

安龙县月亮田水库工程勘测与 渗漏分析

王太银

(贵州黔水科技有限责任公司, 贵州 贵阳 550002)

【摘要】 通过对安龙县月亮田水库岩溶水文地质进行工程勘测,划定月亮田水库汇水面积。由于该水库只能封堵月亮田岩溶管道建坝成库,所以坝址具有唯一性。经对库盆、库首、左岸低洼地势、右岸冲沟进行渗漏分析,发现坝址岩溶发育程度总体较弱,存在溶洞溶隙性坝基及绕坝渗漏问题,必须进行防渗帷幕灌浆处理。通过对坝址月亮田岩溶管道堵洞防渗,及对水库左岸、右岸进行防渗帷幕灌浆等工程处理,使水库具备蓄水条件。目前施工完工,已正常蓄水。

【关键词】 水库;工程勘测;渗漏分析

中图分类号: TV221

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2018)04-062-05

Investigation and seepage analysis of Anlong County Yueliangtian Reservoir Project

WANG Taiyin

(Guizhou Qianshui Technology Co., Ltd., Guiyang 550002, China)

Abstract: In the paper, karst hydrogeology of Anlong County Yueliangtian Reservoir is surveyed, and the catchment area of Yueliangtian Reservoir is delimited. Since dam construction and reservoir formation of Yueliangtian karst pipelines can be blocked by the reservoir only, the dam site is unique. Seepage of reservoir basin, reservoir head, left bank low-lying area and right bank gully are analyzed. It is discovered that the dam karst development degree is relatively weak as a whole, and karst cave solution crack dam foundation and surrounding seepage problems are available, and it is necessary to carry out anti-seepage curtain grouting treatment. The reservoir achieves water accumulation conditions through Yueliangtian karst pipeline blocking anti-seepage in the site, reservoir left bank and right bank anti-seepage curtain grouting and other engineering treatments. Currently, the construction is completed, and water has been accumulated normally.

Key words: reservoir; engineering survey; seepage analysis

1 工程概况

拟建月亮田水库工程位于贵州省安龙县新安镇西北部的法统村,坝址位于法统村西南月亮田洼地与下坝洼地之间垭口一带,距安龙县城 12km,有乡村道路经过工程区附近,交通较为便利。

建库河流属南盘江水系,水库位于法统村上法统西南侧,无较大地表河流分布。该水库以上法统村寨西面的月亮田洼地作为库盆。水库坝址以上集雨面积 1.61km²,坝前抬高水位约 17.00m,正常蓄水位 1334.00m,回水长约 0.5km,校核洪水位 1139.03m,总库容 111.32 万 m³,是以灌溉、供水为主的小(1)型水

利工程。

2 水库区工程地质条件

2.1 地质概述

库区为条带状的侵剥蚀、溶蚀地貌类型,以峰丛洼地为其主要形态,洼地内落水洞、溶洞发育,洼地间多以岩溶管道相互联系。因工程区无较大地表河流分布,水库以上法统西面的大型洼地 kw2 作为库盆,水库南面低,有月亮田岩溶管道分布,为该洼地向外联系的主通道。月亮田岩溶管道下游为下坝洼地 kw3,高程 1305.00 ~ 1312.00m,河流在此洼地为明流,在该洼地南端入伏转为暗流。拟在月亮田洼地南面的月亮田岩溶管道进行堵洞筑坝、防渗、拦截蓄水成库。水库地貌如图 1 所示。



图 1 水库区地貌(面向上游)

2.2 岩溶水文地质特征

从地表调查揭露情况显示,库区的溶洞主要发育在夜郎组第二段(T_1y^2)层位上,分布于坝址垭口和水库右支库尾一带;其他层位少见溶洞发育,为相对弱岩溶带。库盆岩性由上至下依次为第三小层 T_1y^{2-2-3} 紫红色薄层泥岩夹灰岩;第二小层 T_1y^{2-2-2} 灰岩,岩溶较发

育,均属中等岩溶层位;第一小层 T_1y^{2-2-1} 泥岩、灰岩互层状,泥岩及泥质含量由上至下逐渐增多,岩溶发育受到限制,为弱岩溶层位,分布于堵洞成坝的下部。堵洞建库月亮田岩溶管道在此入伏和出流,经对该管道实测调查结合钻孔资料揭露,在岩溶管道内未发现有消水现象,说明岩溶未向深层发育。

2.3 岩溶发育特征

库盆位于月亮田岩溶洼地 kw2,形如天鹅,由左支(NNW 向)、右支(NW 向)组成,其中右支为主要来水区,发育有 ks01 泉水。水库补给区主要位于 1 号冲沟、雄坎、白泥田、2 号冲沟、牛角冲、上法统所围区域,区内发育有 kw4、kw5、kw6、kw7 洼地;受地形、岩性和构造的影响,水库岩溶发育有月亮田岩溶管道和月亮田水库尾 kw4 ~ ks1 岩溶管道,其特征如下:

a. 月亮田水库尾 kw4 ~ ks01 岩溶管道:位于水库右支库尾,由 kw4 洼地南东面入伏,入伏高程 1359.00m,地下水在 ks3 出流,高程 1330.90m,管道呈 NW 向展布,长约 420m,管道平均比降为 4.8%,发育于夜郎组第二段(T_1y^2),顺层发育。

b. 月亮田岩溶管道(k1 ~ ks02):为水库排泄管道,位于水库库盆月亮田洼地 kw2 与下坝洼地 kw3 之间的垭口地带,呈北北西向展布,入伏口高程 1316.40m,下跌 2m 进入主洞,出口高程 1311.86m,长约 120m,管道平均比降约为 2.0%,发育于夜郎组第二段第二小层(T_1y^{2-2-2})地层中,岩性为灰岩,厚 22m。于 2013 年 6 月 12 日对管道进行三相实测工作,实测成果月亮田岩溶管道实测三相图如图 2 所示。

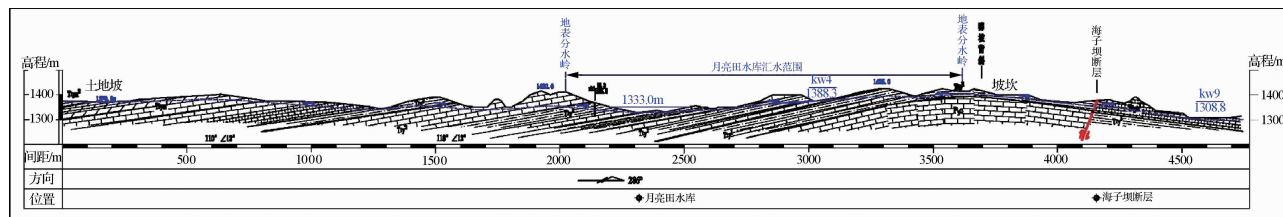


图 2 水库区岩溶水文地质剖面

2.4 水文地质

据地表地质调查,库区见有泉水出露,主要泉水特征见下表。

库区主要泉水统计表

| 编号 | 位置 | 出露高程/m | 流量/(L/s) | 分布层位 | 特征描述 |
|------|------|---------|----------|----------------|--|
| s2 | 右支库中 | 1322.60 | 1.5 | T_1y^{2-2-1} | 上升性季节性泉水,流量较大,暴雨时稍有浑浊 |
| s3 | 水库左岸 | 1371.00 | 0.1 | T_1y^{2-2-3} | 流量小,季节性接触泉水,暴雨时稍有浑浊,旱季干枯,受 T_1y^{2-2-5} 泥岩阻隔明显 |
| Ks01 | 右支库尾 | 1330.90 | 8.0 | T_1y^{2-1} | 泉水群,总共有三个出水点,溶洞裂隙水,流量稳定,雨季不浑,旱季不枯,经调查访问为库尾 kw4、kw5、kw6、kw7 洼地排泄出水点 |
| Ks02 | 坝址下游 | 1311.90 | 15.0 | T_1y^{2-2-2} | 裂隙溶洞水,流量稳定,由坝址 k1 入伏,经月亮田岩溶管道,在下游水塘出流 |

河床钻孔揭露地下水位与河水位一致。两岸钻孔揭露地下水位均高于河水位。由统计知,地下水坡降随地形变化较大,1号堰口一带靠近月亮田岩溶管道,地下水力坡降较小, $i = 1.2\% \sim 3.0\%$, 随距离增加变陡, $i = 3\% \sim 8\%$ 。钻孔的地下水位均高于河水位,河谷两岸有泉水出露,以明流形式向河流排泄,由此可见,建库河流为补给型河流。

2.5 水库汇水面积确定依据

经分析结合地表洼地调查,在分水岭南部一带,地下水埋藏大,地下水主要沿岩溶管道运移,既有 NW 向,又有 NE 向。据统计, NW 向洼地远多于 NE 向洼地,故分析,岩溶水主要沿 NW 向运移为主,符合分水岭地带地表水文网径流特征。

据区域岩溶水文地质测绘,结合 1:10000 区域地质图划定月亮田水库汇水面积如图 3 所示。

地表分水岭形成的封闭汇水区域内,洼地与裂隙走向都为 NNW 向,岩性为三叠系下统夜郎组第二段 (T_1y^2): 上部灰岩,中部泥岩与灰岩呈互层状分布,下部顶为 3~5m 厚的紫红色薄层泥岩,之下为 7m 后的灰、灰白色薄至中厚层灰岩,以下依次为 3.6m 泥岩, 15~20m 厚的灰岩、泥岩互层状,泥岩所占比例约为 48%。下部为 99m 厚泥岩、灰岩,呈互层状分布,泥岩占 60%。为中等至弱岩溶地层。地表及地下水向洼地汇集流入库内,其面积为 1.61km²。

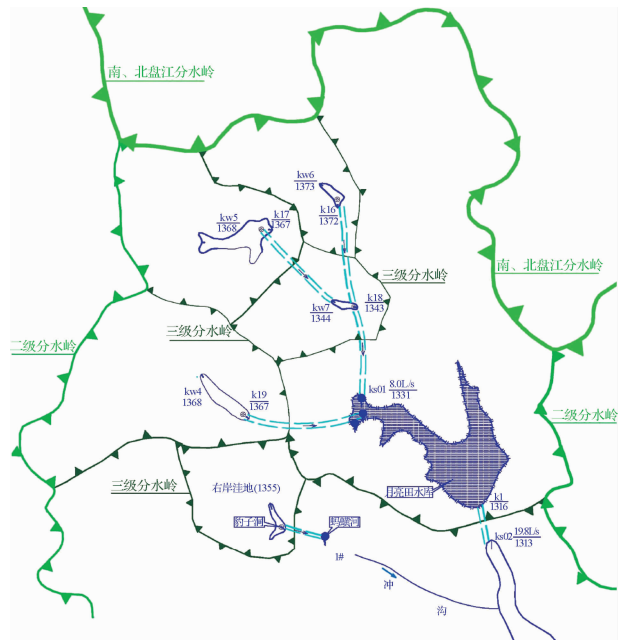


图 3 水库汇水范围示意图

综合上述,水库集水范围除了库区 kw2 洼地外,还存在 kw4、kw5、kw6 和 kw7 洼地外流补给,其补给关系如图 4 所示。

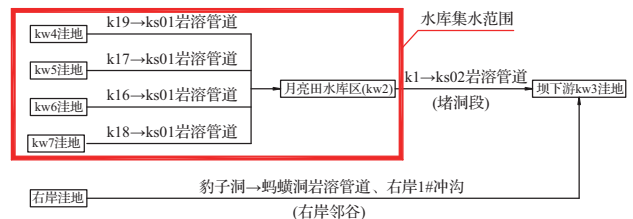


图 4 水库集水区流向关系

3 堵洞建坝工程地质条件

3.1 坝址的选择

工程区地表水与地下水转化频繁,河流明暗交替,洼地呈串珠状分布,洼地之间为垭口地形,有岩溶管道连通。根据规划资料及业主意见,受地形、地质条件的限制,水库选择月亮田 kw2 洼地作为库盆,坝址位于上法统村寨西南月亮田 kw2 洼地与下坝 kw3 洼地之间的 1 号垭口一带,坝址上游集雨面积小,下游地形开阔,且发育有干海子岩溶管道,水文地质条件复杂,无其他位置可选择,垭口下发育有月亮田岩溶管道,只能封堵月亮田岩溶管道建坝成库,坝址具唯一性。

3.2 坝址地质概述

3.2.1 地质构造及其发育特征

a. 构造。坝址位于坡背斜东翼,距核部 1.8km,经地表调查发现,在坝址月亮田岩溶管道入伏口处有 f_1 断层分布,压性逆断层,两侧岩体破碎,有钙泥质胶结物,破碎带宽 40 ~ 50cm,断层规模较小。坝址总体为单斜构造,岩层倾下游偏左岸,产状 $N20 \sim 30^\circ E/SE \angle 10 \sim 13^\circ$ 。河谷总体呈斜向-横向谷。

b. 水文地质特征。地表调查,有溶沟、溶槽和溶洞分布;坝址发育有月亮田岩溶管道。地表和地下岩溶现象显示坝址岩溶发育,说明垭口位置是水库区岩溶发育汇集部位,也是地下水汇集区。坝址岩性及岩溶发育特征,决定地下水类型为溶洞裂隙水。根据钻孔揭露,两岸地下水位均高于月亮田岩溶管道水位,地下水力坡降垭口一带为 1.2% ~ 3.0%,两岸水力坡降为 3.0% ~ 8.0%,局部达 10%;岩体透水性受裂隙发育、风化和岩溶发育程度控制,坝址垭口发育有月亮田岩溶管道(kzk3、kzk5、czk1 揭露及实测),坝址岩溶水文地质条件较复杂。据坝址钻孔地下水观测资料统计,两岸地下水高于岩溶管道水位(1311.00 ~ 1314.00m)。

由统计知,地下水坡降随地形变化较大,平缓地形 $i = 1\% \sim 3\%$,随距离增加变陡, $i = 3\% \sim 8\%$ 。由上述可知,钻孔的地下水位均高于河水位,河谷两岸有泉水出露,以明流形式向河流排泄。

综上所述,坝址地下水为岩溶裂隙水;坝址主要岩溶形态为岩溶管道、溶蚀裂隙及层间浅层小溶孔等,受泥岩相对隔水层覆盖、封闭,岩溶发育程度总体较弱,由于岩溶发育的不均匀性,岩体在一定深度范围内属溶孔、溶隙型弱透水岩体。坝址存在溶洞溶隙性坝基及绕坝渗漏问题,必须进行防渗帷幕灌浆处理。

3.2.2 封堵体位置的选择

据钻孔 kzk3、kzk5、czk1 孔壁摄影的裂隙发育情况,结合在该洞段埋深及影响高程范围内的岩芯质量可知,该深度范围内岩体有节理与裂隙发育,在正常蓄水的水头压力作用下,具备连通库内水体与下游洞段的条件,由于有风化、溶蚀残留物附着洞壁岩体表面,故洞壁表面上看似完整,实际上内部却可能有渗漏的裂隙或通道。

根据上述要求,结合实测调查,溶洞在厅堂 1 段与卡口段结合部位洞壁较完整,无支洞发育。据溶洞发育的形态特征、地表地形特征、结合防渗,建议封堵体位置选择在 0+37 ~ 0+53m 一带。

4 水库渗漏分析

4.1 库盆渗漏分析

a. 建库槽谷河流明暗交替,比降 1.5% ~ 2.0%,高程 1300.00 ~ 1317.00m,库盆附近无大河深切,无跌坎分布。

b. 地表调查和钻孔揭露,地形封闭较好,库尾有岩溶泉出露,地下水补给库水,属补给型槽谷。

两岸地下水位高于河水位,河床及岸边无地下水底槽分布;库盆为第四系耕植土、粉砂土层所覆盖,厚 2 ~ 3m,起到一定的铺盖作用;无溶洞、落水洞、明显漏水点分布,无岩溶塌陷点分布。

c. 水库位于安龙法统村西南月亮田岩溶洼地内,岩层倾南东(垭口偏左岸),库盆岩性由上至下依次为 T_{1y}^{2-2-3} 紫红色薄层泥岩夹灰岩; T_{1y}^{2-2-2} 灰岩,岩溶发育,均属强岩溶层位; T_{1y}^{2-2-1} 泥岩、灰岩互层状,泥岩及泥质含量由上至下逐渐增多,岩溶发育受到限制,为弱岩溶层位。

d. 月亮田岩溶管道 k1 ~ ks2 是洼地排泄区,故分析库盆 T_1y^{2-2-1} 、 T_1y^{2-1} 分布区不会产生渗漏。

e. T_1y^{2-2-2} 灰岩分布区因岩溶发育,在库首部位通过纵向岩溶管道、溶隙向月亮田岩溶管道 k1 ~ ks2 集中产生渗漏,可通过对 k1 ~ ks2 岩溶管道进行堵洞加防渗灌浆工程处理解决。

4.2 库首一坝址岩溶渗漏分析

工程区岩溶较发育,在坝址一带形成岩溶管道,钻孔 kzk3 孔在 1314.40 ~ 1312.10m 遇充填型溶洞(充填黄色粘土,低于河床高程 2 ~ 3m),kzk5 孔在 1315.10 ~ 1313.80m 遇溶蚀破碎带, czk1 孔在 1317.40 ~ 1311.00m 遇到溶洞。遇溶洞、溶隙孔段,耗水量大,只能做注水试验。地表调查,有溶沟、溶槽和溶洞分布,地表和地下岩溶现象均显示两岸及河床岩溶发育,说明坝口位置是水库区岩溶发育汇集部位,也是地下水汇集区。坝址岩溶渗漏问题突出,水库蓄水后,库水通过纵向岩溶管道、溶隙绕过封堵体经月亮田岩溶管道 k1 ~ ks2 集中向库外低洼岩溶洼地 kw3 渗漏的可能性大。需结合两岸进行加强防渗处理。

4.3 左岸 kw1 低洼地势渗漏分析

据 kzk1 揭露,钻孔没有掉钻现象,地下水位埋深 28.90m,高程为 1336.60m,比正常蓄水 1334.00m 略高。kw1 洼地高程 1337.00 ~ 1340.00m,据安龙—月亮田水库—K—地质—02 的 B—B' 剖面,水库左岸的地下水力坡降为 5.0% ~ 8.0%,两洼地间存在地下分水岭,高程约为 1342.00m,比水库正常蓄水位高。另外地表调查没有发现溶蚀塌陷现象,说明库水向 kw1 洼地渗漏的可能性小。

4.4 右岸 1 号冲沟低邻谷渗漏分析

1 号冲沟位于水库西南面,南东向,距离水库 250 ~ 300m;高程 1313.00 ~ 1330.00m,比水库正常蓄水位 1334.00m 低 4 ~ 19m,比水库 1339.03m 校核洪水位低 10 ~ 25m,形成矮低邻谷;据 kzk4 揭露,地下水位埋深 20.60m,高程为 1319.60m,水力坡降为 1.5% ~ 3.5%;kzk8 揭露,地下水位埋深 33.2m,高程为 1333.80m,比正常蓄水位 1334.00m 略低;czk2 揭露,

地下水位埋深 42.50m,高程为 1332.50m,蓄水后,库水存在向低邻谷 1 号冲沟的可能性,需结合坝址进行防渗处理。

综上,通过对坝址月亮田岩溶管道堵洞防渗,及对水库左岸、右岸进行防渗帷幕灌浆等工程处理后,水库具备蓄水条件。

4.5 坝址渗漏及防渗处理意见

4.5.1 防渗边界的确定依据

a. 坝址坝口。据 kzk3、kzk5、czk1 等钻孔取芯及孔壁电视摄影资料显示,随着孔深加大,溶蚀裂隙发育程度逐渐降低,在孔深 65 ~ 70m 一带,裂隙基本闭合;另据压水资料,该带吕荣值均小于 5Lu。结合下游法统村最低溶蚀基准面高程,坝址坝口防渗下限定为 1275.00m。

b. 右岸溶蚀低槽带。据 czk2 钻孔资料,该孔风化深厚,地下水位埋深深,显示 5 号冲沟为右岸溶蚀低槽带。右岸防渗下限以结合右岸 1 号冲沟低邻谷高程,拦截 5 号冲沟溶蚀低槽为前提,以坝址月亮田岩溶管道发育高程为溶蚀基准面,确定右岸溶蚀低槽带防渗下限定为 1310.00m。

4.5.2 防渗处理意见

a. 坝址防渗处理与水库防渗处理相结合。根据图安龙—月亮田水库—初设—地质—04 的 C-C' 剖面知,防渗帷幕线走向:左岸防渗线沿 kzk2、kzk7、kzk1 方向布置,拦截 3 号冲沟;坝口处,防渗帷幕需结合堵头进行协同防渗,防渗线沿 kzk2、kzk3 偏下游布置;右岸斜切山体向 3 号、4 号坝口 kzk8、czk2 方向延伸,拦截 5 号冲沟溶蚀低槽。

b. 防渗帷幕布置依据:水库及坝址水文地质结构、地下水位及河水位关系、岩溶发育情况、岩体透水性等。

c. 防渗帷幕边界的确定。

①左岸斜切左岸山体向 2 号坝口方向延伸 133m,接头为正常蓄水位与地下水位交点,底限深入地下水位 20m,同时按压水吕荣值小于 5Lu 控制。

②坝口及两岸防渗下限为 T_1y^{2-1} 、 T_1y^{2-2-1} 弱岩溶层位,并结合地下水位、1 倍水头及按压 (下转第 71 页)