i) - \bar{V}_j(t_i)}{\bar{V}_j(t_i)}^2}$$

(3)

式中 $V_j(t_i)$ 为第 j 点第 i 测道原始观测数据; $\bar{V}_j(t_i)$ 为第 j 点第 i 测道系统检查观测数据; $\bar{V}_j(t_i)$

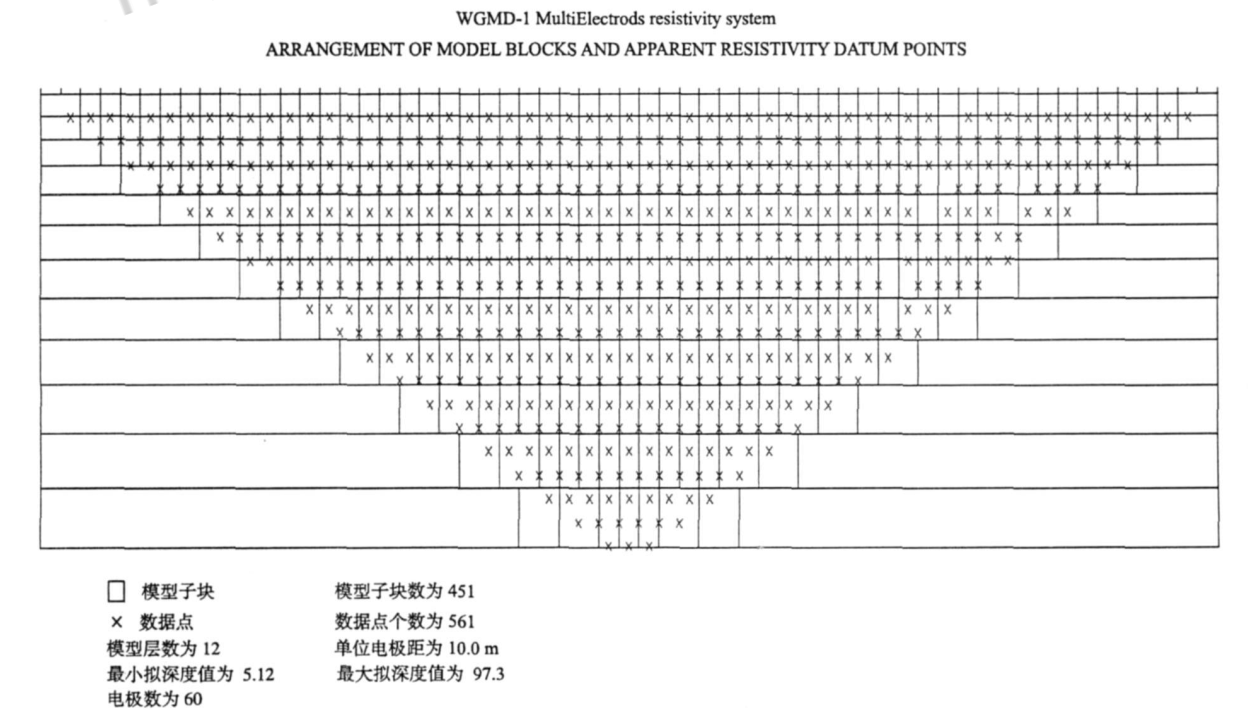


图 1 高密度电法 装置数据采集剖面图

Fig 1 High-density resistivity acquisition profile of a device

为 $V_j(t_i)$ 与 $V_j(t_i)$ 的平均值; n 为参加统计计算的测道数。

全区各检查点总的平均均方相对误差为式(4)。

$$M = \pm \frac{1}{2nm} \sum_{i,j=1}^{m,n} \frac{V_j(t_i) - \bar{V}_j(t_i)}{\bar{V}_j(t_i)}^2 \quad (4)$$

式中 m 为检查点数。

4 资料处理及解释

4.1 资料处理

数据处理采用 RES2 高密度视电阻率反演软件进行二维反演,该资料处理流程是:

(1)将存储在仪器内的测量数据,通过传输软件 BTRC 传输到计算机并对原始数据进行格式转换。

(2)对数据进行预处理,如:剔除坏点,并对发生严重畸变的数据采用内查插值方法处理。

(3)最后对数据采用佐迪方法进行二维反演。佐迪法的基本思想是^[2]:

(1)首先设定地层上的层数和测深曲线上的点数相同。在初始模型中,第一层的电阻率采用测

深曲线上第一个点的视电阻率,第二层的电阻率采用曲线上第二个点的视电阻率,整条曲线以此类推。每层的平均深度等于测深曲线上相应各点的电极距,再乘以一常数。用初始模式得到一条理论测深曲线,将该曲线与野外实测曲线对比,如果所用常数正确,则两条曲线“同相”,幅值一般不相同。

(2)然后进行迭代处理,以调整模型各层的电阻率,直至实测曲线和模型曲线的均方根误差减至最小。

此时得到的模型,就作为实际测量所得到的地质模型。

4.2 资料解释

4.2.1 I号剖面分析及解释

由图 2 可知,整个断面高程变化范围 1 580 m ~ 1 690 m,探测深度约 80 m。视电阻率值,在 0 ~ 140 Ω·m 之间变化,视电阻率值由小到大,灰度由浅至深变化。浅灰色范围主要分布在浅表,视电阻率值在 0 ~ 40 Ω·m 之间变化,是第四系黄土、砾石层的电性反应,推测第四系厚度在 25 m 范围内。深灰色范围在中下部分布,视电阻率值在 40 ~ 140 Ω·m 之间变化,是侏

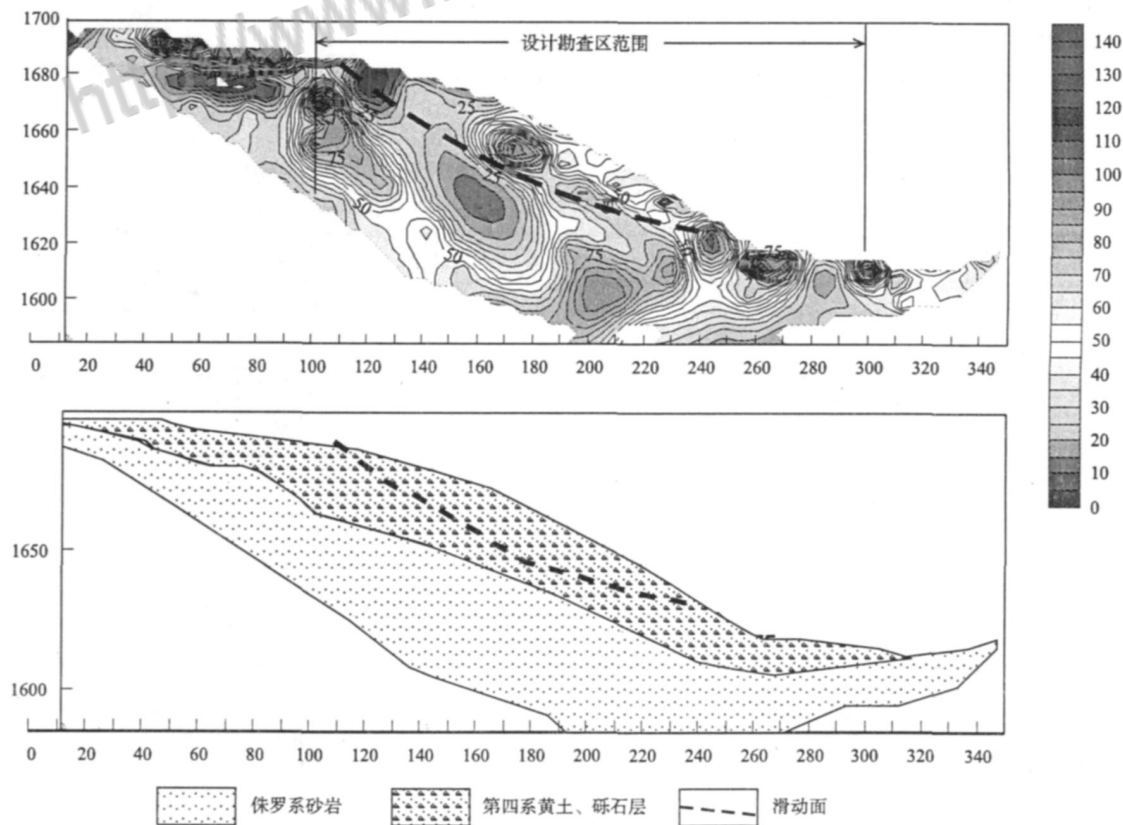


图 2 号线高密度电法反演成果图及剖面图
Fig 2 High-density resistivity inversion results and profile of line

罗系砂岩的电性反映。

地电断面图中虚线以上的地电特征主要表现为等值线形态紊乱,高阻和低阻、高阻小圈闭相间分布的特征,分析认为可能是滑坡体蠕动后松散的土质的电性反映,局部充水则引起低阻,而不充水则引起高阻。

虚线以下等值线形态相对稳定,主要为第四系基底的电性反映。因此该虚线可推测为滑动面界线。

4.2.2 号剖面分析及解释

由图 3可知,整个断面高程变化范围 1 580 m ~1 690 m,探测深度约 80 m。视电阻率值,在 0 ·m ~260 ·m之间变化,视电阻率值由小到大,灰度由浅至深变化。

浅灰色范围主要分布在浅表,视电阻率值在 0 ·m ~40 ·m之间变化,是第四系黄土、砾石层的电性反应,推测第四系厚度在 22 m 范围内。

深灰色范围分布在中下部,视电阻率值在 40 ·m ~260 ·m之间变化,是侏罗系砂岩的电性反映。因此该虚线可推测为滑动面界线。位于测线 200 m ~280 m、高程 1 590 m ~1 640 m 段出现浅灰色低阻异常区,推测为基岩破碎带且含水。

4.2.3 V号剖面分析及解释

由下页图 4可知,浅表视电阻率值在 0 ·m ~40 ·m之间变化,是第四系黄土、砾石层的电性反应。深灰色范围分布在中下部,视电阻率值在 40 ·m ~140 ·m之间变化,是侏罗系砂岩的电性反映,图 4中虚线推测为滑动面界线。位于测线 200 m ~250 m、高程 1 600 m ~1 640 m 段出现直立低阻异常区,推测为基岩破碎带且含水,测线 260 m ~360 m 段基岩较完整。

5 结论与建议

(1) I号剖面推测第四系厚度在 25 m 范围内,滑动面最大埋深小于 25 m; III号剖面推测第四系厚度在 22 m 范围内,滑动面最大埋深小于 22 m; V号剖面推测第四系厚度在 20 m 范围内,滑动面最大埋深小于 20 m,该滑坡为土质滑坡。

(2)本次物探工作共布高密度剖面三条,控制探测深度 80 m,实际完成高密度勘探点 140 个。

高密度电法是一种间接的物探手段,仅是对地下电性的一个反映,如能结合其它物探方法、地质资料等,加以综合勘探和解释,消除多解性,必能使

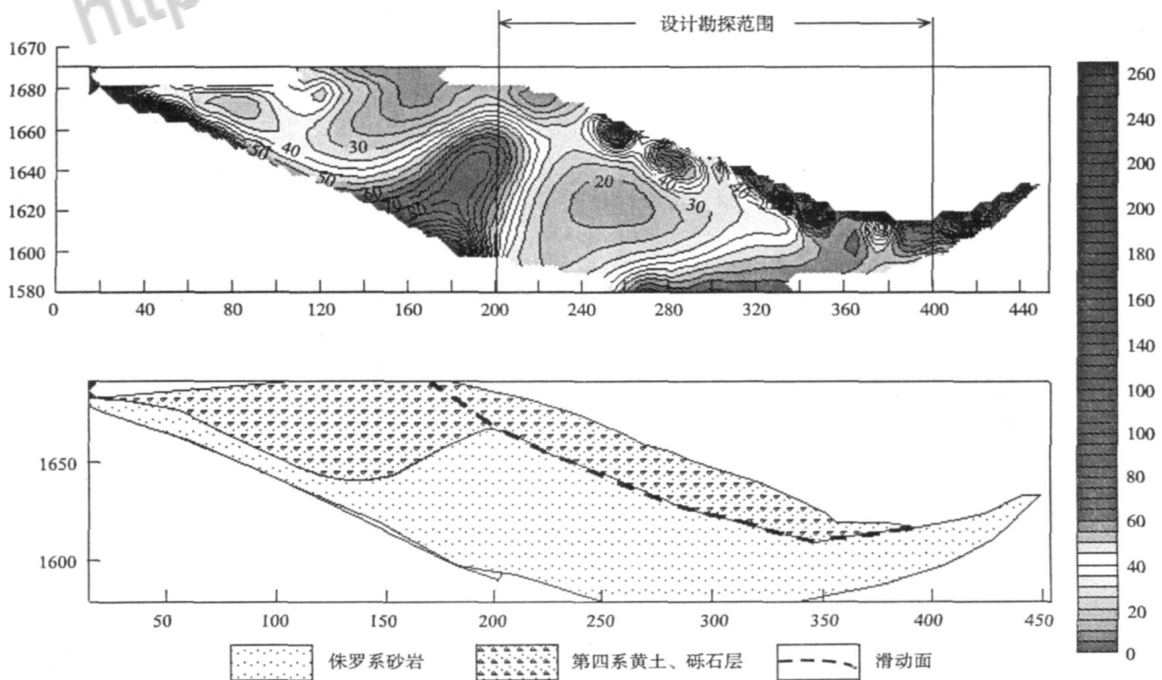


图 3 号线高密度电法反演成果图及剖面图
Fig 3 High-density resistivity inversion results and profile of line

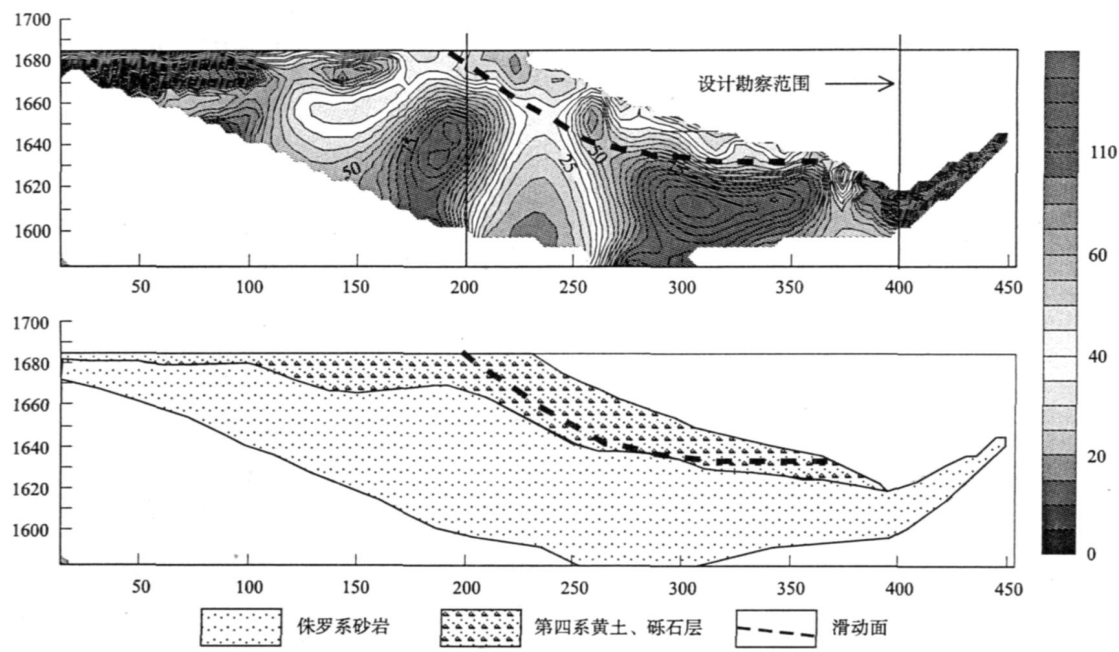


图 4 V号线高密度电法反演成果图及剖面图

Fig 4 High-density resistivity inversion results and profile of line V

物探资料更加有效可靠。

(5): 542

参考文献:

[1] 孙寅鹤. 高密度电阻率法在工程、环境及地质勘察中的应用 [J]. 地质装备, 2000 (4): 20

[2] 王兴泰, 李晓芹. 电阻率图像重建的佐迪 (Zohdy) 反演及其应用效果 [J]. 物探与化探. 1996, 20 (3): 228

[3] 雷宛, 肖宏跃, 邓一谦. 工程与环境物探教程 [M]. 北京: 地质出版社, 2006

[4] 肖宏跃, 雷宛. 地电学教程 [M]. 北京: 地质出版社, 2008

[5] 胡承林, 许平, 李敏, 等. 高密度电法在绵阳某地滑坡勘察中的应用 [J]. 勘察科学技术, 2010 (6): 50

[6] 江玉乐, 周清强. 高密度电阻率法在滑坡探测中的应用 [J]. 成都理工大学学报: 自然科学版, 2008, 35

[7] 郭秀军, 贾永刚. 利用高密度电阻率法确定滑坡面研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 5 (10): 1662

[8] 王兴泰. 高密度电阻率及其应用技术 [J]. 长春地质学院学报, 1991, 21 (3): 341.

[9] 王兴泰, 万明浩. 工程与环境物探新方法新技术 [M]. 北京: 地质出版社, 1996

[10] 刘昌军, 赵进勇, 孙东亚, 等. 高密度电法仪在工程隐患探测中的应用 [J]. 水利水电技术, 2007, 38 (2): 90.

[11] 宋维琪. 工程地球物理 [M]. 北京: 中国石油大学出版社, 2008

作者简介: 胡承林 (1983 -), 男, 硕士, 地球探测与信息技术专业。

STUDY OF INVESTIGATION DEPTH OF ELECTRICAL RESISTIVITY PROFILING METHOD

HUO Jun-ting, WU Xin-min, LI Nai-min (East China Institute of Technology, Fuzhou Jiangxi 344000, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(4): 418

By taking account of the shape of abnormal body, the differences of electrical properties between abnormal body and wallrock, measurement errors of current electrodes and received electrodes, electric current error, measurement accuracy of electrical apparatus and external disturbance, this paper proposes the definition of the investigation depth of electrical resistivity profiling method with voltage anomaly. The voltage anomaly of sphere anomaly body is computed in the homogeneous half-space within united profiling method through programming, and the depth of investigation under certain conditions is obtained. The quantitative analysis is made for the relationships between depth of investigation and the span of AO, electrical current and external disturbance. The forward calculation which has been made in the software used in this article can supply guides for design of span of electrodes and electrical current within electrical profiling methods.

Key words: electrical profiling methods; united profiling method; depth of investigation; quantitative analysis

NEW-STYLE EQUIVALENT SOURCE METHOD APPLY TO INDUCTION LOGGING

YANG Hai-dong, TANG Lian, WANG Fang, et al. (China University of Petroleum, Beijing 102200, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(4): 424

This article introduces the new equivalent source method (NESM) used in engineering electromagnetic fields (EEF), and gives new equivalent source simulation of induction log response theory derivation and processing, simulation of induction logging in under different geological conditions. New equivalent source method comes from generalized multilevel technology (GMT) with a simple theoretical derivation, calculation speed, high precision. New equivalent source method is semi-analytical method, and uses less computer memory. Additionally, the differentiable and smooth magnitude is better than finite element method.

The article adopts new equivalent source method for the induction log response numerical simulation, and the results of numerical simulation is compared with the results of numerical mode match to validate the feasibility of new equivalent source method. The precision increases as the equivalent source and series items increased. The matrix condition number of the new equivalent source method is greater, so the application of double precision will increase the computing stability.

Key words: electromagnetic field; numerical simulation; induction logging; NESM; log response

APPLICATION OF THE HIGH-DENSITY RESISTIVITY METHOD TO LANDSLIDE INVESTIGATION IN A MINE OF XINJIANG

HU Cheng-lin¹, LEI Wan¹, LI Hong-mei², et al. (1. College of Geophysics, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Shuanglong Middle School of Yibin, Yibin 644614, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(4): 430

High-density resistivity method can be thought as integration of electrical sounding and electricity profile methods with observation of high precision, large data collection capacity, geological abundant information, high production efficiency and detecting depth etc. It is widely used in engineering geology and hydrogeology exploration. This article introduce applying high-density resistivity method in landslide investigation in a mine area in Xinjiang. Based on the mining geological geophysical characteristics, the feasibility and efficient of high-density resistivity method to landslide investigation is verified. Wenner device is adopted. The results confirm the effects of high-density resistivity method, which help us to understand strata structure, smooth bed location and the analysis of deep stratum situation in the mining area, and provide the geophysical prospecting proof of further understanding landslide and prospecting harness.

Key words: high-density resistivity method; geophysical; wenner device; stratum structure; deep stratum

APPLICATION OF AVO ANOMALY ANALYSIS TO OIL AND GAS EXPLORATION IN DAYANGSHU BASIN

YAN Lei¹, LIU Zhao-jun^{1,2}, FANG Shi^{1,2}, et al. (1.



知网查重限时 7折 最高可优惠 120元

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>
