

浅析水工建筑物施工中软土地基的处理

魏肖楠

新疆峻特设计工程有限公司 新疆 库尔勒 841000

摘要：本文浅析了水工建筑物施工中软土地基的处理技术。软土地基因其承载力低、压缩性高、透水性差等特点，给水工建筑物的施工带来了诸多挑战。文章探讨多种软土地基处理方法，包括排水固结法、强夯法、化学加固法及换填法等，分析各方法的原理、实施步骤、关键技术及适用条件。通过实际案例分析，评估不同处理方法的加固效果，提出针对软土地基处理的技术建议和优化策略，旨在为水工建筑物施工中的软土地基处理提供科学指导和参考。

关键词：水工建筑物；软土地基；地基处理；施工要点

引言：水工建筑物作为水利工程的重要组成部分，其地基的稳定性和安全性直接关系到整个工程的安全运行。在软土地基上进行水工建筑物施工，常面临地基承载力不足、沉降量大、稳定性差等问题。因此软土地基的处理成为水工建筑物施工中的关键环节。本文旨在探讨水工建筑物施工中软土地基的处理技术，分析各方法的优劣，为实际工程提供科学指导。

1 水工建筑物施工中软土地基的特点

水工建筑物施工中，软土地基的特点主要表现为几个方面：第一、高强度压缩性：软土的孔隙比大于1，且含有大量水分、微生物、腐植质和可燃气体，导致其压缩性高，长期不易稳定。在相同的条件下，软土的塑限指数越大，其压缩性也越高。这种高压缩性可能引发地基的显著沉降，从而影响水工建筑物的稳定性。第二、低抗剪强度：软土的抗剪强度相对较低，这意味着在受到剪切力作用时，软土地基容易发生剪切破坏，进而影响水工建筑物的安全性。在设计和施工过程中，需要对软土地基的抗剪强度进行充分考虑，并采取相应的加固措施。第三、透水性差：软土的透水性很低，尤其是垂直层面几乎不透水。这会导致地基排水功能下降，水分不易排出，从而影响地基的强度和稳定性。在水利工程施工中，这可能会增加施工难度和工期，并可能导致建筑物沉降等问题^[1]。第四、触变性：软土具有触变性，即当原状土受到扰动时，其结构会迅速破坏，强度迅速降低或很快变成稀释状态。这种性质可能导致软土地基在受到振动荷载后产生侧向滑动、沉降及其底面两侧挤出等现象，从而影响水工建筑物的安全性。第五、流变性：在一定的荷载持续作用下，软土的变形会随时间而增长，这被称为流变性。这种特性会导致软土地基的长期强度远小于瞬时强度，对边坡、堤岸、码头等稳定性很不利。水工建筑物施工中的软土地基具有高强度压缩

性、低抗剪强度、透水性差、触变性和流变性等特点。这些特点可能对水工建筑物的安全性和稳定性产生不利影响，因此需要在设计和施工过程中进行充分考虑和加固处理。

2 软土地基对水工建筑物的危害

2.1 稳定性问题

软土地基对水工建筑物的稳定性问题构成了直接且长期的威胁。由于其固有的低抗剪强度特性，软土地基在承受水工建筑物施加的荷载时，往往难以维持足够的稳定性。这种不稳定性可能表现为地基的局部或整体滑动，尤其是在水流冲刷、地震波动或风力作用等外部动力因素的作用下，软土地基的稳定性问题会更加凸显。地基的滑动不仅可能导致水工建筑物的基础受损，还可能引发整个结构的倾斜或倒塌，对水工建筑物的安全运营构成极大风险。

2.2 沉降问题

软土地基的高强度压缩性是其显著特性之一，这一特性导致了地基在承受荷载时极易发生显著沉降现象，这对水工建筑物的稳定性和使用性能产生了极为严重的影响。沉降不仅会导致建筑物的地基整体下沉，还可能引发建筑物上部结构的严重变形和开裂，严重时甚至会导致建筑物的整体倒塌，造成巨大的人员伤亡和财产损失。此外，沉降问题还可能导致水工建筑物与周边环境的协调性被破坏，如地面塌陷、地下水位异常变化等，进一步加剧了建筑物的安全风险。更为严重的是，沉降还可能引发一系列后续问题，如排水系统的失效、防渗结构的破坏等，这些问题将直接威胁到水工建筑物的正常运行和长期耐久性，给水利工程的安全运行带来巨大隐患。

2.3 防渗问题

软土地基的透水性差和流变性对水工建筑物的防渗

性能构成了严峻挑战。由于软土中富含大量水分且难以有效排出,地基内部容易形成潜在的渗水通道,这不仅使得水工建筑物易于出现渗漏问题,还可能导致水资源的无谓浪费。更为严重的是,长期的渗漏可能引发地基内部的侵蚀和破坏,导致建筑物的耐久性显著降低。此外,软土地基的流变性也是一个不容忽视的问题,它可能导致防渗结构发生变形甚至破坏,如防渗墙的开裂、防渗层的脱落等,从而进一步加剧防渗难度。这些问题不仅会影响水工建筑物的正常运行,还可能对周边环境造成严重的污染和破坏。

3 水工建筑物施工中软土地基处理方法

3.1 换填法

在水工建筑物施工中,面对软土地基带来的诸多挑战,采用换填法是一种常见且有效的地基处理方法。换填法,顾名思义,就是通过挖除地表以下一定范围内的软弱土层,然后用具有较好物理力学性能的材料(如砂、碎石、灰土、素土、矿渣等)进行分层回填压实,以达到提高地基承载力、减少沉降、改善地基稳定性和增强防渗性能的目的^[2]。具体而言,换填法的实施步骤通常包括:首先,根据地质勘察报告和水工建筑物的荷载要求,确定换填的深度和范围;接着,采用挖掘机等机械设备将原软土层逐层挖除,并严格控制挖除的深度和边坡稳定性;然后,将预先准备好的回填材料按照设计要求分层回填,每层回填后需进行充分压实,以确保回填材料的密实度和均匀性;在回填过程中,还需注意排水措施的设置,以防止回填材料因水分过多而影响压实效果;最后,通过现场试验或检测手段,验证换填后的地基是否满足设计要求,包括承载力、沉降、稳定性和防渗性能等方面。换填法的优点在于能够显著改善软土地基的物理力学性能,提高地基的承载力和稳定性,减少建筑物的沉降和变形,同时也有助于增强地基的防渗性能。此外,换填法施工工艺相对成熟,材料来源广泛,成本相对较低,因此在水工建筑物施工中得到了广泛应用。换填法也存在一些局限性,如施工周期长、对周边环境影响大等,因此在具体实施时需综合考虑工程条件、施工条件和环境因素等因素,制定合理的施工方案和措施。

3.2 排水固结法

在水工建筑物施工中,针对软土地基的处理,排水固结法是一种高效且广泛应用的策略。该方法的核心在于通过排水系统和加载预压的方式,加速软土地基中孔隙水的排出,进而促进地基的固结和沉降,最终提升地基的强度和稳定性。排水固结法的实施过程中,根据

地质勘察结果和水工建筑物的具体需求,设计合理的排水系统,这通常包括在软土地基中设置水平排水层(如砂垫层)和竖向排水体(如塑料排水板或袋装砂井)。这些排水设施能够有效地引导地基中的水分向地表或深层排出。通过施加预压荷载(如堆载或真空预压),增加地基中的有效应力,促使孔隙水加速排出。这一过程中,地基中的土壤颗粒逐渐重新排列,孔隙体积减小,地基发生固结,强度和刚度随之提高。同时,随着水分的排出,地基的沉降也逐渐趋于稳定,为水工建筑物的安全建设提供了坚实的基础。排水固结法的优势在于其能够显著加速软土地基的固结过程,有效减少地基的长期沉降,提高地基的承载力和稳定性。该方法施工相对简便,成本适中,且对周边环境的干扰较小。排水固结法的实施效果受多种因素影响,如地基土的性质、排水系统的布置与效率、预压荷载的大小与持续时间等,因此在实际应用中需结合具体情况进行精心设计,以确保达到预期的加固效果。排水固结法作为一种成熟且有效的软土地基处理方法,在水工建筑物施工中发挥着重要作用。

3.3 强夯法

在水工建筑物施工中,面对软土地基带来的承载力不足、沉降量大及稳定性差等问题,强夯法作为一种高效的地基加固手段,被广泛应用于提升软土地基的强度和稳定性。强夯法,又称动力固结法,其基本原理是利用大型起重机械将重锤提升至一定高度后自由落下,对软土地基施加巨大的冲击能量,通过重复锤击,使地基土产生强烈的振动和压缩,进而达到密实土壤、提高承载力、减少沉降的目的。实施强夯法时,需根据地质勘察资料和水工建筑物的具体要求,确定强夯的锤重、落距、锤击次数及夯点布置等关键参数^[3]。在选定的夯点位置,按照预定的顺序进行锤击作业,每完成一次锤击后,需检查夯坑深度、隆起情况及周围地面的变形,以评估夯击效果并适时调整施工参数。随着夯击的进行,地基土中的孔隙被压缩,土壤颗粒重新排列,形成更为紧密的结构,地基的强度和刚度随之提高。强夯产生的振动波还能有效改善地基土的排水条件,加速孔隙水的排出,进一步促进地基的固结。强夯法的优势在于其加固效果显著,能够大幅度提高软土地基的承载力,减少沉降,且施工周期相对较短,成本适中。该方法对地基土的适用范围广,无论是粘性土、砂性土还是杂填土,均可取得良好的加固效果。强夯法也存在一定的局限性,如施工噪音大、振动影响范围广,可能对周边建筑物和地下管线造成不利影响,因此在实施前需进行详细

的现场调查和评估,制定合理的施工方案和减震措施,以确保施工的安全性和有效性。强夯法作为一种高效、经济的软土地基处理方法,在水工建筑物施工中发挥着重要作用。

3.4 化学加固法

在水工建筑物施工中,针对软土地基的处理,化学加固法以其独特的技术优势成为了一种重要的加固手段。该方法通过向软土地基中注入特定的化学加固材料,如水泥浆、聚氨酯、丙烯酸盐等,利用这些材料的固化、胶结或膨胀特性,与地基土发生化学反应或物理作用,从而显著提高地基的承载力、减少沉降并增强地基的整体稳定性。化学加固法的实施通常涉及以下几个关键步骤:首先,根据地质勘察报告和水工建筑物的具体要求,确定加固材料的种类、浓度、注入方式及注入量等关键参数。接着,利用专业的注浆设备,将加固材料通过钻孔或注浆管注入到软土地基中预定的深度。在注入过程中,需严格控制注浆压力和注浆速度,以确保加固材料能够均匀分布并充分渗透到地基土中。随着加固材料与地基土的反应,地基土的强度逐渐增强,孔隙被有效填充,地基的承载力和稳定性得到显著提升。同时,化学加固材料还能有效改善地基土的排水性能,加速地基的固结过程,进一步减少沉降。化学加固法的优势在于其加固效果迅速且显著,能够针对不同类型的软土地基进行精准加固,且施工周期相对较短。该方法对周边环境的干扰较小,不会对地下水造成污染,且加固后的地基性能稳定,耐久性好。化学加固法的成本相对较高,且对加固材料的选择和施工工艺的要求较为严格,因此在实际应用中需综合考虑工程条件、经济效益和环境因素,制定合理的施工方案和措施。

4 水工建筑物施工中软土地基处理技术应用案例分析

以某大型水利枢纽工程中的泵站施工为例,该泵站位于河流冲积平原上,地基主要由深厚的软土层构成,具有低承载力、高压缩性和透水性差等特点,给泵站施工带来了极大的挑战。为确保泵站结构的稳定性和安全性,采用化学加固法作为软土地基处理的主要技术手段^[4]。在处理方案设计上,首先进行详细的地质勘察,明确地基土的物理力学性质和分布特征。根据勘察结果,

确定采用水泥浆注浆加固的方案。注浆材料选用高强度、低泌水率的水泥浆,注浆压力控制在合理范围内,以确保注浆材料能够均匀渗透到地基土中。注浆孔布置采用梅花形布局,孔距和孔深根据地基土的特性和泵站荷载要求进行精确计算。实施步骤包括钻孔、清孔、注浆、注浆管拔出及注浆孔封堵等关键环节。关键技术在于注浆参数的精确控制和注浆过程的实时监测,以确保加固效果达到预期。经过化学加固法处理后,泵站地基的承载力显著提升,沉降量得到有效控制。通过现场试验和监测数据分析,地基承载力提高了近50%,沉降量减少了约70%,地基的稳定性显著增强。注浆加固还改善了地基土的排水性能,加速了地基的固结过程,进一步减少了长期沉降的风险。泵站施工完成后,经过长时间的运行监测,未发现地基沉降或结构变形等异常情况,证明化学加固法在软土地基处理中的有效性和可靠性。该案例的成功实施,为类似水工建筑物施工中的软土地基处理提供了宝贵的经验和借鉴。

结束语

综上所述,水工建筑物施工中软土地基的处理是一项复杂而关键的任务,其处理效果直接关系到建筑物的稳定性和安全性。通过本文的探讨,了解了多种软土地基处理方法及其原理、实施步骤和关键技术。在实际工程中,应根据地基土的性质、建筑物的荷载要求及施工条件,合理选择和处理方法,确保加固效果达到最佳。未来,随着科技的不断进步,软土地基处理技术也将不断创新和完善,为水工建筑物的安全稳定提供更加可靠的保障。

参考文献

- [1]裴娜.水利施工中软土地基处理技术研究[J].经济技术协作信息,2020(31):87.
- [2]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(5):179.
- [3]米吉提买买提.水利工程施工中软土地基处理技术研究[J].水电水利,2021(11):116-117.
- [4]赵文欣.水利施工中软土地基处理技术的分析[J].建筑·建材·装饰,2020(6):105.