

国内外尾矿库事故及经验教训

王国华¹ 段希祥¹ 庙延钢¹ 杨溢¹ 张应平²
(1.昆明理工大学 云南昆明 650093; 2.大红山铜矿 云南新平 653405)

摘要:尾矿库是人工高位泥石流危险源,失事后对下游的生命和财产造成严重伤亡和损毁。本文通过列举了国内外主要尾矿库事故,总结应吸取的经验教训。

关键词:尾矿库 事故 案例 教训

中图分类号:TD77

文献标识码:A

文章编号:1672-3791(2008)01(a)-0023-02

随着采矿工业的发展,尾矿坝建设有了较长的建设历史,国外Brent尾矿坝建于1830年^[1]。到目前为止,世界上正在使用的各类尾矿库有20多万座,其中,库容较大的均在(106~108)m³。根据世界大坝委员会(ICOLD)的统计分析,自20世纪初以来,已经发生的各类尾矿库事故不少于200例^[2]。

据不完全统计,我国现有6000余个尾矿库,其中大、中型尾矿库约400余座^[3]。

2003国家安全生产监督管理局共调查2692座具有代表性的尾矿库,其中2233座的库容规模正确。在这2233座尾矿库中,没有明显事故隐患的正常库总数为599座,占提供正确调查记录库数的26.8%;有明显事故隐患的危险库有406座,占提供正确调查记录库数的18.2%;有1228座没有能够判断是正常库,还是危险库^[4]。

1 国内外尾矿库事故

尾矿坝一旦泄漏、溃坝,坝内尾矿大量冲泄,淤塞河道、冲毁农田、房舍、桥梁和公路,对下游地区人民的生命、财产造成巨大危害,导致人员伤亡,环境受到严重污染。国内外曾多次发生重大事故,如表1和表2所示。

尾矿输送管道破裂,大量酸度较高的尾砂注入喀铺埃河,导致河水含有高浓度的铜、锰、钴等金属,无法饮用取水。

2 主要经验教训

2.1 洪水引起事故的经验教训

因洪水失事尾矿库防洪设防标准低于现行标准,造成尾矿库防洪能力不足,发生洪水漫顶溃坝;洪水计算依据不充分,洪峰流量和洪水总量计算结果偏低;尾矿库调洪能力或排

洪能力不足,安全超高和干滩长度不能满足要求,造成溃坝;排洪设施结构原因和阻塞造成尾矿库减少或丧失排洪能力;子坝拦洪。

所以在设计和运行管理都必须充分考虑自然因素如:会水面积、地下水流量、周围山体引发泥石流的松散体情况、降雨量、降雨频率、异常气候等因素,特别是在汛期来临前复核调洪能力,若调洪能力不足应增加调洪库容或扩大排洪设施排洪能力。

对因地基问题引起排洪设施倾斜、沉陷断裂和裂缝的,应及时进行加固处理,必要时,可新建排洪设施;对地基情况不明的,禁止盲目设计。对因施工质量问题和运行中各种不利因素引起排洪设施损坏(如混凝土剥落、裂缝漏沙、沙石磨蚀、钢筋外露等)应及时进行修补、加固等处理。对排洪设施堵塞的,应及时检查、疏通。对停用的排水井,应按设计要求进行严格封堵。编制防洪和抗洪的应急救援预案,并进行演习和改进。

2.2 地震液化引起事故的经验教训

从尾矿坝抗震性上分析,上游式筑坝的抗震性比起中线式和下游式筑坝要差,依照《尾矿库安全技术规程》(AQ2006-2005)的规定“对于设计地震烈度为7度以下地区宜采用上游式筑坝,设计地震烈度为(8~9)度地区宜采用下游式或中线式筑坝。”

在采用上游式筑坝时,必须进行清基,在坝体填筑施工中对水力充填材料进行压实,尾矿颗粒较细时宜采用分级冲填筑坝法。在预知有地震来临前,应将尾矿库内积水排干或排出大部分。编制防震和抗震的应急救援预案,并进行演习和改进。

2.3 坝基沉陷的引起事故的经验教训

在尾矿坝的修筑过程中,若将坝体修筑在覆盖层、透水性较大的厚层砂砾石地基、易液化土、软粘土、湿陷性黄土地基、岩溶发育地基、采空区上时,极易引起坝基的沉陷而造成坝体失稳,所以在坝址选址时就应避免以上地基基础,在建坝时进行清基。若发现有裂缝、塌陷、渗漏应及时进行处理。

2.4 因坝体失稳引发事故的经验教训

尾矿坝修建、运行应由有资质并有实力的公司进行勘察、设计、施工、监理、安全评价。在施工过程中保质保量,认真负责,不偷工减料。使用到的土料、管道、反滤层等材料的质量必须合格,施工质量应达到设计和施工要求。若坝坡过陡,抗滑稳定性不足。应采取上部削坡,下部压坡,放缓坡比;压坡加固等处理。就目前普遍采用的加固方法来看,以贴坡反压方法最易施工;从处理效果比较,尤以振冲法效果显著。我国南芬尾矿坝和山东招远

表1 近年来国内主要尾矿库事故^[5]

时 间	尾矿库名称	伤亡人数		事故原因及后果
		死	伤	
2000年10月18日	广西南丹鸿图选矿厂	28	56	坝体滑坡—垮坝—泥石流
2004年4月22日	陕西凤县安河铅锌选矿厂尾矿			库柱水管破裂—泄漏,废水流入嘉陵江,水体污染
2004年8月28日	陕西渭南华西矿业公司黄村铅锌矿			库柱水管破裂—泄漏,废水流入嘉陵江,水体污染
2005年9月21日	广西平乐县二塘锰矿		3	垮坝—泥石流;冲毁村庄、农田
2005年11月8日	山西临汾市浮山县峰光选矿厂尾矿库	8		垮坝—泥石流
2006年4月23日	河北迁安市蔡园镇庙岭沟铁矿尾矿库	6		垮坝—泥石流
2006年4月30日	陕西镇安县黄金矿业有限责任公司尾矿库	17	5	垮坝—泥石流;冲毁村庄、农田;水土氯化物污染
2006年8月15日	山西省太原市娄烦县的银岩选矿厂和新阳光选矿厂尾矿库	7	21	上游尾矿坝溃坝—泥石流;下游尾矿坝溃坝—泥石流;冲毁村庄、农田、车间、加油站、民房、商铺

表2 近年来国外主要尾矿库事故

时 间	事故地点	伤亡人数		事故原因及后果
		死	伤	
2000年1月30日	罗马尼亚 Baia Mare (金矿)			大雨和融雪—溃坝—泥石流;污染物注入蒂萨河(多瑙河支流)支流,导致大量鱼类死亡,造成匈牙利境内2百万人饮水中毒。
2000年10月11日	美国 Inez (煤矿)			溃坝—泥石流;污染下游120km的河流,导致河水变黑,大量鱼类及支流鱼类大量死亡,沿河居民不得不从河流中取水。
2002年8月27日/9月11日	菲律宾 San Marcelino (铜矿)			大雨—泥石流;下游250户居民被迫转移
2003年10月3日	智利 Cerro Negro (铜矿)			溃坝—泥石流;5万t尾砂下泄20km
2004年5月22日	苏联 Partizansk (煤矿)			溃坝—泥石流(粉煤灰);16000m ³ 煤灰通过排水管道进入帕提那斯卡亚河。
2005年4月14日	美国密西西比州 Bangs Lake (磷矿)			磷石膏堆渣速度过快加上大雨—溃坝—泥石流;64350m ³ 立方尾砂下泄到沼泽地带,引起沼泽内植物全部死亡。
2006年11月6日	赞比亚 Nchanga (铜矿)			尾矿输送管道破裂,大量酸度较高的尾砂注入喀铺埃河,导致河水含有高浓度的铜、锰、钴等金属,无法饮用取水。

浅谈钢支撑支护和管棚法支护的施工工艺

田峰

(中国水利水电第六工程局 辽宁丹东 118002)

摘要: 本文结合糯扎渡水电站左岸导流洞施工的实际情况, 介绍了挂网喷混凝土结合钢支撑支护和管棚法支护的施工工艺与注意事项, 供广大水电站建设者参考。

关键词: 不良地质条件 支撑支护 管棚法 糯扎渡水电站

中图分类号: TU56

文献标识码: A

文章编号: 1672-3791(2008)01(a)-0024-02

1 工程概况

糯扎渡水电站左岸导流洞工程是澜沧江中下游河段8个梯级规划的第5级, 枢纽位于云南省思茅地区思茅市和澜沧县境内。思(茅)一澜(沧)公路通过坝址区。水库回水与上游已建的大朝山水电站衔接, 下游与景洪水电站水库相连。坝址以上流域面积14.47万km², 河道长度1886km, 坝址多年平均流量1730m³/s。水库正常蓄水位以下库容为217.49亿m³, 其中调节库容为113.35亿m³, 具有多年调节性能。电站总装机容量5850MW, 保证出力2406MW, 多年平均发电量239.12亿KW·h。

电站枢纽由砾质土心墙堆石坝、左岸开敞式泄洪道、左岸泄洪洞、左岸地下引水发电系统以及地面500kV开关站等建筑物组成。坝顶高程为821.5m, 最低建基面高程为560.0m, 最大坝高为261.5m, 坝顶宽度18m, 上游坝坡坡度为1:1.9, 下游坝坡坡度为1:1.8。糯扎渡水电站施工导流采用围堰一次断流, 左岸1、2、5号导流隧洞和右岸3、4号导流隧洞全年导流方式。

2 地质特征是造成施工难度的主要问题

糯扎渡施工区F3断层穿过左岸导流洞, 且穿过地层为花岗岩, 总体表现为上、下两侧形成一定宽度的糜棱岩、断层泥带, 中间以碎裂岩、碎块岩等为主, 下盘岩体有一定范围的影响带, 上盘岩体影响不明显, 具体为: 上盘宽(1.5~2.0)m范围主要为糜棱岩及少量角砾岩、断层泥, 岩石高岭土化严重, 为灰

白, 灰绿色, 面起伏, 潮湿, 泥呈软塑状; 下盘面宽约4m范围主要为糜棱岩、断层泥、角砾岩及部分破碎岩, 断层泥一般形成(10~20)cm条带, 呈软塑状; 两条带中间主要为破碎岩、碎块岩, 部分糜棱岩和角砾岩, 岩体破碎, 蚀变

强烈, 主要为高岭土化和绿帘石化, 岩块多呈灰绿色, 表面附着高岭土, 岩石强度低。上盘影响带不明显, 但靠近断层附近发育有紫红色隐爆角砾岩, 多呈条件状, (0.5~10)m; 下盘影响带宽度不等, 一般在(2~100)m, 节理发育,

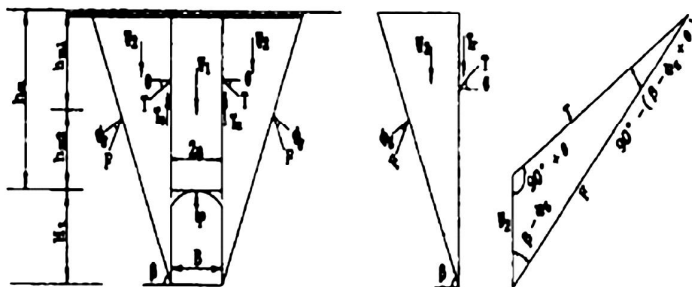


图1 土压力计算简图

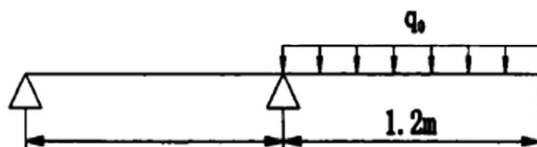


图2 管棚计算简图

表1 各类围岩内摩擦角

围岩级别	VI	V	IV	III	II	I
$\theta / ^\circ$	73	60	43	23	12.5	7.5

金矿尾矿坝都采用过这种方法。

2.5 因渗流而引起事故的经验教训

尾矿坝的排渗设施包括排渗棱体(含滤水初期坝)、排渗褥垫、排渗盲沟、内坡反滤和各种排渗井(管井、虹吸式排渗井、轻型井点、垂直水平联合排渗体)等。排渗设施为隐蔽工程。施工时必须按设计要求精心选料, 精心施工, 仔细填写隐蔽工程施工验收记录, 并编制竣工图, 排渗设施的施工。若坝面沼泽化、管涌、流土等渗流破坏, 增设排渗降水设施, 采用反滤层并压坡处理。

3 结论

尾矿的管理是个系统工程, 只要在尾矿库建设、运行、闭库和闭库后再利用全过程中,

勘查、设计、施工、评价、生产企业、政府监管等有关单位和人员增强安全意识, 认真贯彻“安全第一, 预防为主, 综合治理”的方针, 按照国家法律、法规、标准、规范等要求和规定, 各负其责, 尽职尽责, 才能避免尾矿库事故的发生。特别在尾矿库运行的日常管理中, 依照科学、规范、合理、经济的方法对尾矿库进行全面的安全生产管理, 做好防灾、抗灾、救灾的工作, 才能保证尾矿库的正常应对各种可能出现的病害和灾害。

参考文献

- [1] Babaeyan—Koopaei K, Valentine E M, Ervine D A. Case study on hydraulic performance of breat reservoir spillway

[J] Journal of Hydraulic Engineering, 2002, 128(6): 562~567.

[2] 王凤江. 国外尾矿坝事故调查分析[J]. 金属矿山(增刊), 2004, 8: 49~52.

[3] 马敏, 王海亮, 丁慧哲. 小型尾矿坝风险分析[J]. 安全与环境学报(增刊), 2006, 6: 140~143.

[4] 张兴凯, 王启明, 相桂生. 金属非金属尾矿库安全现状及分析[J]. 中国安全生产科学技术, 2006, 2(2): 60~62.

[5] 林玉山, 张卫. 尾矿库地质灾害与危险性评估[J]. 桂林工学院学报, 2006, 26(4): 486~490