

某水电站右岸猴子坡稳定性分析

裴 钻, 蔡国军

(成都理工大学环境与土木工程学院, 成都 610059)

摘 要: 主要通过大量现场调查和综合分析, 利用地质分析、FLAC3D 软件计算等方法进行分析, 对边坡稳定性做出了评价, 对进一步探讨其稳定性提出了建议。

关键词: 猴子坡; 稳定性分析; 地质分析; FLAC3D

中图分类号: P642.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)02-0318-04

Stability Analysis of Monkey Slope for a Hydropower Station

PEI Zuan, CAI Guo-jun

(School of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: Through field investigation and comprehensive analysis, the assessment and further suggestions are made on the slope stability, employing geological analysis and FLAC3D program, etc.

Key words: Monkey slope; stability analysis; geological analysis; FLAC3D program

1 工程概况

拟建的水电站位于四川省凉山彝族自治州盐源县和木里县境内, 是雅砻江干流水能资源最富集的中、下游河段五个梯级水电开发的第一级。猴子坡位于坝区右岸 ~ 线之间, 地形上为三面临空、上宽下窄的凸出山梁。从地质情况调查来看边坡结构较复杂, 猴子坡存在失稳的可能。由于猴子坡下有右导出口及尾水洞出口, 它的稳定性对水电站施工安全和今后运行至关重要, 所以本文从地质、FLAC3D 对猴子坡的安全与稳定作出评价。

2 地质概况

2.1 边坡基本地质条件

2.1.1 地层岩性

坡体由杂谷脑组第二段第 6、7 层大理岩组成, 岩层产状 $N40^{\circ} \sim 55^{\circ} E / NW \angle 35^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。其中 2(6) 层岩性为中厚层角砾状、条纹状大理岩, 灰黑色大理岩夹绿片岩透镜体, 岩体多呈中厚-薄层结构。2(7) 由于变质作用层面多胶结愈合, 岩体多呈厚层-块状结构。

2.1.2 地质构造

猴子坡一带主要断层和主要裂隙:

断层 f_7 : 地表出露的断层产状为 $N79^{\circ} W / NE \angle 59^{\circ}$, 宽度为 30~50 cm, 长度 450~500 m 主要由角砾、灰黄色断层泥组成, 见灰白色岩屑、糜棱岩及大理岩透镜体, 紧密。在中低高程切层, 在高程大体顺层。

断层 f_7' : 产状: $N50^{\circ} \sim 60^{\circ} E / NW \angle 35^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 由角砾、糜棱质、泥组成, 张性特征, 潮湿、强风化。

断层 f_{28} : 产状: $N70^{\circ} E / SE \angle 80^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 宽度为 30~170 cm 由角砾岩、糜棱岩组成, 糜棱岩连续分布, 厚 0.2~0.5 cm, 局部泥化、软化, 断层带挤压紧密, 带内湿润, 局部渗水。

X 煌斑岩脉: 产状: $N60^{\circ} W / SE \angle 75^{\circ}$, 分布于左右两岸整个高程。

裂隙: $N50^{\circ} E$ 向陡裂隙; NW 向陡裂隙; 层面裂隙。

2.1.3 卸荷风化

猴子坡山脊两侧岩体风化较强烈, 强卸荷、弱风化水平深度 15~30 m。

2.1.4 水文地质情况

从平硐地质情况的调查来看, 边坡基本无地下水出露, 但是由于边坡有右导出口及尾水洞出口, 泄洪雨雾对猴子坡整体稳定性会产生影响。

3 猴子坡稳定性分析

猴子坡稳定性分析主要采用地质分析法和 FLAC3D 计算分析方法。

3.1 地质分析方法

3.1.1 猴子坡失稳模式及边界条件分析

从猴子坡的地形地质条件看, 可能的变形失稳模式是明确的, 即受顺层结构面控制的平面滑动或楔形体滑动。我们关心的是失稳的边界和失稳的范围, 如下分析:

(1) 关于底滑面。能构成底滑面的主要是 f_7' 断层, 在自然条件下具备切出的几何条件。但是无(重力)变形迹象, 表明这面规模较小、或者在自然坡脚部位存在一定长度的锁固段。

(2) 关于侧缘切割面。猴子坡上游侧煌斑岩出露的软弱面

* 收稿日期: 2006-08-02

作者简介: 裴 钻(1980-), 男, 成都理工大学助理工程师, 成都理工大学硕士研究生, 研究方向: 岩土体稳定性及工程环境效应。

切割,因此猴子坡上游侧是具备切割条件。

猴子坡下游侧为陡壁,临空条件较好,且有近 EW 向的 f_7 断层存在,因此下游侧缘切割条件是具备的;

(3) 关于后缘切割面。因 f_{28} 仅在猴子坡较远 NE 方向出露,地质调查没有发现 f_{28} 有贯穿猴子坡的趋势,故不作为后缘切割。

可能性较大是煌斑岩脉(X),煌斑岩脉(X)一直延伸到高程 2 000 m 以上,地表一直出露,可作为后缘切割面进行稳定性计算。

3.1.2 猴子坡稳定性的地质分析

(1) 关于现状整体稳定性。基于以下几点,我们初步认为猴子坡现状条件下整体是稳定的:

坡体总体属斜向坡,岩体完整、裂隙不发育; 顺层发育的底滑面 f'_7 规模不确定,但通过地质调查其规模可能较小; 煌斑岩脉和 f_7 切割岩体方向相反,且离凸出山梁距离太远; 目前猴子坡凸出岩体无整体变形迹象; 所有的断层和裂隙没有新鲜的擦痕;

(2) 关于右导出口、尾水出口开挖及雾化影响分析。按目前右导出口和尾水出口布置,出口开挖对顺层 f'_7 的侧向出露条件无本质改变,因此出口开挖对猴子坡整体稳定性不会产生明显的恶化。

泄洪雨雾对猴子坡整体稳定性虽有影响,因坡体突出三面临空且坡面完整,不利于泄洪雨雾向坡体内渗入但可能不会产生明显的恶化。因此整体失稳可能性较小,但其潜在失稳范围的大小,尚有赖于对其 f'_7 展布特征的进一步查明。依据目前对 f'_7 的初步认识,即使存在失稳问题,其范围可能是局部的。初步分析,在泄洪雨雾下可能存在的局部失稳主要在以下两个部位:一是猴子坡突出岩体上陡壁顶部,表层沿层面产生小规模的滑塌;二是猴子坡上游侧陡壁局部。

3.2 FLAC3D 分析方法

通过地质特征对边坡稳定作了宏观的评价,初步判断猴子坡的稳定性与 f'_7 展布特征有很大关系,FLAC3D 通过为了进一步阐述边坡的稳定性和 f'_7 的展布关系,并做敏感性分析。

3.2.1 计算模型的建立

(1) 模型建立原则。本模型研究的是右岸猴子坡变形及应力分布情况,模型主要建立根据以上地质分析由 f_7 、 f'_7 断层和煌斑岩脉控制,由于 f_7 断层的展布特征不确定,所以本次模型根据 f_7 在断层范围内随机分布岩体所占比例来模拟和判别猴子坡的稳定性。

(2) 模型范围及边界。本模型计算范围以猴子坡为中心,共划分出 14 216 单元,节点共 64 912 节点。X 轴是 N30E 方向,为河流走向,X 方向的范围是从普斯罗沟处开始,往上游 850 m,Y 轴为高程方向取江下垂直距离为 300 m 为零位移面,Z 轴是 S60E 方向,Z 方向是从河谷中间往右岸 743 m。

(3) 岩体。本模型从上到下模拟了 2(7)、2(6)、2(5)、2(4)、2(3)、2(2)、2(1) 等层,模型底部的 1 层、2(1) 层和最上部的 2(6) 层岩体质量等级为 2 级,2(2) 层岩体质量等级为 1 级,2(3)、2(4)、2(5)2(7) 层岩体的为 级。风化层岩体质量等级为 IV1 级。

(4) 参数的选取。本模型的参数选取主要是依据实验数据,结合模型实际情况,给出如下参数,见表 1 所示。

表 1 各岩级参数表

岩 级	弹性模量 E/GPa	泊松比 μ	密度 γ / ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	C (MPa)	φ $^\circ$	抗拉强度 σ /MPa	备 注
	34.5	0.23	2.76	1.9	53.47	2.0	
1	18.25	0.25	2.73	1.4	46.94	1.5	
2	10.5	0.3	2.7	0.9	45.57	1.02	
2S	14	0.3	2.7	0.9	45.57	1.02	埋藏较深 2 级岩体
IV1	3.5	0.35	2.7	0.6	34.9	0.65	埋 藏 浅
IV2	3.0	0.35	2.7	0.5	32	0.2	埋 藏 深
1	0.8	0.35	2.1	0.02	16.7	0	埋藏较浅的断层(风化层)
IS	1.45	0.35	2.1	0.10	20	0	埋藏较 深的断层

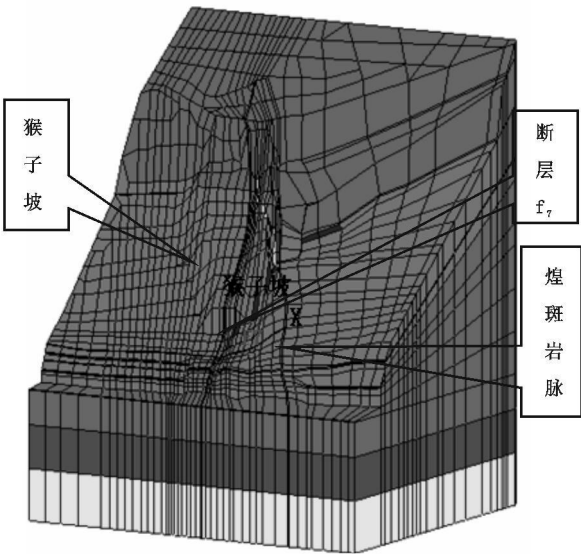


图 1 整体模型

3.2.2 对 f'_7 断层内随机分布岩体对边坡稳定进行敏感性分析

根据模型里面随机分布岩体的比例按 3%、5%、10%、20% 等四种情况判别其稳定性。随机岩体为 3% 的总位移矢量图见图 2; 随机岩体为 5% 的总位移矢量图见图 3; 随机岩体为 10% 的总位移矢量图见图 4; 随机岩体为 20% 的总位移矢量图见图 5。

总位移矢量剖面图分析:

(1) 随机岩体出露的增多猴子坡变形减小,在岩体出露为 5% 以内的情况下位移上以 Z 方向为主变形较大,方向最大达 30 cm 见图 2、图 3。

(2) 随机岩体出露的增多猴子坡变形减小,在岩体出露为 10% 以内的情况下位移上以 Y 方向为主变形较小,Z 方向最大达 10 cm 见图 4、图 5。

塑性区分析:

随机岩体为 3% 的总位移矢量图见图 6; 随机岩体为 5% 的总位移矢量图见图 7; 随机岩体为 10% 的总位移矢量图见图 8; 随机岩体为 20% 的总位移矢量图见图 9。

(1) 在岩体出露为 5% 以内的情况下 f_7 断层后缘塑性区贯通。

(2) 岩体出露为 10% 情况下塑性区局部出现,没有贯通。

(3) 岩体出露为 20% 的情况没有出现塑性区。

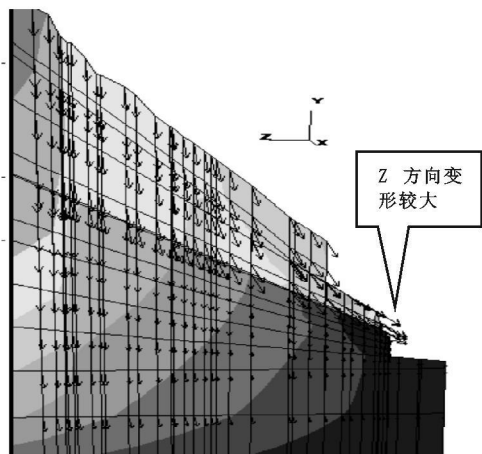


图 2 3% 的总位移矢量

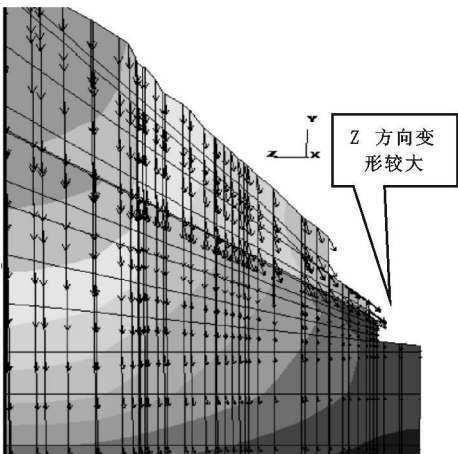


图 3 5% 的总位移矢量

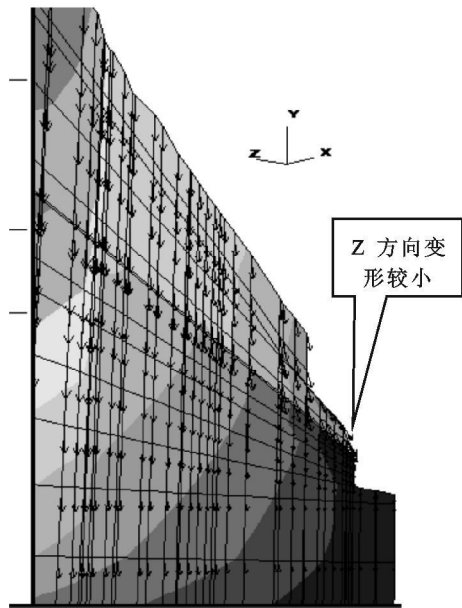


图 4 10% 的总位移矢量

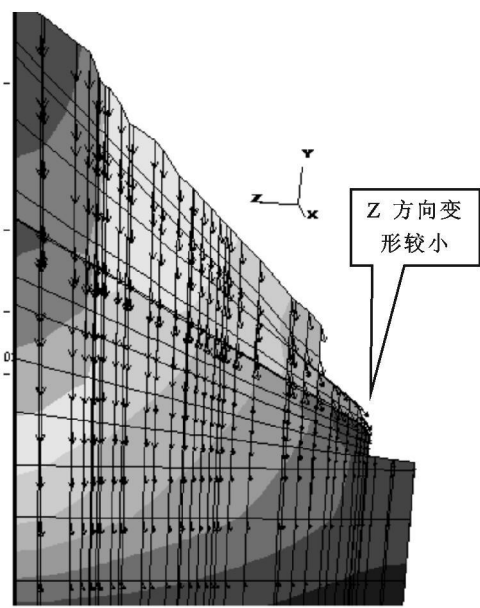


图 5 20% 的总位移矢量

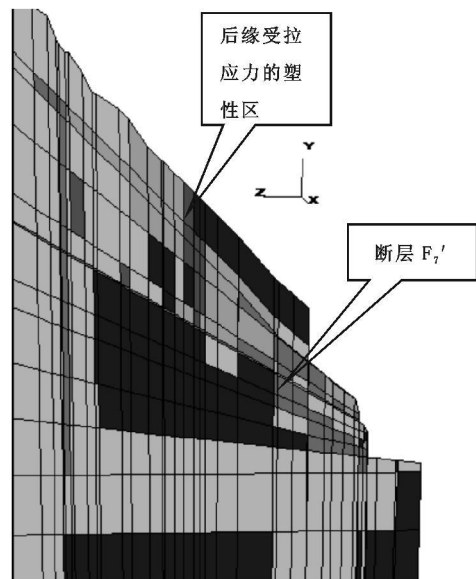


图 6 3% 的总位移矢量

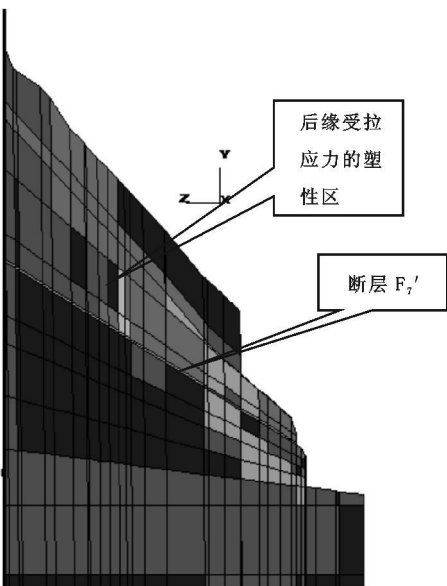


图 7 5% 的总位移矢量

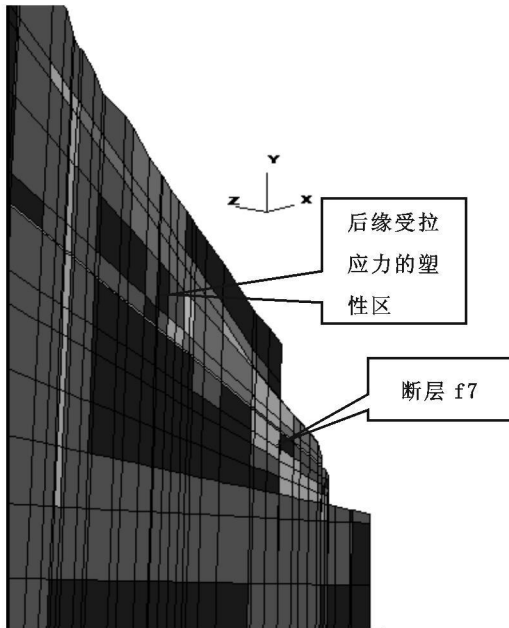


图 8 10% 的总位移矢量

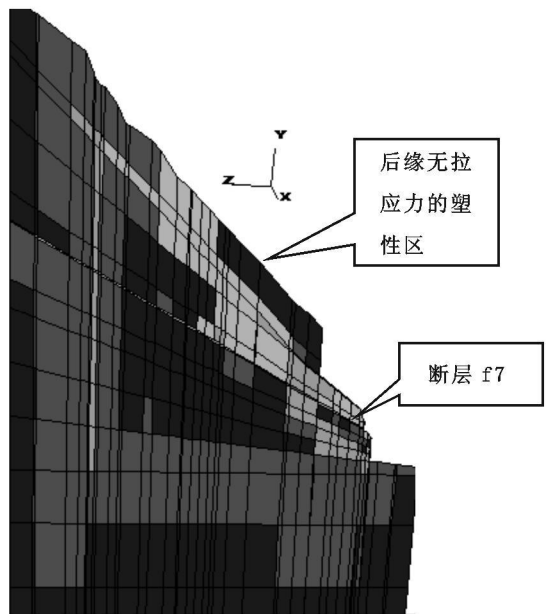


图 9 20% 的总位移矢量

说明: 以上剖面是在猴子坡下垂直河流方向所切

综合以上位移、应力图 我们可以看出随着岩体出露所占比例的增加猴子坡在自然状态下趋于稳定加强, 在岩体出露为 5% 情况下位移相对较大, 并伴有塑性区出露, 存在潜在的不稳定, 出露为 10% 的情况下位移较稳定并没有塑性区出露, 猴子坡稳定。

通过地质分析确定猴子坡整体稳定, 其稳定性与 f_7' 的规模和展布有一定关系, 对于 f_7' 规模和展布变化情况通过 FLAC3D 的计算得出猴子坡在随机岩体出露小于 5% 时存在潜在的不稳定, 都是符合我地质上的宏观分析, 通过地质分析随机岩体出露小于 5% 的这种情况可能性很小, 所以可以做出判断猴子坡是稳定的。

4 结 论

综上所述计算, 可以得出以下结论:

(1) 猴子坡稳定性与 f_7' 规模和贯通性有关, 在岩体出露为 5% 情况下存在潜在的不稳定, 但是通过地质分析随机岩体出露为 5% 情况下可能性很小, 潜在不稳定存在可能性较小但应该尽快开展补查工作。

(2) 猴子坡由断层 f_7' 、 f_7 和煌斑岩脉控制的块体整体是稳定的, 在蓄水后, 虽然块体在雨雾影响下, 稳定性系数略有降低, 但整体影响不大。

(3) 猴子坡地形陡峻, 充分卸荷, 在坡面上可能存在一定规模的局部小块体, 应该对这些局部危险块体进行清除或加固, 以保证施工安全。

参考文献:

- [1] 黄润秋, 张倬元, 王士天. 高边坡稳定性的系统工程地质研究[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1991.
- [2] 张倬元, 王士天, 王兰生. 工程地质分析原理[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- [3] 陈文胜, 冯夏庭, 葛修润, 等. 静态松弛快速拉格朗日分析方法原理[J]. 岩石力学与工程学报, 1999, 18(6): 680- 684.
- [4] 孙广忠. 岩体结构力学[M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [5] Wittkew, F. 岩石力学[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1990.
- [6] 徐佩华, 陈剑平, 黄润秋, 等. 某水电站解放沟左岸反倾高边坡蓄水稳定性分析[J]. 岩土力学, 2005, (5): 827- 832.

(上接第 317 页)

新疆水资源的匮乏, 生态环境承载力低, 使得新疆的城镇体系发展在很大程度上受到了制约, 在建设城镇的过程当中,

必须注意生态环境的保护工作, 走人与环境协调发展的道路, 找出适合新疆特定环境的发展之路。

参考文献:

- [1] 顾朝林. 中国城市地理[M]. 北京: 商务印书馆, 1999. 161- 163.
- [2] 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆 2006 统计年鉴[Z]. 中国统计出版社, 2006.
- [3] 王录仓, 张云峰. 基于分形理论的苏北城镇体系研究[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 2005, 45(1): 65.
- [4] 岳文泽, 许建华. 甘肃城镇体系结构及其分形模型研究[J]. 地域研究与开发, 2004, 23(1): 17.
- [5] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004. 406- 407.
- [6] 侯景新, 殷卫红. 区域经济分析方法[M]. 北京: 商务印书馆, 2004. 45- 48.
- [7] 陈彦光, 周一星. 豫北地区城镇体系空间结构的多分形研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2001, 37(6): 811.