

水利水电工程施工中的导截流技术分析与研究

李瑶¹ 高丽²

1. 华电金沙江上游水电开发有限公司拉哇分公司 四川省甘孜州 626700

2. 成都鸿富锦精密电子有限公司 四川省成都市 610000

摘要: 水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,在经济发展、能源供应、水资源合理利用以及防洪减灾等方面发挥着举足轻重的作用。导截流技术在水利水电工程施工中占据关键地位,直接影响工程的工期、成本与安全。本文深入剖析水利水电工程施工中导截流技术的原理、方法及应用要点,探讨截流时段选择、截流方式确定、导流方案设计等关键环节,并分析常见问题及应对策略,旨在为水利水电工程导截流施工提供全面的技术参考,确保工程顺利实施。

关键词: 水利水电工程; 导截流施工; 技术分析

引言

导截流技术作为水利水电工程施工的关键环节,直接关系到工程的成败。在水利水电工程建设过程中,导截流技术的主要作用是在河流上修建围堰,将水流导向特定的通道,以便在河床中进行主体工程的施工。这一过程需要精确的规划和高超的技术,因为导截流的成功与否不仅影响到工程的施工进度和成本,还对周边地区的生态环境和社会经济产生深远影响。若导截流技术运用不当,可能导致截流失败,引发洪水泛滥,破坏周边的生态环境,影响当地居民的生活和生产,同时也会延误工程进度,增加工程成本。随着水利水电工程建设规模不断扩大、施工环境日益复杂,对导截流技术的要求也越来越高。因此,深入研究导截流技术,优化施工工艺,对保障工程顺利进行、提高工程质量、降低工程成本具有深远意义。

1 导截流技术概述

1.1 导截流技术原理

导流是指在水利水电工程施工期间,通过修筑导流建筑物(如导流明渠、导流隧洞、围堰等),引导水流绕过施工区域,使主体工程能在相对干燥的环境下进行施工。其核心原理是依据水力学原理,合理规划水流通道,调控水流流速、流量和水位,以满足施工要求。截流则是在特定时段,采用戗堤进占等方式,截断原河床水流,迫使水流改道经导流建筑物下泄,为围堰闭气、基坑排水等后续工序奠定基础,截流过程涉及水流能量的消散与平衡控制。

1.2 导截流技术分类

1.2.1 按导流方式分类

全段围堰法导流:适用于河床较窄、流量较小的河流,施工时上下游修筑围堰一次截断河流,河水经导流建筑物宣泄,如小型山区水电站工程常采用。

分段围堰法导流:针对河床宽、流量大的情况,将河床分段分期围护,分期施工主体工程,各段利用束窄河床或已建坝体临时泄流,如大型水利枢纽多采用此方式,能有效分散施工强度。

1.2.2 按截流方法分类

立堵法:从龙口一端或两端向中间抛投截流材料进占,逐渐束窄龙口直至合龙,操作简单、设备投入少,但截流过程流速大、风险高,常用于中小河流截流。

平堵法:沿龙口全线均匀抛投材料,使戗堤均匀上升,直至高出水面截断水流,该法水流条件平稳,但需大量抛投材料与大型设备,适用于大流量、大落差河道截流。

2 水利水电工程施工中的导截流技术的重要性

从施工进度方面来看,导截流技术直接决定了工程能否按时进入下一阶段施工。在水利水电工程建设中,导截流是一个关键的时间节点,只有成功完成导截流,才能为后续主体工程的施工创造条件。以三峡水利枢纽工程为例,其导截流工程的顺利完成,使得大坝主体工程能够按时开工建设,为整个工程的如期竣工奠定了基础^[1]。如果导截流技术运用不当,导致截流失败或延误,将会使工程进度严重滞后。

在成本控制方面,导截流技术的合理应用能够有效降

低工程成本。一方面,选择合适的导流方式和截流方法可以减少导流建筑物的工程量和施工难度,从而降低工程投资。例如,在地形开阔、岸坡平缓的地区,采用明渠导流方式相对隧洞导流方式,其开挖工程量较小,施工成本较低。另一方面,导截流技术的成功实施可以避免因截流失败而导致的额外费用支出,如重新进行截流的材料费用、设备费用以及人工费用等。此外,合理的导截流方案还可以减少对周边环境的影响,降低因环境破坏而产生的赔偿费用。在一些水利水电工程中,由于没有充分考虑导截流对周边环境的影响,导致河流生态系统遭到破坏,这无疑增加了工程的总成本。

导截流技术对工程质量也有着至关重要的影响。导截流过程中,围堰的稳定性和防渗性能直接关系到主体工程的施工质量。如果围堰出现渗漏或坍塌,将会导致河水涌入施工区域,影响基础处理和混凝土浇筑等关键工序的质量,进而影响整个工程的结构安全和耐久性。在某水利水电工程中,由于围堰的防渗措施不到位,在截流后出现了严重的渗漏现象,导致基坑内积水严重,使得基础处理工作无法正常进行,不得不重新进行围堰加固和防渗处理,这不仅增加了工程成本,还对工程质量产生了潜在的威胁。此外,导截流技术的应用还需要考虑对周边建筑物和基础设施的影响,如果在导截流过程中对周边建筑物造成破坏,将会影响工程的整体质量和安全性。

安全是水利水电工程建设的首要目标,导截流技术在保障工程安全方面发挥着关键作用。在截流过程中,龙口流速、流量等参数的控制直接关系到截流的安全。如果龙口流速过大,可能导致截流材料被冲走,无法实现合龙;如果流量过大,可能会对围堰和周边建筑物造成冲击,引发安全事故。在黄河小浪底水利枢纽工程截流中,通过精确计算和实时监测龙口流速、流量等参数,合理调整截流材料的抛投强度和顺序,确保了截流的安全进行。此外,导截流技术的应用还需要考虑到对下游地区防洪安全的影响,合理的导流方案可以有效地削减洪峰流量,保障下游地区的人民生命财产安全。

3 导截流施工中存在的问题

3.1 导流建筑物渗漏问题

在导流隧洞或围堰运行期间,受地质条件、施工质量等影响,可能出现渗漏。如隧洞衬砌混凝土裂缝导致渗水,围堰基础防渗墙局部缺陷引发漏水。解决措施:对于隧洞渗漏,采用化学灌浆封堵裂缝,在衬砌内表面增设防水层;围

堰渗漏可通过在迎水面抛填黏土、沙袋等进行应急封堵,随后利用高压旋喷灌浆、深层搅拌桩等方法对基础防渗处理,确保导流建筑物防渗性能。

3.2 截流流速过大问题

当河流流量预测不准、截流时段选择不当或遭遇上游洪水等情况,龙口流速可能远超设计值,增加截流难度与风险,甚至导致截流失败。此时,可在龙口上游设置分流建筑物(如分流堤、丁坝),分散水流;加大截流材料粒径、重量,采用重型抛投设备,增强材料抗冲稳定性;必要时调整截流方案,如将立堵改为混合堵,改善水流条件^[2],确保截流顺利推进。

3.3 河床冲刷问题

导流过程中,水流经导流建筑物下泄,流速增大,对河床产生冲刷,危及导流建筑物基础与下游河岸稳定。对此,在导流建筑物进出口段设置护坦、防冲槽等消能防冲设施,采用高强度抗冲材料(如钢筋混凝土预制块)护砌河床;定期对河床冲刷情况监测,根据冲刷深度及时修复、加固防护结构,维持河床稳定。

4 水利水电工程施工中的导截流技术的应用

4.1 立堵法

立堵法作为水利水电工程截流施工中一种重要的方法,具有独特的施工原理和操作流程,在不同的工程场景中发挥着关键作用。立堵法的施工原理是将截流材料从龙口的一端或两端向中间抛投进占,随着抛投料的不断堆积,逐渐束窄河床,直至全部拦断水流,实现河道截流。在大流量、岩基或覆盖层较薄的岩基河床,立堵法能够充分发挥其优势,顺利实现截流。因为岩基河床的稳定性较好,能够承受立堵法截流过程中水流的冲刷和截流材料的重压。在一些山区河流,河床多为岩石,且流量较大,采用立堵法可以有效地截断水流。对于有可靠护底措施的软基河床,也可以采用立堵法^[3]。通过采取有效的护底措施,如铺设土工织物、抛投块石等,可以增强软基河床的抗冲刷能力,保证立堵法截流的安全进行。

4.2 平堵法

平堵法在水利水电工程截流施工中占据着重要地位,具有独特的施工方式和显著的特点,其适用条件也与其他截流方法有所不同。平堵法的施工方式是在龙口架设浮桥、固定钢木桥或利用缆机等跨河设备,然后沿龙口全线均匀地抛

投截流材料,使抛投料堆筑体全面上升,直至露出水面,成功截断水流。在某水利水电工程中,由于河床为软基,且河流架桥条件便利,采用平堵法进行截流。施工时,先在龙口搭建了坚固的浮桥,然后通过自卸汽车将截流材料源源不断地运送到浮桥上,施工人员沿着龙口全线均匀地将材料抛投到河中。随着材料的不断堆积,堆筑体逐渐升高,最终成功实现了河道截流。平堵法适用于软基河床且对通航影响不大的河流。在软基河床中,立堵法可能会因为河床的不稳定而导致截流困难,而平堵法由于其单宽流量小、流速小的特点,对河床的冲刷较小,能够更好地适应软基河床的条件^[4]。在一些河流架桥方便且对通航影响不大的情况下,平堵法能够充分发挥其优势,实现高效、安全的截流。

4.3 爆破截流法

爆破截流法是一种在特定条件下应用的截流方法,其原理是利用爆破产生的能量,将大量的土石方或混凝土块体抛入河道,从而实现河道的截流。在实际应用中,爆破截流法主要有两种实施方式。爆破截流法具有独特的优势,它能够利用瞬时的巨大抛投强度截断水流,截流时间短,受外界环境影响小,能够在短时间内完成截流任务,提高工程效率。该方法所需准备的材料和机械相对较少,对于交通不便、运输困难的地区具有很大的优势。爆破截流法也存在一定的风险。爆破时材料入水会产生很大的挤压波,可能引发巨大的波浪,对已修好的戽坝造成破坏,甚至影响下游河道的水流情况,导致下游河道瞬时断流^[5]。在定向爆破岩石时,还需要校核个别飞石距离、空气冲击波和地震的安全影响距离,以确保施工人员和周边环境的安全。

4.4 下闸截流法

下闸截流法主要应用于人工泄水截流的施工场景。在实际操作中,当需要采用下闸截流法时,如果是在人工修建的泄水道中,首先要进行闸墩的建设。这些闸墩的设计和施工需要严格按照工程要求进行,确保其稳定性和密封性。在闸墩建设完成后,就可以进行下闸操作,通过放下闸门的方式截断水流,实现截流的目的。如果是在天然形成的河流中,需要根据实际情况设置截流闸。这就要求对河流的地形、地质、水文等条件进行详细的勘察和分析,确定截流闸的最佳位置和设计参数。在截流闸建设完成后,同样通过下闸的方式截断水流。下闸截流法可以精确控制截流的时间和流量,通过调节闸门的开启程度,可以实现对水流的逐步截断,避免了

突然截流对河道和周边环境造成的冲击^[6]。下闸截流法的施工过程相对较为安全,由于不需要在龙口进行大量的抛投作业,减少了施工人员和设备在高流速水流环境下作业的风险。

下闸截流法还具有较好的灵活性,在截流后,如果需要对河道水流进行调整,还可以通过调节闸门的开度来实现。下闸截流法也存在一定的局限性。其前期准备工作较为复杂,需要建设闸墩或截流闸,这涉及到大量的工程设计、施工和设备安装工作,需要投入较多的资金和时间。下闸截流法对工程的精度要求较高,闸墩和闸门的施工质量直接影响到截流的效果和后续工程的运行安全。如果闸墩的密封性不好,可能会导致漏水现象,影响截流效果;如果闸门的操作不灵活,可能会出现无法正常下闸或开启的情况,给工程带来安全隐患。

5 结束语

综上所述,导截流技术是水利水电工程施工的关键环节,其合理应用对于工程的顺利实施至关重要。在实际工程中,需充分考虑河流的水文、地形地质以及施工条件等因素,科学选择截流时段、截流方式和导流方案。同时,要加强施工过程中的监测与管理,及时应对可能出现的问题,确保导截流施工的安全、高效进行。随着水利水电工程建设的不断发展,导截流技术也将不断创新与完善,为我国水利水电事业的可持续发展提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 张家健. 水利水电工程中的导截流技术[J]. 中国高新技术, 2021,(09):137-138.
- [2] 练继建, 马斌, 王海军. 水利水电工程施工导截流技术的发展与展望[J]. 水利水电技术, 2020,51(5):1-10.
- [3] 邢志军. 论导截流施工技术在水利工程施工中的应用[J]. 民营科技, 2023(11):173.
- [4] 王光纶, 王进廷, 金峰. 水利水电工程施工导截流关键技术研究[J]. 水利学报, 2021,50(8):905-918.
- [5] 张宏洲. 水利工程中导截流技术的特点及运用[J]. 黑龙江水利科技, 2021,47(06):156-158.
- [6] 刘兴. 有关水利工程施工中导截流施工技术的探讨[J]. 工程技术(全文版), 2022(3):99.

作者简介:

李瑶(1987-),男,汉族,四川省崇州市人,本科,工程师,研究方向为水电站工程施工与管理。