

研究报导

兰州金城关断裂的新活动性与地震

金城关断裂位于兰州市黄河谷地北缘，是兰州地区规模较大的断裂之一，中、新生代以来，对兰州市黄河谷地的形成、发展及其演变过程，对兰州地区的地震活动都起着重要的作用。该断裂在第四纪时期曾有过多次不同规模的活动。不少文献都曾对该断裂做过不同程度的报导^(1—2)。但对该断裂的现今活动性、活动方式等都没有做深入的研究。本文在野外实际资料的基础上，论证了金城关断裂在第四纪以来的新活动及其活动方式，同时，探讨了金城关断裂活动与地震活动的关系。

1. 金城关断裂的基本特征

金城关断裂发育于黄河北岸Ⅲ级阶地后缘，切割了前寒武系皋兰群($A_n \in gl$)、新第三系中新统咸水河组(N_1x)、第四系中更新统(Q_2)以及上更新统(Q_3)等一系列地层，主要由几条相互平行排列的断层所组成的，总体走向北 $50^{\circ} - 60^{\circ}$ 西，倾向南西，倾角 $50^{\circ} - 60^{\circ}$ 不等，属正断层性质。但在局部地段也有倾向北东具正断或逆冲性质的断层。该断裂西自沙井驿一带起，向东经安宁堡、十里店、金城关到庙滩子一线，长约15公里(图1)，出市区后继续向东南方向延伸至榆中夏官营一带。在卫星像片上影象清晰，呈线状灰白色条带，为不同色调的分界线。五十年代在白塔山附近所做的南北向的重力剖面表明，在金城关一带，显示为一密集梯度带⁽²⁾，进一步证明该断裂的存在。由于该断裂南北两侧的差异性活动及位于该断裂之南与之相互平行的刘家堡断层⁽²⁾的活动，使其在横向形成一北 60° 西方向的第四纪断陷¹⁾（即通称的七里河断陷）。

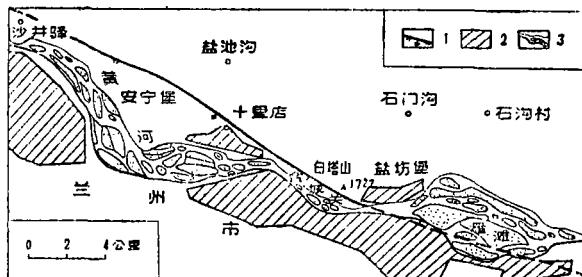


图1 兰州金城关断裂分布示意图

2. 断裂的新活动及活动方式

1. 断裂的新活动

断裂新活动最直接的依据是沿黄河北岸Ⅲ级阶地后缘有大量的新活动断层出露。现就几个主要剖面分述如下：

(1) 安宁堡北断层剖面在安宁堡北山1670高地南沟东侧剖面中，断层走向为北 40° 西，

*董志平和王华林同志参加了部分野外工作。

¹⁾孙崇绍、陈丙午，兰州市区建筑场地抗震区划图（说明），1981。

倾向南西，倾角 47° 。断层切割了中更新—上更新统(Q_{2-3}) (图2a)。断面内见有新鲜断层泥。断层通过的山梁，为一垭口，呈负地形形态。

(2) 安宁区十里店断层剖面：在十里店深沟东侧，断层走向为北 50° 西，倾向南西，倾角 50° 断层切割了上更新统(Q_3)，断面平直，断面内见有新鲜断层泥及充填的石膏结晶体，断层两盘同一砾石层被错断了3米。在该断层北侧，还发育有两条同样性质的断面(图2b)。

(3) 小深沟断层剖面：小深沟东侧，在上更新统(Q_3)黄土、亚粘土、亚砂土内，断层走向为北 50° 西，倾向南西，倾角 62° 。断面平直，断层两侧同一砾石层被错断了2米(图2c)。

(4) 安宁区人防后山梁断层剖面：在人防后山，上更新统(Q_3)黄土层中，断层面宽5—10厘米，断面内见有新鲜的黄色断层泥，断层走向为北 50° 西，倾向北东，倾角 65° (图2d)。断层面比较平直，可见垂直断距大于60厘米。

上述这些活动断层剖面，基本上沿老断裂的破碎带发育。在断裂北侧上更新统(Q_3)黄土层中多处发育有密集的破劈理带，尤其在里城沟东侧，在沟底可见到基底断裂50—70米宽的断层破碎带。

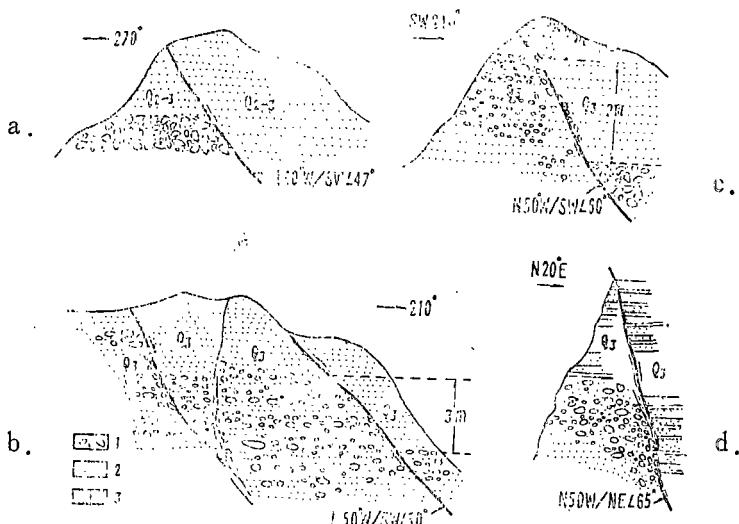


图2 断层剖面示意图

1. 砂砾石层 2. 黄土状亚砂土、亚粘土 3. 全新世现代堆积物

从雁滩以西至西固以东黄河河道中一系列横跨黄河的钻孔资料表明，在水面以下深度50米以内，新第三系中新统咸水河组(N_1x)直接与前寒武系桌兰群(An (lgl))相接触，咸水河组(N_1x)地层倾角大于 75° ，而且靠近山前，咸水河组(N_1x)基底标高在短距离内相差很大，这种情况与金城关断裂的活动是有一定关系的。

金城关断裂的新活动还间接地表现在沿断裂发育一系列平直的断层三角面及非常醒目的断层陡坎等现象。在白塔山以西一带，垂直断层的走向发育一系列近南北向的“V”型冲沟及角度很陡的洪积锥，这些现象均与金城关断裂北升南降的差异运动有关。此外，黄河南北两岸阶地类型大不相同，北岸Ⅱ级阶地为基座阶地，基岩侵蚀面高出河床约6米，而南岸的同级阶地则为堆积阶地。有人曾用黄河谷地同时保存新时器时代古遗址的阶地进行对比，结果也证明断裂北侧相对抬升，而南侧则相对下降²⁾。显然，这都是由于金城关断裂近代继

续活动所造成的。

综上所述，可以认为，金城关断裂为一形成于加里东期的古老的山前断裂，在新构造期主要沿袭老断裂带发育，并以基底老断裂带的继承性活动为其主要活动形式。第四纪以来，它的最新活动时期应在全新世早期(Q_4^1)，其证据是：(1)直接切割了上更新统晚期(Q_3^3)⁽³⁾。(2)控制了河谷南北两岸Ⅱ级阶地的发育及其类型。根据现今地貌特点及在卫星像片上所显示的现今活动的线性图象⁽⁴⁾，断裂在近代仍存在着显著的活动性。

2. 断裂的活动方式

金城关断裂在新构造时期的活动方式与中新世以前的活动方式明显不同。中新世以前，断裂主要是以挤压为主。而在新构造期，尤其是第四纪以来，从断裂所出露的剖面可知，在第四系上更新统中绝大多数显示了上盘下落的正断层性质。右旋扭动的表现也多处可见，主要表现有：(1)在断裂北盘的黄土层中发育有北 25° 西方向的正断层(图3)及密集的劈理带等次一级构造，这些次一级的构造反映了断层北盘相对南盘作向南东方向的运动。(2)有些剖面中新鲜的断层泥上可见到断层右旋水平运动的擦痕。由此可见，金城关断裂在新构造期，特别是第四纪以来的活动中具有以正断层性质为主并兼有右旋扭动的特征。这与根据兰州地区主要线性构造来确定的主压应力方向⁽⁴⁾以及本区及邻区震源机制解、应力测量、形变测量及地震形变带所得出的现今区域应力场主压应力方向⁽⁴⁾(北东—南西向)不符。那么，又是什么原因改变了金城关断裂在第四纪以来的活动方式呢？笔者认为，一方面在青藏块体不断向北东方向强大的挤压作用下，加之边界条件及其它因素，整个金城关—夏官营断裂带产生了以兰州市区东缘为中心的枢扭活动，断裂带南盘在夏官营区段抬升，而金城关区段则相对下降，显示为正断层性质。另一方面，由于基底断裂产状较陡，在金城关区段的地表新断裂的活动方式也不一致，有些地段显示为正断层性质，而有些地段则又显示为逆冲性质。因此，也就决定了金城关断裂的这种倾向南西以正断层为主但在局部地段也有倾向北东并具逆冲性质的活动方式。

3. 断裂活动与地震活动的关系

历史上沿金城关—夏官营断裂带两端及其附近曾发生过三次强震⁽⁵⁾(图4)。经考证，公元406年6月宛川5—6级地震震中位于现今榆中县夏官营附近，震中烈度约为七度⁽⁵⁾。1125年8月30日兰州市区七级大震震中位于沙井驿元台子一带，震中烈度为九度。1129年3月在兰州黄河谷地南曾发生过5级地震，震中烈度六度。这几次强震，特别是406年宛川与1125年兰州地震正好位于断裂两端。1125年兰州七级大震，地震等烈度线长轴方向沿黄河河谷向北西西方向延伸，而向南北两个方向则衰减很快⁽⁶⁾，明显受金城关断裂所制约。1920年海原地震时，兰州市金城关、庙滩子、雷坛河及安宁堡一线附近的破坏都较市区其它地方重，也充分反映了金城关断裂对这次地震震害的分布起了一定的影响作用。沿金城

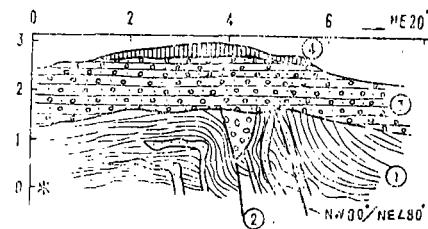


图3 安宁区人防后山沟西侧剖面图
①现代堆积物 ②亚粘土层 ③砂土层 ④砾石层

2)钱生华,兴隆山北缘断裂特征与地震活动,1983.

3)按兰州地区第四系各类型堆积物的划分^{[1][2]},构成黄河Ⅱ级阶地下部为洪一冲积卵砾石层,上部为洪一冲积黄土状亚粘土、亚砂土,应属于晚更新世晚期(Q_3^3)的堆积物。

4)邹善敬,从卫片看兰州地区线性构造特征及其与地震的关系,1982.

关断裂，现今弱震活动的频度较低，就兰州市及其邻区的弱震活动情况（图5）来看，弱震主要是沿北西向的构造活动。从图5中还可以看出，沙井驿、河口以西、弱震空间分布出现非常明显的线性特征。笔者认为，可能是金城关断裂西延的结果，这将有待于今后进一步工作证实。当然，一次地震的发生不仅仅是与活动断裂有关，而且与震源区岩石介质条件、作用力的方式、方向、大小等多种因素有关。金城关断裂属于第四纪以来活动强烈的断裂，尤其是它的活动方式又是以正断层为其主要形式，这样将可能更有利于壳下物质的活动^[7]。因而，在今后的大地震预测、预报工作中，应加强对金城关断裂活动性的进一步监测及研究。

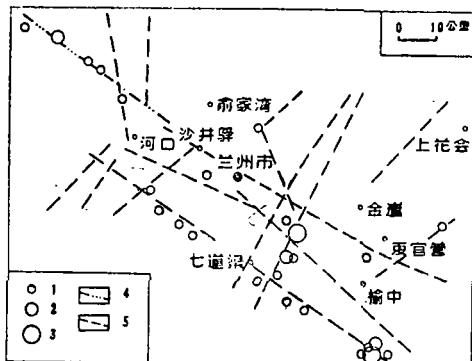


图4 金城关断裂及其附近强震分布图

1. 1—1.9级 2. 2—2.9级 3. 3—3.9级

4. 地震线 5. 卫星解译主要线性构造

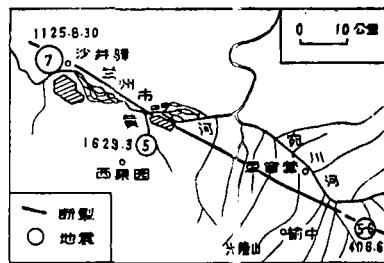


图5 兰州市及邻区主要线性构造及弱震分布图

(兰州地震研究所 侯珍清 王多杰 董志平)

参 考 文 献

- [1] 张林源, 兰州河谷盆地第四纪地质的初步研究, 兰州大学学报(自然科学), №2, 1962.
- [2] 杨礼显、刘承昌, 兰州市古河道及有关地质问题, 甘肃师范大学报(自然科学版), №2, 1979.
- [3] 侯珍清、王多杰、董志平, 兰州市金城关断裂新活动的发现及其研究意义, 西北地震学报, Vol. 5, №3, 1983.
- [4] 李玉龙, 陕甘宁青四省(区)新构造与现代构造应力场及其动力来源的初步分析, 西北地震学报, Vol. 1, №4, 1979.
- [5] 国家地震局, 中国地震简目, 地震出版社, 1977.
- [6] 国家地震局全国地震烈度区划编图组, 中国地震等烈度线图集, 地震出版社, 1979.
- [7] 向光中, 试论我国大陆板内强震活动与地球动力学过程的关系, 西北地震学报, Vol. 4, №3, 1982.

ACTIVITIES AND EARTHQUAKES OF LANZHOU JINCHENGGUAN FAULT SINCE HOLOCENE EPOCH

Hou Zhenqing Wang Duoje Dong Zhiping

(Seismological Institute of Lanzhou, State Seismological Bureau, Lanzhou, China)

5) 兰州地震大队中长期预报队, 兰州地区地震基本烈度考察报告, 1975.