

山西地塹系现代北西—北北西向拉张应力场

成尔林

(江苏省盐城市地震办公室)

张美芳

(江苏省盐城工业专科学校)

摘 要

本文根据3个小震综合节面解和23个P波初动解的结果得出,山西地塹系处于现代北西—北北西向拉张应力场环境,震源错动以倾滑和倾滑兼走滑的正断层为主。

一、引 言

对于华北地区及更大范围的现代构造应力场已有一些文献进行了研究。郗家全、时振梁等指出,华北以及朝鲜和西南日本是以北东东向水平压应力和北北西向水平张应力为其特点〔1〕;李钦祖等分析了华北地区48个地震震源机制解,结果表明强震($M \geq 6$)的一致性很好,与〔1〕的结论相一致,某些中小地震的结果偏离上述的一致性,并据此认为,一次中小地震的震源机制结果,不足以反映区域应力场的概况〔2〕;蒋溥等指出,由震源机制资料得到华北断块区地震断层多属走滑型和近走滑型,震源区主应力为水平力和近水平力,但斜滑型断层和倾滑型断层以及斜力和近垂直力也占有不可忽视的比例〔3〕;然而,高名修认为,华北地区近十多年来相继发生的邢台7.2级、渤海7.4级、海城7.3级和唐山7.8级大地震提供的宏观和微观信息相当一致地反映出现代华北地区处于引张应力场环境〔4〕。本文根据对3个小震综合节面解以及23个震源机制解的结果研究认为山西地塹系处于现代北西—北北西向拉张应力场环境,地震断层以倾滑和倾滑兼走滑的正断层为主。

二、资 料

为了获得比较准确的初动符号,首先根据文献〔5〕的方法,校验了山西区域地震台网地震仪的极性,在此基础上,从北到南选择资料相对完整、记录图质量相对较高的代县台、太原台和临汾台的资料求得小震综合节面解;对1966年以后发生在山西的23次3.4级至5.5级地震,根据山西区域地震台网以及邻省乃至全国的资料,经过地震仪极性的校正后,求得了它们的P波初动解。所求得的小震综合节面解及单个地震的P波初动解都是相当可靠的。

* 山西省地震局吸永涛同志参加了部份工作。

图3包括了小震综合节面解和单个地震P波初动解的结果。图中黑色实心圆点表示P轴在乌尔夫网上半球的投影，未画阴影的表示小震综合节面解，画有阴影的表示单个地震P波

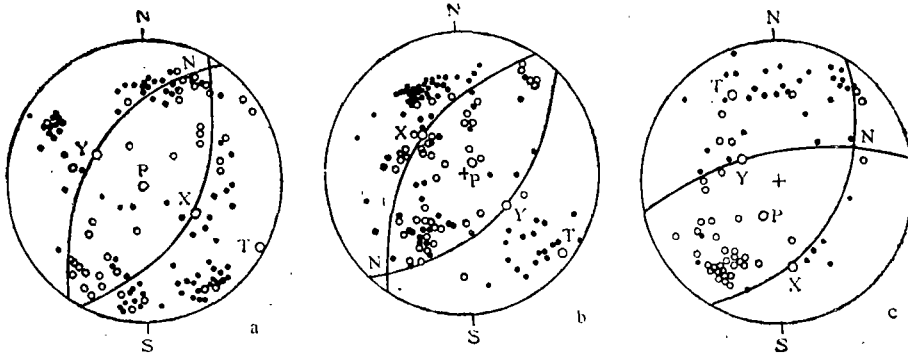


图2 小震综合节面解 (1980—1984)

a.代县台 b.太原台 c.临汾台

Fig. 2 Wulf net upper-hemisphere projections of synthetic nodal solutions of small earthquakes

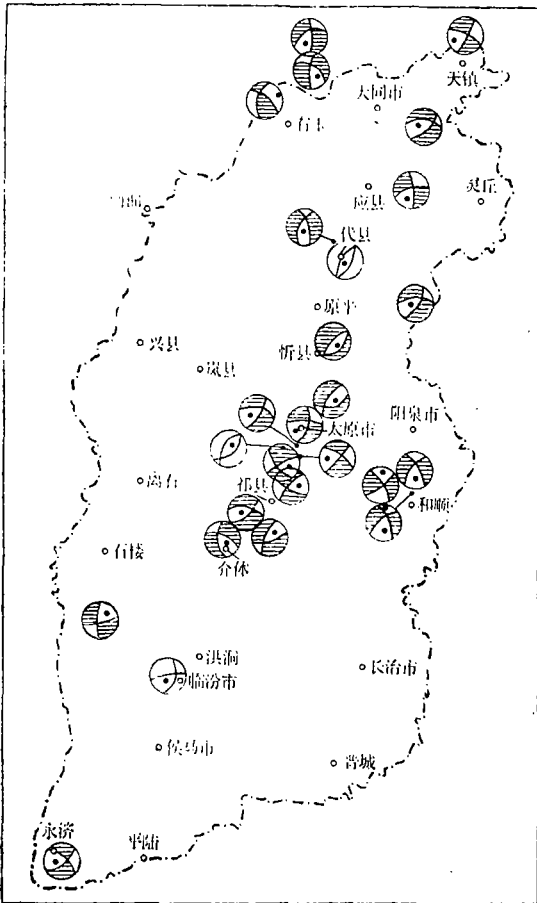


图3 震源机制解的平面分布图

Fig. 3 The plane distribution of source mechanism solutions

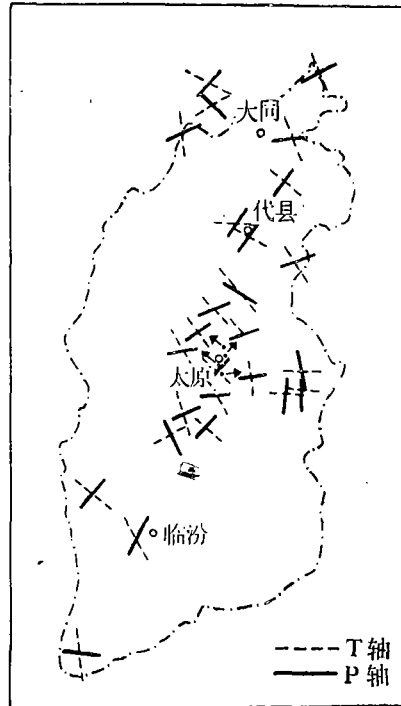


图4 P轴和T轴的平面投影图

Fig. 4 The plane projections of P and T axes

P 波初动解的结果

编号	地震时间		震中位置		震源深度	节面 I		节面 II		X轴		Y轴		P轴		T轴		N轴		矛盾比 (%)			
	年月日	时分秒	ϕN	λE 地区		走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角		方位	仰角	
1	1967.12.18	22-07-41	36°5'	110°8'	潘县5.4	30	82	NNW	72	360	E	66	90	24	351	18	40	31	132	3.5	228	59	5
2	1971.6.5	18-21-21	37°4'	118°4'	和顺5.2	20	56	NNW	74	321	SWW	75	231	15	326	16	9	1	278	22	101	69.5	19
3	1976.10.14	22-35	40°37'	112°39'	原城4.8		1	W	71	243.5	S	45	160	45	269.5	19	224.4	46.5	119.5	15	17.4	38.5	12
4	1976.11.7	14-27	37°45'	112°32'	北格4.5		35.5	NWW	75	288	SSW	42	197	48	305.5	15	265	44.5	154.5	19.5	48.5	38	14
5	1977.1.1	19-21-37.8	37°41'	112°34'	北格3.5	13	43.5	NW	75	307.5	SW	70	217	20	313	15	265.3	24.5	174.5	2	81	64.5	22
6	1977.2.2	13-44	40°11'	112°15'	右玉4.6		15	SEE	45	315	SW	65	223.4	25	105	45	70.5	11.5	176.5	54	333.4	33	20
7	1977.3.14	06-16-57.7	40°25'	112°40'	原城4.3		2.7	E	68	297	SSW	45	206	45	93	22	139	49.7	245	14	346.2	36	12
8	1977.6.19	06-31-56.0	38°29'	112°53'	定襄3.4		43.7	SE	75	246.5	NNW	16.5	333.6	73.5	134	15	125	59	318.6	29.5	225	6	0
9	1978.4.21	02-08	40°37'	114°08'	天镇4.5	15	23	SEE	90	292.5	SSW	80	202	10	112.5	0	247	36.5	156.5	6.5	33.6	80	16
10	1978.5.24	02-11-15.8	37°07'	112°19'	平遥3.8	25	22.5	SEE	50	252.5	NNW	54	343	36	114	40	45	62	135.5	6	229	28	21
11	1978.6.1	13-26-15.4	39°59'	113°44'	大同4.5		44	NW	70	291	SSW	46	201	44	313	20	268.5	48	162	14	62	38	22.8
12	1978.10.4	10-37-30.5	39°32'	113°35'	浑源4.5	17	77.5	SSE	77	358.5	W	57	267.5	33	168	13	224	36	312.5	13	60	52.5	17
13	1979.6.19	12-15-14.8	37°05'	111°53'	介休5.5	9	0	EW	51	297	SSW	61	207	29	91.5	39	155.5	49.5	57	6.5	321	37	16
14	1979.11.10	03-42-39.2	38°10'	112°53'	代县3.8	16	30	SEE	31	353	SWW	60	262	30	121	54	219	67.5	98	12	4	17.5	19
15	1980.3.9	05-54-14.1	37°17'	112°04'	平遥5.0	22	50.5	NW	50	277	SW	51.5	188	38.5	319.5	40	249	62.5	345	1.5	76	26	13
16	1980.6.16	06-04-54.1	37°45'	113°38'	五台3.6	18	30	NW	70	276	S	45	187.3	45	299.2	20	255	48	148	15	47.5	37	13
17	1981.1.22	02-20-2.6	37°38'	112°25'	清徐4.0	24	67	SSE	80	324.5	NEE	39	55	51	156.5	10	121	42	5	24.5	255	36.5	20
18	1982.1.13	23-17-41.7	37°28'	112°29'	太谷4.7	27	37	SEE	75	288.5	NNE	40	19	50	127.5	15	88	46	335	20	229	36.5	21
19	1982.11.10	01-02-16.6	37°25'	113°36'	昔阳4.0		47	SE	70	328	SWW	64	237	26	137.4	20	185	33	278.5	3.3	15	56.5	12.5
20	1982.11.12	00-44-12.6	37°35'	113°37'	昔阳4.1	8	41	SE	80	317.5	SW	55	227	35	131	10	173.5	31	274	16	28	53	5
21	1982.11.23	16-09-54.4	34°50'	110°39'	永济4.3	15	52	NNW	72	307.5	SSW	50	217	40	322.5	18	277.5	41	175.5	14	71.2	45	35
22	1983.1.16	01-38-31.0	37°54'	112°36'	太原4.4	19	15	NW	75	281	SSW	75	192	15	285	15	237.5	20	329	0	58.5	68	19
23	1983.3.9	19-28-3.0	37°55'	112°37'	太原3.9	12	30.4	SEE	60	257	NNE	40	357	50	120.5	30	72.5	63.5	320	10.5	225.5	24	19

表2

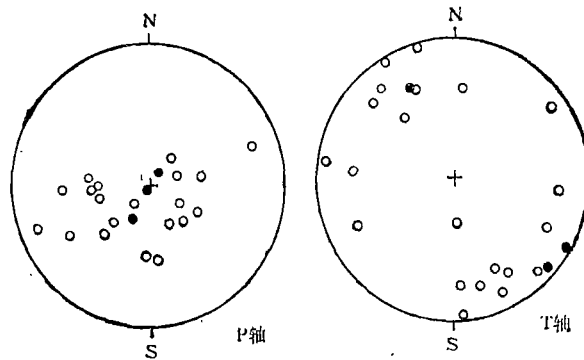


图5 P轴和T轴的乌尔夫网上半球投影

Fig. 5 Wulf net upper-hemisphere projections of P and T axes

初动解。图4是P轴和T轴的平面投影图，图中实线表示P轴，虚线表示T轴。图5是P轴和T轴的乌尔夫网上半球投影图，图中实心圆点表示小震综合节面解的结果，空心圆圈表示单个地震P波初动解的结果。图4、图5清楚地表明，山西地堑系主压应力轴的优势方位为北东—北东东，主张应力轴的优势方位为北西—北北西。

无论是小震综合节面解还是单个P波初动解的结果都显示，山西地堑系震源错动以倾滑和倾滑兼走滑的正断层运动为主。这表明，山西地堑系处于现代北西—北北西向拉张应力场环境，而用北东—北东东向挤压难以解释上述震源错动特征。

3. 山西地堑系的地震地质特征

山西地堑系包括山西中部一系列新生代形成的地堑型断陷盆地，东北从延怀盆地始，经大同、蔚广、忻定、太原、临汾、运城盆地，西南抵灵宝、渭河盆地，斜贯山西全省。这些盆地有两组不同的方位：一组北北东向，如临汾盆地、忻定盆地；一组北东向，如运城、太原、大同盆地，二者相间排列，中间为隆起区相隔。断陷盆地的边界被活动性断裂所控制，规模较大的北东向活动断裂主要有：中条山山前断裂、太谷断裂、交城断裂、系舟山山前断裂、五台山山前断裂、恒山山前断裂、桑干河断裂等。它们均为高角度正断层，断面倾角多为 60° 左右，走向在北东 45° — 65° 范围内，相互平行排列。这些地震地质特征与震源机制解的结果是十分吻合的，这可用山西地堑系处于现代北西—北北西向拉张应力场环境得到完满的解释，而用流行的整个华北地区处于北东—北东东向挤压应力场的观点难以解释。

四、结论和讨论

1. 李钦祖、许忠淮都认为，小地震综合断层面解反映区域应力场的有效性比6级以下单个中小地震的断层面解的有效性要高，而与6级以上大地震的有效性基本相当〔6、7〕。若果真如此，则代县台、太原台和临汾台的小震综合节面解代表区域应力场的有效性可与6级以上的强震相当。个别6级以下的中小地震的震源机制解虽难以确切地代表区域应力场的特点，但23个3.4级至5.5级地震的震源机制解的总体特征应该同样能代表区域应力场的方向特征。

2. 基于上述理由，可以相当有把握地得出以下结论：山西地堑系震源错动以倾滑和倾滑兼走滑的正断层活动方式为主，表明它处于现代北西—北北西向的拉张应力场环境。

3.关于山西地堑系的形成机制概括起来有两种观点：一种认为是拉张作用下形成，另一种认为是挤压作用下形成。拉张观点可能得到较多的支持，但持拉张观点的人的解释可能也不尽相同，有的人认为是地壳在区域水平作用力下形成的拉张，也有的认为是在大型隆起顶部形成的拉张。根据本文震源机制解的结果：北东—北东东向的主压应力轴较陡，北西—北北西向的主张应力轴接近水平，断层活动以倾滑和倾滑兼走滑为主，表明山西地堑系是在北西—北北西向的水平拉张和垂向重力共同作用下形成的。这也可以解释山西地堑系大幅度的垂直差异运动。

4.关于山西地堑系现代北西—北北西拉张应力场的力源，莫尔纳和塔坡尼尔认为^[8]，中国乃至亚洲的现代构造应力场和现代构造运动主要可归因于印度板块和欧亚板块的碰撞，由于这种碰撞作用，在喜马拉雅以北的大走向滑动断层（如阿尔金山断层、南山断层和甘肃断层等）把印度与欧亚两板块间会聚产生的变形部份传递给象贝加尔裂谷带或山西地堑系那样的正断层和地壳引张区。他们认为，走向滑动断层对这两个地区的影响粗略地类似于剪切带末端的引张破裂并与剪切带斜交。他们把贝加尔裂谷带和山西地堑系看成是印度和欧亚板块碰撞的表现，而不是直接来自裂谷下和地堑系下的力所驱动。如同山西地堑系吸收甘肃断层的近东西向左旋走向滑动一样，在蒙古的主要沿近东西向左旋走向滑动断层似乎在贝加尔裂谷带被吸收，产生了近北西—南东引张的正断层作用等。

（本文1990年7月26日收到）

参 考 文 献

- [1] 鄯家全、时振梁、汪素云、环文林，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.
- [2] 李钦祖等，华北地区的震源机制与地壳应力场，地震学报，Vol. 4, No. 1, 1982.
- [3] 蒋溥等，华北断块区现代构造断裂的动力学问题的地震研究，地震地质，Vol. 5, No. 1, 1983.
- [4] 高名修，华北块断构造区的现代引张应力场，地震地质，Vol. 1, No. 2, 1979.
- [5] 成尔林、庞明虎，利用地震资料鉴别地震仪极性的方法，地震，No. 1, 1983.
- [6] 李钦祖，华北地壳应力场的基本特征，地球物理学报，Vol. 23, No. 4, 1980.
- [7] 许忠淮等，由多个小地震推断的华北地区构造应力场的方向，地震学报，Vol. 5, No. 3, 1983.
- [8] P. Molnar and P. Tapponnier, Cenozoic tectonics of Asia: effects of a continental collision, Science, Vol. 189, No. 4201, 419—426.

MODERN NW—NNW TENSION STRESS FIELD OF RIFT VALLEY SERIES IN SHANXI PROVINCE

Cheng Erlin

(Seismological Office of Yancheng City, Jiangsu Province)

Zhang Meifang

(Technical College of Yancheng, Jiangsu Province)

Abstract

This paper deals with three synthetic fault plane solutions of weak earthquakes and P wave initial motion solutions of 23 earthquakes. It is pointed out that tension stress field with NW-NNW direction acts on Shanxi rift valley. Normal fault with dip slip and dip-strike slip are dominant.