

Research on Key Points of Construction of Dredger in Water Conservancy and Hydropower Projects

Yuezong Qi

Beijing Chaoyang Water Conservancy Engineering Co., Ltd., Beijing, 100020, China

Abstract

The smooth progress of water conservancy and hydropower construction projects enhances construction quality and ensures stable operation of engineering projects. Current requirements for such projects are increasingly stringent. In the cofferdam construction phase, it is essential to implement technical guidelines, strengthen quality control, and improve overall quality. Cofferdams come in various types, and construction plans should be selected appropriately based on actual project conditions and site-specific circumstances. Strengthening the control of key construction techniques provides a reliable guarantee for safe and efficient project execution. To address these needs, this study briefly outlines cofferdam construction techniques and analyzes their key aspects, offering valuable references for relevant professionals.

Keywords

hydraulic and hydroelectric engineering; cofferdam; construction points

水利水电工程围堰施工要点研究

祁月宗

北京市朝阳水利工程有限公司, 中国 · 北京 100020

摘要

水利水电工程施工的顺利推进, 可以提高施工质量, 确保工程项目稳定运行。现阶段对水利水电工程施工提出了更高的要求, 在围堰施工环节, 需要落实技术要点, 加强质量控制, 提高整体质量。围堰有多种类型, 根据施工情况和现场情况不同, 结合实际工程情况对施工方案进行合理选择, 并加强对各项施工技术要点的把控, 为工程安全施工、高效施工提供了可靠保证。鉴于此, 开展本文的研究工作, 简单概述围堰施工技术, 分析该技术的施工要点, 以供相关人员参考。

关键词

水利水电工程; 围堰; 施工要点

1 引言

围堰是水利水电工程施工中, 为创造干地作业条件而修建的临时性挡水建筑物。围堰施工的质量直接关系到整个工程的安危、工期与成本, 它不仅是简单的土石方工程, 更是一项融合了水力学、岩土工程、结构力学以及现代监测技术的复杂系统工程。在具体的施工中, 通过加强前期规划, 做好主体结构施工, 并进行安全监测, 可以提高整体的施工质量, 保障水利水电工程顺利推进, 实现预期的建设目标。

2 水利水电工程围堰施工技术概述

2.1 类型

水利水电工程中围堰的类型多种多样, 它的核心功能是拦截河道水流, 排除基坑积水, 保障主体工程在无水环境

下顺利施工, 它是一种临时性结构, 需要满足挡水、防渗、抗滑、抗倾覆等各项要求。在施工过程中, 其施工质量会直接影响主体工程的施工安全进度和成本。围堰分为多种类型, 土石围堰主要采用石块, 通过砌筑的方式进行施工, 而且要在两层石块之间进行。空隙的预留是在必要的情况下, 也可在砌筑的过程中, 使用拉线的方式进行辅助, 可以避免石块内部产生空洞。钢筋混凝土围堰以钢筋混凝土套箱结构作为堰体结构, 具有较强的稳定性和承载力, 而且现场环境不同, 钢筋混凝土围堰发挥的作用也有一定的差异^[1]。总体来看, 该结构具有更稳定的力学性质, 应用价值比较高。钢板桩围堰采用钢板桩和止水材料, 具有刚度大、防渗性好和可回收的结构特点, 适用于软土地基或深水基坑中。草土围堰使用稻草、麦秸、粘土作为施工材料。施工快速, 成本低廉, 柔性好, 适用于临时应急防水或小型水利工作中。土工膜围堰采用高密度聚乙烯土工膜、无纺布和填料, 有着良好的防渗性能, 重量轻, 施工高效, 适用于对防渗要求高的中小型工程或临时挡水设施。

【作者简介】祁月宗 (1987-), 男, 中国河北保定人, 本科, 工程师, 从事水利水电工程研究。

表1 常见的几种围堰类型

围堰类型	核心材料	结构特点	适用场景	挡水高度范围
土石围堰	土料、石料、黏土、土工膜	结构简单、取材方便、适应性强	水深≤15m、流速≤3m/s，地质条件较好的平原或丘陵河道	3-20m
钢板桩围堰	钢板桩、止水材料	刚度大、防渗性好、可回收	水深≤25m、流速≤5m/s，软土地基或深水基坑	5-30m
混凝土围堰	常态混凝土、碾压混凝土	强度高、稳定性好、抗冲刷强	水深≥15m、水头差大(≥10m)，需长期挡水或作为永久结构一部分	10-50m
草土围堰	稻草、麦秸、黏土	施工快速、成本低廉、柔性好	水深≤6m、流速≤2m/s，临时应急挡水或小型水利工程	2-8m
土工膜围堰	高密度聚乙烯(HDPE)土工膜、无纺布、填料	防渗性能优、重量轻、施工高效	水深≤10m、流速≤3m/s，对防渗要求高的中小型工程或临时挡水设施	3-12m

2.2 原则

水利水电工程的围堰施工中，需要遵循恰当的原则。一要遵循安全优先原则，围堰需要满足抗滑稳定系数的要求，如混凝土围堰需要 ≥ 1.5 ，土石围堰要 ≥ 1.3 ，确保在设计洪水标准下，不发生渗漏等事故。二，围堰施工还需要遵循稳定性原则。安全稳定是一切施工的先决条件，围堰施工前做好安全性的勘察工作，确保方案符合要求。同时在设计施工中要着重考虑围堰施工的稳定性，选择与施工现场的地质条件和水泥条件相符合的材料，确保交工以后不会出现渗漏、腐蚀、塌方等各种情况^[2]。三，遵循经济合理原则，在满足安全与技术要求的前提下，优先选择当地易得材料，优化施工方案，降低材料运输与施工成本，同时减少后期拆除的工作量。

3 水利水电工程围堰施工要点

3.1 施工前期

在水利水电工程的围堰施工中做好前期准备工作，可以确保后续施工顺利推进。首先要开展地质勘察与水位监测工作，施工前相关人员进行详细的地质勘查，查明围堰基础范围内的土层分布、地基承载力、地下水位埋深以及渗透系数。同时还要了解软土地基的压缩模量、抗剪强度等各项指标，从而为地基处理提供重要依据。在水文监测中，连续监测河道水位流速、流量变化，收集历年的洪水资料，确定围堰的设计挡水高度与防渗标准。其次，选择科学合理的围堰形式。基于多种类型的围堰形式特点与施工条件，对施工要求进行对比分析，优化选择。决策时，还需要明确围堰是过水还是不过水，过水围堰允许汛期洪水漫顶，可降低堰体的高度，但必须对下游坡面和堰脚进行可靠的加固保护，设计需专门的水力计算和模拟试验验证^[3]。不过水围堰则要求在任何情况下，堰顶均高于水位，安全性更高，是更常见的选择。施工方案中还需要明确围堰的施工顺序，施工机械选型，材料运输路线以及施工进度计划。第三，做好材料与设备的准备工作。土石围堰中的土料需要满足塑性指数15~20，含泥量 $\leq 30\%$ ，粒径 $\leq 30\text{cm}$ 。土工膜需要选择HDEP材质，厚度 $\geq 1.5\text{mm}$ ，通过渗透试验检测防水性能。钢板桩

的材质需要选择Q235B，长度要根据水深确定，拼接处采用焊接，焊缝需要进行渗透检测，确保没有渗漏的情况。混凝土选择C25~C30混凝土，骨料级配良好，坍落度控制在120~150mm。

3.2 围堰主体结构施工核心技术

3.2.1 土石围堰施工要点

在土石围堰施工中，首先做好基础处理，使用挖掘机配合推土机，清除表面的腐殖土、淤泥，清基范围要超出围堰基础边缘1~2m。清基后地基承载力要大于设计要求。而后，使用振动压路机碾压地基，压实度 $\geq 93\%$ ，避免围堰沉降过大。而后选择合适的填料，优先选择当地天然土石料，控制好土料的含水量，石料粒径 $\leq 30\text{cm}$ ，避免使用风化岩、软弱夹层^[4]。随后采用分层填筑和分层碾压的方法，碾压方向平行于围堰轴线，碾压重叠宽度 $\geq 0.5\text{m}$ 。防渗是土石围堰的生命线，根据地质条件和材料来源分为多种形式。粘土防渗体需要严格控制粘土的含水量和压实度。垂直防渗墙中，混凝土防渗墙、高压旋喷墙和自凝灰浆墙等成为主流选择。施工时需要确保墙体的连续性、垂直度和嵌入基岩的深度。采用土工膜防渗，土工膜铺设前需要平整坡面，清除尖锐杂物，采用热熔焊接法拼接，焊缝检测采用充气法。

3.2.2 混凝土围堰施工

首先安装合适的模板。选用钢模板，拼接处采用螺栓连接，设置止水条，防止漏浆。模板支撑采用满堂脚手架，支撑系统高度需要满足混凝土浇筑时的侧向压力。安装结束后，检查轴线偏差、标高偏差、平整度，验收合格以后进行钢筋绑扎。要加强钢筋质量的控制工作，钢筋绑扎时采用铁丝绑扎，受力钢筋保护层厚度 $\geq 50\text{mm}$ 。直径 $\geq 25\text{mm}$ 的钢筋采用机械连接，直径 $< 25\text{mm}$ 的钢筋采用焊接连接。进入混凝土浇筑阶段，采用分层浇筑的方法，从围堰一端向另一端推进，相邻两层浇筑的间隔时间，需要 \leq 混凝土的初凝时间^[5]。浇筑结束后及时养护，防止出现裂缝。

3.2.3 钢板桩围堰施工

钢板桩进场后需要检查外观，测量几何尺寸，若出现变形情况，要采用冷弯矫正法进行矫正。采用焊接拼接的方式，拼接处焊缝高度 $\geq 8\text{mm}$ ，焊接以后进行渗透检测，确

保无气孔、夹渣等缺陷。拼接以后的钢板桩长度需要满足设计要求。然后根据围堰设计轴线,采用全站仪定位,设置导向架,确保钢板桩沉桩精度。水深≤10m时,采用锤击法,水深大于10m时,采用振动法。沉桩顺序从围堰一角开始,向两侧对称推进,避免单排沉桩导致的倾斜^[6]。沉桩过程中监测垂直度,采用经纬仪双向监测,发现倾斜及时调整。钢板桩也需要做好防渗处理,在接缝处采用橡胶止水条,外侧涂抹防水涂料,确保接缝不渗漏。如果底基为砂层,在钢板桩的底部采用高压喷射注浆,形成防渗帷幕。

3.2.4 进行支护工作

围堰建造的过程中,要进行恰当的支护工作。组织人力将黄土装袋,支撑时将装着黄泥的沙袋放平,使它的上下左右、缝隙都要排齐,逐步提高至所需的高度。在合适的深度下,将钢板嵌入土中,用土袋填满堰体与钢板之间的空隙,以便预防围堰滑动,可以更好地保障围堰的稳定性。

3.2.5 基坑排水

在围堰施工中需要设置合理的排水系统。可采用集水井排水。在基坑底部设置集水井,集水井采用砖砌或混凝土浇筑,内壁铺设土工布,防止泥沙涌入。根据渗流量计算排水泵功率,采用离心式水泵。排水的过程中要控制好顺序,先排地表水,后排地下水,基坑水位降至施工面以下0.5~1.0m后,再进行主体工程施工。同时采用流量计监测渗流量,若渗流量超过允许值,则需要及时采取加固措施。

3.3 围堰安全监测与运行维护体系

围堰施工结束后投入运行中,需要建立全天候、全方位的安全监测体系。了解围堰运行使用的实际情况,及时发现其中存在的影响因素,保障整体的安全。首先,监测需要覆盖围堰结构和环境因素。使用全站仪、GNSS、静力水准仪等,监测堰顶的水平位移、垂直位移和深层水平位移^[7]。土石围堰竣工以后,沉降量可达堰高的0.8%~1.5%,需要开展持续监测,了解具体情况。开展渗流监测工作,如果渗流量突然增大或水质变浑,则是管涌和流土等渗透破坏的先兆。在混凝土围堰和钢板桩内埋设应变计和钢筋计,监测结构内力。同时还要持续监测上游水位、降水量和气温等诸多情况,获得详细的数据信息。其次,整合各类监测数据,开展分析工作,要与设计计算值、预警阈值等进行对比。现代工程常建立自动化监测与预警平台,实现数据的实时传输、动态分析和超标报警。发挥技术优势,当发现异常情况及时预警,可以提高工作人员的重视,及时采取相应的措施,避免出现安全隐患。此外,还需要开展定期的人工巡查与维护工作,检查堰体有无裂缝、滑坡、渗漏点和损坏的情况。发

现问题及时记录,评估并处理。

3.4 围堰拆除要点

围堰拆除要把控好时机,主体工程完工,具备永久挡水条件以后,要拆除围堰。拆除前需要完成基坑排水和废渣清理等一系列工作。明确拆除的方案,包括拆除顺序、方法、机械的选择以及相关的安全保护措施,对拆除人员进行安全技术交底,提高他们的重视。其次,明确拆除施工要点,土石围堰拆除时通常采用挖机和爆破等方式,将堰体拆除至设计高程,妥善处理拆除料。混凝土围堰拆除时,若不影响永久工程,可部分保留。否则需要爆破或机械破碎拆除。钢板桩围堰拆除时,可采用振动拔桩法,拔桩顺序与沉桩顺序相反,拔桩前需要清理桩周泥土,减少拔桩的阻力。同时在拔桩的过程中要监测钢板桩变形的情况,若变形过大,采用切割法分段拆除。做好河道清理工作,清除各种废弃物,恢复河道原貌和行洪能力。要采取环保措施,对弃土场施工便道进行植被恢复,可种植本地草本植物,防止水土流失,恢复生态环境。

4 结语

综上所述,在水利水电工程施工中,围堰起到了极其重要的作用。围堰有多种类型,要根据现场的实际情况和施工要求,选择合适的围堰类型,制定详细的施工方案。做好现场的技术交底,优化地基处理,加强主体建设,做好基坑排水。并监测围堰的使用情况,及时发现问题,有效处理。才能保证交工后不会出现渗漏、腐蚀坍塌的现象,预防产生重大围堰安全事故,保障水利水电工程施工能够顺利进行。

参考文献

- [1] 季闯.水利水电工程围堰施工技术及要点研究[C]//新技术与新方法学术研讨会论文集.2024:1-4.
- [2] 王兆强.水利水电工程围堰施工技术要点分析[J].水上安全,2024(12):22-24.
- [3] 李磊.水利水电工程围堰施工技术要点分析[J].大众标准化,2023(2):147-149.
- [4] 孔旺.水利水电工程围堰施工技术及要点研究[J].城市建筑与发展,2025,6(15).
- [5] 黄大舜.水利水电工程围堰施工技术要点分析[J].砖瓦世界,2023(21):200-202.
- [6] 何蛟.水利水电工程围堰施工技术要点分析[J].水利电力技术与应用,2023,5(5).
- [7] 何君.水利水电工程施工难点及施工技术要点分析[J].工程技术与质量管理,2025,1(12).