

水利水电工程施工中不良地基处理技术分析

曹鹏鹏 惠耀春 王雄军

江苏盐城水利建设有限公司，江苏盐城，224056；

摘要：水利水电工程的建设往往需要在复杂多变的地质环境中进行，不良地基问题直接影响着工程的安全稳定和使用寿命。因此，对不良地基进行有效处理，改善地基承载力，减少地基沉降，是水利水电工程施工中的关键环节。

关键词：水利水电工程施工；不良地基；处理技术

DOI:10.69979/3029-2727.24.04.020

1 水利水电工程施工中不良地基的危害

1.1 地基稳定性降低

不良地基对水利水电工程的危害首要表现为地基稳定性降低。如遇松散的沉积物、软弱土层、岩溶、断层破碎带等，这些地层在荷载作用下容易发生剪切破坏或不均匀沉降，导致工程结构物产生裂缝、倾斜，严重时甚至引发工程事故，威胁到工程的安全运行。

1.2 工程造价增加

处理不良地基通常需要额外的费用和技术投入，如地基加固、排水、防渗等，这些都会显著增加工程的建设成本。同时，由于地基问题引发的工程延误，也会带来时间成本的增加。

1.3 影响工程使用寿命

不良地基未得到妥善处理，会导致工程结构长期处于不稳定的工况下，加速结构的疲劳破坏，降低工程的使用寿命，增加后期的维修和更换成本。

2 水利水电工程施工中不良地基处理技术的应用

2.1 换填法

换填法，一种在土木工程领域广泛应用的地基处理技术，旨在改善地基的承载能力和稳定性。其基本原理是，通过对地基中物理性能不佳或承载力不足的土层进行挖掘，然后填充以具有优良物理特性和足够承载力的土石材料，从而提高地基的整体性能，确保建筑物的安全稳定。这种方法尤其适用于那些地基表层存在松散沉积物或软弱土层的复杂地质环境，如河流、湖泊的沉积地带，或者曾经的沼泽区域。

换填材料的选择是实施换填法的关键环节。常见的换填材料包括砂石、碎石、灰土、渣土、工业废料等，每种材料都有其独特的物理特性和成本效益。例如，砂石具有良好的排水性和压缩性，常用于对排水要求较高的工程；碎石则因其高强度和良好的承载性能，常用于需要承受较大荷载的工程；而灰土则因其可塑性好、来源广泛且成本较低的优点，常在经济性考虑更为重要的情况下选用。在实际应用中，需根据工程的具体需求、地质条件、环保要求以及经济性等因素，通过科学的计算和试验，来确定最合适的换填材料。

2.2 预压法

预压法，作为一种有效的地基处理技术，被广泛应用于各类土质结构的建设中，尤其是对于软土地基的改造。其基本原理是通过在地基上施加额外的预压荷载，迫使土体内部的孔隙水提前排出，进而实现土体的预先压缩，以提高地基的承载能力和降低沉降风险。这种方法的实施，对于防止建筑物在使用过程中因地基不均匀沉降导致的结构破坏，具有重要的工程意义。

在实际应用中，预压法通常会结合其他辅助技术，如砂井或塑料排水板的使用。砂井是通过在地基中插入一系列的井孔，然后注入砂粒，形成一个连续的排水通道，加速土体中的水分排出。塑料排水板则是一种更为现代的排水手段，其内部的三维结构可以提供更大的排水面积，进一步提高固结效率。这两种方法都能有效缩短预压处理的时间，降低工程成本，同时减少对周围环境的影响。

然而，预压法的应用并非一蹴而就，需要根据地基的地质条件、土体性质、工程要求等因素进行详细的设计和计算。同时，预压过程中可能引发的土体侧向位移、

地面沉降等问题也需要通过合理的施工技术和监测手段来控制。因此,预压法虽然有效,但其实施过程需要专业的技术指导和精细的管理。

2.3 注浆法

注浆法,一种在地质工程领域广泛应用的技术,旨在通过科学手段提升地基的质量和稳定性。这一方法的核心是通过精确的钻孔操作,将特制的浆液注入地基土体的裂缝或空隙中,进而实现对土体的固结。浆液的成分通常包括水泥、化学聚合物或其他能够与土壤产生反应的物质,它们在接触到土壤裂缝后会迅速凝固,形成一种高强度的固结层。

注浆法的实施对于那些存在断裂带、岩溶或土层渗透性过大的地基来说,具有显著的改善效果。例如,在地质结构复杂,存在大量裂缝和空洞的地区,这些天然的通道会极大地影响地基的承载能力和防渗性能。通过注浆,可以有效地堵塞这些通道,减少水分的渗透,防止地基的进一步破坏,从而提高地基的整体性和强度。

此外,注浆法的适用性广泛,不仅适用于新建工程的地基处理,也常用于既有建筑的病害治理。据统计,全球范围内,注浆法在公路、桥梁、隧道、建筑物等各类工程中的应用比例逐年上升,其在地基处理领域的地位日益凸显。

值得注意的是,注浆法成功实施依赖于精确的地质勘查和科学的注浆设计。工程师需要根据地基的具体情况,如土壤类型、裂缝分布、地下水位等因素,制定出针对性的注浆方案,以确保浆液能够准确、有效地注入目标区域。

2.4 振冲法

振冲法,一种在土木工程领域广泛应用的地基处理技术,其核心原理在于通过振冲器产生的高强度振动能量,对地基土体进行深层处理,从而实现地基的密实,提升其承载能力。这种技术的出现,极大地解决了在建设过程中地基不稳、沉降过大等问题,为现代建筑的稳固性提供了有力保障。

振冲法主要适用于砂土、粉土以及杂填土等地基类型。在砂土中,由于颗粒间的摩擦力较小,易于产生孔隙,导致地基承载力下降。而振冲法的振动作用可以使砂土颗粒重新排列,封闭孔隙,提高地基的整体性。对于粉土和杂填土,由于含有大量的细小颗粒,其渗透

性差,易形成饱和状态,影响地基的稳定性。振冲法的振动能量可以促使这些细小颗粒重新分布,改善土体的结构,提高其承载能力。

此外,振冲法还具有施工速度快、噪音低、环境污染小等优点。与传统的地基处理方法如桩基、换填法等相比,振冲法更具有经济效益和社会效益。然而,值得注意的是,振冲法并非适用于所有地基条件,对于含有大量粘土或含有大颗粒物质的地基,需结合其他技术进行综合处理。

2.5 深层搅拌法

深层搅拌法,一种在土木工程领域广泛应用的地基处理技术,旨在通过科学的手段提升地基的承载能力和稳定性。该方法的核心是利用深层搅拌机,将地基中的土壤与水泥浆或其他具有固化效果的化学试剂充分搅拌混合,从而在地基内部创造出一种连续、均匀的加固体。这种加固体能够显著增强地基的强度,降低其在荷载作用下的变形,对于改善软粘土地基的工程性能具有显著效果。

深层搅拌法的实施过程通常包括预搅拌、注浆和后搅拌三个步骤。首先,深层搅拌机头深入地基内部,通过旋转刀片将土壤切碎并搅动,形成一个松散的工作区域。接着,按照预先设定的比例,将水泥浆或其他固化剂通过搅拌机的喷嘴均匀注入到搅拌区域,与土壤充分混合。最后,再次搅拌土壤和浆液的混合物,确保其均匀性,形成坚实的加固体。

在软粘土地基中,深层搅拌法的应用效果尤为显著。软粘土由于其高含水量和低强度特性,往往导致地基承载力不足,易于发生沉降。而深层搅拌法能够有效地改变软粘土的物理结构,通过固化剂的作用,使软粘土转化为具有较高强度和较好水稳定性的固结体。据相关研究显示,采用深层搅拌法处理后的地基,其强度可提高4-6倍,大大提升了工程的安全性。

此外,深层搅拌法还具有施工速度快、噪音低、对周边环境影响小等优点。在城市改造、道路建设、机场跑道等大型工程项目中,深层搅拌法被广泛采用,为解决地基处理问题提供了经济、高效的解决方案。

3 水利水电工程施工中不良地基处理技术的应用措施

3.1 选择合适的处理技术

在水利水电工程施工中,面对不良地基,选择合适的处理技术至关重要。这需要根据地基的地质条件、土体性质、工程要求以及环境因素等进行综合分析。例如,对于含水量较高的软土地基,可能需要采用预压法或注浆法进行处理;而对于含有大量粘土或大颗粒物质的地基,振冲法或深层搅拌法可能更为适用。在实际操作中,往往需要结合多种处理技术,形成综合处理方案,以达到最佳的处理效果。

3.2 全面深入的地质勘查

在着手进行地基处理之前,一项至关重要的步骤是进行全面深入的地质勘查。这不仅包括对地层结构的详细分析,以了解不同层次的地质构成,还涉及到地下水位的精确测定,以评估地下水对地基稳定性的影响。此外,对土体类型、强度和渗透性的测定也是必不可少的,这些参数将直接影响到选择何种地基处理技术以及设计出最适宜的处理方案。地质勘查的另一个重要任务是识别潜在的地质风险,如地质断裂带、岩溶区域或不稳定的土层,这些都可能在施工过程中引发不可预见的问题,因此需要在前期就采取预防措施。

3.3 精准无误的施工控制

施工阶段,精准的控制是确保地基处理效果的关键环节。这要求对注浆量进行精确控制,以确保加固材料在地基中的均匀分布,同时,振冲深度的精确调整能有效改善地基的密实度。在施工过程中,搅拌均匀性是保证地基质量的重要因素,必须确保地基处理过程中的每一环节都达到预设标准。实时监测地基的变形情况,如地面沉降和侧向位移,能帮助我们及时调整施工参数,防止过度处理或处理不足导致的潜在风险。

3.4 环境保护与可持续发展

在处理不良地基的过程中,我们不能忽视环境保护和可持续性的原则。这意味着在选择处理技术时,应优先考虑低污染、低能耗的选项,以减少对周边环境的不良影响。同时,处理后的地基应具备长期的稳定性,避免因地基问题引发的频繁维修或重建,从而在实现工程目标的同时,兼顾经济与环境的双重效益。

3.5 技术创新与优化

随着科技的快速发展,新的地基处理技术和材料不断涌现,为水利水电工程提供了更多的可能性。我们应该积极引入和应用这些新技术,以提高处理效率,降低成本,特别是对于那些传统方法难以有效应对的复杂地基问题。同时,对现有技术进行持续的优化和改进,以适应不断变化的工程需求和环境条件,是推动地基处理技术进步的重要动力。

4 结语

不良地基处理技术的选择应根据地质条件、工程性质、经济性等因素综合考虑,采取合理的处理措施,以确保水利水电工程的安全稳定运行,降低工程造价,延长工程使用寿命。同时,随着科技的发展,新的地基处理技术也将不断涌现,为水利水电工程的建设提供更优的解决方案。

参考文献

- [1] 刘安富. 水利水电工程施工中有关不良地基处理技术[J]. 水利水电技术: 中英文, 2022, 53(S2): 225-229.
- [2] 杨勇. 水利工程不良地基混凝土桩加固分析[J]. 地下水, 2022, 44(03): 293-295.