

文章编号: 1006-6616 (2016) 03-0594-08

江西瑞昌市横岗砖厂断裂探测 及其活动特征研究

齐 信, 邵长生, 陈州丰, 陈立德
(中国地质调查局武汉地质调查中心, 武汉 430205)

摘 要: 经化探、物探和槽探工程, 对出露于江西瑞昌横岗砖厂取土开挖场地内的地裂缝的成因、特征及意义进行了分析。该区地裂缝总体走向均为北东向, 呈“簇”状密集分布, 总体延伸长度超过 300 m, 且地裂缝内均有灰白色、浅灰色矿物充填。解析认为该区分布一条北东走向陡倾正断裂, 断裂倾向南东, 倾角 60° — 75° 。局部探槽开挖揭露该断裂其中一断裂面错动第四纪坡洪积物, 断裂产状为 $155^{\circ} \angle 71^{\circ}$, 走向 65° , 上盘下降, 错距达到 3 m (未揭露到底)。断层壁平直, 断裂面擦痕清晰, 可见 5 条长 1~2 m 的铲刮沟槽, 槽深 5~20 mm, 显示该断层呈左旋倾滑性质。取上断点地层沉积物 ESR 测年, 测年范围为距今 0.27~0.42 Ma, 研究表明该断裂在中更新世中期显著活动过, 为一条中更新世活动断裂。综合分析认为该区地裂缝发育受横岗砖厂断裂控制, 地裂缝的形成是横岗砖厂断裂活动在第四系地表的响应。

关键词: 地裂缝; 活动断层; ESR 测年; 高密度电法
中图分类号: P546; P69 **文献标识码:** A

0 引言

江西瑞昌地区位于中国中东部, 尽管从地震活动分区上, 该区为中等—弱活动区, 但是该区曾多次发生过地震^[1-2], 最大一次是 2005 年 11 月 26 日发生在九江—瑞昌地区的 $M_s 5.7$ 级地震^[2], 给当地人民的生命和财产造成一定损失和严重威胁。鉴于地震的这种难以预报性, 许多学者转向加强地震发生活动断层的研究。活动断层是指晚更新世距今 100~120 ka 以来一直在活动, 现在正在活动, 未来一定时期内仍会发生活动的各类断层^[3]。是否影响到第四系是判断活动断层的一个重要标准, 地表第四系露头是活动断层调查研究的前提和基础。在江西瑞昌地区开展断裂活动性调查过程中, 于瑞昌横岗砖厂取土开挖场地内见丰富地裂缝出露, 地裂缝总体走向多为北东向, 呈“簇”状密集分布, 多达 100 余条。地裂缝宽 3~40 mm 不等, 长 2~10 m; 沿着地裂缝延伸方向追索, 见其呈雁翅或羽列状不均匀出露, 总体延伸长度可达 300 余米, 且地裂缝内均有灰白色、浅灰色矿物充填。该区为第四系冲洪

收稿日期: 2016-05-05

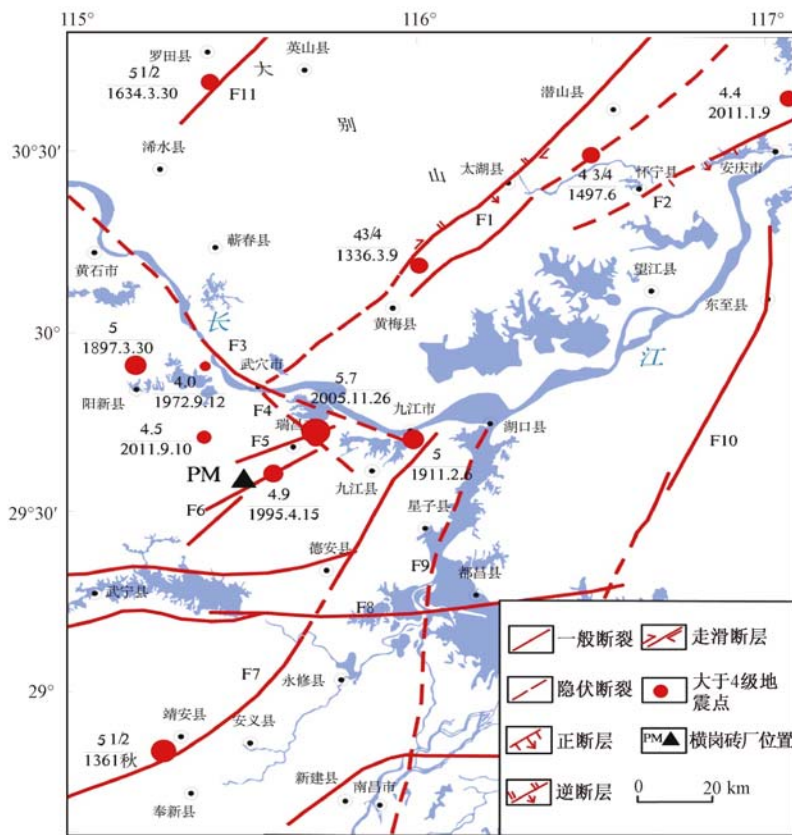
基金项目: 中国地质调查局地质调查项目“长江中游城市群活动构造与地壳稳定性评价”(1212011120097)

作者简介: 齐信 (1983-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事水工环方面的调查与研究工作。E-mail: qx_cdut@126.com

积覆盖区, 第四系厚度 6~30 m。为进一步分析地裂缝成因、特征及意义, 在该区布署了物探、化探和槽探工作, 并取探槽开挖揭露的某断裂面上断点地层沉积物进行 ESR 测年, 以进一步确定断层活动时代。

1 横岗砖厂地裂缝分布特征

地裂缝出露位置位于江西省瑞昌市 S304 省道北侧横岗砖厂 (见图 1), 砖厂大面积取土开挖, 地面和剖面出露丰富地裂缝。该区为岗地地貌, 第四系厚度 5~20 m, 土体多呈二元结构, 上部为典型网纹状红黏土, 下部为坡洪积砂砾石层, 砾石多呈次棱角状, 粒径 2~10 cm, 以石英砂岩为主。地裂缝发育于砂砾石层中 (底部未揭露), 地裂缝上段多切入网纹红黏土中上部。



F1—郟城—庐江断裂带; F2—枞阳—宿松断裂; F3—襄樊—广济断裂; F4—通江岭—洋鸡山断裂; F5—丁家山—桂林桥—武宁断裂; F6—刘家—范家铺—城门山断裂; F7—九江—靖安断裂; F8—永修—都昌断裂; F9—湖口—新干断裂; F10—东至断裂; F11—霍山—罗田断裂

图 1 九江—瑞昌地区构造纲要图

Fig. 1 The Jiujiang-Ruichang region tectonic outline map

地裂缝宽 3~40 mm 不等, 长 2~10 m, 沿着地裂缝延伸方向追索, 呈雁翅或羽列状不均匀出露。调查统计地裂缝出露密集带有 8 处 (见图 2), 地裂缝呈“簇”状分布, 总数多达 100 余条, 裂缝内多有灰白色—浅灰色脱硅富铝作用产生的黏土矿物充填 (见图 3)。统

计显示地裂缝总体走向多为北东向（见图2，图4），具有较强规律性和一致性。根据九江地区构造纲要图（见图1），横岗砖厂位于刘家—范家铺—城门山断裂带附近，走向与该断裂也具有较好一致性，该区地裂缝的成因是否与断裂的活动有关值得进一步研究。

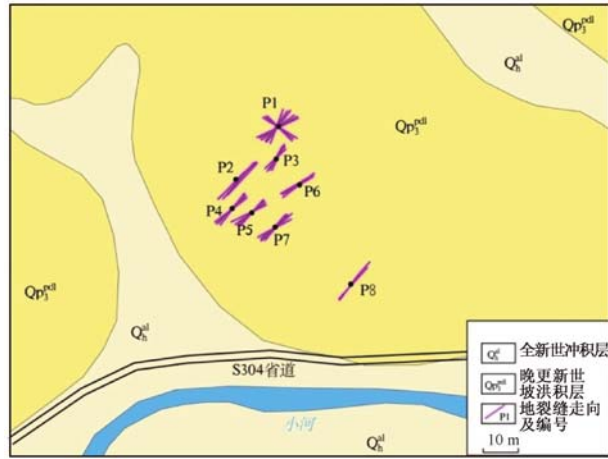


图2 地裂缝走向示意图

Fig. 2 The strike sketch map of fissures

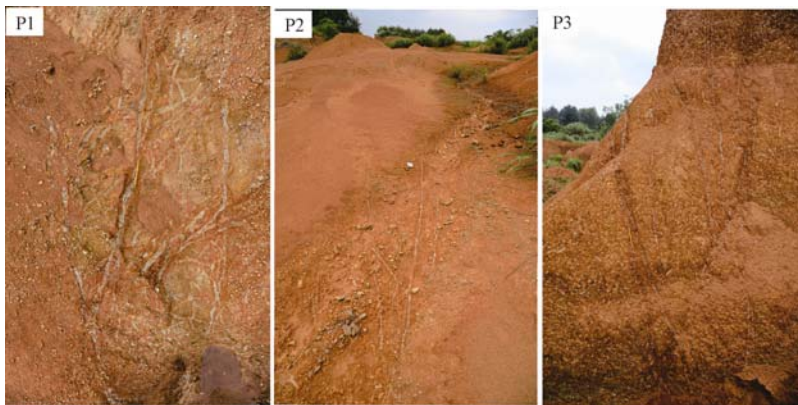


图3 典型地裂缝照片

Fig. 3 Photos of typical fissures

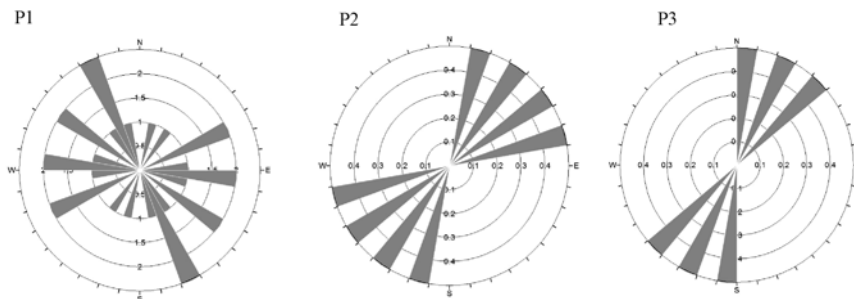


图4 典型地裂缝走向玫瑰花图

Fig. 4 The rose diagram of typical fissure strike

2 地球化学-地球物理联合剖面方法探测隐伏断裂

为了进一步查明横岗砖厂地裂缝是否由于该区断裂活动诱发引起, 开展了地球化学和地球物理联合剖面方法隐伏断裂探测工作。根据前人研究成果^[4~5], RAD7 测氡和高密度电法对隐伏断裂探测具有较好效果。本次部署 2 条探测剖面, 分别为 A-A' 剖面 and B-B' 剖面 (见图 5)。

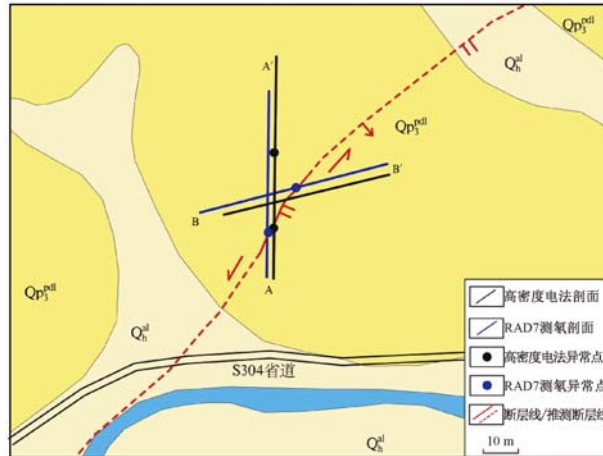


图 5 地球化学和地球物理联合剖面部署图

Fig. 5 Geochemical and geophysical union profile deployment diagram

2.1 RAD7 测氡探测及结果分析

两条测氡剖面测线总长 890 m, 共计测点 122 个, 基本间距 10 m, 另外对高值异常附近进行了加密测量。A-A' 剖面的土氡背景值 $R_n B$ (测线平均值) 为 575.2 Bq/m^3 , 异常值下限 $R_n F$ 为 3189.7 Bq/m^3 。氡异常值为单峰型, 出现在 70 ~ 100 m 处, 主峰异常值为 4290 Bq/m^3 , 是背景值的约 7.5 倍 (见图 6)。B-B' 剖面的土氡背景值 $R_n B$ (测线平均值) 为 1672.9 Bq/m^3 , 异常值下限 $R_n F$ 为 10065.8 Bq/m^3 。氡异常值也为单峰型, 出现在 230 ~ 250 m 处, 主峰异常值为 19800 Bq/m^3 , 是背景值的约 11.8 倍 (见图 7)。在断裂构造带上, 由于岩石破碎, 致使断裂附近岩石的射气性能增强, 岩石的射气系数也都比较大, 断裂破碎带上的放射性气体氡多出现正异常。

A-A' 剖面自南向北测量, 80 ~ 100 m 处出现单峰型异常, 异常值区域为开挖路面, 四周开阔几乎无植被及人为污染, 表明异常点附近可能有断层经过; 此测线 360 m 之后进入菜地, 出现的数个高值点认为是农药残留及有机质含量偏高所致。B-B' 剖面自西向东测量, 在 240 m 附近出现单峰型异常, 该场地为开挖的网纹红土平地, 被稀疏杂草覆盖, 人类活动极少, 无人污染, 结合环境、曲线现状以及场地现象, 推测此处有断层经过。另外, 测线 A-A' 异常点与测线 B-B' 异常点连线走向与该区地面地裂缝走向一致, 也与数据曲线呈锯齿状相吻合。

2.2 高密度电法探测及结果分析

两条高密度电法探测剖面测线总长 791 m。测试结果显示测线 A-A' 剖面存在 2 处异常。高密度电法 A-A' 剖面基岩面约 15 m, 地震反射法结果存在一处反射波同向轴杂乱、相位数

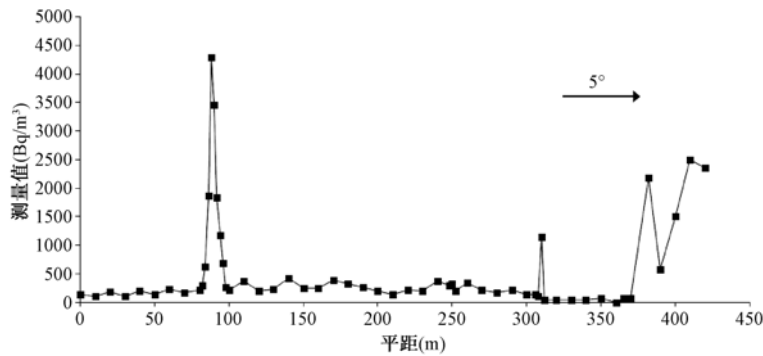


图6 A-A'剖面 RAD7 测量结果

Fig. 6 RAD7 results of the Line A-A'

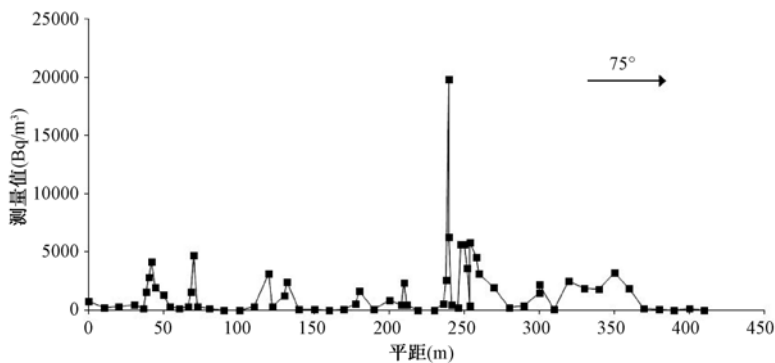


图7 B-B'剖面 RAD7 测量结果

Fig. 7 RAD7 results of the Line B-B'

目变化较大的反射现象。从地表到地下 15 m 范围内，整条剖面电性层连续，15 m 以下呈现中间高阻两侧低阻的特征，北侧标高 35 m 至 6 m 也有一个高阻体。南北两侧高阻不连续，表明存在基岩断裂。推断该断面上存在 2 处断裂，正断层异常点坐标为 $N29^{\circ}33'58.31''$ ， $E115^{\circ}30'25.20''$ ，倾向南东，倾角约 71° ；逆断层异常点坐标 $N29^{\circ}33'58.32''$ ， $E115^{\circ}30'25.2''$ ，倾向北西，倾角约 42° （见图 8）。测线 B-B' 剖面也存在 2 处异常。高密度电法 B-B' 剖面基岩面约 12 m。从地表到地下 12 m 范围内，整条剖面电性层连续，12 m 以下呈现中间低阻两侧高阻的特征，尤其是测线 180 ~ 200 m 范围内出现低阻带，疑为基岩断层破碎带。同时，在测线 280 m 处出现一小型低阻带，应为主断裂的分支断裂。总之，推断测线 B-B' 剖面上存在 2 处断裂，主断裂位于测线 190 m 附近，显示正断性质，断层倾向南东，倾角约 55° ，高密度电法显示错距达到 1 ~ 3 m（见图 9）；分支断裂位于测线 280 m 附近，断层性质不详，疑为主断裂上盘下降引起主断裂南东侧土体补偿式错动（见图 9）。

对 RAD7 测氦探测和高密度电法探测异常点进行叠加分析，认为该区分布一条北东走向陡倾正断裂，断裂走向 $NE50^{\circ}-85^{\circ}$ ，倾向南东，倾角 $60^{\circ}-85^{\circ}$ 。

3 横岗砖厂断裂活动特征分析

在高密度电法和 RAD7 测氦探测异常点叠加处进行小规模探槽开挖，揭露该处为横岗断

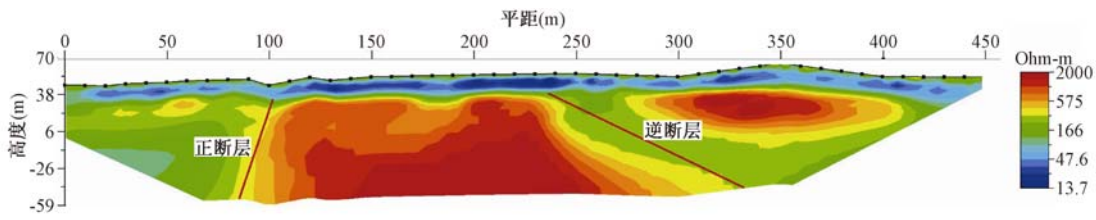


图8 A-A'探测剖面高密度电法测量结果

Fig. 8 Results of high density resistivity measuring of Line A-A'

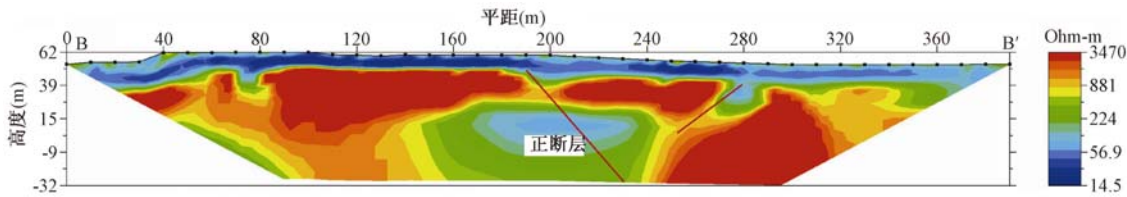


图9 B-B'探测剖面高密度电法测量结果

Fig. 9 Results of high density resistivity measuring of Line B-B'

裂通过区(受槽探深度及周边环境影 响, 未揭露到底)。揭露剖面厚度 4~6 m, 自下而上可划分为 2 层: ①剖面上部 3~4 m 为灰褐色—褐黄色夹少量次圆状砾石坡洪物层; ②下部 1~2 m 为紫红—棕红色黏土, 富含铁-锰质薄膜(见图 10)。根据地层上下新老关系及微构造特征, 横岗断裂性质为正断裂, 断距大于 3 m (未揭露到底)。断裂面上发育 5 条破裂裂缝, 分别为 F1—F5 (见图 11), 产状 142°—175°∠60°—79°。其中 F1 为主断裂面, 平直, 延伸好, 可见长度约 6 m, 为层①和②分界面, 且在下盘断面可见 4 条近平行铲刮沟槽, 分别为 T1—T4 (见图 11), 为断裂上下盘间相对运动砾石铲刮形成的细小沟槽, 一般长 0.5~1.0 m, 最大长约 1.5 m, 宽 2~4 cm, 深 2~15 mm, 产状 45°∠28°—31°, 铲刮沟槽表明横岗断裂正断兼有左旋倾滑性质。同时, 断裂次级破裂面亦有擦痕(见图 12), F4 中擦痕清晰, 且破裂面光滑, 呈镜面现象。沿横岗断裂走向追索, 在 RAD7 测线 B-B'异常点发现 6 条地裂缝出露, 分别为 L1—L6 (见图 13), 且显示剖面底部层①砾石层被错开, 地裂缝走向 55°—65°, 倾角 50°—85°, 上覆层②为典型网纹红黏土, 推测认为横岗砖厂断裂从该点通过。



图 10 探槽局部剖面照片(镜向 70°)

Fig. 10 Exploratory trench part profile photo

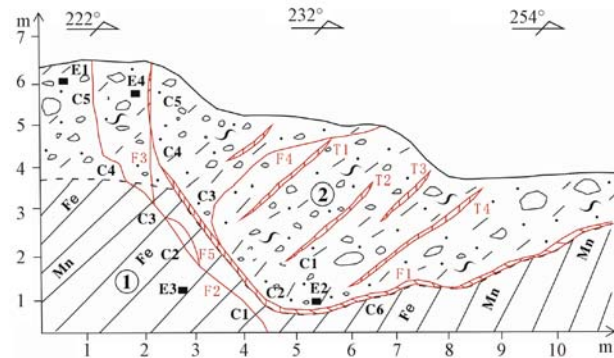


图 11 探槽剖面素描图

Fig. 11 Exploratory trench sketch



图 12 探槽剖面 F4 断层擦痕 (镜向 130°)

Fig. 12 The strias of F4 fault in exploratory trench profile

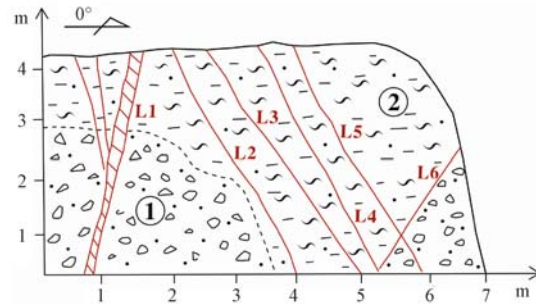


图 13 地裂缝出露剖面位置

Fig. 13 Exposed profile location of fissures

为进一步确定断层活动时代,在探槽开挖揭露断裂面上,取上断点地层沉积物进行 ESR 测年,测试结果显示最老年龄为 0.42 Ma,最新活动年龄为 0.27 Ma,断层活动时代为距今 0.27~0.42 Ma 范围内,表明该断裂在中更新世中期显著活动过,为一条中更新世活动断裂。

综上所述,笔者认为该区地裂缝发育受该横岗砖厂断裂控制,地裂缝的形成是横岗砖厂断裂活动在第四系地表的响应。

4 结论

江西瑞昌横岗砖厂开挖场地见丰富地裂缝出露,地裂缝呈雁翅或羽列状分布,具有较好的延伸性。地裂缝内多有灰白色—浅灰色脱硅富铝作用产生的黏土矿物充填。地裂缝总体走向均为北东向,具有较强规律性和一致性。

经地球化学 RAD7 测氡和地球物理高密度电法联合剖面探测,均发现测量值异常且集中分布。在联合探测剖面异常值叠加部位局部探槽开挖揭露出 5 条断裂面,断裂面擦痕清晰,铲刮细小沟槽发育,显示该断层呈左旋倾滑性质。沿着断层追索亦发现一处地裂缝集中密集带,局部砂砾石层被错开。

取该断裂上断点地层沉积物 ESR 测年分析,年龄为 0.27~0.42 Ma,表明该断裂在中更新世中期显著活动过,为一条中更新世活动断裂。

地裂缝走向与横岗断裂走向具有较强的一致性,该区地裂缝发育受该横岗砖厂断裂控制,地裂缝的形成是横岗砖厂断裂活动在第四系地表的响应。

参 考 文 献

- [1] 曾文敬,赵爱平,汤兰荣.九江—瑞昌 5.7 级地震余震震源机制解 [J].大地测量与地球动力学,2009,29(4):42~47.
ZENG Wen-jing, ZHAO Ai-ping, TANG Lan-rong. Focal mechanism solutions of aftershocks of Jiujiang-Ruichang earthquake [J]. Journal of Geodesy and Geodynamics, 2009, 29 (4): 42~47.
- [2] 吕坚,曾文敬,谢祖军.2011 年 9 月 10 日瑞昌—阳新 4.6 级地震的震源破裂特征与区域强震危险性 [J].地球物理学报,2012,55(11):3625~3633.
LÜ Jian, ZENG Wen-jing, XIE Zu-jun. Rupture characteristics of the Ms4.6 Ruichang-Yangxin earthquake of Sep. 10, 2011 and the strong earthquake risk in the region [J]. Chinese Journal of Geophysics, 2012, 55 (11): 3625~3633.

- [3] 邓起东. 中国活动构造研究的进展与展望 [J]. 地质评论, 2002, 48 (2): 168 ~177.
DENG Qi-dong. Advances and overview on researches of active tectonics in China [J]. Geological Review, 2002, 48 (2): 168 ~177.
- [4] 王秋良, 王恒希, 陈园园, 等. 土氡测量在城市断层探测中的应用 [J]. 大地测量与地球动力学, 2010, 30 (1): 38 ~42.
WANG Qiu-liang, WANG Heng-xi, CHEN Yuan-yuan, et al. Application of soil radon measurement in urban fault surveying [J]. Journal of Geodesy and Geodynamics, 2010, 30 (1): 38 ~42.
- [5] 程邈, 傅焰林, 李振宇. 高密度电法在查明潜伏断裂中的应用 [J]. 工程地球物理学报, 2011, 8 (4): 417 ~420.
CHENG Miao, FU Yan-lin, LI Zhen-yu. Application of high density resistivity method to hidden fault investigation [J]. Chinese Journal of Engineering Geophysics, 2011, 8 (4): 417 ~420.

RESEARCH ON DETECTION AND ACTIVITY OF THE HENGANG BRICKYARD FAULT IN RUICHANG CITY, JIANGXI PROVINCE

QI Xin, SHAO Chang-sheng, CHEN Zhou-feng, CHEN Li-de
(Wuhan Center, China Geological Survey, Wuhan 430223, China)

Abstract: In the fault activity survey, we found much more fissures in the Henggang Brickyard in Ruichang City, Jiangxi province. The overall trend of the fissures is NE, the fissures distribute densely in a “cluster” shape, with length more than three hundreds. And filled by gray-white and light gray minerals. Through the analysis, this paper considers that there is a north-east trend steep normal fault, with south-east strike and dip angle $60^{\circ} \sim 75^{\circ}$. Local trench excavation exposes that one of the fault planes diastrophism the Quaternary slope alluvial material, the fault occurrence is $155^{\circ} \angle 71^{\circ}$, fault strike NE 65° , upside down, stagger distance up to 3 m (not reveal bottom). The fault is straight, we can clearly visible scratches on the fault plane, and five 1 ~2 m long scraping grooves with 5 ~20 m deep. These display the fault is left-lateral dip-slip. Through ESR to date the strata sediment from upper breakpoint, the age range is 0.27 ~0.42 Ma. Research shows that this fault is significantly active in Middle Pleistocene, it is a Middle Pleistocene active fault. It is analysed that the development of ground fissures in this area are controlled by the Henggang Brickyard fracture, the forming of fissures responded to the activity of Henggang Brickyard fracture in Quaternary.

Key words: fissure; active fault; ESR dating; high density resistivity method