

# 沟里水库增容与加固方案综合分析比选

任梦琪<sup>1</sup>, 郭恒凯<sup>2</sup>, 孙俊杰<sup>2</sup>

(1. 山东理工大学 建筑工程与空间信息学院, 山东 淄博 255049; 2. 山东省水利科学研究院, 山东 济南 250014)

**【摘要】**以沟里水库增容、除险加固为背景,介绍了沟里水库工程概况、病险问题,分析了其增容、除险加固的必要性,并对水库的增容、加固方案进行分析比较,最终确定了经济合理、技术可行的设计方案,为类似水库的增容与加固设计提供参考借鉴。

**【关键词】**沟里水库;除险加固;增容扩建;方案比选

**【中图分类号】**TV697

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1009-6159(2025)-01-0055-03

## Comprehensive Analysis of Gouli Reservoir Capacity and Strengthening Plan Selection

REN Mengqi<sup>1</sup>, GUO Hengkai<sup>2</sup>, SUN Junjie<sup>2</sup>

(1. School of Civil Engineering and Geomatics, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049, China;

2. Water Resources Research Institute of Shandong Province, Jinan, Shandong 250014, China;)

**Abstract:** Based on the background of capacity increase and risk elimination of Gouli Reservoir, this paper introduces the engineering situation and risk problems of the reservoir, analyzes the necessity and compares the plans f capacity increase and risk elimination of reservoir. Therefore, it determines the economically reasonable and technically feasible design scheme, which can provide reference for the design of capacity increase and strengthening of similar reservoirs.

**Key words:** Gouli reservoir; Risk elimination and strengthening; Capacity expansion; Scheme comparison

沟里水库位于牟汶河支流莲花河上,控制流域面积为 44.6 km<sup>2</sup>,兴利水位 207.37 m,兴利库容 698 万 m<sup>3</sup>,设计总库容 1 033 万 m<sup>3</sup>。水库枢纽工程由砌石重力坝、土坝、溢洪道和放水洞组成,是一座以防洪为主,兼顾工业供水、农业灌溉等的中型水库。

沟里水库于 2008 年进行除险加固后,解决了主体工程存在的病险隐患,水库大坝、砌石重力坝、溢洪道、放水洞等枢纽建筑物安全均能满足设计和规范要求。但由于 20 世纪 70 年代初在水库上游建设了莱芜电厂,70~90 年代莱芜电厂的粉煤灰大部分排入水库库区,导致粉煤灰淤积严重,兴利库容比设计值减少了 20.55%。同时,根据地质勘察报告,库区内广泛分布着第四系松散层,基岩以灰岩为主的奥陶系中统、下统岩层,渗透性总体较大,岩溶裂隙发育明显,共发现 1 m 以上洞径的溶洞 322 个,形成网络式的渗

漏通道,致使水库自运行以来一直渗漏严重,不能发挥正常的兴利效益。

## 1 水库增容与加固的必要性

1)可有效发挥现有工程潜力。沟里水库已于 2008 年完成除险加固工程施工,与新建水库相比,对现有水库进行增容与加固,工程安全有保障,投资也更省,不需要移民占地和增设新的管理机构,可有效发挥现有工程潜力,恢复和提高工程供水能力和供水效益。

2)可充分利用当地雨洪资源。水库增容与加固一直是山东省雨洪资源调蓄利用的重要工程措施。对沟里水库实施增容与加固工程,治理水库存在的渗漏问题,扩大有效拦蓄库容,提高当地雨洪资源利用率,符合山东省水资源配置原则。

收稿日期:2024-10-12

作者简介:任梦琪(1998—),女,研究生在读

## 2 方案比选

### 2.1 水库加固方案比选

1)加固方案拟定。根据地质勘探报告,沟里水库库区基岩内岩溶、断层等发育深度大,岩溶渗漏通道为网络状,不具备沿库岸垂直防渗条件。在此基础上拟定2个水平防渗方案进行比选:

方案一:水泥土防渗方案。库底清淤、整平后,填筑厚0.8 m的水泥土作为水平防渗铺盖。水泥土渗透系数要求小于 $1.0 \times 10^{-8}$  m/s,水泥掺入量应大于12%,具体由现场试验确定。水泥土应分层碾压,压实度不小于94%。

主要优点:施工速度快,工期较短。

主要缺点:投资大,施工质量不易控制,防渗效果稍差。

方案二:两布一膜防渗方案。在库底设置两布一膜防渗层,土工布和土工膜要求分开铺设,自上而下分别为:厚0.3 m素土及0.3 m黏土、重200 g/m<sup>2</sup>土工布、厚0.5 mmPE膜、重200 g/m<sup>2</sup>土工布、库区支持层压实。为解决库盘铺膜下的排水、排气问题,在铺膜下方设置纵横交织的软式透水管。

主要优点:防渗效果好;土工膜有良好的柔韧性、延展性,适应地基变形能力强;土工膜上设有保护层,不会发生冻胀破坏;投资较小。

主要缺点:土工膜接缝多,施工时必须严格控制接缝质量。

2)方案分析比选。通过综合分析以上两个方案的优缺点,为充分发挥水库的经济效益,节省工程投资,库底防渗选择方案二的两布一膜防渗方案。为便于连接及节省投资,库岸采用与库底相同的两布一膜防渗方案。

### 2.2 水库增容方案比选

1)增容方案拟定。通过对沟里水库的安全复核,水库增容后土坝、砌石坝、溢洪道(闸)及放水洞等建筑物均满足防洪和结构稳定要求,具备增容的优势条件。增容方案基于满足增容目标、减少占地、节约投资、运行安全的原则,结合水库用水需求和来水现状,并考虑岸边边坡、库底高程及边坡防护等因素,在保持兴利水位207.37 m不变前提下,拟定4个增容方案进行比选:

方案一:死水位196.07 m,库底高程194.7 m,

库底清淤开挖底高程194.1 m,岸边坡1:3.5。

为尽量增加兴利库容,将水库死水位确定为与放水洞进口底高程持平,即为196.07 m,相应196.07 m高程以下开挖,预留死库容21.77万m<sup>3</sup>;兴利水位207.37 m,兴利库容791.87万m<sup>3</sup>;校核水位210.28 m,总库容1 160万m<sup>3</sup>。该方案共计挖方391.5万m<sup>3</sup>,兴利水位时相应库容比现状增加259.07万m<sup>3</sup>。

方案二:死水位196.67 m,库底高程195.92 m,库底清淤开挖底高程195.32 m,库岸边坡1:3.5。

水库设计死水位196.67 m,死库容24.91万m<sup>3</sup>,兴利水位207.37 m,兴利库容771.36万m<sup>3</sup>;校核水位210.24 m,总库容1 148万m<sup>3</sup>。该方案共计挖方366.5万m<sup>3</sup>,兴利水位相应库容比现状增加241.70万m<sup>3</sup>。

方案三:死水位196.67 m,库底高程195.92 m,库底清淤开挖底高程195.32 m,变坡点高程202.0 m,202.0 m高程以上库岸边坡1:3.0,以下1:8。

水库设计死水位196.67 m,死库容21.11万m<sup>3</sup>,兴利水位207.37 m,兴利库容761.37万m<sup>3</sup>;校核水位210.25 m,总库容1 129万m<sup>3</sup>。库岸线顶高程207.87 m,该方案共计挖方355.3万m<sup>3</sup>,兴利水位相应库容比现状增加277.91万m<sup>3</sup>。

方案四:死水位196.67 m,库底高程195.92 m,库底清淤开挖底高程195.32 m,变坡点高程199.5 m,199.50 m高程以上库岸边坡1:3.0,以下1:8。

水库设计死水位196.67 m,死库容22.36万m<sup>3</sup>,兴利水位207.37 m,兴利库容774.25万m<sup>3</sup>;校核水位210.25 m,总库容1 143万m<sup>3</sup>。库岸线顶高程207.87 m,该方案共计挖方365.4万m<sup>3</sup>,兴利水位相应库容比现状增加242.05万m<sup>3</sup>。

2)增容方案综合比选。对4个增容方案进行比选,从兴利库容、供水量、库内挖方量、新增供水量投资等方面对各方案进行比较,主要指标见表1。

从增加供水效益来看,4个方案相差不大。从新增供水量投资来看,方案三新增供水量投资较小。经复核,水库增容后土坝、砌石坝、溢洪道(闸)及放水洞等主要建筑物均满足安全要求。综合考虑供水效益、供水量投资、库内挖方量等因

表 1 沟里水库增容方案比较表

| 项目                           | 现状     | 方案一    | 方案二    | 方案三    | 方案四    |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 库区最低高程/m                     | 197.1  | 194.7  | 195.92 | 195.92 | 195.92 |
| 死水位/m                        |        | 196.07 | 196.67 | 196.67 | 196.67 |
| 死库容/m <sup>3</sup>           |        | 21.77  | 24.91  | 21.11  | 22.36  |
| 兴利水位/m                       | 207.37 | 207.37 | 207.37 | 207.37 | 207.37 |
| 兴利水位相应库容/万 m <sup>3</sup>    | 554.57 | 813.64 | 796.27 | 782.48 | 796.62 |
| 兴利库容/万 m <sup>3</sup>        |        | 791.87 | 771.36 | 761.37 | 774.25 |
| 总库容/万 m <sup>3</sup>         |        | 1 160  | 1 148  | 1 129  | 1 143  |
| 库内挖方/m <sup>3</sup>          |        | 391.5  | 366.5  | 355.3  | 365.4  |
| 新增供水量投资/(元·m <sup>-3</sup> ) |        | 23.10  | 23.15  | 20.86  | 21.86  |
| 农业供水量                        |        | 356.1  | 354.5  | 352.2  | 354.5  |
| 工业供水量                        |        | 356.9  | 353.6  | 350.7  | 353.8  |
| 生态供水量                        |        | 34.1   | 34.1   | 34.1   | 34.1   |

素,增容方案选择方案二。水库增容后的死水位 196.67 m,库底高程 195.92 m,库底清淤开挖底高程 195.32 m,变坡点高程 202.0 m,202.0 m 高程以上库岸边坡 1:3.0,以下 1:8。

2.3 水库增容对库区的影响

1)对防洪的影响。水库增容前的调洪库容为 350 万 m<sup>3</sup>,增容后调洪库容为 346.52 万 m<sup>3</sup>。调洪库容增容前后基本一致,因此对防洪无明显影响。

(上接第 54 页)干净整洁,沿岸造林绿化,结合当地文化打造河道景观,具备宜游条件,增强了居民和游客的幸福感和获得感。

3.2 科学精准实施工程措施

龙口市泳汶河综合治理突出了工程措施的统一性、协调性、整体性,将整个河道纳入统一的体系,将工程措施与上下游、左右岸结合,与河边乡镇的经济发展结合,形成了上下游统一,左右岸兼顾的工程模式,根据河道的不同功能和所在河道区域的现状,按照河道功能划分,采取拦水坝、自动翻板闸、橡胶坝、生态护坡、湿地景观等各类工程措施,确保河道的水生态、水环境安全。

3.3 政府主导

在龙口市政府主导下,由龙口市水务局作为牵头部门,各镇(街区)、各部门依托河长制组织体系,建立全市统筹、河长主导、部门联动、分级负责的工作机制,形成水务、环保等相关部门间的河长制联席协调机制,协调解决重大问题。健

2)对土坝护坡安全的影响。本次增容工程是保持兴利水位不变,主要清除库内淤积并适当扩挖,工程实施后,不抬高兴利水位,对土坝护坡的安全无影响。

3)库岸浸没影响。水库正常运用后,兴利水位时局部岩质岸坡由强风化岩组成,一般不存在浸没问题。土质岸坡由粉煤灰混合土料组成,部分岸段易产生浸没现象。

3 结 语

通过对沟里水库增容、加固方案综合分析比选,选择的增容与加固方案,经济效益显著,技术上可行。方案实施后不仅可以提高雨洪资源利用的效率,增加水库的调蓄功能和工业与城市的供水保证率,也能有效发挥现有的工程潜力,充分发挥其应有的经济效益和社会效益。

参考文献

[1] 宋松柏,冯国章,王双银,等.综合利用水库优化调度决策支持系统[J].水科学进展,2002,13(3):358-362.  
[2] 张玲燕.关于土工膜全库盘防渗技术在水库施工中的实践应用的研究[J].科学技术创新,2022(16):93-96.

(责任编辑 崔春梅)

全涉河建设项目管理、水域和岸线保护、占用水域补偿和岸线有偿使用等法规、规章,制定和完善技术标准,确保河道综合治理工作有法可依、有章可循。

4 结 语

龙口市泳汶河综合治理,效果显著。通过清淤、护岸、增绿和水利设施修复,更好地提升了泳汶河生态屏障作用;通过植物绿化、湿地修复、生态景观建设等综合治理,综合生态防护效能得到充分发挥,在降低干热风、春旱夏热等灾害性气候的发生频率和危害程度的同时,给鱼虾、鸟类及昆虫的生存繁衍创造了条件,并维持生态系统的稳定性和多样性,将美丽河湖的元素融入河道治理,通过文化元素的渗透,及合理布置滨水慢行道,漫水桥,休息公园等亲民配套设施,满足市民的获得感、幸福感。

(责任编辑 张玉燕)