

水库水毁修复工程质量控制要点与实践

辛文超

陕西省周至县水务局

DOI: 10.12238/jpm.v6i7.8218

[摘要] 兴修水库是水利工程中极为普遍的一种方式,也是我国水利系统中非常重要的组成部分,对于防洪防汛、灌溉供水等起着至关重要的作用。兴修水库也绕不开水毁修复工程,水毁修复工程质量直接影响着水库设置的安全和稳定。鉴于此,本论文首先分析了水库水毁类型及水毁修复工程特点难点,接着分析了水毁修复工程的关键程序;进而研究水毁修复工程质量控制要点,并结合质量控制实践案例,提出了水毁修复质量控制实施措施,以供参考。

[关键词] 水库工程;水毁修复;质量控制;实践案例

Key points and practice of quality control of reservoir water damage repair

Xin Wenchao

Shaanxi Zhouzhi County Water Bureau, Zhouzhi County

[Abstract] The construction of reservoirs is an extremely common method in water conservancy projects and a very important component of China's water system, playing a crucial role in flood control, irrigation, and water supply. Reservoir construction also inevitably involves flood damage repair works, whose quality directly affects the safety and stability of the reservoir. In light of this, this paper first analyzes the types of reservoir flood damage and the characteristics and challenges of flood damage repair projects. It then examines the key procedures for flood damage repair projects. Furthermore, it studies the key points of quality control in flood damage repair projects and, based on practical quality control cases, proposes implementation measures for flood damage repair quality control for reference.

[Key words] reservoir project; flood damage repair; quality control; practical cases

1. 引言

兴修水库,功在当代,利在千秋,水库工程是国家重点推进的民生工程,在防洪、防汛、供水、灌溉等过程中发挥着极其重要的作用。鉴于兴修水库的重要性,水库的质量问题直接影响到水库运行的安全和稳定,因此,应当引起足够的重视。水库质量问题中,水毁现象是一种避之不去的难题,在解决水库工程实践中普遍存在。水毁现象产生的原因多为水库常年受水汽侵蚀、年久失修,或极端天气的日常影响等,导致水库坝体出现裂缝、渗漏等质量问题,这些问题如不及早解决,则会出现溃坝、决堤等风险,严重威胁着人民的生命和财产安全。水库水毁修复工程则是针对上述水毁现象提出的针对性解决方案,因此,在施工过程中,需不断积累实践经验,明确质量控制要点,严格控制工程修复质量。

2. 水库水毁类型及工程修复难点

2.1 水库水毁现象的常见类型

水库水毁现象是一种危险的质量信号,其水毁类型多种多样,

主要包括以下几种:首先,坝体裂缝最为直接和直观,在水毁问题中较为普遍,主要表现为坝体结构横向或纵向开裂,如长期干旱失水坝体收缩,就会出现坝体裂缝问题,如坝体建筑材料不合格也会影响水库坝体结构,造成坝体开裂现象出现^[1];其次,坝体渗漏也是常见的水毁类型之一,通常为施工质量因素埋下的隐患导致,也因年久失修、材料老化等因素产生渗漏问题;再次,冲刷破坏也是水毁现象常见的危害问题,如暴雨侵袭、山洪冲刷等,都会对水库坝体带来直接的影响,久而久之,则会影响坝体结构,造成水库的损坏。

2.2 水库水毁工程修复难点

水库水毁工程修复质量不可忽视,但也存在一定的难度,主要原因在于水毁现象多种多样,影响因素较为复杂,这也导致了水毁修复工程的复杂性、施工条件的特殊性以及对修复质量要求的严苛性等难点。首先,水库修复工程相对复杂,因为修复工作需要结合水利工程自身特点、地质勘探、土建施工等诸多领域,需要拥有多学科较差的专业知识,针对不同水毁类

型之间的差异，制定针对性的修复技术措施并非易事，因此这种复杂性和多样性提升了水毁修复工程的难度，需要专业的修复施工团队执行；其次，水毁工程修复周边特殊且复杂的施工环境也会加剧水毁修复工程的难度，通常水库大坝根建于山林荒野，其作业条件有限，需要大型机械时往往因环境原因受限，从而影响修复施工进度；再次，修复过程中的质量控制也会面临诸多的挑战，检测技术发挥的作用受限、修复施工人员的技术水平影响等都会给水毁修复工程质量控制带来一定的不确定性，值得质量管控人员引起重视^[2]。

3. 水库水毁修复工程的关键程序

3.1 工程前期勘察与评估

水库水毁修复工程的前期勘察与评估是确保修复工作顺利开展的前提保障，水毁修复方案的编制与设计必须依赖于全面、详尽的现场勘查与数据分析。通过现场实地勘察，才能准确判断水毁类型，分析水毁现象产生的具体因素，从而对症下药，制定针对性的施工质量应对措施，通常勘察人员会使用地质钻探设备、三维地形测绘设备以及材料取样检测等方式进行实地勘验，通过这些专业设备和技术手段，有助于勘验人员准确了解水库坝体水毁程度及现状，如裂缝的深度、走向；渗漏点的分布位置及渗水系数以及坝体基础土层的稳定性等。根据这些详尽的勘验和检测数据，技术人员可对坝体结构受损程度、水文地质扰动影响以及运行环境变化情况做出科学的评估，从而制定安全、经济、有效的修复技术方案。

3.2 修复方案编制与评审

水库水毁修复方案的编制需结合前提的工程实地勘验与技术评估展开，并对最终的技术方案进行评审，待评审通过后方可组织实施。其中，水毁修复方案编制的核心内容包括技术路线的选择、修复材料的选用以及施工流程的优化等。首先，技术路线的选择上，应遵循第一适用原则，即符合本修复工程实际需求，通过确定的水毁类型和诱发因素，制定科学、合理、适用的修复技术方案，确保技术路线实施顺利、可控，修复技术方式经济、安全、可靠；其次，在修复材料的选用上，必须做好适配性试验分析，根据修复问题特点，选择相匹配的修复材料，并提前做好配比试验，确保材料使用过程中安全、可靠，且兼具经济性和环保性；再次，施工流程需要不断优化，修复方案编制过程中，应摒弃惯用的照搬照抄思维，应主动分析，制定专项修复技术方案，并结合调查数据分析，适当优化流程、节约时间成本和过程管控成本。最终水毁工程修复方案编制完成以后，需组织专家评审，结合专家评审意见进行修改、完善，待评审通过以后，方可作为施工依据，开展实施^[3]。

3.3 修复施工管理与验收

水库水毁修复施工过程管理中，需要重点关注隐蔽工程的质量控制，例如针对常见的防渗漏修复中，需对坝体进行重新加固处理，修复坝体结构需采用混凝土浇筑的方式，加固浇筑

前应做好地基承载能力的检验，通过钻孔取样检验土层密实度，混凝土施工中应确保混凝土配比准确、混凝土搅拌充分、浇筑初凝时间有效等，施工过程中还需做好安全防护措施，在施工场地设置围挡和警示标语，做好必要的救生设备准备工作，并在施工过程中实时监控周边环境变化及水位变化情况，避免突发状况的出现。在水毁问题修复以后，应组织开展验收工作，邀请行业专家现场进行验收评审，确保修复施工技术合理、操作规范，验收合格后还需建立长期监测机制，避免水毁问题的反复。

4. 水毁修复工程质量控制要点分析

4.1 水毁修复原材料的质量控制

原材料是水毁修复工程质量控制的重要基础保障，控制好原材料质量是提升整体修复质量的第一道关，因此，施工单位应重点关注原材料质量，从源头上杜绝安全隐患。其中，混凝土浇筑是解决水毁问题的常用手段，因此，混凝土材料质量是控制的一大要点，混凝土浇筑需满足材料体积稳定性、抗压强度凝结时间要求等多项指标，这与材料配比的正确合理性息息相关，为此，施工单位需提前做好混凝土抗压强度试验检验，通过配比试验，确定符合抗压强度技术指标的材料配比，同时利用沸煮法检测材料体积的安定性能，防止材料硬化后膨胀开裂，凝结时间的控制则根据混凝土初凝特性，给予充分的初凝时间，并做好施工工艺的有效衔接，避免错过合适的最佳时间。混凝土配制中，砂石骨料的质量特性直接影响到混凝土的可靠性能，为此，一是要重点做好砂石骨料的颗粒级配，以保障骨料之间合理的空隙率，二是要控制好不同骨料之间的科学占比，避免出现骨料占比不足或超标问题，进而影响混凝土材料的使用性能。此外，钢筋混凝土结构中，钢材质量的把控也决定了修复工程的安全性和耐久性，对钢材进行质量检验，严格要求钢材参数合格达标，也是确保修复工程质量的重要任务。

4.2 水毁修复施工过程的质量控制

水毁修复工程中，施工过程质量控制极为关键，施工过程不同工艺环节对整个修复工程质量把控影响很大，施工单位必须重点做好施工过程的质量控制。其中，针对施工基础处理上，地基的稳固性是水库坝体结构整体安全的基础保障，因此，基础处理工作至关重要，通常，施工单位会利用高压喷射注浆技术对地基的松土层进行加固处理，为有效提升地基承载力，施工前应确定好高压喷射注浆范围，并控制好注浆浆量，避免喷射注浆不均而产生的强度不够、结构不稳或空隙、坑洞等质量问题出现；喷射注浆完结后，需通过钻孔取芯和渗透试验等方式进行质量检验和验收工作，确保地基处理牢固、可靠。防渗工程的质量控制也是整个水毁修复施工过程中的关键环节，常见的防渗施工技术有修筑防渗墙和建立土工膜等两种形式，修筑防渗墙主要通过混凝土或黏性土质材料等建立垂直防水的

屏障,这里应重点把控好材料质量和工艺偏差,避免渗透墙材料强度不够或浇筑厚度不足等质量缺陷的出现;建立土工膜则是依靠高分子材料的低渗透性能实现坝体表面的覆盖从而达到阻水防渗的效果,而土工膜容易收到石块等尖锐物质穿刺从而形成渗漏通道,因此,施工过程中应格外注意防护措施,避免对土工膜造成破坏。

4.3 水毁修复施工人员与设备管理

水毁修复施工中,现场质量的把控离不开人的作用,人的因素在整个修复工程施工质量中占有极其重要的影响,因此,施工过程中不仅要做好人员管理,同时也要管控好人对设备的使用,以确保工程施工的顺利有序开展。首先,施工人员需具备专业的技术能力,数量水毁修复工艺流程,严格遵守施工工艺标准,做好人员资质的管理以及上岗前的技术培训工作尤为重要。水毁修复工程需要不同岗位工种的通力协作,而不同岗位的任职资质要求差异较大,针对岗位特点开展的岗前技能培训内容也应针对性调整,做到全面覆盖、技术对口,规范管理。关键技术岗位需结合理论实践和实操测试,进行培训后的效果评估,测评合格后颁发上岗证书。在针对设备的选型与管理上,应结合水毁修复工程实际需要,选择合适的机械设备和修复工具,设备使用应专人专岗专责,严格按照操作规范使用,定期对设备进行检修和保养,设备管理上,应在选型、使用、维护等过程中做到闭环管理,保持设备始终处于优良的性能^[4]。

5. 水库水毁修复工程质量控制实践案例

以河北青河水库水毁修复工程为例,水库始建于1996年,为中型水库,总库容约0.8亿立方米,坝体的主结构为黏土心墙砂壳坝,枢纽工程包括主副坝、溢洪道、输水洞和电站等建筑物,设计防洪标准为百年一遇洪水。目前,水库水毁现象主要表现为坝体裂缝、渗漏及局部滑坡等结构性问题。这些水毁现象暴露出部分工程存在基础防渗体系不完善、边坡防护标准偏低等共性问题,为后续修复方案中灌浆加固、防渗墙施工等技术选择提供了依据。

针对以上实践案例,工程人员经过实地调研、勘察水毁现实情况,从而制定水库水毁修复工程质量管控措施如下:

(1) 原材料的质量控制:本次修复选用混凝土材料需符合《通用硅酸盐混凝土》标准,要求选用砂石骨料粒径分布应在设计范围内,避免含泥量超标,严格控制材料的使用强度和耐久性,材料入场时,根据质量管控和材料技术要求进行检验,核查处合格证、材料规格参数以及批次号等,同时进行现场抽样复检,必要时进行初凝时间、抗压强度等试验验证;材料入库后,为便于材料的追溯和管理,应建立材料管理台账,记录每批材料从采购到使用的完整链条,规范管理流程,及时记录,便于追溯管理。

(2) 施工过程的质量管控手段:施工过程在质量控制应重点关注关键技术环节的质量把控,在针对坝体裂缝处理上,应首先做好基础处理工作,根据裂缝大小,制定合理的混凝土浇筑方案,在混凝土浇筑过程中应密切关注混凝土温度变化、浇筑厚度等,避免修复过程中埋下安全隐患,后期出现结构失稳等问题;针对防渗漏问题处理时,无论是修筑防渗墙还是建立土工膜,都应将材料配比、接缝处理和渗透系数检测作为核心控制要点,避免修复后存在质量缺陷。

(3) 施工人员和设备的管理举措:本项目结合自身存在的水毁质量缺陷现状,确定了修复技术方案和修复施工人员的岗位职责,并选用合理是机械设备,人员上岗前均进行了技术岗前培训,要求施工人员了解问题现状,牢记修复工艺方案,熟练施工操作规程,有效保障了修复施工质量^[5];同时,针对施工机械设备,现场严格要求规范使用、闭环管理,设备从选用,到使用,再到维护保养等,均设立专人负责跟踪,做到有理有据,高效稳定。

根据以上水毁修复工程实践案例,在制定质量管控措施和实践中,以发现问题、解决问题、优化方案等过程,最终圆满完成了该水库水毁修复工程任务,取得了预期的效果。

6. 结束语

水库水毁修复工程是解决水毁质量问题的重要举措,为有效提升水毁修复工程施工质量,施工单位应结合工程实践经验,提前做好水库水毁问题调研,指定专业的修复技术方案,严格控制修复材料质量,做到施工过程的全面质量把控,同时,做好人员和设备的质量管理,杜绝人为因素带来的质量缺陷,通过以上举措,切实提升水毁修复工程整体质量。

[参考文献]

- [1]何欣威.河口村水库2021年水毁工程修复项目的建设管理[J].河南水利与南水北调,2023,52(07):103-104.
- [2]李琦.水库灾后水毁修复工程建设的必要性[J].河南水利与南水北调,2023,52(01):75-76.
- [3]王建民,盛晓丹,王妍.水库在强降雨下的分析及水毁修复对策[C]//辽宁省水利学会.辽宁省水利学会2022学术年会论文集.辽宁省大伙房水库管理局有限责任公司;辽宁省大伙房渔业有限责任公司; ,2022:196-199.
- [4]郭海亮,朱亚飞,刘建深.南水北调中线工程安全能力提升应对风险策略研究——以南水北调中线河北段水毁修复为例[C]//中国水利学会.2022中国水利学术大会论文集(第一分册).中国南水北调集团中线有限公司河北分公司; ,2022:60-64.
- [5]张少阳.李家河水库上坝路水毁修复浅析[J].地下水,2022,44(05):268-269.