

大洲湖水闸白垩系-第三系砾岩闸基岩溶地质综合勘察

贾建红^{1,2}, 向家菠^{1,2}

- (1. 长江勘测规划设计研究有限责任公司, 湖北 武汉 430010;
2. 长江三峡勘测研究院有限公司(武汉), 湖北 武汉 430074)

摘要 大洲湖是咸宁市主要调蓄水体之一, 大洲湖水闸对调节大洲湖生态水位、改善湖泊生态环境有重要作用。大洲湖水闸址区覆盖深度大, 下伏白垩系-第三系泥钙质胶结砾岩岩溶强发育, 本文利用高密度电法与钻孔勘探结合的综合勘察技术, 揭示了闸址区白垩系-第三系砾岩岩溶分布规律。结果表明, 河床偏左岸及右岸坡脚处存在物探低值区, 闸基下部岩溶覆盖深度10m~25m, 最大溶洞高度6m, 岩溶主要分布两层, 上层主要分布在高程2m~7m, 下层主要分布在高程-2m~-6m, 估算岩溶塌落高度5m~30m, 初步判断规模较大的溶洞产生塌落对闸基存在不利影响。

关键词 水闸闸基; 白垩系砾岩; 岩溶地质; 大洲湖

中图分类号: P64

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)02-0058-03

大洲湖是咸宁市主要调蓄水体之一, 主要接纳横沟河及支流官埠河、滨湖港的洪水^[1]。大洲湖水闸是退垸环湖后湖区生态蓄水的主要工程措施, 对调节大洲湖生态水位, 恢复湖泊水域面积, 增加湖泊调蓄容积, 改善湖泊生态环境有重要作用^[2]。

大洲湖水闸址区两岸地形高差大, 岩土空间分布不均, 覆盖层深度大, 下伏白垩系-第三系泥钙质胶结砾岩岩溶强发育, 溶洞隐蔽、规模大^[3], 地形地质条件复杂, 因而查明闸址区岩溶发育机制和分布规律, 对闸基的稳定性及渗漏条件的评价具有重要意义^[4-5]。

本文以大洲湖水闸工程为依托, 提出利用高密度电法与钻孔勘探结合的综合勘察技术, 揭示了闸址区白垩系-第三系砾岩岩溶分布规律, 解决了岩溶闸基稳定性问题, 可为相似工程的地质勘察提供借鉴。

1 工程概况

大洲湖位于咸宁市主城区与咸宁新城的连接处, 北靠武汉城市圈外环线(薪嘉高速), 西接途河, 南至咸安区齐心垸及向阳垸, 地处涂河和横沟河的交汇处。

大洲湖生态建设示范区项目大洲湖闸包含水闸和船闸两部分, 其中大洲湖闸工程是大洲湖生态示范区涉水工程的重要组成部分, 主要功能是节制横沟河水 and 拦蓄上游来水。工程采用水闸与船闸下闸首并联布置, 闸室顺水流向长15m, 总宽78.9m, 闸孔为七孔,

单孔净宽8m, 上、下闸首间闸室段长40m, 闸顶为环湖北路横沟河桥, 桥宽30m。

2 闸基岩土结构

大洲湖周边一带出露地层以第四系冲积层为主, 少量人工填土; 右岸岗丘一带为上中更新统地层。人工填土(Qs)主要为堤防填筑层, 厚3.2m~4.8m; 冲积层(Q₄^{al})由上至下为黏性土、砂土及卵石层, 厚6m~10m为主, 最大约18m; 上中更新统地层主要为紫红色含砾粉质黏土和卵石夹土, 厚度6m~25m。

第四系下伏基岩为白垩系-下第三系(K₂-E)紫红色、红褐色砂岩、砾岩等, 埋深9m~21m, 顶面高程一般10m左右。其中砾岩呈砾石碎屑结构, 厚层状, 砾石母岩主要为灰岩、白云质灰岩, 少量砂岩, 卵砾石约占80%, 卵砾石一般呈次圆状~次棱角状, 磨圆度一般, 泥钙质胶结, 中风化岩石胶结较好, 锤击声较清脆。砂岩呈粉细砂颗粒结构, 层理不明显, 泥砂质胶结, 胶结较差, 岩质较软, 指甲及刀可刻划, 锤击声哑, 易断裂, 局部泥质含量较高, 失水暴晒后干裂现象, 水闸一带泥质粉砂岩主要分布在砾岩中下部, 呈夹层状分布。

工程区附近地表未见白垩系-下第三系砂岩、砾岩出露, 钻孔揭露基岩局部可见一定层面特征, 总体近水平, 倾角一般5°左右, 岩层倾向不明, 未见明显裂隙发育。

3 高密度电法测试

根据横跨横沟河高密度电法测试成果, 河床偏左岸存在一带状低值区, 推测为溶蚀发育区, 岩体破碎, 溶洞较发育, 右岸坡脚处存在一低值区, 根据分布高程位于基岩与覆盖层界面一带, 推测为一溶槽。

4 钻孔勘探

根据闸址区高密度电法岩土电阻特征分析结果, 针对各岩土电阻特征的差异进行精准钻孔布置, 得到闸址区岩溶发育特征。

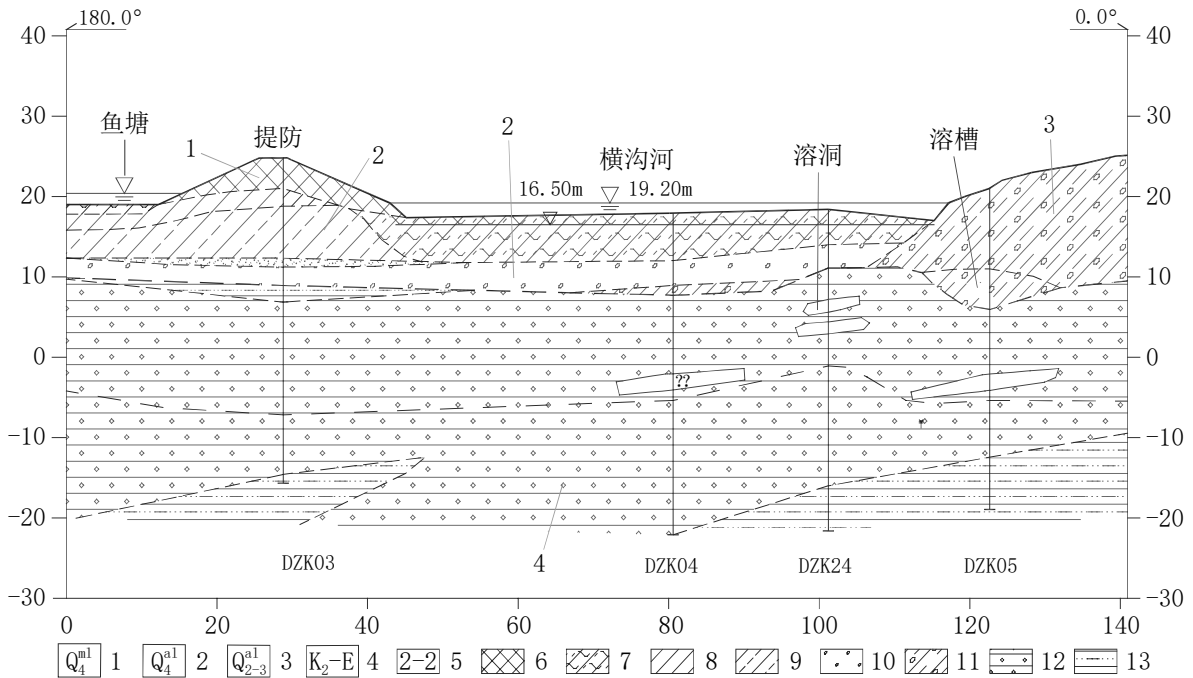
根据钻孔揭露结果 (图 1), 区内岩溶形态以溶洞和溶蚀孔隙为主, 部分形成串珠状溶蚀缝隙或溶蚀沟

槽, 局部呈蜂窝状。根据钻孔揭露, 洞径一般 1.5m~7m。闸区钻孔揭露岩溶特征见表 1。溶蚀孔隙直径 0.5cm~3cm 不等, 深度一般 1cm~5cm。

砾岩一般深埋地下, 地表未出露, 埋藏深度 10m~25m, 属于深覆盖型岩溶地基。闸址区 (含横沟河桥) 共计完成了 34 个钻孔, 共有 12 个钻孔遇到溶洞, 左岸 2 个钻孔, 河床及右岸分别 5 个钻孔, 右岸及河床溶洞相对左岸发育, 钻孔见洞隙率为 35%, 溶洞累计进尺 46.1m, 可溶岩总进尺 612m, 线岩溶率 7.5%, 从钻孔线溶蚀率统计成果看, 闸址区 (含横沟河桥) 岩溶中等发育。

表 1 钻孔揭露岩芯溶蚀特征一览表

孔号	溶蚀现象分布位置		岩芯溶蚀特征	备注
	孔深 (m)	高程 (m)		
DZK03	35	-10.17	岩芯发育溶蚀孔隙, 缝隙长 3cm, 宽 0.5cm, 深 4cm, 方解石充填	中风化带
DZK04	20~22	-2.08~-4.08	溶洞, 充填物为角砾夹泥质, 角砾大小 1cm~2cm, 钻机反映 22.5~23.3 钻进较快, 孔深 20m~22m 波速 1.5km/s	强风化带
	31.5	-13.58	岩芯可见溶蚀孔隙	中风化带
DZK05	23.2~25.2	-2.13~-4.13	溶洞, 充填物红褐色泥质, 夹少量砾石, 钻进卡钻、漏浆	强风化带
DZK06	23.4~29.4	0.83~-5.17	溶洞, 充填含砾黏土胶结物, 钻进速度快	强风化带
DZK12	25~27	-3.32~-5.32	溶洞, 充填紫红色粉质黏土及角砾	强风化带
	22~23.4	-3.23~-4.63	溶洞, 充填角砾夹泥质, 钻进速度快	中风化带
DZK14	24.4~25	-5.63~-6.23	岩芯发育溶蚀孔洞, 孔径 2cm~4cm	中风化带
	28.2~29	-9.43~-10.23	岩芯发育溶蚀孔洞, 孔径 2cm~4cm	中风化带
DZK21	13~18.5	7.52~2.02	溶洞, 紫红色粉质黏土、角砾充填	强风化带
DZK22	17	6.34	岩芯发育溶蚀孔洞, 孔径 1cm~2cm	强风化带
DZK24	11.2~12.8	7.2~5.6	溶洞, 掉钻, 充填少量泥质及角砾波速 1.5km/s	强风化带
	14~15.5	4.4~2.9	溶洞, 掉钻, 充填少量泥质及角砾。波速 1.5km/s	强风化带
HQK03	19~25	1.3~-4.7	溶洞, 充填粉质黏土及碎屑, 钻进速度快, 垮孔	强风化带
HQK08	31.3~36	-6.12~-10.82	溶洞, 充填泥质及少量角砾, 钻进速度快。波速 1.5km/s	中风化带
	15~19	6.45~2.45	溶洞, 钻进速度加快, 无岩芯	强风化带
HQK09	25~28.7	-3.55~-8.25	溶洞, 掉钻, 下部充填少量泥质夹卵石, 钻进速度快。波速 1.65km/s	强风化带
HQK11	19.4~20.4	-1.12~-2.12	溶洞, 掉钻, 底部充填少量紫红色粘土砾。波速 1.57km/s	强风化带
	23.4~26	-5.12~-7.72	溶洞, 钻速突然加快, 充填粘土夹砾。波速 1.6km/s	强风化带
HQK13	13.4~14.5	3.83~2.73	溶洞, 钻进速度突然加快, 孔口不返浆, 底部充填少量粘土夹砾, 波速 1.8km/s	强风化带



(1. 人工填土; 2. 全新统冲积层; 3. 中上更新统冲积层; 4. 白垩-下第三系; 5. 地层代号; 6. 素填土; 7. 淤泥质土; 8. 黏土; 9. 粉质黏土; 10. 砂砾石; 11. 含砾粉质黏土; 12. 砾岩; 13. 泥质粉砂岩。)

图1 水闸轴线地质剖面示意图

5 岩溶发育特征及评价

综合分析,从发育层位看,闸址区岩溶主要发育于强风化地层中,占83%,中风化地层中发育2个溶洞。从发育高程看,主要分布两层,上层主要分布在高程2m~7m,下层主要分布在高程-2m~-6m,钻孔揭露最深-10.8m。

根据岩溶塌落高度经验公式 $H=H_0/(K-1)$,K为岩石松散系数,灰岩取1.2, H_0 为溶洞高度^[6],钻孔揭露溶洞高度1m~6m,岩溶塌落高度5m~30m,闸基底板开挖高程15m~16.5m,距离上层溶洞一般8m~15m,初步判断规模较大的溶洞产生塌落对闸基存在不利影响。

依此为基础,提出水闸闸室上游侧、船闸闸室、上下游翼墙采用钻孔灌注桩基础,基础置于溶洞以下,确保岩溶闸基稳定,并在水闸上游侧、船闸上及下闸首上游侧、船闸闸室段临水侧设置钻孔素砼桩,形成咬合桩防渗墙,并在防渗墙后布置双轴搅拌桩。

6 结论

本文以大洲湖水闸工程为依托,提出利用高密度电法与钻孔勘探结合的综合勘察技术,揭示了闸基白垩系-第三系砾岩岩溶复杂的分布规律。物探结果显示,河床偏左岸及右岸坡脚处存在一低值区。钻探结果表

明,大洲湖水闸闸基下部岩溶覆盖深度10m~25m,最大溶洞高度6m,主要发育于强风化地层中主要分布两层,上层主要分布在高程2m~7m,下层主要分布在高程-2m~-6m,估算岩溶塌落高度5m~30m,初步判断规模较大的溶洞产生塌落对闸基存在不利影响。

参考文献:

- [1] 吴凤燕,张祖莲,何娟.大洲湖水面保持工程闸孔规模设计研究[J].人民长江,2015,46(17):7-9.
- [2] 罗屹琳.湖水生态修复与水质改善方法设计[J].价值工程,2023,42(33):4-6.
- [3] 王子忠.砾岩岩溶与水库渗漏研究[J].四川水力发电,2003(02):18-20.
- [4] 王忠忠,黄文龙,庄卓涵,等.珠三角丘陵山区岩溶塌陷发育特征及地质模式——以广州北部为例[J].地质与勘探,2023,59(06):1304-1314.
- [5] 史箫笛,姚建新,赵碧义,等.青峰断裂带丰溪段岩溶发育特征及控制因素研究[J].资源环境与工程,2023,37(05):537-544,577.
- [6] 张学亮,王汉臣.某LNG码头工程桩基岩溶稳定性有限元数值分析[J].水运工程,2022(08):172-178.