

# 水利水电工程防渗技术

高鑫

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要：**水利水电工程渗漏问题严重影响其安全性和效益，需采用多种防渗技术解决。常见技术包括混凝土防渗墙、灌浆防渗和土工膜防渗等，它们各具优势，适用于不同工程类型。随着科技进步，新型防渗技术如高压喷射灌浆、防渗涂料和复合防渗技术等逐渐崭露头角，为工程防渗提供更多选择。在水利水电工程中，应根据工程特点和需求选择合适的防渗技术，确保工程安全稳定运行。防渗技术的发展与应用对于提高水利水电工程的整体性能和效益具有重要意义。

**关键词：**水利水电工程；防渗技术

引言：水利水电工程作为重要的基础设施，其安全性和稳定性对于保障国民经济和民生福祉至关重要。然而，工程渗漏问题一直是影响其性能和效益的关键因素。渗漏不仅会导致工程结构强度和耐久性的下降，还会造成水量损失，影响蓄水、发电和灌溉效益。因此，加强防渗技术的研究与应用，提高工程的防渗能力，是确保水利水电工程安全、稳定、高效运行的关键。本文详细描述了水利水电工程渗漏的危害、常见防渗技术、新型防渗技术的发展与应用，以及防渗技术在不同工程类型中的应用，旨在为水利水电工程的防渗处理提供有益的参考。

## 1 水利水电工程渗漏的危害

水利水电工程作为人类利用水资源、调节水流、发电及灌溉的重要设施，其安全性和稳定性至关重要<sup>[1]</sup>。然而，工程渗漏问题一直是水利水电工程运行中面临的重要挑战。渗漏不仅会对工程结构产生直接的侵蚀作用，还会带来一系列连锁反应，严重影响工程的整体性能和效益。（1）渗漏会降低工程结构的强度和耐久性。水利水电工程中的大坝、堤防等结构，如果发生渗漏，水会长期作用于结构内部，使混凝土或土石材料受到水压力的不断侵蚀。这种侵蚀作用会导致材料性能下降，产生裂缝并逐渐扩展，严重时甚至可能引发结构失稳或溃坝等灾难性后果。（2）渗漏会造成水量损失，影响水利水电工程的蓄水和发电效益。在蓄水工程中，如水库、水塔等，渗漏会导致蓄水能力下降，无法满足正常的灌溉、发电或供水需求。在发电工程中，渗漏会减少水流的有效利用，降低发电效率，影响能源供应的稳定性和经济性。（3）渗漏还会对小型灌溉工程造成严重影响。在农业灌溉中，渗漏会导致灌溉用水不足，影响农作物的正常生长和产量。特别是在干旱地区或水资源紧缺的

地区，渗漏问题更加突出，可能直接导致农作物减产甚至绝收，对当地农民的生活和农业生产造成巨大影响。因此，解决水利水电工程渗漏问题，提高工程的防渗能力，是保障工程安全、稳定、高效运行的关键。这需要从工程规划、设计、施工到运行维护等各个环节入手，加强防渗技术的研究和应用，不断提升工程的防渗性能和耐久性。还需要加强工程监测和检查，及时发现和处理渗漏问题，确保水利水电工程在防洪、灌溉、发电等方面发挥更大的作用。

## 2 常见防渗技术

### 2.1 混凝土防渗墙技术

混凝土防渗墙是一种通过在松散透水地基或土石坝（堰）中连续造孔成槽，再以泥浆固壁，最终在槽内浇筑混凝土而形成的地下连续墙<sup>[2]</sup>。这种防渗墙具有出色的防渗性能和广泛的适应性，能够应对各种复杂地层条件。在深厚覆盖层地基处理中，混凝土防渗墙技术展现出了其独特的优势。由于地基的复杂性和不稳定性，传统的防渗手段往往难以达到理想的效果。而混凝土防渗墙技术通过精确控制造孔精度和泥浆质量，确保了墙体的连续性和整体性，从而有效地提高了防渗效果。在施工过程中，混凝土防渗墙技术的关键在于造孔精度和泥浆质量的控制。造孔精度直接影响到墙体的连续性和防渗性能，而泥浆质量则关系到槽壁的稳定性和防渗性能。因此，在施工过程中，需要采用先进的施工设备和工艺，确保各项参数达到设计要求，从而保障混凝土防渗墙的质量和安全性。

### 2.2 灌浆防渗技术

灌浆防渗技术是水利水电工程中应用广泛的一种高效防渗手段。该技术通过将具有胶凝性质的浆液，利用钻孔注入到岩土体的孔隙、裂隙或空洞中，待浆液凝结硬化后，形成坚固的结石体，从而显著提升岩土体的防

渗性能。灌浆防渗技术包含多种具体方法,其中帷幕灌浆和固结灌浆是最为常见的两种。帷幕灌浆主要用于减少坝基的渗漏量,通过在坝基中设置一系列钻孔,并注入浆液,待浆液凝结后,形成一道连续的防渗帷幕,有效阻断水流通道,确保坝基的安全稳定。这种技术特别适用于地质条件复杂、渗漏问题严重的坝基处理。而固结灌浆则侧重于提高岩土体的整体强度和稳定性。通过向岩土体中注入浆液,浆液在凝结过程中会填充孔隙和裂隙,增强岩土体的密实度和整体性,从而在一定程度上提高防渗能力。固结灌浆不仅适用于坝基处理,还广泛应用于隧道、边坡等工程中的岩土体加固。在灌浆防渗技术的施工过程中,合理选择灌浆材料和参数至关重要。灌浆材料需具备良好的胶凝性、流动性和稳定性,以确保浆液能够充分填充孔隙和裂隙,形成坚固的结石体。同时,根据地质条件的不同,还需灵活调整灌浆压力、注浆速度等参数,以达到最佳的防渗效果。

### 2.3 土工膜防渗技术

土工膜防渗技术,作为水利水电工程中一种高效且经济的防渗手段,正逐渐受到广泛的关注和应用。土工膜,作为一种透水性极低的土工合成材料,以其独特的物理和化学性质,在防渗领域展现出了卓越的性能<sup>[1]</sup>。土工膜具有质量轻、运输方便、施工简单快捷等特点,这使得它在各种水利水电工程中得到了广泛的应用。无论是水库库底的防渗处理,还是渠道衬砌的防渗需求,土工膜都能提供可靠的防渗保障。通过将土工膜铺设在需要防渗的部位,可以有效地阻止水分的渗透,确保工程结构的稳定性和安全性。然而,在土工膜防渗技术的应用过程中,也需要注意一些关键问题。首先,土工膜的拼接质量至关重要。拼接处如果处理不当,很容易成为渗漏的通道。因此,在土工膜的拼接过程中,需要采用专业的拼接技术和设备,确保拼接处的密封性和强度。其次,土工膜与周边结构的连接处理也是关键。如果连接不牢固或存在缝隙,同样会导致渗漏问题的发生。因此,在连接处理时,需要采用适当的连接方式和密封材料,确保土工膜与周边结构之间的紧密连接。

## 3 新型防渗技术的发展与应用

### 3.1 高压喷射灌浆防渗技术

随着科技的不断进步,水利水电工程防渗技术也在不断创新和发展。高压喷射灌浆防渗技术,作为近年来兴起的一种新型防渗手段,正逐渐展现出其独特的优势和广泛的应用前景。高压喷射灌浆技术,顾名思义,是利用高压射流的强大冲击力,对被灌地层结构进行破坏,使浆液与被灌地层颗粒充分掺混,形成坚固的凝结体,从而达到防

渗的目的。这一技术不仅适用于处理淤泥、砂土等软质地层,还能有效应对粘性土等复杂地层,显示出其广泛的适用性。在施工方面,高压喷射灌浆技术具有显著的优势。由于采用了高压射流,该技术能够迅速破坏地层结构,使浆液迅速扩散并填充孔隙,从而大大提高了施工速度。同时,由于浆液与被灌地层颗粒的充分掺混,形成的凝结体具有极高的强度和稳定性,确保了防渗效果的持久性。此外,高压喷射灌浆技术在一些水利工程抢险加固中也发挥了重要作用。在紧急情况下,该技术能够迅速形成防渗结构,有效阻断水流通道,防止险情的进一步扩大。这不仅为抢险工作赢得了宝贵的时间,也为工程的后续处理提供了有力的支持。

### 3.2 防渗涂料技术

随着材料科学的不断进步,新型防渗涂料技术正逐渐成为水利水电工程防渗领域的一大亮点。这些防渗涂料以其独特的性能和便捷的施工方式,为工程的防渗处理提供了更为高效、经济的选择。新型防渗涂料能够在混凝土表面或其他结构表面迅速形成一层致密的防渗膜。这层防渗膜不仅具有极高的耐水性,能够有效阻止水分的渗透,还具有出色的耐化学腐蚀性,能够抵御各种腐蚀性介质的侵蚀。防渗涂料与基层之间的附着力也极为强大,能够确保防渗层的稳定性和持久性。在小型水利设施的修复和防渗处理中,新型防渗涂料技术展现出了其独特的优势。相比传统的防渗手段,如混凝土防渗墙、灌浆防渗等,防渗涂料施工更为简便快捷,无需大规模的开挖和施工设备,从而大大减少了施工对工程运行的影响。此外,防渗涂料的成本也相对较低,能够降低工程的整体造价,提高经济效益。值得一提的是,新型防渗涂料还具有良好的环保性能。它们在生产和使用过程中,对环境的影响较小,符合当前绿色、可持续发展的理念。因此,在水利水电工程的防渗处理中,防渗涂料技术不仅能够有效解决渗漏问题,还能够为工程的可持续发展做出贡献。

### 3.3 复合防渗技术

在水利水电工程防渗领域,复合防渗技术正逐渐崭露头角,成为应对复杂地质条件和多样化防渗需求的有效手段。复合防渗技术,顾名思义,是将多种防渗技术结合使用,通过相互补充和协同作用,充分发挥各种技术的优势,从而全面提高防渗效果。在实际应用中,复合防渗技术的组合方式多种多样。例如,在混凝土防渗墙的基础上,可以在其外侧铺设一层土工膜,形成“混凝土防渗墙+土工膜”的复合防渗结构。这种结构不仅能够有效利用混凝土防渗墙的强度和耐久性,还能借助土

工膜的极低透水性和柔韧性,进一步增强防渗能力,确保工程结构的稳定性和安全性。此外,灌浆与防渗涂料的结合使用也是复合防渗技术的一种重要形式。在一些需要快速形成防渗层的工程中,可以先采用灌浆技术对地层进行加固和防渗处理,然后在灌浆层表面涂刷一层防渗涂料,形成更为致密的防渗层。这种复合防渗结构不仅施工速度快,而且防渗效果显著,能够有效应对各种复杂的地质条件和防渗需求。

#### 4 防渗技术在不同水利水电工程类型中的应用

防渗技术在水利水电工程中的应用是一个复杂而精细的过程,它要求工程师们根据不同类型的工程特点和防渗需求,灵活地选择和运用各种防渗技术。(1)大坝工程是水利水电工程中的重中之重,其防渗性能直接关系到整个工程的安全与稳定。由于大坝通常要承受巨大的水压和地质应力,因此其防渗技术需要具有高强度、高耐久性和高可靠性。混凝土防渗墙和帷幕灌浆是大坝工程中常用的两种防渗技术。混凝土防渗墙通过在坝体内部或外部形成一道连续的防渗屏障,能够有效地阻止水流通过坝体内部的渗漏通道。而帷幕灌浆则是通过在坝基或坝肩的裂隙和孔隙中注入浆液,形成一道连续的防渗帷幕,以达到减少坝基渗漏的目的。这两种防渗技术在大坝工程中的综合运用,可以大大提高大坝的防渗性能,确保其安全运行。(2)水库工程作为重要的水资源储存和调节设施,其防渗处理同样至关重要。水库的库底和岸坡通常位于复杂的地质环境中,存在着各种渗漏风险<sup>[4]</sup>。因此,在水库工程中,防渗技术的选择需要根据具体的地质条件和水文条件进行综合考虑。土工膜是一种轻质、高强、耐腐蚀的防渗材料,它可以在水库库底和岸坡形成一道连续的防渗层,有效地阻止水流通过土壤和岩石的渗漏通道。此外,灌浆技术也是水库工程防渗的重要手段之一。通过向库底和岸坡的裂隙和孔隙中注入浆液,可以填充和固化这些渗漏通道,提高水库的防渗性能。(3)渠道工程是水利水电工程中用于输水和灌溉的重要设施。为了减少输水过程中的损失和提高水的利用效率,渠道防渗技术得到了广泛应用。土工膜

和混凝土衬砌是渠道防渗的主要技术。土工膜以其极低的透水性和良好的柔韧性,能够紧贴渠道底部和侧壁,形成连续的防渗层。而混凝土衬砌则以其强度高、耐久性好等特点,成为渠道防渗的另一种重要选择。这两种防渗技术的应用,可以大大减少渠道输水过程中的渗漏损失,提高水的利用效率。(4)泵站工程是水利水电系统中的关键节点,其防渗性能同样不容忽视。泵站的防渗重点主要集中在泵房基础和进出水建筑物上。在泵房基础防渗处理中,需要根据具体地质情况选择合适的防渗措施,如灌浆、防渗涂料等。而在进出水建筑物的防渗处理中,则需要综合考虑水流速度、水压等因素,选择合适的防渗技术和材料。这些防渗措施的应用,可以确保泵站工程在复杂的地质和水文条件下安全运行。

#### 结束语

综上所述,水利水电工程的防渗技术对于保障工程的安全、稳定和高效运行至关重要。随着科技的进步和工程实践的不断深入,防渗技术也在不断创新和发展。从传统的混凝土防渗墙、灌浆防渗到新型的高压喷射灌浆、防渗涂料和复合防渗技术,各种防渗手段各有千秋,应根据工程的具体情况和实际需求灵活选择。同时,加强工程监测和检查,及时发现和处理渗漏问题,也是确保水利水电工程长期安全运行的关键。将来,随着材料科学、信息技术等领域的不断发展,水利水电工程的防渗技术将迎来更多的创新和突破,为工程的安全、稳定、高效运行提供更加坚实的保障。

#### 参考文献

- [1]陈涛.水利水电工程防渗技术[J].农家参谋,2021(08):191-192.
- [2]朱成.防渗技术在水利工程施工中的应用[J].建材发展导向,2021,19(08):85-86.
- [3]魏富荣.浅谈水利水电工程防渗技术施工要点分析[J].四川水泥.2020(03):25-30
- [4]杨昌年.浅谈塑性混凝土防渗墙在水利水电工程中的应用[J].黑龙江科技信息.2020(34):101-110