

Ground Fissure Detection Based on High-Density Electrical Method

Jiang Wang, Chaofeng Wei, Zhijun Li

Beijing New Oriental Star Petrochemical Engineering Co., Ltd, Beijing
Email: iemwangjiang@163.com

Received: May 18th, 2018; published: Jun. 4th, 2018; published: Jun. 11th, 2018

Abstract

Ground fissures have a great impact on the safety and stability of ground structures. This paper describes the basic principles of high-density electrical methods and detects ground fissures in Wuwang Village of Xinji City by high-density electrical method and trenching method. The spatial distribution range of the ground fissures is clarified by processing and interpreting the probe data. The results show that the estimated location of ground fissures is basically the same as the information disclosed by trenches. High-density electrical detection results are reliable and can provide guidance for the design of engineering construction and foundation treatment.

Keywords

Ground Fissure, High-Density Electrical Method, Trench, Geological Disaster

基于高密度电法的地裂缝探测

王江, 魏超锋, 李志军

北京东方新星石化工程股份有限公司, 北京
Email: iemwangjiang@163.com

收稿日期: 2018年5月18日; 录用日期: 2018年6月4日; 发布日期: 2018年6月11日

摘要

地裂缝对地面构筑物的安全和稳定影响较大。本文介绍了高密度电法的基本原理, 利用高密度电法和槽探方法对辛集市吴王村的地裂缝进行探测。通过处理和解释探测数据, 明确了地裂缝的空间展布范围。结果表明, 通过高密度电法推测的地裂缝位置同探槽揭露信息基本一致。高密度电法探测成果可靠, 可为工程建设的设计和地基处理提供指导。

关键词

地裂缝, 高密度电法, 探槽, 地质灾害

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

工程场地在经受构造运动或者人为大量开采地下水等作用下, 地表及地下一定范围内出现土体开裂, 形成宽度很窄, 埋深变化大且具有一定延伸范围的地裂缝。地裂缝的存在对地面及地下构筑物的安全使用和稳定产生严重影响。因此在工程建设开展之前, 需要通过专项勘察查明地裂缝的地表分布, 发育深度和产状。目前针对地裂缝的探测方法较多, 主要包括浅层地震反射波法、 α 杯累积测氦法, 高密度电阻率法以及探地雷达探测等。浅层地震反射波法对浅部精细结构反应清晰, 分辨率较高, 常用于场地地裂缝探测, 结合地裂缝地表露头, 可准确给出地裂缝空间分布范围[1]。但在噪声较大的工区, 其探测效果明显降低。 α 杯累积测氦法是一种放射性勘探方法, 该方法操作简单实用, 但测量结果具有多解性, 需与其他物探、勘察方法指标组合应用。探地雷达法根据介质介电性质差异进行地层划分和地质目标体判定, 探测成果比其他方法更加精细[2]。高密度电法相对其他物探方法, 因其工作效率高、施工消耗少, 可在一定程度上反映出地裂缝的空间展布, 现常用于第裂缝的勘察工程中[3]。

近年来, 相关学者深入研究了地裂缝的探测方法, 周正中采用地震映像法、面波法和电测深法探测地裂缝的方法及原理, 并对这三种方法的勘察成果进行了分析, 达到了探测地裂缝的目的[4]。李远强总结了不同成因类型地裂缝的探地雷达波形特征[5]。张占兵采用电测深法探测地裂缝的方法及原理, 并对勘察成果进行了分析, 探测结果表明 EH4 在探测地裂缝具有方便、经济、快捷和成果直观的特点[6]。甘志超研究了高密度电法温纳装置与斯伦贝格装置、不同电极距的探测效果, 确定了适用于地裂缝探测的装置参数[7]。朱首峰在其硕士论文中利用地震勘探方法对西安地裂缝与地面沉降调查, 取得了良好的效果[8]。曾海柏等地质雷达和地震映像法综合探测机场滑行跑道地裂缝, 准确获得了地裂缝的发育特征[9]。田中英等分别采用高密度电法、地质雷达及多波地震等方法进行地裂缝探测, 然后根据地电剖面和地震波波场特征, 推断解释断裂构造及地裂缝发育和展布情况[10]。

2. 工程概况

河北省辛集市吴王村北和宿王宋村地区为于冀中台陷, 为山前倾斜平原, 地层主要为耕植土、粉质黏土和细砂 - 粉细砂层。经地质调查, 地裂缝主要发生于上世纪八九十年代, 造成地表开裂, 农田被毁, 地裂缝沿线房屋开裂(见图 1)。区域内发育一条东西向隐伏断层, 因此, 区内地裂缝基本受构造运动控制, 目前均已填平, 诱发条件为降水。本项目利用高密度电法查明研究区的地裂缝空间位置。

3. 工作原理及测线布置

3.1. 工作原理

高密度电法是以岩土体的电性差异为基础, 在施加电场作用下, 根据地下介质传导电流的分布规律, 推断地下具有不同电阻率的地质体的赋存情况。和常规电阻率法一样, 它通过 A、B 电极向地下供电流 I,



Figure 1. Masonry structure crack
图 1. 砌体结构开裂

然后在 M、N 极间测量电位差 ΔV ，从而可求得该点(M、N 之间)的视电阻率值。根据实测的视电阻率剖面，进行计算、分析，便可获得地下地层中的电阻率分布情况，从而可以划分地层，判定异常等。

3.2. 测线布置

针对项目工区的实际情况，本次探测工作布置近南北向测线 3 条，分别为 WT3-1、WT3-2 和 WT3-3，总长度共计 1.8 km。仪器测量装置参数设定为电极距 1 m，按温施装置方式测量。为验证探测结果的可靠性，后续在地段剖面异常位置布置一系列探槽，相应位置关系如图 2 所示。

4. 成果分析

4.1. 高密度电法成果解释

在直流电法中，高密度电法的野外施工十分高效，可适应相对复杂地形。该方法数据处理和解译更加简单直观。本次通过瑞典专业软件 RES2DINV 进行处理反演。在反演剖面中，对比地下典型差异特征，判定异常信息，圈定可能存在的地裂缝位置。

图 3 为高密度测线 WT3-1 电阻率反演剖面图，图中电阻率在垂向上大致分为 3 层，深度 0~20 m 范围为相对高阻表层，20~40 m 为低阻层，40 m 以下为高阻层。在测线 170 m 处存在异常区域，推断该处存在土层分界面，倾向 NNW，走向 NEE，视倾角约 75°；在测线 51 m 处存在异常区域，推断该处存在地裂缝，该地裂缝倾向 NNW，走向 NEE，视倾角约 50°~60°。

图 4 为高密度测线 WT3-2 电阻率断面图，图中电阻率在垂向上大致分为 3 层，深度 0~15 m 范围为表层高阻，15~45 m 以下为低阻层，45 m 以下为高阻层。在测线 110 m 处存在异常区域，推断该处存在土层分界面，倾向 NNW，走向 NEE，视倾角约 75°；在测线 38 m 处存在异常区域，推断该处存在地裂缝，地裂缝倾向 NNW，走向 NEE，视倾角约 50°~60°。

图 5 为高密度测线 WT3-3 电阻率断面图，图中电阻率在垂向上大致分为 2 层，深度 0~20 m 范围为表层高阻，20 m 以下为低阻层，在测线 100~250 m 范围内存在局部高阻。在测线 230 m 处存在异常区域，

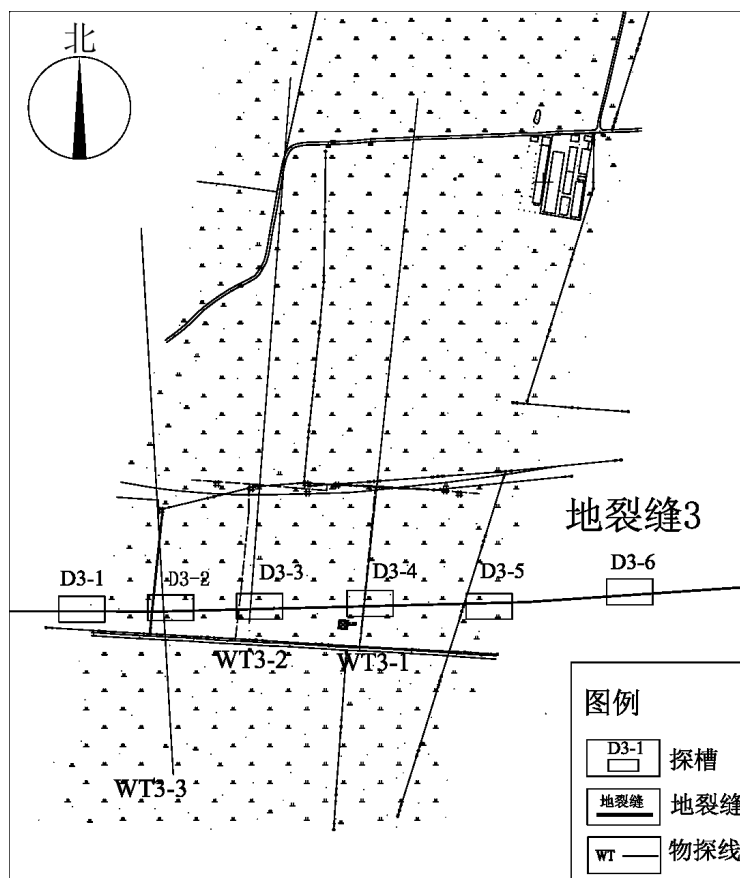


Figure 2. Schematic diagram of the location of high-density electrical surveying lines and trenches

图 2. 高密度电法测线及探槽位置示意图

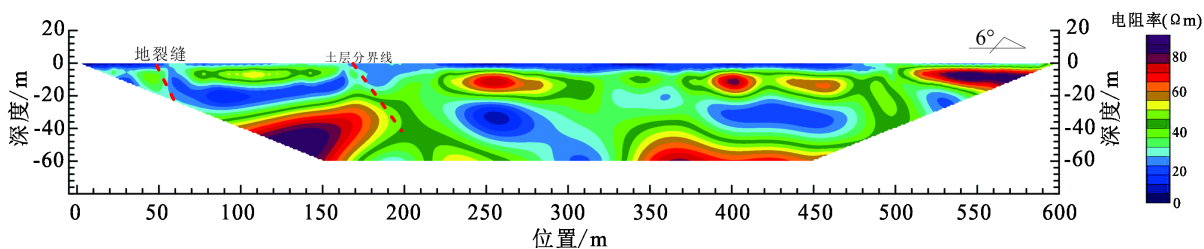


Figure 3. Inversion profile of apparent resistivity of line WT3-1

图 3. 测线 WT3-1 视电阻率反演剖面图

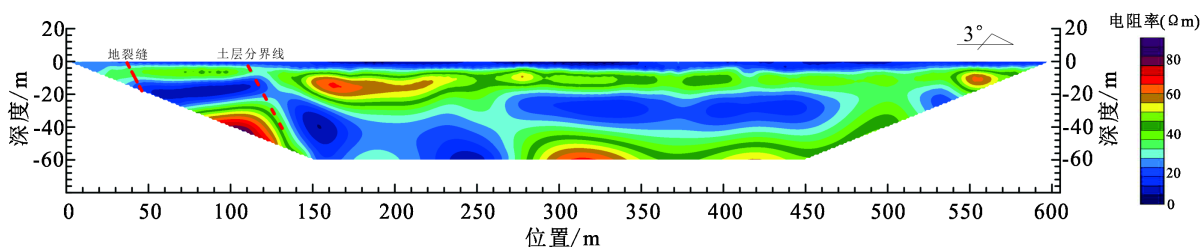


Figure 4. Inversion profile of apparent resistivity of line WT3-2

图 4. 测线 WT3-2 视电阻率反演剖面图

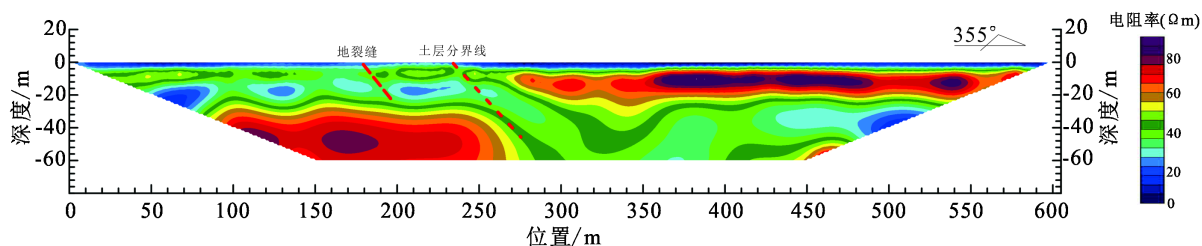


Figure 5. Inversion profile of apparent resistivity of line WT3-3

图 5. 测线 WT3-3 视电阻率反演剖面图



Figure 6. Trench photo of ground fissure 3

图 6. 地裂缝 3 探槽照片

推断该处存在土层分界面，倾向 NNW，走向 NEE，视倾角约 75° ；在测线 178 m 处存在异常区域，推断该处存在地裂缝，地裂缝倾向 NNW，走向 NEE，视倾角约 $50^\circ\sim 60^\circ$ 。由于三条近平行的物探测线所推断出的地裂缝的产状基本一致，根据各侧线推测地裂缝所在位置可知，该异常区域为同一条地裂缝，其具体空间分布位置见图 2。

4.2. 探槽成果

为验证高密度电法的探测成果的可靠性，确定地裂缝主要特征和走向，对推测可能存在地裂缝的位置进行槽探揭露，探槽具体位置见图 2。根据探槽信息可确定该地裂缝走向为 $NE80^\circ$ ，产状 $345^\circ\sim 355^\circ \angle 70^\circ\sim 80^\circ$ ，呈略向东南突出的弧形张性开裂，长度约 1.5 km，最大宽度 0.15 m，深度约 3.4 m，呈锯齿状，局部 Y 字形，北侧地面微有下降。地裂缝的发育程度属于中等，已经造成民房开裂。图 6 为上覆粘土层已经对发育在粉土层地裂缝进行充填，该地裂缝容易识别。根据收集地质资料，地裂缝主要发生于上世纪八九十年代，造成地表开裂，农田被毁，地裂缝沿线房屋开裂。区域内发育一条东西向隐伏断层，因此，区内地裂缝基本受构造运动控制，诱发条件为降水。

5. 结论

1) 高密度电法在辛集市吴王村探测地裂缝, 探测地电剖面在裂缝处反映较为清晰, 结合探槽揭示信息可确定地裂缝在测线的相对位置, 通过三条测线的地电断面可综合确定裂缝深度约 0 m~30 m 之间, 走向为 NE80°, 产状 345°~355°∠70°~80°。

2) 辛集市吴王村已有地裂缝发生是受区域内发育一条东西向隐伏断层控制, 经地下水位的下降诱发, 地裂缝走向基本平行于隐伏断层走向, 属于张性裂缝。槽探反映地裂缝的发育程度属于中等, 北侧地面微有下降。

参考文献

- [1] 苗康运, 冯西杰, 汤寒松, 等. 西安地裂缝构造成因机制及地震勘查思路探讨[J]. 勘察科学技术, 2008(5): 7-10.
- [2] 郭淑君, 任政委, 龙慧, 侯延华, 雷鸣. 隆尧地裂缝调查中的物探关键技术[J]. 物探与化探, 2015, 39(2): 401-407.
- [3] 肖宏跃, 雷宛. 用高密度电法探测西安地区地裂缝的应用效果[J]. 物探与化探, 1993, 17(2): 147-150.
- [4] 周正中. 综合物探方法在地裂缝探测中的应用[J]. 工程地球物理学报, 2008, 5(6): 405-412.
- [5] 李远强. 探地雷达探测地裂缝的几个实例[J]. 物探与化探, 2012, 36(4): 651-654.
- [6] 张占兵, 李昌存, 姜升. 天祝煤矿 3228 工作面突水机理分析及水害防治[J]. 科技创新导报, 2010(2): 137-138.
- [7] 甘志超. 高密度电法探测西部矿区采动地表裂缝深度试验[J]. 矿山测量, 2015(4): 15-18.
- [8] 朱首峰. 西安地裂缝与地面沉降调查地震勘探方法技术应用研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2008.
- [9] 曾海柏, 林漫, 陈孝刚. 综合物探方法在机场滑行道地裂缝探测中的应用[J]. 地质灾害与环境保护, 2016, 27(1): 82-85.
- [10] 田中英, 孙渊, 唐小平, 郭伟立, 冀显坤. 地球物理多方法勘探在西安地裂缝探测中的应用[J]. 工程地球物理学报, 2018, 15(1): 92-97.

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: 2163-3967, 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: ag@hanspub.org