

山西长治断裂的基本特征 与第四纪活动性研究¹

宋毅盛 张志中

(中国地震局地球物理研究所, 北京 100081)

摘要 实地调查表明, 山西长治断裂由三段组成, 南段和中段为西倾正断层, 北段为东倾正断层, 总体走向北东 25°, 长达 65km, 控制着附近山地与第四纪山间盆地的构造演化和地貌发育; 第四纪早期, 断裂发生强烈的垂直差异活动, 最大垂直活动幅度可达 400m 左右; 第四纪晚期, 断裂活动性明显减弱, 中段仍有活动, 至少发生过两期活动, 第一期活动发生于距今 10.88 万年左右或以后、1.49 万年以前, 第二期活动发生于距今 1.49 万年以后, 垂直错距 0.65m。

关键词: 断裂 第四纪 活动性 山西 长治

引言

巍峨的太行山之中, 发育一条长 350km、宽数公里、走向北北东的晋获断裂构造带, 由多个褶皱与断裂构造斜列组成(曹代勇等, 1997)。山西长治断裂就是这一规模巨大的晋获断裂带南段的重要组成部分, 构成了晋东南长治、黎城山间盆地与其东、西侧山地的地质-地貌分界线, 控制着本区的新构造活动(山西省地质局区域地质测量队, 1972; 王红岩等, 2001; 李广红, 2005)。该断裂自南向北经长治壶口延至潞城东关, 继续向北沿禹王脑西侧山前展布, 控制长治盆地的东部边界; 之后延入奥陶纪灰岩, 浊漳河石梁以北构成黎城盆地的西部边界, 总体走向北北东, 长达 65km 以上, 为第四纪活动断裂, 具右旋走滑正断性质(张希等, 2002; 李小壮等, 2003)。然而, 长期以来对于这一重要断裂的调查与研究相当薄弱, 尤其是在第四纪构造活动性方面, 取得的资料很少, 研究不够深入。本文根据作者在地震安全性评价工作中进行的野外调查所获得的资料, 对长治断裂的基本构造特征和第四纪活动性进行初步分析与研究。

1 断裂基本特征

1.1 构造演化

长治断裂地处晋东南的太行山区, 附近地形地貌与地质构造分区明显(图 1): 断裂以东

¹ 中国地震局地球物理研究所论著号 06AC2007

[收稿日期] 2006-4-25

[作者简介] 宋毅盛, 男, 生于 1976 年。2001 年获中国地质大学(北京)构造地质学硕士学位, 中国地震局地球物理研究所助理研究员、在读博士生。主要从事地震安全性评价的地质调查与地震构造研究。E-mail: yish_song@163.com

属太行山隆起,地质上构成北北东向的复背斜,由寒武-奥陶纪碳酸盐岩组成,地貌上表现为中低山,断裂附近的黎城等地发育有山间小盆地或构造洼地,堆积厚薄不等的第四纪松散沉积物;断裂以西为沁水坳陷的组成部分,南部是长治第四纪盆地,堆积 100—200m 厚的松散沉积物,北部近断裂分布有寒武-奥陶纪碳酸盐岩和长城纪变质岩,组成中低山,远断裂堆积石炭-二叠纪含煤建造,上覆较薄的第四系,形成萎缩的第四纪盆地,地面起伏,表现为黄土丘陵或台地。

上述地质地貌特征表明,长治断裂所在地区在经过早期的升降运动之后,中生代期间再次大范围持续上升,遭受剥蚀并发生强烈的褶皱与断裂作用,形成了本区的基本构造轮廓。喜马拉雅运动晚期,从上新世末至中更新世初,本区发生垂直差异性构造活动,造成群山环抱山间盆地或构造洼地,奠定了现今构造之基本面貌。其后,构造活动趋缓,盆地不断萎缩,地表的侵蚀-堆积作用主要在先前构造及其形成的地形控制下继续进行。

1.2 地貌分异

长治断裂附近地区地貌分异明显,总体上呈现出东部南高北低、西部南低北高的四象限地形分布特征(图 1)。长治断裂以东,靠近断裂南部为浅切割的岗状低山和山间洼地,海拔分别为 1100—1200m 和 950—1000m,北部发育黎城盆地,海拔仅为 800m 左右,受构造作用控制,山地和洼地的走向为北北东,分别对应于背斜和向斜构造,背斜由寒武-奥陶纪碳酸盐岩组成,向斜堆积有更新世松散沉积物;远离断裂是切割较深的、由寒武-奥陶系组成的中山,海拔 1200—1500m。长治断裂以西,南部发育长治盆地,地表平坦,海拔 950—1000m;北部近断裂为中低山,由寒武-奥陶纪碳酸盐岩和长城纪变质岩组成,海拔 1200—1600m;远断裂是襄垣第四纪盆地,地表起伏较大,形成黄土丘陵或台地,下伏石炭-二叠纪含煤建造,海拔 900—950m。

1.3 第四纪构造运动特征

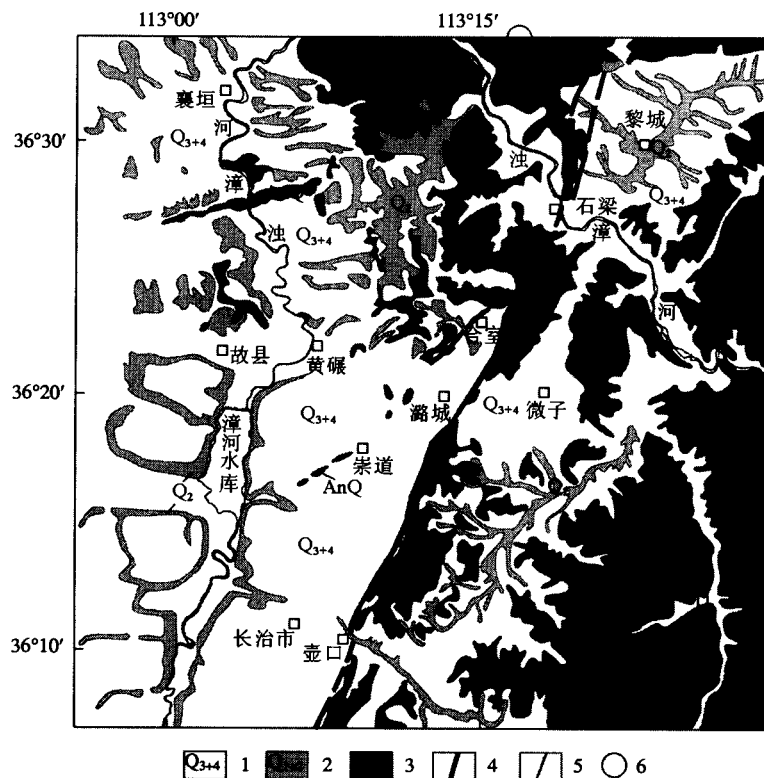
上述四象限地形分布与地貌分异现象是断裂水平活动的产物,显示出长治断裂第四纪期间发生右旋走滑活动。然而,本区第四纪构造运动更为清楚可见的是大面积的整体抬升和某些地段的差异性沉降,形成海拔 1200—1500m 以上的山地和海拔 1000m 左右的山间盆地或构造洼地。

夷平面是新构造运动最为直接的宏观表现之一。长治断裂附近地区海拔 1200—1500m 的山梁可能是零星残存的北台期剥夷面,而山间盆地边缘海拔 1000—1200m 的平缓山顶则为唐县期剥夷面,有些地方至今残存红色风化壳或堆积物。如:黎城盆地北缘山皇脑一带清楚存在海拔 1000 余米的剥夷面,高出盆地面 200m;长治断裂东侧以曹家堰为代表的山顶剥夷面平坦开阔,高出盆地面近 200m;禹王山也有一海拔 1100m 的残存剥夷面,高出盆地面 100—150m;襄垣盆地海拔 880—900m,周围山体残存的剥夷面海拔 1000m 左右。

第四纪期间,断裂附近的长治、黎城、襄垣等山间盆地开始形成和沉降,堆积较厚的松散沉积物,这是本区构造差异升降运动的又一表现。其中,长治盆地规模较大,下更新统最厚超过 200m,上覆地层一般仅 20—30m 厚;黎城盆地下更新统厚达 80m,中更新统也比较厚,为 50m,并有 10—20m 厚的上更新统。这些现象表明不同时期不同地段的差异升降有所差别,反映了构造活动的迁移特点,即以长治断裂为代表的主体构造活动主要发生于早更新世,中更新世以来开始减弱,黎城盆地的沉积作用持续到较晚时期,可能是长治断裂北端尾部拉张的缘故。

1.4 断裂分段特征

长治断裂主体位于晋东南长治盆地东缘,起自盆地以南,向北经壶口、漳头、双桥、东羌城、南庄山等地,延至潞城东关,继续向北沿禹王脑西侧山前展布,在合室东北延入奥陶纪灰岩,过浊漳河后,分布于黎城盆地西侧边缘,总体走向北东 25° ,长达 65km 以上。长治断裂结构比较简单,大致以壶口和合室为界,可分为南、中、北三段(图 1)。



1 全新-上更新统; 2 中-下更新统; 3 前第四纪地层; 4 晚第四纪断裂; 5 早第四纪断裂; 6 震中 $M=3.0-4.9$

图 1 长治断裂地质构造简图

Fig. 1 Geological map of the Changzhi fault

(1) 南段

位于壶口以南,长约 21km。该段断裂在地貌上构成低丘山岗与冲洪积扇或堆积平原的分界线,地质上为奥陶系背斜的西翼断层。南部,断裂所在处为相对和缓的地形变化带,多条冲沟东西向穿过断裂,下切深度 15—25m,出露地层大部分为中更新世红色土;北部,断裂位于灰岩山地与堆积平原的接合处,地形陡变,断裂东侧发育有断层三角面,三角面之上的灰岩山顶为平坦的台面。

(2) 中段

为长治断裂的主体段落,长达 25km 以上,控制长治盆地的东部边界。壶口以北的数公里地段,平原直抵山前,山体拔地而起,断层三角面清楚,线性延伸很好,山前发育晚更新世洪积扇;潞城以南 7—8km 范围内,山前常见断层三角面或月形面,断裂西侧冲洪积扇比较发育,扇顶与扇缘高差最大可达百米左右;潞城以北,断裂构成灰岩山岗与沉积盆地的分

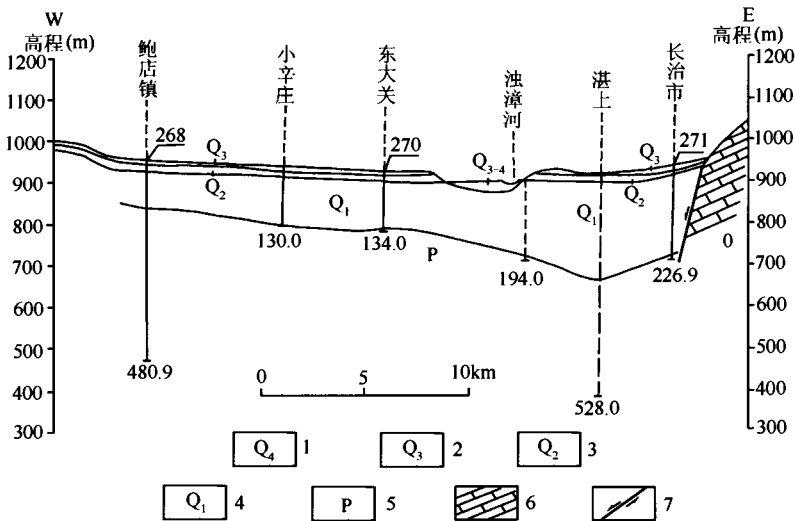
界, 禹王脑西侧山前倾斜地带冲沟切割很深, 达 15—20m。

(3) 北段

位于合室东北, 长 19km。该段断裂延入奥陶纪灰岩之中, 新构造形迹不很清楚。继续向北, 断裂展布于黎城盆地西缘, 控制着盆地的形成与演化, 造成盆地西北角第四纪沉积厚达 200m, 但断裂隐伏于地下, 地表未见最新活动的地质-地貌显示。

2 断裂活动性研究

第四纪以来, 长治断裂在先前构造的基础上重新活动: 早期, 断裂发生较为强烈的垂直活动, 控制了长治和黎城两个盆地的形成与演化, 盆地位于断裂的南、北两端, 在断裂的西、东两侧呈反对称分布, 说明断裂具有右旋走滑活动性质(图 1); 图 2 显示, 盆地基底之上堆积较厚的第四系, 沉积中心位于断裂一侧, 表明断裂垂直差异活动的控制作用, 晚期(中更新世以来)的构造活动趋于缓和, 晚更新世以来许多段落甚或不再活动, 仅中段特别是潞城附近的局部段落仍有明显的活动。



1 全新统; 2 上更新统; 3 中更新统; 4 下更新统; 5 石炭-二叠系; 6 奥陶系; 7 断裂

图 2 长治盆地钻孔剖面(据山西省地质局水文地质队, 1978 资料改编)

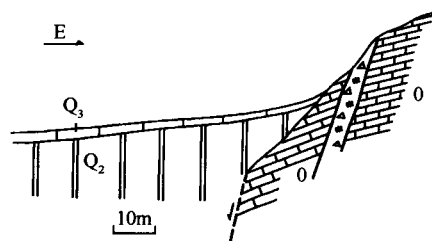
Fig. 2 Cross-section of borehole logs in the Changzhi basin

(recompiled from Hydrological Team of the Bureau of Geology and Mineral Resources of Shanxi Province, 1978)

2.1 南段

有多条冲沟近东西向穿过长治断裂南段所在的地形变化带, 冲沟下切 15—25m, 出露地层大部分为中更新世红色土(山西省地质局区域地质测量队, 1972), 野外清楚可见, 这套地层发育数个近水平的古土壤条带, 没有看见任何构造变形与变位现象, 而是看到红色土超覆于奥陶纪灰岩之上。冲沟剖面的追踪结果表明, 断裂在红色土堆积期间(中更新世晚期)已不活动, 断裂的地貌表现是更早时期形成的(它还要控制后期的近地表过程)。

南庄东 2km, 山地与平原的交接处地形陡变、断层三角面发育, 可见中更新世红色土不整合覆盖于奥陶纪灰岩之上(图 3)。所不同的是, 灰岩之中存在高角度西倾的破碎带, 三角



- 1 晚更新世黄土; 2 中更新世红色土;
3 奥陶纪灰岩; 4 破碎带; 5 断裂

图3 南庄东 2km 长冶断裂地质剖面

Fig.3 Geological section of the Changzhi fault in Nanzhuang

面之上的灰岩山顶为平坦的台面, 与山体中的横向宽谷同为一个构造面, 而宽谷主体堆积是中更新统。我们推测, 宽谷堆积属中更新世早中期, 那时的长冶断裂是活动的, 所以台面被抬升; 山前红色土为中更新世晚期堆积, 在前期构造地貌控制下堆积而成, 所以断裂被覆盖。

2.2 中段

壶口以北的数公里地段, 平原直抵山前, 山体拔地而起, 显示断裂的最新活动性。潞城以南 7—8km 范围内, 山前常见断层三角面或月形面, 黄土与灰岩相接 (还未能准确判定是断层接触或是断层活动之后快速堆积接触), 近断裂处灰岩破碎, 发育走向北北东、高角度西倾、具有正断层性质的滑动面。值得指出的是, 羌城以东, 发育两级剥夷面, 山顶面为唐县期产物, 海拔 1160—1170m, 谷地面是中更新世期间形成的, 海拔 1070m 左右, 分别高出山前盆地地面 170—180m 和 80m 左右, 反映出第四纪不同时期长冶断裂的垂直活动性。

潞城东关, 断裂地貌非常清楚, 灰岩山岗西坡脚下有一个大型采石坑, 揭露出长冶断裂的一系列断面 (图 4), 清晰可见:

① f_1 断层以东, 靠近断裂岩层破碎, 高角度西倾; 远离断裂岩层较为完整, 倾角逐渐变小, 显示出 f_1 断层的强烈构造作用。

② f_1 断层以西, 下部露出奥陶纪灰岩, 微向东倾 (倾角 5° 左右), 其上有一褐红色砾石砂土薄层; 上部是灰色、灰褐色含砾砂土层, 可分 3 个韵律小层, 总厚 2m。

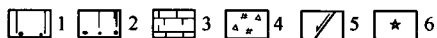
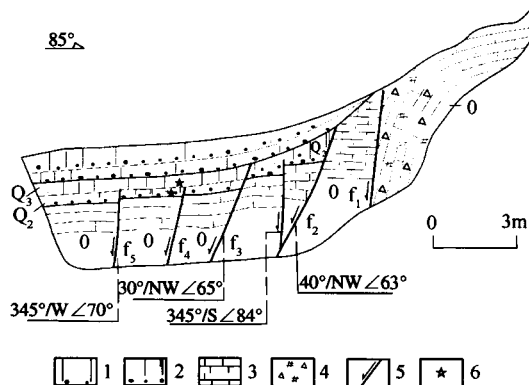
③ 剖面上的断层可分为两组, 产状 $30^\circ\text{NW}/\angle\sim 65^\circ$ 的为主要断层; 产状 $345^\circ\text{W}/\angle 70^\circ\sim 85^\circ$ 的是低序次断层。

④ 所有断层均错动了褐红色砾石砂土而大多被灰褐色含砾砂土层覆盖, 这在 f_4 断层上表现得很清楚, 褐红色层在断层东盘厚仅 17cm, 为充填砂砾土的碎石堆积; 西盘该层分上、下两部分, 下部的砂砾碎石厚 20cm, 上部变为含砾砂土, 厚 18cm。

⑤ f_3 断层还错动了灰褐色含砾砂土层下部韵律小层。

因此, 剖面显示出长冶断裂有两期活动, 发生于第四纪晚期, 但垂直错距不太大。需要指出的是, f_1 断层是长冶断裂近地表的主要活动分支, 表现出规模较大, 变形强烈, 为构造地貌 (山岗与盆地) 的分界线。或许, 剖面西侧还有另一主断面, 但它在第四纪晚期不再有明显的垂直活动, 因而地表上没有显示。

在该剖面上取得 2 个沉积物样品, 进行热释光测年。结果表明, 松散堆积物上层 (灰褐



- 1 全新世-晚更新世含砾砂土; 2 中更新世砾石与砂土;
3 奥陶纪灰岩; 4 破碎带; 5 断层; 6 取样位置

图4 潞城东关长冶断裂地质剖面

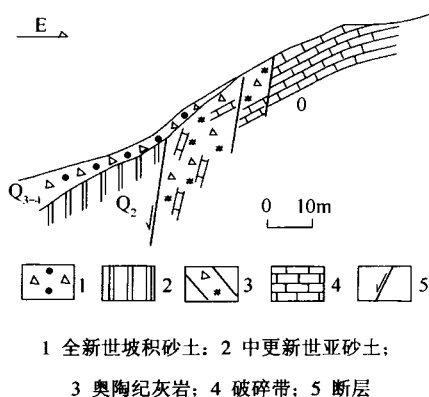
Fig.4 Geological section of the Changzhi fault in Lucheng

色层)底部年龄为距今(1.49±0.11)万年;下层(褐红色层)为距今(10.88±0.81)万年;分属全新世一晚更新世和中更新世。由此判断,第一期断层活动发生于距今10.88万年左右或以后、1.49万年以前;第二期断层活动发生于距今1.49万年以后、上部2个韵律小层堆积之前,垂直错距0.65m。因此,该段断裂晚更新世期间还在活动。

潞城东关北,山岗西侧采石场可见奥陶纪灰岩遭受断裂作用形成的各种变形现象:早期的挤压-逆冲作用和晚期的拉张作用造成岩层褶皱、破碎、牵引和错动,破碎带宽6—8m,岩层陡倾,产状35°/NW∠66—75°;灰岩与中更新世红色土呈断层接触关系,被表层坡积物覆盖(图5)。

2.3 北段

合室东北,长治断裂延入奥陶纪灰岩之中,新构造形迹不很清楚。过浊漳河石梁以北,断裂沿黎城盆地西缘展布,造成盆地西北角第四纪沉积厚达200m,但断裂隐伏于地下,其最新活动有待进一步调查研究。



1 全新世坡积砂土; 2 中更新世亚砂土;
3 奥陶纪灰岩; 4 破碎带; 5 断层

图5 潞城东关北长治断裂地质剖面

Fig. 5 Geological section of the Changzhi fault in northeast Nanzhuang

3 结论

(1) 长治断裂是晋获断裂带南段的组成部分,总体走向北北东,全长65km,构成晋东南太行山内部重要的地质-地貌构造分界线,控制着长治-黎城地区第四纪山脉-盆地构造的四象限分布,显示出断裂具有右旋走滑活动和垂直变位的双重特征。

(2) 长治断裂第四纪早期发生强烈的垂直差异活动,控制长治盆地和黎城盆地的发育,堆积较厚的第四系;第四纪晚期,构造活动明显减弱,断裂中段仍有明显活动,小震活动也主要发生于这一地段,是活动性相对较强的段落,具有发生中强地震的构造条件。

(3) 长治断裂第四纪期间大部分段落发生正断层活动,造成两侧地块垂直变位,幅度最大可达400m左右(长治盆地西侧下降220m,东侧上升180m;黎城盆地东侧下降200m,西侧上升200m)。第四纪晚期,断裂中段发生过两期活动,第一期活动发生于距今10.88万年左右或以后、1.49万年以前;第二期活动发生于距今1.49万年以后,垂直错距0.65m。

参考文献

- 曹代勇等, 1997. 晋-获断裂带分段模式研究. 大地构造与成矿学, 21 (4): 323—329.
李广红, 2005. 长治盆地周边地质构造. 煤, 14 (1): 47—49.
李小壮等, 2003. 山西高平地震. 山西地震, 第4期: 17—19.
山西省地质局区域地质测量队, 1972. 长治幅区域地质图及说明书(1/20万). 北京: 地质出版社.
王红岩等, 2001. 沁水盆地南部煤层气藏水文地质特征. 煤田地质与勘探, 29 (5): 33—36.
张希等, 2002. 华北地区近期地壳水平运动的非震负位错反演. 大地测量与地球动力学, 22 (3): 40—45.

Geological Features and Activities of the Changzhi Fault, Shanxi, China

Song Yisheng and Zhang Zhizhong

(Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, Beijing 100081, China)

Abstract Based on field investigation, this paper describes geological features and tectonic activities of the Changzhi fault in southeastern Shanxi province, China. This fault strikes northeast to north, dips to west in the south and middle segments but to east in the north segment, and extends over a distance of 65km. Acting as both major geological and geomorphologic boundaries, this fault controls the regional neotectonic activity. In earlier Quaternary period, strong tectonic movement occurred along Changzhi fault with a vertical offset of 400m, which led to the formation of Changzhi and Licheng basins. During late Quaternary period, the activity intensity of both north and south segments decreases. However, along the middle segment scarps and offsets of young sedimentary deposits are observed in the field, which represents two possible faulting activities. The first one occurred between 108.8ka PB and 14.9ka PB, and the second one occurred after 14.9ka PB with a vertical offset of 0.65m.

Key words: Changzhi fault; Quaternary; Tectonic activities; Shanxi; Changzhi