

复杂地质条件下水利导流围堰施工技术难点与突破

董润润

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

摘要: 本文围绕复杂地质条件下水利导流围堰施工技术展开研究。深入分析复杂地质对施工在基础稳定性、渗漏及施工难度等方面的影响,指出基础处理、结构设计和防渗等施工技术难点。提出采用超深搅拌桩等新技术处理基础、优化结构设计、改进防渗技术等突破方法,并结合引水工程案例验证。为复杂地质条件下水利导流围堰施工提供技术参考与实践经验。

关键词: 复杂地质条件;水利导流围堰;施工技术难点;突破

1 复杂地质条件下水利导流围堰施工技术基础理论

1.1 施工导流的概念

施工导流是水利工程建设过程中一项至关重要的环节,其核心在于通过一系列科学合理的措施,在水利工程施工期间,将河道中的水流进行妥善引导和控制,从而为水利工程主体建筑物的施工创造干地施工条件。具体而言,施工导流需要依据工程所在区域的水文、地形、地质等条件,结合工程的建设目标和施工进度要求,规划设计出一套完整的导流系统。该系统通常包括导流泄水建筑物(如导流隧洞、导流明渠、导流底孔等)和挡水建筑物(如围堰)。导流泄水建筑物负责将施工期间河道中的水流安全地导向下游,而围堰则作为临时性挡水建筑物,围绕在水利工程主体建筑物施工区域的周边,拦截水流,形成相对干燥的施工空间。施工导流的成功实施,不仅能够确保水利工程主体建筑物在安全、稳定的环境下进行施工,还能有效降低施工风险,保障工程质量和施工进度,对于整个水利工程的顺利建设和投入使用具有不可替代的作用。

1.2 导流方式的分类与选择

导流方式主要有分段围堰法导流和全段围堰法导流。分段围堰法导流,也叫分期围堰法导流,是纵向分期分段围护河床施工。先围河床部分形成束窄河床导流,之后再围另一部分,通过已建建筑或预留通道泄水。它适用于河床宽、流量大、工期长,且通航和冰凌严重的河道,能减少导流建筑工程量,但施工组织复杂,需合理安排施工顺序与进度^[1]。全段围堰法导流是在河床主体工程上下游建围堰,一次性截断河道,让河水经已建好的导流泄水建筑物下泄。该方式适用于河床窄、流量小、工期短的工程,施工干扰小、便于组织,但导流建筑物工程量大。实际工程中,需综合考量工程规模、地形地质、水文气象、施工技术、工期要求及周

边环境影响等因素,经技术经济比较,选出最适宜的导流方式,以实现经济效益和社会效益最大化。

1.3 导流围堰技术在水利工程中的应用与重要性

在水利工程施工过程中,导流围堰能够有效阻挡河道水流,为主体建筑物的基础开挖、混凝土浇筑等施工工序创造干地施工环境,避免了水流对施工的干扰和影响,大大提高了施工的安全性和质量。例如,在大坝基础施工时,如果没有围堰的阻挡,基坑将被河水淹没,无法进行正常的基础处理和坝体浇筑工作。导流围堰还可以根据工程的不同施工阶段和需求,合理调整挡水高度和泄水能力,确保施工期间河道水流的安全宣泄,防止洪水对施工场地和周边地区造成威胁。从经济角度来看,科学合理的导流围堰设计和施工,可以减少工程建设过程中的水毁损失,降低施工成本,缩短工期,提高工程建设经济效益。导流围堰技术的应用对于保障水利工程的顺利建设、促进地区经济发展、改善生态环境以及提高人民生活水平都具有重要的现实意义。

2 复杂地质条件对导流围堰施工的影响

2.1 基础稳定性问题

在复杂地质条件下,导流围堰施工面临的首要问题便是基础稳定性问题。当地质条件中存在软弱夹层、断层破碎带或岩溶发育等情况时,围堰基础的承载能力会显著降低。软弱夹层通常由强度较低、压缩性较大的土体或岩体组成,在围堰自重和水压力的作用下,容易产生较大的沉降和不均匀沉降,导致围堰倾斜甚至倒塌。断层破碎带的岩石破碎、结构松散,完整性差,难以提供足够的支撑力,使得围堰基础容易发生滑移。而岩溶发育地区,地下溶洞、溶沟、溶槽等岩溶形态广泛分布,若在施工前未对这些岩溶隐患进行有效处理,围堰基础可能会因溶洞塌陷而失去稳定性。基础稳定性问题不仅会影响围堰的正常使用功能,还可能引发严重的工

程安全事故,对施工人员的生命安全和工程建设造成巨大威胁。

2.2 渗漏问题

复杂地质条件还会导致导流围堰施工出现严重的渗漏问题。当地层中存在透水层、裂隙发育带或地下暗河等情况时,河水会通过这些通道渗入围堰内部,影响施工进度和工程质量。透水层的渗透系数较大,水流容易在其中流动,若不采取有效的防渗措施,大量的河水将涌入基坑,增加排水成本和难度,甚至可能导致基坑被淹没,无法进行正常施工。裂隙发育带中的裂隙为水流提供了良好的通道,随着水流的不断冲刷,裂隙可能会进一步扩大,加剧渗漏现象^[2]。地下暗河的存在更是给围堰防渗带来极大挑战,由于其位置和规模难以准确探测,一旦与围堰基础或周边土体连通,将引发大规模的渗漏,严重威胁围堰的安全稳定。渗漏问题还可能导致周边地下水位下降,引起地面沉降、塌陷等地质灾害,对周边环境和建筑物造成不利影响。

2.3 施工难度增加

复杂地质条件使得导流围堰施工的难度大幅增加。在基础处理过程中,由于地质条件复杂多变,常规的施工方法和设备可能无法满足施工要求。例如,在坚硬的岩石地基上进行基础开挖,需要采用爆破等特殊施工方法,这不仅增加了施工的危险性,还对施工技术和安全管理提出了更高的要求。在软弱地基处理时,需要采用地基加固技术,如桩基、深层搅拌桩、高压喷射注浆等,这些技术施工工艺复杂,施工质量控制难度大。复杂地质条件下的测量放线、施工材料运输等工作也会受到影响,施工效率低下,施工成本增加。由于地质条件的不确定性,施工过程中可能会遇到各种意外情况,如突发的地质灾害、地下障碍物等,需要及时调整施工方案,进一步增加了施工的复杂性和难度。

3 水利导流围堰施工技术难点分析

3.1 围堰基础处理难点

围堰基础处理是导流围堰施工的关键环节,在复杂地质条件下,其面临诸多难点。首先,地质勘察的准确性难以保证,由于地质条件的复杂性,现有的勘察技术和手段可能无法全面、准确地掌握地下地质结构和岩土特性,导致基础处理方案与实际地质情况不符,影响基础处理效果。其次,不同地质条件下的基础处理方法选择困难,另外,基础处理的质量控制难度大。在基础处理过程中,施工工艺和施工参数的控制对处理效果至关重要,但由于地质条件的变化,施工过程中容易出现各种质量问题,如桩基的垂直度偏差、深层搅拌桩的水泥掺量

不足等,这些问题会影响基础的承载能力和稳定性,需要严格的质量检测和控制措施来确保基础处理质量。

3.2 围堰结构设计难点

围堰结构设计在复杂地质条件下也面临诸多挑战。一方面,需要准确计算围堰所承受的荷载,包括水压力、土压力、波浪力等。复杂地质条件下土体的物理力学性质变化较大,难以准确确定土压力的大小和分布,这给围堰结构设计带来了很大的不确定性。另一方面,要考虑地质条件对围堰结构的影响。例如,在地震活动频繁的地区,围堰结构需要具备足够的抗震性能;在岩溶发育地区,需要防止溶洞对围堰结构的破坏。围堰结构还需要满足施工方便、经济合理等要求,这就需要在结构形式、材料选择等方面进行优化设计,但复杂地质条件增加了结构设计的难度,使得设计人员需要在多种因素之间进行权衡和取舍,以确保围堰结构的安全性和可靠性。

3.3 施工过程中的防渗难点

施工过程中的防渗是导流围堰施工的重点和难点之一。在复杂地质条件下,常规的防渗方法往往难以达到理想的防渗效果。首先,防渗材料的选择至关重要,不同的地质条件对防渗材料的性能要求不同,例如在透水路较厚的地区,需要选择渗透系数小、耐久性好的防渗材料,但市场上的防渗材料种类繁多,性能各异,选择合适的防渗材料需要进行大量的试验和比较^[3]。其次,防渗施工工艺的控制难度大,无论是采用防渗墙、帷幕灌浆还是其他防渗措施,施工过程中都需要严格控制施工参数和工艺质量。例如,在防渗墙施工中,墙体的厚度、垂直度、搭接质量等直接影响防渗效果,而复杂地质条件下容易出现塌孔、缩径等问题,增加了施工难度和质量控制的复杂性。另外,防渗工程的质量检测也存在一定困难,现有的检测技术和方法可能无法准确检测出防渗结构中的薄弱环节和缺陷,给防渗工程的安全运行留下隐患。

4 水利导流围堰施工技术突破方法

4.1 围堰基础处理新技术

为应对复杂地质条件下围堰基础处理的难点,近年来出现了许多新的基础处理技术。与传统的搅拌桩技术相比,超深搅拌桩技术可以处理更深层次的软土地基,扩大了搅拌桩技术的应用范围。另外,高压旋喷扩体锚索技术,将高压旋喷技术与锚索技术相结合,在复杂地质条件下能够提供较高的锚固力,增强基础的抗滑和抗倾覆能力。这种技术不仅适用于岩石地基,也可用于松散土层和软弱夹层等地质条件。还有智能注浆技术,利

用先进的监测设备和计算机控制系统,实时监测注浆过程中的压力、流量等参数,并根据地质条件和施工要求自动调整注浆参数,实现精准注浆,提高基础处理的效果和质量。

4.2 优化围堰结构设计

优化围堰结构设计是提高围堰在复杂地质条件下安全性和可靠性的重要手段。在设计过程中,可以采用数值模拟技术,如有限元分析方法,对围堰结构在不同荷载和地质条件下的受力状态和变形情况进行分析和计算,从而优化围堰的结构形式和尺寸。还可以采用新材料和新结构形式来优化围堰设计^[4]。新型复合材料具有强度高、重量轻、耐腐蚀等优点,可以应用于围堰结构中,减轻围堰的自重,提高其抗变形能力。在结构形式上,可以采用装配式围堰结构,这种结构具有施工速度快、安装方便、可重复利用等优点,能够适应复杂地质条件下的快速施工要求,同时降低工程成本。

4.3 改进防渗技术与措施

针对施工过程中的防渗难点,需要不断改进防渗技术和措施。在防渗材料方面,研发和应用新型防渗材料,如纳米复合防渗材料,该材料具有极低的渗透系数和良好的耐久性,能够有效阻止水流的渗透。在防渗施工工艺方面,推广应用新的施工技术,如自愈合防渗墙技术,该技术利用特殊的材料和施工工艺,使防渗墙在出现裂缝或渗漏时能够自动愈合,提高防渗墙的防渗性能和耐久性。还可以采用多种防渗措施相结合的综合防渗方案,根据不同的地质条件和工程要求,合理组合防渗墙、帷幕灌浆、土工膜等防渗措施,形成多层防渗体系,提高整体防渗效果。加强防渗工程的质量检测和监测,采用先进的无损检测技术,如地质雷达、声波透射法等,对防渗结构进行全面检测,及时发现和处理防渗缺陷,确保防渗工程的安全可靠运行。

5 案例分析与实践应用

某大型引水工程位于山区,工程所在区域地质条件复杂,存在软弱夹层、裂隙发育带和岩溶等不良地质现象。在该工程的导流围堰施工中,面临着基础稳定性差、渗漏风险高等诸多问题。在基础处理方面,针对软弱夹层和岩溶发育问题,采用了高压旋喷扩体锚索与注浆加固相结合的技术^[5]。首先,通过高压旋喷扩体锚索对

基础进行锚固,增强基础的抗滑和抗倾覆能力;然后,采用智能注浆技术对岩溶空洞和裂隙进行填充和加固,提高基础的整体性和承载能力。在围堰结构设计上,运用有限元分析方法对不同结构形式的围堰进行模拟分析,最终确定采用装配式混凝土围堰结构,该结构不仅满足了施工期的挡水要求,还具有施工速度快、可重复利用的优点。在防渗措施方面,采用了防渗墙与帷幕灌浆相结合的综合防渗方案,防渗墙采用自愈合混凝土材料,帷幕灌浆采用超细水泥-水玻璃双液浆,有效提高了防渗效果。在施工过程中,通过严格的质量控制和监测措施,确保了基础处理、围堰结构施工和防渗工程的质量。最终,导流围堰成功建成并投入使用,在整个工程施工期间,有效地阻挡河水,为引水工程主体建筑物的施工创造良好的干地施工条件,保障工程的顺利进行。该案例表明,在复杂地质条件下,采用先进的施工技术和合理的施工方案,能够有效解决导流围堰施工中面临的各种问题,确保水利工程建设的安全和顺利进行,同时也为类似工程提供宝贵的经验和借鉴。

结束语

复杂地质条件下水利导流围堰施工技术的研究与实践,有效攻克了诸多施工难题,保障水利工程建设安全与质量。随着科技发展,更多新技术、新材料将应用于该领域。未来,需持续深化研究,加强技术创新与实践应用,进一步提升复杂地质条件下水利导流围堰施工技术水平,推动水利工程建设事业蓬勃发展。

参考文献

- [1]徐琳.水利水电基础工程施工中不良地基的处理技术[J].商品与质量,2020(53):137,140.
- [2]陈建斌.水利工程建设中不良地基基础处理方法分析[J].建筑工程技术与设计,2020(34):3159.
- [3]赵东波,姚琦发,李鹏宇,等.复杂地质富水条件下TBM施工隧洞综合超前预报体系实践[J].水利水电技术(中英文),2023,54(6):124-136.
- [4]刘国庆.复杂地质条件下水利工程施工地基处理灌浆技术研究[J].前卫.2024(36):0159-0161
- [5]孙伟.水利工程基础施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术.2024(07):0128-0131