

水利工程堤防防渗施工技术的应用

付建利 段希辉

山东黄河河务局德州黄河河务局 山东 德州 253000

摘要: 水利工程堤防作为防洪减灾的重要屏障,其防渗性能直接关系到工程的安全与稳定。本文旨在探讨水利工程堤防防渗施工技术的应用现状、技术特点、材料选择、施工工艺及质量监控等方面,为提升堤防防渗能力提供理论依据和实践指导。

关键词: 水利工程;堤防防渗;施工技术;应用

引言

随着全球气候变化的加剧和城市化进程的加快,水利工程堤防面临着更为严峻的防洪挑战。防渗施工技术作为堤防工程的核心环节,对于保障堤防的安全稳定具有重要意义。本文将从防渗材料、施工工艺、质量监控等角度,对水利工程堤防防渗施工技术进行深入研究。

1 水利工程堤防防渗施工的重要性

堤防防渗性能的好坏直接影响到工程的安全性和稳定性。防渗技术的有效应用,能够显著降低堤防的渗透压力,防止地下水渗透导致的堤身破坏,如管涌、流土等现象的发生。在洪水期间,强大的水流和渗透压力会对堤防产生巨大的冲击,如果防渗性能不足,就可能导致堤防的破坏,甚至引发洪水灾害^[1]。因此,确保堤防防渗技术的有效应用,是保障堤防在洪水期间稳定运行的关键。

2 水利工程堤防防渗材料的选择与应用

2.1 常见防渗材料

水利工程堤防防渗施工中常用的材料种类繁多,每种材料都有其独特的防渗性能、耐久性和施工成本等特点。以下是几种常见的防渗材料:(1)聚乙烯膜:这是一种高分子合成材料,具有良好的防水性能和抗渗透性能。它的柔韧性好,适应性强,可以适应各种复杂的地形和地质条件。同时,聚乙烯膜的经济实用性也很强,因此在水利工程中得到了广泛的应用。(2)土工布:这是一种由合成纤维制成的土工材料,具有较高抗拉强度和抗压性能。土工布适用于堤防防渗施工,特别是在复杂地质条件下,它能够有效防止水土流失,保护堤防的稳定性。同时,土工布还具有良好的耐腐蚀性和耐久性,能够长期保持其防渗效果。(3)混凝土:作为一种传统的建筑材料,混凝土在堤防防渗墙施工中扮演着重要角色。它具有高强度和耐久性,能够有效抵抗水流和渗透压力的侵蚀。通过控制混凝土的配合比和施工工

艺,可以有效控制防渗墙的厚度和强度,确保防渗效果达到预期目标。除了以上几种材料外,还有玻璃钢等其他防渗材料也在水利工程中得到了应用。这些材料各具特色,可以根据具体的工程需求和环境条件进行选择。

2.2 材料选择原则

在选择防渗材料时,需要综合考虑多个因素以确保防渗效果达到预期目标。以下是一些主要的选择原则:首先,防渗性能是选择材料的首要考虑因素。材料的防渗性能必须满足工程的设计要求,能够有效抵抗水流和渗透压力的侵蚀,防止堤防发生渗漏现象。其次,耐久性也是重要的考虑因素。防渗材料需要长期保持其防渗效果,因此必须具有良好的耐久性和稳定性,能够抵抗自然环境的侵蚀和破坏。此外,成本也是选择材料时需要考虑的因素之一。在选择防渗材料时,需要在满足防渗性能和耐久性的前提下,尽可能选择经济实用的材料,以降低工程的造价。最后,环保性也是越来越重要的考虑因素。在选择防渗材料时,需要关注其对环境的影响,尽可能选择环保、无害的材料,以减少对环境的破坏和污染。

3 水利工程堤防防渗施工工艺及技术要点

3.1 混凝土防渗墙施工技术

混凝土防渗墙施工技术是一种垂直防渗技术,广泛应用于堤防工程中粒状土体的防渗施工。该技术通过建造具有特定厚度和深度的混凝土防渗墙,有效阻隔地下水渗透,提高堤防的防渗性能。

施工流程方面,混凝土防渗墙的施工主要包括以下环节:(1)槽孔建造:根据设计要求,在堤防工程中使用钻孔机械建造槽孔。槽孔的深度、宽度和间距需严格控制,以确保防渗墙的稳定性和防渗效果。(2)泥浆护壁:在槽孔建造过程中,使用泥浆进行护壁,以防止槽孔坍塌。泥浆的配比和性能需严格控制,以确保其护壁效果。(3)清孔换浆:在槽孔建造完成后,进行清孔换

浆操作，将槽孔内的泥浆清除，并换入新的泥浆，以保持槽孔的稳定性和清洁度。（4）钢筋笼制作与吊装：根据设计要求，制作钢筋笼并将其吊装入槽孔内。钢筋笼的制作需符合设计要求，吊装过程中需保持其稳定性和位置准确。（5）混凝土浇筑：在钢筋笼吊装完成后，进行混凝土浇筑操作。混凝土的配比、浇筑速度和振捣方式需严格控制，以确保防渗墙的质量和密实度。

在质量控制方面，混凝土防渗墙施工技术需要严格控制以下关键参数：一是泥浆性能：泥浆的配比、稠度和含砂量等性能需严格控制，以确保其护壁效果和防渗墙的质量。二是槽孔垂直度：槽孔的垂直度需严格控制，以确保防渗墙的垂直度和稳定性。在施工过程中，需使用专业仪器进行监测和调整^[2]。三是混凝土浇筑质量：混凝土的浇筑质量是防渗墙质量的关键。需严格控制混凝土的配比、浇筑速度和振捣方式，以确保防渗墙的密实度和强度。同时，还需对浇筑过程中的温度、湿度等环境因素进行监测和控制。

3.2 高压喷射防渗墙施工技术

高压喷射防渗墙施工技术是一种先进的堤防防渗施工方法，它利用高压射流冲击土层，并与水泥浆混合，形成坚固的防渗墙。该技术因其施工设备简单、适用范围广泛、施工效率高以及成本相对较低等优点，在各种堤防防渗工程中得到了广泛的应用。

施工流程方面，高压喷射防渗墙的施工主要包括以下环节：（1）钻孔：根据设计要求，在堤防工程中使用钻孔机械进行钻孔。钻孔的深度、直径和位置需严格控制，以确保防渗墙的稳定性和防渗效果。（2）插管：在钻孔完成后，将喷射管插入孔中。插管的过程中需要保持喷射管的稳定，并确保其插入深度符合设计要求。（3）喷射注浆：通过高压设备将水泥浆以高速喷射到土层中，与土层混合形成防渗墙。在喷射过程中，需要合理控制喷射压力、浆液浓度以及喷射速度等参数，以确保防渗墙的形成质量和防渗效果。（4）拔管：在喷射注浆完成后，将喷射管从孔中拔出。拔管的过程中需要保持喷射管的稳定，避免对防渗墙造成破坏。（5）回填：在拔管后，对钻孔进行回填，以恢复堤防的原始状态。回填材料的选择和回填方式需符合设计要求。

高压喷射防渗墙施工技术需要特别注意以下几点：一是喷射压力的控制：喷射压力是形成防渗墙的关键因素之一。过高的喷射压力可能导致土层破坏，而过低的喷射压力则可能无法形成有效的防渗墙。因此，需要根据土层性质和防渗要求合理控制喷射压力。二是浆液浓度的选择：浆液浓度对防渗墙的形成质量和防渗效果

有重要影响。浓度过高可能导致浆液难以喷射到土层中，而浓度过低则可能无法形成坚固的防渗墙。因此，需要根据具体工程要求选择合适的浆液浓度。三是喷射速度的调节：喷射速度也是影响防渗墙形成质量的重要因素。过快的喷射速度可能导致浆液无法充分与土层混合，而过慢的喷射速度则可能延长施工时间并增加成本。因此，需要根据实际情况合理调节喷射速度。

3.3 帷幕灌浆防渗施工技术

帷幕灌浆防渗施工技术是一种在水利工程堤防防渗中广泛应用的重要技术手段。该技术通过钻孔将浆液灌入岩层或土层的裂隙中，形成一道连续的阻水帷幕，从而显著增强岩基的强度和抗渗性，确保堤防工程的稳定性和安全性。

帷幕灌浆防渗施工技术的施工流程主要包括以下几个环节：（1）钻孔：使用专业的钻孔设备，按照设计要求进行钻孔作业。钻孔的孔位、孔距、孔深等参数需严格控制，以确保帷幕灌浆的效果。在钻孔过程中，需定期检测钻孔的垂直度和孔斜情况，确保钻孔质量。（2）压水试验：钻孔完成后，进行压水试验以测定地层的透水率。这一步骤对于确定灌浆参数、评估地层特性至关重要。压水试验通常采用单点法或五点法进行，通过施加一定的压力，观察并记录流量变化，从而计算出地层的透水率。（3）灌浆：根据压水试验结果和工程实际情况，选择合适的灌浆方法和浆液配比进行灌浆作业。灌浆过程中需密切关注灌浆压力、注入量等参数的变化情况，并根据实际情况及时调整灌浆工艺^[3]。为确保灌浆效果和质量，灌浆作业需按照分序加密的原则进行，即先进行Ⅰ序孔灌浆，再进行Ⅱ序孔灌浆，最后进行Ⅲ序孔灌浆。（4）封孔：灌浆结束后，需按照设计要求进行封孔作业。封孔的目的是确保孔口封闭严密，防止浆液外溢或地下水渗入。封孔作业通常采用全孔灌浆封堵法或压力灌浆封孔法等方法进行。

在帷幕灌浆防渗施工技术的实施过程中，需特别注意以下几个技术要点：一是灌浆材料的选择：灌浆材料通常为水泥浆或化学浆液等。在选择灌浆材料时，需考虑地层的特性、灌浆目的以及工程要求等因素。二是灌浆压力的控制：灌浆压力的选择需根据地层特性、孔深、浆液性质等因素综合考虑。在灌浆过程中，需密切关注灌浆压力的变化情况，并根据实际情况及时调整灌浆压力以确保灌浆效果。三是浆液浓度的调节：在灌浆过程中，需根据地层特性、灌浆压力、注入量等因素调节浆液浓度。一般情况下，灌浆浆液浓度应由稀到浓逐级变换。当灌浆压力保持不变而注入率持续减少时，或

注入率保持不变而灌浆压力持续升高时，不得改变浆液浓度。四是特殊情况的处理：在帷幕灌浆施工过程中，可能会遇到冒浆、漏浆、串浆等特殊情况。针对这些情况需及时采取相应措施进行处理以确保灌浆效果和质量。例如，在出现冒浆情况时可通过嵌缝、表面封堵等方法进行处理；在出现串浆情况时可通过封闭一孔、灌注一孔或两孔同时灌浆等方法进行处理。

4 水利工程堤防防渗施工的质量监控与检测技术

4.1 质量监控体系

4.1.1 施工前准备阶段

在施工前，应做好充分的准备工作。组织设计、建设、监理等单位共同审查施工图纸，确保设计意图明确，技术要求合理，避免施工过程中的设计变更。根据工程特点编制详细的施工组织设计，明确施工方法、工艺流程、质量控制措施等。对进场的施工材料和设备进行严格检验，确保材料质量合格，设备性能满足施工要求。对施工人员进行技术交底和安全教育，提高施工人员的专业技能和安全意识。

4.1.2 施工过程实施阶段

在施工过程中，应实施全面的质量控制措施，包括：设立现场质量监督点，对施工过程进行全程监督，确保施工工艺符合设计要求。定期对施工质量进行检查和验收，及时发现并纠正质量问题^[4]。建立完善的施工记录制度，详细记录施工过程中的各项数据和质量情况，为后续的质量追溯提供依据。

4.1.3 施工后验收阶段

在施工完成后，应进行全面的验收工作，包括：对完成的工程成果进行逐项检查，确保各项工程质量符合设计要求。邀请相关技术人员和专家对工程进行专业评估，并出具质量验收报告。针对验收过程中发现的问题及时进行整改和处理，确保工程质量达标。

4.2 检测技术与方法

4.2.1 渗透试验

渗透试验是评估土壤透水性能的重要方法。通过模拟水流在土壤中的渗透过程，可以测定土壤的渗透系数等参数，从而评价土壤的防渗性能。渗透试验包括常水

头试验和变水头试验等多种方法，具体选择应根据工程实际情况和试验要求确定。

4.2.2 渗透率试验

渗透率试验是直接测定防渗材料渗透性能的方法。通过对防渗材料进行渗透率试验，可以了解其渗透性能是否满足设计要求。试验过程中需严格控制试验条件，确保试验结果的准确性和可靠性。

4.2.3 材料质量检测

材料质量检测是确保防渗材料质量的重要手段。通过对进场材料进行取样、试验和分析，可以评估其物理力学性能、化学稳定性等指标是否满足设计要求。常用的材料质量检测方法包括含水量试验、击实试验、颗粒分析试验等。

4.2.4 其他检测技术

除了上述常见的检测技术外，还可以根据工程实际情况采用其他先进的检测技术与方法，如无损检测技术（如地质雷达法、面波法等）、遥感监测技术等。这些技术具有检测速度快、不破坏工程结构等优点，在堤防防渗施工质量检测中发挥着重要作用。

结语

水利工程堤防防渗施工技术的应用研究对于提升堤防工程的安全性和稳定性具有重要意义。通过选择合适的防渗材料、优化施工工艺、加强质量监控与检测等措施，可以显著提高堤防的防渗能力，延长工程使用寿命。未来随着科技的不断进步和创新，防渗施工技术将不断得到改进和完善，为水利工程的可持续发展提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]葛红花.水利工程施工中堤防防渗技术的研究[J].水上安全,2024,(11):172-174.
- [2]包小红.水利工程堤防防渗施工技术的应用探讨[J].大众标准化,2024,(05):136-138.
- [3]王锋博.水利工程堤坝多维防渗施工技术应用研究[J].吉林水利,2024,(02):74-78.
- [4]于晓森.水利工程堤防防渗施工技术要点[J].水上安全,2023,(14):181-183.