

青海大通宝库河断裂活动性研究

袁道阳 刘百簾 吕太乙
何文贵 刘小凤

(国家地震局兰州地震研究所, 兰州 730000)

摘要 本文在对宝库河地区第四系及地貌单元划分对比的基础上, 结合年代测试结果, 分析了宝库河断裂带的断错微地貌特征。结果表明, 宝库河断裂穿过的Ⅰ—Ⅲ级冲积、坡洪积阶地未被断错; 经热释光年代测定, 至少在距今 6.6 ± 0.8 万年以来该断裂未再活动过, 是一条晚更新世早期断裂, 属左旋走滑型兼具挤压逆冲特性。

关键词: 断层活动性 热释光法 第四纪 地貌单元 宝库河断裂

1 前言

宝库河断裂位于青海省大通县境内湟水支流北川河上游的宝库河南岸, 大地构造位置处于祁连山褶皱带中部隆起带北部。由前下古生界地层构成紧密线型复式褶皱, 自北而南依次为: 大坂山复向斜、宝库河复背斜、哈曼达坂山向斜等。其中, 宝库河复背斜是由基底下元古界地层及上覆三迭系地层构成的复式褶皱, 宝库河断裂即发育在该背斜的南翼^[1]。断裂在地貌上较清晰, 总体走向近东西, 总长约 77 km (图 1)。目前, 尚未见有对该断裂新活动性的研究报道, 我们在航片解译的基础上, 通过野外追踪调查, 对该断裂的运动特性, 尤其是新活动性进行了较细致的研究。

2 第四系及地貌单元划分

宝库河断裂所在的宝库河地区北邻祁连山的南支大坂山, 南依大坂山支脉哈曼达坂山, 宝库河呈狭长带状蜿蜒穿行于山谷间, 两岸山势陡峻, 南北两山主峰海拔在 4,000 m 以上, 河谷高程在 2,800—2,900 m 之间, 为构造剥蚀的中高山—高山地貌景观。在宝库河上游(牛场—寺堂)为纵向构造谷, 河谷开阔, 谷底宽 800—1,000 m, 河床比降较缓, 阶地发育。从成因上可将阶地划分为冲洪积型、坡洪积型等。

Ⅰ级阶地在宝库河较发育, 拔河高 3—5 m, 主要为冲积型、冲洪积型, 顶部为几十厘米厚的含砂质土层, 下部为泥质砂砾石层, 含巨砾。

Ⅱ级阶地分基座阶地和堆积阶地两类, 成因包括冲积、洪积、坡洪积等, 一般高出河床 8—12 m。寺堂河沟脑Ⅱ级冲洪积基座阶地(图 3), 砂砾石层底部的采热释光样年代为 3.5 ± 0.7 万年; 大火烧沟沟口发育Ⅱ级堆积型洪积阶地, 高出沟床 12 m, 其顶有一层厚约 0.5 m 的土黄色含砾亚粘土及根土层, 下部为砂砾石层, 其中砾石大小混杂, 中、粗、巨砾均有, 分选性差, 圆度也较差, 为棱角状、次棱角状, 成分复杂, 其热释光年代为 2.9 ± 0.3 万年(图 2);

卢库迈沟口发育有Ⅱ级不对称洪积扇，高出沟床 8—10 m，扇顶面平坦，采热释光年代为 3.1 ± 0.3 万年。由此可见，宝库河地区Ⅱ级阶地形成年代大约为距今 3 万年。

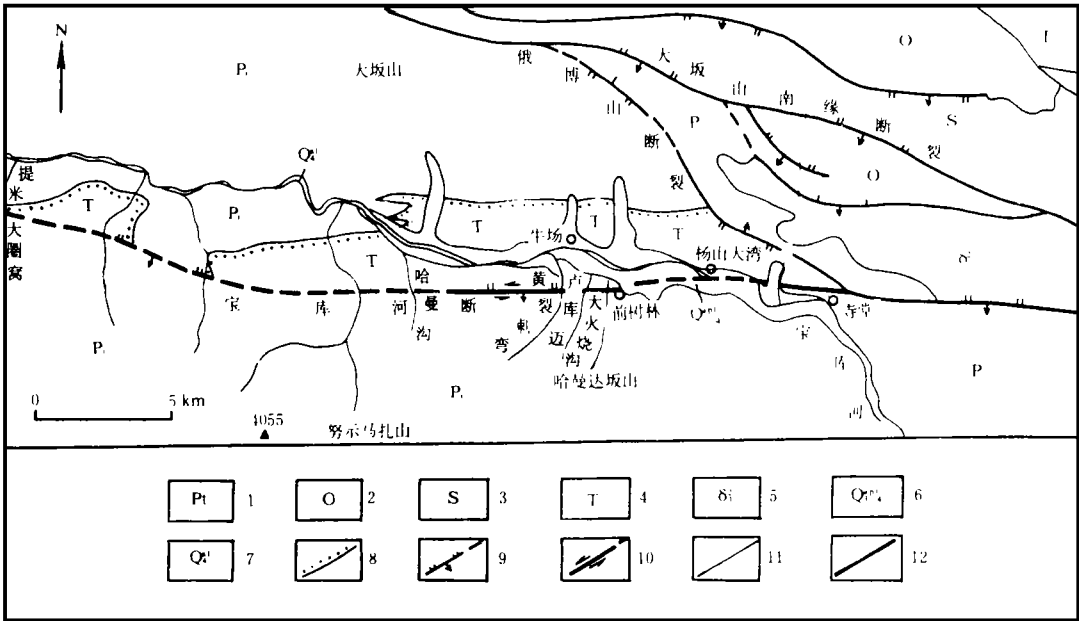


图 1 宝库河断裂带地质略图

1. 下元古界花岗岩片麻岩、云母石英片岩 2. 奥陶系板岩、千枚岩 3. 志留系变质砂岩、粉砂岩
4. 三叠系灰绿色砂岩、页岩 5. 加里东期闪长岩 6. 晚第四纪冲洪积砂砾及亚砂土 7. 全新
统冲积砂及亚砂土 8. 不整合地质界线 9. 实测及推测逆断裂 10. 实测及推测走滑断裂
11. 前第四纪断裂 12. Q_3 断裂

Fig. 1 Geological map of the Baoku river fault zone.

Ⅲ级阶地在宝库河的南岸较发育，形成一些高出沟床 20—30 m 的台地。在大火烧沟、小火烧沟等处至今仍保存有较好的坡洪积台地，属基座阶地。前树林小火烧沟出露Ⅲ级阶地剖面(图 4)，在下元古界变质岩系基座之上覆盖一层厚达 10 m 以上的坡洪积砂砾石层，其底部热释光年代为 6.6 ± 0.8 万年。据此推断宝库河地区Ⅲ级阶地形成年代为距今 6 万年左右。

Ⅳ级阶地残缺不全，分布零星，在大火烧沟等处可见，属基座阶地，成因为坡洪积。

大坂山北缘大通河河谷仍为一断陷谷地，与大坂山南缘的宝库河断陷谷地相比，其地形、地貌、气候等自然地理环境相近。其中，Ⅰ级阶地拔河 5 m 左右，为堆积阶地，据康建成*对大通河支流——白水河一级冰水阶地的研究，距顶 80—100 cm 古土壤¹⁴C年代为 5,245 ± 66a. B. P.；距地表 130 cm 古土壤¹⁴C年代为 6,955 ± 85a. B. P.。这级冰水阶地应该是全新世初河流下切形成的，相应的大通河Ⅰ级阶地也应属全新世。可见宝库河地区Ⅰ级阶地也应属

• 康建成. 15 万年以来中国西部冰川序列、黄土记录与环境演变关系的研究(博士论文). 1990

全新世。

大通河Ⅰ级阶地高出河面 10—15 m,该级阶地是末次冰期间冰段时河流下切的产物,时代在 3.5 万年以前。可见与宝库河地区Ⅰ级阶地大体相当。

综上所述,可以划分出宝库河地区第四系及地貌单元(表 1)。

表 1 宝库河地区晚第四系及地貌单元划分

统	地貌单元	成因类型	组	地貌单元	成因类型
全新统 Q_4	新坡积裙	坡积型(Q_4^{dl})	上组 Q_4^I	河漫滩与沟床	冲积型(Q_4^{2al})
					冲洪积型(Q_4^{2apl})
	新洪积扇	洪积型(Q_4^{pl})	下组 Q_4^{II}	Ⅰ级阶地	冲积型(Q_4^{1al})
					冲洪积型(Q_4^{1apl})
晚更新统 Q_3	老坡积裙	坡积型(Q_3^{dl})	上组 Q_3^I	Ⅰ级阶地	洪积型(Q_3^{2pl})
					冲洪积型(Q_3^{2apl})
	山麓洪积扇	洪积型(Q_3^{pl})	下组 Q_3^{II}	Ⅱ级阶地	坡洪积型(Q_3^{3pl})
					冲洪积型(Q_3^{3apl})

3 宝库河断裂新活动性分析

宝库河断裂位于宝库河的南岸,走向近东西,在航片上线性特征较清晰,地貌上多表现为断层丫口、断层三角面及大的断层崖。在前树林至牛场一段还见有山脊、水系左旋断错现象,表明断裂性质为左旋走滑兼具挤压逆冲特性。断裂倾向南,倾角 $21^{\circ}—50^{\circ}$,破碎带宽达数十米至百余米,由多种构造岩带组成。断裂构成下元古界与其上覆地层的分界,带内有花岗岩侵入。断裂东端在寺堂沟脑与北西向的俄博山断裂交汇,向西延伸与北西向的大通山断裂交汇,全长约 77 km。

沿宝库河断裂走向方向,具山脊、水系左旋断错现象,尤其是牛场以南的黄刺弯—哈曼沟一带航片解译有一系列冲沟左旋,比较显著的地点为大火烧沟东西两侧山梁(相当于Ⅳ级台地)的左旋断错,东侧山脊左旋断错 60 m,西侧山脊左错 24.5 m,水系 21.5 m(图 2)。

我们知道,在阶地的形成演化过程中,河岸和谷底组成的河谷空间部分为河水占据,因此它们是一对相应的地貌单位。今天的河岸就是未来的阶地边缘,今天的谷底就是未来的阶地面,它们具有对应的演化关系和地貌年代。阶地的水平位移是在流水下切期间,即阶地边缘形成过程中累积的^[2]。因此,阶地边缘应和相邻较低一级阶地面年代相对应。基于这一观点,按三级阶地的年代 6.6 ± 0.8 万年计算得到本段断裂晚更新世以来平均水平滑动速率为: $0.91\pm0.12—0.33\pm0.04$ mm/a。

同时,在大火烧沟两侧发育Ⅰ—Ⅱ级洪积阶地,被断裂穿过的阶地面平整,无变动形迹。又经我们沿断裂带的追踪考察,未发现有新的左旋断错现象。因此,我们认为至少在晚更新世晚期以来,宝库河断裂的走滑运动已不明显甚至不活动。

宝库河断裂在走滑运动的同时,还具倾滑运动分量,沿断裂形成一些基岩反向坎,并有断层泉沿线分布。

3.1 寺堂沟脑剖面

在断裂东端的寺堂沟脑,沟的东侧由基岩反向坎形成的断裂沟槽呈线状延伸,其走向N85° E,反向坎倾向南,坡角31°,坎高2—5 m,长达200 m左右。寺堂沟发育有不对称Ⅰ—Ⅲ级冲洪积阶地,断裂横穿阶地而过,在地貌上较清晰。寺堂沟脑西侧出露断层剖面(图3),断错下元古界变质岩与三叠系砂岩,并构成Ⅰ级阶地的基底,其上覆盖有洪积砂砾石层。

岩性描述:

①以褐黄色变质岩系的凝灰岩、片麻岩为主,节理、裂隙较发育,脉岩产状:N75° E/NW∠64°,时代P₁。

②断层破碎带,宽8—10 m,见少许断层泥。

③三叠系紫红色层状中细砂岩与泥岩互层,具斜层理,产状:N75° E/SE∠51°。

④砂质砾石层,砾石分选性和磨圆度较差,为棱角、次棱角状,砾径5 cm—1 m不等,大小混杂,无胶结现象,但具一定压实作用,为洪积成因,不整合覆于下部基岩之上,从而构成Ⅰ级阶地。其底部采热释光样年代为3.5±0.7万年。

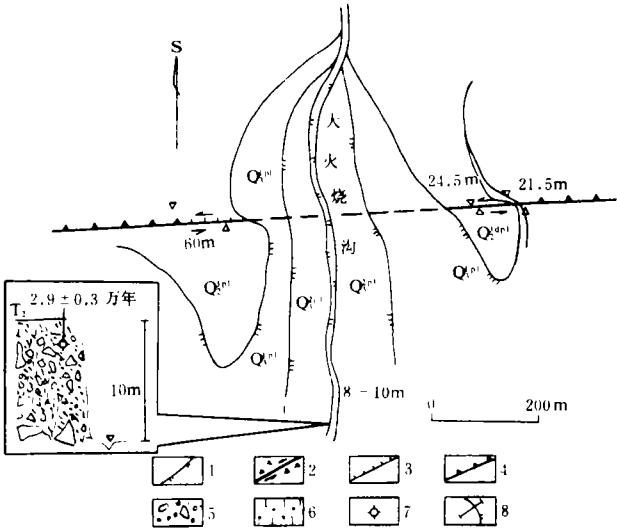


图2 大火烧沟断错地貌示意图

1. 阶地级数及高度 2. 断错山脊(空心三角)水系(实心三角) 3. 断崖
4. 断层三角面 5. 含砂质砾石层 6. 含砾亚粘土及根土层
7. 热释光采样点 8. 剖面位置

Fig. 2 Sketch of dislocated geomorphology in Dahuoshaogou.

⑤灰黄色含砾砂土层及根土层,顶面平坦。

断层性质为逆断层,止于层④之下而未将层④、⑤断错,说明本断裂至少在晚更新世晚期以来再未活动过。但断裂穿过的Ⅲ级坡洪积台地的坡面在形态上似有一转折,表明大约于

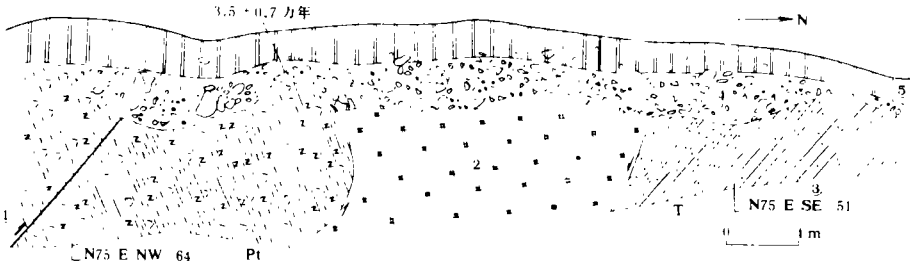


图3 寺堂沟脑宝库河断裂剖面

Fig. 3 Profile of the Baoku river fault in the head of Sitang valley.

⑤灰黄色含砾砂土层及根土层,顶面平坦。

断层性质为逆断层,止于层④之下而未将层④、⑤断错,说明本断裂至少在晚更新世晚期以来再未活动过。但断裂穿过的Ⅲ级坡洪积台地的坡面在形态上似有一转折,表明大约于

晚更新世初可能曾有过活动。

3.2 前树林剖面

宝库河断裂穿过的前树林处的小火烧沟发育Ⅱ、Ⅲ级坡洪积阶地,断裂发育在下元古界变质岩系之中,组成Ⅲ级阶地之基座(图4)。

岩性特征:

①土黄色砂砾石层,砾石大小混杂,多为中、粗及巨砾,为棱角状、次棱角状,无明显分选性,仅底部具微斜层理,成因为坡洪积,构成Ⅲ级阶地台面,其底部采热释光样年代为 6.6 ± 0.8 万年。

②断裂破碎带,其中岩石挤压作用强烈,从而形成糜棱岩化带,内有两组较明显的断层泥带,断裂产状为 $N80^\circ E/SE \angle 39^\circ - 45^\circ$,性质为逆断层,破碎带宽达 140 m。

③以下元古界灰绿色变质岩系的片麻岩为主,其片理产状为 $N60^\circ E/SE \angle 53^\circ$ 。

断裂覆于层①之下,据此推断,宝库河断裂最晚活动时代应为 6.6 ± 0.8 万年以前。

在牛场以西的提米大圈窝,断裂分为两叉,从而构成一平缓宽谷,靠近山麓的分支断裂在地貌上表现为断层三角面等现象,新活动不明显;山前分支断裂则以陡崖为主,断裂穿过的

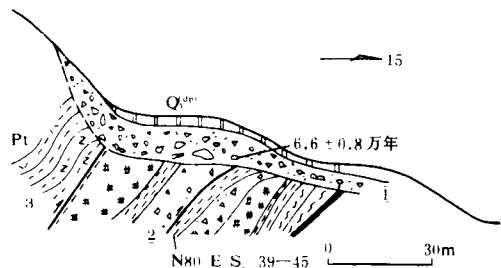


图4 宝库河断裂前树林剖面

Fig. 4 Profile of the Baoku river fault in Qianshulin.

牧拉沟口Ⅰ—Ⅲ级冲洪积台地无任何变化,但所穿过的Ⅳ级高台地顶面形成一凹谷,表明 $T_4(Q_3^1 - Q_2^3)$ 时该断裂可能有过新活动,但至晚更新世晚期以来未再活动过。

4 结语

综上所述,宝库河断裂在航片上以及地貌上的线性特征清晰,表现为断裂丫口、断层三角面及大的断崖,断层泉呈线状分布。断裂性质为左旋走滑型兼具挤压逆冲特征,断错第四纪的最新地层为Ⅲ级高台地及Ⅳ级残余台地,表明本断裂中更新世晚期或晚更新世早期有过构造活动。但断裂穿过的宝库河Ⅰ—Ⅲ级冲洪积阶地未被断错,经热释光年代测定,至少是 6.6 ± 0.8 万年以来未再活动过,因此,宝库河断裂属于一条晚更新世早期断裂。

本文的热释光样品由成都理工学院要全泰测定,工作中得到青海省水利水电勘测设计研究院徐晏清、陶志广、刘瑞军等同志的支持与协助,在此深表谢意。

(本文 1994 年 11 月 7 日收到)

主要参考文献

- 1 青海省地质矿产局. (湟源幅)地质图及说明书, 1965.
- 2 程绍平. 断错阶地水平位移量确定中的一个理论问题. 活动断裂研究(第1辑). 地震出版社, 1991.

RESEARCH ON THE ACTIVITY OF BAOKU RIVER FAULT, DATONG COUNTY, QINGHAI PROVINCE

Yuan Daoyang, Liu Baichi, Lu Taiyi, He Wengui and Liu Xiaofeng

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Lanzhou 730000*)

Abstract

In this paper, on the basis of division and comparison of the Quaternary system and geomorphic units in Baoku river area and according to the ages of specimens, authors analysed the characters of dislocated micro-geomorphology. The results show that Baoku River fault does not cut the first-order to third-order alluvial or pluvial terraces crossed by the fault. Through the thermoluminescent dating, authors found that the Baoku river fault has not revived since 66 ± 8 ka. B. P. The Baoku river fault is a left-lateral and compressional reverse fault, and belongs to late Pleistocene fault.

Key words: Fault activity, Thermoluminescent method, Quaternary, Geomorphic unit, Baoku river fault