

水利工程挡水坝基础处理中的地基加固与处理技术研究

于莽, 朱天久

江苏淮阴水利建设有限公司, 江苏 淮安 223001

摘要：地基的不稳定性和强度不足可能导致挡水坝的沉降、倾斜、渗漏等问题，甚至引发严重的工程事故。因此，地基加固与处理技术的研究对于提高挡水坝的稳定性和安全性具有重要意义。本文概述了水利工程挡水坝基础处理的定义、目标以及存在的问题和挑战。接着介绍了地基加固与处理技术的关键内容，包括地质勘察与评估、地基加固技术和地基处理技术。最后，探讨了地基加固与处理技术的优化与创新，包括智能化和数字化应用、可持续性和环境保护，以及技术创新方面的发展。通过综合运用这些技术和方法，可以提高挡水坝基础的稳定性和可靠性，确保工程安全和可持续发展。

关键词：水利工程；挡水坝；地基加固

Research on the Foundation Reinforcement and Treatment Technology in the Foundation Treatment of Water Conservancy Project Retaining Dam

Yu Mang, Zhu Tianjiu

Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., LTD Jiangsu Huaian 223001

Abstract： The instability and insufficient strength of the foundation may lead to the settlement, tilt, leakage and other problems of the retaining dam, and even cause serious engineering accidents. Therefore, the research of foundation reinforcement and treatment technology is of great significance to improve the stability and safety of the retaining dam. This article summarizes the definition, objectives and existing problems and challenges for the treatment of retaining dam foundation in water conservancy projects. Then the key contents of foundation reinforcement and treatment technology are introduced, including geological survey and evaluation, foundation reinforcement technology and foundation treatment technology. Finally, the optimization and innovation of foundation reinforcement and treatment technology, including intelligent and digital application, sustainability and environmental protection, and the development of technological innovation are discussed. Through the comprehensive application of these technologies and methods, the stability and reliability of the retaining dam foundation can be improved, and the engineering safety and sustainable development can be ensured.

Key words： water conservancy project; retaining dam; foundation reinforcement

一、前言

在水利工程中，挡水坝被广泛应用于水资源调控、防洪抗灾等方面。然而，挡水坝的地基问题一直是影响工程安全和可靠性的重要因素之一。地基的不稳定性和强度不足可能导致挡水坝的沉降、倾斜、渗漏等问题，甚至引发严重的工程事故。因此，地基加固与处理技术研究对于提高挡水坝的稳定性和安全性具有重要意义。

二、水利工程挡水坝基础处理概述

（一）挡水坝基础处理的定义和目标

挡水坝基础处理是指对挡水坝的地基进行加固和处理的过程，旨在提高地基的稳定性和承载能力，保证挡水坝的安全运

行。挡水坝的地基处理是水利工程中的重要环节，它涉及地质工程、土力学、结构力学等多个学科的知识和技术。

挡水坝基础处理的目标主要包括以下几个方面：首先，提高地基的抗震性能，增强挡水坝在地震等自然灾害中的稳定性和安全性；其次，加强地基的抗渗性能，防止地下水和渗漏水对挡水坝的侵蚀和破坏；再次，增加地基的抗滑移性能，防止地基滑移导致挡水坝的倾斜和失稳；最后，改善地基的承载能力，确保挡水坝能够承受水压和自重等荷载，保证挡水坝的结构稳定和功能完整。

（二）水利工程挡水坝基础存在的问题和挑战

首先，地质条件的复杂性是挡水坝基础处理的主要问题之一。不同地区的地质条件差异较大，包括地层的组成、强度、透水性等方面的差异，因此需要根据具体情况制定适应性强的处理方案。同时，地下水位、地震活动等因素也会对挡水坝的基础产

生影响，需要进行全面的地质勘探和数据分析，以确保处理方案的可行性和有效性。

其次，挡水坝基础处理还面临着施工难度大、施工周期长的挑战。挡水坝作为重要的水利工程设施，其基础处理需要经过一系列复杂的施工过程，包括地表清理、地基加固、防渗措施等。这些施工工序需要高度的技术要求和专业的施工团队，同时还需要合理的施工方法和监测手段。因此，挡水坝基础处理的施工周期较长，施工成本也较高，需要综合考虑工程经济和技术可行性。

最后，挡水坝基础处理还存在着技术难题和安全风险。挡水坝作为重要的水利工程设施，其稳定性和安全性是至关重要的。然而，在地基处理过程中，可能会出现施工质量不达标、地基变形和沉降等问题，给挡水坝的安全运行带来风险。因此，挡水坝基础处理需要结合先进的地基加固和处理技术，确保处理效果稳定可靠，从而保障挡水坝的安全性^[1]。

三、地基加固与处理技术

(一) 地质勘察与评估

(1) 地质勘察方法与数据分析

地质勘察是水利工程挡水坝基础处理中至关重要的一步，它为地基加固与处理技术的选择和实施提供了基础数据和评估依据。在地质勘察过程中，一般会采用多种方法进行，如地质勘探、岩土工程试验和地质资料收集等。地质勘探包括地表观测、地质钻探和地下水位监测等，通过获取岩土层的分布、厚度、性质和地下水位等信息，对地基的现状进行详细描述和分析。

在地质勘察的基础上，进行数据的分析和解读也是至关重要的。通过对勘察数据的处理和分析，可以获得地基的力学性质、稳定性状况、地下水位及渗流特性等信息。这些数据分析的结果能够为地基加固与处理技术的选择和设计提供依据。例如，通过分析地质勘察数据，可以确定地基的强度和稳定性，评估地基承载能力和变形特性，从而选择合适的加固方法和材料。

(2) 地基条件评估与风险分析

地基条件评估的目的是了解地基的物理性质、力学性能和变形特征等。通过地质勘察和相关实验数据的分析，可以确定地基的承载能力、抗滑性能、变形特征等关键参数。在进行地基条件评估的基础上，进行风险分析是为了识别和评估潜在的地质灾害和施工风险。通过综合考虑地基条件、工程设计要求和环境因素等，对可能出现的地质灾害风险进行定量或定性的评估。这包括对地滑、滑坡、地震等地质灾害的潜在性进行分析，并考虑这些灾害对挡水坝基础的影响和破坏程度。风险分析的结果可以为制定相应的风险管理措施和应急预案提供依据，以确保挡水坝基础的安全性和稳定性。

(二) 地基加固技术

(1) 地基加固材料与选择

地基加固是水利工程挡水坝基础处理中的关键环节，用于提高地基的承载能力、抗滑性能和稳定性。在选择地基加固技术时，合适的地基加固材料和选择至关重要。

地基加固材料通常包括土工合成材料、地基灌浆材料和地基加固剂等。土工合成材料是一种具有一定强度和延展性的人工合成材料，如土工织物、土工格栅等。这些材料可以增加地基的抗剪强度和承载能力，提高地基的稳定性。地基灌浆材料是一种用于填充地基裂隙、增强土体的材料，如水泥浆、膨润土浆等。地基加固剂则是通过与地基土体反应或改变土体物理性质来提高地基的强度和稳定性，如水玻璃、水泥石灰等。

在地基加固方法的选择上，常见的技术包括土体加固、灌浆加固、地下连续墙、钢筋混凝土桩等。土体加固可以通过土石方填筑、振动加固等手段改善地基的力学性质。灌浆加固是将地基灌浆材料注入地基中，填充裂隙、增强土体的强度。地下连续墙是在地基中设置连续的深层墙体，增加地基的刚度和抗侧力能力。钢筋混凝土桩则是通过在地基中打入钢筋混凝土桩来增加地基的承载能力和稳定性。

(2) 地基加固施工工艺与控制

在地基加固施工中，需要遵循一系列的工艺步骤和控制措施，以确保施工质量和加固效果的达到预期目标。

首先，地基加固施工前需要进行详细的施工方案制定，包括施工工艺流程、施工方法、施工顺序等。根据地质勘察和设计的要求，确定适合的地基加固技术和施工参数，制定合理的施工计划。其次，施工中需要进行地基预处理工作，如清理地表杂物、清除松散土壤、修整地基表面等，以提供良好的施工基础。同时，根据地质条件和加固要求，选择合适的施工方法，如土体加固、灌浆加固、桩基加固等。其次，在地基加固施工过程中，需要加强施工质量控制。这包括对施工材料的检验和验收，确保材料的质量符合要求。最后，在地基加固施工完成后，还需要进行施工质量的检验和评估。通过对加固地基的检测和监测，评估加固效果的达到情况，验证施工质量的合格性^[2]。

(三) 地基处理技术

(1) 地基改良方法与原理

首先是土体加固。通过土壤加固材料的注入或混合，改善地基土的工程性质。常用的土体加固方法包括灌浆、碎石加固和混凝土加固等。灌浆是将适量的固化剂注入地基土中，形成固结体，提高土壤的强度和稳定性。碎石加固是在地基土中混入适量的石子或碎石，形成石子土壤体，增加土体的密实度和承载能力。混凝土加固是在地基土中注入混凝土浆体，形成混凝土柱或墙体，增加土体的强度和稳定性。

其次是地基处理。地基处理是通过物理或化学手段，改变地基土的结构和性质。常用的地基处理方法包括振动加固、预应力加固和冻结加固等。振动加固是利用振动机械或振动锤对地基土进行震动，使土颗粒重新排列，提高土体的密实度和稳定性。预应力加固是在地基土中埋设预应力锚杆或拉索，并施加预应力力量，使土体产生内聚力，增加土体的抗拉能力和稳定性。冻结加固是通过注入冷冻液体或通过冷却管道进行冷却，使地基土冻结成坚固的冻土，提高土体的强度和稳定性。

(2) 地基处理施工工艺与质量控制

首先，地基处理施工工艺应根据具体情况进行选择和优化。

在选择施工工艺时,要考虑地基土的性质、加固要求以及施工条件等因素。常见的地基处理施工工艺包括土壤固化、混凝土加固、钢筋加固等。施工工艺的选择应综合考虑施工难度、施工周期和经济性等因素,确保施工的可行性和效果。其次,地基处理施工过程需要进行严格的质量控制。质量控制包括材料的选用、施工操作的规范性和质量监测等方面。在选择材料时,应根据加固要求选择合适的固化剂、混凝土等材料,并确保材料的质量和性能符合设计要求。施工操作应按照规范要求进行,包括施工工艺的控制、施工设备的使用和施工人员的技术水平等方面。同时,还需要进行质量监测,通过对加固后地基土的采样和实验分析,评估施工质量的合格性。最后,地基处理施工过程中还需要注意施工安全和环境保护。施工安全是保障施工人员和设备安全的重要环节,需要严格遵守安全操作规程,采取必要的安全防护措施,确保施工过程的安全性。环境保护也是施工过程中应重视的方面,要遵循环保法规,采取相应的环保措施,减少对周围环境的影响^[3]。

四、地基加固与处理技术的优化与创新

(一) 智能化和数字化应用

随着信息技术的快速发展和应用,智能化和数字化技术为地基加固与处理提供了新的机遇和可能性。

智能化应用可以通过传感器、监测系统和数据分析等技术手段实现。通过在地基中布置传感器,可以实时监测地基的变形、应力和湿度等关键参数,提供准确的数据支持和预警系统,及时识别和响应地基问题。监测系统可以与数据平台相连接,对大量数据进行处理和分析,提取有价值的信息并进行模型预测和风险评估,从而为决策者提供科学依据。

数字化应用可以通过信息系统、虚拟现实技术和建模仿真等手段实现。建立地基加固与处理的数字化信息系统,可以实现对施工过程的全面监控和管理,提高施工效率和质量控制。虚拟现实技术可以将地基加固与处理的设计和施工过程以虚拟的方式呈现,提供直观的视觉效果和交互式体验,有助于优化方案设计和施工计划。建模仿真技术可以对地基加固与处理过程进行数字化建模和仿真模拟,预测施工效果和风险,并提供优化建议,减少

试错成本和提高工程质量^[4]。

(二) 可持续性和环境保护

随着社会对可持续发展的需求不断增加,对于挡水坝基础处理技术的环境影响和资源利用效率提出了更高的要求。

首先,可持续性的目标要求在地基加固与处理过程中,减少对自然资源的消耗和环境的污染。传统的加固材料和施工工艺可能会对土壤、水体和生态环境造成不良影响。因此,需要开发和应用环保型的加固材料,例如可再生材料和回收利用材料,以减少资源消耗和减少废弃物的产生。此外,施工工艺也应注重减少能耗和排放,通过优化施工过程、节约能源和控制污染物排放,减少对环境的不良影响。其次,环境保护是地基加固与处理技术发展的重要方向。在选择和应用地基加固与处理技术时,需要综合考虑环境敏感区域的特点和环境保护的要求。例如,对于具有特殊生态环境的地区,应采取保护措施保护当地生态系统的完整性和生物多样性。在施工过程中,需要严格控制土壤和水体的污染,确保施工不对周边环境产生负面影响^[5]。

(三) 地基加固与处理技术的创新

随着水利工程挡水坝的规模和复杂性的增加,地基加固与处理技术需要不断创新和发展以应对新的挑战。在地基加固方面,创新的技术可以包括新型加固材料的开发和应用,例如纤维增强土壤、高性能混凝土等,以提高地基的抗压强度和抗剪强度。在地基处理方面,创新的技术可以涉及新型地下水控制方法和岩土处理技术。地下水控制是地基处理的重要环节,新技术可以包括地下水抽取与封堵技术的结合应用,以实现地下水位的有效控制。

五、结语

综上所述,地基加固与处理技术的研究对于提高水利工程挡水坝基础的稳定性和安全性具有重要意义。通过地质勘察与评估,合理选择加固与处理方法,应用智能化和数字化技术,注重可持续性和环境保护,可以有效提高挡水坝的抗灾能力和运行安全性,促进水利工程的可持续发展。然而,地基加固与处理技术研究仍面临着挑战,需要进一步深入研究和创新,以适应复杂多变的工程环境和需求。

参考文献:

- [1] 杨勇. 水利工程不良地基混凝土桩加固分析[J]. 地下水, 2022, 44(03):293-295.
- [2] 李帅. 水利工程中地基加固施工技术分析[J]. 珠江水运, 2021,(15):38-39.
- [3] 刘飞虎. 桩技术在水利工程地基加固中的应用[J]. 珠江水运, 2021,(15):46-47.
- [4] 赵文成. 水利工程不良地基施工加固技术探讨[J]. 工程技术研究, 2021,6(04):124-125.
- [5] 孟德青. 水利工程不良地基施工加固技术探讨[J]. 建筑技术开发, 2020,47(17):161-162.