

水利堤防工程堤防防渗施工技术的探讨

樊建辉

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 咸阳 712000

摘要:水利堤防工程作为抵御洪水、保障人民生命财产安全的关键基础设施,其稳定性与可靠性至关重要。在长期运行过程中,堤防面临着水流渗透的严峻挑战,渗漏问题不仅会威胁工程结构安全,还可能引发一系列生态环境问题。因此,深入研究并合理应用有效的堤防防渗施工技术,成为水利工程领域亟待解决的重要课题。对各类防渗技术的探究,有助于提升水利堤防工程的整体质量,保障其持久发挥防洪等关键功能,对推动水利事业的可持续发展意义深远。

关键词:水利堤防工程;堤防;防渗施工技术

引言

本文探讨水利堤防工程的堤防防渗施工技术。首先阐述了防渗施工技术在保障工程结构稳定、提升防洪能力以及保护生态环境方面的重要作用。接着详细介绍了高压喷射防渗墙、劈裂灌浆防水、垂直铺塑防渗、帷幕灌浆防渗、隔水层防渗和地下连续墙防渗等多种施工技术,涵盖其技术原理、施工流程及技术优势。研究表明,合理运用这些防渗技术,能有效解决水利堤防工程的渗漏问题,提升工程安全性与耐久性,为水利堤防工程的高质量建设与运行提供有力技术支撑。

1 水利堤防工程堤防防渗施工技术的应用

1.1 保障工程结构稳定

水利堤防工程长期受水流作用,若防渗性能不佳,水会渗入堤身内部。水分的渗入会使堤身土体的含水量增加,导致土体的抗剪强度降低。堤身内部的土体在水的浸泡下,颗粒间的有效应力减小,进而引发堤身的变形,严重时甚至会出现滑坡、坍塌等破坏现象。通过采用先进的防渗施工技术,如构建防渗墙、实施灌浆等措施,可以有效阻止水分的渗入,维持堤身土体的原有力学性能,保证堤身结构的稳定性,使水利堤防工程能够长期安全运行。

1.2 提升防洪能力

在洪水期,水位急剧上升,水利堤防工程承受的水压大幅增加。若堤防存在渗漏问题,洪水会通过渗漏通道进入堤后,可能引发管涌、流土等严重险情。管涌是指在渗流作用下,土体中的细颗粒被水流带出,在堤身内部或堤后形成管状通道;流土则是在渗流作用下,土体表面的颗粒群被整体冲走。这些险情一旦发生,会迅速削弱堤防的抗洪能力。随着渗漏的持续,堤身内部的土体被掏空,堤防的承载能力下降,最终可能导致洪

水漫溢甚至决堤,给周边地区带来巨大的灾难。有效的防渗施工技术能够在堤防的关键部位,如迎水面、堤基等,构建起连续、可靠的防渗体系。防渗体系可以阻挡洪水的渗透,降低堤身内部的渗透压力,使堤防在高压下仍能保持稳定,极大地提升水利堤防工程的防洪能力,保护周边地区人民生命财产安全和社会经济的稳定发展。

1.3 保护生态环境

水利堤防工程周边往往存在着丰富的生态系统,包括湿地、河流生态等。当堤防出现渗漏时,可能会导致周边地下水位的变化,影响周边植被的生长。渗漏的水还可能携带泥沙、污染物等,对周边水体造成污染,破坏生态平衡。通过运用科学合理的防渗施工技术,确保堤防的防渗性能良好,可以维持周边地下水位的稳定,减少对周边生态系统的干扰,保护生态环境的平衡和稳定,促进人与自然的和谐共生。

2 水利堤防工程堤防防渗施工技术

2.1 高压喷射防渗墙施工技术

高压喷射防渗墙施工技术是利用高压喷射设备,将水泥浆等固化材料以高压喷射的方式注入土体中。其工作原理基于高压喷射流的强大能量。当高压喷射设备将水泥浆以高速喷射出时,喷射流在土体中产生巨大的冲击力,使土体颗粒被切割、破碎并重新排列。水泥浆与破碎后的土体颗粒充分混合,随着水泥浆的凝固,在土体中形成具有一定强度和防渗性能的墙体。从微观层面来看,水泥浆中的水泥颗粒与土体颗粒相互交织,水泥的水化反应生成的凝胶物质填充了土体颗粒间的孔隙,进一步增强了混合体的密实度和防渗性能。施工前,需对施工现场进行详细勘察,全面了解地质条件,包括土层分布、土体特性、地下水位等信息,以此确定施工参

数,如喷射压力、提升速度、浆液配合比等。完成勘察后,进行设备的安装与调试,确保高压喷射设备的各项性能指标符合施工要求。在施工过程中,首先按照设计要求进行钻孔作业^[1]。钻孔时要严格控制钻孔的垂直度和深度,确保钻孔准确到达设计的防渗墙底部高程。钻孔完成后,将喷射管插入孔内,启动高压喷射设备,从下往上进行喷射作业。在喷射过程中,要精确控制喷射压力、提升速度和浆液流量等参数。喷射压力需保持稳定,以保证对土体的有效切割和破碎;提升速度要均匀,使形成的防渗墙厚度一致;浆液流量要根据土体特性和设计要求进行合理调整,确保水泥浆与土体充分混合。喷射作业完成后,对防渗墙进行养护。养护过程中,要根据水泥浆的特性和环境条件,采取适当的养护措施,如保持墙体湿润、控制环境温度等,使防渗墙强度逐步增长,达到设计要求。高压喷射防渗墙施工技术具有较高的适应性,能够在多种地质条件下施工,如砂土、粉质土、黏土等。该技术施工速度相对较快,能够在较短时间内完成防渗墙的施工。形成的防渗墙具有较好的防渗性能和一定的强度,能够有效阻挡水流的渗透。同时,该技术施工过程中对周边环境的影响较小,噪音和振动相对较低。

2.2 劈裂灌浆防水施工技术

劈裂灌浆防水施工技术是利用水力劈裂原理,在堤身中钻孔,通过向孔内灌注浆液,使堤身土体在浆液压力作用下沿垂直于小主应力的平面劈裂。随着浆液的不间断注入,劈裂面逐渐扩展,形成连续的防渗帷幕。在灌浆过程中,浆液不仅填充了土体的裂缝和孔隙,还对土体起到了一定的挤压和加固作用,提高了堤身的防渗性能和稳定性。施工前同样要对堤身进行详细勘察,确定堤身的地质条件和灌浆参数。然后进行钻孔作业,钻孔间距和深度根据设计要求确定。钻孔完成后,在孔内下入灌浆管,进行灌浆。灌浆过程中,要严格控制灌浆压力和灌浆量,初始灌浆压力要逐渐增加,当达到设计劈裂压力时,保持压力稳定,持续灌注浆液,直至达到设计灌浆量或出现冒浆等终止条件。灌浆完成后,对灌浆孔进行封孔处理,防止浆液外流。劈裂灌浆防水施工技术施工工艺相对简单,成本较低。它能够有效处理堤身内部的裂缝、洞穴等隐患,提高堤身的整体性和防渗性能。该技术对堤身的加固效果明显,能够增强堤身的稳定性,适用于多种土质的堤身防渗处理。

2.3 垂直铺塑防渗施工技术

垂直铺塑防渗施工技术是利用专门的铺塑设备,将土工膜垂直铺设在堤身或地基中,形成一道连续的防渗

屏障。土工膜具有良好的防渗性能,能够有效阻止水分的渗透。在施工过程中,通过开槽设备在土体中开出一一定宽度和深度的沟槽,然后将土工膜放入沟槽内,再用回填材料将沟槽回填密实,使土工膜与土体紧密结合,发挥防渗作用。施工前,要对土工膜进行质量检验,确保其性能符合设计要求。然后进行施工现场的清理和平整,为开槽作业创造条件。使用开槽设备按照设计要求进行开槽,开槽过程中要控制好槽的宽度、深度和垂直度。将检验合格的土工膜展开,通过专用的铺膜设备将其垂直放入槽内,保证土工膜的铺设平整、无褶皱。土工膜铺设完成后,及时用符合要求的回填材料进行回填,回填过程中要注意防止土工膜受损。垂直铺塑防渗施工技术施工速度快,能够在较短时间内完成大面积的防渗施工。土工膜的防渗性能优异,能够有效降低堤身的渗漏量。该技术施工过程相对简单,对施工设备和人员的技术要求相对较低,成本也相对较低。同时,土工膜具有较好的耐久性,能够在较长时间内保持良好的防渗性能。

2.4 帷幕灌浆防渗技术

帷幕灌浆防渗技术是在堤基或堤身中钻孔,通过向孔内灌注浆液,形成一道连续的、具有一定厚度和防渗性能的帷幕,以阻止水流的渗透。灌浆浆液在压力作用下,填充土体的孔隙、裂缝等渗漏通道,使土体的渗透性降低。帷幕灌浆形成的防渗帷幕一般位于堤基或堤身的迎水面,能够有效降低渗透压力,提高堤身的稳定性。施工前,要对地质条件进行详细勘察,确定灌浆参数,如灌浆孔的布置、深度、间距,灌浆压力、浆液配合比等。然后进行钻孔作业,钻孔要保证垂直度和孔深符合设计要求。钻孔完成后,进行洗孔,清除孔内的岩屑、泥皮等杂质,以保证浆液能够顺利灌入^[2]。接着进行灌浆,灌浆一般采用分段灌浆的方式,从下往上逐段灌注,每段灌浆完成后要进行封孔待凝,再进行下一段的灌浆。灌浆完成后,对灌浆效果进行检查,如采用压水试验等方法检测帷幕的防渗性能。帷幕灌浆防渗技术能够有效降低堤基或堤身的渗透系数,形成可靠的防渗屏障。该技术适用于多种地质条件,对深层渗漏的处理效果较好。帷幕灌浆形成的防渗帷幕耐久性强,能够长期保证堤身的防渗性能,提高水利堤防工程的安全性。

2.5 隔水层防渗技术

隔水层防渗技术是利用天然或人工设置的隔水层来阻止水分的渗透。在水利堤防工程中,若堤基或堤身存在天然的隔水层,可通过合理的工程措施对其进行保护和利用,如在施工过程中避免破坏隔水层的完整性。若

不存在天然隔水层,则可采用人工方法构建隔水层,如铺设黏土、土工合成材料等。这些隔水材料具有极低的渗透性,能够有效阻挡水分的渗透,起到防渗作用。当利用天然隔水层时,施工前要对天然隔水层的分布、厚度、性能等进行详细勘察。在施工过程中,采取相应的保护措施,如避免在隔水层附近进行过度的开挖、爆破等作业。若构建人工隔水层,对于铺设黏土隔水层,要选择合适黏土材料,控制其含水量和压实度。首先对铺设场地进行平整,然后分层铺设黏土,每层铺设后进行压实,确保黏土隔水层的密实度和防渗性能。对于铺设土工合成材料隔水层,要选择质量合格的土工合成材料,按照设计要求进行铺设,保证材料的拼接牢固、无漏洞。隔水层防渗技术施工成本相对较低,尤其是利用天然隔水层时,可节省大量的工程材料和施工费用。该技术施工工艺相对简单,易于操作。隔水层一旦形成,其防渗性能稳定可靠,能够长期发挥防渗作用,且对周边环境的影响较小。

2.6 地下连续墙防渗技术

地下连续墙防渗技术借助专门的成槽设备,在地下挖掘出具有特定深度和宽度的沟槽。在挖掘过程中,通过泥浆护壁来维持沟槽的稳定性,防止槽壁坍塌。泥浆的作用在于其具有一定的密度和黏度,能够在槽壁表面形成一层泥皮,起到支护和防渗的作用。沟槽挖掘完成后,在槽内吊放预先制作好的钢筋笼,钢筋笼的设计和制作需严格按照工程要求进行,以确保其能够提供足够的结构强度。随后,通过导管法灌注混凝土,混凝土自下而上逐渐填充沟槽,将泥浆置换出来,最终形成连续的钢筋混凝土墙体。钢筋混凝土墙体具有较高的强度和良好的抗渗性能。从微观结构来看,混凝土中的水泥浆体在水化过程中形成致密的结构,填充了骨料之间的孔隙,而钢筋则增强了墙体的抗拉性能,使墙体能够承受较大的水压和土压力,有效阻挡水流的渗透,成为水利堤防工程中可靠的防渗屏障。施工前,需对施工现场进行全面的场地平整和测量放线工作。场地平整要确保施工设备能够顺利通行和作业,测量放线则要精确确定地下连续墙的位置,为后续施工提供准确的基准。完成场地准备后,进行导墙施工。导墙是地下连续墙施工的重要辅助结构,它具有导向、护壁和储存泥浆的作用。导

墙通常采用钢筋混凝土结构,施工时要保证其尺寸准确、墙体垂直,且具有足够的强度和稳定性。导墙施工完成后,利用成槽设备进行沟槽挖掘。成槽设备根据地质条件的不同,可选择抓斗式、冲击式或回转式等。在挖掘过程中,要持续向槽内注入泥浆,保持泥浆面的高度始终高于地下水位一定距离,以维持槽壁的稳定。同时,要实时监测槽的垂直度、宽度和深度,确保符合设计要求。沟槽挖掘完成后,进行清槽作业,清除槽底的沉渣和淤泥,以保证混凝土与槽底土体的良好结合。清槽完成后,吊放钢筋笼。钢筋笼在吊运过程中要防止变形,准确放入槽内并固定在设计位置。钢筋笼就位后,立即进行混凝土灌注。混凝土灌注采用导管法,导管要埋入混凝土一定深度,随着混凝土的不断灌注,逐步提升导管,确保混凝土灌注的连续性和密实性。在灌注过程中,要严格控制混凝土的坍落度、灌注速度等参数,保证混凝土的质量^[3]。地下连续墙防渗技术形成的墙体强度高、防渗性能好,能够承受较大的水压和土压力。该技术适用于各种复杂的地质条件,尤其是在软土地基、砂土地基等不良地质条件下具有明显优势。地下连续墙的整体性好,能够有效防止渗漏通道的形成,提高水利堤防工程的防渗效果和稳定性。

结束语

综上所述,水利堤防工程的堤防防渗施工技术对于工程的安全稳定运行和生态环境保护意义重大。不同的防渗技术各有特点与适用场景,在实际工程中,需综合考量地质条件、工程需求及成本等多方面因素,科学选择并优化施工技术。随着科技的不断进步,应持续探索创新防渗技术,提升技术水平与应用效果。通过各方努力,不断完善水利堤防工程的防渗体系,确保水利工程更好地服务于社会经济发展,保障人民生命财产安全和生态环境稳定。

参考文献

- [1]包小红.水利工程堤防防渗施工技术的应用探讨[J].大众标准化,2024,(05):136-138.
- [2]白丹.农田水利工程施工中防渗技术要点分析[J].农业灾害研究,2023,13(11):275-277.
- [3]蔡慧,郝世飞.水利工程堤防防渗施工技术应用探讨[J].工程技术研究,2023,8(18):111-113.