

湖北及邻区现代构造应力场初析

李蓉川 韩晓光

(国家地震局地震研究所)

摘 要

本文根据湖北及邻区1969至1981年的地震资料,分别求解了三峡、麻城、蒲圻、丹江4个地区的小震综合断层面解。分析结果表明,湖北及邻区现代构造应力场是不一致的,其中鄂中—三峡地区主压应力为北北东—南南西向;鄂东地区主压应力为北东东—南西西向;鄂东南地区主压应力为北西西—南东东向;鄂西北地区主压应力为北西西—近东西向。这与本区 $M_s \geq 3.0$ 地震的震源机制结果基本相符。这种不同方向的构造应力场,反映了我国华北、华南和西部地区构造应力场作用交界部位的一种特殊现象。

湖北地处华北与华南的过渡地区,是华北地台、秦岭褶皱系和扬子准地台三个不同的大地构造单元接壤地带^[1],地质构造复杂。对该区构造应力场的分析将有助于地质构造、地震震源特征、地震前兆空间分布等问题的研究。历年来不少人曾用不同方法分析过湖北局部地区的构造应力场,明显给出本区应力场的不一致的主压应力方向^{[2][3]·1)}。本文在这个基础上利用小震综合断层面解和较大地震震源机制的结果,试图讨论本区现代构造应力场及其分区特征。

一、小震综合断层面解

1973年李钦祖论述了小震综合断层面解的方法,并认为其解得的主压应力的结果基本上代表了区域平均构造应力场^[4]。本文沿用这个方法,搜集了湖北地区区域台网近十年来的地震P波初动资料,分别求解出三峡、麻城、蒲圻、丹江^{·2)}的小震综合断层面解,结果见表1,图1。麻城、蒲圻、丹江地区所用的为单台资料,三峡地区为钟祥、保康、宜昌、兴山、渔关、周坪、三斗坪、下堡坪八个台资料的综合解。台站位置见图2。求解结果按二项分布模型^[5],取显著性水平 $\alpha = 0.01$ 进行检验,均未超过99%的置信限。求解过程中所用资料主要参考湖北省地震目录及陕西、河南、安徽、江西、湖南等省的地震目录。取1969至

• 1) 湖北省地质学会第三届代表大会论文选集, 黄陵背斜周缘几条大断裂的力学性质转化及其构造体系归宿, 1980。

• 2) 1980年王静璐、李蓉川作。

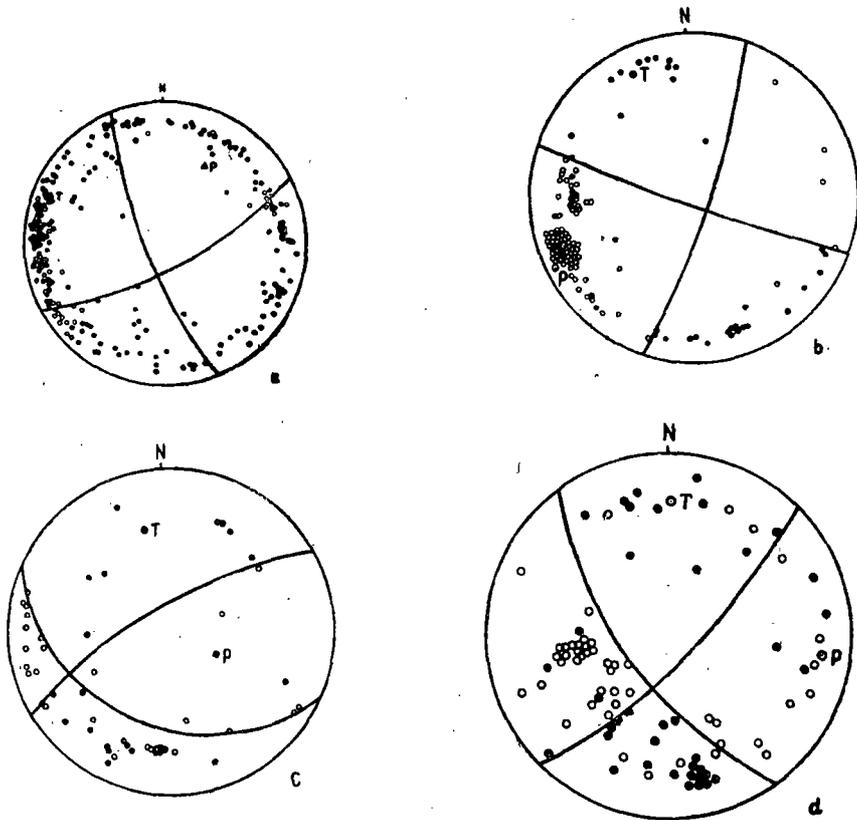


图1 三峡(a)、麻城(b)、蒲圻(c)、丹江(d)4个地区小震综合断层面解
(实心圆代表正号、空心圆代表负号)

Fig.1 The composite nodal-plane solutions of small earthquakes in four regions

(a) Sanxia (b) Machen (c) Puqi (d) Danjiang

1981年发生在湖北及邻区 $M_s \geq 0.1$ 、记录清晰并能确定震中座标的地震。初动符号一律采用P波，直接从该台地震记录图上读取。考虑到结果的准确性，所用资料都选用研究地区范围之内且震中距小于170公里的地震。震源深度根据各地区地震平均震源深度，分别取鄂中—三峡地区 $h = 10$ 公里，麻城地区 $h = 15$ 公里，蒲圻地区 $h = 15$ 公里，丹江地区 $h = 10$ 公里。另外，由于位处鄂西南地区的恩施台建台较晚（1980年建台），所得到的P波初动符号仅18个，求不出节面解。因此，本文没有讨论伸入川湘交界的恩施地区的情况。

湖北地区小震综合断层面解

表1

地区	节面 A			节面 B			P轴		T轴		N轴		X轴		Y轴		符号总数	矛盾符号比(%)
	走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角	方位	仰角										
麻城	21	NW	80	112	NE	85	247	3	337	10	140	79	22	5	292	9	127	11
蒲圻	64	SE	70	117	NE	30	120	56	350	23	252	23	28	60	151	18	50	14
丹江	324	NW	62	45	NE	75	98	9	2	32	201	57	316	15	55	29	86	17
三峡	64	NW	70	339	NE	75	28	26	294	8	193	64	69	15	333	23	221	24

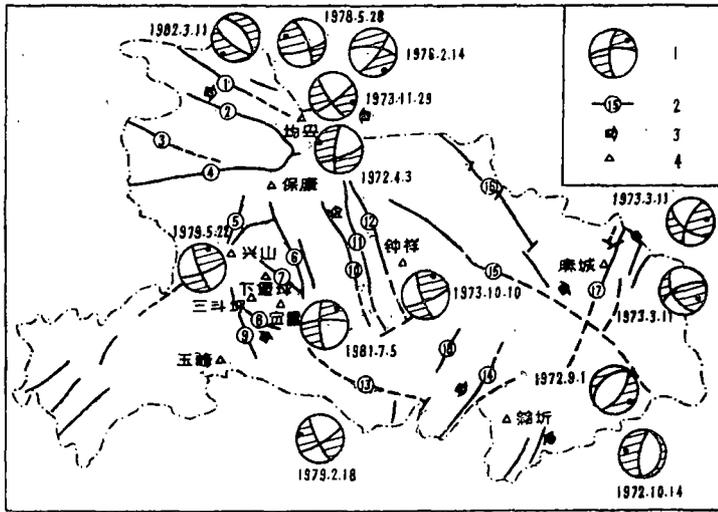


图2 湖北及邻区现代构造应力场分布图

1. 震源机制解 (阴影区为向源压缩区, 其内小黑点为P轴出地点) 2. 断裂及编号 (虚线为推测部分 3. 主压应力方向
4. 地震台站

断裂编号: ①均县断裂 ②白河—谷城断裂 ③陈家河断裂 ④青峰断裂 ⑤新华断裂 ⑥远安断裂 ⑦雾渡河断裂
⑧天阳坪断裂 ⑨仙女山断裂 ⑩南漳—荆门断裂 ⑪武安—石桥断裂 ⑫汉水断裂 ⑬公安—监利断裂
⑭沙湖—湘阴断裂 ⑮襄樊—广济断裂 ⑯桐柏—大悟断裂 ⑰麻城—团风断裂 ⑱通海口断裂

Fig. 2 The recent tectonic stress field in Hubei and its vicinity.

二、震源机制解

一次小地震的震源机制结果不一定代表区域构造应力场方向, 但一个地区多次地震的主压应力的优势方向, 则可以认为代表这个地区的构造应力场。

为统计地震主压应力轴的分布规律, 我们搜集了湖北及邻区的11次地震的震源机制结果, 并根据省内地震台网的记录图纸和陕西、河南、安徽、江西、湖南等省的地震台网报告, 对1979年5月22日秭归龙会观5.1级地震和1981年7月5日当阳峡口3.8级地震, 分别以49个地震台和34个地震台的初动资料, 求出了断层面解, 结果见表2、图3。

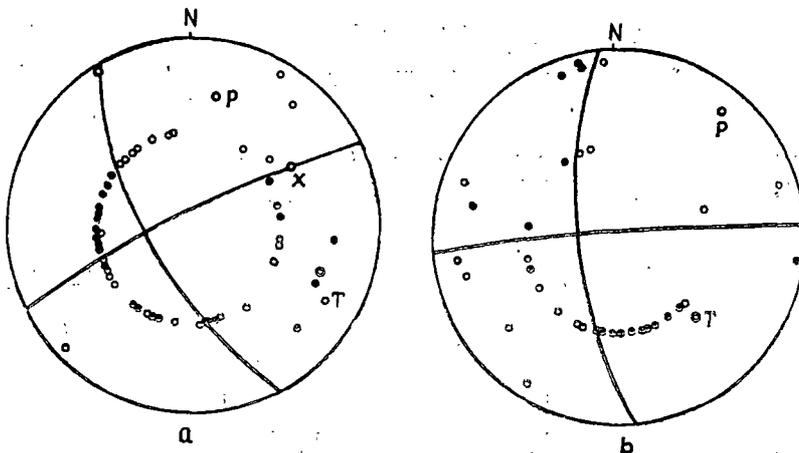


图3 秭归(a)、当阳
(b)地震断层面解
Fig. 3 The nodal-
plane solutions of
earthquakes.
(a) Zigui
(b) Dangyang

湖北及邻区的震源机制结果

表2

编号	发震时间 年月日	震中位置			震级 (M)	深度 公里	节面 A			节面 B			P 轴		T 轴		资料来源
		北纬	东经	地区			走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角	方位	仰角	方位	仰角	
1	1972.4.8	30°33'	111°40'	湖北光化	3.5	9	70	NW	40	7	E	75	300	17	60	50	高锡铭
2	1972.9.12	29°9'	115°1'	湖北广济	4.1		38	NW	70	38	SE	20	127	25	338	65	方仲景
3	1972.10.14	29°3'	115°4'	江西武宁	3.0		8	SE	80	8	NW	10	273	35	94	55	方仲景
4	1973.3.11	31°22'	116°10'	安徽霍山	4.5	6	35	SE	85	302	NE	54	85	28	343	20	•
5	1973.8.11	31°25'	116°10'	安徽霍山	4.1	6	68	SE	78	146	NE	42	120	36	47	46	方仲景
6	1973.10.10	30°59'	112°18'	湖北荆门	3.9	17.5	62	NW	74	339	NE	70	19	26	111	2	王威中
7	1973.11.29	32°53'	111°31'	河南浙川	4.7	9	50	NW	70	328	NE	68	99	2	9	30	高锡铭
8	1976.2.14	33°15'	111°58'	河南内乡	3.4	10	36	NW	75	295	SW	56	161	12	259	37	河南省地震局
9	1978.5.28	33°15'	111°58'	河南内乡	3.0	10	78	NW	50	341	SW	82	293	33	37	20	河南省地震局
10	1979.2.18	29°24'	111°47'	湖南澧县	3.8	27	332	NE	77	56	NW	65	281	7	11	27	湖南省地震局
11	1979.5.22	31°06'	110°28'	湖北秭归	5.1	16	65	NW	80	330	NE	65	12	19	108	16	李蓉川
12	1981.7.5	30°54'	111°38'	湖北当阳	3.8	21	87	SE	85	355	NE	65	41	7	134	29	李蓉川
13	1982.3.11	33°12'	110°28.7'	湖北郧西	4.4	8	119	NE	52	141	SW	40	219	7	335	76	严尊国

• 山东、安徽、江苏、河南、浙江、上海六省(市)震源机制小组

三、湖北及邻区现代构造应力场特征

不少作者根据震源机制和地壳现代构造运动资料对我国现代构造应力场作过讨论,得出我国华北地区以北东东向挤压,北北西向引张和华南地区以北西—北西西向挤压,北东—北北东向引张的现代构造应力场及我国西部地区多种不同方向应力场的结果〔6〕〔7〕〔8〕,对分区的轮廓作了划分。湖北位于华北与华南及西部的过渡地区,它受华北、华南及西部地区的影响,其应力场具有自己独特的性质。图2表明,湖北4个地区的主压应力方向是不一致的:

1. 鄂中—三峡地区 位于青峰断裂以南,又称宜昌—钟祥断块区,包括黄陵背斜及江汉盆地一部分。这个地区主压应力方向为北北东—南南西,主张应力方向为北西西—南东东。从本区近年来发生的秭归5.1级地震、当阳3.8级地震和荆门3.9级地震来看,其主压应力轴方向都非常一致,均为北北东向。震源机制得出的两组节面一组为北北西向,另一组为北东向,与本区主要发震断裂走向一致。从断裂活动方式和特征认为,本区北北西向的断裂晚近时期以右旋压扭性质运动;北北东向的断裂则表现为左旋压扭性质,显示了受北北东向的主压应力。为探讨黄陵东部及西部主压应力方向是否一致,我们分别求得两边的结果*,认为黄陵东西两边主压应力方向没有大的差异,黄陵东部为北东30°左右,西部为北东10°左右,有向北偏移的趋势。

2. 鄂东地区 包括襄樊—广济大断裂以北的地区。区内主要构造为大别山复背斜及北北东走向的麻城—团风大断裂和郟城—庐江大断裂南端。这一地区主压应力方向为北东东—南西西,主张应力方向为北北西—南南东。霍山地区曾发生的4.1、4.5级地震,其结果4.5级地震主压应力轴为北东东向;4.1级为南东东向。安徽省地震局曾用小震平均应力场求得该

* 李蓉川等,长江三峡地区现代构造应力场特征,1982.

区主压应力方向为北东东向〔2〕,均与本区主压应力方向一致。

3. 鄂东南地区 襄樊—广济大断裂以南,包括幕阜山在内的地区。这一地区主压应力方向为北西西—南东东向;主张应力方向为北北东—南南西向。1972年广济西南发生的3.0、4.1级两次地震的主压应力轴都为北西西—南东东向;湖南澧县的3.8级地震主压应力轴也为北北西—南东东向,与本区主压应力方向一致。

4. 鄂西北地区 位于青峰断裂以北,襄樊以西地区,主压应力方向为北西西—近东西向,主张应力方向为北北东—近南北向。河南内乡、浙川及湖北光化等地的几次大于3.0级的地震,主压应力轴为北西西—南东东向的有三次,北西—南东向的一次,陕西4.4级地震主压应力轴为北东—南西向。主压应力轴的优势方向为北西西—南东东向。鄂西北地区主要构造为北西西—近东西走向的大断裂。第四纪以来,这些断裂呈反扭活动特征〔8〕,丹江水库区形变测量资料用摩尔圆图解法得到的最大压应力轴为近东西向,均反映了本区受北东东—近东西向的主压应力。

以上四个地区的应力场反映了湖北部分地区现代构造应力场的基本状态。据国内外大量震源机制结果表明,现今构造应力场的应力主轴主要是水平向的。由湖北及邻区的节面解看出,其主压应力轴与水平夹角都比较小(77%的小于 30°),可以认为湖北及邻区也是以水平压应力为主的构造应力场。

从图4中可见,湖北及邻区的这种应力场分区与区域地质构造有关。青峰断裂和襄樊—广济断裂以北的鄂东北地区与华北地区的应力场相一致。鄂西北地区可能是由于华北地区应力场和西部地区应力场两者的作用,特别是秦岭近东西向构造系的影响,主压应力方向由北东东向转变为近东西向。鄂中和西部三峡地区,则由于黄陵背斜北侧一系列弧形构造的存在,致使华北地区应力场的作用在该区受边界断裂影响而改变,形成北东—北北东方向的主压应力和北西西—南东东方向主张应力。鄂东南地区的主压应力方向,与华南地区主压应力方向和鄂中地区的主张应力方向一致,作者认为这种相邻两区应力作用方向上的互相垂直,

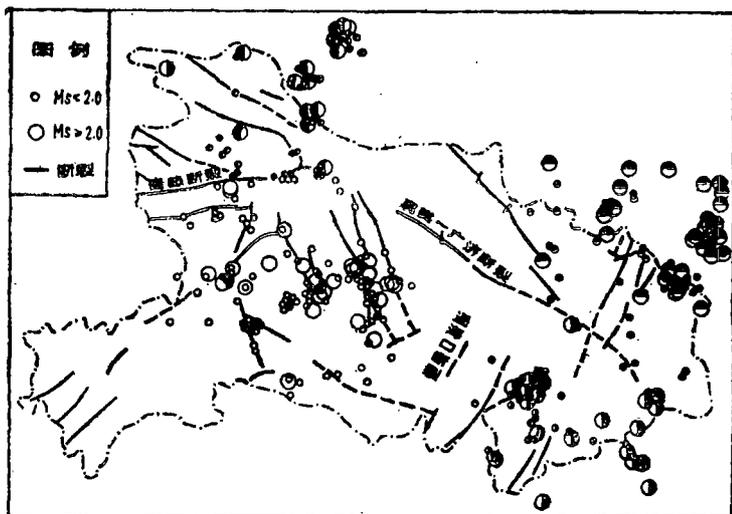


图4 湖北及邻区所用地震震中分布图(4种不同符号分别代表4个地区的地震)

Fig. 4 The distribution of epicenter of earthquakes in Hubei and its vicinity.

很可能是由于受着华南地区应力场主压应力和鄂中以及西部三峡地区主张应力共同作用的结果。江汉盆地、鄂东北和鄂东南地区间的一些地带，则可能是华北华南应力场的相互过渡地区。

鄂中、三峡地区与鄂东南地区之间的交界部位，地震较少。从断裂构造上看，鄂中地区主要以北北西向断裂为主，鄂东地区则主要以北东—北北东向断裂为主。据江汉石油局资料*，这两个地区基底构造也是不相同的，大致以通海口断裂为界，断裂以西基底构造以北北西向为主，断裂以东则以北北东—北东向为主。断裂两侧的地震活动也分别沿北北西和北北东向断裂分布。通海口断裂在地表上规模不大，但在重力上有较明显的反映，它很可能是盆地内次一级构造单元的划分界线。

在地形上，湖北中部为江汉—洞庭湖盆地，四周为山地，重力异常图上反映出地壳深部重力异常与地形呈镜像关系，分析这种局部应力场的差异可能还受本区地形地貌条件和深部构造的影响。

湖北及邻区这种不统一的应力场，反映了我国华北、华南和西部地区应力场作用交界部位的一种特殊现象。从板块运动观点看，我国及邻区的现代构造运动是与周围几个岩石圈板块的联合作用分不开的。我国华北地区主要受太平洋板块北东东向的推挤，华南地区受菲律宾海板块沿北西西向运动的挤压，而我国西部地区则主要由印度洋板块沿北北东向挤压，产生了我国华北、华南及西部地区的不同方向的主压应力。这几个不同方向的力共同作用到湖北地区，因而使得这一地区产生了这种不同方向的复杂局部构造应力场。

(本文1982年11月8日收到)

参 考 文 献

- [1] 黄汲清等，中国大地构造及其演化，科学出版社，1980。
- [2] 方仲景，苏鲁皖地区晚新生代构造应力场的初步探讨，地震地质，Vol.1, №4, 1979。
- [3] 原武汉地震大队水库队航判组，丹江口水库库区及其周围地区北西—北西西向构造发育特征，丹江水库诱发地震文集，地震出版社，1980。
- [4] 李钦祖等，由单台小地震资料所得两个区域的应力场，地球物理学报，Vol.16, №3, 1973。
- [5] 许忠淮等，京、津、唐、张地区地震应力场的方向特征，地震学报，Vol.1, №2, 1979。
- [6] 鄢家全等，中国及邻区现代构造应力场的区域特征，地震学报，Vol.1, №3, 1979。
- [7] 汪一鹏，我国板内地震和中新生代应力场，地震地质，Vol.1, №3, 1979。
- [8] 邓起东，中国构造应力场特征及其与板块运动的关系，地震地质，Vol.1, №1, 1979。
- [9] 阚荣举，西南地区现代构造应力场与板内强震活动，地震研究，Vol.3, №3, 1980。

* 江汉石油局地调处研究队，江汉盆地构造单元划分图，1972。

RECENT TECTONIC STRESS FIELD OF THE HUBEI PROVINCE AND ITS VICINITY

Li Rongchuan Han Xiaoguang

(*Institute of seismology, State Seismological Bureau, Wuhan, China*)

Abstract

The composite fault plane solutions for earthquakes in the region of Sanxia, Macheng, Puqi and Danjiang are obtained respectively during the period from 1969 to 1981. The result shows that there is no uniform regional recent tectonic stress field in these areas. According to the orientation of the maximum compressive stress, the studied region can be divided approximately into four subregions. The characteristics of the stress field in the region are regarded as a particular phenomenon due to that it is located in the transition zone between Northern, Southern and Western China.