

水利水电工程基础处理施工技术研究

于鹏新 杨苗苗

中水东北勘测设计研究有限责任公司 吉林长春 130000

摘要: 水利水电工程在我国基础设施建设中占据着重要位置, 对我国经济发展与人民生活水平提升起着决定性作用。在科学技术不断进步, 工程技术越来越高超的情况下, 水利水电工程建设规模在逐步增大, 其作用越来越完善。但基础处理施工技术选择及运用仍是实际施工中影响工程质量及使用寿命的关键。尤其在复杂多样的地质环境中, 怎样选择适宜的基础处理施工技术来保证工程稳定与安全就成了水利水电工程领域急需解决的课题。为此, 文章旨在对水利水电工程基础处理施工技术现状及发展进行探究, 希望能够对相关工程实践起到有益借鉴和引导作用。

关键词: 水利水电工程; 基础处理; 施工技术

引言

采用科学合理的基础处理施工技术可以显著提高地基土壤物理、力学性能, 进而保证地基承载能力达到设计要求, 并为水利水电工程稳定运行提供了坚实的保障。比如对软弱地基我们可通过推行灌注桩, 压实处理和灌浆等技术手段提高其承载能力并有效预防过大或者过大沉降。另外, 地基处理技术涉及排水系统施工, 这可以有效地阻止饱和土壤诱发液化, 流动等现象, 并进一步夯实地基稳定。水利工程启动前, 如果使用合适的地基处理技术可以防止由于地质条件可能出现的各种问题, 如地基沉降, 位移或者破坏等不利条件, 继而使地基具有优良的稳定性。这样不仅将降低项目建设难度, 而且还将减少日后维修与养护成本, 对整个项目安全运行起到强有力的保证作用。

一、水利水电工程基础处理概述

1. 基础处理的概念和目的

基础处理在水利水电工程中指建筑物地基进行适当地加固、改建或处置。该工艺的中心目标是在保证上部建筑物稳定与安全的前提下, 提高上部建筑物承载能力。水利水电项目当中, 地基是否牢固是非常关键的, 因为其直接影响着整个项目的稳定性以及使用寿命。通过基础处理可有效提高地基物理力学性能, 避免地基不稳导致建筑物沉降, 倾斜乃至倒塌等安全隐患。另外基础处理可以增强地基承载力, 使其满足上部建筑物对荷载的需求, 从而避免地基承载力不充分所带来的结构问题。从整体上看, 基础处理作为水利水电工程施工过程中必不可少的环节, 不仅关系到工程质量, 而且还直接关系

到工程质量的安全与持久。通过科学、合理的基础处理能显著提高水利水电工程整体性能, 保证其能长期稳定为社会经济发展服务。这一环节对工程施工起着决定性作用, 是不可忽视的。

2. 常见的基础处理方法

常用基础处理方法对水利水电工程具有重要影响。其中主要有换填法、预压法、强夯法、振冲法。换填法就是通过开挖地基一定范围的软土层将其换填成稳定较好的土壤, 砂石等物质, 逐层夯实来满足地基承载力。预压法则是一种通过在地基上施加特定的静荷载来实现土体压实和孔隙比减小的方法, 从而提升地基的承载能力。常用的预压荷载包括建筑物的自重和超载部分, 而预压时间则是根据工程需求和地质条件来确定的。强夯法则是一种利用重锤自由下落产生的巨大冲击力来夯实土层的方法, 它可以使地基迅速固结。这种方法特别适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土和粘性土等不同类型的地基。另外, 通常采用振冲法进行治理, 即通过振冲器产生强烈的振动冲击来液化松砂基础, 随后充填碎石等粗粒料并通过振冲器压入土体, 形成更大密实碎石体以增加地基承载力和减小沉降。这几种基础处理方法在具体选取与运用时, 需结合地质勘察结果, 工程要求以及施工条件等多方面因素进行考量, 才能取得最佳处理效果。比如在软土地基处理中可能要用换填法或者预压法提高地基承载力与稳定性; 但在碎石土地基处理中, 可能更适宜用强夯法或者振冲法加固地基密实度及整体性能。

3. 影响基础处理的主要因素

水利水电工程基础处理质量受很多因素影响, 而地

质条件是特别关键的。复杂的地质结构，诸如岩石类型，土壤颗粒尺寸及分布情况，地下水流动性及水位等因素决定着选用什么样的基础处理技术与方法。比如当岩石不透水性较高时，就可能要通过高压注浆技术将裂缝封堵以阻止水分渗入；但当粒度较粗时，可能需采用深层搅拌或者土壤置换技术以提高地基稳定性及承载力。另外施工场地气候、温度等环境条件也影响基础处理施工技术。极端的温度变化将对材料固化及强度发展产生影响，进而影响到整个项目的安全性及持久性。同时在选择施工技术时还需考虑场地可达性、施工设备适用性等。比如在空间受限或者地形比较复杂的区域可能会要求使用更精细、更有适应性的处理方式。最后法律与环保规定同样不容忽视，尤其对于涉及生态敏感区或者法规要求较严的区域，其基础处理技术一定要满足各项有关环境保护标准。所以，有效而科学地选择基础处理技术，既要考虑到地质、环境、技术等方面的情况，又要满足法律法规要求才能保证项目的顺利实施与可持续发展。

二、水利水电工程基础处理施工技术

1. 地基加固方法

(1) 灌浆技术

灌浆技术被广泛用于松散或者裂缝岩土体加固。通过在地下灌注水泥浆或者化学浆料来充填空隙及裂缝以增强地基整体承载力及稳定性。在施工过程中，注浆压力一般需根据地质结构进行调整，常用压力区间在0.5~2.0MPa之间。浆料选择根据土的特性及要求强度不同，水泥浆通常采用1:1~1:2的水泥浆配比。灌浆的深度和间隔是基于裂缝的分布和宽度来设计的，通常深度可以达到几十米，而间隔可能在1米到几米之间变化。

(2) 深层搅拌技术

深层搅拌技术是用机械设备直接把水泥浆搅拌到土层内，从而改善土体物理、化学性质的技术。该技术适合于深层软弱土壤的治理，可显著增强地基承载力与抗剪强度。搅拌过程中关键参数有搅拌深度，搅拌直径，水泥浆配比等。搅拌的深度一般介于5米到20米之间，而搅拌的直径大约在1.5到3米之间。水泥浆的使用量通常是根据土壤的质地来决定的，大概是每立方米土壤150至300公斤。

(3) 地基置换技术

地基置换技术是指将原不稳定土层开挖并更换为砂砾等适当填充材料来实现地基加固。此法对地基含有机质较多或压缩性较大的土层较为适用。替换的深度是根据工程的需求和地质状况来确定的，通常是在地表以下

的3至10米的范围内。置换材料选择的关键是它的稳定性与排水性，一般用较粗颗粒砂砾。在施工时，还要考虑设置排水系统以防地基水分变化造成失稳。

2. 隔水与排水技术

(1) 防水帷幕

防水帷幕作为常见的隔水技术之一，它以多种途径在井下形成持续非渗透屏障以有效地隔离水分渗透。防水帷幕的深度和厚度是非常关键的参数，通常需要达到设计要求的地下深度，常见的厚度是1至3米。选材主要有水泥浆，聚合物及聚乙烯薄膜，需兼顾它们与地层环境相容性及耐久性。帷幕施工密度及缝隙率还需要满足设计要求才能保证地下屏障整体连续完整。

(2) 地下连续墙

地下连续墙作为常用的隔水结构形式之一，其施工方法是将深度较深的钢筋混凝土墙体不断布置于地下，从而建造出高效的地下隔水墙体。连续墙的设计深度、宽度和间距是关键参数，深度通常与工程设计地下水位相对应，墙体宽度一般在0.5至1.0米之间，间距根据地质条件和工程需求而定。墙体的强度和封闭性需要在地下水环境中满足应力和流动的条件，常用的钢筋混凝土配方是水泥和砂的比例在1:2到1:3之间，控制水灰比在0.4左右。

(3) 排水系统设计

排水系统的设计是确保工程地基排水，降低地下水位的一项关键性工程措施。排水系统主要由地表排水与地下排水两部分组成，常用地表排水结构有明沟，沟渠与暗渠，其中设计流量与坡度为关键参数，设计流量需以项目的最大期望降雨强度为基准，坡度由地形及允许流速决定。地下排水系统中常用渗流井和抽水井，其井深与井距需视地下水位及土壤渗透性而定，其排水量需与地基降水及排水需求相适应。

这些隔水及排水技术是否有效，可靠，对水利水电工程建设及运行具有十分重要的意义。实际工程需依据工程地质条件，环境要求及工程规模等因素，对相关技术措施进行合理筛选与精心设计，才能保证工程安全、稳定、长久地运行。

3. 振动处理技术

(1) 动力固结

动力固结主要用于软土地基的处理，它通过施加大型振动锤或者振动激振器来实现对地面的振动，使得土层颗粒重新排布，增加土体密实度及承载力。振动处理关键参数有振动频率，振动时长，振动力等。通常振

动频率范围是30~50Hz, 振动时长由地基土壤性质及处理厚度决定, 一般从几十分钟到几小时。振动力的范围为100~1000kN, 具体值需要根据地质条件及振动效果进行实时调节。另外振动锤下沉速度及工作次数需要根据实际情况进行灵活调控。

(2) 高压喷射技术

高压喷射技术利用高压水流或者水泥浆注入法处理地基, 可以挤密加固土层。高压水射流可以有效地改善松散土体物理性质, 增加土体密实度及抗剪强度。施工参数有喷射压力, 喷射孔径, 喷射方向等。通常喷射压力需依据土体稠度及墙壁深度而定, 常用喷射压力区间在15~30MPa之间。在选择喷射孔径的尺寸时, 需要依据土壤粒子的尺寸和孔隙度来作出决策, 通常范围在5至10毫米之间。喷射方向需依据不同位置地基情况进行调节, 保证土壤有足够喷浆充填。另外, 对水泥浆配比及流量的控制是保证喷浆效果不可忽视的一个参数。

这些振动处理技术对于提高地基承载能力及稳定性起到了至关重要的作用, 但是实际建设时需结合现场地质情况, 工程要求及技术规范等因素进行全面考虑, 合理地选择最合适的技术方案以及对施工参数进行严格地控制, 才能保证地基处理效果满足设计要求, 确保水利水电工程安全可靠进行。

4. 土壤稳定化技术

(1) 化学稳定化

化学稳定化就是通过化学添加剂来改良土壤性质。常用的化学添加剂有水泥, 石灰, 煤灰, 它们与土中颗粒及胶结物产生化学反应以提高土的结构稳定性及抗压强度。施工时, 主要参数有添加剂类型, 用量及混合方式等。在确定添加剂的种类时, 应考虑土壤的特性和需求, 而常见的水泥添加量通常是土壤重量的3%到10%之间。搅拌均匀及湿度控制同样是施工参数的一个重要组成部分, 保证添加剂在土壤中充分混合并形成稳定土壤结构。另外, 固结时间及固结后强度等试验是评价化学稳定化效果好坏的一个重点指标。

(2) 生物技术在土壤稳定中的应用

生物技术在土壤稳定性方面的运用主要是通过微生物、植物或动物等生物实体来推动土壤结构的优化和改进。该技术主要是利用微生物代谢作用, 植物根系渗透, 动物活动等提高土壤通透性及稳定性。施工参数主要有

生物种类选择, 种植密度, 养护管理等。选择合适植物种类可提高土壤有机质含量及稳定性, 种植密度需视土壤类型及工程要求而定, 密度过高或过低均可影响结果。生物体生长周期与养护管理还需结合实际情况进行制定, 才能保证生物体在土壤中发挥高效作用。

这些土壤稳定化技术对于水利水电工程具有重要应用价值, 可以有效促进工程地基质量稳定。但在实际建设过程中还需结合地质条件, 环境要求以及工程规模等因素进行全面考量, 对最合适的技术方案进行合理选取, 同时对施工参数进行严格把控, 为了保证土壤稳定化技术能够得到有效落实, 确保项目能够长期稳定可靠运行。

结束语

随着世界范围内水资源的不断短缺, 水利水电工程对国民经济与社会发展的影响也越来越大。基础处理施工技术是水利水电工程中最核心的一环, 它的技术水平与施工质量的高低直接影响着整个项目能否顺利进行。所以, 必须要不断地进行深入研究, 积极地进行创新, 增加基础处理施工技术科技含量, 才能满足新时期水利水电工程建设要求。与此同时, 还应该充分地认识到任何一项技术的发展都必须依靠理论和实践的密切结合, 并只能通过实际工程来不断地试验、总结、完善, 为了促进水利水电工程基础处理施工技术而不断地发展与进步。

参考文献

- [1] 孙建华, 肖亮, 李小东. 水利水电工程基础处理施工技术的研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(4): 4.
- [2] 张蕾. 水利水电工程基础处理施工技术研析[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2024(003): 000.
- [3] 张金龙. 水利水电工程基础处理施工技术浅析[J]. 治淮, 2023(12): 58-59.
- [4] 谢伟. 浅谈水利工程防渗施工处理技术研究[J]. 水电水利, 2023, 7(5): 70-72. DOI: 10.12238/hwr.v7i5.4781.
- [5] 高胜, 张浩东. 水利水电工程中水闸施工技术与管理的研析[J]. 中国厨卫, 2022(2): 3.