

水利工程中软土地基处理技术研究

王庭福

和田开元建筑安装工程有限公司 新疆昆玉 848000

摘要：水利工程中软土地基处理技术的研究至关重要。软土地基因其不均匀性、强度低及高压缩性等特点，对水利工程的稳定性和安全性构成挑战。为应对这些问题，水利工程领域发展了多种软土地基处理技术。其中，堤身自重挤淤法利用堤身重量挤出淤泥，抛石挤淤法则通过抛石置换淤泥，垫层法通过铺设高强度材料加固地基，而预压砂井法则通过排水加速地基固结。这些技术各有特色，共同构成了水利工程中软土地基处理的重要手段，为确保工程质量和安全提供了有力支持。

关键词：水利工程；软土地基；处理技术

引言

软土地基是指由天然含水量高、孔隙较大、压缩性较高及抗剪强度低的细粒土组成的地基。在水利工程施工中，软土地基往往导致地基承载力不足、结构变形、位移等问题，严重影响工程的稳定性和安全性。因此，研究软土地基处理技术对于保障水利工程的顺利进行具有重要意义。

一、软土地基在水利工程中的重要性

软土地基在水利工程中占据着核心且不可替代的位置，其固有的物理力学特性——高含水量、显著的压缩性以及较低的抗剪强度，构成了水利工程建设中必须面对的重要挑战。这些特性意味着，如果不对软土地基进行周密的预处理和加固措施，地基在承受上部结构荷载时，极易发生不均匀沉降，进而引发结构体系的失稳，严重时甚至会导致整个水利工程的失效。这种失效不仅意味着巨大的经济损失，更可能直接威胁到人民群众的生命财产安全，影响深远。鉴于此，水利工程的规划、设计与施工全过程中，对软土地基的识别、评估与处理被赋予了极高的优先级。这要求工程师们必须运用先进的勘探技术，对地基的土质类型、分布范围、物理力学性质等进行精确识别；随后，依据详尽的地质勘察报告，采用科学的方法对地基的稳定性、承载力进行客观评估，预测可能存在的风险点。在此基础上，制定并实施针对

性的处理方案，如采用换填、预压、排水固结、化学加固等多种技术手段，旨在提升地基的承载力和稳定性，减少沉降，确保工程结构的安全可靠。这一系列严谨而细致的工作，不仅是对工程质量的严格把控，更是对人民生命财产安全的深切关怀。通过有效应对软土地基带来的挑战，水利工程得以在复杂多变的地质环境中屹立不倒，为防洪、灌溉、发电、航运等提供坚实支撑，有力推动了水利事业的可持续发展，为国家的经济建设和社会稳定作出了重要贡献。

二、软土地基的主要特点

（一）不均匀性

软土地基的一个尤为突出的特性便是其不均匀性，这一特性深刻影响着水利工程的安全与稳定。这种不均匀性的根源复杂多样，土壤颗粒分布的不均一性是其中之一。在软土地基内部，土壤颗粒的大小、形状、排列方式各不相同，导致不同区域的土壤在物理性质上存在着显著差异。此外，沉积历史的差异也是造成软土地基不均匀性的重要因素。长期的沉积过程中，不同时期的沉积物在成分、结构、厚度等方面可能存在较大差异，进一步加剧了地基的不均匀性。同时，地下水流动的影响也不容忽视。地下水的渗透、冲刷作用会改变土壤的结构和性质，使得地基中的土壤物理性质在不同区域呈现出更加复杂的分布特征^[1]。

在软土地基中，这种不均匀性导致地基在受力时表现出非均匀沉降的现象。不同区域的土壤由于物理性质的差异，对外部荷载的响应也不尽相同。一些区域可能因土壤较为松软而发生较大的沉降，而另一些区域则可

作者简介：王庭福（1985年01月—），男，汉族，籍贯：甘肃，大学专科，中级职称，研究方向：水利工程施工。

能因土壤较为坚实而沉降较小。这种沉降差异不仅会影响上部结构的稳定性,使得结构在受力时产生不均匀的变形和应力分布,还可能导致结构产生裂缝、倾斜甚至倒塌。这些结构损伤不仅会降低水利工程的承载能力和使用寿命,还可能对人民群众的生命财产安全构成严重威胁。

(二) 强度低

软土地基的另一个不容忽视的关键特性便是其强度低。这一特性主要源于土壤颗粒间的粘结力相对薄弱,以及土壤中水分和孔隙的高含量。土壤颗粒间的粘结力是土壤强度的基础,但在软土地基中,这些颗粒往往缺乏足够的胶结物质,导致它们之间的连接不够紧密,从而降低了整体的强度。软土地基中通常含有大量的水分,这些水分填充在土壤颗粒之间的孔隙中,进一步削弱了土壤的强度。由于这种低强度的特性,软土地基在承受外部荷载时,容易发生塑性变形。当荷载逐渐增加时,土壤颗粒会重新排列,以适应新的应力状态,导致地基发生显著的沉降。更为严重的是,当荷载超过土壤的承载能力时,软土地基还可能发生剪切破坏,即土壤颗粒之间的连接被彻底破坏,土壤发生滑动或坍塌。这种低强度特性对水利工程结构物的承载能力和稳定性构成了严峻挑战。在设计和施工过程中,工程师必须充分考虑软土地基的强度特性,合理确定结构物的尺寸和形状,以确保其能够安全地承受预期的荷载。

(三) 高压缩性

软土地基的另一显著特性在于其高压缩性,这一特性对水利工程的安全与稳定性构成了重要影响。当软土地基受到外部荷载的作用时,土壤颗粒间的相对位置会发生变化,以适应新的应力状态。这一过程中,土壤颗粒会重新排列,孔隙体积逐渐减小,从而导致地基发生明显的沉降。这种沉降现象不仅显著,而且往往难以预测和控制,给水利工程的正常使用带来了极大的挑战。高压缩性所引发的地基沉降量过大,是水利工程中不可忽视的问题^[2]。过大的沉降不仅会降低结构物的稳定性和安全性,还可能导致结构物与地基之间的连接失效,进而引发一系列的结构损伤。更为严重的是,高压缩性还可能导致地基发生长期的固结变形。固结变形是土壤在荷载作用下逐渐压缩、密实的过程,这一过程可能持续数年甚至更久。固结变形的发生,将进一步影响水利工程的正常使用,甚至可能导致工程失效。除了沉降和固结变形外,高压缩性还可能引发地基土体的侧向挤出。

在受到外部荷载作用时,软土地基中的土壤颗粒可能会向荷载较小的方向移动,导致地基边缘的土体发生挤出。这种侧向挤出会进一步加剧地基的不稳定性,使得地基在荷载作用下更容易发生破坏。

三、水利工程中软土地基处理技术

(一) 堤身自重挤淤法

堤身自重挤淤法,作为一种在水利工程中常用的地基处理技术,其核心理念在于巧妙地利用堤身自身的重量来逐步排除软土地基中的淤泥。这一方法实施时,工程师们会采取逐步加高堤身的方式,这是一个循序渐进的过程。随着堤身高度的不断增加,它施加于下方软土地基的压力也随之增大。在这样的压力作用下,那些原本处于流塑状态的淤泥或淤泥土质开始向外围区域扩散,这是一个物理挤压的过程,能够有效减少地基中的淤泥含量。

与此同时,堤身自重还促进了地基内部孔隙水应力的消散。在持续的重压之下,孔隙中的水分子被逐渐挤出,地基内部的有效应力因此得到显著提升。这一过程不仅增强了地基的密实度,还进一步提升了其整体的抗剪强度,使得地基在后续的水利工程建设中能够表现出更好的稳定性和承载能力。值得注意的是,堤身自重挤淤法并非适用于所有类型的软土地基^[2]。它更适用于那些处于流塑状态的淤泥或淤泥土质地基,这些地基的土质较为松软,易于在外力作用下发生形变。此外,由于该方法需要一定的时间来逐步加高堤身并等待地基内部应力的调整,因此它更适合于那些施工期限相对宽松、对时间要求不是特别紧迫的工程项目。在这样的条件下,堤身自重挤淤法能够充分发挥其优势,为水利工程的地基处理提供一种经济、有效的解决方案。

(二) 抛石挤淤法

抛石挤淤法,作为一种在水利工程及道路建设中广泛应用的地基处理技术,其工作原理直观而高效。该方法的核心在于利用大量精选的、不易风化的石块,通过人工或机械的方式,精准地抛投至软土地基之中。这些石块在重力作用下,如同强大的“推土机”,将地基中的淤泥逐步挤压并排挤出路基的范围,从而达到置换软弱土层、增强地基强度的目的。

抛石挤淤法的应用场景颇为广泛,尤其适用于那些软土层相对较薄、且地表没有硬壳层覆盖的地基情况。在这种条件下,抛入的石块能够较为容易地穿透软土层,直达底部,形成有效的支撑结构。此外,该方法还特别

适合处理那些积水严重、洼地众多或大型施工机械难以进入的区域。在这些复杂环境中，传统的地基处理方法往往受限，而抛石挤淤法则凭借其施工简便、快速响应的优势，成为了解决难题的首选方案。在实际操作中，抛石挤淤法不仅能够有效提升地基的承载力，还能加速地基的排水固结过程，进一步缩短工程周期。

（三）垫层法

垫层法，作为一种在土木工程中广泛应用的地基处理技术，其核心在于对软土地基进行浅层的改良与加固。具体操作时，施工人员会先仔细勘察地基情况，精准定位出软弱土层的范围，随后采用适当的挖掘手段，将这部分土层小心翼翼地去除。这一步骤至关重要，它确保了后续填入材料的均匀分布与有效作用。

紧接着，施工团队会根据地基的具体条件与设计的要求，选择强度较高、透水性良好的材料，如砂、碎石或经过筛选的素土等，进行分层回填。这些材料的选择旨在形成一层坚实的地基垫层，能够有效提升地基的整体强度与稳定性^[3]。回填过程中，每一层材料都会被仔细夯实，直至达到预定的密实度标准，这一过程不仅增强了垫层的承载能力，还确保了地基的均匀沉降，避免了因局部沉降过大而引起的结构损坏。垫层法的主要功效在于，它不仅能够显著提高地基的承载力，使其足以支撑上部建筑物的重量，还能有效减少地基的沉降量，保持建筑物的长期稳定。另外，垫层材料作为水平排水层，能够加速地基内部孔隙水的排出，促进地基的排水固结过程，进一步缩短了地基达到稳定状态所需的时间。值得一提的是，垫层法特别适用于处理淤泥、淤泥质土等浅层软土地基，以及那些建筑物荷载相对不大、对地基沉降要求较为严格的情况。其施工简便、成本适中、效果显著的特点，使得垫层法在水利工程、道路建设、房屋建筑等多个领域得到了广泛的应用与认可。

（四）预压砂井法

预压砂井法，也称为砂井堆载预压法，是一种在软土地基处理中极具效力的技术。这一方法的核心在于，工程师们会在软土层中按照预先设计好的间距，精准地

打入一排排管井。这些管井如同深入土层的“排水通道”，为后续的地基加固工作奠定了坚实的基础^[4]。

随后，施工人员会在这些管井中灌入透水性极佳的砂料，形成所谓的“砂井”。这些砂井在软土地基中构成了垂直方向的排水体系，大大提升了地基的排水效率。为了进一步增强排水效果，工程师们还会在砂井的顶部铺设一层砂垫层，作为水平方向的排水通道。这层砂垫层与下方的砂井相互配合，形成了一个完整的排水网络，使得土体中的孔隙水能够顺畅地排出。接下来，施工团队会在地基上方进行堆载作业，通过增加土中的附加应力，进一步加速土体的固结过程。在堆载的作用下，土体中的孔隙水被更快地挤压出来，沿着砂井和砂垫层这个排水网络，迅速排出地基之外。这一过程不仅加速了土体的固结，还有效地提高了地基的承载能力，使其能够满足上部结构对地基稳定性的严格要求。

结语

水利工程中软土地基处理技术的深入研究，对于保障工程稳定性与安全性具有重要意义。软土地基因其不均匀性、低强度及高压缩性等特点，对工程建设构成严峻挑战。通过采用堤身自重挤淤、抛石挤淤、垫层及预压砂井等处理技术，可有效提升地基强度，加速固结过程，确保工程地基满足承载与变形要求。未来，随着技术的不断进步与创新，软土地基处理技术将更加高效、环保，为水利工程的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 姚力铭, 钟瑾. 水利工程中软土地基桩基础设计与变形分析[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(23): 132-135.
- [3] 李煊. 水利工程施工中软土地基处理技术[J]. 石子科技, 2023, (03): 35-36.
- [4] 王磊. 水利工程施工软土地基处理技术研究[J]. 内蒙古水利, 2023, (04): 18-19.