

# 水利水电工程基础处理施工技术应用

周驰 熊娟娟

湖北都江建设工程有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i5.7007

**[摘要]** 水利水电工程的基础施工是整体工程建设的核心环节,直接决定工程主体结构的稳定性、安全性与使用寿命。水利水电工程多建设于自然环境复杂的区域,基础施工环节受地质、水文、地形等多重因素制约,施工条件严苛且作业流程复杂。本文结合水利水电工程基础施工的核心特点,系统阐述预应力管桩、钻孔灌注桩、灌浆施工、换填施工、锚固施工、混凝土防渗墙及基础开挖等各类核心施工技术的应用要点,同时从质量管控、安全风险、绿色施工三个维度梳理配套施工管理措施,旨在规范基础施工工艺流程,提升水利水电工程基础结构施工质量,为同类水利工程基础建设施工提供规范化的技术参考与实践依据。

**[关键词]** 水利水电工程; 基础处理; 施工技术; 施工管理

**中图分类号:** TV731 **文献标识码:** A

## Application of foundation treatment construction technology in water conservancy and hydropower engineering

Chi Zhou Juanjuan Xiong

Hubei Dujiang Construction Engineering Co., Ltd

**[Abstract]** The foundation construction of water conservancy and hydropower projects is the core link of overall engineering construction, which directly determines the stability, safety, and service life of the main structure of the project. Water conservancy and hydropower projects are often constructed in areas with complex natural environments, and the foundation construction process is constrained by multiple factors such as geology, hydrology, and topography. The construction conditions are strict and the operation process is complex. This article combines the core characteristics of foundation construction in water conservancy and hydropower engineering, systematically elaborates on the application points of various core construction technologies such as prestressed pipe piles, bored piles, grouting construction, replacement and filling construction, anchoring construction, concrete anti-seepage walls, and foundation excavation. At the same time, supporting construction management measures are sorted out from three dimensions: quality control, safety risk control, and green construction. The aim is to standardize the construction process of foundation, improve the construction quality of water conservancy and hydropower engineering foundation structures, and provide standardized technical references and practical basis for similar water conservancy engineering foundation construction.

**[Key words]** water conservancy and hydropower engineering; Basic processing; Construction technology; construction management Introduction

### 引言

水利水电工程作为水资源开发利用、防洪减灾以及水力发电的核心基础设施,在国民经济发展和水资源优化配置方面占据重要地位。基础工程作为水利水电工程的承重核心和防渗关键,其施工质量直接关联着工程整体运行的稳定性与安全性。与普通建筑工程基础施工不同,水利水电工程基础长期遭受水流

冲刷、水压渗透、地质形变等外力影响,其施工环境和作业条件更为特殊。随着水利工程建设标准的持续提升,传统粗放式施工模式已难以适配现代水利工程建设的要求,精准化、规范化、专业化的基础处理施工技术与管理模式成为工程建设的核心支撑。基于此,本文全面剖析水利水电工程基础施工的基本特征,细化各类主流基础处理施工技术的应用方式,完善全过程施工

管理体系,以助力水利水电工程基础施工质量和建设水平的整体提升。

## 1 水利水电工程基础处理施工特点

### 1.1 地质环境复杂多变

水利水电工程的选址大多覆盖山区、河道、河谷等特殊区域,不同建设区域的地质结构有着显著的差异性,整体地质环境呈现出复杂多变的特征。工程建设场地内部普遍存在土层分布不均、岩土交错、软土夹层、断层裂隙等不良地质问题,同时部分区域伴有地下水富集、土层渗透性强等水文特征。复杂的地质条件会直接改变基础的受力状态与承载性能,若在施工前未精准探明地质情况、未针对性地调整施工方案,极易引发基础沉降、渗漏、结构偏移等质量隐患,大幅增加工程施工的不确定性。

### 1.2 整体施工难度较高

水利水电工程基础施工大多为露天水下作业,施工过程容易受到季节气候、水文变化、地形地势等自然条件的干扰,导致作业开展存在较多限制性因素,多数基础处理工序需要在密闭或地下环境完成,施工空间较为狭小、作业视野受到限制,使得大型施工设备的布设与运行难度较大,部分精细化施工工序仅能依靠人工辅助完成,基础施工各工序衔接紧密,前序施工质量会直接影响后续作业开展,一旦某一环节出现偏差,就会造成整体施工流程延误,进而增加施工统筹与技术落地的难度。

### 1.3 施工质量标准严苛

水利水电工程长期处于高水压、高负荷以及水流持续冲刷的运行环境中,其基础结构必须具备极强的承载性、防渗性、稳定性以及抗变形能力,所以行业针对基础处理施工的质量标准制定了极为严苛的规定。基础结构不仅要满足工程静态承重方面的需求,还需适配长期动态水文荷载所产生的作用,要杜绝渗漏、沉降、开裂等质量问题的出现。水利工程多属于永久性基础设施,对使用寿命有着较长的要求,基础施工需严格遵循行业规范标准,严格把控每一道施工工序的精度与质量,以此保障工程能够长期安全稳定运行。

## 2 水利水电工程基础处理施工技术应用的分析

### 2.1 预应力管桩施工技术应用

预应力管桩施工技术凭借预制预应力混凝土管桩来开展基础加固处理工作,通过静压或者锤击的方式把管桩沉入设计好的土层之中,依靠管桩具备的高强度、高稳定性来提高地基的整体承载能力。该技术的施工流程较为简洁,预制构件的标准化程度较高,能够有效缩短现场的施工周期,并且桩身结构的密实度均匀,其抗沉降、抗渗透性能十分优异。在施工过程期间,需要依据工程地质条件以及基础承载需求来精确确定管桩的规格、桩长以及布设间距,严格把控沉桩的垂直度和入土深度,防止出现桩身偏移、断裂等方面的问题。需要做好桩顶与基础承台的衔接处理工作,确保桩基受力均匀,以适应水利工程基础长期荷载运行的需求。

### 2.2 钻孔灌注桩施工技术应用

钻孔灌注桩施工技术借助机械钻孔的方式来形成桩孔,在经过清孔处理之后,进行钢筋笼的下放以及混凝土的灌注,待混

凝土固化后便形成完整的桩基结构,此技术能够广泛适配各类复杂地质条件下的水利工程基础施工。该技术所形成的桩基具备较强的承载力,且适应性广泛,能够依据不同的土层结构对钻孔深度以及桩体直径进行调整,对于软土地基、岩土地基等不良地质均能产生良好的处理效果。在施工期间,需要严格把控钻孔的垂直度、孔径尺寸以及孔底沉渣的厚度,要彻底清理孔内的泥浆与杂质,以此规避桩基底部出现空洞、夹渣等质量缺陷。在进行混凝土灌注时,需保持连续作业,控制好灌注速度以及导管埋深,防止出现断桩、缩颈等问题,从而保障桩基整体的完整性与承载性能。

### 2.3 基础灌浆施工技术应用

基础灌浆施工技术主要是针对地基存在的裂隙、孔洞以及松散土层开展加固防渗处理工作,借助高压设备把配置好的浆液注入地基深层部位,使浆液渗透并填充土体空隙与岩层裂隙,经过固化之后形成密实且稳定的整体结构。此项技术能够有效提高地基土体的密实度、整体性以及防渗能力,改善地基的受力性能,杜绝基础出现渗漏、塌陷等方面的隐患。在实际施工过程中,需要结合地质裂隙的发育状况合理确定灌浆孔位、孔深以及灌浆压力,依据施工需求调配适配浓度的水泥浆液或者复合浆液。同时要遵循分序加密、由稀到稠的灌浆原则,全程对灌浆流量与压力参数进行监测,以此保障浆液充分渗透固化,提升地基整体的加固防渗效果。

### 2.4 地基换填施工技术应用

地基换填施工技术主要在浅层软土、杂填土等不良地基处理场景中得以应用,其通过将基础底层承载力不足且稳定性较差的软弱土层挖除,替换成砂石、灰土、碎石等具备高强度与高稳定性的填料,之后经过分层压实夯实的操作,形成能够满足承载要求的人工地基结构。该技术具有操作简便、见效快的特点,可以快速改善浅层地基的承载性能,降低基础出现不均匀沉降的风险。在施工过程中,需要对软弱土层进行彻底清理,以保证换填基底平整坚实,同时要严格控制填料的粒径、含水率以及分层铺设的厚度,逐层开展压实作业,并检测压实度指标,从而确保换填层密实均匀,使其整体承载力与稳定性符合工程设计标准。

### 2.5 岩土锚固施工技术应用

岩土锚固施工技术凭借锚杆、锚索等锚固构件,把浅层松散岩土体和深层稳定岩体进行有效连接,借助预应力张拉锁定达成岩土体加固,以此提升基础边坡与地基岩体的整体稳定性。该技术能够有效约束岩土体的变形,避免边坡坍塌、岩体滑移等安全问题的出现,适用于水利工程坝基、边坡、基坑等基础部位的加固处理工作。施工过程中需要精准确定锚固孔位,严格把控钻孔深度与孔径大小,在清理孔内碎屑之后插入锚固构件,灌注锚固浆液并开展预应力张拉作业。要确保浆液饱满密实、张拉应力精准达到标准,保证锚固构件与岩土体紧密结合,充分发挥锚固支护的作用。

### 2.6 混凝土防渗墙施工技术应用

混凝土防渗墙施工技术是水利工程基础防渗处理的核心技

术,通过在地基表层及深层构建连续密闭的混凝土墙体,阻断地下水渗透通道,规避基础渗漏、管涌、渗透变形等问题,保障地基整体防渗稳定性。该技术防渗效果持久、结构稳定性强,适配各类大中型水利水电工程坝基、堤基的防渗施工。施工流程主要包含槽孔开挖、清孔换浆、钢筋笼下放、混凝土浇筑等环节,需保证槽孔连续规整、孔壁稳定,严格把控混凝土浇筑连续性,杜绝墙体出现断层、夹渣、裂缝等缺陷,确保防渗墙整体密闭性与抗渗性能达标。

### 2.7 基础开挖施工技术应用

基础开挖是水利水电工程基础施工的前置工序,主要通过土方、石方开挖作业平整施工场地,清理表层松散土体与不良岩土体,为后续桩基、防渗、灌浆等施工工序提供作业条件。开挖作业需严格遵循分层、分段、自上而下的施工原则,结合工程地形地质条件、基础设计尺寸选择适配的开挖方式,同时做好边坡防护与排水处理,防止开挖过程中出现边坡坍塌、积水浸泡地基等问题。

2.7.1 爆破开挖方式。爆破开挖主要适用于山体岩石、坚硬岩层这类硬度较高的地质开挖场景,借助可控爆破的方式来破碎坚硬岩体,从而高效地完成大范围石方的开挖作业。此项技术具有较高的开挖效率,能够快速破除硬质岩土结构,可适配大型水利工程基础大规模开挖的施工需求。在施工过程中,需要精准计算爆破参数,合理布设炮孔位置与装药量,采用微差爆破、预裂爆破等可控爆破工艺,以此弱化爆破振动对周边岩体及未施工区域所产生的影响。要做好爆破安全防护与废渣清理工作,以保障开挖断面规整,满足后续基础施工对于尺寸与精度的要求。

2.7.2 机械开挖方式。机械开挖借助挖掘机、装载机、推土机等大型机械设备来开展土方及软石的开挖作业,适用于土层、松散碎石层这类软质地质的基础开挖施工,此方式的作业流程具备标准化特点且施工精度较高,能够对开挖尺寸与边坡坡度进行有效控制,施工安全性和可控性较强,机械开挖要依据开挖深度与作业空间来合理选用施工设备,严格把控开挖速度与开挖厚度,防止超挖、欠挖等问题出现,针对基底精细开挖区域,需配合人工修整作业,确保基底平整度与密实度符合设计规范要求,从而为后续基础施工奠定良好基础。

## 3 水利水电工程基础处理施工管理措施

### 3.1 健全全过程质量控制体系

水利水电工程基础施工质量管控需贯穿施工全流程,依托标准化、系统化的质量控制体系规范施工行为。施工前期需结合工程地质勘察报告、设计文件及行业规范,细化各施工工序的质量标准与操作细则,明确各岗位质量管控职责,实现权责划分清晰。施工过程中需落实全过程巡检、抽检与专项验收制度,对原材料进场、工序施工、成品保护等关键环节进行严格把控,杜绝不合格材料投入施工,及时整改工序质量偏差问题。施工完成后需开展全面质量检测与验收,对比设计标准核查基础结构承载力、防渗性、密实度等核心指标,保障整体施工质量达标。

### 3.2 完善施工安全风险管控机制

结合水利水电基础施工高空、地下、水下作业多、风险点

密集的特点,需建立常态化、精细化的安全风险管控机制。施工前全面排查施工现场地质风险、设备风险、作业风险,梳理坍塌、渗漏、机械伤害、高空坠落等各类安全隐患,针对性制定风险防控方案与应急处置预案。同时落实岗前安全培训制度,强化施工人员安全操作意识与应急处置能力,规范设备操作、现场作业流程。施工期间安排专人开展现场安全巡查,动态监测施工现场风险状态,及时排查整改安全隐患,严格落实安全防护措施,保障施工全过程安全有序推进。

### 3.3 落实规范化绿色施工管理制度

水利水电工程基础施工易产生土方扬尘、施工废水、废渣堆积等环境问题,对周边水土生态造成一定影响,因此需全面落实绿色施工管理制度。施工过程中需严格遵循生态环保施工标准,对施工废水、泥浆进行集中收集处理,实现达标排放,避免污染周边水体与土壤。对施工扬尘采取喷淋、覆盖等抑尘措施,对施工废渣、建筑垃圾进行分类回收、集中处置,提升资源利用率。同时合理规划施工场地与施工时序,减少施工活动对周边植被、地形地貌的破坏,平衡工程建设与生态保护的关系,实现水利工程绿色化施工建设。

## 4 结语

基础处理施工是水利水电工程建设的关键核心,施工质量直接决定工程整体运行品质与安全稳定性。水利水电工程基础施工具备地质条件复杂、施工难度大、质量标准高的显著特征,各类基础施工技术适配不同地质场景与施工需求,在基础加固、防渗、沉降控制等方面发挥着不同作用。通过合理选用预应力管桩、灌浆、锚固、防渗墙等施工技术,搭配完善的质量、安全、绿色施工管理体系,可有效规范基础施工流程,规避施工质量与安全隐患,切实提升水利水电工程基础结构的整体性、稳定性与耐久性,为水利水电工程安全、平稳、长效运行提供坚实保障。

## 【参考文献】

- [1]肖鸿,刘羿,荣冠.代冲溪水库重力坝坝基宽断层带处理措施研究[J].中国农村水利水电,2025(01):175-181.
- [2]吴宇琪.浅谈水利工程中基础灌浆施工技术应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(06):120-122.
- [3]张潇丹.复杂地质条件下水利水电工程基础处理施工技术研究[J].建筑技术科学,2024(18):45-47.
- [4]李阳,王健.水利水电工程软土地基处理施工技术优化研究[J].水利技术监督,2023(09):89-92.
- [5]陈俊峰.水利工程混凝土防渗墙施工质量控制要点探析[J].水电能源科学,2023(05):156-159.
- [6]林浩.水利水电工程基础施工安全管理与质量管控策略[J].工程技术研究,2022(22):138-140.

## 作者简介:

周驰(1996--),男,洪湖市人,本科,从事工作:水利水电工程,农田水利工程,市政工程。

熊娟娟(1988--),女,洪湖市人,本科,从事工作:水利水电工程,农田水利工程,市政工程。