

# 龙潭河水库大坝渗流安全及渗透稳定分析

刘 威

(河南灵捷水利勘测设计研究有限公司,河南 南阳 473000)

**【摘要】**近年来,龙潭河水库出现大坝上游防渗面板防渗性能降低,坝体浸润线较高,断层渗漏等问题。根据该水库的地勘和检测资料,进行反演参数,对各坝段的坝体断面进行有限元计算,评价该坝的渗流安全及渗透稳定情况。结果表明:坝体浸润线明显高于坝体排水廊道高程,坝基排水孔扬压力较高;坝体局部存在渗漏通道,坝踵区域临近基岩处渗透坡降较大,渗透稳定不满足要求;坝基 F1 断层岩体裂隙已发生渗透破坏,存在严重渗流安全隐患,大坝渗透稳定较差。

**【关键词】**龙潭河水库;浆砌石坝;渗透稳定;有限元分析

**【中图分类号】**TV697

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1009-6159(2025)-11-0061-04

## Analysis of Seepage Safety and Infiltration Stability of Longtanhe Reservoir Dam

LIU Wei

(Lingjie Water Conservancy Survey, Design and Research Co., Ltd. of Henan Province, Nanyang, Henan 473000, China)

**Abstract:** In recent years, the Longtanhe Reservoir has encountered problems such as reduced seepage prevention performance of the upstream anti-seepage face slab, high phreatic line in the dam body, and fault leakage. Based on the geological survey and test data of the reservoir, parameter inversion was carried out, and finite element calculations were performed on the dam cross-sections of each dam segment to evaluate the seepage safety and seepage stability of the dam. The results show that the phreatic line of the dam body is significantly higher than the elevation of the dam drainage gallery, and the uplift pressure of the dam foundation drainage holes is relatively high; the seepage happens in the dam body, and the seepage gradient near the bedrock in the dam heel area is large, so that the seepage stability does not meet the requirements; the rock mass fractures of the F1 fault in the dam foundation have undergone seepage failure, posing serious seepage safety hazards, and the seepage stability of the dam is poor.

**Key words:** Longtanhe Reservoir; Masonry dam; Seepage stability; Finite element analysis

龙潭河水库是一座以防洪调蓄为主,兼顾为县城及各乡镇供水以及养殖水产等综合开发利用的中型水库,下游约 2 km 处为县城,水库地理位置非常重要。该水库主要由非溢流坝段、溢流坝段及泄供水构筑物等组成,坝型为浆砌石重力坝,总库容 1 044 万  $m^3$ 。水库坝址以上主干流长约 9.3 km,河道平均比降约 2.7%,控制流域面积约 26  $km^2$ 。最大坝高 47 m,坝顶长 181 m,宽 7.3 m,其中:溢流坝段长 34 m,非溢流坝段长 147 m。

水库大坝存在的主要问题:坝基存在 F1 断层,该断层规模较大,坝基存在 F1 断层渗漏问题;大坝上游防渗面板防渗性能较差,坝体浸润

线较高,坝基排水孔大量泥质析出物。坝体廊道顶拱及侧墙裂缝、渗水和析出物明显;大坝下游坡多处渗漏,桩号 0+032、0+142 处渗水量较大。为解决坝体及坝基的渗流安全和渗透稳定问题,根据该水库地质条件及现场检查情况,对该坝进行渗流安全和渗透稳定分析。

## 1 大坝基本情况

### 1.1 坝基工程地质条件

坝址为山区,左岸山坡坡度  $30^\circ\sim 45^\circ$ ;局部地

收稿日期:2025-04-30

作者简介:刘威(1987—),男,工程师

段呈峭壁。自左坝头至河床,为一山坡脊部,走向107°,坡角20°~27°,河床宽80 m左右,河底高程180.18 m,流向27°,河床比降大,无阶地发育。右岸山坡陡峻,坡度35°~50°,山体雄厚,无较大冲沟,只发育两条小型冲沟悬挂于山坡上,河谷呈“U”字型。河床基岩岩性为黑云二长混合片麻岩,修建水库时已清基至弱~微风化状态且对坝基F1断层处进行断层处理。

除F1断层外,坝址区其余断层宽度、延伸长度及规模均较小,对大坝基本无影响。F1断层位于左坝肩,断裂带宽度4.0~9.0 m,在坝肩区出露长度202 m,倾向300°~320°,倾角45°~50°。断层内发育有断层泥,沿断层泥处有上升泉出露,泉水流量0.3 L/s。根据压水试验记录,断层内为中

等透水。

该区地下水类型为:1)第四系松散岩类孔隙潜水;2)基岩裂隙水。第四系松散岩类孔隙潜水主要赋存于坝址区河槽底部的砂卵石中,该层在建坝时已清除,不再考虑该层的透水性。基岩裂隙水在坝址区岩层裂隙及F1断层中发育,含水性差,水量不大。F1断层处建坝时经过处理,但处理效果不理想,坝体建成后沿F1断层及裂隙面向坝后渗漏。

### 1.2 大坝整体结构

水库大坝为浆砌石重力坝。坝体主体结构材料为浆砌石,大坝防渗面板采用钢筋混凝土形式,坝体设计断面图如图1所示。

根据地质资料,坝体钻孔岩芯为碎块及短柱

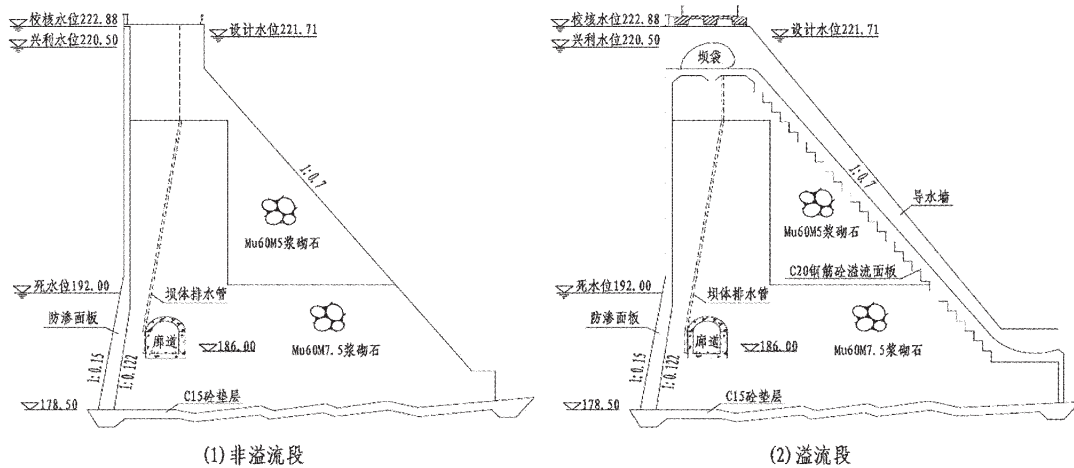


图1 坝体设计断面图

状,短柱状岩芯为块石夹杂少量混凝土,碎块状岩芯多为块石碎块及个别水泥砂浆块,岩芯中块石多呈弱~微风化,少量为强风化,水泥砂浆较少,砂浆中有蜂窝状小孔,孔径1~3 mm,且水泥含量较低,块石间胶结较差,甚至无砂浆胶结,有不规则的空洞,大多数空洞互相连通。岩芯采取率27.5%~100%;钻进时孔内掉块、卡钻现象严重,经常导致钻具无法提出或无法下至已钻深度。坝体下游面多处出现潮湿及明流,地质资料表明坝体空洞多,填筑质量差。

### 1.3 坝体及坝基渗漏

#### 1.3.1 坝体渗漏

坝体下游面多处出现潮湿及明流,根据地质资料,坝体钻探钻孔口均不回水,坝体压水试验压力表均不起压,坝体内贯通空洞较多,因此造成坝体渗漏严重。

坝体与基岩接触面胶结较差,有孔洞,根据压水试验,接触带岩石透水率5.9~57.6 Lu,属弱~中等透水,存在接触渗漏问题。

#### 1.3.2 坝基渗漏

坝基由左坝肩、右坝肩及河槽段组成,地层岩性为黑云二长混合片麻岩。水库修建时已清基至弱~微风化状态并对F1断层进行处理。根据钻孔压水试验坝基段数据,左坝肩岩石透水率0.88~25.86 Lu,其中中等透水6段,弱透水下带1段,微透水1段;河槽段岩石透水率0.00~5.90 Lu,其中弱透水下带4段,上带1段,微透水8段,极微透水1段;右坝肩岩石透水率0.80~57.6 Lu,其中中等透水1段,弱透水上带6段,下带1段,微透水2段。

经分析坝体及坝基渗漏原因,该坝接触渗漏及坝基渗漏问题较轻,坝体渗漏问题较为严重。

## 2 大坝渗流分析

由于缺少渗流监测资料, 主要根据已有地质、设计、施工等现有资料, 采用三维有限元法, 对大坝进行渗流反演分析, 并综合现场检查数据对大坝渗流安全性进行分析评价<sup>[14]</sup>。三维模型网格图如图 2 所示。

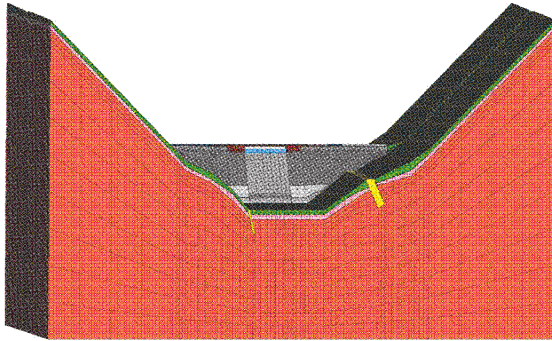


图 2 三维模型网格图

### 2.1 计算模型、参数及工况

#### 2.1.1 计算模型

根据渗流解析计算要求和原则构建三维有限元模型, 结合水库实际工程情况构建计算坐标为: 以右坝头为起点; 取纵向为顺流方向, 自上游向下游。横向为顺直大坝方向, 自右向左。

模型区域: 左右边界自左右坝头各向外延伸 100 m; 上下游边界垂直河道各延伸 90 m, 竖向底部截止于坝基以下 80 m。计算网格图如图 3 所示。

#### 2.1.2 计算参数

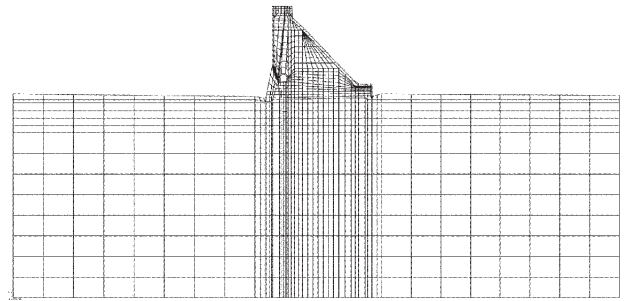
由于缺乏详细的计算模型所涉及的坝体和坝基工程及水文地质参数和室内试验参数。根据现场检查检测观测数据、地质、设计、施工和相关文献, 并结合类似工程及现场检测情况, 按照准稳定渗流场进行反演分析, 采用观测数据的水力条件和渗流量, 经反演分析, 坝体以及坝基各区计算所需渗透系数见表 1。

#### 2.1.3 计算工况

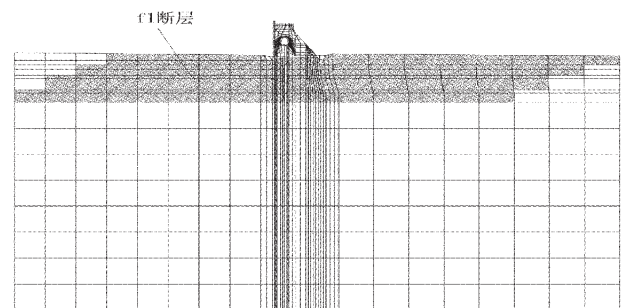
根据实际情况, 采用上述反演得到的渗透系数, 对该水库渗流分析。考虑本次鉴定洪水复核的水库水位有所变化(设计洪水变化较小, 校核洪水变化稍大), 综合选取设计工况、正常运行工况、校核工况等进行计算。

### 2.2 计算结果

经过模型计算, 得到典型坝段(溢流坝段和



(a) 溢流坝段(桩号 0+114.5)



(b) 非溢流坝段(桩号 0+032)

图 3 计算网格图

表 1 坝体以及坝基各区计算所需渗透系数

分区	渗透系数/( $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ )	
坝基	中等透土层	$2.1 \times 10^{-4}$
	相对不透土层	$1.5 \times 10^{-6}$
	F1 断层	$7.88 \times 10^{-4}$
Mu60M7.5 浆砌石	$5.4 \times 10^{-4}$	
Mu60M5 浆砌石	$7.1 \times 10^{-4}$	
C20 防渗面板(完好状态)	$8.3 \times 10^{-6}$	
C20 防渗面板(缺陷状态)	$6.3 \times 10^{-5}$	
排水孔	$6.2 \times 10^{-2}$	

非溢流坝段)在各工况下的渗流场。如图 4 所示。

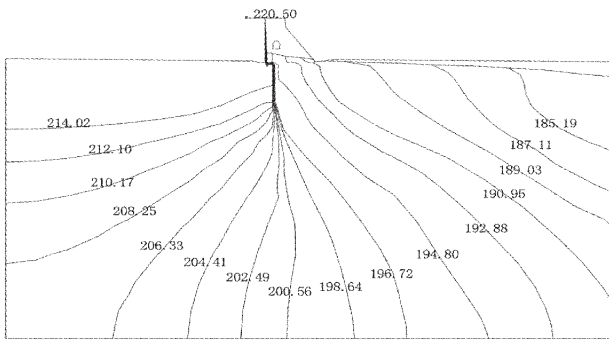
经分析整理, 坝体及坝基在正常运行工况和设计工况下总扬压力计算结果见表 2。

## 3 结论

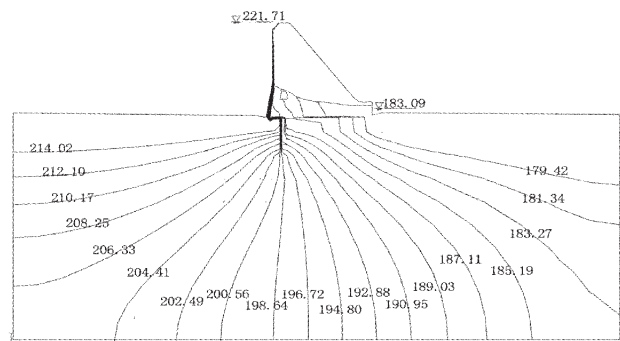
1) 反演得到的坝体面板渗透系数偏大, 坝体浸润面偏高, 靠近河床的非溢流坝段浸润面高于排水廊道底高程, 溢流坝段浸润面高于坝体排水廊道顶高程; 坝体存在局部渗漏通道缺陷, 引起坝体廊道和下游坝坡局部渗漏明显。

2) 坝踵建基面处的渗透坡降较大, 排水廊道附近存在层面接触渗漏, 引起坝基渗流量增大。

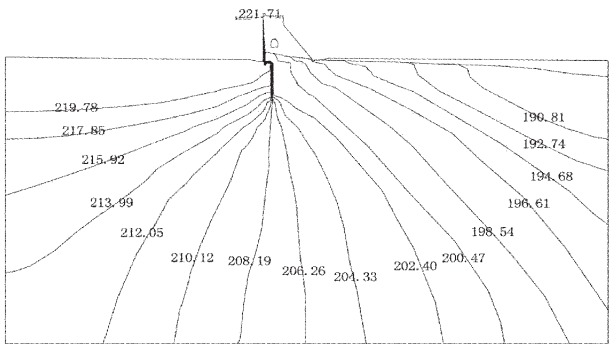
3) 左坝肩坝基岩体裂隙发育, 尤其是 F1 断层渗透性好, 为顺河流走向、陡倾角, 自上游向下



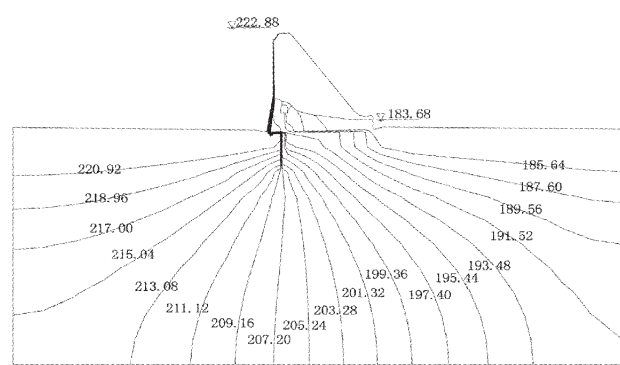
(a)非溢流坝段正常运行工况(F1 断层桩号 0+032)



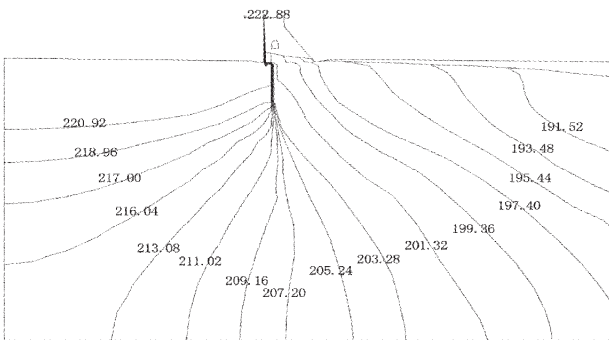
(e)溢流坝段设计工况(桩号 0+096)



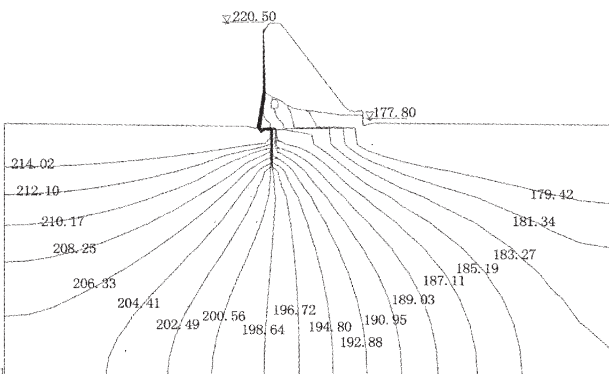
(b)非溢流坝段设计工况(F1 断层桩号 0+032)



(f)溢流坝段校核工况(桩号 0+096)



(c)非溢流坝段校核工况(F1 断层桩号 0+032)



(d)溢流坝段正常运行工况(桩号 0+096)

图 4 各典型断面渗流场

表 2 各工况下逸出点高程和总扬压力统计表

坝段	计算工况	上游水位/ m	总扬压力/ (kN·m <sup>-1</sup> )	折减系数	逸出点 高程/m
非溢流 坝段	正常蓄水位	220.50	4 887.76	0.412 9	178.00
	设计洪水位	221.71	6 272.26	0.423 1	183.21
	校核洪水位	222.88	6 554.06	0.422 7	183.80
溢流 坝段	正常蓄水位	220.50	4 525.03	0.367 7	177.80
	设计洪水位	221.71	6 043.07	0.375	183.42
	校核洪水位	222.88	6 326.62	0.374 6	183.68

其附近的廊道坝基排水孔出口有泥质析出物,且有逐年增加趋势。该范围内坝基防渗帷幕的防渗性能已有较大劣化,岩体裂隙已发生渗透破坏,存在严重渗流安全隐患。

参考文献

[1] 张军,李宏冲,李万里,等.基于现场检测参数反演的大坝渗流安全分析[J].水利与建筑工程学报,2015(5):218-222.  
 [2] 胡建平,刘亚莲.赤竹径水库大坝渗流安全分析与评价[J].甘肃水利水电技术,2014(5):53-56.  
 [3] 寇华榕.龙门滩水库大坝渗流安全评价[J].水利科技,2014(2):38-41.  
 [4] 孙雷.石佛寺水库大坝渗流监测系统建设和渗流性状分析[J].陕西水利,2015(1):141-142.

游延伸,防渗帷幕无法完全截断。防渗帷幕底部和坝基排水孔周围局部范围岩体的渗透坡降大,引起坝基岩体裂隙局部渗透破坏。从现场检查来看,左岸下游高程 202.00 m 处有一较大渗漏点,

(责任编辑 崔春梅)