

水利工程中新型防渗排水技术的应用分析

任祎, 赵丹阳

广东粤港供水有限公司, 广东 深圳 518001

摘要 : 水利工程是国家基础设施建设的重要组成部分, 对于调节水资源、防止洪涝灾害、保障农业生产及城市供水等方面具有不可替代的作用。然而, 在水利工程建设和运营过程中, 渗漏问题一直是一个普遍存在的难题。渗漏不仅会导致水资源的浪费, 还可能对工程结构造成损害, 甚至威胁到下游地区的生活生产安全。因此, 如何有效地解决渗漏问题, 提高水利工程的安全性和耐久性, 成为了业界关注的重点。

关键词 : 水利工程; 新型防渗排水技术; 应用

Application Analysis of New Anti-Seepage and Drainage Technology in Water Conservancy Project

Ren Yi, Zhao Danyang

Guangdong Guangdong-Hong Kong Water Supply Co., Ltd. Shenzhen, Guangdong 518001

Abstract : Water conservancy engineering is an important component of national infrastructure construction, playing an irreplaceable role in regulating water resources, preventing floods, ensuring agricultural production, and urban water supply. However, leakage has always been a common problem in the construction and operation of water conservancy projects. Leakage not only leads to the waste of water resources, but may also cause damage to engineering structures and even threaten the safety of downstream areas' lives and production. Therefore, how to effectively solve the problem of leakage and improve the safety and durability of water conservancy projects has become a focus of attention in the industry.

Keywords : water conservancy project; new anti-seepage drainage technology; apply

引言

水利工程在我国的基础设施建设中占据着重要地位, 其主要功能包括水资源的调蓄、洪水的防控及灌溉等。随着经济的快速发展和气候变化的影响, 水资源的有效管理与利用变得愈发重要。在这一背景下, 防渗排水技术作为水利工程中的关键环节, 其有效性直接关系到工程的安全性和经济性。本研究旨在分析新型防渗排水技术在水利工程中的应用, 探讨其在不同类型水利工程项目中的具体应用, 评估其对提高工程安全性、延长使用寿命及降低维护成本的贡献。

一、水利工程中出现渗水现象原因分析

水利工程中出现渗水现象的原因是多方面的, 涉及设计、施工、材料以及环境等多个环节, 这些因素相互交织, 共同作用于工程结构, 导致了不同程度的渗漏问题。深入分析这些原因有助于采取针对性措施, 提高水利工程的安全性和耐久性。在水利工程的设计过程中, 如果未能充分考虑地质条件、水文特征以及潜在的风险因素, 可能会导致设计方案存在缺陷。例如, 在坝体设计时如果没有准确评估地基承载力和渗透系数, 或者忽略了对地下水位变化的预测, 就可能使坝体在建成后面临不均匀沉降或渗透破坏的风险, 排水系统的设计不合理也可能造成积水无法及时

排出, 从而增加了渗水的可能性。即使设计方案再完美, 若在实际施工中执行不到位也会引发渗漏隐患^[1]。常见的施工问题包括混凝土浇筑不密实、接缝处理不当、止水带安装位置偏差等, 这些问题往往由于施工队伍技术水平参差不齐、现场管理松懈或是工期紧张而导致。

传统上使用的防水材料如沥青、聚氨酯等虽然具有一定的防渗性能, 但在长期浸泡于水中后容易老化、开裂, 尤其是在极端气候条件下更是如此^[2]。近年来, 虽然出现了许多新型高性能防水材料, 但如果选用不当或施工工艺不符合要求, 则仍难以达到预期的防渗效果。对于一些特殊部位如伸缩缝、穿墙管道等, 需要采用专门的密封材料进行处理, 否则也容易成为渗水通道。自然

项目基金: 供水管网漏损智能监测与管控关键技术研究及示范应用 (ZDYF2023GXJS159)。

作者简介: 任祎 (1979.12-), 男, 汉族, 湖北襄樊, 广东粤港供水有限公司, 硕士研究生, 水工建筑中级工程师, 水利技术管理、智慧水利技术。

界的侵蚀作用、地震活动以及气候变化等因素都可能导致原有结构受到损害，进而诱发渗水现象。例如，河流冲刷会使堤坝基础裸露，增加了土壤流失的风险；频繁的冻融循环会加剧混凝土裂缝的发展；而强烈的地震则可能直接破坏建筑物的完整性。

二、水利工程中的防渗排水技术应用价值

水利工程中的防渗排水技术应用优势显著，不仅能够提高工程的安全性和耐久性，还能带来经济效益和环境保护等多方面的益处，这些技术通过综合运用新材料、新工艺以及智能化管理系统，为水利工程的建设和运营提供了强有力的支持。从结构安全性的角度来看，高效的防渗排水技术能够显著减少渗透破坏的风险。传统的水利工程中，由于地基条件复杂或施工质量不一，常常会出现渗漏问题，导致水资源浪费甚至引发结构性损坏^[4]。而采用高性能防水材料如高分子防水卷材、聚合物改性沥青防水涂料等，可以提供持久且可靠的防水屏障。此外，垂直防渗墙技术通过高压喷射注浆法或连续墙施工法在深层地层中形成坚固的防渗屏障，有效阻断地下水的横向流动，从而保护坝体和其他水利设施免受侵蚀。在延长工程使用寿命方面，新型防渗排水技术发挥了重要作用。例如，水泥基渗透结晶型防水材料能够在混凝土内部形成不溶于水的结晶体，堵塞微小孔隙，达到深层防水的效果。这种材料具有优异的耐久性和自愈合能力，即使在长期使用过程中出现细微裂缝也能自行修复，从而保持良好的防水性能。同时，合理的排水系统设计，如设置减压井和水平排水廊道，有助于控制地下水位，减轻土体中的孔隙水压力，进一步提高了工程的耐久性^[5]。

在经济效益上，防渗排水技术的应用也带来了明显的好处。一方面，通过有效防止渗漏，可以最大限度地节约宝贵的水资源，这对于水资源短缺的地区尤为重要。另一方面，高效的防渗排水措施减少了因渗漏引起的结构损坏，避免了高昂的修复费用，降低了整体运营成本。此外，一些新技术简化了施工过程，缩短了工期，减少了人力和物力的投入，从而提高了项目的投资回报率。先进的防渗排水技术不仅能够防止有害物质通过渗漏进入周围环境，保护水质和生态系统的健康，还促进了绿色建设的理念。例如，可降解生物基土工合成材料的研究和应用，旨在减少对环境影响，符合可持续发展的要求，智能监测与预警系统的引入使得水利工程的管理更加科学化和精细化，通过实时数据采集和分析，管理人员可以及时发现并处理潜在问题，确保工程的环保性能^[6]。

三、水利工程中新型防渗排水技术的应用

（一）聚合物土工膜的应用

透水混凝土技术是一种创新的建筑材料应用，它在水利工程中发挥着越来越重要的作用，尤其是在防渗排水方面，这种材料的独特之处在于其内部结构中含有大量连通孔隙，使得雨水能够迅速通过表面渗透到地下，有效减少地表径流，缓解城市内涝问

题，同时还能补充地下水位，提高水资源的循环利用效率。透水混凝土由水泥、骨料、水以及必要时加入的添加剂混合而成，通过控制配比与施工工艺来确保最终产品既具有足够的强度以支撑车辆和行人通行，又能保持良好的渗透性能。与传统不透水面层相比，透水混凝土不仅有助于解决雨洪管理难题，还对改善城市微气候条件、降低热岛效应等方面有着积极作用^[7]。

在水利工程项目中采用透水混凝土作为防渗排水措施之一，可以实现多重目标。对于水库、渠道等蓄水设施而言，在周边铺设一定厚度的透水混凝土层能够有效防止外部水源向库区渗透，保证了储水量的同时也减少了因土壤水分饱和而引发滑坡等地质灾害的风险；在堤坝加固工程中使用透水混凝土，则可以通过调节坝体内外水压差达到稳定结构的目的，延长使用寿命^[8]；此外，结合植被覆盖等方式构建生态护岸系统也是透水混凝土的一大应用场景，这样既能增强河岸抗冲刷能力，又能促进自然景观恢复，提升生态环境质量。尽管透水混凝土具备诸多优点，但在实际应用过程中还需考虑当地地质条件、气候变化等因素，并采取相应措施以确保长期稳定性和有效性。例如，在寒冷地区应加强冻融循环下的耐久性测试；而在盐碱地或酸性环境中则需选用适合特殊环境要求的原材料及配方，合理的维护保养也是保证透水混凝土功能正常发挥的关键因素之一。

（二）透水混凝土技术

聚合物土工膜，也称为防渗土工膜或防水土工布，是一种广泛应用于水利工程中的高性能防渗材料，主要由高分子聚合物通过吹塑或压延工艺制成，具有优异的防渗性能、耐腐蚀性以及良好的物理机械强度。在水利工程中，聚合物土工膜被用作一种有效的屏障来阻止水分通过土壤或其他结构渗透，从而保护水体免受污染，并确保水资源的有效管理和利用。在水库和蓄水池建设过程中，铺设聚合物土工膜可以显著提高其防渗效果。传统上采用的粘土衬垫虽然也能达到一定的防渗目的，但施工复杂度高且容易受到自然因素的影响而失效。相比之下，聚合物土工膜不仅施工简便快捷，而且能够形成连续无缝的防渗层，大大减少了因裂缝或孔洞造成的渗漏风险^[9]。此外，对于老旧水库改造项目来说，使用这种新材料进行加固处理也是提升安全性和延长使用寿命的有效手段之一。传统的土渠由于渗漏严重导致大量宝贵水资源白白流失，严重影响了农业生产的效率与成本控制。通过在渠道底部及两侧铺设一定厚度的聚合物土工膜，则可大幅度降低渗水量，提高输水效率的同时也有利于节约用水。特别是在干旱缺水地区推广该技术更具现实意义，有助于缓解水资源短缺压力。

聚合物土工膜还广泛用于垃圾填埋场、污水处理厂等环境工程领域，这些场所往往需要建立严密的隔离系统以防止污染物扩散至周围环境中去。具备优良化学稳定性和抗老化特性的聚合物土工膜便成为理想选择。它可以有效阻挡有害物质渗透进入地下水系或者河流湖泊之中，保护生态环境免遭破坏。在实际操作过程中合理设计并严格控制施工质量是保证聚合物土工膜效能的关键所在。比如要根据具体应用场景选取合适类型的材料；同时注意做好基面处理工作，确保铺设前地面平整干燥；另外还需加强对连接部位的处理，通常采用热熔焊接等方式来实现无缝对接，

避免形成薄弱环节造成漏水隐患^[10]。

(三) 智能监测系统的集成

智能监测系统在水利工程中的集成应用,标志着防渗排水技术正向着更加高效、精准和可持续发展的方向发展。这种系统通过利用先进的传感器技术、物联网、大数据分析以及人工智能等手段,实现了对水利设施运行状态的实时监控与管理,对于提升工程的安全性、延长使用寿命以及优化水资源配置具有重要意义。在大坝安全监测方面,智能监测系统能够24小时不间断地收集包括水位、压力、位移、温度等在内的多种关键参数信息。这些数据经过处理后,可以用来评估大坝结构的整体稳定性及其潜在风险点。例如,当发现某个区域存在异常渗漏时,系统会立即发出警报,并自动启动相应的应急响应措施,从而有效防止事故的发生或减小损失程度,长期积累的历史资料还为后续维护提供了宝贵参考依据,有助于制定更为科学合理的修缮计划。

对于城市地下管网而言,智能监测同样发挥着不可或缺的作用。随着城市化进程加快,老旧管道老化破损问题日益凸显,不仅影响正常供水排水功能,还可能引发地面塌陷等地质灾害。借助于安装在管道内部及周围的各种传感设备,如流量计、水质分析仪等,管理人员可以随时掌握整个网络的工作状况。一旦出现泄漏或者其他故障迹象,智能平台将迅速定位问题源头并指导维修队伍进行针对性处置,大大缩短了恢复时间,减少了资源浪费。智能监测技术也广泛应用于农田灌溉系统中,特别是在采用滴灌、喷灌等节水型灌溉方式时。通过部署土壤湿度传感器、气象站等装置,结合云计算平台强大的数据分析能力,可以根据作物生长周期不同阶段的需求精确调节灌溉量,既保证了农作物健康发育又避免了过量用水造成的浪费,该系统还能预测未来天气变化趋势,提前做好应对准备,比如在干旱季节来临前增加蓄水量以备不时之需。

(四) 高强度防渗浆液技术

高强度防渗浆液技术是一种在水利工程中广泛应用的新型防

渗排水技术,它通过将特制的浆液注入地层或结构缝隙中来形成坚固而连续的防水屏障。这种技术能够有效解决传统方法难以处理的问题,如深层土壤渗漏、裂缝漏水等,并且适用于多种复杂地质条件下的防渗加固工程。高强度防渗浆液通常由水泥基材料、化学添加剂以及细骨料组成,根据具体应用场景和需求还可以添加膨胀剂、促凝剂等成分以调节其性能。这些浆液具有良好的流动性和渗透性,在压力作用下能够深入到细微裂隙甚至微孔隙内固化后形成密实的整体结构,从而达到极高的抗渗效果。

在实际应用过程中,高强度防渗浆液技术首先需要针对目标区域进行详细勘察,包括地质构造分析、水源分布情况调查等内容,以便制定出科学合理的施工方案。然后通过钻孔等方式将浆液均匀注入预定位置,借助高压泵送设备确保其充分填充所有空隙并达到预期深度。最后经过一定时间自然硬化或是采取措施加速固化过程后即可完成整个作业流程。值得注意的是,在操作过程中还需密切监测各项参数变化情况,及时调整工艺参数以保证工程质量。该技术广泛应用于水库大坝、地下车库、隧道等基础设施建设项目中。对于新建工程而言,在基础施工阶段采用高强度防渗浆液处理可以有效防止未来可能出现的各种渗水问题;而对于老旧建筑修复改造项目来说,则是解决现有渗漏隐患的理想选择之一。

四、结束语

综上所述,水利工程中新型防渗排水技术的应用为提升工程的安全性、耐久性和环境友好性提供了强有力的支撑。从透水混凝土到聚合物土工膜,再到高强度防渗浆液和智能监测系统的集成,这些创新技术不仅有效解决了传统方法难以克服的难题,还促进了水资源管理向更加精细化、智能化方向发展。

参考文献

- [1] 王雄. 水利水电工程施工中帷幕灌浆技术的应用[J]. 山西水利, 2023, (12): 48-49+53.
- [2] 王险峰. 水利工程渗漏勘察与防治治理的对策建议[J]. 珠江水运, 2023, (24): 79-81. DOI: 10.14125/j.cnki.zjsy.2023.24.011.
- [3] 刘东. 水利工程电排站防渗排水布置与施工技术[J]. 云南水力发电, 2022, 38(08): 206-209.
- [4] 朱姗姗. 节水灌溉与控制排水在农业水利工程中的应用研究——以临潼区为例[J]. 现代农机, 2022, (02): 49-50.
- [5] 刘博成. 浅埋深条件下渠道防渗施工排水技术分析[J]. 农业科技与信息, 2019, (19): 109-110+112. DOI: 10.15979/j.cnki.cn62-1057/s.2019.19.044.
- [6] 张之成. 节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J]. 世界热带农业信息, 2023, (09): 38-39.
- [7] 郭万红. 河床下伏煤矿运输巷道渗漏水机理及防渗处治关键技术研究[D]. 北京科技大学, 2023. DOI: 10.26945/d.cnki.gbjku.2023.000564.
- [8] 孟昕, 孙乙庭, 李永林, 等. 单组分聚氨酯防水涂料在抽水蓄能电站中的应用试验研究初探[J]. 吉林水利, 2023, (08): 62-65. DOI: 10.15920/j.cnki.22-1179/tv.2023.08.009.
- [9] 丁倩, 黄耀英, 费大伟, 等. 复合土工膜防渗土石坝测压管水位二级监控指标拟定[J]. 水电能源科学, 2022, 40(11): 94-97+102. DOI: 10.20040/j.cnki.1000-7709.2022.20212746.
- [10] 王羊子. 水利工程中堤坝防渗加固技术的运用[J]. 中华建设, 2022, (07): 153-154.