

# 高密度电阻率法在泰安市东羊娄村岩溶塌陷区的地质应用效果

鲁峰<sup>1</sup>,戴忠全<sup>2</sup>,张少妮<sup>1</sup>

(1. 山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014; 2. 泰安市国土资源局, 山东 泰安 270000)

**摘要:**采用高密度电阻率法对泰安市东羊娄村岩溶塌陷进行了勘查,通过勘查工作后划分出岩溶塌陷危险区、易发区、基本稳定区和稳定区,结果证明采用高密度电阻率法用于岩溶地面塌陷勘查中具有快速、准确和及时的特点;同时该方法可大大节约钻探工作量及勘查经费。

**关键词:**高密度电测深;岩溶塌陷;应用效果;泰安市

**中图分类号:**P631.3<sup>+</sup>22

**文献标识码:**A

2003年5月31日凌晨4点,在泰安市东羊娄村东北400m处的麦田里发生一起特大岩溶塌陷,塌陷坑呈椭圆形,南北长28m,东西长35m,可见深度26.5m(图1)。随之其周围出现5起大小不一,规模不等的塌陷坑,当地居民非常恐慌,灾害直接威胁到村庄。为防止灾情继续扩大和消除当地居民恐慌,并为政府防灾、减灾和预灾提供可靠的科学地质资料,山东省第一地质矿产勘查院受当地政府和国土资源部门的委托,采用高密度电阻率法快速查明了该区内的岩溶塌陷危险区、易发区、基本稳定区和稳定区,为地方政府在地质灾害防治工作中提供科学决策依据,取得了较好的地质应用效果。同时大大地缩短了勘查时间,节约了勘查经费<sup>①</sup>。

## 1 地质概况

该区属华北板块鲁西地块鲁中隆块之泰山隆起区。基底褶皱强烈,主要形成了泰山、徂徕山复式背斜;盖层构造以系列弧形断裂、NNW向及近EW向断裂为主,成菱字型。主要断裂有近EW向的泰山断裂、徂徕山断裂、羊娄断裂,NNW向的岱道庵断裂、滂河断裂等。

该区以近EW向羊娄断裂为界,北侧地层由新

到老为:第四纪冲洪积松散岩,岩性主要为粉土、粘土、粉质粘土、中粗砂及卵石组成,厚度一般在6.30~21.50m之间;第三纪碎屑岩类,以泥岩、砂岩为主,由南向北逐渐增厚,最厚处达1800m;奥陶纪碳酸盐岩,为灰岩、泥灰岩及白云质灰岩组成,岩溶不甚发育。南侧地层由新到老为第四纪粉土、粉质粘土、中粗砂及少量的粘土、卵石等,厚度一般在6.30~15.0m之间;奥陶纪碳酸盐岩,由灰岩、泥灰岩及白云质灰岩组成,岩溶发育。

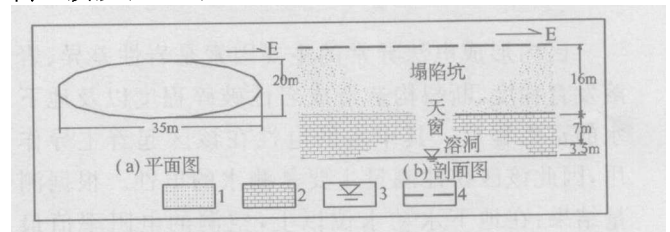


图1 泰安市东羊娄地区岩溶地面塌陷示意图

1—第四系;2—奥陶纪马家沟组;3—岩溶水位;4—地面

## 2 高密度电阻率法的特点

高密度电阻率法是集物探电剖面及电测深为一体,采用高密度布点,进行二维地电断面测量的一种勘探方法<sup>[1]</sup>。采用了程控式电极转换开关和高密度数字电测仪,因此,在1条剖面上便可以采集不同装

收稿日期:2006-03-03;修订日期:2006-08-02;编辑:孟舞平

作者简介:鲁峰(1973-),男,山东莒南人,工程师,主要从事水工环地质工作。

①鲁峰、孟祥进,泰安市泰山区东羊娄地区岩溶塌陷高密度电阻率法勘查报告,2003年。

置和不同极距的大量数据,将这些数据送入微机作适当处理,便可获得相应的等值线剖面图和灰阶图(图 2)。

该方法综合了电剖面法和电测深的测量数据可靠、性能稳定等优点,也补充了常规电阻率法由于人为读数及仪表偏差等观测方式的限制,人为来回拉线工作量过大和测点密度稀疏等缺陷,以及很难从电极的排列上去研究地电断面的结构与分布等方面的不足。并且,该方法提供的数据量大,地质信息多,观测精度高,自动化程度高,以及成图解译直观可靠等特点<sup>[2]</sup>。如以在东羊娄地区所观测的点数及成图工作量来讲,采用高密度电测深法 1 周的工作量若改用原来的电剖面法和电测深法可能 1 个月的时间也难完成;且对比数据及可靠性能也远不如高密度电测深法准确。

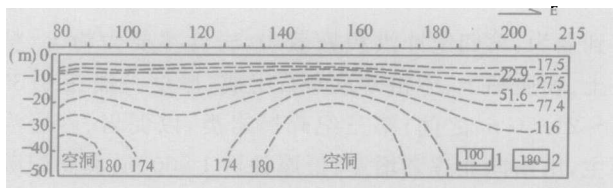


图 2 泰安市东羊娄地区岩溶塌陷高密度电阻率法测量工作试验(四极测深)线视电阻率  $\rho_s$  等值线剖面图  
1—测深点号;2—视电阻率等值线及阻值( $\Omega \cdot m$ )

### 3 探测岩溶塌陷区的地质效果

区内形成电法异常的主要因素是岩性差异、岩溶发育程度、断裂构造造成岩性破碎程度以及地下水的富集程度。其中水的电性在该区起着主导作用,因此该区物性测量主要是测水的电性。根据测量结果:在地下水动水位以上,空洞的电阻率值最高,泥岩、粘性土最低;地下水动水位以下,洞穴、断层破碎带内,其电阻率最低,岩溶不发育地段,电阻率值最高。

高密度电阻率勘探方法工作装置采用对称四极装置(在进行了  $\alpha, \beta, \gamma, MNB$  对称四极装置的试验基础上选定的),设置  $AB/2$  最大极距为 70 m,点距 5 m,把所有电极都固定在剖面上,然后用多芯电缆把电极连接到电极转换开关上,通过微机程控,实现布极方式、极距和测点的自动扫描,所有测点的记录都将自动存贮在仪器内。然后将数据送入微机作适当处理,便可获得相应的等值线剖面图和灰阶图。

通过对该区 15 条勘探线的灰阶图与已知塌陷坑处灰阶图类比可知,在勘探线上发现洞穴 82 个(包括已知塌陷洞穴 8 个),其中土洞 14 个,岩洞 60 个。根据勘探线上洞穴的密度大小,结合实际野外调查塌陷、民房裂缝和水文地质条件,将该区划分为危险区、易发区、基本稳定区和稳定区 4 种类型(表 1)。

表 1 泰安市东羊娄地区岩溶塌陷分区

| 项目             | 危险区  | 易发区  | 基本稳定区 | 稳定区  |
|----------------|------|------|-------|------|
| 发现洞穴(个)        | 36   | 23   | 23    | 0    |
| 面积( $km^2$ )   | 0.25 | 1.11 | 36    | 0.41 |
| 密度(个/ $km^2$ ) | 144  | 20.7 | 0.6   | 0    |

### 4 勘探结果实例验证

(1)实际塌陷验证:截至目前(2006 年 2 月中旬),区内共发生了 51 起岩溶塌陷,其中分布在危险区内的有 39 起,易发区 12 起;仅在 2004 年 8 月份勘查区内就有 21 起岩溶塌陷,其中 19 户房屋地面塌陷(或塌坑),造成房屋开裂,另有 2 户房屋倒塌;分布在危险区内有 19 户,在易发区内有 2 户。由于当地政府及时采取高密度电测深法勘查,并依据勘查结果果断采取搬迁避让措施,未造成人员伤亡和大的财产损失。

(2)钻探验证:在 4 线 333 m 处采用高密度电阻率法解译第四系厚度 5 m 左右,推测下面岩溶洞隙发育强烈;经钻孔验证( $ZK_1$ ),第四系厚 4.6 m,下面岩石岩溶洞隙发育强烈,施工时漏水严重。在 11 线 450 m 处,采用高密度电阻率法解译第四系厚 15 m 左右,推测下面有隐伏溶洞存在;经钻孔验证( $ZK_2$ ),第四系厚 14.6 m,下伏基岩为灰岩,岩溶洞隙发育,实际施工时,漏水严重,取心率较低,在 18.6 m 深度出现塌孔。

### 5 结语

(1)高密度电阻率法在泰安市东羊娄地区岩溶塌陷勘探中地质应用效果是非常显著的。

(2)根据该区勘探和塌陷结果证实,高密度电阻率法勘探测量准确、可靠;由于岩溶塌陷具有突发性,特别在应急状态下,查清浅部洞穴及地面塌陷等目标体,利用高密度电阻率法勘探周期短,可以更好的、更及时的为地方政府防灾、预灾和减灾提供可靠科学数据。

(下转第 58 页)

## Study on Edge Matching Technology of Popedom Controlling Border in Land Renovation in Tancheng County

ZHANG Qing, MA Zong-kui

(Tancheng Bureau of Land and Resources, Shandong Tancheng 276100, China)

**Abstract:** Controlling border edge matching of popedom is a basic work in land utilization renovation, which has close relation with popedom controlling scope and lawful rights and interests of land utilization right. By using RTK technology, data precision of border is promoted, working time is shortented and survey achievements is guaranteed, which will guide controlling edge matching work effectively.

**Key words:** Land; renovation survey; controlling border; edge matching technology; RTK mapping; Tancheng county

(上接第 49 页)

(3) 岩溶塌陷勘查中利用高密度电阻率法勘探可以大大节约钻探工作量及勘查经费, 缩短工作时间。

[1] 邓居智, 刘庆成, 莫撼. 高密度电阻率法在探测大坎隐患中的应用[J]. 华东地质学院学报, 2001, 24(4): 282 - 285.

[2] 汤洪志, 刘庆成, 龚育岭. 高密度电阻率法二维成像技术及其在工程勘察中的应用[J]. 工程勘察, 2003, (5): 62 - 64.

### 参考文献:

## Application of High Density Resistivity Method in Karst Collapse Area of Dongyanglou Village in Tai'an City

LU Feng<sup>1</sup>, DAI Zhong-quan<sup>2</sup>, ZHANG Shao-ni<sup>1</sup>

(1. No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China; 2. Tai'an Bureau of Land and Resources, Shandong Tai'an 270000, China)

**Abstract:** By using high density resistivity method, karst collapse of Dongyanglou village in Tai'an city has been explored. This area can be divided into karst collapse danger area, collapse easy happen area, basic stable area and stalbe area. It is proved that this method is quick, correct and in time and can spare exploration work amount and outlay.

**Key words:** High density resistivity method; rock collapse; application efficiency; Tai'an city