

兰州秦王川盆地形成和演化特征的初步研究^{*}

袁道阳¹, 杨 斌¹, 周俊喜¹, 姚 增², 张向红¹

(1. 中国地震局兰州地震研究所, 甘肃兰州 730000; 2. 兰州大学, 甘肃兰州 730000)

摘要:通过对兰州市秦王川盆地东西二侧隐伏断裂的探测及区域河流阶地的对比, 研究了该盆地的形成和演化特征. 结果表明, 秦王川盆地形成于第三纪. 在中更新世晚期由于受东西二侧边界断裂挤压逆冲活动的影响而成为一个封闭式的断陷盆地. 中更新世晚期—晚更新世早期金强河及黑马圈河沿盆地二侧古河道穿过秦王川盆地, 注入黄河, 从而使盆地内堆积了较厚的冲洪积砂砾石层. 晚更新世晚期—全新世早期由于坪城盆地的持续抬升, 河流改道, 使秦王川盆地成为一个干旱盆地.

主题词:兰州; 盆地; 盆地演化; 秦王川

中图分类号: P542 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2000)03-0296-05

1 秦王川盆地概况

秦王川盆地位于兰州市西北, 距兰州市约 40 km. 该盆地南北长约 42 km, 东西宽 15~20 km, 面积达 720 km². 盆地北部为低山, 东西南三面为低缓的黄土丘陵, 相对高差 40~60 m. 盆地内冲洪积砾石层厚达 36~59 m, 上覆薄层次生黄土. 砾石的分选性和磨圆度较好, 显示出这些砾石经过较长距离的搬运. 该盆地为干旱盆地, 其附近无常年性径流, 多为一些宽阔的干沟, 唯暴雨时节才有洪水泻流. 该盆地地势由 NE 向 SW 倾斜. 盆地基底为上第三系(N)河湖相及山麓相的碎屑堆积物, 厚约 400~500 m, 以淡紫红色、桔红色泥岩、泥质砂岩、砂砾岩为主, 其上为晚更新世(Q₃²)冲洪积砾石层.

2 秦王川盆地的构造特征

从沉积物的成分分析, 秦王川盆地为剥蚀和堆积盆地. 沿沉降幅度增加的方向, 由剥蚀盆地逐渐过渡到堆积盆地. 从构造方面考虑, 秦王川盆地又是一个断陷盆地, 形成于第三纪. 第四纪以来由于东西二侧断裂的挤压逆冲活动以及南部的褶皱隆起, 该盆地成为一个封闭式的断陷盆地. 秦王川盆地东西二侧地貌线性特征非常清晰, 经实地野外追踪考察并采用联合剖面法和四极对称电测深法进行探测, 同时进行钻探验证, 证实盆地二侧有断裂存在(图 1). 现将断裂展布及新活动特征简述如下.

2.1 秦王川盆地西缘断裂(F₁)

该断裂为一条隐伏断裂, 经电测深证实, 断裂展布大致从北端的庙湾沿盆地西缘向南经中

收稿日期: 1999-01-19

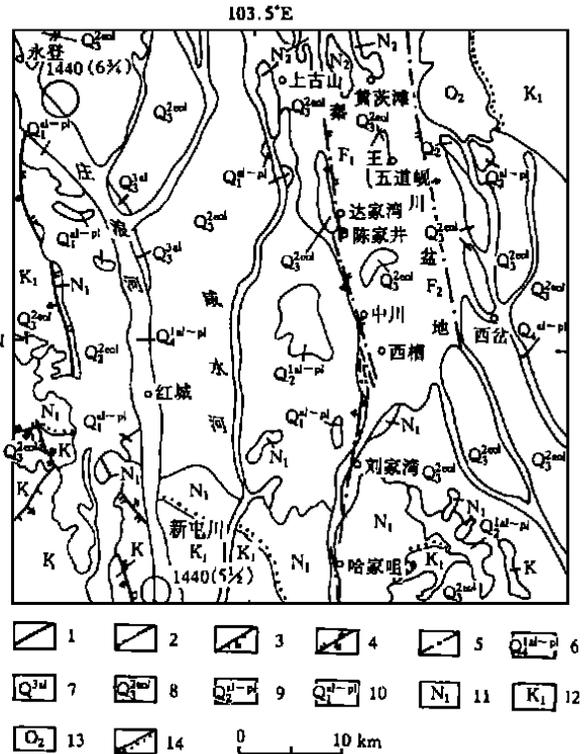
^{*} 中国地震局兰州地震研究所论著编号: LC2000020

作者简介: 袁道阳(1965—), 男(汉族), 四川广安人, 副研究员, 现主要从事地震地质研究工作.

川机场, 止于哈家咀北, 总长度约 37 km, 总体走向 NNW, 倾向 W, 倾角较陡, 显示逆断层性质. 该断裂由 3 段不连续的呈雁列式排列的断层段组成. 下部上第三系顶面断距为 2~20 m. 为了验证电测深结果, 在中川机场二号道口进行了钻探, 不但发现了断裂破碎带, 而且断裂东西二盘上第三系泥岩倾角差别较大, 分别为 70° 和 35°~40°, 顶面埋深分别为 54 m 和 45 m, 断距达 9 m. 这一结果与电测深结果(东西二盘上第三系顶面埋深分别为 55 m 和 47 m)非常吻合(图 2a). 钻探结果还表明, 该断裂有可能断错 Q₃ 砂砾石层下部, 而上部层位连续, 无断错形迹(图 2b), 说明在 Q₃ 早期断裂可能发生过活动.

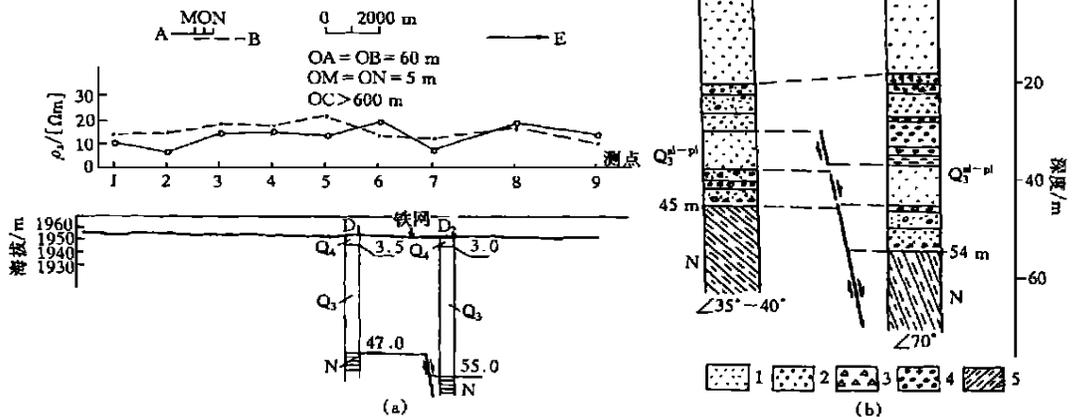
2.2 秦王川盆地东缘断裂(F₂)

该断裂为一条隐伏断裂, 大致由北端的甘露池沿秦王川盆地东缘至山子墩, 长约 30 km. 该断裂东西两侧地形高差达 20~30 m, 在断裂的北部边缘有奥陶系变质岩出露, 而在断裂西侧则为一套冲洪积物. 沿断裂二侧含水层深度发生明显变化, 断裂西侧民用水井在 100 m 左右深度还未见红层, 且冲洪积砂砾石



- 1 Q₃ 断层; 2 Q₁₋₂ 断层; 3 正断层; 4 逆断层; 5 隐伏断层;
- 6 Q₄ 冲洪积物; 7 Q₃ 冲洪积砂砾石层; 8 Q₃ 风成黄土;
- 9 Q₂ 冲洪积砂砾石层; 10 Q₁ 冲洪积砂砾石;
- 11 N₁ 桔红色泥岩及砂岩; 12 K 紫红色砂岩、粘土岩及砾岩;
- 13 O₂ 千枚岩、大理岩; 14 不整合界线

图 1 秦王川盆地及其周围地区地质构造略图
Fig. 1 Sketch map of geological structure in Qinwangchuan basin and its vicinity.



- 1 粉土; 2 细砂层; 3 角砾; 4 中粗砂; 5 泥岩

图 2 中川机场 2 号道口电测深结果及钻孔剖面图

Fig. 2 Electrical surveying result and borehole profile at the No. 2 runway of the Zhongchuan airfield.

层中含水,而东侧未见泉水,据此推测奥陶系由东向西逆冲于新第三系之上,上覆 Q_3^1 冲洪积物未见变动.电测深结果证实断裂二侧上第三系(N_2)顶面无明显断距,但 N_2 内断距大于 60 m,因此该断裂应是一条 Q_{1-2} 断裂.

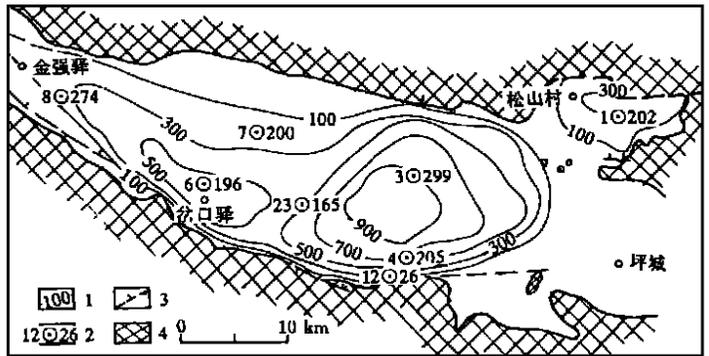
由此可见,秦王川盆地为一个明显受断裂控制的断陷盆地.

3 秦王川盆地的演化特征

经考察发现,秦王川盆地东西二侧不但受断裂控制,而且还存在 2 条古河道.盆地内分布的厚层冲洪积砂砾石层及粉土层就是由 2 条古河道搬运而来的.其中东侧古河道北端入口即为天祝县松山乡的黑马圈河或早期兔窝—坪城堡—金强河一带,它的南端出口为西岔—皋兰河,经山子墩—水阜河,然后注入黄河.西侧古河道南端经西槽,大致沿哈家咀向南注入李麻沙沟,后流入黄河.其主要依据为:

(1) 金强河谷—松山草原一带属于坪城拗陷的西段.它的南界为马雅雪山和宝泉山,北界为雷公山和毛毛山,西至金强河脑,东至安子山一带.该拗陷形成于上新世初期,至上新世末沉积了厚约 500 m 的桔红色泥岩(图 3).尽管上新世末大部分地段已开始抬升,但仍有部分地段继续沉陷,并有厚 400 余米的下更新统砾岩沉积.至早更新世末,全区以震荡性上升为主.与此同时,分别位于金强河谷—坪城拗陷东端南北二侧的松山滩—满家塘拗陷,第四纪以来呈现微弱上升状态,形成了丘陵和波状平原地形.在华藏寺以东,由于受马雅雪山东段余脉的阻挡,来自南北二侧山地的晚第四纪冲洪积物很自然地就会顺着拗陷盆地被向东南冲刷搬运,而在低凹地带沉积下来,秦王川断陷盆地就是很好的堆积场所.

(2) 通过对金强河、庄浪河及坪城、秦王川盆地古河道阶地的考察、实测及分析对比发现(表 1),沿兔窝、正路、西岔一带和坪城、满家塘、四眼井、西槽、哈家咀一带河道开阔,宽约 500 ~ 1 500 m,现代流水极少或没有,仅有季节性洪水泻流,但它们却存在着 I ~ II 级冲洪积阶地.阶地二元结构清晰,下部为一层厚 3 ~ 10 m 的以冲积为主的砂砾石层,砾石具较好的分选



1 上新统厚度等值线(m); 2 钻孔(编号及深度); 3 断层; 4 前新生界(山地)
图 3 金强河谷—坪城上新统等厚度图(据甘肃省水文二队)
Fig. 3 Isogram of Pliocene series thickness from Jinqianghe valley to Pingcheng.

性和磨圆度,多为砾卵石,其上为黄土状土和亚砂土层,这显然是早期较大水流冲刷搬运的产物.

(3) 金强河河道开阔,阶地发育,共存在 I ~ V 级阶地,其中 I ~ III 级为冲洪积阶地,而 IV 和 V 级主要为洪积阶地.庄浪河的中堡—河口段河道开阔,发育 I ~ IV 级阶地.阶地二元结构清晰,多为冲洪积成因.在华藏寺—中堡清水河段峡谷内阶地不甚发育,仅零星分布 I ~ II 级阶地,其中 I 级为堆积阶地,II、III 级均为基座阶地.

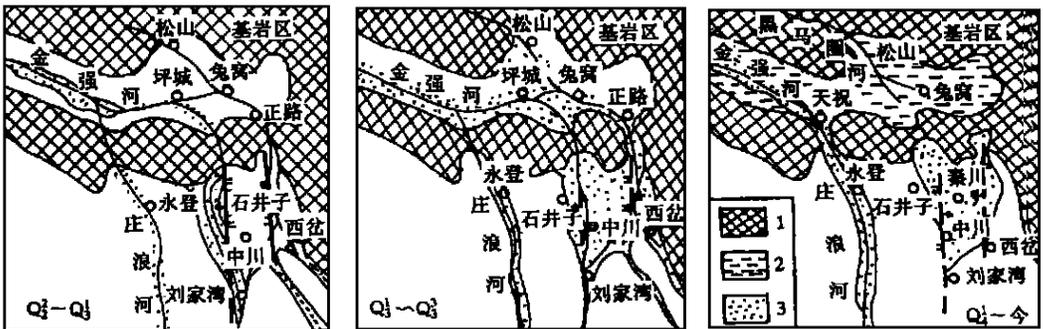
在金强河车站 I、II 级阶地上采集了 2 个热释光样品,其年代见表 1.为了弥补年代资料的不足,利用作者 1999 年^[1]建立的青藏高原东北缘地区水系沉积物年代标尺:

$$\lg t = 1.37 \lg h - 0.19 \quad (1)$$

(t 为年代, 单位为 ka , h 为高度, 单位为 m), 计算得到各级阶地的大致形成年代, 见表 1. 由表 1 可见, 该区河流阶地形成于中更新世晚期. 经综合分析认为, 该区河流发育、变迁过程及秦王川盆地的演化大致应分 3 个阶段(图 4).

表 1 兰州市秦王川盆地附近地区河流阶地对比

地点	I 级			II 级			III 级			IV 级			V 级		
	高度/m	类型	年代/ ka	高度/m	类型	年代/ ka	高度/m	类型	年代/ ka	高度/m	类型	年代/ ka	高度/m	类型	年代/ ka
金强河段	金强河车站	2~5	堆积	6.35±0.09 (TL)	4~10	堆积	25.9±2 (TL)	40	堆积基座	101.12	—	—	—	—	—
	打柴沟	4~5	堆积	5.07	10~15	堆积	20.55	40	基座	101.12	—	—	—	—	—
	岔口驿	2~4	堆积	2.91	8~12	堆积	15.14	30~35	堆积	76.08	—	—	100~115	堆积	391.77
	华藏寺	2~3	堆积	2.27	8~10	堆积	13.10	35~40	堆积	92.56	60~80	堆积基座	217.67	—	—
华藏—中堡峡谷	武胜驿	3~6	堆积	5.07	10~15	堆积基座	20.55	30~35	基座	76.08	—	—	—	—	—
	中堡清水河	2~4	堆积	2.91	10	基座	15.14	35~40	基座	92.60	60~70	基座	196.65	—	—
庄浪河段	永登邢家湾	3	堆积	2.91	15	堆积	26.38	30	堆积	68.18	—	—	—	—	—
	红城	3	堆积	2.91	8~20	堆积	24.0	40~55	堆积	127.96	80~95	基座	295.50	—	—
	周家庄	3~5	堆积	4.313	7~20	堆积	22.83	30~35	基座	76.08	67~75	基座	221.94	—	—
东古河道	兔窝薛家沟	2~4	堆积	2.91	10~18	堆积	24.0	20~25	堆积	45.97	—	—	—	—	—
	正路	3~5	堆积	4.31	10~13	堆积	18.35	35	基座	84.21	—	—	—	—	—
	西岔	2~5	堆积	3.59	15	堆积	26.38	25~30	堆积	60.52	—	—	—	—	—
西古河道	四眼井	2~3	堆积	2.27	10~15	堆积	20.55	30	堆积	68.18	—	—	—	—	—
	小黑沟	2~3	堆积	2.27	12~15	基座	22.83	—	—	—	—	—	—	—	—
	刘家湾	3~5	堆积	4.31	10~15	堆积	20.55	35~40	基座	92.60	—	—	—	—	—
	哈家咀	3~5	堆积	4.31	8~12	基座	15.14	20~25	基座	45.97	50~60	基座	156.42	—	—



1 基岩山区; 2 缓慢上升区; 3 堆积区

图 4 秦王川盆地古河道变迁复原图

Fig. 4 Restored map of removed ancient river in Qinwangchuan basin.

(1) 早更新世末期至中更新世早期: 黄河兰州段贯通^①. 因此黄河主要支流, 如金强河、庄浪河等应自中更新世晚期开始发育, 这与其阶地的形成年代是相吻合的.

(2) 中更新世晚期至晚更新世早期($Q_2^3 \sim Q_1^3$): 金强河沿打柴沟、岔口驿、华藏寺经坪城分别沿正路、四眼井 2 条支流穿过秦王川断陷盆地向南注入黄河; 同时可能有部分流水穿过华藏寺—中堡峡谷沿庄浪河注入黄河. 因此上述地区局部分布有早中更新世的冲洪积砾石残留体(图 1).

(3) 晚更新世($Q_1^3 \sim Q_0^3$): 金强河及黑马圈河继续沿坪城拗陷流入秦王川盆地, 在盆地内

① 潘保田. 黄河发育与青藏高原隆起问题[J]. 1991.

堆积了一套厚层状砂砾石层. 与此同时, 受庄浪河的溯源侵蚀, 峡谷深切以及坪城坳陷盆地的缓慢抬升的共同影响, 金强河改道, 全部经庄浪河注入黄河, 致使秦王川盆地失去了物质来源, 自全新世以来成为一个干旱盆地.

4 结语

本文通过对兰州市秦王川盆地东西二侧隐伏断裂的电测深及钻探勘测、区域河流阶地的对比研究, 对该盆地的演化过程得出了初步认识. 该盆地形成于第三纪, 中更新世晚期由于受东西二侧边界断裂的挤压逆冲活动的影响而成为一个断陷盆地. 中更新世晚期至晚更新世早期金强河及黑马圈河沿盆地二侧古河道穿过秦王川盆地注入黄河, 从而堆积了厚层状的冲洪积砂砾石层. 晚更新世晚期至全新世早期由于坪城坳陷盆地的继续抬升, 庄浪河的袭夺, 河流改道, 致使秦王川盆地失去了物质来源, 从而形成一个现今所见的半封闭式的干旱盆地.

[参考文献]

- [1] 袁道阳, 石玉成, 刘百篪. 青藏高原东北缘地区晚第四纪水系沉积物年代标尺的初步研究[J]. 地震地质, 1999, 21(1): 1-8.

A PRELIMINARY STUDY ON FEATURES OF FORMATION AND EVOLUTION OF QINWANGCHUAN BASIN IN LANZHOU

YUAN Dao-yang¹, YANG Bin¹, ZHOU Jun-xi¹, YAO Zeng², ZHANG Xiang-hong¹
(1. *Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou 730000, China*;
2. *Lanzhou University, Lanzhou 730000, China*)

Abstract: The results surveying non-visible faults at east and west sides of Qinwangchuan basin and the comparison of terraces of rivers in the region indicate that the basin was formed in Neogene and became a close fault basin in late period of mid-Pleistocene by the compression and thrust of faults at east and west boundaries of the basin. The Jinqianghe river and Heimajuanhe river flowed across the Qinwangchuan basin to the Yellow river along the ancient river course of two sides of the basin from late period of mid-Pleistocene to early period of late Pleistocene and a thick layer of alluvial and diluvial sand-gravel was formed in the basin. The basin became an arid one from late period of late Pleistocene to early period of Holocene by continuous rising of Pingcheng basin and change of the river bed.

Key words: Lanzhou; Basin; Basin evolution; Qinwangchuan