

刍议水利工程施工中导流施工技术的应用

文 / 牟荣春 山东达康工程项目管理有限公司

摘要: 随着水利工程建设的持续蓬勃发展,导流施工技术在水利工程施工中的应用愈发凸显其重要性。本文深入探讨了水利工程施工中导流施工技术的应用,细致分析了常见的施工技术方法及应用要点,并结合具体实例,详细阐述了导流施工技术的实际应用情况,旨在为提升水利工程施工质量和效率提供有益的参考。

关键词: 水利工程; 导流施工技术; 应用

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.10.068

引言

在当今社会,水利工程的重要性愈发显著,它不仅关乎农业灌溉、水资源调配,还在防洪减灾、电力生产等方面发挥着至关重要的作用。然而,水利工程施工环境错综复杂,面临诸多挑战。其中,导流施工技术的应用对工程进度、质量和安全具有直接影响。随着水利工程规模的不断扩大和施工条件的日益多样化,对导流施工技术的要求也随之提升。传统导流方法在某些情境下已难以满足实际需求,新技术与新方法不断涌现。因此,深入探究导流施工技术在水利工程施工中的应用,具有重要的现实意义与紧迫性。

一、导流施工技术概述

(一) 导流施工技术的定义

导流施工技术是水利工程建设中的核心环节之一,它指的是在水利工程施工期间,通过修建临时性的挡水和泄水建筑物,将河道中的水流引导至预定通道,从而创造出干地施工条件^[1]。这一技术的有效运用,对于确保水利工程的顺利推进、保障工程质量及缩短工期具有至关重要的意义。

(二) 导流施工技术的分类

1. 全段围堰法导流

全段围堰法导流是在河床主体工程的上下游分别构建拦河围堰,使河水经由河床以外的临时或永久泄水建筑物下泄。该方法施工场面集中,便于资源管理和调度,能有效缩短工期。临时泄水道常见形式包括导流隧洞和导流明渠。导流隧洞适用于河谷狭窄、两岸地形陡峭、山岩坚实的地区,具有泄流能力强、不受季节影响等优势,但施工难度较大,成本较高^[2]。导流明渠则适用于岸坡平缓或拥有宽阔滩地的平原河道,其施工相对简便,成本较低,但泄流能力相对较小,可能受季节和洪水影响。

2. 分段围堰法导流

分段围堰法导流是通过围堰将水工建筑物分段分期围护进行施工。该方法通常先在河床一侧或两侧修建围堰,将部分河床围护起来,使河水从另一侧通过。在被围护区域内进行施工,完成后拆除围堰,再对另一侧进行施工。该方法适用于河床较宽、流量较大、工期较长的水利工程。分段围堰法导流可根据工程具体情况和施

工进度灵活调整,减少一次性投入,但施工组织较为复杂,需精心规划和协调。

二、水利工程施工中导流施工技术方法

(一) 明渠导流

明渠导流是在河岸或河滩上开挖渠道,为水流提供新通道,同时在基坑上下游修建围堰,确保施工区域干燥安全。该方法适用于岸坡平缓、拥有宽阔滩地的平原河道。其优势在于施工简便,成本较低,且能满足较大流量要求。在明渠导流设计时,需充分考虑渠道线路选择、断面尺寸和纵坡等因素。渠道线路应选择地形平坦、地质条件良好的地段,以减少开挖工程量和施工难度,同时避开滑坡、崩塌等不良地质区域。断面尺寸需根据设计流量、流速等参数进行计算确定,以确保水流顺畅通过,避免淤积和冲刷现象。纵坡设计需合理,既要保证水流流速,又要防止渠道底部冲刷。

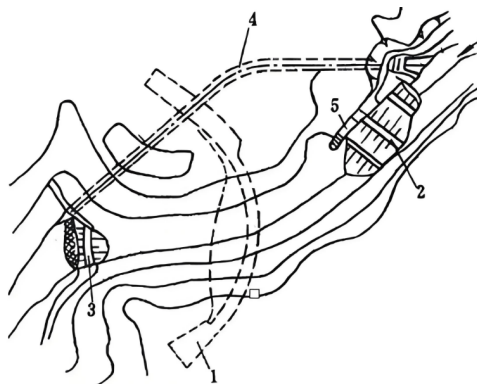
施工过程中,需严格按照设计要求进行开挖和衬砌。开挖应采用合适的施工方法和设备,确保渠道形状和尺寸符合设计要求。衬砌可采用混凝土、砖石等材料,以提高渠道稳定性和耐久性^[3]。明渠导流在水利工程中应用广泛,如大型水库建设、河道整治工程等。通过合理设计和施工,能有效保障工程顺利进行,减少对周边环境和生态的影响。

(二) 隧洞导流

隧洞导流是在河岸山体中开挖隧洞,引导河水通过隧洞下泄。该方法适用于河谷狭窄、两岸地形陡峭、山岩坚实的山区河流。由于山区地形复杂,地质条件多变,隧洞导流施工难度较大。在设计阶段,需详细勘察地质情况,确定隧洞位置、长度、断面尺寸和衬砌形式等。隧洞位置应选择在地质条件良好、山体稳定的地段,以减少施工风险(如图1所示)。长度和断面尺寸需根据设计流量和水头损失等因素进行计算,确保隧洞满足导流要求。

施工过程中,隧洞开挖是关键环节。通常采用钻爆法进行开挖,需根据地质条件选择合适的爆破参数和支护方式。在开挖过程中,要加强地质监测,及时处理不良地质情况。隧洞衬砌需根据围岩稳定性和水头压力等因素确定,一般采用混凝土或钢筋混凝土衬砌,以确保隧洞结构安全和防渗性能。隧洞导流优点在于不影响河道通航和泄洪,对周边环境影响较小。但缺点是施工成本高、工期长、技术要求高。因此,在选择隧洞导流方

案时,需综合考虑工程规模、地质条件、施工条件等因素,确保方案可行性和经济性。



1-混凝土坝; 2-上游围堰; 3-下游围堰; 4-导流隧洞;
5-临时溢洪道

图1 隧洞导流法

(三) 涵管导流

涵管导流作为一种高效的导流策略,特别适用于流量相对较小的河流或在枯水期间的导流需求。此类导流系统通常采用预制钢筋混凝土管或坚固的钢管构建,其直径与长度的选定依据设计流量、水头损失及其他关键因素综合考量(如图2所示)。在布局规划时,需细致考虑河流的水位波动、地形地貌以及施工便捷性等多方面因素。为确保水流对涵管的冲击减至最低,进口与出口处应巧妙设置消能装置^[4]。

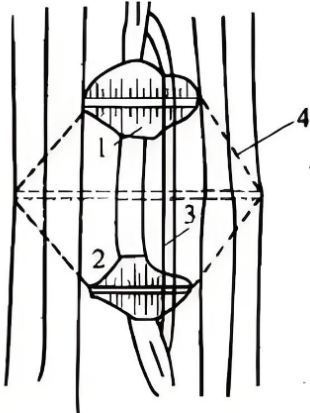


图2 涵管导流法

1-上游围堰; 2-下游围堰; 3-涵管; 4-坝体

施工流程方面,首先在河道内构建围堰,随后将涵管精确安置于预设位置,并进行细致的回填与固定作业。涵管的安装需确保其轴线笔直无偏,连接部位紧密无漏。回填材料应分层夯实,以稳固涵管周遭土体。涵管导流的显著优势在于施工简便、成本效益显著及工期较短。然而,鉴于其过流能力相对有限,该技术更适宜应用于小型水利工程或作为临时性导流手段。

三、水利工程施工中导流施工技术的应用要点

(一) 合理规划导流方案

在水利工程的复杂施工中,规划一个科学合理的导流方案,需深入考量自然与人为因素的交织影响。在峡

谷地带,河道狭窄且水流湍急,隧洞导流往往成为首选;相反,在平原地区,河道宽广且水流平缓,明渠导流则更为适宜。地质条件同样至关重要,若工程地点地质状况不佳,存在软弱地基或断层等不利因素,规划时则需纳入相应的加固措施,以确保导流结构的稳固性。

水文条件是制定导流方案的核心考量。需详尽掌握河流的流量变化、水位波动及洪水频率等关键信息。对于流量大且洪水频发的河流,分期导流策略或可降低工程规模与风险。同时,工程的规模与工期亦对导流方案产生深远影响。大型水利工程往往需要大规模的导流设施支撑,而工期紧迫的工程则可能倾向于选择施工速度更快的导流方式。此外,施工特性亦不容忽视。若工程需在无水条件下进行,则需选择能够完全截断河流的导流方式;若施工过程中允许一定水流通过,部分导流则更为合适。综上所述,规划导流方案时,应进行全面深入的剖析与研究,综合考量各类因素,以制定出既科学合理又经济可行的导流方案,为水利工程的顺利推进奠定坚实基础。

(二) 确保围堰的稳定性

围堰是导流工程的核心部分,设计阶段需精确计算并分析其承受的静水、动水、土及风浪压力等荷载,依据不同荷载组合,合理确定结构形态与尺寸。深水急流环境适宜采用混凝土或钢板桩围堰,浅水且地质良好区域则土石围堰更佳。地质条件对围堰稳定性至关重要,设计前需全面勘探基础地质,明确土层分布、性质及承载力^[5]。存在软弱土层或不均匀沉降时,应采取换填、加固等措施。施工过程中,基础处理需严格遵循设计要求。

施工质量亦是影响围堰稳定性的关键因素。土石围堰施工中,需确保土石料的质量与填筑工艺符合设计要求。土石料的级配、含水量等均需严格控制,填筑过程需分层压实,以确保压实度达标。混凝土围堰施工中,则需确保混凝土的配合比、浇筑质量及养护工作符合规范。钢筋的布置、模板的安装等均需严格遵循规范要求,以确保混凝土的强度与整体性。此外,还需充分考虑外部因素对围堰稳定性的影响,如洪水、冰凌、地震等自然灾害。设计时,需预留足够的安全裕度,并制定相应的应急预案。施工期间,则需加强对围堰的监测与维护,及时发现并妥善处理潜在问题。

(三) 加强水流控制

在水利工程的导流环节中,对水流实施精密监测与调控占据着举足轻重的地位,其直接关系到导流成效以及工程的整体安全与稳固性。为了达成高效的水流调控目标,首要任务是构建一个健全的水流监测系统。这涵盖了在导流建筑物的上下游区域科学部署多个监测站点,用以实时追踪水位、流量及流速等一系列关键指标。这些监测数据如同导流过程的“晴雨表”,能够迅速反映水流动态,为后续调整泄水建筑物的运作参数提供坚实的数据支撑。

在严密监测的基础上, 还需依据实际情况灵活调整泄水建筑物的运行参数。譬如, 面对上游来水量的激增, 适时增大泄水建筑物的开口度显得尤为重要, 以确保水流得以平稳宣泄, 有效规避水位超限可能引发的围堰漫顶等潜在风险。相反, 当来水量呈现缩减趋势时, 适度减小开口度则成为节约水资源并减轻下游河道冲刷影响的明智之举。此外, 下游河道的承载能力亦不容忽视。在导流作业中, 大量水流集中排放可能对下游河道及其构筑物构成威胁, 诸如河岸侵蚀、桥梁受损等。因此, 在规划导流方案之初, 便需全面评估下游河道的行洪潜能与抗冲刷强度, 并据此采取必要的防护措施, 诸如在下游河道设置护岸结构、消能装置等, 以缓解水流对河道的冲击力度。

强化水流调控还需依托科学的调度管理体系。施工单位需精心编制水流调控方案及应急预案, 清晰界定各部门与人员的职责范畴, 确保在突发事件发生时能够迅速且有效地做出响应。同时, 加强与气象、水文等部门的协同合作, 确保能够实时获取精准的气象与水文资讯, 为水流调控决策提供有力的信息支撑^[6]。

四、水利工程施工中导流施工技术的实际应用案例分析

(一) 工程概况

某水利枢纽工程巍然屹立于一条流量充沛的河流之上, 其所处的河谷地带狭窄, 两岸地势陡峭, 为工程增添了几分复杂性。该工程集防洪、发电、灌溉等多重功能于一体, 是一项综合性极强的水利工程。鉴于其独特的地理位置与河流条件, 导流施工的难度与复杂性显著提升, 成为制约整个工程进度与质量的关键因素。

(二) 导流方案的选择

在全面考量工程所在地的地形地貌、地质结构、水文特征等多重因素的基础上, 经过详尽的分析与论证, 最终择定了隧洞导流作为实施方案。①该方案旨在最大限度地降低对河道的占用, 保护河流生态系统的完整性。河流作为生态系统的重要一环, 过度占用将严重破坏水生生物的栖息环境, 影响河流的生态平衡。隧洞导流通过将水流引导至地下隧洞, 有效减轻了对河道的直接占用, 从而降低了对河流生态环境的不利影响。②该方案能够更好地适应狭窄河谷的地形特点。鉴于工程所在的河谷地带狭窄, 若采用明渠导流等其他方式, 势必涉及大规模的开挖与填筑作业, 不仅增加了施工难度, 还将导致工程量的大幅攀升。而隧洞导流方案则充分利用了地下空间资源, 更好地适应了狭窄河谷的地形条件, 有效减少了对地表的干扰。

(三) 隧洞开挖与支护

隧洞掘进采用了先进的钻爆技术, 通过严格控制钻孔的深度、角度以及装药量, 确保了隧洞掘进轮廓的精准度与设计要求的高度吻合。在掘进过程中, 定期实施地质超前预报, 根据预报结果及时调整施工方案, 有效规避了地质灾害的发生。隧洞支护则采用了锚杆、喷射

混凝土、钢拱架等联合支护方式, 确保了隧洞围岩的稳定性。支护参数依据围岩类别与地质条件的差异进行动态调整, 显著提升了支护效果。

(四) 围堰施工

上下游围堰均选用了土石围堰结构, 充分利用了当地丰富的土石料资源, 有效降低了工程成本。围堰施工进度安排合理, 选择在枯水期进行围堰填筑作业, 最大限度地减少了水流对施工活动的干扰。

(五) 水流监测与控制

为了实时掌握水流动态变化, 导流工程沿线精心布置了多个水位与流量监测站点。这些监测站点配备了先进的自动化监测设备, 能够实时将监测数据传送至指挥中心, 为工程决策提供及时且精准的数据支撑。依据监测数据, 适时调整隧洞与围堰的运行状态显得尤为重要。当水位上升时, 适时增大隧洞的泄流量, 确保水流顺畅通过; 当水位下降时, 合理控制泄流量, 避免对下游河道造成过度冲刷。特别是在洪水期间, 加强对围堰的巡查与维护力度, 及时发现并妥善处理潜在的安全隐患, 确保了围堰的安全稳固。

(六) 工程效果

通过采用隧洞导流施工技术, 并严格按照设计要求进行施工与管理, 该水利枢纽工程顺利完成了导流任务, 为主体工程的施工奠定了坚实基础。在导流施工过程中, 未发生重大安全事故与质量隐患, 工程进度得到了有效保障, 同时对周边环境的影响也控制在合理范围之内。

结语

导流施工技术在水利工程施工中扮演着至关重要的角色。通过科学选择导流施工技术方法、制定合理的导流方案、加强施工过程中的管理与控制, 能够有效确保水利工程施工的顺利进行, 提升工程的质量与效益。展望未来, 水利工程建设领域应不断创新与完善导流施工技术, 以适应日益复杂的工程建设需求。

参考文献

- [1] 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.
 - [2] 李云刚. 关于水利工程施工中导流施工技术的应用 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024, (19): 201-203.
 - [3] 张桂林. 水利工程施工中导流施工技术的应用分析 [J]. 农业灾害研究, 2024, 14 (05): 254-256.
 - [4] 王文喜. 导流施工技术在水利工程施工中的运用要点探研 [J]. 水上安全, 2024, (08): 179-181.
 - [5] 李俊, 孔敏, 蒋建亚, 等. 水利工程施工中导流施工技术分析 [J]. 水上安全, 2024, (05): 172-174.
 - [6] 王佳. 导流施工技术在水利工程施工中的运用要点分析 [J]. 数字农业与智能农机, 2023, (05): 55-57.
- 作者简介: 牟荣春 (1995-01-), 女, 汉族, 山东省德州市武城县人, 本科, 毕业于山东农业大学, 助理工程师, 研究方向: 水利工程。