

三峡库区巴东县谭家坪滑坡地质模型分析

戴光忠, 刘昌雄

(湖北省第二地质大队, 湖北 恩施 445000)

摘要: 滑坡地质模型是对滑坡工程地质条件的高度概括, 正确的地质模型的建立有赖于通过工程地质勘察查明其地质条件。在三峡库区巴东县谭家坪滑坡工程地质勘察工作中, 运用多种勘察手段, 详细查明了滑坡的工程地质条件, 并在此基础上建立了地质模型, 为滑坡变形破坏的研究奠定了基础, 同时为后期滑坡防护设计提供了地质依据。

关键词: 谭家坪滑坡; 勘察; 地质模型; 三峡库区

中图分类号: P642.22

文献标识码: B

文章编号: 1671-1211(2012)01-0054-04

0 引言

在滑坡灾害的防治工程中, 通过工程地质勘察详细查明滑坡工程地质条件, 进而建立合理的滑坡地质模型是至关重要的工作任务。若工程地质条件揭露充分且地质模型建立合理, 则对后期防治工程起推动和促进作用; 反之, 则起阻碍作用。笔者在2001年4月进行的三峡库区谭家坪滑坡详细工程地质勘察工作, 查明了滑坡工程地质条件, 并建立了地质模型, 为后续滑坡治理工程提供了地质依据。

1 工程地质勘察

滑坡地质模型实际上是其工程地质条件客观特征的反映^[1,2], 同时又是对其工程地质条件进行深化认识的过程, 它是滑坡稳定性计算的基础、是滑坡变形破坏研究的基础、是滑坡防护设计的依据。从研究内容上讲, 滑坡地质模型仅是工程地质模型的一种^[3]。然而, 查明工程地质条件的基本方法和手段则是勘测和勘探工作, 其中的工程地质勘察, 将是整个建模过程的基础和关键。

1.1 勘察工作的布置与工作方法

在滑坡区地面地质调查的基础上, 对谭家坪滑坡的勘察按勘探网度80 m×40 m进行布置, 共布置了6条主勘探线, 主要手段是机械岩芯地质钻探、井(槽)探、水文地质试验(注水与渗水试验)、岩土取样以及滑坡变形破坏现象调查, 配合工程地质填图、地质剖面测量等探查滑坡的各个要素。勘探工作的布置^[4]主要

依据有两个方面: ①谭家坪滑坡自身工程地质特征, 任何工程地质勘察工作必须围绕工程地质条件进行; ②滑坡灾害防治工程的特点, 任何工程地质勘察工作与具体工程紧密结合, 明确揭示的每一个工程地质条件在防治工程的作用和地位。代表性勘探线剖面布置见图1。

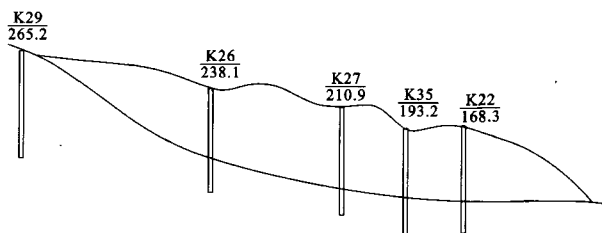


图1 工程地质勘探线的布置图(以白岩沟次级滑坡为例)

Fig. 1 Arrangement plan of engineering geological exploration lines (Baiyangou landslide)

1.2 滑坡区工程地质条件

通过上述勘察工作, 认为谭家坪滑坡由三部分组成: 谭家坪老滑坡、白岩沟和白水沟两个次级复活滑坡, 两个次级滑坡为老滑坡分解的产物, 分别位于老滑坡的东西两侧。基本工程地质特征见工程地质平面图、主剖面图(如图2、3), 具体工程地质条件如下。

1.2.1 地形地貌

谭家坪滑坡位于长江三峡库区巴东县新县城中部且倚于长江南岸, 西临白岩沟, 北靠白土坡。地貌特征总体呈现圈椅状的凹形缓坡, 平均坡度22°, 靠江边和白岩沟斜坡较陡, 坡度>45°, 中部及中环路之间的滑坡后缘山坡坡角<10°, 呈现缓坡平台。谭家坪老

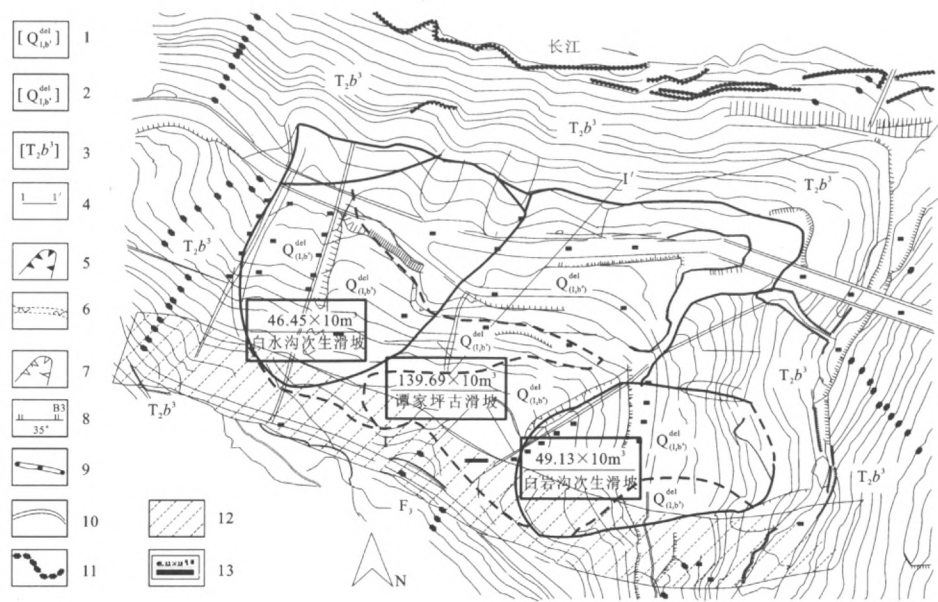


图 2 工程地质平面图

Fig. 2 Planar graph of engineering geology

1. 紫红色滑坡碎、块石土;2. 灰白色滑坡碎、块石土;3. 三叠系中统巴东组第三段灰白色泥灰岩;4. 实测剖面线及编号;5. 次生滑坡边界;6. 次生滑坡剪出口界线;7. 古滑坡边界;8. 断层及产状;9. 古滑坡剪出口位置;10. 古滑坡平台及编号;11. 岩性分层界线;12. 断层劈理带;13. 滑坡体体积
滑坡名称。

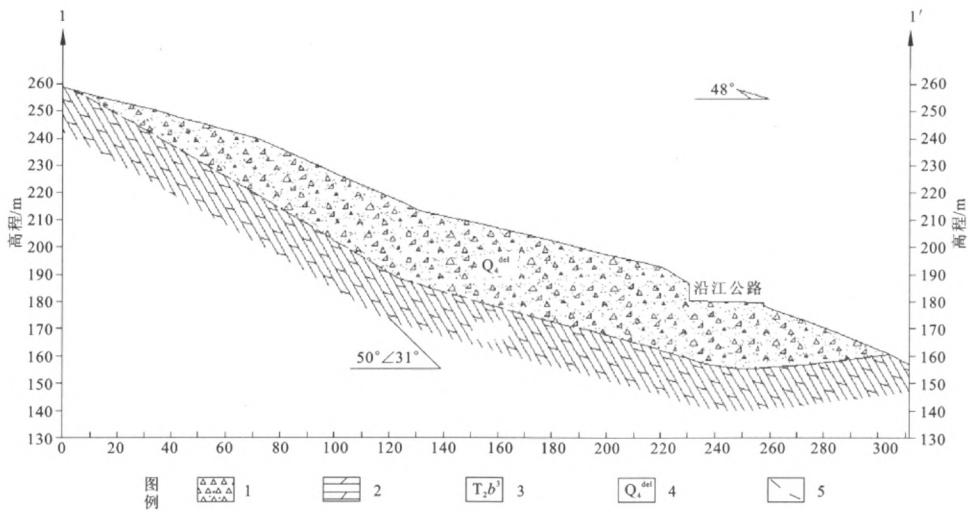


图 3 工程地质主剖面图

Fig. 3 Main longitudinal profile of engineering geology

1. 碎石夹黏土;2. 泥质灰岩;3. 三叠系中统巴东组第三段;4. 滑坡堆积物;5. 推测滑带。

滑坡滑动方向由南西向东北滑移,滑坡的平面形态呈椭圆形,南北长 280 m,东西宽约 500 m,平均厚度 13.7 m,滑面最大深度为 29.3 m,体积为 $139.69 \times 10^4 \text{ m}^3$;白水沟次级滑坡分布于谭家坪老滑坡体的东部,该滑坡是在老滑坡的基础上发展而成,主滑方向由西向东,地貌形状似一个向东的圈椅,滑坡体东西长 240 m,南北宽 110 m;白水沟次级滑坡分布于谭家坪老滑坡的西侧,是谭家坪老滑坡的另一个次级滑坡,滑

动方向由南向北滑移,地貌上像一个向北的圈椅;滑坡的后缘高程 260 m,前缘剪出口高程 175 m,滑体南北长 225 m,东西宽 180 m。

1.2.2 地层岩性

滑坡区主要出露三叠系中统巴东组第四段(T_2b^4)紫红色泥质粉砂岩,粉砂质泥岩与巴东组第三段(T_2b^3)浅灰、灰绿色中厚层泥质粉晶灰岩、钙质泥岩。其中巴东组第三段(T_2b^3)中泥质灰岩、钙质泥岩,强度较低,遇水易软化,大大降低岩石的强度,巴东组第四段(T_2b^4)紫红色中厚层—厚层含钙质粉砂岩为典型易滑地层,这为滑坡的形成提供了较好的物质条件。

谭家坪滑坡体总体上由耕植土,滑体碎、块石,碎石夹粘土和滑带粘土组成的滑坡堆积层和由泥质灰岩夹钙质泥岩的基岩这两部分组成。滑带的物质组成主要为碎石土,细小碎石含量 $>40\%$,多为次圆状、次棱角状,碎石表面多见磨光现象和擦痕,碎石成分多为白云质泥质灰岩。基岩中的泥质灰岩夹钙质泥岩形成软

弱滑动带,岩体破碎,岩体有架空现象,次生变形不甚强烈。

1.2.3 地质构造

谭家坪滑坡的后缘发育一组近东西向的断层(董家梁子 F_3 断层),该断层经过区内时可见由一组倾向 170° ,倾角 $21^\circ \sim 32^\circ$ 的逆断层和倾向 30° ,倾角 61° 的正断层组成的一个断层组,断层影响带最宽达 70 m,破坏了岩体的完整性,对滑坡的形成及南边界起控制作用。谭家坪滑坡体后缘基岩中的裂隙以走向 $60^\circ \sim 80^\circ$ 一组极为发育,该裂隙倾向南东,倾角 $> 60^\circ$,有泥质充填,裂隙走向与山坡走向一致,倾向相反。该组裂隙是由层间劈理相互贯通发育而成,为卸荷裂隙。该组裂隙对滑坡后壁走向起了控制作用。

1.2.4 水文地质

区内主要出露的是巴东组第三段(T_2b^3)含泥量高的泥质灰岩,由粉砂质泥岩构成的碎石土以及滑带碎石土透水性较差,构成该区相对隔水层。滑坡体透水性主要受断裂构造、劈理裂隙的影响。地下水类型为孔隙—裂隙水,主要补给来源为大气降雨和部分生活用水。地表及地下径流总体受滑坡地形的控制,滑坡前缘、平台、冲沟切割处以泉点或漫渗的形式溢出,且动态变化明显。

1.2.5 人类工程活动

因长江三峡水库建成后间歇性回水,回水最终标高 175 m,到时谭家坪老滑坡的前缘将有 5~15 m 滑体被水淹没,从而使滑坡体水文地质、工程地质条件产生显著改变,对谭家坪滑坡的稳定性带来不良影响。由于巴东新城区建设,进行在滑坡体上修连接路、盖楼房以及在前缘剪出口附近修建沿江大道等工程活动,一方面给滑坡后缘加载。另一方面给前缘抗滑段减载,增加了滑坡不稳定条件,再加上生活用水、大气降水排泄沿白水沟滑体后缘面流,部分渗入地下进入滑带,破坏了滑坡原来的平衡状态,使滑坡复活。

2 工程地质模型的建立

以上所获得的谭家坪滑坡第一手资料^[5],是该滑坡工程地质条件的真实反映,这为滑坡地质模型的建立奠定了基础,下面建立其滑坡地质模型。

谭家坪地区发育的易滑坡地层巴东组第三段(T_2b^3)和巴东组第四段(T_2b^4),为滑坡形成提供较好的物质条件^[6]。该组地层顶部发育薄层—中厚层泥质灰岩、钙质泥岩,强度较低,遇水易软化,加上该段地层中有董家梁子断层组通过,使节理和劈理特别发育,严

重地破坏了岩体的完整性。该地区构造上地壳的抬升、河流侵蚀作用加剧、河谷深切,导致岩体内部构造残余应力释放、岩体普遍卸荷回弹,从而使卸荷裂隙生成和软弱结构面贯通,并且水动力作用强烈。

因此,谭家坪滑坡地质模型的建立主要考虑以下因素:①谭家坪地区特殊的地形地貌特征;②该地区出露的易滑坡地层巴东组第三段(T_2b^3)和巴东组第四段(T_2b^4);③董家梁子断层组、顺层层理、卸荷裂隙以及非常发育的劈理;④长江三峡水库建成后蓄水至 175 m 高程;⑤巴东新城区建设过程中的人类工程活动的影响。根据文献 3,滑坡地质模型可以用“类、型、式、期”来建立,谭家坪滑坡地质模型为:复活性滑后期渐进式岩质滑坡,其临空条件见图 4。

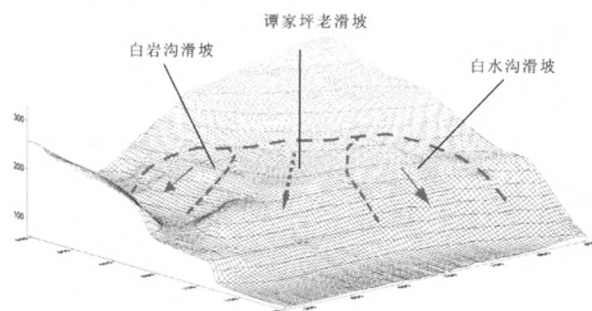


图 4 谭家坪滑坡临空条件

Fig. 4 Free surface condition of Tanjiaping landslide

谭家坪老滑坡位于长江南岸 165~270 m 标高的斜坡上,滑坡前缘最低点距现代河床高差约 100 m,地形坡度 $22^\circ \sim 25^\circ$ ^[7]。因地壳的抬升、长江下切力作用加强,残存的巴东组第四段临江有 200 m 的高差,并且该区为岩层倾向坡外的顺向坡,加之岩层次级褶皱发育,节理和劈理也非常发育,董家梁子断层从谭家坪南侧通过,破碎带宽达 70 m。这些构造条件严重地破坏了岩体的完整性,谭家坪老滑坡滑坡体结构见图 5。白水沟滑坡滑动方向由南向北,滑坡的后缘滑壁与老滑坡滑壁相重叠,西侧边界追踪了老滑坡的边界,东部边界切割老滑坡体,均呈负地形,白水沟次级滑坡的滑床大都利用了老滑床,仅在前缘因老滑坡受到反倾斜岩层的抗滑作用。该次级滑坡滑舌超覆于老滑坡体之上,形成“双层”结构特征。

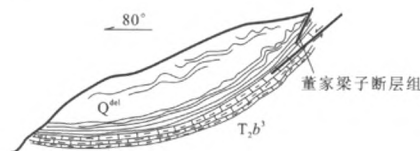


图 5 谭家坪老滑坡体结构

Fig. 5 Geological structure of old Tanjiaping landslide

白岩沟次级滑坡的南部边界继承和追踪了老滑坡的后缘边界,上部与老滑坡边界一致,并且前缘从老滑坡舌部外伸,超出老滑坡东部边线较远。1986年以来,由于巴东新城区建设,如在滑坡体上修连接路、盖楼房等,导致滑体后缘地面出现裂缝、民房强烈变形、排水渠被错断、树木枯死、地面浮土松动等变形现象。据此,种种迹象表明滑坡原有的平衡状态被打破,滑坡很可能再次复活,由主次滑坡后缘陡坎排列关系可知白岩沟次级滑坡属牵引式滑坡,其变形破坏机制见图6。

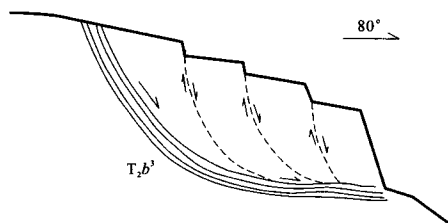


图6 白岩沟次级滑坡变形破坏机制

Fig. 6 Deformation and failure mechanic of Baiyangou landslide

3 初步治理建议

根据谭家坪滑坡地质模型,治理工程应针对滑坡的中部和前缘部位,既要治理滑坡的整体蠕滑,又要治理浅表层崩滑,同时将城区规划建设与滑坡整治相结合,将防护设计与绿色设计相结合。建议采用大断面抗滑桩和锚拉桩结合地表、地下排水系统。为减少人为活动对滑坡的不利影响,在治理前和治理过程中不宜扩大工程建设,避免失稳条件进一步恶化,同时对滑坡区生产、生活用水进行统一管理。(近期回访表明,治理工程充分参考了该建议,治理效果良好)。

4 结论

(1) 在滑坡灾害的防治工程中,通过工程地质勘

察详细查明滑坡工程地质条件,进而建立合理的滑坡地质模型,对保证滑坡治理工程的科学性具有重要意义。

(2) 就谭家坪滑坡而言,谭家坪滑坡是由谭家坪老滑坡、白岩沟次级滑坡和白水沟次级滑坡组成,并且白岩沟次级滑坡和白水沟次级滑坡是谭家坪老滑坡复活的产物。

(3) 谭家坪滑坡为顺向坡,其地质模型主要受岩层层理、董家梁子断层、卸荷裂隙、节理和劈理控制;白水沟次级滑坡是老滑坡复活的产物,其边界条件大都继承了老滑坡边界,前缘滑坡舌超覆于老滑坡体之上,形成“双层”结构特征;白岩沟次级滑坡也是老滑坡复活的产物,为典型的牵引式滑坡。

(4) 滑坡地质灾害治理工程的实施应针对具体科学合理的地质模型,做到有的放矢,同时根据地质模型建立与之相适应的防治规划管理方案,使治理工程更加科学有效的进行。

参考文献:

- [1] 孙玉科,杨志法,丁恩保,等.中国露天矿边坡稳定性研究[M],北京:中国科学技术出版社,1999:72-89.
- [2] 许兵.论工程地质模型[J].工程地质学报,1997,5(3):199-204.
- [3] 晏鄂川,刘广润.试论滑坡基本地质模型[J].工程地质学报,2004,12(1):21-24.
- [4] GB50021—2001,岩土工程勘察[S].
- [5] 孙玉科.工程地质学发展与创新思路探讨之二——工程地质第一性资料的认识论[J].岩土工程界,2002(7):11-12.
- [6] 聂文波,张利洁,唐辉明,等.三峡工程库区谭家坪滑坡系统工程地质研究[J].三峡大学学报:自然科学版,2002,24(5):392-396.
- [7] 戴光忠,张久林,刘兴义,等.湖北省巴东谭家坪滑坡工程地质勘察报告[R].武汉:武汉地质工程勘察院,2001.

(责任编辑:潘 满)

Geological Model Analysis of Tanjiaping landslide in the Three Gorges Reservoir Area

DAI Guangzhong, LIU Changxiong

(The Second Geology Team in Hubei Province, Enshi, Hubei 445000)

Abstract: Landslide geological model is a high scientific integration of engineering geology conditions of landslide. The construction of accurate geological model depends on engineering geology conditions by investigation manners. According to geological, hydrological, deformation characteristics of Tanjiaping landslide of Badong County in the Three Gorges reservoir area, several investigation manners are used to discover engineering geology conditions of the landslide, and geological model is founded. The geological model makes a basis of studying landslide deformation failure, and provides scientific principles to prevention and treatment design of landslide.

Key words: Tanjiaping landslide; investigation; geological model; Three Gorges reservoir area