

渭河盆地隐伏断层的视电阻率特征

张秀香 王秀生

(陕西省地震局, 西安 710068)

摘要 渭河盆地电测剖面显示, 隐伏断层的破碎带上都呈现出视电阻率负异常。随着勘探深度的增加, 异常的幅度也随之增大, 破碎带宽度的轮廓也更加清楚。视电阻率异常点呈直线展布是确定隐伏断层走向和评价勘探结果准确度的标准。断层两侧视电阻率的差异反映了其两侧不同介质的电性差异, 也是垂直断距的反应。断层破碎带上视电阻率负异常是由于丰富地下水所致。

关键词: 隐伏构造 视电阻率 电法勘探 异常 渭河盆地

1 引言

在地震小区划、地震安全评价、抗震防灾规划以及工程地质的勘察工作中, 常常遇到的首先是确定隐伏断层的位置、走向以及破碎带的宽度、断层的倾角等问题。在追溯和查寻隐伏断层的工作中, 电法勘探作为地质填图及工程勘察的主要地球物理方法之一, 早已被广泛采用, 并日益显示出它的优越性。本文是作者根据多年野外工作的实测结果对渭河盆地隐伏断层的视电阻率特征进行的讨论。

2 布极方法与装置大小的选择

利用电法勘探查明和追溯隐伏断层, 要想取得较好的地质效果, 布极方法与装置大小的选择显得尤为重要。因为隐伏断层往往被较厚的浮土所覆盖, 覆盖层的厚度及其电阻率值的大小对电法勘探效果有直接影响。如果极距选择不合适, 当勘探深度较小时, 反映的主要是覆盖层的视电阻率变化, 断层破碎带及其两侧的电性差异难以反映出来。为了获得较好的勘探效果, 应在收集和掌握现有地质资料的基础上, 选择合适的布极方法和装置大小。无论是采用中间梯度剖面法、联合剖面法、对称四极剖面法, 还是采用偶极剖面法, 其勘探深度均应大于 3 倍的覆盖层厚度, 才能取得较好的勘探效果。

当用现有地质资料还无法估计覆盖层厚度时, 可用电测深法确定出覆盖层厚度。从测深曲线上选择合适的电测剖面极距, 根据地形地貌尽量沿垂直于隐伏断层的方向布置测线以提高工作效率和保证较好的勘探效果。

3 隐伏断层的视电阻率负异常

在咸阳地震小区划中, 为确定宝鸡—咸阳—渭南区域断裂的确切位置我们于 1987 年 12

月在魏家泉以南进行了电法勘探. 咸阳市区地貌构造及隐伏断层的具体位置见图1.

咸阳市区座落于渭河北岸的河流阶地上, 地面较为平坦开阔, 地层结构是一南倾的斜坡地形, 市区新生代地层厚度约3000 m, 其中第三纪地层大于2500 m, 第四纪地层厚约400 m, 其前新生代基底为下古生界灰岩及震旦亚界变质岩系.

电法勘探结果表明, 渭河大断裂从II级阶地前缘通过. 图2是在魏家泉以

南和咸阳陶瓷厂建材分厂以西用中间梯度法和对称四极剖面法^[1]所作的电测剖面视电阻率曲线. 在同一条测线上给出了3条电测剖面曲线.

从图中可以看出, 在断层带上呈现出明显的视电阻率负异常. 随着勘探深度的增加, 异常幅度增大. 从 $AB/2=500$ m的电测剖面上可以看出渭河断裂破碎带宽约80 m. 其视电阻率值在破碎带上只有约 $10 \Omega_m$, 两侧视电阻率值为 $60 \sim 100 \Omega_m$. 如此明显的电性差异为我们识别隐伏断层带来了极大的方便. 在破碎带两侧的视电阻率值不是对称的, 它反映出断层两侧的垂直差异运动.

图3为龚家湾电测剖面曲线, 其中曲线(1)的供电极距 $AB/2=50$ m, 曲线(2)的供电极距 $AB/2=70$ m, 是同一测线不同深度的两条电测剖面. $AB/2=70$ m比 $AB/2=50$ m的电测剖面异常幅度大, 且破碎带宽度的轮廓更清晰.

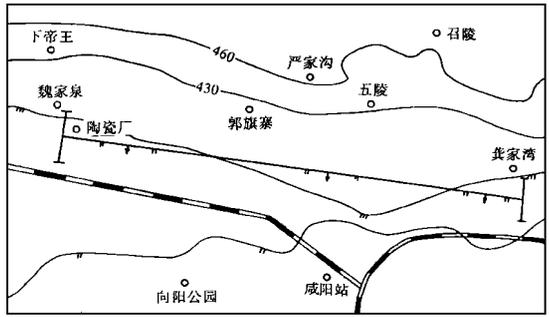


图1 咸阳市区的隐伏断层
Fig. 1 Subsurface faults in Xi'anyang City.

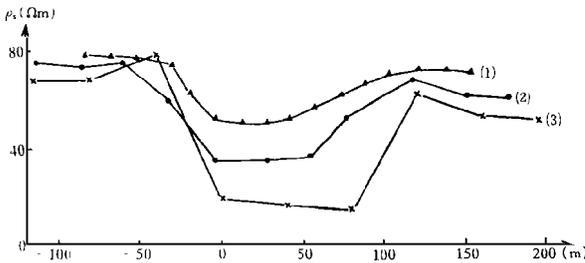


图2 咸阳陶瓷厂电测剖面曲线
Fig. 2 Electric prospecting profile curves in the Xi'anyang Ceramic Factory.

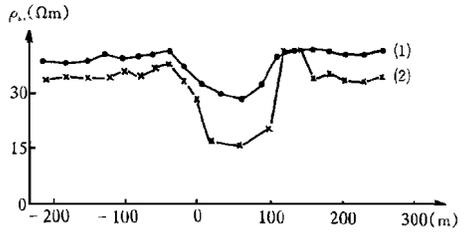


图3 龚家湾电测剖面曲线
Fig. 3 Electric prospecting profile curves in Gongjiawan.

(1) $AB/2=15$ m; (2) $AB/2=150$ m; (3) $AB/2=500$ m

(1) $AB/2=50$ m; (2) $AB/2=70$ m

在隐伏断层的破碎带上, 沿东西向有马跑泉、大泉、魏家泉等串珠状冷温泉分布. 足以证明沿渭河断裂的破碎带上, 地下水极为丰富. 这也是呈现大幅度视电阻率负异常的根本原因.

人工地震资料表明, 该断裂在咸阳市区错断了基底和新老第三系^{*}(图4).

4 在几条电测剖面上视电阻率异常点呈直线展布

* 国家地质总局第三普查勘探大队. 汾渭盆地石油普查阶段地质成果报告. 1977. 14~28.

在寻找和追溯隐伏断层的过程中, 视电阻率异常点在几条测线上呈现出较好的直线展布, 这是确定隐伏断层走向以及评定勘探结果准确度的标准。

在华县地震小区划中, 为确定隐伏断层的位置, 我们于 1989 年 10 月在华县城区进行了电法勘探. 电法测线及隐伏断层位置见图 5. 渭河断裂从县城以南的渭河 II 级阶地与山前洪积扇交接地带通过。

图 6 为 3 条测线的电测剖面视电阻率曲线, (1) 为石料厂西侧电测剖面, (2) 为段巷电测剖面, (3) 故县以南至县气象站电测剖面. 3 条测线的供电极距 AB 均为 1 000m, 测量极距 MN

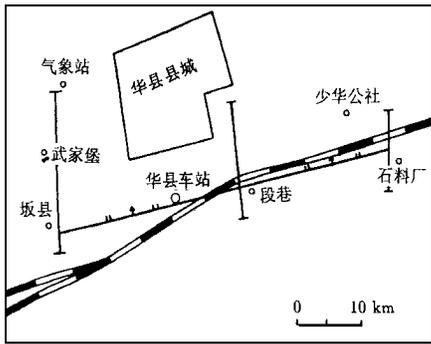


图 5 华县城南的隐伏断层

Fig. 5 A buried fault on the south of Huaxian City.

需要指出, 虽然在华县地震小区划中所作的几条电测剖面(图 6)和咸阳地震小区划中所作的几条电测剖面(图 2)同属于渭河隐伏大断裂, 但它们的形态又有所不同. 在咸阳魏家泉和龚家湾所作的电测剖面, 断层带两侧的视电阻率差异较小, 反映出垂直断距较小, 而是以平推为主. 在华县断层两侧的视电阻率值差异较大, 这表明断层两侧介质的垂直差异较大。

地质资料还表明, 第四纪以来以近东西向的华山山前大断裂为界, 华山相对其北侧的华县、华阴一带表现出强烈的断块垂直差异运动. 华县附近无黄土塬过渡, 华山与渭河断裂直接接触*. 这种强烈的垂直差异运动从电测剖面上也可明显地反映出来。

5 讨论与结论

综上所述, 根据我们多年的野外实测结果有以下几点认识:

- (1) 渭河盆地隐伏断层都呈现出明显的视电阻率负异常, 异常的幅度较大, 在破碎带上的

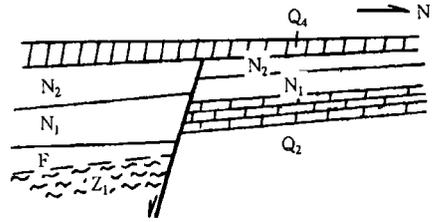


图 4 咸阳市断层剖面

Fig. 4 A fault profile in Xianyang City.

均为 40m, 都采用中间梯度法测量. 3 条测线的视电阻率突变点均标绘在 1:2 000 的平面图上, 成一直线, 与地形地貌无关. 这就使我们易于识别和准确判定隐伏断层的位置及其走向. 反之, 如果在几条测线上并不同时具备负异常显示, 或者负异常点并不落在一条直线上, 则需要结合地质地貌和环境考虑其它干扰因素, 分析特殊异常点产生的原因。

化探结果也表明, 在该隐伏断层的破碎带上具有高浓度的土氡异常显示. 沿破碎带两侧的边缘有明显的氡浓度高值异常, 从而也反应出破碎带的宽度 (图 7)。

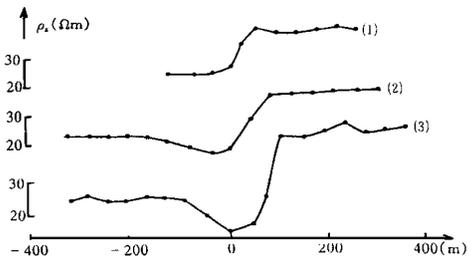


图 6 华县城南电测剖面曲线

Fig. 6 Electric profiling curves on the south of Huaxian City.

- (1) 石料厂西侧;
- (2) 段巷;
- (3) 故县以南至县气象站

* 麻水岐, 等. 华县城区地震小区划工作报告. 1989. 10~12.

视电阻率值仅为断层两侧的 $1/2 \sim 1/8$. 这种明显电性差异的主要原因是断层带含有丰富的地下水及其较高的矿化度.

(2) 随着勘探深度的增加, 视电阻率异常的幅度逐渐变大, 而且破碎带的宽度轮廓也显示得更加清楚. 这是因为随着深度增加, 断层的垂直断距越大, 反映出不同介质的电性差异也就越大.

(3) 在几条测线上, 视电阻率异常点应落在一条直线上, 而与地形地貌无关, 这是识别和准确判定隐伏断层的重要标志之一. 换言之, 如果在几条测线上视电阻率异常点不在一条直线上, 或者有的测线有异常, 有的测线则没有异常, 这就不是隐伏断层所应有的属性. 应结合地质地貌和其它环境条件分析个别异常点产生的原因.

(4) 根据断层两侧视电阻率值的不对称性可以直接定出上升盘(视电阻率值高的一侧)和下降盘(视电阻率值低的一侧). 从量值的差异可以估计垂直断距的大小. 必要时, 可在断层两侧分别沿平行于断层的方向作电测深, 测深点应离开断层一定距离, 距离的大小应视测深的目的层而定, 通常应使 $H < L$ (H 为电测深的深度, L 为测深点到的断层的距离). 根据断层两侧的电测深曲线可估计出垂直断距.

原则上讲, 在环境条件和仪器设备允许的情况下, 勘探深度尽可能大些, 有利于识别和更精确地定出隐伏断层的位置及走向. 一般来说, 当勘探深度超过 100 m 时, 均能取得较好的勘探效果.

参考文献

- 1 傅良魁, 等. 电法勘探教程. 北京: 地质出版社, 1980. 126~181.

APPARENT RESISTIVITY CHARACTERS OF SUBSURFACE FAULTS IN THE WEIHE BASIN

ZHANG Xiuxiang WANG Xiusheng

(*Seismological Bureau of Shaanxi Province, Xi'an 710068*)

Abstract

The apparent resistivity on the fracture zone of buried fault in the Weihe basin shows always negative anomaly. The amplitude of anomaly increases and outline of fracture zone becomes more clear when the exploration depth is deepened. The linear distribution of anomaly points of apparent resistivity is a criterion for determining the strike of buried fault and evaluating the exploration result. Difference of apparent resistivity on both sides of fault shows the electrical difference of different materials on the both sides, indicating the vertical fault throw. The negative anomaly of apparent resistivity on the fracture zone of fault results from existence of rich underground water.

Key words: Subsurface structure, Apparent resistivity, Electrical prospecting Anomaly, Weihe basin

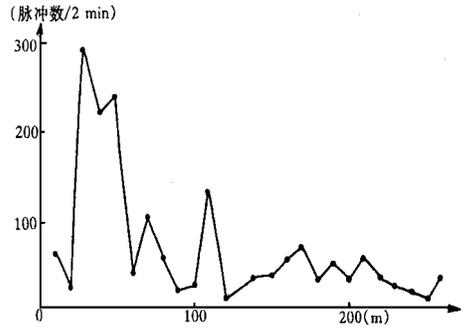


图 7 华县城南土壤氡含量变化曲线

Fig. 6 Change curve of radon content in soil on the south of Huaxian City.