

金沙水电站花石崖崩塌堆积体研究

任治俊¹, 朱信波²

(1. 四川省能源投资集团有限责任公司, 四川 成都 610063; 2. 长江三峡勘测研究院有限公司, 湖北 武汉 430074)

摘要:花石崖崩塌堆积体位于金沙水电站坝址上游0.9~1.5 km处, 方量大, 现状整体稳定性较好, 其蓄水后前缘被淹高度将达12 m, 受库水浸泡和冲刷等作用可能会产生局部滑塌, 对工程运行可能产生不利影响。对崩塌堆积体基本特征、破坏模式及稳定性进行了综合分析, 研究了蓄水后堆积体稳定性状态及其对金沙水电站的影响, 通过综合评价, 提出了综合治理措施与建议。

关键词:堆积体; 边坡; 稳定性分析; 刚体极限平衡; 有限元; 金沙水电站

中图分类号: TV7; TV221

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2017)增2-0141-03

1 区域地质环境

花石崖崩塌堆积体分布区属中山峡谷地貌, 河谷呈不对称“V”型。堆积体位于花石崖冲沟沟口, 前沿临江, 下距金沙水电站二期上游围堰900 m。

工程场地区在大地构造分区上隶属扬子准地台之康滇地轴西部, 三、四级构造单元分别为滇中中台陷、把关河断褶区。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015), 工程区场地50 a超越概率10%地震动峰值加速度为0.15 g, 对应地震基本烈度为Ⅶ度。

2 崩塌堆积体基本特征

(1) 崩塌堆积体形态及其规模。

崩塌堆积体所在区域总体为南北向的冲沟地形, 沟长750 m, 纵坡降约75%, 冲沟深、窄, 横断面呈深“U”型, 沟底坡角为47°~55°; 高程1100 m以下至江边区地表较缓, 坡角为25°~32°, 平面呈扇形。

按照堆积物厚度与分布情况, 堆积体可分为A、B两个区(图1)。A区分布于高程1100~1450 m间, 厚度为10~27 m, 面积约3.6万m², 体积约60万m³; B区为堆积体主体部分, 处于高程1100 m以下至江边, 平面呈扇形, 地形坡角为27°~35°, 厚度为40~55 m, 面积约5.6万m², 体积约180万m³。

(2) 堆积体组成物质成分及结构。

堆积体物质来源为上部花石崖危岩体边坡的崩塌物, 以及冲沟两岸岸坡崩塌物, 成分主要为碎

石夹块石与碎屑, 靠近江边块石增多为块石夹碎石与碎屑, 碎块石母岩为粉砂岩、细砂岩等中硬岩至硬岩, 碎屑为粉砂质泥岩、页岩等软岩风化崩解而成。

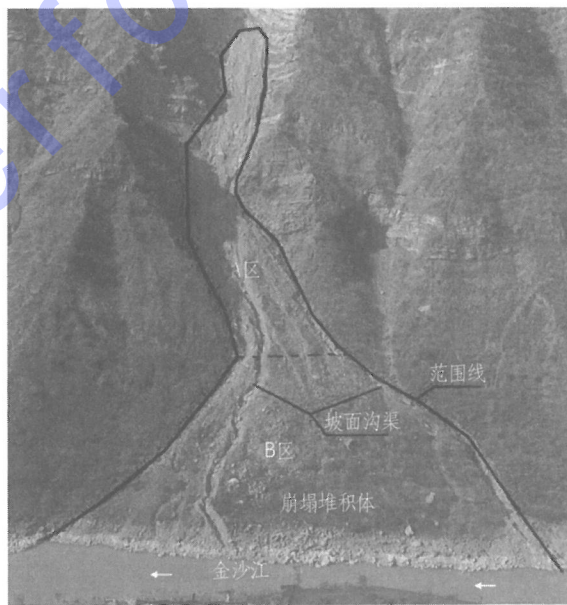


图1 崩塌堆积体分区图

A区物质成分为碎石夹块石与碎屑, 结构松散至稍密。B区物质成分主要为碎石夹块石与碎屑, 局部夹块石, 结构呈稍密至中密; B区前缘高程1060~990 m为崩塌堆积物, 其下部为崩积、冲积混合物, 结构呈中密状。堆积体物质属强透水。

堆积体两侧及下伏基岩为三叠系上统大莽地组(T_{3dq})薄至中厚层状含炭泥质粉砂岩夹泥质粉

收稿日期: 2017-06-01

砂岩与中粗粒岩屑砂岩交互分布的软硬相间地层,逆向坡结构,边坡整体稳定性较好。

(3) 堆积体变形特征。

①变形情况。目前堆积体地表未发现开裂、沉降等变形现象,仅前缘岸坡有坍塌现象。另外,雨季堆积体侧缘冲沟会发生小规模泥石流。

②物质补给情况。卡口至山顶总厚度为594.8 m的岩层中有66%的岩性为含炭粉砂质泥岩等软质岩,易风化崩解剥落进入冲沟;另外,危岩体体积有10万 m^3 ,加上冲沟沿线两岸也会有崩塌发生,崩塌物质会进入冲沟向下运动,因此堆积体的物质补给较丰富,但一次性进入堆积体的物质较少,补给受崩塌制约较为缓慢。

3 崩塌堆积体的破坏模式及稳定性分析

(1)破坏模式分析。花石崖崩塌堆积体边坡为原有边坡破坏后形成的次生边坡,主要由原有边坡破坏后形成的碎石块与碎屑组成。根据该种边坡形成机理与边坡物质组成特征,其主要变形破坏模式主要包括:①边坡表面石块滚动;②沿边坡内部滑动;③沿原河谷岸坡滑动。三种破坏形式中①为常规破坏,笔者不做具体分析,只针对破坏模式②、③进行具体的分析研究。

(2)稳定性宏观分析。花石崖崩塌堆积体边坡相对较缓,坡角为 30° 左右,水上部分堆积坡度接近碎屑天然休止角,大部分坡面已恢复植被,物质以粗颗粒为主,堆积体前缘伸入江中,厚度大、重心低、后缘物质来源较为缓慢,整体稳定性较好;蓄水后前缘被淹高度将达12 m,地下水位升高,堆积物强度会有所降低,稳定条件有所变差,但整体仍基本稳定,产生较大规模快速下滑的可能性小。

但从长远考虑,雨季常有小规模泥石流发生,泥石流物质入江后在坝前不断淤积,对工程运行可能产生不利的影响。

(3) 稳定性计算分析。

①计算工况及计算剖面。作用在该崩塌堆积体边坡上的主要荷载有边坡自重,降雨荷载以及地震荷载。根据水位、荷载组合等情况一共设计了6种计算工况(表1)。

根据崩塌堆积体平面上的分布特点,选B1-B1剖面作为代表性计算剖面,平面位置见图2,地质剖面见图3。

表1 崩塌堆积体边坡计算工况表

工况分类	编号	荷载组合			
		水位	自重	降雨	地震
持久工况	1	正常水位	✓		
	2	施工水位	✓		
短暂工况	3	施工水位	✓	✓	
	4	校核水位	✓		
	5	校核水位	✓	✓	
偶然状况	6	正常水位	✓		✓

注:三种特征水位分别为施工期水位998.21 m高程,水库蓄水后正常蓄水位1 022 m高程以及校核洪水水位1 025.3 m高程。

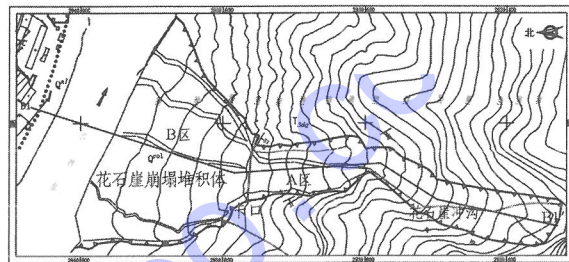


图2 花石崖崩塌堆积体平面图

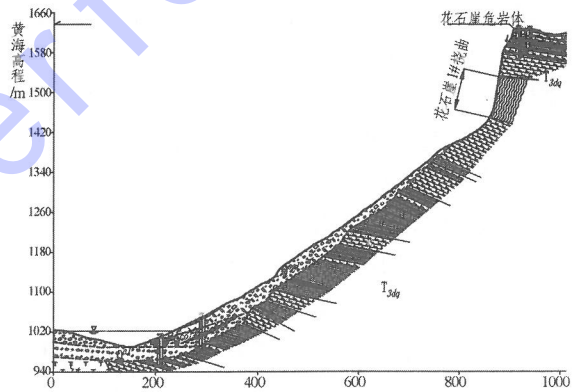


图3 崩塌堆积体B1-B1工程地质剖面图

②计算力学参数。依据相关地勘资料及力学试验成果、参数敏感性分析,确定出计算所采用的各土层主要物理力学参数见表3。

③计算结果及稳定性评价。采用刚体极限平衡方法和非线性有限元法对3个典型剖面不同失稳模式下的稳定性进行了稳定性分析,计算结果见表4。

根据刚体极限平衡法、非线性有限元法及有限差分法的计算结果,B1-B1剖面在各工况下的边坡稳定性均满足规范要求,但在降雨或地震荷载下安全系数降低,抗滑稳定安全储备较低。

4 工程处理措施与建议

堆积体在金沙水电站蓄水前后稳定性均较好,发生较大规模或整体滑移入江的可能性小,主要问题是泥石流物质入江后会在坝前不断淤积,对工程运行有影响,需采取坡面防护、沟道硬化、

护岸等综合措施加以治理并加强监测。另外,花石崖危岩体是堆积体物质的主要来源,亦需治理,使堆积体规模固定。

表 3 花石崖崩塌堆积体各土体的物理力学参数建议值表

地层代号	土的名称	部位	容重 /kN·m ⁻³	压缩性		抗剪强度		渗透系数 /cm·s ⁻¹
				al-2 /MPa ⁻¹	Es /MPa	φ /°	C /kPa	
Q ^{col}	碎石夹块石与碎屑	水上	21	0.2	10	34	0	i × 10 ⁻¹
		水下	22	/	/	32	0	
Q ^{col+al}	漂块石夹砂卵石	水上	22	0.1	15	35	0	i × 10 ⁻¹
		水下	24	/	/	34	0	
Q ^{al}	砂卵石	水下	23	0.1	15	33	0	i × 10 ⁻¹

表 4 崩塌堆积体边坡典型剖面各工况稳定安全系数统计表

计算剖面	工况组合	MP 极限平衡法	瑞典圆弧法	有限元折减法	有限差分法	允许最小安全系数
	持久工况					
	工况 1:正常水位	1.214	1.226	1.17	1.23	1.1
	工况 2:施工水位	1.214	1.226	1.17	1.21	
	工况 3:施工 + 降雨	1.162	1.158	1.11	1.11	
B1 - B1	短暂工况					
	工况 4:校核水位	1.214	1.226	1.17	1.2	1.05
	工况 5:校核 + 降雨	1.162	1.158	1.11	1.06	
	偶然状况					
	工况 6:正常 + 地震	1.064	1.076	1.02	1	1

5 结 语

(1)研究表明:目前花石崖崩塌堆积体整体稳定性较好;蓄水后稳定条件有所变差,但整体仍基本稳定,产生较大规模快速下滑的可能性小。从长远考虑,雨季常有小规模泥石流发生,泥石流物质入江后在坝前不断淤积,对工程运行可能产生不利影响。

(2)根据刚体极限平衡法、非线性有限元法及有限差分法的计算结果,各工况下的边坡稳定性均满足规范要求,但在降雨或地震荷载下安全系数降低,抗滑稳定安全储备较低。

(3)建议采取坡面防护、沟道硬化、护岸等综

合措施进行治理并加强监测。另外,花石崖危岩体是堆积体物质的主要来源,亦需治理,以使堆积体规模固定。

参考文献:

- [1] GB50287-2006,水利发电工程地质勘察规范[S].
- [2] SL386-2007,水利水电工程边坡设计规范[S].
- [3] 张倬元,王士天,等.工程地质分析原理[M].北京:地质出版社.2007.

作者简介:

任治俊(1962-),男,四川平昌人,董事,高级经济师,博士,从事水利水电工程建设技术与管理工

程勘察技术工作。(责任编辑:李燕辉)

金沙江上游最大的水电站叶巴滩水电站正式开工

2017年6月27日上午,四川省甘孜州重大项目集中开工暨叶巴滩水电站开工仪式在白玉县盖玉乡叶巴滩水电站项目工地隆重举行,金沙江上游最大的水电站——叶巴滩水电站正式开工。叶巴滩水电站位于四川与西藏界金沙江上游河段上,是金沙江上游规划“一库十三级”开发方案中装机容量最大的一级水电站,是继金沙江苏洼龙水电站之后第二个被国家发改委核准建设的金沙江上游水电站。电站枢纽建筑物由混凝土双曲拱坝、泄洪消能建筑物、引水发电建筑物三大系统组成,具有“高水头、大泄量、窄河谷”的特点。电站开发建设对贯彻落实国家“西部大开发”和“西电东送”、“藏电外送”的战略部署,为四川省提供优质清洁可再生水电资源、促进节能减排、推动藏区深度跨越式经济发展具有重要意义。中水五局公司承建了叶巴滩水电站导流洞及场内右岸高速公路工程。施工内容主要包括左岸导流洞、旁通洞及其附属洞室、右岸导流洞、下游岸坡防护工程、金属结构安装工程,9号堆积体处理工程(含集鱼平台边坡工程)、厂房排风洞洞口段工程、导流洞进、出口影响区域危岩体处理工程。