

# 水利设计中软土的处理策略研究

刘利生 郭双贺

余姚市水利电力建筑勘测设计院 浙江 余姚 315400

**摘要:** 水利工程中的软土处理是关系到工程安全性和稳定性的重要环节。本文从水利设计中软土处理的重要性出发,探讨了软土的物理性质和工程特性,分析了软土对水利工程的影响。针对软土的特性,本文提出了一系列软土处理策略,包括地基处理、防渗处理、抗震设计和施工控制等措施。通过综合运用这些措施,可以有效地提高水利工程的安全性和使用寿命。本文的研究对于水利设计中的软土处理具有一定的参考价值。

**关键词:** 水利设计; 软土; 处理策略

引言: 水利工程是关系到国计民生的重大基础设施,其安全性和稳定性是至关重要的。在水利工程的设计和施工过程中,软土处理是一个需要特别关注的问题。软土是指天然含水率高、压缩性大、承载力低的土质,在水利工程中经常遇到。软土的特性会对水利工程的安全性和稳定性产生重大影响,因此,如何有效地处理软土问题是水利设计中必须解决的一个重要问题。

## 1 水利设计中软土的特性及危害

### 1.1 软土的基本特性

软土是指在静水或缓慢流水条件下,经过生物、化学和物理作用形成的具有较高含水量、较低强度和较大压缩性的土壤。软土的主要特性如下: 1) 高含水量: 软土的含水量通常在40%以上,甚至高达80%。这使得软土具有较高的孔隙水压力,导致地基承载力降低。2) 低强度: 软土的抗剪强度较低,通常在10kPa以下。这使得软土在受到外力作用时容易发生剪切破坏。3) 大压缩性: 软土的压缩性较高,其压缩系数通常在0.005-0.02之间。这意味着软土在受到荷载作用时会发生较大的沉降。4) 高渗透性: 软土的渗透性较好,有利于水分的排出。但在某些情况下,软土的渗透性可能会受到影响,如地下水位变化、土壤结构破坏等。5) 敏感性: 软土对外界环境的变化较为敏感,如温度、湿度、荷载等。这些因素的变化可能导致软土的工程性质发生变化,从而影响水利工程的安全运行。

### 1.2 软土对水利工程的影响

由于软土具有上述特性,其在水利工程中可能产生以下影响: 1) 地基承载力不足: 由于软土的抗剪强度较低,其作为地基时无法承受较大的荷载,容易导致地基承载力不足。这可能导致水利工程结构的变形、开裂甚至破坏。2) 沉降问题: 软土在受到荷载作用时会发生较大的沉降。这种沉降可能导致水利工程结构的不均匀沉

降,从而影响其正常运行。此外,沉降还可能导致地面塌陷、管道破裂等问题。3) 渗透性差: 虽然软土的渗透性较好,但在工程实践中,由于施工、地下水位变化等原因,软土的渗透性可能会受到影响。这可能导致水工建筑物周围的渗漏、排水不畅等问题。4) 地震液化问题: 在地震作用下,软土可能发生液化现象,即土壤中的孔隙水压力增大,导致土壤丧失承载力。这可能导致水利工程结构的破坏,甚至引发次生灾害。

## 2 水利设计中处理策略

### 2.1 地基处理

地基处理是水利工程设计中至关重要的环节之一,特别是对于软土地基而言。软土地基具有低强度、高压缩性和低渗透性等特点,对水利工程的稳定性、安全性和使用寿命产生重要影响。因此,对于软土地基,需要进行特殊处理以提高其承载力和稳定性,确保水利工程的安全与可靠。在处理软土地基时,可以采用以下几种方法: 1) 排水固结法。排水固结法是一种常用的软土地基处理方法,其主要原理是在软土中设置排水通道,使软土中的水分逐渐排出,从而提高土体强度和稳定性。在具体实施过程中,需要根据工程实际情况选择合适的排水管道材料和布置方式,同时需要考虑排水速度和固结时间等因素。此方法适用于解决软土地基的沉降和稳定问题,尤其适用于含水量较高、渗透性较差的软土地区。一般而言,排水管道可以采用砂井、塑料排水板等材料制成。在设置排水管道时,需要考虑其深度、间距和布置方式等因素,以确保排水效果和土体强度的提高。同时,为了更好地控制排水速度和固结时间,可以采取预压措施或加强排水措施等方法。2) 桩基法。桩基法是一种常用的软土地基处理方法,其主要原理是通过桩基将荷载传递到深层土壤或岩石层,提高地基承载力和减少沉降量。在具体实施过程中,需要根据工程实

际情况选择合适的桩基类型和布置方式,同时需要考虑桩基承载力和沉降量等因素。此方法适用于解决软土地基的承载力和沉降问题,尤其适用于荷载较大、软土层较厚的地区。一般而言,桩基可以采用预制桩、灌注桩等材料制成。在设置桩基时,需要考虑其类型、尺寸、布置方式和施工工艺等因素,以确保桩基的承载能力和沉降量的提高。同时,为了更好地控制桩基施工质量,可以采取施工监控和检测等措施<sup>[1]</sup>。3) 换填法。换填法是一种常用的软土地基处理方法,其主要原理是将软土层全部或部分挖除,然后填入强度较高、稳定性好的材料,如砂石、碎石等。在具体实施过程中,需要根据工程实际情况选择合适的换填材料和填筑方式,同时需要考虑填筑质量和沉降量等因素。此方法适用于浅层软土地基的处理,具有施工简单、处理效果明显等优点。一般而言,换填材料可以采用砂石、碎石、矿渣等材料制成。在填筑时,需要将材料充分压实,以确保换填层的承载能力和稳定性。同时,为了更好地控制填筑质量,可以采取施工监控和检测等措施。

## 2.2 结构优化设计

针对软土对水利工程的影响,除了在地基处理上采取措施外,还可以在结构设计中采取相应的优化措施,以减少荷载对地基的影响,提高结构的稳定性和安全性。以下是结构优化设计的几个方面:首先,增加结构的强度和刚度。在结构设计中,可以通过增加结构的强度和刚度来提高其对荷载的承受能力,从而减少地基的受力负担。例如,可以采用高强度材料、增加结构厚度、优化结构设计等方式来增强结构的强度和刚度。同时,还可以通过加强结构的连接和固定,提高结构的整体性和稳定性。其次,采用轻质材料。轻质材料具有较低的重量和较好的力学性能,可以在结构设计中采用。例如,可以采用铝合金、玻璃钢、高强度塑料等轻质、高强度材料来代替传统的钢、木等材料,以减少结构的自重和受力负担。同时,还可以通过优化材料的组合和使用,提高结构的强度和稳定性。此外,结构形式优化。在结构设计中,可以通过结构形式优化来提高结构的承载能力和稳定性。例如,可以采用矩形、圆形、三角形等具有较好受力性能的结构形式,或者采用空间结构、悬索结构、薄膜结构等具有较高承载能力和稳定性的结构形式。同时,还可以通过优化结构的布局和排列,提高结构的整体性和稳定性。除此之外,结构尺寸优化。在结构设计中,可以通过结构尺寸优化来提高结构的承载能力和稳定性。例如,可以通过调整结构的高度、宽度、长度等尺寸参数,使其在满足功能和使用要

求的前提下,具有更好的受力性能和稳定性。同时,还可以通过优化结构的细节设计,如节点设计、连接设计等,提高结构的整体性和稳定性<sup>[2]</sup>。最后,考虑地震作用。在结构设计中,需要考虑地震作用对软土的影响。地震作用下,软土可能发生液化现象,导致地基失稳或结构破坏。因此,在结构设计中需要采取相应的措施来提高结构的抗震性能。例如,可以采用具有较好抗震性能的结构形式和材料,加强结构的整体性和连接性,提高结构的阻尼比等。同时,还需要注意防止地震作用对软土的影响,如加强地震监测和预警、采取防震措施等。然后,在结构优化设计过程中还需要注意以下几点:1) 充分了解软土的性质和分布情况。这包括软土的物理性质、力学性质、工程性质等方面。同时还需要了解软土的分布范围、厚度、地下水位等情况,以便更好地进行结构设计优化。2) 注重概念设计和数值模拟相结合,需要根据工程实际情况进行概念分析和判断。同时还需要进行数值模拟分析,以验证概念设计的可行性和可靠性。数值模拟需要考虑模型的简化、边界条件和加载条件等因素,以获得更加准确的分析结果。将概念设计和数值模拟相结合可以更好地进行结构设计优化。3) 加强施工监控和检测。在施工过程中需要进行实时监测和记录,及时发现和处理可能出现的问题。同时还需要进行定期检测和维护,确保结构的稳定性和安全性。

## 2.3 防渗处理

由于软土的渗透性较差,需要进行防渗处理以防止水工建筑物周围的渗漏、排水不畅等问题。防渗处理是水利工程中非常重要的环节之一,可以有效避免渗透对地基和建筑物的破坏,同时还可以提高水资源的利用效率。以下是防渗处理的几个方面:1) 采用防渗膜。防渗膜是一种常用的防渗材料,可以有效防止水分渗透。在水利工程中,可以采用防渗膜对软土地基进行防渗处理。防渗膜可以铺设在地基表面或者建筑物底部,可以适应地基变形和承受水压力,同时还可以有效防止水分渗透。在铺设防渗膜时,需要注意连接处和边缘的处理,确保防渗膜的密封性和稳定性。2) 排水沟。排水沟是另一种常用的防渗措施,可以有效将水分排出。在水利工程中,可以设置排水沟将建筑物周围的积水排出,避免水分渗透对地基的影响。排水沟的设计需要考虑沟的深度、宽度、坡度等因素,以确保能够有效排水。同时还需要注意沟的加固和防护,确保其稳定性和耐久性。3) 控制地下水位。地下水位的变化对软土的影响较大,可能导致软土液化、地基沉降等问题。因此,在水利工程中需要对地下水位进行控制。可以采用降低水

位、排水等措施来降低地下水位，避免其对软土的影响。同时还需要注意加强对地下水位的监测，及时发现和处理可能出现的问题<sup>[3]</sup>。4) 考虑自然因素。例如，季节性降雨、干旱、地震等自然因素可能对防渗设施产生影响。因此，在设计和施工过程中需要考虑自然因素对防渗设施的影响，并采取相应的措施来应对。例如，可以在防渗设施周围设置保护措施，如植被覆盖、混凝土保护层等，以保护防渗设施不受自然因素的破坏。5) 加强管理和维护。在管理和维护过程中需要注意以下几点：一是要定期检查和维修防渗设施，确保其完整性和稳定性；二是要加强对周围环境的监测，及时发现和处理可能出现的问题；三是要加强对防渗设施的档案管理，记录设施的使用和维护情况，为管理和维护提供依据。

#### 2.4 抗震设计

地震作用下，软土可能发生液化现象，导致地基失稳或结构破坏。因此，在水利工程设计中，需要采取相应的抗震设计措施，以提高结构的抗震性能，确保工程的安全性和稳定性。以下是抗震设计的几个方面：1) 加强结构整体性。可以采用加强结构连接、固定和加固等方法来提高结构的整体性。例如，可以采用加强型钢构件、增加支撑和固定节点等方法来增强结构的强度和稳定性。同时，还可以采用高强度材料、复合材料等高性能材料来提高结构的整体性能。2) 增加阻尼。阻尼是衡量结构吸收能量的能力的一个指标，增加结构的阻尼可以有效地提高结构的抗震性能。可以采用阻尼器、减震器等阻尼装置来增加结构的阻尼。同时，还可以采用高阻尼材料、吸能材料等高性能材料来提高结构的阻尼性能。3) 控制施工过程。可以采用控制施工顺序、加强施工监测等方法来控制施工过程。例如，在施工过程中可以采用逐层施工、逐层加固的方法，确保每层结构的施工质量和稳定性。同时还可以采用实时监测技术，对施工过程中的结构状态进行实时监测和控制。4) 加强监

测。可以采用地震监测系统、地基沉降监测系统等监测设备来对工程场地进行实时监测。同时还可以采用数值模拟分析等方法，对场地地震反应进行预测和分析，以便更好地进行抗震设计和采取相应的措施。5) 考虑液化的影响。可以采用液化土的识别和判定方法，对场地液化进行评估和预测。同时还可以采用抗液化措施，如加密排水孔、加强土体排水等措施来防止液化现象的发生。6) 注重综合设计。抗震设计不是孤立的，需要与结构设计、基础设计、防渗处理等其他方面进行综合考虑和设计。例如，在结构设计时需要考虑地震作用对结构的影响，同时还需要考虑基础的稳定性和防渗处理的可靠性。在基础设计时需要考虑地层的分布和液化问题的影响，同时还需要考虑上部结构的稳定性和抗震性能的需求。在防渗处理时需要考虑液化现象对防渗设施的影响，并采取相应的措施来提高防渗设施的稳定性和可靠性。因此，需要注重综合设计，从整体上考虑各方面因素对水利工程抗震性能的影响。

结语：总之，水利工程是关系到国计民生的重大基础设施，其安全性和稳定性是至关重要的。在水利工程的设计和施工过程中，软土处理是一个需要特别关注的问题。软土是指天然含水率高、压缩性大、承载力低的土质，在水利工程中经常遇到。软土的特性会对水利工程的安全性和稳定性产生重大影响，因此，如何有效地处理软土问题是水利设计中必须解决的一个重要问题。

#### 参考文献

- [1]张永吉,王璇,王晓晨.水利工程中软土处理技术措施[J].水利技术监督,2022(01):109-111.
- [2]李海梅,马宗旺.水利设计中软土的处理策略研究[J].水利水电技术,2021,52(12):109-113.
- [3]王永康,王志伟.基于软土特性的水利工程设计优化[J].水电能源科学,2020,38(09):177-180.