

# 论述水利工程防渗施工处理技术应用新探

陆宇杰

太仓市水利工程有限公司

**摘要：**水利工程是调节利用水资源以及实现防灾减灾的重要基础设施，但是水利工程往往会受气候条件、施工材料性能以及施工操作等多种因素的影响而出现渗漏问题，不仅会影响水利工程各项功能的充分发挥，而且还会给水利工程的整体结构安全带来风险隐患。本文将对水利工程中较为常见的渗漏现象以及渗漏原因进行分析，并介绍现阶段应用范围较广的防渗施工技术，同时在此基础上探讨防渗施工技术在水利工程中的应用要点，以提高防渗技术应用的科学性和有效性。

**关键词：**水利工程；防渗施工；防渗处理技术；技术应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.12.067

渗漏是水利工程中最为常见的质量缺陷问题。通过对不同的水利工程渗漏问题的分析可以发现，水利工程结构的施工缝以及变形缝是渗漏现象发生的主要位置，而部分水利工程由于施工操作不当或者对施工材料质量性能控制不严格等因素的影响，还会出现大面积渗漏的情况。导致水利工程产生渗漏问题的原因较为复杂，因此施工单位应根据水利工程渗漏的具体部位以及实际情况合理选择相应的防渗施工技术。目前在水利工程的防渗处理中主要包括高压灌浆技术以及设置防渗墙等不同的防渗处理方式。施工单位应准确掌握各项防渗处理技术要点，严格遵守相关技术规范要求，提高施工操作的标准化程度，以确保渗漏处理效果能够达到预期目标，从而为水利工程的质量安全提供更加可靠的保证，推动我国水利事业的健康有序发展。

## 一、水利工程主要渗漏部位分析

根据对水利工程渗漏情况的总结发现，施工缝是水利工程中比较发生渗漏的位置<sup>[1]</sup>。现代水利工程多采用混凝土作为施工材料，为避免混凝土出现裂缝等问题，在施工实践中通常需要设置施工缝，不过受混凝土浇筑等多种因素的影响，施工缝也成了渗漏高发的重点部位。同时，止水带的设置也是水利工程施工中的重要内容之一，但是在施工实践中往往由于未能对止水带进行有效的加固，导致止水带发生位移变形，而变形缝也是水利工程防渗处理中的重点部位。此外，部分水利工程基坑的水位比其垫层水位高，如果在施工过程中未能对垫层平面以及基坑部分进行有效加固，导致结构稳固性未能达到施工要求，在遇到降雨量较大的情况时就容易在水利工程的底板部分就会出现垫层被淹没的现象，进而造成水利工程发生大面积渗漏问题。

## 二、导致水利工程发生渗漏的主要影响因素

导致水利工程发生渗漏的原因较为复杂，其影响因素主要包括由施工质量因素引起的渗漏、由施工材料因素引起的渗漏以及因工程结构改变引起的渗漏。水利工程对施工质量有很高的要求，如果在施工过程中，施工单位未能严格遵守各项技术规范要求，施工操作不当；或者对施工材料的质量性能未能进行认真的检测和严格的控制，都有可能对导致水利工程发生渗漏问题<sup>[2]</sup>。同时，随着我国社会经济的快速发展，初期建设的小型水利工程在水资源调控以及防灾减灾能力方面逐渐难以满足新时期的实际需要，因此对部分水利工程进行了改扩建。但是在改扩建施工中如果未能对工程防渗构件新旧部分之间进行有效的衔接处理，也会导致水利工程出现渗漏问题。另外，近年来全球气候变化加剧，极端气候现象频发，建成投产年代较早的水利工程在建设标准以及防渗处理工艺方面均存在不足之处，因此需要采用科学的防渗施工技术进行全面的加固处理。

## 三、水利工程中常用防渗处理施工技术分析

### （一）帷幕灌浆处理施工技术分析

当水利工程区域有卵石层广泛分布时，在其防渗处理施工中也可以结合实际情况采用帷幕灌浆技术。该防渗处理施工技术主要采用黏土以及水泥作为施工材料，将二者按一定比例混合后形成混合浆液，然后进行灌注施工，以形成帷幕结构，起到防渗作用<sup>[3]</sup>。在应用帷幕灌浆施工技术时，由于受卵石层特点限制，难以保证钻孔结构的稳定性，因此在灌浆施工中需要采用专业的灌浆设备。在水利工程防渗处理施工实践中，帷幕灌浆技术可以根据其所使用施工设备的不同划分为打管灌浆施工技术、套阀灌浆施工技术以及跟管灌浆技术等。帷幕灌浆施工技术在实际应用中，其浆液填充范围以及灌浆效果会受到地层条件等多种因素的影响，且需要设置大量灌浆孔，这些都在客观上限制了该技术的推广应用。

### （二）坝体防渗劈裂灌浆处理施工技术分析

部分水利工程在建设过程中受选址以及工程区域填土特点等因素的影响，导致坝体内部应力不均，这不仅会造成坝体结构变形，而其还会导致裂缝的形成。而当坝体结构出现裂缝后，就有可能出现管涌以及大面积渗水等问题，严重威胁水利工程整体结构的质量安全。因此为避免水利工程坝体出现渗漏问题，施工单位可以采用坝体劈裂灌浆施工技术来进行防渗处理。该技术主要是在加压条件下促使水利工程原坝体结构中存在的裂缝开裂，以便将泥浆灌注其中。通过坝体劈裂灌浆技术的应用能够使坝体内部应力的分布更加均匀，从而形成具

有较高密实度以及较高防渗性能的墙体结构，以达到防渗处理的目的。

### （三）防渗灌浆处理施工技术分析

#### 1、高压喷射技术

对于受客观条件限制，需要在地下水水位较高或者地质结构稳定性较差的地点施工建设的水利工程进行防渗处理施工时，施工单位可以采用高压灌浆技术。目前在水利工程防渗处理实践中已经发展出了多种高压防渗灌浆工艺，而其中的高压喷射技术则是应用最为广泛的一项施工技术。在应用高压喷射技术施工时，施工单位应首先根据水利工程防渗施工的实际情况选择相应的钻孔设备以及钻进成孔工艺，以确保钻孔布置合理，且孔径、孔深以及孔距等各项指标参数均符合设计要求。而在喷射浆液的过程中，施工人员应科学选择喷射管的类型和规格，目前在施工实践中较为常用的喷射管主要有风管、水泥管以及水管等不同类型。施工人员应在管道内将喷射管安装就位，然后在高压条件下将浆液喷射到土体结构内。施工单位应严格按照设计配比准确控制水泥浆比例，以提高水利工程结构的整体性和防渗性能。

#### 2、防渗控制技术

在对水利工程的渗漏冒水问题进行处理时，施工人员可以应用防渗控制技术。施工时可以先利用孔口管将水排出孔隙，之后再在深孔周边布设浅孔和凹槽，并要对孔口管进行密封。同时在浆液喷射灌注的过程中应保持砂浆灌入的连续性，且应加强对浅孔内浆液桩体的监测，以确保渗漏点能够得到有效的处理，从而全面提高水利工程的防渗能力。

#### 3、防渗高压充填施工技术

在水利工程防渗处理的高压灌浆施工中，高压充填技术是一项基础性灌浆施工工艺，该技术主要适用于存在小直径孔隙的水利项目基础性工程的防渗处理。施工人员在应用高压充填技术进行施工时，其钻孔位置应设定在坝体顶部。钻进成孔施工人员应严格按照设计要求准确控制钻孔间距，通常孔距应控制在150cm-200cm左右，且应确保钻孔能够将砂层穿透，进入到砾石层内<sup>[4]</sup>。在施工过程中，施工人员应对孔隙周围坝体的干燥性以及钻孔压力进行动态监测，以保持施工质量。当完成钻进成孔作业后，施工人员应及时开展灌浆作业。灌浆时应从下向上填满钻孔，且应在确认钻孔充填饱满均匀后用黄泥等材料密封严密，以提高其防渗性能。在对位于复杂地质条件下的水利工程进行防渗处理施工时，施工人员应准确测定溶洞等孔洞位置，并要合理选择钻机类型型号，以提高充填施工质量和防渗处理效果。

### （四）防渗墙施工技术分析

防渗墙是水利工程防渗施工中应用较为广泛的技术方式，其主要是通过专业成孔成槽设备来进行钻进成孔以及挖槽作业，应形成槽孔，之后再向槽孔内设置钢筋

并浇筑混凝土，从而形成具有较好整体性的地下连续墙结构，以达到防渗处理的目的。防渗墙技术的应用能够有效降低水利工程防渗施工成本、提高施工质量和防渗效果，是具有较高应用价值的防渗处理施工技术。

#### 1、防渗墙施工中的深层搅拌技术分析

目前多头深层搅拌技术在水利工程的防渗墙施工中得到了广泛的应用。所谓多头深层搅拌施工技术也就是在防渗墙施工过程中，同时应用多个钻头进行钻进作业，以便更加充分的搅拌土体和水泥浆，从而促使二者混合均匀，形成具有较高整体性的混合桩结构。之后再通过灌注混凝土来连接各混合桩体，这样能够有效提高防渗墙的防渗性能。

#### 2、防渗墙施工中的射水成墙技术分析

射水成墙是水利工程防渗墙施工中较为常用的一项施工技术。在应用射水成墙技术施工时，施工单位应结合现场实际情况和施工要求配置造孔机、混凝土搅拌机以及灌注设备等。在施工过程则应利用造孔机成型器来喷射高压高速水流，以切割土体或者对孔壁进行修正。射水成墙施工时，首先通过射流水泵将水流经由输送管道送至射水成型器喷嘴出，之后喷射水流对土层进行破坏切割。此时水上混合物将溢出孔槽，施工人员应及时利用砂砾泵对渣浆为进行抽吸。在完成槽孔成型作业后，施工人员应将制作加工好的钢筋吊至槽孔内，并综合应用泥浆护壁技术以及混凝土浇筑技术来施作薄壁混凝土防渗墙结构。在施工过程中，施工单位应严格按照设计要求准确控制防渗墙的深度以及厚度。一般射水成墙技术所形成的防渗墙深度不应超过30m，而其厚度则应在0.22m到0.44m左右。同时，施工单位应设置循环池来分离水土，已实现泥浆的循环利用。该技术主要用于有砂土层或者黏土层分布的水利工程防渗墙施工。

#### 3、防渗墙施工中的抓斗成墙技术分析

在水利工程的防渗墙施工中还可以采用抓斗成墙技术。当水利工程区域土层结构主要为砾石层、填土层或者砂层时，可以采用薄型抓斗成墙技术。施工单位应用该技术施工时应合理划分防渗墙槽段长度，并采用分期挖槽以及跳孔施工的作业方式来施作防渗墙。当工程区域的砂砾含量在30%以内，且粒径与沙砾以及槽后土质要求相一致时，施工单位在防渗墙施工中可以采用链斗。施工时应首先快速移动排桩上层链斗，且应按照设计深度要求控制排桩下层墙体。在槽沟挖掘施工时可以采用开槽机等设备，并应采取泥浆护壁方式来提高防渗墙结构的完整性，以确保防渗墙的防渗效果能够达到设计要求。

#### 4、防渗墙施工中的锯槽成墙技术分析

在水利工程的防渗处理时，锯槽成墙技术是较为常用的防渗墙施工技术之一。在应用锯槽成墙技术施工时，施工单位应合理控制开槽机刀杆的倾斜角度以及切削速度。在切削作业时应对沿前后以及上下方向重复切

削,直至达到设计要求。施工单位应根据水利工程区域的土质特征来合理控制切削速度,一般应将切削速度控制在0.8m/h到1.5m/h之间。在切削过程中应对切割下来的土体及时进行清理。之后,施工单位应将塑性混凝土灌入,以完成防渗墙的施作。由于锯槽成墙技术能够连续进行施工作业,具有较高的施工效率,因此在水利工程防渗墙施工中的应用较为广泛。施工单位应根据防渗处理施工要求合理选择相应型号规格的开槽机设备,以确保其穿透深度和宽度均能够施工需要,且应严格按照设计标准控制防渗墙的宽度,从而提高其防渗效果。

### 5、防渗墙施工中的导向槽处理技术分析

导向槽是水利工程防渗墙施工中的重要组成部分,其施工技术应用的合理性对于防渗墙的整体防渗效果会产生较大的影响,因此施工单位应充分了解导向槽施工技术。一般来说,应在槽孔上方沿防渗墙的轴向方向设置导向槽,以便对上部孔壁形成有效支撑,并避免造孔方向出现误差。因此,施工单位应根据防渗墙厚度等参数来确定导向槽宽度以及高度。导向槽高度通常应控制在1.5m到2m左右,而其宽度则应与防渗墙厚度基本一致,且宽出部分不应超过80mm。在开挖导向槽施工时,施工人员应利用全站仪等设备精确测放脚趾线以及坡顶位置,以便以此为基准进行基础槽的挖掘作业。完成基础槽的施工后才能进行斜坡切割。在导向槽的施工过程中,施工人员应确保导向槽平行于隔板中心线,且应降价误差控制在允许的范围内,且应按照设计标准准确控制导槽上部高速以及间距,以保证施工质量。浇筑混凝土施工前,施工人员还应对地面进行加固处理,提高导向槽结构的稳定性和安全性。

## 四、提高防渗处理技术在水利工程中应用效果的有效途径

### (一) 充分了解水利工程的现场环境条件

在水利工程的防渗处理施工中,为提高防渗技术应用的科学性和有效性,施工单位应加强对工程区域地下地貌特征以及环境条件的勘查,充分了解其地质水文情况,以便在此基础上合理选择相应的防渗处理技术工艺以及施工材料,以确保防渗处理效果能够达到设计要求。

### (二) 严格控制施工材料的质量性能

水利工程的防渗处理施工质量与防渗材料的质量性能密切相关。施工单位应严格按照设计标准采购、使用防渗材料,以提高防渗处理效果。同时,施工单位还应根据水利工程的实际情况以及防渗施工要求积极采用新型化学补强材料、复合型涂膜材料以及环氧树脂等各类新型防渗材料,以确保防渗施工质量能够达到设计要求。其中复合型土工膜主要适用于位于光照强以及紫外线辐射较强地区水利工程的防渗施工。

### (三) 合理应用新型防渗处理施工技术

随着我国水利工程施工技术水平的不断提高,已经

研发出了多项新型防渗处理技术。施工单位应加强对新型防渗施工技术的研究,准确掌握其技术使用条件和技术特点,以提高水利工程防渗处理效果。以目前在水利工程防渗施工实践中较为常见的新型化学补强技术为例,其主要是向水泥浆液中掺入适量环氧树脂材料,以形成混合浆液,从而利用其修补处理水利工程结构中存在破损的混凝土构件,从而起到防渗的作用。施工人员在应用化学补强技术时应注意其对水泥的要求,以确保环氧树脂能够有效凝结,从而提高防渗处理的施工质量和防渗效果。由于这种新型复合土工膜是由土工膜与土工织物共同构成的三层结构,综合了聚氯乙烯以及聚乙烯材料的性能特点,因此复合型土工膜材料具有较好的防渗、耐腐蚀以及抗老化性能,而其延展性以及可变性较好,材料自重也相对较轻,不仅便于施工操作,同时施工成本也相对较低,在水利工程的防渗处理施工中得到了越来越广泛的应用。施工单位在防渗处理中应用新材料时应开展现场试验验证工作,以准确确定各项工艺参数,从而提高防渗处理效率,保证水利工程的质量安全。

### (四) 加强施工技术管理

应用防渗施工技术对水利工程进行防渗处理时,施工单位应加强对防渗技术的研究,严格遵守各项技术规范,并结合水利工程的实际情况制定科学的施工技术方案,并要通过现场试验等方式验证各项施工技术参数,优化施工工序流程,从而全面提高施工技术方案的可行性和合理性,为保证水利工程防渗处理施工质量奠定良好的基础。

## 五、总结

在水利工程的施工过程中,施工单位应注意总结施工实践经验,充分了解渗漏问题高发位置以及问题成因,在此基础上合理选择防渗处理施工技术,准确掌握水利工程防渗处理施工技术要点,积极采用新型防渗材料以及防渗处理施工工艺,以全面提高水利工程的防渗能力。同时,施工单位还应大胆进行技术创新和改进,从而有效预防水利工程渗漏现象的发生,从而为水利工程的质量安全提供更加可靠的保证。

### 参考文献

- [1] 秦晓东. 水利工程防渗处理施工技术的应用分析[J]. 中国水运(下半月), 2022, 22(02): 98-99+102.
- [2] 石玉新. 水利工程防渗处理施工技术的应用研究[J]. 四川水泥, 2021(08): 300-301.
- [3] 丁红, 卞晓燕, 卞延群. 水利工程防渗处理施工技术的应用分析[J]. 工程建设与设计, 2021(09): 173-175.
- [4] 张伟, 陈立, 韩朝胜, 陈爱鑫. 水利工程防渗处理施工技术的应用[J]. 居舍, 2019(30): 71.