

昆仑山口西 8.1 级地震孕育演化的阶段性初步研究

杨立明, 程建武

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 按时间的顺序, 将 2001 年昆仑山口西 8.1 级地震前的地球物理场转折、中强地震图像演化、周缘动力环境变化、震时的同震变化、震后的地震活动响应与前兆场的调整、5 级以上地震的持续平静等过程衔接起来, 划分出了该次巨大地震震前、震时、震后的 5 个不同演化阶段。

关键词: 昆仑山口西 8.1 级地震; 演化阶段

中图分类号: P315.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2003)01-0035-05

0 引言

2001 年 11 月 14 日昆仑山口西 8.1 级地震是 1951 年西藏当雄 8 级地震后中国大陆时隔 50 年后的第一次 8 级地震, 也是第一个发生在青藏高原内部的 8 级地震。该次地震所蕴涵的科学问题、预报问题等是十分丰富的。

一般来说, 巨大地震的孕育、发展、发生是一个系统的科学问题, 伴随着一系列的地球物理、地球化学、地震活动、前兆反映等变化, 在震前、震时、震后以不同的形式体现出来。本研究试图按时间的顺序, 将该次地震前的地球物理场转折、周缘动力环境变化、中强地震的图像演化、震时的同震变化、震后的地震活动响应与前兆场调整、中强地震的持续平静等过程衔接起来, 作为该次巨大地震的孕育演化过程不同阶段的反映。

1 昆仑山口西 8.1 级地震孕育演化的主要阶段

昆仑山口西 8.1 级地震孕育演化是一个十分复杂的过程, 其震前、震时、震后的地震活动、前兆反映等现象是十分丰富的, 经历了不同的演化过程。初步研究, 可以划分出以下显著的过程:

1.1 1998 年前后地球物理场的转折变化及中强地震有序活动阶段

据甘肃地区综合前兆场的观测结果, 1997~1998 年前后, 该区较为普遍的存在大范围、长时间、多测项前兆观测结果的相对同步转折变化, 主要测项包括地电、地磁、形变、应力、水位等, 其中甘东南地区尤为突出^①, 部分观测曲线如图 1 所示。这些变化表明, 在此期间甘肃地区基本地球物理场发生了较大的转折变化。据介绍, 全国地电资料在此阶段也普遍存在类似的变化。

与这种前兆场的转折变化相对应, 1998 年以来青藏块体 5 级以上地震活动表现出了高度有序的活动图像。1998 年底至 1999 年 8 月青藏块体 5 级以上地震分布呈明显的北西向条带分布; 2000 年表现为北东

收稿日期: 2002-07-18

基金项目: “十五”地震科技攻关项目 2001BA601B01-03-01。

作者简介: 杨立明(1966—), 男(汉族), 甘肃宁县人, 研究员, 主要从事地震预报的理论、方法研究。

① 甘肃省地震局 2000 年度甘肃省震情趋势研究报告

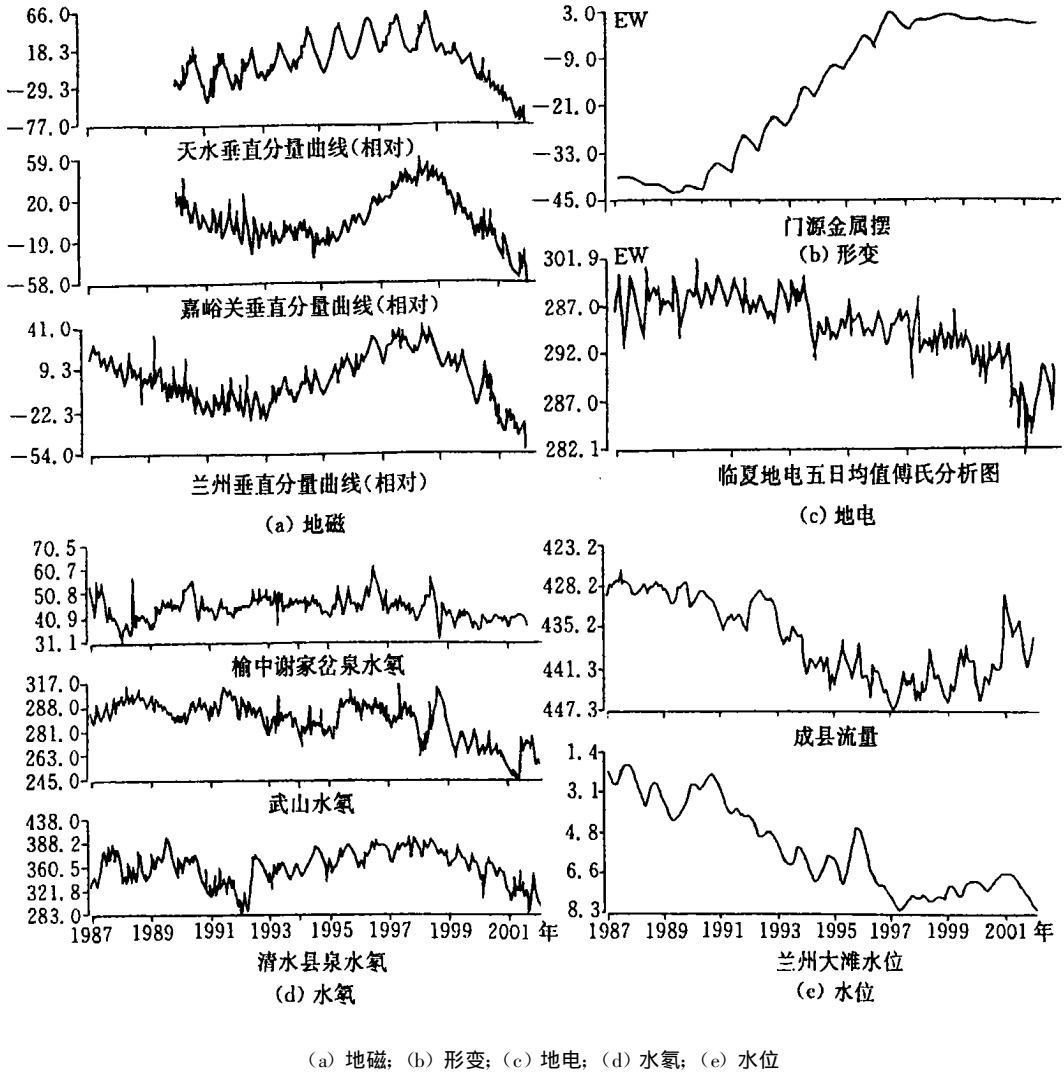


图1 1998年前后甘肃地区部分前兆的同步转折

Fig. 1 The synchronous transition of some precursors in Gansu prov. round about 1998.

条带与北西条带的交叉分布, 2000年底至该次地震的发生则呈现两条明显的南北向条带分布, 如图2所示. 地震活动的这种有序分布图像的出现, 可能意味着区域应力水平在增加, 地震危险性在增加. 据研究^②, 类似的图像自1950年以来曾出现过6次, 本次为第7次. 前6次有序图像出现后, 有5次南北地震带地区发生了7级以上地震; 同时, 1951年以来南北地震带发生的16次7级以上地震中, 有14次发生在青藏块体出现类似有序图像的环境下. 因而1998年前后地球物理场的转折变化及青藏块体中强以上地震活动图像的高度有序性, 可能是该次8.1级地震孕育的第一个重要阶段.

1.2 大陆周缘动力环境变化阶段

众所周知, 中国大陆位于亚欧板块的东南部, 受太平洋板块、菲律宾板块及印度洋板块的推挤、碰撞作用, 板内地震的动力源主要来自周边板块在水平方向的碰撞. 地球动力学的研究表明, 中国大陆周缘存在四个重要的板块边界: 即由太平洋板块西北部的勘察加—日本海沟段构成的东北边界; 由菲律宾板块

②

甘肃省地震局. 2002年度甘肃省震情趋势研究报告.

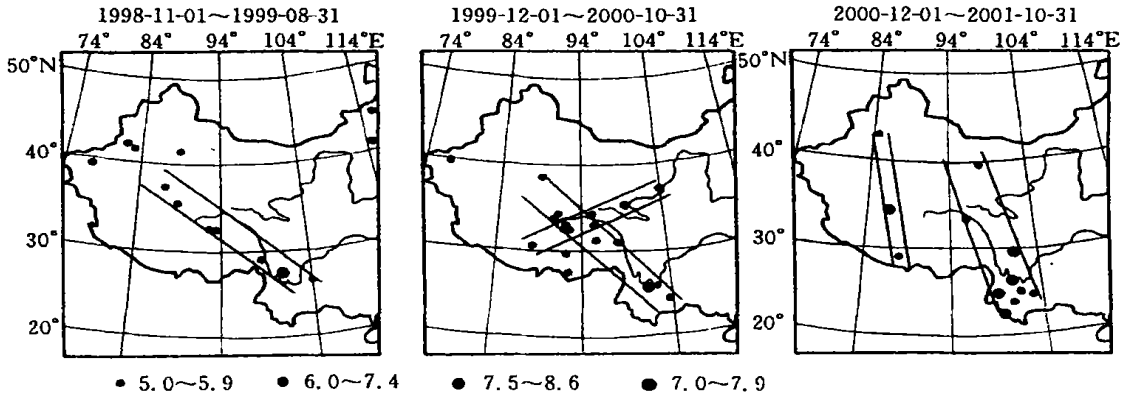


图 2 8.1 级地震前青藏块体 5 级以上地震活动图像的高度有序性(1998~2001)

Fig. 2 Highly sequential pattern of seismicity ($M_s \geq 5.0$) in Qinghai-Tibet region before M_s 8.1 earthquake.

西部的琉球—台湾段构成的东南边界;由印度板块北部浅俯冲带的喜马拉雅弧东段及附近地区构成的西南边界;由帕米尔—贝加尔湖段构成的西北边界.这四条边界各自包含一个具有动力窗口意义的区域,即东北深震区、台湾地区、西北的帕米尔地区、西南的喜马拉雅弧东段及附近地区等.这四个区域的地震活动反映着中国大陆周缘动力作用及其变化,体现了大陆整体的动力环境.

1999 年以来,在上述动力窗口地区先后发生了 1999 年 4 月 8 日东北 7.0 级深震、9 月 21 日台湾 7.6 级地震、2000 年 6 月 8 日缅甸克钦邦 7.0 级地震等,表明外围板块对中国大陆的动力作用在增强,大陆地区的动力环境发生了较大的变化.这种变化意味着大陆地区 8 级左右巨大地震的危险性在增强.因而 1999 年起大陆周缘动力环境的变化可能是该次 8.1 级地震演化的第二个重要阶段.

1.3 震时的同震变化:

8.1 级地震发生后,许多省局和台站都详细的报道了该次地震引起的同震变化,这些变化空间分布较广,测项以水位、形变为多^③.举例如图 3 所示.

1.4 震后短期内区域地震活动响应与前兆场的调整阶段

该次地震发生后,沿南北地震带,出现了大范围的中小地震响应活动.位于南北地震带北段的甘肃地区,2001 年 1~10 月中小地震月频次平均不到 150 次;8.1 级地震发生后,甘肃省测震台网 11 月记录到小震活动 481 次,12 月记录到小震 300 余次(图 4).可见该次地震对甘肃地区的影响是十分明显的,同时也表明甘肃地区因该次地震的发生而处于活动状态,反映了巨大地震后应力场的调整,体现为地震相互之间的触发、影响和响应.

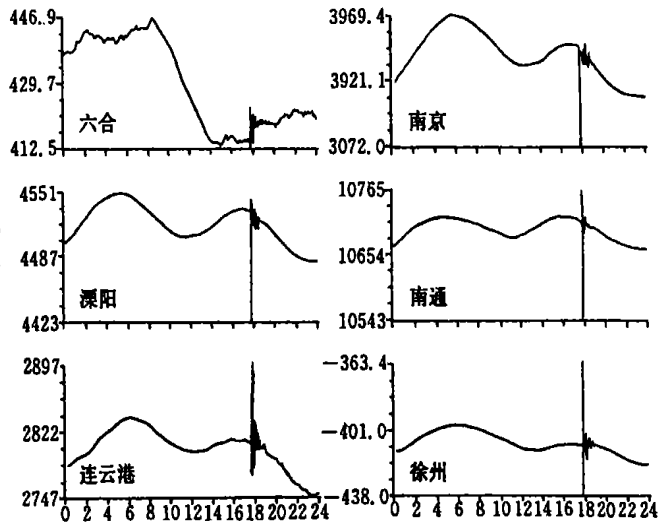


图 3 部分应变观测的同震变化(2001-11-14) (据谢华章, 2002)

Fig. 3 Simultaneous variation of some strain observations with the M 8.1 earthquake (according to Xiehuazhang, 2002).

③ 陈运泰主编. 中国地震学会第九次学术大会论文摘要集. 北京: 地震出版社, 2002.

除地震活动的响应外,震后于2002年1~2月沿南北地震带出现了大面积的相对同步的前兆异常变化^④,主要测项有地电、地磁、形变、应力、水氡等.甘肃地区的异常变化主要包括天水地电、平凉地电、临夏地电,清水水氡、靖远水氡、平凉水氡、平凉柳湖水氡、武都应变、兰州大滩水位等,部分异常变化如图5、图6所示.这些变化可能是8.1级地震的震后应力场调整引起的.

1.5 震后大面积5级以上地震的持续异常平静阶段

8.1级地震后最显著的现象是5级以上地震的异常平静.震后至2002年6月4日西藏普莱5.7级地震的发生,大陆地区持续了202天没有发生5级以上地震,这在1900年以来大陆地区7.5级以上巨大地震后是十分罕见的现象.

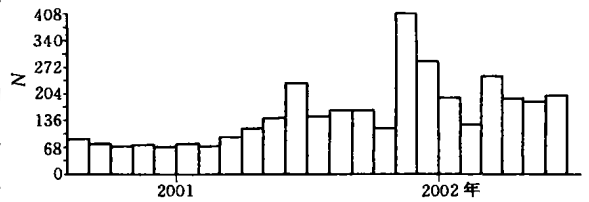


图4 2001~2002年度甘肃测震台网记录的中小地震频次

Fig.4 The frequency of middle-small earthquakes recorded by Gansu station net in 2001~2002.

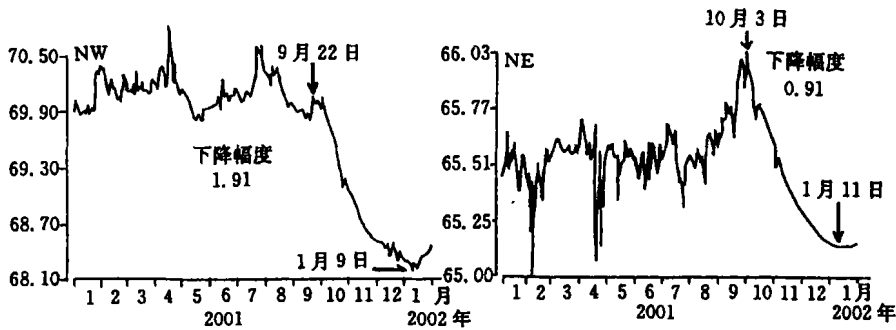


图5 8.1级地震前后平凉地电变化

Fig.5 The geoelectricity variation at Pingliang station round about M_s8.1 earthquake.



图6 8.1级地震前后靖远矿务局水氡变化

Fig.6 The water radon variation in Jingyuan mineral bureau round about the 8.1 earthquake.

2 结论

遵循时间的进程,试图对昆仑山口西8.1级地震的震前、震时、震后系列变化进行归纳,对震前的中期变化,震时的同震变化、地震活动响应,震后调整及地震平静等现象进行总结,将地震的孕育演化过程分为5个阶段.主要包括:

- (1) 1998年前后地球物理场的转折变化及中强地震的有序活动阶段;
- (2) 1999~2000年大陆周缘动力环境变化阶段;
- (3) 震时的同震变化;

④ 中国地震局南北地震带紧急震情研讨会,2002年2月,昆明.

(4) 震后短期内区域地震活动响应与前兆场的调整阶段;

(5) 震后大面积 5 级以上地震的持续平静阶段.

以上初步研究结果, 部分运用了甘肃地区的资料. 对该次地震阶段性的划分是否正确, 有待更多资料的补充、证实和完善.

李晓峰、燕明芝、张苏萍、郑卫平、董治平等提供了部分图件, 表示感谢.

[参考文献]

- [1] 马宗晋, 汪良谋. 中国大震形势研究的述评与形势预测[A]. 见: 中国地震大形势预测研究[C]. 北京: 地震出版社, 1990.
- [2] 杨立明. 青藏块体 7 级地震活动图像、预测意义及近期地震趋势分析[J]. 震情研究, 2002, (2): 119—141.

THE PRELIMINARY STUDY ON THE STAGE DIVISION FOR THE PREGNANCY AND EVOLUTION OF WEST TO KUNLUN MOUNTAIN PASS $M_s 8.1$ EARTHQUAKE

YANG Li-ming, Cheng Jian-wu

(Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou 730000, China)

Abstract: According to time sequence, the pregnancy and evolution process of west to Kunlun Mountain Pass $M 8.1$ earthquake in 2001 is divided into 5 stages, based on linking up the data from the transition of geophysical fields, the evolution of seismicity patterns of moderate strong earthquakes and the change of dynamic environment around mainland of China before the event; the simultaneous change of some observatory terms; the seismicity correspondence, the adjustment of precursor field and the continual quiescence of earthquake ($M_s \geq 5$) after the event.

Key words: West to Kunlun Mountain Pass $M_s 8.1$ earthquake; Stage of evolution