

小型水库除险加固工程设计分析

张岩

菏泽市水利勘测设计院

DOI:10.32629/hwr.v10i3.6882

[摘要] 小型水库对于防洪、灌溉、供水等事务有着重要意义,不过其长时间运行就可能出现各种险情隐患,从而影响到工程的安全稳定运行。本文针对小型水库除险加固工程设计实施系统剖析,论述了工程设计的基本要求与准则,找出常见险情及隐患关键之处,细致探究了坝体、溢洪道、输水建筑物的主要设计内容,而且给出了设计时材料、施工相适应的保障办法和改进途径,期望给小型水库除险加固工程设计提供科学参考,促使工程安全符合标准,切实发挥小型水库的综合效益,避免险情引发的各类损失。

[关键词] 小型水库; 除险加固; 工程设计; 险情识别; 设计优化

中图分类号: TV62+1 **文献标识码:** A

Design analysis of reinforcement project for small reservoirs to eliminate potential dangers

Yan Zhang

Heze Water Conservancy Survey and Design Institute

[Abstract] Small reservoirs play a significant role in flood control, irrigation, and water supply. However, prolonged operation may lead to various potential hazards and risks, affecting the safe and stable operation of the project. This article provides a systematic analysis of the design and implementation of reinforcement projects for small reservoirs, discussing the basic requirements and criteria for engineering design, identifying common hazards and key risks, and delving into the main design elements of dam bodies, spillways, and water conveyance structures. Furthermore, it presents appropriate safeguards and improvement measures for materials and construction during design, aiming to provide scientific references for the design of reinforcement projects for small reservoirs, ensure project safety meets standards, effectively leverage the comprehensive benefits of small reservoirs, and avoid various losses caused by hazards.

[Key words] small reservoir; reinforcement; engineering design; hazard identification; Design optimization

引言

水库的建设,不仅可以满足人们对水资源的日常需求,满足农业的生产需求,而且还可以防御洪水等自然灾害对人类生活和生命安全,为社会稳定提供一份保障。水库若出现病险问题,那么肯定需要综合考虑各个方面的原因。有些小型水库建造时间比较早,设计标准较低,而且长期运行过程中存在磨损、老化现象,再加上养护不力,所以各种险情隐患屡屡发生,这给人民群众的生命财产安全以及区域自然环境造成了极大危害^[1]。于是,展开小型水库除险加固工程设计工作,解决工程安全方面的不足,改善工程运行的稳定性,就成了当下水利工程建设当中的一项主要任务。本文依据工程设计的关键点,全方位剖析小型水库除险加固工程设计,为相关工程设计提供合理借鉴。

1 小型水库除险加固工程设计基础

1.1 小型水库除险加固工程核心要求

小型水库除险加固工程的核心要求在于安全达标,要彻底清除工程现存的险情隐患,使工程运行符合有关水利规范标准。工程设计应依照水库的实际运行情况,有针对性地解决坝体、溢洪道、输水建筑物等关键部位的安全问题,保证工程在设计洪水标准下稳定运行,并有效地防御各种洪涝灾害^[2]。还要兼顾工程的实用性和经济性,在满足安全要求的情况下,优化设计方案,控制工程投资,使得工程建成之后能够长久发挥防洪、灌溉、供水等综合效益。也要符合生态保护的要求,防止工程建设给周边环境带来不良影响^[3]。

1.2 小型水库除险加固工程设计原则

小型水库除险加固工程设计要遵照安全第一,预防为主的基本原则,把工程安全当作头等大事,全方位检查各种险情隐患,并通过科学设计在源头上规避安全风险。设计应当按照因地制宜、实事求是的要求,依据小型水库的规模,地理位置,运行状况以及周边环境,制订出符合实际的设计方案,不可盲目套用大型

水库的设计模式,还要遵照经济合理,技术可行的准则,在确保工程安全的前提下,首先采用成熟、可靠且经济的设计技术和材料来控制工程成本^[4]。也要顾全长效运行这个原则,设计方案应考虑到工程后期维护方便与否,从而给工程长久稳定的运行提供支撑。

2 小型水库主要险情及隐患识别

2.1 小型水库常见险情类型

小型水库常见的险情类型大多集中在坝体、溢洪道、输水建筑物这三大关键部位。坝体常见的险情包含坝体渗漏、裂缝、滑坡等状况:渗漏会造成坝体强度下降,长时间渗漏极易致使坝体坍塌;裂缝如果没有及时修补,会随着雨水不断渗透而渐渐扩大,从而影响坝体的整体性;滑坡常常是由于坝体边坡过于陡峭,岩土体稳定性不够所造成的^[5]。溢洪道常见的险情主要有泄洪能力不足、结构出现损坏、泥沙发生淤积等情况:泄洪能力短缺很容易致使洪水漫过堤顶;结构受损会影响泄洪的安全性;泥沙淤积还会进一步减小泄洪的效率。输水建筑物常见的险情包含管道破损、渗漏、堵塞等情形,这些险情既影响到水库的输水功能,又加重了工程存在的安全隐患。

2.2 小型水库险情及隐患识别要点

小型水库险情及隐患识别要全面排查并重点突出,针对工程各个关键部位展开系统检查。在识别时应重视外观检查与内在检测相融合:外观检查着重于探寻坝体表面、溢洪道结构、输水建筑物接口等部位是否存在明显的破损、裂缝、渗漏迹象以及淤积状况;而内在检测则须依靠专业技术手段来考察坝体内部的渗漏路径、岩土体的稳定性、输水管道内部的破损等隐性隐患。还要参照水库的运行记录,剖析工程运行期间出现的异常情况,从而判定潜在的风险隐患,理清隐患的种类,位置及其严重程度,进而给后续的除险加固设计提供精确的依据,使得设计方案能够有针对性地解决各种隐患。

3 小型水库除险加固工程核心设计内容

3.1 坝体除险加固设计

坝体除险加固设计属于小型水库除险加固工程的关键部分,要按照坝体常见的险情来制订有针对性的设计计划。对于坝体渗漏的情况,设计应采取防渗措施,通过铺设防渗层或者设立防渗墙等方法切断渗漏路径,从而改善坝体的防渗性能。至于坝体裂缝,则要看裂缝的大小和深浅来制定修复方案,并选用合理的填充材料去修补裂缝,以重新整合坝体的整体结构。而应对坝体滑坡现象时,要优化坝体边坡的角度,加强边坡的稳固程度,进而稳定岩土体的状态。而且,设计还要重视优化坝体的排水系统,安装合适的排水设备,及时把坝体内部积聚的水分排出去,减小坝体孔隙中的水压,使得坝体能够长时间维持稳定的状况。

3.2 溢洪道除险加固设计

溢洪道除险加固设计要把改善泄洪能力,保障结构安全当作核心任务,并依据当前溢洪道的运行情况来做优化设计。对于泄洪能力不够这一状况,要拓宽溢洪道的横截面积,加深泄洪槽,

优化泄洪结构,使其泄洪能力达到设计要求。如果溢洪道结构存在损坏现象,则应修补受损部分并加强其稳固性,更换那些已经陈旧的构件,从而增强结构的整体连贯性及其承重水平。而且,在设计过程中还要考虑到泥沙淤积这种因素,合理规划一些清理泥沙的设备,方便后期开展相关工作,防止泥沙淤塞阻碍泄洪效果,保证溢洪道在汛期时可以正常起到泄洪的作用。

3.3 输水建筑物除险加固设计

输水建筑物的除险加固设计重点在于保障输水安全并提高输水效率,对于不同种类的输水建筑物所出现的险情,要制订相应的设计方案。如果输水管道存在裂缝或者渗漏现象,就要对裂缝处实施修复,并替换那些已经老化或者损坏的管道,利用防水材料来巩固管道接口的密封效果,彻底消除渗漏隐患。至于输水建筑物发生堵塞的情况,则应优化输水通道的设计,设立防护装置,以防杂物掉进通道引发堵塞,还要配备合理的疏通设备,方便后期进行疏通工作。而且也要对输水建筑物的进出口结构予以加固,以增强其稳定性,避免由于水流撞击而导致结构损坏,从而保证输水建筑物可以正常履行输水职责。

4 小型水库除险加固工程设计保障与优化

4.1 设计中的材料选型与技术要求

设计时,材料选型和技术要求对于除险加固工程质量十分关键。材料选型应遵照强度高、耐久性强、防渗性好、经济合理这些原则,按照工程各个部位的功能需求来选用合适材料,要优先选用符合国家规范标准的优良材料,不能使用不合格材料。对于坝体,防渗部位,应该选用抗渗性强,稳定性好的材料;至于结构加固部位,则应选用强度高,韧性好的材料。而且,设计还要明确各类施工技术要求,规范施工流程,并针对关键施工工序制订细致的技术标准,从而保证施工过程符合设计意图,保证工程施工质量,给工程长久稳定运行提供材料和技术方面的支持。

4.2 设计中的施工适配性保障

设计时要保障施工的适应性,这得依靠施工实际情况,使得设计方案很实用,防止设计和施工脱钩。设计期间应充分评估小型水库的位置,施工环境,施工设备以及施工团队的技术水平,优化设计方案,精简繁杂的施工步骤,减少施工困难。对于关键的施工部分,设计要清楚地标明施工方法,施工流程和质量把控重点,给施工赋予明晰的指引。而且,设计要有足够的施工余地,方便施工设备进入工作,施工人员操作,还要顾及施工时的安全保护需求,制订相应的设计方案来保证施工安全有序,从而保证施工进度和施工质量,促使设计方案得以圆满执行。

4.3 除险加固设计优化措施

除险加固设计的优化措施要联系工程实际情况,按照安全,经济,高效的目标,全方位优化设计方案。要加强设计之前的调研工作,全面了解水库的运行情况,存在的险情隐患以及周边环境,给设计优化提供精确的依据。对于设计方案中存在的的不合理部分,优化结构设计,精简施工步骤,缩减工程投资,而且改进工程的安全性能。可以参考先进的除险加固设计经验,采

用成熟的设计技术与理念,优化防渗,加固等重要设计环节。设计还要考虑工程后期的运行维护需求,优化设计方案,便于后期维护管理,降低维护成本,实现工程长效稳定运行,充分发挥工程综合效益。

4.4 数字化技术在除险加固设计中的应用

随着信息技术的发展,数字化手段为小型水库除险加固设计提供了新的支撑。通过三维地质建模与坝体渗流数值模拟,可更精确地分析隐患分布与发展趋势;借助无人机测绘与遥感监测,能够高效获取水库地形、变形及渗漏区域数据,辅助险情识别与方案比选。此外,BIM(建筑信息模型)技术可整合设计、施工与运维信息,实现全生命周期管理,提升设计协同性与方案可视化程度。数字化应用不仅优化了传统设计流程,也增强了风险预判与决策的科学性,为除险加固工程的精准实施与长效管理奠定基础。

5 小型水库除险加固工程管理与长效运行

5.1 建设期的项目管理与质量控制

除险加固工程的创建期运作对于精准落实设计意图十分关键,项目运作要形成以创建单位为核心,设计、施工、监理多方协同的责任体系,并明确各个阶段的任务分工以及衔接流程。质量控制要融入到材料采购、施工工艺、隐蔽工程验收和单元工程评定的全过程当中,着重对防渗墙浇筑、裂缝灌浆、结构加固这些关键工序展开旁站监理并执行抽样检测,保证它们达到设计的技术指标。还要创建详细的质量档案,做到施工过程的可追溯性,给竣工验收和后期的运行维护提供可靠依据,从而彻底防止由于施工质量问题而产生的二次隐患。

5.2 加固后的工程验收与安全鉴定

工程完工以后,要严格按照规范开展验收程序并执行安全鉴定,这属于确认除险加固成效、做到工程安全移交的法定步骤。验收包含分部工程验收、单位工程验收以及竣工验收,重点在于彻底检查工程实体是否依照设计完成、质量是否合格、相关资料是否齐全。非常关键的一点是,应当委托具有资质的专业机构来做工程安全鉴定,依靠现场检测、分析监测数据、复核防洪能力等方式,综合考量加固之后水库大坝、溢洪道、输水设施的安全状况是否符合当前的规范标准。只有经过最终的安全鉴定,水库才能够去掉“病险”的称号,重新开始正常运行和调度,而且该鉴定结论还是后续管理维护的根基所在。

5.3 长效运行维护机制与监测预警

除险加固工程若想取得成果,就得依靠长效又科学的运行维护机制。要形成水库日常巡视、定时核查、专门核查以及维护修缮的制度,还要明确维护责任主体及经费出处。也要创建并完善安全监测警报系统,对于加固的重点部位,比如坝体渗流、变形、溢洪道结构应力等处设置自动化检测设备,及时收集数据并加以分析,凭借信息化平台设置警报阈值,做到及早察觉险情并发出警报,从而由被动应对险情转为积极展开防控。采用“专业维护+技术检测”的模式,塑造起常态化、动态化的工程健康维护体系,以保证水库长久稳定地发挥作用,延长工程的使用年限。

6 结语

小型水库除险加固工程设计对于保障水库安全运行,发挥其综合效益十分关键。该设计融入到基础设计,险情识别,核心设计以及保障改进的各个环节当中。文章明确了工程设计的核心要求与准则,找出常见的险情及隐患重点,细致论述了坝体、溢洪道,输水建筑物的加固设计内容,而且给出了材料选择,施工适应和设计改进的具体办法。工程设计应守住安全第一,依据地域特征,做到经济合理,依照实际情况优化方案,完全解决险情隐患。后续需不断完善设计理念与技术,为小型水库除险加固工程提供科学支撑,助力水利工程高质量发展。

[参考文献]

- [1]刘彬.小型水库除险加固防渗提升技术应用探究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(29):190-192.
- [2]林诚锐.小型水库除险整治工程质量管理研究[J].云南水力发电,2025,41(08):182-187.
- [3]施志明.小型水库除险加固后的管护问题及对策分析[J].水上安全,2023,(16):184-186.
- [4]王修宁.小型水库除险加固工程坝体防渗措施研究[J].数字农业与智能农机,2023,(07):56-58.
- [5]陈金凤.小型水库除险加固技术及其应用[J].科技创新与生产力,2023,44(07):114-116+121.

作者简介:

张岩(1987-),女,汉族,山东省菏泽市人,本科,工程师,研究方向:水利工程。