

水利枢纽大坝基础处理的设计分析

付龙飞

陕西华正生态建设设计监理有限公司

DOI:10.32629/hwr.v3i11.2491

[摘要] 水利枢纽工程中存在大量水工建筑物,其中大坝为水利枢纽当中的主体重点工程。大坝不但是水利枢纽中重要的组成部分,在进行水力发电配套建设时,也是至关重要的能源生产单位组成部分。因此应高度重视水利枢纽大坝的基础处理设计,结合水利枢纽大坝施工现场的实际情况,采用多样化的基础处理设计方法,优化和改进大坝基础结构处理设计,提高水利枢纽大坝基础处理设计质量,保障水利枢纽大坝的安全性和稳定性。文章从基础施工设计角度出发,对水利大坝基础施工有关问题进行分析 and 探讨,介绍了大坝地基处理技术与设计方案。

[关键词] 水利水电大坝; 基础处理; 设计方法

大坝基础处理工作是否到位对整个水利枢纽的安全运行具有重要的影响,同时还可能影响到大坝作用的正常发挥。但由于枢纽的工作条件严苛,水利水电大坝施工质量要求很高。特别是大坝工程的基础部分,由于长期位于水面以下,受水淹没、浸润、侵蚀,如果质量不过硬,极易引发质量安全事故,不但会妨碍正常生产,甚至会造成巨大经济损失和人身伤害。所以需要采用科学合理的基础处理设计,提高大坝基础的牢固性和稳定性,延长水利枢纽大坝的使用寿命。

1 大坝工程基础设计处理的重要性

大坝工程的作用非常重要,只有大坝的基础设计处理好,让其足够稳固和可靠,才能保证其它功能的正常发挥,让水利工程能够顺利的运行。大坝的基础处理工作是要保证水利水电工程所在地域的水文条件满足要求,对坝基周边的地质条件进行分析、设计和管理,让大坝的基础能够满足建设的需求。有很多因素能够对大坝的基础处理工作造成影响,比如大坝相关的设计规范、施工要求、水利水电工程所在地域的水文气候、土壤地质要符合建设条件等,只有确保这些条件均符合大坝的安全稳定要求,才能保证大坝的基础处理没有问题,建设出主体稳定、牢固、安全可靠的大坝枢纽,让其它功能得以顺利发挥出来。

2 水利枢纽大坝的基本情况简介

某水利枢纽大坝的坝高55m,坝轴线长123m,是一个中小型混凝土重力坝,周围水文地质条件比较复杂,坝基工程上有5条基岩浅槽和NEE向断层,河床F1断层、右岸F1断层对周围构筑物的稳定性造成影响,剪切裂隙和基岩软弱夹层情况良好,存在着NW倾向和NE倾向,根据夹层形状,主要包含I类泥化夹层、II类破碎夹层。该水利枢纽大坝的坝基岩层是一种透水岩体,防渗性能较好,但是含有大量的地下水,坝基局部区域含有裂隙性承压水,相对于不透水层有小于1Lu埋深。坝基岩体的强度较高可以满足混凝土重力坝对于承载力的要求,但是很容易出现坝基渗漏、软弱夹层和岩体错位滑动等问题。

3 水利大坝工程的基础处理特点

3.1 水利大坝所受的各种危险因素。由于水利大坝工程的施工环境与地质结构复杂,因此从设计施工过程中需考虑的荷载数目较多,而且实际实施过程中可能出现的未知因素也会比较多。因为这些因素都无法轻易确定和进行控制,因此对基础质量严格把关掌控的重要性也就非常显著。如果大坝的基础设计不能严格遵循相关规程规范,则严重危及整个大坝,导致重大的工程质量安全事故。

3.2 大坝工程技术复杂及基础工作重要性。大坝竣工投入使用后,复杂多样的地质环境会对大坝下部造成影响,而大坝上部也会受到结构物的各种工程指标要求。在这种上、下部结构都受到影响的情况下,大坝基础

工程的重要性可见一斑。因此,在进行水利大坝基础工程设计施工之前,要先对坝基进行严格细致的地质勘探,实际施工前还必须进行现场试验检测。

3.3 大坝工程的质量评估困难。水利大坝基础工程为隐蔽工程,在工程竣工后,就难以对其质量进行有效的评估和检验。工程质量的好与坏只有在水利枢纽整体运行之后才能充分体现,一旦大坝在运行之后出现工程质量问题,处理工作难度很大,有效的解决方案相对较少。正因如此,工程施工前期就需要特别重视施工设计和施工过程中的质量把关。

3.4 大坝工程施工工期较短。一般大坝的建筑选址在河流上面,并且在基础工程施工日期通常为河流枯水期或者水位较低时期。然而往往这段时间天气变化较频繁、施工工期也比较短、工程任务也比较多,所以在这之前应对施工过程进行周密的计划和布置,尽可能多的选择施工效率高、效果可靠的机械设备和方法。

4 水利枢纽大坝地基处理技术方案

4.1 固结灌浆。坝基固结灌浆的施工方法一般采用孔内循环分段式灌浆工艺,循环方向从上向下。施工时根据河床的上下游河段进行施工,在施工过程中,大坝的施工高度会随施工进度增加而提高,因而必须严格控制固结灌浆孔的施工进度与质量,确保施工安全与稳定。固结灌浆孔深度要保证5米,在灌浆时必须严格遵循灌注作业技术规范,依照逐渐加密的孔序施工。灌浆作业涉及液压回转式钻机钻孔、气囊式灌浆塞和3SNS型灌浆泵等设备,其中,LJ-III型灌浆自动记录仪是压水作业的主要设备,承担着自动记录压水情况的重要职责。

4.2 帷幕灌浆。钻孔作业是帷幕灌浆工艺中的重要环节,必须严格控制施工质量,其中,钻孔孔径不能超过91毫米,终孔孔径需要大于56毫米。在进行帷幕灌浆钻孔作业时应使用专用测斜仪等设备对孔的倾斜程度进行检测,检测间距控制在5到10米,帷幕灌浆中的各类钻孔均应分段进行孔斜测量,垂直或顶角不大于5°的钻孔,孔底的偏差不应规范规定的标准,如钻孔偏斜值超过规定,必要时应采取补救措施。

4.3 合理开挖大坝基础。合适的基础开挖方式是水利枢纽大坝开挖的重要环节,当前最常见的一种开挖方式是台阶式,台阶平台的宽度和高差对于坝体的稳定性和抗滑性有着重要影响,为了确保水利枢纽大坝基础的牢固性,台阶高度差应小于3m,坡度开挖比值控制在1:0.35。对节理裂隙不发育、较发育、发育和坚硬中等坚硬的岩体,爆破炮孔不得穿过水平建基面;对节理裂隙极发育和软弱的岩体,炮孔不得穿入距水平建基面20cm的范围,剩余厚20cm的岩体应进行撬挖。同时,水利枢纽大坝施工时,由于高程坝段的位置相对比较高,应结合基岩实际情况,适当调整坝基的位置。该水利枢纽大坝基础部位的岩层多是半新岩石,一旦出现地质缺陷、软弱基层、断裂构造等问题,会加速岩石风化,考虑到表面岩层的稳定性和完整性

较差,并且裂隙位置较深,河床两岸之间的距离为4~5m,通过坝基表面岩层发育情况、风化厚度和岩体岩性等,溢流坝段的基础开挖深度应大于30m。另外,在水利枢纽大坝基础开挖过程中,应注意处理大坝周围的地质缺陷,主要包括两方面:软弱夹层和断层,采用科学合理的方法和措施,如掏挖和利塞方式处理地质缺陷。在处理断层时,一般情况下,坝体混凝土开挖深度约2~2.5m,结合实际的岩体情况,可以适当扩大处理范围,并且在处理软弱夹层时,可以应用掏挖方式,软弱夹层深度是基础开挖深度的1.5倍,采用深挖方式来处理断层和夹层交叉区域以及夹层密集区。

4.4地基置换。对于施工地点土质严重不符合施工要求时,需要对土壤进行置换。为保证大坝工程结构稳定性,在条件允许的情况下,可以适当扩大置换宽度。虽然这种措施对于加固堤身及基础应力变形影响微弱,但对于结构整体稳定水平提高作用明显。需要注意的是,由于水利设施基础工程一般都位于水下,属于隐蔽工程,一旦完工后就很难进行检测、检验,发生问题修复成本也很高。因此,施工单位必须强化质量,加强灌浆作业等工程施工质量管理。地方政府及相关管理部门要充分发挥行政管理单位的职责,加强灌浆作业过程中的监督管理、规范指导工作,同时要发挥群众的力量,构建全社会的工程质量监管体系。施工单位在进行施工时,要认真贯彻执行质量管理体系相关要求,各道工序、各项作业都要详细记录在案,确保一切行为可以追溯。要做好施工自检自查工作,发现问题及时整改。施工人员要坚持持证上岗制度,严格审查施工人员上岗资质。总归一句话,就是要强化质量意识,明确工作职责,严格管理,落实监督。只有这样,才能保证水工灌浆工程质量。

4.5基础回填处理设计。在开挖坝基时通常会留下钻孔及勘探平洞等,为了提高大坝的稳定性,则必须将混凝土回填到钻孔及勘探平洞当中,本工程所采用的回填处理设计方法如下:

(1)回填设计应综合考虑大坝防渗情况及应力分布情况,并确保设计方案与坝基安全要求、基础排水要求相符。如勘探平洞贯穿整条帷幕线,且勘探平洞在帷幕轴线下10m、上20m的范围内时,则清理平洞后进行回填封堵处理即可。在设计钻孔回填处理方案时,必须考虑大坝拱座应力情况,并采用有限元方法对混凝土的回填深度进行分析计算。

(2)在进行回填处理时采用以下设计方案:首先彻底清理出平洞或钻孔中存在的杂质与废弃物,如存在松动岩块,也必须完全清除后才能开始回填施工。第二,了解平洞与钻孔情况后,在回填部位放置灌浆管路,以便于顺利进行回填灌浆施工。

(3)采用灌浆回填与封堵回填相互配合的施工工艺处理平洞、钻孔中的管状、脉状及狭缝状裂缝;同时止水片设置于贯穿主帷幕的岩溶通道、钻孔及勘探平洞当中。此外,如钻孔及勘探平洞的规模较大且埋藏深,则采用泵送回填工艺将混凝土填塞到孔洞当中,以便有效增强大坝基础的强度。

4.6基岩加固处理设计。该水利枢纽大坝基础包含大量的灰岩,而灰岩具有容易断裂、易腐蚀、抗爆破性能弱等特点,若灰岩处理不当会直接影响大坝基础的承载力和稳定性。结合该水利枢纽大坝的实际情况,采用固结灌浆处理方法,对大坝基础进行加固处理,以不断提高大坝基岩的稳定性和抗渗性能。水利枢纽大坝基础往往会受到压应力和水平推力,在进行加固处理时,应注意合理安排固结灌浆施工部位。由于该水利枢纽大坝下游的侧应力比较大,因此应适应扩大下游区域的固结灌浆处理面积,考虑到该水利枢纽大坝基础周围的水文地质情况,适当加大加固处理深度。同时,对于大坝基础存在地质缺陷的区域,固结灌浆处理可以从20~30m范围内扩大到30~40m,并且设置15~20m的沉降缝,结合坝肩、近岸山体和水垫

塘的施工情况,帷幕防渗设计河床坝基的透水率应小于1Lu。另外,采用固结灌浆处理方法时,应按照水利枢纽大坝基础施工设计要求,有效控制混凝土配合比,尽量采用硅酸盐水泥,减少混凝土的水化热,混凝土灌浆压力可以控制在0.4MPa。

5 大坝基础处理方法

5.1坝基开挖方法。大坝基础的基本开挖方式为台阶式开挖,台阶高度差和平台宽度要求可以满足大坝的抗滑需求。该工程坝基开挖的平台幅宽与坝底部的深度比为14:1,台阶高差超过7.5m,最终开挖坡之比为1:0.32。为满足实际施工需要,把大坝基面向上游处倾斜约5°,使坝基处于一个相对稳定的位置。泄洪过程中会产生雾化水,而且这些雾化水会对大坝的两岸产生侵蚀作用,在边坡开挖中对坝基产生作用,这种现象要求我们采取相应方法处理。

5.2坝基的开挖高程处理。该大坝两岸坝段高程较高,所以要根据坝基岩石的工程特点来改善基础承载力;坝基裂隙或断层导致岩石的风化程度加重,且坝基表面岩石的完整性较差。设计工作前应多方面勘察大坝岩体的工程情况,主要方面有坝基岩体的风化厚度、表部岩体的完整性以及岩体各项力学指标。其次对于河床溢流坝段,在进行基础开挖时应将开挖高程控制在65m附近,且两岸的挡水坝段高度应逐渐增加。

5.3坝址区地质缺陷处理。大坝坝基的地质缺陷以断层和软弱夹层两部分为主,在坝基地质缺陷处理前需要了解地质的实际情况,并制定相应的解决方案。在开挖坝基断层时需要将开挖深度与开挖宽度的比控制在1~16左右,断层处理需扩展至坝基上下游2~4m处。若采用刻槽回填混凝土的方法,不但要将把深度与宽度比控制在1~16,还需要对夹层密集区域和断层交汇区域进行针对性处理。

6 结语

综上所述,大坝基础质量对于大坝整体工程来说至关重要,政府部门和施工单位必须高度重视大坝基础施工,严格规范管理,加强质量监督。此外,大坝基础处理是一项较为复杂的任务,在设计大坝基础处理方案的过程中必须综合考虑多种因素,像防渗要求、基础强度要求等,还要结合水利枢纽大坝的具体功能,以便使基础处理设计方案变得科学化与合理化。除此以外,在大坝基础处理的设计工作中应不断积累经验,找出大坝基础处理工作中存在的不足之处,以便能够有效完善大坝基础设计工作,从而促进水利工程的发展。

[参考文献]

- [1]金峰.基于水利水电大坝基础处理意义及设计方法的研究[J].科技致富向导,2015,(5):63.
- [2]孔佑洁.水利水电工程设计中地基处理技术简述[J].黑龙江科技信息,2017,(03):216.
- [3]邓铭江,韩民,陆鸣,等.卡拉贝利水利枢纽地震安全评价及大坝抗震结构设计[J].水利水电技术,2012,43(09):59-64.
- [4]傅汝强.以丰岩水库工程为例浅析大坝构造和基础设计的相关问题[J].广东科技,2012,21(23):152-153.
- [5]祝卫灵.浅析水利水电大坝工程基础的处理设计[J].江西建材,2014,(24):145-146.
- [6]杨安泉.浅析水利水电大坝工程基础的处理设计[J].低碳世界,2016,(28):112-113.
- [7]刘晓敏.水利枢纽大坝基础处理设计分析[J].科技创新与应用,2016,(10):198.