

廖家堡滑坡的稳定性评价与治理

龚节流

(四川省黔江地区水利水电勘测设计院, 黔江, 648700)

摘 要 廖家堡滑坡为一覆盖层老滑坡, 滑坡失稳将直接影响电站安全。本文阐述了滑坡现状和环境地质条件, 并采用极限平衡理论对滑坡进行计算, 经分析认为滑坡目前是稳定的, 如果有不利因素作用时有失稳的可能。对滑坡制定合理的治理方案, 进行工程处理是必要的。

关键词 廖家堡滑坡 稳定性 治理方案 极限平衡理论

大河口水电站设计正常蓄水位 385m, 库水位变幅较大, 而且水库具有骤降冲砂的运行方式。廖家堡滑坡处于水库近坝库岸, 滑坡的失稳将危及电站的安全, 分析滑坡的稳定性, 制定经济可行的滑坡整治措施具有十分重要的意义。

1 滑坡的基本特征

廖家堡滑坡位于坝址上游 700~1 070m 处的左岸, 前缘宽 70m、后缘宽 50m, 平面上呈上窄下宽的扇形堆积。滑坡长约 285m, 滑体后缘高程 435m, 前缘剪出口高程 345m, 高出枯期河水面 18m。其主体部分滑体厚 14~37m, 边缘逐渐变薄, 平均厚度约 30m, 滑坡堆积体近 150 万 m^3 。当水库蓄水至正常高水位 385m 时, 滑体的 2/3 将被淹没。

滑坡周围及滑体下伏基岩为志留系龙马溪群和罗惹坪群的极薄层状砂质页岩与石英砂岩互层、页岩和少量中厚层状石英砂岩, 靠前缘部分出露泥灰岩夹钙质页岩, 正常岩层产状为: $N25^{\circ}\sim 30^{\circ}E \quad SE \angle 70^{\circ}\sim 90^{\circ}$, 滑坡后缘坡顶出露二迭系灰岩和少量钙质页岩。岩层中裂隙发育, 无大的断层通过滑坡。

滑坡的滑床为前宽后窄的槽形凹面, 滑动面上擦痕、镜面明显。沿主滑方向滑面总长

290m, 呈折线形如图 1。滑面后缘段较陡、中段较缓, 前缘近于水平且局部反倾角, 垂直主滑方向滑面呈弧形凹面。滑带土为粘土夹页岩碎石, 厚 0.4~1.0m, 局部厚达 2~3m。滑体组成物质具有明显为成层状分布的特征, 主要分为两大类: 页岩块碎石夹粘土和灰岩孤块石夹粘土, 顺坡覆盖有粘土夹少量碎石和灰岩孤石, 详见图 1。

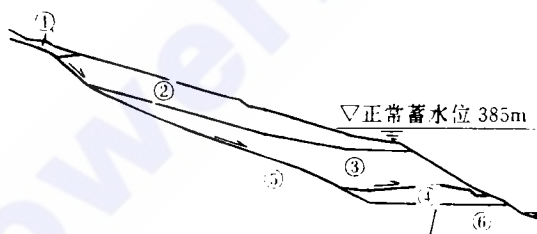


图 1

注: ①崩塌积层; ②灰岩孤块石夹粘土; ③页岩块碎石夹粘土; ④砂卵砾石; ⑤ S_{2cr} 砂岩、砂质页岩、页岩; ⑥ S_{1ca} 泥灰岩。

滑坡控制集雨面积仅 0.3 km^2 , 周边为透水性微弱的页岩地层, 整个坡面地表径流条件良好。滑坡体上仅在前缘中部 359m 高程出露一泉水, 流量随季节变化大, 枯期仅 2~5 l/min 。滑坡范围内地下水主要受大气降水的补给。在勘探中发现灰岩孤块石夹粘土层底部存在地下水位, 分析认为该水位是受下部页岩块碎石夹粘土层的阻水作用形成的局部水位。滑坡体下部不存在地下水位。

滑坡产生于一级阶地之后,形成于全新世时期。根据滑坡的物质组成和地质条件分析,滑坡的成因主要是岸坡下部的页岩块碎石夹粘土和页岩倾倒体受坡顶崩塌的孤块石堆积而增大上覆盖层的荷载,产生推移式覆盖层滑坡。

2 稳定性验算及分析

2.1 稳定性验算

计算剖面采用主滑方向剖面。计算时考虑①蓄水前天然状态(河水位低于滑面);②正常蓄水位 385m;③库水位骤降至 376m;④前缘岸坡再造;⑤前缘堆碾压脚至 378m 等四种情况。计算分块见图 2。

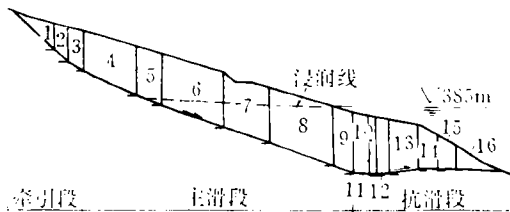


图 2 稳定计算分块图

表 1 滑体土的物理力学指标建议值

名 称	密 度			抗剪强度	
	天 然 (g/cm³)	饱 和 (g/cm³)	浮 (g/cm³)	摩擦角 φ(°)	凝聚力 C (MPa)
灰岩孤块 石夹粘土	2.36	2.39	1.39	31	0.01
页岩块碎 石夹粘土	2.23	2.25	1.25	27	0.01
粘土夹页岩 块碎石	1.91	1.94	0.94		

表 2 滑带土抗剪强度指标建议值

部 位	土 壤 名 称	抗 剪 强 度	
		摩 擦 角 φ(°)	凝 聚 力 C (MPa)
牵引段	粘土夹碎石	24°42'	0.006
主滑段	含碎石亚粘土	18°32'	0.0103
抗滑段	含碎石粘土	11°07'	0.029

滑体土的物理力学性指标和滑动面的抗

剪指标建议值见表 1~2。

稳定性验算采用推力传递法和条分法,计算公式如下:

1. 推力传递法:

无地下水情况:

$$P_i = K_c(W_i \sin \alpha_i) - [(W_i \cos \alpha_i) \tan \varphi_i + C_i L_i] + P_{i-1} \varphi_i$$

有地下水情况:

$$P_i = K_c(W_i \sin \alpha_i + Q_i \cos \alpha_i) - [(W_i \cos \alpha_i - U_i - Q_i \sin \alpha_i) \tan \varphi_i + C_i L_i] + P_{i-1} \varphi_i$$

$$\varphi_i = \cos(\alpha_{i-1} - \alpha_i) + \tan \varphi_i \sin(\alpha_{i-1} - \alpha_i)$$

2. 条分法:

$$K_c = \frac{\sum [C_i L_i + (W_i \cos \alpha_i) \tan \varphi_i]}{\sum (W_i \sin \alpha_i)}$$

式中 P_i —— 推力; K_c —— 系数; W_i —— 重力; α_i —— 倾角; C_i —— 凝聚力; L_i —— 滑面长; φ_i —— 内摩擦角; U_i —— 浮力。

稳定计算成果见表 3。

表 3 滑坡稳定性验算成果

基 本 条 件	稳定安全系数 K_c	
	推力传递法	条分法
蓄水前天然状态	1.2	1.12
正常蓄水位 385m	1.1	1.03
水位骤降至 376m	1.09	1.025
前缘岸坡再造后水位 376m	1.05	0.99
前缘堆碾压脚至 378m 水位 376m	1.17	1.12

2.2 稳定性评价

计算结果表明:滑坡在天然状态下是稳定状态;库水位在正常蓄水位 385m 高程和 水位骤降至 376m 时也是稳定或临界稳定;当前缘岸坡再造后,库水位降至 376m 时则滑坡体为临界状态或不稳定状态。

据观测,滑坡体在天然状态下是处于稳定状态,不存在变形失稳的迹象。

由于滑坡的失稳将危及电站的运行和滑坡体上建筑物的安全,对滑坡采取恰当的工程处理是必要的。

3 滑坡的整治

1. 在滑坡体上设置长期观测网点监测、预报滑坡的变形情况。

2. 在滑坡体两侧边缘的天然冲沟和后缘修建横向排水沟形成主排水系统,拦截坡体以外的地表水。在坡内修建排水沟与主沟相连,排泄坡体内地表径流及生产、生活用废水。排水沟适当深挖并做好防渗处理。

3. 结合公路开挖和场地平整,对385m高程以上坡体进行削坡减载。

4. 利用坝基开挖弃碴对滑坡前缘压脚护坡,不仅可以保持前缘岸坡的稳定,而且能增大阻滑段的抗滑力。据计算处理后,滑坡稳定系数 $K_c = 1.17$ 。

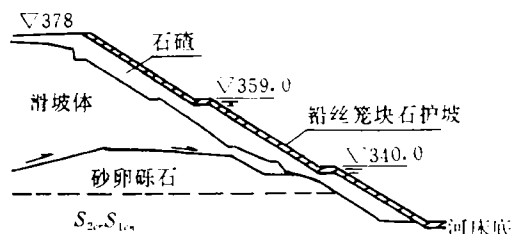


图3 滑坡体堆碴压脚范围图

堆碴的范围既要能保护更大面积的水下

边坡,又要避免石碴置于主滑段上,以免增大下滑力。因此确定上部堆碴高程最高为378m。为防止库水的掏刷使石碴护坡基础失稳,河床部位基础应置于较完整的页岩倾侧体或大体积的灰岩孤块石上,清除河床和坡面的松散堆积层。

据实测,灰岩孤块石碴在水下稳定边坡角为30°左右,因此确定护坡边坡比为1:1.15。378m高程以下设两级马道,坡面用1m厚铅丝笼块石护面,同时在378m高程处设一平台见图3。

4 结 语

廖家堡滑坡属推移式覆盖滑坡,目前处于稳定状态,在各种不利边界条件的组合影响下,亦有失稳的可能。鉴于滑坡距大坝较近,采取抗滑处理措施是必要的。

监测滑坡的变形情况,为滑坡的整治提供准确的依据;排水是滑坡整治的一项重要措施,廖家堡滑坡排水系统的设置,有效地防止地表水渗入坡体;利用施工弃碴压脚护坡,不仅提高了滑坡的稳定程度,节省投资,而且为堆积废碴和施工提供了场地。

(收稿日期:19950124)

本刊1995年第2期要目预告

四川电力系统迫切需要建设抽水蓄能电站 王尊相
建议加快兴建紫兰坝水电站 何永定
梯级水电站水库群统一(长期)调度的“等效
水库”方法 黄国平等
非均匀下垫面流域径流模拟与径流分析
——岩溶地区水资源研究之一 缪 韧 林三益
四川盆地洪旱规律浅析 张蓉蓉
用观测数据来估计裂隙三维分布形态 高海鹰等
平面夹层问题的对称迭代解法 李同春等

重力坝台阶式溢洪道的设计 李国润 华国祥编译
浅析铜街子水电站明渠内建筑物施工设计
..... 樊天龙等
简阳县石桥水电站溢流坝溃坝事故及原因浅析
..... 余明川
双护盾隧洞掘进机的原理及其应用 洪行远
小高桥水电站前池挡水墙基础处理 苏鹏云
坡面径流侵蚀量随坡度变化规律初探 张光科等
三相交流电路功率测量 过寿南
氟塑料推力瓦的应用效果 李文白等