

黎小刚, 周荣军, 刘保金, 石金虎, 叶友清, 梁明剑, 2010. 四川青川县乔庄镇城区活动断裂探测与评价. 震灾防御技术, 5(4): 428—438.

四川青川县乔庄镇城区活动断裂 探测与评价¹

黎小刚¹⁾ 周荣军¹⁾ 刘保金²⁾ 石金虎²⁾ 叶友清¹⁾ 梁明剑¹⁾

1) 四川省地震局, 成都 610041

2) 中国地震局地球物理勘探中心, 郑州 450000

摘要 青川县乔庄镇主城区坐落于乔庄河 I 级河流阶地面上, 平武-青川断裂分为 3 支呈隐伏状穿过主城区, 地表未见明显的断裂新活动形迹。2008 年 5 月 12 日发生的汶川 $M_S8.0$ 级地震, 对青川县乔庄镇造成了比较严重的破坏, 出现了沿平武-青川主干断裂通过位置震害显著加重的条带状异常现象, 但未见明显的地表破裂。本文在地面地质调查、浅层地球物理勘探和探槽开挖验证结果的基础上, 对平武-青川断裂在乔庄镇主城区的通过位置进行了重新定位, 定位结果与前人研究结果存在一定的差异。结合地表调查发现的零星地表破裂和探槽下部砂砾石层出现的小尺度变形及位错现象分析, 乔庄镇条带状震害加重异常现象应是平武-青川断裂在汶川地震时发生的近地表错动所致。由此联系到汶川地震的余震条带与平武-青川断裂乔庄以东段基本重合的事实, 平武-青川断裂的活动性应是下一步研究工作的方向。

关键词: 活动断裂 浅层地球物理勘探 汶川地震 平武-青川断裂 青川县

引言

青川县位于川、陕、甘交界的四川省东北隅(图 1a), 县城乔庄镇面积约 4km^2 。主城区坐落在平坦的乔庄河 I 级河流阶地面上, 拔河高程 5—10m, 除沿河防护堤外, 城区内无大规模回填(图 1)。据工程地质勘察资料², 乔庄镇城区的第四系厚度大约在 10m 左右, 岩性分布均一, 上部为砂土层, 下部为砂砾石层, 具典型的河流相二元结构, 等效剪切波速平均值为 265m/s , 为 II 类土场地。城区建筑以砖混结构为主, 仅有少量的框架和砖木结构, 一般在 10 层以内, 高度不超过 30m。在 1:20 万区域地质图(地质部四川省地质局, 1966)和 1:5 万区域地质图(四川省地质矿产局, 1993)上, 平武-青川断裂分为 3 支隐伏于第四系之下穿过城区北半部, 其中最北侧 1 支为主干断裂。

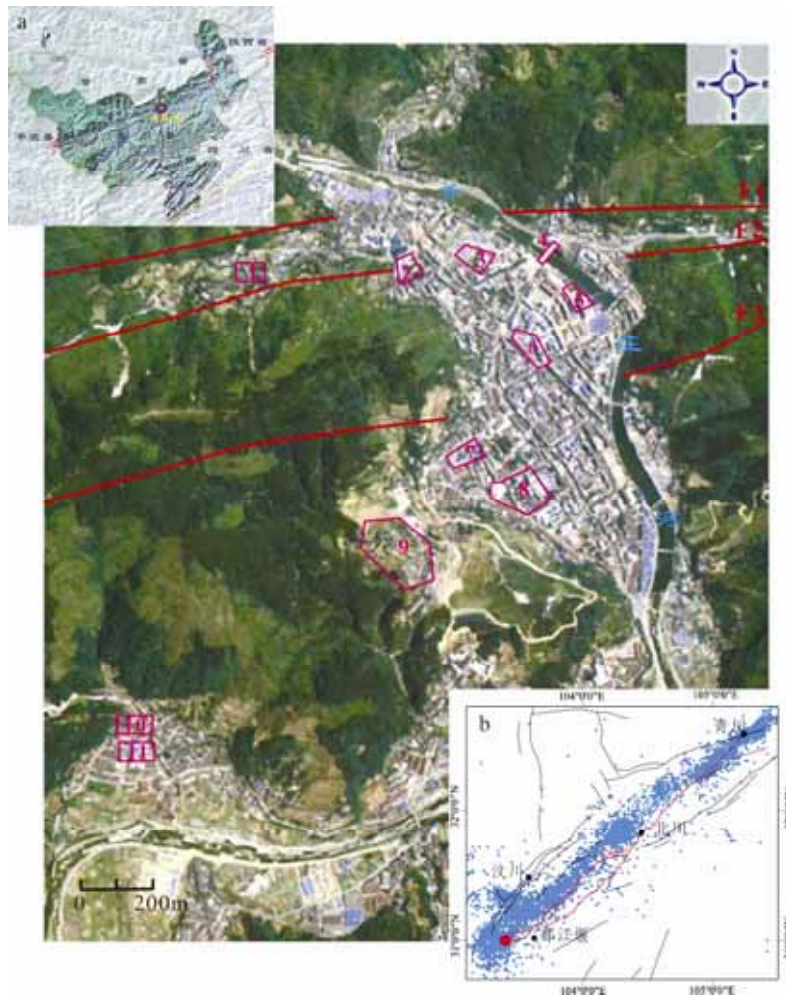
“5.12”汶川 $M_S8.0$ 级特大地震, 对远离仪测震中 250km 左右的乔庄镇造成了比较严重的

1 基金项目 国家自然科学基金项目(40841010)和国家科技支撑计划资助项目(2006BAC13B02-107, 2006BAC13B01-604)共同资助

2 中国建筑西南勘察设计院有限公司, 2009. 青川县人民政府青川县城重建项目乔庄镇勘察报告(内部报告)。

[收稿日期] 2010-04-11

[作者简介] 黎小刚, 男, 生于 1975 年。高级工程师。主要从事工程地震和活动构造方面的研究。E-mail: lxg@eqsc.gov.cn



图中红线为 1:5 万区域地质图（中华人民共和国地质图青川县幅，1993）平武-青川断裂展布位置，粉色框为地物范围

a. 青川县行政区划图（四川省测绘局编制，2001）；b. 汶川地震地表破裂与余震分布图（地震目录时段为 2008 年 5 月 12 日至 2008 年 12 月 31 日）。

1 马家院；2 县人民医院；3 财政局；4 东桥；5 县运管站；6 明欣广场；7 武装部；8 青川中学；9 赶场坝；10 金生水业；11 森宇竹木制品公司

图 1 青川县乔庄镇地理位置图

Fig. 1 Geographical location of Qiaozhuang town, Qingchuan county

破坏。震后的宏观考察结果表明，乔庄镇主城区北半部的震害明显重于南半部，特别是平武-青川主干断裂通过位置的房屋大多严重破坏或倒塌，地震影响烈度可达IX度或IX⁺度。而距主干断裂 30—50m 远的房屋破坏明显减轻，特别是南半城房屋大多仅中等破坏或轻微破坏，地震影响烈度仅VII度或VII⁺度，青川县乔庄镇城区的综合地震影响烈度为VIII度或VIII⁺度（中国地震局汶川地震现场指挥部，2009；李志强等，2008；周荣军等，2008）。因此，汶川地震时沿平武-青川主干断裂通过位置存在震害显著加重的条带状异常现象（图 2）。虽然乔庄镇城区在汶川地震时未出现明显的地震地表破裂（徐锡伟等，2008），但联系到震源破裂过程分析得到的深部破裂已到达乔庄镇城区，并继续向北东方向扩展至川、陕、甘三省交界的姚渡附近的事实（王卫民等，2008；张勇等，2008），在排除场地土条件、地形地貌和房屋结构及质量差异等的条件下，上述的条带状震害加重异常现象有可能是平武-青川断裂的近地表错动所

致。于是,平武-青川断裂及其分支断裂在青川县乔庄镇城区的具体通过位置及其活动性评价,成为地震灾后重建规划的重要制约因素。



照片 1 沿平武-青川主干断裂一线的房屋破坏总貌, 倒塌房屋多已拆除, 改建为板房区 (镜向 E);
照片 2、3、4 为平武-青川主干断裂通过位置典型房屋破坏照片 (镜像依次为: N、W、E)

图 2 汶川地震乔庄镇主城区破坏情况

Fig. 2 The damage of buildings in Qiaozhuang town caused by the Wenchuan earthquake

本文采用地面地质调查、浅层地球物理勘探、探槽开挖验证等目前国内外通用的方法, 确定了平武-青川断裂在乔庄镇的具体通过位置, 并对其活动性进行了初步评价, 为青川县乔庄镇灾后恢复重建中的活断层避让问题提供了依据。

1 资料与方法

1.1 地面地质调查

地面地质调查是断裂定位与活动性评价的基础。尽管乔庄镇主城区的地表被第四系所覆盖, 但邻近地区甚至河床内广泛出露震旦纪白云岩和志留纪千枚岩、变质砂岩等地层。地面地质调查的目的在于: ①为断裂的探测定位和破碎带宽度的确定提供直接的地质证据; ②判定断裂的产状、活动性质及期次等, 特别是最新一次活动的运动性质; ③通过地貌面及其活动构造地貌研究, 判定断裂的活动时代; ④为浅层地球物理勘探线的布设提供地质依据。

地面地质调查采用的底图是 1:1000 青川县城城区规划图¹, 定点方法采用地形、地物、建筑物读图, 误差控制在 5m 以内, 高于一般手持式 GPS 的定位精度。地质调查的观测点见图 3, 该图还综合反映了浅层地震勘探和高密度电法测线以及断层探测定位的最终结果。

1 浙江省城乡规划设计研究院, 2008. 四川省青川县城镇体系规划 (内部报告).

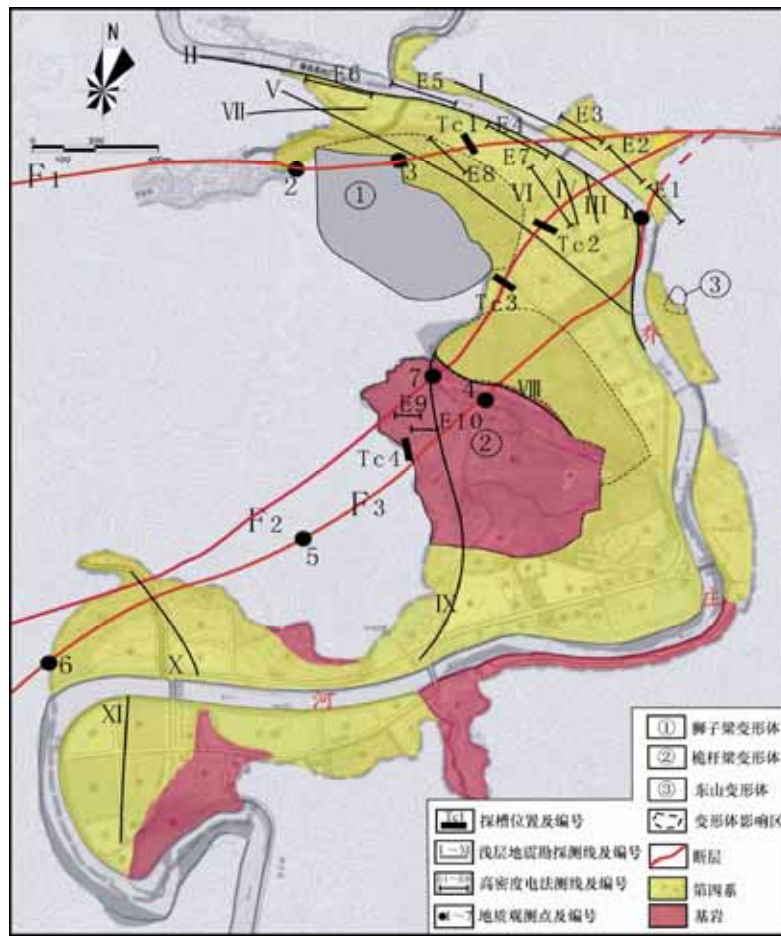


图3 乔庄镇断层综合探测工作布置图

Fig. 3 Map showing the locations of geophysical investigation spots for the fault exploration in Qiaozhuang town

1.2 浅层地球物理勘探

浅层地球物理勘探的目的是查明乔庄镇第四系覆盖区断裂的通过位置及其可能存在的近地表地层错动情况。针对勘探目标区第四系为松散的河流相砂砾石层（厚度较薄仅 10m 左右），下伏地层为比较坚硬的白云岩、千枚岩及变质砂岩，基覆界线波阻抗差异明显，各介质电阻率变化较大和城镇建筑物密布的特点，我们选取了在城市覆盖层地区活动断裂探测效果较好的浅层地震和高密度电法勘探方法，且浅层地震勘探以反射法为主，仅一些重点地段辅以折射法加以验证。

浅层地震数据采集使用德国 DMT 公司生产的 SUMMIT 数字地震仪，瞬间动态范围达 120db 以上，采样率最高为 1/32ms，最低为 8ms，道记录长度为 0.5k—48kms，频宽 1—16kHz，道间串音抑制 $\geq 0.0008\%$ ，共模拟制比 $\geq 100\text{dB}$ ，入口噪音 $\leq 0.3\mu\text{V}$ ，最大输入信号 2.0V，利用其高采样率、高宽记录频带、大动态范围以及对可控震源资料进行现场实时相关处理等特点，以适应城市内高分辨率浅层地震勘探工作的抗干扰问题。地震波激发源采用美国 IVI 公司生产的 Metr3 18/612 型可控震源，最大出力 18 000kg，连续变频扫描，扫描频带 30—180Hz，以获取高能量、高频带的反射信息，并满足可控震源扫描起始频率与终止频率之比

的技术要求。经反复实验,检波器使用了重庆地质仪器厂生产的主频 60Hz 的检波器(CDJ-Z/P60),每串 3 个,采用点组合方式接收。地震测线的起点、拐点和终点采用 GPS72 型卫星定位仪定位,精度在 5m 以内,检波点采用测绳量测,测量间距等同于相应测线上的道间距,并对检波点与激发点高差进行了实测,以满足静校正所需的高差数据。

在乔庄镇城区及其未来的规划重建区共布设了 11 条浅层地震勘探线,测线的空间分布位置见图 3。在每条测线施工前,均进行了扩展排列实验和地震波激发实验,以选取最佳的数据采集参数。最终选取的参数为:最小偏移距 0—6m;接收道数为 120 道;道间距 1—2m;炮间距 4—8m;覆盖次数均为 15 次;采样间隔为 0.5ms;记录长度 1024ms。为保证测线资料,对地震仪器、可控震源进行了全面的系统检查及性能测试,对发现的不合格采集单元和检波器及时更换,并对单张共炮点记录进行实时监控,对不合格者进行补炮改正。

高密度电法测试采用重庆地质仪器厂生产的 DUK-2 型高密度电法仪,电极极距为 0.8m、1m 和 5m,均采用温纳装置进行测试,最小间隔系数为 1,最大为 16,最大探测深度约 39m,共布设了 10 条测线(图 3)。其目的在于:①加密物探测线,解决浅层地震勘探线过长,不易在建筑物密布的城市区施工的问题,同时为更加准确地确定隐伏断裂通过位置提供更加翔实的资料;②多手段物探结果的相互印证,为更加准确地确定隐伏断裂的上断点提供基础信息,并指导探槽场地的选取与开挖工作。

1.3 探槽开挖验证

在地面地质调查和浅层地球物理勘探结果的基础上,进行探槽了开挖。目的在于:①对浅层地球物理勘探结果进行验证;②通过探槽内第四纪地层层序的分析,对断裂活动性进行评价。

在地面地质调查和浅层地球物理勘探结果的基础上,共布设了 4 个探槽场地进行开挖。探槽布设的位置见图 3,分别对 F_1 、 F_2 和 F_3 进行控制。其中的县联社 TC3 探槽垮塌严重,因无法清理而被迫放弃。而赶场垭 TC4 探槽内仅揭示一套中更新世棕黄色砂砾石和粘土层,未见底,亦不存在第四系变形或错位现象,浅层地震和高密度电法揭示的断裂实为砂砾石层和粘土层的相变界线。

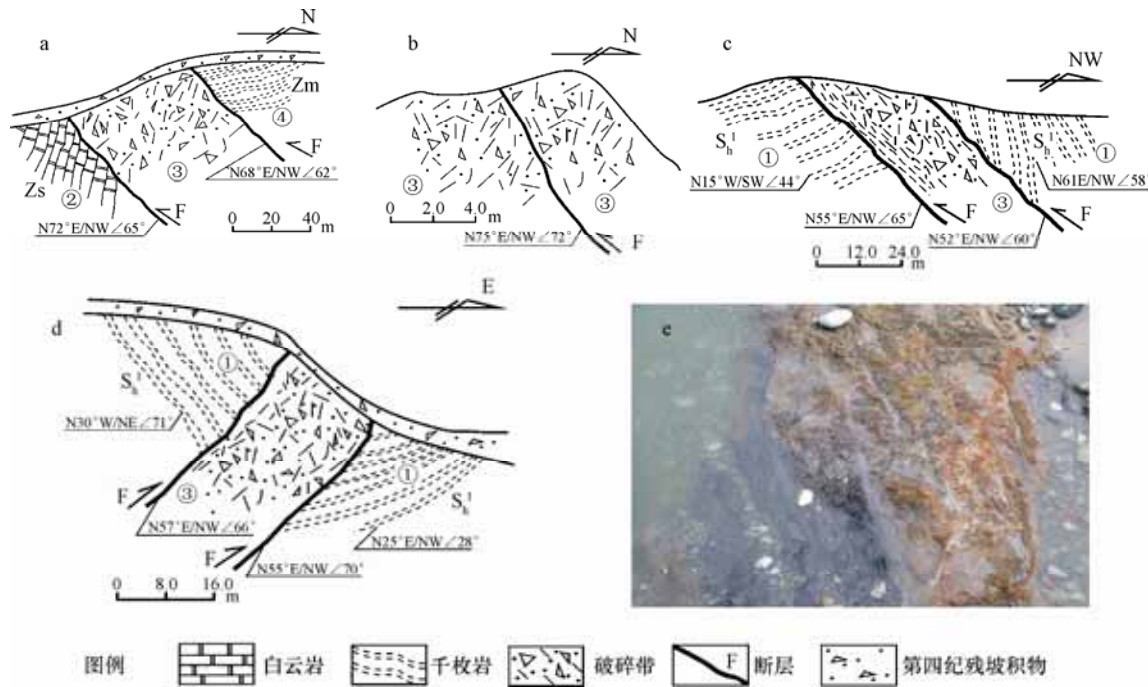
2 结果与分析

2.1 地面地质调查

地面地质调查结果可归纳如下:

① 在乔庄镇城区共观测到 7 个基岩断裂破碎带点,其空间分布位置表明确实存在 3 条断裂通过城区北半部。 F_1 为平武-青川主干断裂,走向 NEE-近 EW,破碎带宽度在 80—100m 左右,主要断于震旦纪白云岩内部或白云岩与志留纪千枚岩、变质砂岩之间。 F_2 和 F_3 为平武-青川断裂的分支断裂,走向北东,破碎带宽度在 20—40m 不等,主要断于白云岩与千枚岩、变质砂岩之间或千枚岩、变质砂岩内部,最终在城区东桥以东交汇于主干断裂。

② 基岩破碎带物质主要由构造角砾岩、碎裂岩、挤压透镜体以及密集的劈理带等组成,断面均倾向西,倾角较陡,一般在 60° 以上,显示出高角度逆冲断裂特征(图 4)。通过对断层面的仔细观察,一些断层面上主要发育有 2 组擦痕,其中 1 组近于垂直;另 1 组擦痕侧伏角近于水平,仅 15° — 20° ,且明显错切了近于垂直的擦痕,表明断裂最新一次的运动性质为水平剪切运动为主,擦痕的阶步特征为右旋剪切运动兼具一定的逆冲分量。



a. 马家院附近边坡 F_1 断层剖面; b. 县医院背后 F_1 断层破碎带; c. 赶场坝宝莲寺公路 F_2 断层剖面;
d. 小坝西乔庄河右岸 F_3 断层剖面; e. 乔庄河中出露的 F_2 断层角砾岩带
①志留系茂县群黄坪组千枚岩; ②震旦系水晶组白云岩; ③断层破碎带; ④震旦系木座组千枚岩

图 4 典型地质观察点照片与剖面图

Fig.4 Profiles and image of typical geological survey spots

2.2 浅层地球物理勘探

通过地震采集数据和电法数据的处理,共获取了质量良好的 11 张地震反射、3 张折射和 10 张高密度电法测线剖面,典型剖面结果见图 5。浅层地球物理勘探结果可归纳为:

① 乔庄镇第四系覆盖区存在 3 条隐伏断裂通过主城区北半部,断层面视倾角一般较陡,都在 50° 以上,倾向北西,剖面上显示为逆断层性质。

② 3 条隐伏断裂上断点的埋深不尽相同,即使是同一条断裂在不同测线上的上断点埋深也存在较大的差异,呈由东向西逐渐变深的趋势。其中 F_1 和 F_2 上断点埋深较浅,最浅埋深仅 3—4m 左右,错切了基覆界线延入第四系中下部,表明其具有一定的第四纪活动性,而 F_3 上断点埋深相对较大,在 19—34m 之间,向上未切入第四系。

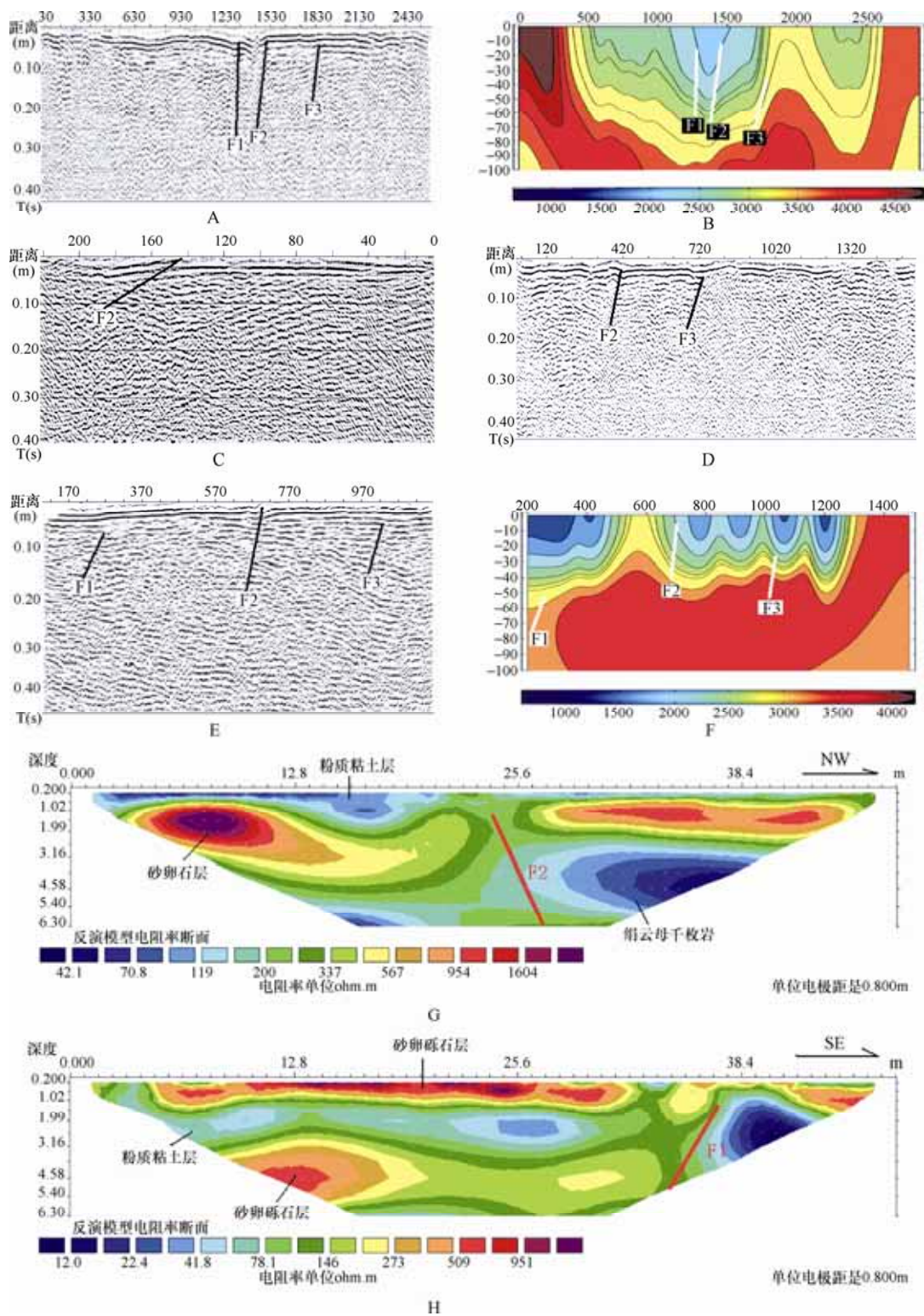
2.3 探槽分析与断裂活动性评价

TC1 和 TC2 探槽揭示出了第四系的变形和错位现象,现分析如下:

2.3.1 乔庄派出所 TC1 探槽

TC1 探槽位于乔庄派出所,现为房屋倒塌废墟,用于控制 F_1 断裂,探槽开挖方向为北 30° 西,探槽长 13m,深 5m,揭示出的地层层序(图 6)如下:

- ① 混凝土地面及碎砖:为汶川地震后房屋倒塌形成的废墟。
- ② 砖混地基:为原乔庄派出所用地地基,最深到达了地表下 2.8m 处。
- ③ 卵砾石回填土夹建筑垃圾层:为建房时回填土层。
- ④ 灰白色粉质粘土层:灰白色,以透镜体的形式存在于探槽南东侧。
- ⑤ 棕黄色粉质粘土层:棕黄色,在探槽内连续分布,为河流相二元结构的上部沉积。



A 测线II反射波叠加时间剖面图; B 测线II速度结构剖面解释图; C 测线III反射波叠加时间剖面图;
D 测线VI反射波叠加时间剖面图; E 测线V反射波叠加时间剖面图; F 测线V速度结构剖面解释图;
G E7 高密度电法视电阻率 CT 图像反演结果; H E8 高密度电法视电阻率 CT 图像反演结果

图5 典型浅层地震与高密度电法测线探测结果图

Fig. 5 Profiling images from shallow seismic exploration and high-density resistivity tomography

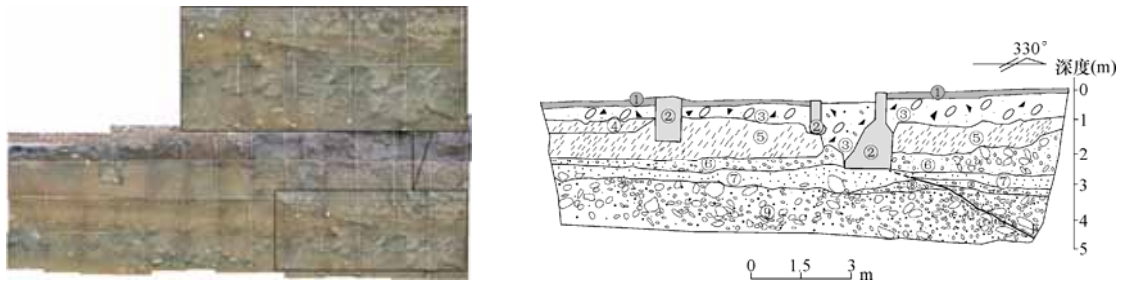


图 6 乔庄派出所探槽南西壁照片与素描图

Fig. 6 Profile and mosaic photography of the southwest wall of a trench near Qiaozhuang police station

⑥ 砂卵砾石层：探槽内分布连续，呈棕黄色，卵砾石成分一般以石英岩、火成岩为主，次为砂岩、灰岩等。微风化，亚圆形，分选性一般，卵砾石含量 30%左右，砾径以 3—8cm 居多，孔隙间充填中砂及小圆砾。

⑦ 褐黄色细砂层：褐黄色，探槽内分布连续，此层被断层断错，底部垂直错距 15cm。

⑧ 灰黑色砂砾石层：此层呈透镜状分布于探槽北西侧，灰黑色，被断层断错，底部垂直错距 20cm。

⑨ 青灰色砂卵砾石层：为河流相二元结构的下部沉积，连续分布，未见底。该层呈青灰色，卵石成分一般以石英岩、火成岩为主，次为砂岩、灰岩等。微风化，亚圆形，分选性差，卵石含量 70%左右，砾径以 5—10cm 居多，孔隙间充填中砂及小圆砾。断层断错此层，断面上砾石呈明显的定向排列。

从该探槽揭露的情况分析，⑦、⑧层明显被断层断错，垂直错距 15—20cm；⑨层中沿断面砾石呈明显定向排列。

2.3.2 运管站 TC2 探槽

TC2 探槽位于乔庄运管站院内，用于控制 F_2 断裂。探槽开挖方向为北 60° 西，长 10m，深 4m，揭露到基岩破碎带，地层层序（图 7）如下：

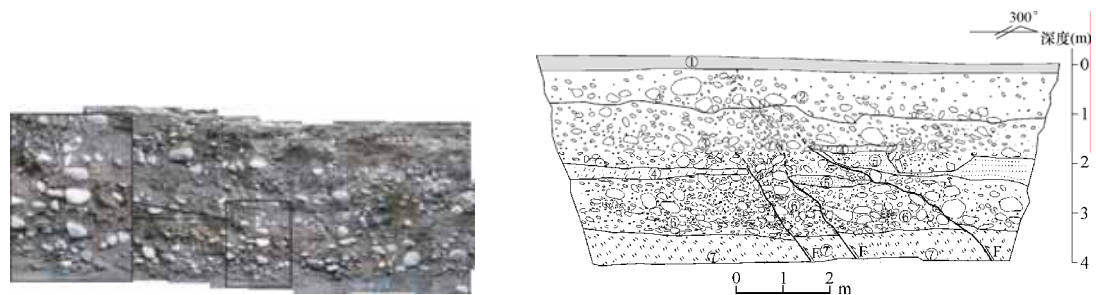


图 7 运管站探槽南西壁照片与素描图

Fig. 7 Profile and mosaic photography of the southwest wall of a trench near the passenger transport station

① 混凝土层：为混凝土路面。

② 回填土层：杂色，松散，主要由粘性土、砂砾，砖、瓦和混凝土碎块组成，新近堆积。

③ 灰白色砂卵砾石层：卵石成分一般以石英岩、火成岩为主，次为砂岩、灰岩等。微风化，亚圆形，分选性较差，卵石含量 50%左右，卵石砾径大者 20cm 左右，以 4—12cm 居多，孔隙间充填中砂及小圆砾，探槽内分布稳定。

④ 棕黄色砂粘土层：呈透镜状分布，褐黄色，含少量铁锰质氧化物。此层为被断层断错，垂直错距约 40cm，砾石定向排列带内有此层形成的团块。

⑤ 细砂层：青灰色，以透镜体的形式存在，可能被断层错断，垂直错距约 50cm。

⑥ 灰褐色砂卵砾石层：卵石成分以石英岩、火成岩为主，含少量砂岩、灰岩等。微风化，亚圆形，分选中等，卵石含量 60%左右，砾径一般 5—15cm，大者可达 25cm 左右，孔隙间充填中砂及小圆砾，此层在探槽内分布稳定，断面附近砾石出现明显的定向排列。

⑦ 基岩破碎带：为茂县群绢云母千枚岩的构造角砾岩和碎裂岩。

该探槽揭示出的 F_2 断裂的基岩破碎带中发育有大量的次级断面，其中有 3 支向上延入第四系，致⑥层形成砾石定向排列带和④、⑤层 40—50cm 的垂直位错，③层的砾石定向排列现象似乎仍依稀可辨，但②层及混凝土层未见错动现象。

3 讨论

(1) 平武-青川断裂的主干断裂 F_1 和中支断裂 F_2 确实存在新活动的地质证据，导致了乔庄河 I 级阶地中下部砂砾石的变形和位错现象，最大垂直位错量在 40—50cm 左右，而南支断裂 F_3 未见第四纪活动的地质地貌证据。根据区域对比资料¹，嘉陵江及其支流 I 级阶地形成的时代在 3000—5000a，因此可以判定 F_1 和 F_2 断裂的青川乔庄镇段应具有全新世活动性。汶川地震科学考察结果表明，在岷江、涪江和湔江等及其支流的 I 级阶地和河漫滩上，仅可见到汶川地震形成的断层陡坎，而在 II 级及其以上阶地上则可见到多次地震形成的断层陡坎，且呈阶地时代越老，断层陡坎越高的现象（徐锡伟等，2008；周荣军等，2008；冉勇康等，2008；田勤俭等，2009）。这意味着上述乔庄镇 I 级阶地中下部砂砾石层的变形与位错现象，应是汶川地震的近地表错动所致，并导致了零星的地表破裂现象（图 8、图 9），这也与汶川地震时青川乔庄镇附近亦发生了深部破裂和城区建筑物的条带状破坏异常增高现象相吻合。



图 8 青川县板桥镇震时出现地裂缝及喷砂现象
Fig. 8 Ground fissure and sand spouts during Wenchuan earthquake in Banqiao town, Qingchuan county



图 9 乔庄河河堤震时出现地裂缝，显示右旋走滑性质
Fig. 9 Ground fissure on the riverbank showing the dextral-slip movement near Qiaozhuang river

(2) 汶川地震时青川县乔庄镇沿平武-青川断裂北支 F_1 和中支 F_2 断裂出现的近地表错动现象表明，单一的地面地震地质调查工作对于第四系覆盖区断裂活动性的判定存在风险和不可

¹ 中国地震局地质研究所，四川省地震局工程地震研究院，2006. 821 厂址地震安全性评价报告（内部报告）。

足,在这种情况下,合适的浅层地球物理勘探对于隐伏断裂活动性的评价具有重要的帮助和价值。由此看来,虽然目前在地表尚未获取平武-青川断裂全新世活动的地质地貌证据,但从该断裂深部存在次级布格重力异常带(张季生等,2009)、非常清晰的线性影像特征以及冲沟和河流的大尺度同步右旋扭曲(樊春等,2008)和在汉江源IV级河流阶地面上发育的断层槽地(杨晓平等,2008)等现象分析,平武-青川断裂尚难排除晚第四纪以来活动的可能性,陡峭的地形和强烈的侵蚀作用、人工的开垦与耕作以及低速率的断层活动,有可能是平武-青川断裂晚第四纪以来活动的地质地貌证据不易保留的重要原因。因此,今后对平武-青川断裂活动性的进一步研究,对于该地区的地震风险评估以及地震监测预报等都具有重要的现实意义和科学价值。

4 结论

平武-青川断裂分为3支,呈隐伏状通过青川县乔庄镇北半部,其中北支 F_1 为平武-青川主干断裂,破碎带宽度在80—100m左右,走向北东东-近东西,通过马家院、县人民医院、县财政局和东桥;中支 F_2 和南支 F_3 为平武-青川断裂的分支断裂,破碎带宽度在30—60m之间,走向北东, F_2 通过青川县金生水业有限公司、赶场垭、县人民武装部、明欣广场和县运管所; F_3 通过森宇竹木制品有限公司、赶场垭和青川中学。上述3条断裂最终交汇于东桥以东,剖面上显示为压性逆断层性质,从基岩断面上的擦痕和阶步可以判定,平武-青川断裂最新一次活动主要表现为右旋走滑剪切运动,兼具一定的逆冲分量,与汶川地震震源机制解结果具有较好的一致性。通过对物探结果与探槽开挖结果的分析,平武-青川断裂的乔庄镇段应具有全新世活动性。

致谢:感谢国家自然科学基金(40841010)和国家科学支撑计划项目(2006BAC13B02-107,2006BAC13B01-604)的资助。感谢钱洪研究员、马保起研究员和李勇教授等在现场工作时的交流与指导。更加不会忘记青川县各级政府和乔庄镇广大人民群众在经历了汶川特大地震的惨痛损失后,仍对该项工作给予的理解和支持。感谢匿名审稿者对本文提出了建设性的修改意见,让本文更加严谨和科学。

参考文献

- 地质部四川省地质局,1966. 中华人民共和国地质图广元幅,1:20万,I-48-X X XI V.
- 樊春,王二七,王刚等,2008. 龙门山断裂带北段晚新近纪以来的右行走滑运动及其构造变换研究——以青川断裂为例. 地质科学, **43** (3): 417—433.
- 李志强,袁一凡,李晓丽等,2008. 汶川 M_s 8.0特大地震破坏特征初步研究. 地震地质, **30** (4): 855—876.
- 冉勇康,陈立春,陈桂华等,2008. 汶川 M_s 8.0地震发震断裂大地震原地重复现象初析. 地震地质, **30** (3): 630—643.
- 四川省测绘局编制,2001. 四川省地图集. 成都地图出版社,145.
- 四川省地质矿产局,1993. 中华人民共和国地质图青川县幅,1:5万,I-48-127-A.
- 田勤俭,刁桂苓,郝平等,2009. 汶川8.0级地震及余震破裂的地质构造特征. 地震, **29** (1): 141—148.
- 王卫民,赵连锋,李娟等,2008. 四川汶川8.0级地震震源过程. 地球物理学报, **51** (5): 1403—1410.
- 徐锡伟,闻学泽,叶建青等,2008. 汶川 M_s 8.0地震地表破裂带及其发震构造. 地震地质, **30** (3): 597—629.

- 杨晓平, 冯希杰, 戈天勇等, 2008. 龙门山断裂带北段第四纪活动的地质地貌证据. 地震地质, **30** (3): 644—657.
- 中国地震局汶川地震现场指挥部, 2009. 汶川 8.0 级地震图集. 北京: 地震出版社.
- 周荣军, 黄润秋, 雷建成等, 2008. 四川汶川 8.0 级地震地表破裂与震害特点. 岩土力学与工程学报, **27** (11): 2173—2183.
- 张勇, 许力生, 陈运泰, 2008. 2008 年汶川大地震震源机制的时空变化. 地球物理学报, **52** (2): 379—389.
- 张季生, 高锐, 曾令森等, 2009. 龙门山及邻区重、磁异常特征及与地震关系的研究. 地球物理学报, **52** (2): 572—578.

Active Fault Surveying and Assessment of Qiaozhuang Town, Qingchuan County, Sichuan Province

Li Xiaogang¹⁾, Zhou Rongjun¹⁾, Liu Baojin²⁾, Shi Jinhu²⁾,
Ye Youqing¹⁾ and Liang Mingjian¹⁾

1) Earthquake Administration of Sichuan Province, Chengdu 610041, China

2) Geophysical Prospecting Center, China Earthquake Administration, Zhengzhou 450002, China

Abstract Qiaozhuang town of Qingchuan county is located on the terrace I of the Qiaozhuang river, where Pingwu-Qingchuan fault consists of three buried fault segments, crossing the main area of Qiaozhuang town. There are not new active evidence of the fault found on the ground. On May 12 of 2008, the Wenchuan earthquake caused serious damages to the city zone of Qiaozhuang town. The damages, along the main fault zone of the Qingchuan fault, are more serious and engendered a abnormal damage belt. However, there is no obvious surface rupture caused in the ground. Through geological investigation, shallow geophysical exploration and trenching, the segments of Pingwu-Qingchuan fault in the city zone were repositioned. Through some surface rupture and the slight deformation and offset of the sand-gravel layer under the trench, we proposed that the abnormal damage belt in Qiaozhuang town was due to the near-surface offset of the Pingwu-Qingchuan fault caused by the Wenchuan earthquake. This is consistent with the fact that the aftershock belt of the Wenchuan earthquake extend to the eastern segment of Pingwu-Qingchuan fault. Therefore, more work should be done for the new activity of Pingwu-Qingchuan fault in the future.

Key words: Active fault; Shallow geophysical exploration; Wenchuan earthquake; Pingwu-Qingchuan fault; Qingchuan county