

长江三峡东段的地震与滑坡问题

李愿军¹, 丁美英²

(1. 武汉大学土木建筑工程学院, 武汉 430072; 2. 华中科技大学土木工程与力学学院, 武汉 430074)

[摘要] 讨论了长江三峡东段(巫峡—西陵峡)地区的地震与滑坡问题。认为, 峡区存在的断裂活动带、地震活动带和滑坡活动带, 在空间分布上重叠, 在时间周期上吻合, 在活动强度上一致, 突显出区域地壳运动的一种重要特点。且以黔江—恩施—巴东和仙女山—香溪—兴山两条强震发生带最为典型; 强调指出, 在对库区进行地质灾害治理时要优先考虑潜在地震活动的影响。

[关键词] 长江三峡; 地震; 滑坡; 工程治理

[中图分类号] V475; V476 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2003)10-0043-09

万里长江, 源于雪域高原, 汇集百川千湖, 以气吞山河之势奔来眼底, 又以雷霆万钧之力、大气磅礴之势冲出绝壁, 呼啸向东。《水经注》中记载: “自三峡七百里中, 两岸连山, 略无阙处。重岩叠嶂, 隐天蔽日, 自非停午夜分不风曦月。有时朝发白帝, 暮到江陵, 其间千二百里, 虽乘奔御风, 不以疾也。”可见长江三峡之险奇峻峭。

峡江两岸, 绝壁临空, 险峰对峙, 怪石嵯峨, 霞举云飞, 风景秀美。但在地质学家的眼里, 它是危岩易陨、崩塌频仍的地质灾害多发区。根据史料查证, 三峡地区历史上曾发生过各类崩滑事件 100 多次, 大型和特大型者 40 余处, 崩塌体积几十万至几千万 m^3 不等, 引起阻塞长江、影响航运的至少有 5 次^[1,2]。值得关注的是, 岩崩、滑坡、泥石流等物理地质现象并非孤立的地质事件, 它与区域断裂及地震活动具有不可分割的构造联系, 是区域地壳运动的不同表现形式。构造事件之间相互牵动、制约或触发, 致使灾害成丛或成链发生, 这是一种需要研究的基本规律。

1 活动的滑坡带

1.1 峡区的滑坡灾害

三峡地区是我国严重地质灾害的多发区。史料记载: “江水历峡东迤新崩滩, 此山, 汉和帝永元十二年(公元 100 年)崩, 晋太元二年(公元 377 年)又崩, 当崩之日, 水逆流百余里, 涌起数十丈。今滩上有石, 或圆如箬, 或方似屋, 若此者甚众, 皆崩崖所陨, 致怒湍流, 故谓之新崩滩。余颓岩所余, 比之诸岭, 尚为辣桀”。(《水经注卷三十四·江水》)。随着三峡工程建设步伐的加快, 人为诱发的环境地质灾害也日趋凸现。

三峡工程大坝设计坝顶高程 185 m, 正常蓄水位 175 m, 总库容 $393 \times 10^8 \text{ m}^3$, 水库全长约 667 km, 被淹没的陆地面积 632 km^2 , 水库淹没范围涉及 21 个县市, 其中 13 座县城和 16 个集镇须全部搬迁, 根据动态人口变化到 2008 年须搬迁总人口 113.38 万人, 移民迁建以“就地后靠”为主, “异地外迁”为辅的原则^[3~8]。由于库区地质条件和地理环境十分复杂, 缓坡地带多为古滑坡所形成, 所以在生存、建设和发展的压力下, 自然生态环境保护失衡, 大规模库区的人类工程活动的诱发, 使库区受到岩崩和滑坡的严重威胁。近年来不断发生的大规模崩滑现象, 导致了库区大量的生命和财产

损失。以湖北省巴东县为例^[9,10],为适应城市建设发展和三峡工程的需要,1979年10月决定将黄土坡作为新城址,并于1984年5月开始新城建设。1986年长江三峡工程地质专家考察组提出:“巴东新城址的环境地质问题较多,且较复杂,虽已进行过较多的勘测与规划工作,其重点是研究地质基础和城市的规模布局,对环境地质问题考虑较少。”1989年原地矿部环境地质研究所也指出:“黄土坡新城址内存在两个老滑坡体,巴东组第二段(T_{2b}^2)紫红色泥岩夹砂岩为不良的工程地质软弱的岩组,发育很多滑坡,对工程和建筑物已产生影响和危害,属于易滑地层。”1991年8月6日特大暴雨诱发了崩塌、滑坡和泥石流对新城的冲击,致使全城供电、供水、通讯、交通中断,泥石流淤积 23.5万 m^3 ,城东大小街巷均被堵塞,厚者达 3.5m 以上,致使县直89个单位和工矿企业受损,街面110多家商店被淹,损毁房屋2591间,3人死亡,重伤78人,轻伤893人,200户居民无家可归。同时淹没仓库70座,汽车14辆,冲毁公路桥1座,人行桥23座,涵洞40处,破坏供水管道 5650m ,直接经济损失8968万元。1991年之前巴东城区从未发生过地质灾害,自此之后各种地质灾害接踵而至。1995年6月10日城区黄土坡滑坡,县属7个单位,4家企业受灾,5人死亡,6人重伤,3人轻伤,倒塌厂房、民舍 2057m^2 ,直接经济损失1239万元。1995年10月29日城区青竹标滑坡,5家企事业单位受灾,倒塌建筑物 13566m^2 ,101人无家可归,码头受损,港口瘫痪,直接经济损失2000余万元。1996年6—8月间发生大型滑坡20余处,水毁公路6条计 150km ,公路塌方100多处,桥涵80多座,变压器15台,煤矿井8口,电站5座。同年9月18日一场暴雨,诱发城区几条沟谷、大坪、白岩沟、黄土坡等大面积的滑坡并泥石流冲击。1998年6月28日暴雨使全城瘫痪数月,对外交通、通讯全线中断,路面全部被塌方、泥石流冲击物覆盖,黄土坡、白岩沟、铜盆溪、红石梁、火焰石整体下滑,砬坎和挡土墙呈弓形向下突出,滑坡裂缝遍布,造成的直接经济损失过亿元。

现在已经基本查清,巴东新城黄土坡小区滑坡体积 3800万 m^3 ,大坪小区红石包滑坡 45万 m^3 ,白土坡小区 350.2万 m^3 ,云沱小区 5150万 m^3 ,西瀼坡小区 650万 m^3 ,江北黄腊石 4000万 m^3 ,

总体 13995.2万 m^3 。巴东新城黄土坡现存在地面大面积开裂现象^[11-13],建筑物遭到严重破坏和威胁(图1)。

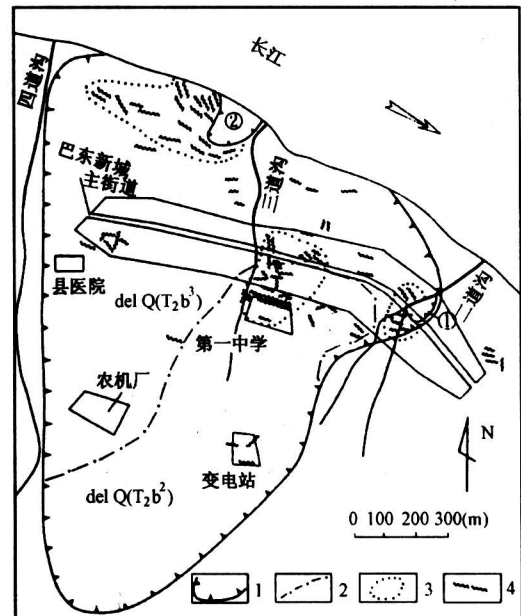


图1 黄土坡变形裂缝分布图^[11]

Fig.1 Distribution of fractures in Huangtupo^[11]
1—滑坡边界;2—白紫红色泥质粉砂岩(T_{2b}^2)组成的滑坡堆积与由土黄色泥质灰岩(T_{2b}^3)组成的滑坡堆积边界;3—地裂缝密集区边界;4—地裂缝

1.2 三峡滑坡的成带性

三峡库区滑坡、崩塌计有2490处,其中涉及 135m 水位以下的有581处,已采用工程防治的198处,搬迁避让的232处,监测预警的151处。

笔者曾对三峡地区的滑坡进行过大量调查、统计和分析,在约 55000km^2 的研究范围内,计有滑坡250处,平均面密度 0.0045个/km^2 。这些滑坡主要成带分布,在滑坡带上共有132处(包括长江滑坡带),滑坡带总面积 6035km^2 ,仅占总面积的11%,而滑坡总数占73%。表1主要表现有两点:一是滑坡分布并非杂乱无章,而是密集成带;二是滑坡的分布带与三峡地区的特定构造部位有关。其中,高桥滑坡带与高桥断裂带(黔江—恩施—巴东构造带的北延断裂)重合,滑坡面密度是平均面密度的11倍,香溪滑坡带(仙女山—香溪—兴山构造带的北延部分)的滑坡面密度是区内平均值的9.45倍。值得注意的是,三峡地区滑坡多系晚更新世以来所形成(图2),且长江干流上的滑坡分布密度及线性构造系数密度在巴东新城出现高度集中现象(图3)。

表 1 三峡地区滑坡带分布^[14]

Table 1 Distribution of landslide zones in the Three Gorges^[14]

| 编号 | 名称 | 走向 | 长度/km | 宽度/km | 面积/km ² | 个数 | 面密度/ $n \cdot (\text{km}^2)^{-1}$ | 平均面密度的倍数 | 构造部位 |
|----|--------|-------|-------|-------|--------------------|----|-----------------------------------|----------|---------|
| 1 | 高桥滑坡带 | NE45° | 65 | 8 | 520 | 26 | 0.05 | 11.11 | 高桥断裂带 |
| 2 | 高坪滑坡带 | NE25° | 25 | 8 | 200 | 5 | 0.025 | 5.56 | 向斜轴部 |
| 3 | 野三滑坡带 | NE30° | 45 | 15 | 675 | 15 | 0.022 | 4.94 | 向斜轴部 |
| 4 | 下坪滑坡带 | NE25° | 25 | 8 | 200 | 5 | 0.025 | 5.56 | 下坪断裂 |
| 5 | 渔峡口滑坡带 | NE25° | 95 | 10 | 950 | 25 | 0.026 | 5.85 | 褶皱转折带 |
| 6 | 铁炉滑坡带 | NE55° | 35 | 8 | 280 | 7 | 0.025 | 5.56 | 北东东向断裂 |
| 7 | 渔关滑坡带 | NE80° | 75 | 12.5 | 937.5 | 19 | 0.020 | 4.50 | 近东西向断裂 |
| 8 | 香溪滑坡带 | 354° | 45 | 11.5 | 517.5 | 22 | 0.043 | 9.45 | 仙女山断裂北延 |
| 9 | 雾渡河滑坡带 | 344° | 55 | 13 | 715 | 15 | 0.021 | 4.66 | 雾渡河断裂带 |
| 10 | 庙前滑坡带 | 340° | 65 | 16 | 1040 | 16 | 0.015 | 3.42 | 乐乡关地垒 |

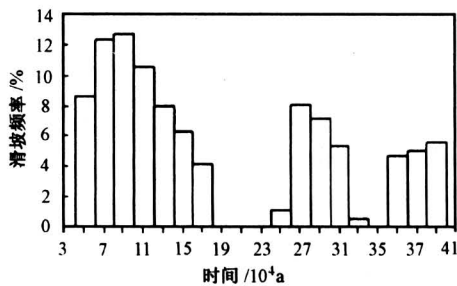


图 2 三峡地区滑坡的形成年代^[11]

Fig.2 Frequency histogram of landslides in the Three Gorges^[11].

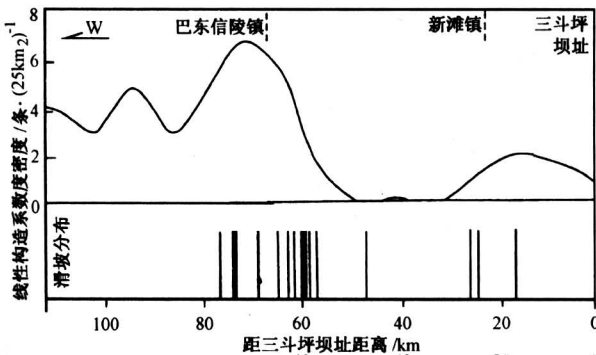


图 3 三斗坪—巴东江段线性构造系数与滑坡分布^[11]

Fig.3 Correlation of the landslide distribution and the lineament density from Sandouping to Badong^[11]
(滑坡分布中的线条粗细示滑坡规模的相对大小)

2 活动的断裂带

峡东地区(巫峡—西陵峡)现今存在两个主要的活动断裂系统：一是北东—北北东向断裂系，二

是北北西向断裂系。

北东—北北东向断裂系，以黔江—恩施—巴东断裂带和新华断裂为代表。新华断裂带的走向北东 20°，倾向北西西，倾角 70°左右，全长约 50 km，形成于燕山期。沿断裂带变形强烈，各类构造岩和伴生褶皱发育，在地貌上形成断层陡崖、断层谷，并经常出现山崩和滑坡，如北部的龙潭垭(高百崖)有近百年的山崩历史，河流被堵塞形成龙潭，而龙潭被塞形成淤积盆地。依据断裂带中的张性角砾岩及伴生的低序次结构面显示，断裂早期为压性兼反扭，后期为张性兼顺扭。黔江—恩施—巴东断裂带是由一组北东走向的断裂斜列组成，控制了鄂西地区的断陷盆地和地震分布，断裂带北延过江与高桥断裂相接。由于高桥断裂发现较晚，现以笔者考察的记录为依据，作如下描述：高桥断裂走向 N40°E，倾向 SE，倾角 70°左右，全长约 60 km，形成于燕山期。据考察，断裂北段为逆冲性质，南段可能为正断性质。该断裂控制着秭归盆地的西北边界，水平距 1979 年龙会观 5.1 级地震的震中 3 km，断层依地表产状向下延伸 16 km 与龙会观地震的微观震源深度(16 km)相交。2000 年 6 月 19 日在原震区再次发生 3.6 级地震。高桥断裂的破裂宽度变化很大，宽者可达 100 m，如老龚家桥兴山县城的新开公路两侧，均为断裂的破碎物质，垮塌现象十分严重，经常影响正常的公路交通。

高桥 即现在的高桥乡所在地，它的东侧路边就可以看到三迭纪嘉陵江组灰岩组成的 20 多 m 宽的破碎带，交错穿织于破裂带中的方解石脉再次错开，断裂带向东穿过河床，河流的冲刷使断裂的挤压片理带显露无遗，挤压片理带的走向北东东。

庙包 高桥东北约 2 km，这里出露的也是嘉

陵江灰岩，断层呈高角度逆冲，断裂宽约 5 m，属高桥断裂带中的次级断裂（图 4），破裂面走向北东东。

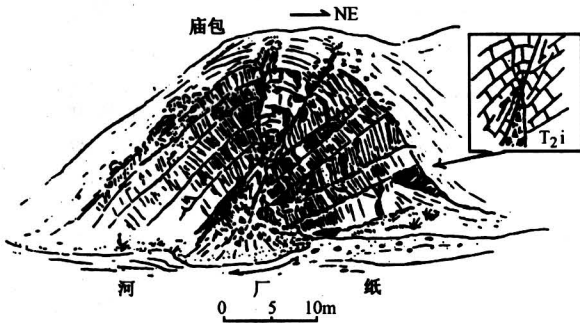


图 4 高桥断裂中的次级构造素描

Fig.4 Sketch map showing the subsidiary fracture of the Gaoqiao fault

象鼻子山 高桥西南约 2 km，这里原系向河中突出的微地貌现象，尚未出现“离堆”，后经人为开采，河道分流取直，构造形迹清晰，与庙包剖面一致，断裂呈逆冲运动，断裂走向北东东（图 5）。

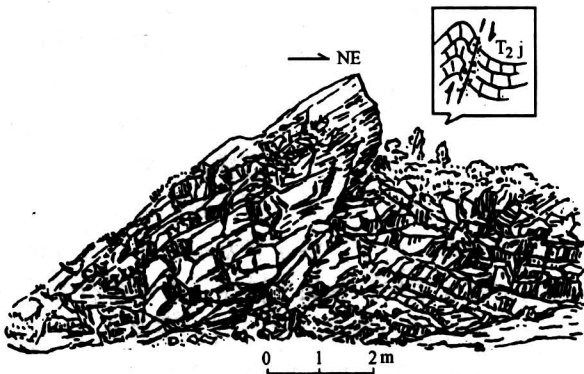


图 5 高桥南西象鼻子山构造素描

Fig.5 Structure Sketch of the Xiangbizi hill in the SW of the Gaoqiao

瓦屋基 自象鼻子山向南西追踪，在瓦屋基处见侏罗纪细砂岩地层产状出现相向现象，近在咫尺，产状立变，又在负向地形中堆积了新的堆积物，其断层性质表现为正断作用，走向北东东（图 6）。

柚子树 向南西，在两河口南约 500 m 处，河流迂回冲刷，自然剖面上断层运动性质很清楚，呈高角度正断作用，断裂带宽约 10 m。此处断层走向北东东（图 7）。

高桥断裂带自西瀘口过江，断续延伸经由四川

巫山地区的南部边界，在断裂带延伸部位两侧夷平面高差 400 m，是由断层造成的夷平面局部解体现象。从剖面 NW340°方向推断，断层的走向为北东向（图 8）。

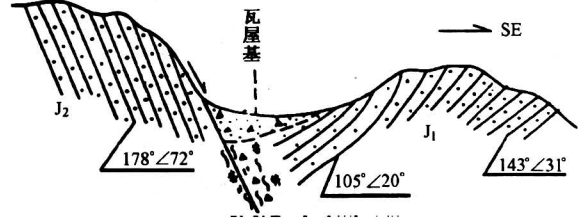


图 6 瓦屋基断层剖面

Fig.6 Outcrop of the Gaoqiao fault at the Wawuji

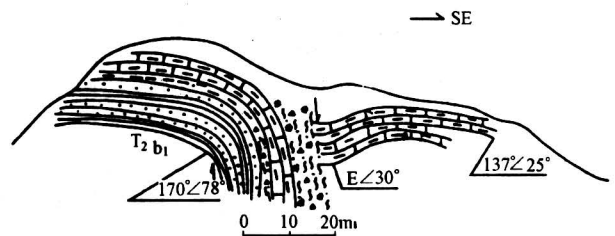


图 7 柚子树断层剖面

Fig.7 Outcrop of the Gaoqiao fault at the Youzishu

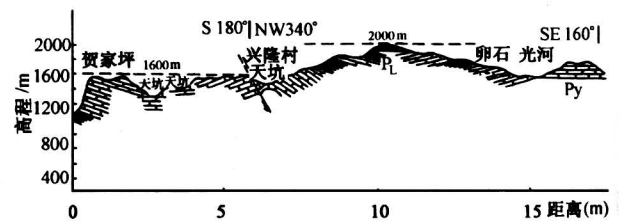


图 8 贺家坪 - 光河构造地貌剖面^[15]

Fig.8 Profile of Structure landform from the Hojiaping to the Guanghe^[15]

断裂带越过长江与建始、恩施、黔江等一系列北东向断裂共同组成规模很大的断裂系，控制着区域内的新构造运动格局和地震活动的总体水平。

北北西向断裂系，以仙女山断裂带为代表。仙女山断裂带自北而南可分为香溪河断裂带（北段），仙女山断裂和都镇湾断裂（中段），桥沟断裂（南段）。从新构造角度分析，仙女山断裂带中段除西侧主干断裂外，还包括九湾溪断裂和黑龙潭断裂。九湾溪断裂和黑龙潭断裂（又称路口子断裂），走向近南北，倾向西，倾角在 50°~80°之间变化，由一系列雁列式展布的张性兼右旋滑动的次级断裂组

成。黑龙潭断裂自水田坝向南延入白垩纪地层中，并将白垩纪石门组块状砾岩水平右旋错开 1.6 km。九湾溪断裂自南向北倾角变大（50°~80°），而黑龙潭断裂自北向南倾角变大（60°~80°），沿断裂带出现狮子岩、梨子树垭、胡家岩和老林河四个现代滑坡体。短水准观测断层的垂直形变速度为 0.108 mm/a，活动显示为西盘上升。假定晚白垩世以来断裂右旋错开 1.6 km，那么它的水平向顺扭的年平均速率为 0.016 mm/a。仙女山断裂带走向北西 330°，在青岗坪以北断层倾向南西，以南倾向北东，表现为枢纽性，断层倾角 70°左右，全长约 90 km。在北段荒口公路边，见二迭纪灰岩高角度逆冲于红色砾岩之上，可见 50 cm 厚透镜状灰绿色断层泥，近 1 m 厚的红色片状岩，砾石长轴与断面一致。据断面两期擦痕关系判断，早期擦线俯角 22°，右旋逆冲型；晚期侧倾角 18°，主要表现为水平右旋滑动。仙女山（峰顶高程 1 584 m）为夹于九湾溪断裂和仙女山断裂之间的白垩纪三角

断块，根据这两条断裂的力学性质和关系，可以确定出仙女山断裂带中段的应力配置为北北东—南南西方向的主压应力作用。现代周坪台的形变观测结果表明断裂为顺扭运动，速率 0.137 mm/a，垂直形变为 0.066 mm/a，断层西盘下降，显示出张性正断性质。现代仪器地震记录，1972 年在周坪发生过 3.6 级地震，2001 年 12 月在香港河至贾家店发生了 4.1 级地震，并使房屋产生了破坏。断层物质最新活动年代测定表明，该断裂带属于第四纪晚期以来具有较强孕震能力的活动构造带。

3 活动的地震带

三峡及邻区在公元前 143 年就有地震记载^[16]，公元 1600 年至 1900 年属于 5 级以上地震记载的可信时域。1959 年以来，三峡地区逐步建立并完善了地震监测台网，台网监测精度一般可达到 M_L2.0 级。

峡区地震的分布规律（图 9）显示，地震震级

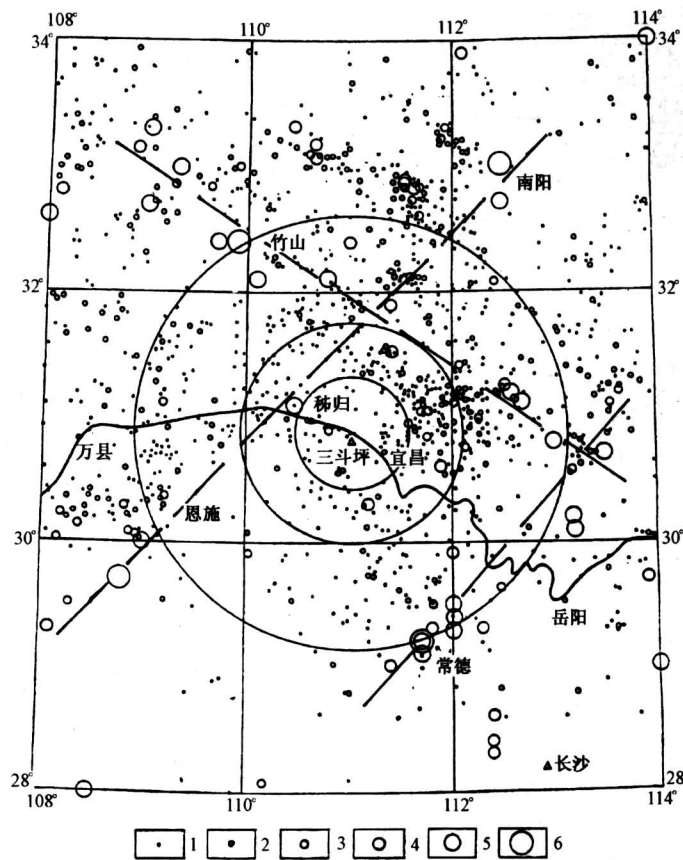


图 9 三峡及邻区地震震中分布图^[17]

Fig.9 Distribution of seismic epicenters in the Three-Gorges and its adjacent area^[17]

地震震级：1—1.0~1.9；2—2.0~2.9；3—3.0~3.9；4—4.0~4.9；5—5.0~5.9；6—6.0~6.9

（图中：内圈线距坝址 50 km；中圈线距坝址 100 km；外圈线距坝址 200 km）

越小其离散性越大，往往成片、成丛分布；震级越大，则呈现高度收敛的条带性，区内4.0级以上地震主要分布在2条交叉的地震带上，一条是黔江—巴东—南阳地震带，走向北东45°。带内代表性的破坏地震有：公元46年南阳6.5级地震；1856年咸丰大路坝6.25级地震，1931年黄金洞5.0级地震及1979年秭归龙会观5.1级地震。另一条是安康—房县—钟祥地震线，走向北西305°，带内代表性的破坏地震有：788年平利6.5级地震，1407年钟祥5.5级地震，1569年安康5级地震，1742年房县5级地震（带内4.75级以上地震10余次）。还有一条北东40°~50°的地震线（常德—钟祥）延伸不长。地震分布大致还以东经112°为界，可以清楚地分辨出豫西、鄂西、湘西山地与南襄盆地、

江汉平原和洞庭湖区的南北分野。

4 地震与滑坡的关系

大量强震的调查已经证明，一次破坏性地震将可能诱发大规模岩崩和滑坡的产生，崩滑体的规模大小和单位密度与震级大小和震中距离存在一定对应关系。甚至崩滑体的滑线方向与地面的运动方式也可找到某种联系。峡东地区最为醒目的就是北东向的黔江—恩施—巴东带，它们不仅是构造活动、滑坡活动和地震活动的复合带（图10），而且是山原期夷平面（海拔400~1200m）的分布带，东西两侧为鄂西期夷平面（海拔1300m以上）所夹持（图11）。正是由于这些综合因素导致峡区地壳不稳定性的分区也呈北东向分布（图12）。

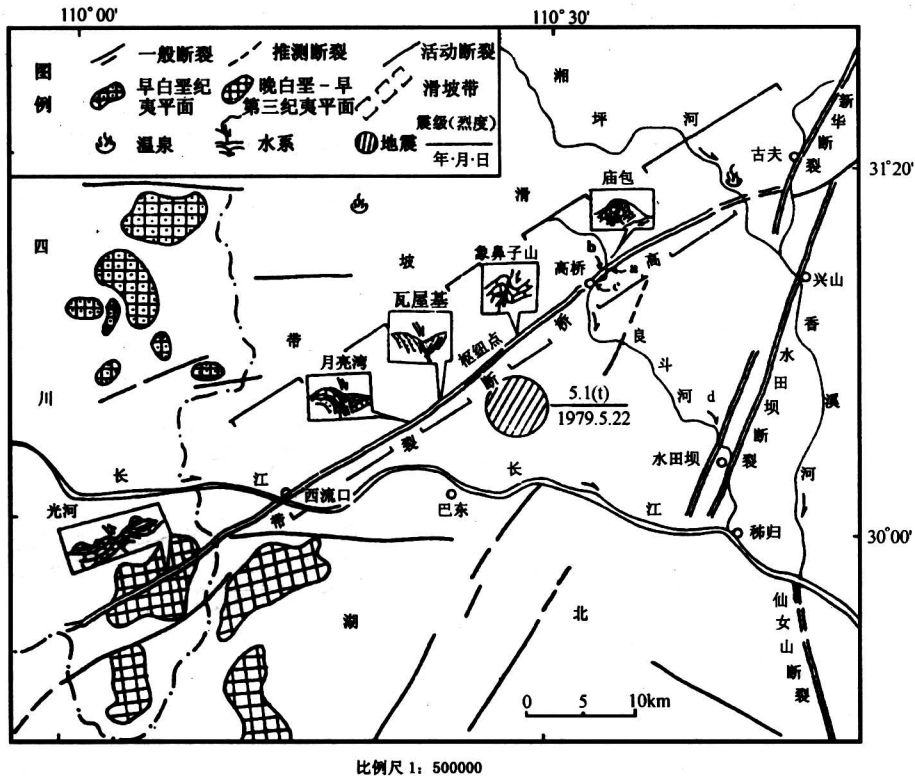


图10 高桥断裂带分布图
Fig.10 Distribution of the Gaoqiao fault zone

除此之外，峡区断裂活动与滑坡活动的时间周期和强度也相吻合，只是滑坡的活动时期略有提前（图13）。地震事件与滑坡事件在时间上也有同步关系，二者之间的平静期和活跃期完全一致（图14）。这说明，断裂活动、地震活动和滑坡活动有其共同的构造背景，这种一致性代表了区内地壳运动的不同侧面以及构造运动的时序进程。

三峡地区属于中强地震活动（4.75~6.5级）地区，历史上已有地震触发大规模灾难性岩崩和滑坡事件的震例。以湖北咸丰大路坝1856年地震为例，此次地震导致山崩10余里，由许家湾、板桥溪抵蛇盘溪30余里成湖，压毙300余家。近年来还有两次震例，如1988年重庆江北连续发生5.2级和5.4级两次地震，震中V11度区面积近30

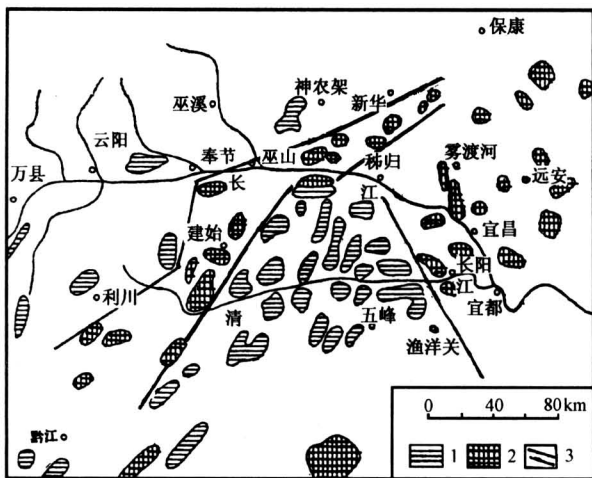


图 11 三峡地区夷平面分布图^[18]

Fig.11 Distribution of planation surface in the Three Gorges area^[18]

1—鄂西期夷平面；2—山原期夷平面；3—夷平面分界线

km²，并造成岩崩、滑坡、地震塌陷面和地震破裂现象；另一次是 1979 年秭归龙会观 5.1 级地震，震中 V_{II} 度区长 15 km，短轴 6 km，面积达 80 km²，而地震波及面积影响达 1 200 km²。巴东新城位于 V 度区范围，地震时龙会观主峰北侧悬崖崩塌，崖下窜起数十米高烟尘经久不散，震后调查在红岩脑壳基岩中发育一条走向北东 30° 的地裂缝，并将树根左旋错断 1 cm，地裂缝长 170 m，宽可达 3 m。值得注意的是，此次地震还诱发了巴东新城大坪古滑坡的普遍裂缝和局部下陷，1983 年的暴雨沿地震裂缝渗入而诱使滑坡复活^[19,20]。这使我们有理由提出，在滑坡的治理工程中要高度重视地震活动对滑坡的动力学影响。

5 结论与建议

在大量的实地调查和研究基础上，对峡东地区

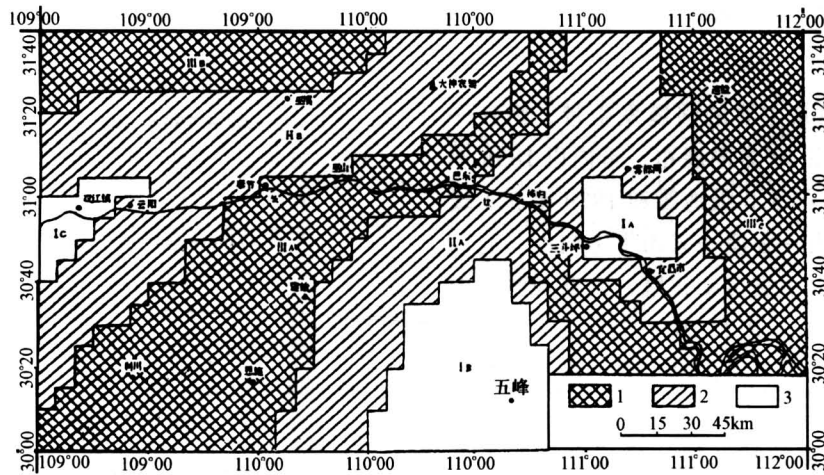


图 12 三峡地区地壳稳定性分区图^[18]

Fig.12 Crust stability subarea map of the Three Gorges area^[18]

1—不稳定区；2—基本稳定区；3—稳定区

2— I_A—黄陵稳定区； I_B—五峰稳定区； I_C—双江镇稳定区； II_A—东部基本稳定区； II_B—东西部基本稳定区；

III_A—兴山—黔江次不稳定区； III_B—大巴次不稳定区； III_C—钟祥—仙女山次不稳定区

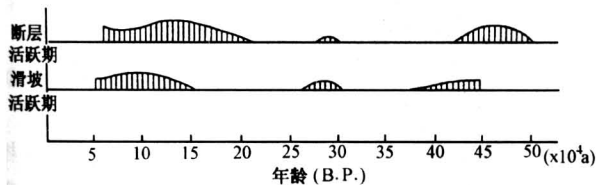


图 13 断层活跃期与滑坡活跃期之间的对应关系图^[11]

Fig.13 Correlation between the activity of fault and landsliding in the Three Gorges area^[11]

的地震（不包括水库地震）、构造和滑坡之间的关系提出了一些新的认识，包括：

1) 三峡地区存在严重的山地灾害现象，已经调查核实的库区崩滑危险点 2 490 处，总体积 30 多亿 m³。近年来，滑坡和泥石流在湖北巴东黄土坡多次造成重大的人员伤亡和财产损失。

2) 峡区滑坡分布有成带现象，其中巴东—高桥滑坡带的滑坡平均面密度是区域平均值的 11.11 倍，而仙女山断裂北延之香溪河滑坡带为平均值的

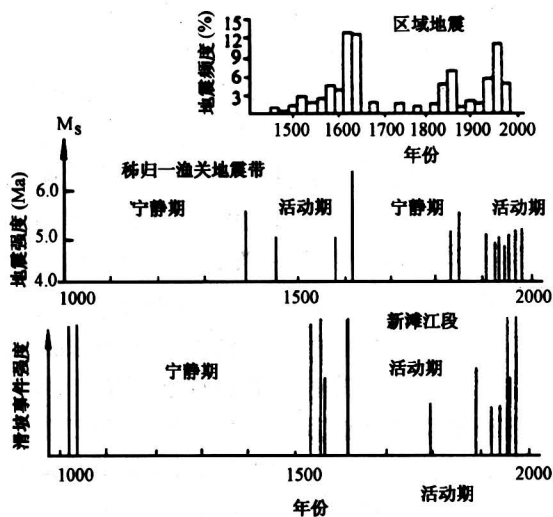


图 14 新滩江段崩滑事件与区域地震活动周期对比图^[11]

Fig.14 Correlation between the activity of earthquake and landslide events in the Xintan^[11]

9.45 倍。

3) 峡东存在两条主要的强震发生带, 黔江—恩施—巴东带呈北东 40° 方向展布, 带内以 1856 年 6.25 级地震, 1931 年 5.0 级地震和 1979 年 5.1 级地震为代表; 仙女山—香溪—兴山带走向由北北西转为近南北向, 带内小震活动频繁, 仪器观测到的地震有 1972 年周坪 3.6 级和 2001 年香溪 4.1 级地震。这两条强震发生带是区内最主要的潜在强震危险源。

4) 4 级以上地震的活动规律呈现良好的条带性, 而小震则分区成片分布。较为突出的地震带为: 黔江—巴东—南阳带, 安康—房县—钟祥带以及常德—钟祥带。

5) 地震带、滑坡带和断裂带具有内在的构造联系, 在空间分布上重迭一致, 并使山原期夷平面和区域地壳稳定性分区也呈条带性重合。

6) 地震活动、断裂活动和滑坡活动的时间周期存在吻合关系。在黔江—恩施—巴东强震带上由地震导致的灾难性滑坡事件, 如 1856 年大路坝地震产生的大规模山崩与滑坡, 1979 年龙会观地震对巴东新城大坪诱发的滑坡。

鉴于以上认识, 笔者进一步建议: 在三峡地区开展地质灾害治理时, 应充分考虑地震对岩崩与滑坡的影响^[21~23]。涉及地震因素的动力学过程和崩滑体的响应, 在动力学抗滑设计中是一项重大的前

沿课题, 我们相信完全可以在理论上取得突破, 在实践中取得进展。

参考文献

- [1] 周魁一, 蒋超. 历史上长江三峡的大型岩崩和滑坡[A]. 天地生综合研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1989. 349~352
- [2] 周魁一, 郭涛, 蒋超. 长江三峡地区大型岩崩滑坡的历史与现状概述[A]. 长江三峡工程论证地质地震专家组. 长江三峡工程地质地震专题论证文集[C]. 1989. 596~609
- [3] 《中国长江三峡大辞典》编委会, 中国长江三峡大辞典[M]. 武汉: 湖北少年儿童出版社, 1995
- [4] 刘广润, 徐开祥. 三峡水库岸沿岸移民区地质灾害防治研究[J]. 工程地质学报, 2003, 11(1): 85~88
- [5] 中华人民共和国地质矿产部. 地质工作: 三峡奉献四十年[M]. 北京: 地质出版社, 1997
- [6] 方三, 周浩. 三峡, 最后的穿越[J]. 书城(特辑), 2002, (12)
- [7] 邱焰. 见证高峡出平湖[N]. 武汉晚报, 2003-6-2 (A2~A8)
- [8] 聂芳容. 三峡工程与洞庭湖[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 2001
- [9] 巴东县泥石流监测站. 巴东县城滑坡泥石流治理工程项目材料[R]. 巴东: 巴东县人民政府办公室, 1995
- [10] 巴东县人民政府. 关于巴东县城地质灾害情况的汇报材料[R]. 巴东: 巴东县人民政府办公室, 1996
- [11] 邓清禄. 斜坡变形构造——巴东新县城斜坡剖析[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2000
- [12] 巴东县地质矿产局. 关于巴东一中地面裂缝、变形的调查报告[R]. 巴东: 巴东县地质矿产局办公室, 1999
- [13] 巴东县地质矿产局. 关于县审计局、档案局一带地面裂缝, 地上建(构)筑物变形调查处理情况的报告[R]. 巴东: 巴东县地质矿产局办公室, 1999
- [14] 李愿军, 丁美英. 关于高桥断裂及其活动性的讨论[J]. 华北地震科学, 1995, 13(1): 1~8
- [15] 沈玉昌. 长江上游河谷地貌[M]. 北京: 科学出版社, 1965
- [16] 国家地震局地球物理研究所. 长江三峡工程三斗坪坝区地震危险性分析和地震动参数研究[R]. 北京: “七五”国家重点攻关项目子课题研究成果报告(75-16-02-01-04), 1990
- [17] 《长江三峡工程重大地质与地震问题研究》编写组. 长江三峡工程重大地质与地震问题研究[M]. 北京: 地质出版社, 1992

- [18] 谭周地, 薄景山, 等. 长江三峡工程库首区地壳稳定性评价与水库诱发地震预测 [M]. 北京: 地质出版社, 1991
- [19] 中国科学院三峡滑坡课题组. 三峡工程库区滑坡对水库环境影响的研究 [A]. 中国科学院三峡工程生态与环境科研项目领导小组. 长江三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究论文集 [C]. 北京: 科学出版社, 1987. 464~476
- [20] 张年学, 盛祝平, 孙广忠, 等. 长江三峡工程库区顺层岸坡研究 [M]. 北京: 地震出版社, 1993
- [21] 地质矿产部编写组. 长江三峡工程库岸稳定性研究 [M]. 北京: 地质出版社, 1988
- [22] 水利电力部三峡区勘测大队、勘测研究所. 长江三峡水利枢纽库岸稳定性研究报告 [R]. 长江三峡工程论证地质地震专家组. 长江三峡工程地质地震专题论证文集 [C]. 1989. 461~484
- [23] 唐贵智. 长江三峡地区新构造、地质灾害和第四纪冰川作用与三峡形成图集 [M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2001

Earthquakes and Landslides in the East Segment of Three Gorges of the Yangtze River

Li Yuanjun¹, Ding Meiyong²

(1. School of Civil and Architecture Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China; 2. School of Civil Engineering & Mechanics, HuaZhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

[Abstract] The research on the earthquakes and the landslides in the Three Gorges east segment (Wuxia Gorge—Xilingxia Gorge) of the Yangtze River shows that there is a close relation among the active fault zones, the seismic spread bands and the landslide mobile belts, which is embodied in the overlap of spatial distribution, the tally of temporal period as well as the consistency of active intensity. They stand for some major features of the regional crust movement. It must be stressed that there are two pleistoseismic occurring zones through the Three Gorges Reservoir region, known as “Qianjiang – Enshi – Badong” and “Xiannushan – xiangxi – Xingshan”. Before the engineering treatments of geological hazards, therefore, the trigger action of the potential seismic motion to landslide and hazardous rock body must be fully taken into account.

[Key words] Three Gorges of the Yangtze River; earthquake; landslide; engineering treatment