

# 水利水电施工中围堰技术的运用实践探讨

苑红伟

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要：**在水利水电工程建设中，围堰技术是保障施工安全与顺利进行的关键环节。本文聚焦水利水电施工中围堰技术的运用实践，对围堰技术分类及适用场景展开探讨，明确不同类型围堰在各类施工环境中的适配性。剖析围堰前期设计、材料管控、主体施工、质量检测等关键技术要点，为围堰施工提供技术支撑。结合高流速水域、软土地基、生态敏感区等复杂环境，阐述围堰技术的针对性应用实践。

**关键词：**水利水电施工；围堰技术；运用实践

引言：围堰技术通过构建临时挡水结构，为施工创造干燥作业环境，对工程进度、质量及成本有着直接影响。不同施工场景下，地质、水文等条件差异显著，对围堰技术提出多样化要求。合理选择围堰类型并精准运用施工技术，成为工程成功的关键。本文围绕围堰技术展开研究，剖析其分类、适用场景及关键技术，探讨复杂环境下的应用实践，旨在为水利水电施工中围堰技术的优化与应用提供理论参考与实践指导。

## 1 水利水电施工中围堰技术分类及适用场景

### 1.1 水利水电施工中围堰技术的主要分类

在水利水电施工领域，围堰技术依据结构形式、材料特性及受力原理，可划分为以下类型。（1）土石围堰以当地土石材料为核心，通过分层填筑形成挡水结构，整体稳定性强且成本较低，是应用范围最广的基础类型；（2）混凝土围堰采用钢筋混凝土浇筑成型，按结构差异又可细分为重力式、拱形式等，凭借高强度特性实现长期挡水功能；（3）钢板桩格型围堰以钢材为原料，通过标准化桩体拼接形成封闭结构，兼具灵活性与密封性；（4）草土围堰等特殊类型，以植物纤维与土壤混合构建，适用于临时简易挡水需求。各类围堰在材料选择、结构设计上均有明确定位，为不同施工场景提供针对性解决方案。

### 1.2 不同围堰技术的适用场景划分

围堰技术的应用要严格匹配施工环境条件，土石围堰因取材便捷、施工难度低，适用于地基承载力较强、水流速度较缓的平原河流或湖泊区域，尤其适合工程量大、施工周期较长的项目；混凝土围堰凭借抗冲刷、抗渗透能力强的优势，常用于水流湍急、水头较高的峡谷型水利工程，或需长期挡水的枢纽建筑物施工；钢板桩格型围堰因机械化施工程度高、拆装便捷，更适合城市河道改造、港口水利等对施工空间有限制，且需兼顾后

期场地恢复的项目；草土围堰则因成本低廉、施工速度快，仅适用于水深较浅、水流平缓的临时挡水场景，如农田水利改造中的短期截流工程。场景划分需综合考量水文条件、地质结构、工程需求等因素，确保围堰技术发挥最优效能<sup>[1]</sup>。

## 2 水利水电施工中围堰关键技术

### 2.1 围堰前期设计与方案优化技术

围堰前期设计要结合工程实际条件开展系统性技术工作，核心要点包括：（1）水文地质勘察技术：采用钻孔取样、原位测试等手段，对施工区域进行全方位勘测。水位监测需覆盖丰水期、枯水期及平水期的动态变化，记录瞬时最大流速与平均流速数据；河床地质勘察需明确土层分层厚度、岩土体物理力学指标，重点测定不同深度的渗透系数，避免因地质数据偏差导致围堰结构失稳。（2）荷载计算与结构选型技术：基于勘察数据开展多维度荷载计算，水压力按静水压力公式结合实际水深测算，土压力根据土层类型选用相应理论计算主动与被动土压力，同时纳入波浪力、施工堆载等附加荷载。结构选型需综合权衡工期与挡水需求：短期临时挡水优先选择拆装便捷的钢板桩围堰，长期挡水工程则侧重混凝土围堰的耐久性，土石围堰则适用于对成本敏感且取材便利的场景，进而确定结构高度、顶宽及边坡坡度等关键参数。（3）抗风险方案设计技术：针对极端天气，需结合历史气象数据预设暴雨、洪水工况下的水位涨幅，设计应急加高培厚方案；针对地质灾害，重点排查管涌、滑坡风险区域，布设防渗帷幕或反滤层等防护措施。通过结构力学分析明确安全系数，在围堰顶部、边坡等关键部位设定变形预警阈值，制定分级响应机制，确保方案具备抗风险能力。

### 2.2 围堰材料选择与质量管控技术

材料质量直接决定围堰结构稳定性，要建立全流程

材料管控体系,关键技术环节如下:(1)材料选型技术:土石围堰优先选用级配连续的土石混合料,要求粗颗粒含量占比30%-50%,细颗粒填充孔隙以降低透水性;混凝土围堰根据受力需求调配配比,掺加粉煤灰或矿粉优化和易性与抗裂性,确保28天抗压强度满足挡水荷载要求;钢板桩围堰选用低碳合金钢材质,优先选择锁口严密的U型或Z型桩体,兼顾强度与防渗性能。(2)材料进场检测技术:实行“批次抽检+随机抽查”双重检验模式,土石材料每500立方米抽样一次,检测颗粒级配、压实度及有机质含量,确保无杂质混入;混凝土原材料需检测水泥标号、砂石含泥量,拌合物检测坍落度与扩展度,成型试块检测抗压与抗渗强度;钢材检测抗拉强度、屈服点及伸长率,逐根检查锁口尺寸与表面平整度,杜绝不合格材料投入使用。(3)材料存储与保护技术:土石材料按粒径大小分区堆放,设置隔离围挡避免混杂,高含水率材料需晾晒至最优含水率范围;钢材存储采用垫高架空处理,表面涂刷防锈底漆,遇雨雪天气覆盖防水篷布;混凝土原材料分类搭建存储棚,水泥存储期不超过3个月,砂石料设置防雨棚并定期检测含水率,根据检测结果动态调整施工配合比,防止材料性能因存储不当下降<sup>[2]</sup>。

### 2.3 围堰主体施工核心工艺技术

主体施工工艺要严格遵循技术规范开展作业,主要技术内容包括:(1)基础处理技术:施工前先采用挖泥船或挖掘机清除表层淤泥、腐殖土等软弱层,深度直至原状土层。软土地基采用换填法时,选用碎石或砂垫层分层回填,每层厚度控制在30-40cm并压实;夯实法采用振动碾或冲击夯作业,确保地基承载力提升至设计要求;注浆加固法通过钻注孔注入水泥浆或化学浆液,形成固结体增强地基稳定性。岩石地基需采用爆破或凿岩机平整,清除表面松动岩块,对裂隙发育区域进行灌浆处理,确保围堰与基础贴合紧密。(2)结构填筑与浇筑技术:土石围堰采用“分层填筑、分层压实”工艺,卸料时控制堆料高度避免颗粒分离,每层填筑厚度不超过50cm,采用振动碾碾压6-8遍,压实度需达到设计要求的90%以上,碾压方向平行于围堰轴线。混凝土围堰采用分仓浇筑,仓面面积根据浇筑能力确定,施工缝设置止水铜片或橡胶止水带,浇筑时采用插入式振捣器振捣,振捣间距不超过振捣半径的1.5倍,确保混凝土密实无蜂窝麻面。钢板桩围堰采用机械沉桩,选用液压打桩机或振动沉桩机,沉桩前调整导向架垂直度,沉桩过程中控制桩体倾斜度不超过1%,锁口处采用黄油或密封材料加强密封性。(3)防渗施工技术:土石围堰可采用复合

防渗方案,迎水面铺设土工膜,膜下设置砂砾石垫层,膜上覆盖保护层,接缝采用热熔焊接;或夯实黏土防渗层,黏土渗透系数需小于 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ,分层夯实厚度20-30cm。混凝土围堰在表面涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料,厚度不小于1.5mm,施工缝处增设止水带并采用遇水膨胀腻子嵌缝。钢板桩围堰锁口处注入止水剂,对局部渗漏点采用棉絮或灌浆封堵,同时在背水侧设置反滤层,由细砂、碎石、块石分层铺设,防止渗流破坏。

### 2.4 围堰施工质量检测与动态监控技术

施工过程中的质量检测与动态监控,是及时发现问题的关键,保障围堰安全的关键,核心技术包括:(1)质量检测技术:填筑阶段采用环刀法或灌砂法检测压实度,每填筑一层检测一次,同时检查层间结合情况,避免出现松散夹层;混凝土浇筑阶段采用回弹法或钻芯法检测强度,外观检查重点排查裂缝、露筋等缺陷,平整度采用2米靠尺测量。防渗施工检测采用注水试验或渗水仪测定渗透系数,土工膜接缝采用充气法检测密封性,黏土防渗层采用干密度试验验证压实质量,通过抽样检测与现场试验结合,确保施工质量达标。(2)变形监控技术:在围堰顶部每隔10-15米布设沉降观测点,边坡按上、中、下三级设置水平位移监测点,基础区域布设深层沉降标。采用全站仪监测水平位移,水准仪监测沉降,监测频率随施工进度调整,填筑期每天一次,稳定后每3天一次,建立包含监测时间、数据、变化速率的台账。(3)渗流监控技术:在围堰迎水侧、背水侧分别设置水位观测井,采用水位计实时记录水头差,背水侧每隔20米设置渗流量观测堰,通过量水堰测定渗流量。同时在易发生管涌的区域铺设观测网,安排专人巡查。当渗流量突然增大至设计值的1.5倍以上,或出现翻砂冒水现象时,立即启动应急方案,采用抛填反滤料、增设防渗膜等措施,防止渗流破坏扩大<sup>[3]</sup>。

## 3 围堰技术在复杂环境下应用实践

### 3.1 高流速水域环境下的围堰应用实践

高流速水域易导致围堰基础冲刷、结构失稳,要通过针对性技术措施保障施工效果,核心实践要点包括:(1)围堰体型优化与抗冲设计:采用流线型围堰断面,减少水流对围堰迎水侧的冲击;在围堰基础迎水端设置防冲护脚,可采用块石、钢筋笼堆砌或混凝土预制块铺设,增强基础抗冲刷能力;同时控制围堰施工进度,缩短基础暴露在高流速水中的时间。(2)临时导流与水流控制:在围堰施工区域上游设置临时导流设施,引导水流绕开施工区域,降低施工区域内水流速度;若水流过急,可采用分段施工方式,先在一侧搭建临时挡水结

构,逐步推进围堰主体施工,避免整体施工受高流速影响。(3)围堰结构加固处理:选用高强度材料构建围堰主体,如钢板桩围堰可增加桩体入土深度,提高结构稳定性;土石围堰则需提高压实度,在迎水侧铺设防渗土工膜并固定牢固,防止膜体被水流冲毁;同时加强施工过程中的实时监测,及时调整加固措施。

### 3.2 软土地基环境下的围堰应用实践

软土地基承载力低、沉降量大,易导致围堰结构变形、渗漏,需通过基础处理与结构优化保障应用效果,关键实践内容包括:(1)地基预处理技术实施:采用换填法处理浅层软土,清除表层软弱土层,换填碎石、砂石等高强度填料并分层压实;对于深层软土,可采用注浆加固技术,向地基土体注入水泥浆或化学浆液,提高土体密实度与承载力;也可铺设土工格栅等加筋材料,增强地基整体稳定性。(2)围堰结构适配调整:选择轻量化、分散荷载的围堰类型,如钢板桩围堰可通过增加桩体间距、优化桩体排列,减少对软土地基的集中压力;土石围堰则需减小边坡坡度,增加围堰宽度,降低结构对地基的荷载要求;同时在围堰底部设置褥垫层,采用级配砂石铺设,实现荷载均匀传递。(3)沉降监测与动态调整:在围堰施工及使用期间,加密沉降监测点,定期测量地基沉降数据;根据沉降情况调整施工节奏,若沉降速率过快,需暂停施工并采取补充加固措施;同时在围堰与地基接触部位设置柔性连接层,减少结构因沉降产生的裂缝。

### 3.3 生态敏感区环境下的围堰应用实践

生态敏感区(如自然保护区、水源地)对施工环保要求高,要在保障围堰功能的同时减少生态破坏,主要实践环节包括:(1)环保型材料选用与管控:优先选择可回收、无污染的围堰材料,如钢板桩可重复利用,避免一次性材料残留;土石围堰选用当地天然土石,减

少外来材料运输对周边生态的影响;禁止使用可能污染水体的化学防渗材料,可采用天然黏土防渗层或环保型土工膜。(2)施工过程生态防护:在围堰施工区域周边设置生态隔离带(如植被缓冲带、防护网),防止施工废料、泥沙进入周边水体或土壤;施工废水需经沉淀、过滤处理后达标排放,严禁直接排放至敏感水域;合理安排施工时间,避开生态敏感时段。(3)后期生态恢复与清理:围堰拆除后,及时清理施工残留材料,平整场地;对因施工受损的植被进行补种,选用当地原生物品种,恢复生态系统完整性;监测周边水体、土壤质量,确保生态环境指标恢复至施工前水平<sup>[4]</sup>。

结束语:水利水电施工中围堰技术的科学运用,对工程成功实施意义重大。通过对围堰技术分类、适用场景及关键技术的深入探讨,明确了不同技术要点在保障围堰质量与安全中的关键作用。在高流速水域、软土地基、生态敏感区等复杂环境下的应用实践表明,针对性技术措施可有效解决施工难题,实现工程与生态的和谐共生。

### 参考文献

- [1]赵红霞,肖翰.水利水电施工中施工导流和围堰技术的运用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(3):129-133.
- [2]张兴祖.水利水电施工中施工导流和围堰技术的运用[J].产品可靠性报告,2025(7):197-198.
- [3]赵红军.水利水电施工中施工导流和围堰技术的运用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(3):116-119.
- [4]胡振权.水利水电工程中施工导流和围堰技术的应用研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(5):182-185.