

三峡库区巫山县新城址巴东组三段形成的大型复杂滑坡特征及成因机制

张加桂

(国土资源部环境地质研究所,北京;中国科学院工程地质力学开放实验室,北京)

摘 要 巫山县新城址巴东组三段泥质灰岩在地质历史上已全部发生了滑坡,滑坡体可分为上、中、下三段,滑坡的发育经历了①印支期和燕山期构造;②新构造上升、长江切割引起岩体松动卸荷及岩溶作用;③巴东组三段沿二段顶部泥化层滑动;④中部陡坡带形成,滑坡分解;⑤上、下两段滑坡格局形成;⑥上段滑坡进一步分离形成中段滑坡;⑦后期溶蚀、风化。滑坡的后期改造过程仍在继续。

关键词 特征 滑坡 成因机制 三峡库区

三峡库区巫山县新城近期(2009年)规划人口规模为7万人。新城址的工程地质问题已成为当前关注和争议的焦点^①(何满潮等,1998;周平根,1999)。笔者研究得出,新城址巴东组三段泥质灰岩已全部发生了滑坡,滑坡具有特殊的成因机制。

1 滑坡形成的气候、地质及地貌背景

1.1 气候背景

三峡地区属亚热带湿润季风气候,气候特点是:冬暖、春旱、夏热、秋雨,湿度大、云雾多、日照少和风力小,常出现灾害性暴雨天气。巫山县多年平均降雨量1 049.3 mm,且多暴雨和霪雨。经测试(张加桂,2000a),这里雨水pH值为6.17,属酸性。

1.2 地质构造背景

巫山新城址区主要出露有三叠系嘉陵江组(T_{1j})、巴东组(T_2b)及第四系(Q)。

下三叠统嘉陵江组(T_{1j}):可分为4段。新城址北部出露嘉陵江组第四段(T_{1j}^4),岩性为灰色中厚层灰岩、白云质灰岩。

中三叠统巴东组(T_2b)在新城址区广泛出露,分3段。第一段(T_2b^1)岩性为浅黄灰色泥质、白云质灰岩夹泥质页岩;第二段(T_2b^2)岩性为紫红色钙质泥岩,遇水泥化,为上覆硬岩体的滑动提供了条件;第三段(T_2b^3)为灰色、深灰色中厚层至厚层泥质灰岩、白云质灰岩,在构造作用下岩体遭到强烈破

碎,溶蚀、风化后变成灰绿色、黄绿色、土红色等。二段(T_2b^2)与三段(T_2b^3)为下软上硬的“易滑地层组合”。研究认为,三段(T_2b^3)已全部发生了滑坡,因此已成为滑坡体,以 $T_2b^{3'}$ 表示。

第四系在新城址区广泛分布,成因类型包括坡积(dl)、冲积(al)、洪积(pl)、滑坡堆积及人工堆积(ma)等,形成时代以中、晚更新世和全新世为主。

区域上,新城址位于川鄂湘黔隆褶带北西缘,淮阳山字型 and NW 向大巴山弧形褶断带在此复合、交汇,构造非常复杂;褶皱及断裂发育,形成于印支期和燕山期。新城址主要位于NEE向巫山向斜之中。巫山向斜轴向 $NE70^\circ$,宽3~4 km,为箱状向斜,陡倾翼倾角为 60° 左右,宽缓的核部倾角为 $10^\circ\sim 20^\circ$ 。断裂发育及层间错动为岩溶作用提供了通道。

1.3 地貌及新构造运动背景

新城址地貌形态属于褶皱剥蚀中低山。山脊线位于区外北侧的石留山至炮台岭一线,属早更新世早期(Q_1^1)形成的三峡期夷平面。长江河床最低高程为47.53 m。

在新构造运动时期,该区表现为间歇性上升,除形成夷平面以外,在新城址区附近的长江和大宁河边,发育有3级阶地;在技术学校等处发育有Ⅰ级洪积台地,时代相当于Ⅲ级阶地,为晚更新世早期(Q_3^1);在下西坪、师范学校等处发育有Ⅱ级洪积台地,时代为中更新世(Q_2);在王家屋场、高塘村支部

本文为三峡移民局基金项目9707部分成果。

改回日期:2001-2-21;责任编辑:宫月萱。

作者:张加桂,男,1962年生,在读博士后,教授级工程师,环境工程地质专业,邮编:100081。

①胡海清. 1995. 三峡移民迁建的地质环境问题的新认识——胡海涛院士大会报告旁记. 岩土工程界(6):43~45.

等处,发育有 I 级剥蚀台地,时代为早更新世晚期(Q_1^3)。在苟家坪-牌楼-变电站,发育有 II 级剥蚀台地,时代为早更新世中期(Q_1^2)。其中,剥蚀台地和洪积台地的发育过程也就是大型复杂滑坡的发育过程。

2 滑坡结构特征

滑坡分布在新城址的中、西部(图 1),总面积约为 $180 \times 10^4 \text{ m}^2$,总方量约为 $5\,000 \times 10^4 \text{ m}^3$,若加上

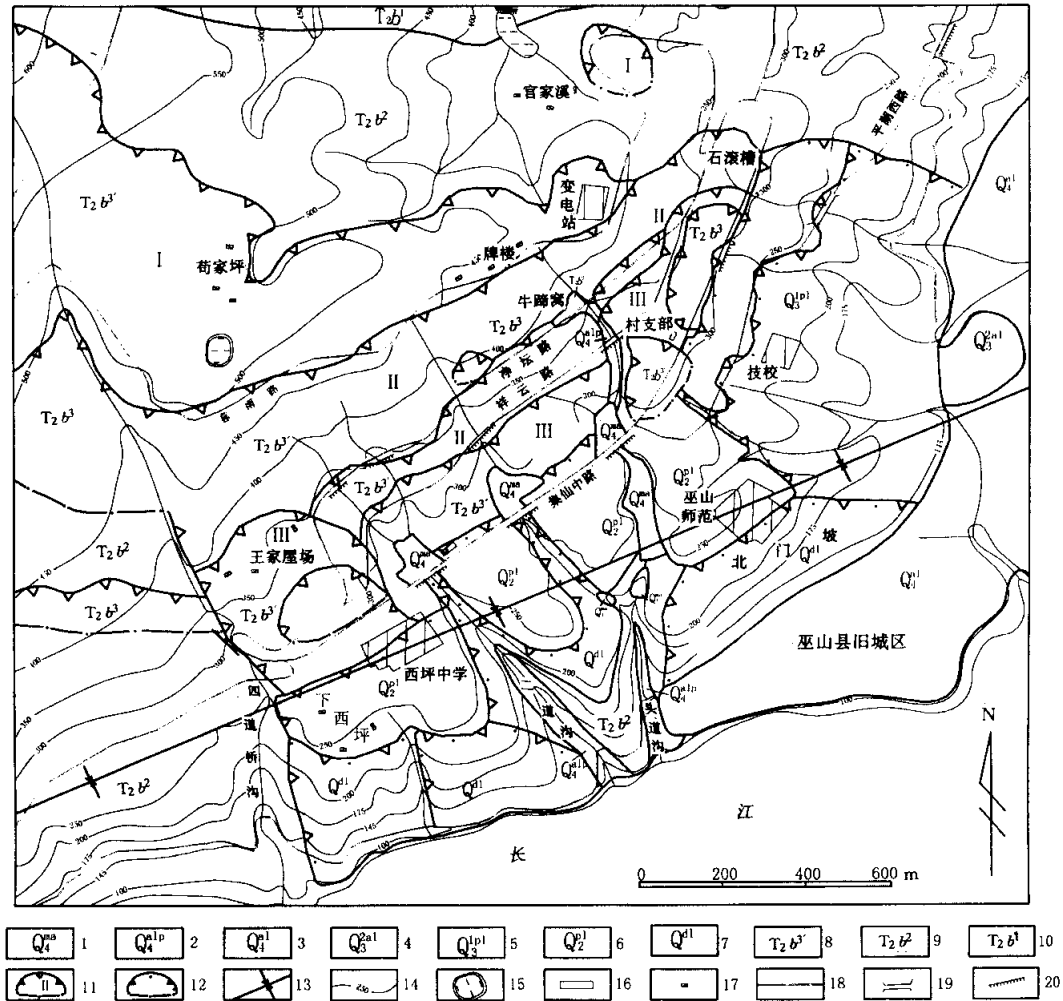


图 1 三峡库区巫山县新城址巴东组三段 T_2b_3 形成的大型复杂滑坡分布图

Fig. 1 Sketch of the large complex landslide developed from T_2b_3 in the newly built Wushan county

1-现代人工堆积 2-全新世冲洪积物 3-全新世 I 级阶地冲积物 4-晚更新世晚期 II 级阶地冲积物 5-晚更新世早期洪积物 6-中更新世洪积物 7-第四纪坡积物 8-巴东组三段形成的滑坡体 9-巴东组第二段 10-巴东组第一段 11-滑坡体及界线 12-碎屑流堆积体; 13-巫山向斜轴 14-等高线 15-水库或水塘 16-新楼 17-旧房 18-公路 19-桥梁 20-挡石坝或挡土墙 1-上段滑坡区;

II-中段滑坡区 III-下段滑坡区 注 145~175 m 为水库蓄水后水位变动范围

外围部分,面积和方量会更大(何满潮等,1998)。可分为上、中、下三段。

2.1 滑坡上段

滑坡上段位于地形较平坦的 II 级剥蚀台地区,为切层滑坡(张加桂,1999a)。

滑体中岩层面倾向较缓,一般向 SE 倾斜,倾角

为 $10^\circ \sim 30^\circ$,在官家溪沟滑坡后缘有岩层向 NW 倾斜,与中段和下段相比,结构相对完整,仅局部边缘地带带有次一级的滑动,岩溶溶蚀作用也相对较弱,但节理、裂缝普遍发育,裂缝具有下宽上窄的特点,说明裂缝由下部滑动产生,裂缝中有泥质充填,有的裂缝中发育有石笋和石钟乳,滑带为 T_2b_2 紫红色钙质泥岩

顶部,泥岩顶部在地下水的溶蚀作用下发生泥化,由于剪切滑动,滑坡界面成为向 SE 倾斜的弧形面,滑床为 T_2b^2 紫红色钙质泥岩,在滑坡后缘,泥岩向 SE 倾斜,倾角达 60° 。

官家溪沟将滑坡上段与外围岩体割裂开来。在沟的上游源头地区,滑体位置高,向沟下游滑体位置逐渐降低,降低到比上游区滑床低得多的位置。

2.2 滑坡中段

滑坡中段位于陡坡地带,为多次局部滑动形成的具有复杂结构的滑坡(张加桂,2000b)。

滑坡体的岩体结构非常破碎,并有大量高速滑动的标志,如滑带中有柱形磨光面,滑动面呈高倾角。滑体中岩层为陡倾角,反映滑体在滑动中具有较大角度的转动。中段滑坡坡脚岩溶溶蚀作用强烈,有的部位岩溶角砾层经流水搬运后已成为泥砾层。滑体厚度较小,局部已见 T_2b^2 紫红色泥岩出露地表。

滑带特征复杂。在牛蹄窝南西侧净坛路壁,见滑带为宽 10 m 的破碎带,滑带下部 T_2b^2 紫红色钙质泥

岩受滑坡滑动牵引而层面弯曲,倾角由 23° 变为 60° 。在牛蹄窝,见滑带底部发育有一层紫红色胶泥,其塑性极好,具有强烈的膨胀性和易滑性。

中段滑坡体与上段滑坡体具明显的切割关系。

2.3 滑坡下段

滑坡下段位于 I 级剥蚀台地,为切层滑坡。

滑体中岩层面倾角较缓,节理、裂缝较发育,岩体较破碎。冲沟将下段分割成多个小块,各小块段具有相对的独立性(张加桂,1999b)。岩体遭受的溶蚀作用强烈,并形成飞雁状褶皱或鼻状背斜形态。次生滑坡发育,许多块段滑体具有双层结构。滑坡底界深度与沟谷地形有关,在头道沟、二道沟沟谷间,底界较深。滑带为 T_2b^2 紫红色钙质泥岩顶部泥化层。在秀峰寺西,见泥岩顶部强烈泥化,红泥渗出坡外;在石滚槽烟草公司后面,滑带为厚 5 m 的紫红色泥砾层。

滑床为 T_2b^2 紫红色钙质泥岩,在剪切滑动中遭受了强烈的切割作用,在滑坡西界的四道桥沟回头弯(张加桂,1999b)和石滚槽烟草公司背后均见到

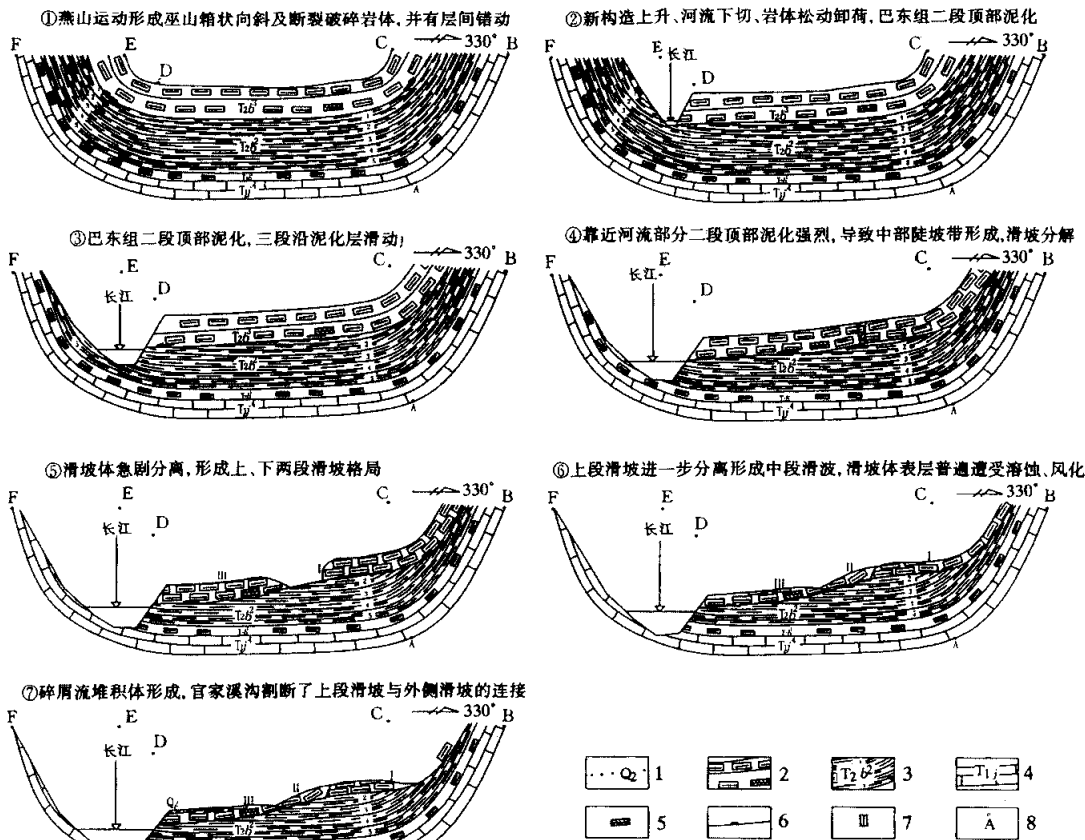


图 2 巫山县新城址巴东组三段滑坡过程示意图

Fig. 2 Schematic sections of the T_2b^3 slide progress in the newly built Wushan county

1-中更新世碎屑流堆积层 2-泥质灰岩、泥灰岩碎裂岩体 3-巴东组二段紫红色钙质泥岩 4-嘉陵江组四段灰岩 5-滑动标识; 6-滑动面及滑动方向 7-滑坡编号 8-地质控制点

“铲型”切割界面。

滑坡体遭受了强烈的后期溶蚀、风化,并在顶部发育碎屑流堆积体。

3 大型复杂滑坡的成因机制

巴东组三段 T_2b^3 泥质灰岩滑坡过程(图2)经历了 ①构造作用 发生在印支期和燕山期,尤以燕山晚期为强烈,该期巫山箱状向斜形成,在软硬岩层之间发生层间错动,在较坚硬的泥质灰岩中发育多组断裂 ②在早更新世(Q_1)新构造时期地壳上升,河流切割和岩体松动卸荷。靠近江岸形成强松动带。沿松动带发生强烈的岩溶溶蚀和泥岩泥化作用。由于 T_2b^2 紫红色钙质泥岩具有隔水作用,水流汇集使泥岩顶部泥化、易滑 ③由 T_2b^3 泥质灰岩沿 T_2b^2 顶部泥化层滑动产生滑坡,时代为早更新世中期(Q_1^2) ④由于江岸强松动卸荷带的存在,再加上长江进一步下切和江边冲沟的发育形成滑坡分裂,使沿江一带 T_2b^2 泥岩顶部泥化速度加快,于是整体滑坡便发生分裂 ⑤下部滑体发生再次滑动形成下段滑坡,时代为早更新世晚期(Q_1^3) ⑥由上段滑坡的继续整体滑动及其顶部层位的局部滑坡形成中段滑坡 ⑦由碎屑流堆积体形成后期溶蚀、风化作用,此间还发育了局部次级滑坡等。

在地表氧化环境下,深灰色泥质灰岩溶蚀,风化后变为泥灰岩、钙质泥岩、角砾层,最后经流水搬运形成褐色粉砂质粘土(即“巫山黄土”)。在深部还原环境下,深灰色泥质灰岩则遭受溶蚀变为杏黄色泥质条带,沿条带往往发生次级滑坡。

因此,“构造破碎—长江下切导致岩体松动卸荷—溶蚀、风化—滑坡—后期溶蚀、风化”便是大型复杂

滑坡体的成因机制。目前,后期溶蚀、风化作用仍在继续,特别是新城建设中大量的开挖,破坏了以前滑坡的相对稳定性和排水路径。避免不稳定因素发展的最好方法是防水。

4 结论

(1)巫山县新城址大型复杂滑坡是在复杂而特殊的气候、地质和地貌条件下形成的。

(2)大型复杂滑坡面积约为 $180 \times 10^4 \text{ m}^2$,土方量约为 $5\,000 \times 10^4 \text{ m}^3$,加上外围部分,面积和方量更大。滑坡分为上、中、下三段,中段的结构最复杂。

(3)滑坡的成因机制为“构造破碎—新构造上升、长江下切导致岩体松动卸荷—溶蚀、风化—滑坡—后期溶蚀、风化”形成时代主要为早更新世中晚期。

(4)滑坡的后期溶蚀、风化作用仍在继续,应该加强防水措施。

论文得到了导师曲永新研究员和水利勘察院副总工程师殷跃平博士等的指导,在此致谢!

参 考 文 献

- 何满潮,崔政权,陈鸿汉等. 1998. 三峡库区巫山古滑坡系统构造变形场研究. 工程地质学报, 2(2): 97~102.
- 张加桂. 1999a. 三峡库区巫山县新城址工业区滑坡的成因机制研究. 工程地质学报, 7(3): 237~242.
- 张加桂. 1999b. 对三峡库区巫山县新城址王家屋场滑坡的研究. 地质力学学报, 2(2): 21~28.
- 张加桂. 2000a. 三峡库区奉节县宝塔坪移民小区岩溶地质研究. 工程地质学报, 8(增刊): 126~129.
- 张加桂. 2000b. 对三峡库区巫山县新城址中段滑坡的研究. 工程地质学报, 8(4): 433~437.
- 周平根. 1999. 长江三峡工程库区降雨地表水诱发滑坡的分析和防治. 地球学报, 20(增刊): 746~752.

Features and Genesis of Large Complex Landslide Developed from 3rd Member of Badong Formation in the Newly Built Wushan County Seat, Three Gorges Reservoir Region

Zhang Jiagui

(Institute of Environmental Geology, Ministry of Land and Resources, Beijing; Engineering Geomechanics Laboratory, CAS, Beijing)

Abstract The whole argillaceous limestone of 3rd Member of Middle Triassic Badong formation (called T_2b^3 for short) in the newly built Wushan County seat has slid along the argillated top of T_2b^2 calcareous mudstone in geohistory. The landslide can be divided into upper, middle and lower sectors. It was brought about by the processes of ①tectonic fracturing ②neotectonic uplifting, rock mass loosening with the stress release led by the Yangtze River cutting and karst dissolution ③the whole T_2b^3 sliding along the T_2b^2 argillated top ④the formation of the middle steep slope and the fracturing of the landslide ⑤the formation of the framework of the upper and lower sectors of landslide ⑥the development of the middle sector in the front part of the upper sector ⑦the further dissolution and weathering, which is still going on now.

Key words features landslide genesis Three Gorges Reservoir region