

# 水利水电工程基础处理施工技术研究

刘俊强

上海东华工程咨询有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i12.19258

**[摘要]** 水利水电工程基础处理对工程整体质量和安全至关重要。其基础施工具有环境复杂性,受地质、水文、气候等因素影响;技术多样性体现在开挖、排水、支护等多种技术的灵活运用;质量要求高,关乎工程安全、耐久性和防渗性能;施工周期长,涉及地质勘察、基础处理等多环节且受自然条件制约。常用施工技术包括锚固技术增强稳定性、预应力管桩技术提高承载能力、水泥土技术改善地基性能、灌浆技术加固防渗。这些特点和技术共同保障水利水电工程基础的稳固与可靠。

**[关键词]** 水利水电工程; 基础处理; 施工技术

中图分类号: TV223 文献标识码: A

## Research on Foundation Treatment Construction Technology for Water Conservancy and Hydropower Engineering

Junqiang Liu

Shanghai Donghua Engineering Consulting Co., Ltd.

**[Abstract]** Foundation treatment in water conservancy and hydropower engineering is crucial to the overall quality and safety of the project. Its foundation construction is characterized by environmental complexity, influenced by geological, hydrological, and climatic factors. Technical diversity is reflected in the flexible application of various technologies such as excavation, drainage, and support. Quality requirements are high, relating to engineering safety, durability, and anti-seepage performance. The construction period is long, involving multiple stages such as geological survey and foundation treatment, and is constrained by natural conditions. Common construction technologies include anchoring technology to enhance stability, prestressed pipe pile technology to improve bearing capacity, cement-soil technology to improve foundation performance, and grouting technology for reinforcement and anti-seepage. These characteristics and technologies jointly ensure the stability and reliability of water conservancy and hydropower engineering foundations.

**[Key words]** water conservancy and hydropower engineering; foundation treatment; construction technology

### 引言

水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,在防洪、发电、灌溉等领域发挥着关键作用。基础处理作为工程建设的首要环节,其施工技术水平直接关乎整个工程的质量、安全与使用寿命。随着社会经济的发展,对水利水电工程的要求日益提高,基础处理面临着更复杂的地质条件和更高的技术挑战。因此,深入研究水利水电工程基础处理施工技术,探索更科学、高效、环保的施工方法,具有重要的现实意义和应用价值。

### 1 水利水电工程基础处理概述

水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,在防洪、发电、灌溉、供水等方面发挥着关键作用。而基础处理作为水利水电工程建设的关键环节,对工程的整体质量和安全起着决定性作用。基础处理的核心目标在于增强地基的承载能

力、稳定性和防渗性能,以确保水利水电工程能够长期、稳定地运行。在工程建设中,地基的状况复杂多样,可能面临软土地基、岩石地基、喀斯特地貌等不同地质条件,这些都会对工程基础的稳定性产生影响。因此,有效的基础处理是保障工程安全的必要前提。从承载能力方面来看,水利水电工程往往承受着巨大的荷载,如大坝自身的重量、水压力等<sup>[1]</sup>。基础处理能够通过加固地基,提高其承载能力,避免因地基承载不足而导致工程结构出现沉降、开裂等问题。稳定性也是基础处理的重要考量因素,良好的基础处理可以增强地基的抗滑稳定性,防止在水流冲刷、地震等外力作用下发生滑动或倾斜。此外,防渗性能对于水利水电工程至关重要,基础处理可以通过设置防渗帷幕、采用防渗材料等措施,减少地基的渗漏,保障工程的正常运行。在实际工程中,基础处理的工作内容丰富多样。地基加固是常见的处理方式,

可采用灌浆、强夯、桩基础等方法,增强地基的强度和密实度。防渗处理则是防止地下水渗漏的关键,包括设置防渗墙、铺设土工膜等措施。基础开挖也是基础处理的重要环节,需要根据地质条件和工程要求,选择合适的开挖方式和支护措施,确保开挖过程的安全和稳定。

## 2 水利水电工程基础施工特点

### 2.1 环境复杂性

水利水电工程基础施工面临着极为复杂的环境,这对施工技术和管 理都提出了巨大挑战。(1)地质条件复杂。水利水电工程选址往往地质情况多样,可能存在软土、岩石、喀斯特地貌等不同地质类型,增加了基础施工的难度和不确定性。(2)水文条件多变。水位的季节性变化、水流速度和方向的不稳定,以及水质的差异等,都会对基础施工产生影响,如在高水位时施工需考虑防汛和排水问题。(3)气候条件影响大。暴雨、洪水、高温、严寒等极端气候,不仅会影响施工进度,还可能对已完成的基础工程造成破坏,增加了施工安全风险。(4)周边环境敏感。水利水电工程通常与周边生态环境、居民生活密切相关,施工过程中产生的噪音、粉尘、废弃物等可能对周边环境造成不良影响,需要采取有效的环保措施。(5)施工空间受限。部分水利水电工程基础施工场地狭窄,大型施工设备难以施展,增加了施工组织和协调的难度。

### 2.2 技术多样性

水利水电工程基础施工所面临的复杂地质与环境状况,决定了其施工技术具有显著的多样性,以满足不同场景下的工程需求。(1)开挖技术灵活。针对不同硬度的岩石和土壤,可采用爆破开挖、机械开挖等。在坚硬岩石区域,爆破开挖能高效破碎岩石;而在软土或对周边环境要求高的区域,机械开挖则能更好地控制施工范围和精度。(2)排水技术多元。为降低地下水位、保持施工场地干燥,可运用明沟排水、井点降水等方法。明沟排水适用于地下水位较浅、水量较小的情况;井点降水则在地下水位较高、土层渗透系数较大时发挥重要作用。(3)支护技术丰富。为保证边坡和基坑的稳定性,有土钉墙支护、钢板桩支护等技术。土钉墙支护适用于土质较好的边坡;钢板桩支护则常用于较深基坑和软土地质。(4)混凝土施工技术多样。根据工程部位和要求,可采用普通混凝土浇筑、碾压混凝土施工等。普通混凝土浇筑适用于结构复杂的部位;碾压混凝土施工则常用于大体积混凝土工程,施工效率高。(5)地基改良技术众多。对于不良地基,可采用换填法、强夯法等。换填法能改善地基的承载能力;强夯法可提高地基的密实度和强度。

### 2.3 质量要求高

水利水电工程基础施工质量要求高,这是由工程的重要性和特殊性决定的。从工程安全角度看,基础作为水利水电工程的根基,承载着上部结构的巨大重量和水压力。若基础施工质量不达标,可能导致建筑物沉降、倾斜甚至坍塌,严重威胁人民生命财产安全。比如大坝基础若出现质量问题,可能引发溃坝等灾难性后果。在耐久性方面,水利水电工程通常需长期运行,基础要

经受水流侵蚀、地质变化等多种因素影响。高质量的基础施工能确保工程在设计使用年限内稳定运行,减少后期维修和加固成本<sup>[2]</sup>。防渗性能是水利水电工程基础的关键指标,基础的渗漏不仅会造成水资源浪费,还可能削弱基础的稳定性。因此,施工中需采用优质材料和先进工艺,保证基础具有良好的防渗能力。基础施工质量还关系到工程的整体性能和效益,高质量的基础能保障水利水电工程正常发挥防洪、发电、灌溉等功能,为社会经济发展提供有力支持。所以,在基础施工过程中,必须严格把控每一个环节,确保达到高标准的质量要求。

### 2.4 施工周期长

水利水电工程基础施工周期长,这是由多方面因素共同导致的。地质勘察是施工前的重要环节,需要耗费大量时间。由于水利水电工程地质条件复杂,要全面准确掌握地基的地质构造、岩土性质等情况,需运用多种勘察手段,如钻探、物探等,且勘察范围广、深度大,整个过程可能持续数月甚至更久。基础处理施工本身工艺复杂,不同地质条件需采用不同处理方法。例如软土地基处理,可能涉及排水固结、换填等多道工序,每道工序都有严格的时间和质量要求,施工过程中还需进行实时监测和调整,导致施工进度缓慢<sup>[3]</sup>。在施工过程中,还需考虑自然条件的影响。雨季、冬季等恶劣天气会使施工无法正常进行,需要暂停施工或采取特殊防护措施,这无疑会延长施工周期。而且,水利水电工程基础施工规模大、工程量多,如大型水坝基础的混凝土浇筑量巨大,需分阶段、分层次进行,进一步增加了施工时间。

## 3 水利水电工程基础处理常用施工技术

### 3.1 锚固技术

锚固技术在水利水电工程基础处理中是一种极为有效的加固手段,能显著提升工程结构的稳定性与安全性。(1)增强边坡稳定性。在水利水电工程中,山体边坡易受雨水冲刷、地震等因素影响而失稳。通过在边坡岩体中钻孔并安装锚索或锚杆,将不稳定的岩体与稳定的岩体连接起来,有效防止边坡滑坡和坍塌,保障工程周边环境安全。(2)加固大坝基础。大坝承受着巨大的水压力和自身重量,基础的稳固至关重要。锚固技术可将大坝基础与地基深层岩体锚固在一起,提高基础的抗滑能力和承载能力,确保大坝长期稳定运行。(3)处理地下洞室围岩。地下洞室施工时,围岩的稳定性直接影响施工安全和洞室的长期使用。采用锚固技术对围岩进行加固,能约束围岩变形,防止围岩坍塌,为地下工程施工和运行创造良好条件。(4)修复受损结构。对于因各种原因出现裂缝或损坏的水利水电工程结构,锚固技术可作为修复手段。通过在受损部位安装锚杆或锚索,增强结构的整体性和承载能力,延长结构使用寿命。(5)应用于临时支护。在工程施工期间,为保证施工安全,常采用锚固技术进行临时支护。例如在基坑开挖过程中,对边坡进行锚固,防止土方坍塌,为后续施工提供安全保障。

### 3.2 预应力管桩技术

预应力管桩技术在水利水电工程基础处理中应用广泛,具有显著优势。该技术能有效提高地基承载能力,预应力管桩通过

先张法或后张法施加预应力,使桩身具有较高的抗压强度和抗弯能力。在水利水电工程中,能承受上部结构传来的巨大荷载,确保工程基础的稳定性。施工效率高也是其一大特点,管桩可在工厂预制,质量易于控制,运至现场后能快速进行沉桩作业。相较于传统的灌注桩等施工方式,大大缩短了施工周期,加快了工程进度。适应多种地质条件,无论是软土地基、砂土地基还是风化岩层等地层,预应力管桩都能较好地适用。通过合理选择桩型和施工工艺,可满足不同地质情况下的基础处理需求<sup>[4]</sup>。同时,该技术具有良好的耐久性。管桩采用高强度混凝土和钢材制作,能抵抗地下水的侵蚀和环境因素的影响,保证基础在长期使用过程中的性能稳定。预应力管桩施工产生的噪音和振动相对较小,对周边环境的影响较小,符合环保要求,适用于对环境要求较高的水利水电工程建设。

### 3.3 水泥土技术

水泥土技术凭借独特优势在水利水电工程基础处理中占据重要地位,为提升地基性能发挥了关键作用。(1)增强地基强度。将水泥与土按一定比例混合搅拌形成水泥土,水泥的水化反应能使土颗粒胶结在一起,有效提高地基的抗压强度和抗剪强度,满足水利水电工程对地基承载能力的要求。(2)提高地基稳定性。水泥土具有良好的整体性和水稳定性,可减少地基的沉降和不均匀沉降,增强地基的稳定性,防止建筑物因地基变形而损坏。(3)改善防渗性能。水泥土能够填充土颗粒间的孔隙,形成相对密实的结构,降低地基的渗透性,起到良好的防渗作用,对于水利水电工程的防渗要求具有重要意义。(4)施工工艺简便。水泥土技术的施工过程相对简单,可采用深层搅拌法、高压喷射注浆法等,施工设备和操作要求易于掌握,能有效提高施工效率,缩短工期。(5)成本效益显著。水泥和土是常见且价格相对较低的材料,使用水泥土技术进行地基处理,可降低工程成本,同时达到较好的处理效果,具有较高的性价比。

### 3.4 灌浆技术

灌浆技术作为水利水电工程基础处理的核心手段,凭借其多功能性与适应性,在保障工程安全与耐久性方面发挥着不可替代的作用。该技术通过高压或低压将水泥基、化学类等浆液精准注入地基孔隙、裂隙或软弱夹层中,使松散土体或破碎岩石

胶结为整体,显著提升地基承载力与抗变形能力,为水工建筑物提供稳固支撑。在防渗处理中,灌浆可形成连续的地下帷幕,有效阻断地下水渗透通道,降低库区渗漏量,避免因渗流导致的管涌、流土等灾害,保障大坝、堤防等结构的长期稳定运行<sup>[5]</sup>。针对混凝土裂缝或岩体裂隙,灌浆能精准填充缝隙并恢复结构整体性,防止裂缝扩展引发的强度衰减,延长工程使用寿命。其技术优势还体现在广泛的适应性上,无论是坚硬岩石、松散砂土还是软黏土,均可通过调整浆液配比(如超细水泥、化学浆液)与施工工艺(如纯压式、循环式灌浆)实现针对性处理。此外,灌浆施工具有高度灵活性,可根据地质条件动态调整压力、浓度及灌浆量,兼顾效率与质量,成为复杂地质条件下水利水电工程基础处理的首选技术方案。

## 4 结语

未来,科技发展将有力推动水利水电工程基础处理施工技术朝着智能化、绿色化、高效化方向大步迈进。新型材料与工艺会如雨后春笋般不断涌现,它们凭借卓越性能极大提升基础处理的效果与质量,为工程稳固性筑牢根基。信息化手段将深度融合施工全流程,借助先进的监测系统实现对施工过程的实时监控与精准控制,及时发现并解决潜在问题。与此同时,环保理念会贯穿基础处理施工的每一个环节,最大程度减少对周边环境的影响。通过持续创新与实践,水利水电工程基础处理技术必将实现不断突破。

### [参考文献]

- [1]廖威.水利水电工程基础处理施工技术研究[J].砖瓦,2020(5):176-177.
- [2]唐博峰.水利水电工程基础处理施工技术分析[J].中国厨卫,2025,24(9):253-255.
- [3]耿川,耿长亮.水利水电工程施工中不良地基处理技术研究[J].现代工程科技,2025,4(19):29-32.
- [4]和金群.水利水电工程基础处理施工关键技术探析[J].漫科学(科技应用),2025(8):97-99.
- [5]周洪阳.基于水利水电工程中防渗处理施工技术研究[J].湖南水利水电,2025(1):11-12.