

水利水电工程施工导流及围堰技术探讨

江俊豪

(湖南城市学院土木工程学院, 湖南 益阳 413000)

摘 要 施工导流及围堰技术是保障水利水电工程建设顺利开展的关键技术。通过科学选择导流方式、规范围堰施工及强化全过程管理,可有效应对水利水电工程建设过程中的各类挑战。本文针对水利水电工程中的施工导流与围堰技术展开探究,解读其技术原理、应用核心及常见困扰,并结合实际工程案例,具体阐述不同技术在实际工程中的应用实例,总结技术实施的经验,以期为提高水利水电工程施工的安全及经济成效提供借鉴。

关键词 水利水电工程; 施工导流; 围堰技术; 工程案例

中图分类号: TV5

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.25.012

0 引言

水利水电工程的建设呈现出规模大、周期长、技术复杂等特点,施工阶段面临地域差异性、多学科协同、质量与安全风险挑战。施工导流与围堰技术是水利水电工程施工的关键部分,合理应用此项技术直接关系到工程施工的进度、质量及安全,全面深入研究施工导流及围堰技术,借助实际工程案例梳理经验,对提升水利水电工程施工水平具有重要的现实意义。

1 施工导流技术原理与分类

1.1 施工导流技术原理

水利水电工程施工导流技术通过拦截河道水流,结合修建临时或永久的导流泄水建筑物,引导河道水流向预定通道,为主体工程施工创造干地施工环境,其包含的基本流程有:剖析河道水文特性、敲定导流标准、规划导流建筑物、制订导流方案且组织落实。在实际应用施工导流技术过程中,必须综合考虑水流流量、水位改变、地形地质条件等因素,要让导流建筑物安全又有效地引导水流,减少或避免因环境因素对主体工程施工造成的影响^[1]。

1.2 施工导流技术分类

施工导流技术有多种不同形式,主要有分段围堰、全段围堰等技术形式。

1.2.1 分段围堰

分段围堰法导流,需把河床分割为若干段,按段依次开展施工,一般适用在河床较宽、流量大的河流,通过纵向或横向围堰分段施工。施工首先在河床的一侧建造围堰,形成基坑开展第一段的工程作业,水流通过未被围堰束窄的剩余河床或导流建筑物下泄,等第一段工程顺利完工,继而于已完工的工程基础搭建

另一段围堰,着手第二段工程的施工事宜。例如:三门峡水利枢纽位于黄河中游,河床宽阔且流量大,同时需兼顾通航需求。采用分段围堰法导流,将河床划分为三段(左岸、右岸及江心洲)分期施工,通过束窄河床和预留导流缺口实现水流控制,助力工程顺利有序实施。

1.2.2 全段围堰

采用全段围堰法导流,要在主体工程上下游一次性修建围堰,对整个河床进行截断,使水流经河床外的临时或永久泄水建筑物下泄的导流方式。此方法对河床狭窄、流量较小的河流可用,也能在可短暂断流的情形下采用,明渠、隧洞、涵管等皆可作为泄水建筑物^[2]。例如:西南山区某水电站,河道狭窄(宽 25~35 米)、流量小(5 年一遇洪峰 120 m³/s)的特点,采用全段围堰导流手段,在河流上下游搭建土石围堰,在岸边挖设明渠作为水流泄出的通道,施工中成功把水流导入明渠,实现了水库大坝干地施工的要求。

2 围堰技术原理与类型

2.1 围堰技术原理

在水利水电工程施工当中,围堰是为实现干地施工条件而搭建的临时挡水设施,其技术原理是在施工区域周边修筑围堰,形成封闭的作业空间,便于排水和土方开挖,为主体工程施工创造干燥的作业条件。围堰要具备充分的强度、稳定性及抗渗性能,以承受水压力、土压力连同施工期间的荷载,而且要方便进行施工与拆除。

2.2 围堰技术类型

围堰技术根据围堰材料的不同,可以分为土石围堰、混凝土围堰、钢板桩围堰等。

2.2.1 土石围堰

土石围堰是水利水电工程常用围堰类型之一,多由土料、石料、砂料等建筑材料构筑而成,其具备结构简易、施工便捷、成本低、适应性强等特点,适合于河床覆盖层深厚、流量较小的场景,土石围堰断面为梯形,由土料性质及水流条件确定边坡坡度,在开展该项施工期间,先着手清理河床基础,而后把土料、石料、砂料进行分层填筑,保证围堰的强度及稳定性达标^[3]。

2.2.2 混凝土围堰

混凝土围堰具备高强度、良好抗渗性以及出色耐久性等特点,宜应用于工期长、要求高的水利水电工程,岩基或非岩基上可修建混凝土围堰,结构形式诸如重力式、拱式等情况,凭借自身重力,重力式混凝土围堰可维持稳定,拱式混凝土围堰利用拱的效果把水压力递至两岸地基。例如:沙沱水电站纵向围堰采用常态混凝土结构,围堰于坚硬的岩基上进行修建,采用重力型的架构,高度已超百米,满足了施工阶段的挡水基本要求,待工程顺利建成之后,有部分围堰充当了永久建筑物的一部分,起到了显著功效^[4]。

2.2.3 钢板桩围堰

钢板桩围堰是借助钢板桩相互连接形成的挡水结构,呈现出强度大、挡水功能好、施工速度快等特点,适用于深水、高流速、软土地基等复杂地质条件。钢板桩围堰建造过程主要流程有:打设好钢板桩、安装妥当支撑结构、做好抽水清基工作。例如:新泾港桥项目里,考虑到施工区域水深偏大,所处地质为软土地基,采取了钢板桩围堰技术,通过应用拉森钢板桩并配置多层支撑,实现干地施工,提升了港口码头施工质量及进度。

3 施工导流及围堰技术应用要点

3.1 施工导流技术应用要点

一是导流标准的确定。导流标准是施工导流设计的关键参照,其与导流建筑物的规模以及工程投资直接相关。综合考量工程重要性、施工工期以及河道水文特性等要素后,方可确定导流标准。导流标准采用的规格越高,导流建筑物的规模越庞大,工程需要的投资也越高,但工程施工的安全状况也愈发良好。确定导流标准要做技术经济的对比分析,挑选合适的导流标准。例如:小浪底水利枢纽项目,借助对黄河水文数据的剖析以及技术经济层面的对比,制定合理的导流规范,保障工程施工维持在安全水平,又可避免不必要的投资浪费。

二是导流建筑物的设计。导流建筑物的设计要达到强度、稳定性以及抗渗性等要求,在设计流程推进期间,要按照导流标准以及河道水文特性,决定导流建筑物的样式、大小与架构,要考虑导流建筑物与主体工程的相互影响,保证导流建筑物在施工期间以及主体工程施工时实现安全运行,如导流隧洞设计阶段,要考量隧洞断面大小、坡度以及进出口布局等要素,确保隧洞泄流能力及水流条件达标^[5]。

三是导流方案的制定与实施。拟定导流方案需综合考虑工程施工进度、所采用的施工工艺和地形地质条件等因素,选择合适的导流模式及导流建筑物,在工程建设过程中,施工须严格按照导流方案进行,保障导流建筑物施工的质量与进度。应强化对导流建筑物的监测与维护工作,及时发现并处置安全隐患,保障导流建筑物的安全运行。例如:三门峡水利枢纽工程在制定导流方案时,充分考虑了工程的施工进度与河道水流的特征,选择了分段围堰法实施导流,规划了全面的施工方案,实施时严格依据既定计划施工,导流任务顺利地达成目标。

3.2 围堰技术应用要点

第一,围堰类型的选择。需结合工程地质、水流、施工工期、造价等多方面因素选择围堰类型,不同种类围堰的特点及适用条件各不相同,故在选择围堰类型的时候,需要开展技术经济的比对,选出最合适的围堰类型,如工程所在深水、软土地基这样的条件下,钢板桩围堰是比较合适的技术类型;若处于石料丰富的地区,土石围堰则在经济实用方面更胜一筹。

第二,围堰的布置与结构设计。布置围堰时,要综合考量施工场地规划、主体工程施工需求以及水流状况等要素,要让围堰切实有效地发挥挡水功能,为主体工程施工创造干地条件。围堰结构设计应符合强度、稳定性及抗渗性等要求,而且要利于施工及拆除,在设计实施的阶段中,需根据围堰的类别及地质情形,判定围堰的断面呈现形式、边坡倾斜角度、基础处理方法等。在土石围堰基础处理工作中,需将河床表面的杂物及软土层清理掉,以保证围堰的稳固性;混凝土围堰的基础处理,需结合岩基情况实施相应处理^[6]。

第三,围堰的施工与拆除。施工质量的好坏对围堰的安全运行具有重要影响,因此,在开展施工时应按照设计要求及施工规范严格施工,保证围堰强度及稳定性达标,应加大对施工过程质量的管控力度,及时发现且处理施工难题。围堰拆除需结合工程要求和实际情况对围堰进行拆除,选取合适的拆除样式和拆

除时间点,保障拆除作业既安全又环保。例如:陈村水库项目在围堰拆除阶段,选用了爆破拆除的方法,提前制定出详细的爆破方案及安全防护办法,在拆除环节严格依照方案执行,保障了拆除作业安全且顺畅开展,同时降低了对周边环境的影响。

4 工程案例分

4.1 三峡水利枢纽工程施工导流及围堰技术应用

作为大型水利水电工程,三峡水利枢纽工程举世瞩目,处在长江上游,从重庆市到湖北省宜昌市的长江干流位置,工程拥有防洪、发电、航运等一系列功能,其施工呈现巨大规模,技术所涉难度极高。

三峡工程借助分段围堰法实施导流,施工分成三个阶段实施:一期工程于长江南岸搭建起土石围堰,建成基坑以推进导流明渠和混凝土纵向围堰施工,水流依托原河床向下游泄流。二期工程于长江北岸建设土石围堰及混凝土纵向围堰,建成基坑开展大坝主体工程的施工,水流沿导流明渠向下游泄流。三期工程在导流明渠处搭建起土石围堰,建成基坑进行大坝末尾一段的施工,水流通过大坝泄洪坝段向下游泄流。在开展导流工作的时段,以合理设计导流建筑物与制定科学的导流安排,成功招架住了长江的巨大洪水流量,稳固了工程施工的安全状况与进展节奏。

三峡工程施工期间,采用了多种式样的围堰。一期工程的土石围堰,高度有 50 多米,采用风化砂实施填筑,借助分层压实,围堰的强度和稳定性得以稳固。二期混凝土纵向围堰为三峡工程的关键组成部分,不只是起到导流的功用,工程建成后依旧作为永久建筑物的组成部分,全长 753 米,最大高度超百米(堰顶高程 140 米),采用通仓碾压混凝土技术,浇筑时内部埋设冷却水管控制温升,保证了围堰的质量及耐久性。三期工程土石围堰施工操作阶段,面临由高水位、大流量带来的挑战,通过对围堰结构及施工工艺优化,采用双戗堤立堵截流技术和数码雷管控制爆破技术,成功实现了围堰修建与拆除工作。

4.2 小浪底水利枢纽工程施工导流及围堰技术应用

位于黄河中游的小浪底水利枢纽工程,在河南省洛阳市以北约 40 公里处,为黄河流域的综合型水利工程,具有防洪、防凌、缓解泥沙淤积、供水、发电等作用,工程所处地区的地质条件错综复杂,黄河水流所含泥沙量颇高,施工难度不容小觑。

该工程在建设采用全段围堰法导流,在黄河上下游设置土石围堰,阻断河床水流的流动,水流借助

搭建的泄洪排沙洞、发电洞等永久泄水建筑向下泄流,在实施导流的时段中,充分考虑了黄河水含沙量高的特质,开展了针对泄水建筑物抗冲刷性能的特殊设计,实现了导流建筑物的安全有效运行,通过合理安排施工进度,在有限时间内完成了导流建筑物施工及主体工程建设。

小浪底水利枢纽工程的围堰多采用土石围堰构造,因黄河河床地质条件呈现复杂性,对围堰基础处理而言难度较大,在施工实施过程中,对围堰基础展开了全面的地质勘察与处理,采取了抛石挤淤、灌浆加固等手段,保证了围堰的稳定性。考虑到黄河水流的特殊性质,特别设计了围堰的边坡坡度以及抗渗性能,采用以复合土工膜为主的防渗材料,提升了围堰抗渗透能力。在围堰开展拆除工作阶段,运用了机械拆除与爆破拆除相融合的方法,保障了拆除作业的安全性和环保性。

5 结束语

施工导流及围堰技术是水利水电工程实现干地施工的关键手段,其应用对工程建设质量、进度与安全有着直接影响。施工导流应结合河道水文、地形地质及工期等方面要素,选择合适的导流方式及导流建筑物,制定科学合理的导流标准,保障过流顺畅性与结构安全性。结合工程地质和水流条件运用围堰技术,切实强化施工质量把控,保障结构的强度、稳定性与抗渗能力。实际工程开展时应结合技术特性灵活应用,重视技术监测管理工作,及时总结经验,采用先进技术,进而提升施工技术应用及管理效能。

参考文献:

- [1] 肖敏,范丽丽.水利水电施工中施工导流和围堰技术的应用研究[J].水上安全,2024(22):157-159.
- [2] 孟羽昊,刘斌.水利工程施工中导流施工的影响因素和关键技术[J].数字农业与智能农机,2024(08):61-63.
- [3] 沈永泰.奉化江堤防整治工程中水闸施工导流及围堰方案分析[J].云南水力发电,2024,40(S1):32-35.
- [4] 王靓.河道堤防加固工程中钢围堰导流管施工技术研究[J].珠江水运,2024(04):123-125.
- [5] 严瑞.探讨施工导流和围堰技术在水利水电施工中的运用[J].科技资讯,2023,21(22):145-148.
- [6] 黄玉婷.水利工程施工中导流施工技术的应用[J].水上安全,2023(13):28-30.