

# 水利基础施工中软土地基的处理措施

胡元

宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司 宁夏 银川 750001

**摘要：**水利基础施工中，软土地基处理是关键环节。本文探讨了软土地基的概念、施工中常见问题及注意事项，并详细介绍了排水砂垫层法、加筋法、预压砂井法、强夯法、化学固结法和旋喷法等六种水利工程软土地基处理技术。这些技术各有特点，适用于不同地质条件的软土地基处理，旨在提高地基承载力和稳定性，确保水利工程的顺利进行。

**关键词：**水利基础施工；软土地基；处理措施

## 引言

软土地基因其低强度、高压缩性和不均匀性等特性，在水利工程施工中频繁出现，构成了不小的施工障碍。这些特性不仅增加了施工难度，还可能影响水利工程的安全性和稳定性。因此对软土地基进行科学有效的处理至关重要。本文旨在深入探讨软土地基处理的相关技术和方法，为水利工程施工提供可靠的理论依据和实践指导，确保工程质量和安全。

## 1 软土地基的概念

软土地基，这一术语专指由富含水分的软土构成的地基系统，其土壤成分以软土为主，特征在于高含水量、土质疏松、压缩性大和强度低，难以支撑重大荷载<sup>[1]</sup>。在水利工程领域，软土地基的处理尤为关键，因水利工程不仅需承担蓄水、排水重任，还时刻受自然环境的深刻影响。水利工程的地基要求极为严格，它是施工的基础与核心环节。软土地基在特定条件下，如长时间太阳暴晒，会失去大量水分，土质变得松软，抗剪强度大幅下降，进而对水利施工构成严重威胁。部分软土地基主要由淤泥质土构成，这类土壤透水性极差，施工中易导致水分积聚，难以排出。为确保地基施工的顺利进行，常采用排水固结法，有效排出软土中的水分，提升地基稳定性。软土自身性质决定了其地基强度低、压缩性大。随着工程规模的扩大，软土地基所承受的荷载不断增加，其坍塌风险也随之提升。当单位面积荷载超过0.1MPa时，软土地基极易发生坍塌，给水利施工带来极大困扰。软土地基的高压缩性还导致其沉降速度异常迅速，需采取有效措施加以控制。软土地基因其独特的物理和化学性质，在水利工程中构成了严峻挑战。为确保工程质量和安全，必须针对软土地基的特点，采取科学合理的处理措施，如排水固结、加固处理等，以提升地基的承载力和稳定性，为水利工程的顺利进行奠定坚实基础。

基础。

## 2 软土地基施工中出现的问题

在软土地基上进行施工，往往会遇到一系列挑战，其中最为突出的问题便是地基承载力不足导致的建筑物偏差。由于软土的松软特性，其抗剪强度相对较低，难以承受大型建筑物的重量。当在软土地基上修建的建筑物重量超过地基的抗剪强度时，地基所承受的剪力将失衡，进而引发建筑物的偏移或沉降。施工过程中的一系列因素都可能加剧这一问题。（1）施工活动本身会打破软土地基原有的平衡状态。在挖掘、填筑等施工过程中，地基的应力分布会发生变化，导致原有的剪力度降低。这种变化若未得到妥善处理，将直接影响地基的稳定性。（2）气候条件也是影响软土地基稳定性的重要因素。特别是在潮湿环境下，软土地基中的水分含量会迅速增加。水分的增加不仅会降低土壤的强度，还会增大土壤内部的孔隙水压力，从而进一步加大剪应力。当剪应力超过地基的承载能力时，建筑物便会出现偏差。

## 3 软土地基处理过程中的注意事项

在软土地基处理过程中，为确保水利施工的总体质量，必须高度重视施工准备体系的建立与完善，这一体系旨在全面规划、科学指导软土地基的施工活动，确保施工过程的顺利进行和工程质量的稳步提升<sup>[2]</sup>。首先，软土地基施工技术的选择至关重要。施工技术的选用应充分考虑施工规模、工作量以及地基的实际情况。在大型水利施工中，砂垫层法因其高性价比而备受青睐。该方法通过铺设砂垫层，提高地基的排水性能和承载能力，从而有效改善软土地基的稳定性。其次，施工时间的合理安排也是软土地基处理中不可忽视的一环。施工时间的选择应基于工程的整体进度和地基处理的特殊要求。合理的施工时间规划有助于确保软土地基处理方案的顺利实施，避免因时间紧迫而导致的施工质量问题。通过

科学的时间管理，还能提高施工效率，缩短工期，降低工程成本。此外，在软土地基处理过程中，还需密切关注地基的加固效果。加固处理是提升地基承载力和稳定性的关键措施。施工人员应根据地基的实际情况和加固要求，选择合适的加固方法和材料，确保加固效果达到设计要求。在施工过程中还需加强监测和检查，及时发现并处理潜在的质量问题，确保软土地基处理工作的顺利进行。

#### 4 水利工程软土地基处理技术

##### 4.1 排水砂垫层法

水利工程中，软土地基处理技术至关重要，其中排水砂垫层法是一种常见且有效的处理方法。该方法利用级配良好的中砂和粗砂（含泥量不超过5%）作为垫层材料，通过分层压实的方式构建砂垫层，以改善软土地基的性能。在排水砂垫层的施工过程中，分层厚度和压实次数均需经过严格检测，以确保施工质量。砂垫层铺设于路堤底部，随着施工荷载的逐渐增加，软土层中的水分在压力作用下通过砂垫层排出，从而加速软土地基的固结过程。为了保持砂垫层的良好排水性，需选用具有高透水性的材料。砂垫层的铺设厚度需控制在0.6至1.0米之间，以达到最佳的排水效果。为避免水分回流至路基，可在砂垫层上方铺设一层粘性土，形成有效的隔水层。在路基两侧修建排水沟是排水砂垫层法的另一项关键措施。排水沟的作用在于收集并排出砂垫层中渗出的水分，确保路基的稳定性。通过合理设计和施工排水沟，可以有效防止水分积聚，降低地基沉降风险。

##### 4.2 加筋法

加筋法作为水利工程软土地基处理的一种有效手段，通过埋设高强度土工合成材料，充分利用土颗粒位移与拉筋产生的摩擦力，将土与加筋材料紧密结合成一个整体，从而显著降低整体变形幅度，提高地基的稳定性<sup>[3]</sup>。在具体实施中，加筋材料通常选用具有高强度和良好耐久性的土工合成材料，如土工格栅、土工布等。这些材料被埋设在软土层中，通过其强大的抗拉性能，有效约束土体的变形，增强地基的承载能力。为了进一步提升淤泥质软土地基的固结速度，可以加设塑料排水板。塑料排水板具有良好的导水性能，能够迅速将地基中的水分排出，加速地基的固结过程，从而提高地基的强度。在砂垫层中铺设土工织物也是加筋法的一种重要应用。土工织物因其独特的拉性，能够调整基底应力的分布，有效减少地基的侧向位移和相对沉降。对软土地基进行合理调整，不仅显著提升了地基的稳定性，还有效降低了因地基变形而可能引发的各类工程风险。这一举措

为水利工程的整体安全与持久运行提供了有力保障。

##### 4.3 预压砂井法

预压砂井法是一种有效的水利工程软土地基处理技术，它结合了排水系统与加压系统，旨在加速地基中孔隙水的排出，从而改善地基的固结状况和承载能力。在实施预压砂井法时，首先需清理加固范围内的植被和表面土层，为后续施工创造有利条件。接着，铺设一层砂垫层，作为排水和加压的媒介。随后垂直向下插入塑料排水板，并在砂垫层中水平放置排水管，以构建一个高效的排水网络，改良加固地基的排水条件。为了进一步增强排水效果，需在砂垫层上铺设一层密封膜，并利用真空泵将密土膜内的地基气压抽到80kPa以上。这一步骤通过形成负压环境，加速地基中孔隙水的排出，促进地基的固结。由于该方法加固时间较长，且真空处理过程相对复杂，因此更适用于工期要求不紧张的淤泥质土地基处理。预压砂井法的优势在于能够显著改善地基的排水状况，加速地基固结，提高地基的承载能力和稳定性。该方法施工相对简便，成本可控，适用于多种软土地基条件。然而也需注意施工过程中的质量控制和安全管理，确保施工效果达到预期目标。

##### 4.4 强夯法

强夯法是一种高效的水利工程软土地基处理技术，它利用重锤的自由下落产生的巨大冲击力，对土层进行夯实，以改善地基的承载能力和稳定性。在实施强夯法时，通常使用80KN以上的夯锤，并将其提升至6至30米的高度，然后使其自由下落，对土层进行强烈的冲击。这种冲击作用会在夯点周围产生裂缝，为孔隙水的排出提供了便捷的通道，有助于土体的快速固结。强夯法的优势在于能够显著提高土体的承重能力，夯实后的地基能够有效减小建设荷载引起的压缩变形。这一特点使得强夯法在处理软土地基时具有显著的效果，能够显著提升地基的稳定性和承载能力。强夯法还具有施工简便、成本相对较低等优点。然而，也需注意施工过程中的质量控制和安全管理。应确保夯锤的重量、提升高度和下落速度等参数符合设计要求，以避免对周围环境和建筑物造成不利影响。还需对夯实后的地基进行必要的检测和评估，以确保其满足工程要求。强夯法作为一种有效的水利工程软土地基处理技术，具有广泛的应用前景。在实际工程中，应根据地基的实际情况和工程要求，合理选用该方法及其相关技术措施，以确保工程质量和安全。施工过程中应严格控制施工质量和安全管理，确保施工效果达到预期目标。

##### 4.5 化学固结法

化学固结法是一种针对特定条件下软土地基处理的有效手段,尤其适用于传统方法难以取得理想效果的场景。该方法通过向软土地基中注入或掺入特定的化学材料,对地基进行填充和改造,从而显著提升地基的强度,减缓其压缩性变化速度,并大幅提高承重能力,以满足水利工程建筑的地基设计要求<sup>[4]</sup>。化学固结法的核心在于所使用的化学材料。这些材料通常具有高强度、低压缩性、良好的水稳性和化学稳定性等特点,能够与软土发生化学反应或物理作用,形成更加坚固的地基结构。常见的化学材料包括水泥、石灰、粉煤灰等无机材料,以及高分子聚合物等有机材料。在施工过程中,化学材料通常以浆液的形式注入软土地基中,通过渗透、扩散和化学反应等过程,与软土颗粒紧密结合,形成新的固结体。这些固结体不仅强度更高,而且具有更好的抗渗性和耐久性,能够有效提升地基的整体性能。值得注意的是,化学固结法在施工过程中需要严格控制化学材料的用量和注入方式,以避免对周围环境造成污染或破坏。还需对处理后的地基进行必要的检测和评估,以确保其满足工程要求。化学固结法作为一种高效、灵活的软土地基处理方法,在水利工程中具有广泛的应用前景。然而,其施工成本和环保要求也相对较高,因此在实际工程中应根据具体情况进行合理选择和应用。

#### 4.6 旋喷法

旋喷法是一种在水利工程中广泛应用的软土地基处理技术,其核心在于利用旋喷机具制造的旋喷桩来提高地基的承载能力,并可用于连锁桩施工或定向喷射成连续墙以实现地基防渗。旋喷桩的制作过程是将带有特殊喷嘴的注浆管深入土层的预定深度,然后提升注浆管的同时使喷嘴以高速旋转。这一过程中,高压喷射的水泥固化浆液与土体充分混合,经过凝固后形成强度较高、压缩性较小的桩体。这些桩体与被加固的土体相比,具有更好的物理力学性质,能够显著提升地基的承载能力

和稳定性。旋喷法并非适用于所有类型的软土地基。对于有机质成分含量较高的地基土,如塘泥土、泥炭土等,旋喷法的加固效果可能并不理想。这是因为有机质会影响水泥的水化反应,从而降低旋喷桩的强度。在选用旋喷法之前,需要对地基土的成分和性质进行仔细分析,以确保施工效果。旋喷法的施工过程也需要严格控制。注浆管的插入深度、喷嘴的旋转速度、水泥浆的喷射压力等参数都需要根据工程要求进行精确计算和设置。施工过程中还需要对压力、流量和冒浆量等参数进行实时监测和记录,以确保施工质量和安全。旋喷法作为一种高效、灵活的软土地基处理方法,在水利工程中具有广泛的应用前景。但在实际应用中,需要根据地基土的成分和性质进行合理选择,并严格控制施工过程以确保施工效果

#### 结语

水利工程软土地基处理至关重要,合理选择与应用处理技术能显著提升地基性能,确保工程稳定。随着科技进步与工程实践深化,我们不断探索更高效、环保的处理方法。这些努力不仅为当前水利工程建设提供坚实支撑,更为水利事业的可持续发展注入强劲动力。未来,我们将持续创新,优化技术,为水利事业蓬勃发展贡献力量,共创美好水利未来。

#### 参考文献

- [1]张蔚雯.软土地基处理技术在水利施工中的应用[J].河北水利,2021(11):43-44.
- [2]崔金刚,陈又贵.水利工程施工中软土地基处理技术[J].黑龙江水利科技,2023,51(10):86-88,100.
- [3]朱明帆,周博佳.水利基础施工中软土地基的处理措施[J].城镇建设,2019(5):99.
- [4]李景仰.水利工程中土坝软土地基施工处理措施[J].百科论坛电子杂志,2021(5):1690.