

文章编号:1671-1947(2001)02-0116-03

## 应用综合物探法勘查评价抚顺榆林局部塌陷区

高飞<sup>1</sup>, 张立军<sup>2</sup>

(1. 辽宁省地质矿产勘查开发局物测勘查院, 辽宁 沈阳 110121;

2. 辽宁省国土资源厅, 辽宁 沈阳 110033)

**摘要:** 利用测地工作、重力测量、高精度磁测、甚低频电磁法、电测深测量、浅层地震折射波法等物探方法, 勘查评价了抚顺榆林局部塌陷区。利用物探方法可查明本区内的断裂构造、地下空洞、含水层位的分布情况, 并综合所有物探成果及地质、地形测量工作成果进行推断解释。研究了该塌陷区沉降与塌陷的机理, 总结塌陷原因, 指出塌陷隐患部位。

**关键词:** 抚顺榆林; 局部塌陷区; 综合物探; 突变型地质灾害

**文献标识码:** A

**中图分类号:** P631

抚顺市榆林塌陷区位于老虎台煤矿沉降区内, 面积约 10 km<sup>2</sup>。近 10 年来, 地面普遍下沉, 下降 2~5 m 以上。由于沉降, 榆林村及万新村南部已下沉成为大水塘, 水深达 10 m 左右。局部塌陷地段位于榆林苗圃青年路的南侧, 1998 年以来先后塌陷 3 次, 主陷坑在 2000 年 1 月沉降, 有 2 栋民房全部陷入坑内, 范围 80×40 m<sup>2</sup>, 深达 8~10 m。现已回填完毕, 回填土石方约 4 万立方米。关于塌陷区的消息曾多次见于报端, 引起社会的广泛关注。

众所周知, 在诸多矿区环境地质问题中, 地面塌陷以其造成的经济损失巨大, 人员伤亡较多, 具有突发性、多发性、隐蔽性和渐变影响持久的特点而占有突出的地位。为了采取积极有效的措施, 以求避免或减少灾害造成的损失, 抚顺市地矿局委托辽宁省地勘局物测勘查院协助分析塌陷形成原因, 查找塌陷隐患部位。2000 年 4 月中旬及 6 月初, 应用综合物探方法配以地形测量, 对局部塌陷 2 km<sup>2</sup> 的范围内进行了详细的工作, 取得了重要的成果。

### 1 采用物探工作的目的与意义

物探方法是一种快速、经济的评价方法, 尤其是在解决突变型地质灾害问题时具有明显的优越性。高效快速的评价, 能及时指出隐患部位, 可以迅速采取

措施, 把经济损失降低到最小, 并且避免不必要的人员伤亡。在我国, 地质灾害勘察费用投入远远不足, 据统计不足灾害损失的 1%, 远远低于一般发达国家 10% 的投资比例。因此, 本着“少花钱, 多办事”的原则, 物探评价方法是解决当前矛盾最重要的途径。

本次投入综合物探工作, 以实现以下目的:

- (1) 查明工区内断裂构造的分布, 断裂带的延伸、产状, 断裂带内的岩石破碎度及含水情况;
- (2) 查明地下空洞的位置及规模等;
- (3) 查明含水层位的分布情况;
- (4) 结合矿区地质资料及地形测量结果, 总结塌陷原因, 指出塌陷隐患部位。

## 2 技术思路与采用的技术方法

### 2.1 技术思路

塌陷区处于著名的郯庐断裂北延分支——浑河断裂带上。历史上郯庐断裂即活动频繁, 从近代地震资料可以看出仍存在明显活动, 如 1765 年沈阳 5.5 级地震, 1859 年、1885 年营口 2 次 5 级地震, 1964 年海城 4 级地震, 1974 年营口—海城 7.3 级地震, 1999 年海城—岫岩 5.4 级地震等, 说明郯庐断裂北延至辽宁地域仍在断续活动。浑河断裂作为其重要分支, 宏观上是不能不受其影响的。而直接造成该区大面积下沉及局部塌陷的原因较为复杂, 初步分析认为:

收稿日期: 2001-04-06. 王力编辑.

(1) 几十年地下长期大面积采煤,已经形成了地下大片采空区.上覆岩层在重力作用下,逐渐下沉.

(2) 由于矿洞大量抽排地下水而引发地下水赋存状态失衡,也造成地下水流速、流向的改变.这样当流失量大于自然补给量后,地层会有下沉趋势.

(3) 岩层在下沉过程中,由于沉降的不均匀性及各处沉降速度不同进而形成岩层分裂、破碎,造成原有断裂拉张,新的断裂产生,增加了地下水流动通道和容水、容砂空间,进而加速浅表层泥砂向深处运移,从而在浅部第四系与下部基岩界面间形成砂漏,当砂漏具有一定规模时,承受不住上面的重压,致使地面塌陷.

从以上沉降与塌陷机理的分析中可知,查明工区内的断裂构造、地下空洞、含水层位的分布情况是解决问题的关键,为此我们选择了重力、高精度磁测、甚低频电磁法、浅层地震和电测深法.

从常规物理场特征分析,破碎与非破碎地段在岩石密度、磁性和电性上都有一定的差异,这是利用重力、高精度磁测、甚低频电磁法划分断裂的物理前提.而断层破碎带与完整岩石的弹性波速存在明显差异,浅层地震折射波法便利用这种差异;含水岩层的电阻率相对于不含水岩石亦存在明显差异,电测深便利用这种差异来区分它们;另外,地下空洞可用浅层地震法探测,也可做为高阻体用甚低频电磁法定性测定.

综合物探方法利用了介质的电性、磁性、密度及弹性,它们相互印证、相互补充,可更有效地实现探测目的.

## 2.2 工作技术方法

(1) 测地工作:采用 J6 型经纬仪视距直伸导线法布设中基线及各条剖面,起始点位置按 1:2000 地形图和 GPS 确定,位置选在稳定区,以该点高程为准,推算各测点相对高程值.实地施测时,各剖面方向及长度,视通视条件及通行条件现场确定,测量点距 10 m.

(2) 重力测量:采用国产高精度 ZSM-V 型重力仪,计算时采用档案格值,采用零点混合改正.为保证精度,仪器闭合时间控制在 3 小时以内.

(3) 高精度磁测:采用 IGS-2/MP-4 质子磁力仪,分辨率 0.1 nT,测定地磁场总向量值,采用 HX-20 微机进行回放,并进行数据处理,计算出  $\Delta T$  异常值.

(4) 甚低频电磁法 (VLF):采用 DDS-2 甚低

频电磁仪,观测地磁场垂直分量  $H_z$ , 水平分量  $H_x$ , 极化椭圆倾角  $D$ , 场源采用工作频率 17.4 Hz 的 NDT 台.

(5) 电测深测量:采用 DDJ-1 多功能电法仪施测直读视电阻率  $\rho_s$ , 视极化率  $\gamma_s$ , 半衰时  $S_t$ , 综合参数  $Z$ . 采用对称四极电测深装置.

(6) 浅层地震折射波法:使用的是日本 OYO 公司生产的 MCSEIS-1600 数字增强型地震仪(经改装后仪器主机与便携式计算机相连),野外数据直接存于便携式计算机中,由预处理软件和折射地震数据处理软件处理并成图.

最后,综合所有物探成果及地质、地形测量工作成果进行推断解释.

## 3 物探工作所取得的成果

(1) 根据重、磁、电异常变化特征,共推测断裂 10 条,北东东向断裂是勘查区内主体构造,多组断裂交汇处是形成塌陷重点部位.

(2) 根据重、磁、电、浅震等综合推断沉陷活动变异带 1 条,局部隐陷区 2 处.

(3) 根据电测深结果,认为在青年路附近地表下有两层含水构造破碎带,第一层距地表较近(10~50 m),加之地下水作用易形成地下空洞,因此认为该区域是塌陷危险区域.

勘查区南北两端,在地下 200 m 左右有一层含水破碎带,该带距地表较深,暂时不能引起大面积地表塌陷,推断该区段不能总体下沉,与青年路沉降区对比相对稳定.

(4) 根据重力和地形剖面测量可知,勘查区南部与北部相比,地表下沉 9 m 左右,年沉降速度为 0.6 m,应引起重视.

总之,利用综合物探方法进行突变型地质灾害调查是快速、经济而有效的方法,对预防抚顺地区塌陷具有极重要的指导意义.同时,也为地质灾害调查评价积累了宝贵的经验.

致谢:成文过程中得到郑秀岩教授级高级工程师的指导,在此谨致谢意.

## 参考文献:

- [1] 张瑛,贾淑媛.辽宁省采矿诱发的环境地质问题与防治[J].辽宁地质,2000,(1):63.
- [2] 段佳松.综合物探调查评价深圳市地下水资源[J].物探与化

探, 1999, (5): 374.

## APPLICATION OF SYNTHETIC GEOPHYSICAL PROSPECTING METHODS TO EVALUATION OF COLLAPSE IN YULIN, FUSHUN

GAO Fei<sup>1</sup>, ZHANG Li-jun<sup>2</sup>

(1. *Liaoning Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration, Shenyang 110121, China;*

2. *Liaoning Provincial Department of Land and Resources, Shenyang 110033, China*)

**Abstract:** Some geophysical prospecting methods, such as gravimetry, high-precision magnetic measurement, VLF electromagnetometry, electrical sounding and shallow seismic refraction, were used to evaluate the collapse area of Yulin, Fushun. These methods can determine the distribution of faults, underground caves and aquifers. The prospecting result, combined with geologic and geodesic information, may be used to infer and interpret collapses. After a study on the mechanism of collapse and subsidence, the reason for the collapse is concluded, and the potential areas of collapse are pointed out.

**Key words:** collapse area; synthetic geophysical exploration; geological hazard

**作者简介:** 高飞 (1967—), 女, 高级工程师, 辽宁铁岭人, 1990年毕业于长春地质学院应用地球物理系, 现从事地球物理、地球化学研究工作; 通讯地址: 沈阳市新城子区 辽宁省地质矿产勘查开发局物测勘查院, 邮政编码 110121.