

1989年广东恩平4.0级地震调查

陈定国 薛佳谋 黄日恒

(广东省地震局)

1989年9月18日恩平县城西南约10千米处发生一次弱震,速报定为3.9级,后经多台校核,最后定为 $M_s=4.0$ ($M_L4.5$)全县普遍感到震动。为此,县科委立即对县里主要城镇进行电话调查,未发现有破坏。1990年2月中旬,广东省地震局与恩平县科委共同开展现场调查,以确定地震的影响范围。

该震震级不高,但它系阳江洋边海强震区外围恩平小震活跃区内的一次最大地震,有关它的调查资料及对其活动特点的认识,对于分析该区地震活动趋势,及研究阳江、恩平一带的工程地震问题都有一定意义。现将调查结果整理出来,供参考。

1. 地震微观参数

地震后经多台校核确定的微观参数如下:

震级: $M_s4.0$ ($M_L4.5$)级
经纬度: $\lambda_E 112^{\circ}13'$ $\varphi_N: 22^{\circ}08'$
震源深度: 10千米
发震时刻: 1989年09月18日12时53分

该地震震级不高,但在地震序列上也能分出前震、主震和余震(表1),其能量释放分别占总数的0.01%、99.98%和0.013%。即能量高度集中在主震时释放,属孤立型地震。

由于余震震级小,只有单台记录,震中位置不够确切。前震和余震沿着苍城——海陵断层分别向主震震中两侧分布。其中前震较分散,在长约24千米范围内散布;余震较集中,在长约4千米范围内分布,并几乎集中在主震的西南侧。

2. 地震烈度宏观调查及其参数

恩平地震没有造成破坏,光靠人的感觉不易把地震烈度Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ度区分出来。为此,根据谢毓寿《新的中国地震烈度表》,并参考国外MSK表,结合本地的实际情况,确定这次地震烈度的划分标准如下。

Ⅴ度:室内差不多所有人和室外大多数人感觉,大多数人从梦中惊醒、恐惧、纷纷逃出室外。木架、门、窗、房子、碗等都有响声。

如震中区大槐镇高栏(公路边),有十多人正坐着开会,地震时有上抛感,跟着象被人用力推,向一侧摇晃,响声又大,以为屋崩,人惊恐,全跑出房外。此是所有调查点中人们感觉震动最强烈的地点,故可定为宏观震中。

Ⅳ度:与Ⅴ度的感觉近似,但震动强烈感稍逊。有恐惧感,但不严重,故有人跑出房子外面。普遍感到摇摆,池塘水荡漾,听到很沉的地声。房子、屋瓦、门窗有响声,有如汽车

*参加调查的还有张福来,江海以及恩平县科委梁开锦等同志

表1 Table 1

地震类别	发震时刻					震级				
	年	月	日	时	分	M _L	M _s			
前震	1989	1	4	13	27	1.7	0.8			
		4	8	7	15	1.3	0.4			
		5	4	1	31	1.3	0.4			
			14	18	48	1.7	0.8			
		7	21	21	08	1.3	0.4			
		9	9	10	03	1.9	1.1			
					12	05	1.4	0.5		
				11	0	01	1.2	0.3		
		18	12	15	1.3	0.4				
主震	1989	9	18	12	53	4.5	4.0			
余震	1989	9	18	13	04	1.3	0.4			
					48	1.8	0.7			
					54	1.2	0.3			
				14	03	1.8	1.0			
					15	07	1.4	0.5		
					16	07	1.2	0.3		
				18	30	1.6	0.7			
					10	5	12	20	1.9	1.1
					11	18	12	53	1.6	0.7

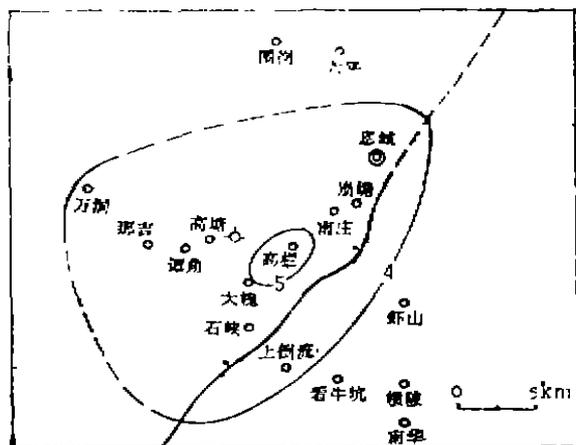


图1 1989年恩平地震等震线图

Fig. 1 The isoseismal map of the earthquake in Enping, 1989

经过旁边。

如江南镇崩塘村，感到房子隆隆响，左右摇晃，个别走路的人也感到，好象地面的沙子在动。但没掉瓦，钟没停摆。

除崩塘外还有恩城、南庄、大槐、石峡、谭角、高塘、那吉、万洞、上倒流等调查点均为Ⅳ度。

Ⅲ度：房子、柜碗等会有轻微响声，一般都感觉到，但也有人不知道。不惊恐，通常不走出房子外。

如横陂镇，有听到响声，也有人说没有响声。悬挂物尚未发现摆动，但也有不少人感到震动。

除横陂镇外还有虾山、南华、看牛坑、六平、围岗、石峡、牛江、沙湖、

表2 Table 2

V 度				IV 度			
a	b	r	s	a	b	r	s
2.5	1.5	1.9	10.4	13.5	10.2	11.7	360

注: a. 等震线长轴半径; b. 等震线短轴半径; r. 等效圆半径 (km); s. 面积 (km²)

金砂煤矿等调查点均为Ⅲ度区。

根据已调查的二十多个地点的烈度, 可勾划出剧震区 (V度) 和影响区 (IV度) 两条等震线 (图1)。从而可以从图上量出等震线长轴半径和短轴半径长度a和b值及其面积 (表2)。并同时确定等震线长轴方向为N47°E, 宏观震中取剧震区的几何中心, 即位于大槐镇东北3千米处, 即东经112°14′48″, 北纬22°7′6″, 与仪器震中相差3.4千米。

由于只有2条等震线, 无法用量板求出宏观震源深度, 只能用近似的其它方法, 这里选用等震线第一环带的平均宽度 $r_2 - r_1 = 11.7 - 1.9 = 9.8$ 千米来代表宏观震源深度, 其结果与微观仪器测量十分近似。

等震线的形状反映了发震断层的地质构造。首先, 等震线的长轴反映了发震断层的延伸方向。IV度和V度等震线长轴方向均沿着苍城—海陵断层延伸, 说明该断层即为恩平地震的发震断层。其次, IV度等震线的短轴分布不对称, 反映了发震断层面的倾斜。由于发震断层上盘的烈度衰减慢于下盘。故从等震线图就可以确定苍城—海陵断层的西北盘为上盘, 东南盘为下盘, 即该断层倾向西北, 与地表的地质观测相一致。

IV度等震线除了向NE—SW方向 (顺苍城—海陵断层) 延伸外, 还向NW方向, 即由震中向那吉和万洞方向突出, 使IV度线呈三角形。推测从大槐至万洞间有NW走向的断层隐伏其间, 使等震线的形状复杂化。

3. 地质构造背景

区域内苍城—海陵断层成NE—SW方向斜穿恩平县。断层倾向北西, 地面倾角35°—70°。断层形成较早, 在燕山期已有活动, 经历过挤压和张裂, 并且断层在不同区段内其活动性表现不同。断层目前总的活动结果具逆断层性质。时至今日, 沿断层尚分布有温泉、地震, 又是不同地貌单元的分界线。近20年来, 在该断层的中、南段, 即相当于恩城镇以南, 断断续续有较多的小震分布。尤其是该断层由东北向西南, 进入阳东县后小震明显增多。小震大多分布在断层的北西盘 (上盘)。

恩平地震宏观震中和微观震中均位于苍城—海陵断层的上盘, 与断层的距离S分别为3千米和7千米, 震源深度h采用微观的10千米 (图2), 分别求出断层倾角 θ 为73°和67°, 与地表断层倾角观测数据相当, 进一步说明苍城—海陵断层就是发震断层。

苍城—海陵断层在恩城镇以北地段倾角平缓, 约40°左右。由恩城镇向南, 断层倾向变陡, 多为70°左右, 恩平地震就发生在该断层倾角变陡以及平面上断层扭曲部位 (图1)。这些部位均是断层受力挤压时的应力集中点, 地震能量首先在这些应力集中点积累, 故地震发生于恩城镇以南的地方是上述特定地震地质条件的必然结果。

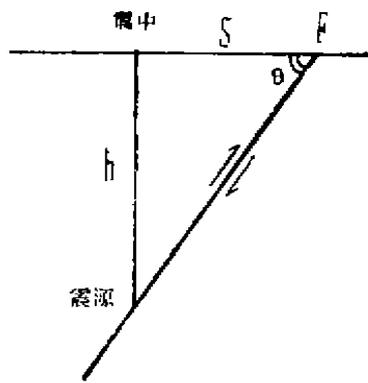


图2 1989年恩平地震断层与震源震中关系图
 Fig. 2 The relations between the seismic fault, the source and epicentre of the earthquake in Enping, 1989

关系不大。但这次恩平地震却是发生在主干断裂上，而且该断层的小震还比较丰富。

大多数弱震的震源都很浅，华南地区以4—9千米居多。所以大多数弱震的地表烈度偏高。而恩平地震震源深达10千米，甚至比一些中强地震——如1969年阳江6.4级地震（震源深度5千米）还深。故其震中烈度不高，也没造成破坏。如果恩平地震的震源深度在5千米以内时，可能会使震中区达V度强的破坏。

苍城——海陵断层在恩城镇以南地段在近几十年来出现一系列的小震，说明该断层南段正在活动，应从断层活动性和地震活动性两方面进行监察。

恩平地震的剧震区内为燕山期花岗岩和印支期花岗闪长岩岩体组成的台地和丘陵。只有局部覆盖有一层薄薄的第四系。故地基条件较好，不会加重震害。

4. 恩平地震的特征

恩平地震与华南地区经常发生的弱震相比，既有共同点，也有其独特的特征。

许多弱震因其形成和释放的能量不多，能量容易获得和积累，一些活动性不大或未出露地表的断层也可以产生弱震，反映在地表上常常觉得弱震与断层

A SEISMIC SURVEY OF M=4.0 IN ENPING, GUANGDONG PROVINCE, 1989

Chen Dingguo, Xue Jiamou and Huang Riheng

(Seismological Bureau of Guangdong Province)