

2001年昆仑山口西8.1级地震与 1927年古浪8.0级地震的相似性

朱航

(四川省地震局, 四川 成都 610041)

摘要: 对20世纪中国大陆巨大地震进行了研究, 认为1927年古浪8.0级地震与2001年昆仑山口西8.1级地震在构造上, 与川滇地区的相对位置上, 以及孕育、发展和发生的过程都具有一定的相似性, 这2个地震对其后川滇地区地震活动形势的影响也具有相似性; 这2次地震的发生对中国大陆的地震活动强度有一定的缓解作用; 2003年至2005年川滇地区地震活动水平为6.0~6.9级。

关键词: 昆仑山口西地震; 古浪地震; 川滇地区; 地震活动形势

中图分类号: P315.75 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-8115(2004)01-0017-05

2001年11月14日我国昆仑山口西发生8.1级地震。该地震的发生, 结束了中国大陆地区自1951年西藏当雄8级地震后50年来没有8级以上地震的记录, 改变了50年来中国最大地震活动水平逆降的走势。8级以上地震的孕育、发展和发生的过程, 将在一定时间范围影响到相当大区域的地震活动过程。对过去发生的8级以上地震的特征及其影响进行分析, 是研究2001年昆仑山口西8.1级地震后川滇地区地震活动形势的途径之一。

1 中国大陆8级地震与青藏块体活动构造

1900年以来, 中国大陆8级以上地震共计发生了8次, 分别为1902年8月22新疆阿图什8 $\frac{1}{4}$ 级, 1906年12月23新疆沙湾8.0级, 1920年12月16宁夏海原8 $\frac{1}{2}$ 级, 1927年5月23甘肃古浪8.0级, 1931年8月11日新疆富蕴8.0级, 1950年8月15日西藏察隅8.6级, 1951年11月18日西藏当雄8.0级, 以及2001年11月14新疆—青海交界昆仑山口西8.1级地震。在上述8次8级以上地震中, 有3次发生在新疆, 其余5次发生在青藏块体内部及边缘。自1900年以来, 中国大陆强震活动可分为5个活跃幕。第1活跃幕强震主体活动带为天山构造带; 第2活跃幕为青藏块体北边界阿尔金—祁连—海原断裂带; 第3活跃幕为青藏块体主走滑的南边界察隅断裂带、嘉黎断裂带等; 第4活跃幕为青藏块体东边界中南段及华北构造带; 第5活跃幕为青藏块体内部的东昆仑断裂带。

由于在本研究中我们将使用类比的方法研究2001年昆仑山口西8.1级地震后川滇地区地震活动形势, 那么我们应选取与8.1级地震处于同一构造区域的震例。并将重点类比研究1920年海原, 1927年古浪, 1950年察隅, 1951年当雄地震, 它们都发生在青藏块体内部及边缘。青藏块体是全球大陆岩石圈变形最为强烈、典型的地区之一。据粗略统计, 青藏块体(中国境内部分)边缘及内部有史以来共记录到6级及6级以上地震281次(至1977年底), 占中国同类地震总数的40%, 其中又以块体边缘发生地震为多, 占全国总数的28%。

青藏高原南缘大陆碰撞边界喜马拉雅弧是斜放着的, 高原之北块体受到古老坚硬的塔里木—阿拉善地块的阻挡。在高原受到印度大陆不断向北推挤的条件下, 除了压扁增厚的变形之外, 还发生高原内部块体沿块体间边界断裂带向约束较弱的东面侧向滑移。高原内部先存的古板块缝合带往往成为条型块体不均匀侧向挤出的有利界面。这就造就了高原内部与周缘一些重要的走滑断裂带, 它们往往也是强震活动带。按走滑活动的规模, 高原的走滑断裂带可分为不同等级。其中等级最高的走滑构造带两条, 位

基金项目: 中国地震局“十五”科技攻关项目(01-02-03)

收稿日期: 2003-05-07

作者简介: 朱航, (1996—), 男, 四川双流人, 高级工程师, 主要从事地震预报研究。

于高原北缘的阿尔金—祁连—海原走滑断裂带和位于南部的喀喇昆仑—嘉黎走滑断裂带，前者为左旋性质，后者为右旋性质，它们所挟持的高原主体向东挤出。此外，高原内外还有一些次一级的然而也十分重要的走滑断裂带，如西秦岭北缘断裂带、东昆仑断裂、风火山—鲜水河—小江断裂和红河断裂带。除红河断裂为右旋走滑外，前3条均为左旋走滑断裂。侧向挤出运动最为典型的块体是夹于鲜水河—小江断裂和喀喇昆仑—嘉黎—红河断裂带中的羌塘块体，由于该块体在高原东缘做弧形拐弯，块体的滑移方向从西面的向东运动转换为川滇块体的南南东向运动。上述走滑断裂带大都是重要的地震带。

从上可知，川滇地区（含川滇块体与滇西南地区）地处青藏块体的东南构造带附近，受青藏高原东部向东滑脱旋转运动的控制，发生在青藏块体内部及边缘的8级以上大地震必然对该地区的构造活动及地震活动形势产生巨大影响。

2 2001年昆仑山口西8.1级地震的类比震例的确定

在青藏块体内部，大地震的活动不是孤立的，而是在一定时间段内，在构造上相互联系的区域，往往同时孕育2个（或更多）大地震。在各个活跃幕中，孕震区的分布都不同，一般分布在块体边缘、次级块体边界附近。青藏块体的北缘与东缘是由阿尔金—祁连—海原左旋走滑断裂带构成的。古浪地震震中位于祁连山北西西向构造带的北缘，海原大地震发生在海原活动断裂带上，这2次地震时间间隔约7年，空间距离约300千米，构造上有明显的联系。青藏块体东北边缘区是青藏块体、鄂尔多斯块体、塔里木—阿拉善块体之间的一个构造交结点。1920年海原8.5级地震发生于祁连山地槽褶皱系最北部的走廊过渡带内，这是一个现代活动性很强的次级构造单元，1927年古浪8级地震与1932年昌马7.5级地震都与这个单元有关。

2001年昆仑山口西8.1级地震是第5活跃幕的最大地震，震中位于高原内次级地块的边界之一的东昆仑左旋走滑断裂带的西段。另外，第5活跃幕的次大地震——1997年玛尼7.5级地震发生在沿东昆仑断裂带西段的南侧分支——玛尔盖查卡断裂上，2次地震时间间隔约4年，空间距离约300千米。玛尼地震虽然正式目录为7.5级，但目前仍然存在争论，某些学者认为接近8级。无论如何，这2次地震作为第5活跃幕的最大地震和次大地震，在发震构造上具有密切联系是毋庸置疑的。

从以上的介绍可知，第5活跃幕的最大地震（2001年昆仑山口西8.1级）与次大地震（1997年玛尼7.5级），与第2活跃幕的最大地震（1920年海原8.5级）与次大地震（1927年古浪8级）在构造上、与川滇地区的相对位置上，及孕育、发展和发生的过程都具有一定的相似性，可以认为，这两对地震对其后川滇地区地震活动形势的影响也应有相似性，研究海原地震与古浪地震对其后川滇地区地震活动形势的影响，可以对2001年昆仑山口西8.1级地震后川滇地区地震活动形势的判断提供依据。另外，1950年西藏察隅8.6级与1951年西藏当雄8.0级地震发生在青藏高原南部的喀喇昆仑—嘉黎右旋走滑断裂带上，这些地震应属于阿萨姆楔体与青藏块体之间强烈相互作用的结果。这2次地震东邻青藏川滇地震带，南接缅甸地震带，与喜马拉雅南坡以及川滇和缅甸地震带的活动息息相关。但与2001年昆仑山口西8.1级地震相比，无论是受力方式，还是所处的构造带都完全不同，当然对其后川滇地区地震活动形势的影响也不相同。所以要研究2001年昆仑山口西8.1级地震后川滇地区地震活动形势，察隅与当雄地震没有足够的可比性。故在本文后面的研究中舍去这个震例。

3 玛尼7.5、昆仑山口西8.1与海原8.5、古浪8.0地震的相似性

刘桂萍等^[1]根据Okada的弹性半空间位错模型，计算了由于海原地震分段破裂在周围空间诱发的Coulomb静应力变化 ΔCFS 及在海原地震以西约300千米的古浪地震逆冲断层滑动方向上的 ΔCFS ，结果表明，古浪地震可能是被海原地震触发而提前发生14年的事件。同样，玛尼7.5级地震与昆仑山口西8.1级地震也应存在相似的关系，玛尼7.5级地震可能触发了昆仑山口西8.1级地震。将4次大地震后1年内余震序列进行比较，可以发现海原地震与玛尼地震，古浪地震与昆仑山口西地震具有相似性（图1）。前一对地震的余震的数量与震级明显超过了后一对地震。古浪地震与昆仑山口西地震不仅数量很少，而

且与主震的震级相差2级以上。主震的破裂程序与其余震的数量及震级分布有关。如果余震数量多,余震震级大,则主震的破裂不彻底,残余的应变能较多;如果余震数量少,余震震级偏小,则主震的破裂较为彻底,应变能基本释放完毕。所以海原地震与玛尼地震的破裂是不彻底的,残余的应变能较多,特别是在其破裂的端部,仍然有大量的应变能积聚,这就有可能触发邻近构造上的另1次或1次以上的大地震。因此,青藏块体乃至整个中国大陆的地震将仍然活跃。

古浪地震与昆仑山口西地震在主震发生1个月后的8个月内没有发生4.7级以上的余震。其能量释放较彻底,加之此前已发生海原地震和玛尼地震,可以认为块体运动积聚在块体边缘,次级块体边界上的应变能已大部分释放,导致大大缓解了青藏块体乃至整个中国大陆的应变强度;这也是大地震在一定时间范围内将影响到相当大区域的地震活动过程的依据。

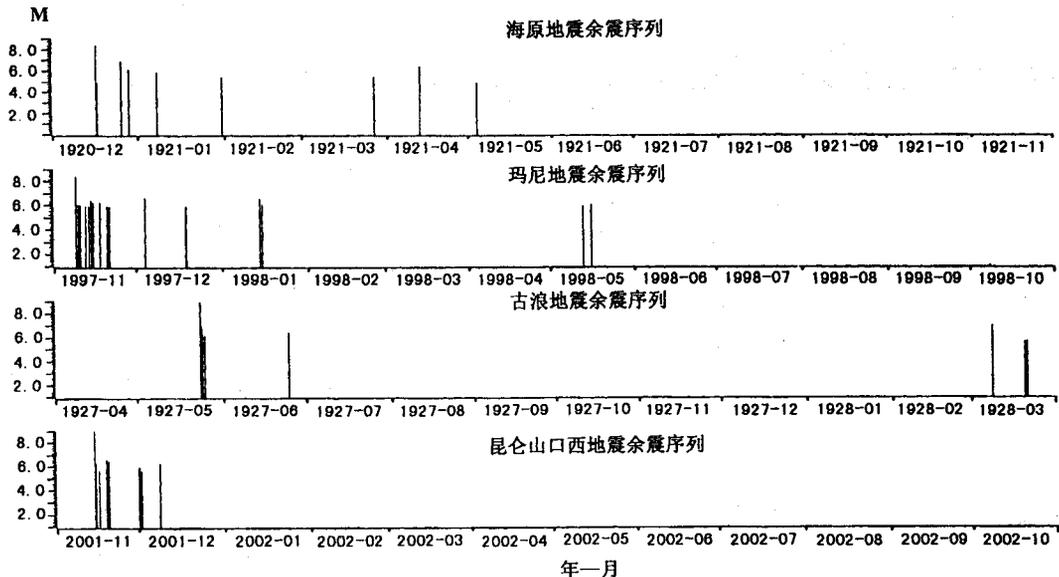


图1 4次大地震后1年内余震序列 ($M \geq 4.7$)

4 昆仑山口西8.1级地震后4年内地震活动强度分析

4.1 中国大陆

首先分析4次大地震后4年内中国大陆地震活动形势。从图2可见,前3次大地震后2年内中国大陆没有7级以上地震发生(海原7级余震除外),说明这3次大地震的发生对中国大陆的地震活动强度有一定的缓解作用;但是,海原地震与玛尼地震后中国大陆的地震活跃程度要明显高于古浪地震与昆仑山口西地震。这与我们在上一小节的推断是一致的。更为重要的是,古浪地震后4年内中国大陆没有发生7级以上地震,昆仑山口西地震后1.5年内中国大陆没有发生7级以上地震。将古浪地震与昆仑山口西地震进行类比,两次地震对其后中国大陆的地震活动影响的内符相当好;而实际情况也完全符合上一小节的推断,表明块体运动积聚在块体边缘、次级块体边界上的应变能已大部分释放;同时,中国大陆内部的应变紧张程度也得到大大缓解。

4.2 川滇地区

以下分析4次大地震后4年内川滇地区地震活动形势及强度。在这4次大地震中,海原地震28个月内在四川道孚发生了7.0级地震,云南在4年内发生1次6.0~6.9级地震;玛尼地震后4年内在川滇地区发生4次6.0~6.9级地震,在川滇中部呈南北向分布;古浪地震后4年内在川滇地区无7级地震发生,共发生8次6.0~6.9级地震,其中3次沿川滇块体东边界分布,5次发生在滇西;昆仑山口西地震后1.5年内没有发生6级以上地震。川滇地区在这4次大地震后发生的最大地震为7级,是在海原地震后。玛尼地震后的宁蒗、姚安、雅江、永胜地震也是南北向较小区域内的显著事件(图3)。

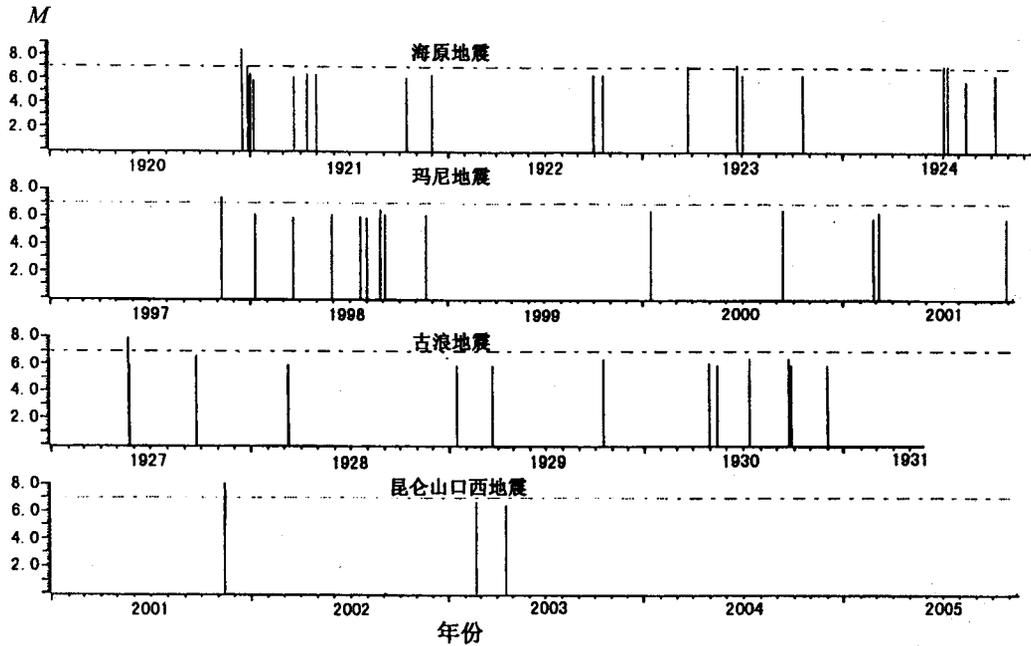


图2 4次大地震后4年内中国大陆地震活动形势 ($M \geq 6.0$)

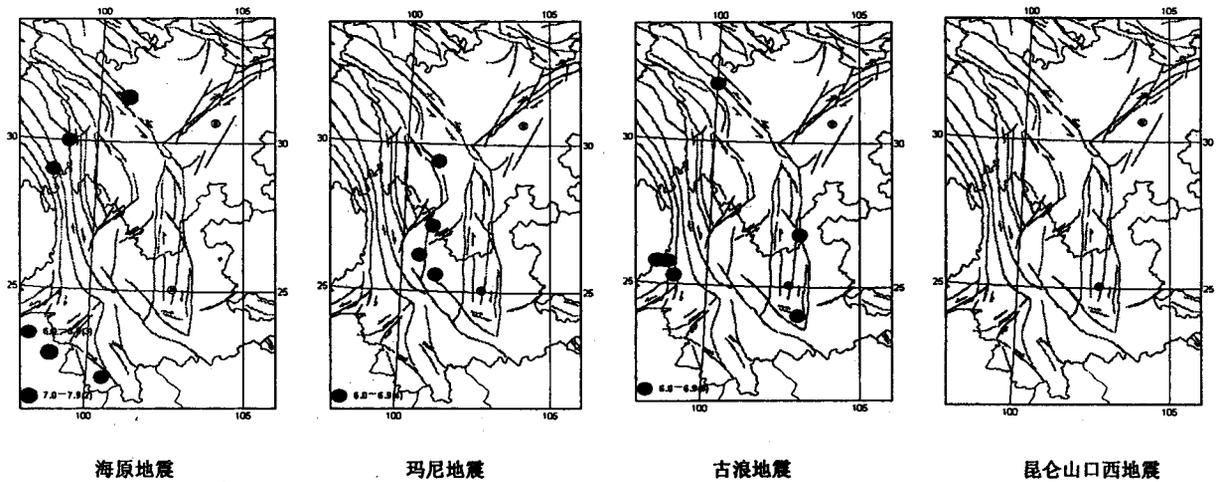


图3 4次大地震后4年内川滇地区地震活动形势 ($M \geq 6.0$)

我们仍然使用古浪地震与昆仑山口西地震进行类比，进一步讨论两次地震后对川滇地区地震活动的影响。如前所述，古浪地震后4年内在川滇地区发生8次6.0~6.9级地震，古浪地震后川滇地区的第1次6级地震是发生在21个月后，震中位于小江断裂南端。另外，古浪地震后川滇地区的第1次7级地震是1933年8月的叠溪7.5级，此时距古浪地震6年。综上，昆仑山口西地震后4年内川滇地区地震活动水平应与此类似，为6.0~6.9级。

5 结论

通过对青藏块体的巨大地震的发震结构、余震活动等方面进行比较，认为1927年古浪8.0级地震与2001年昆仑山口西8.1级地震具有相似性，并且两次地震对川滇地区地震活动的影响也具有相似性。分析认为，海原8.5级、古浪8.0级、玛尼7.5级、昆仑山口西8.1级地震的发生对中国大陆的地震活动强度有一定的缓解作用。通过古浪8.0级与昆仑山口西8.1级地震类比，认为2003年至2005年川滇地区地震活动水平为6.0—6.9级。

参考文献:

- [1] 刘桂萍, 等. 海原大地震对古浪大地震的静应力触发研究 [J] 地球物理学报, 2001年, 增刊.

Similarities between 2001 West Kunlunshan Pass M8.1 and 1927 Gulang M8.0 Earthquake

ZHU Hang

(Seismological Bureau of Sichuan Province, Chengdu 610041, China)

Abstract: In this paper, the huge earthquakes of 20th century in mainland China were studied. The result shows that 2001 West Kunlunshan pass M8.1 and 1927 Gulang M8.0 Earthquake are similar in tectonics, the distances and directions from Sichuan - Yunnan Region, and their occurrence progresses. Also, those 2 earthquakes' affects on Sichuan - Yunnan Region's earthquake activity are similar. West Kunlunshan Pass M8.1 and Gulang M8.0 Earthquake's occurrences have effect on deducing mainland China's earthquake activity. Finally, the earthquake activity level in Sichuan - Yunnan Region during 2003 to 2005 was estimated as M6.0~6.9.

Key words: West Kunlunshan Pass earthquake; Gulang earthquake; Sichuan - Yunnan region; earthquake activity