

水利水电工程基础处理施工技术要点分析

阮宏志

无为市水利建筑安装有限公司

摘要：本文旨在分析水利水电工程基础处理施工技术的要点，确保工程质量、安全性及其经济效益。通过综合评估土壤稳定性改善技术、基础加固技术、水土保持措施及环境影响与应对措施，本研究对各种基础处理技术进行了系统的比较和评估。研究结果指出，选择和综合应用适当的基础处理技术对于提高工程的稳定性和延长使用寿命至关重要。同时，研究强调了施工技术创新的必要性，包括信息技术的应用、新材料和新技术的研发以及跨学科技术融合，以应对复杂地质条件和提高施工效率与环保性能。

关键词：水利水电工程；基础处理；施工技术；土壤稳定性；基础加固；水土保持

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.12.068

引言

随着我国经济的综合水平的不断提高，社会对基础设施建设的要求和标准也在不断提升，加大基础设施建设，可以有效推动经济社会的发展。水利水电工程是较为基础的建设工程，在一定程度上直接决定了人们的生活质量。在当前的水利工程施工中，由于地基下土质及荷载分布不均匀，导致结构物不均匀沉降，严重威胁了水利工程的稳定性。基础处理作为保证工程质量和安全的关键环节，其施工技术的选择和应用直接影响到工程的使用寿命。本文旨在分析水利水电工程基础处理施工技术的要点，探讨不同技术的应用效果和方案优化，为工程建设提供技术支持和指导。

一、土壤稳定性改善技术

（一）深层搅拌法

深层搅拌法是一种常用的土壤稳定性改善技术，它通过机械搅拌将固化剂混合土壤，从而改善土壤的承载力和稳定性。这项技术适用于多种土质条件下的基础处理，具有广泛的应用前景。深层搅拌法的工作原理是将混凝土或水泥浆料注入到土壤中，然后使用搅拌机械在地下进行搅拌。^[1]这将导致土壤颗粒与混合物充分混合，形成一个坚固的柱状体，称为“搅拌桩”。这些搅拌桩在地基中增加了强度和稳定性，从而改善了土壤的承载能力。另外，深层搅拌法的适用性非常广泛，可用于各种土壤类型，包括砂土、黏土、软土以及淤泥等。这使其成为处理不同地质条件下的地基问题的理想选择。不仅如此，深层搅拌法还可以适应各种工程要求，包括大坝、桥梁、建筑物和道路等。而且，深层搅拌法的施工过程相对简单，且对周围环境的干扰较小。这有助于减少工程施工时间，降低成本，同时减少对当地居

民和生态环境的不利影响。

（二）真空预压技术

真空预压技术是另一种重要的土壤稳定性改善技术，在水闸工程施工的基础处理当中，常采用一种复合地基处理方式，其工作原理是通过在土体表面布置密封膜和抽气管，利用负压原理加速土体中水分排除，有效控制地基沉降。真空预压技术通过在工程区域的土表面覆盖一层密封膜，然后在密封膜下设置抽气管。通过抽取管内空气，形成负压环境，促使土壤中的水分向抽气管方向迁移。这样可以有效排除土壤中的多余水分，减少土体的压缩沉降，提高了地基的稳定性；真空预压技术特别适用于需要严格控制地基沉降的工程，例如高速铁路、大型桥梁和建筑物。通过减少地基的沉降，可以确保工程的稳定性和安全性，同时降低了维护成本；真空预压技术的施工相对简单，不需要大规模的土方工程，也不会对地下水位产生明显的影响。这使其成为一种环保且经济有效的土壤改善方法。

（三）土壤冻结法

土壤冻结法是一种应对特殊地质条件下的土壤稳定性改善技术。它通过人工降低土壤温度，使土中水分结冰，从而增加土体的强度和稳定性。土壤冻结法的工作原理是通过向土体引入低温冷冻剂，降低土壤的温度。当土壤温度降至冰点以下时，土中的水分会结冰，形成冻结区域。这些冻结区域具有较高的强度，可以增加土体的整体稳定性；土壤冻结法适用于一些特殊情况，如需要进行临时支护或在地质条件复杂的地区进行基础加固。在这些情况下，土壤冻结法可以提供一种有效的解决方案，确保工程的安全性；尽管土壤冻结法在特定情况下非常有效，但它需要专业的设备和技术，并且可能对环境产生一定的影响。

二、基础加固技术

基础加固技术在水利水电工程中可以增强地基的承载力和整体稳定性。本节将详细介绍四种关键的基础加固技术，包括桩基技术、化学注浆技术、高压喷射桩技术以及水泥土置换加固技术。

（一）桩基技术

桩基技术在水利水电工程施工中基础处理运用比较常见有效的方法，其主要作用是将上部结构物的荷载传递到承载力较强的土层上，或者将软弱土层挤压密实，以提高软弱土层的地基承载力。水利工程施工常见的桩基有钢筋混凝土灌注桩和水泥土搅拌桩等。

钢筋混凝土灌注桩施工主要是在施工现场通过机械钻孔或人工挖掘成孔、安放钢筋笼、灌注混凝土而成的

桩基，该方法优点在于可以适用不同土层。

水泥土深层搅拌桩是以机械旋转搅动需要处理的土层，在搅动的同时喷射水泥粉末或者注入水泥浆质，将松散的土质颗粒形成柱形桩体，增大地基的承载力。

（二）化学注浆技术

化学注浆技术是一种用于改善土壤性质和增强地基稳定性的高效方法。这项技术通过向土体注入化学材料，改变土壤的物理和化学性质，从而提高地基的承载能力。首先，化学注浆技术特别适合处理地下水位高的软土地基，因为它可以有效地改善土壤的排水性能，减少地基的沉降风险。通过选择适当的化学材料，可以根据工程需求来调整土壤的性质，从而增强地基的稳定性；化学注浆技术的施工相对简便，不需要大规模的土方工程。通过将化学材料注入到土壤中，可以迅速改善地基的性质，减少工程施工时间，并降低维护成本；化学注浆技术广泛应用于各种水利水电工程中，包括渠道、堤坝和水电站。它不仅可以提高地基的承载能力，还可以增加工程的稳定性和安全性。

（三）高压喷射桩（Jet Grouting）

高压喷射桩技术是一种基础加固和防渗的高效方法，它通过高压喷射水泥浆对土体进行切割和搅拌，形成具有一定强度和刚度的桩体。高压喷射桩技术适用于处理各种地质条件下的地基问题，包括软土、淤泥和岩石等。它可以根据工程需求调整喷射浆料的成分和压力，以满足不同地质条件下的加固要求；高压喷射桩技术通过将水泥浆料喷射到土体中，将土颗粒和水泥混合，形成坚固的桩体。这些桩体不仅可以增强地基的承载能力，还可以用于防止水流渗透，提高工程的安全性；高压喷射桩技术在水利水电工程中广泛应用，特别是在需要进行基础加固和防渗的场合。^[2]

（四）水泥土置换加固

水泥土置换加固的方法适用于厚度较薄的软弱土层处理，针对规模较小、交通条件不便利的水工建筑物，在遇到地基承载力不符合设计要求，或者打桩机等重型机械受交通条件限制不能进入施工现场，经常选用的基础处理方案。采用挖掘机将淤泥质土层挖除，换填拌制好的水泥土作为地基的持力层。严格按照设计配合比及土质要求拌制水泥土，拌制用料需严格控制含水率，采用挖掘机进行拌制。拌制好的水泥土，采用自卸汽车运至现场，人工结合挖掘机摊铺回填。水泥土采用蛙式打夯机夯实，每层填筑厚度及夯实遍数应通过现场试验确定，一般来说回填厚度为20~30cm、碾压遍数不少于6~8遍为宜。施工中严格控制土料的含水率，一般介于18~20%为宜，对局部出现弹簧土的应清除干净，压实度符合设计要求后方可下一道工序施工。

三、水土保持措施

水土保持措施在水利水电工程中旨在保护土壤和水资源，同时确保工程的稳定性和可持续性。本节将详细介绍三种关键的水土保持措施，包括植被恢复技术、排

水系统优化以及土工合成材料应用。

（一）植被恢复技术

植被恢复技术是一种有效的水土保持方法，它基于植被覆盖和根系固土的原理，旨在恢复和增强斜坡及堤坝的稳定性，同时美化环境。植被的根系能够牢固地固定土壤颗粒，防止水土流失。植物的叶片可以减缓雨水的冲刷作用，降低土壤侵蚀的风险；植被恢复技术通过选择适合当地气候和土壤条件的植物品种，进行植被覆盖。这些植物可以在施工后迅速生长，并形成稳定的植被覆盖层，从而保护土壤免受侵蚀和水流冲刷的影响；^[3]植被恢复技术不仅可以提高水土保持的效果，还可以美化环境，改善生态景观。在水利水电工程中，植被恢复技术通常与其他水土保持措施结合使用，以实现更好的效果。

（二）排水系统优化

排水系统优化是通过设计合理的排水系统，加快地表水和地下水的排除，减少水土流失，保护工程基础不受水害。排水系统的设计应考虑工程所在地的地质和气候条件。合理的排水系统可以迅速排除雨水，防止积水和泥石流的发生，从而维护工程的稳定性；地表水和地下水的排除对于水土保持至关重要。排水系统应包括排水沟、渠道和排水管道等设施，以确保水流顺畅，减少水土流失的风险；排水系统的优化不仅可以保护工程基础，还可以维护土壤的质量和水的可持续性。在水利水电工程中，排水系统的设计和维护是保证工程长期稳定运行的关键措施。

（三）土工合成材料应用

土工合成材料如土工布、土工网等在水土保持中发挥着重要作用，它们可以有效防止水土流失，增强土体稳定性。土工合成材料具有出色的抗拉强度和抗渗透性能。它们可以在土壤表面或地下层形成一个坚固的屏障，防止水流冲刷土壤并减少土壤侵蚀；土工合成材料的应用范围广泛。它们可以用于斜坡保护、河岸防护、堤坝加固以及土地复垦等方面。无论是在工程建设中还是环境保护中，土工合成材料都能发挥重要作用；土工合成材料的使用可以提高工程的可持续性。它们不仅可以减少土壤侵蚀和水土流失，还可以延长工程的使用寿命，减少维护成本。

四、环境影响及应对措施

（一）施工对周边环境的影响评估

在进行水利水电工程施工前，必须进行环境影响评估，以预测施工可能对周边环境产生的影响，并制定相应的保护措施。环境影响评估需要对施工区域的生态系统、土壤、水资源和空气质量进行全面的调查和分析。这可以帮助工程团队了解施工可能引起的环境变化，包括土壤侵蚀、水质污染和空气污染等；评估还应考虑施工对当地社区和居民的影响，包括居住环境、交通状况和社会稳定性。这有助于预测施工可能带来的社会问题，如交通拥堵和噪音扰民；基于评估结果，应制定详

细的环境保护计划，包括监测方案、环境保护设施的建设和操作规程。

（二）施工噪音和扬尘控制

施工期间产生的噪音和扬尘是常见的环境问题，需要采取有效措施来控制，以减少对周边居民生活和环境的影响。(1)施工噪音控制是重要的一环。噪声污染可能对周边居民的生活质量造成严重影响。施工现场应采取隔音屏障、降噪设备和工作时间限制等措施来减少施工噪音的传播和影响。(2)扬尘控制也是必不可少的。施工过程中产生的扬尘可能污染空气、影响能见度并对健康造成危害。应采取湿法喷淋、覆盖和粉尘控制设备等措施来减少扬尘的产生和扩散。^[4](3)与当地政府和社区密切合作，制定噪音和扬尘控制的具体计划，并监测执行情况。这可以确保控制措施的有效性，同时满足当地法规和标准。

（三）施工废弃物的处理与回收

施工过程中产生的废弃物需要得到合理的处理和回收，以减少环境污染和资源浪费。在水利水电工程中，废弃物的处理与回收应该是一个系统性的过程。废弃物应根据类型进行分类和储存。不同类型的废弃物，如建筑废弃物、化学废弃物和生活废弃物，应分别储存，并采取适当的防护措施以防止污染；可回收废弃物应进行回收利用。例如，废弃的建筑材料可以再利用于其他工程项目，减少资源浪费。化学废弃物应按照相关法规和标准进行安全处理和处置；有害废弃物应进行专业处理。这包括化学品和有毒废弃物，应按照环保法规进行妥善处理，以避免对环境 and 人类健康造成危害。

五、施工技术的创新与发展

（一）信息技术在基础处理中的应用

信息技术在现代水利水电工程的基础处理中扮演着越来越重要的角色。其中包括建筑信息模型（BIM）技术和地理信息系统（GIS）技术的应用，这些信息化手段能够显著提高施工设计和管理的效率和质量。一方面，BIM技术的应用使得工程设计和施工管理更加精确和可视化。BIM允许工程团队在虚拟环境中模拟工程结构和施工流程，以提前发现潜在的问题并进行优化。这有助于减少设计错误、减少施工延误，并提高工程质量。另一方面，GIS技术在工程选址和土地管理中发挥了关键作用。通过地理信息系统，工程师可以更好地理解施工区域的地形、土质和环境特征。这有助于选择最佳的基础处理技术和施工方法，并优化资源分配，减少环境影响。

（二）新材料和新技术的研发

水利水电工程的可持续性和环保性能取决于材料和施工技术的发展。在这方面，推动新型环保材料和先进施工技术的研发可以提高基础处理技术的可持续性和环保性能。(1)新材料的研发对基础处理技术的改进具有重要意义。例如，高性能混凝土、复合材料和可循环利用

的建筑材料可以增强工程的耐久性和稳定性，减少资源浪费和环境负担。^[5](2)新技术的应用可以提高施工效率和质量。例如，3D打印技术和机器人施工技术的引入可以实现更快速和精确的基础处理，减少人工劳动和施工成本。(3)环保技术的研发也是施工领域的重要趋势。水利水电工程的基础处理过程中，可以采用环保工艺和设备来减少排放和资源消耗，实现绿色施工。

（三）跨学科技术融合

水利水电工程的基础处理需要跨学科的技术融合，以综合应对复杂的工程挑战。加强工程技术与材料科学、环境科学等相关学科的融合对于基础处理技术的全面发展和创新至关重要。工程技术与材料科学的融合可以带来新材料和新工艺的发展。例如，材料科学的研究可以为工程提供更具创新性和环保性的材料，从而改进基础处理技术；而环境科学的知识可以帮助工程团队更好地理解基础处理过程中的环境影响，并提供相应的环保措施。这有助于实现工程的可持续性发展。另外，跨学科技术融合还可以促进工程领域的创新和知识传播。通过不同领域的专家合作，可以加速新技术和最佳实践的推广和应用，提高工程质量和效率。

结论

通过对水利水电工程基础处理施工技术要点的深入分析，本文揭示了土壤稳定性改善、基础加固与水土保持技术的关键作用，以及环境影响的综合考量在工程施工中的重要性。研究表明，合理选择和综合运用这些技术是确保工程成功的基础，能显著提升工程的安全性、稳定性和经济效益。面对日益复杂的施工环境和高标准的工程要求，技术创新成为推动行业发展的关键动力。信息技术的融合、新材料的应用和跨学科的技术融合不仅能提高施工效率，还能增强工程的环保性能，促进水利水电工程的可持续发展。因此，工程项目管理者和施工团队应加强对先进施工技术的研究与应用，同时重视环境保护和资源利用效率，确保施工活动符合当前的环境保护标准和社会发展目标。未来，随着技术的不断进步和创新，水利水电工程基础处理施工技术将继续朝着更高效、更环保、更智能化的方向发展，为解决更加复杂的工程挑战提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1] 史录兵. 水利水电工程的基础处理施工技术研究[J]. 内蒙古水利, 2021, (03): 26-27.
- [2] 陈保翠. 水利水电工程基础处理施工要点及应用实践[J]. 中华建设, 2022, (04): 159-160.
- [3] 刘晓伟. 浅析水利水电工程基础处理施工技术[J]. 居业, 2021, (08): 77-78.
- [4] 王久春. 水利工程施工中软基基础处理技术分析[J]. 运输经理世界, 2020, (16): 139-140.
- [5] 韩琨. 水利工程基础处理施工技术研究[J]. 居舍, 2021, (18): 47-48.