

水利水电工程基础处理施工关键技术研究

侯光普¹ 郝雪航² 林嘉仪³

1 吉林省水利水电勘测设计研究院 2 中水北方勘测设计研究有限责任公司 3 河海大学水利水电学院

DOI:10.12238/hwr.v9i7.6468

[摘要] 水利水电工程基础处理施工对工程质量、安全和可持续发展起到重要的作用,对此,本研究首先分析了水利水电工程基础处理施工的技术特点,包括工程量庞大、施工环境复杂、施工技术类型繁杂、技术标准与要求高以及施工周期长、投资成本大等。接着,指出了水利水电工程基础处理施工关键技术面临的挑战,如复杂地质条件下的技术适应与创新挑战、大型工程组织管理与质量控制的双重挑战以及环保要求下的技术选择与施工方式新挑战。最后,从锚固技术、水泥土防渗技术、软土处理技术和大体积碾压混凝土技术四个方面,对水利水电工程基础处理施工的关键技术进行了详细介绍,阐述了各自的技术原理、应用场景和技术要点,为水利水电工程基础处理施工提供了有力的技术支撑。

[关键词] 水利水电工程; 基础处理; 施工技术

中图分类号: TU74 **文献标识码:** A

Research on key technologies of foundation treatment construction of water conservancy and hydropower projects

Guangpu Hou¹ Xuehang Hao² Jiayi Lin³

1 Jilin Water Resources and Hydropower Survey and Design Institute

2 Zhongshui North Survey and Design Research Co., Ltd.

3 Hohai University School of Water Resources and Hydropower

[Abstract] Foundation treatment construction of water conservancy and hydropower projects plays an important role in project quality, safety and sustainable development. In this regard, the technical characteristics of foundation treatment construction of water conservancy and hydropower projects are analyzed firstly, including huge engineering quantity, complex construction environment, complicated construction technology types, high technical standards and requirements, long construction period and high investment cost. Then, the challenges faced by key technologies in foundation treatment construction of water conservancy and hydropower projects are pointed out, such as the challenges of technical adaptation and innovation under complex geological conditions, the dual challenges of large-scale project organization and management and quality control, and the new challenges of technical selection and construction methods under environmental protection requirements. Finally, the key technologies of foundation treatment construction of water conservancy and hydropower projects are introduced in detail from four aspects: anchoring technology, cement-soil seepage control technology, soft soil treatment technology and mass RCC technology, and their respective technical principles, application scenarios and technical points are expounded, which provides strong technical support for foundation treatment construction of water conservancy and hydropower projects.

[Key words] water conservancy and hydropower engineering; Basic treatment; construction technique

引言

水利水电工程作为国家经济发展的命脉和民生保障的重要基石,其战略地位不言而喻。随着国家现代化建设的深入推进,水利水电工程的建设规模持续扩大,工程复杂程度也日益提升。这些工程承担着防洪、灌溉、发电、供水等多重任务。但水利

水电工程的建设并非易事,尤其是在基础处理施工环节,面临着诸多挑战。一方面,随着工程选址的多样化,越来越多的水利水电工程不得不面对复杂多变的地质条件。这些地质条件包括断层、溶洞、软土层等不良地质现象,给基础处理施工带来了极大的难度和增加了风险。另一方面,随着生态环境保护意识的增强,

水利水电工程在建设过程中更加注重对生态环境的保护,避免对周边环境造成破坏。因此,深入研究关键技术,不仅可以提高基础处理施工的效率和质量,还能够降低施工成本与提升企业核心竞争力。

1 水利水电工程基础处理施工技术特点

1.1 工程量庞大

水利水电工程通常占地面积较大,覆盖范围广泛,导致基础处理施工工程量庞大。基础处理施工涉及大量的土方开挖、回填、灌浆、锚固等作业,需要投入大量的人力、物力和财力。同时,由于水利水电工程的重要性,基础处理施工的质量要求也非常高,这进一步增加施工的难度和工程量。

1.2 施工技术类型繁杂

水利水电工程基础处理施工需要使用的施工技术种类较多,特别是在软土地基或地形复杂的条件下,需要使用的施工技术更为复杂。这些技术包括但不限于灌浆、锚固、预应力管桩施工、开挖、置换、排水、挤实等。这些技术各有特点,需要根据具体的地质条件、工程要求和施工环境进行选择和应用。同时,由于水利水电工程的重要性,基础处理施工技术的选择和应用也需要经过严格的论证和试验,以确保施工质量和工程安全。

1.3 技术标准与要求高

水利水电工程基础处理施工有着严格、谨慎的技术标准与要求,在施工过程中,需要严格遵守相关的技术规范和操作规程,施工质量要达到设计要求。例如,在灌浆施工中,需要精确控制灌浆孔的深度、倾斜度、孔距等参数,以保障灌浆效果;在锚固施工中,需要选择适当的锚固方式和材料,以确保锚固效果。

2 水利水电工程基础处理施工关键技术面临的挑战

2.1 复杂地质条件下的技术适应与创新挑战

水利水电工程选址在地质条件复杂的区域,如山区、江河流域等,这些地区断层、溶洞等不良地质现象频发,地质结构多变,给基础处理施工带来了极大的难度。在这样的地质条件下,传统的施工技术往往难以满足要求,需要创新和适应。一方面,技术人员需要对工程区域的地质情况进行全面、深入的勘探和分析,准确把握地质结构、岩性、水文地质等关键信息,为施工方案的制定提供科学依据。复杂地质条件下的勘探工作本身就充满挑战,如钻探难度大、取样困难等,这些都对勘探技术的适应性和准确性提出了更高要求。另一方面,针对复杂地质条件,需要开发和应用一系列新型的基础处理技术。例如,在溶洞发育地区,需要采用注浆加固、锚杆支护等特殊技术手段来增强地基的稳定性;在断层带,需要采取适当的工程措施来避免或减少断层活动对工程的影响。这些技术的开发和应用不仅需要深厚的理论基础,还需要大量的实践经验和技术创新。

2.2 高标准的防渗要求面临的挑战

水利水电工程通常需要承受高水头压力,尤其是在高坝和深水库工程中,水头压力可达数百米。在高水头压力下,防渗结构容易发生渗透破坏,导致渗漏量增加甚至结构失稳。如何设计并施工能够承受高水头压力的防渗体系,是关键技术难点。防渗

材料的性能直接影响防渗效果。目前常用的防渗材料包括混凝土、黏土、土工膜、灌浆材料等,但这些材料在高水压、长期浸泡和复杂地质条件下可能出现老化、开裂、渗透系数增大等问题。防渗施工涉及多种工艺,如帷幕灌浆、防渗墙施工、土工膜铺设等。这些工艺在实际施工中面临诸多技术瓶颈,在复杂地层中,灌浆的均匀性和连续性难以保证,容易出现漏灌或灌浆效果不佳的情况。在深厚覆盖层或硬岩地层中,防渗墙的成槽、浇筑和接头处理难度较大。在高陡边坡或水下环境中,土工膜的铺设和焊接质量难以控制。防渗工程属于隐蔽工程,其施工质量难以通过直观手段进行评估。例如,帷幕灌浆的深度和范围、防渗墙的连续性、土工膜的完整性等,都需要借助先进的检测技术进行验证。然而,现有检测手段在精度和效率上仍存在不足,难以完全满足高标准防渗的要求。未来,需要通过技术创新、材料研发、工艺优化和科学管理,突破现有技术瓶颈,提升防渗工程的可靠性和耐久性,为水利水电工程的安全运行提供坚实保障。同时,还应注重环境保护与可持续发展,实现工程建设与生态保护的协调统一。

3 水利水电工程基础处理施工关键技术探讨

3.1 锚固技术

锚固技术在地质条件复杂、交通不便的偏远山区,以及人力物力投入大、成本控制严格、技术要求高的工程项目中,其优势尤为突出。锚固技术将受力杆固定在特定位置并连接建筑物,能够有效提高基础的稳定性和承载能力,从而保障工程的安全性和耐久性。锚固技术主要包括预应力锚固和普通锚固两种类型。预应力锚固技术通过预先施加一定的张力,使岩土体形成拉应力场,从而增强土体的强度和稳定性。这种技术常用于坝体加固、防滑坡和提高库容等方面。预应力锚固技术又分为预应力岩锚施工技术和混凝土预拉紧锚固技术,这两种技术在锚孔和锚束的构造上有所不同,但都旨在通过施加预应力来提升基础的承载力和稳定性。普通锚固技术则主要应用于需要快速施工且成本较低的场合。它通过钻孔、插入锚杆并灌注水泥砂浆等方式,将锚杆与围岩牢固结合,从而达到加固效果。普通锚固技术因其操作简便、成本低而被广泛应用于水利水电工程中。

在实际施工过程中,锚固技术的选择需根据工程地质条件、施工环境及经济性等因素综合考虑。例如,在软弱地基或复杂地质条件下,预应力锚固技术可能更为适用,因为它能更有效地提升土体的整体强度和稳定性。而在一些需要快速施工且预算有限的项目中,普通锚固技术则可能更为合适。

3.2 水泥土防渗技术

在水利水电工程基础处理施工中,水泥土防渗技术也是一项关键技术。通过合理应用水泥土,可提高工程基础部分的强度和稳定度,防止水土流失。水泥土防渗技术是在泥沙层中按一定的深度、尺度、提升度来控制压入一定的水泥浆。水泥浆与泥沙层中的物质发生反应,形成具有一定强度和防渗性能的土体。这项技术在堤坝施工、防渗墙建设等方面有着广泛的应用。在实际施工过程中,需要根据施工实际情况,对水泥浆灌浆施工的

相关参数加以控制,实现标准化的施工。例如,在堤坝施工中,由于地质条件的复杂性和多样性,如遇到较为深厚的砂砾石层,就必须采取更为严格的防渗措施。这是因为砂砾石层因其松散的结构和较大的孔隙率,容易导致水体渗漏,进而影响堤坝的稳定性和安全性。因此,在施工过程中,需要根据实际的地质勘测数据,精心设计防渗方案,建造出符合要求的防渗墙,以有效阻断水体渗透路径。同时,混凝土作为堤坝的主要建筑材料,其质量直接关系到整个工程的耐久性和防渗性能。因此,在混凝土的搅拌、运输和浇注等环节,都要进行严格的质量控制。在搅拌过程中,要准确计量各种原材料的比例,保证混凝土配合比的合理性;在运输过程中,要采取适当的措施防止混凝土离析和初凝;在浇注过程中,要均匀布料,振捣密实,避免出现空洞和裂缝等质量缺陷。

3.3 软土处理技术

软土处理技术对于水利水电工程基础处理施工来说至关重要。软土地基具有强度低、压缩性强等特点,如果不妥善处理,将严重影响整个水利水电工程的建设状况和未来的发展。软土处理技术主要包括置换法、排水法、夯实法等方法。置换法是一种地基处理技术,其核心在于将建筑物基础底面以下一定深度范围内的软弱土层进行挖除,并替换为具有无侵蚀性、低压缩性特性的散粒材料。这种散粒材料通常具有良好的物理力学性能,能提升地基的承载力和稳定性;而排水法则是另一种针对软土地基的有效处理方法,该方法主要通过向软基中设置砂垫层、排水井或者塑料多孔排水板等一系列排水设施,来构建水平或垂直的排水通道,使得土壤在较短时间内达到固结状态,提高地基的强度和稳定性。通过排水法的应用,可缩短地基处理的时间,提高施工效率,并为后续的建筑工程奠定坚实的基础。夯实法则是通过冲击、振动等方法将软土夯实,提高其强度和稳定性。在应用软土处理技术时,技术人员的专业判断和经验起着重要的作用。面对不同的软土条件,结合实际情况选择最合适的方法进行处理。

例如,在软土层较厚且含水量较高的情况下,单纯的夯实法无法达到理想的效果,因为水分过多会影响夯实的紧密性。此时,采用排水法结合夯实法进行处理,先通过排水措施降低软土层的含水量,再进行夯实加固,以提高地基的承载力和稳定性。在软土层较薄且含水量较低的情况下,则采用置换法进行处理,即挖除部分或全部软土,换填强度较高、稳定性较好的材料,如砂石、碎石等,以改善地基的力学性能。处理后的软土地基需要进行严格的检测和评价,包括地基承载力、变形模量等指标的测试,以满足工程设计和使用要求。

3.4 大体积碾压混凝土技术

大体积碾压混凝土技术作为一种新兴的施工技术,在水利水电工程的基础处理施工中展现出一定应用前景。该技术具有施工速度快、成本经济、强度卓越等显著优势。具体而言,大体积碾压混凝土技术是将特定材料掺入混凝土中进行混合搅拌,制备出一种干硬性的混凝土原材料。随后,利用专业的铺筑设备,采用振动碾压的方式对混凝土进行分层处理,使其逐渐形成具有高强度和优异防渗性能的土石坝体。

在应用大体积碾压混凝土技术时,技术人员需对混凝土的配合比进行精心设计,各组成材料比例要合理,以满足混凝土的强度、耐久性等性能要求。同时,严格控制搅拌时间、搅拌速度等参数,混凝土搅拌要均匀、质量稳定。在碾压过程中执行操作规程,对碾压遍数、碾压速度、振动频率等进行严格的控制和管理,让混凝土达到设计的密实度。对混凝土坝的施工温度和温度应力上要严格的控制和监测,采取有效的温控措施,防止因温度变化而引起的混凝土坝裂缝等质量问题。

4 总结

水利水电工程基础处理施工关键技术对于整个工程的质量、安全和可持续发展具有至关重要的影响。锚固技术、水泥土防渗技术、软土处理技术和大体积碾压混凝土技术作为水利水电工程基础处理施工中的关键技术,各自具有独特的原理、应用和技术要点。在实际施工过程中,需要根据工程实际情况和具体要求选择合适的技术方法,并严格按照技术要点进行操作和管理,让水利水电工程基础处理施工的质量和效果。同时,随着科学技术的不断发展和进步,需要引进先进技术、优化施工工艺和提高施工人员的专业技能水平,以推动水利水电工程基础处理施工技术的不断创新和发展。

[参考文献]

- [1]魏莉.绿色节能理念下水利水电工程施工质量的控制对策[J].中国轮胎资源综合利用,2024,(12):88-90.
- [2]邓永泰,黄伟.浅析水利水电工程施工安全技术及管理[J].长江技术经济,2024,8(06):126-130.
- [3]王威.水利水电工程施工阶段质量控制研究[J].水利技术监督,2024,(12):7-10+107.
- [4]魏莉.绿色环保模式下提升水利水电工程施工技术管理水平的策略[J].中国轮胎资源综合利用,2024,(11):84-86.

作者简介:

侯光普(1990--),男,汉族,河南新乡人,研究生,高级工程师,水利工程设计。