

# 辽宁省东部山区泥石流形成因素的探讨

张健文

(辽宁师范大学地理系 大连 116022)

张树堂

(大连地震台 大连 116021)

**提 要** 从辽宁省东部山区泥石流暴发的特点看,暴雨只是泥石流发生的一个激发因素。泥石流活动区分布于地壳快速上升,地震活动频繁的地带,泥石流活动的高潮与该区地震活动期基本一致,由此说明辽宁东部山区泥石流其孕育、发展和活动主要受内力地质作用所控制。

**关键词** 辽宁省 东部山区 泥石流 暴雨 卸荷节理

辽宁省东部山区自1977—1990年间,先后在千山山脉东侧的宽甸,凤城和岫岩等县以及西南侧的盖州、瓦房店、普兰店三市交界的老帽山地区发生了9次百年未遇的大规模泥石流灾害,给这一带人民生命财产造成极其严重的损失。对辽东地区这样的温带季风气候,植被覆盖率较高,地表松散层较薄,多为基岩裸露的山区,发生泥石流灾害的频次之高,范围之广,实属中外罕见。

在野外调查的基础上,并对有关资料加以分析,试对该区泥石流形成因素做一初步探讨。

## 1 泥石流灾害概况

辽宁东部山区自1977-08-03宽甸东北部发生大规模泥石流以来,先后于1979-06-25再次在西北部发生了大规模的泥石流。1981-07-28在辽南的老帽山地区发生了百年未遇的大范围泥石流,造成610人罹难,仅农村直接经济损失达2.6亿元<sup>[1]</sup>。其后在1982,1983,1985,1987和1989(年)先后在岫岩、凤城发生的泥石流,造成的经济损失近30亿元之巨<sup>1)</sup>。

据调查,泥石流分布区在历史上曾发生过不同程度的泥石流灾害。在野外可见河谷中 I—II 级阶地均为泥石流堆积物所组成。

## 2 泥石流形成与气候因素的关系

辽宁东部山区地处温带季风气候区,据气象资料统计,东部年均降水量1 000mm,中心区可达1 200mm 以上,西南部老帽山一带可达800mm 以上。区内干湿季节分明,雨季多集中于6—9月,占全年降水量80%以上,其中7,8月更为集中。由于受地形小气候影响,常有暴雨发生,故泥石流灾害多集中在这个时期。从近期能激发产生泥石流的暴雨强度统计资料看,当降水日数2—3d 内雨量超过300—350mm,其中当日降雨量大于或等于140—200mm 或1小时降雨量达到或超过50mm 的特大暴雨时,就会暴发泥石流<sup>[2]</sup>。虽然达到上

1)于天福. 概论丹东泥石流的综合防治. 丹东师专学报增刊,1988. 76.

本文改回日期,1995-02-02.

述暴雨强度的机遇不多,但在不同历史时期,不同地区达到上述暴雨强度的可能性是存在的。例如熊岳地区1949-08-16连降2d暴雨,日降雨量达178mm,同一地区1953-08-18连降3d暴雨,日降雨量达185mm,又如1960-08-10在岫岩与凤城交界处日降雨量达246mm,1962-07辽东地区连续降雨,在7月8日降雨量达333mm;1964-07辽南地区连降暴雨,7月29日松树镇7h降雨量为100mm。可见辽宁东部山区的不同地点,其降雨强度有时可以达到或超过发生泥石流的强度,但是都没有发生象1977年以来那样规模的泥石流灾害。由此说明这个地区暴雨只是激发产生泥石流的一个外部因素,而控制泥石流孕育、发展和发生的内在原因有待进一步揭示。

### 3 泥石流分布区的地质环境

辽宁东部山区泥石流主要分布于千山山脉东侧的宽甸,凤城和岫岩等县境内。另一处分布于千山山脉南延末端的盖州、瓦房店、普兰店三市交界的老帽山区及庄河市西北部山区(图1)。

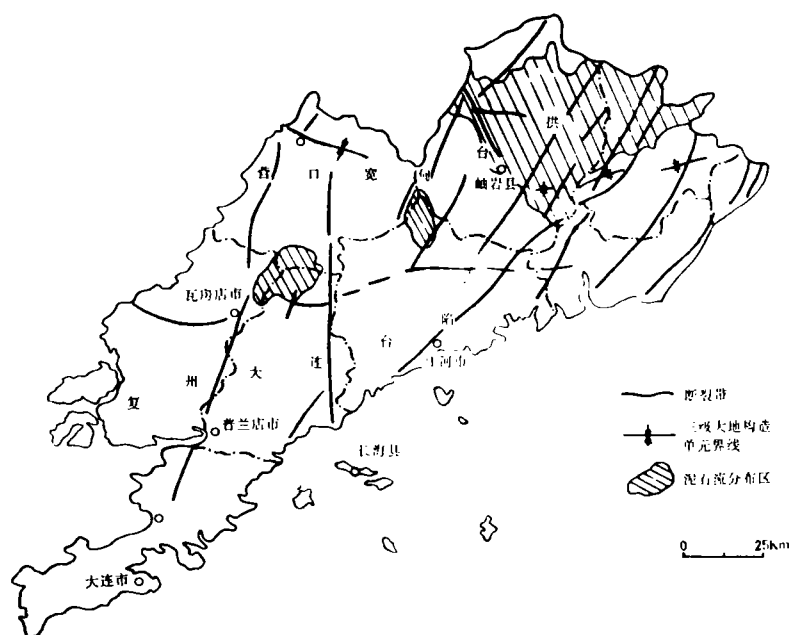


图1 泥石流分布区地质构造图

Fig. 1 The geologic structure in the distributed area of debris flow

辽东半岛泥石流分布区所处的大地构造位置属于华北地台辽东台隆。区内以太古界鞍山群的片麻岩、变粒岩和花岗混合岩及下元古界辽河群的片岩、浅粒岩、大理岩和混合花岗岩为结晶基底,区内广泛分布着印支期的花岗闪长岩和花岗岩。

泥石流分布区东侧以北东向的鸭绿江岩石圈断裂为界,西面以北北东向的金州岩石

圈断裂为界. 区内断裂构造发育,除上述两条岩石圈断裂外,还有庄河—桓仁北东向岩石圈断裂、刘家河—青堆子北东向壳层断裂、木盂—凤城北东向壳层断裂、太平哨北东向壳层断裂. 此外还有近南北向的碧流河断裂、盖州—岫岩近东西向断裂以及复州—达子营近东西向断裂等. 根据物探资料推测,海城—岫岩间为一北西向隐伏断裂. 上述的不同方向,不同规模,不同层次的断裂构造将区内岩石切割成不同大小,不同形状的块体,从而破坏了区内岩石的完整性和稳定性,有利于风化作用的加速进行.

从深部慢壳界面的起伏变化看,辽东泥石流分布区处于千山慢拗带(36—37km)与鸭绿江慢隆带(33—34km)的急剧过渡带上(图2).

南部泥石流分布区处于千山慢拗带与渤海慢隆带的急剧变化处<sup>[3]</sup>(见图2). 众所周知,慢壳界面急剧变化的过渡带处,往往是深部断裂通过的地区或者是地应力集中的地区. 辽宁东部泥石流分布区集中分布于慢壳界面急剧变化的过渡带上,显然不是偶合.

泥石流分布区的地貌属于构造-侵蚀类型,断块-侵蚀低山,圆顶状低山区. 区内山高坡陡,沟谷纵横,谷底往往呈“V”字型,山坡坡度多在30°左右,沟谷纵坡多在10°以上. 这种地貌特点是构成泥石流形成,发生的必要条件.

表1 辽宁东部地区 M≥5地震目录<sup>[4]</sup>

Table 1 The earthquake catalogue of M≥5 grade in Liaoning Province.

日 期	地 点	纬度(°N)	经度(°E)	震 级
1494	辽东湾	39.0	120.0	5.0
1509-04-11	盖 县	40.3	122.5	6.0
1525	辽东湾	40.5	121.5	5.0
1549-05	金 州			5.0
1855-12-11	金 州	39.1	121.6	5.5
1856-04-10	金 州	39.1	121.7	5.3
1859-09-19	营 口	40.7	122.2	5.3
1861-07-19	普兰店	39.4	122.0	6.0
1885-04-07	营 口	40.7	122.2	5.0
1916-11-24	鸭绿江	39.7	124.0	5.4
1917-05-28	鸭绿江	39.7	124.0	6.1
1922-09-29	辽东湾	39.2	120.5	6.5
1941-08-05	熊 岳	40.5	121.1	5.8
1944-12-19	鸭绿江	39.7	124.0	6.8
1975-02-04	海 城	40.7	122.7	7.3
1978-05-18	营 口	40.7	122.6	5.9

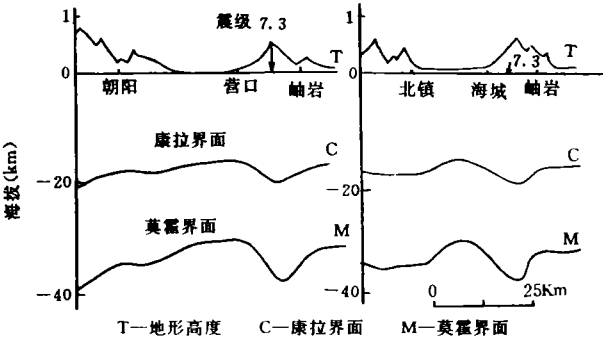


图2 辽东地区慢壳起伏变化剖面图  
Fig. 2 The profile of the orustal uplift change in East Liaoning Area

#### 4 泥石流分布区的地震活动特点

辽宁东部山区位于华山地震区的东北部,是地震活动频繁的地区. 1975年海城7.3级地震是辽宁省有记载以来最大的一次,就发生在这里.

辽宁地震主要沿北北东向的金州岩石圈断裂带和北东向鸭绿江岩石圈断裂带分布. 据不完全统计,全省共发生的16次5级以上破坏性地震,全部分布在这两个地震带上(表1).

从大范围看,辽宁东部山区处于两条北东向地震活动带即渤海—营口北东

向地震活动带及丹东—蓬莱北东向地震活动带和两条北西向地震活动带即丹东—营口北西向地震活动带和蓬莱—唐山北西向地震活动带所构成的菱形网格中。

从辽宁省地震震中分布图可看出三条间距约400km且相互平行的北西向地震活动带。其中最明显的是营口红海、岫岩至丹东北西向地震活动带。该带曾发生过多达5.0级以上地震。其中包括1975年海城7.3级地震。岫岩、凤城泥石流发育区就分布在这个地震活动带上。第二条为石城岛经庄河至熊岳北西向地震活动带。在这个活动带上,不但小震活动频繁,而且时有5.0级左右地震发生。例如1964年青堆子  $M_L=4.3$ 级,1971年大王家岛  $M_L=5.0$ 级,1972年庄河桂云花  $M_L=5.2$ 级和1976年万家岭  $M_L=4.9$ 级地震等。1981-07-28的老帽山泥石流和庄河北部泥石流就发生在这个地震活动带上(图3)。

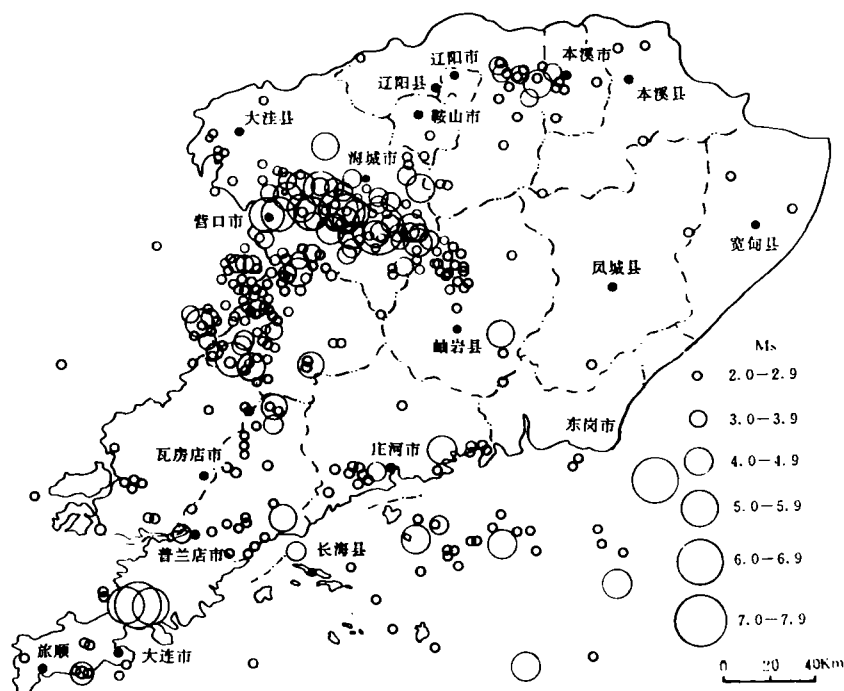


图3 辽宁地震震中分布图<sup>[5]</sup>

Fig. 3 Epicenter distribution in Liaoning Province

另一条北西向地震活动带为本溪—宽甸地震活动带。在这个地震活动带上曾发生过明朝隆庆四十四年(1611年)宽甸地震。据丹东地震台资料,在这个带上1971—1976年曾发生20余次地震,其中宽甸3.2级地震造成部分房屋破坏。1979年宽甸暴发第二次泥石流前5个月曾发生过40多次小震活动<sup>[6]</sup>。

辽宁东部山区泥石流分布区与地震活动带在空间位置上相吻合,说明本区泥石流的发生与地震活动具有明显的依赖性。

从地形变角度来看,泥石流区属于地壳形变速率较高的地区。从《中国现今地形变速

率图》中看到,辽宁东部地形升高速率达 $4\text{mm/a}$ <sup>[7]</sup>。从已收集到的地形变资料中知,1937—1958年大连基准站相对营口基准站上升5mm,平均上升率为 $0.24\text{mm/a}$ ,1958—1970年间大连相对营口上升60mm,平均上升率为 $5\text{mm/a}$ ,同一基线前后相差20多倍。同样庄河与营口1937—1958年,上升60mm,上升率为 $2.9\text{mm/a}$ ,同一时期与大连至营口线比较,上升率相差12倍之多。由此说明辽宁东部是一个地壳快速上升的地区,但有明显的差异性。其二说明地形变具有明显的阶段性,即大震来临之前(1969年渤海7.4级地震,1975年海城7.3级地震)地壳上升速率加快。

地壳快速差异上升地区,地表卸荷节理非常发育。主要分布以下两处:一是沿河谷分布,这种卸荷节理产状一般较陡,其走向沿河谷方向分布(照片1)<sup>1)</sup>。二是在基岩裸露或松散层很薄的山坡上,卸荷节理产状与坡向基本相同,只是倾角较坡角小些(照片2—4)。

## 5 泥石流活动期与地震活动期的关系

为了探寻泥石流发生的原因,对辽宁东部地区史料所记载的洪水灾害与地震活动(图4)进行分析。

从图4可以看出,自1964年庄河4.3级地震以后,辽宁东部进入了一个新的地震活动高潮时期,其特点是地震活动频次高,释放能量大(图5)。稍滞留了一段时间之后,就进入了泥石流活动高潮阶段。1977—1990年共发生泥石流灾害9次,尤其是凤城地区1982年到现在竟发生7次,几乎年年都有,且波及范围广,从辽南的老帽山地区到鸭绿江边的宽甸地区都可见到。

在历史上,也曾出现过这种情况,从1855年开始,辽东及其临近地区先后发生了6次4.5级以上地震,其中震级最高的是1861-07-19普兰店6级地震,这

次地震高潮持续到1889年。在此期间先后发生了1871年辽南洪灾,1887年宽甸泥石流,1888年岫岩泥石流。这期间的泥石流与1977年以来的泥石流时间相隔百余年。

上朔年代越久,灾害事件记载越少,一方面史料中没有“泥石流”这一词,另一方面泥石流多分布在河流的上游,那里人烟稀少,故史料上仅记载下游洪水灾害。此外漏记也是

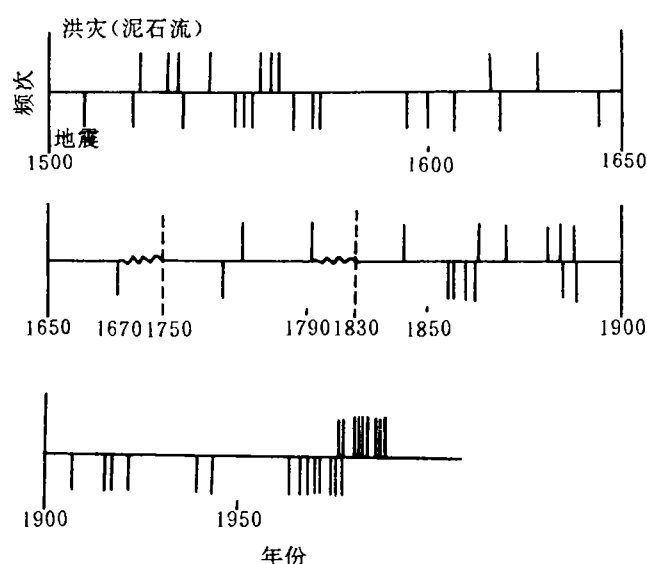


图4 辽东地区地震、洪灾(泥石流)频谱图

Fig. 4 The frequency of earthquake and flood (debris flow) in East Liaoning Area

1) 本文照片见刊末图版 I。

难免的。18世纪史料“奉天通志”<sup>[8]</sup>记载乾隆30年(1766年)春修盛京地震倒坏官房一事,显然这次地震是在此不太长的时间内发生的,故把它当成一次地震事件。据瓦房店市志记载乾隆32年(1768年)复州大水成灾。“奉天通志”记载“乾隆53年(1789年)奉天所属等处自6月至7月澍雨屡降,承德、辽阳、海城等七城被灾殊堪悯恤”<sup>[8]</sup>。这次灾害事件与19世纪的灾害事件相隔约120年。

明朝万历33年(1606年)秋九月辛丑辽东地震。万历41年(1619年)8月13日辽东宽甸、

海盖间地震。清朝顺治元年(1644年)3月丙申盛京地震,戊戌复震。万历42年(1615年)辽东大水<sup>[8]</sup>,1628年辽宁大饥。这个时期与18世纪相隔约150年左右。

自1509年盖州发生6级地震<sup>[4]</sup>之后,一直到1594年,在辽东地区共发生了11次地震,发生大的洪水灾害7次。一次是1524年在辽南的金州、复州、海城等地。这次大雨连降,河水泛滥,“男女漂溺140余人,牛马等牲畜450多头,冲倒民舍城垣”<sup>[8]</sup>。另一次是在1558—1559年,辽东各地霪雨大水,洪水规模很大,致使第二年春造成严重春荒,达到“人相食”的程度。河流上游可能有泥石流发生。1560年秋大雨复生,这次洪水发生在“右濒海临夷,水陆艰阻”<sup>[8]</sup>。所指应该是现在丹东一带的辽东地区。如果从泥石流发生的1524年算起距1615年辽东大水近百年。

## 6 结 论

从上述辽宁东部山区泥石流发育的特点看,可以得到以下结论:

1. 辽宁东部山区泥石流分布明显地受区域地质构造环境控制,它表现在泥石流往往分布在幔壳界面发生急剧变化的过渡带上。地表断裂构造发育,这些断裂构造把区内的花岗岩、花岗片麻岩等岩石切割成不同的块体,同时由于断裂构造作用的影响,使区内岩石的节理发育,从而破坏了岩石的完整性和稳定性。

2. 辽宁东部山区泥石流都分布在地震活动频繁,地壳上升速率较大的现代地壳活动强烈的地区。

3. 泥石流发生的时间与地震活动高潮具有一定的谐和关系,即泥石流发生在地震活动高潮或滞后一段时间内。

综上所述,从辽宁东部山区泥石流活动范围,活动时间等特点表明,泥石流灾害主要受内力地质作用控制。而暴雨只是激发泥石流发生的一个外部因素。

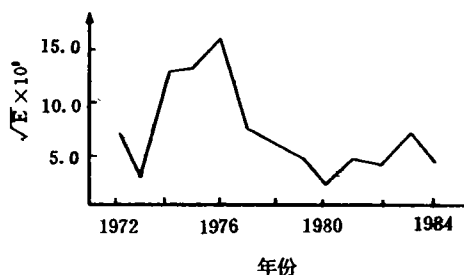


图5 辽宁地震应力释放图<sup>[10]</sup>

Fig. 5 The releasing of earthquake-responsing in Liaoning Province

## 参 考 文 献

- [1] 大连市水利局编. 大连市水利志. 大连:大连出版社,1992. 203.
- [2] 张文阁,陈爱萍. 论沿海地区减灾与发展. 北京:地震出版社,1991. 419—426.

- [3] 王谦身,刘元龙. 辽南地区地壳构造轮廓. 地球物理学报,1976,19(3):165—175.
- [4] 辽宁省计划经济委员会编. 辽宁省国土规划(专题卷). 沈阳:辽宁科技出版社,1992. 841.
- [5] 辽宁省计划经济委员会编. 辽宁省国土资源地图集. 北京:测绘出版社,1987. 1,70.
- [6] 钟以章. 辽东半岛的泥石流灾害. 灾害学,1987,(1):45—46.
- [7] 地质矿产部,国家科学技术委员会,国家计划委员会编. 中国地质灾害与防治. 北京:地震出版社,1991.
- [8] 王树楠,吴廷燮,金毓麒等. 奉天通志. 沈阳:东北文史丛书编辑委员会点校、出版,1983. 1,317—434,541,671,704.

## AN APPROACH ON THE ELEMENTS INFLUENCING THE FORMATION OF DEBRIS FLOW IN EAST LIAONING MOUNTAIN AREA

Zhang Jianwen

(Department of Geography, Liaoning Normal University Dalian 116022)

Zhang Shutang

(Dalian Earthquake Station Dalian 116021)

### Abstract

The fault structures with different graduations ranges and directions are over normal development. According to the lithologic characters, it is mostly an exposed area with granite and mixed granite. Therefore, the neotectonic movement is very strong, as well as the crustal uplift is obviously and quickly, and earthquake would occur frequently. On the history, the debris flow in East Liaoning Mountain Area has cyclical variation, which is in climax on relatively stable. This cyclical variation is in harmony with the earthquake activity in the area, that is to say, the climax of the earthquake activity is about 100 years, but the debris flow will enter into the dimax period just after the climax period of earthquake activity.

**Key words** East Liaoning mountain area, debris flow, rainstorm, topographic changing, unloading joint