

水利工程防渗墙及其施工方法

姚广泽

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

摘要: 随着水利工程建设规模持续扩大且标准不断提高, 渗漏问题成为影响工程安全与效益的关键隐患。本文聚焦水利工程防渗墙及其施工方法。首先阐述水利工程防渗墙施工技术的重要性, 包括保障工程稳定性、提高水资源利用效率及延长使用寿命。接着介绍常见防渗墙类型, 如混凝土、塑性混凝土、水泥石及自凝灰浆防渗墙。随后详细说明多种施工方法, 涵盖槽孔型、桩柱型防渗墙施工及多头深层搅拌、射水法成槽、振动沉模、自凝灰浆防渗墙施工等。最后强调施工质量控制要点, 涉及原材料、槽孔、泥浆及墙体材料浇筑质量等方面, 为水利工程防渗墙建设提供全面参考。

关键词: 水利工程; 防渗墙; 施工方法

引言: 水利工程作为国家基础设施建设的关键部分, 在防洪、灌溉、供水及发电等方面发挥着不可替代的作用。然而, 渗漏问题一直是水利工程面临的重大挑战, 不仅威胁工程安全稳定, 还造成水资源浪费, 缩短工程使用寿命。防渗墙作为有效的防渗措施, 能有效拦截地下水渗透, 保障水利工程的正常运转。随着水利工程技术不断发展, 防渗墙的类型和施工方法日益多样。深入探讨水利工程防渗墙及其施工方法, 对于提升水利工程建设质量、保障工程长期稳定运行具有重要的现实意义和迫切需求。

1 水利工程防渗墙施工技术的重要性

1.1 保障水利工程的稳定性

水利工程常面临复杂地质与水力条件, 渗漏会破坏工程结构平衡。防渗墙施工技术能有效阻隔水流渗透, 减少水对工程基础的冲刷和侵蚀, 避免因渗漏引发的地基沉降、滑坡等地质灾害, 维持工程结构的整体性和稳定性。例如在大型水库大坝中, 合理的防渗墙施工可防止坝体因渗漏出现变形、裂缝等问题, 确保大坝在各种工况下都能安全运行, 保障下游地区人民生命财产安全, 为水利工程的长期稳定发挥功能奠定坚实基础。

1.2 提高水资源利用效率

水资源日益稀缺, 提高其利用效率至关重要。水利工程若存在渗漏, 会导致大量水资源白白流失。采用防渗墙施工技术, 能显著降低渗漏量, 使更多的水资源被有效储存和利用。在灌溉工程中, 减少渗漏可保证更多的水输送到农田, 满足农作物生长需求, 提高灌溉保证率; 在水力发电工程中, 能增加水库蓄水量, 保证发电水头, 提高发电效率。

1.3 延长水利工程的使用寿命

水利工程投资巨大, 建设周期长, 其使用寿命直接关系到投资效益和社会效益。渗漏是影响水利工程寿命的重要因素之一, 长期渗漏会加速工程结构的老化和损坏。防渗墙施工技术通过阻止水流渗透, 减少水分对工程材料的化学侵蚀和物理破坏, 降低钢筋锈蚀、混凝土碳化等问题的发生几率, 延缓工程结构的劣化过程^[1]。

2 常见水利工程防渗墙类型

2.1 混凝土防渗墙

混凝土防渗墙是水利工程中应用广泛的一种防渗结构。它通过在地下开挖槽孔, 然后浇筑混凝土形成连续墙体, 以阻隔地下水的渗透。这种防渗墙具有较高的强度和刚度, 能承受较大的水压力和土压力, 适用于各种复杂地质条件下的水利工程, 如大型水库大坝、水闸等。其施工工艺相对成熟, 质量控制较为方便, 防渗效果可靠, 能有效保障水利工程的稳定性和安全性。不过, 混凝土防渗墙的弹性模量较大, 与周边土体的变形协调性稍差, 在特定情况下可能会产生应力集中现象。

2.2 塑性混凝土防渗墙

塑性混凝土防渗墙是在普通混凝土中掺入一定比例的黏土、膨润土等胶凝材料, 使其具有较好的塑性和变形能力。与混凝土防渗墙相比, 它能更好地适应周边土体的变形, 减少因不均匀沉降而产生的裂缝, 防渗性能更为稳定。塑性混凝土防渗墙的弹性模量较低, 与土体的力学性能更为接近, 可有效降低墙体内部的应力水平, 提高防渗墙的耐久性。

2.3 水泥石防渗墙

水泥石防渗墙是利用水泥作为固化剂, 与地基土进行强制搅拌混合, 经过一系列物理化学反应后形成具有一定强度和防渗性能的墙体。这种防渗墙施工设备简

单,操作方便,成本较低,适用于处理深度较浅、渗透性较强的地层。水泥土防渗墙能就地取材,减少土方的开挖和运输,对环境影响较小。同时,它具有良好的整体性和防渗性,可有效截断地下水的渗透通道。

2.4 自凝灰浆防渗墙

自凝灰浆防渗墙是采用自凝灰浆作为造孔泥浆,在成槽过程中,自凝灰浆中的胶凝材料逐渐水化凝固,最终形成具有一定强度和防渗性能的墙体。自凝灰浆具有较好的流动性和稳定性,能在造孔过程中有效护壁,防止槽孔坍塌。其施工工艺相对灵活,可根据工程需要进行调整。自凝灰浆防渗墙的防渗性能较好,且能与周边土体较好地结合,形成整体的防渗体系。

3 水利工程防渗墙施工方法

3.1 槽孔型防渗墙施工(钻劈法)

槽孔型防渗墙施工中的钻劈法是一种常用且成熟的工艺。施工伊始,需进行精确的测量定位,确定槽孔的准确位置与走向,为后续施工奠定基础。钻劈作业时,先使用冲击式钻机进行主孔钻进,钻头在强大冲击力作用下破碎岩石或土体,形成主孔。主孔达到一定深度后,利用劈打钻头对主孔之间的副孔进行劈打。劈打过程中,通过合理控制钻机的冲击频率和力度,使副孔与主孔连通,逐步形成具有一定长度的槽孔。在钻进过程中,要持续向槽内注入优质泥浆,泥浆不仅能冷却钻头、携带钻渣,还能在槽壁形成泥皮,起到护壁作用,防止槽壁坍塌。槽孔形成后,需进行清孔换浆,清除槽底沉渣和槽内杂质,并置换出性能不符合要求的泥浆,保证槽内清洁和泥浆质量。最后进行墙体材料浇筑,将符合设计要求的混凝土等材料通过导管注入槽孔,使其充满整个槽孔,形成连续、密实的防渗墙体,有效阻隔水流渗透,保障水利工程的防渗性能^[2]。

3.2 桩柱型防渗墙施工(锯槽法)

桩柱型防渗墙施工采用锯槽法时,前期准备工作至关重要。需对施工场地精确测量放线,确定防渗墙的轴线位置,同时清理场地杂物、平整地面,为设备安置和施工操作创造良好条件。施工开始,将锯槽机就位并调整至合适角度,使其刀排与防渗墙轴线保持垂直。启动锯槽机后,刀排以一定的频率和幅度做往复切割运动,同时整机缓慢向前移动,不断切割土体,形成具有一定宽度和深度的沟槽。在锯槽过程中,要持续向沟槽内注入泥浆,泥浆能及时携带出切割产生的土渣,保持槽内清洁,还能在槽壁形成泥皮,起到稳定槽壁、防止坍塌的作用。当沟槽达到设计深度后,进行清孔作业,进一步清除槽底残留的沉渣和杂质。随后,通过导管向沟槽

内浇筑墙体材料,如混凝土等,边浇筑边缓慢提升导管,确保墙体材料均匀填充沟槽,最终形成连续、密实的桩柱型防渗墙,有效提升水利工程的防渗能力。

3.3 多头深层搅拌水泥土防渗墙

多头深层搅拌水泥土防渗墙是水利工程中一种高效且实用的防渗技术。施工前,需对场地进行全面勘察与平整,精确测量放线,确定防渗墙的施工轴线与桩位,为后续施工提供精准指引。施工时,多头深层搅拌桩机就位后,启动动力装置,使多根钻杆同时旋转并向下钻进。在钻进过程中,通过钻杆上的喷嘴向土体中喷射水泥浆液,同时钻杆进行搅拌,使水泥浆液与土体充分混合,发生一系列物理化学反应,形成具有一定强度和防渗性能的水泥土加固体。多头钻杆同步作业,可一次性形成多个相邻的水泥土桩体,桩体相互搭接,最终构成连续的防渗墙。施工过程中,要严格控制钻进速度、喷浆量、搅拌时间等参数,确保水泥土的质量均匀性和防渗性能。该技术施工效率高、成本较低,且对环境影响小,适用于处理软土、砂土等地基,能有效截断地下水的渗透通道,保障水利工程的防渗安全。

3.4 射水法成槽防渗墙施工

射水法成槽防渗墙施工是一种较为高效且适应性强的防渗墙建造工艺。施工准备阶段,需对场地细致平整,精确测量放线,确定防渗墙的位置与走向。随后安装射水造槽机,调试设备至最佳状态。正式施工时,造槽机的成型器在高压水泵喷射出的高速水流作用下,对地层进行冲切破碎,同时成型器做上下往复运动,进一步扩大槽孔。被水流冲刷下来的土渣,通过泥浆循环系统排出槽外。在成槽过程中,要持续向槽内注入优质泥浆,以维持槽壁稳定,防止坍塌。当槽孔达到设计深度后,进行清孔换浆作业,确保槽底干净、泥浆性能符合要求。之后,通过导管向槽内浇筑墙体材料,如混凝土等,浇筑过程中需控制好速度和高度,保证墙体材料均匀上升,最终形成连续、密实的防渗墙。该方法适用于砂土、黏土等多种地层,能有效提升水利工程的防渗能力。

3.5 振动沉模防渗墙施工

振动沉模防渗墙施工是一种较为独特且高效的防渗技术。施工前,要对施工现场进行全面清理与平整,精确测量放线,确定防渗墙的准确位置与走向,同时安装好导向架,为后续沉模作业提供精准引导。施工时,将带有空腔的模板通过振动锤连接成整体,利用振动锤产生的高频振动和模板自身的重力,使模板垂直下沉至设计深度。在下沉过程中,模板挤压周边土体,形成具有一定密实度的槽孔。模板下沉到位后,向模板空腔内

灌注混凝土等墙体材料,待其达到一定强度后,提升模板,此时灌注的墙体材料便留在槽孔中形成防渗墙单元。通过依次完成多个防渗墙单元的施工,并确保相邻单元紧密连接,最终形成连续的防渗墙。该方法施工速度快、效率高,对周边环境影响小,且形成的防渗墙质量可靠,能有效提高水利工程的防渗性能,适用于多种地质条件下的防渗工程。

3.6 自凝灰浆防渗墙施工

自凝灰浆防渗墙施工是一种独具特色且应用效果良好的防渗工艺。施工前期,要精心准备原材料,选用优质水泥、膨润土等,并按照精确比例配制自凝灰浆,确保其具备良好的流动性、稳定性与自凝特性。同时,对施工场地进行平整与测量放线,确定防渗墙的准确位置。施工时,利用造孔设备成槽,在成槽过程中,将配置好的自凝灰浆作为护壁泥浆注入槽内。自凝灰浆能在槽壁形成一层致密的泥皮,有效防止槽壁坍塌,同时携带出钻渣,保持槽内清洁。随着时间推移,自凝灰浆中的胶凝材料逐渐水化凝固,使槽内灰浆形成具有一定强度和防渗性能的墙体。在施工过程中,要严格控制自凝灰浆的各项性能指标,密切关注其凝固时间,根据实际情况调整施工节奏。

4 水利工程防渗墙施工质量控制要点

4.1 原材料质量控制

原材料是防渗墙质量的基础。对水泥,要检验其强度、安定性等指标,确保符合设计要求,不同批次水泥需分别存放与使用;骨料应控制粒径、含泥量,保证级配良好;外加剂要按规范检测其减水率、凝结时间差等性能。严格把控原材料采购渠道,进场时仔细验收,按规定抽样送检,不合格材料严禁使用,从源头保障防渗墙质量。

4.2 槽孔质量控制

槽孔质量直接影响防渗墙效果。施工前精准测量定位,确保槽孔轴线符合设计。成槽过程中,控制槽孔深度、宽度和垂直度,偏差在允许范围内。采用合适工艺防止槽壁坍塌,如使用优质泥浆护壁。成槽后及时检

查槽底淤积厚度,超标时进行清理,保证槽孔干净、规整,为后续施工创造良好条件。

4.3 泥浆质量控制

泥浆在防渗墙施工中起护壁、携渣等关键作用。要选用优质膨润土配制泥浆,控制泥浆的比重、黏度、含砂量等性能指标。施工过程中定期检测泥浆质量,根据实际情况调整参数。泥浆循环使用时要进行净化处理,去除杂质,保证泥浆性能稳定。只有泥浆质量合格,才能有效防止槽壁坍塌,确保施工顺利进行和防渗墙质量。

4.4 墙体材料浇筑质量控制

墙体材料浇筑是防渗墙成形的关键环节。浇筑前检查导管等设备,确保性能良好。控制混凝土或水泥土等材料的坍落度、扩展度,保证其流动性与和易性。浇筑时连续进行,避免出现冷缝,控制浇筑速度和高度,防止混凝土离析。同时,加强振捣,确保墙体材料密实,提高防渗墙的强度和防渗性能^[1]。

结束语

水利工程防渗墙作为保障工程安全稳定运行的关键防线,其重要性不言而喻。从多样的防渗墙类型,如混凝土、塑性混凝土、自凝灰浆等防渗墙,到丰富且各具特色的施工方法,包括钻劈法、锯槽法、射水法、振动沉模法等,每一种都凝聚着工程技术的智慧结晶。这些防渗墙及其施工方法,适应了不同地质条件与工程需求,有效解决了渗漏难题。未来,随着科技的不断进步,水利工程防渗墙技术将持续创新优化,为水利事业的长远发展筑牢根基,守护江河安澜,助力社会经济可持续发展。

参考文献

- [1]贾乐佳.水利工程中混凝土防渗墙施工技术[J].水电水利,2023,7(1):82-84.
- [2]李金阳,罗跃利.水利工程中混凝土防渗墙施工技术的研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(10):212-213
- [3]张美靓.水利水电工程建筑中混凝土防渗墙施工技术的应用[J].中国厨卫:建筑与电气,2022.(2).244-245