

据卫星影象解析兰州地区的地震构造特征

1. 前言

兰州地区地质构造复杂, 且大部地区为黄土覆盖, 因此虽然以往做了不少地震地质工作, 但对该区的地震构造条件的认识尚有进一步研究的必要。本文试图根据卫星影象的解译结果, 分析兰州及其邻近地区活动断裂的展布特征及其与地震的关系, 为该区地震危险性的研究及地震预报提供资料。

解译时主要使用了多光谱扫描 (MSS) 4—7 波段的 1:100 万相片及假彩色合成相片。解译方法以目视为主, 并做了假彩色密度分割的图象增强处理和位相光栅衍射线性增强处理^[1]。在兰州市区附近还使用航空照片进行了立体观察。

2. 断裂构造解译

根据解译结果, 兰州及其邻近地区主要断裂带及其影象特征如表 1 所示。

表 1 兰州及其邻近地区主要断裂带影象特征

序 号	走 向	影 象 特 征	实 例
1	北 西 (N50—60°W)	线形态清晰, 延伸长而宽, 成带出现, 多被其他走向线形切割。断裂带上的构造地貌, 如山脊、水系变形、断层陡坎及断头断尾河多见 (压性)	兴隆山—马衔山断裂带 沙井驿—夏官营断裂带
2	北 东 (N40—60°E)	线形短而粗, 呈断续分布且具有成带性, 断层崖、谷多见, 断层两侧常有明显色调异常, 在黄土覆盖区多为线形谷 (多显张性)	永靖北东向断裂带 临夏—靖远断裂构造带
3	北北西—南北 (NS—N30°W)	线形明显, 断层线两侧色调差异显著, 多直线状延伸, 兰州以西尤为发育, 多切割其他构造 (左旋压性为主)	
4	北西西—东西 (N75—90°W)	多为短小的线形, 零星分布, 兴隆山北缘见断层崖, 并断错山脊、水系, 是控制兰州盆地的主要构造	

总体看来, 兰州地区的 4 组主要断裂构造带均具有成带分布的特点, 它们互相交切, 呈网络状分布。本文涉及的范围和解译结果显示的断裂展布特征如图 1 所示。

兴隆山—马衔山断裂带是该区的主要构造带, 它由数条大致平行的或断续相连的断层组成, 走向 N50—60°W。其西北段雾宿山一带, 断层的延伸比较复杂, 常被其他走向断裂所截接; 中段沿兴隆山与马衔山之间通过, 连续性好, 构成狭长的断裂谷; 东南段亦呈直线状延伸, 从地貌陡坎及内官营附近断尾河的分布, 显示了它们存在及其现今的强烈活动。从更大范围看, 山脊及分水岭的走向亦多为北西向, 也说明北西向构造是该区最主要的构造 (图 2)。

此外, 北东向构造带控制了兰州地区地势从西北向东南递降 (参见图 2)。

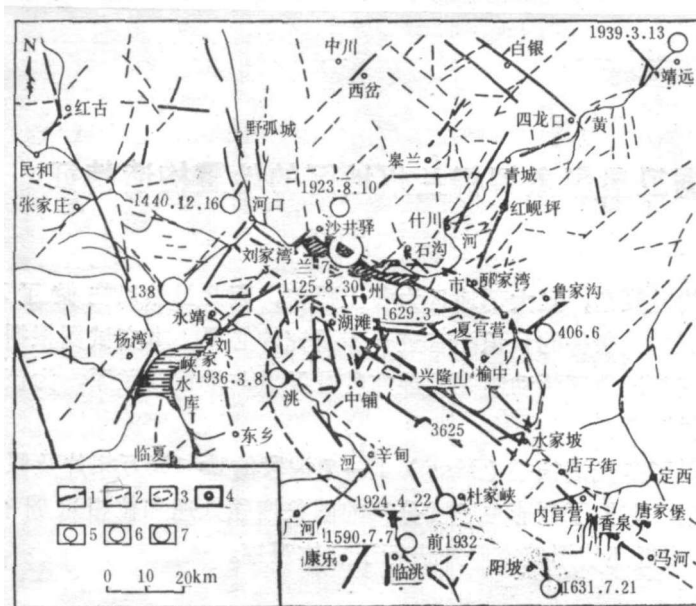


图1 兰州及其邻区卫片解译主要断裂与震中分布图

1. 活动断裂 2. 性质不明的断裂与线性构造 3. 环形构造
4. $M=4.7\sim 4.9$ 5. $M=5\sim 5.9$ 6. $M=6\sim 6.9$ 7. $M\geq 7$

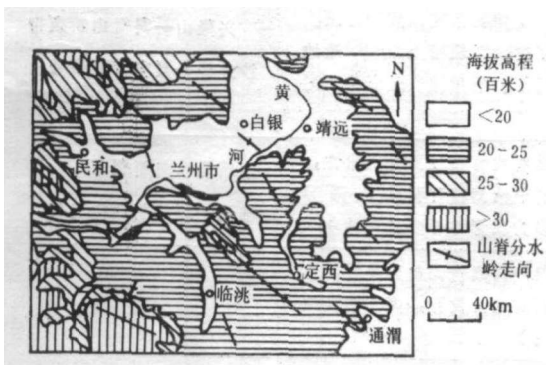


图2 甘肃中部地区地形略图

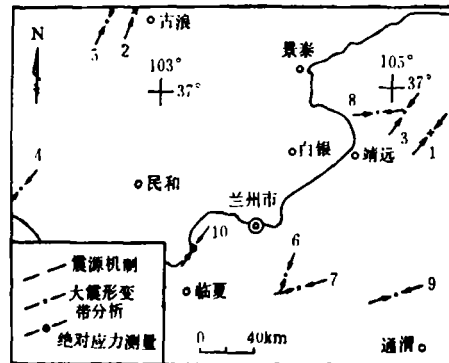


图3 兰州周围地区主压应力方向分布图

(图中1—2为兰州地震研究所考查报告, 3—5据文献[4], 6—9为兰州地震研究所研究结果, 10为该所实测结果)

根据表1所列的断裂活动性质, 即北西向断裂多为压性, 北东向以张性为主, 北北西向从右旋压性为特征, 推断兰州及其邻区构造应力场的主压应力方向为北东向, 这一推断与近年来的其他研究结果是一致的(图3)。

3. 地震分布与活动断裂的关系

兰州及其邻区自有历史记载以来至1986年底, 共发生 $M_s \geq 4.7$ 级地震12次[2]。这12次中强地震震中附近主要活动断裂及构造特征, 包括环形构造(环形影象)与地震分布的关系列于表2中。

根据表2及前述构造特点, 现将兰州及其邻区地震分布特征概括如下:

(1) 中强震主要分布在北西向和北北西向构造的交点或者在它们与其它走向断裂的

交点附近。

(2) 北西向构造是中强震发震的最主要的构造，地热泉水的分布亦为北西向，表明有地下深部的构造背景(图4)。

表2 兰州地区 $M_s \geq 4.7$ 级地震震中附近断裂构造一览表

序号	发震时间	震级	发震地点	断裂构造走向		
				主要	要次	其他
1	公元前193年	6—7	临洮，震中位置不详	NW?	NW?	环形构造边缘?
2	公元138年	$6\frac{8}{4}$	临洮—民和间	NW?	NE?	
3	406.6	5—6	兰州东	NW	NE	环形构造边缘
4	1125.8.30	7	兰州一带	NW	NNW, NWW	环形构造边缘
5	1440.12.16	$5\frac{1}{2}$	永登南	NNW	NW, NE	
6	1590.7.7	$5\frac{1}{2}$	临洮	NW	NNW	环形构造边缘
7	1629.3	$5\frac{1}{2}$	兰州	NW	NE?	环形构造边缘
8	1631.7.21	5	临洮、陇西一带	NNW?	NW?	
9	1923.8.10	5	兰州	NNW	NE?	环形构造边缘
10	1924.4.22	$5\frac{8}{4}$	临洮附近	NNW	NW	环形构造边缘
11	1936.8.8	5	兰州、临夏一带	NW	NNW	环形构造边缘
12	1939.8.13	5	靖远	NW	NE	

注：表中有问号的为历史地震震中位置不很确切或仅为推测断裂

(3) 兰州以南分布有以兴隆山为中心的直径约60—70公里的环形构造(环形影象)，可能是地壳深层块体构造活动的反映，4级以上的历史地震活动多集中于环形构造的边缘，主要发生在活动断裂与环形构造的交点附近(图1、表1)。由图4可以发现，兴隆环形构造的周边，温泉呈环状分布。在该环形构造的边缘，中强地震的分布也比较多。关于该环形构造的成因，还有待进一步研究。

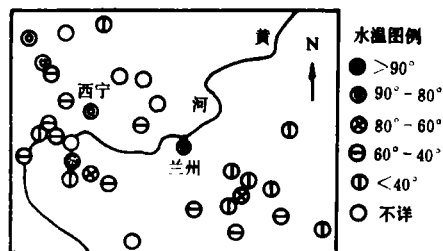


图4 兰州—西宁地区热水分布示意图

(据地质部水文地质工程地质所，1979)

(4) 公元1125年7级地震是发生在兰州地区的最大的一次地震，由于年代久远，其发震的具体地点及其构造特征仅据历史记载及地表的一些现象已难以确定。本文根据对遥感图象的分析结果进行简略讨论。其一，兰州及其邻区 $M \geq 4.7$ 级地震震中分布的构造条件，主要与北西向，北北西向及北东向断裂的关系较为密切。因此1125年7级地震亦应具备这种条件。其次，环形构造边缘是该区中强地震分布比较集中的地带。而兰州市即位于环形构造的北部边缘，且是该区盆地与隆起交界、地貌差异最为明显、新构造运动最为强烈的地段(图

5)。

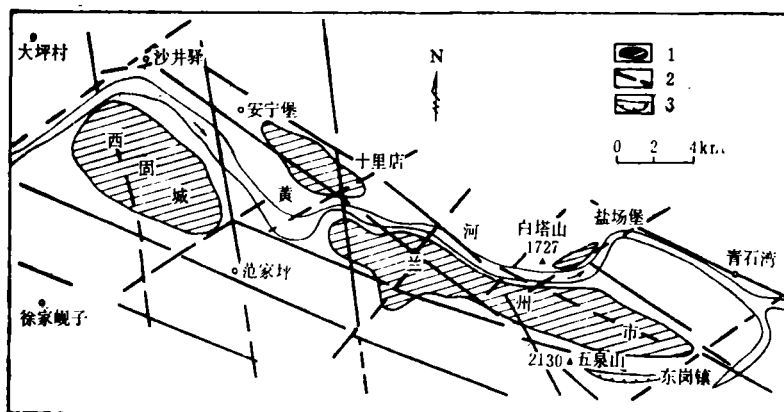


图5 兰州市区主要断裂分布图(据航卫片解译)

1.居民区 2.断层 3.滑坡群

根据以上两点, 作者认为中国地震目录所给出的1125年兰州7级地震震中位置大致上是正确的。

4. 结语

通过卫片解译, 本文首次较为系统地分析了兰州地区的地震构造的基本特征, 认为北西向、北北西向—近南北向、北东向、北西西—近东西向等4组断裂构造互相交切呈网络状的分布形态是该区的基本构造格局。历史上中强震多发生在上述不同走向构造的交切部位, 即网络状构造的“结点”附近。而兴隆山环形构造与地震活动的关系也不容忽视。

本文以宏观构造格局研究为重点, 除对兰州市区进行了一些航片解释外, 主要是卫片解译。因此研究结果可能有一定的片面性。对于兰州市及其周围的构造情况及1125年7级地震的发震构造还有待于进一步研究。

(本文1987年3月5日收到)

(国家地震局兰州地震研究所 邹谨敞)

参 考 文 献

- [1] 郭履容等, 几种光学信息处理方法在遥感技术中的应用, 遥感文选, 科学出版社, 1981.
- [2] 国家地震局兰州地震研究所, 陕甘宁青四省(区)强地震目录(公元前1177年—公元1982年), 陕西科学技术出版社, 1985.

CHARACTERISTICS OF SEISMOTECTONIC EXPLAINED AND ANALYSED BY SATELLITE PHOTOGRAPHS IN LANZHOU AREA

Zou Jinchang

(Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China)