

# 古浪地震滑坡及其与断裂带的关系

邹谨敞 邵顺妹

(国家地震局兰州地震研究所, 兰州 730000)

**摘要** 本文根据航片解译和野外调查,首次介绍了古浪8级大震的地震滑坡的主要特征和分布情况,探讨了古浪地区地震滑坡与断裂带的关系,发现地震滑坡和崩塌明显受断裂构造的控制。

**关键词:** 古浪地震 地震滑坡 甘肃

## 1 前言

1927年甘肃省古浪8级地震震中烈度达11度,在黄土分布区造成了大量的滑坡、崩塌及其他各种破坏现象。分布面积广泛的地震崩滑现象给震区人民生命财产造成了极大的损失,如黄羊河下游的灯山庄,地震引起的滑坡将整个村庄掩埋,村内104人全部丧生。由此可见,地震滑坡灾害的调查,对于地震灾害的预测预防是一项非常有意义的工作。虽然近十多年来在古浪地区进行了多次地震地质调查,但主要是地震烈度和地震构造的研究,而对于地震滑坡、崩塌等灾害尚未进行系统的调查和研究。为此我们通过对航空象片的立体观察和野外考查,对古浪8级大震形成的地震滑坡做了系统的观察和研究,分析了地震滑坡的主要特征、形成条件及其与断裂带的关系,为地震滑坡灾害的预测提供依据。

## 2 地震滑坡的主要特征及其分布

根据调查与分析,现已证实古浪大震引起的大多数滑坡基本上保持了原始的面貌,根据野外调查结果和航片观察,并收集和参考了前人有关的调查资料,绘制了1927年古浪8级地震滑坡(包括部分崩塌)分布图,参见图1。

古浪地区为黄土梁峁地形,位于祁连山东段的冷龙岭北坡地带,地形坡度较大,在黄土覆盖层中,由于冷龙岭积雪的季节性溶化,发育一系列北东向的水系,沟谷切割较深,上游支流也较多,边坡较陡。据野外实测的61处崩滑体的地形条件的统计,大多数崩滑体原始地形坡角较陡(表1)。

表1

山体坡度	崩滑个数	占总数百分比(%)
小于15°	5	8.20
15°—25°	21	34.42
25°以上	35	57.38

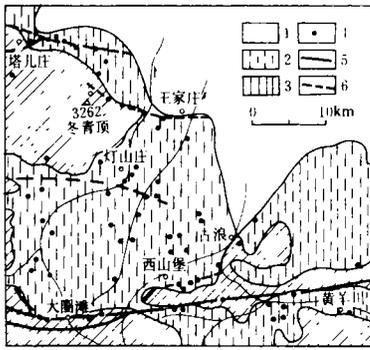


图1 古浪地区地震滑坡分布示意图

- 1. 冲、洪积物； 2. 黄土区； 3. 基岩区；
- 4. 滑坡体或滑坡群位置； 5. 活断层；
- 6. 推测断层或地震破裂带

Fig. 1 Distribution of seismic landslide in the Gulang region.

层为黄土状土，山顶厚十余米，向下逐渐增厚，下伏地层为上新统砖红色砂岩、泥岩及砾石层。从黄土山梁的沟中出露的泉水看，下伏地层(N<sub>2</sub>)的顶面存在着含水层，在黄土层中亦有含水层存在。

该滑坡后壁直达山顶，滑体宽约850m，长约380m，后壁整齐犹如刀切，其坡度角为60°-80°，成为一陡崖，陡崖下部可见红色砂岩。在滑坡体上见到黄土散乱而粗糙不平，可能伴有崩塌，其前缘经人工和自然的改造显得比较陡。由滑坡后壁底部有砖红色疏松状砂岩、粉砂岩及泥岩出露看，该滑坡为混合型，即具有黄土-红色砂岩双层结构的黄土地区混合型滑坡。由公路绕滑坡前缘位移距离推算，滑坡前缘剪出距离约180m(图2)。

### 2.2 塔儿庄滑坡

滑坡位于塔儿庄北东向断层上，发育于黄土层中，滑体宽约60米，滑坡后壁见有地震裂缝和陡坎，规模较小，为典型的黄土地震滑坡，滑坡纵剖面形态如图3。由图1不难发现，断裂构造的存在直接影响到本区地形边坡的稳定性，而地震发生时，滑坡、崩塌与地震裂缝、陡坎

由图1不难看出，滑坡主要发育于中-上更新统黄土区。黄土厚度变化较大，由几米到50米以上，多为10-30m，一般山顶较薄，向下逐渐增厚，沿水平方向则表现为中央厚，接近基岩地区比较薄。滑坡体主要由黄土状亚砂土组成。黄土主要特征为具大孔隙和垂直节理，土质松软，有利于地表水下渗。黄土之下为红色砂岩，其时代多为上新世，部分为下白垩世。在黄土与红色砂岩接触处易形成不透水层。因此该区的滑坡类型主要有黄土滑坡和混合型滑坡。现将滑坡的主要特征举例说明如下：

### 2.1 灯山庄滑坡

黄羊河下游中堡一带为一长约7km，宽约3km，走向为北东的半月形盆地。在盆地周围的黄土丘陵边缘发育多处崩滑和地震裂缝。灯山庄滑坡是该盆地东北边缘的一个大滑坡，滑坡后壁直达山顶，前缘滑舌则将旧灯山庄全部掩埋。

滑坡发生在北东走向的山体西北坡。山体覆盖

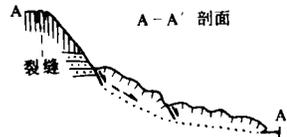
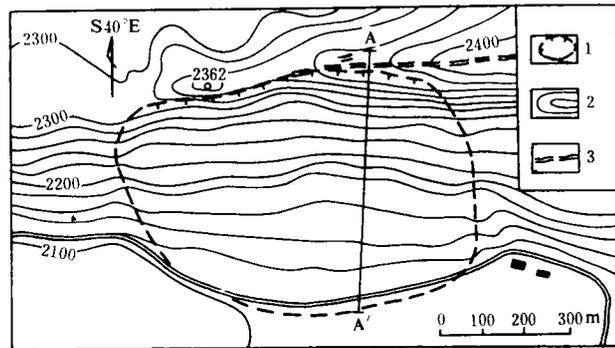


图2 灯山庄东南滑坡平面示意图

- 1. 滑坡周界； 2. 地形等高线； 3. 地震裂缝

Fig. 2 Landslide map on the southeast of Dengshanzhuang.

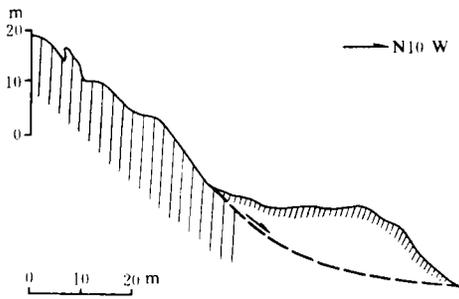


图3 塔儿庄滑坡实测剖面图

Fig. 3 Surveyed profile of the Taerzhuang landslide.

滑坡和崩塌受断裂构造的控制,大多数崩滑发生在断裂带上或断裂的附近。现由北向南将区内主要断裂、滑坡带分别介绍如下。

### 3.1 塔儿庄北地震滑坡陡坎带

该带西起塔儿庄北约3km的下方寨,东到张流沟滩,走向 $S80^{\circ}E$ ,长约10km,为古浪大地震断层之一,其主要特点为:

- (1)在彩红外航片上线形影象清晰醒目,连续性好。
- (2)断层构造地貌南高北低,断层陡坎垭口连续分布,断错水系和山脊。
- (3)断层附近地震滑坡呈带状分布。

在野外选择典型地段进行了检查,发现在此一带不仅地裂缝和陡坎沿断层集中分布,而且滑坡体也沿此带集中发育。

### 3.2 冬青顶—王家庄地震滑坡、破裂带

该带总长约15km,走向约 $S70^{\circ}E$ 。据考察,一系列地震陡坎沿该带分布,陡坎面新鲜陡立,其两地形落差一般为2—6m,呈南升北降的特点,地震滑坡沿陡坎带断续分布。在王家庄以西可以见到发育于黄土层中的地震“鼓梁”,走向与破裂带一致。

### 3.3 灯山庄南黄土滑坡裂缝带

该带西起灯山庄以西,东到中坝以东,长约15km,走向为 $N70^{\circ}-80^{\circ}W$ ,主要显示为沟谷负地形,地震裂缝、滑坡和陡坎沿此带断续分布,它们横穿北东走向的沟谷和山脊。航片和卫片均显示,沿此带直线状沟谷断续发育,地震滑坡位于地震裂缝带附近,其中灯山庄滑坡是古浪地震区最大的地震滑坡之一(图2)。在中坝附近河流两侧的滑坡也比较发育。在灯山庄东南的山脊上可见到规模较大的地裂缝带(图4)。

沿这一地震裂缝带在地表未见与之完全一致的断层,因为基本上为黄土覆盖,难以发现断面,

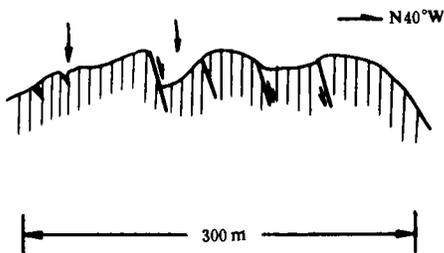


图4 灯山庄东南山顶地裂缝剖面

Fig. 4 Seismic crack profile on hilltop to southeast of Dengshanzhuang.

往往伴生在一起成带状分布,这些都说明断裂构造是该区地震滑坡产生的重要特征。

古浪地区地震滑坡的分布,与地震烈度关系密切,滑坡主要集中在10—11度烈度区内。必须指出,古浪8级大震为主震-余震型,据现有资料记载,古浪大震持续振动时间达数十分钟之久,因此滑坡的产生,也可能包含有主震后强烈余震的产物。

## 3 地震滑坡与断裂带的关系

由图1可以看出,地震崩滑带与断层一致并呈 $NWW-EW$ 走向,地震引起的多数

但是从现有资料仍可找到可能存在断裂构造的一些迹象:

(1)地震破裂带的分布有一定的方向性,总体走向不受河流走向的控制,而是横穿河谷和山脊,可能与断裂活动有关。

(2)构造地貌特征显示,沿此带较小的线形谷为北西西走向,在中坝附近沙沟河下游突然加宽,灯山庄附近黄羊河扭曲位错明显。

(3)在灯山庄东,见上第三系红层平面上不连续,显示出被错断的迹象,与黄羊河位错方向一致。

根据以上分析,可以认为这一破裂带受到断裂构造的控制。

#### 3.4 西山堡东南地震滑坡带

该带位于西山堡东南,西自西山堡东南约3km的大岭道沟向南延伸,长约10km,走向北东东,由地震滑坡、裂缝、堰塞塘及陡坎等组成。滑坡带沿黄土山梁的腰部,横穿山脊而过,在滑坡带附近,近南北走向的山沟、山脊发生近东西向水平位错或扭曲变形现象,显示为左旋错动。据水文地质资料,从古浪到西山堡有一条走向北东东的隐伏断裂,滑坡带位于隐伏断裂之南,且与之大致平行。滑坡带又位于八盘岭的北坡,且与该地形陡坎带一致。

#### 3.5 大圈滩—黄羊川断裂滑坡带

该带是一条左旋挤压特征明显的北东东向活动断裂带,沿断层线可以见到断层陡坎、垭口和山脊、水系位错现象,并分布有数十处滑坡。东段经野外调查证实,多为混合型滑坡。

由以上介绍可知,地震滑坡和崩塌受断裂构造的控制十分明显。以上各带与滑坡的相关性见表2。

表2

序号	断裂—滑坡带	带的长度	滑坡、崩塌数量
1	塔儿庄北	10km	8
2	冬青顶—王家庄	15km	5
3	灯山庄南	15km	8
4	西山堡东南	大于10km	6
5	大圈滩—黄羊川	46km	28
6	塔儿庄(NE向断层)	3km	3
	无断层		32

由表2可以看出,在古浪地震区已发现的90处滑坡和崩塌体中,有58处与断裂构造有关,占总数的64.4%。

作者初步研究认为,断裂构造控制滑坡和崩塌分布的原因主要有以下几条:

(1)地震发生时断层活动直接引起崩滑现象,如地震裂缝、陡坎与崩滑体分布在同一地震破裂带上,说明地震时断层活动强烈。

(2)断层构造地貌的存在是崩滑产生的有利地段,如大圈滩—黄羊川断裂带,沿断裂沟谷深切,断崖发育,地形陡峻,为崩滑的发生提供了有利的地形条件,所以沿断裂带产生了大量的崩滑体。

(3)沿断裂构造带地下水和泉水比较常见,这也是促使滑坡和崩塌形成的条件之一,如

西山堡东南滑坡带,沿该滑坡带附近多处见泉水出露。

通过以上对滑坡和崩塌基本特征和它们与断裂带关系的介绍和分析,可以认为,一个地区滑坡和崩塌的密集地段也就是未来发生滑坡和崩塌的危险地段。野外调查证实,地震滑坡发育处,既有震前古滑坡,也有震后新滑坡,如灯山庄附近和黄羊川一带。因此对于古浪地区,上述滑坡带仍然是今后发生滑坡和崩塌的危险地带。此外,沟谷边坡较陡或黄土塬边缘陡坡地段也存在一定的危险性。

#### 4 古浪大震地震构造环境初探

对于古浪大震的发震断层,至今仍在进行调查研究。根据郭增建等(1973)提出的地震震级和地震断层长度的关系式

$$M=2.1lgL+3.3$$

一个8级地震的地震断层长度为170km左右。但是在古浪大震区至今仍未找到与之相当的地震断层。因此,作者认为古浪8级大震可能不是地壳内形成时间较早的断层活动的结果。上述列举的地震破裂带多数是地震时产生的新生断裂。地质学的研究表明,每次地壳运动的构造变形,与老构造有所不同,因此形成一套新的构造形迹,同时也使一些老的构造形迹被卷入。地震作为现代地壳运动的产物,首先也应该是新的现代断裂构造的产物,其次才是地震发生以前即已存在的活动断裂的参与。而这种新的现代断裂构造活动的产物,即地震断层,既可以是形成时间较早的活动断层,也可以是新生断层。古浪地震的构造环境,可能是多断式断层活动,是新生断层和成生时期较早的活动断层共同参与的结果。因此,只限于以某一条或两条地表活动断层作为发震断层来分析古浪大震的成因可能是困难的。

(本文1993年4月16日收到)

#### 参考文献

- 1 郭增建,马宗晋.中国特大地震(一).北京:地震出版社,1986,208-229.
- 2 郭增建,秦保燕,徐文耀,汤泉.震源孕育模式的初步讨论.地球物理学报.1973,16:43-48.

## THE RELATION BETWEEN THE GULANG SEISMIC LANDSLIDES AND FAULT BELTS

Zou Jinchang and Shao Shunmei

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China*)

### Abstract

The disasters of landslides and slumps caused by earthquake have not been systematically studied since the 1927 Gulang M8 Earthquake occurred in Gansu Province. This paper, for the first time, introduces the main features of the seismic landslides based on the interpretations of the air-photos and field investigation, and discusses the relation between the distribution of seismic landslides and the fault belt in the Gulang region.

The result has a certain meaning to analyzing the seismotectonic environment of the Gulang M8 Earthquake and forecasting the seismic landslide and land fall disasters.

**Key Words:** Seismic landslide; Gulang earthquake; Gansu Province