

短 文

河南及邻区地震的震源机制

谢 智, 刘尧兴, 胡卫建, 谢健健, 马俊林, 赵 晖

(河南省地震局, 河南 郑州 450000)

摘要: 汇编了河南及邻区 1965~2000 年共 52 次 $M_L \geq 3.5$ 地震的震源机制. 分析表明: 震源机制两组节面的走向为北北东向和北西西向; P 轴多为北东东向; T 轴大都为北北西向; 地震断层主要为走滑类型. 菏泽 5.9 级地震前 P 轴方向呈现出由紊乱到趋向一致的特征.

关键词: 震源机制; P 轴方向异常; 河南及邻区

中图分类号: P315.3⁺3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2002)03-0283-04

0 引言

河南及邻区第一个作出震源机制解的地震是 1937 年 8 月 1 日山东菏泽 7.0 级地震, 主要依据国际地震资料汇编(I. S. S.)^[1]. 随着我国地震事业的发展和区域地震台网的建立, 积累了大量地震观测资料, 使得很多地震, 包括一些中等地震都可做出震源机制解. 本文的目的是将河南及邻区(北纬 $32^\circ \sim 37^\circ$, 东经 $110^\circ \sim 117^\circ$)已有的震源机制解资料尽可能地汇总在一起, 并进行分析研究, 以推出该区未来中强地震的发展机制特征.

1 资料的选取

研究区范围包括河南全境及山西、河北、山东、安徽、湖北、陕西部分区域. 我们尽可能地搜集到了该区 52 次震源机制资料. 在选取过程中, 优选地震所在省份的资料, 以确保资料的可靠性. 所选资料从 1965 年到 2000 年止, 震级范围从 2.9~5.9 级, 其中 $M \geq 3.5$ 地震 41 次(表 1).

考虑到地震活动的地区差异性, 本文根据中国地震区划概论研究结果, 将研究区按河北平原地震带、汾渭地震带、江淮地震带在河南及邻区所跨越的部分大体上划分为 4 个小区, 按顺序分别命名为 A 区、B 区、C 区和 D 区. 所搜集的 52 次地震震源机制资料位于上述 4 个小区分别为 27 次、7 次、16 次和 2 次(图 1).

2 震源机制特征

由图 1 可知, 河南省地震多数分布在北纬 35° 线以北的晋冀鲁豫交界区; 震源机制的主压应力 P 轴方向较为一致, 多为北东东—南西西方向. A、B、C 三个小区 P 轴的平均方向为 76° 、 67° 、 86° , 显然它们之间还有一定差异.

我们按每 15° 一个间隔把平面划分为 24 个方位间隔, 分别统计各次震源机制解的节面 A、节面 B、主压应力 P 轴、主张应力 T 轴走向在各个间隔的次数, 做成玫瑰图(图 2 图 3). 从图 2 看, 两组节面走向分布所构成的两个花瓣的形状基本相似, 大致相互垂直, 显然是震源为走滑错动型的一个证据. 图 3 中 P 轴和 T 轴的分布也形成两个相互垂直的花瓣形状.

3 小震 P 轴方向与中强震关系

前苏联学者曾报道过加尔姆地区中强地震前一年半到两年时间内, 小震 P 轴取向由紊乱趋于一致. 我国学者也发现过类似的震例. 如华祥文^[2]报道过 1976 年唐山 7.8 级地震前数年, 震中附近区域内小震的主压应力轴方向由紊乱趋于一致, 形成优势方向, 并与区域应力场和未来大震的主压应力轴方向相同. 因此, 在大地震平静期小震 P 轴方向较为紊乱; 在孕育较大地震的中期异常期内, 小震 P 轴方向由紊乱趋于一致. 并且孕震震级越大, P 轴方向一致的范围也越大.

表 1 河南及邻区震源机制参数

序 号	发震时间	地震位置			震级 <i>M</i>	深度 /km	节面 A *			节面 B *			P		T		精 度
		北纬	东经	地点			走向	倾角	滑动角	走向	倾角	滑动角	方位	仰角	方位	仰角	
1	1965-11-03	35° 06′	111° 36′	山西垣曲	5.5	10	100°	70°	−27°	200°	64°	−157°	239°	33°	331°	4°	C
2	1967-12-18	36° 30′	110° 50′	山西蒲县	5.4	30	356°	80°	−161°	262°	70°	−12°	40°	21°	308°	7°	
3	1968-04-02	36° 12′	115° 12′	河北大名	4.2		7°	65°	−107°	221°	26°	−62°	62°	69°	290°	20°	
4	1970-08-10	35° 42′	116° 53′	山东曲阜	4.6	12	238°	88°	−137°	146°	48°	−6°	291°	30°	183°	27°	B
5	1970-09-29	36° 36′	114° 36′	河北峰峰	3.5		204°	55°	−123°	70°	44°	−56°	228°	65°	137°	6°	
6	1970-12-12	36° 32′	115° 40′	山东临清	3.8	30	288°	81°	39°	189°	46°	158°	234°	22°	334°	37°	
7	1971-09-03	35° 38′	110° 54′	山西河津	3.9	35	205°	66°	−138°	95°	53°	−31°	246°	46°	147°	8°	C
8	1972-04-03	32° 35′	111° 38′	湖北光化	3.5	9	6°	70°	57°	251°	42°	153°	300°	17°	60°	50°	
9	1972-10-12	36° 54′	114° 18′	河北沙河	4.8	24	10°	55°	−119°	234°	44°	−56°	43°	66°	300°	6°	
10	1973-03-11	31° 24′	116° 12′	安徽霍山	4.5	5	69°	82°	−135°	331°	45°	−14°	120°	37°	12°	24°	B
11	1973-09-22	33° 35′	116° 31′	安徽淮北	4.0	10	263°	83°	−26°	357°	65°	−175°	37°	23°	133°	12°	
12	1973-11-29	32° 53′	111° 31′	河南淅川	4.7	9	230°	71°	158°	328°	68°	22°	99°	2°	9°	30°	
13	1974-02-19	35° 24′	115° 24′	山东菏泽	3.7	21	91°	85°	35°	358°	56°	176°	39°	20°	140°	27°	C
14	1975-04-22	36° 04′	113° 52′	河南林州	3.8	4	85°	82°	−35°	181°	55°	−171°	217°	30°	318°	18°	
15	1975-08-13	35° 06′	111° 03′	山西运城	3.1	20	26°	75°	144°	127°	55°	19°	260°	13°	161°	36°	
16	1976-02-14	33° 15′	111° 58′	河南内乡	3.5	10	223°	68°	42°	115°	52°	153°	165°	10°	266°	44°	B
17	1977-03-10	36° 22′	114° 19′	河北磁县	4.0	17	35°	55°	49°	272°	53°	134°	332°	1°	67°	57°	
18	1977-07-09	34° 52′	115° 48′	山东成武	4.8	25	145°	80°	−26°	240°	64°	−168°	280°	26°	15°	11°	
19	1977-08-06	32° 40′	111° 33′	河南淅川	3.8	11	123°	81°	−51°	224°	39°	−165°	249°	41°	3°	26°	C
20	1977-10-14	36° 49′	114° 19′	河北永年	3.7	33	119°	85°	−15°	211°	75°	−177°	254°	14°	346°	7°	
21	1978-05-28	33° 15′	111° 58′	河南内乡	3.0	10	162°	82°	−40°	259°	51°	−170°	293°	33°	37°	20°	
22	1978-06-05	35° 21′	113° 55′	河南新乡	4.5	22	5°	80°	−42°	104°	49°	−168°	135°	36°	241°	20°	B
23	1978-10-01	35° 50′	114° 11′	河南鹤壁	3.9	23	147°	56°	69°	2°	40°	119°	72°	8°	189°	70°	
24	1979-01-02	35° 41′	113° 57′	河南淇县	3.2	20	203°	75°	−160°	108°	70°	−17°	246°	25°	155°	3°	
25	1979-03-20	35° 10′	113° 23′	河南修武	3.5	20	188°	81°	143°	285°	54°	11°	62°	18°	320°	32°	C
26	1979-05-22	31° 06′	110° 28′	湖北姊归	5.1	16	116°	72°	148°	217°	60°	20°	349°	8°	253°	35°	
27	1980-06-13	31° 49′	114° 59′	河南光山	3.3	6	304°	61°	41°	192°	56°	144°	247°	3°	341°	48°	
28	1980-08-02	36° 02′	113° 54′	河南林州	4.7	20	27°	88°	139°	119°	48°	5°	261°	26°	155°	30°	B
29	1981-04-17	36° 04′	113° 49′	河南林州	3.6	8	203°	77°	−149°	105°	60°	−15°	248°	31°	151°	11°	
30	1981-10-23	36° 04′	115° 08′	河南南乐	3.2	11	165°	65°	113°	300°	33°	50°	58°	17°	293°	63°	
31	1981-12-06	36° 52′	114° 04′	河北武安	4.6	15	191°	80°	175°	284°	74°	19°	56°	4°	329°	19°	C
32	1981-12-23	35° 25′	115° 18′	山东菏泽	4.0	16	211°	61°	140°	320°	60°	29°	88°	1°	350°	44°	
33	1982-05-29	36° 27′	114° 45′	河南陕县	4.4	20°	125°	75°	−77°	265°	16°	−128°	233°	59°	25°	30°	
34	1982-06-09	34° 43′	111° 12′	山东东明	3.7	20	118°	75°	−14°	213°	74°	−162°	256°	22°	345°	1°	B
35	1982-07-29	34° 59′	115° 04′	河南孟县	3.6	19	305°	73°	50°	198°	47°	165°	243°	16°	357°	43°	
36	1983-10-15	34° 52′	112° 44′	河北邯郸	3.7	19	30°	74°	170°	126°	70°	25°	256°	3°	171°	26°	
37	1983-11-07	35° 17′	115° 17′	山东菏泽	5.9	12	114°	70°	−42°	222°	50°	−153°	251°	44°	352°	12°	C
38	1986-11-21	35° 12′	111° 03′	山西运城	4.2	20	296°	70°	−27°	36°	64°	−157°	75°	33°	167°	4°	
39	1992-01-14	34° 23′	113° 17′	河南禹登	4.2	23	226°	75°	−164°	132°	74°	−16°	269°	22°	179°	1°	
40	1993-08-06	32° 10′	115° 34′	河南固始	3.5	18	127°	70°	53°	13°	42°	150°	63°	17°	175°	50°	B
41	1995-08-23	35° 54′	115° 02′	河南清丰	2.9	17	7°	84°	174°	102°	46°	45°	226°	25°	155°	34°	
42	1998-03-25	35° 47′	115° 25′	河南濮阳	3.0	16	25°	80°	45°	286°	46°	166°	328°	22°	76°	38°	
43	1998-07-11	34° 57′	110° 38′	山西临猗	4.6	22	121°	90°	9°	31°	84°	174°	75°	4°	166°	4°	C
44	1998-12-09	35° 17′	114° 22′	河南滑县	2.9	14	266°	60°	−63°	41°	40°	−128°	44°	64°	157°	11°	
45	1998-12-26	35° 39′	115° 16′	河南濮阳	3.5	20	76°	80°	−161°	342°	71°	−12°	120°	21°	28°	6°	
46	1999-05-20	35° 47′	112° 58′	河南范县	3.5	24	191°	77°	−132°	88°	47°	−11°	243°	40°	131°	19°	B
47	1999-06-22	34° 52′	113° 58′	河南中牟	3.2	22	138°	80°	40°	40°	51°	167°	83°	19°	187°	35°	
48	1999-12-30	33° 19′	116° 04′	安徽利辛	4.1	13	242°	61°	−138°	128°	54°	−38°	278°	50°	184°	4°	
49	2000-01-28	32° 00′	113° 41′	湖北随州	3.6	16	305°	82°	73°	186°	0°	140°	231°	40°	12°	57°	C
50	2000-04-29	33° 13′	112° 03′	河南镇平	4.2	16	284°	76°	−26°	21°	65°	−165°	60°	28°	154°	7°	
51	2000-06-03	36° 17′	114° 00′	河南水冶	3.0	6	216°	74°	133°	323°	45°	23°	96°	18°	348°	44°	
52	2000-08-03	32° 09′	115° 46′	河南固始	3.0		313°	80°	15°	221°	80°	177°	266°	0°	358°	14°	B

* 表中两节面参数均采用许忠淮研究员根据 P、T 轴参数计算出的结果。

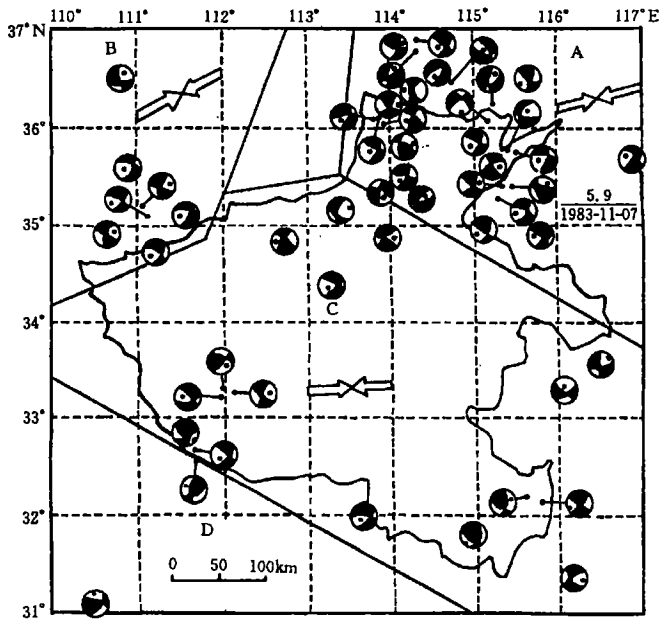


图 1 河南及邻区震源机制(采用上半球投影, 白区为负号区, 黑区为正号区, 黑点为 P 轴出头点)
Fig. 1 Focal mechanism in Henan and its adjacent region.

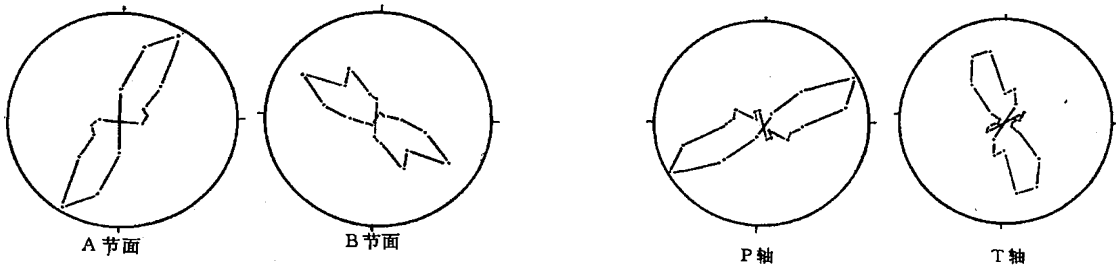


图 2 河南及邻区震源机制
A、B 节面走向分布

Fig. 2 Distribution of strikes of A, B nodal plane of focal mechanism in Henan and its adjacent region.

图 3 河南及邻区 P、T
应力轴走向分布

Fig. 3 Distribution of strikes of P, T stress axes in Henan and its adjacent region.

笔者在 2001 年对河淮地震带地震活动特征研究中认为^[3], 1979 年 3 月 2 日安徽固镇 $M5.0$ 地震前和 1983 年 11 月 7 日山东菏泽 $M5.9$ 地震前 $M \geq 3.5$ 地震震源机制解中的 P 轴方向都出现趋于一致(表 2、表 3)。由表 2 可见, 1973 年 3 月~1976 年 2 月 P 轴方向紊乱, 而从 1976 年 8 月 P 轴方向开始趋于一致, 1979 年 3 月 2 日发生固镇 5.0 级地震(图 4a)。表 3 表明, 1977 年 3 月~1978 年 6 月 P 轴方向紊乱, 1978 年 10 月后 P 轴方向趋于一致, 1983 年 11 月 7 日发生菏泽 5.9 级地震(图 4b)。

表 2 1979 年 3 月 2 日安徽固镇 $M5.0$ 地震前小震 P 轴方向

时间	地点	震级	P 轴方向	时间	地点	震级	P 轴方向
1973-03-11	安徽霍山	4.5	120°	1976-02-14	河南内乡	3.5	165°
1973-03-12	安徽霍山	4.3	288°	1976-08-30	安徽长丰	3.6	53°
1973-09-22	安徽淮北	4.5	37°	1977-08-06	河南淅川	3.8	249°
1973-11-29	河南淅川	4.7	99°	1979-03-02	安徽固镇	5.0	255°

表 3 1983 年 11 月 7 日山东菏泽 M5.9 级地震前小震 P 轴方向

时间	地点	震级	P 轴方向	时间	地点	震级	P 轴方向
1977-03-10	河北磁县	4.0	332°	1981-04-17	河南林州	3.6	248°
1977-07-09	山东成武	4.8	280°	1981-12-06	河北武安	4.6	56°
1977-10-14	河北永年	3.7	254°	1981-12-23	山东菏泽	4.0	88°
1978-06-05	河南新乡	4.5	135°	1982-05-29	河北邯郸	4.4	233°
1978-10-01	河南鹤壁	3.9	72°	1982-07-29	山东东明	3.6	243°
1979-03-20	河南修武	3.5	62°	1983-10-15	河南孟县	3.7	256°
1980-08-02	河南林州	4.7	261°	1983-11-07	山东菏泽	5.9	251°

4 几点结论

- (1) 河南及邻区地震震源大致表现为走滑错动型.
- (2) 该区地震震源机制两组节面走向大多为北北东向和北西西向.
- (3) 主压应力 P 轴大多为北东东向, 主张应力 T 轴大多为北北西向. 而且不同地区存在一定差异性.
- (4) 固镇 5.0 级和菏泽 5.9 级地震前, 小震 P 轴方向具有由紊乱到趋于一致的特征.

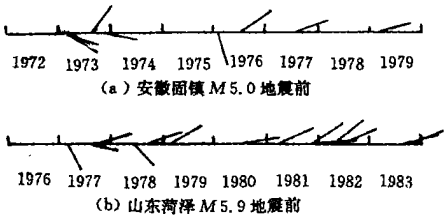


图 4 中强地震前小震 P 轴方向变化
Fig. 4 Change of direction of P stress axes before moderate earthquakes.

[参考文献]

[1] 姚殿义, 杜迎春, 刘素英. 华北地区的震源机制[J]. 华北地震科学, 1991, 9(3): 37—48.

[2] 华祥文. 唐山强震前后北京、天津周围地区应力场变化过程[J]. 地震学报, 1980, 2(2): 130—145.

[3] 谢智, 刘尧兴, 王文旭, 等. 淮河地震带地震活动特征[J]. 地震学刊, 2001, 21(3): 28—33.

THE FOCAL MECHANISM OF EARTHQUAKE IN HENAN AND ITS ADJACENT REGION

XIE Zhi, LIU Yao-xing, HU Wei-jian, XIE Jian-jian, MA Jun-ling, ZHAO Hui
(Seismological Bureau of Henan Province, Zhengzhou 45000, China)

Abstract: The focal mechanisms of 52 $M_L \geq 3.5$ earthquakes in Henan and its adjacent region from 1965 to 2000 are given. The results indicate that the strikes of the two nodal planes of these focal mechanisms are NNE and NNW respectively; most of the principal compressive stress axes P strike NEE and principal extensive stress axes T strike NNW; the seismo-tectonics mainly are strike-slip faults. The direction of P axes change from tumble into identity before moderate earthquakes.

Key word: Focal mechanism; Anomaly of direction of stress axes P; Henan and its adjacent region