

# 水利工程设计的软土地基处理技术

王 刚 申 明

河南灵捷水利勘测设计研究有限公司 河南 南阳 473000

**摘 要:** 水利工程建设涉及广泛、复杂多样的地质条件和土地基特性,其中软土地基的处理显得尤为重要。本文从水利工程软土地基处理的意义及基本特点入手,对其施工准备和软土地基处理技术进行了分析,旨在为水利工程设计人员提供参考和指导。

**关键词:** 水利工程设计; 软土地基处理; 技术

## 引言

软土地基是指由于沉积作用或淤积过程形成的具有较强可塑性和高水分含量的土层。在水利工程设计中,软土地基的存在给项目的稳定性和安全性带来了很大的挑战。因此,软土地基处理技术的选择和应用对于水利工程的成功实施至关重要。

### 1 水利工程软土地基处理的意义及基本特点

#### 1.1 水利工程软土地基处理的意义

水利工程的软土地基处理是一项非常重要的工作。软土地基是一种常见的地质情况,如果不进行处理,将会对水利工程的施工、运行和稳定性带来不良影响,严重的甚至会危及到水利工程的安全。因此,软土地基处理对水利工程的意义十分重大。第一,软土地基处理能够提高工程的稳定性。软土地基的物理性质和机械性质都相对较差,且易受降雨和水文因素的影响。如果未经处理直接进行施工,底部沉降、侧向位移和开裂等情况会极易发生。通过软土地基处理,可以改善地基物理和机械性质,提高地基承载力和稳定性,从而确保水利工程的长期稳定运行。第二,软土地基处理可以降低施工风险和成本。软土地基处理可以将地基的稳定性和可靠性提升到设计要求之上,降低施工风险,避免施工过程中产生的非预期问题和维修成本。需要指出的是,软土地基处理是一项技术和资金投入比较大的工作,但是一旦处理完成,可以大大减少后续维修工作的投入。第三,软土地基处理能够提高水利工程的安全性。水利工程所处环境比较恶劣,随时存在发生自然灾害的可能。软土地基作为水利工程的一部分,如果没有经过处理,将会在自然灾害发生时受到更加严重的影响。通过软土地基处理,可以增强地基的稳定能力,减小灾害的影响范围,提高水利工程的抗灾能力,从而最大限度地保证工程和人员的安全。

#### 1.2 软土地基的基本特点

(1) 软土地基的透水性较差。相对于一般土壤结构,由于软土地基内部粒子间的空隙很大,使得其空隙率较高。这些现象导致了软土地基当积水渗入时,将这些积水逐渐固化到了土壤当中。由于软土地基的含水率一般在百分之三十五以上,当进行开挖施工时就很容易发生地基堆积水过多的现象。因此在实际施工过程中,需要提前做好排水工作,以减少基坑积水对结构强度的不利影响。(2) 软土地基具有一定的压缩性。由于软土地基的颗粒间距较大、颗粒结构较松散,导致软土地基在承受荷载时容易发生较大的沉降变形。这也意味着在软土地基上进行建筑物的施工时,需要采取相应的加固措施,以确保建筑物的稳定性和安全性。(3) 软土地基的抗剪强度较低。由于软土地基的颗粒结构松散,其内部的颗粒摩擦力不足,导致软土地基的抗剪强度相对较低。这也使得软土地基在承受荷载时容易出现剪切破坏,需要进行相应的加固处理,增强其抗剪强度。(4) 软土地基具有一定的液化风险。当软土地基遭受到震动或地震等外界因素时,由于其含水量较高、孔隙度较大,可能会发生液化现象。液化会导致地基失去承载能力,给建筑物带来严重的威胁。因此,在软土地基上建造建筑物时,需要针对液化风险进行相应的工程设计和防范措施。

## 2 施工准备

### 2.1 软土检测

软土检测是在工程施工前针对软土地基的性质和质量问题进行调查和测试的过程。为了保证施工的安全性和质量要求,施工单位应该采取合理的软土检测措施,并对检测结果进行分析和处理。首先,软土检测应该从现场勘察开始。施工单位需要派遣专业的工程师和技术人员前往现场,详细了解地质环境和土壤情况。他们可以观察地表情况、了解周边建筑物的情况以及获取其他相关信息。这些资料对后续的软土检测非常重要,可以

帮助确定合适的检测方法和参数。其次,根据现场勘察的结果,施工单位应选择适当的软土检测方法。软土检测方法多种多样,包括现场试验、室内试验和实验室分析等。现场试验可以通过使用称重板、动力触探和静力触探等设备来测量土壤的力学性质;室内试验则可以通过采集样品进行室内试验和分析,了解土壤的物理和化学性质。实验室分析则是进一步研究土壤中的有机物、水分和颗粒级配等关键参数<sup>[1]</sup>。最后,根据软土检测结果,施工单位需要对存在的质量问题进行合理的处理。如果软土地基承载力不足或者不稳定,施工单位可以采取相应的加固措施,如灌注桩、振冲桩或地下连续墙等。对于软土沉降问题,可以选择预压法或加固地基支撑结构等方式进行处理。此外,还需要根据具体情况选择合适的排水措施,以提高软土地基的稳定性。

## 2.2 机械设备的准备

软土地基常常具有较差的承载力和较大的沉降变形特性,因此水利工程建设单位应该根据对项目的土层情况的调查结果,选择适合软土地基施工的机械设备。例如,挖掘机是常用的软土地基施工机械,可以用于开展土方开挖和平整工作。此外,还可以考虑使用压实机械设备来提高软土地基的密实度和承载力。同时,在选择机械设备时,水利工程建设单位还应考虑设备的品牌和质量。优质的机械设备能够提供更好的性能和可靠性,从而提高施工效率和质量,并减少故障和延误的风险。因此,在挑选机械设备时,建设单位应该选择知名品牌或经过验证的设备,并且关注设备的维护保养和售后服务支持。最后,水利工程建设单位在准备机械设备时还需要考虑施工现场的条件和要求。这包括施工场地的大小、地形的复杂程度以及周围环境的限制等因素。根据现场情况,建设单位可以确定机械设备的数量、布局和运输方式,以便实现高效的施工操作。

## 3 水利工程软土地基处理方式

### 3.1 换填法

换填法是一种常用的软土地基处理方法,它被认为是最直接、最有效的方法之一<sup>[2]</sup>。该方法通过清除软土地基的部分或全部,并用高强度、稳定性好的材料进行填充,从而形成复合地基或双层地基。这种处理方式可以显著改善软土地基的质量,提高其承载能力和减小变形。此外,在进行换填法处理时,首先需要确定合适的换填材料的种类和数量。通常可以选择碎石、砂石等材料作为填充物,这些材料具有较高的强度和稳定性,能够增加地基的承载能力。然后,选择合适的填充材料对于工程的成功实施也至关重要,因此在确定材料时需要

进行论证和分析,以避免增加处理成本和难度。最后,在进行换填法处理时,还需要进行相应的夯实工作。夯实是指利用机械设备对填充材料进行振实、压实,使其达到一定的密实度和均匀性。通过夯实工作,可以提高填充材料的密度,增加地基的稳定性和承载能力。同时,夯实还可以减小地基的变形,确保施工质量。

### 3.2 灌入固化物法

灌入固化物法是一种通过在土体中灌入或拌入水泥、石灰或其他化学固化浆材,在地基中形成增强体以达到处理目的的软土地基处理方式。其中,混凝土混合法和高压喷射灌注法常被用于处理泥沙、黏性土、粉土、细砂土以及各种类型的软土地基,这两种处理方法相较于其他处理方法和传统的土方加固方法更为高效和有效。一方面,水泥土搅拌法是指利用机械将水泥浆和地基土原位搅拌形成圆柱状或连续墙形式的水泥土增强体,形成复合地基,以提高地基承载力,减小沉降。与其他处理方式相比,这种方法的优点在于完全利用原有土体,不需要更高强度的土体加固,同时采用现代科技,搅拌时充分混合和反复加固,维持整体性稳定。这样处理后,所形成的增强体在不断增加地基的稳定性和承重能力。另一方面,高压喷射注浆法则是利用旋喷机器制造旋喷桩,促使浆液以不同的喷射方式灌注到土中,能有效减少孔隙的产生,结合原状土形成复合地基,提高地基的承载能力。这种方法具有施工简便、成本低廉、施工需要的时间也相对较短等优点,在土体处理时也给施工带来了更多的便利和稳定性。此外,当这些方法形成围封时,也可有效的解决地基土的地震液化问题。采取这些灌入固化物方法,能在一定程度上达到加固和强化软土地基的效果,改善其稳定性,减轻沉降量,提高土层承载力,施工方便,并且在后续的工程运行过程中仍然能够保持较好的稳定性,具有重要的应用价值。

### 3.3 桩基法

桩基法是一种处理土层较厚、处理工作量大或埋置深度较大、处理困难的软土地基的常用方法,它被广泛应用于建筑工程中,能有效保障地基质量。例如,在一些建筑物的地基设计中,由于没有明显的水平荷载作用,采用桩基法可以提供良好的支撑效果。然而,对于存在抗浮问题的建筑物,需要特别关注桩体的抗拔能力,并进行验算。抗浮问题可能导致建筑物在地基上浮,而桩基法可以通过提供足够的抗浮能力来解决这一问题<sup>[3]</sup>。此外,在实施桩基法时,还需要考虑以下几个因素:1)根据地基情况和工程需求,选择合适的桩基类型

至关重要。不同类型的桩基适用于不同的土层条件和承载要求。例如, 钻孔灌注桩适用于软弱土层和较高的承载要求; 预制桩则适用于中硬土层和一定的承载要求; 而钢管桩则适用于较硬土层和较大的承载要求。选型时需要综合考虑经济性、施工可行性和设计要求等因素。

2) 根据设计要求和桩基类型, 确定桩的布置方式也是必要的。桩的间距和行列间距应根据桩的直径、土层情况和承载要求等因素进行合理设计。较大的桩间距可以降低施工成本, 但可能会影响桩的承载能力。而较小的桩间距则可提高整体的承载能力, 但增加了施工的难度和成本。3) 根据桩的受力情况和设计要求, 合理确定桩的设计参数也是关键, 这包括桩的直径、长度和承载力等。桩的直径和长度应根据土层的强度和承载要求来确定, 以确保足够的承载能力和稳定性; 而桩的承载力可以通过静力试验或动力触探等方法进行评估, 并结合设计规范和经验进行确定。

### 3.4 排水固结法

排水固结法是指运用排水设施, 将软土地基中的多余水分排出, 减小孔隙比、提高强度、固结能力, 增加整体稳定性。排水固结法主要分为竖向排水法和水平排水法, 但常见的排水固结法一般采用竖向排水法, 包括水井、排水管道、吸力管等排水设施。首先, 竖向排水法的基本原理是通过水井或者水管等排水体, 利用建筑物本身的重量来加载, 促进孔隙水排除, 使软土地基沉降并固结。在具体操作中, 需要先在软土地基深处打孔, 再将管道等排水设施布放其中。然后, 在地基上加装搭载物体, 通过物体的重量促进土体沉降并固结。在此过程中, 地基的含水量会不断降低, 达到减小孔隙的目的, 从而提高软土地基的承载能力和固结能力。其次, 在水利工程建设的过程中, 也经常使用加载预压法进行排水固结。该方法的基本原理是在施工前通过加载一定的预压, 超过地基的要求承载限度, 促使孔隙水排出, 就能使软土地基能够在施工前提前沉降与固结。这种方法的实际操作比较复杂, 但使用起来效果明显, 对于软土地基的处理有着非常重要的作用。最后, 需要注意的是, 在进行排水固结法处理时, 要根据不同的材料特点和地质条件进行充分评估和分析。通过实地检测和

工程经验, 可以确认软土地基的反应情况并相应调整操作方法。同时, 在施工前必须做好充分的安全措施, 确保工人和所有相关方的生命安全。

### 3.5 强夯法

强夯法是一种利用夯锤的不断上升和自然下降, 对地面施以打击和振动的能力, 进而使地基对土进行夯实, 从而增加了地面的强度并减小压缩力。同时, 强夯法也适合于处理各种类型的地基, 包括碎岩石、砂土、低饱和度的粉质砂土与黏性土、湿陷性黄土、素填土与杂填土等。并且经过强夯处理后的地基不仅可以降低压缩性, 提高地基的强度, 还能改善地震液化的问题。然而, 对于饱和度较高的粉土和黏性土地基, 强夯法的处理效果一般不明显, 因此在使用时应慎重考虑。最后, 值得注意的是, 在实际工程中进行强夯法施工往往会伴随着强烈的震动和噪声, 这些因素可能会对周围环境造成不良影响<sup>[4]</sup>。因此, 在强夯施工过程中需要采取相应的措施, 以减少对周围环境的影响, 例如采用减振措施和在施工期间限制噪音产生。

### 结语

综上所述, 软土地基处理技术在水利工程设计中起着重要的作用。通过合理选择和应用适当的处理技术, 可以有效改善软土地基的工程性能, 提高工程的稳定性和安全性。然而, 不同的软土地基处理技术在实际应用中存在一些限制和不足之处, 需要综合考虑各种因素来确定最佳的处理方案。未来的研究可以进一步深入探讨软土地基处理技术的优化和改进, 以满足更复杂工程环境下的需求。

### 参考文献

- [1]张彩哲.水利工程施工中软土地基处理技术研究[J].绿色环保建材,2019,(05):179.
- [2]张陆明.水利工程项目施工中软土地基及强透水层处理措施[J].工程建设与设计,2019,(1):58-60.
- [3]李薇.水利工程施工中软土地基处理技术研究[J].建材与装饰,2019,(16):293-294.
- [4]李万里.水利工程施工中软土地基的处理方法探讨[J].工程技术研究,2019,4(15):71-72+84.