

澜沧江巴丁滑坡的稳定性分析

刘 彬<sup>1</sup>, 聂德新<sup>1</sup>, 李树武<sup>2</sup>

(1. 成都理工大学 工程地质研究所, 四川 成都 610059; 2. 中国水电顾问集团西北勘测设计研究院, 西安 710065)

摘 要: 巴丁滑坡位于澜沧江里底水电站坝址区。通过现场的调查研究, 查明了巴丁滑坡的范围、坡体形态、目前的稳定性; 在滑坡前缘剪出口找到了滑带土, 并对其进行了物理力学试验, 确定了滑带土的力学参数。最后应用滑坡稳定性计算程序对滑坡的稳定性进行计算, 结果表明, 巴丁滑坡在各种工况下都是稳定的, 这一结果同时也验证了作者的现场定性判断。

关键词: 滑带土; 参数; 稳定性

中图分类号: P642. 22

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)06-0228-02

Bading Landslide Stability Analysis of Lancangjiang

LIU Bin<sup>1</sup>, NIE De-xin<sup>1</sup>, LI Shu-wu<sup>2</sup>

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China

2. North-west Hydroelectric Investigation & Design Institute of CHC, Xi'an 710065, China)

**Abstract:** The Bading landslide located in dam site area of Lidi hydroelectric station on the Lancangjiang River. The authors investigated and researched the landslide and known the dimension, shape and present stability of Bading landslide. In the front of landslide, the slide zone soil was found. The strength parameter were determined after tested the slide zone soil. At last, using the stability code of landslide to compute the Bading landslide, the result indicated that the Bading landslide is stable.

**Key words:** slide zone soil; parameter; stability

1 概 述

巴丁滑坡位于澜沧江里底水电站下坝址(蒲地塘坝址)和中坝址(巴丁坝址)之间的右岸。滑坡上边界距巴丁坝址直线距离 1 000 m 左右, 下界距蒲地塘坝址的直线距离也是 1 000 余 m; 滑坡前沿到达澜沧江边, 最宽处长度在 1 800 m 左右, 滑坡两侧近似平行地向山上延伸, 后缘基本与前沿等宽, 其平均高程在 2 175 m(图 1)。从滑坡纵剖面图(图 2)上得滑坡的最大厚度在 80 m, 因此估算巴丁滑坡的方量为 2 000 万 m<sup>3</sup>, 所以巴丁滑坡对未来的里底水电站(无论是蒲地塘坝址还是巴丁坝址)都有直接的影响, 为此, 需要进一步调查巴丁滑坡的现状、研究其滑带土的物理力学特性, 计算各种工况下滑坡的稳定性, 以便对其进行合理的预防和治理。

2 巴丁滑坡的现状及其滑带土参数

根据对巴丁滑坡现场的调查, 滑坡后缘平台与陡壁之间过渡自然, 没有在转折处或平台上发现拉裂缝, 在滑坡的两侧缘也没有任何拉裂缝存在, 滑坡前沿地带也没有发现鼓胀裂隙。目前, 整个滑坡体上, 凡平缓的地带都被当地老乡改造为耕地, 较陡的地带则多为林地, 以松树为主, 树径从十几公分到几十公分不等, 皆挺拔。在局部甚至有不少上百年的古树(图 3), 但没有发现有规律的“马刀树”或“醉汉林”, 这些情况说明巴丁滑坡长期以来(至少在近 100~200 年)都处

于稳定状态。

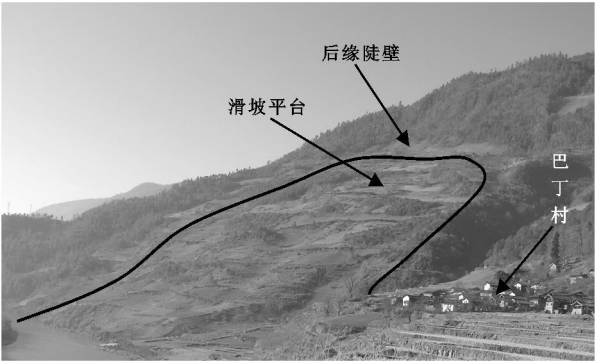


图 1 巴丁滑坡全貌

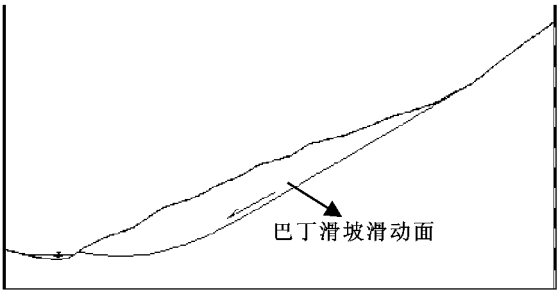


图 2 巴丁滑坡纵剖面图

\* 收稿日期: 2005-10-29

基金项目: 国家自然科学基金资助(4372127)

作者简介: 刘彬(1978-), 男, 四川仁寿人, 博士研究生, 研究方向为工程岩土体特性。



图 3 巴丁滑坡上的百年古树

在巴丁滑坡前缘江边找到了延伸数十米的剪出口, 并且挖出了滑带土(图 4)。大量研究表明<sup>[1-4]</sup> 滑带土的物理力学性质是控制滑坡稳定的关键性因素, 要对滑坡进行稳定性评价首先要作好滑带土的物理力学试验。在巴丁滑坡前缘剪出带取滑带土在现场进行了密度、含水率及塑、液限和颗粒密度试验, 成果见表 1。

表 1 巴丁滑坡滑带土物理指标试验成果表

试编号	密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	含水率/%	塑限/%	液限/%	颗粒密度/(g·cm <sup>-3</sup> )
BD- 1	2. 23	12. 78	15	28	2. 72
BD- 2	2. 20	13. 77			
BD- 3	2. 19	12. 54			
BD- 4	2. 13	13. 28			
平均值	2. 18	13. 10			

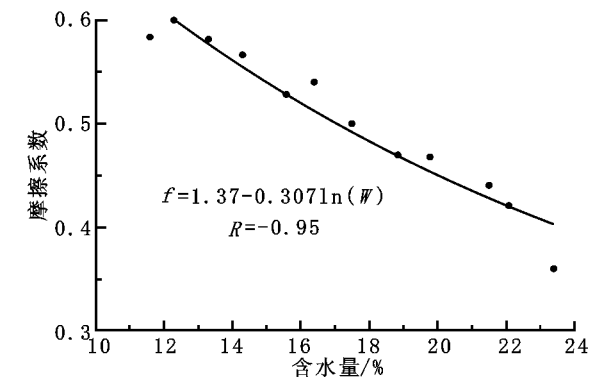


图 5 滑带土摩擦系数与含水量关系曲线

3 巴丁滑坡的稳定性计算

根据巴丁滑坡的剖面图(图 2)作出滑坡计算模型图(图 7)。计算方程采用摩根斯坦<sup>[5]</sup>, 计算程序采用最新摩根斯坦商用程序。

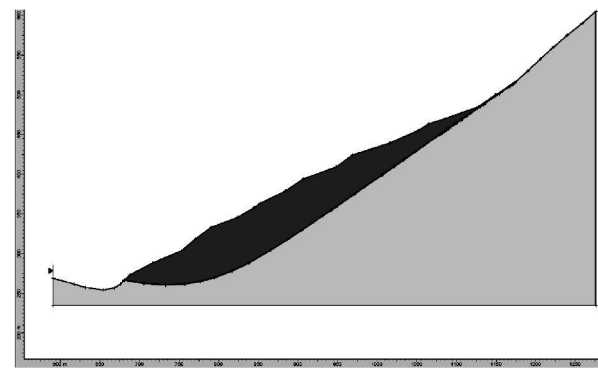


图 7 巴丁滑坡计算模型

工况考虑: 天然状态, 暴雨或饱水状态, 地震。

从表 1 可知, 巴丁滑坡滑带土原状样的含水率为 13.1%, 比塑限 15% 低两个百分点, 处于坚硬状态。由于现场不能取到满足原状直剪试验的试样, 因此在室内进行滑带土不同含水率的直剪试验, 根据试验结果, 拟合出滑带土抗剪强度  $f$  及  $C$  与含水率的关系曲线(图 5, 图 6), 得到式 1 和式 2。

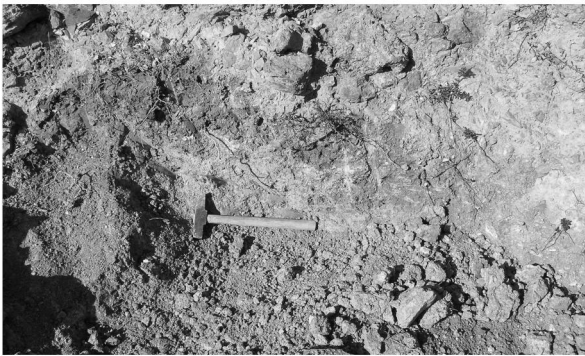


图 4 巴丁滑坡前缘剪出口滑带土

$$f = 1.37 - 0.307\ln(W) \quad R = -0.95 \quad (1)$$

$$\ln(C) = -0.244\ln(W) + 6.784 \quad R = 0.95428 \quad (2)$$

式中:  $f$ ——滑带土的内摩擦系数;  $C$ ——滑带土的内聚力 (MPa);  $W$ ——滑带土的含水率 (%)。

将现场天然试样的含水率 13.1% 带入式 1 和式 2, 计算出巴丁滑坡滑带土的强度参数, 为安全起见, 取计算值的 80% 作为建议值, 即:  $f = 0.40$ ,  $C = 20$  kPa。

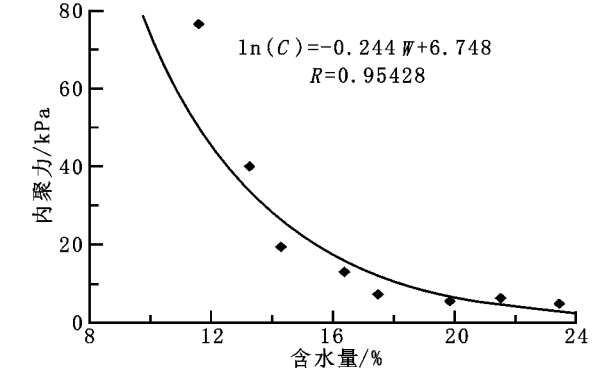


图 6 滑带土内聚力与含水率的关系曲线

(1) 天然状态:  $f = 0.40$ ,  $C = 20$  kPa 条件下巴丁滑坡的稳定性系数:  $K = 1.25$ , 计算的成果图见图 8。

(2) 暴雨或饱水状态:  $f = 0.30$ ,  $C = 15$  kPa 条件下巴丁滑坡稳定性系数  $K = 1.2$ , 计算成果图见图 9。

(3) 地震条件下巴丁滑坡稳定性计算:  
取水平地震系数为 0.06 g, 则当  $f = 0.40$ ,  $C = 20$  kPa 时  $K = 1.09$ 。

计算的成果图见图 10。计算表明巴丁滑坡稳定性较好, 这与现场调查获得的变形状况资料是吻合的。

4 结 论

(1) 通过对巴丁滑坡的现场调查研究, 查明了巴丁滑坡的范围, 并在前缘找到了滑带土。

(2) 对巴丁滑坡滑带土进行了物理力学试验, 确定了滑带土的力学参数

(3) 应用滑坡稳定性计算软件— 摩根斯坦商用程序对巴丁滑坡的稳定性进行计算,

结果表明在各种工况先, 滑坡的稳定性系数在 1.09 以  
(下转第 233 页)

降雨侵蚀力是影响土壤侵蚀中最主要的因子之一,尤其是西北干旱地区,由于年内降水分配不均,并且降雨多表现出历时短、雨强大、雨量相对集中的特点,所以要选择适合本地区的降雨侵蚀力模型,根据降雨侵蚀力的时空分布规律,合理的水土保持措施,减少水土流失,实现水、土资源的可持续发展。

参考文献:

[ 1 ] Yu B, Rosewell C J. A robust estimation of the R factor for the universal soil losses equation [ J ]. Transactions of the ASAE, 1996, 39(2): 559- 561.

[ 2 ] Wischmeier W H, Smith D D. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning [ M ]. U. S. Dep. Agric. Handb. No. 537, 1978. 23- 26.

[ 3 ] 王万忠. 中国降雨侵蚀力 R 值计算与分布 [ J ]. 水土保持学报, 1996, 2(1): 29- 39.

[ 4 ] 吴志峰, 刘平等. 广东省降雨侵蚀力时间变化初步分析 [ J ]. 亚热带水土保持, 2005, 17( 1 ): 34- 37.

[ 5 ] 张建国, 等. 重庆市降雨侵蚀力( R )的时空分布特征 [ J ]. 水土保持研究, 2004, 11( 1 ): 56- 58.

[ 6 ] 吴素业. 安徽大别山区降雨侵蚀力指标的研究 [ J ]. 中国水土保持, 1992, ( 2 ): 32- 33.

[ 7 ] Richardson C. W, et al. Estimation of erosion index from daily rainfall amount [ J ]. Trans. Of ASAE, 1983, 26(1): 153 - 157.

[ 8 ] 谢云, 刘宝元, 章文波. 侵蚀性降雨标准研究 [ J ]. 水土保持学报, 2000, 14(4): 6- 11.

[ 9 ] 谢云, 章文波, 刘宝元. 用日雨量和日雨强计算降雨侵蚀力 [ J ]. 水土保持通报, 2001, 21(6): 53- 56.

[ 10 ] 伍育鹏, 谢云, 章文波. 国内外降雨侵蚀力简易计算方法的比较 [ J ]. 水土保持学报, 2001, 15( 3 ): 31- 34.

[ 11 ] Renard K G, Freimund J R. Using monthly precipitation data to estimate the R- factor in the Revised USLE [ J ]. Journal of Hydrology, 1994, 157: 287- 306.

[ 12 ] 章文波, 付金生. 不同类型雨量资料估算降雨侵蚀力 [ J ]. 资源科学, 2003, 25(1): 35- 38.

[ 13 ] 王万忠. 黄土地区降雨侵蚀力 R 指标的研究 [ J ]. 中国水土保持, 1987, (12): 34- 40.

[ 14 ] N W 哈德逊. 土壤侵蚀. 窦保璋译 [ M ]. 北京: 科学出版社, 1971. 45- 50.

[ 15 ] 任国玉, 等. 我国降水变化趋势的空间特征 [ J ]. 应用气象学报, 2000, 11(3): 322- 310.

[ 16 ] 施能, 等. 中国近 100 年来 4 个年代际气候变化特征 [ J ]. 气象学报, 1995, 53( 4 ): 431- 439.

[ 17 ] Ferro V, Giordano G, Iovino M. Iso- erosivity and erosion risk map for Sicily [ J ]. Hydro. Sci. J, 1991, 36( 6 ): 549- 564.

[ 18 ] Mikhailova E A, Bryant R B, Schwager S J, et al. Predicting Rainfall Erosivity in Honduras [ J ]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1997, 61: 273- 279.

[ 19 ] Kinnell P I A. Runoff ratio as a factor in the empirical modeling of soil erosion by individual rainstorms [ J ]. Aust. J. Soil Res, 1997, 35: 1- 13.

( 上接第 229 页)

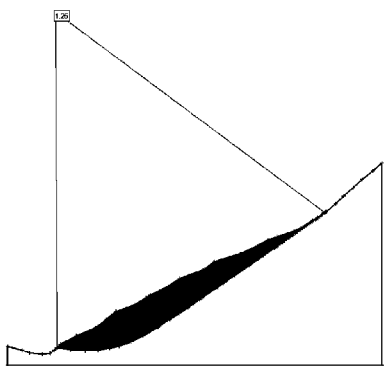


图 8 天然状态 K 值

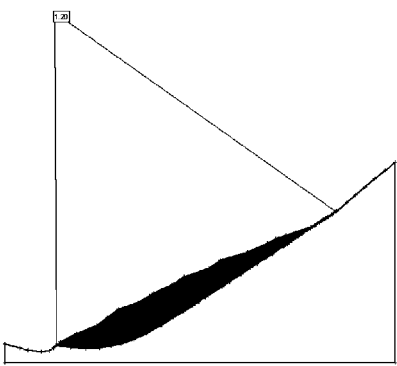


图 9 暴雨条件下 K 值

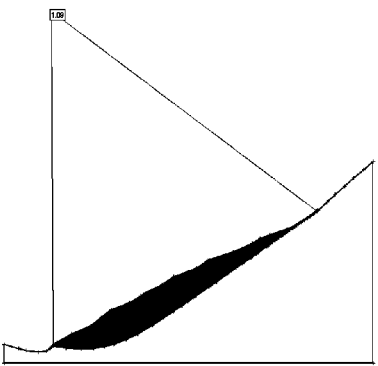


图 10 地震条件下 K 值

上,即滑坡处于稳定状态,这与现场的调研结果一致。算程序或方法,在滑坡的详细研究中可以采用多种方法加以对比。

(4)当然在滑坡的稳定性计算方面还可以采用其他的计

参考文献:

[ 1 ] 张倬元, 聂德新, 等. 金沙江向家坝水电站坝址岩石及软弱夹层研究 [ M ]. 成都: 成都科技大学出版社, 1993.

[ 2 ] 殷宗泽. 土力学学科发展的现状与展望 [ J ]. 河海大学学报, 1999, 27(1): 1- 5.

[ 3 ] 谢定义. 21 世纪土力学的思考 [ J ]. 岩土工程学报, 1997, 19(4): 111- 114.

[ 4 ] 曲永新. 软弱夹层德工程地质预报、工程地质力学研究 [ M ]. 北京: 地质出版社, 1985.

[ 5 ] 张倬元, 王士天, 王兰生. 工程地质分析原理(第二版) [ M ]. 北京: 地质出版社, 1993.