

# 小型水库土石坝的除险加固对策探讨

张红强

禹州市水利局 河南禹州 452570

**摘要:** 在全国范围内, 有大量的水库, 其中又以小型水库为主。大部分的小型水库都是建造于上世纪 50 年代到 70 年代, 并且大部分都是土石坝。所以, 在运行了一段时期之后, 仍然有许多的病险状况, 并且因为维修和管理不够完善, 导致了比较大的安全性问题。因此, 对小型水库进行除险加固是一件非常关键的工作。在小型水库工程中, 因涉及到的问题种类和材料的不同, 所采用的方法也不尽一致。本文通过对小型水库的除险加固对策进行了探讨, 以期为我国小型水库除险加固提供借鉴。

**关键词:** 小型水库; 石坝; 对策探讨

## Discussion on the countermeasures for strengthening the earth-rock dam of small reservoir

Hongqiang Zhang

Yuzhou Water Resources Bureau, Yuzhou 452570, Henan, China

**Abstract:** Throughout the country, there are numerous reservoirs, with small-scale reservoirs being the majority. Most of these small-scale reservoirs were constructed between the 1950s and 1970s, and the majority of them are earthen dams. Consequently, even after operating for a period of time, many of these reservoirs still exhibit hazardous conditions. Due to inadequate maintenance and management, significant safety issues have arisen. Therefore, undertaking risk removal and reinforcement measures for small-scale reservoirs is a critical task. In small-scale reservoir projects, the methods employed vary due to the diversity of issues involved and the materials used. This paper explores the strategies for risk removal and reinforcement in small-scale reservoirs, aiming to provide valuable references for similar efforts in small-scale reservoirs in China.

**Keywords:** Small reservoirs; Stone dam; Discussion on countermeasures

### 引言

作为国家的基础工程, 小型水库在国家的农田灌溉、发电、养殖等领域都能发挥到十分关键的效果, 各个区域也都大量的建立了小型水库, 以帮助地方的生产生活。许多小型水库都是在早期修建的, 在当时, 设计水平、施工技术和建造标准都比较低下, 加之运行和维修工作没有做好, 导致水库长期运行到现在, 已经发生了许多的病险危害, 这给水库的安全性带来了严重影响。随着我国经济和科技的不断进步, 对一些小型水库进行了加固改造, 并对水库管道中一些普遍问题进行了分析, 并一一进行了隐患排查, 以达到改善其稳定和延长水库使用年限的目的。

### 一、小型水库除险加固的重要性

通过对我国小型水库的综合分析, 可以看出, 由于受年限和技术、经济条件的制约, 小型水库的修建过程都呈现出了水库质量不高的特点。此外, 早期建造的有病险的小型水库, 基本都是土石坝为挡水建筑物, 这不仅有先决条件的缺陷, 而且在后期的管理和维护上也相对缺乏。在小型水库发生病险问题后, 若不能及时进行除险加固工作, 将会造成

重大的经济损失, 严重时还会导致严重的人身伤亡事故, 给人民群众的生命财产安全带来极大的威胁。水库以储水为主, 但是由于一些地区的防汛标准较低, 因此设计的小型水库往往会出现各项指标不合格的现象。大多数小型水库均已出现了一定程度的年代久远, 若不能进行有效的除险加固, 不仅会造成大量的渗漏, 而且还会对周围的生态环境造成严重的危害。所以, 应该对小型水库进行除险加固, 从而保证水库的正常运转和延长使用年限<sup>[1]</sup>。

### 二、小型水库常见病险及其成因

#### 1. 防洪能力低

建设小型水库的目的有两个, 一种是为了提升水力资源的使用效率, 为当地的经济和生活提供更好的环境, 另外一种则是为了实现防汛的目的。然而, 因为大部分的小型水库都建立得比较早, 所以对于水库的防汛设计标准的需求比较少, 比如, 坝顶高程设计得不够好, 不能够达到挡水的需求, 就会导致洪水漫顶引起崩坝事故。一些水库没有建立与之相匹配的泄洪设施, 或是泄洪设施存在缺陷, 例如, 溢洪道截面大小不够, 通道中泥沙没有清除, 导致了过流能力降低等

[2]。

## 2.抗震能力差

小型水库的抗震性能也是一项对水库建设质量进行评定的重要指标之一。通过对小型水库的病险进行分析,可以知道有很多的病害问题都是由于地震性能不佳所造成的,地震会造成水库大坝出现裂缝、滑塌、变形、沉降等问题,从而对水库地基的稳定性造成了不利的影[3]。

## 3.坝体结构不稳定

结果表明,大坝的抗滑性较弱,边坡发生了变形、坍塌和滑坡。其影响因素主要为坡度大,加之浸润线高,造成坝体不稳定;由于工程建设的原因,使坝体的部分应力超过了坝体的容许强度,从而引起坝体开裂[4]。

## 4.坝体渗漏

在水库,渗漏是一种很普遍的病害,渗漏多发生在坝基、坝肩和坝体等处,其主要原因是坝地基清理不彻底,坝地基上的岩层裂缝较多;坝体填料选择不当或质量不好,使压实度和渗透性达不到规范要求;没有进行防渗措施,或没有进行防渗处理[5]。

## 5.大坝稳定性较差

因为没有相应的监测设备,也没有相应的监测手段,所以对大坝质量安全评价与管理都是依靠操作人员的肉眼与经验来进行,这导致了在日常维护过程,很少能够察觉到水库的坝体部分的质量问题,随着时间的推移,这些问题会逐渐累积,最终导致坝坡或坝体的抗滑稳定性降低,坝体出现裂纹等。加之水力冲刷、蚁穴等对坝体的长期破坏,使坝体的安全性问题日益突出,使坝体的运行稳定性大幅降低。

# 三、小型水库土石坝除险加固设计方案的探讨

通过高压喷射灌浆、混凝土防渗墙等方法,可以有效地解决小型水库土石坝渗漏问题,但这些方法的应用前提是土石坝坝体和坝基渗流相对稳定。

## 1.注重高压喷射灌浆防渗技术的应用

早期,从国外引进了高压喷射灌浆防渗技术,并经过不断改进和创新,开发出了一种适用于坝体渗透性治理的定向喷射灌浆防渗技术,并获得了良好的使用效果。目前,在国内已成功采用了旋喷技术、摆喷技术、定喷技术等几种技术在智力小水库病险土石坝防渗方面,取得了较好的效果。土石坝高压喷射灌浆防渗技术有很多优点,最显著的一个特点就是其施工速度很快,相对于混凝土防渗墙施工,高压喷

射灌浆防渗技术施工速度提高了近30倍。因此,在采用高压喷射灌浆防渗技术治理有缺陷的土石坝时,必须根据坝体的不同渗流状态,合理选择高喷工艺,并在实施之前进行高效的注浆试验。

## 2.注重混凝土防渗墙技术的应用

在早期,一些发达国家就已开始采用混凝土防渗墙技术来进行土石坝的除险加固,该技术对不同材料的坝体和比较复杂的地基都有很强的适应能力,能够有效地截断坝体和坝基的渗透水流,这也是该技术在多个国家都被广泛使用的重要原因。自混凝土防渗墙被引进以来,我国一直致力于对其进行深入的研究和改进,并在病险小型水库的除险加固获得了良好的效果。在采用混凝土防渗墙技术的过程中,一般会采用钻凿、锯槽、液压开槽机、射水及薄抓斗等方法,在土石坝的坝体或根基修建槽形孔,然后用泥浆加固,并通过升降导管将混凝土浇筑到槽孔,从而形成一道具有连续性的混凝土墙,来达到防渗目的。在长期的实践,混凝土防渗墙技术已经被证实,其安全性、可靠性、适用性和实用性都很高,而且混凝土防渗墙技术对施工条件的要求也比较宽松。然而,在含有卵石较多的厚地层和大块石的情况下,所取得的应用效果并不十分明显。在砂土、粘性土和粉泥质土,混凝土防渗墙技术都有很好的效果。

## 3.注重土工膜防渗技术的应用

在小型水库土石坝除险加固工作,土工膜防渗技术也得到了广泛的应用,其原因是这一技术有重量轻、运输量小、铺设方便、成本较低等优势,而且对坝体变形有良好的适应性。目前,在小型水库土石坝除险加固工作,采用土工膜防渗技术,取得了很好的防渗效果,但是这一技术也存在着一些缺陷,在紫外线的作用下,很容易产生老化,只有将土工膜埋在地下,才能避免老化。所以,在采用土工膜防渗技术的时候,要求在坝体高度50m以下。通过对混凝土防渗墙和土工膜防渗技术的分析,可知在工程可以将这两种技术相结合,达到更为理想的防渗效果,将这两种防渗技术的优势发挥出来。此外,还可以将冲抓套井粘土回填防渗墙与黏土斜墙防渗技术等应用在小型水库土石坝除险加固工程,不管采用哪一种技术,都是为了获得良好的防渗漏效果。

## 4.保证小型水库设计的资金来源

资金是保证方案实施的基础,例如小型水库的工程建设,必须一次性投资一笔巨款,而目前工程建设多采用租赁、分

包等方式,难以满足工程建设的要求。近年来,小型水库的经济效应和养殖效益都很好,引起了越来越多人的重视。在社会主义经济的发展过程,人们在依靠传统的国家消费之外,越来越多的把资金的来源转移到了私人投资上,并通过多种措施吸引外部投资,以保证设计的资金来源。只有有足够的资金,才能保证工程的质量。

#### 5.加强对地勘工作的重视程度

在项目实施之前,政府会组织设计、施工和运行管理人员,组成一个勘察小组,对当地的现状进行评估,这对于提高水库的加固设计水平有很大的帮助,要设计出合格的方案,地勘工作是不可或缺的。另外,还可以委托专业的组织,对有问题的水库进行勘察,并将设计方案提交规划部门。一般来说,地勘工作目的仅仅是要对建筑物和其它地基的情况进行详细的了解,有些时候,还能够精确地确定原因。但是,因为技术上的原因,并不能对原因进行精确的判定,许多原因都会在勘探的过程被忽视,这也导致了很多人对地勘工作并没有太多的关注。但是,从除险加固的观点来看,地勘工作既是一项不可或缺的工作,所以有关人员一定要对这项工作进行足够的关注,提高勘探的精度,并依据所得到的信息,及时对设计内容进行修正,确保方案的正确性。

#### 6.设计出合理且具有可行性的方案

工程的设计是为建设服务的,所以可行性和合理化是非常重要的,只有足够的资金,详细而准确的地质调查数据,以及一个标准的计划,才能让小型水库的除险加固得以实现。一个合理的方案才能保证质量,如果方案出错,不但会对水利部门造成经济上的损失,还会为除险加固带来更多的问題,这一问题各地都有涉及。其中,渗漏问题最为常见,且影响最为严重。其中,既有地基渗透,也有坝体渗透。应根据坝型、坝基及成因,采用相应的防治措施。均质和芯墙土坝的渗漏是最普遍的,一般都会通过冲挖的方法来处理,其劈裂灌浆和压力灌浆是最典型的方法。而造成这种现象的原因,除了没有完全清除地基之外,也有可能是由于材料的问题,也有可能是受到了外界因素的影响,所以,必须要针对具体的情况,制定相应的对策,来消除这种潜在的危险。了解了小型水库的基本状况后,应针对实际情况,采用行之有效的措施来消除潜在的安全隐患,但在实际工作,方案的确定一直存在着很大的分歧。根据当前的施工状况,可以看出,冲挖是最有效率的一种方法。但是,由于存在着设计和施工方

面的问题,会对冲挖的结果产生很大的影响。从实际情况来看,双排孔的问题要少于单排孔,但是单排孔的问题比较好解决。但是因为一些特殊的条件,加上资金缺乏,所以双排冲挖的难度比较大。但是,在需要的时候,可以在水多的孔段实行双排孔的设计,从而确保防渗体的施工质量。这样,既保证了施工的费用,又能实现预定的设计目标,确保工程质量。

#### 7.加强坝体结构的稳定性

目前,我国大部分的小型水库都是以土石坝为主,而对其进行加固的目的就是为了增强大坝的稳定和坚固程度,增加大坝的强度。在对坝体进行加固之前,必须对坝体滑坡的成因进行调查和分析,明确其影响因素,制定相应的加固措施。对于土石坝的滑坡加固技术,通常是:如果边坡过于陡峭,坝体的抗剪能力较低,对于上游坝坡不能达到抗滑的需求,可以按照上卸荷、下加载的原则,可以采取削坡平坦的方式,将所有的滑动土体或滑动土体的底部被挤出隆出的一段,然后对其进行铲除,并对其进行快速的恢复,也可以通过坝坡的底部进行培厚放缓、增大坝体截面的方式,来提升坝坡的稳定性。例如,当土石坝的上游坝坡不能达到抗滑的要求时,一般会采用底部抛石放缓,上部采用块石护坡,或采用混凝土板护坡的方法来对其进行强化。假如在大坝的里面找到了一个软弱土层,那么就可以将这个软弱土层挖除,并用软弱土层来回填具有一定的强度的其它物质,并且还须把软弱土层打好。在这种情况下出现了一些问题时,就可以将其给解决掉。当这个过程中,还可以通过挖掘出的沟渠来对这个过程进行排水。

#### 8.抗震安全加固

在土石坝的坝顶或坝基处,存在着大量的砂土,这些砂土在地震时会产生液化损伤。对于此类震害,可以采取置换、人工加密(如振动冲击、强夯等)、抛石压实、开凿排水降压井等措施。在我国,有数量众多,分布范围广泛,有各种各样的大坝类型,是国家保护江河洪水、发展农业灌溉和为城市和农村的经济生活提供水资源等方面的一个关键的基础设施。为此,需要开展如下工作:①做好小型水库大坝的安全性评价,进行精确的效益评估,加强对病险水库的前期改造。②推行工程法人负责制,招标投标制度,施工监理制度,加强工程建设的质量和效益。③构建责权分明、管理科学、与市场相适应、相统一的新管理模式。

#### 四、结语

综上所述,小型水库分布范围广,数量多,是国家水利工程的一个关键环节,对国家经济发展起到了举足轻重的作用。近年来,小型水库的除险加固技术在国内得到了广泛的应用,取得了一定的进展。水库的除险加固工作非常繁琐,经常会出现一些不容忽视的问题,给水库的除险加固带来了很大的影响,需要对除险加固的施工技术有深入的了解,把握其施工技术的要领,不断地提升除险加固的施工质量,以保证小型水库的安全。

#### 参考文献:

- [1] 宋阳. 小型土石坝水库除险加固设计分析[J]. 建材与装饰, 2021, 17(22): 291-292.
- [2] 王月. 小型水库土石坝除险加固施工技术实践应用研究[J]. 技术与市场, 2022, 29(6): 135-136.
- [3] 都建民. 小型水库土石坝除险加固施工技术应用研究[J]. 智能建筑与工程机械, 2020, 2(4): 50-51 70.
- [4] 曹风旭, 冯祯辉, 郭万鹏. 浅谈小型水库土石坝的除险加固[J]. 国高新科技, 2022(18): 98-100.
- [5] 黄曙光. 小型土石坝除险加固及渗流安全稳定分析研究[J]. 云南水力发电, 2023, 39(1): 78-82.