

泾阳 4.8 级地震的构造背景

王卫东

(长安大学地球探测与信息工程学院, 陕西 西安 710054)

摘要: 1998年1月5日泾阳 M_s 4.8 地震是陕西省近 40 年来发生的最大一次地震, 研究了此次地震的构造背景和地球物理场特征.

关键词: 泾阳地震; 构造背景

中图分类号: P315.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2002)02-0145-05

0 引言

1998年1月5日9时36分, 陕西省泾阳县永乐镇附近发生了 M_s 4.8 地震. 震中位置为 34.5°N , 108.9°E ; 震源深度为 14 km; 震中烈度达 VI 度强, 西安等地震感强烈. 陕西省关中东部地区是国家级地震重点监视防御区, 历史上曾多次发生强烈地震. 此次地震是陕西省近 40 年来最大的一次地震, 因而受到了省内外地震工作者的重视. 本文结合地质、地震、应力场、形变场等资料, 研究了此次地震的构造背景, 并探讨了陕西地区的地震活动性.

1 泾阳地震的震源参数和震源机制

利用西安数字地震遥测台网和陕西省地震台网的资料求得了泾阳地震的震源动力学参数和震源机制解^[1], 见表 1、表 2.

表 1 泾阳地震的震源参数

震中烈度	震源深度 / km	等效震源半径 / km	地震矩 / $\text{N} \cdot \text{m}$	应力降 / Pa	平均位错 / m
VI ⁺	14	0.605	1.85×10^{15}	3.52×10^6	0.5×10^{-2}

表 2 泾阳地震的震源机制

节面 I			节面 II			P 轴		T 轴		N 轴		X 轴	
走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角	方位	倾角	方位	倾角	方位	倾角	方位	倾角
89°	南	45°	162°	NEE	73°	222°	16°	115°	44°	328°	40°	72°	17°

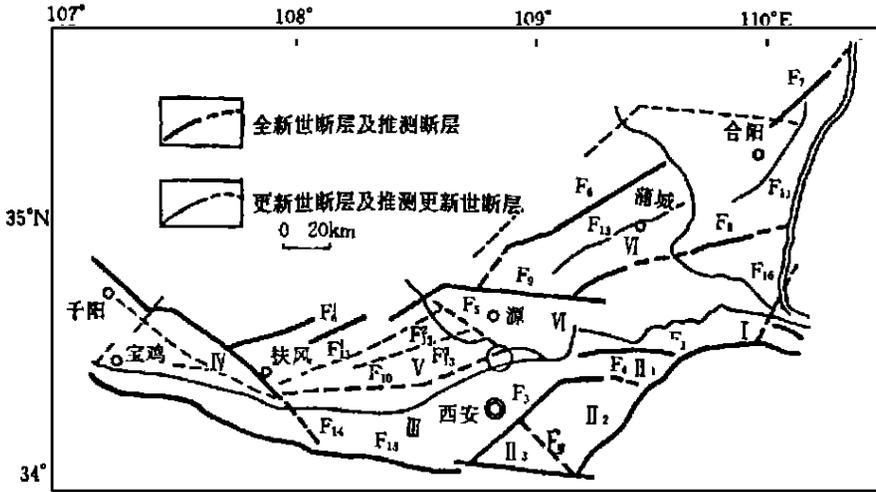
从表 1 和表 2 可以看出, 泾阳地震的应力降为 35.2×10^5 Pa, 与华北地区地区相比属中等^[2].

从此次地震的震源机制解可知, 其 P 轴接近水平, T 轴与 N 轴分别为 44° 和 40° , 结合地震宏观考察的结果可知节面 I 为破裂面, 走向近东西, 错动方位约 72° , 仰角为 17° , 是以水平错

动为主.其压应力主轴为北东—南西向,张应力主轴为北西西—南东东向,与华北地区的震源应力场基本一致^[3].说明此次地震受华北区域应力场的控制.

2 地震地质背景

泾阳地震震中位于渭河断陷盆地内的乾县、咸阳塬断块和固市、西安断块的交接部位,泾阳—临潼断裂和渭河断裂交汇处(图1).



F₁渭河断裂带 F₂临潼—长安断裂 F₃秦岭北麓断裂 F₄骊山北麓断裂 F₅铲河断裂 F₆北山南缘断裂带 F₇韩城山前断裂 F₈双泉—临猗断裂 F₉口镇—关山断裂 F₁₀渭河断裂 F₁₁百良—露井断裂 F₁₂富平—合阳塬断裂 F₁₃扶风—咸阳塬断裂 F₁₄岐山—绛帐断裂 F₁₅泾阳—临潼断裂 F₁₆潼关塬西侧断裂

I 潼关塬断块 II₁渭南塬断块 II₂骊山—白鹿塬断块 II₃少陵—神禾塬断块 III 西安断块 IV 宝鸡断块 V 乾县—咸阳塬断块 VI 固市断块 VII 蒲城—富平塬断块

图1 渭河盆地主要断裂及断块分布图(李永善等, 1992)

Fig. 1 The distribution of main faatures and fault blocks in Weihe basin.

乾县—咸阳塬断块与固市断块以泾阳—临潼断裂为界限,相对于南侧的西安断块和东侧的固市断块自始新世起开始上升,自中新世差异运动减弱.但中新世末至上新世初相对于西侧的宝鸡断块及北部低山又开始下沉.断块基底为南倾的下古生界,地表形成于中更新世早期.1568年西安北6³/₄级地震(34.5°N, 109.0°E)即发生于乾县—咸阳塬断块与固市断块和西安断块的交接部位,泾阳—临潼断裂与渭河断裂的交汇处.固市断块(凹陷)与西安凹陷(断块)同为渭河断陷盆地的两大凹陷中心之一,其沉积中心形成于第三纪晚期,在中更新世湖泊开始消亡,河流相沉积逐渐取代了湖相沉积,并开始形成地面.第三纪、第四纪沉积厚度大,在整个渭河断陷带中沉积最深.固市断块与华山断块的交接地带——渭华断裂带是1556年华县8级大地震的发震断层^[4].

渭河断裂纵贯渭河盆地中央,总体走向EW,长度约165 km.断裂北侧为早更新世晚期以来形成的黄土塬;断裂南侧为晚更新世晚期以来形成的渭河低阶地区.据第三石油普查大队资料,沿断裂带重力显示为等值线密集带,磁法、电法、地震反射等资料反映出断裂为基底岩相分界,其北为下古生界至中生界沉积岩系,与鄂尔多斯块体相似;其南为太古界至震旦系片麻岩,与秦岭山脉相同.因而有人推测其为鄂尔多斯地块与秦岭地块的分界断裂.李永善等^[4]将渭河

断裂与东部的渭南塬前断裂合称为控制中部的第四纪枢纽大断裂, 并认为泾河、灞河、渭河三河汇流处为其枢纽点. 西段(宝鸡—咸阳)断面向南倾, 北升南降; 东段(渭南塬前断裂)断面向北倾, 南升北降. 黄土陡坎高度从枢纽点向东西两侧逐渐增大. 渭河与泾河、灞河正好将盆地分割成四个象限, 一、三象限为下降区, 二、四象限为隆起区, 分别形成了固市、西安凹限和横岭塬、渭南塬及咸阳—凤翔塬等地段. 沿渭河断裂在宝鸡、眉县、渭南等地见到第四纪中、晚期断层活动, 并有宝鸡、兴平、咸阳等一串低温温泉; 在咸阳至武功有一条近 EW 向地热异常带分布. 在断裂带沿线附近有 20 余次历史强震记载, 近代微震仍很频繁. 根据对渭河断裂咸阳至西安草滩阶段地的研究, 近 2 500 多年来, 断裂活动速率约在 0.56 mm/a 左右; 近 2 000 多年来约在 0.48 mm/a 左右. 经探槽揭示, 渭河断裂附近有两期古地震遗迹. 可见渭河断裂是一条活动较强烈的发震断裂.

泾阳—临潼断裂走向 NWW, 倾向 NE, 长度约 30 km, 为一隐伏断裂⁴.

3 地球物理场特征

根据 1970 ~ 1986 年的垂直形变观测结果¹³ (图 2), 泾阳地区位于渭北隆起区与西安沉降区的转折部位. 这一特点反映了形变场在青藏块体 NE 向不断挤压作用下的弹性积累过程.

从陕西省莫霍面等深线⁶ (图 3) 可以看出泾阳地震震中位于莫霍面等深线梯度急剧变化的地段, 渭河断陷以往发生的破坏性大地震也都位于此类地区¹⁷.

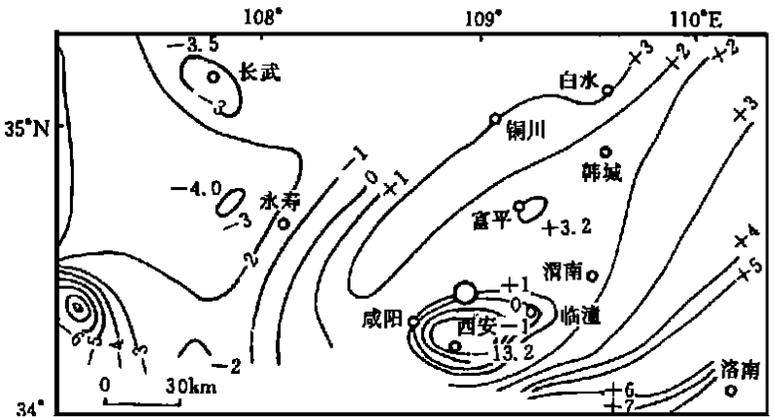


图 2 关中地区垂直形变速率图(1970~1986年)

Fig. 2 Rate of vertical ground deformation in Guanzhong region(1970~1986).

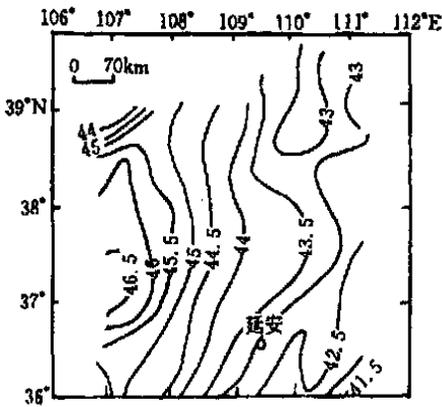


图 3 陕西省莫霍面等深线图

Fig. 3 Moho bathymetric lines in Shaanxi province.

利用西安数字地震遥测台网 1997 年来记录的地震, 用波谱分析的方法研究了陕西地区的环境剪应力值 τ_0 的分布^① (图 4), 可见泾阳附近是环境剪应力值高异常区.

根据渭河断陷盆地的地壳速度层析成像研究结果^{8,9}, 此处是铜川、耀县地壳 P 波和 S 波高速带的边缘地段, 同时也是地壳内 V_P/V_S 波速比的高值异常区(见图 5、图 6). 从以往的研究看, 强震往往发生在高低速过渡带上^{10,11}; 唐山地震震源下方的 V_P/V_S 波速比呈现高值¹². 另外从历史上看, 西安北部的 3 次 6 级以上强震都位于铜川、耀县地壳 P 波和 S 波高速带的边缘地段⁸, 其中 1568 年西安北 6 级地震与此次泾阳地震震中位置十分接近. 而从 1970 年以来淳化、泾阳一带常有

① 王卫东, 陕西地区环境剪应力的分布特征. 地震地磁观测与研究(待发表).

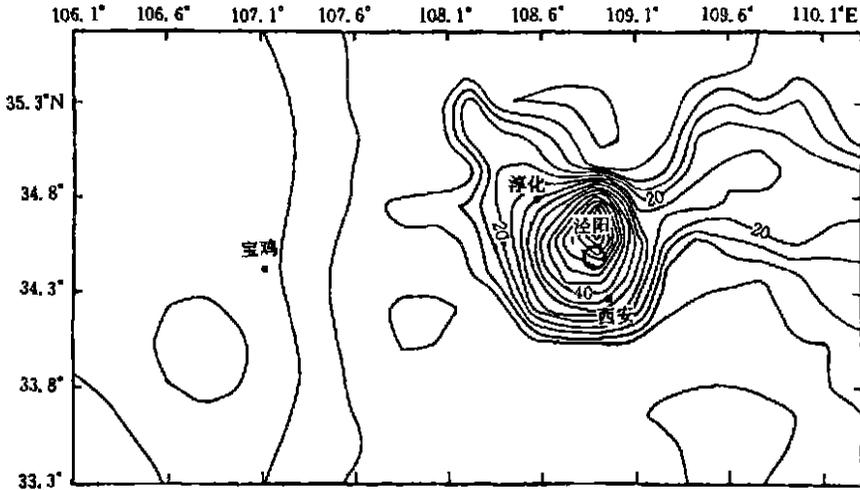


图4 关中地区环境剪应力值 τ_0 分布图 (单位: $\times 10^5$ Pa)

Fig. 4 Distribution of ambient shear stress τ_0 in Guanzhong region.

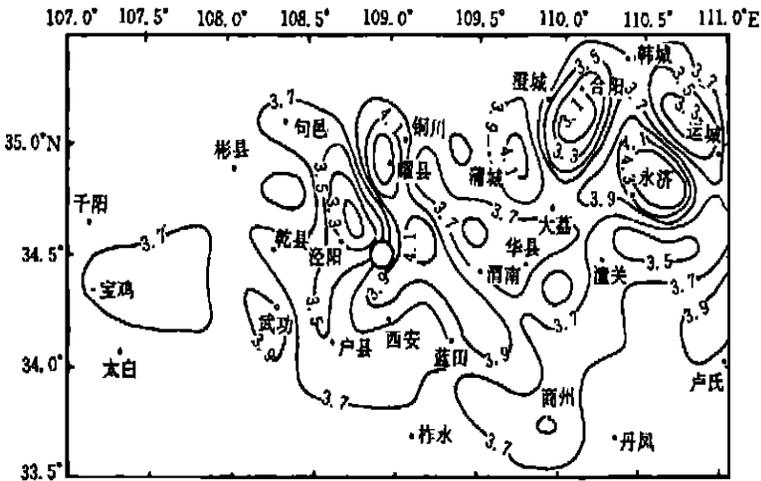


图5 渭河断陷盆地在深度为20 km 水平截面上的S波速度等值线图(韞玉等, 2000)

Fig. 5 Contour map of V_s on 20 km deep horizontal section in Weihe basin.

中小地震和震群活动, 是一个值得深入研究和加强监测的地区。

4 结论

泾阳地震震中位于渭北隆起区与西安沉降区的转折部位, 其孕育和发生可能与青藏块体NE向不断挤压而使鄂尔多斯块体和华北地区应力场的调整有关, 本次地震的震源机制解也显示其主要应力方向与华北地区应力场的方向一致, 说明此次地震受华北地区区域应力场的控制。

泾阳地震震中位于渭河断陷盆地内部乾县—咸阳塬断块和固市断块、西安断块的交接部位, 泾阳—临潼断裂和渭河断裂交汇处。此地区是莫霍面等深线梯度急剧变化的地段, 也是环境剪应力值 τ_0 的高值异常区, 铜川、耀县地壳P波和S波高速带的边缘地段和地壳内 V_p/V_s 的高值异常区, 反映了地震活动的深部构造背景。历史上西安北部的3次6级以上强震都发生于

此高速带的边缘地段, 1970 年以来, 常有中小地震和震群活动, 是一个值得深入研究和加强监测的地区。

[参考文献

[1] 王卫东, 王平. 泾阳 4.8 级地震的震源参数和震源机制[J]. 地震学报, 1998 20(6): 656—658

[2] 韦士忠, 陈培善, 辛书义, 等. 用中小地震波谱研究华北北部地区的应力场和地震危险性[J]. 地震, 1987, 7(2): 1—9.

[3] 李钦祖, 靳雅敏, 于新昌. 华北地区的震源机制与地壳应力场[J]. 地震学报, 1982, 4(1): 55—61.

[4] 李永善, 耿大玉, 林继华, 等. 西安地裂及渭河盆地活断层研究[M]. 北京: 地震出版社, 1992.

[5] 国家地震局《鄂尔多斯周缘活动断裂系》课题组. 鄂尔多斯周缘活动断裂系[M]. 北京: 地震出版社, 1998.

[6] 宋立胜, 郭永昌, 靳金泉, 等. 陕西省地震志[M]. 北京: 地震出版社, 1989.

[7] 孙若昧, 赵燕来, 梅世荣. 渤海及其邻区的地震层析成像[J]. 地球物理学报, 1993, 36(1): 44—54.

[8] 薛广盈, 丁韞玉, 袁志祥. 渭河盆地地壳速度的层析成像研究[J]. 地震学报, 1997, 19(3): 283—290.

[9] 丁韞玉, 狄秀玲, 袁志祥. 渭河断陷地壳三维 S 波速度结构和 V_p/V_s 分布图象[J]. 地球物理学报, 2000, 43(2): 194—202.

[10] 孙若昧, 刘福田, 刘建华. 四川地区的地震层析成像[J]. 地球物理学报, 1991, 34(6): 708—716.

[11] 刘瑞丰, 陈培善, 李强. 云南及其邻近地区三维速度图象[J]. 地球物理学报, 1993, 15(1): 61—67.

[12] 孙若昧, 赵燕来, 吴丹. 京津唐地区地壳结构与强震的发生(II)——S 波速度结构[J]. 地球物理学报, 1996, 39(3): 348—355.

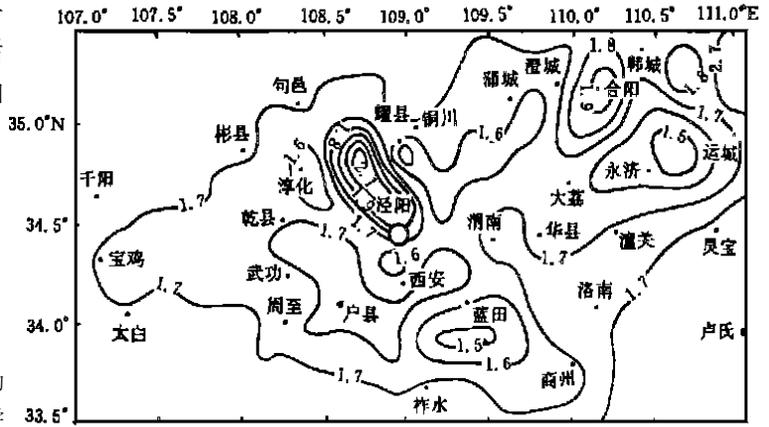


图 6 渭河断陷盆地在深度为 20 km 水平截面上的 V_p/V_s 波速度等值线图(韞玉等, 2000)
 Fig.6 Contour map of V_p/V_s on 20 km deep horizontal section in Weihe basin.

TECTONIC BACKGROUND OF JINGYANG M_s 4.8 EARTHQUAKE

WANG Wei-dong

(Changan University, Xi'an 710068, China)

Abstract: The Jingyang earthquake which occurred on January 5, 1998, is the greatest one in recent forty years in Shaanxi province. The tectonic background and feature of geophysical field of the earthquake are studied.

Key words: Jingyang earthquake; Tectonic back ground