

水利堤防加固工程中防渗墙施工技术研究

王佐林

中国水利水电第四工程局有限公司

摘要：近年来，我国堤防加固工程取得了快速发展，防洪标准不断提高。然而，由于城市建设项目的增多，堤防高度不断增加，导致防洪标准下降，因此需要对堤防进行加固。目前，在水利堤防加固工程中，常采用浆砌片石、混凝土预制块等技术。其中，防渗墙是一种常见的施工方法，具有施工速度快、成本低、对地基影响小等优点，在加固工程中起着重要作用。因此，本文将重点分析和研究水利堤防加固工程中防渗墙的特点和施工方法，旨在为相关从业人员提供可靠的参考依据。

关键词：水利堤防；加固工程；防渗墙；施工技术
【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.01.077

地表水资源对社会经济的贡献不言而喻，但同时也带来了各种灾害，其中洪水泛滥对人民的生命和财产造成了巨大的损失。为了保障人民的生命安全和财产安全，合理利用水资源，并促进流域内人民的生活和农业生产有序进行，总结和推广水利加固工程中的防渗墙技术成为一种行之有效的工程技术，特别是在控制洪水灾害方面发挥着重要作用。

一、防渗墙施工技术概述

（一）定义

防渗墙施工技术是一种常用于水利工程和防洪工程的重要技术，其主要目的是通过构建具有防渗效果的墙体结构，有效地阻止地下水或洪水的渗漏和侵蚀，提高堤防的抗洪能力。防渗墙施工技术的核心在于选择合适的材料和施工方法，常见的防渗墙材料包括混凝土、钢筋混凝土、块石、浆砌片石等。施工过程中，可以采用挖掘槽沟、嵌入板桩、注浆灌浆等方式来构建防渗墙。同时，还可以根据具体情况进行增加降水井、地下水位监测井等配套设施的建设，以提高防渗效果和监测能力。

（二）历史沿革

防渗墙技术是一种应用于水利工程和防洪工程的关键技术，早期起源于欧洲，并通过吸收水井、水下浇筑混凝土等技术的经验发展而来。20世纪中叶，防渗墙技术主要集中在对沙砾石和石灰岩地基的基础处理上。随后的几十年里，不同国家根据自身需求开发了适应本国实际情况的防渗墙技术。在二十世纪60年代，日本参考意大利的伊克斯法，开创了BW法、TBW法等二十多种新工艺。这些工艺结合了当地地质条件和工程需求，取得了显著的成果。其他国家也根据自身的需要，通过引进、创新和改进，发展出了具有本国特色的防渗墙技术。我国在20世纪50年代开始引进防渗墙技术，经过几

十年的发展和创新，形成了一批具有独特特色的防渗墙技术。在这个过程中，我国积极吸取了国外先进技术的经验，并结合我国的地质条件和工程需求进行了适应性改进和创新。

（三）优点

1. 快速提高堤防的抗洪能力

通过构建防渗墙结构，有效地阻止了地下水或洪水的渗漏和侵蚀，从而提高了堤防的防水能力。相比于其他防洪设施，如挡水闸、护岸等，防渗墙的施工速度更快，可以快速增强工程的抗洪能力，减少水灾对周边区域带来的损失。

2. 成本相对较低

与传统的地下连续墙施工相比，防渗墙施工所需材料简单，施工过程较为简化，从而减少人力、物力和时间的投入。此外，防渗墙施工还可以采用预制件，特别适用于大面积的工程建设，如大型水库、河道整治等。

3. 对地基的影响较小

防渗墙一般采用嵌岩墙、深层浆注墙等形式，与地基有较好的连接性，并通过填充材料与周围土体形成紧密结合，提高了整体的稳定性和承载能力。相比之下，传统的挖土围堰施工方式常需大量开挖和回填土方，对地基产生较大影响，而防渗墙技术能够更好地保持现场的地貌特征。

二、研究水利堤防加固工程中防渗墙施工技术的现实意义

（一）保护人民生命财产安全

水灾是自然灾害中较为常见的一种，其给人民的生命财产安全带来了巨大的威胁。特别是当洪水来袭时，堤防的稳固性和防水能力直接影响到沿岸居民的安全。因此，在水利工程中采用防渗墙施工技术对于提高堤防的抗洪能力至关重要。采用防渗墙施工技术可以极大地降低水灾对人民生命财产造成的损失，确保居民的安全。一方面，防渗墙有效地阻止了地下水和洪水的渗漏，避免了洪水对堤防内部的侵蚀和冲刷，提高了堤防的稳定性。另一方面，防渗墙能够有效地减少地下水位上涨的可能性，降低了因地下水位过高导致的堤防破坏风险。最重要的是，防渗墙还能够避免洪水通过堤防渗漏，保持堤防的完整性，防止洪水冲击沿岸居民，从而确保人民的生命安全。

（二）提高水利工程效益

水利工程中，防渗墙施工技术是一种有效的工程手段，它可以快速增强工程的抗洪能力，并降低混凝土结构的渗水率，提高工程的防水能力。在水库、河道整治、堤防加固等工程中广泛应用，具有重要的意义和广

阔的市场前景。其一，在水利工程中应用防渗墙施工技术可以显著地提高工程的抗洪能力。防渗墙屏障的建立可以有效阻止地下水和洪水的渗漏，减少了水压作用对工程结构的影响，大大降低了水排出量和排涝强度，从而保护了较低洼地区的生命和财产安全。其二，防渗墙的施工还能够降低混凝土结构的渗水率，提高工程的防水能力。防渗墙也被称为“水龙骨”，建造后能够成为工程内部的不透水屏障，避免水通过混凝土结构渗漏并破坏工程结构，延长工程的使用寿命。

（三）促进可持续发展

随着人类社会的不断发展，水资源的重要性日益凸显。水作为生命之源和社会发展的基础，对于农业、工业、城市化等方面都起着至关重要的作用。然而，由于气候变化、人口增长和经济发展等因素的影响，水资源的供需矛盾日益突出，水资源的合理利用和管理变得尤为迫切。在这一背景下，采用防渗墙施工技术进行水利堤防加固具有重要意义。首先，防渗墙可以有效控制水资源的流失和浪费。在水库、河道整治、堤防加固等工程中应用防渗墙，能够最大限度地减少水资源的浪费，提高了水资源的利用效率。其次，防渗墙的建立可以有效地抵御洪水和地下水压力，减少水灾对土地、农田和基础设施的破坏，保障了农业生产和城市发展的可持续性。此外，防渗墙施工技术还具有可持续发展的优势。这不仅可以降低工程的运营成本，还能够减少对环境的影响，符合可持续发展的理念。

三、水利堤防加固工程中防渗墙施工技术分析

（一）多头深层搅拌截渗墙技术

1. 技术原理

多头深层搅拌截渗墙技术是一种针对土壤较松、渗透性较强的地区，通过深度挖掘和搅拌土壤，并在其中加入水泥等掺合料，形成一道厚实坚固的防渗墙屏障。在多头深层搅拌截渗墙技术中，首先需要进行深度开挖，在挖掘到预定深度时进行搅拌。搅拌可以采用不同类型的搅拌机具体施工，但一般需要将搅拌器的旋转刀具插入到土壤中深部，同时向下注入高压水流和掺合物，使土壤与掺合物同时搅拌并混合。在此过程中，土壤可以被密集地搅拌，形成一个坚固的土浆体。因为掺入了胶结剂，这一过程中土浆能够在原位固结，形成一条连续、紧密的坚固屏障。

2. 施工过程中的注意事项

多头深层搅拌截渗墙技术是一项重要的土工技术，施工质量的优劣直接关系到防渗效果和工程安全。在实际施工过程中，需要严格遵守相关注意事项，确保墙体垂直、截渗墙质量和防渗墙墙体的搭接厚度。首先，墙体垂直是快速深层搅拌墙施工过程中必须保证的一个问题。在开挖墙体前，需要先进行测量，并设置好高度基准线。在施工时，对于每个墙体，需要使用专业的漏斗和调整器来调整墙体的垂直性，确保其与基准线平行或垂直。如果发现墙体垂直度不符合要求，需要及时采取措施进行调整，保证墙体施工质量。其次，截渗墙的质

量是多头深层搅拌截渗墙技术施工的核心问题之一。在施工过程中，需要根据工作方案的要求控制混凝土的配合比，确保混凝土强度高、密度大、黏结力强。混凝土的浇筑需要采用振动器进行振动处理，以保证混凝土在墙体中的均匀性和紧密性。此外，在施工过程中需要注意保持掺合材料的稳定性，加强对配料、搅拌、运输和浇筑等关键环节的质量管控，确保截渗墙质量。最后，需要注意防渗墙墙体的搭接厚度。因为多头深层搅拌截渗墙技术是通过深度开挖和搅拌土壤形成的防渗墙屏障，其墙体的密度和坚固性非常重要。在施工过程中，需要设定好搭接宽度和搭接高度，确保搭接处墙体的坚固性。同时，在混凝土搅拌站的施工要求中，需要注意掺和物的稠度和流动性，确保混凝土的填充性能和结构性符合相关要求。

（二）深层搅拌等厚水泥土防渗墙

1. 技术原理

深层搅拌等厚水泥土防渗墙技术通过机械化的方式，将水泥浆与地下土壤高效混合，形成均匀的混合料，并灌注至地下形成连续防渗墙。首先，在需要施工的地面上选定施工点，并进行布点。然后，使用特殊的装备和工具，将机械搅拌钻杆插入地下土层。接下来，通过旋转和振动的方式，将装备中的掘削搅拌器沿着设定线路进行下沉，并控制其在一定深度范围内工作。这些掘削搅拌器能够将地下土壤与水泥浆充分混合，形成均匀的混合料。同时，水泥浆通过与空气同时输送的方式，经过搅拌器中心的空心轴管，注入混合料的中心位置。

在混合料形成期间，掘削搅拌器仍然保持旋转和振动的工作状态，以确保混合料的均匀性和稳定性。混合料的直径由掘削搅拌器的尺寸和施工参数决定，一般为2—4米。混合料达到设计要求后，掘削搅拌器开始缓慢提升，并在提升的同时不断补充新的水泥浆，防止墙体出现裂缝或空洞。最后，继续进行下一个位置的施工，按照设计要求完成整个水泥土防渗墙的建设。

2. 施工过程中的注意事项

深层搅拌等厚水泥土防渗墙技术是一项复杂而精细的工程，对施工过程中的各个环节都有一定的要求和注意事项。以下是在施工时需要注意的几个要点：一、地下构筑物的处理。在施工前，需要对地下可能存在的大石块或其他地下建筑物进行清除。对于大石块，可以采用机械或人工的方式进行清除，以保证混合料的均匀性。对于地下建筑物，可以通过灌浆的方法对其周围的地层进行封闭处理，以避免墙体出现不均匀或不完整的情况。二、墙体连接。在桩与桩之间的搭接间歇上，施工过程应尽量控制时间小于二十四小时。这是因为长时间间隔会导致墙体连接处的硬化时间差异，产生裂缝或接头不牢固的问题。因此，在施工过程中需要控制好每段墙体的施工时间，确保连接处的连续性和牢固性。三、施工质量控制。深层搅拌等厚水泥土防渗墙技术对施工质量要求较高，需要确保混合料的均匀性、强度和

稳定性。在施工过程中,需要进行严格的质量控制,包括监测混合料的成分比例、控制搅拌的时间和速度、测量墙体的厚度和密实度等。同时,还要对施工现场进行监测和检测,及时调整施工参数,以确保施工质量符合设计要求。四、安全措施。在施工过程中,需要注意安全措施的落实,保障工作人员的人身安全。特别是在使用工程机械进行施工时,要确保机械设备的安全可靠,操作人员要具备相关证书并遵守操作规范,避免发生意外事故。

(三) 振冲防渗板墙

1. 技术原理

振冲防渗板墙技术是一种利用振冲法在地下施工一个连续的水泥搅拌桩体,将土壤固结成连续的防渗墙的方法。其原理主要有以下几个方面:第一,振冲作用原理。振冲即利用高频振荡器具有的机械振动切削土层、打破土体颗粒之间的吸力和摩擦力,抵抗土体的抗剪强度,使土体松散变形,形成直径大于1.5倍钻孔直径的扰动带区域。同时,在振冲过程中,被振动的水泥浆可以充分地土壤结合,形成了均匀的混合层。第二,土体固结原理。振冲过程中产生的震动和压实作用会改变土体的物理和化学性质,使得土体内部的颗粒紧密连接起来,从而增加了土体的密度和抗渗性能。第三,强度优化原理。振冲防渗板墙技术通过控制振冲参数和掺入不同比例的水泥及外加剂,可以达到优化防渗墙强度和渗透性能的目的。同时,振冲防渗板墙技术可以根据需要进行加固,从而增加其承载力和稳定性。第四,环保原理。振冲防渗板墙技术采用水泥浆与土壤搅拌固结方法,不需要使用任何环境污染物质,对地下水体和周边环境变化影响极小,具有优异的环保性能。

2. 施工过程中的注意事项

在振冲防渗板墙技术的施工过程中,需要注意以下几个方面:第一,振管的长度应大于孔深2米以上。防渗墙的处理深度通常较大,因此为了确保振管能够达到位于深处的土层并顺利进行施工,振管的长度应大于孔深2米以上,这样可以避免施工过程中可能出现的振管断裂和振动不足等情况。第二,注意水泥砂浆的含砂量控制。在施工过程中,水泥砂浆的含砂量较大可能会导致管路堵塞的情况发生。因此,在施工前应该对砂浆的含砂量进行控制,并根据需要进行适当的筛网处理,以确保水泥砂浆的质量达标,同时避免管路堵塞。第三,防止漏失某段墙体的浆槽。在施工过程中,可能会出现漏失某段墙体的浆槽的情况。这时,水泥浆会快速下降,导致墙体的槽壁不稳定并可能引发坍塌。因此,一旦发现这种情况,应立即停止振切和提升,并进行补浆,以防止水泥浆下沉后导致的墙体不稳定问题。

(四) 其他防渗墙施工技术

1. 冲击钻进造槽孔技术

冲击钻进造槽孔技术是一种广泛应用于砂卵石地层的施工方法,它通过利用冲击力和旋转力来切削地层,形成孔洞,并实现土石排出和取样。冲击钻进造槽孔

技术主要包括以下几个步骤:首先,在需要进行钻探的地层上方安装一组切削器具,例如钎头。然后,通过施加冲击力和旋转力,使切削器具不断地冲击、切削和挤压地层。这样,切削器具就会逐渐穿过地层,形成一个圆形的孔洞。同时,在冲击钻进的过程中,还会产生一定的碎屑和排泥效果。冲击钻进造槽孔技术相比传统的旋转钻进技术具有以下优点:第一,冲击钻进的切削力非常大,能够克服地层的强度和硬度,适用于各种复杂地质情况。第二,冲击钻进不需要使用冷却液,可以减少环境污染。第三,该技术操作简单,设备结构相对较简单,对人员的培训和操作要求较低。

2. 抓斗开挖槽孔技术

抓斗开挖槽孔技术通过两钻一抓法进行操作,该方法利用抓斗张开时的幅度加上导孔的直径等于导孔之间的间距,以确保抓斗作业时所受阻力的均衡。这种方式能够保持较高的垂直精度,因此在挖掘深度较大或者在柔软地层中应用广泛。特别是在挖掘深度浅的情况下,可以无须导孔,按顺序进行挖掘。抓斗开挖槽孔技术在实际操作中有一定的限制条件,当孔深超过十米时,建议采取导孔法,即预先钻设导孔,然后再使用抓斗进行开挖。导孔的设置能够有效控制挖掘误差,并提供更高的垂直度。

3. 自凝灰浆防渗墙施工

自凝灰浆防渗墙技术与传统混凝土防渗墙相似,但也有不同之处。自凝灰浆作为一种特殊的材料,具有凝结性和自密实性,能够填充孔洞和裂缝,形成一道均匀致密的防渗屏障。在施工过程中,采用钻孔注浆方式进行,利用混凝土泵将预先调制好的自凝灰浆泵送至施工现场,灌注到预先挖好的坑槽中,通过固化形成坚固的防渗墙体。与传统混凝土防渗墙相比,自凝灰浆防渗墙施工更加高效简洁。由于自凝灰浆具有快速凝结的特点,因此施工速度要比传统混凝土防渗墙更快,钻孔灌浆、浇筑混凝土和清理钻孔等步骤都得以省略,大幅度提高了施工效率。此外,自凝灰浆防渗墙施工所需的设备和人力资源也相对较少,能够在狭小空间中进行施工,适用于复杂地质条件下的防渗控水。

四、结束语

总之,防渗墙技术的发展需要不断学习和创新。通过引入新技术、改进施工管理,可以不断提升水利堤防加固工程的质量,从而更好地保护人民的生命财产安全。

参考文献

- [1] 李雷. 水利堤防加固工程中防渗墙施工技术研究[J]. 新型工业化, 2021, 11(3): 138-139, 142.
- [2] 韩玲, 宋健. 水利堤防加固工程中防渗墙技术应用[J]. 建筑工程技术与设计, 2018(25): 461.
- [3] 沈军军. 水利堤防加固工程防渗墙施工技术探究[J]. 华东科技(综合), 2018(6): 191.
- [4] 李星宇. 水利堤防加固工程中防渗墙施工技术研究[J]. 珠江水运, 2022(12): 47-49.