

洪山水库除险加固工程塑性混凝土防渗墙设计

王刚

河南省信阳市平桥区尖山水库管理所

摘要: 洪山水库位于淮河支流大胡沟上, 坝址位于河南省信阳市平桥区龙井乡洪山村, 水库控制流域面积25.85平方公里, 总库容1726万立方米, 是一座具有防洪、灌溉、养殖等综合功能的中型水库。

关键词: 渗漏; 处理; 设计

一、基本情况

水库于1958年动工兴建, 初建时为小(2)型水库, 经过扩建、续建配套、改善加固等过程, 1970年5月建成为中型水库。采用50年一遇洪水设计, 1000年一遇洪水校核。设计水位81.61米, 设计库容1316万立方米; 校核水位83.17米, 总库容1726万立方米; 兴利水位79.95米, 兴利库容622万立方米; 死水位75.00米, 死库容345万立方米。水库设计灌溉面积2.7万亩。水库主要建筑物有主坝、1#副坝、2#副坝、泄洪灌溉洞等。

二、水库渗漏存在问题

1、桩号河槽段坝基有砾砂层贯通分布, 渗透系数 $1.45 \times 10^{-2} \sim 6.64 \times 10^{-3}$ cm/s, 呈强透水性, 常年渗漏, 1998年增设11眼减压井, 现减压井已大部分堵塞失效, 仅余3眼可用。0+050~0+150坝段及0+300~0+450坝段基础清理不彻底, 存在接触渗漏, 坝后有集中渗漏与散浸现象。

2、桩号0+100~0+300段坝后坡72.80m高程附近常年渗水湿润, 并伴有散浸现象, 随着库水位升高, 渗流量明显加大, 个别地段出现集中渗漏; 0+360~0+420坝段坡脚贴排水处常年渗水, 浸润线出逸点高, 贴排水缝内及附近杂草丛生。

三、防渗处理设计

(一) 防渗处理方案比选

1、坝基防渗处理措施比选

大坝河槽段坝基有砾砂层贯通分布, 呈强透水性, 根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2001)中第6.2.2条的规定, 该类坝基可采用以下三种方案进行处理:

方案I: 垂直防渗;

方案II: 上游防渗铺盖;

方案III: 下游减压井排水。

综合分析, 考虑上述三个方案的特点, 着重从技术可行性、防渗效果方面考虑, 坝基渗漏加固选用方案I, 即垂直防渗。

2、坝体防渗处理措施比选

本次坝体防渗处理设计拟定以下两个加固方案, 分别从技术可行性、施工工艺、工程投资、施工工期影响等方面进行比较及分析论证, 以确定合理的方案。

方案I: 大坝上游坡粘土斜墙防渗结合在主河槽75.00m高程布置防渗墙;

方案II: 大坝轴线附近布置防渗墙。

综合分析, 考虑上述两个方案的特点, 着重从工程投资、施工工期影响方面考虑, 坝体渗漏加固选用方案II, 即大坝轴线附近布置防渗墙。

3、防渗墙成墙方案比选

大坝坝体及坝基均存在渗漏问题, 为便于工程施工, 本次设计坝体、坝基采用同一种防渗墙进行截渗处理, 拟定以下两个加固方案, 分别从技术可行性、施工工艺和工程投资等方面进行比较及分析论证, 以确定合理的方案。

方案I: 塑性混凝土防渗墙方案

防渗体采用薄壁抓斗成槽, 塑性混凝土防渗板墙截渗处理。

方案II: 高压定喷防渗墙方案

将方案I中薄壁抓斗成槽造混凝土板墙改为高压定喷防渗板墙截渗处理, 终孔孔距0.6m。

综合分析, 考虑上述两个方案的特点, 着重从施工质量、投资、防渗效果方面考虑, 防渗墙成墙方案选用方案I, 即塑性混凝土防渗墙方案。

(二) 防渗处理范围确定

1、坝基防渗处理范围

根据勘探, 河槽段坝基有砾砂层贯通分布, 渗透系数 $1.45 \times 10^{-2} \sim 6.64 \times 10^{-3}$ cm/s, 呈强透水性。经计算知该段坝基年渗流量约为41.7万 m^3 , 约占兴利库容的6.7%, 年渗流量较大。根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2001)中第6.2.4条的规定, 水库的坝基有较大的透水性, 并且渗流量较大, 已经严重影响了水库的效益, 应对该段坝基进行截渗。根据地质剖面及运行管理中发现的渗漏范围, 确定坝基截渗范围为桩号0+190~0+330坝段总长140m范围内, 墙底穿透砾砂层及淤泥层, 墙底高程58.00m。

0+050~0+150及0+300~0+450坝段基础清理不彻底, 存在接触渗漏, 可在坝后坡脚处设排渗沟防止渗流出溢处产生渗透变形。

2、坝体防渗处理范围

桩号0+100~0+300段坝后坡72.80m高程附近常年渗水湿润, 并伴有散浸现象, 随着库水位升高, 渗流量明显加大, 个别地段出现集中渗漏。根据勘探, 河槽段坝体渗透系数 $7.82 \times 10^{-4} \sim 5.4 \times 10^{-5}$ cm/s, 多呈中等透水性。经渗流计算, 河槽段浸润线出逸点高, 最大出逸比降高, 坝体渗流量大, 渗流性态不安全。该段坝体需作防渗处理。

0+360~0+420坝段坡脚贴排水处常年渗水。根据勘探, 桩号0+320~0+510段夹杂有大量砖石弃渣, 该段坝体1999年做过劈裂灌浆处理, 现状坝体渗透系数 2.24×10^{-5} cm/s, 呈弱透水性。

表2 坝体防渗加固方案比较表

方案	主要指标	优点	缺点
方案 I	(1) 主要工程量: 土方开挖0.64万 m^3 , 粘土斜墙回填1.9万 m^3 , 防渗墙2740 m^2 , 水中抛石7000 m^3 。 (2) 可比项直接投资207.6万元	(1) 可与上游坝坡部分工程处理措施相结合; (2) 坝项可兼做场内临时交通道路, 减少临时工程投资。	(1) 工程量较大, 工期长; (2) 上游护坡需在防渗处理结束后进行, 余留工期短, 施工强度大, 水库安全度汛风险高; (3) 上游水中抛石顶部无法行走重型机械。
方案 II	(1) 主要工程量: 土方开挖1.1万 m^3 , 土方回填1.1万 m^3 , 防渗墙4550 m^2 。 (2) 可比项直接投资195.1万元	(1) 处理方式单一, 施工工效高、速度快, 工期短; (2) 可与上游护坡同期施工, 可汛前完成挡水工程, 水库安全度汛风险低。	(1) 防渗墙施工时坝项交通中断, 需增加场内临时交通道路;

经渗流计算,该段坝体坝脚出逸比降大于允许比降,坝体渗漏量小。该段坝体不作防渗处理,坝脚采用贴坡排水防止下游坝坡渗流出溢处产生渗透变形。

根据勘探,桩号0+000~0+130段坝体渗透系数 1.4×10^{-5} cm/s,呈弱透水性。经渗流计算,该段坝体坝脚出逸比降大于允许比降,坝体渗漏量小。该段坝体不作防渗处理,坝脚采用贴坡排水防止下游坝坡渗流出溢处产生渗透破坏。

(三) 防渗设计

1、防渗墙加固设计

大坝塑性混凝土防渗墙范围为桩号0+130~0+330,总长200m;桩号0+190~0+330长140m坝段,墙底穿透砾砂层及淤泥层,墙底高程58.00m。桩号0+130~0+190长60m坝段墙底进入坝基粉质粘土层1.0m。为满足防渗墙施工机械工作面宽度要求,桩号0+050~0+340段坝顶需降挖至高程81.00m,则防渗墙顶部高程确定为81.00m。防渗墙轴线布置在距原坝顶上游边线3.0m处。

防渗墙厚度是根据破坏时的水力梯度来确定的,其计算公式为:

$$B=H/J_{\text{允}}$$

式中: B—防渗墙厚度, m;

H—作用在墙体上的水头, m;

$J_{\text{允}}$ —防渗墙的允许坡降。

防渗墙在渗流作用下的耐久性,取决于机械力侵蚀和化学侵蚀作用,试验表明塑性混凝土抗机械破坏和抗化学溶蚀破坏的水力梯度都很大,设计采用 $J_{\text{允}}=60$ 。

经计算,防渗墙厚度 $B=0.39$ m,参照已有工程施工经验并结合施工机具,墙体厚度定为40cm。

类比国内已建工程经验,防渗墙的设计指标为:渗透系数 $K \leq i \times 10^{-6}$ cm/s ($1 < i < 10$),抗压强度 $R_{28} \geq 3.0$ MPa,渗透破坏坡降大于60。

根据上述要求的指标,混凝土中掺入的粘土、膨润土性能指标,防渗墙施工完成,清理全坝段施工平台,施工平台以上坝体恢复采用粘土回填,回填顶部高程83.50m,压实度不小于0.96。回填粘土部分与塑性混凝土防渗墙顶部连接处向原坝体内开挖成梯形断面,深度1.0m,底部宽2.0m,上部宽4.0m,内填粘土,压实度不小于0.96。

(四) 加固后坝体渗流稳定核算

1、计算断面选取

选取除险加固后桩号0+250、桩号0+075、0+420三处断面作为渗流分析的典型断面。

2、渗透系数选取

3、计算工况

工况 I: 正常蓄水位79.95m,下游无水;

工况 II: 设计洪水位81.61m,下游无水;

工况 III: 校核洪水位83.17m,下游无水。

4、计算成果及分析

由计算结果知,除险加固后,0+250断面浸润线降低,坝体渗漏量减小,仅占兴利库容的1.2%,对水库正常运行影响不大,除险加固效果明显。

四、总结

洪水水库塑性混凝土防渗墙于2014年1月10日开工,2014年3月17日完工。工程完工后,河槽段坝基集中渗漏与散浸现象和0+100~0+300段坝后坡72.80m高程附近常年渗水现象消失,0+300处原泄洪洞洞身渗水也已不见,塑性混凝土防渗墙防渗效果十分明显,说明洪水水库除险加大工程防渗设计是成功的。

参考文献

- [1] 胡天清. 农村水利工程建设管理问题分析及对策[J]. 低碳世界, 2017(35): 184-185.
- [2] 王金勇. 论水利工程建设管理存在的问题及应对措施[J]. 建材与装饰, 2018(44): 288-289.

(上接第13页)

工项目而产生影响。

(四) 钢筋桁架楼承板施工

在这一过程中我们主要目的是减少施工现场的材料加工,提升预制构件的完工程度,将传统的楼板结构转变为钢筋桁架式楼板,在实际施工过程中进一步提升工厂加工量,将钢筋以桁架形式进行剪切焊接,过程中采用高精度机床对加工过程进行控制,在一些大型钢结构预制件加工企业,他们拥有的进口加工机床能够有效保障剪切精度,满足工程施工的需求。而且,采用这种钢筋桁架式楼板结构能够有效避免下部支撑体系的设置,也能够减少上下的钢筋网施工量,减少对于手脚架等相关结构的依赖性,进一步提升施工效率。钢筋桁架与镀锌板进行焊接,让传统施工过程中需要在施工现场进行结合的相关构件在工程中进一步深入加工,组成这样一个承重结构体系,采用这个钢筋桁架楼承板结构来有效承担混凝土浇筑的重量,这样的施工方式不仅大量减少现场施工步骤,同时也降低了施工难度。我们在具体施工方式上可以将钢筋桁架楼承板机构直接设置在承重钢梁上,然后进行钢筋固定作业,确定钢筋桁架楼承板的稳定性之后就可以进行混凝土浇筑作业,这对于提升施工效率有重要意义^[6]。

结束语

高层钢结构装配式建筑不仅具有结构强度高,整体质量轻以及成本较低等优势特点,其在合理的施工安装下能够展现出非常高的工程施工效率,由于自身结构特点加之装配式施工思路,我们能够最大限度的发挥预制构件与施工作业之间的作业效率,在保障工程强度及工程质量的情况下在最短时间内完成工程施工内容,极大的提升了企业经济效益,是一种非常具有发展前景的建筑类型。

参考文献

- [1] 王振强. 高层钢结构建筑装配式快速安装技术研究[J]. 价值工程, 2018, 37(24): 143-145.
- [2] 蒋路, 马荣奎, 徐国军, 等. 交错桁架钢结构体系应用技术研究及示范[Z]. 浙江绿筑集成科技有限公司. 2017.
- [3] 倪真. 模块化桁架梁-方钢管柱高层钢结构体系[D]. 北京: 北京工业大学, 2015.
- [4] 王亮. 探索高层钢结构建筑装配式快速安装技术[J]. 低碳世界, 2019, 9(3): 181-182.