

# 水利工程施工中施工导流和围堰技术的应用

朱广超

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**【摘要】**：施工导流与围堰技术是水利水电工程施工的关键技术环节之一，在施工中关系到临时导流以及挡水效果。围堰作为导流体系的重要挡水结构，安全性、稳定性直接关系到施工阶段的后续作业。因此，在水利工程项目中之下要重点分析导流以及围堰技术。基于此，文章以某水利工程项目为例，分析了一次拦截河床、隧洞导流的施工技术，分析了技术核心以及关键技术手段，以期水利工程施工提供经验参考。

**【关键词】**：水利工程；施工导流；围堰技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.087

水利工程施工中施工导流和围堰技术直接关系到施工质量。水利枢纽建设必须要满足在不断流状态下基坑施工作业安全性。这也是保障工程建设的关键所在。因此，施工导流与围堰技术的合理应用，可以有效解决此种问题。对此，在水利工程项目施工要重点分析施工导流与围堰等关键技术，明确施工方案以及核心技术，方可充分保障水利工程综合质量。

## 1 项目概述

某工程项目为综合枢纽水利工程项目，所在区域地质构造复杂程度相对较高。基于主体工程设置以及地形地质特征，在此项目中为了满足施工需求，采取了“一次拦断河床、隧洞导流”的总体方案。上游围堰最大高度为32.5m，围堰顶部长度为186m。下游围堰高度为21.0m，长度为152m。综合地理位置以及多种因素，在此项目施工中主要就是就地入菜，选择抗震性良好的“土石围堰”结构。

## 2 水利工程施工中施工导流和围堰技术的应用

在此工程的施工作业，导流与围堰施工主要包括了导流隧洞设置、过流量控制、高土石围堰防渗体系、截流施工以及基坑排水等不同的技术流程。其主要技术路径如下：

### 2.1 导流隧洞设置与过流控制

(1) 导流隧洞：是工程导流体系中的核心泄水建筑结构。在施工中要做好选址分析、断面设计以及标准化管理。其中，隧洞在设计中，要保障可以满足基础原则：

第一，进口高程要充分满足枯水期的导流要求，便于节流之后顺利过流。同时，要将出口区域与下游河道之间平顺衔接，有效避免水流冲砂对围堰脚结构产生不良影响。第二，在隧道施工作业中，根据技术要求，严格控制进出口明渠阶段的土石方开挖光面爆破技术核心，优化爆破孔径以及距离等相关参数，将爆破产生的扰动性影响控制在合理的范围中，最大程度

上保持变频岩体结构的完整性，提高结构的稳定性能。第三，洞身主要应用全断面开挖技术进行处理，在初期通过支护交替循环工艺进行处理。充分利用凿岩台车等设备进行施工处理，将超欠挖控制在5cm以内。对于穿越断层破碎带的地段，要应用超前小导管注浆加固+钢拱架+喷射混凝土的组合方式进行联动管理，构建动态支护体系，充分保障围岩结构的稳定性，提高结构的安全性。

(2) 截流施工：截流施工是一种从河道自然过流转向到隧洞过流的核心工序之一。在施工中，必须要分析水文预报信息、施工进度以及工艺要求，在枯水期进行截留施工。在此工程项目中，主要应用“单戗立堵、双向进占”的截流方式进行处理。在上下游围堰截流戗堤的施工处理中，分别从左右两岸开始，同步作业，持续向河中推进，并且将龙口宽度缩窄到15m，然后进入到高流速的区段中。为了有效解决在孔口高流速状态下对抛填料产生的冲刷性影响，则可以应用大块石串、钢筋石笼等此特种材料进行龙口合龙处理。

### 2.2 构建高土石围堰防渗系统

围堰防渗体系在应用中可以充分保住施工安全性。在此项目中为了提高防渗能力，降低基坑涌水量等诸多问题，在施工中基于“堰基垂直防渗为主、堰体斜墙防渗为辅”的原则，构建了一个封闭的防渗体系。

(1) 堰基高压旋喷灌浆防渗墙：在此项目中针对河床深厚砂卵石覆盖层的问题，主要是通过高压旋喷灌浆技术进行处理，构建地下连续防渗墙系统。在施工中，要做好现场试验段施工分析，确定最佳旋喷参数。

第一，浆液压力控制在32-38MPa左右。提高速度到12-15cm每分钟，将每分钟的旋转速度控制到12-15左右。同时，水灰比0.8:1至1:1。保障旋喷桩桩径至少1.0米，将桩间接宽度控制为0.2米及以上，基于此种方式构建一个

闭环的防渗帷幕。第二，防渗墙深度穿透砂卵石层的距离不得小于下部基岩 0.5m。充分保障与基岩形成有效截渗接头。第三，在整个施工过程中，利用钻孔取芯检测设备锦绣里，检测墙体结构的连续性，合格之后方可进行后续施工作业。

(2) 堰体复合土工膜斜墙防渗：围堰迎水面中根据技术要求、流程以及标准设置土工膜斜墙，并且将其作为堰体防渗层。其中，复合土工膜主要就是应用“两布一膜”的结构类型。膜材厚度为 0.5 毫米，材质为高密度聚乙烯（HDPE）土工膜，在两侧的位置，通过长丝无纺土工布作为主要的保护层。土工膜在铺设中要根据要求，从堰脚像堰顶层进行逐层作业，保障搭接宽度不得小于 15cm。同时，要通过双层焊缝缝合机进行焊接处理，焊缝的强度要保障不得小于母材强度的 80%。重点做好土工膜与下部位置高压旋喷桩防渗墙接头位置的处理，利用专业的止水连接构造进行优化，内部填充泡沫“U”型伸缩节，继而有效缓解防渗墙以及堰体填筑料之间出现的差异性沉降等问题，在一定程度上直接优化土工膜的整体受力状态，构建一个一体化的防渗结构。

(3) 岸坡接头防渗处理：围堰以及两岸山体结构的衔接位置也是防渗体系的核心节点之一。如果处理不当则会出现渗漏性问题。在此工程项目中，主要就是在左右岸的坡接头位置，根据标准要求开挖止水槽，其中槽底宽度设置为 2 米，深度则至少为 1.5 米，保障其伸入岸坡完整岩体的结构不得少 1 米。其中，在施工中，要根据要求在止水槽内回填黏土料，基于技术流程进行分层压实，构建一个黏土刺墙防渗结构。刺墙与高压旋喷防渗墙、复合土工膜斜墙在处理中，要做好搭接、止水材料的封闭性处理，方可构建立体的三维防渗体系，形成完美的闭环体系。其主要技术要点如下：

#### 第一，止槽开挖与基面处理

沿着轴向放下开挖止水槽，构建嵌入岸坡结构的防渗齿槽结构。底部宽度为 2M，可以有效满足机械压实作业的空间标准以及技术要求。同时，保障深度至少高于 1.5m，有效挖出表面强风化岩层结构。在开挖完成之后，利用高压水枪进行清理。然后根据要求进行地质素描分析，分析裂隙发育状态。对于宽度高于 0.5 毫米的张性裂隙问题，可以通过水泥砂浆等方式进行封堵，避免形成渗漏通道。随后持续灌浆到缝隙饱满，不在吸收浆液为止，充分提高整体的防渗性能。

#### 第二，黏土刺墙填筑与压实

止水槽在开挖验证合格之后，回填黏土料要根据技术标准进行分层压实，构建黏土刺墙防渗结构。通过分层的方式进行填筑施工，每层厚度控制在 25cm~30cm。应用振动夯板进压实处理，每层压实控制在六遍及以上。针对止水槽边角部位、

临近岸坡基岩面等相关关键区域，可以通过人工作业的方式进行补充压实，避免出现死角等问题。根据要求进行现场质量控制，每填筑两层则要基于要求进行现场渗透试验，保障各项性能符合要求。其中，黏土刺墙填筑与压实物理指标如表 1 所示。

表 1 止水槽内回填黏土料主要物理力学指标

项目	单位	指标值	标准依据
塑性指数	—	15~20	满足防渗土料要求
最优含水率	%	18.5~21.2	标准击实试验
最大干密度	g/cm <sup>3</sup>	1.72	标准击实试验
渗透系数	cm/s	$8.5 \times 10^{-7}$	室内变水头试验
允许渗透坡降	—	6.0	临界坡降除以安全系数

#### 第三，刺墙与防渗体系的连接封闭

黏土刺墙与高压旋喷防渗墙、复合土工膜斜墙各个不同结构之间的接头处理，直接影响到最终的效果。因此，在处理中，根据实际状况采取针对性的优化措施。高压旋喷防渗墙施工处理中，要将两端边桩对外拓展 2-3m 左右。使得其可以充分嵌入到后续填筑的黏土刺墙底部中，继而形成一个搭接段。同时，在进行黏土刺墙填筑作业之前，必须要基于标准在旋喷墙顶部位置设置厚度为 20cm 的塑性混凝土垫层，充分保障刚性防渗墙与柔性结构之间形成过渡层，有效避免因为材质差异、刚度等参数不同而出现的接触性裂缝问题。

#### 第四，刺墙与复合土工膜斜墙连接

在复合土工膜铺设到岸坡等位置的时候，可以沿着墙面的迎水面延伸膜材，将其嵌入到刺墙内部中至少一米五。并且在施工中，要在土工膜以及黏土的界面中设置膨润土防水毯，充分保障黏土与膜材紧密性。

### 2.3 基坑排水

基坑排水是围堰合龙之后，满足基坑开挖作业、主体混凝土施工作业的基础所在。在此项目工程中，基坑排水主要技术要点与措施如下：

(1) 基坑初期排水：围堰合龙之后会出现不同程度的基坑积水问题。因此，在初期阶段，主要就是通过分级降水的方式进行处理，严格控制水位，保障其下降速率每日控制在 1.0m 以内。避免围堰的背水坡因为渗透压力变化而出现滑坡失稳等

诸多问题。同时,在施工中配置了大流量离心泵等设备,分两级进行接力抽排。在排水过程中要重点做好围堰背水坡浸润线变化特征分析。了解围堰变化曲线以及各项参数是否符合要求,在日排速率高于1.0m的时候,及时优化泵组。

(2) 基坑常态化排水作业:完成初期排水之后,在基坑的地步位置沿着开挖边线设置环形截水沟去,宽深度为0.8\*1.0m。其主要功能就是对周边产生的渗水、施工作业中产生的废水进行汇集处理。同时,间隔50m的距离设置一座集水井,深度控制在2.5m左右,内部设置潜水泵,并且要及时进行积水排除。在施工阶段要将基坑中总渗透量控制在50立方米每小时以内,根据技术要求进行质量控制以及标准化管理。

#### 2.4 施工导流与围堰协同运行关键技术

(1) 围堰分级填筑与基坑降水的同步控制:在此项目中,围堰填筑主要可以划分为三个阶段:第一,填筑到汛高程以下5米,则可以形成初步挡水能力;第二期主要就是在基坑初期完成排水之后,同步进行堰体结构的加高处理,根据技术要求进行基坑表层开挖作业。在第三期,主要就是在汛前要保障围堰填筑到设计的高程范围。其中,围堰填筑高度要与基坑降水深度协同开展,堰体结构每提高3~4米,则要将基坑中水位下降4~5米左右,充分保障围堰背水坡浸润线符合设计要求。

(2) 导流隧洞封堵与下闸蓄水的平稳过渡:导流隧洞在完成之后必须要进行封堵作业。此项目主要应用分段封堵、逐级蓄水的技术方案。

第一阶段主要就是充分利用下闸区域对导流隧洞进行封堵,通过永久泄洪底孔下泄生态基流(21.6m<sup>3</sup>/s),在此阶段中水库水位呈现一个缓慢的上升态势。第二阶段,就是在水位上升到导流隧洞进口底板2米左右的时候,则要基于技术标准、工艺流程进行隧洞进口段的封堵施工,主要应用混凝土材质,长度控制在15米左右。第三阶段,这个在完成进口段封堵后的流程,根据操作标准以及要求重点做好洞身段灌浆封堵,充分保障封堵体以及围岩连接紧密。

#### 参考文献:

- [1] 高利宁,王强.水利工程施工中导流施工技术的应用研究[J].产品可靠性报告,2025,(12):139-140.
- [2] 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.
- [3] 张伟,岳亚超.水利工程施工中导流施工技术的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(34):199-201.
- [4] 杨荣盛.水利工程施工中导流施工技术的应用研究[J].科技资讯,2025,23(20):163-165.
- [5] 武秀芹,丰焕平.水利工程施工中导流施工技术的应用研究[J].中国科技纵横,2025,(18):115-116+165.

### 3 智能化安全监测与施工管理

通过智能化监控技术进行持续性分析,可以充分了解围堰安全状态,对于潜在的安全隐患问题可以实现实时性的动态预警。

#### 3.1 围堰变形与渗流量监测

此项目中,在上下游围堰多个区域设置了24个沉降观测点,斜侧管、测压管等设备,主要就是采集沉降信息数据、分析水平位移以及浸润线高度等多种参数。通过数据分析发现,此项目的最大沉降量为12.3cm,满足安全技术要求,其中围堰变形与渗流量监测如表2所示。

表2 围堰变形与渗流量监测

监测项目	单位	测点数量	设计允许值	实测最大值	实测平均值
堰体表面沉降	mm	24	250	123	87
堰体深层水平位移	mm	8	80	58	32
防渗墙后浸润线水位降幅	%	16	>60	91	85
基坑总渗流量	m <sup>3</sup> /h	2	≤100	50	42

### 4 结语

施工导流与围堰技术是水利水电工程建设的核心所在。在水利水电工程项目施工中,要综合科学、合理的角度确定施工方案。合理应用施工导流与围堰施工技术,要根据实际状况采取因地制宜的技术手段,通过智能化、精细化以及现代工艺进行全流程的动态控制,构建标准化、一体化防渗体系,可以有效提高水利水电工程施工导流以及围堰工程质量。