

聊考断裂活动性综合分析研究*

郭秀岩¹, 张建伟^{2,3}, 袁西龙², 路忠诚², 王建强³

(1. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013; 2. 青岛地质工程勘察院, 山东 青岛 266071; 3. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061)

摘要: 在了解聊考断裂带地质背景、历史地震状况、地质构造状况等资料的基础上, 进行区域布格重力异常和鲁西地区航磁异常的研究分析, 并将结果与浅层地震调查探测、土壤氡汞气联合测试结果对比分析, 得出构造带隐伏断裂的存在并具有活动性。

关键词: 重力异常; 航磁异常; 浅层地震; 地震活动性; 聊考断裂

中图分类号: P631.1

文献标识码: A

聊考(聊城-兰考)断裂带是我国东部一条重要的地震构造带, 北自山东聊城茌平, 南至河南兰考, 全长 270 km, 是辽冀台向斜与鲁西台背斜的分界线, 同时控制着区域地质构造形态的发展, 与沂沭断裂带同为山东省两大地震频发区^[1]。历史上 1502 年在濮城发生过 6.5 级地震, 1654 年在朝城发生 5.5 级地震; 20 世纪以来, 在菏泽西南相继发生了 4 次中、强地震, 即 1937 年 7 级和 6.7 级地震、1948 年 5.5 级地震和 1984 年 5.9 级地震, 其极震区部分重叠, 属于原地重复地震; 随后, 山东省内陆的地震活动处于强度和频度都有增高的背景, 地震学指标出现中期背景异常, 沿聊考断裂带形成长约 200 km 的地震条带, 尤其是 4.0 级以上地震增多, 应变释放速率加快。

1 聊考断裂带简况

根据聊考断裂带古地质、地壳形变、人文、历史地震和现今地震有关资料, 可以认定聊考断裂由古生代太平洋板块向我国大陆呈 NW 方向俯冲, 地幔隆起带上涌, 使上部地壳引张而形成; 中生代到新生代沿断裂带产生了不同程度的断陷和滑动, 形成了数个沉降中心, 控制着全区地层沉积和构造形态。聊考断裂切割了结晶基底, 直达莫霍面, 两侧地壳升降显著, 断裂走向 NE, 倾向 NW, 倾角 40°~70°, 断

层落差达 4 000~7 500 m, 断层两侧地层(Q+N)厚度相差 500~1 000 m。按照断裂带地球物理异常、新构造分区、构造运动特点、地震分布等方面的差异, 将其划分为北、中、南 3 段: 聊城莘县以北为北段, 范县一带为中段, 鄄城以南区域为南段^[2]。

2 重力、航磁异常分析

2.1 重力异常

重力异常是指地球质量分布不规则造成的重力场中各点的重力矢量 g 和正常重力矢量 γ 的数量之差。它是研究地球形状、地球内部结构和重力勘探, 以及修正空间飞行器轨道的重要数据。根据重力测量地区的布格重力异常, 用内插或外推方法可以推算未进行重力测量地区的点或方块的空间(或布格)重力异常。在推估时不但要考虑重力点的平面分布, 而且要考虑同高程的相关性。实践证明, 直接用空间异常进行内插或外推的误差较大, 因此必须借助于变化较平缓, 同高程相关性较小的布格异常或均衡异常进行间接内插或外推, 通用的方法有平面拟合、最小二乘推估和最小二乘拟合推估等。近年来新兴发展的卫星测高技术, 卫星跟踪技术以及卫星梯度测量, 可以用来推估地面上不同尺度方块的平均重力异常值, 并在地质科学方面获得了较多

* 收稿日期: 2011-01-28; 修订日期: 2011-05-12; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 郭秀岩(1964—), 男, 山东德州人, 高级工程师, 主要从事水工环地质研究工作; E-mail: gxy2822@126.com。

的应用^[3]。聊考断裂在布格重力异常图上表现为NNE向线性陡变梯度带(图1),宽10 km左右,南段大于北段;梯度带西侧为负布格重力异常区,东侧为正布格重力异常区。

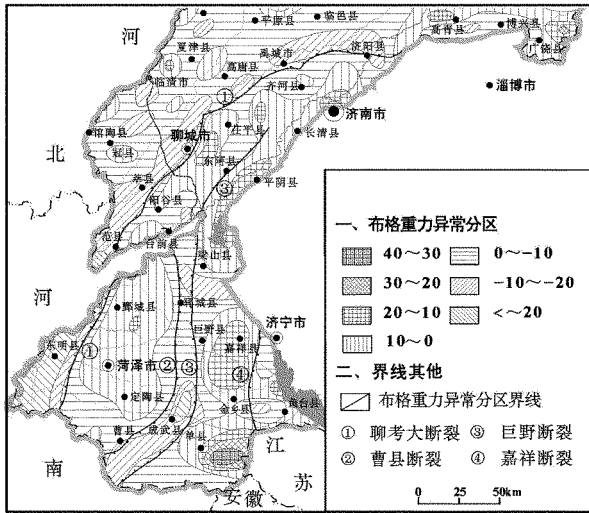


图1 鲁西地区布格重力异常图
(据山东省物化探勘查院资料修编)

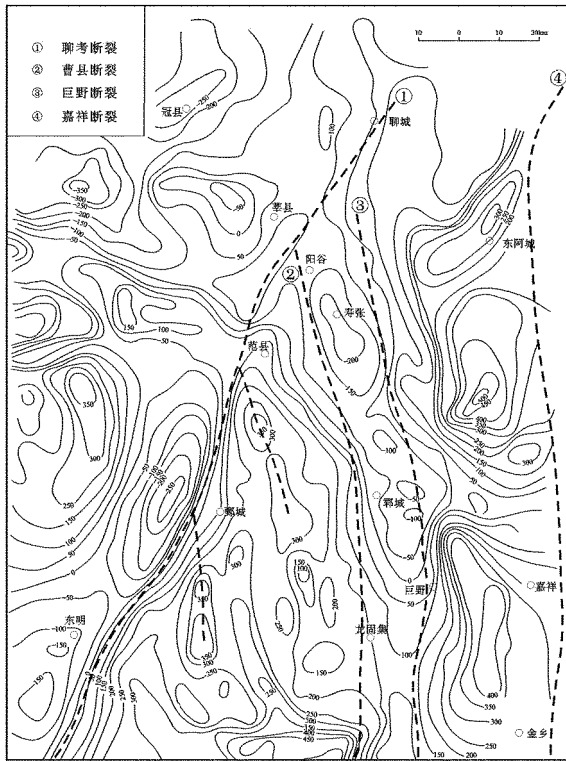


图2 鲁西地区航磁异常等值线平面图
(据山东省物化探勘查院资料修编)

2.2 航磁异常

由于地理南北极和磁南北极不是重合在一起的,所以产生磁偏差,磁南北极每年都有一定的变化

量,但是某些区域受到特殊地质影响,磁变化量很不稳定。航空磁测可以发现区域磁变化和磁异常,并可辅以地面查证查明引起该磁异常的地质原因,用于研究基底的性质、深度,圈定断裂和岩浆岩体,从而提供有关基岩起伏、岩浆活动等信息^[4,5]。聊考断裂在1:50万垂直磁力异常图上有明显反映(图2),其西部为呈NNE向负磁场区,东部则为较平稳的正磁场区,断裂带为磁力异常密集梯度带。断裂东侧菏泽凸起上,有3条轴向呈NW向长条状高磁力带,推测是张性断裂中岩浆侵入而引起;这组张性断裂与聊考断裂斜交,组成“入”字形构造,指示聊考断裂东盘向北扭动。

3 断裂活动性分析

采用浅层地震分析和土壤气体测量法,来分析研究聊考断裂的活动性。

3.1 浅层地震分析

为确定聊考断裂地表位置及其活动性,在鄆城董口进行浅震测量(图3),剖面长度为1246 m,目标勘探深度100~400 m,剖面检波距为9 m,叠加线

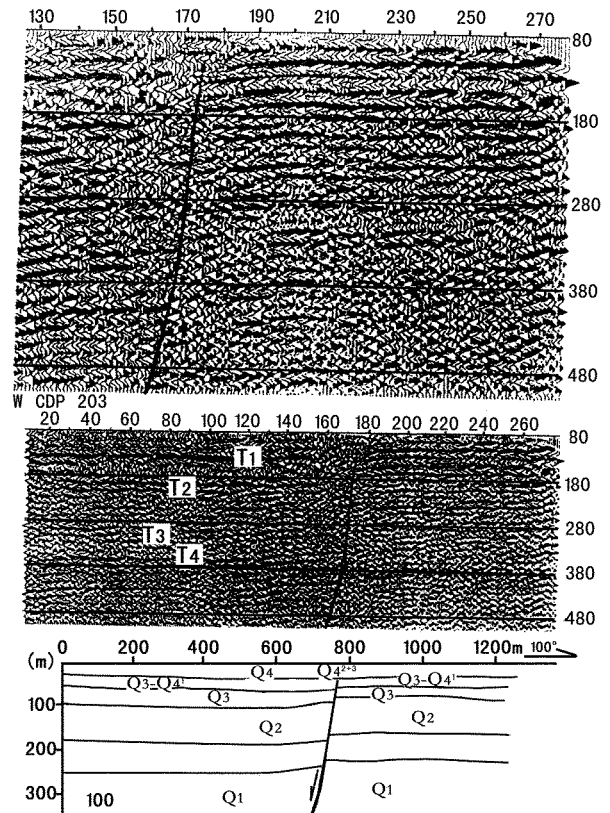


图3 鄆城董口浅层地震剖面地质解释图

距为4.5 m。根据浅震资料选出4个明显反射波组,分别为: T_1 (130~140 ms), T_2 (160~200 ms), T_3 (250~300 ms), T_4 (330~380 ms);时间界面 T_2 和 T_4 分别与上更新统和中更新统底界面大致相当,由图3表明, $T_2 \sim T_4$ 界面第180附近均出现断层,断层倾向W,视倾角约 80° ,在上更新统和中更新统底界面断距分别为15 m和26 m,断裂向上穿过地表以下52 m左右,再向上有一层段地层扰动,并似有逆牵引现象,但达地表以下30 m左右则为一平整的波速层,盖在断裂之上,表明断裂影响的最新层位可达全新世底^[6]。由此得出:郟城董口附近存在隐伏正断层。

3.2 土壤气体测量

选取聊考断裂北段的莘县朝城-胡沙窝剖面位置,采用地球化学土壤氦气、汞气联合测试法,分别进行了土壤氦气、汞气测量,测量结果见表1、图4、图5。

表1 土壤汞气氦气测试结果

气种	测点	测线长度	数据单位	均值	均方差	异常下限	异常情况
氦	105个	13700m	脉冲/2分	21.13	15.52	52.17	有
汞	105个	9000m	A0	59.19	17.69	94.57	有

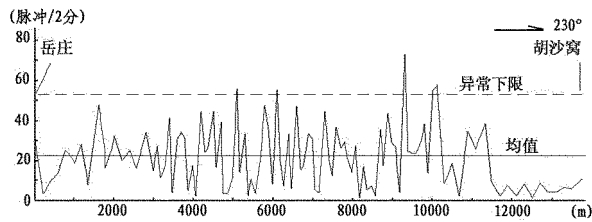


图4 朝城-胡沙窝土壤氦气曲线图

由图4可见,显示测线中部有5处场地氦气大于异常下限,在6100 m,10000 m,10100 m处为断层异常。

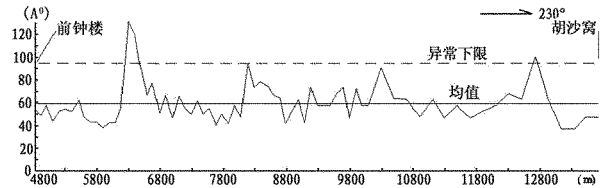


图5 朝城-胡沙窝土壤汞气曲线图

由图5可见,场地汞气大于异常下限的有5处,分别在6300 m,6400 m,6500 m,8200 m,12700 m,经分析认为前3个点为断层异常引起,后2点单点异常为场地条件所引起。总之,通过土壤氦气和汞气2种测试,均有异常显示,并且证实目前正处于活动状态。初步确定:朝城南东6100~6500 m处异常为聊考断裂,10000~10100 m的异常是黄河断裂位置,其异常区宽度介于100~400 m^①。从而表明,地壳存在着汞气和氦气向上运移通道,证实隐伏断裂存在,而且具有活动性。

4 结语

聊城-兰考断裂带是中国东部一条重要的地震带,是山东省地震频发区。通过重力、航磁、汞气、氦气等技术手段相互验证和分析研究可以看出,该区域存在明显异常显示,表明隐伏断裂存在且具有活动性,其隐伏断裂北起莘县朝城南东,经郟城董口、杨镇集西、东明耿庄村东,向南西延伸。

参考文献:

- [1] 胡连英,孙寿成.聊考断裂带平均位移速率的初步研究[J].华北地震科学,1986,(1):58-65.
- [2] 王端田.聊考断裂带大震活动危险性分析[J].东北地震研究,1992,(2):73-82.
- [3] 方盛明,冯锐,田长征,等.亚洲中部地区均衡重力异常特征及地震活动性[J].地震学报,1997,(6):650-654.
- [4] 张先,赵丽.北京地区基底磁性界面反演及断裂研究[J].中国地震,2007,(3):276-285.
- [5] 胥熙.北天山地震带的航磁异常与深部构造[J].内陆地震,1996,10(4):304-311.
- [6] 向宏发,王学潮,魏顺民,等.聊城-兰考隐伏断裂第四纪活动性的综合探测研究[J].地震地质,2000,(4):351-359.

① 王彦俊、郭秀岩等,黄河中下游(山东段)主要环境地质问题调查评价,2002年。

Comprehensive Study on Activities in Liaokao Fault Zone

GUO Xiuyan¹, ZHANG Jianwei^{2,3}, YUAN Xilong², LU Zhongcheng², WANG Jianqiang³

(1. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China; 2. Qingdao Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Qingdao 266071, China; 3. Earth Sciences College of Jilin University, Jilin Changchun 130061, China)

Abstract: On the basis of analyzing geological background, earthquakes in the history, and geological structures of Liaokao fault zone, gravity anomaly and aeromagnetic anomaly in western Shandong have been studied and analyzed. Through comparative analysis with the results of the near-surface earthquake survey, and the jointing test of Rn and Hg, it is regarded that there is a hidden fault in Liaokao fault with active movement.

Key words: Liaokao fault zone; gravity anomaly; earthquake in shallow part; aeromagnetic anomaly; faults movements