

研究简报

泾阳 4.8 级地震的震源参数和震源机制^{*}

王卫东 王 平

(中国西安 710068 陕西省地震局)

关键词 泾阳地震 数字地震台网 震源参数 震源机制

1998 年 1 月 5 日, 陕西省泾阳县永乐镇附近发生了 $M_s=4.8$ 地震. 震中位置: 34.5°N , 108.9°E ; 发震时刻: 北京时间 09 时 36 分; 震源深度: 14 km; 震中烈度: 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, 有可能标志着汾渭断裂带南段进入新的活跃期, 因而受到了省内外地震工作者的重视.

西安数字地震遥测台网是我国首家全部采用国产设备的无线传输数字地震台网, 于 1997 年 11 月通过国家地震局和陕西省政府组织的验收并投入正常观测. 在这次地震中, 不仅快速 (不到 3 min) 测定了地震参数, 而且取得了一批宽频带 (0.05 ~ 20 s) 的数字地震资料, 可供进一步开展研究使用.

本研究利用西安数字地震遥测台网的数字地震记录, 采用波谱分析的方法, 对泾阳 4.8 级地震的震源动力学参数进行了研究, 并利用陕西省地震台网和邻省地震台的 P 波初动资料, 求得了这次地震的震源机制解. 台站的分布及此次地震的位置见图 1.

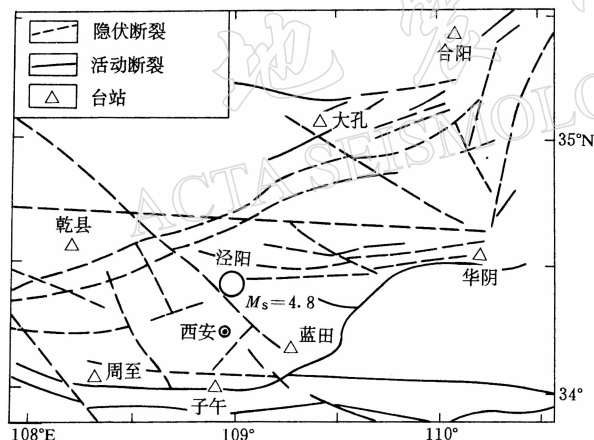


图 1 西安数字地震遥测台网台站和泾阳地震位置分布图

1 地震记录的波谱分析

西安数字地震遥测台网采用我国生产的 FBS-3 型宽频带数字地震计和 EDAS-3 型 16 位数据采集器, 其频带范围为 0.05~20 s, 采样率为 50 sps. 本研究采用上述仪器记录的数字地震波形资料进行分析. 根据采样定理, 频率低于 25 Hz 的波谱资料都是可用的. 事实上, 所选资料的波谱拐角频率都低于 10 Hz, 因此, 高频端对结果造成的误差较小.

采用圆盘位错模式, 地震波远场位移谱的公式为

$$U^{P,S}(\omega) = \frac{M_0}{4\pi\rho v_{p,s}^3 R} \cdot S^{P,S}(\omega) \cdot B_{P,S} \cdot p \cdot g \cdot H(\omega) \cdot e^{-\frac{\omega R}{2Qv_{p,s}}} \quad (1)$$

^{*} 1998-04-28 收到初稿, 1998-07-13 收到修改稿并决定采用.

式中, ρ 为介质密度, R 为震源距, $v_{p,s}$ 为 P 波或 S 波的波速, M_0 为地震矩, $B_{p,s}$ 为 P 波或 S 波的辐射图型因子, 计算中取其在震源球上的平均值为 0.6, $e^{-\frac{\omega R}{2Q_{p,s}}}$ 为传播路径衰减, Q 为介质品质因子, $H(\omega)$ 为仪器频率响应, p 为入射波振幅在水平方向和垂直方向的分配比例系数, g 为自由表面的影响系数, $S^{p,s}(\omega)$ 为波谱的形状函数, 为简化计, 取 $\rho=1/\sqrt{2}$, $g=2$. 这样, $p \cdot g \cdot B_{p,s}$ 三者乘积为 0.85.

计算时, 采用矩形窗, 传播路径衰减校正中的 Q 采用了中国华北地区由尾波方法研究得到的数据(韦士忠等, 1987), 即

$$Q = 189 f^{0.654}$$

对数字地震记录的 P, S 波的波谱, 经仪器频率响应及传播路径衰减校正后, 测定了地震波谱三要素: 低频幅值 Ω_0 , 拐角频率 f_0 和高频衰减率 γ . 图 2 给出了计算地震波谱的实例.

采用下式(Hanks, Wyss, 1972)计算震源参数:

震源等效半径
$$a = \frac{2.34 v_{p,s}}{2\pi f_0} \tag{2}$$

地震矩
$$M_0 = \frac{4\pi \rho v_{p,s}^3 \Omega_0 R}{0.85} \tag{3}$$

应力降
$$\Delta\sigma = \frac{7}{16} \cdot \frac{M_0}{a^3} \tag{4}$$

平均位错
$$\bar{u} = \frac{M_0}{\pi \mu a^2} \tag{5}$$

式中, $v_{p,s}$ 表示 P 波或 S 波波速, 取 $v_p=6.0 \times 10^3$ m/s; ρ 为介质密度, 取 $\rho=2.9 \times 10^3$ kg/m³; μ 为刚性模量, 取 $\mu=3.3 \times 10^{11}$ N/m².

我们选取了 6 个台的垂直向数字地震记录资料作波谱分析, 结果见表 1.

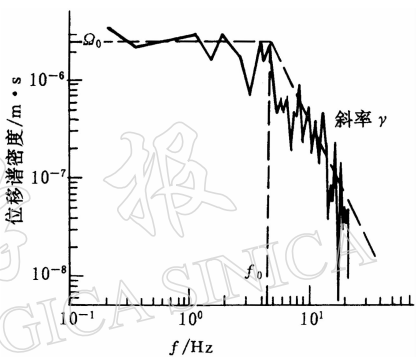


图 2 蓝田台地震 P 波波谱图

表 1 1998 年 1 月 5 日泾阳地震的震源参数

记录台站	拐角频率 /Hz	低频幅值 /10 ³ m · s	震源等效半径 /10 ³ m	地震矩 /10 ¹⁵ N · m	应力降 /10 ⁵ Pa	平均位错 /10 ⁻² m
蓝 田	4.60	2.56	0.485	1.13	43.2	0.5
子 午	3.87	4.01	0.577	1.84	41.9	0.5
乾 县	3.78	1.80	0.545	1.12	30.3	0.4
周 至	3.53	1.61	0.632	1.10	20.0	0.3
华 阴	3.22	2.52	0.694	2.57	33.6	0.5
合 阳	3.18	2.46	0.702	3.33	42.1	0.7
平均			0.605	1.85	35.2	0.5

2 震源机制

我们利用陕西测震台网和邻省部分台站的 P 波初动资料, 并结合地震宏观考察结果, 求得了泾阳 4.8 级地震的震源机制解, 见表 2 和图 3.

表 2 1998 年 1 月 5 日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°	S	45°	162°	NEE	73°	222°	16°	115°	44°	328°	40°	72°	17°

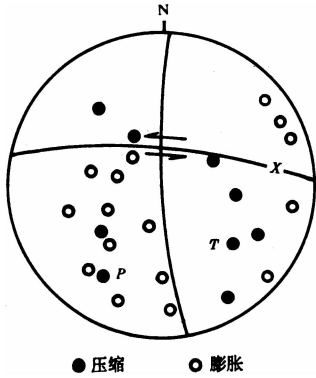


图 3 泾阳地震 P 波初动解的赤极投影图(震源上半球投影)

(韦士忠等, 1987)相比, 属中等应力值.

本次地震的震源机制解显示, 主应力方向与华北地区应力场的方向一致, 说明本次地震受华北区域应力场的控制, 与华北地区进入新的地震活跃期相应, 可能预示着陕西关中地区(汾渭断裂带南段)地震活动性将有可能加强.

1998 年 1 月 5 日泾阳 4.8 级地震是陕西省近 40 年来最大的一次地震, 本研究首次采用数字地震资料求得陕西地区地震的震源动力学参数, 为本地区地震活动及震源动力学机制的研究提供了一个良好的开端.

本项研究得到了丁韞玉、谢家树研究员的关心与帮助, 特此致谢.

参 考 文 献

丁韞玉, 薛勇杰, 1985. 泾阳小震群的活动特征. 地震学报, 7(3): 337~341
李钦祖, 靳雅敏, 于新昌, 1982. 华北地区的震源机制与地壳应力场. 地震学报, 4(1): 55~61
韦士忠, 陈培善, 辛书义, 等, 1987. 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. 地震, 7(2): 1~9
Hanks T C, Wyss M, 1972. The use of body-wave spectra in the determination of seismic-source parameters. Bull Seism Soc Amer, 62: 2 561~2 589

可见, 其压应力主轴为 NE-SW 向, 张应力主轴为 NWW-SEE 向, P 轴接近水平, T 轴与 N 轴近 45°. 两个节面走向为近 EW 向和 NNW. 错动方位约 72°, 仰角为 17°, 是以水平运动为主的左旋走滑运动. 与华北地区的震源机制结果(李钦祖等, 1982)以及丁韞玉和薛勇杰(1985)对泾阳小震群的分析比较一致.

3 结论与讨论

华北地区的 M_0 与 M_L 关系为 $\lg M_0 = M_L + 17.7$ (韦士忠等, 1987). 本次地震的 $M_0 = 1.82 \times 10^{15} \text{ N} \cdot \text{m}$, 由 M_0 反算得到的 M_L 比中国地震局给出的结果小 0.5. 根据不同地区的 M_0 与 M_L 关系, 可以标定不同地区的近震震级 M_L . 对于陕西地区 M_L 的标度, 尚待积累更多的资料进行研究.

本次地震的应力降为 $35.2 \times 10^5 \text{ Pa}$, 与华北地区应力场