

水利工程围堰施工技术研究

穆立超¹ 李潇²

1. 黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南 郑州 450000

2. 黄河古贤水利枢纽有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 水利工程围堰施工需遵循安全、经济、环保原则,类型包括土石、混凝土、钢板桩围堰等。关键技术包括:结构设计需综合考量多方面因素;防渗处理分垂直与水平防渗,依地质选方案并监测;稳定性控制受水位、波浪等影响,需压实加固、坡面防护等并验算。质量控制与安全保障方面,要严格把控材料与工艺,构建多参数监测体系并设定预警阈值,同时明确人员职责、制定特殊工况规程并开展演练培训。

关键词: 水利工程;围堰施工技术;研究

引言:水利工程中,围堰施工是保障主体工程建设安全与顺利进行的关键环节。其施工需严格遵循安全可靠、经济合理及与环境协调的基本原则,且类型多样,包括土石围堰、混凝土围堰、钢板桩围堰等,各有适用场景。施工过程涉及结构设计、防渗处理、稳定性控制等多项关键技术要点,每一环节都关乎围堰的整体性能。同时,质量控制与安全保障贯穿始终,从材料与工艺的严格把控,到动态监测与预警的及时响应,再到安全管理规范的全面落实,共同构筑起围堰施工的安全与质量防线,确保工程在复杂环境下稳定推进。

1 围堰施工的基本原则与类型

1.1 围堰施工的基本原则

水利工程围堰施工,必须严格遵循安全可靠、经济合理以及与环境协调的基本原则。安全可靠是围堰施工的首要准则,围堰结构需具备足够的强度,能够承受水流冲击、水位变化以及可能遭遇的风浪等外部荷载;同时,要保证良好的稳定性,防止在施工及使用过程中发生滑移、倾覆等危险;还需具备可靠的抗渗能力,避免因渗水导致围堰内部土体软化、结构失稳。经济合理原则要求在充分满足围堰功能需求的基础上,通过精心优化材料选择与施工方案,有效降低工程成本。例如,合理规划材料采购数量与运输路线,减少材料浪费与运输费用;选用适宜的施工机械与工艺,提高施工效率,降低人工与机械使用成本。与环境协调原则强调围堰施工要尽量减少对周边生态环境及水文条件的不利影响。在施工过程中,应采取有效措施保护周边植被、水生生物栖息地,避免施工废水、废渣对水体造成污染,确保工程建设与自然环境和谐共生^[1]。

1.2 围堰的类型

依据材料与结构形式的不同,围堰主要分为土石围

堰、混凝土围堰、钢板桩围堰等类型,每种类型都有其特定的适用场景与优势。(1)土石围堰常见于基础承载力较低、水深较浅的工程环境。它最大的优势在于就地取材,能充分利用施工现场周边的土石料,这大大降低了材料运输成本。同时,其施工工艺相对简单,无需复杂的技术和设备,施工人员经过简单培训即可操作,进而有效控制了施工成本。(2)混凝土围堰则多应用于大型水利工程。它整体性强,浇筑后能形成连续、密实的结构,可有效抵御水流的强力冲刷,保障工程的稳定性。而且,混凝土材料具有较高的耐久性,能够长期保持结构性能,减少了后期频繁维护带来的成本和工作量。(3)钢板桩围堰凭借施工便捷、可重复利用的特性,在临时性工程中备受青睐。它可以通过专业的打桩设备快速打入和拔出,适应不同的地质条件,无论是软土还是硬土都能有效施工,极大地提高了施工效率,缩短了工期。

2 围堰施工的关键技术要点

2.1 结构设计技术

在水利工程围堰施工中,结构设计技术是保障围堰安全、稳定与高效运行的核心环节。围堰结构设计必须全面且深入地综合考量水文地质条件、施工荷载以及使用周期等多方面关键因素。(1)水文地质条件是结构设计的首要依据,它涵盖了水流速度、水位变化、河床地质结构、土层渗透性等复杂信息。不同地区的水文地质特征差异显著,直接决定了围堰所承受的荷载类型与大小。施工荷载同样不容忽视,包括施工设备的重量、材料的堆放压力、施工过程中产生的动荷载等,这些荷载会在不同施工阶段对围堰结构产生作用。而使用周期则决定了围堰是临时性结构还是永久性结构,进而影响其设计标准和耐久性要求。(2)结构设计的主要内容丰富且精细,涵盖断面形式选择、荷载计算以及稳定性验算。

以土石围堰为例,需借助科学合理的边坡稳定性分析方法,精确确定坡比,确保围堰在各种工况下都能保持边坡稳定,防止滑坡、坍塌等事故发生。对于混凝土围堰,要依据详细准确的水压力分布情况,精心设计墙体厚度,保证围堰具备足够的强度来抵御水流的冲击和压力。钢板桩围堰则需精确计算桩体嵌入深度,确保桩体能够稳固地嵌入地基中,同时要严格验算锚固系统强度,保证锚固系统能够有效固定钢板桩,防止围堰在施工过程中或使用期间发生位移或破坏,从而全方位保障围堰结构的安全与可靠^[2]。

2.2 防渗处理技术

在围堰施工中,防渗处理堪称核心环节,其成效直接关乎围堰整体的稳定性与安全性,对工程的顺利推进和长期运行起着决定性作用。常见的防渗技术主要分为垂直防渗与水平防渗两大类型。(1)垂直防渗技术旨在从垂直方向上构建防渗屏障,有效阻止地下水的渗透。具体而言,可通过设置防渗墙或灌浆帷幕来实现这一目标。防渗墙的构建多选用混凝土或塑性材料,混凝土防渗墙凭借其高强度、良好的整体性和耐久性,能够长期抵御水流的侵蚀;塑性材料防渗墙则具有较好的适应性和柔韧性,可适应地基的变形,确保防渗效果的持续性。灌浆帷幕则是利用高压注浆的方式,将浆液注入岩土裂隙中,填充缝隙,形成连续且致密的防渗层,从而切断地下水的渗透通道。(2)水平防渗技术则是从水平方向上进行防渗处理,主要利用土工膜或黏土铺盖覆盖堰体及基底。土工膜具有优异的防渗性能和耐化学腐蚀性,能够有效隔绝水流;黏土铺盖则依靠其自身的低渗透性,减少水分的渗透,形成一道天然的防渗屏障。(3)在实际工程中,防渗方案的选择并非一成不变,而是需要根据详细的地质勘察数据来进行针对性确定。不同的地质条件,如土层的渗透系数、岩土的裂隙发育程度等,都会影响防渗技术的适用性。同时,为确保防渗效果达到预期,还需辅以渗流监测手段,实时掌握围堰的渗流情况,以便及时发现问题并采取相应的处理措施。

2.3 稳定性控制技术

在围堰施工过程中,稳定性控制是确保工程安全与质量的关键所在。(1)围堰的稳定性受到多种因素的复杂影响,水位变化是其中重要因素之一,水位的升降会导致围堰所受水压力的改变,进而影响其整体稳定性;波浪作用也不容忽视,持续的波浪冲击会对围堰表面造成侵蚀,削弱其结构强度;地基变形同样关键,地基的不均匀沉降或变形可能使围堰结构失衡,产生裂缝甚至坍塌。(2)为有效控制围堰稳定性,需采取一系列针对

性措施。堰体压实加固是基础工作,对于土石围堰,通过分层碾压的方式,能够显著提升其密实度。分层碾压可使土石颗粒紧密排列,增强土体的整体性和抗剪强度,从而提高围堰抵御外力的能力。坡面防护也至关重要,采用抛石或护面块体等措施,可有效抵御水流的冲刷。抛石能够分散水流能量,减少对坡面的直接冲击;护面块体则具有规则的形状和较高的强度,可形成坚固的保护层。此外,合理布设排水系统不可或缺,设置排水沟与降水井能够及时排除围堰内部的积水,降低内部浸润线。减少水对土体的软化作用,避免因土体含水量过高而导致的强度降低和稳定性下降。(3)在施工过程中,稳定性验算需紧密结合数值模拟与现场监测。数值模拟可提前预测围堰在不同工况下的应力应变状态,为施工提供理论依据;现场监测则能实时反馈围堰的实际变形和受力情况。根据两者的结果,动态调整施工参数,确保围堰在施工及使用过程中始终保持稳定。

3 质量控制与安全保障措施

3.1 材料与工艺控制

在水利工程围堰施工里,材料与工艺控制是保障工程质量和施工安全的核心要素,对围堰的整体性能及长期稳定性有着决定性影响。(1)施工材料的质量把控必须严格且精准,各项指标要严格契合设计要求。以土石料为例,其含泥量需严格控制在合理区间。含泥量过高,会降低土石料颗粒间的摩擦力,进而削弱其强度,同时还会堵塞土石料的孔隙,降低透水性,影响围堰的稳定性与防渗效果。对于钢板桩,防腐处理是关键环节。在长期的水环境作用下,钢板桩易发生腐蚀,有效的防腐措施,如涂刷防腐涂料、采用阴极保护等,能显著延长钢板桩的使用寿命,防止其因腐蚀而变薄、穿孔,避免围堰结构失效。(2)在工艺控制方面,需重点关注多个关键环节。填筑均匀性至关重要,不均匀填筑会使围堰各部分受力不均,导致局部沉降过大,进而引发裂缝甚至坍塌。接头密封性直接影响围堰的防渗能力,若接头处理不到位,会形成渗漏通道,威胁围堰安全。防渗层连续性也不容有失,连续的防渗层能有效阻隔水流渗透,保障围堰内部干燥。(3)为确保施工质量,要采用抽样检测与无损探伤等先进技术手段。抽样检测可对材料和施工部位进行随机抽检,及时发现潜在质量问题;无损探伤则能在不破坏结构的前提下,精准检测内部缺陷,为质量控制提供可靠依据^[3]。

3.2 动态监测与预警

在水利工程围堰施工及运行阶段,动态监测与预警是保障工程安全、稳定的核心环节,对及时发现潜在风

险、避免事故发生起着至关重要的支撑作用。(1)为全面、精准掌握围堰的工作状态,构建一套完善的多参数监测体系十分必要。该体系涵盖变形、渗压及水位等多个关键参数。变形监测通过专业仪器和测量方法,实时反映围堰结构的位移、沉降等变化情况,依据这些数据可判断围堰是否处于稳定状态,为结构安全评估提供直接依据。渗压监测利用渗压计等设备,获取围堰内部及周边的渗透压力数据,以此评估防渗体系的性能,发现防渗薄弱部位,为防渗处理提供参考。水位监测借助水位计等装置,及时掌握围堰内外水位的变化,为防洪、排水等决策提供关键数据支持。(2)在监测手段上,充分运用传感器与遥感技术。传感器安装在围堰的关键部位,如迎水面、背水面、基础等位置,能实时、准确地采集各项参数数据,且数据传输稳定可靠。遥感技术则从宏观角度对围堰及周边环境进行监测,可获取大范围的信息,辅助判断围堰的整体状况。(3)要科学合理地设定预警阈值。当监测值超出正常范围,达到或接近预警阈值时,意味着围堰可能存在安全隐患。此时,需及时启动应急预案,根据具体情况采取针对性措施,如对堰体进行加固处理,采用打桩、抛石等方法增强其稳定性和抗渗能力;或者调整排水方案,合理控制围堰内部水位,确保围堰在各种工况下都能安全运行。

3.3 安全管理规范

在水利工程围堰施工领域,安全管理规范犹如坚实的基石,是保障工程顺利推进、人员生命安全以及设备稳定运行的核心准则,对工程的整体质量和效益有着不可估量的深远影响。(1)明确施工人员职责是安全管理的首要基础。从统筹全局的项目负责人到一线操作工人,每个岗位都应被清晰界定其安全职责,做到责任到人。项目负责人需站在宏观角度,制定科学合理的安全目标和策略,为整个工程的安全运行指明方向;技术人员要凭借专业知识,提供精准无误的技术指导,确保施工方案在安全的前提下高效可行;一线工人则要严格恪守操作规程,将安全意识贯穿于每一个作业环节,杜绝

任何违规作业行为。(2)针对汛期、极端天气等特殊工况,制定详细且具有针对性的作业规程至关重要。汛期时,水流湍急、水位变化莫测,必须提前做好防洪准备,如加固围堰以增强其抗冲刷能力,清理排水通道确保排水顺畅。遇到暴雨、大风、高温等极端天气,需根据具体情况灵活调整作业时间和内容,采取切实有效的防雨、防风、防暑等措施,为施工安全筑牢防线。(3)为提升施工人员的风险应对能力,定期开展演练与培训不可或缺。通过模拟各类安全事故场景,让施工人员身临其境地熟悉应急处理流程和方法,提高他们在紧急情况下的反应速度和处置能力。同时,强化机械操作与用电安全培训,确保施工人员熟练掌握正确的操作技能和安全知识,严格遵守操作规程,从源头上防止因机械故障或用电不当引发安全事故^[4]。

结束语

水利工程围堰施工涉及多方面要点,从基本原则与类型选择,到结构设计、防渗处理、稳定性控制等关键技术,再到材料工艺把控、动态监测预警以及安全管理规范等保障措施,每一环节都紧密相连、缺一不可。这些要点共同构建起围堰施工的完整体系,确保工程在安全可靠、经济合理且与环境协调的前提下推进。只有严格遵循各项要求,精准把控每个细节,才能打造出高质量、稳定性的围堰工程,为水利事业的稳健发展提供坚实支撑,在保障水资源合理利用与防洪减灾等方面发挥关键作用。

参考文献

- [1]梁中坚.水利工程施工中围堰施工技术研究[J].科学技术创新,2022(11):117-120.
- [2]何汇洋,关喜才,李学文.水利施工中围堰技术的运用和施工技术要点分析[J].内蒙古水利,2021(6):31-32.
- [3]陈安乐.关于水利工程施工中围堰施工技术探讨[J].水上安全,2023(11):195-197.
- [4]陈春林.土石围堰施工技术及不利因素处理措施应用[J].中国住宅设施,2022(12):120-122.