

# 浅谈小型病险水库涵洞封堵技术

徐德昭

汉中市石门水库管理局 陕西 汉中 723000

**摘要:** 本文简要探讨小型病险水库涵洞封堵技术的重要性和实施效果。指出涵洞破损垮塌对水库安全运行构成的威胁, 强调封堵技术的重要性和必要性。概述封堵技术的实施步骤和要点, 包括准备工作、施工步骤及质量控制等。通过对比封堵前后的维护成本、安全性和风险减少效果, 本文分析封堵技术的成本效益。强调封堵技术在促进小型水库高质量发展和经济效益提升方面的积极作用, 为相关工程实践提供参考。

**关键词:** 小型病险水库; 涵洞封堵; 技术应用; 改进建议

## 1 小型病险水库涵洞封堵技术概述

上世纪五六十年代, 我国建设了一大批小型水库, 这些小型水库由于建设时期的历史条件限制, 建设标准低, 多属于“三边”(边勘测、边设计、边施工)和“四不清”(来水量不清、流域面积不清、库容不清、地质资料不清)水库, 并且没有完整的设计及施工资料。经过近七十年的运行, 这些水库陆续出现病险问题, 严重影响水库下游群众的生命财产安全。近年来, 国家大力实施小型水库除险加固工程, 在工程实施中, 水库放水涵洞因运行时间长导致的漏水、垮塌等问题严重影响水库的安全稳定, 必须予以拆除或封堵后重建。废旧涵洞的拆除主要通过对水库坝体进行大开挖的施工方式, 拆除后对坝体进行重新回填碾压, 相对涵洞封堵的成本大幅增加。因此, 针对小型病险水库的涵洞封堵技术研究, 对消除水库病险, 节约工程投资具有重要意义。涵洞封堵需进行详细的勘测和评估, 了解涵洞的具体状况, 包括破损程度、渗漏情况、地质条件、淤堵情况、涵洞轴线走向等, 基于这些信息, 制定针对性强、安全可靠的封堵方案。涵洞封堵前, 需要对涵洞进行疏通, 确保封堵密实, 防止空洞段再次塌陷。涵洞疏通主要以人工疏通与机械疏通为主, 对于涵洞断面较大且衬砌稳定条件较好的, 在保证洞内通风良好的情况下, 采用人工、机械进洞清淤后进行浇筑混凝土封堵处理, 形成一道坚实的封堵屏障, 混凝土封堵具有强度高、耐久性好等优点, 能够有效防止废旧涵洞的衬砌塌陷。对于涵洞断面较小或涵洞内部存在塌陷风险的可采用高压冲洗车等, 通过强大的水流将淤积物冲走, 待洞内干净后采用注浆封堵, 注浆封堵是一种通过向涵洞内部注入注浆材料来达到封堵目的的技术, 注浆材料可以是水泥浆或细石混凝土等, 通过注浆设备将其注入涵洞中, 填满并固化, 从而形成一道密封的屏障。注浆封堵技术适用于各种类型和规格的

涵洞, 具有施工简便、效果显著等优点。在实施涵洞封堵技术时, 还应注意几点; (1) 确保施工安全: 在封堵过程中, 应严格遵守安全操作规程, 确保施工人员和设备的安全<sup>[1]</sup>。(2) 保护环境: 在涵洞疏通或注浆封堵等环节, 应注意防止对周围环境和生态造成不良影响。(3) 加强监测: 在封堵完成后, 应对涵洞进行定期监测和维护, 确保封堵效果的持久性和稳定性。

## 2 小型病险水库涵洞封堵技术分类

在小型病险水库的除险加固工程施工中, 废旧涵洞封堵是一项至关重要的任务。针对不同类型的涵洞情况, 可以采用不同的封堵技术来确保到达消除水库病险的目的。

### 2.1 水泥注浆封堵

水泥注浆封堵是一种广泛应用的涵洞封堵技术。该技术通过在涵洞轴线上打孔, 通过注浆孔向涵洞内部空洞注入水泥浆料或细石混凝土, 利用浆料或细石混凝土的流动性, 使其在压力作用下填充并凝固在涵洞内。水泥注浆封堵技术具有操作简便、成本低廉、强度高等优点, 适用于各种涵洞断面, 且涵洞衬砌结构损坏严重、稳定性差, 人工、机械无法进洞的涵洞封堵。在施工过程中, 可以根据涵洞的具体情况, 调整注浆压力和注浆(细石混凝土)量, 以确保注浆材料能够充分填充到涵洞的各个区域, 从而达到良好的封堵效果。

### 2.2 混凝土封堵

混凝土封堵是一种传统的涵洞封堵方法, 但至今仍然被广泛应用。该方法通过在涵洞内部浇筑混凝土, 形成一道坚固的混凝土墙体, 将涵洞完全封闭。混凝土封堵技术具有结构稳定、强度高、耐久性好等优点, 适用于涵洞断面较大, 衬砌稳定性较好, 通风条件良好等情况, 且具备人工、机械进洞施工条件的。在施工过程中, 需要根据涵洞的具体尺寸情况, 合理设置截堵墙,

以便于混凝土浇筑施工,截堵墙可以采用混凝土或浆砌石砌筑,采用锥形结构或矩形结构,在涵洞内部每5-10米设置一道,保证在该道截堵墙内混凝土浇筑密实,混凝土浇筑施工中,应严格按施工工艺进行,以确保混凝土墙体的质量和稳定性<sup>[2]</sup>。浇筑结束后,对封堵涵洞顶部的空腔可以采用在涵洞轴线上打孔灌浆的方式进行回填密实。

### 2.3 其他新型封堵技术

随着科技的进步和工程实践的发展,一些新型封堵技术也逐渐应用于小型病险水库涵洞的封堵工作中。这些新型技术包括高分子材料封堵、膨胀材料封堵等。高分子材料封堵技术利用高分子材料的粘性和弹性,将其涂抹在涵洞破损处,通过高分子材料的渗透和固化作用,形成一层坚固的防护层,防止涵洞渗水,阻止延缓涵洞老化损坏。膨胀材料封堵技术则是利用膨胀材料的膨胀性,将其注入涵洞内部,通过膨胀作用填充裂缝和空洞处,达到封堵的效果。这些新型封堵技术具有封堵效果好、施工简便、适应性强等优点,特别适用于一些特殊环境下的涵洞封堵工作。这些新型技术的成本相对较高,需要在实际工程中根据具体情况进行选择和应用。

## 3 小型病险水库涵洞封堵施工操作

### 3.1 封堵施工前的准备工作

在进行小型病险水库涵洞封堵施工前,充分的准备工作是确保施工顺利进行和工程质量的关键。施工队伍需要对涵洞及其周围环境进行详细的勘查,了解涵洞的具体位置、尺寸、破损情况、地质条件等信息。通过勘查,可以全面掌握涵洞的现状,为后续的方案设计提供准确的依据。根据勘查结果,结合工程实际情况,制定详细的封堵施工方案。施工方案应包括施工目标、施工方法、施工步骤、材料使用、安全措施等内容。施工方案应经过专家评审,确保其安全性、可行性及关键施工工艺的可操作性。在材料准备方面,施工队伍需要根据施工方案的要求,提前采购所需的材料,如水泥、砂子、石子、注浆材料、注浆管等。材料的质量应符合相关标准和要求,确保施工过程中的材料供应和质量保证。人员组织也是准备工作的重要一环。施工队伍应组建专业的施工团队,明确各人员的职责和任务,确保施工过程中的协调配合和高效运作。施工队伍还应对施工人员进行技术培训和安全教育,提高他们的专业技能和安全意识。在施工现场的准备方面,施工队伍应做好现场清理工作,确保施工区域的整洁和安全。施工队伍还应搭建临时设施,如施工棚、仓库、临时用电等,为施工提供必要的支持和保障。

### 3.2 封堵施工步骤及要点

小型病险水库涵洞封堵施工步骤通常包括涵洞清理、注浆管安装、注浆施工、混凝土浇筑等多个环节。在施工前,需要对涵洞内部进行彻底清理,清除涵洞内的杂物、淤泥和积水。清理工作应彻底,确保涵洞内部干净、干燥。根据施工方案的要求,在涵洞顶部合理布置注浆管。注浆管的安装应牢固、密封,确保注浆过程中浆液不会外泄,注浆管的长度和直径应根据实际需要进行选择,以满足注浆要求。注浆施工是涵洞封堵的关键环节,在注浆过程中,需要控制注浆压力和注浆量,确保浆液能够充分渗透到涵洞空洞处。注浆材料的选择应根据工程实际情况进行选择,如水泥浆、细石混凝土等。注浆过程中应注意观察浆液流动情况,及时调整注浆参数,确保注浆效果。混凝土浇筑封堵时,应控制浇筑速度和浇筑高度,避免产生裂缝和空洞,应做好混凝土的养护工作,确保混凝土质量,在施工过程中,需要对封堵效果进行实时监测和检测,确保封堵段无空洞。在混凝土封堵结束后,应对涵洞顶部未填充密实的部分进行灌浆,可在涵洞顶部打灌浆孔,通过灌浆孔灌浆的型式使涵洞完全填充密实。

### 3.3 施工过程中的质量控制与安全防范

在小型病险水库涵洞封堵施工过程中,质量控制和安全防范是至关重要的。在施工过程中,应严格按照施工方案和相关规范进行操作,确保施工质量和封堵效果。对于关键施工环节和隐蔽工程,应进行重点控制、监督旁站和联合验收。应建立质量管理体系和质量责任制度,明确各人员的质量责任和任务。对于施工过程中使用的材料,应进行严格的质量检查和验收。材料的质量应符合相关标准和要求,并具备相应的质量证明文件。对于不合格的材料,应及时进行退换或处理。在施工过程中,应高度重视安全防范工作,施工现场应设置明显的安全警示标志和防护设施,确保施工人员的安全<sup>[3]</sup>。应制定详细的安全管理制度和应急预案,明确各人员的安全责任和任务。对于密闭、有限空间作业等高风险作业,应采取特殊的安全防范措施,确保施工人员的安全。在施工过程中,应注重环境保护工作,施工队伍应采取有效的措施,减少噪音、粉尘、污水等污染物的排放。对于施工过程中产生的废弃物和污水等污染物,应进行妥善处理,确保不对环境造成污染。在施工过程中,应做好施工记录和档案管理工作,施工记录应真实、准确、完整地记录施工过程中的各项数据和情况,为后续的工程验收和评估提供重要依据。

## 4 小型病险水库涵洞封堵技术的成本效益分析

### 4.1 封堵前后的维护成本对比

在小型病险水库的除险加固过程中,新建新放水涵洞,封堵废旧涵洞对于降低水库长期维护成本具有重要意义。在封堵前,由于涵洞存在破损、裂缝等问题,需要定期进行维修和加固,以防止水库的水资源流失和坝体安全受到威胁。这些维修工作不仅需要投入大量的人力和物力,而且效果往往不尽如人意,维修周期短、频率高,导致维护成本居高不下。在实施涵洞封堵后,通过新建新涵洞可以显著降低维护成本,废旧涵洞封堵能够彻底解决其对坝体稳定性的威胁,从根本上消除安全隐患,减少维修工作的频率和强度,封堵后的涵洞结构更加稳定,不易受到水流冲刷和侵蚀。封堵技术采用的材料通常具有较高的耐久性和抗腐蚀性,能够在较长时间内保持稳定的性能,进一步降低了维护成本。封堵前后的维护成本对比可以体现在水库维修养护人工成本的降低,封堵后,由于维修频率的降低,可以减少维修人员的工作量和工时,从而降低人工成本;材料成本的降低,封堵技术采用的材料通常具有较高的性价比,能够在满足使用要求的同时降低材料费用。封堵后的涵洞结构更加稳定,不易受到破坏和损坏,降低维修成本。

#### 4.2 封堵后的水库涵洞安全和风险减少效果

在小型病险水库中,由于涵洞破损、裂缝等问题的存在,往往会给水库的安全带来严重隐患。实施涵洞封堵技术后,可以显著提高水库坝体的安全性和稳定性,封堵技术能够有效解决涵洞破损垮塌等安全隐患,保障水库的安全运行。封堵后的涵洞结构更加稳定,不易受到水流冲刷和侵蚀,从而降低了发生漏水或垮塌的风险。具体来说,封堵后的水库涵洞安全和风险减少效果可以体现在消除了坝体安全稳定性的危害,封堵后,涵洞不再漏水或垮塌,避免水资源的浪费和损失<sup>[4]</sup>,降低了坝体被破坏风险,提高水库运行效率,提高了水库的蓄水 and 放水能力,从而保证了水库效益的稳定发挥及确保了水库下游人民群众的生命财产安全。

#### 4.3 封堵技术的高质量发展与经济效益

在当前倡导绿色、环保、高质量的背景下,涵洞封堵技术的高质量发展在小型水库除险加固施工中显得尤

为重要。封堵技术采用的材料通常具有较高的耐久性和抗腐蚀性,能够在较长时间内保持稳定的性能,减少更换和维修的需求,符合高质量发展的要求。其次,封堵技术能够有效解决涵洞渗漏垮塌等问题,消除安全隐患,降低因安全事故而带来的经济损失和社会影响,具有显著的经济及社会效益。封堵技术的实施还能够带来一定的经济效益。通过降低维护成本和减少水资源流失等方式,可以节约大量资金和资源,提高水库的运行效率和经济效益。封堵后的涵洞能够使水库病险得以消除,水库能更好地发挥其应有的功能,提高其蓄水和放水能力,从而增加水库经济效益。为了促进封堵技术的高质量发展,可以采取以下措施:(1)加强封堵技术研究和创新。通过不断研究和改进封堵技术和材料,提高封堵效果,降低成本和能耗。(2)加强宣传和推广。通过宣传和推广封堵技术的优点和效果,提高对其认识和接受度,推动其在更多涵洞病险处理领域的应用。(3)加强政策支持和引导。政府可以出台相关政策,鼓励和支持企业采用对废旧涵洞的封堵技术进行病险治理,并为其提供一定的资金和技术支持。

#### 结束语

小型病险水库涵洞封堵技术作为保障水库安全运行的重要手段,其重要性不言而喻。通过实施该技术,不仅能有效解决涵洞破损垮塌的问题,降低维护成本,还能显著提升水库的安全性和稳定性。展望未来,随着技术的不断进步和创新,封堵技术将在更多领域得到应用,为水利工程的高质量发展贡献发挥更大作用。

#### 参考文献

- [1]张伟.李明.小型病险水库涵洞封堵技术研究与应用[J].水利科技与经济.2021.27(3):54-57.
- [2]王晓刚.刘志超.水泥注浆在小型水库涵洞封堵中的应用[J].中国水利.2020(14):48-50.
- [3]陈丽华.陈勇.化学灌浆技术在小型病险水库涵洞封堵中的实践[J].水利规划与设计.2022(1):102-105.
- [4]杨柳.张强.钢筋混凝土结构在小型水库涵洞封堵工程中的应用研究[J].建筑工程技术与设计.2021(8):178-180.