

山西某水库渗漏条件及分析

李 省*

(中国地质大学<武汉> 工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 通过地质测绘、物探、示踪试验、水温测试、水质分析等技术手段, 查明了山西某水库的渗漏通道, 并对该水库的渗漏条件进行了分析, 为下一步水库防渗处理提供了依据。

关键词: 石英砂岩; 水文地质; 渗漏通道

中图分类号: TV62 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004—5716(2010)10—0011—03

该水库地处山西省东南部与河南省西北部交界的太行山南端, 该工程建成后, 已运行 10 多年, 水库现存的主要问题是渗漏问题。

该坝坝型为浆砌石重力拱坝, 坝高 41.8m, 坝顶高程 990m, 库区呈狭长型, 上游回水约 800m, 属小型水库。

1 地质概况

1.1 自然地理

该水库地处山西省东南部与河南省西北部交界的太行山南端, 由于受强烈的造山运动和侵蚀切割作用的影响, 地壳不断上升, 形成底蚀大于侧蚀侵蚀构造地形, 区内绝壁林立, 山势陡峭, 峰峦叠嶂, 河谷深切, 多呈“V”型, 多形成瀑布。

该水库区属温带大陆性气候, 四季分明, 平均气温在 7.9℃左右, 年最高温度 34.5℃, 最低温度 -23.7℃, 无霜期 150d, 年平均降雨量 650mm, 年平均蒸发量 1617.9~1743mm。

1.2 区域地质

区域出露主要地层为太古界赞皇群(A₂)的黑云母斜长角闪岩和黑云母斜长片麻岩、元古界震旦系串岭沟组(Z_{ch2})的石英砂岩夹薄层泥质粉砂岩及古生界寒武系(Є) - 奥陶系(O)的碳酸盐岩地层。

该水库地处晋东南山字型构造前缘东翼中段, 断续发育一系列的冲断裂和褶皱, 构成近东西向 - 北东向弧形构造带, 具有强烈的挤压和压扭性特征。

2 库坝区工程地质条件

2.1 地形地貌

水库库坝区属中低山区。河谷呈“V”字型, 谷底河床宽约 8m, 高程 950~955m, 谷顶河道宽约 30m, 高

程约 990m, 沟深约 40m。河谷两壁岩石为震旦系石英砂岩, 陡峻近直立, “V”字型峡谷以上为寒武系泥灰岩、页岩、灰岩, 风化剥蚀严重, 地形多呈缓坡状。

2.2 地层岩性

库坝区出露地层为元古界震旦系串岭沟组(Z_{ch2})、古生界寒武系(Є) 地层。

(1) 震旦系串岭沟组(Z_{ch2}): 石英砂岩夹薄层状泥质粉砂岩, 为库盆及坝基(肩) 岩石, 出露顶板高程 995~1010m。

(2) 寒武系(Є): 馒头、毛庄组(Є_{1m~mz}): 页岩夹灰色薄层状灰岩。在“V”字型谷顶两侧山体底部分布, 出露顶板高程 1080~1100m。

徐庄组(Є_{2x}): 页岩夹鲕状灰岩、灰岩, 在“V”字型谷顶两侧山体中下部分布, 出露顶板高程 1150~1170m。

张夏组(Є_{2x}): 鲕状灰岩, 在“V”字型谷顶两侧山体中上部分布, 出露顶板高程 1300~1310m。

崮山组(Є_{3g}): 白云质灰岩、鲕状石灰岩, 在“V”字型谷顶两侧山体上部分布, 出露顶板高程 1360~1370m。

2.3 地质构造

(1) 岩层产状: 库坝区为单斜缓倾岩层, 倾向略偏下游, 岩层产状: 240°~270°∠3°~5°。

(2) 结构面: 库坝区地质构造简单, 主要发育两组近东西向(160°~170°∠81°~88°、190°~200°∠78°~87°) 和南北向高角度裂隙(70°~80°∠69°~85°), 另外层面发育。

坝址处未发现断层, 但发育 4 条裂隙密集带, 情况见表 1。

* 收稿日期: 2010-01-21

作者简介: 李省(1969), 男(汉族), 河南栾川人, 高级工程师, 现从事岩土工程与工程地质勘察工作。

表 1 裂隙密集带调查统计表

编号	分布位置	产 状			出露	宽度及其特征
		走向(°)	倾向(°)	倾角(°)	长度(m)	
ELm1	坝下游 70m	285~ 300	SW	80~ 88	> 160	带宽 5~ 15m,裂隙间隙为泥钙质及碎石充填,裂隙面发育擦痕,附有水锈
ELm2	坝上游 53m	75~ 100	NW、NE	86~ 90	> 65	带宽 4~ 8m,裂隙间隙充填泥质及碎石
ELm3	坝上游 130m	85~ 90	NW	90	> 75	带宽 0.4~ 1.6m,主裂隙宽 0.3~ 0.4m,局部充填泥质、碎石
ELm4	坝上游 180m	275~ 310	NE	80~ 88	> 50	带宽 6~ 7m,裂隙间隙充填泥质及碎石
ELm5	坝上游 420m	80	SE	88	> 15	带宽 6m,裂隙间隙充填泥质及碎石

2.4 水文地质

根据含水介质特征及地下水的赋存、运移空间,本

区地下水主要为碳酸盐岩裂隙岩溶水、砂岩裂隙水两类,见表 2。

表 2 地下水特征表

类型	含水层	隔水层	含水层厚度 (m)	隔水层高程 (m)	补径排
碳酸盐岩裂隙岩溶水	寒武系中上统(Є 2~ 3)张夏组-凤山组灰岩、白云岩	寒武系中统(Є 2)徐庄组下部的钙质页岩	> 300m	1100~ 1125	主要受大气降水和地下径流的补给。其中一部分在遇到相对隔水层时,以接触泉的形式排出,向沟谷径流,另一部分为沿裂隙向下垂直渗流
砂岩裂隙水	震旦系(Z)石英砂岩	太古界赞皇群(A2)的黑云母斜长片麻岩	160	830	赋存于岩体表层的风化卸荷裂隙及构造裂隙中,富水性一般,接受大气降水及上部岩溶裂隙水补给,向沟谷排泄

3 渗漏通道及渗漏条件分析

3.1 库区渗漏

库区两岸泉水出露点全部高于库水位,分水岭高程均超过 1200m。因此水库不存在向邻谷渗漏的可能性。水库渗漏主要为绕坝及坝基渗漏。

3.2 渗漏通道及条件

针对渗漏通道和条件,采用了地质测绘、压水试验、物探、地下水位观测、示踪试验、温度测试、水质分析等手段和分析方法。

3.2.1 地质测绘与调查

坝址区地层为震旦系石英砂岩夹薄层泥质粉砂岩,产状近水平,由于泥质粉砂岩为相对隔水层,在长期的水动力作用下,石英砂岩与薄层泥质粉砂岩的接触带或层面裂隙与高倾角裂隙的交汇处往往形成宽度 0.5~ 5mm 的层面,成为水平向渗水通道。在两组高角度裂隙和层面相互切割下,三组裂隙组成网状导水系统,成为左右坝肩的主要渗水通道,渗漏主要分布高程为 955~ 980m。

通过坝后各出水点的调查,在坝基、左右坝肩与基岩接触带,渗漏严重,也为一重要渗漏通道。

3.2.2 压水试验

根据各钻孔各压水试验段统计,在深度 40m(高程 950m)以上,压水试验透水率较大,多超过 5Lu,这与卸荷裂隙的发育深度基本一致,与坝后各出水点高程相吻合。压水试验曲线类型多为 E,说明裂隙网络连同性相对较差,尤其新鲜岩石中裂隙连同性很差,多发育闭合裂隙。

3.2.3 物探

通过高密度电剖面、电反射系数 K 剖面、放射性 γ、α 法等物探方法测试,发现右岸和左岸发育 5 条南北向低阻带(编号 WNLm1~ WNLm5),宽度 3~ 7m,情况见表 3。同时发现 5 条东西向低阻带(WELm1~ WELm5),该东西向低阻带与地质测绘所测裂隙密集带的结果基本一致。

3.2.4 地下水位

根据钻孔水位的观测,两岸远离坝基(约 300m)的

两孔(ZK13、ZK15孔)地下水位高出库水位,其余各钻孔水位均小于库水位,说明水库绕坝渗漏的范围还是很广的。根据水位长期观测资料,两岸各钻孔地下水位与库水位有较好的对应关系。

根据各孔水位情况,左岸ZK4~ZK7孔之间,右岸ZK1附近水位高程很低,与库水位相差较大,水力坡降大,应为集中渗漏地段。

表3 物探测量南北向低阻带统计表

编号	产状			测试长度 (m)	宽度(m)
	走向(°)	倾向(°)	倾角(°)		
WNLm1	30	NW	83~86	100	带宽6.5
WNLm2	340	SW	75~85	90	带宽6.6
WNLm3	342~350	NE	75~85	100	带宽1~3
WNLm4	338~350	SW	80~83	95	带宽3~4
WNLm5	340~347		近直立	25	带宽5

3.2.5 示踪试验

通过示踪试验及时间分析,库水主要通过两组高角度裂隙与层面裂隙组合成的裂隙网络及坝基与坝肩接

触带渗漏的,且渗径较短。右岸高程957m、974~976m层面裂隙为主要渗漏带。左岸高程964m层面裂隙为主要渗漏带。

3.2.6 水温

通过对库水、库两岸泉水及坝后出水点的水温测试,坝后右岸裂隙水温较低,可分析得出该水为泉水和库水的混合水,坝后左岸层面水水温与库水接近,说明该水来源于库水。

表4 水温测试统计表

测量位置	泉水	库水	坝后右岸 EJ10裂隙水	坝后左岸临 空层面裂隙水
水温(℃)	10~13	21~23	15~17	19~21

3.2.7 水质分析

通过对库水及坝后出水点取水进行了水质简分析,坝后左岸层面水水质分析结果与库水接近,说明该水来源于库水。坝后右岸裂隙与库水有一定差别,可推断该水为泉水和库水的混合水。

表5 水质分析结果

检测指标	库水		坝后左岸临空层面裂隙水		坝后右岸EJ10裂隙水	
	(mg/L)	(mmol/L)	(mg/L)	(mmol/L)	(mg/L)	(mmol/L)
K ²⁺ Na ⁺	11.2	0.489	9.8	0.426	33.3	1.45
Ca ²⁺	42.89	1.07	50.9	1.27	54.91	1.37
Mg ²⁺	15.31	0.63	16.53	0.68	15.31	0.63
Cl ⁻	11.0	0.31	11.0	0.31	26.0	0.733
SO ₄ ²⁻	37.4	0.389	16.6	0.381	99.0	1.03
CO ₃ ²⁻	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO ₃ ⁻	154.4	0.253	189.20	3.10	120.2	1.97
NO ₃ ⁻	16.8	0.271	9.56	0.154	42.4	0.684

4 结论

通过以上各种方法及手段分析表明,坝址区渗漏通道主要分为两种类型。第一类为南北向裂隙(带)与东西向裂隙(带)和层面裂隙所组合成网状和带状导水系统,出水点高程主要集中在955~980m,多沿层面裂隙流出。其中ELm2裂隙密集带为东西向主要渗漏通道,WNLm1~WNLm4低阻带为南北向主要渗漏通道,由于以上带状渗漏带的发育,造成低阻带附近钻孔

水位普遍偏低,如ZK1、ZK5~ZK7孔。第二类为坝基、两岸坝肩与岩石接触带,为集中渗漏通道。

参考文献:

[1] 王大纯,等.水文地质学基础[M].地质出版社,1986.
[2] 张咸恭,等.专门工程地质学[M].地质出版社,1988.
[3] 李世忠.专门水文地质学[M].武汉地质学院水文地质教研室,1983.