

# 研究野独水库工程的地质问题评价及处理

周铭

贵州拓土资源开发有限公司

**摘要:** 针对目前水库工程建设受到复杂地质条件的限制影响, 文章以实际工程项目为例, 分析了水库工程的地质问题评价, 并提出的建设处理建议。结果表明, 水库工程需与地质条件、建设要求进行结合, 在做好地质问题评价的基础上, 提高处理措施运用的科学性。

**关键词:** 野独水库; 地质问题评价; 处理; 基坑涌水

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.15.053

## 引言

各地现代化经济建设水平的不断提升, 使得各行业发展对水库工程建设使用的安全可靠需求增加。水库工程作为提高所处地区水资源利用率的重要基础设施, 其建设过程容易受到复杂地质环境问题影响。为达到工程建设目标, 满足城市现代化需求, 工程建设者应开展水库工程地质问题评价, 以强化处理针对性与适用性。这是服务于现代化经济建设水平的重要课题, 需引起更多重视, 以促进行业进步。

## 一、工程概况

野独水库工程规模为小(1)型, 拟建大坝最大坝高56m, 属中坝, 工程等别为IV等, 大坝等主要建筑物为4级。主要建筑物枢纽布置方案为: 混凝土面板堆石坝+取水(导流洞)+溢洪道等内容。水库区分水岭高程介于1940-2466m, 地势上划分为低中山, 由于乌江期以来河流的强烈下切作用, 区内以侵蚀地貌为主, 主要形态有侵蚀峡谷、宽谷等, 右岸2000m以上碳酸盐分布区, 岩溶极为发育, 主要形态为岩溶洼地、漏斗、岩溶管线等。为控制复杂地质问题影响, 相关建设者开展了一系列的地质问题评价, 并给出了处理方案, 以满足水库工程的建设使用需要。

## 二、野独水库工程的地质问题评价及处理

### (一) 地质问题评价处理——灌浆

本工程灌浆方法为自下而上灌浆; 灌浆方式为帷幕防渗灌浆, 灌浆上限为正常蓄水位1935.0m, 坝区灌浆须在坝基浇筑到设计高度后才能进行。基岩钻孔—基岩灌浆。灌浆要随时观测压力的变化, 按灌浆规范合理控制灌浆压力; 基岩段采用自下而上分段灌浆, 段长控制在5-6m, 每孔复灌次数不能少于5次。设计灌浆压

力从钻孔进入基岩10m以上部分为0.7MPa, 10m以下为1.0MPa, 具体灌浆压力在施工中根据灌浆试验具体确定。检查孔按造孔总进尺的10%计, 基岩要求作单点法压水试验, 以岩石透水率 $q \leq 5Lu$ 为标准。

### (二) 地质问题评价处理——基坑涌水

坝址区河床发育顺河向的断层及节理裂隙, 强风化岩体完整性较差, 透水性较强, 虽然上游设置围堰和导流措施, 但由于建基面低于河水位, 坝基开挖时仍存在基坑涌水问题, 需做好抽排水处理<sup>[1]</sup>。

### (三) 地质问题评价处理——溢洪道

根据溢洪道的组成形式划分为四段:

(1) 进水渠段溢0-023.4-溢0+000.00, 该段基础为 $C_1d^{2a}$ 灰岩夹炭质泥岩, 总体为中硬质岩, 基础置于强风化中上部。该段开挖后, 岸坡靠山体一侧为顺向坡, 地形坡度较为陡峭, 自然边坡较为稳定, 开挖边坡受夹层面影响, 存在顺向坡滑动变形问题, 应对边坡进行稳定验算及提供必要的支护<sup>[2]</sup>。开挖边坡靠河谷一侧为, 逆向坡, 因岸坡地形陡峭, 且下伏基岩为灰岩夹多层炭质泥岩, 在开挖过程中可能存在向河床滑移危险, 应对其进行稳定验算及提供必要的支护措施, 边坡开挖每10m高留一级马道, 开挖坡比: 基岩1: 0.75-1: 1.0, 覆盖层1: 1.25-1: 1.5。同时, 该段做好底部防渗处理。抗冲系数: 强风化灰岩1.3-1.4, 弱风化灰岩1.1-1.2; 强风化炭质泥岩1.8-1.9, 弱风化炭质泥岩1.5-1.6。

(2) 控制段溢0+000.00-溢0+004.40, 该段基础为 $C_1d^{2a}$ 灰岩夹炭质泥岩, 总体为中硬质岩, 基础置于强风化中上部。该段开挖后, 岸坡靠山体一侧为顺向坡, 地形坡度较为陡峭, 自然边坡较为稳定, 开挖边坡受夹层面影响, 存在顺向坡滑动变形问题, 应对边坡进行稳定验算及提供必要的支护<sup>[3]</sup>。开挖边坡靠河谷一侧为, 逆向坡, 因岸坡地形陡峭, 且下伏基岩为灰岩夹多层炭质泥岩, 在开挖过程中可能存在向河床滑移危险, 应对其进行稳定验算及提供必要的支护措施, 边坡开挖每10m高留一级马道, 开挖坡比: 基岩1: 0.75-1: 1.0, 覆盖层1: 1.25-1: 1.5。同时, 该段做好底部防渗处理。抗冲系数: 强风化灰岩1.3-1.4, 弱风化灰岩1.1-1.2; 强风化炭质泥岩1.8-1.9, 弱风化炭质泥岩1.5-1.6。

(3) 泄槽段溢0+004.40-溢0+143.00, 该段基础为 $C_1d^{2a}$ 灰岩夹炭质泥岩, 总体为中硬质岩, 基础置于强风化中上部。该段开挖后, 岸坡靠山体一侧为顺向坡, 地形坡度较为陡峭, 自然边坡较为稳定, 开挖边坡受夹层面影响, 存在顺向坡滑动变形问题, 应对边坡进行稳定验算及提供必要的支护<sup>[4]</sup>。开挖边坡靠河谷一侧为, 逆向坡, 因岸坡地形陡峭, 且下伏基岩为灰岩夹多层炭质泥岩, 在开挖过程中可能存在向河床滑移危险, 应对其进行稳定验算及提供必要的支护措施, 边坡开挖每10m高留一级马道, 开挖坡比: 基岩1: 0.75-1: 1.0, 覆盖层1: 1.25-1: 1.5。同时, 该段做好底部防渗处理。泄槽段坡度较陡, 水力坡降大, 应对泄槽底部进行锚固处理。抗冲系数: 强风化灰岩1.3-1.4, 弱风化灰岩1.1-1.2; 强风化炭质泥岩1.8-1.9, 弱风化炭质泥岩1.5-1.6。

(4) 出口底流消能0+143.00-0+178.00段, 该段基础为 $C_1d^{2a}$ 灰岩夹炭质泥岩, 总体为中硬质岩, 基础置于强风化中上部<sup>[5]</sup>。该段开挖后, 岸坡靠山体一侧为顺向坡, 地形坡度较为陡峭, 自然边坡较为稳定, 开挖边坡受夹层面影响, 存在顺向坡滑动变形问题, 应对边坡进行稳定验算及提供必要的支护<sup>[6]</sup>。开挖边坡靠河谷一侧为, 逆向坡, 因岸坡地形陡峭, 且下伏基岩为灰岩夹多层炭质泥岩, 在开挖过程中可能存在向河床滑移危险, 应对其进行稳定验算及提供必要的支护措施, 边坡开挖每10m高留一级马道, 开挖坡比: 基岩1: 0.75-1: 1.0, 覆盖层1: 1.25-1: 1.5。同时, 该段作好底部防渗处理。抗冲系数: 强风化灰岩1.3-1.4, 弱风化灰岩1.1-1.2; 强风化炭质泥岩1.8-1.9, 弱风化炭质泥岩1.5-1.6。

#### (四) 地质问题评价处理——施工导流

施工导流由上、下游围堰及导流隧洞组成。其中导流隧洞工程地质条件及评价为:

(1) 导流隧洞长280m, 隧洞进口、出口段为基岩裸露, 进口、出口之上为第四系残坡积层( $Q^{ed1}$ )黏土、碎石土覆盖, 厚度0.5-5.0m; 洞身穿越地层为石炭系下统大塘组上司段第二层 $C_1d^{2a}$ 灰岩夹炭质泥岩, 岩石强风化层厚4.0-6.5m, 岩层产状 $S25^\circ E \angle 10^\circ$ , 岩层走向与0+000.00-0+118.38洞段洞向夹角 $81.1^\circ$ , 0+118.38-0+159.22为转弯段, 岩层走向与0+159.22-0+280.00洞段洞向夹角 $127.9^\circ$ , 岩层走向与0+159.22-0+280.00洞段洞向夹角 $37.9^\circ$ 。

(2) 无活动性断层穿越洞线发育, 受马家厂断层

影响, 主要发育①走向 $NW4^\circ$ 、倾向 $SW$ 、倾角 $80-85^\circ$ 张性裂隙, 裂隙线率4-6条/m, 强风化张开约1-2cm, 为泥质充填, 弱风化张开小于0.5cm至闭合状, 无充填或少量泥质充填; ②走向 $NE75^\circ$ 、倾向 $NW$ 、倾角 $70-75^\circ$ 张性裂隙, 裂隙线率3-5条/m, 强风化张开约1-2cm, 为泥质充填, 弱风化张开小于0.5cm至闭合状, 无充填或少量泥质充填; ③走向 $NW40^\circ$ 、倾向 $NE$ 、倾角 $75-80^\circ$ 张性裂隙, 裂隙线率2-3条/m, 强风化张开约0.5-1cm, 为泥质充填, 弱风化张开小于0.5cm至闭合状, 无充填或少量泥质充填。

(3) 进口地形角 $40-55^\circ$ , 为斜逆向坡, 受断层影响, 岩体裂隙发育, 局部存在掉块。出口地形坡角 $60-75^\circ$ , 为斜逆向坡, 受断层切割, 岩体裂隙发育, 局部存在掉块。开挖边坡不存在顺向坡滑动问题, 但强风化基岩受裂隙切割, 局部可能存在崩塌失稳可能, 开挖时应及时清除。进出口均无大型松散堆积体, 无不良物理地质现象、痕迹存在, 工程地质条件较好<sup>[7]</sup>。进、出口段地形坡角较陡, 且强风化基岩受裂隙切割较为破碎, 挂洞条件较差, 建议先对洞脸进行支护, 必要时可进行固结灌浆, 之后在进行洞身开挖。

(4) 地表未见岩溶洞穴及负地形, 洞线位于正常蓄水位之下, 最大水压力46m, 隧洞为有压洞; 地下水位低于洞身, 雨季施工开挖时可能有局部涌水现象, 须作好排水处理。

(5) 进、出口段0+000-0+064.15、0+243.84-0+270.00隧洞由于风化较严重, 节理裂隙发育, 岩体完整性较差, 洞室围岩属IV类围岩, 洞室稳定性较差, 建议采用C25钢筋混凝土衬砌处理, 经处理后具备成洞条件, 建议塔式进口基础置于弱风化基岩之上, 进口段至洞室与帷幕线交接处(上游段)做固结灌浆处理, 孔距2m, 孔深5m。呈梅花形布设。洞身段0+064.15-0+243.84为石炭系下统大塘组上司段第一层 $C_1d^{2a}$ 灰岩夹炭质泥岩, 为中硬质岩, 岩体较完整, 洞室整体稳定性稍好, 局部裂隙发育洞段岩体完整性较差, 洞室围岩总体属III类围岩; 洞线与岩层走向大角度斜交, 岩层倾角较缓, 受裂隙切割, 施工开挖时洞顶局部可能存在掉顶和垮壁现象, 建议采用C25钢筋混凝土衬砌处理<sup>[8]</sup>。

(6) 进、出口地形陡峭, 第四系覆盖层不厚, 大多基岩裸露, 进出、口段均为斜逆向坡, 岩层倾角缓, 区内裂隙发育, 其中上述第一组裂隙对于上游进口边坡稳定性起控制作用, 第二组裂隙对出口边坡稳定起控制作用, 进出口附近无大的危岩体存在, 局部存在小规模

表1 导流隧洞围岩物理力学指标建议值

围岩类别	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	内摩擦角 (°)	黏聚力 (Mpa)	坚固性系数	变形模量 (Gpa)	泊松比	外水压力折减系数
III类围岩	2.65-2.68	34-36	0.8-1.0	7-9	5-7	0.23-0.25	0.4-0.45
IV类围岩	2.62-2.65	30-32	0.45-0.48	4-5	2-3	0.3-0.35	0.4-0.45

卸荷体,在开挖时应及时清除,自然边坡总体较稳定。由于地形陡峭,裂隙发育,挂洞条件差,洞口强风化层岩体可能产生局部坍塌,应对洞脸边坡进行锚固处理,在完成洞脸边坡锚固及锁口衬砌后方可实施洞挖。进出口开挖边坡:覆盖层 1: 1.0-1.25;强风化基岩1: 0.75-1.0,弱风化基岩1: 0.5-0.75。进出口开挖边坡都较高,应做相应的支护处理。

(7) 导流洞中间段由于结构裂隙发育的影响,有一部分围岩为IV类围岩,IV类围岩在中间段的占比为15%;导流洞进出口附近围岩多属IV类围岩。IV类围岩稳定较差,建议对导流洞进出口段做固结灌浆处理,间距3.0m,灌浆深度5.0m,在帷幕灌浆与导流隧洞交汇处应布设固结灌浆孔。导流洞衬砌后需对拱顶范围120°做回填灌浆,计入基岩30cm,衬砌时应先预埋导向管。

(8) 导流隧洞围岩物理力学指标建议值,如表1所示。

### (五) 地质问题评价处理——施工围堰

大坝上游围堰根据坝区河道地形、地质和大坝的施工特点等情况,采用土工膜防渗土石围堰。导流隧洞进口处堰顶高程为1901.50m,堰长15m,最大堰高5m,顶宽3m,上游边坡1: 1.8,下游边坡1: 1.8。上游围堰距离坝轴线100m。河床分布有冲、洪积砂、卵、砾石,厚0.5-2.0m,下伏基岩为C<sub>1</sub>d<sup>2a</sup>灰岩夹炭质泥岩,清除覆盖层,基础置于强风化岩体上,承载力满足要求。为防止河水从堰体与基岩的接触面渗透,建议将截流墙嵌入强风化基岩至少0.5m<sup>[9]</sup>。

大坝下游围堰根据坝区河道地形、地质和大坝的施工特点等情况,也采用土工膜防渗土石围堰。下游堰顶高程为1875.00m,堰长18.50m,最大堰高4m,顶宽3m,上游边坡1: 1.8,下游边坡1: 1.8。上游围堰距离坝轴线50m。河床基岩大多裸露,局部有少量砂卵砾石覆盖,厚度约为0.5-1.0m,下伏基岩为C<sub>1</sub>d<sup>2a</sup>灰岩夹炭质泥岩,清除覆盖层,基础置于强风化岩体上,承载力满足要求。为防止河水从堰体与基岩的接触面渗透,建议将截流墙嵌入强风化基岩至少0.5m。

### 三、结语

综上所述,水库工程建设所处的复杂地质条件,可通过做好地质问题评价来为后续处理工作开展提供必要的参考依据。这是规避施工建设阶段因地质条件而出现安全事故风险的有效方法。事实证明,只有如此,水库工程的建设使用目标才不会受到环境因素的影响,进而以高稳定性状态作用于所处地区现代化建设。故,相关建设者应将上述分析内容与科研成果更多地作用于实践,以满足各地工业化发展对水资源使用提出的安全可靠需求。

### 参考文献

- [1] 阴福. 山东省阳信县雁洲湖水库工程地质特征及评价[J]. 西部资源, 2021(04): 98-99-102.
  - [2] 陈朝红. 岩溶地区水库库址选择的实践——以考腊水库库址选择分析评价为例[J]. 水利建设与管理, 2021, 41(05): 12-16-27.
  - [3] 钟育霞. 复杂地质条件下生态库工程建设与评价[J]. 水利技术监督, 2021(03): 50-52+67+137.
  - [4] 施正协. 某新建小(1)型水库坝址工程地质评价及处理措施[J]. 陕西水利, 2021(02): 141-144.
  - [5] 王立国. 某调蓄水库工程地质问题和处理措施研究[J]. 陕西水利, 2021(01): 137-138-155.
  - [6] 王安, 唐尧, 朱春阳. “浓浆挤密”灌浆法在卡回水库工程坝基防渗中的应用[J]. 湖南水利水电, 2020(05): 107-109.
  - [7] 王方圆. 浅谈山东省围坝型平原水库主要工程地质问题及处理[J]. 水利技术监督, 2020(04): 234-236.
  - [8] 郑其华. 周公宅水库双曲拱坝坝基工程地质问题及处理[J]. 小水电, 2020(02): 61-64-67.
  - [9] 郝永刚. 北掌水库坝基主要工程地质问题及处理措施[J]. 山西水利科技, 2020(01): 4-7.
- 作者简介: 周铭, 1987.10, 男, 汉族, 贵州省普定县, 大学本科, 中级工程师, 从事的工作方向: 水文地质。