

# 水利枢纽工程中混凝土围堰设计与施工关键技术探讨

李汉争

河北省水利工程局集团有限公司，河北石家庄，050000；

**摘要：**水利枢纽工程里面混凝土围堰成为保证主体工程安全、调控水流、防止洪灾以及抵御冲刷非常重要的工程技术手段。根据实际工程需要，详细研究了围堰设计和施工过程中涉及到的关键技术内容。从混凝土围堰结构进行优化、选择合适材料以及提升抗渗能力这些方面，清楚说明了混凝土围堰在水利工程里面的具体使用情况。从工艺流程安排、施工设备使用以及现场管理工作这些角度，仔细分析了施工技术里面最重要的几个环节，提出了非常具体的解决办法。研究得出的结论是，合理做好设计规划并且不断改善施工组织方式，就能显著提高混凝土围堰整体稳定程度和使用年限，同时还能很好保证整个工程按时完成并且保持安全运行状态。这次研究给今后类似工程项目提供了一定的技术参考和宝贵经验教训，对于推动水利枢纽工程施工技术不断向前发展、确保工程质量达到更高水平起到重要作用。

**关键词：**水利枢纽工程；混凝土围堰；结构优化；施工技术；抗渗性能

**DOI：**10.69979/3029-2727.26.05.079

## 1 工程背景与建设需求

### 1.1 工程发展背景与重要性

于水利枢纽工程建设内，混凝土围堰的设计与施工拥有关键的战略意义。伴随水资源的紧缺和环境保护的强化，水利枢纽工程越发关键。身为水利工程的重要组成部分，混凝土围堰不只承担防洪抗灾的功能，而且于水资源优化配置和生态环境改善中发挥非常重要的作用。

伴随经济的增长和城市化进程的加快，社会对水资源的需求持续增加，这需要水利工程在保证供水能力的同时拥有更加显著的防洪能力。混凝土围堰在工程中承担了非常关键的任务。围堰的质量和性能立即影响到整个工程的安全和使用寿命。于繁杂的地质和水文环境条件下，围堰建设遭遇着巨大的挑战。高水位、大流量和繁杂地质构造提高了设计和施工的难度。不同地区和气候环境给混凝土围堰性能带来更加严格标准。在这种情况下，急需持续改进设计方案以及施工方法，来适应各种工程需要，确保围堰面对不同环境保持稳定状态和长久使用能力。对于水利枢纽工程来说，深入研究并且不断改进混凝土围堰设计方法和施工方式显得特别重要而且非常紧迫。

### 1.2 水文环境与施工条件

水文环境和施工条件属于影响水利枢纽工程里面围堰设计和施工最重要的两个方面。地形特点和水流情

况会直接决定围堰设计方案的具体内容以及选用哪种建筑材料。地形起伏变化很大，某些地方水流速度非常快，冲刷力量特别大，河床也容易出现不稳定状态，这些情况让围堰位置确定和整体规划变得非常困难。自然水位发生变动的时候，会对围堰需要建造的高度产生直接影响，同时也会让坝体结构设计更加严格和细致，必须确保围堰能够适应各种不同的水位变化，保持良好的稳定性和防渗漏能力。

水文条件的变化给施工期的安排是很大的难题。季节性的暴雨或者枯水期的交替出现，导致施工期必须考虑到高水位带来的附加荷载，设计一套科学合理的排水系统。另外还要解决低水位给施工基础带来的不良影响。这些情况会让施工工作必须具备很强的灵活调整能力和适应能力，以便应对可能出现的各种极端天气变化。

施工环境的复杂性也非常重要。涵盖施工设备的选用、运输路线的设计还有现场安全措施布置等等皆应顾及地形和水文特点。设备与材料必须具有较好的抗腐蚀性 with 适应性，来面对水文环境不确定性和可能的侵蚀性。现场施工条件对于围堰建设的作用长远，准确评估和周密规划不但决定着施工的顺利开展，亦直观作用于工程的最终质量和使用寿命。

## 2 围堰构型与材料防护特性

### 2.1 围堰构型优化思路

水利枢纽工程里面，混凝土围堰结构优化成为确保工程稳定和安全最重要部分。围堰结构优化必须全面考

考虑水流情况、土壤性质以及建造方法等方面。针对水流情况,结构设计必须同时满足洪水时候防止冲刷要求和枯水时候拦截流量要求。冰冻时候,围堰结构必须拥有抵抗冰冻膨胀性能,同时设置适当坡度来减少冰块压力产生影响。

地质条件作用于围堰的基础设计。软弱地基也许必须强化处理,例如使用搅拌桩或者混凝土桩诸如此类技术,来提高地基承载力。繁杂的地质环境亦需在设计内预留一些沉降和变形余量,保证结构的可靠性。应当优先选择形式简明并且施工容易的构型,来减少施工难度与风险,管理工程造价。围堰构型的稳定性同样依赖于它本身的重量与抗滑移能力。设计过程中,应当恰当安排围堰的断面尺寸,选用适宜的混凝土强度等级和配筋方案,来增强整体抗剪、抗弯性能。借助改进设计,不但提高了围堰结构的安全性和耐久性,而且给工程的顺利开展给予了强有力保障。

## 2.2 材料选用与防渗性能要求

水利枢纽工程里面,混凝土围堰选材跟防渗性能要求特别重要,直接影响工程安全以及长期稳定。混凝土材料各项指标决定围堰整体质量,需要认真检查抗压强度、耐久性能还有抗渗效果。想要提升围堰防渗效果,采用高性能混凝土已经成为主要方法。高性能混凝土通常添加硅粉、粉煤灰这些矿物填充材料,这样可以提高密实程度和抗渗能力,大幅减少水分渗透危险。

在挑选材料的时候,一定要特别关注集料的颗粒大小分布情况如何影响到混凝土的整体性能表现。相比普通的混凝土工程,围堰工程对集料的要求显得更加严格和特别细致,所以必须精心挑选那些颗粒分布均匀、质量非常优秀的集料原料,这样才能让混凝土内部的结构变得更加紧密结实。混凝土里面要适当加入一些能够减少用水量的添加剂,这样就能确保即使用水量明显减少的情况下,混凝土仍然拥有很好的流动性和易于操作的特性。挑选和使用的外加剂需要格外重视,必须针对施工现场的实际环境条件进行合理的调节和控制,确保无论遇到什么样的天气和气候变化,混凝土都能表现出很好的适应能力和稳定的物理化学性质。

混凝土围堰的抗渗设计,还牵涉施工缝及变形缝的合理布置与处置。施工缝须确保干净、光滑,并使用优质的防水材料实施填筑,以避免水侵入结构内部。围堰内外部的防渗措施亦必须整体化思考,借助安装止水带、止水片等材料,进一步强化整体防渗效果。

## 3 施工措施与工艺组织

### 3.1 工程工序与设备配置

施工方法跟工艺组织对于水利枢纽工程非常重要,尤其在建造混凝土围堰的时候。围堰施工的工序安排得科学合理,设备配置做得周密完善,这些都能影响到工期安排、施工安全以及工程质量的好坏。合理的施工计划可以确保工程进度不被拖延,减少不必要的停工时间。完善的设备配置则能够保障施工过程的顺利进行,防止因为设备不足或老化而导致质量问题。科学管理施工流程和资源,是提升整体施工效率的关键所在,只有这样,才能确保工程质量和经济效益的最大化。

工程工序部分中,混凝土围堰施工需要按照先后顺序逐步完成,先把场地清理好并且准备好,这个阶段里面要彻底清除围堰区域里面的各种障碍物,同时把基面表面整理得平平整整。接着进入围堰基础施工以及基坑开挖这个环节,这个环节必须保证地基能够承受住重量并且保持足够稳定状态。围堰主体建造属于最关键的部分,这个部分包括把混凝土浇筑进去并且做成规定形状,这个过程中一定要严格控制混凝土里面的比例配方和整体质量标准,只有这样才能保证整个结构具备足够长久使用寿命并且拥有很强抗渗水功能。等围堰主体全部建造完成之后,就要马上开展外部防护层施工工作,这样做是为了让围堰整体抗腐蚀磨损的能力变得更强更好。

设备配置的科学性对施工效率和质量控制发挥积极作用。于混凝土浇筑期间,大型搅拌站和泵送设备可以保证混凝土的持续供应和迅速浇筑,降低施工缝出现。专用钢模板系统的使用,提升了结构尺寸的精准度,减少了拆模时间。以便保证施工区域内部水流受控,应安装必要的排水设备,以即时监测和调整围堰内外水位。智能监测设备可以给予即时数据支持,确保施工进度与质量评价。合适的工序安排和快速的设备使用成为保证施工顺利进行并达到质量标准的核心因素。不断改进施工工艺和合理搭配设备,明显加快了工程进度,同时让围堰的稳固程度和使用寿命得到可靠的保证。

### 3.2 现场施工管理与安全控制

现场施工管理和安全控制对于水利枢纽工程来说特别关键,会影响到混凝土围堰施工的质量高低以及整个工程的安全保障。施工现场的管理工作需要建立一套非常完善的制度和具体的操作流程,确保施工过程能够正常开展。具体做法是把每个施工环节的责任分配得清

清楚楚,制定出非常详细而且周密的施工计划,还有每天的进度安排,同时还要时刻关注施工现场的环境变化,保证每一项工作都按照既定计划来执行,不能出现偏差。

施工现场必须安排足够安全防护手段,来保证工人生命安全。包括安全训练、安全知识普及以及经常性应急演练,提高工人安全观念以及处理紧急情况能力。现场需要摆放充足安全装备,比如隔离栏杆、防护网格还有警告符号等等,用来阻止意外事件出现。施工设备的管理是另一个关键点,应当按期对机械设备开展检查与维护,确保其良好运作。这不但可以提升施工效率,并且能高效防止由于设备故障引起的工期延误及安全事故。关键施工节点必须加大监测力度并且认真评估,采用科学合理质量管理方法,确保施工质量完全达到设计标准。施工现场危险因素判断以及紧急情况处理方案编写属于管理重要内容部分,通过完整危险因素研究加上紧急处理方案编写,提高工程面对意外事件能力,确保施工过程保持平稳顺利进行。

## 4 监管执行与风险防控

### 4.1 施工监管体系构建

于水利枢纽工程内,施工监管体系的建立为保障混凝土围堰设计与施工质量、提高工程安全性和有效性的重要环节。完善的施工监管体系必须涵盖完整的监管结构和标准化的操作流程,来加强施工过程的透明度和可控性。

施工监管体系的建立应当以明确的监管职责划分作为前提。各级监管人员必须拥有专门的技术能力和充足的经验,以便于对于施工过程中的各个技术环节实施有力的监察。施工单位应当依据工程规模和复杂程度,组建专门的项目管理团队,并配备适宜的现场监管人员,保证施工过程的每一个步骤都可以即时跟踪。

在此基础上,应当制定完善的施工质量检查标准和验收规范,涵盖材料检验、施工工艺检测和结构安全评估等方面,保障每一个施工环节都满足设计要求和安全标准。借助建立定时巡检制度和任意抽查机制,能够迅速察觉和改正施工过程中发生的问题,避免质量隐患的累积。

信息技术的应用同样是现代施工监管的关键组成部分。依靠实时监测系统和施工管理软件,能够提升数据的精确度和决策的速度,改善监管的合理性和高效性。还需要拟定具体的风险管理计划和应急响应方案,保证于突发情况下可以快速采取行动并且恢复正常的施工

秩序。凭借建立规范化的监管机制,可以给水利枢纽工程的顺畅推动和持久稳固运行给予强大的保障。

### 4.2 风险防范与应急处置

水利枢纽工程中,围堰建造工作包含很多危险因素,急需采用高效的安全预防和紧急处理方法。围堰建造期间可能会遇到的危险因素有水位变化、强降雨天气、机器出现故障还有人工操作出错这些情况。必须设立一套完整的危险检查体系,找出隐藏的隐患并且判断出问题的严重程度,接着拟定详细的紧急计划。紧急计划里面要写清楚消息通知、人员安全撤离、机器快速修理还有环境保护这些实际办法,还要根据施工现场的具体状况来灵活修改。加大现场安全教育力度并且提高大家的安全警觉水平是非常重要的环节,让参与建造的工人能够面对突发状况时采取合适的解决办法。依靠合理的设计规划和完备的紧急安排,既可以减少突发事故对建造速度和生命财产带来的负面影响,也可以提升整个工程抵抗危险的能力,保证项目可以按时完工并且保持长期的安全状态。危险管理的效果会决定工程的经济收益和社会价值,设计周密并且行之有效的预防手段和处理办法,才是达成工程品质和安全标准的核心保障。

## 5 结束语

未来应该重视数值模拟和现场监测数据的结合使用,改进围堰性能评估的标准模型,还要进行高性能混凝土和抗渗、抗冻、耐腐蚀新材料的试验研究,探索智能施工设备和信息化管理的实际应用方法,建立动态监控体系,并且依靠多尺度试验积累更多的工程经验,为制定更加科学的设计标准和施工规范提供可靠的支持。

### 参考文献

- [1] 顾肖霞. 水利枢纽项目支护工程的施工技术探讨[J]. 黑龙江水利科技, 2021, 49(04): 210-212.
- [2] 陈涛, 王建忠, 徐全. 浅谈水利枢纽工程围堰技术应用[J]. 科学技术创新, 2022, (03): 139-142.
- [3] 吴旭李峡. 大石峡水利枢纽工程围堰防渗施工技术研究[J]. 电力勘测设计, 2023, (06): 85-88.
- [4] 张文进. 水利枢纽工程大体积混凝土低温季节施工探讨[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2021, (05).
- [5] 李凤来. 水利枢纽工程面板混凝土配合比与施工技术分析[J]. 黑龙江水利科技, 2022, 50(10): 50-53.