浅谈抽水蓄能电站下水库右岸潜在不稳定块体处理措施

鲁红凯, 赵 轶, 陈建华
(中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司,北京 100024)

摘 要:呼和浩特抽水蓄能电站下水库右岸潜在不稳定块体坡高达120 m,约3.4万m^3,其存在影响了库岸边坡的安全,不利于下水库和电站的安全运行。潜在不稳定块体边坡中部有公路,若采用常规开挖上部块体减载、压固坡脚的方法进行处理,会断路影响社会交通和电站施工;故采取了路上和路基加固+路下清除的保路处理措施。监测数据表明潜在不稳定块体处于稳定状态,满足了下水库水位频繁大幅度升降情况下的边坡安全要求。

关键词:潜在不稳定块体;处理措施;呼和浩特抽水蓄能电站
中图分类号:TV743;P343.3 **文献标识码**: B **文章编号**:1001-2184(2015)06-0169-03

1 工程概况

呼和浩特抽水蓄能电站下水库位于哈拉沁沟与大西沟交汇处上游,由拦河坝和拦沙坝围筑形成。为避免泥沙对机组的磨损,库盆采用封闭型式,对库内固体径流进行防治,将右岸库坡残坡积碎石土和全风化岩石、库底1 347 m高程以上河床覆盖层全部清除。右岸边坡为A类枢纽工程区边坡,安全级别为1级,设计地震动峰值加速度为0.171 g。

下水库正常蓄水位1 400 m,死水位1 355 m,最大工作水深45 m。在库坡和河床清理过程中,揭露右岸存在一个潜在不稳定块体,坡高达120 m,斜对进/出水口,不仅影响库岸边坡的稳定,还不利于下水库和电站的安全运行。潜在不稳定块体边坡中部有通往上游哈拉沁水库的公路(兼下水库右岸环库路),若采用常规开挖上部块体减载、压固坡脚的方法处理,必然造成断路现象,而此时左岸环库路为施工下水库进/出水口的闸门井已不能通行,势必影响社会交通和电站施工;故采取了路上和路基加固+路下清除的保路处理措施,通过路基设置抗滑锚筋桩、路上边坡喷锚支护加锚索措施先保证公路交通安全,再处理路下不稳定块体,削坡后通过浇筑混凝土挡墙设置锚索加固措施。监测数据表明潜在不稳定块体处于稳定状态,满足水库水位频繁大幅度升降情况下的边坡安全要求。

收稿日期:2015-11-16

2 右岸潜在不稳定块体工程地质条件

下水库河床为冲积洪积砂卵砾石漂石层,一般厚度为20 m~22 m,最厚达31 m。右岸库岸长约885 m,库岸较陡,坡度35°~50°,局部倒悬,上部较缓。右岸地层岩性为吕梁期片麻状花岗岩,局部有斜长角闪岩残留体,地表为第四系残坡积碎石土,一般厚1 m~2 m;冲沟发育,沟内多有洪积和崩坡积物分布,厚度为2 m~3 m。

随着1 347 m高程以上河床覆盖层以及右岸库坡残坡积碎石土和全风化岩石的清理,基岩逐渐裸露,发现岩体中断层较少,但构造、卸荷裂隙较发育,延伸较长,张开并夹泥;岩体多呈弱风化状,局部为强风化岩体。拦沙坝右坝肩下游约50 m处库坡发育F193、F193-1和F194断层,相互交切形成潜在不稳定块体,潜在不稳定块体发育高程为1 355m~1 475 m,出露宽度25 m~50 m,总方量约3.4万m^3。

潜在不稳定块体顶部为走向SE向的小山梁,库坡中部1 401 m高程布置有通往上游哈拉沁水库的公路(兼下水库右岸环库路),路上开挖边坡坡度约55°,开挖边坡以上至小山梁顶部自然地表坡度为35°;路下库岸清理后裸露的花岗岩基本为强风化下部#弱风化上部岩体,坡度约41°,局部地形近乎直立。潜在不稳定块体主要为片麻状黑云母花岗岩,块体下游和山体深部发育有斜长角闪岩,呈脉状和不规则状展布,块体的中上部有残坡积的碎石土,厚度一般为1 m~3 m,

局部达 5 m ~ 6 m。库盆右岸潜在不稳定块体剖面见图 1。

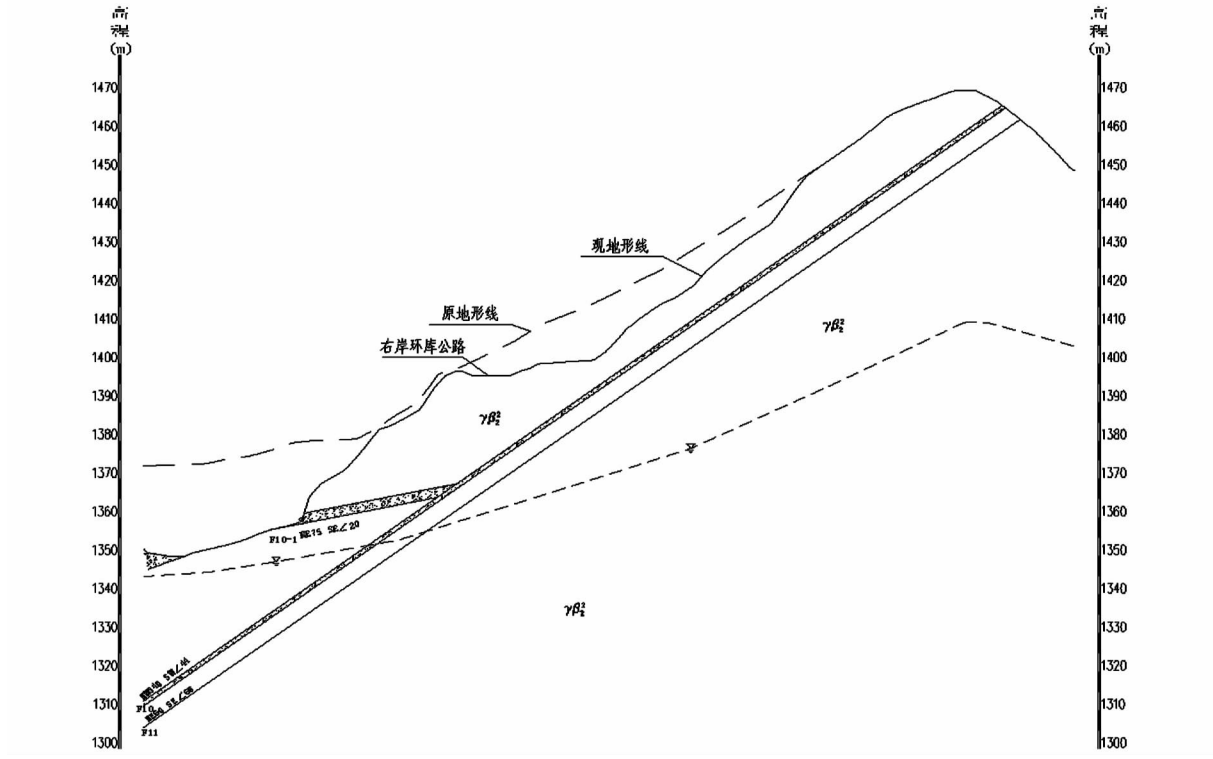

图 1　库盆右岸潜在不稳定块体剖面

3　潜在不稳定块体稳定计算和处理措施

3.1　潜在不稳定块体稳定计算

按《水电水利工程边坡设计规范》DL/T 5353 -2006 的规定,对于边坡上潜在不稳定楔形体,采用楔形体稳定分析方法。计算采用刚体极限平衡法,假定整个不稳定岩体材料均匀、坚固,不会从内部发生破坏;计算时不计入锚杆和已施工锚筋桩的作用,作为安全裕度。

潜在不稳定块体稳定计算采用的岩体物理力学参数见表 1。

表 1　右岸潜在不稳定体岩体物理力学计算参数

风化程度	岩体类别	岩体抗剪断强度参数		混凝土/基岩抗剪断强度参数		密度 /g · cm^{-3}	
		f'	C /MPa	f'	C' /MPa	天然	饱和
强风化	Ⅳ ~ Ⅴ	0.6	0.6	0.6	0.05	2.67	2.69
弱风化	Ⅱ ~ Ⅲ	1.1	1.2	0.95	0.85	2.69	2.71
F193、F194(水上)		0.55	0.025			——	——
F193、F193 -1、F194(水下)		0.29	0.01			——	——

为确定潜在不稳定块体的安全状态以及路上、路下部分处理措施和顺序,对潜在不稳定块体计算按不同分块及整体的天然状况、削坡、锚固、地震、未蓄水、蓄水、水位骤降等多种情况进行组合,成果见表 2。

3.2　处理措施

从计算成果可知,不采取工程措施时潜在不稳定块体按不同分块及整体的安全系数都是不满足稳定要求的,综合考虑现场施工条件,对潜在不稳定块体采取了路上和路基加固 + 路下清除的处理措施。

(1)路上潜在不稳定块体的处理措施

在 F193、F194 断层坡顶出露线外 3 m 处顺坡设宽 50 cm、深 40 cm 的截水沟,水流汇入公路靠山侧排水沟。潜在不稳定块体表面喷 10 cm 厚 C20F100 混凝土,并在高程 1 436 m、1 430 m、1 424 m、1 418 m、1 412 m 和 1 406 m 处设 27 根无粘结式预应力锚索(P = 200 t,L = 40 m,水平间距 6 m,俯角 11°);高程 1 436 m 以下布设系统锚杆(φ25,L = 6.0 m,入岩 5.9 m,间距 3.0 m,梅花型布置)。

表 2　右岸潜在不稳定块体稳定计算成果

计算部位	计算工况	安全系数	安全标准	加固措施
整体潜在不稳定块体	天然状况	1.18	1.30	无
	未蓄水	1.11	1.30	削坡
	蓄水	1.10	1.30	削坡
	水位骤降	0.83	1.30	削坡
	未蓄水 + 上部锚固	1.24	1.30	削坡 + 上部 200 t 锚索 27 根
	蓄水 + 上部锚固	1.23	1.30	削坡 + 上部 200 t 锚索 27 根
	水位骤降 + 上部锚固	0.96	1.30	削坡 + 上部 200 t 锚索 27 根
	未蓄水 + 整体锚固	1.62	1.30	削坡 + 上部 200 t 锚索 27 根 + 下部 200t 锚索 29 根
	蓄水 + 整体锚固	1.57	1.30	削坡 + 上部 200 t 锚索 27 根 + 下部 200 t 锚索 29 根
	蓄水 + 整体锚固 + 地震	1.47	1.10	削坡 + 上部 200 t 锚索 27 根 + 下部 200 t 锚索 29 根
	水位骤降 + 整体锚固	1.30	1.30	削坡 + 上部 200 t 锚索 27 根 + 下部 200 t 锚索 29 根
	水位骤降 + 整体锚固 + 地震	1.21	1.10	削坡 + 上部 200 t 锚索 27 根 + 下部 200t 锚索 29 根

(2)路基潜在不稳定块体的处理措施

路基设置约 80 根竖向抗滑锚筋桩(3φ36,L =9 m、20 m、30 m 三种规格,间距 2.0 m,方形布置)进行加固。锚筋桩钻孔孔径 120 mm,采用 3 根 φ36 的螺纹杆并成一束,钢筋接头错开 50 cm,并与另外 2 根钢筋焊接,焊接长度 50 cm;每束布设一根 25 mm 的塑料注浆管伸至孔底,为避免注浆管在下桩时堵塞,注浆管 2 m 端头范围进行钻孔,形成花管,钻孔孔径 5 mm,间距 30 cm。锚筋桩采用 1∶0.6 纯水泥浆灌注,以孔口返浆为准,注浆压力根据锚筋桩深度采用 0.1 MPa、0.2 MPa、0.3 MPa。

(3)路下潜在不稳定块体的处理措施

从 1 400 m 高程防浪墙外侧 3.2 m 起向下开挖直立坡至断层下盘,分别在高程 1 394.5 m、1 389.5 m、1 384.5 m、1 379.5 m、1 374.5 m 挖出 1.5 m 宽的小平台。直立坡下部的断层上盘岩体全部清除。开挖后凸出的岩体进行削坡处理,倒悬的岩体作削坡处理后局部坑槽回填混凝土(C15F50,三级配)找平,在喷混凝土或下水库蓄水前库坡浮渣、松动岩体等清理干净,以保证库坡大体平顺,表层稳定,避免在冰块反复作用下破坏。

采用支护方式为:①直立开挖面和小平台上浇筑 0.5 m 厚的混凝土墙,混凝土墙沿两侧的断层下盘面岩体延伸 2.5 m 宽。在混凝土外表面布设钢筋网;②并在直立混凝土墙高程间隔 5m 处共设 30 根无粘结式预应力锚索(P =200 t,L = 40 m);③混凝土墙基础设锚杆(φ25,L = 6.0 m,间距 2.5 m,与混凝土墙表层钢筋网焊接牢固);④混凝土墙以下清除 F193、F194 断层上盘岩体后库坡采用挂网系统喷锚支护的处理措施,并设置 φ50 系统排水孔(孔深 1.0 m,间距 3.0 m,为防止浮冰对喷混凝土的破坏,排水花管出口削到与喷混凝土齐平)。

(4)路上和路下潜在不稳定块体开挖出露的断层做混凝土塞封闭,混凝土标号为 C25W8F300。

4　结　语

为监测下水库右岸潜在不稳定块体稳定及支护效果,在块体上布设了 6 套多点位移计,孔深 10 m ~ 30 m;1 套固定式测斜仪,孔深 32 m。另外为监测块体边坡支护措施的受力情况,布设了 6 支锚杆应力计及锚索应力计。

截止到 2014 年 10 月监测数据表明,块体位移值在 -0.58 mm ~ 0.64 mm 之间,指向坡外,状态正常;块体锚杆应力值总体偏小,并基本趋于稳定,钢筋受力正常;锚索锁定后平均锚固力为 2 026 kN,锚索应力状态趋于正常。故可知右岸潜在不稳定块体处于稳定状态。

作者简介:

鲁红凯(1982-),男,河南太康人,毕业于河海大学水利水电工程专业,工程师,主要从事水工建筑物设计;

赵　轶(1970-),女,四川泸州人,毕业于葛洲坝水电工程学院水利水电工程专业,教授级高级工程师,专业总工,主要从事水工建筑物设计;

陈建华(1976-),女,山西运城人,毕业于华北水利水电学院水工结构专业,工学硕士,高级工程师,副设总,主要从事水工建筑物设计.

(责任编辑:卓政昌)