

高分辨率浅层人工地震勘探探测隐伏断裂实例

连玉平, 张锦福, 林松建, 陈伟

(福建省地震局, 福建 福州 350003)

摘要:利用高分辨率浅层地震勘探反射波法探测了福建某火电厂场址内的隐伏断裂。结果表明断裂显示清楚, 为一走向 NE40~55°, 上断点埋深为 11 m 和 31 m, 断距 2~4 m 的正断层, 为工程避让提供较可靠的依据。

关键词:浅层地震勘探; 隐伏断裂; 地质解释

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-0844(2007)03-0260-04

Case of High-resolution Shallow Artificial Seismic Exploration Used for Buried Fault

LIAN Yu-ping, ZHANG Jin-fu, LIN Song-jian, CHEN Wei

(Earthquake Administration Of Fujian Province, Fuzhou 350003, China)

Abstract: Using the high-resolution shallow seismic reflection, a buried fault in the site of thermal power plant in Fujian province is explored. The result reveal that the fault exists clearly with strike of N40~50°E. It is a normal fault with about 2~4 m throw, and its two breakpoints are buried in 11 m and 31 m depth. The shallow seismic exploration and geological interpretation offer dependable basis for engineering avoidance.

Key words: Shallow seismic exploration; Buried fault; Geological interpretation

0 引言

福建某火电厂在初可研阶段开展地震安全性评价工作, 在室内地质资料收集过程中发现厂区附近发育一条走向 NE40~50°的断裂, 推测延伸通过火电厂主厂房。由于附近村庄的大量开发, 人为破坏了地貌、地质露头, 无法确定这条断裂的存在和性质。为此在断裂经过的第四系隐伏区内开展了高分辨率浅层地震勘探, 确定断裂的存在以及断裂上断点的埋深, 为地震地质研究断裂性质提供物探方面的证据。本文简要介绍勘探剖面的布设、仪器参数确定、观测系统选择、地质解释以及钻孔验证。

1 研究区内地质、第四纪地层概况

研究区属于闽东沿海剥蚀残丘地貌, 地形较平坦开阔, 一般海拔 90~100 m。区内出露基岩主要为燕山晚期侵入岩, 岩性为肉红色花岗岩(γ_5^3), 呈

强风化—中风化, 其次有下白垩统寨下组火山熔岩, 局部有基性岩脉和细晶岩脉产出(图 1)。

区内第四纪地层不甚发育, 沉积厚度薄。仅在小海湾及滩涂地带发育有全新统海积层(Q_4^m), 局部低缓山坡地带发育有更新统残坡积层(Q^{el+dl})。

(1) 全新统海积层(Q_4^m): 深灰、灰黑色淤泥、淤泥质土或灰、黑色粘土、粉质粘土夹砂、砾石等, 一般厚度 5~25 m 不等。

(2) 更新统残、坡积层(Q^{el+dl}): 主要为花岗岩风化后残积层和坡积土, 棕红色粘土、砂质粘土、粘质砂土, 含砂、碎石等, 一般厚度 5~10 m。

2 浅层勘探剖面的布设、仪器参数、观测系统

在厂址南面与村庄之间的海湾该断裂可能通过的位置布设两条(SN1、SN2)近垂直断裂走向的地

震勘探剖面(图1),两条剖面相距120 m,长度约460 m。

观测系统是合适的。这与目的层浅,宜用短排列,小偏移的理论相符合^[1]。

3 地震勘探结果和地质解释

反射地震资料的数据处理没有唯一的或现成的处理流程可被采用。一个好的处理流程不但依赖于所获得的资料情况和测区条件,而且还依赖于数据处理知识和经验。本次浅层地震勘探的资料处理分别采用了美国 Kansas 公司的浅层反射处理软件包 Eavesdropper 和德国 DMT 公司的 Reflex 软件包。首先对数据的解编,切除初至,剔除坏道;对面波、声波不采取强制切除,而是通过滤波技术,加以滤波,同时声波采用倾角滤波;再进行自动增益控制提高反射波信息相对于具有较高振幅的地滚波、空气波和折射波能量的振幅,来最大限度增加反射波信息;利用谱白化技术压制噪声等常规方法对资料处理。通过速度谱分析和速度扫描获得速度结构,最后迭加成时间剖面。

勘探结果和速度曲线见图2、图3。

地质解释:根据该海湾工勘资料,该区为海积相沉积,第四系盖层薄,主要由耕植土、淤泥质土组成,风化壳厚度5~10 m左右,基岩为花岗岩。

从时间剖面 SN1 解读反射波双程到时在10~15 ms 左右为强反射面 T_0 , 平均速度约为900 m/s, 厚度为6 m左右, 判别为淤泥质土与风化壳之间的界面; 双程到时在20~30 ms 反射波同相轴(T_1), 平均速度约为1200 m/s, 厚度为5~7 m左右, 判别该层为风化壳。该剖面的基岩面埋深为11~13 m, 在 CDP 点250(桩号125 m)处反射波 T_1 同相轴明显被错断, 解释为一断点(f_{p1}), 上断点埋深在11 m, 断距较小, 倾向 NW, 为正断层。

剖面 SN2 反射波双程到时间明显, 强反射面 T_0 双程垂直到时在20~35 ms 左右, 深度约10~23 m 左右; T_1 双程垂直到时在30~50 ms 左右, 基岩埋深约15~30 m 左右, 基岩面有较大起伏。SN2 剖面的基岩埋深明显深于 SN1 剖面, 这与地形、地质相吻合。在 CDP 点390(桩号145 m)处反射波 T_1 同相轴明显被错断, 解释为一断点(f_{p2}), 断距达4 m, 上断点埋深在31 m, 倾向 NW, 为正断层。上述两断点的连线与推测断裂位置相吻合, 说明了该条隐伏断裂的存在以及断裂的走向为 NE50°, 正断性质。

根据地震勘探结果探明的断裂走向延伸到拟建火电厂的主厂房。为此在 SN2 剖面解释的断点附近

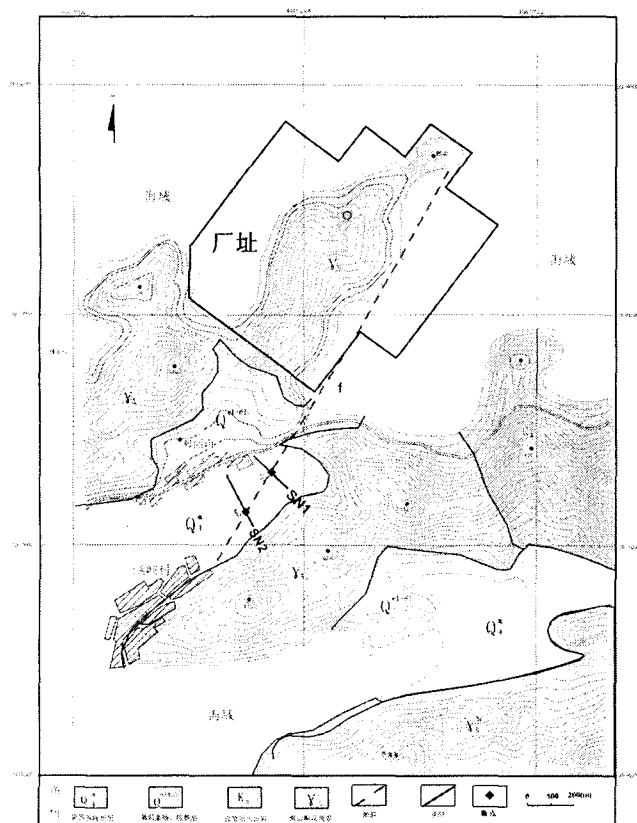


图1 场区地质与地震勘探剖面位置示意图

Fig.1 Geological map of the site and position of seismic exploration traverses.

采用了美国 Gometrics 公司生产的 StrataView R48 浅层高分辨率地震勘探仪。该仪器48道接收, 24位 A/D 转换, 动态范围达138 db, 通道频率为3~14 000 Hz, 采用了60 Hz P 波检波器。仪器参数如下: 采样间隔为0.125 ms, 记录长度为2 048点, 记录时间256 ms。高通采样滤波器低截止频率为50 Hz。

激发震源是产生地震波的关键设备。采用不同类型的震源进行比较, 确定震源枪是适合该研究区的条件。震源枪是通过把子弹射入到充水的或潮湿的浅孔中, 利用子弹的冲击力激发地震波。由于震源枪是垂直向下将子弹射入孔中的, 因此起到了定向发射的作用, 有利于激发能量向下传播。震源枪所激发的地震波频谱成分非常丰富, 地震波能量在高频和低频端也都保持有较好的均一性, 即使在130 Hz 以上的高频端, 地震波能量仍保持有大约-6 db 的振幅水平。

通过不同的观测系统实验, 认为采用道间距1 m、炮间距4 m、48道接收、偏移距4 m、单边追逐的

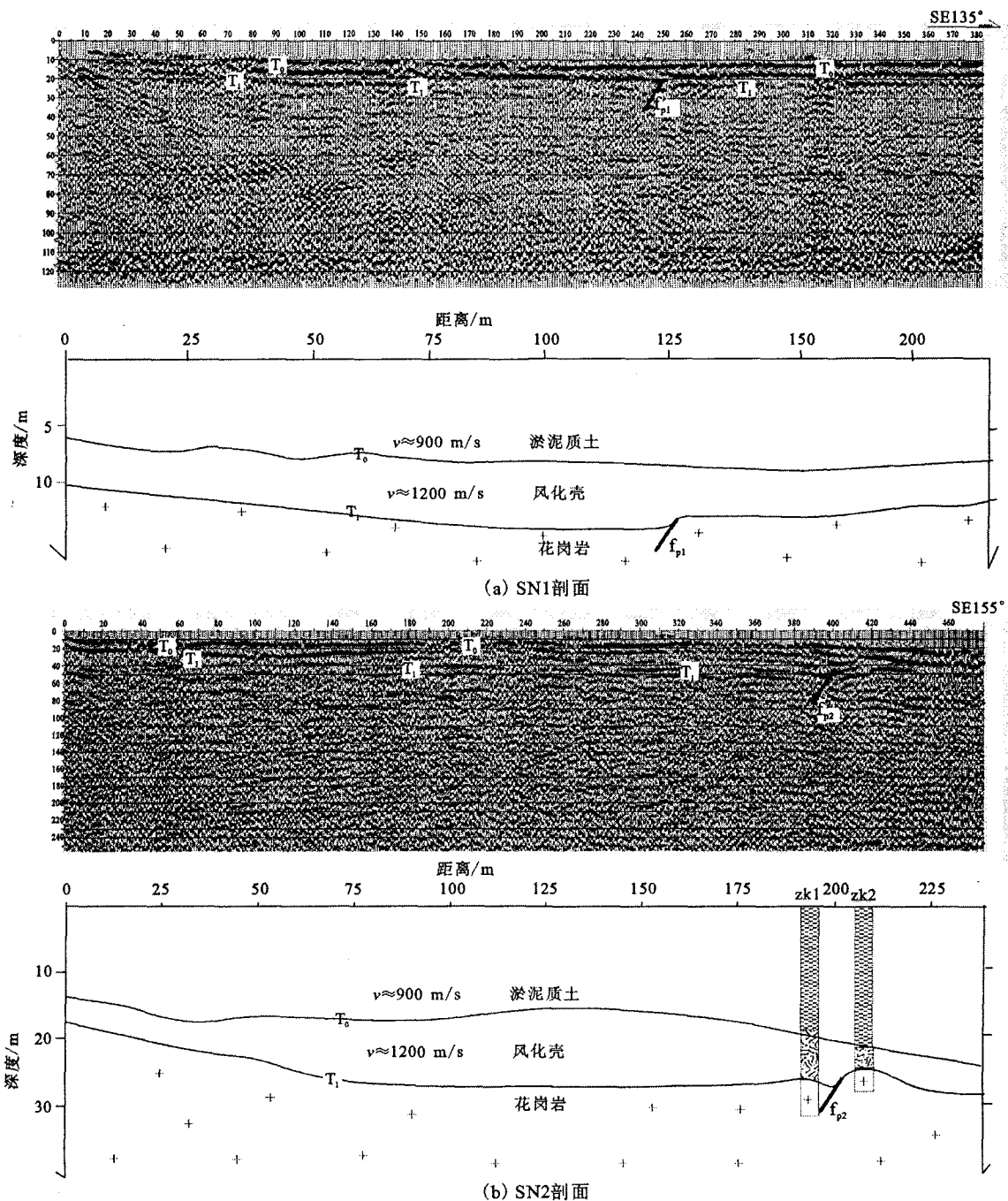


图 2 地震勘探剖面时—深解释图

Fig. 2 Time-depth interpretation for seismic exploration lines.

(桩号 145 m)以钻探加以验证。钻孔 ZK1、ZK2 揭示了断点附近基岩面埋深与探测结果相差 3 m,并在 ZK1 孔深 34 m 处见构造物质。综合其他方面原因,厂方在可研设计时主厂房向厂区西北方向偏移。

4 结论

通过对隐伏区开展浅层地震勘探工作,确定了隐伏断裂的走向 NE50°,倾向北西,断距 2~4 m,上断点埋深分别在 11 m 和 31 m,并从钻孔和场地建

设期间的开挖得到验证。

虽然地震勘探是一种有效的勘探方法,在石油勘探中所作的贡献是巨大的,但应用于工程地质领域中,对探测小的地质构造问题还需要解决一系列理论和技术问题。在对隐伏区的断裂构造的探测,浅层人工地震勘探反射波法是最为精细的一种物理勘探手段^[2]。它不但有利于利用多次覆盖技术提高资料的信噪比和分辨率,而且探测结果对地下构造

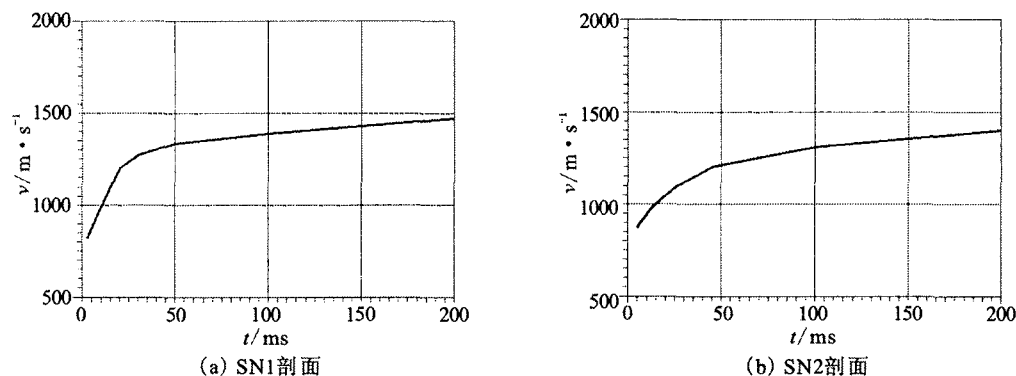


图3 地震剖面速度曲线图

Fig. 3 Velocity curves of seismic exploration traverses.

还具有直观形象的优点,其潜在优势吸引着许多地球物理工作者致力于研究和开发这项技术。

【参考文献】

- [1] 王振东. 浅层地震勘探应用技术[M]. 北京:地质出版社, 1988.
- [2] 朱金芳,徐锡伟,黄宗林,等. 福州市活断层探测与地震危险性评价[M]. 北京:科学出版社, 2005.
- [3] 王庆海,徐明才. 抗干扰高分辨率浅层地震勘探[M]. 北京:地质出版社, 1991.

- [4] R E谢里夫, L P 吉尔达特. 勘探地震学[M]. 北京:石油工业出版社, 1999.
- [5] 马文涛,徐锡伟,郝书俭,等. 北京市黄庄—高丽营隐伏断裂的浅层地震勘探[J]. 地震地质, 2004, 26(4): 698-705.
- [6] 吴怡,嘉世旭,段永红,等. 地震折射波法在郑州市西区浅层勘探中的应用[J]. 地震地质, 2006, 28(1): 84-92.
- [7] 丁维凤,冯霞,来向华,等. Chirp 技术及其在海底浅层勘探中的应用[J]. 海洋技术, 2006, 25(2): 10-14.
- [8] 赖晓玲,孙译. 中国大陆东部强震区和火山人工地震探测研究综述[J]. 地震物理学进展, 2006, 21(3): 722-729.

(上接 259 页)

(3) 根据现场实地考察,土木结构房屋和土坯房达到严重破坏时完全属于危房,无维修价值,需拆除重建,加大了重建成本,应将严重破坏房屋与毁坏房屋同等对待。

(4) 文县属国家级贫困县,自然条件较差,地形极为复杂,当地经济发展缓慢,财政收支倒挂,抗震自救能力很弱,恢复重建周期长,困难大,所需经费多,建议党中央、国务院、省委、省人民政府及有关部门在抗震救灾中给予必要的支持和帮助。

(5) 建议把恢复重建和“地震安全农居示范工

程”相结合,对震区的村庄统一规划选址和样板设计,充分考虑结构的抗震性能。

【参考文献】

- [1] 中国地震局工程力学研究所,新疆地震局. 地震现场工作第4部分:灾害直接损失评估(GB/T18208.4—2005)[S]. 北京:中国标准出版社, 2005.
- [2] 国家地震局震害防御司. 地震灾害预测和评估工作手册[M]. 北京:地震出版社, 1993.
- [3] 卢寿德主编.《地震现场工作》国家标准宣贯教材[M]. 北京:中国标准出版社, 2002.