

关于水库除险加固水闸设计步骤应用环节的分析

刘丝丝

杭州水利水电勘测设计院有限公司，浙江杭州，311500；

摘要：水闸作为水利工程的重要组成部分，在水库除险加固中需要做好设计，健全除险加固设计，能够对接各项加固设计步骤做好优化。针对闸墩、底板等部分控制混凝土质量，结合水库除险加固重点，优化设计流程。基于此，本文从实际情况出发，首先阐述了关于水库除险加固水闸的设计步骤，进而分析了水库除险加固水闸设计项目类别，最后针对性提出了水库除险加固水闸设计步骤的具体应用以供参考。

关键词：水库除险；加固水闸；设计步骤

DOI：10.69979/3060-8767.25.06.033

引言

水利工程作为基础民生工程，工程的高效建设与稳定运行，直接关系到人民群众的水资源使用情况，对水资源的合理使用提出了更高要求。水库除险加固作为水利工程的重要组成部分，是保障水库正常运行、为当地群众提供防洪、排洪功能的关键环节。水闸加固设计作为水库除险加固设计的关键环节，是确保水库各方面高质量建设的一项重要措施。根据水利工程外部环境、地形因素、水文条件和施工工艺，完善水库除险加固水闸设计步骤和应用环节，对于促进水库的高效平稳运行有着重要成效。

1 关于水库除险加固水闸的设计步骤

1.1 总体设计

对接水库设计洪水标准，掌握正常挡水位、设计洪水位和校核洪水位等指标特征，明确水库拦河闸、灌溉闸、实用堰的轴线位置，进而提升给水闸的泄洪能力。在总体设计规划上以提高水闸挡水、泄洪能力为主要目标，按照坝体设计层次确定灌溉闸、拦河闸的具体位置。尤其是新建水闸的位置确认，必须在水库原实用堰延长线延伸后得到确切数据。闸后部分布设人行桥，对于完成加固施工后的枢纽工程，按照实用堰段额外布设拦河闸段和灌溉闸段。在水库出现加固工程的总设计方案中，需要明确水流动向在水闸中设置消力池斜坡段、消力池水平段以及海漫。尤其是拦河闸、灌溉闸的上部重要位置，整改一定长度的钢筋混凝土铺盖。对接水闸工程河床基岩材质制定开挖方案，明确消力池斜坡段坡度、长度，新建实用堰段下游基岩面高程、消力池水平段长度等重要数据。

1.2 实用堰加固设计

依据水库水闸除险加固的总体布置内容，保留水库

中价值较高的部分堰体，确定实用堰段宽度、长度和高程，新修筑实用堰段宽度、长度和高程。为了加强实用堰的挡水效果，需要按照标准设计要求按照设计间隔布设一道永久封。实用堰顶端和上游堰面保持垂直关系，合理设计上下游堰面的角度和平面弧度。将水库原有实用堰基础继续凿除，并在凿除部分对其内部浆砌石做好水泥充填和灌浆处理。灌浆过程中按照预设孔洞依次注入，可按照梅花形做标准布置，锚杆下入后进行封孔处理。对于凿除的面层，还需合理设置锚杆、铺设钢筋网，使用高性能混凝土提高加固效果。对于新建实用堰部分，提高注浆和堰体表面的处理，使用C30以上等级的抗冲磨混凝土。

1.3 拦河闸和灌溉闸加固设计

在确定新修筑拦河闸段底板高程后，掌握水闸孔数、中墩与边墩厚度、闸室总宽度、闸顶高程等环节的数据。随后采取分层浇筑的方法组织施工。水闸水位的设计较为关键，需要结合水库上下游流量、消力池设计和堰体的整体布局做好规划，尽可能提高堰体的阻水能力，可选用平板钢闸门、固定卷扬式启闭机作为闸门的安装部分，对于新建拦河闸段纵向布置桥面，提高加固设计成效。

2 水库除险加固水闸设计项目划分

2.1 灌浆

水库加固过程中不可避免地需要应用关键技术，尤其是水库坝头和周边环境的连接，会使水库坝体产生较为复杂的应力分布情况。在水库基岩强度较高的情况下，就需要对原有的劈裂灌浆方案做出优化调整。在实际加固过程中，结合工程质量检测人员提供的的数据内容，优化加固计划，结合劈裂灌浆、充填灌浆等方式，优化灌浆操作。在具体施工过程中，合理布设灌浆孔，可以采

取双排序孔的布设方式^[1]。第一排灌浆孔和坝体顶边线需要保持一定距离,避免浆液向坝体流入。强风化岩、风化岩等岩体部分,需要利用纯黏土浆液做深度灌浆处理。

2.2 排水棱体与量水堰和测压管的设计

水库加固过程中,为了提高堰体的整体修筑质量,可以从排水棱体以及与排水沟相接的量水堰和测压管等方面的设计工作着手。水库排水棱体堵塞是加固工作面临的一个主要问题,一般需要重新修建。按照整体加固方案和建设流程,确定排水棱体的顶面高度与高程,做好量水堰的设计工作,以便实时评估水闸加固情况。

2.3 建设泄洪水闸

泄洪水闸作为提高水库泄洪能力的重要组成部分,加强泄洪水闸的建设不仅能提高水库正常运行水位,还能相对灵活高效地控制水库高低水位,加强水库运行的安全性。在遇到恶劣天气和重大险情时,确保水库能够正常泄洪,加强排水能力。同时,在溢流堰顶端部分搭设人行道和交通桥,提高桥体交通效果的同时,也能对泄洪水闸随时检修。

2.4 处理更换输水管和进出水口闸阀

水库日常运行过程中,需要针对坝体、泄洪闸、输水涵管和库区等重要部分加强检查,尤其是输水管和进出水口闸阀等附件的全面检查,明确问题避免影响水库的正常使用。对地方水库的多次检查和巡查,明确输水涵管和闸阀存在的气蚀、锈蚀等质量问题,提高修建质量,完善闸门处理。输水涵管和闸阀的气蚀问题,可以用布钢板、布钢丝网高强度处理;输水涵管和闸阀的锈蚀问题,除了使用常规的除锈手段外,也可以利用布防锈油、增设塑料软胶等方法提高防锈能力。

3 水库除险加固水闸设计步骤的具体应用

3.1 混凝土生产

混凝土生产需要在水库除险加固正式开展之前做好处理,做好梳理工程的校核、保养工作,在保障各项生产数据完整、计算精准的基础上,严格控制混凝土材料配合比。此过程中,科学设置混凝土混合料、水、水泥等材料的使用比例,明确允许偏差,尤其是外加剂的使用偏差需要控制在 1% 以内。混凝土生产期间除了砂石、水、粉煤灰等材料外,其他外加剂徐璐使用天平称量,对盘料用量多次审核,严格禁止外加剂自动计量,人工审核完成后再进行备用装袋。与此同时,施工现场的混合料配置更需要加强配料的用量控制,严格按照既定标准流程执行生产作业^[2]。按照碎石→水泥→粉煤灰→水

→砂石的顺序对材料进行搅拌,搅拌时间需要结合材料的具体配比和混凝土质量要求,搅拌时间一般应控制在 2 分钟以上。

3.2 混凝土出料

混凝土出料在水库除险加固中的质量受多方面因素影响,如出料时间、出料环境问题、混凝土坍落度以及拌和时间等,避免生料运送途中出现质量问题,严格控制出料温度和外界环境影响因素,保障浇筑质量。水库除险加固的水闸设计需要应用面积较大的混凝土地板舱面,混凝土需求量较大。为了满足底板混凝土的使用需求,一般可使用泵送的方式出料。泵管安装期间应注重管体的支撑部分,严格禁止支撑部分在模板、钢筋和预埋件等方面的设计,应采用钢筋支管做固定,避免支撑失效。为了避免管道堵塞,保障混凝土的正常出料,在管道没有漏气漏浆情况产生时,应尽可能使用材质较为坚固的管道,避免使用软管、弯管。混凝土出料前做好管道布置与管道预处理,可以通过清水冲刷的方式加强管壁内部湿润度,确认无误后组织混凝土泵送。此过程中,关注管道泵送效果和水泥砂浆的湿润效果,确保泵送过程的规范推进。

3.3 混凝土浇筑

水库混凝土浇筑期间需要注重前场浇筑、后场浇筑之间的协同。可使用智慧管理系统对现场施工时间、施工环节和施工工序做合理调度,控制浇筑速度,正常调配施工顺序。在合理设计浇筑流程的基础上,确保混凝土持续、高效地不断推进,安排专人动态测定混凝土坍落度、入仓温度和凝固效果。在浇筑前做好混凝土仓内排查和清理工作,确保仓内混凝土不受钢筋、杂物、预埋件等部分的影响,并结合预设的施工方案做好准备。在底板浇筑前控制混凝土质量,正确划分施工范围,按照由远至近、由简至难的原则把控浇筑顺序,按照方案预设的浇筑厚度和方向组织施工^[3]。

3.4 混凝土振捣

水利工程混凝土振捣过程中,按照由下至上的方式组织振捣浇筑。随着混凝土振捣部分的不断上移,落实工程保障效果,从根本上保障施工质量。底板初凝前对面层抗裂防渗漏做针对性布设,能够提高底板面层的抗渗性能。浇筑施工完毕后,在底板部分插入振捣器充分振捣,确保混凝土能够与振捣表面充分契合。在振捣操作过程中需要做到慢拔快插、均匀排列、上下抽动,确保混凝土能够得到充分振捣。混凝土振捣时间,一般控制在 5 分钟以内,直至混凝土表层无明显气泡。

3.5 水库除险加固中的水闸底板分析

水库除险加固过程中对混凝土底板结构的控制标准不一,部分地区在底板结构设计时允许一定程度的裂缝产生,一般情况下0.3mm以内的裂缝并不做针对性处理。水闸底板裂缝的产生受外部环境的影响较大,尤其是外部结构环境对底板的变形约束应力,当环境施加的变形应力达到一定程度时,才能确保混凝土结构整体的稳定性,控制结构约束应力。在水闸底板设计施工期间,由于结构建造的整体性自由状态,结构本身并不会产生过大的约束应力,裂缝的产生规律不明确。在这种状态下,就允许水闸底板施工过程中将其作为建造的基础变形条件,在释放变形、降低约束的过程中应尽可能降低工程约束应力,避免裂缝的无限扩张^[4]。理论上水闸底板结构的全约束形式,只需要使用具有较强刚性和拉伸强度的材料,就能一定程度上避免裂缝的持续开裂。这种对混凝土裂缝的限制需要在允许原则范围内为其提供一定的变形空间。为了避免混凝土裂缝产生的不利影响,加大设计和材料维护力度,完善施工技术,限制约束应力,从根本上做好结构施工。

3.6 水库除险加固中的相关模式优化

水库除险加固水闸底板混凝土机器相关环节的优化,是提高混凝土应用效益的重点环节。一般情况下,少量温度差和长度并不会使混凝土底板产生约束力,但是因为理想的自由变形控制结构难以做到,就需要对外部环境做好优化处理。由于水泥水化热的影响,在水闸底板凝固时的前3d内,就会产生大约50%的水泥水化热量。当水泥水化热达到最高温度时,会根据结构自身强度和外部环境温度自行散发热量,逐步降温,直至水闸底板温度与外部环境达成一致。混凝土初凝阶段水化热现象最为明显,施工存储热量较大,在此阶段必须要严格控制外部环境温度,要求环境温度明显低于混凝土内部温度,提高散热效果。初凝阶段以后,混凝土水化热现象有所减少,但内外部温度差异仍较为明显,提高混凝土与外界环节的接触效果,提供充分的散热条件。当混凝土内部温度过高,与表面温度产生较大差异时会产生明显的温度差,致使底板产生裂缝乃至大规模的变形问题。

混凝土凝固期间对外部环境因素影响较为剧烈,在内部约束影响下,混凝土拉应力不断提升,突破混凝土拉力极限就会产生裂缝。初期阶段裂缝的产出效果较为精细,随着时间的不断推移以及外部环境施加的应力效果,裂缝会逐渐扩大甚至出现混凝土贯穿部分。受表面降温、寒潮影响,混凝土的细小裂缝会进一步扩大,直至裂缝加深。为了加强结构稳定性,控制裂缝效果,就

需要根据外界环境因素做好混凝土用量、品种和浇筑等方面的控制,做好水闸设计成效。在混凝土水分控制方面,混凝土浇筑、振捣会使大量水分蒸发,尤其是水泥硬化、凝结会进一步提高混凝土的变形力度,从而形成干缩现象。此过程中,由于水分蒸发按照由表及里的方式产生,内部水分蒸发受混凝土外表水分蒸发速度影响,当内外水分蒸发速度差异较大时产生拉应力,表层混凝土增加,产生大量干缩性裂缝。在材料选用过程中尽可能选用弹性高、密度大的集料,尽量缩小裂缝的不良影响^[5]。此过程中需要科学控制水灰比,使混凝土外部干缩与自身收缩保持一致。当水灰比高于0.5时,可以忽略自身收缩情况。

4 结束语

综上所述,水库除险加固水闸设计作为水利工程建设的一项主要内容,水闸加固的效果将直接影响水库应用效果,也是提高水库运行稳定性的基础部分。在实际施工过程中,水闸设计受各种因素的影响,各因素彼此独立,此过程中需要从混凝土生产、混凝土出料、混凝土浇筑、混凝土振捣、水库除险加固中的水闸底板和水库除险加固中的相关模式几部分做好优化,实现内部环境和外部环境的几何控制,结合水库防险加固设计经验,做好水闸加固效果,增强水库除险加固设计,对于提高水利工程经济效益和社会效益有着重要意义。

参考文献

- [1] 黄文超,白金玲,林煌. 水库除险加固施工技术 & 安全监测维护管理策略探析[J]. 珠江水运, 2025, (10): 54-56.
- [2] 欧阳焕. 基于改进 AHP-EM 与 TOPSIS-GRA 的水库除险加固方案评价[J]. 水利科技与经济, 2025, 31 (04): 20-25+31.
- [3] 穆明奎,王岳航,冯国磊. 水库除险加固方案设计与技术优化及坝体稳定性分析[J]. 粘接, 2025, 52 (04): 163-165+169.
- [4] 黄忠辉. 小型水库除险加固问题及对策——以广州市增城区高埔水库为例[J]. 水上安全, 2025, (01): 100-102.
- [5] 黄忠辉. 小型水库除险加固问题及对策——以广州市增城区高埔水库为例[J]. 水上安全, 2025, (01): 100-102.

作者简介: 刘丝丝, 女, (1998-), 贵州省铜仁市人, 土家族, 硕士, 从事水利工程技术研究。