

The Work Thought and Comparison & Application for the Methods of Geophysical Prospecting in Fault Detecting

—A Case Study of Guangxi Lingshan Area Active Fault Detecting

Junhong Lu, Xingdun He, Jie Liang, Junliang Li, Jiaobing Wu

Earthquake Administration of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning Guangxi
Email: junhonglu007@163.com

Received: Jun. 10th, 2017; accepted: Jun. 27th, 2017; published: Jun. 30th, 2017

Abstract

Based on the background of active fault detecting in the major study area of Lingshan Guangxi, this paper introduces the work thought and comparison & application to the methods of geophysical prospecting in the buried area. Based on the comprehensive analysis to the previous data, the line R located at Dalong village Shitang town is selected to be the site for the integrated test exploration. According to the work thought of layered detecting, the high density resistivity method has been used firstly, followed by the seismic imaging method, refraction waves method and ground penetrating radar, tracing the upper breakpoint of the fault located at the depth of 2 m. Finally, with the help of large-scale investigation pit, the upper breakpoint of the fault has been exposed at the depth of 1 m, which is a holocene active fault. The comprehensive detecting result shows that the methods combination of high density resistivity method, seismic imaging method and ground penetrating radar meet the need of the active fault detecting in the major study area of Lingshan.

Keywords

Active Fault, Geophysical Prospecting, Work Thought, Comparison & Application

多种物探方法在断层探测中的工作思路与对比应用

—以广西灵山地区活动断层探测为例

陆俊宏, 何兴敦, 梁 结, 黎峻良, 吴教兵

广西壮族自治区地震局, 广西 南宁

文章引用: 陆俊宏, 何兴敦, 梁结, 黎峻良, 吴教兵. 多种物探方法在断层探测中的工作思路与对比应用——以广西灵山地区活动断层探测为例[J]. 应用物理, 2017, 7(6): 184-193. <https://doi.org/10.12677/app.2017.76025>

Email: junhonglu007@163.com

收稿日期: 2017年6月10日; 录用日期: 2017年6月27日; 发布日期: 2017年6月30日

摘要

以广西灵山重点研究区活动断层探测为背景, 本文介绍了在隐伏区多种物探方法工作思路和对比应用。在对前人资料综合分析的基础上, 选择石塘镇大龙村R测线作为综合对比探测试验场。根据分层探测的工作思路, 首先采用了高密度电法进行初探, 其次分别采用了地震映像、地震反射波法和地质雷达探测, 逐步追踪了断层上断点埋深在2 m的位置。最后通过大型探槽揭露了断层上断点埋深在1 m位置, 是一条全新世活动断层。综合探测成果表明, 高密度电法、地震映像和地质雷达组合探测能够满足灵山重点研究区活动断层探测需要。

关键词

活动断层, 物探, 工作思路, 对比应用

Copyright © 2017 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

根据“2016~2025年我国大陆地震重点监视防御区”确定方案, 广西灵山正位于地震重点监视防御区范围内。广西灵山地区在1936年4月1日曾经发生过有历史记载以来最大的一次地震, 震级为6 $\frac{3}{4}$ 级, 该地震发生的位置就位于防城-灵山断裂带上。防城-灵山断裂带是一条规模较大的区域性断裂。该断裂自东兴市马路镇向南西延伸出中国境, 向北东70°~80°延伸至防城北侧的上竹山村, 拐向北东40°~50°延伸, 过钦州平吉镇、灵山县、浦北寨圩镇, 与峒中-小董断裂斜接, 全长大于180 km [1]。据周本刚等人对防城-灵山断裂带活动性分段研究, 该断裂带可分为4个活动性不同的段落, 自南北依次为防城段、平吉盆地段、灵山段和石南段, 其中灵山段具有较强活动性[2]。因此, 开展广西灵山地区活动断层探测研究对防震减灾具有重要意义。

在中国地震局和广西壮族自治区地震局合作的《广西历史强震区发震构造探测研究——以灵山震区为例》省局项目背景下, 根据活断层探测工作要求和灵山重点研究区浅层探测方案, 拟对灵山县平山镇灵家至石塘镇镇安一带进行活动断层探测, 研究其活动性及活动期次。

这些年随着国家对防震减灾的重视, 对基础研究不断加大投入, 已有不少活动断层成功探测的案例和实用的技术方法。在沈阳市活断层探测研究中万波等人给出了探测的设计思路, 针对各个阶段探测目标给出了划分方案与技术路线[3]。在探测方法方面, 何正勤等人对城市活断层探测中的浅层地震勘探方法作了系统介绍和实用性分析[4]; 此外, 在其他探测方法上, 易兵等人针对城区干扰因素多环境复杂等不利因素, 利用高密度电法、地质雷达、瞬变电磁法和高分辨率地震等物探方法在长春市活动断层探测工作中取得了较理想的探测效果[5]。在各种物探方法实际使用上, 浅层地震勘探方法运用得比较多, 也比较成熟, 如何正勤等人用地震反射波法对玉溪盆地普渡河断裂进行探测, 成功探测到该断裂错断了新

近系上新统中上部地层[6];在沿海地区使用高频检波器和可控震源组合进行隐伏断层探测,阐述了在强干扰环境下提高信噪比和分辨率的有效途径[7]。在20 m以内的浅部活断层探测,地质雷达也得到了成功的应用,如宋文杰等人利用地质雷达很好地探测到泰山山前断裂,并对其在应用中的影响因素进行了分析[8]。总而言之,不同地质背景下活断层探测的工作思路和方法选择已经成为目前从事活断层探测研究工作主要面临的首要问题。

2. 重点研究区构造背景

广西灵山重点研究区位于华南板块南华活动带与华夏陆块结合部,大瑶山隆起、六万大山凸起和灵山断褶带交汇地带,巴马-博白断裂带和防城-灵山断裂带在区内交汇,是区域上地质构造较复杂地区。构造线总体呈北东-南西走向,断裂活动多期、频繁,是广西主要地震活动区之一。

3. 重点研究区地质概况

重点研究区出露的地层主要有上泥盆统一石炭统石夹组(D3-C1sj),是研究区内出露的最老地层。这些地层主要分布于研究区东北部平南塘、鸭儿塘、蕉根坪、镇安、大化、夏塘至尖山村以及南部校椅麓一带。总体构造线呈北东-南西向走向,以一套深海盆地相硅质岩系为主。岩性下部为灰黑色薄-中层状含锰硅质岩夹灰黄色、浅灰色、深灰色薄-厚层状硅质岩、硅质泥岩;中部为灰色、灰白色、灰黄色等杂色中-薄层状硅质岩;上部为深灰色薄层状硅质岩。该组未见顶底,与早三叠世粗中粒堇青黑云二花岗岩、中三叠世中-细粒含紫黑云二长花岗岩呈侵入接触关系,接触界线清楚,接触面略有起伏。

第四系沉积物发育,分布较为广泛。主要沿北东向夏塘水库-灵东水库之河谷和夏塘水库-镇安两侧、山间沟谷上,由冲积层及山前洪冲积层组成。

冲积层主要由灰-灰黄色砂质粘土层、砂砾层或粘土质砂层,厚2~3 m,沿灵东水库北东尾部-平山中学-平山林场-灵家村-尖山村-夏塘村北东向开阔河谷分布。此外灵东水库南东岸、山村-高唐村东西向及南东向沟谷、大化村北东向沟谷均有少量分布。

洪冲积层主要分布于新庄村东部、高塘村南部、校椅麓南部及高垌村、尖山村一带山涧沟谷、山前河口及山坡下部。主要岩性为砾石、砂砾层夹砂土层、粘土层,其成分与山体基岩相一致,厚度在数米至数十米。

重点研究区呈现出北东向条带状谷地地貌特征,与断裂发育方向一致,发育有2~3级阶地。靠东南麓为罗阳山脉,最高点海拔860 m,为研究区主要的岩浆岩体,山脚为主要冲洪积扇体发育地带,谷地为冲积区,最低点海拔90 m,谷地西北侧为丘陵地貌,最高点海拔380 m,总体上形成了东南高-西北低缓起伏的地貌格局,这与区域构造格局密切相关。

重点研究区内主要分布有NE向寨圩断裂(蕉根坪-平山段)、NNW向福田-夏塘断裂、NNW向泗州断裂和友僚-蕉根坪断裂(见图1),其中罗阳山前寨圩断裂(蕉根坪-平山段)分布有四条次级断裂F1-1、F1-2、F1-3、F1-4,这4条次级断裂和蕉根坪-友僚断裂构成了研究区重点探测对象。以下为主要探测目标F1-1断裂概况:

F1-1断裂主要沿着高塘、校椅麓、高垌、灵家、夏塘和蕉根坪等村北侧的罗阳山山麓与3级台地分界处通过,全长约12 km,切割泥盆系和石炭系硅质岩、泥岩、泥灰岩及燕山期花岗岩,总体走向北东,倾向以北西为主,伴有反倾向断层,倾角 29° ~ 66° ,表现为早期具走滑性质,晚期为走滑兼具正断性质。

4. 重点研究区地球物理概况

据研究区内已有物探资料来看,砂质粘土层、砂砾层或粘土质砂层的电阻率在 $50\sim 150\ \Omega\cdot\text{m}$,泥岩电阻率在 $90\sim 160\ \Omega\cdot\text{m}$,硅质岩电阻率在 $200\sim 400\ \Omega\cdot\text{m}$,泥质粉砂岩电阻率在 $150\sim 400\ \Omega\cdot\text{m}$,花岗岩电阻率

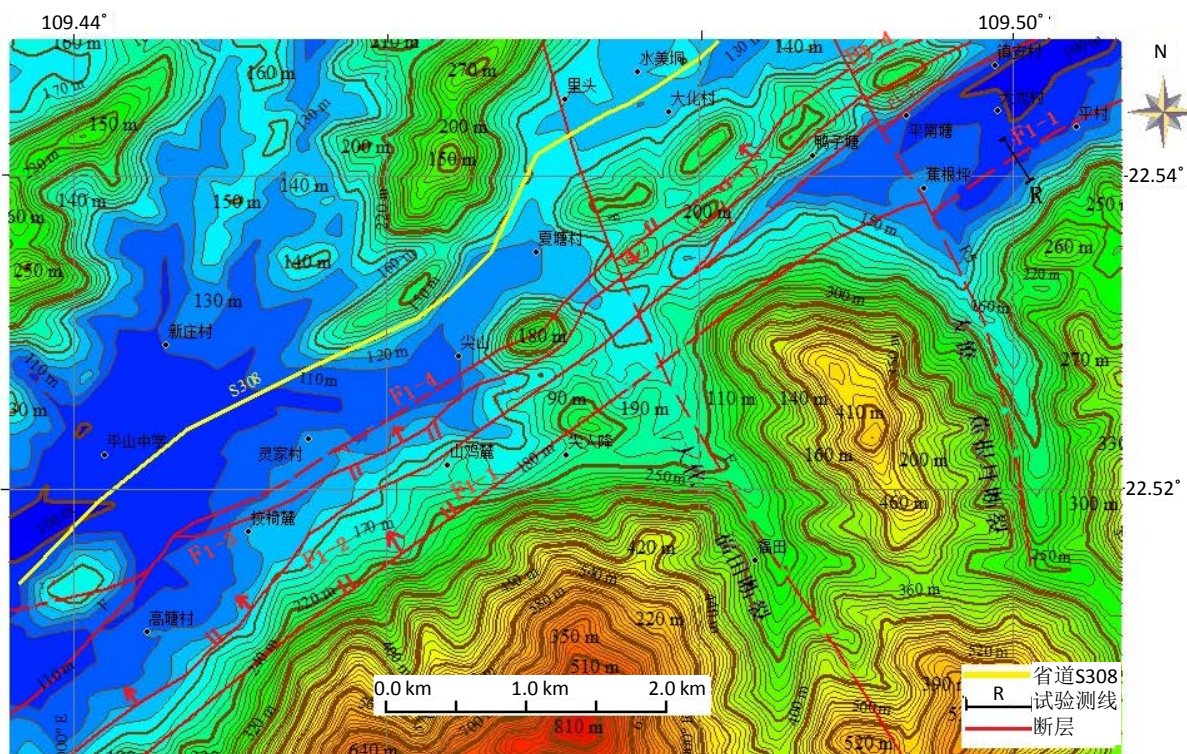


Figure 1. The structure map of main faults in study area

图 1. 研究区主要断裂构造图

在 160~300 $\Omega \cdot m$ 。基岩与覆盖层电阻率有较大区别，不同基岩之间电阻率也有一定的差异性，基岩风化程度越低，差异性就越大，这可作为电法勘探基础条件。

研究区内第四系土层地震波速度变化范围为 700~1200 m/s；风化层岩石地震波速度变化范围为 900~2720 m/s，地震波平均速度为 1750 m/s；而未风化的沉积岩和岩浆岩的波速高于风化层数倍。

从表 1 中的岩土速度特征可以获得以下信息：第四系覆盖(风化层)和下伏的沉积岩和岩浆岩之间速度差异明显，基岩顶面是良好的反射界面。断裂构造若造成岩石层面错动，将导致反射波同相轴或反射波相位错动。覆盖层(风化层)中各层间也有速度和密度的差异，当界面稳定时，同样可以形成地震反射界面。

根据表 1 不同岩石的介电常数特征可知，覆盖层(风化层)和未风化的岩层之间是良好雷达电磁波的反射界面。

5. 重点研究区浅层物探工作思路

从前人研究活动断层的区域看，主要分布在华北、华东和西部断层活跃的地区，这些地区第四系覆盖层一般都比较厚，几十到数百米不等，大多具有多层水平或近水平构造，在追踪标志层和上断点上具有较好的探测条件。相比华北、华东和西部地区，位于华南的广西灵山地区地质地貌和地球物理条件都比较复杂，断裂多沿谷地、沟坎、山包和冲洪积扇体发育，沿线岩性多变，第四系覆盖层层位较少，多不具有连续性。灵山重点研究区的活动断层探测主要位于一些覆盖层较薄(通常十几米以内)但在地表又找不到相关露头信息，只能在地貌上看到一些断层穿过迹象的隐伏区。根据柴焯章等人对银川隐伏活动断层采取多层次、先深后浅的探测理念[9]，结合灵山重点研究区复杂的地质条件和民俗风情特点，在使用炸药震源受限制的情况下，浅层物探工作思路应该遵循“先简单后复杂、先中浅部后浅部、先扫面后局部”的工作程序。即先追踪有露头点或有明显断层迹象附近的隐伏区断层，研究其断裂带的地球物理特

Table 1. The velocity parameter table of rock and soil in study area
表 1. 研究区岩土速度参数表

地层名称	岩性	纵波速度变化范围 (m/s)	平均值 (m/s)	介电常数 (参考值)
第四系	冲洪积层	700~1200	850	5~40
石炭系下统 C ₁	硅质岩、泥质硅质岩	2420~3380	2900	4~15
泥盆系上统 D ₃	灰紫、黑色锰硅质岩	3000~3400	3200	4~8
泥盆系中统 D ₃ b	泥质硅质岩, 深灰色页岩夹泥质灰岩、灰岩	3500~4900	4200	4~8
γ_5^1	花岗岩	3940~4320	4130	4~6
γ_5^2	花岗岩	3940~4320	4130	4~6
第四系	冲洪积层	700~1200	850	5~40

征和空间展布形态, 为后续连续追踪断层提供技术经验; 其次先探测基岩内的断层, 根据异常位置再进一步重点探测深部异常在浅部的投影位置; 最后是用简单、效率高的方法进行扫面初探工作, 初步推定断层的大致位置, 根据异常位置与地质、地貌结合, 判断应该重点探测的测线段, 进一步查明断层错动第四系情况, 根据未错动地层的年代初步判断断层的最新活动年代。对于断层错动第四系的测线段, 根据需要进行槽探或钻探, 进一步验证物探推断并揭露断层的性质和活动期次。

6. 重点研究区浅层物探探测方法

按照活动断层探测规范要求, 对于隐伏断层, 应采用浅层地震勘探方法进行探测, 确定断层的空间展布和上断点埋深。根据 DB/T 15-2009《活动断层探测》规范第 5.6.1 条规定[10], 浅层地震勘探适用于上断点埋深十几米至数百米的隐伏活动断层, 但对于十几米以内没有做出明确说明, 而灵山的覆盖层较薄, 主要活动断层探测层位就位于这十几米以内。因此, 为了填补这一层位深度探测空白, 针对灵山重点研究区覆盖层较薄和不连续性特点, 并结合断层发育特征, 同时考虑到在地质情况复杂的地区, 单一的方法容易造成误判, 即多解性比较突出问题, 对灵山活断层探测应考虑综合物探方法。目前, 很多探测断层的物探方法都比较成熟, 如高密度电法、浅层地震勘探和地质雷达等。高密度电法是以岩土电性差异为基础研究人工施加稳定电流场的作用下地中传导电流分布规律的阵列勘探方法, 该方法具有成本低, 效率高, 信息丰富, 解释方便等特点。地震映像是基于反射波法中的最佳偏移距技术发展起来的一种浅层勘探方法, 其特点是抗干扰能力弱, 勘探深度有限, 但可以利用多种波信息, 研究横向地质变化效果好。地震反射波法是利用反射波研究地层界面埋深和地质断面变化的技术方法, 其特点是工作方法简单, 水平叠加技术能够增强有效信号, 对水平层状构造探测能力强。地质雷达是利用发射天线向地下介质发射一定主频的电磁脉冲波, 通过接收反射电磁波以达到勘探的目的, 其具有浅部探测精度高, 工作方法简单等特点。这些方法组合一方面解决了断层定位问题, 另一方面解决了十几米内上断点埋深问题。灵山重点研究区位于罗阳山西北麓, 地下水和雨水较充沛, 断裂带在充水的情况下表现为低阻异常, 这给电法勘探提供了基础条件。此外, 冲洪积扇体内含有较多卵砾石, 层位较薄, 这成为地震法追踪断层不利因素。在这样非层状沉积的地质背景下, 根据已有的探测资料和经验, 应倾向于多种方法联合探测。

基于以上“先简单后复杂、先中浅部后浅部、先扫面后局部”的工作思路, 灵山重点研究区浅层物

探方法选择要基于第四系覆盖层厚度和土层的各向异性这 2 点考虑。因此,对于隐伏区活动断层探测,本次比对研究方法先采用高密度电法初探,初步推断异常可能位置,并在异常位置测线段再投入地震反射波法、地震映像和地质雷达方法,探查土层错断关系和上断点位置。高密度电法在断层定位上具有施工效率高,成本低,技术成熟等特点,特别适合岩土含水率较高的广西灵山地区。地震映像采用高低频检波器组合检波,一方面提高了对薄层的分辨能力,另一方面低频检波器接收的面波对松动的土层较敏感,可以辅助提高对活动断层的探测能力。此外,以单点连续测量方式探测,在数据处理上较容易实现。地质雷达对识别浅部异常具有非常高的分辨率,浅部松动的土层和风化壳对地质雷达发射高频的电磁波有较高的反射率。地震反射波法采用的水平叠加方法对近水平层状地层有较好的探测优势。所以,在复杂的地质背景下,为了达到了在不同层位追踪断层的目的,宜采用 2 种以上的物探方法进行探测。但是,哪种方法更有效,需要进行对比试验。图 2 是灵山重点研究区多种物探方法对比试验的技术流程。

7. 重点研究区探测方法对比与应用分析

为了确定各种浅层物探方法在广西灵山地区的适用性,在灵山石塘镇大龙村附近布置了一条比对探测测线 R,该测线主要捕捉北东向罗阳山前寨圩断裂的次级断裂 F1-1。为了方便比对和推断物探异常,在该测线上,分别采用了高密度电法、地震映像、地震反射波法和地质雷达 4 种方法。其中,高密度电法采用重庆奔腾数控技术研究所生产的 WGMD-9 多功能分布式高密度电法系统进行三极剖面法探测,5 m 点距,AO 为 7.5~77.5 m;地震映像采用北京水电物探研究所生产的 SWS-6 浅层地震仪进行 4 HZ 和 38 HZ 检波器组合检波,点距 0.5 m,偏移距 20 m;地震反射波法采用合肥国为电子有限公司生产的 GS101 48 道浅层地震仪进行探测,检波器 38 HZ,道间距 2 m,炮间距 2 m,偏移距 20 m,24 道接收;地质雷达采用加拿大 Senser & Software 公司研制生产的 EKKO-100 型地质雷达以及 100 MHz 天线,收发天线间距 1 m,测点间距 0.2 m,记录时窗 512 ns。以下为各种方法的探测成果图件。

从高密度电法联合剖面曲线图上看(见图 3),在测线 75 m 处有一个比较明显的视电阻率低阻正交点;130 m 附近 2 条曲线呈分离状态,结合高密度电法断面等值线图(见图 4),130 m 附近应该是一个岩性过渡带。据已有地质资料,F1-4 次级断裂基本上沿岩性分界面附近发育。此外,R 测线 0~150 m 段为多级缓降台地,说明这一段断层发育的可能性较高。因此,在 0~150 m 测线段进一步重点开展了地震映像、反射波法和地质雷达探测。

从图 5 地震映像成果剖面图上看,T2 波组在 85 m 处开始突然出现,T3 波组也有错动,其对应的反射层位应该是基岩面,T3 以下的面波群能量增强明显,这些均指示了断层的存在,并错动了 T2 和 T3 层位。在图 6 的反射波剖面图上看,同相轴并不很连续,效果较地震映像稍差一些,但仍能粗略判断断层的位置可能在 R 测线 85 m 附近。在地质雷达剖面图上看(见图 7),R 测线 83~85 m 之间,在 2~3 m 深度处,多出一组反射波同相轴,各反射波组有扰动的迹象,其两侧有不太明显的弧形绕射波同相轴,这个异常均与高密度电法、地震映像和反射波勘探异常位置基本相吻合。从地质雷达探测到的上断点埋深约在 2 m 位置。

为了进一步验证物探的推断,以大龙村 R 测线 84 m 处为中心沿测线布置探槽 LSTC06,探槽长约 20 m,宽 1.5 m,高约 3.5 m。由于探槽基地松软,探槽没挖到基岩。从图 8 中可以看到,黑色标志层⑤在 83m 附近中断,断层扰动了黄褐色含粘土中砂层②,使该层往下拽落,揭示该断层为正断性质,上断点埋深约在 1 m 左右。经附近的平村 LSTC07 探槽测年数据[11],揭示其是一条全新世活动断层。从该探槽的揭露情况看,在本次的方法比对中,高密度电法、地震映像和地质雷达组合探测,能够准确定位断层的位置并逐步由深至浅逼近上断点埋深。这些探测方法不仅适合灵山重点区探测,而且也满足了活断层探测的规范要求。

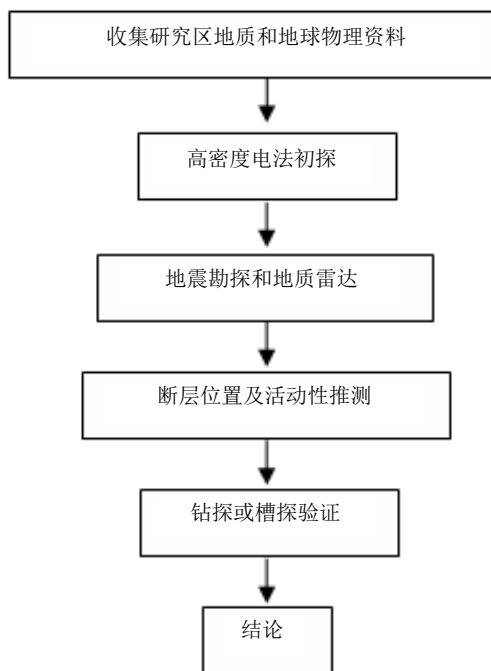


Figure 2. The flowchart of geophysical prospecting technology in major study area of Lingshan
图 2. 灵山重点研究区图浅层物探技术流程图

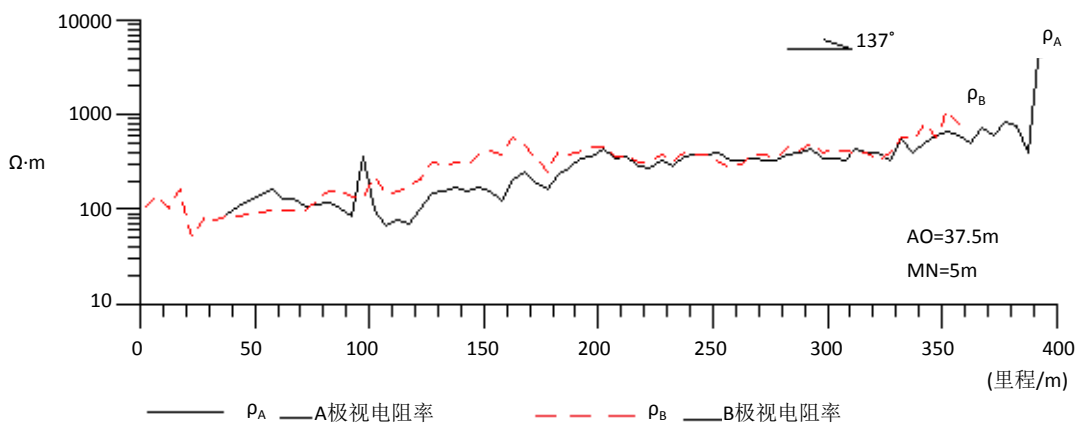


Figure 3. The combined profile curve map of the line R at Dalong village
图 3. 大龙村 R 测线联合剖面曲线图

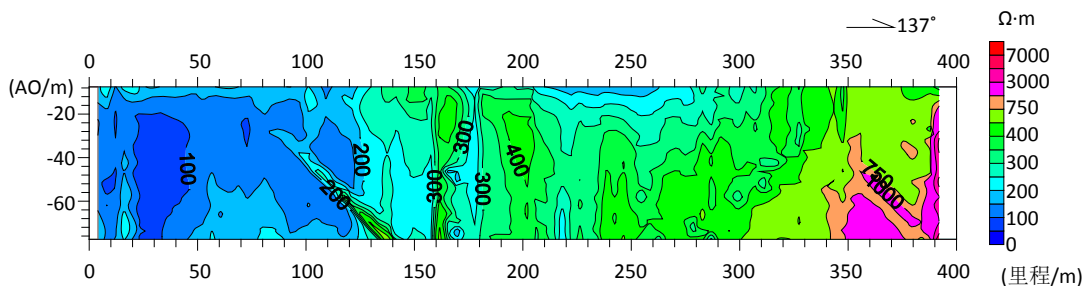


Figure 4. The section contour map of high density resistivity method of the line R at Dalong village
图 4. 大龙村 R 测线高密度电法断面等值线图

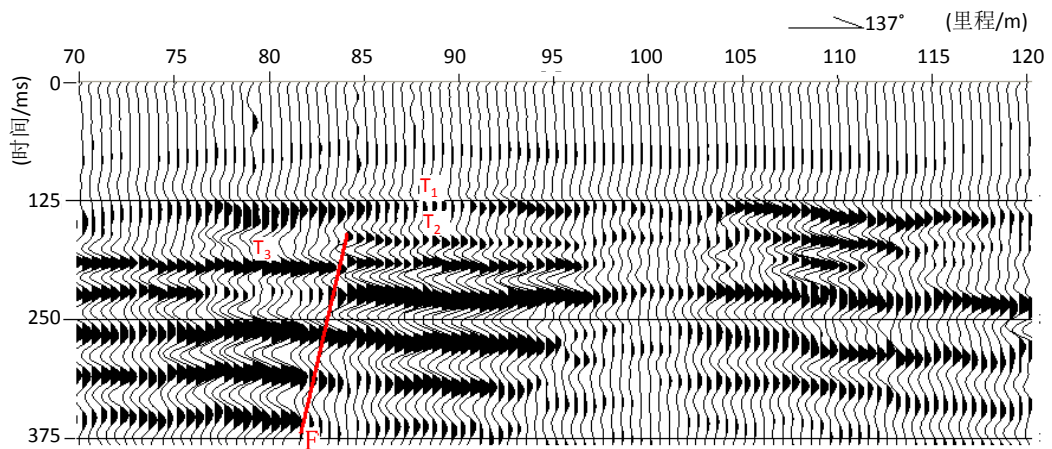


Figure 5. The profile of seismic imaging method of the line R 70~120 m at Dalong village
 图 5. 大龙村 R 测线 70~120 m 地震映像成果剖面图

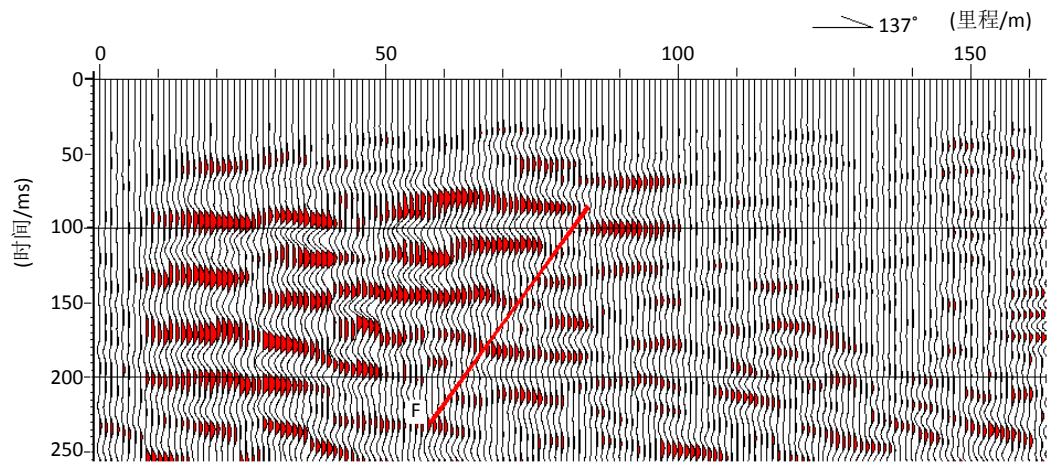


Figure 6. The profile of refraction waves method of the line R 0~160 m at Dalong village
 图 6. 大龙村 R 测线 0~160 m 地震反射波法剖面图

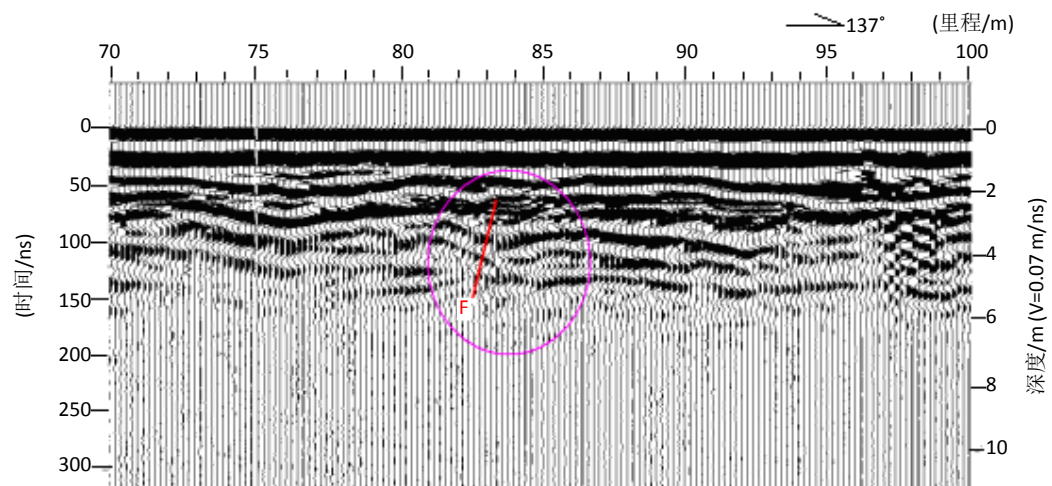


Figure 7. The profile of ground penetrating radar of the line R 70~100 m at Dalong village
 图 7. 大龙村 R 测线 70~100 m 地质雷达成果剖面图

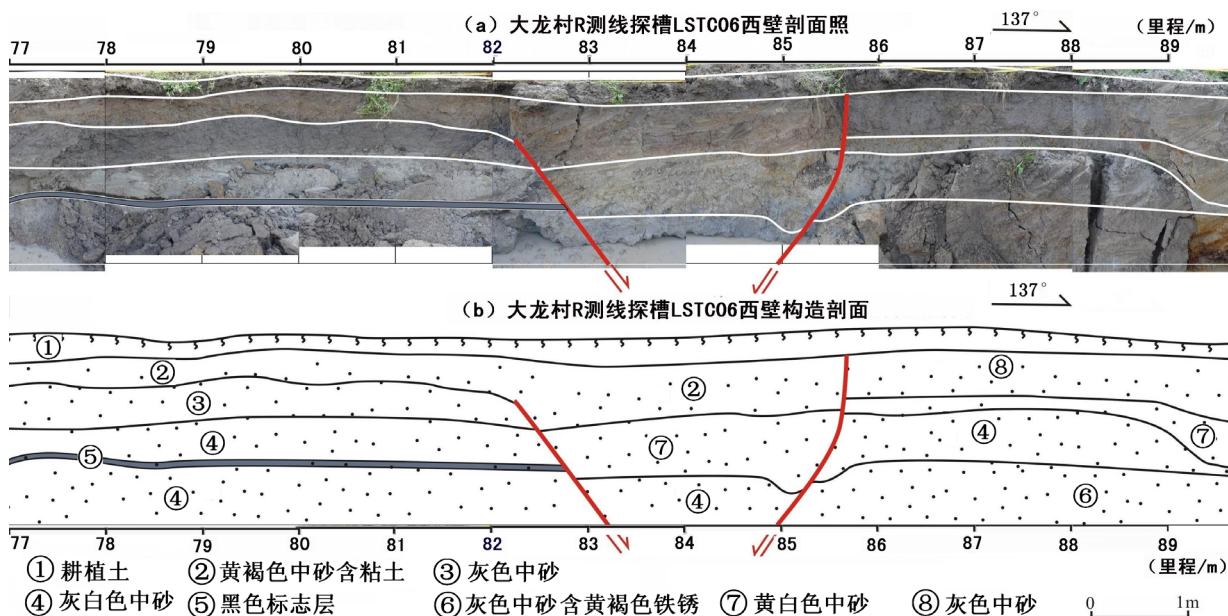


Figure 8. The profile of investigation pit LSTC06 of line R at Dalong village
图 8. 大龙村 R 测线探槽 LSTC06 剖面图

8. 结论与建议

通过探测方法比对研究,高密度电法、地震映像和地质雷达组合探测能够满足灵山重点研究区的探测需要,分层位探测工作思路值得下一步重点研究。反射波法探测效果不太理想,这可能与冲洪积扇体的结构特征有关。电阻率断面信息对于分析地下岩性变化和可能的构造特征具有一定的参考价值。本次探测结果和测年数据表明,北东向罗阳山前寨圩断裂的次级断裂F1-1是一条正断性质的全新世活动断层,探槽揭露其上断点埋深约在1 m左右。通过本次的探测方法比对与应用结果,说明了综合物探方法应用于地质情况复杂地区活动断层探测中的必要性。建议在十几米以内隐伏区活动断层探测,地震映像的检波器可采用高低频组合检波,一方面高频检波器提高了对薄层的分辨能力,有利于追踪上断点位置;另一方面低频检波器接收的面波对松动的土层较敏感,可以辅助提高对活动断层的探测能力。

总而言之,通过对比试验和灵山地区活动断层探测工作总结发现,活动断层探测设计方案必须与地质调查工作紧密结合,探测区地质特征分析、踏勘、物探方法的选择、论证和试验应有序开展,把不利的地质因素和人文干扰因素考虑到综合物探方法上,这样方法选择和仪器采集设置参数更有针对性,目标体探测结果才更有可信度。

基金项目

广西科学研究与技术开发计划项目(桂科攻 14251008)资助。

参考文献 (References)

- [1] 广西壮族自治区地方志编纂委员会,编. 广西通志·地震志[M]. 南宁: 广西人民出版社,1990.
- [2] 周本刚,杨晓平,杜龙. 广西防城——灵山断裂带活动性分段与潜在震源区划分研究[J]. 震灾防御技术,2008,3(1): 8-19.
- [3] 万波,廖旭. 沈阳市活断层探测的设计思路[J]. 防灾减灾学报,2007,23(3): 17-27.
- [4] 何正勤,叶太兰,丁志峰,等. 城市活断层探测中的浅层地震勘探方法[J]. 国际地震动态,2001(3): 1-6.

- [5] 易兵, 曾昭发, 薛建, 等. 城市活断层探测中的地球物理方法及效果分析[C]//环境与工程地球物理国际会议. 第二届环境与工程地球物理国际会议论文集. 长春: 吉林大学, 2006.
- [6] 何正勤, 安好收, 沈坤, 等. 用地震反射法对玉溪盆地普渡河断裂的探测[J]. 地震学报, 2013, 35(6): 836-847.
- [7] 何正勤, 陈宇坤, 叶太兰, 等. 浅层地震勘探在沿海地区隐伏断层探测中的应用[J]. 地震地质, 2007, 29(2): 363-372.
- [8] 宋文杰, 刘玉华. 地质雷达(GPR)断层探测及其应用中的影响因素分析[J]. 工业建筑 2015 年增刊 I, 2015.
- [9] 柴炽章, 孟广魁, 杜鹏, 等. 隐伏活动断层的多层次综合探测——以银川隐伏活动断层为例[J]. 地震地质, 2006, 28(4): 536-546.
- [10] 中国地震局. DB/T15-2009 地震行业标准: 活动断层探测[S]. 北京: 标准出版社, 2009.
- [11] 李细光, 潘黎黎, 李冰溯, 等. 广西灵山断裂北段古地震事件分析[J]. 地学前缘, 2017(待刊).

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: app@hanspub.org