

水利施工对于施工导流和围堰技术的运用策略

于寿志

青岛市城阳区农业农村局 山东 青岛 266109

【摘要】：水利工程建设中，导流工程负责引导河道水流绕开主体施工区域，围堰承担挡水、防渗、围护基坑的作用，二者结合能够为工程建设营造安全可靠的施工环境。本文结合河道闸坝工程，对导流围堰配套体系的设计逻辑和相关施工技术应用要点、防渗处理工艺与全过程质量管控标准进行分析研究，为水利工程导流围堰方案的编制和施工现场控制提供参考。

【关键词】：水利施工；施工导流；围堰；防渗处理；技术要点

DOI:10.12417/2811-0536.26.09.064

引言

导流围堰体系通过泄水建筑物分流河道来水，并配合分级挡水围堰隔绝基坑内外水体，从水流疏导、水体阻隔两个维度创造稳定干地施工环境^[1]，但在具体导流围堰技术应用过程中，也可能因为技术选择不当和施工控制不到位，引发质量问题。因此，详细分析施工导流和围堰技术在水利施工中的应用要点，对于提升工程质量，确保水利施工安全具有积极促进作用。

1 工程概况

某河道节制闸改扩建工程，河道主槽宽度 136m，流域多年平均流量 760m³/s，汛期 6 至 9 月十年一遇设计洪水流量 2180m³/s，枯水期 11 月至次年 3 月稳定流量维持在 120 至 260m³/s。场地地层自上而下依次为 2.2m 厚粉质黏土、9.6m 粉细砂层、密实粉质黏土层，地下水位常年与河流水位持平，砂层渗透系数偏高，基坑开挖极易出现管涌、渗透变形问题。改扩建闸坝主体包含 6 孔泄水闸、上下游防渗铺盖、消力池、两岸连接堤，主体基坑沿河道纵向布置，基坑总长度 108m，最大开挖深度 7.3m。项目总工期 14 个月，要求在首个枯水期完成闸室基础、消力池全部混凝土施工，次年汛期前完成上下游围堰拆除，恢复河道原有过流断面。

2 施工导流技术体系设计与应用

2.1 主流导流方式适用工况分析

水利工程导流分为分期围堰导流、一次拦断河床围堰导流两大类，两类方式配套不同泄水建筑物，适配差异化的河道地形、流量与工期条件。

分期围堰导流依靠纵向、横向围堰将河道划分为独立施工区段，水流通过未围蔽的天然河床或导流明渠下泄，施工分时段完成左右岸主体结构^[2]。该方式适配河床宽阔、汛期流量大、存在通航需求的河道工程。分期导流无需一次性截断整条河道，汛期天然河

道保留充足过流断面，洪水漫溢风险更低，但需要分两次修筑、拆除围堰，现场施工组织调度复杂度更高。一次拦断河床围堰导流通过上下游横向围堰一次性封堵整条主河槽，河道水流全部经由导流明渠、导流涵管、导流隧洞外泄，主体基坑完全独立于天然河道之外。河谷狭窄、常年流量偏小的山区小型水库常选用该形式，施工仅需一次围堰修筑作业，基坑整体性更强。平原开阔河道采用该方案需要开挖大断面导流明渠，土方开挖量成倍提升，汛期明渠泄流压力大，围堰溃塌风险显著高于分期导流模式。泄水建筑物分为明渠、隧洞、涵管三类，明渠开挖施工便捷、后期拆除简单，平原河道优先选用；隧洞适用于山体陡峭河谷，开挖周期长；涵管多用于小型低水头闸坝枯水期临时导流，大流量汛期泄流能力存在明显短板。

2.2 本工程分期导流明渠方案设计

结合场地左岸平缓滩地地形，开挖梯形导流明渠与天然河道联合承担泄流任务，明渠底宽 22m，渠底高程低于枯水期河道水位 0.8m，边坡坡比 1:2.5，渠身总长 310m，渠道综合糙率取值 0.038。明渠进口设置导流翼墙平顺衔接上游来水，出口布置消力坎降低水流冲刷强度，渠道全断面铺设土工布加碎石反滤层，避免水流淘刷渠底砂层引发边坡滑塌。

导流时序分为两个阶段进行管控，如图 1 所示。一期导流时段为当年 11 月至次年 1 月，右半幅河道修筑横向、纵向土石围堰，封闭闸室右半幅基坑，水流经由左岸天然河道与导流明渠共同下泄，组合过流能力满足十年一遇枯水期洪水标准。二期导流时段次年 2 至 3 月，右半幅闸室基础、消力池浇筑成型，拆除一期纵向围堰，围蔽左岸河道，水流通过已完工 3 孔闸室临时下泄，导流明渠转为辅助泄流通道路。在导流过程中需要做好渠道进口、出口、围堰上游等水位的实时监测，实时核算渠道剩余过流余量，临近汛期提前调整基坑抽排水设备投入数量，规避水位上涨带来

的基坑倒灌风险。

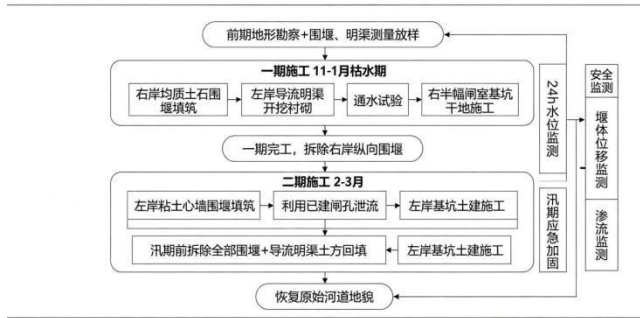


图1 分期导流围堰施工时序流程图

2.3 导流施工关键操作要点

导流明渠开挖遵循自上而下分层开挖顺序，每层开挖厚度控制在1.8m以内，开挖出的粉质黏土、砂石料分类堆放，优质黏土留存用于后期围堰防渗心墙填筑，导流明渠标准横断面如图2所示。渠道基底开挖完成后彻底清除淤泥、草根、松散浮土，软弱砂层区域铺设30cm厚碎石垫层，垫层上方铺设双层土工布隔绝土体与水流。翼墙、消力坎混凝土施工安排在枯水期前期完成，混凝土浇筑完成后养护不少于14天，再开展渠道通水试验^[3]。通水试验分三级逐步提升过流流量，先采用枯水期基础流量持续通水72小时，观测渠身边坡有无冲刷、渗漏、滑移现象，无异异常后提升至设计洪水流量复核渠道泄流能力。施工期间需对导流体系进行常态化巡检，重点查看明渠进口淤积、边坡土工布破损、出口消力坎掏空三类隐患，对淤积杂物及时安排挖掘机清淤，破损土工布同步更换修补，防止持续水流扩大渠道损毁范围。主体工程施工结束后，选择枯水期末一次性拆除导流明渠，开挖土方回填左岸滩地，恢复河道原始地形地貌，减少工程对河道原生水系形态的扰动。

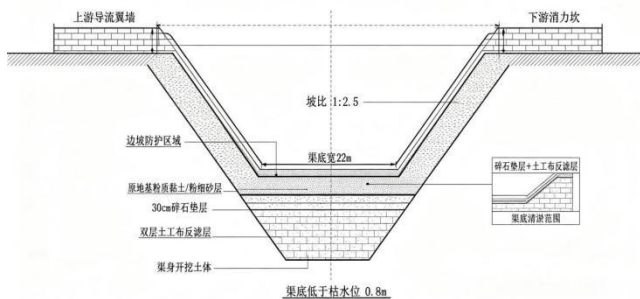


图2 导流明渠标准横断面示意图

3 围堰结构选型与现场施工管控

3.1 主流围堰结构类型与适配条件

水利工程常用围堰分为土石围堰、混凝土围堰、钢板桩围堰三类，不同结构的防渗性能、施工难度、

造价存在明显区分。

土石围堰就地取材，利用河道开挖黏土、砂石料分层碾压填筑，施工机械通用性强，可适配各类河道地形，通过增设粘土心墙、土工膜、灌浆帷幕提升防渗效果，本次工程一、二期围堰均选用土石结构。均质土围堰适用于枯水期短期挡水工况，防渗依靠土体自身密实度；粘土心墙土围堰在心部设置连续防渗土体，挡水高度更大、汛期防渗稳定性更强，二期围堰采用该结构应对汛期较高水位。

混凝土围堰整体刚度大、抗水流冲刷能力突出，可兼做永久建筑物一部分，但混凝土浇筑周期长、材料成本偏高，多用于高水头枢纽纵向围堰^[4]。钢板桩围堰依靠钢板连续搭接形成挡水墙体，适合水深较深、基坑面积偏小的跨河桥墩施工，大面积闸坝基坑使用会大幅提升钢材投入成本，本项目未选用该形式。

3.2 围堰结构设计参数

本工程一期右岸土石均质围堰包含上游横向围堰、下游横向围堰、纵向围堰三段，围堰轴线总长度272m，堰顶宽度6m，堰顶高程按照十年一遇枯水期洪水水位加0.5m安全超高确定，迎水面坡比1:3，背水面坡比1:2。堰体填筑选用河道开挖粉质黏土，分层碾压压实度不低于93%，迎水面铺设土工布加块石护面抵御水流冲刷，堰体底部铺设复合土工膜截断基底渗透路径。

二期左岸粘土心墙土围堰堰顶高程提升0.7m，应对汛期上涨水位，堰体中部设置厚度0.9m连续粘土心墙，心墙上下游设置粗细砂反滤层，避免渗流带走土体颗粒形成管涌。纵向围堰与闸坝永久混凝土结构衔接位置增设刺墙防渗结构，延伸渗径长度，消除结合面集中渗漏隐患。两套围堰配套基坑排水体系，沿围堰背水侧布设纵向集水沟，间隔40m布置抽水泵站，持续排出基坑渗水与降雨积水。围堰核心设计参数整理如表1所示。

表1 分期围堰设计核心参数

围堰分段	一期右岸围堰	二期左岸围堰
结构形式	均质土石围堰	粘土心墙土石围堰
堰顶高程/m	17.2	17.9
轴线总长/m	272	246
防渗构造	基底土工膜防渗	粘土心墙+基底帷幕灌浆
安全超高/m	0.5	0.7

3.3 围堰现场施工技术要点

围堰施工主要分为以下几个环节：

(1) 基底清理与防渗基础施工：围堰填筑前彻底清除轴线范围内河床淤泥、杂草、废弃杂物，软弱淤泥层全部挖除换填碎石垫层，垫层厚度控制在 40cm。基底平整完成后铺设复合土工膜，膜片之间采用热熔焊接，焊缝宽度不小于 10cm，焊接完成后开展充气检漏试验，破损点位及时修补。土工膜边缘嵌入岸坡土体内部不少于 1.2m，杜绝膜体与岸坡结合处绕渗。

(2) 堰体分层填筑碾压施工：堰体填筑自上游向下游分段推进，分层填筑厚度不超过 50cm，每层填筑完成后采用 20t 振动碾压设备往复碾压 6 遍，现场取样检测土体含水率与压实度，含水率超出最优区间 $\pm 2\%$ 的土料晾晒或补水处理后再碾压。粘土心墙单独分层施工，心墙与两侧砂石过渡层同步上升，避免出现竖向施工缝形成渗水通道。堰体填筑至设计高程后整平堰顶，铺设碎石临时施工道路，满足运输车辆、巡查设备通行需求。

(3) 迎水面防护与背水侧排水施工：迎水面边坡铺设 200g/m² 土工布，上层码放 30cm 厚块石护面，块石之间缝隙填充碎石，削弱水流对堰体土体的直接冲刷。背水侧坡面设置多级排水盲沟，盲沟内部填充粗砂、碎石，将堰体内部渗透水有序导至基坑集水沟，降低堰体内部渗透水压力，规避边坡滑移风险。

(4) 汛期监测与应急加固施工：围堰全线布设自动化监测点位，沿堰顶、上下游坡面布置沉降、位移监测桩，同步埋设渗压计实时观测堰体渗透水压力。监测数据设置四级预警阈值，数据超标立即停工，采用沙袋压脚、增设防渗注浆、补铺土工膜等方式加固堰体。汛期持续降雨时段安排 24 小时专人巡查，重点查看堰顶裂缝、坡面渗水、块石护面脱落等隐患，提前储备编织袋、粘土、块石等应急物资。

3.4 围堰施工全过程质量控制

施工前期管控聚焦原材料与测量放样两类内容。

参考文献：

- [1] 吴红文,张捷,程光锋.施工导流及围堰技术在水利水电工程施工中的应用探究[J].科技资讯,2026,24(11):173-175.
- [2] 赵磊.水利工程施工中导流施工技术的应用分析[J].科技资讯,2026,24(11):188-190.
- [3] 张雷.水利水电工程施工中施工导流和围堰技术的应用研究[J].河南水利与南水北调,2025,54(12):56-57.
- [4] 江登荣.水利工程施工中导流施工技术的应用分析[J].新疆钢铁,2025,(3):124-126.

填筑用粘土、砂石料进场后取样检测渗透系数、最优含水率，渗透系数不达标的土体禁止用于防渗心墙施工；测量团队精准放样围堰轴线、坡脚、堰顶高程，每间隔 20m 设置控制桩，填筑过程实时复核边线尺寸，防止堰体坡比出现偏差。

施工过程中执行分层验收制度，每一层土体碾压完成后由监理取样检测压实度，检测数值达标方可开展上层填筑，心墙焊接、土工膜铺设、反滤层施工每道工序留存影像记录，形成完整质量追溯资料。防渗工序为管控核心，帷幕灌浆钻孔深度、注浆压力、浆液配比严格按照设计文件执行，灌浆完成后布设检查孔检测渗流量，渗流量超标区段补充复灌。

完工验收阶段开展围堰整体稳定性复核，核算边坡抗滑安全系数，4 级土石围堰简化毕肖普法计算数值不低于 1.15。同步开展 72 小时挡水试运行，持续观测堰体渗漏量、沉降位移数据，试运行无异后方可投入正式挡水作业。主体工程完工、汛期结束后分层拆除围堰，拆除土方有序转运回填，不随意堆积于河道滩地，避免堵塞导流通道。

4 结语

施工导流和围堰作为水利工程中最为重要的技术体系，在施工方案选型时必须结合河道流量、地形地质、汛期标准等进行合理设计，平原宽阔河道优先选用分期围堰搭配导流明渠的组合形式，依托天然河道分担泄流压力，降低围堰挡水水头与汛期安全隐患；土石围堰就地取材、施工便捷，增设粘土心墙、土工膜、帷幕灌浆多层防渗结构可满足中长期挡水工况需求。但现阶段导流围堰体系仍存在两处优化空间，大面积基坑围堰智能化碾压监测、导流明渠泥沙自动清淤设备可进一步推广应用，降低现场人工巡查、土方清理工作量。后续同类工程可结合流域水情预测数据优化导流时序，精准匹配枯水期施工窗口，进一步压缩导流围堰临时工程投入，提升水利工程施工综合经济效益。