

水平定向钻在小型水库除险加固的应用

刘惠

衡阳市水利水电规划设计院

摘要: 小型水库在农村和山区发挥着重要的水源供应和防洪调蓄功能, 由于多年来缺乏有效的维护和管理, 许多小型水库存在着安全隐患, 需要进行除险加固。以往水库涵洞除险加固中往往采用的两种加固方式为涵洞明挖重建和涵洞套管加固方式。这些方法存在一些局限性, 在一些水库除险加固中往往施工起来较麻烦, 最后未达到设计要求的效果。本文详细描述了水平定向钻技术的原理和特点, 并阐述了其在小型水库除险加固中的应用方法, 以期为该领域的工程实践提供有价值的参考和指导, 进一步促进小型水库安全运行和农村发展。

关键词: 水平定向钻; 小型水库; 除险加固

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2023. 16. 075

引言

水库作为重要的水利工程, 对水资源的调节和供应具有重要作用。由于水库长期使用和自然因素的影响, 一些小型水库存在较多安全隐患, 如坝体渗漏、坍塌、滑坡等问题。这些安全隐患不仅威胁到水库的稳定运行, 还可能对周边地区和居民造成严重的安全风险。水库灌溉放水涵洞除险加固是解决水库安全隐患的重要一环, 传统的加固方法主要涵洞明挖重建和涵洞套管方式等, 然而, 这些方法存在一些局限性, 如施工工期长、施工难度大、成本高、施工效果难以把握等问题。

近年来, 水平定向钻技术的加固方法在水利工程领域得到了广泛应用。水平定向钻技术具有施工灵活、对现有结构影响小、施工周期短等优势, 因此在中小型水库除险加固等水利工程领域取得了良好的效果。

一、小型水库涵洞除险加固问题分析

(一) 小型水库涵洞特点

大多小型水库建于20世纪六七十年代, 原灌溉放水涵洞基本为坝下涵管, 采用的材料为素砼、浆砌石或瓦涵等, 运行多年, 出现结构老化, 涵洞渗漏, 结构坍塌, 损坏严重等问题。但由于涵洞往往较小, 无法进入洞内进行加固处理, 给水库除险加固带来非常大的困难。

现在衡阳市内大多数水库经过了上一轮水库的除险加固, 很多水库病险状况得到根本解决, 但部分水库仍

存在一些问题, 比如涵洞漏水或渗漏现象。上一轮水库除险加固后涵洞大多仍在原涵洞位置, 位于坝体下或坝体内。涵洞渗漏未得到解决, 仍对大坝安全运行造成较大隐患。

(二) 涵洞除险加固方式分析

以往水库除险加固中往往采用的两种加固方式为: 一是, 明挖方式, 挖除原涵洞后再在原址重建箱涵或涵管; 二是, 在原涵洞内进行套管加固, 套管以PE管和钢管居多。这两种施工方式存在各自的问题, 在一些水库除险加固中往往施工起来较麻烦, 最后未达到设计要求的效果。

明挖方式, 是从原涵洞处进行明开挖, 挖除原涵洞, 在原址处新建箱涵或涵洞, 达到对水库涵洞除险加固的目的。对于大多数水库大坝是适用的, 也是能比较彻底解决水库涵洞问题的一种有效的方法, 在以往的水库除险加固中, 采用的较多, 取得了较好的成效。但这种明开挖方式也存在一些不足。一是, 对于大坝较高且较短或者涵洞位于岸边, 且岸边边坡较陡较高, 这种加固方式不太适用了。大坝较高且较短时基本会将原坝体挖完, 已新建坝体无差别了。涵洞靠近岸边的, 经常由于岸边较陡, 也无法开挖, 导致施工困难。二是, 明挖施工若采用箱涵重建涵洞的方式, 施工时间往往需要较长, 大坝坝体回填需要采用大型压实机械压实。这不仅施工工期长, 造价也往往较高。三是, 大坝明挖往往基坑较深, 明挖方式是一个较大安全隐患的施工方式。

涵洞套管加固方式, 由于涵洞不方便明挖, 重建涵洞或涵洞结构较好, 涵洞洞径能满足某个套管尺寸时, 以往的除险加固中会考虑采用套管方式。但套管方式也存在施工困难方面, 导致施工质量难以把握, 可能造成施工效果不理想。一是, 涵洞较长又洞径较小, 涵洞内部结构无法确定, 导致套管拖入时, 可能造成困难, 套管接口质量可能出现质量问题。二是, 涵洞较小时, 套管后, 涵洞内壁与套管之间的间距很小, 套管后需对涵洞与套管之间的间隙进行灌浆处理, 但往往由于间隙很小, 灌浆管难以伸入洞内, 灌浆难以对整个涵洞长度内间隙充填完全。

新一轮小型水库除险加固中, 不断总结经验与教训, 同时借鉴省内其他地方采用水平定向钻在小型水库

涵洞除险加固中的经验，水平定向钻方式已普遍运用到衡阳市中小型水库除险加固中，并已取得显著成果。水平定向钻施工方式具有灵活性高、干扰小、施工速度快等特点，被认为是解决小型水库涵洞除险加固问题的一种很好的解决方案。

二、水平定向钻技术概述

(一) 技术原理和工作原理

水平定向钻作为非开挖技术中最具活力的一项施工技术，具有导向准确、有利环保、效率高等特点。它能在一定曲率半径范围内绕开障碍物，能避免破坏管线经过地区的生态环境，施工速度快，效率高，穿越长度长，深度深。目前在国内已越来越多地应用于石油、天然气、电力、电信等领域。由于水平定向钻的优点，水利工程中也逐渐采用，在很多工程中取得了显著效果。衡阳市近几年水库除险加固中普遍采用这种非开挖的施工技术对大坝新建放水隧洞。其原理基于利用水平方向钻孔，通过地下导向系统和弯曲钻头，将钢管或管道从一侧引入土层中，并在目标位置出口，实现地下管道的布设和施工。水平定向钻的工

作原理涉及几个主要步骤。首先，确定钻探的入口点和目标点，并进行地质勘探，以了解地层情况和地下障碍物的分布。然后，使用钻机进行预钻，即在入口点附近钻探一个导向孔，使其倾斜和弯曲，以达到目标位置。导向孔钻探通常使用钻柱和导向系统，如钻头和钻杆组合，以保持钻孔方向稳定。一旦导向孔钻探完成，操作人员将导向工具更换为扩孔钻头，并逐渐扩大钻孔直径。此过程中，通过旋转钻杆和施加推力，扩孔钻头将土壤松动并将其移除。导向孔的扩大使得后续的施工管道能够通过地层，并最终到达目标位置。在管道通过钻孔到达目标位置后，将进行管道布设，管道可以是钢管、塑料管或其他材料，根据具体应用需求而定。一旦管道布设完成，需要进行密封和固定，以确保其稳定性和工作效果。最后，进行施工现场的清理和恢复工作，使地表恢复原状。

(二) 设备和材料

水平定向钻技术在小型水库除险加固中需要使用特定的设备和材料，表1列出了一些常用的设备和材料，以及它们在水平定向钻施工中的作用和特点。

表1 常用的设备和材料

设备/材料	作用和特点
钻杆和钻头	用于钻孔的主要工具，具有足够的强度和耐磨性。钻杆通常是螺旋式的，能够在地下进行水平或倾斜钻进。钻头的选择根据地质条件和施工要求，可采用不同类型的钻头，如钻头和扩孔器的组合，以实现钻孔和加固的目标。
钻进控制系统	用于控制钻进设备的系统，包括控制台、传感器和测量仪器。它能够监测钻进参数，如方位、倾角和进尺等，并通过实时反馈来指导操作员进行准确的钻孔和导向。
泥浆系统	提供钻进过程中的冷却、润滑和排泥功能。泥浆由泵送系统输送到钻杆中，并通过回流管道带走岩屑和废料。适当的泥浆配方和循环系统能够保持钻孔的稳定性，减少钻进时的摩擦力，并保证工作面的清洁。
注浆设备	用于注入加固材料的设备。水平定向钻加固过程中，注浆设备用于将混凝土、水泥浆或其他填充材料注入钻孔中，以填充和加固地层空隙和裂缝。注浆能够提高地层的强度和稳定性，并形成与周围土体良好的黏结。在水库除险加固中，采用水泥浆较多。
监测设备	用于实时监测加固效果和施工过程中的变形和位移。监测设备可以包括应变计、位移传感器和压力计等。通过监测设备，可以对加固效果进行评估，并及时调整施工策略，确保加固的有效性和安全性。

三、水平定向钻在小型水库除险加固中的应用方法

(一) 预处理工作

在进行水平定向钻施工之前，需要进行一系列的预处理工作以确保施工的顺利进行。预处理工作主要包括勘察和设计阶段的工作，旨在获取必要的信息和数据，为后续的施工准备工作提供基础。第一，进行水库的详细勘察和测量工作，包括对水库的地质条件、地下水位、土层特性、堤体结构等进行全面的调查和测量，以获取准确的工程地质和水文地质数据。通过分析这些数据，可以确定水库存在的问题和潜在的风险，为施工方案的制定提供依据。第二，进行水平定向钻施工的设计

工作，根据勘察和测量结果，结合工程要求和施工技术的特点，进行合理的施工方案设计，确定定向钻孔的位置、长度和方向，选择适当的钻具和注浆材料，制定施工步骤和控制措施等，设计阶段的工作需要充分考虑水库的具体情况，确保施工的安全性和效果。第三，还需要进行必要的审批和手续办理工作，根据当地的法律法规和相关规定，申请施工许可证和环境影响评价等相关审批手续。同时，还需要与相关部门和单位进行沟通和协调，确保施工过程符合相关标准和要求。通过详细的勘察和设计，可以提前了解水库的情况和施工要求，为后续的施工阶段提供准确的指导和依据，从而确保小型

水库除险加固工程的顺利进行。

（二）定向钻孔设计

在设计定向钻孔时，需要考虑水库的具体情况、加固目标以及地质条件等因素。首先，根据水库的结构和存在的问题，确定加固的目标区域，包括水库堤体的破损部分、渗漏点或其他需要加固的关键位置。其次，通过对目标区域进行详细的地质勘测和调查，获取地下情况的信息，包括地层结构、岩土性质、水位等数据，这些信息对于钻孔设计和加固方案的制定至关重要。在钻孔设计中，需要考虑钻孔的位置、角度和长度，根据目标区域的位置和几何形状，确定最佳的钻孔位置，以便能够覆盖目标区域并满足加固要求。钻孔的角度也需要合理选择，以确保在地下工作空间受限的情况下能够顺利施工。钻孔的长度取决于加固材料的注入深度和目标区域的具体情况。此外，还需要考虑钻孔的密度和布置方式，根据目标区域的大小和形状，确定合适的钻孔密度，以达到加固效果的要求。钻孔的布置方式可以根据具体情况选择，可以是均匀布置或集中布置，以满足加固区域的需求。最后，在设计定向钻孔时，需要考虑施工的安全性和可行性，根据实际情况，确定最佳的钻孔施工路径，以避免地下障碍物或其他潜在风险。同时，也需要考虑施工设备和条件，确保能够顺利进行钻孔作业。通过科学合理的定向钻孔设计，可以有效地满足小型水库除险加固的要求，并确保施工的安全和高效性。这将为后续的钻孔施工和加固工作奠定坚实的基础。

（三）钻孔施工

在施工过程中，需要遵循以下步骤进行钻孔操作。首先，根据工程设计要求，确定每个钻孔的位置和深度，在选择钻孔位置时，需要考虑水库的结构特点和存在的安全隐患。接下来，进行钻孔设备的设置和调试，确保钻机的稳定性和准确性，以及相应的钻具和钻头的选择和安装。在施工过程中，需要进行导向装置的安装和调整，以确保钻孔的准确性和精度，导向装置可以根据设计要求控制钻孔的水平方向和垂直方向。开始钻孔时，操作人员需要密切监控钻孔的进展情况，通过实时监测钻孔深度和方向，可以及时调整钻机的参数和操作方法，以确保钻孔的准确性和一致性。在钻孔过程中，还需要根据需要进行冲洗和清理，冲洗可以帮助排除钻孔中的碎屑和泥浆，保持钻孔的通畅，清理工作可以使用吸尘设备或其他合适的方法进行。完成钻孔后，需要进行必要的检查和测试，检查钻孔的质量和几何参数，确保符合设计要求。同时，进行必要的记录和标记，以便后续的加固工作。钻孔施工的质量和效率直接影响到

后续加固工程的成功与否。

（四）加固材料注入

水平定向钻施工完成后，需要通过钻孔将加固材料注入到水库的关键部位，以增强结构的稳定性和抗渗性能。加固材料的选择应根据水库的具体情况和加固目标来确定，常见的加固材料包括水泥浆、聚合物注浆材料等。在注入过程中，需要确保加固材料具有良好的流动性和黏附性，以便充分填充钻孔和与原有结构形成牢固的黏结。注入加固材料的过程通常分为以下几个步骤。第一，需要根据设计要求准备好预先配制好的加固材料。第二，通过专用的注浆设备将加固材料注入到钻孔中。注入时要注意控制注浆压力和流量，以确保加固材料能够均匀地填充钻孔并与周围土体或结构紧密结合。在注浆过程中，还应监测注浆压力和注浆量，并根据需要进行调整。完成注浆后，需要对加固材料进行充分的固化和硬化，这个过程需要一定的时间，以确保加固材料具备所需的强度和稳定性。在固化期间，需要对施工区域进行保护，以防止外部因素对加固材料的影响。通过注入加固材料，水平定向钻技术可以有效地提高小型水库的抗渗性能和结构稳定性。合理选择和控制加固材料的注入过程，能够确保加固效果的可靠性和持久性。

结语

综上所述，通过对相关工作的综述和水平定向钻技术的概述，发现该技术具有许多优势，水平定向钻技术能够有效增强水库结构的稳定性，提高其抗洪抗震能力。水平定向钻技术在小型水库除险加固中仍具有广阔的应用前景，建议进一步研究加固方案的优化，探索更多的材料和设备创新，并深入研究施工管理和质量控制的方法，以提高加固效果和施工效率。此外，与其他相关领域的技术交叉应用也值得进一步探索，以期实现更全面、高效的小型水库除险加固方案。

参考文献

- [1] 贾俊策, 李宏. 水平定向钻技术在农村供水工程中的应用[J]. 河南水利与南水北调, 2023, 52(05): 38-39.
- [2] 何华志. 定向钻在小型水库除险加固中的应用[J]. 浙江水利科技, 2013, 41(03): 51-52.
- [3] 向华平, 朱方和, 王剑. 水平定向钻孔技术在小型水库除险加固工程中的应用[J]. 湖南水利水电, 2019(03): 72-74.
- [4] 巴万铭. 水平定向钻跨河技术的应用现状与发展研究[J]. 工程建设与设计, 2023(07): 172-174.