

# 实例分析原位试验在水库古河道渗漏中的应用

郭雅丽

(新疆水利水电勘测设计研究院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

**【摘要】** 古河道位于大坝左岸,当库区达到正常蓄水位时,古河道作为坝基础,宽度增加且位于水位以下。本文针对古河道进行大型原位探坑注水试验来确认其渗透系数,并和其他试验方法对比,选取更有代表性的数据,以此来计算各种工况渗漏量,进而进行防渗,确保大坝达到安全稳定系数。

**【关键词】** 古河道;原位注水试验;渗透系数;帷幕灌浆

中图分类号: TV61

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2017)07-0072-03

## Application of instance analysis in-situ test in reservoir ancient river channel seepage

GUO Yali

(Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Research and Design Institute, Urumqi 830000, China)

**Abstract:** Ancient river channel is located on the left bank of the dam. When the reservoir reaches normal water storage level, the width of ancient river channel is increased as the dam foundation, and it is located below the water level. In the paper, large-scale in-situ deep pit water injection test is implemented aiming at ancient river channel, and the permeability coefficient is confirmed, which is compared with other test methods to select more representative data. The seepage under different working conditions is calculated accordingly, thereby preventing seepage, and ensuring that the dam can reach safety and stability coefficients of the dam.

**Key words:** ancient river channel; in-situ water injection test; permeability coefficient; curtain grouting

### 1 前言

大石门水利枢纽是车尔臣河流域规划中确定近期开发的重点控制性枢纽工程,是一项承担防洪、发电和灌溉任务的综合利用水利枢纽。库区西侧为托其里萨依河左岸古河道,河道较宽,整体呈 SE-NW 向,进口位于坝址库区左岸,距坝轴线 100m,出口位于坝址下游 2.3km。当库区正常水位高程为 2300.00m 时,古河道宽约 2.6km,古河道底部低于正常高水位 205m,蓄水

后主要位于  $Q_2$  泥质半胶结砂卵砾石层,存在渗漏可能。如果处理不当,直接影响工程安全。

查明古河道地下水流向及水力坡度等特征参数,分析其渗漏可能性和渗漏量,可为该古河道进行防治和治理提供可靠依据。

### 2 古河道概况

水库区两岸地形较高,库区车尔臣河右岸为阿尔金山,河岸边基岩裸露,后缘分水岭山体雄厚,由下元

古界阿尔金群地层组成的库盘为相对隔水层,坝址区钻孔压水试验,基岩微风化~新鲜岩体透水性为微透水~极微透水( $q < 1$ ),且地层走向与河流流向基本平行,因此水库右岸不存在大的永久性渗漏问题。但是库区西侧左岸为古河道,古河道较宽,距坝轴线较近。河道在进口处顶部高程为 2365.00m 左右,宽度为 2.8km,底宽为 1km。古河道两岸基岩出露,河道内沉积深厚的砂卵砾石,河边呈直立的陡坎状,上部岩性为第四系上更新统  $Q_3$  砂卵砾石层,厚 34~40m,分布高程为 2334.00~2338.00m;下部岩性为巨厚层  $Q_2$  砂卵砾石层,泥质半胶结,呈土黄~棕黄色,厚度 50~295m,全部位于正常高水位以下。蓄水后主要位于  $Q_2$  泥质半胶结的砂卵砾石层。

古河道稳定地下水位均位于  $Q_2$  砂卵砾石层内,水位呈由南向北逐渐降低趋势,但均低于河床地表水水位,水位埋深 237~247m。由地下水流向和水力坡度判断古河槽地下水补给源为山前冰雪融水、大气降水和山前区基岩裂隙水。

为此针对古河道进行大型原位探坑注水试验确认渗透系数,以此来计算正常蓄水位、水位骤降等各种工况下的渗漏量,进而进行防渗处理,保障大坝安全稳定系数。

### 3 原位试验确定渗透系数

根据现场情况在古河道不同的关键部位布设探洞,自坝址开始向库区上游依次布置,距离均匀。在原有探洞、竖井之间穿插,布置位置在库区空间上具有代表性。在探洞中进行大型注水试验,试验方式分成全坑、侧壁、坑底三种渗流形式。

试验的试坑直径为 1.0m(上底和下底一致),坑深为 1.0m,位于探洞内洞深 15m、30m 和 45m(或 50m)处。注水流量采用水表计量。

$$\text{试坑底面积} = \pi r^2 = 3.14 \times 0.5^2 = 0.785\text{m}^2$$

$$\text{圆周长} = 2\pi r = 2 \times 3.14 \times 0.5 = 3.14\text{m}$$

$$\text{侧壁面积} = \text{坑深} \times \text{圆周长} = 3.14 \times 1 = 3.14\text{m}^2$$

做侧壁渗流试验时在坑底做隔水处理,做坑底渗流试验时,在侧壁做隔水防渗处理;全坑渗透试验示意图见图 1。

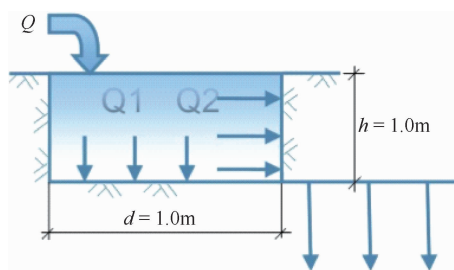


图 1 全坑渗透试验示意图

渗透系数计算公式采用达西公式:

$$Q = KiA$$

式中  $Q$ ——流量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$K$ ——渗透系数,  $\text{m}/\text{h}$ ;

$i$ ——水力坡降,  $\text{m}$ ;

$A$ ——面积,  $\text{m}^2$ 。

当进行全坑渗透试验时,渗透水流主要沿侧壁和底面进行渗流(渗流量  $Q$ ),其中沿侧壁的渗流量为  $Q_1$ ,底面的渗流量为  $Q_2$ ,水力坡降  $i$  分别采用 0.5、1.0 进行计算。

当水力坡降  $i = 1.0$  进行计算时,可直接采用公式进行计算。若考虑侧壁和底面不同的渗流状态时,即侧壁水头  $i = 0.5$ ,底部水头  $i = 1$  时,需分别计算其流量,由于试验中分别采用全坑渗透和侧壁渗透两种渗透方式,以差减出底面的渗透量  $Q_2$ 。利用上述原理得出  $Q_2^d$  地层大型注水试验的渗透系数。

### 4 渗透系数分析成果

利用上述原理得出  $Q_2^d$  地层大型注水试验的渗透系数和相应铁环注水试验进行比对分析。

a. 相对铁环注水试验而言,该次试验的试坑尺寸大,水渗流所经过的范围大,能够包络大粒径的砾石和在较大范围分布的岩土颗粒间隙与孔隙,更全面反映地层的透水特征和渗透系数。

b. 与全坑和坑底渗流试验相比,侧壁渗流试验获得的渗透系数成果离散度大。

侧壁渗流试验获得的渗透系数平均值大于全坑和坑底的。不建议采用该成果进行渗流计算。

c. 大石门库区的  $Q_2^d$  地层分布在河谷左侧和下部,库区蓄水后将沿水平向和向下的组合方向渗流,全坑

的水渗流方向与该渗流方向相似。建议取全坑试验得到渗透系数作为渗流计算参数。

d. 铁环注水试验得到  $Q_2^d$  地层渗透系数平均值为  $3.12 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ , 结合现场情况, 考虑架构的空间分布, 加权平均得到渗透系数为  $4.02 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 。大型原位注水试验得出渗透系数平均值为  $4.50 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ , 两者很接近。说明: 铁环注水实验结果, 结合“架空结构按渗漏面积的 15%”的结论和研究过程中所采用加权平均得出渗透系数做法是合适的, 与大型注水原位试验成果相互印证。

## 5 渗漏量估算

利用全坑原位注水试验取得  $Q_2^d$  地层新的渗透系数, 对水库左岸的稳定渗流进行估算。

$Q_2^d$  地层是影响水库渗漏的主要地层, 对正常蓄水位、水位骤降等各种工况, 做详细的渗流计算。计算结果反应, 水库渗漏量和  $Q_2^d$  地层的渗透系数间的关系曲线规律性强。通过前面分析, 取全坑试验得到渗透系数平均值  $4.5 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$  作为渗流计算参数。在水库设置长 570m 的左坝肩帷幕情况下, 当  $Q_2^d$  地层的渗透系数为  $1 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 、 $3.12 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 、 $6 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 、 $1 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$  时, 水库的年渗流量依次为 508.6 万  $\text{m}^3$ 、1523.3 万  $\text{m}^3$ 、2881.7 万  $\text{m}^3$ 、4760.1 万  $\text{m}^3$ , 两者基本呈正比例关系。 $Q_2^d$  地层的渗透系数为  $4.5 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$  时, 水库左岸年渗漏量约为 2180 万  $\text{m}^3$ 。同理估算: 不设置左岸帷幕和库区帷幕, 水库左岸年渗漏量约为 2300 万  $\text{m}^3$ ; 左坝肩帷幕和封闭的库区帷幕同时设置, 全长超过 2500m, 水库左岸年渗漏量约为 1650 万  $\text{m}^3$ 。

## 6 古河道防渗处理

### 6.1 不同高程进行分层灌浆

在左岸坝顶高程设 570m 长灌浆廊道, 为保证灌浆质量, 在高程 2230.00m 处设 405m 长灌浆廊道, 进行分层灌浆: ①坝顶高程处左坝肩沿坝轴线方向灌浆段属于永久交通洞与灌浆廊道结合, 廊道尺寸  $5.5\text{m} \times 5.5\text{m}$ , 廊道形式为马蹄形。底板采用 40cm 厚 C20 混凝土底板, 两侧分别设  $0.3\text{m} \times 0.4\text{m}$  排水沟。廊道边

侧及顶部采用挂网 C25 混凝土喷护, 并用格栅拱架支撑; ②高程 2230.00m 处灌浆廊道尺寸  $3.7\text{m} \times 3.0\text{m}$ , 廊道形式为马蹄形, 采用 40cm 厚钢筋混凝土衬砌, 地板两侧设排水沟。

### 6.2 不同岩性灌浆处理

防渗灌浆处理: ①岩石段, 在灌浆廊道内设两排帷幕灌浆孔, 孔距、排距均为 2m, 梅花形布置, 孔深按 5m 以下控制; ②在砂卵砾石地层中采取灌浆防渗帷幕, 在灌浆廊道内设两排帷幕灌浆孔, 孔距为 3m, 排距为 2m, 梅花形布置, 孔深按入岩 5m 以下控制, 注浆后渗透系数小于  $3\text{Lu}$ 。

## 7 结论

a. 研究古河道的渗透系数、地下水流向特征及参数, 分析其渗漏可能性、渗漏量, 为该古河道防治和治理提供可靠依据。

b. 确定渗透系数, 多种试验方法比对和模拟对最终结果的影响。古河道现场的大型原位注水试验较铁环注水结果更具有代表性。

c. 为减少大坝各种工况下的渗漏量, 提高坝基稳定性, 对坝基段古河道进行帷幕灌浆和封闭的库区帷幕, 两者同时设置, 以此提高安全储备。◆

### 参考文献

- [1] 李江海. 横泉水库左岸古河道绕坝渗漏分析[J]. 山西水利科技, 2005(4).
- [2] 董美丽. 浅析东平湖区古河道对围堤的影响[J]. 西部探矿工程, 2002(3).
- [3] 盛林. 常水头注水试验不同水头对渗透系数的影响[J]. 小水电, 2015(2).
- [4] 甘东科. 田雄西藏朋曲某规划水电站坝址古河槽特征及成因分析[J]. 水电站设计, 2015(4).
- [5] 李宁, 奥村运明. 三种原位注水试验方法的比较[J]. 西部探矿工程, 2006(7).
- [6] 库尔班·依明. 古河槽防渗处理中存在的问题及后期处理措施[J]. 水利规划与设计, 2014(5).
- [7] 黄金廷, 尹立河. 包气带垂向渗透系数的原位试验研究[J]. 水资源与水工程学报, 2013(5).
- [8] 彭鹏. 基于层次分析法的坝基帷幕灌浆方案评估探析[J]. 水利规划与设计, 2016(3).