

吸取巫溪县南门湾岩崩与环境 工程地质血的教训

吴其伟 孔纪名

(中国科学院成都地理研究所)

提 要

本文扼要地介绍了巫溪县的环境地质条件,对南门湾岩崩灾害的成因机制进行了分析,并就巫溪县环境优化问题提出了建议。

一个星期前,即1987年9月1日凌晨3时,四川省巫溪县城南南门湾,发生了一起闻名全国的岩崩灾害。规模仅7,000立方米的失稳岩体,却摧毁了县电力公司五楼一底砖混结构的职工宿舍以及两座旅舍和一些居民住房。巫溪县与四川奉节、陕西镇坪相连的进出口道路遭到掩埋;严重的是在此次灾害中有95人丧生,使巫溪县人民蒙受了巨大的损失。除间接损失外,据初步统计,此次岩崩所造成的直接损失高达200万元。

灾害发生后,中央领导同志非常关怀,省地县各级政府立即组织抢险救灾,中国人民解放军工兵部队火速奔赴现场。这种一方受难八方支援的动人情景,显示了社会主义制度的无比优越。

中国科学院成都地理研究所闻讯后,组织科技人员奔赴现场进行科考,协助巫溪人民抢险救灾。在现场总指挥万县地区党委书记欧阳荣同志的主持下,同长江流域规划办公室、四川省公路局、交通厅勘测设计院、四川省水文地质研究中心、万县地区和巫溪县各有关兄弟单位的专家和科技人员,共同探讨了南门湾岩崩的成因机制,研究了北侧宝珠庵陡崖开裂险情的防治对策和整治方案。

同时,还受巫溪县人民政府的委托,与长办、水文地质研究中心、成都地质学院联合组成调查组,对巫溪县西宁区红崖子胡家坡危岩体和县党校综合器材厂附近的凤凰山危崖进行了实地考察。根据现场考察情况和坡体的变形形迹,就两处危崖的稳定现状和防范措施,向县政府作了书面简报,提供了相应的措施和意见。

通过以上工作,认识到巫溪县危崖落石、滑坡灾害的频繁发生和广泛分布,有其特殊的地质背景条件,与人类的开发活动和城镇建设有着至为密切的关系。环境工程地质问题的研究,已成为该县经济发展、城镇建设、公路交通、水力开发和国土整治亟待解决的重要课题。地县各有关部门应认真对待,需从南门湾岩崩灾害中吸取血的教训。

下面,以南门湾岩崩灾害为例,介绍巫溪县存在的环境工程地质问题。

一、环境地质条件

巫溪县位于四川省东北部,介于东经 109° — 110° 、北纬 $31^{\circ}20'$ — $31.40'$ 之间。在地质构造

上,本区位于南大巴山大洪山拗褶带。南大巴山拗褶带,为一系列弧形冲断和线形褶曲组成的帚状构造。该构造以北西向入巫溪县境,逐渐向东转入东西走向。区内褶皱颇为紧密,断裂亦较发育。褶曲核部岩体,一般较破碎,节理裂隙发育,整体性遭到严重削弱,岩崩和滑坡多利用其中不连续面构成剥离面或滑动面。

考察区内出露的地层,以二迭系、三迭系的碳酸盐类岩石为主,三迭系巴东组和志留系中下统的砂泥岩,在区内偶有出露。

二迭系为由灰—深灰色中厚层状、块状石灰岩构成。质地坚硬,抗风化侵蚀力强,经河流切割常形成两岸如壁的陡崖和崖落千丈的隘谷。但其中所夹薄层炭质页岩和煤线性软,往往是岩体中的薄弱环节。当坡体中结构面处于不利组合条件下,经长期内外营力作用和不恰当的人为活动,易形成变形扰动强烈的危岩体。巫溪县西宁区红崖子胡家坡即是典型的例证。同其中煤层的开挖以及灌溉渠道不合理布置,有着直接的关系。

三迭系下统嘉陵江组和大冶组,为薄层状及中厚层状灰岩及白云岩构成。这套地层在考察区内广为分布,为本区向斜构造地层,背斜两翼亦有分布。据野外考察,三迭系灰岩的完整程度不如二迭系灰岩,无论在背斜、在向斜、在山岭或谷地,岩溶地貌都十分发育。特别是嘉陵江组,其中分布有泥质、钙质胶结的白云质角砾岩以及黄绿色的页岩,经河流深切旁蚀,易形成危岩体。县境内大宁河两岸广泛分布的倒石堆或坡崩混杂堆积物,多系此组岩体的产物。该县南门湾和凤凰山危崖亦系此组岩石构成。

志留系砂泥岩,在考察区内虽不常见,但因其性软和节理劈理发育,沿大宁河及其支流西溪河的公路,内边坡出现滑坡的地段,均系志留系岩石出露的地区。雨季时经常造成阻车断道,为巫溪通往陕西、湖北公路线上的主要地质灾害。

三迭系巴东组为紫红色钙质泥岩及碎屑岩地层,仅在巫溪县的文峰坝和上璜坝处有分布,由于地势平坦和岩层产状有利,重力地质现象和岩崩滑坡灾害少见。

本区属于亚热带湿润季风气候区,年平均气温 15° — 16° C,最高气温可达 38° C,最低气温为 -6.5° C,日温差较大,热力条件于岩石的风化十分有利,有利于碳酸盐类岩石的溶蚀。年降水量一般在1,000—1,300毫米间,5—9月为雨季,降水量可达800—900毫米,日最大降水量曾达139.2毫米,地表径流强烈,流水作用活跃,是塑造本区地貌的主要外动力,也是诱发岩崩和滑坡发生的主要因素之一。

区内地貌格局,系受本区地质构造的控制,山脉走向同弧形构造线一致,水系分布在一定程度上反映出河谷适应于构造。本区的地貌以岩溶或侵蚀的复向斜、复背斜中山地貌为主,面积3,054平方公里,约占全县总面积的90%。缓丘平坝在巫溪县所占面积,仅1%左右。山顶高程一般在1,500—2,500米间,切割深度大于1,000米,其地形特点是山势嵯峨、重峦叠嶂、地形破碎和谷坡陡峻。山间谷坡坡度一般在 30° 左右,河谷普遍呈“V”形,谷底冲积物不发育,河流阶地罕见,两岸谷坡具有高陡的临空条件。随着森林植被的砍伐、道路工程的修建、水利资源的开发以及城镇建设的发展,区内暴露出的滑坡崩塌灾害,有日益严重的趋势。

同时,境内的大宁河及其支流东溪河、西溪河和茶登河,河流比降大,可达7%,流水作用强烈,搬运力大,对于岸坡的切割旁蚀作用,不可低估。

总之,象巫溪县这样的环境地质条件,无论从坡体结构特征、岩性组合条件、地形地貌格局及其内外营力条件,境内岸坡在抵御崩塌、滑坡灾害的能力上,显得十分脆弱。人类活动稍有失误,都将会导致南门湾式岩崩灾害的重演或诱发滑坡发生。

二、南门湾危崖的结构特征和失稳模式

南门湾位于巫溪县旧城南，大宁河的右岸。该县的进出口道路由其间通过，道路内侧为嘉陵江组灰岩的直立陡壁，陡壁下方有坡崩堆积物支护。在堆积物上分布有两户居民住房。1982年县电力公司在公路内侧破土动工，平整地基，建造了五楼一底带地下室的砖混结构职工宿舍大楼。在道路外侧路肩外，还建有二幢私人营业的旅馆（图1）。

危崖岸坡坡顶高程320米，公路路面标高220米。该处岸坡并非崖落千丈的绝壁，仅为坡高100米的陡崖。在地质构造上，南门湾系位于尖山巫溪复向斜轴部附近，岸坡走向与构造线近乎正交，为横切构造线的灰岩层状结构坡体，岩体中地层层面于坡体的稳定并非不利。

据现场考察，失稳岩体的边界，系同岸坡在河流切割风化卸荷作用下所引起的松动变形范围有关，受坡体中分布的SN向、EN向高角度节理裂隙面的控制。南门湾岩崩体的后缘剥离面，系利用SN向的陡倾节理，斜面倾角约 70° 左右，陈旧无明显的新鲜擦痕。南北两侧侧壁，系受EW向高角度节理面的控制。现场考察，北侧侧壁有明显的剪切擦痕，相邻宝珠庵陡崖受到了牵动，岩体发生了明显的开裂，影响范围宽约20米左右。对该处斜坡下方的城镇建筑物，构成了严重的威胁。在结构特征上，南门湾失稳岩体相当于高70米、宽20米、厚约4米左右的板体（图2）。

南门湾危崖体的失稳模式，较为特殊，有别于一般坠落性质的岩崩，亦不同于滑移弯曲变形性质的滑坡。前者一般具有“点头哈腰”形态的明显变形，后者坡体下部要发生隆升性的纵向弯曲。失稳前，南门湾危崖体均无这些变形特征反映。

据现场访问和岩崩体的堆积形态特征考察，危崖体的失稳，具有先滑后崩、下滑上坠的特征。前

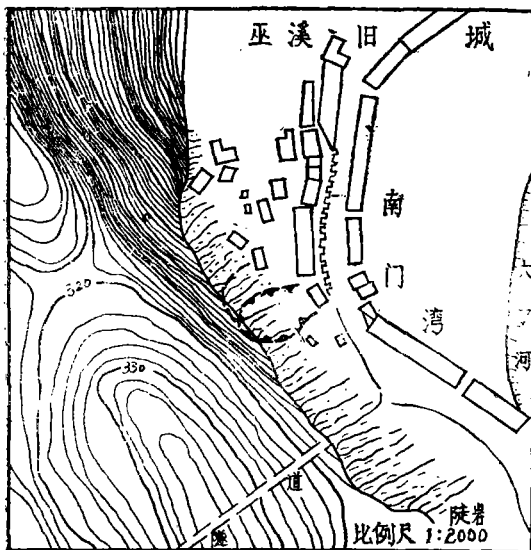


图1 巫溪县南门湾岩崩位置平面图

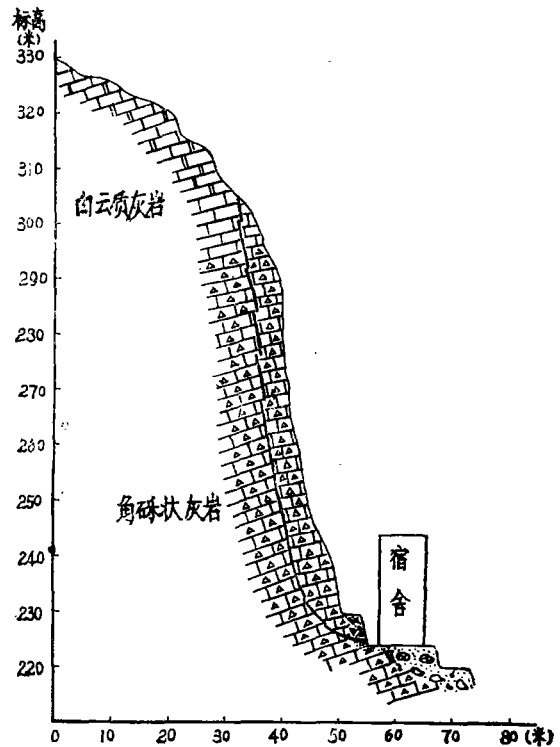


图2 巫溪县南门湾岩崩剖面图

兆是危崖表层落石,岩体本身不出现弯曲变形。一般易误认为是表层风化松动岩块的坠落,而放松对可能发生规模较大岩崩的警惕。但先滑后崩性质的岩崩,除了表层落石前兆外,其后缘一般会出现前兆开裂,坡脚出口处会有推挤变形前兆产生。据幸存者谈,8月30日曾发现老鼠异常,到处乱窜,临滑前紧靠崖壁的居民住房,出现了内侧墙体挤裂的征兆,同时落石现象加剧。这些征兆,对于岩崩的临滑预报,无疑是极为有用的信息。一些幸存者能够死里逃生,均借助于这些信息而决定疏散。

南门湾岩崩之所以会出现先滑后崩的失稳,有其特殊的地质背景,和其失稳岩体的结构特征、岩性的组合条件以及坡脚处地下水的活动密切相关。人类不恰当的工程活动,一般会加速岩崩的发展过程,触发灾害发生。

就力学分析,依附于后缘陡倾斜面的板状岩体,仅依靠斜面的抗滑阻力,是无法维持稳定的。同下滑力相比,倾角 70° 斜面能以提供的抗滑支持力是微乎其微。岩崩前,失稳岩体的稳定,主要依靠下部岩体的支持,受下部岩体抗压强度的控制。同时,失稳板状岩体系由嘉陵江组灰岩组成,刚度较高,其动弹模量可达 8.82×10^3 MPa,要依靠自身重力作用产生“点头哈腰”或纵向弯曲变形,是相当困难的。这就限定了南门湾危崖体的失稳模式,具先滑后崩性质。岩体的失稳,取决于下部支持岩体抗压强度的衰减。

前已指出,组成南门湾岸坡的地层是嘉陵江组灰岩,上部为致密坚硬的白云岩,下部为泥质、钙质胶结的白云质角砾岩。同时,坡体下部地下水较为活跃。经现场考察,卸荷松动、溶蚀泥化后的白云质角砾岩,完整程度远低于原状岩体,特征是裂隙发育、岩体破碎,裂缝中一般夹有相当数量的粘土充填物,力学性状与库仑粒状材料性质相近,岩体的单轴抗压强度一般不会高于4.9MPa,可能比此值更低。

按照现场量测支持板体的承压断面,根据地基耐力强度估算,下部支撑岩体承受的压应力,已接近于单轴抗压强度指标,说明板体稳定的安全储备值有限,距离临界状态不远。下部支撑岩体的强度,在很大程度上,是依赖于外侧坡崩堆积物的侧向围压作用。因此,在坡脚处进行任何扰动堆积物的工程活动,都将会加速支撑岩体的应力破坏过程,诱发危岩体的失稳。

无疑,在南门湾危崖下方坡脚处,破土动工修建居民住房和职工宿舍,是十分欠妥的。城市建设规划部门,应从中吸取教训。

三、关于巫溪县环境优化问题的几点建议

从南门湾岩崩灾害血的教训中,人们应当清楚的认识,违背自然规律的活动,付出的代价是十分惨重的。就地质学的观点,国内外许多学者已将人类活动看作不可低估的地质营力,对于它的反馈作用特别关注。前已指出,巫溪县的地质环境在抵御岩崩、滑坡、泥石流等灾害的能力上,相当脆弱。因此,进行环境工程地质评价,已成为巫溪人民刻不容缓的紧迫任务。否则,人们在改革开放中辛勤积累的财富,有被自然灾害吞噬的危险。现就此问题,在这里提出几点建议:

1、地县领导应组织专门的班子,加强环境工程地质问题的研究。通过普查对县区环境进行危险区划,为城镇规划、水力开发、道路选线、矿山开采和农田建设,提供科学的地质依据。

2、要注意总结经验教训,加强对岩崩、滑坡和泥石流等灾害的科普知识教育,以达到增强人们抵御自然灾害的能力,尽量避免类似灾害的重演或减轻灾害的损失。

3、在高陡岸坡下方或已有变形迹象的危崖处以及地质灾害地段,凡削坡平整地基来修建房屋,要严加控制或禁止,未经地质勘测和评价,不得盲目动工。

4、巫溪县境内山体结构的稳定程度较低,修建公路或水力开发,一般不宜进行规模较大的

开挖，危崖地段最好以填方路基通过为宜。

5、高山陡崖地区，进行矿山资源开采，需持慎重态度。未经坡体稳定评价，盲目开采，易酿成如西宁区红崖子胡家坡式的危岩体。山体受扰动的范围大，一旦失稳有可能造成规模巨大的灾害性滑坡，导致西溪河堵江，兴建的西宁电站坝址报废和西宁镇房屋被淹。

6、中山地区发展种植业要因地制宜，危崖地段以退耕还林为宜，其下的农民住宅应及早搬迁。同时，坡地上的灌溉渠道要加强管理，注意维修，避免水体给稳定性较低的坡体带来不利，不能任其漫流。

7、有变形开裂迹象的危崖体或滑坡，应进行长期观测监测。湖北秭归县新滩滑坡，由于湖北省岩崩调查工作处的科研人员进行了长期监测，作了深入细致的科学分析，准确的进行了预报，在规模几千万立方米的新滩滑坡发生时，竟无一人伤亡。如果南门湾岩崩，事前作了相应的监测分析，95人的伤亡事件是完全可以避免的。

最后，必须指出，以岩溶或侵蚀复向斜、复背斜中山地貌为特征的巫溪县，无论是发生规模不大的岩崩，或是出现规模较大的滑坡，其摧毁力都是巨大的。钢筋混凝土现浇板和块体砌筑的承重墙修建的砖混结构建筑物，在抵御这样灾害的能力上，只能以卵碰石，切不可盲目乐观，存在侥幸心理。南门湾失稳岩体的规模，不过7,000立方米，却使五楼一底的砖混结构建筑物，倾刻之间化为一片废墟。在这样的山区自然条件下，对于岩崩、滑坡和泥石流等自然灾害，任何掉以轻心、放松警惕的行为，都将招致灭顶之灾，必须认真对待。

此次科学考察，得到了万县地区和巫溪县各级政府和有关部门的大力支持，在此表示衷心感谢。并对联合考察的各兄弟单位致意。撰写过程中，曾得到本所李天池副研究员的帮助，深表敬意。

DRAW A LESSON FROM ROCK-FALL OF NANMENWAN AND SOME PROBLEMS OF ENVIRONMENT-ENGINEERING GEOLOGY IN WUXI COUNTY, SICHUAN PROVINCE

Wu Qiwei Kong Jiming

(Chengdu Institute of Geography, Academia Sinica)

Abstract

In this paper the authors simply introduce the environmental-geological conditions and analyse the forming-mechanism of rock-fall hazard of Nanmenwan, and make a good suggestion for environmental improvement in this area.