

1994-03-20 四川省高县白崖崩塌性滑坡*

陈自生 杨文

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提 要 1994-03-20 四川省高县白庙乡芙蓉村白崖(104°39'00"E, 28°27'40"N)发生崩塌性滑坡。滑坡发生区前后缘海拔分别为 1 000 和 1 100(m)。原始方量约 110 万m³岩土物质从坡体剪出后,沿陡坡继续运动,随即解体、破碎。部分碎屑物质形成方量约 40 万m³的崩积锥;大部岩土物质转化为碎屑流而进入沟道内,后经三次转折,流程约 650m,形成方量约 100 万m³的碎屑堆积物,历时约 1min。这场灾害致死 18 人,伤 3 人,造成直接经济损失 300 万元。

关键词 四川省 高县 崩塌性滑坡 碎屑流 潜在性泥石流

1994-03-20 的 12:10 左右,四川省高县白庙乡芙蓉村坳口北侧的白崖陡壁上突发崩塌性滑坡(104°39'00"E, 28°27'40"N,图 1)。滑坡方量约 110 万m³,滑落的岩土物质沿斜坡下段陡坡运动,随即解体、破碎,转化为碎屑流,又顺石炭湾沟(流向西)继续向前运动约 650 米。这次滑动致使 197 户 862 人受灾,掩埋房屋 18 间(4 户 17 人),损坏房屋 475 间(119 户 611 人),圈舍 121 间,埋没耕地近 10ha,致死 18 人,伤 3 人,摧毁小煤窑 1 处,矿区公路被毁 3.2km,造成直接经济损失 300 万元,间接损失 480 万元(照片 1)¹⁾。

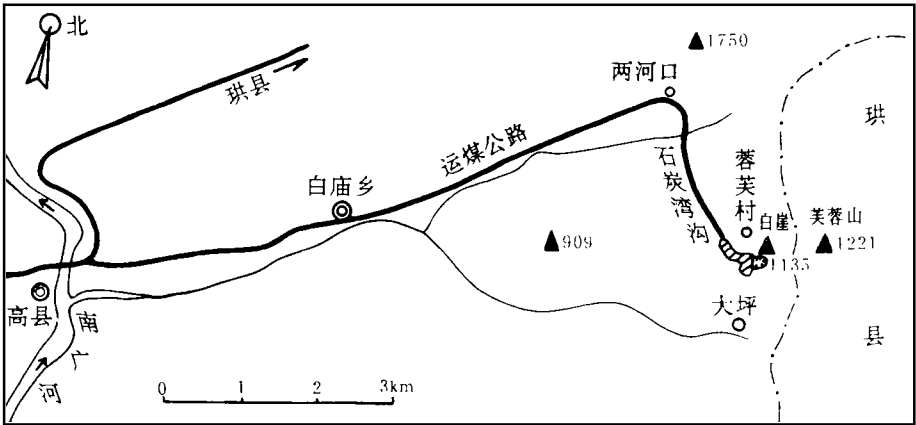


图 1 白崖崩塌性滑坡位置

Fig. 1 Location of the collapse landslide at Baiya, Gaixian County, Sichuan Province

* 本次考察(1994-03-29—04-05)得到宜宾地区防汛指挥部办公室、宜宾地区水土保持办公室、长江上游水土保持重点防治区滑坡泥石流预警系统宜宾一级站、高县人民政府、高县矿产管理办公室、高县水土保持办公室的大力协助;高县矿产管理办公室陈培江同志陪同考察,特此一并致谢。

1) 本文照片见刊末图版 I。
本文收稿日期:1994-05-05。

滑坡发生后,到03底,滑坡后壁上的落石和斜坡下段陡坡上的滚石从未中断过。尤其在考察期间,时逢小雨,沟内碎屑物质前端舌部已转化成小型泥石流,坡面上也多处发生坡面泥石流。这标志着该沟已从山区一般的山洪沟谷转化为泥石流沟谷,对下游交通、煤窑构成了潜在威胁。

1 滑坡发生的环境条件

滑坡发生在海拔1221m的芙蓉山西侧白崖(又名大埂)悬崖陡坡地带。滑坡发生区属川南低山区边缘。在地质构造上,正置于东西向长宁双河大背斜西端的次级构造——北东向芙蓉山背斜轴部。崖顶海拔1100m,崖高360m,坡向255°。大致以海拔1000m小平台处为界:其上是近于直立的悬崖,以下为55°左右的陡坡。岩层产状近于水平,岩性为粉砂岩、细砂岩、砂质页岩及泥岩互层。

当地坡体的岩层中主要有三组构造节理:1.倾向263°,倾角90°;2.倾向96°,倾角80°;3.倾向153°,倾角80°。其中第1组构造节理不仅控制着沟谷、垭口的展布方向,而且在垭口形成后的陡崖演化过程中,随着坡体卸荷作用的发展,在坡体顶部发育成平行于陡崖的垂直张裂缝,横切坡体。而第2、3两组构造节理从不同方向切割坡体,它们与岩层层理共同将坡体切割成更小的块体,为后来的崩塌、滑坡过程提供了物质条件和结构条件。

坡前为一近南北向的垭口(当地称坳口),海拔840m,宽约200m。垭口以西为石炭湾沟。石炭湾沟有两处源头。临近垭口处的源头,又被沟内的小分水岭(坟山大埂)隔为南北两条小冲沟(分别暂名为南冲沟和北冲沟)。南冲沟纵比降陡峻、短小,它是北冲沟的支沟。北冲沟规模相对较大。坟山大埂呈长条状,下部见基岩出露,上部为已风化的古崩积物所覆盖,其上植被较茂盛。这表明石炭湾沟源头一直是白崖崩积物的贮存场所。

区域新构造运动特征主要表现为大面积间歇式隆升,发育有多层层状地貌(如夷平面、剥蚀面、高阶地等)。与本次灾害相关的地貌面有海拔800m和1000m两层。多层地貌面不仅使地貌演化呈台阶状,而且也意味着在各层地貌面上必然发生过剧烈的坡脚应力集中和后期应力释放,也是坡体最容易发生破坏的地带。海拔800m的地貌面控制着垭口的海拔。

由上述坡体物质及其结构,以及两层地貌面对白崖坡体后期演化起控制作用可推断,第四纪以来白崖坡体表面一直保持着台阶式平行后退。在坡面台阶式平行后退过程中,坡体物质向坡脚运移的方式主要为块石崩塌。块石崩塌规模较大者,不仅可在坡脚形成崩积锥,而且也可转化为碎屑流。或者,当坡脚处崩积物累积到一定规模时,在暴雨诱发下形成蠕动或流动一段距离,这就使垭口一带覆盖着大量的古崩积物(块石直径>1m)。

石炭湾沟为典型的山地河流。从源头至交汇口长1750m沟段纵比降约180%。沟床上基岩出露,常见跌水,旱季水量极小,上游干涸。沟内松散物质以人工采矿弃渣为主。因此尽管当地降水充沛,年降水量达1184mm,降水季节分配不均,多年降水量变差系数大,最大年降水量1300mm,最小年降水量600mm(1993年),但因汇水面积小,沟谷又几乎顺岩层倾向发育,故只发生零星的小规模崩塌,滑坡也极少且规模小。以往该沟只是由

于人工弃渣缩窄过流断面而常发生轻微的山洪灾害(据了解,它仅几年发生一次)。在这种情况下,虽村办小煤窑井口几乎都置于沟床附近,山洪也只能暂时淹没运煤公路,但不影响正常生产。在这次灾害发生前,未降大暴雨。

地下采煤活动是诱发当地山地灾害的不可忽视的因素。上二叠统乐平组煤系为当地提供了大量煤炭资源。煤矿采空区距垭口仅约 100m。20 世纪 80 年代以来,地下采空的影响主要表现在地下水位下降,平缓地表局部沉陷。据了解,1986 年起白崖坡体即有明显的小规模崩塌活动;1988 年崖顶出现 8 条地表裂缝,宽 60—80cm,长 100—300m;1990 年崖顶出现严重开裂;1991 年块石崩落更加频繁。

地下采空对崖体失稳有如下明显促进作用:1. 使沿构造节理而发育的平行于崖壁的卸荷裂隙规模迅速增大,崖体开裂显著,乃至产生规模巨大的地表裂缝;2. 煤矿采空区的上覆岩层移动,使地表裂缝两侧的崖体错动,岩层产状发生明显变化。这说明在以崩塌方式为主的坡体演化过程中,白崖坡体的地下采煤活动不仅导致地下水位下降、平缓地表局部沉陷,也促进了崖体开裂并错动,从而成为块体崩塌、滑坡活动频率增高、规模增大的重要外因。

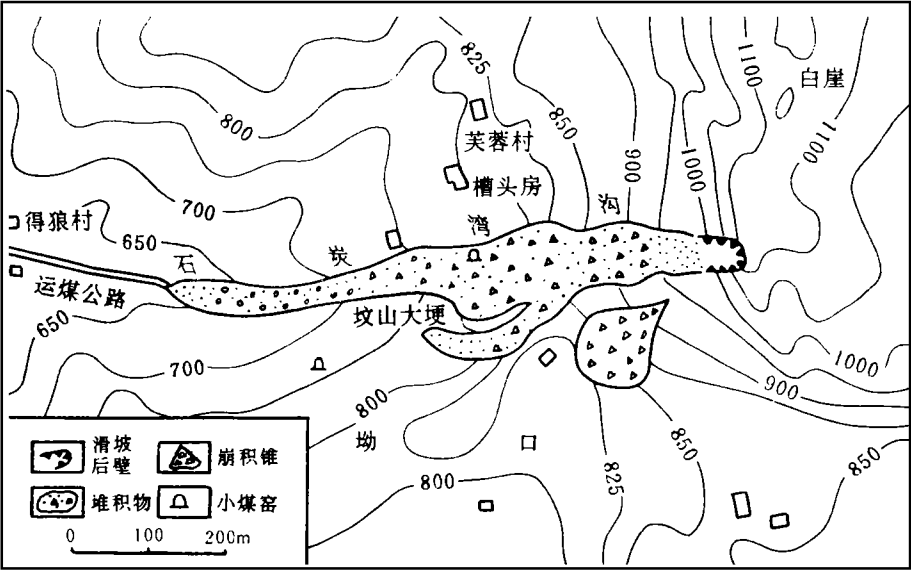


图 2 白崖崩塌性滑坡灾害
Fig. 2 Baiya Collapse Landslide

2 成灾过程(图 2)

本次灾害的前两天,白崖块石崩落频率明显增高;至 1994-03-20 凌晨零时左右,约 1 次/10min;当日黎明时刻,约 1 次/4—5min。

当日 12:10,原始方量约 110 万m³ 的坡体岩土物质从海拔 1 000m 的崖体中部爆出(目击者语),沿途铲刮坡面,获得大量粘土物质,最终运动约 650m,形成方量约 130 万m³

的碎屑堆积物,历时约 1min.

滑体运动受层面和节理面的综合控制,指向 307° . 后壁近于直立,高约 100m. 早已被构造节理切割、破碎的滑体一经起动,在循层理面和节理面发育成的台阶状滑床上运动中,就随即解体而呈崩塌状,从半坡上倾泻下来.

滑体物质的主体顺坡向西运动而成碎屑流,除滑床遭铲刮外,沿坡地表物质也被捕获,致使碎屑物质方量增大至约 100 万 m^3 . 前端的粘土含量也剧增,其中部分流入南冲沟内并停积(照片 2),方量近 7 万 m^3 .

东端的部分滑体物质随坡滚落成崩积锥(照片 3). 其按高 $H=80\text{m}$ 、原始坡度 $\alpha=55^{\circ}$ 、堆积坡度 $\theta=35^{\circ}$ 、横向长 $L=200\text{m}$ 估算,方量近 40 万 m^3 .

碎屑物质的绝大部分进入北冲沟,沿沟产生三次转向:1. 流向 307° ,流程 300m,超高 25.0m,估算流速 34.7m/s(末速),爬上槽房头台地;2. 流向 264° ,流程 150m,超高 15.0m,估算流速 12.1m/s(末速),掩埋小煤窑井口;3. 流向 291° ,流程 200m,超高 5.5m,估算流速 10.4m/s(初速).

在北冲沟内粘土含量甚高的碎屑流的前部具有明显的铺床作用,从而更有利于后续的碎屑流运动. 这表现在:粘土含量甚高的碎屑堆积物被刨蚀,在沟边留下高达 8—10m 的陡坎,而且后续碎屑流在前部碎屑堆积物之上又顺沟超前约 100m 才停积下来(照片 4).

3 灾 后 现 状

白崖崩塌性滑坡发生后的状况如下.

1. 滑坡后壁上的块石崩落从未停止过(照片 5).

2. 坡体剪出口以下坡面上的堆积物极不稳定:1)受滑坡后壁滚石激发而产生连锁式滚石;2)时有小规模滑动;3)降雨激发坡面泥石流(见照片 2).

3. 南冲沟内粘土含量甚高的碎屑堆积物,在降雨作用下极易发生泥石流;即使在小雨诱发下,堆积体舌部也发生了小规模流动.

4. 北冲沟内已贮有约 90 余万 m^3 碎屑物质,加之原始沟床纵比降较陡,致使石炭湾沟已成为潜在性泥石流沟(照片 6). 它至少威胁着两河口以上沟段 200 余名小煤窑矿工的生命. 此外沟内的井口堆填工程(工业广场、堡坎),以及沿沟展布的运煤公路堆填路基已不仅将被淹没,而且将被冲刷、刨蚀,从而成为泥石流固体物质的人为补给源,这无疑会加大泥石流规模,加剧泥石流灾害. 其灾害形式有:1)掩埋井口;2)在两河口处堵断另一支流,回水将淹没附近民工工棚,形成次生洪涝灾害.

4 减 灾 防 灾 措 施

这次滑坡涉及到芙蓉和得狼两个村. 当地村办小煤窑几乎是村民唯一的经济支柱. 在石炭湾沟内现有二处较大规模的村办小煤窑,正受到潜在性泥石流的威胁. 使煤窑免遭泥石流危害有以下的措施可供选择.

4.1 划出泥石流危险区

泥石流危险区应根据沟内碎屑物质(含人工堆积)贮量、沟床纵比降、沟坡坡度、沟谷断面形态、降水量等要素,划分出泥石流可能运动距离和各断面处泥石流可能危及高度。泥石流危险区一经划定,由县政府根据《中华人民共和国水土保持法》等法规、条例,设立警戒标志,公告于众,并做好广泛深入的宣传工作。

4.2 对沿沟的煤窑井口、工棚、道路等建筑物重新作出布局

在泥石流危险区内的煤窑平硐可改为斜井,以提高煤窑井口高度,免遭泥石流危害。工棚和道路等也要布置在泥石流危险区之上。

4.3 加强灾害监视

每逢汛期降雨时,需派人监视石炭湾沟泥石流活动。一旦有暴发泥石流前兆,应即发出避灾警报,敦促人员撤离。

4.4 设立观测站和观测设施

1. 在石炭湾沟上游一带设立雨量站,作简易降雨观测。这会使监视工作更具针对性。
2. 如有条件,应在崖顶处设立地裂缝观测仪器,以获取崖体崩滑前兆信息。这项工作与降雨观测、监视工作相配合,可使减灾防灾工作更富有成效。

4.5 迅速做好沟道清障工作

目前村办小煤窑占据沟床现象十分严重,尤其是井口工业广场扩展至整个沟床,使沟床的自然断面完全丧失。崖下的最窄处宽度不及1m。面临上游沟床内已贮存上百万立方米的滑坡堆积物和数十万立方米的运煤公路的填方路基。即使暴发小规模泥石流,也将会使井口工业广场遭到灭顶之灾。因此村办小煤窑应立即改变现状,重新布设工业广场,力争做到具有防御小规模泥石流灾害的能力。

4.6 划定灾害范围

鉴于白崖的崩塌、滑坡活动仍有潜在性威胁,所以应划定白崖崩塌、滑坡灾害危及范围和可能波及的范围。对波及范围内的村民应预先选定避灾场所、撤离路线,并由村干部、民兵、青年分工负责老弱病残村民的转移;对危及范围内的村民应尽快安排搬迁,应特别注意将新址选在安全地带,避免将村民从白崖崩塌、滑坡危及区搬至另一危险区。

4.7 做好山地灾害调查

本次灾害发生在盆周山区,这是崩塌、滑坡、泥石流的易发地区。当地广泛出露的煤系更属易滑地层。古老滑坡发育数量多且规模大。在特定的地貌部位和地质构造部位上,崩塌现象也比较发育。在本次现场考察期间,沟坡上的小型崩塌、滚石时有发生。因此建议当地政府应汲取本次事故的教训,从国家和人民生命财产安全着想,组织科技力量做好本地山地灾害的调查工作,并积极采取有效的措施,以减轻和预防山地灾害。

A COLLAPSE LANDSLIDE OF MARCH 20, 1994 AT BAIYA, GAOXIAN COUNTY, SICHUAN PROVINCE

Chen Zisheng Yang Wen

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*

& Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041)

Abstract

Baiya Collapse Landslide occurred on March 20, 1994, is located at section of Furong Village, Baimiao Xiang, Gaoxian County, Sichuan Province (at $104^{\circ}39'00''\text{E}$, $28^{\circ}27'40''\text{N}$).

Altitude of occurring section is 1 000—1 100m. The landslide is involved solid materials about $1.1\text{M}(\text{m})^3$, when it shored out and moved along the slope, and then smashed into debris. Some debris about $0.4\text{M}(\text{m})^3$ piled up, others mixed with the soil, changed into debris flow, and ran into the gully. The debris flow ran 650m for 1min, turned directions for 3 times and involved about $1.0\text{M}(\text{m})^3$.

18 persons are killed and 3 wounded. The economic loss is 3M yuan (RMB).

It's necessary for reduction and prevention of the hazard; 1. to designate debris-flow dangerous area; 2. to remove coal pithead, houses, road along the gully; 3. to keep watch on the hazard; 4. to set up the observation station and installations; 5. to clean away obstacles in the gully; 6. to designate hazard area; 7. to strengthen investigation on mountain hazards.

Key words Sichuan Province, Gaoxian county, Collapse landslide, debris flow, potential debris-flow