

# 福建省南平 5—17 滑坡泥石流及防治对策

陈晓清<sup>1,2</sup>, 韦方强<sup>2</sup>, 崔鹏<sup>2</sup>

(1. 西南交通大学, 四川 成都 610031; 2. 中国科学院 成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

**摘要:** 通过对福建省南平市延平区 2002 年 5—17 滑坡泥石流灾害的详细调查, 综合分析了该滑坡泥石流形成的因素, 阐述了灾害形成的原因。这次滑坡泥石流灾害是多因素综合作用的结果, 但各因素所发挥作用的大小不一。主要因素是存在有利于滑坡形成的地质地貌条件, 有长时间的暴雨激发, 又有不合理的人为活动。针对灾害形成的原因提出了防治对策, 以便对以后潜在的灾害进行调查与防治。

**关键词:** 滑坡; 泥石流; 灾害; 防治对策

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2003)06-0053-03

中图分类号: P642.22

## 5—17 Landslide Debris Flow and Prevention Countermeasure in Nanping County

CHEN Xiao-qing<sup>1,2</sup>, WEI Fang-qiang<sup>2</sup>, CUI Peng<sup>2</sup>

(1. Southwestern Jiaotong University, Chengdu 610031, Sichuan Province, China; 2. Chengdu Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, Sichuan Province, China)

**Abstract** On May 17, 2002, landslide took place in Nanping county, Fujiang province. The debris flow came into being at foot of the landslide. After investigating the hazard, the cause of landslide are analyzed. The main causes are long-time rainstorm, advantageous relief geologic conditions, and unscientific human activities, etc. Through contrasting the landslide with other hazards, the countermeasures of controlling hazards in the area are put forward. For the sake of avoiding similar tragedies, science popularization education must be strengthened.

**Keywords** landslide; debris flow; hazard; countermeasures

2002 年 6 月 10 日以来,福建省普降大到暴雨,降雨量在 100~200 mm 的有 37 个市县,降雨量在 200~300 mm 的有 8 个市县,主要集中在南平、三明地区。大雨引发了大量的洪灾、滑坡及泥石流。福建省铁路沿线水位急剧上升,造成多处塌方和泥石流。2002 年 6 月 15—17 日,福州铁路分局管内先后发生各类水害 59 处。其中比较典型的是南平市延平区 5—17 滑坡泥石流。针对这次暴雨引发的灾害,中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所组织了科学考察小组进行灾害调查,其中选择了南平市延平区 5—17 滑坡泥石流作重点考察。通过灾害原因的调查,分析成灾原因,针对原因以便在以后的预防、治理中做到有的放矢,达到防灾、减灾目的。

### 1 5—17 滑坡泥石流灾害概况与背景

2002 年 6 月 17 日 8 点 02 分,外福线铁路南平南火车站至洋丹仔火车站区间(位于南平市延平区)

发生山体滑坡。近 100m 的铁路线被滑坡转化而成的泥石流所覆盖,铁路中断行车。南平南火车站至洋丹仔火车站铁路区间是福建出省铁路旅客列车的必经通道。受泥石流影响,多趟列车被迫改变行车线路,另外还有 10 余趟列车被迫停运。灾害发生后,福州铁路分局立即组织人员进行路线抢复和加固工作,并于 6 月 17 日 16 时恢复通车,但通过灾害点时,列车只能低速行驶。这次灾害给铁路运输造成了重大的损失,直接经济损失超过 5.00 × 10<sup>6</sup> 元。

延平区地处闽江上游 3 大溪汇合处,闽中大谷地最低处。多组大中型断裂带在境内交汇,致使岩体破碎,节理裂隙发育。区内最高峰金凤山海拔 1 387 m,年平均气温 19.3℃,年降雨量 1 663.9 mm,无霜期 301 d<sup>[1]</sup>,森林覆盖率 72.9%。

该滑坡位于南平市的东南部,距离市区 11 km。具体位置位于东经 118°14'04",北纬 26°36'46",闽江的左岸,位于一老滑坡体上。

收稿日期: 2003-03-19 修回日期: 2003-05-19

资助项目: 国家杰出青年科学基金(40025103)

作者简介: 陈晓清(1974-),男(汉族),四川省遂宁人,助理研究员,在职博士研究生。主要从事滑坡泥石流防治理论研究和工程设计以及地理信息系统的应用研究。电话(028)85214469, E-mail xqchei@imde.ac.cn

通过 1:10 000 地形图资料获得滑坡所处小流域特征参数,流域最低点海拔高程为 53.6 m,最高点海拔高程为 296 m,汇流面积 7 576 m<sup>2</sup>,其中对滑坡有影响的汇流面积为 121 m<sup>2</sup>。滑坡宽约 25 m,高差 40 m,滑坡长约 90 m,滑坡土层厚 0.50~1.50 m;估算滑坡体体积为 2 500 m<sup>3</sup>。滑坡转化成泥石流后,向下流至铁路的高差为 20 m,下流长度约 70 m,至铁路处泥石流宽近 100 m

## 2 5—17 灾害成因分析

5—17 滑坡泥石流灾害形成是由多因素作用的结果<sup>[2]</sup>。综合分析这次灾害可知主要因素有地形、地质、水文气象、人为因素等方面

### 2.1 地形因素

5—17 滑坡泥石流所处地形条件有利于滑坡的形成。该滑坡处于一老滑坡体上,历史上曾经滑动过,具体发生的时间距离现在很久,所调查的当地居民都不曾听过发生过滑坡灾害的传说。滑坡后壁较陡,坡度为 25°~40°,而滑坡前缘的地形坡度为 15°~25°,这样的地形条件,有利于滑坡体再次复活、滑动。

从滑坡所在该流域的围椅状地形看,有利于地表水、地下水汇流进入滑坡体。加上公路下方的坡面开垦成为梯状水田,改变了坡体的稳定状态,从而加快了滑坡的形成。

### 2.2 地质因素

滑坡区出露的基岩为前震旦系建瓯群迪口组岩石,主要岩性为角闪石片麻岩含少量黑云母片岩。为中厚层状,具有片麻理、片理构造,局部轻微混合岩化。其上覆一套第四系中更新统同安组黏土,该黏土为冲洪积物,为棕红色网纹黏土,含有约 20% 的砾石,在公路内侧出露厚度约 3 m;下层为黑色黏土,含有机质较多,为湖相沉积,公路内侧出露约 0.5 m,其下覆估计还有 1 m 以上。软弱的基岩,加上其上覆黏土层,在水的作用下交界面上很容易形成一层软弱层。在滑坡附近有南平断裂呈北东 15° 方位通过。南平断裂为松溪—南靖断裂带的一个主要断裂,对滑坡区的岩体稳定性有较强的影响。

### 2.3 水文气象因子

滑坡泥石流灾害的形成因素中地质地貌因素相对较稳定,而降雨这一水文气象因素则相对更为活跃<sup>[2-3]</sup>,往往是决定灾害发生的能动因素。国内发生的滑坡泥石流灾害大部分是由暴雨激发所致,据统计约占总数的 90% 以上<sup>[3]</sup>,金风村滑坡就是典型的暴雨激发滑坡<sup>[4]</sup>。雨水降落到滑坡泥石流区,首先充填土层孔隙,使浸润、饱和、液化,并逐渐增大饱和土层厚

度,雨水入渗导致土体自身重量增加,土体强度降低,当土层饱和厚度达到并超过某一临界值时,土体强度降低到不能稳定土体时,发生剪切运动。而且降雨本身可产生向下的孔隙水压力,也使土体稳定性降低,当降雨超过某一临界值时就会产生滑坡泥石流。

5—17 滑坡泥石流灾害发生的最主要的原因就是长期降大雨、暴雨激发所致。在灾害发生前后一段时间内该区域降雨特征曲线见图 1。从降雨特征曲线可以看到,降雨量很大,对比福建省 50 a 来的气象统计数据<sup>[5]</sup>,这次降雨在南平市历史上是少见的,累计降雨量达 445 mm;在 2002 年 6 月 15 日 8:00—11:00 的降雨量达 82 mm。

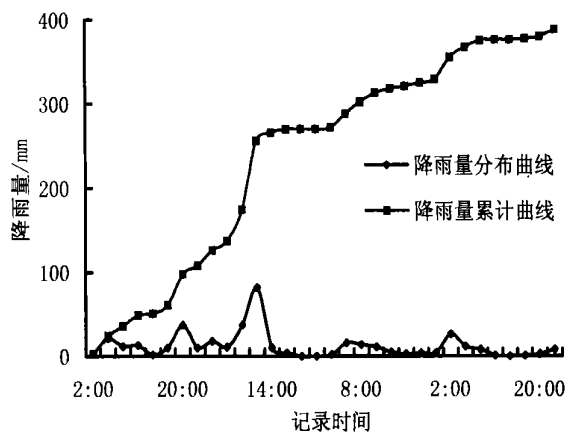


图 1 灾害前后降雨特征曲线

### 2.4 人为因素

不合理的人为活动是这次灾害发生的诱因。它使诱发滑坡泥石流发生诸因素作用得以充分发挥。如 2001 年发生的重庆武隆滑坡灾害就是典型的不合理人为因素所造成的<sup>[6]</sup>。这次灾害发生的人为活动为滑坡后缘开挖的人工水渠和滑坡中部的公路人为加载。

滑坡后缘发现一水渠,据老乡反映,在滑坡发生前,水渠在引水灌溉坡下的农田,并且水渠的水渗漏,饱和了黏土与基岩间的黏土层,形成软弱层(滑面)。特别是 6 月 12—16 日高强度降雨的作用,为滑坡进一步形成创造了有利条件。在滑坡中部有一条公路通过,该滑坡体上的路基曾于 6 月 15 日下沉,为了保障交通的通畅,在路基上堆填了大量的碎石和沙袋,等于滑坡体中后部加载,增大了滑坡推力,减小了滑坡的稳定性。公路下方是水田,水田里的水下渗,增加了滑坡土体的含水量,降低了土体强度,减小了滑坡阻力。这样促使了滑坡的形成。在公路内侧取样观察,土体已完全饱和,该土体下层为黑色黏土,上层为黄色黏土。黑色黏土含碳质,见图 2。经实验分析,得黑色黏土的土体强度为  $C = 2 \sim 5 \text{ kPa}$ ,  $\varphi = 3^\circ \sim 5^\circ$ ,  $w =$

35%。土体强度比较非饱和土体强度 ( $C = 15 \sim 30$  kPa,  $h = 10^\circ \sim 18^\circ$ ,  $w = 12\% \sim 24\%$ ) 大幅度降低, 从而导致土体失稳, 产生滑坡。



图 2 滑坡中后沿的饱和土体

综合分析, 这次滑坡发生的主要因素是有利于滑坡形成的地质地貌条件, 长时间的暴雨激发, 又有不合理的人为活动。



### 3 防灾对策

5-17 滑坡泥石流是福建省 2002 年 6 月 10 日至 17 日发生灾害的典型实例, 从福州到南平的国道沿线出现多处这样的灾害。这些灾害有各自的特点, 由于地质、地貌、水文气象、人类活动等方面的相似性, 灾害的成因、防治对策上存在共同点。通过分析此次灾害的成因, 可以得出针对全省的灾害的一些共性的防治对策。针对福建省南平市的地质、地貌、气候、农业等多方面的特点, 提出防灾、减灾对策, 以便以后防灾、减灾工作更顺利、有效。

(1) 福建省的水田很多, 应注意合理安排农田的种植结构。滑坡对水特别敏感, 水入渗滑坡体后, 会降低土体强度, 减小抗滑力, 使得滑坡变得不稳定。在铁路、公路上方的土地, 注意尽量为旱地耕种, 有利于坡体的稳定。

(2) 灌溉水渠要合理布置, 并作防渗处理, 不然还会出现类似的滑坡事件, 产生新的滑坡泥石流, 不但危害了下方的设施, 还破坏了本身的灌溉水渠。

(3) 深化潜在滑坡泥石流灾害的普查工作。目前, 我国已大力开展了崩塌、滑坡、泥石流、岩溶等潜在灾害的普查工作, 但是工作的力度还需进一步加强。这几年发生的滑坡泥石流灾害点, 多数是以前曾做过工作, 但由于认识上尚不全面, 弱化了灾害的可能性。为了减轻这类灾害的损失, 以后还应加强灾害形成机理的研究。

(4) 加强科普宣传教育。以前的科普宣传教育只是停留在电视、广播、报纸和专业期刊、杂志上, 广大群众从中只是了解了一些科学名词, 而不是实质。通

过更深入的宣传, 让广大群众知道滑坡泥石流灾害发生的环境、形成条件, 家所在附近是否有滑坡危险, 滑坡发生的前兆, 如果有滑坡危险应该采取那些措施进行减灾防灾等等。这样使灾害处于广大的群众监视之下, 有利于减灾防灾工作的开展。可以将滑坡泥石流灾害防于未然, 以使最大限度地保护广大人民群众的生命财产安全。

(5) 重要部门要成立专业队伍, 掌握潜在灾害点的情况, 定期调查。特别是雨季, 要加强巡查, 在重点段要指定专人监测。

(6) 加强科研。纵观福建全省, 由于植被覆盖度高, 起到抑制滑坡泥石流灾害活动的作用, 解放以来的滑坡泥石流灾害出现较少, 这方面的科研工作虽然也开展了, 但有待于进一步加强, 为滑坡泥石流减灾提供科学依据。

致谢: 这次灾害考察中福建省国土资源厅环境地质处、水利厅防洪办给予了大力帮助, 特此致谢。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 王秀斌. 福建省地图册 [Z]. 福州: 福建地图出版社, 2000.
- [2] 唐邦兴, 王成华, 崔鹏. 山洪、泥石流、滑坡灾害及防治 [M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [3] 谭万沛, 王成华, 姚令侃, 等. 暴雨泥石流滑坡的区域预测与预报 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1994.
- [4] 陈永波, 王成华. 金凤村滑坡成灾特征与减灾分析 [J]. 山地学报, 1998, 16(1): 53-58.
- [5] 黄文堂. 近 50 年福建气温、降水变化的统计特征 [J]. 气象, 2000, 20(7): 19-25.
- [6] 陈晓清, 王成华, 张军. 武隆滑坡与减灾对策 [J]. 水土保持通报, 2002, 22(3): 47-50.