

陕西及其邻近地区现代构造应力场

1. 引言

利用震源机制资料研究现代构造应力场是目前普遍使用的方法,它是研究地壳应力场和构造形变的有效途径。自1970年以来,陕西地区区域性地震台网逐步建立,并趋于完善,同时记录到一批小地震,这对于研究近期弱小地震的机制提供了有利条件。本文利用陕西及邻区发生的地震的震源机制解资料研究了该区域内现代构造应力场及其分区特征。

2. 陕西及邻区应力场特征

本文选用1971—1989年发生在陕西及邻近地区内的50次地震的震源机制解资料,其中包括11个小震综合断层解。50次地震中包括 $M_s \geq 5.0$ 级4次,4.9—4.0级3次,3.0—3.9级8次,2.0—2.9级24次。按地质构造分区,晋南地区14次,关中地区16次,陕南地区20次。图1为震中及台站分布图。表1和表2给出了震源机制解资料。图2为震源机制解平面分布图。从图2可以看出,各次地震的P、T轴方位呈现某种优势分布。主压应力P轴方位一般为北东东—南西西,其平均方位为 $83^\circ.6 \pm 10$ 。主张应力T轴方位一般为北西—南南东,其平均方位为 $172^\circ.3 \pm 8$ 。但是由于地质构造不同以及深部上地幔运动的差异,震源机制解具有一定的空间分区特征。现将研究区按地质构造划分为晋南、关中和陕南三个小区,分别进行统计。

晋南地区包括河津、临汾及运城等地区。该地区的单个地震节面解与小震综合节面解相似,P轴平均方位为 $74^\circ.4 \pm 37$,T轴平均方位为 $160^\circ.8 \pm 34$,其所反应的该地区的应力场方位与华北地区一致^[8]。

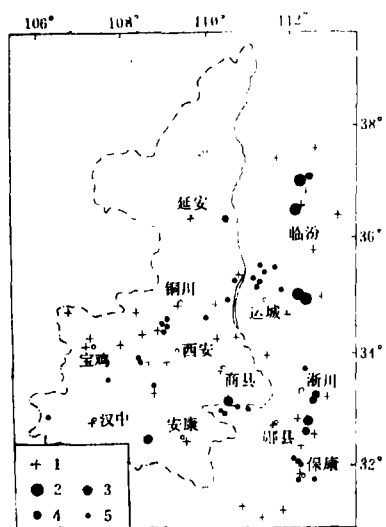


图1 陕西及邻区地震台站及震中分布图

震中分布图

1. 地震台 2. $M_s \geq 5.0$ 3. $M_s = 4.0-4.9$
4. $M_s = 3.0-3.9$ 5. $M_s = 2.0-2.9$

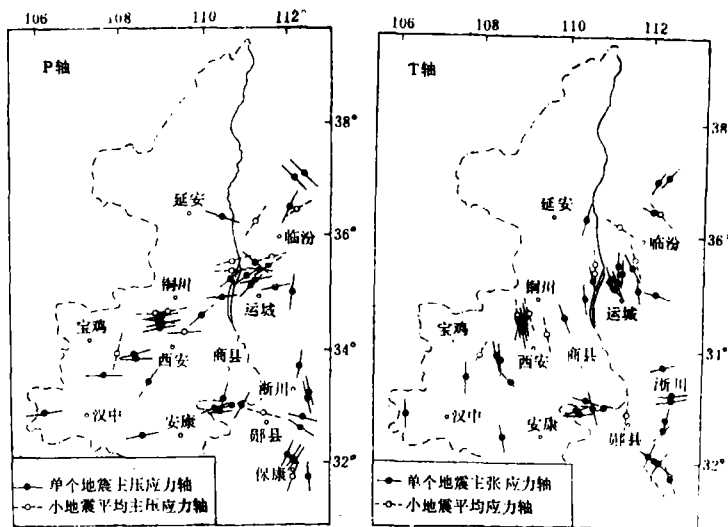


图2 陕西及邻区地震断层解分布图

关中地区包括西安、渭南及华县等地。该区16次地震的主压应力P轴平均方位为 $78^{\circ}.2 \pm 23$, 主张应力T轴平均方位为 $179^{\circ}.4 \pm 23$, 表明P轴优势方位近东西向, T轴优势方位近南北向。与华北地区相比, 该区主压应力轴明显向东南偏转。

陕南地区包括汉中、安康及湖北西北部。该区内主要分布有北西西—近东西走向的大断裂。其20个地震的主压应力P轴平均方位为 $98^{\circ} \pm 40$, 主张应力T轴平均方位为 $177^{\circ} \pm 55$, 表

表 1

震源机制解

编号	地区	发震日期 (年、月、日)	震中位置		地 点	Ms	A节面			B节面			P轴		T轴		备 注
			纬度 (N)	经度 (E)			走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角	方位	仰角	方位	仰角	
1	运城	1971.9.30	35°38'	110°54'	河津	3.3	23	NW	65	94	S	58	246	46	147	8	河北省地震局
2		1972.8.23	35°35'	110°53'	稷山西	2.3	76	NW	56	124	SW	39	287	65	183	6	河北省地震局
3		1973.6.15	35°20'	110°55'	万荣	2.2	73	NW	77	77	SE	18	164	32	342	58	河北省地震局
4		1973.8.10	35°40'	110°47'	河津	2.3	83	N	65	122	SW	31	321	65	188	18	河北省地震局
5		1973.8.26	35°30'	110°47'	河津南	2.2	215	NW	65	98	S	63	241	39	160	2	河北省地震局
6		1975.8.13	35°06'	111°03'	运城	3.1	26	SE	75	127	SW	55	260	13	161	36	河北省地震局
7		1985.1.13	35°07'	111°38'	垣曲	5.5	67	NW	78	330	SW	62	195	11	292	29	河北省地震局
8		1967.12.18	36°30'	110°50'	蒲县	5.4	82	N	71	355	E	80	40	21	308	7	河北省地震局
9		1979.6.19	37°06'	111°54'	介休	5.2	338	SW	20	26	SE	75	132	5	19	34	〔2〕
10		1978.5.24	37°10'	112°13'	平遥	3.7	23	NW	62	52	SE	32	124	15	262	70	河北省地震局
11		1965.1.15	35°1'	111°6'	垣曲	5.1	18	NW	35	77	SE	71	204	55	326	20	国家地震局
12	关中	1975.12.25	34°49'	109°36'	渭南北	2.3	30	NW	44	73	SE	55	220	66	323	6	1)
13		1973.12.2	35°00'	110°06'	合阳、大荔间	2.4	55	NW	65	101	SW	34	268	62	162	17	1)
14		1974.4.27	35°24'	110°24'	韩城	2.0	44	NW	40	88	S	58	228	66	339	10	1)
15		1976.1.22	34°46'	108°44'	淳化	2.5	52	NW	55	127	SW	70	266	37	5	12	1)
16		1976.2.8	34°42'	108°42'	淳化	3.1	42	NW	65	121	SW	66	262	36	172	0	1)
17		1982.6.29	34°05'	108°04'	周至西南	2.0	33	NW	36	326	NE	75	260	22	20	50	作者
18		1982.6.30	34°03'	108°04'	周至西南	2.0	29	SE	40	100	NE	75	49	48	165	21	作者
19		1983.10.25	34°54'	108°54'	泾阳	2.9	26	SE	60	95	NE	61	60	45	150	0	作者
20		1984.5.7	34°41'	108°52'	泾阳	2.7	98	NE	55	140	SW	54	290	67	30	5	作者
21		1986.5.9	36°15'	110°22'	宜川东北	3.2	352	SW	80	83	NW	76	307	18	38	4	作者
22	陕南	1972.8.30	34°37'	107°16'	凤翔西北	2.4	90	N	40	139	SW	65	275	63	28	12	1)
23		1974.12.13	33°24'	108°14'	宁陕	2.3	20	NW	25	89	S	81	21	47	338	32	1)
24		1975.1.6	33°06'	106°01'	略阳	2.3	166	SW	60	178	E	30	80	16	240	74	1)
25		1978.2.11	32°48'	108°08'	石泉	4.2	41	NW	75	129	SW	85	264	15	356	7	作者
26		1982.8.11	33°12'	110°07'	山阳	4.5	92	N	67	147	SW	35	202	18	320	60	作者
27		1972.4.8	32°33'	111°40'	湖北光化	3.5	70	NW	40	7	E	75	300	17	60	50	〔1〕
28		1973.11.29	32°53'	111°31'	浙川	4.7	50	NW	70	328	NE	68	99	2	9	30	〔1〕
29		1978.5.28	33°15'	111°58'	内乡	3.0	78	NW	50	341	SW	82	293	33	37	20	〔1〕
30		1981.4.20	33°11'	110°25'	鄂西	2.2	330	NE	85	330	SW	5	239	35	59	55	〔1〕
31		1982.4.18	33°14'	110°19'	鄂西	2.5	129	NE	20	12	NW	80	87	34	303	51	〔1〕
32		1983.12.8	32°51'	111°34'	浙川	2.2	275	NE	70	275	SW	20	185	25	5	65	〔1〕
33		1983.12.30	32°17'	111°22'	谷城	2.2	317	NE	60	317	SW	30	228	15	48	75	〔1〕
34		1984.1.6	32°07'	111°26'	谷城	2.4	12	NW	65	287	NE	80	237	12	333	27	〔1〕
35		1984.9.27	32°10'	111°27'	谷城	2.3	320	NE	85	320	SW	5	230	35	50	55	〔1〕
36		1984.10.26	33°06'	109°51'	鄂西	2.2	357	SW	85	357	NE	5	87	40	267	50	〔1〕
37		1985.9.14	33°04'	109°47'	鄂西	2.9	344	SW	5	344	SW	5	255	40	75	50	〔1〕
38		1986.5.30	31°49'	111°49'	保康	2.4	82	NW	85	82	SE	5	171	50	351	40	〔1〕
39		1976.2.14	33°15'	111°58'	内乡	3.4	36	NW	75	29.5	SW	56	161	12	259	37	〔1〕

表 2

小震综合断层面解

编号	地区	发震日期 (年、月、日)	震中位置/ 纬度 (N) 经度 (E)		地 点	Ms	A 节面			B 节面			P 轴		T 轴		备 注
							走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角	方位	仰角	方位	仰角	
1	综合	1971—1975.5	36°—35°	110°—111°	韩城		56	NW	35	109	SW	67	241	58	359	18	1)
2		1976.2.8	34°42'	108°43'	淳化	2.3—	42	NW	65	121	SW	66	262	36	170	0	1)
		03—54	—34°39'	108°42'		3.1											
		06—20															
3		1975—1976.11	同上	108°42'	淳化		40.5	NW	65	141	NE	70	270	3.5	1.5	3.0	1)
4		1975.6—1976.1	35°—36°	110°—	韩城		37	NW	81	117	SW	39	272	41	156	27	1)
				111°15'													
5		1972—1976	34°—	107°—	凤翔、岐山		112	NE	80	175	W	20	2	52	217	32	1)
			34°30'	108°06'													
6		1971—1972			临猗、运城		175	NW	56	94	SW	71	230	38	328	10	(2)
7					霍县、洪洞								52	40	317	26	(2)
8					河津								86	62	322	8	(2)
9					渭河								64	73	146	5	(2)
10		1969—1981	111°.5	32°.6	丹江台		324	NW	62	45	NE	75	98	9	2	32	(1)
11		1969—1981	111°.2	31°.8	保康		81		80	365		65	36	23	130	9	(1)

明该区应力场方位与华南地区〔8〕相似。

由上述情况还可以看出，从陕西东北部到南部，主压应力轴方位由北东逐渐转变为东西或南东方向，主张应力轴则由南东方向转变为近南北向。这可能是由于华北地区应力场和华南地区应力场的共同作用，特别是秦岭近东西向构造系的影响所至。

3. 陕西地区震源断层面错动分析

发震断层的性质是由构造应力场决定的，根据各地区现代应力场主压应力轴的分布情况，可以判断发震断层的运动性质。现将陕西及邻近地区地震震源机制解的 P、T 轴仰角分别投影到吴尔夫网上（图 3），表 3 列出了其仰角平均值。

从表 1 和表 3 可以看出，晋南和关中地区的震源机制与陕南地区有较大差异。前者 P 轴仰角平均为 $41^\circ \pm 20^\circ$ ，仰角大于 30° 的占 75%，表明主压应力轴多数近于直立；T 轴仰角平均为 $17^\circ \pm 20^\circ$ ，仰角小于 30° 的占

图 3 陕西地区 P 轴 (a、c) 及 T 轴 (b、d) 吴尔夫网投影

a、b 为晋南、关中地区；c、d 为陕南地区；空心圆为平均机制解，实心圆为单个地震机制解

76%，小于 60° 的占 95%，表明 T 轴接近水平。而陕南地区主要发育北西—北西西向构造带，该构造带的方向在湖北竹山、郧县等地也表现明显。区内 20 个震源机制的 P 波节面中均有此构造方向显示。主压应力的仰角平均值为 $27^\circ \pm 15^\circ$ ，其中 17 个小于 40° ；主张应力仰角多数在 50° 以上。这表明主压应力轴近于水平，主张应力轴接近垂直。

表 3 最大主应力和最小主应力仰角平均值

分区	晋南地区	关中地区	陕南地区	晋南—关中地区
P轴仰角	$36^{\circ}.2 \pm 20$	$46^{\circ}.3 \pm 19$	$27^{\circ}.0 \pm 15$	$41^{\circ}.2 \pm 20$
T轴仰角	$23^{\circ}.2 \pm 19$	$11^{\circ}.2 \pm 13$	$41^{\circ}.5 \pm 20$	$17^{\circ}.4 \pm 20$

上述两个分区的震源机制特点与华北地区P轴、T轴均接近水平，断层以走滑运动为主有很大差别。这说明上述地区除受到水平应力作用外，还可能受到地壳下部上地幔运动所提供的垂直力。同时小震震源机制的研究还揭示了陕西南北分区构造运动的差异。研究这些分区特征，无疑对地震灾害预测、灾害分区的研究有一定参考价值。

(本文1990年10月14日收到)

(陕西省地震局 姜家兰)

参 考 文 献

- [1] 薛军蓉等, 长江带现代地震构造应力场分布特征, 地震研究, Vol.13, No.1, 1990.
- [2] 汪素云、许忠淮, 中国东部大陆的地震构造应力场, 地震学报, Vol.7, No.1, 1985.
- [3] 郦家全等, 中国及邻区现代构造应力场的区域特征, 地震学报, Vol.1, No.1, 1979.

RECENT TECTONIC STRESS FIELD IN SHAANXI PROVINCE AND ITS ADJACENT AREA

Jiang Jialan

(Seismological Bureau of Shaanxi Province, Xi'an, China)

(上接第83页)

参 考 文 献

- [1] 郭自强等, 岩石破裂中的电子发射, 地球物理学报, Vol.31, No.5, 1988.
- [2] 徐为民等, 岩石破裂过程中电磁辐射的实验研究, 地球物理学报, Vol.28, No.2, 1985.
- [3] 钱书清等, 电磁波前兆的观测与研究, 震前电磁波观测与实验研究文集, 地震出版社, 1989.

ELECTROMAGNETIC ANOMALIES AT BANGFU STATION

Li Zhiping, Wu Peizhi, Jing Kaixian, Cheng Shangqing

(Seismological Bureau of Anhui Province, Hefei, China)