

水利设计中围堰技术的应用分析

贾鹏鹏

洛阳水利勘测设计有限责任公司 河南 洛阳 471000

摘要: 本文围绕水利设计中围堰技术的应用展开分析。阐述了围堰的功能、分类及设计原则,探讨了围堰类型选择、结构设计、施工工艺、拆除处理等应用要点,分析了自然环境与工程自身因素对围堰技术应用的影响,并从结构、施工、环境适应性等方面提出优化策略,为水利设计中围堰技术的合理应用提供参考。

关键词: 水利设计; 围堰技术; 应用要点; 影响因素; 优化策略

引言: 水利工程对社会发展意义重大,围堰作为水利施工中的临时挡水结构,发挥着关键作用。它不仅能隔绝外部水体创造干地施工环境,还具备防渗、导流、临时支撑等功能。不同类型围堰适用于不同场景,合理应用围堰技术对保障水利工程施工安全、提高效率至关重要。

1 围堰技术的基础认知

1.1 围堰的功能与分类

围堰的功能体现在水利施工的多个环节。挡水可隔绝外部水体,为基坑开挖创造干地环境,避免施工受水位波动干扰。防渗通过阻断渗水路径,减少围堰内侧积水,降低排水工作量。导流能引导水流绕过施工区域,保证主体工程施工期间河道通航或排水畅通。临时支撑可为岸坡或基坑壁提供侧向约束力,防止坍塌引发安全事故^[1]。根据结构形式,围堰可分为土石围堰、混凝土围堰、钢板桩围堰等。土石围堰由当地土石料填筑而成,结构简单、施工便捷,适用于水深较浅、流速平缓的场景,防渗性能需通过防渗膜或黏土心墙强化。混凝土围堰强度高、抗冲刷能力强,适合水深较大、流速较快的环境,可分为重力式和拱式,重力式依靠自身重量维持稳定,拱式利用拱结构传递荷载。钢板桩围堰由钢板桩拼接而成,密封性好、施工速度快,适用于软土地基或临时性工程,可多次回收利用。按使用材料,还可分为木笼围堰、竹笼围堰等,这类围堰取材方便,适用于小型工程或紧急抢险场景。不同类型围堰的技术特性决定其应用范围,需结合工程条件合理选择。

1.2 围堰设计的基本原则

安全可靠原则是围堰设计的核心。结构需抵御设计水头下的水压力,抗滑稳定系数需满足施工期间各种工况要求,包括洪水、风浪等不利条件。基础处理需适应地质状况,软土地基需采取换填或加固措施,防止围堰沉降或滑移。防渗体系需完整有效,避免因渗漏导致

基坑积水或边坡失稳。经济合理原则要求平衡功能与成本。材料选择优先考虑就近取材,减少运输费用,如土石围堰尽量采用工程周边的土石料。结构尺寸需优化设计,在满足强度和稳定性的前提下缩减断面,降低材料消耗。施工工艺需简化流程,缩短工期以减少间接成本,如钢板桩围堰可通过机械快速打设节省时间。临时与永久结合原则需兼顾后期处理。部分围堰可改造为永久建筑物的一部分,如混凝土围堰可作为坝体的临时挡水结构,后期融入主体工程。需拆除的围堰应设计便捷的拆除方案,避免残留材料影响河道行洪,如钢板桩可整体拔出回收再利用。环境适配原则需降低生态干扰。围堰布置需避免阻断鱼类洄游通道,必要时设置临时鱼道。施工期间需控制弃渣堆放,防止污染水体。拆除后需清理河道,恢复水流自然形态,减少对水生生物栖息地的破坏。

2 水利设计中围堰技术的应用要点

2.1 围堰类型选择

围堰类型选择需综合考量多方面条件。水文条件中,水位变幅大的区域需选择适应性强的围堰,可通过设置活动挡水结构应对水位变化;流速快则需抗冲刷性能好的类型,表面可增设防冲护面;流量大时需考虑围堰对行洪的影响,必要时预留泄水通道^[2]。地质状况方面,地基承载力低的软土地基适合重量轻、对地基要求低的围堰,可搭配桩基础增强稳定性;土层性质为砂性土时需强化防渗设计,增加防渗体厚度;岩基则可选用与基础连接牢固的围堰,利用锚杆固定底部。主体工程施工需求也至关重要,工期短需选择施工速度快的围堰,如钢板桩围堰可快速拼装;施工空间狭小则需紧凑布置的类型,减少对周边场地占用。选型时需平衡适配性与经济性,优先选择能满足施工需求且成本合理的围堰,同时预留一定调整空间以应对工程条件变化。

2.2 结构设计要点

围堰断面形式设计需结合多因素确定参数。顶宽需满足施工人员与设备通行要求,宽度至少能容纳运输车辆双向通行,同时考虑防汛抢险时的操作空间,预留堆料区域;底宽根据挡水高度和边坡稳定性计算确定,采用圆弧滑动法验算抗滑安全系数,确保整体抗倾覆能力;边坡坡度需适配材料特性,土石料边坡较缓,通常不陡于1:1.5,混凝土则可较陡,可达1:0.5。防渗结构设计需针对性选择,防渗墙适用于深度较大的防渗需求,墙体材料需具备良好的抗渗性和耐久性,墙底嵌入不透水层一定深度;防渗膜铺设需保证完整性,接缝处采用热熔焊接,焊接强度不低于母材;止水帷幕需深入不透水层,采用高压喷射注浆形成连续帷幕体,阻断深层渗水路径。围堰与地基连接部位需加强处理,软土地基可设置褥垫改善受力,选用级配砂石填充并压实;岩基则通过锚固或灌浆增强连接,灌浆材料选用水泥浆或化学浆液,防止出现渗漏或滑移。

2.3 施工工艺设计

围堰施工流程需有序衔接。场地准备包括清理表层杂物、平整场地,对松软区域进行碾压处理,为后续施工创造条件;材料运输需根据施工进度合理安排,采用自卸车配合装载机转运,确保供应及时且不积压;填筑或浇筑需分层进行,每层厚度根据材料和压实设备确定,土石围堰每层厚度控制在30-50厘米,混凝土围堰则按浇筑段划分;防渗施工需紧跟主体施工,防渗膜铺设前需检查基层平整度,避免尖锐物刺破;监测需贯穿施工全过程,采用全站仪监测位移,水准仪监测沉降,及时反馈结构状态^[3]。不同材料围堰施工各有侧重,土石围堰碾压需控制含水率和碾压遍数,含水率过高需晾晒,过低则适当洒水,确保密实度;钢板桩围堰插打需保证垂直度,使用导向架控制精度,避免锁口错位影响密封性;混凝土围堰浇筑需控制温度,预埋冷却水管降温,防止裂缝,浇筑顺序需从低到高、分层推进,层间设置键槽增强结合。

2.4 拆除与处理设计

围堰拆除工艺选择需适配工程条件。爆破拆除适用于体积大、强度高的围堰,需控制爆破范围和振动,采用毫秒延时爆破减少冲击,爆破前对周边设备进行覆盖防护;机械拆除适合小型或轻型围堰,使用液压破碎锤或切割机作业,操作灵活且对周边影响小;水力拆除适用于水下部分,利用高压水枪产生的水流冲击力破碎围堰,配合挖泥船清理碎块。拆除过程中需注重安全控制,与主体工程保持安全距离,设置防护围栏和警示标识,防止无关人员进入;设置防护设施防止碎片飞溅,

监测周边水体和土体变化,避免引发滑坡或渗漏。围堰材料处理需兼顾环保与效益,可回收的钢板桩、钢材等进行清理修复后再次利用,去除表面锈迹并涂抹防锈漆;无法回收的材料需运至指定地点处理,建筑垃圾进行分类分拣,避免污染土壤和水体;拆除后需清理河道,清除水下残留物,恢复原有水文环境和河道断面。

3 影响围堰技术应用的主要因素

3.1 自然环境因素

水文条件对围堰性能的影响贯穿全周期。洪水期流量增大会加剧水流对围堰的冲击,考验挡水结构的抗滑稳定性,过急水流可能在围堰底部形成淘刷。水位涨落速度快会使围堰两侧水头差频繁变化,增加渗透压力,对防渗体系的密封性要求提高,易引发局部渗漏。泥沙含量高的水体可能在围堰迎水面形成淤积,影响挡水效果,细小泥沙还可能堵塞防渗材料孔隙,降低防渗能力。地质条件直接约束围堰稳定性。地基渗透性强会加速渗水,需强化防渗措施,渗透系数过大时普通防渗材料难以阻断水流,需采用更深的防渗墙。土层抗剪强度低会削弱地基承载能力,软土地基尤其明显,易导致围堰基础滑移,需通过换填或加固提升土层强度,否则可能引发整体失稳。气象因素干扰施工与耐久性。暴雨会增加围堰内侧积水,延长排水时间,延误施工进度,雨水入渗还会降低填筑材料密实度。强风可能在水面形成风浪,冲击围堰迎水面,增大波浪荷载,对顶部设施造成破坏^[4]。严寒会导致围堰中水分冻结,冻胀作用可能使防渗膜开裂、混凝土结构出现裂缝,反复冻融循环会缩短使用寿命。

3.2 工程自身因素

主体工程规模与施工周期决定围堰设计标准。大型工程施工范围广、持续时间长,围堰需抵御更复杂的水文工况,结构强度要求更高,可能需要采用混凝土等高强度材料。施工周期长则需考虑围堰长期耐久性,材料选择需兼顾抗老化、抗腐蚀性能,避免因提前损坏影响主体工程。施工场地条件限制围堰布置与施工。地形狭窄会压缩布置空间,可能需要采用紧凑的钢板桩围堰,同时限制大型设备进出,影响施工效率。周边建筑物密集时,围堰施工需避免造成干扰,振动大的工艺可能需调整,布置时需预留安全距离,防止引发周边建筑物沉降。工程投资影响围堰材料与工艺选择。投资充足可选用高性能材料,如复合防渗膜、高强度钢板桩,采用自动化碾压等先进工艺。投资有限则需在满足基本功能的前提下控制成本,优先选择当地材料,简化施工工艺,如土石围堰就近取土,减少运输费用,采用人工配合小

型机械降低设备投入。

4 围堰技术应用的优化策略

4.1 结构优化设计

结构优化可从新型形式与细节改进入手。组合式围堰通过不同材料的优势互补提升性价比,如土石围堰核心区采用黏土防渗,外层包裹砂土增强抗冲刷能力,兼顾防渗性能与材料成本。钢-混凝土组合围堰以钢结构为骨架,外侧浇筑薄层混凝土,减少混凝土用量的同时保证结构强度,骨架连接处采用高强螺栓加固,提升整体刚度。通过力学分析软件对断面尺寸进行优化,在验算抗滑、抗倾覆稳定性的基础上,缩减非关键部位的厚度,如适当减小围堰边坡坡度,增设防滑齿墙增强抗滑能力,在满足稳定的前提下减少填筑量。改进防渗结构可采用复合防渗体系,将防渗膜与土工布结合铺设,土工布选择长丝机织类型提高抗穿刺能力,接缝处采用热熔焊接与密封胶双重处理,焊接宽度控制在规范范围内,增强密封性。防渗墙施工可采用多头搅拌工艺,钻头间距根据墙厚精准设置,减少墙体接缝,墙顶与围堰顶部平齐,提高防渗效率,同时降低对复杂地质条件的适应难度。

4.2 施工技术优化

先进设备与工艺能提升施工质量与效率。自动化插桩设备配备定位系统,通过激光导向实时校正桩体位置,可精准控制钢板桩的垂直度与间距,误差控制在最小范围,减少人工操作误差,锁口连接更紧密,接口处涂抹专用密封脂,降低渗漏风险。液压振动锤的应用能加快钢板桩或钢管桩的沉入速度,锤击频率根据地质硬度调节,软土地层采用高频低幅模式,减少对周边土体的扰动。优化施工组织方案需合理规划工序衔接,将场地清理与材料运输同步进行,填筑作业与防渗施工交替推进,划分多个作业段平行施工,缩短整体工期。施工区域设置围挡与防尘网,围挡高度满足防护要求,防尘网选择高密度聚乙烯材质,减少扬尘与噪音扩散,避免干扰周边居民与生态环境^[5]。施工过程中的监测需覆盖位移、沉降、渗流量等指标,监测点布设密度随施工阶段动态调整,通过实时数据反馈调整施工参数,如发现局部沉降过大,及时增加垫层厚度或调整填筑速率,确保结构稳定。

4.3 环境适应性优化

生态理念需贯穿设计与施工全过程。选用环保型材料减少对水体的影响,防渗膜采用可降解高分子材料,在自然环境中可逐步分解为无害物质,避免传统塑料膜的长期残留;填筑材料优先选择无化学污染的天然土石料,进场前进行有害物质检测,减少重金属与有害物质的释放。围堰布置需避开水生生物密集区,通过前期生态调查确定敏感区域范围,必要时预留生态通道,通道宽度与水深满足不同生物体型需求,保证鱼类等生物的迁徙路径不受阻断。施工期的水土保持措施需针对性实施,围堰周边设置多级沉淀池,池体采用防渗处理,收集施工废水经沉淀、过滤后再排放;裸露坡面及时覆盖土工布或种植速生植被,植被选择当地适生品种,减少雨水冲刷导致的泥沙流失。拆除阶段需彻底清理残留材料,采用水下机器人探测遗漏碎片,避免碎片沉入水底形成污染,拆除后河道断面恢复至原设计宽度,恢复河道原有的水文连接,使围堰技术应用与生态保护形成协调统一的整体。

结束语

水利设计中围堰技术的应用涉及多方面因素。从围堰类型选择到结构设计、施工工艺,再到拆除处理,每个环节都需综合考量。自然环境与工程自身因素会对围堰技术应用产生影响,需采取针对性优化策略。通过结构优化、施工技术改进及环境适应性提升,能更好地发挥围堰技术的作用,保障水利工程施工顺利进行,实现水利工程的经济效益与生态效益双赢。

参考文献

- [1]许小扬.围堰技术在水利水电工程施工导流中的应用研究[J].中国高新科技,2024(9):152-154.
- [2]李渊.水利工程中水闸施工技术的应用与管理措施研究[J].价值工程,2024,43(27):30-32.
- [3]陈红伟.导流及围堰技术在水利工程中的应用探究[J].现代工程科技,2024,3(9):89-92.
- [4]吴洪擎.围堰施工技术在水利工程施工中的应用[J].工程技术研究,2023,8(15):210-212.
- [5]蒋浩.水利工程设计中围堰技术的应用研究[J].中国科技纵横,2024(18):96-98.