

浅谈水利水电工程库区抬填工程垫高防护高程规划设计方法

邹玉君

长江勘测规划设计研究有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v9i8.6542

[摘要] 土地与移民是水利水电工程水库淹没影响的核心要素。水库移民安置中,为保障移民生产生活用地,常需在库区浅淹没区实施抬填垫高防护,该措施是解决移民安置问题、缓解土地资源短缺的有效手段。对水库抬填垫高防护工程,合理确定垫高高程是关键,既是工程基础,也是移民生产生活的重要保障。基于此,本文介绍库区抬填工程垫高防护高程确定的常见方法,分析其规划设计思路,并结合具体工程案例探究该高程的规划设计方法。

[关键词] 垫高防护工程; 规划设计; 垫高高程; 设计防洪水位

中图分类号: TV87 文献标识码: A

Brief Discussion on the Planning and Design Methods for Elevating Protection Height in Water Conservancy and Hydropower Project Reservoir Filling Engineering

Yujun Zou

Yangtze Survey Planning and Design Research Co., Ltd.

[Abstract] Land and immigration are the core elements affected by the inundation of reservoirs in water conservancy and hydropower projects. In the resettlement of reservoir immigrants, it is often necessary to implement raising and filling protection in the shallow inundation area of the reservoir to ensure land for the immigrants' production and living needs. This measure is an effective way to address immigrant resettlement and alleviate the shortage of land resources. For the raising and filling protection works of reservoirs, reasonably determining the elevation of the fill is crucial, as it serves as the foundation of the project and is an important guarantee for the production and living of the immigrants. Based on this, this article introduces common methods for determining the elevation of the raising and filling protection in reservoir areas, analyzes their planning and design ideas, and explores the planning and design methods for this elevation in conjunction with specific engineering cases.

[Key words] Elevation protection project; planning and design; elevation height; design flood water level

引言

水利水电工程建设常伴随大量土地淹没与移民搬迁,我国经济社会快速发展背景下,处理好库区问题愈发重要。土地与移民是水库淹没影响的核心要素,科学制定移民搬迁与生产安置方案至关重要,其科学性关乎安置质量乃至社会和谐稳定。但受土地资源短缺影响,可用于移民安置的土地较少。抬填垫高防护既能解决移民安置问题,又能缓解土地短缺,是有效措施^[1-2]。抬填工程需综合考虑防护区范围、垫高高程等多方面^[3-5],其中垫高高程确定是关键,合理确定该高程对保障安置方案科学性与可行性意义重大,故针对水库垫高防护工程垫高高程规划确定方法的研究十分必要。

1 抬填工程垫高高程确定方法

水库防护工程是以工程措施消除或减轻水库淹没影响(淹

没、浸没、坍岸等)的工程,包括堤(坝)、护岸、抬填、建(构)筑物加固、农田防浸(渍)工程,可单独或综合采用。抬填工程通常综合多项措施,即通过垫高场地将防护区提升至淹没浸没影响水位或蓄水位以上。制定其垫高防护方案,需确定垫高高程,结合该高程与防护区用地性质开展竖向规划,同时设置完善排水措施,以减少或消除水库淹没影响。垫高高程直接关系抬填工程方案的科学性与可行性,影响工程造价及防护区规划。

抬填工程垫高防护高程确定方法多样且特点不同,只有因地制宜选择合适方法,才能保障垫高防护工程方案科学,有效减少或消除水库淹没风险,具体方法如下:

1.1 淹没影响垫高高程

针对不同区域的淹没影响垫高高程的确定依据不同,如针对耕地区,淹没影响垫高高程应按照《堤防工程设计规范》

(GB50286-2013)的规定来确定;针对居民区,淹没影响垫高高程应按照《堤防工程设计规范》(GB50286-2013)、《城市防洪工程设计规范》(GB/T50805-2012)以及《城乡建设用地竖向规划设计规范》(CJJ83-2016)的规定来综合确定。淹没影响垫高高程 $H_y=H_s+Y$,公式中 H_s 是指水库防护区防洪设计回水位, Y 指水库防护区防洪设计回水下的安全超高,为保证计算结果的科学性,应按照《堤防工程设计规范》(GB50286-2013)相关规定来计算安全超高。计算公式为“ $Y=R+e+A$ ”,公式中 R 代表设计波浪爬高, e 是指设计风壅增水高度, A 代表安全加高。结合公式,代入相关数值便可以准确计算淹没影响垫高高程 $H_y=H_s+Y$,进而为水库抬填工程垫高防护设计提供可靠的参考和依据。

1.2 淹没影响垫高高程

根据《水力发电工程地质勘察规范》(GB50287-2016)的相关规定准确计算地下水临界埋藏深度,其计算公式为“ $H_{cr}=H_k+\Delta H$ ”,公式中 H_{cr} 即地下水临界埋藏深度, H_k 是指毛细水上升最大高度, ΔH 代表安全超高值。其中 ΔH 针对不同的区域有着不同的确定标准,以居民区和农业区为例,针对前者,应结合建筑物的基础形式、荷载情况以及砌置深度等确定 ΔH 值;针对后者则应以作物根系层的厚度来确定 ΔH 值。

确定建筑物浸没的临界地下水埋深值应结合地基持力层在饱水状态下进行上部建筑物基础勘察设计,通过这种方式可以有效保障工程安全。因此通常情况下,可以结合公式“ $H_3=H_{\text{平}}+H_{cr}+H_{\text{基}}$ ”计算浸没影响垫高高程。公式中 $H_{\text{平}}$ 是指水库平均回水位, $H_{\text{基}}$ 则是指水库蓄水后地下水雍高。

对于耕地区来讲,确定浸没影响垫高高程 H_3 ,应重点考虑地下水对作物根系的影响,即确保防渗垫层的底部高于毛细水的上升高度,这样才能减少甚至避免地下水对作物根部造成不利影响。

1.3 场地抬填垫高高程

相较于确定 H_2 和确定 H_3 ,确定场地抬填垫高高程 H 则相对简单,只需取前两者的最大值即可。由于场地抬填垫高高程 H 直接受 H_2 和 H_3 的影响,因此确保 H_2 和 H_3 值的科学性与准确性至关重要,在此基础上,结合工程防护区的其余排水措施,才能综合确定场地抬填垫高高程 H 。

2 抬填工程垫高高程规划设计思路

水利水电工程库区抬填工程防护对象一般为建设用地、集镇以及居民点场地、耕园地,抬填垫高防护高程均应考虑库区泥沙淤积的影响和结合防护区排水规划确定,对于建设用地、集镇以及居民点场地需再平衡垫高后场地使用的亲水性与居住舒适性。

2.1 考虑库区泥沙淤积影响

对于建设用地、集镇以及居民点场地而言,其抬填垫高高程通常取淹没影响垫高高程 H_3 值;对于耕园地而言,其抬填垫高高程通常取浸没影响垫高高程 H_3 值。针对水库末端回水位,库区干流回水计算时,洪峰流量需考虑区间洪水的沿程分配,特别在支流洪水汇入干流的河口上下断面需考虑支流相应洪峰流量的差

别。此外,还应采用加密断面法进行计算,并综合考虑建库后库区泥沙淤积的影响。值得注意的是,由于难以准确预测泥沙淤积情况,再加之受计算误差等因素的影响,为确保工程安全,建议适当增加安全超高值,增加防护工程安全裕度,以便更好的抵御安全风险。

2.2 结合防护区排水规划

水库抬填工程垫高防护规划设计要与排水规划紧密结合,确保防护区的排水效果。针对集镇或者居民点场地,由于垫高高程即场地竖向高程中的最低点,因此发生洪涝灾害的几率更高,为更好的规避风险,应做好防护区的排水规划。防护区排水规划应从全局入手,从大局着眼,一方面要将防护区排水系统与场地外排水工程衔接,构建更加完善的排水系统,另一方面应结合场地最小排水坡度(0.3%)做好竖向规划,这样的规划设计有助于降低垫高工程造价,在保证防护区排水效果的同时减少成本投入^[5]。为减少场地外雨水的影响,如果条件允许可以沿防护区后缘山坡脚开挖截洪沟,通过这种方式实现了“高水高排”,减少了地表径流的冲刷,同时也减少了汇入防护区的水量,降低了防护区洪涝风险。针对防护区的地下水以及积水,由于其难以通过自流的方式排出防护区,可以采用抽排的方式排水,也可以创造自排条件促进防护区地下水与积水排出。

对于耕地区而言,垫高高程即土地平整的最低点,同样存在较高的积水甚至洪涝风险,应做好耕地区场地排水规划。在平整土地过程中需要合理设置田面坡度,以便为排水提供便利。垫高后的场地应将纵向坡度控制在0.001-0.004范围之内,对灌溉要求较高的耕地区应考虑适当增加纵向坡度,但应将纵向坡度控制在0.01内,同时还要确保纵向坡度大于横向坡度。

2.3 平衡亲水性与居住舒适性

库区抬填工程垫高防护规划设计过程中,一方面要更好的满足人们的亲水性需求,另一方面也要保障居住环境的舒适性,因此要做好亲水性与居住舒适性之间的平衡。通常情况下,集镇或居民点垫高防护工程会采用沿水流方向平顺布置的方式,这种布置方式有助于降低工程成本,减少工程投资,同时这种布置方式也能更好的满足人们的亲水性需求。但在水库蓄水的情况下,库区的蒸发量也会随之明显提升,空气湿度会变得更高,如果空气湿度过高则会给城镇或居民点的居民带来不适之感,影响居住舒适性,同时也会给居民健康带来巨大威胁。针对这种情况,在水库垫高防护工程规划设计过程中应适当增加垫高高程,同时还可以将亲水平台设置在邻近水库岸侧。通过这种方式,一方面可以有效规避水库蒸发对居住舒适度的影响,另一方面亲水平台的设置也能为居民提供娱乐与休憩的场所,更好的满足人们的亲水性需求,实现亲水性与居住舒适性的平衡。

3 工程实践

3.1 A项目库区抬填工程

A项目为二等工程,开发以航运为主,兼顾发电等综合利用,正常蓄水位为67.5m,总库容2.928亿 m^3 ,航道通航标准为Ⅲ级,装机容量为133MW(6×22.167MW)。水库淹没及影响区涉及1222

人、耕园地8867.67亩。库区沿江人口和耕地密集,农业经济较发达,受水库蓄水淹没、浸没影响损失较大。为了保护库区受蓄水影响的农田,减轻移民安置压力,保护和充分利用土地资源,对库区农田进行垫高防护。涉及的23片农田防护区抬填垫高后可形成土地总面积8340.57亩,扣除必要的农田配套设施占地(田间道路等),可形成垫高耕地面积为7904.73亩。

根据《水电工程移民专业项目规划设计规范》(DL/T 5379)的相关规定,结合地形地质条件、社会经济状况等实际确定耕地防洪标准为水库淤积后5年一遇,采用抬填垫高方式进行防护处理;防浸标准按照库区耕园地地下水临界值取值为1.0m。根据该项目水库淹没、浸没处理范围成果,库区耕园地淹没线高程为68.0m,农田浸没影响高程应不低于68.5m。对淹没影响区(高程低于68.0m)农田,垫高料采用土石开挖料、砂砾石料等填筑至略高于正常蓄水位高程,有效降低毛细水上升高度,农田垫高最低高程至68.2m。

农田抬填垫高后,恢复、改善各农田片区内灌溉渠系及取水设施,灌溉渠系与原灌溉渠系衔接,恢复原灌溉方式。设置主排水沟与田间排水沟,根据农田防护区地形条件,采用灌排相间布置,主排水沟布置于防护区临江侧,田间排水沟间隔设置于条田间,一般垂直于主排水沟,并平行于支灌溉渠,田间排水沟按约200m间距布置。田间排水沟的水经排水主沟排出区外,或直接排入周边邻近的排洪沟。

3.2 B项目库区抬填工程

B项目是一座大(2)型水库,工程开发任务以防洪为主,结合供水,兼顾发电。挡水建筑物为碾压混凝土重力坝,坝顶高程405.3m,最大坝高71.3m。水库正常蓄水位400m,汛限制水位384m,死水位374m;总库容14165万 m^3 ,防洪库容8134万 m^3 。水库20年一遇淤积回水位(人口迁移线)淹没涉及某集镇建成区,回水高程在405.98m~407.98m之间,对建成区房屋的最大淹没深度约4m。淹没涉及集镇建成区226户898人、房屋面积110367.62 m^2 、企事业单位2家,以及耕园地面积53.20亩。建设防护工程,可以减少生产安置人口,减少近千人的搬迁安置任务,减少11万 m^2 房屋拆迁,具有显著的社会效益。

防护工程建设内容主要包括防洪堤工程、堤后抬填工程、截洪工程、排涝工程及基础设施配套工程。堤顶高程按照本文1.1中方法计算,计算出堤顶安全超高 $Y=2.1\text{m}$,防洪设计回水位采用水库20年一遇淤积回水位。防洪堤工程对沿江受水库蓄水淹没

区进行防护,工程主要通过开挖回填结合防洪墙和放坡护岸方式对岸坡进行加高加固,在正常蓄水位一定高程之上设置一级马道,放坡坡面采用格构植生块生态措施结合工程措施进行护面,解决洪水抗冲刷问题,并美化沿江岸线。堤后抬填工程垫高高程按照水库20年一遇淤积回水位控制,配套设置排涝设施,沿防护堤间隔设置排涝口并配备移动式排涝泵车。在集镇后缘山脚处新建截洪沟,高水高排。

该工程通过库岸防护措施,对集镇沿江房屋、企事业单位及土地予以充分利用,保障其原有功能,充分降低水库蓄水的影响,保护城镇有限的建设用地,减小移民安置难度,确保城镇安全。此外,结合集镇相关发展规划,打造滨江休闲活动空间,满足沿江居民亲水需求,提高居民宜居环境,提升集镇沿江区域整体形象。

4 结语

水库浅淹没区应用抬填垫高防护,可提升土地资源利用率、解决移民安置问题。库区抬填工程中,合理确定垫高高程至关重要:需确保其高于淹没浸没影响高程及防洪水位,兼顾水库泥沙淤积与计算误差,选取适当安全超高以增加工程安全裕度、规避风险。此外,水库垫高防护工程规划需结合排水规划,平衡亲水性与居住舒适性,打造安全舒适的生活环境。本文介绍库区抬填工程垫高防护高程的常见规划设计方法,为相关规划设计提供参考。

[参考文献]

- [1]马锡铭.十六道岗水库库区垫高造地工程方案研究[J].黑龙江水利科技,2021,49(08):100-101+169.
- [2]刘欣然,杨吉宣,祁芯羽,等.基于黑滩河水库浅淹区采取抬田垫高处理的几点思考[J].云南水力发电,2022,38(12):33-35.
- [3]查千其其格.西乌盖沟水库工程水土保持施工图设计[J].内蒙古水利,2024,(07):59-60.
- [4]赵浩然.基于BIM+GIS的水库农田防护工程施工进度实时监测方法[J].水利技术监督,2024,(04):22-25.
- [5]黄文虎.水库垫高防护工程规划垫高高程确定的方法探讨[J].低碳世界,2017,(19):74-75.

作者简介:

邹玉君(1992--),男,汉族,江西省吉安市人,工程师职称,工学硕士学位,主要研究方向为水利水电工程移民安置规划设计。