

文章编号: 1006-6616 (2005) 02-0110-07

# 苏门答腊地震对柴达木地方震的触发作用

马寅生<sup>1</sup>, 史大年<sup>2</sup>, 安美建<sup>3</sup>, 王小凤<sup>1</sup>, 霍光辉<sup>1</sup>  
李国歧<sup>1</sup>, 尹成明<sup>4</sup>, 张西娟<sup>1</sup>, 施 炜<sup>1</sup>, 杜建军<sup>1</sup>

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;

2. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037;

3. 中国科学院研究生院计算地球动力学实验室, 北京 100049;

4. 中国石油天然气股份有限公司青海油田分公司, 敦煌 736200)

**摘 要:** 2004年12月26日印度尼西亚苏门答腊西北海域发生40年来最强烈的地震, 造成巨大伤亡和财产损失。大地震在4000km外的柴达木盆地西部地区狮子沟地震台阵网上有长达1000多秒的明显记录, 也触发柴西地区地方震的发震频率在大地震之后一天内提高了10倍。从大地震触发的地方震活动分布来看, 触发地震的发震断裂是英雄岭南侧花土沟断裂和红柳泉断裂。

**关键词:** 苏门答腊地震; 柴达木盆地; 活动断裂

中图分类号: P631.4<sup>+</sup>36 P315.73

文献标识码: A

## 前言

2004年12月26日国际标准时间0:58:50(北京时间8:58:50)在印度尼西亚苏门答腊西北海域(北纬3.9度, 东经95.9度)发生40年来最强烈的地震<sup>[1]</sup>, 大地震引发的巨大海啸袭击了东南亚的印尼、斯里兰卡、印度、泰国、马来西亚等多个临近国家, 造成了10多万人死亡、数百万人身处困境。地震发生1小时后, 国际上就迅速通报了该地震震源的有关参数。美国地质调查局(USGS)经过反复修订, 确定该地震震级为里氏( $M_w$ )9.0级, 中国地震台网测定为8.7级。该地震也被正在执行“全国油气资源战略选区与评价”国家油气专项计划, “柴达木盆地油气资源战略调查及评价”项目的地质力学研究所在柴达木盆地西部狮子沟地区设立的地震台阵网所记录, 本文主要介绍柴达木盆地狮子沟地震台阵网记录的苏门答腊大地震的情况, 并就大地震对柴达木盆地西部地区地方震的触发作用作以初步分析。

## 1 柴达木盆地地震台阵网组成

柴达木盆地地震台阵网位于柴达木盆地西部狮子沟地区(图1), 由8个台阵组成, 每

收稿日期: 2005-02-02

基金项目: 国家油气专项: “柴达木盆地油气资源战略调查及评价”项目(编码XQ-2004-01)阶段性成果之一。

作者简介: 马寅生(1962-), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事构造地质、石油地质、新构造和构造应力场研究。

个台阵由一个位于中心的 Mark Products L22 系列高频三分量检波器，3 个环绕此中心、距中心距离为几十到 250m 的垂直分量检波器，1 个 Reftek130-01 第三代 6 通道宽带地震仪和太阳能供电系统组成。各台阵及检波器具体坐标如下表 1。地震仪采用 24 位 A/D，动态范围可达 130dB，采样速率为 250 次/秒，触发类型为连续记录，记录长度为 600 秒。

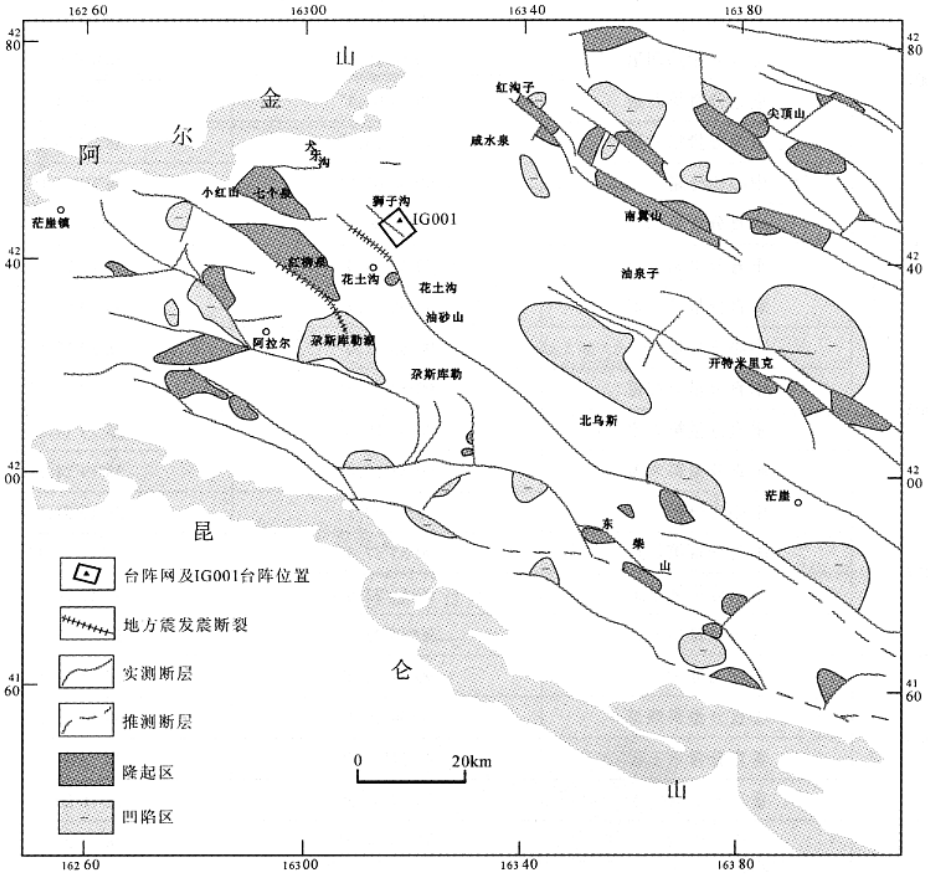


图 1 柴达木盆地西部地区触发地震发震断裂与 IG001 地震台阵位置图

Fig.1 Seismic faults and location of the seismic array IG001 in the west Qaidam basin

## 2 苏门答腊地震记录

苏门答腊大地震及其余震在柴达木盆地狮子沟地震台阵网的各个台阵均有很好的记录 (图 2)，而且我们可以看到多个明显的地方小地震。由于各个台阵的距离较近，大地震的记录基本一致，P 波到达时间为 2004 年 12 月 26 日 01 时 05 分 45 秒，地震波波形很长，持续时间超过 1000 秒，显示苏门答腊大地震破裂持续时间很长，频谱曲线如图 3。

表 1 柴达木盆地狮子沟地区地震台阵网各台阵坐标位置表

Table 1 The seismic array network coordinates in the Qaidam basin

台阵号		检波器经纬度坐标	
		经度 E	纬度 N
IG001	中心三分量	90°54'11.8"	38°20'01.0"
	垂直分量第四道	90°54'18.5"	38°19'56.6"
	垂直分量第五道	90°54'07.1"	38°20'04.1"
	垂直分量第六道	90°54'18.7"	38°20'05.2"
IG002	中心三分量	90°56'05.8"	38°19'55.0"
	垂直分量第四道	90°56'09.1"	38°19'53.3"
	垂直分量第五道	90°55'58.4"	38°19'58.4"
	垂直分量第六道	90°56'11.4"	38°19'59.5"
IG003	中心三分量	90°53'17.0"	38°19'18.8"
	垂直分量第四道	90°53'25.7"	38°19'18.2"
	垂直分量第五道	90°53'10.6"	38°19'14.8"
	垂直分量第六道	90°53'12.8"	38°19'24.3"
IG004	中心三分量	90°55'29.1"	38°19'31.7"
	垂直分量第四道	90°55'37.4"	38°19'30.1"
	垂直分量第五道	90°55'22.0"	38°19'28.4"
	垂直分量第六道	90°55'25.8"	38°19'37.5"
IG005	中心三分量	90°54'30.4"	38°18'23.5"
	垂直分量第四道	90°54'38.1"	38°18'22.6"
	垂直分量第五道	90°54'24.2"	38°18'19.6"
	垂直分量第六道	90°54'31.3"	38°18'29.3"
IG006	中心三分量	90°56'14.9"	38°18'29.7"
	垂直分量第四道	90°56'20.5"	38°18'24.3"
	垂直分量第五道	90°56'08.4"	38°18'32.1"
	垂直分量第六道	90°56'17.4"	38°18'36.6"
IG007	中心三分量	90°55'40.2"	38°17'37.3"
	垂直分量第四道	90°55'35.9"	38°17'31.7"
	垂直分量第五道	90°55'45.8"	38°17'32.7"
	垂直分量第六道	90°55'41.2"	38°17'42.9"
IG008	中心三分量	90°54'45.1"	38°16'59.3"
	垂直分量第四道	90°54'52.9"	38°16'56.7"
	垂直分量第五道	90°54'43.7"	38°17'05.7"
	垂直分量第六道	90°54'38.1"	38°16'57.8"

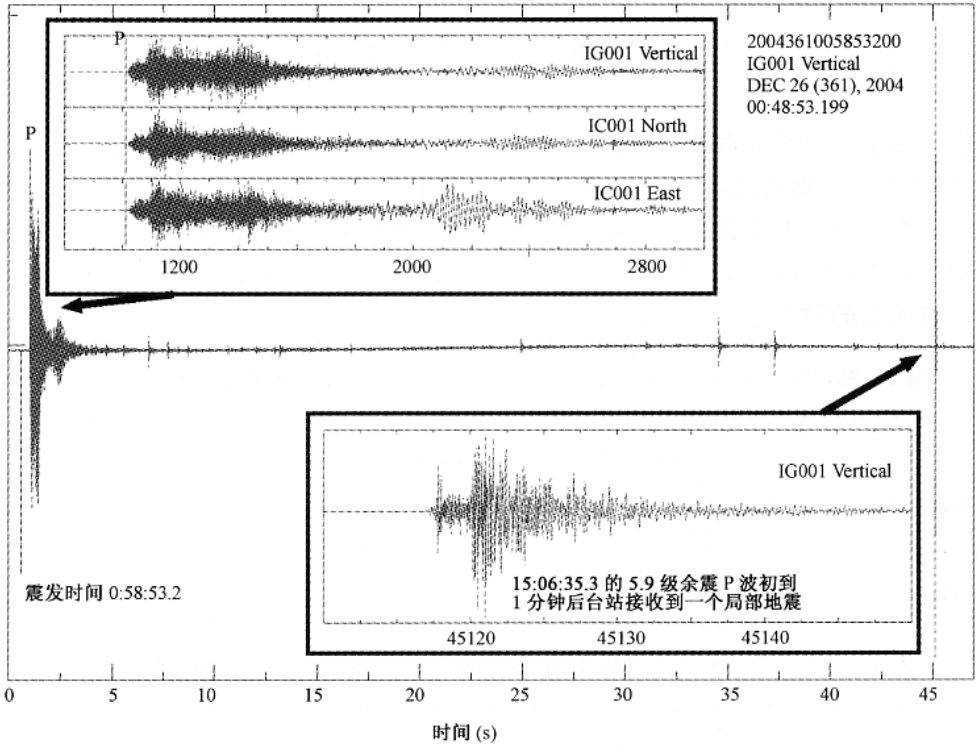


图 2 地质力学研究所柴达木盆地狮子沟地震台阵网 IG001 号台阵记录的印尼苏门答腊地震三分量地震  
 Fig.2 Seismic wave of the Sumatra earthquake recorded by the seismic array IG001 in the Qaidam basin  
 P波到达时间：2004 年 12 月 26 日 01 时 05 分 45 秒

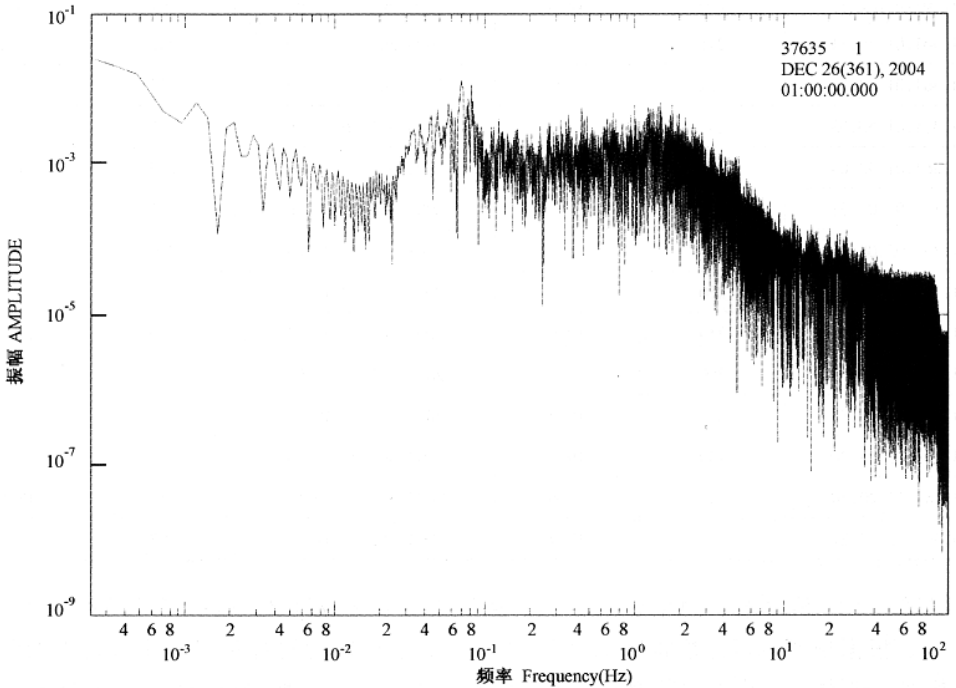


图 3 地质力学研究所柴达木盆地狮子沟地震台阵网 IG001 号台阵记录的印尼苏门答腊地震频谱曲线  
 Fig.3 The P wave spectrum of the Sumatra earthquake recorded by the seismic array IG001 in the Qaidam basin

### 3 苏门答腊大地震对柴西地方震的触发作用

根据柴达木盆地西部狮子沟地震台阵近三个月的地震记录, 2 级左右的地方震发震频率为每天 3~4 个, 大地震之前, 柴西地区的地方震频率未见明显变化(表 2), 大地震前一天发震 4 个。苏门答腊大地震后柴西地区地方震明显增强(表 3), 震后 24 小时内 2 级左右的地方震记录达 30 个(图 4), 是平时的 10 倍, 1 天之后地震数量趋于平稳, 反映大地震对柴西地方震有明显的触发作用。

表 2 苏门答腊地震前一天(2004.360 或 2004/12/25) IG001 台阵记录的地方震目录

Table 2 Local earthquake list of the west Qaidam basin recorded by seismic array IG001 on the day before the Sumatra earthquake

发震时间	地震方位(°)	距离(km)	发震时间	地震方位(°)	距离(km)
2004.360.09.44.22	245	16	2004.360.09.57.35	237	16.8
2004.360.09.45.50	240	14	2004.360.14.53.43	230	3

表 3 苏门答腊地震当天(2004.361 或 2004/12/26) IG001 台阵记录的地方震目录

Table 3 Local earthquake list of the west Qaidam basin recorded by seismic array IG001 on the day of the Sumatra earthquake

发震时间	地震方位(°)	距离(km)	发震时间	地震方位(°)	距离(km)
2004.361.01.19.06	225	22.3	2004.361.13.33.35	209	18.6
2004.361.01.33.41	220	18.6	2004.361.13.50.43	246	12.1
2004.361.01.36.11	245	28	2004.361.15.14.19	315	17.7
2004.361.01.42.16	221	19	2004.361.16.10.16	219	16.8
2004.361.01.50.03	252	20	2004.361.16.39.19	220	15.9
2004.361.01.52.04	230	22	2004.361.17.22.34	253	14
2004.361.02.07.51	233	10	2004.361.17.34.46	245	15
2004.361.02.08.21	221	12	2004.361.17.39.09	209	17
2004.361.07.02.21	250	12	2004.361.19.16.45	225	20
2004.361.12.34.49	219	19.6	2004.361.22.30.53	250	15.8
2004.361.12.55.50	209	15	2004.361.23.15.01	214	20.5
2004.361.12.56.33	213	15.8	2004.361.23.19.26	200	15
2004.361.13.04.40	239	19.6	2004.361.23.34.50	220	16.8
2004.361.13.20.50	198	18.6	2004.361.23.36.18	212	18.6
2004.361.13.27.27	210	17.7	2004.361.23.41.53	198	23.3

根据震后 1 天触发地震的位置与方向, 触发地震主要发生在 IG001 台阵西南 10~20km 处(图 5), 根据柴西地区地质构造图(图 1)<sup>[2-3]</sup>, 触发地震的发震断裂可能为花土沟断裂和红柳泉断裂, 进而显示花土沟断裂和红柳泉断裂是现今活动断裂。由于现今活动断裂封闭性较差, 有利于油气沿活动断裂运移, 因此, 花土沟断裂和红柳泉断裂是油气运移的有利通道。

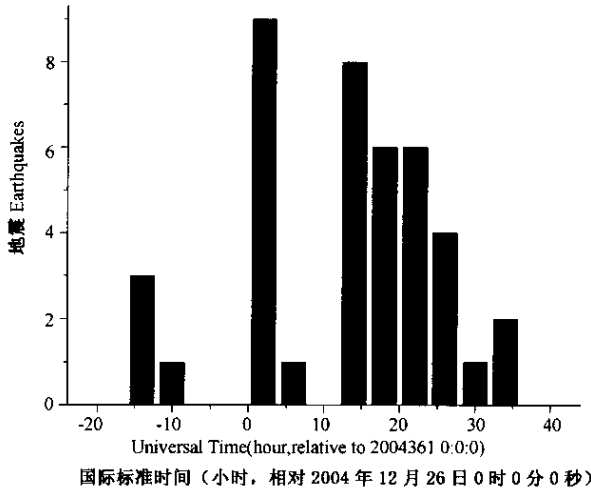


图 4 苏门答腊地震前后柴西地区地方震发震频率图 (IG001 台阵, 震级 2±)

Fig.4 Local earthquake frequency in the west Qaidam basin before and after the Sumatra earthquake

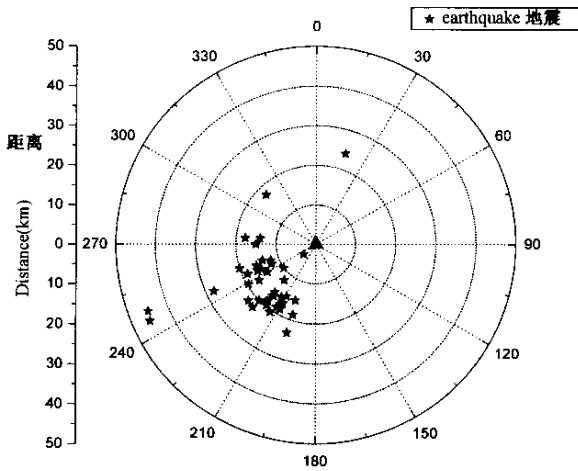


图 5 苏门答腊地震之后柴西地区触发地震相对 IG001 台阵位置图

Fig.5 Local earthquake location in the west Qaidam basin relative to IG001 station after the Sumatra earthquake

### 4 结论

根据柴达木盆地西部狮子沟地区地震台阵网的地震记录, 作者得到如下初步结论:

(1) 柴达木盆地西部狮子沟地区地震台阵网很好地记录了苏门答腊地震的地震过程, 大地震 P 波在发震 6 分 52 秒之后到达柴西地区, 在柴西地区地震波持续时间达 1000 多秒;

(2) 苏门答腊大地震对 4000km 远的柴达木盆地地方震有明显的触发作用, 震后 24 小时内, 2 级左右的地方震微震发震频率是大地震前的 10 倍, 震后 24 小时以后地方震发震频率恢复正常;

(3) 苏门答腊大地震触发的地方震主要分布在狮子沟地震台阵网 IG001 台阵的西南 10 ~

20km 范围内, 触发地震的发震断裂为花土沟断裂和红柳泉断裂;

(4) 苏门答腊大地震触发的地方震活动特征显示花土沟断裂和红柳泉断裂为现今活动断裂, 由于现今活动断裂的封闭性较差, 有利于油气沿这两条断裂运移, 构成油气运移通道。

致谢: 参加本项目工作的成员还有党玉琪、胡勇、胡杰、李青军、陈宣华、武红岭、王连庆、冯梅同志, 在此一并表示感谢。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 崔秋文, 李建一, 董军, 等. 印度洋大地震与海啸灾害综述 [ J ]. 地震科技情报快讯, 2004, ( 23 ~ 24 ): 1 ~ 20.  
 [ 2 ] 黄汉纯, 黄庆华, 马寅生. 柴达木盆地地质与油气预测 [ M ]. 北京: 地质出版社, 1996.  
 [ 3 ] 黄庆华, 黄汉纯, 马寅生. 柴达木盆地构造、三维应力与聚油模式 [ J ]. 地球学报, 1996, 17 ( 增刊 ): 28 ~ 35.

## TRIGGERING OF LOCAL EARTHQUAKES IN THE Q Aidam BASIN BY THE SUMATRA EARTHQUAKE

MA Yin-sheng<sup>1</sup>, SI Da-nian<sup>2</sup>, AN Mei-jian<sup>3</sup>, WANG Xiao-feng<sup>1</sup>, HUO Guang-hui<sup>1</sup>,  
 LI Guo-qi<sup>1</sup>, YIN Cheng-ming<sup>4</sup>, ZHANG Xi-juan<sup>1</sup>, SHI Wei<sup>1</sup>, DU Jian-jun<sup>1</sup>

- ( 1. *Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081;*  
 2. *Institute of Mineral Resource, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037;*  
 3. *Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049;*  
 4. *Qinghai Oilfield Branch, PetroChina, Dunhuang 736200, Gansu* )

**Abstract**: A magnitude 9.0 earthquake, which was the strongest earthquake in the past four decades, occurred just off the northwest coast of Sumatra, Indonesia, on December 26, 2004. It caused serious damage and casualties. This large earthquake left as long as more than 1000 seconds of records at the Shizigou seismograph station in the western part of the Qaidam basin a distance of 4000 km from the epicenter. It has also triggered the local seismic activity in the western Qaidam basin. The frequency of the local earthquakes in the day after the occurrence of the large earthquake was 10 times as high as it had been. From the distribution of the local seismic activity triggered by the large earthquake, the causative faults triggering the local earthquakes in the western Qaidam basin are the Huatugou fault and Hongliuquan fault on the southern side of the Yingxiong Range.

**Key words**: Sumatra earthquake; Qaidam basin; active fault