

周月玲, 尤惠川, 杨家亮, 等. 怀安盆地北缘断裂构造几何与活动特征[J]. 华北地震科学, 2016, 34(1): 47-52.

怀安盆地北缘断裂构造几何与活动特征

周月玲¹, 尤惠川², 杨家亮¹, 边庆凯¹, 彭远黔¹

(1. 河北省地震局, 石家庄 050022; 2. 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081)

摘要: 结合前人调查和研究资料, 综合运用地形地貌分析、地质调查、遥感解译等方法, 详细分析了怀安盆地北缘断裂的构造地貌特征, 较为系统地研究了断裂带的几何结构、构造变形及活动特征。怀安盆地北缘断裂控制着怀安盆地附近的第四纪构造演化和地貌发育, 根据断裂展布和活动性可分为 3 段, 即东段(洗马林—东洋河)、中段(东洋河—马市口)和西段(马市口—韩家营)。怀安盆地北缘断裂为典型的山、盆构造界线, 沿线断裂活动特征明显, 断面上留有断层活动的痕迹——镜面构造、擦痕; 不同段落具有不同的活动特征, 东段活动性最强, 中段次之, 西段最弱。

关键词: 怀安盆地北缘断裂; 第四纪; 构造变形; 活动性

中图分类号: P542

文献标志码: A

文章编号: 1003-1375(2016)01-0047-06

doi:10.3969/j.issn.1003-1375.2016.01.008

0 引言

本研究区在构造上为山西构造带与张家口—渤海构造带的交汇部位, 具有复杂的大地构造、活动构造和地震构造特征^[1-6]。以断裂带为界, 在地质上形成了太古代/中生代地层与第四纪晚期堆积物截然相接, 在地貌上形成了低山—丘陵与冲洪积扇(盆地平原)的分界; 在地震活动方面形成了断裂带南侧小震频繁与断裂带北侧小震稀少的现象。1994 年方仲景等^[7]曾对该断裂的活动性进行过研究, 然而近些年, 对于这样一条构造复杂的断裂的深入研究未见报道。因此, 本文从断裂的地形地貌与构造几何的角度进一步介绍该断裂的活动情况。

本文根据城市活断层探测与地震危险性评价中地质地貌调查时获得的详实资料, 对断裂带的构造几何和活动性进行了深入的分析与研究。

1 区域地质构造特征

1.1 区域地质构造演化

中朝准地台是本区占主导地位亚一级构造单元, 其结晶基底为太古代—早元古代变质岩系, 之上堆积有中、晚元古代—古生代沉积盖层, 以碳酸盐岩和碎屑岩为主。古生代时, 本区构造强烈活动, 尚义—赤城断裂的持续活动, 使其构成了内蒙地轴与燕山台褶带的天然界线^[8]; 中生代期间, 在巨大 Cascadia

平洋构造带的强烈活动、地幔热柱及多重流变作用下, 本区主要表现为断块差异运动, 之后, 构造演化进入喜马拉雅构造发展阶段; 白垩纪末至古近纪初, 本区构造活动相对平稳, 广大地区处于剥蚀环境。在大地构造上本区主要分属其中的内蒙台背斜、燕山沉陷带及山西台背斜 3 个二级构造单元。内蒙台背斜基本上自早元古代至古生代长期处于上升剥蚀状态; 燕山沉陷带是在中元古代初沿尚义—赤城深大断裂南侧产生较大幅度的沉陷, 并伴随着轻微的水下火山活动; 山西台背斜在元古代基底趋于稳定, 本区仅局部有长城纪地层出露, 燕山运动隆起形成台背斜。

新构造运动以来, 区内不同地块之间表现出很大的构造差异运动。古近纪时期, 本区处于剥蚀环境, 形成准平原化地形。新近纪期间, 断裂活动使早期准平原分化、瓦解, 形成一系列断陷盆地, 它们与周围的隆起断块(山地)一起形成盆、岭构造, 且控制盆地的发展演化。

1.2 盆地演化与新构造特征

本区隶属于洋河盆地的次级盆地——怀安盆地, 与洋河盆地有类似的演化与新构造运动特征。

洋河形成于第三纪喜马拉雅运动时期, 河水注入到古怀来湖中, 下更新世后期, 东部沿海陆地下降, 古永定河溯源侵蚀加剧, 凿穿了古怀来湖, 使得湖水东泄入海^[5]。第四纪期间, 洋河冲、洪积山间盆

收稿日期: 2015-06-30

基金项目: 河北省 1:25 万地震构造图编制 (DZ20150504104); 河北省地震科技星火计划项目 (DZ20150423057, DZ20141225075)

作者简介: 周月玲(1983—), 女, 工程师, 主要从事活动断层探测与深浅构造关系研究. E-mail: zyl19831111@sina.com

地形成。洋河自西向东贯穿其中,自怀安县柴沟堡附近,东、西洋河合并始称洋河,流经万全、张家口、宣化,接纳了洪塘河、清水河两大支流,后经下花园、怀来等地注入官厅水库。该盆地 EW 向较长,NS 向较短,总体地势 NW 高、ES 低,由怀安、万全、张家口、宣化等多个凹陷组成。

新生代期间,区域以裂陷构造和断块隆起为主要特征,形成了晋冀蒙盆岭构造区。怀安盆地平均海拔 700 m 左右,是一个第三纪到第四纪早期的强烈断陷,第四纪中、晚期以来断凹继续,但下降速度大大减弱;怀安盆地北缘断裂以北为丘陵低山隆起区,新生代以来,隆起区主体缓慢抬升,构造活动微弱,主要的差异运动都发生在隆起区周缘的断陷盆地带。

2 断裂带两侧地质地貌特征

怀安盆地北缘断裂为山、盆分界线,地质地貌表现极为清楚。断裂以北为太古代片麻岩、变质岩组

成的海拔 1 000~1 700 m,NEE 向的分水岭山地;断裂以南为第四纪地层组成的冲洪积台地和盆地,盆地内出露的新生代地层主要为中、晚更新世和全新世地层。山地与台地/盆地的高差较大,最大相对高差达 1 000 m 以上,断裂两侧地层呈高角度正断层接触。

图 1 为跨怀安盆地北缘断裂的 5 条地形剖面位置图,图 2 为怀安盆地北缘断裂的 5 条地形剖面图。从图 1 中可以看出,怀安盆地北缘断裂两侧地形地貌差异显著,北侧是峰谷交替的山地,南侧为地势相对平缓的冲洪积扇平原,两侧最大落差可达 200 m,断裂沿线地形变化突然,反映出该断裂存在比较强烈的新活动,且具有较大的垂向运动分量。剖面 1 和剖面 2 为东洋河以东段落,剖面 3 和剖面 4 为东洋河—马市口段落,剖面 5 为马市口以西段落。地形剖面显示,剖面 3 和剖面 4 地形变化最大,剖面 1 和剖面 2 次之,剖面 5 最弱。

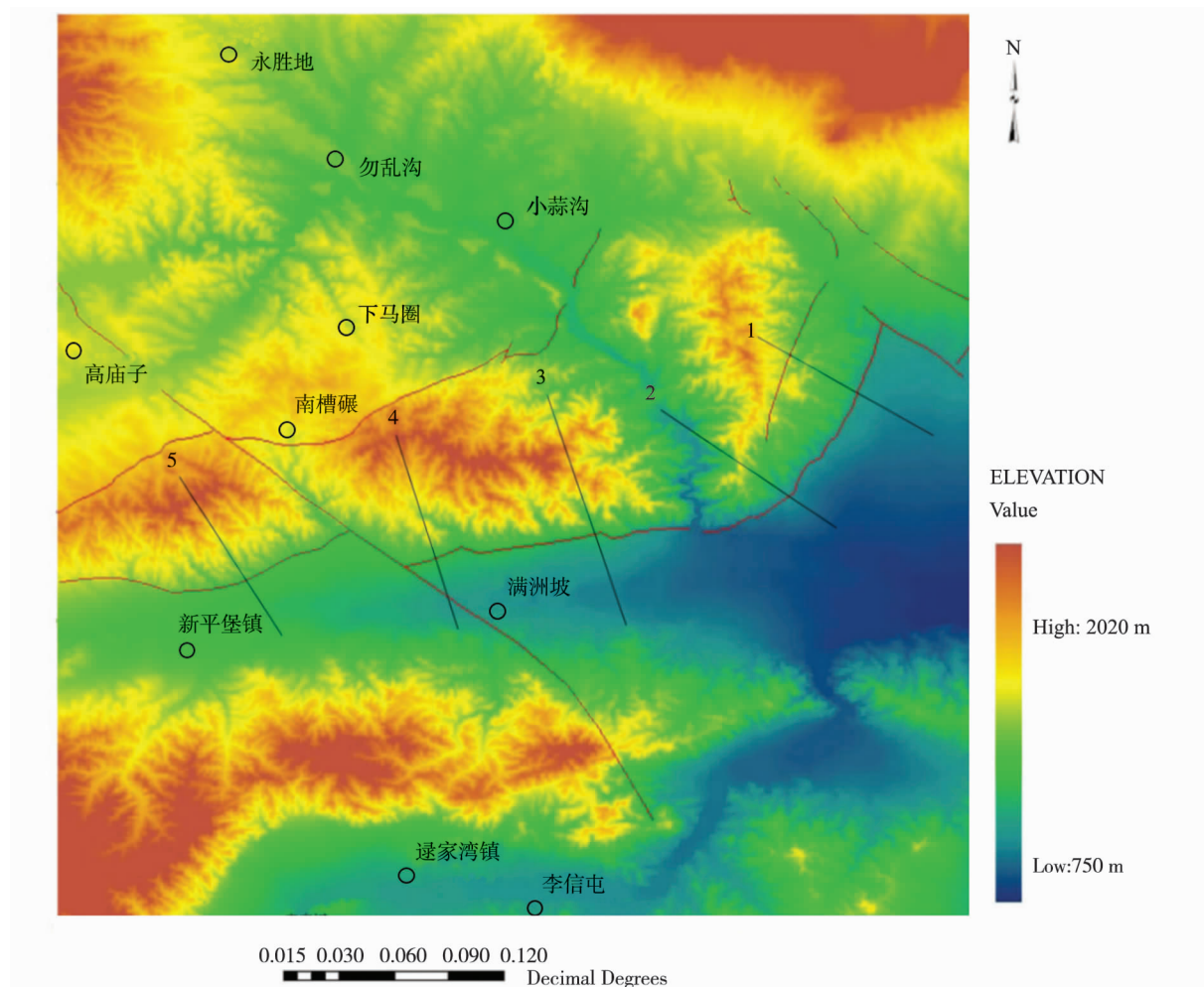


图 1 怀安盆地北缘断裂的 5 条地形剖面位置图

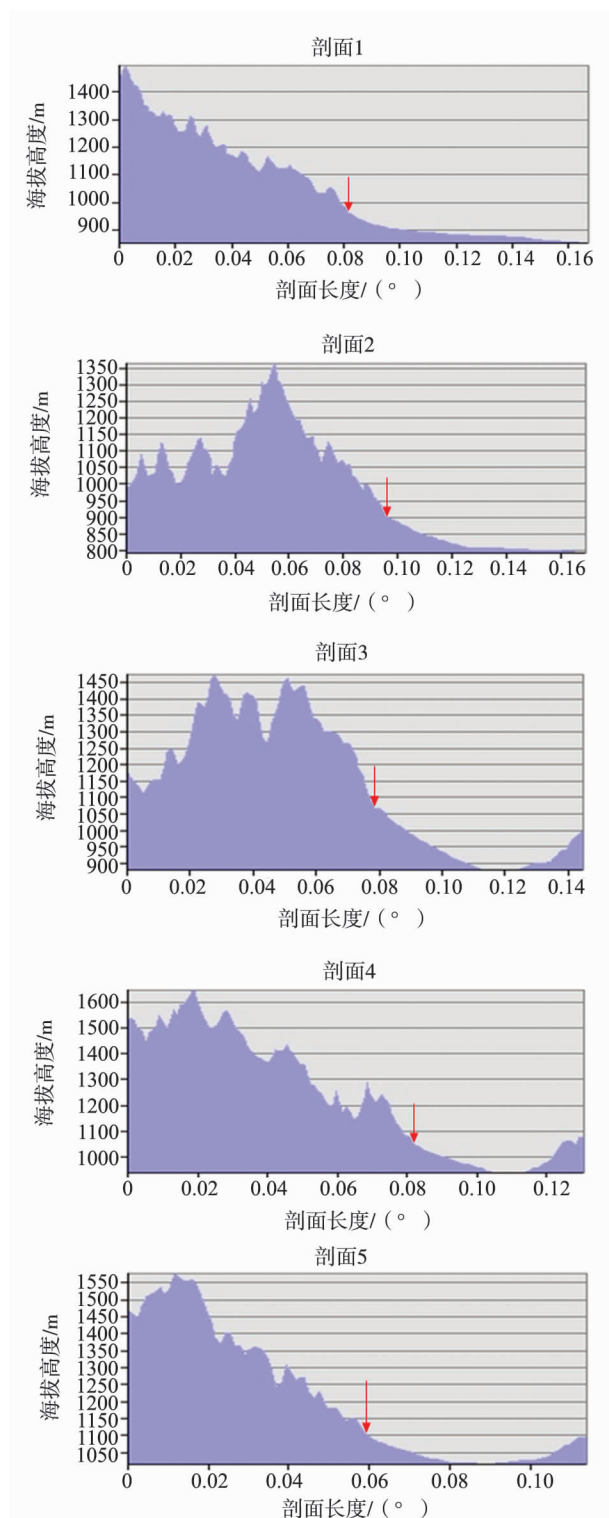


图2 怀安盆地北缘断裂地形剖面图

3 断裂带分段几何结构与构造变形

怀安盆地北缘断裂呈弧形展布,东起万全县境的前水关,向西南经柳沟、羊窖沟后转为近 EW 向,延至洋河、赵家窑、马市口、北营子,止于内蒙古境内

的喇嘛营一带,全长约 50 km,沿线多处可见高角度正断层,中西部地段局部发现左旋走滑现象(图 3)。该断裂是在中生代逆冲断裂的基础上,于第四纪期间产生反向正断活动而形成怀安半地堑的北缘主控边界断裂的,表现出比较强烈的正断活动^[7]。断裂东端被 NW 向洗马林断裂所截,断裂西端消失于基岩山中。该断裂在卫片上有清晰的线性影像,在盆地东北部尤为明显,显示了盆地与山岭间的较为强烈的差异活动。该断裂自形成以来经历多次活动,错断了不同时代的地层,而且断裂具有分段活动的特点,依据其几何展布及结构、活动性差异等可初步分为 3 段:即东段(洗马林北—东洋河)、中段(东洋河—马市口)和西段(马市口—韩家营)。下面分段论述该断裂的几何结构与构造变形特征。



注:1. 正断层;2. 断层分段边界(三角代表段落边界);

3. 断层段落序号;4. 盆岭边界;

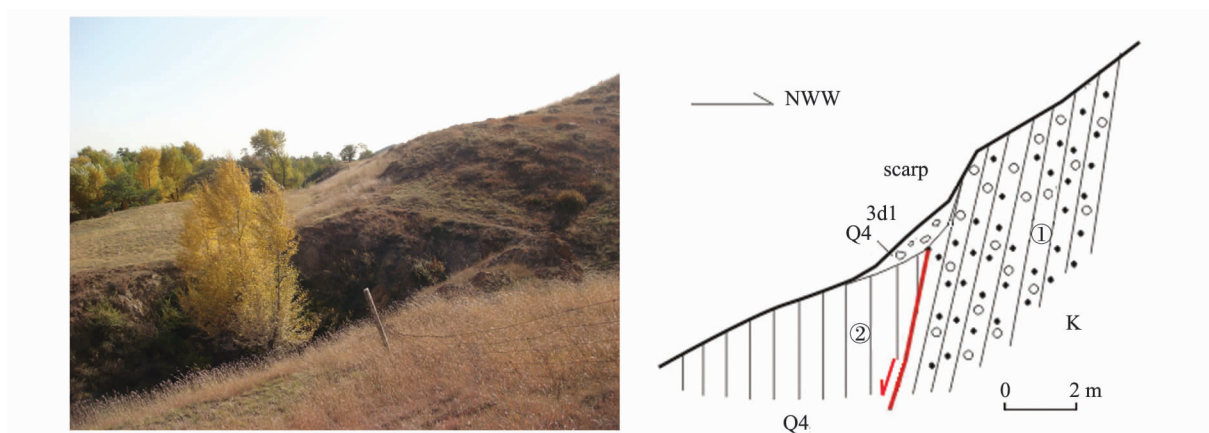
① 怀安盆地北缘断裂;② 洗马林断裂

图3 怀安盆地及其北缘断裂展布图

3.1 东段

该段为洗马林北—东洋河之间的断裂,位于怀安盆地东北,走向 $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$,长 10 km 有余,为山盆之间的构造边界,控制着沿线地貌发育,断裂两盘落差高达 100~200 m。野外调查发现,该断裂的地质地貌现象极为丰富,断面及滑动构造清晰,地貌表现非常清楚,具正断层性质,错断了晚更新世地层。

在旧堡西北山前,基岩断层三角面及断层崖发育,断裂通过处形成明显的小陡坎。断裂西北侧为白垩纪砂砾岩构成的低山丘陵,东南侧为冲洪积扇组成的低台地及冲积平原,图 3 清楚可见断裂位于丘陵与台地之间,形成滑动镜面,下降盘为黄土状堆积,可见其受断裂活动影响至少下降了 3 m。断层陡坎经后期风化剥蚀明显变缓,上覆全新世坡积物(图 4,图 5)。



a 旧堡西北断裂地貌(镜向 WS)

b 旧堡西北断裂地质剖面(①砾岩;②黄土)

图 4 旧堡西北断裂地貌及地质剖面图

在柳沟村北,断裂地貌表现极为清楚,形成巨大的基岩陡崖(图 6)。此处断裂走向 NE,西北盘为太古代片麻岩构成的中低山,东南侧是冲洪积扇组成的台地和冲积平原。从照片上可见,断裂构成山地与洪积扇的分界线,下降盘的黄土中至今还能发现人们挖掘的窑洞残留体,受断裂活动影响至少下降了 5 m;上升盘为太古代片麻岩,2 盘地层近垂直接触。



图 5 旧堡西山前断裂地貌(镜向 WS)



图 6 柳沟村北断裂地貌(镜像 NW)

在羊窖沟西,断裂错断了晚更新世次生黄土(图 7),地表上形成高 10 m 左右的断层崖。此处,断层走向 NE-NEE,断面具有镜面构造及近垂直擦痕,为太古代岩石与第四纪地层的高角度接触面。下降盘发现沉积层理被次级断裂错断的现象,表明晚更新世以来至少有 2 次活动,主次断裂呈反“y”字形。



图 7 羊窖沟断裂剖面

3.2 中段

该段为东洋河往西至马市口段,断裂走向近 EW,倾向南,断裂沿线地貌发现左旋走滑现象。在西赵家窑村北,发现断裂左旋扭动了小冲沟(图 8),水平位错距离约 3 m,在弧形冲沟一壁发现多条小

断层面, 并发现冲沟稍微上游一点有断裂作用形成的跌水(裂点, 后退); 在附近另一冲沟内, 见规模很大的基岩破碎带, 早期的挤压破碎和晚期的拉张走滑等现象丰富, 存在多个滑动面, 破碎带前缘沟口还发现了断裂错断晚第四纪年轻地层的现象(图 9), 微地貌已经被破坏, 变化不是特别明显, 下盘为具有水平层理的含砾砂层, 上盘为具有垂直节理的黄土状土, 为正断层。据方仲景等^[7]在该段发现的断层剖面, 断裂错断了晚更新世晚期地层, 未错断全新世中期的褐灰色腐殖土层。

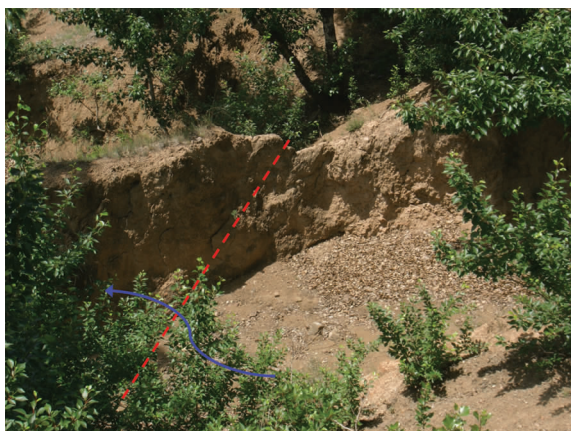


图 8 西赵家窑冲沟错断地貌(镜向 WS)



图 9 西赵家窑断裂剖面(镜向 NE)

3.3 西段

该段为马市口以西的段落, 自韩家营往西至喇嘛营, 断裂长约 14 km, 总体走向近 EW, 倾向南, 基岩山前可见断层形迹, 晚更新世黄土状堆积与太古代片麻岩之间呈断层接触。在北营子西, 见断层错断了 $Q_2^2 \sim Q_1^3$ 地层, 剖面中 Q_2^3 地层呈水平台地状, 说明此时期之后断裂没有发生错断地表活动, 含砾亚粘土与太古代片麻岩之间的断层破碎带宽 30 m 以上, 说明 Q_3 以前断层活动性还是强的^[7]。

3.4 小结

怀安盆地北缘断裂走向由 NNE、NE 转为近 EW 向, 具有分段活动特征, 东段以正断为主, 晚更新世以来有多次活动, 主次断裂呈反“y”字形, 磨光面、擦痕等断裂活动迹象丰富; 中段左旋走滑现象丰富, 兼有正断性质; 西段断裂沿线可见断层形迹, 断裂活动性最弱。

4 断裂的活动强度

怀安盆地北缘断裂东段多处可发现断裂晚更新世以来垂直运动迹象, 旧堡西北处断裂至少错动 3 m; 柳沟村北断裂至少错动 5 m; 羊窖沟西可见 10 m 左右的断层崖。如果晚更新世以 1.83 万年估计, 断裂大部分段落平均垂直活动速率为 $R = 0.16 \sim 0.27$ mm/a, 与方仲景等^[7]给出的断裂垂直滑动速率 $R = 0.21 \sim 0.22$ mm/a 相近, 断裂最大垂直运动发生在羊窖沟附近, 最大垂直滑动速率达 0.55 mm/a。

怀安盆地北缘断裂中段拉张走滑现象丰富, 西赵家窑村北发现断裂左旋扭动了小冲沟, 水平位错距离约 3 m。断裂最新活动时代为晚更新世, 如果晚更新世以 1.83 万年估计, 断裂平均拉张速率为 0.16 mm/a。

怀安盆地北缘断裂西段的断裂活动主要发生在 Q_3 以前, 断裂垂直运动不是特别明显, 估计该段断裂具有走滑正断性质。

综上所述, 怀安盆地北缘断裂东段活动时代最新可能到全新世, 主要活动时代为晚更新世晚期, 以正断为主, 垂直运动量最大达 10 m; 断裂中段具有左旋正断性质, 拉张量达 3 m 左右, 最新活动时代为晚更新世晚期; 断裂西段具有走滑正断性质, 活动时代主要在晚更新世早期或以前, 活动强度与活动性均最弱。

5 结论与认识

基于上述分析, 可得出以下结论:

1) 怀安盆地北缘断裂是一条弧形断裂, 由于断裂活动形成较大的地势落差, 构成中低山地与冲洪积盆地的分界线, 沿断裂发现多处断层崖、断层三角面、断层陡坎等地貌现象。

2) 怀安盆地北缘断裂为晚更新世以来有过多次活动且兼有走滑的正断层, 东段活动最强, 西段最弱。走向由 NNE、NE 转为近 EW 向, 具有分段活动特征。

参考文献:

- [1] 高战武, 徐杰, 宋长青, 等. 张家口—蓬莱断裂带的分段特征[J]. 华北地震科学, 2001, 19(1): 35-42, 54.
- [2] 尤惠川, 邵翠茹, 杨歧焱, 等. 张家口断裂发现第四纪晚期活动证据[J]. 震灾防御技术, 2008, 3(4): 474-477.
- [3] 朱德瑜, 王珊玲, 许桂林, 等. 河北省张家口断裂带的空间展布和第四纪活动特征[C]//地壳构造与地壳应力文集. 北京: 中国地震局地壳应力研究所, 2000, 13: 74-78.
- [4] 河北省地质矿产局. 河北省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 1-496.
- [5] 杨文远, 王生立. 万全—刁鄂、武家沟—万全断裂构造活动性及地震发展趋势[J]. 河北地质学院学报, 1988, 11(1): 59-66.
- [6] 陈望和, 倪明云. 河北第四纪地质[M]. 北京: 地质出版社, 1987: 1-186.
- [7] 方仲景, 段瑞涛, 郑炳华, 等. 河北省怀安盆地北缘断裂活动性研究[J]. 华北地震科学, 1994, 12(4): 25-33.
- [8] 牛树根, 孙爱群, 张建珍, 等. 华北地台北缘中段构造演化及成矿控矿作用[J]. 河北地质学院学报, 1996, 19(3/4): 236-246.

Geometrical Characteristics and Tectonic Activities of Northern Margin Fault of the Hua'an Basin

ZHOU Yue-ling¹, YOU Hui-chuan², YANG Jia-liang¹, BIAN Qing-kai¹, PENG Yuan-qian¹

(1. Earthquake Administration of Hebei Province, Shijiazhuang 050022, China;

2. Institute of Geophysics, CEA, Beijing 100081, China)

Abstract: Combining with previous investigation and research data, this paper analyzes the tectonic feature of the northern margin fault of the Hua'an basin using the methods of topography analysis, geological survey, remote sensing, etc, systematically studies the geometric structure, tectonic deformation and fault activity characteristics of the active fault zone. Hua'an basin fault controls the development of the Quaternary tectonic evolution and landform near the Hua'an basin. According to the fault distribution and fault activity, it can be divided into three sections: the eastern segment (Ximalin-Dongyanghe river), middle segment (Dongyanghe river-Mashikou) and west segment (Mashikou-Hanjiaying). The fault is a atypical mountain-basin boundary, along which we can found significant activity characteristics in many places. There are fault activity traces on the fracture surface: mirror structure, scratches. Each stage has their own activity features, the east segment has the strongest activity, the middle segment take second place, the west segment has the weakest activity.

Key words: the northern margin fault of the Hua'an basin; Quaternary; tectonic deformation; tectonic activities