

水利设计中软土的处理策略研究

单铜强

新疆峻特设计工程有限公司 新疆 喀什 844000

摘要：水利设计中，软土处理至关重要。软土具有含水量高、稳定性差及透水性差等特点，严重影响工程安全与稳定性。本文探讨了多种有效的软土处理策略，包括置换法、堆载预压施工法、桩基法、化学排水固结法、高压喷射灌浆法及深层水泥搅拌法。这些策略旨在提高软土地基的承载力、稳定性和排水性能，确保水利工程的顺利进行及长期安全。

关键词：水利设计；软土；处理策略

引言

在水利设计与施工中，软土地基处理是一个关键环节。软土由于其独特的物理和化学特性，如高含水量、低强度及不良排水性，常导致地基沉降、变形等问题，严重威胁工程质量和安全。因此，采取科学合理的软土处理策略，对提高水利工程整体质量、保障工程安全具有重要意义。本文将从多个角度详细分析并介绍几种常用的软土处理方法，以期水利工程建设提供有益参考。

1 水利设计中软土处理的必要性

在深入探讨水利设计中软土处理的必要性时，我们不得不进一步细化其背后的多重考量与深远影响。首先，从环境保护与生态平衡的角度来看，水利工程作为人类干预自然环境的重大举措，其建设过程必须充分考虑对周边环境的潜在影响。软土区域往往与湿地、生态敏感区紧密相连，这些区域不仅是生物多样性的宝库，也是自然水循环的重要组成部分。因此，合理的软土处理策略不仅是为了工程安全，更是为了保护这些宝贵的自然资源，避免施工过程中的水土流失、生态破坏，实现水利建设与环境保护的双赢。其次，技术创新的推动也是软土处理不可忽视的驱动力。随着科技的进步，新材料、新技术、新工艺不断涌现，为软土处理提供了更多元化、更高效的选择。例如，采用高性能的土工合成材料（如加筋土、土工格栅）来增强软土地基的强度和稳定性；利用真空预压、堆载预压等现代技术加速软土的固结排水，缩短工期；或是通过化学加固法（如注浆加固）直接改善软土的物理力学性质。这些技术的应用，不仅提高了软土处理的效率和效果，也促进了水利工程技术水平的整体提升。再者，软土处理的经济性考量同样重要。虽然初期投入可能较大，但长远来看，有效的软土处理能够显著降低工程后期的维护成本。避免因地基问题导致的结构损坏、功能失效乃至重建，从而

节省大量资金和资源。同时，良好的地基处理还能提升水利工程的整体性能，如提高蓄水能力、增强防洪排涝效果等，为经济社会发展创造更大的价值。最后，软土处理还涉及到社会责任与公众信任的问题。水利工程作为公共基础设施，其安全性和可靠性直接关系到广大民众的利益和福祉。通过科学严谨的软土处理，确保工程的安全稳定运行，不仅能够赢得公众的信任和支持，还能提升政府部门的公信力和形象，为构建和谐社会贡献力量。综上所述，水利设计中的软土处理不仅是技术层面的需求，更是环境保护、技术创新、经济效益和社会效益等多方面因素共同作用的结果。其必要性不言而喻，是确保水利工程安全、高效、可持续运行的关键所在^[1]。

2 水利设计中有效的软土处理策略

2.1 置换法

在水利工程的软土处理策略中，置换法，作为一种历史悠久且广泛应用的技术，其重要性不言而喻。该方法的核心在于“以优替劣”，即将地基中那些物理力学性质不佳、承载能力低下的软弱土层，通过挖掘作业彻底或部分清除，随后填充进性能更为优越的材料，如质地坚硬、颗粒间咬合紧密的碎石、具有良好排水性能的砂砾，或是经过特殊处理的灰土等。

置换法的实施过程，首先依赖于详尽的地质勘察报告，以准确界定软弱土层的分布范围、厚度及性质，为后续的施工设计提供科学依据。在确定了置换区域后，需采用合适的挖掘设备和技术手段，确保软弱土层被彻底清除，同时避免对周边土层造成不必要的扰动。填充材料的选择同样至关重要。理想的填充材料应具备良好的物理力学性质，如高强度、高模量、低压缩性等，以有效提升地基的承载力和稳定性。此外，材料的透水性也是考虑的重要因素之一，良好的透水性有助于加速地基的排水固结过程，进一步提高地基的整体性能。

置换法的施工相对简单直接,易于控制施工质量,且效果显著。通过置换处理,地基的物理力学性质得到了显著改善,承载力和稳定性得到了大幅提升,为后续的水利工程建设奠定了坚实的基础。同时,该方法还具有一定的经济性,特别是对于浅层软土处理而言,其成本相对较低,施工周期较短,有利于加快工程进度,降低建设成本。置换法并非适用于所有类型的软土地基。对于深厚软土层或地质条件极为复杂的地区,单纯依靠置换法可能难以达到理想的处理效果。因此,在实际应用中,应根据具体工程情况和地质条件,综合考虑多种处理方法的优缺点,选择最为合适的处理方案。

2.2 堆载预压施工法

堆载预压施工法,作为水利工程中针对深厚软土层处理的一种高效策略,其核心原理在于利用预压荷载促使地基土体在压力作用下发生压密固结,进而达到提升地基承载能力和稳定性的目的。这种方法不仅能够有效加速地基的自然沉降过程,显著减少工程竣工后的沉降量,还能通过预压荷载的施加,使地基土体的物理力学性质得到根本性改善。

在实施堆载预压施工法时,首先需要精确计算并确定所需施加的预压荷载大小。这一步骤至关重要,因为它直接关系到预压效果的好坏。预压荷载的大小应根据地基土体的性质、厚度、地下水位等因素综合考虑,以确保既能满足加速沉降的需求,又不会对地基造成过大的压力而导致破坏。接下来,是预压荷载的施加过程。这一步骤通常通过堆载重物的方式实现,如砂土、碎石、钢材等^[2]。这些重物被均匀地放置在软土地基表面,通过其自重对地基产生预压作用。在预压过程中,地基土体会逐渐发生压密固结,体积减小,孔隙比降低,从而提高了地基的密实度和强度。

堆载预压施工法的优势在于其施工简便、效果显著且经济合理。相较于其他复杂的软土处理方法,堆载预压法不需要复杂的施工设备和技术,易于操作和控制。同时,由于它直接针对地基土体的压密固结过程进行干预,因此能够迅速而显著地提升地基的承载能力和稳定性。此外,预压荷载还可以作为工程的一部分永久荷载,进一步增强了地基的稳定性,延长了工程的使用寿命。然而,堆载预压施工法也存在一定的局限性。例如,在施工过程中需要占用较大的场地用于堆载重物,且堆载过程中可能会对周边环境造成一定的影响。此外,预压荷载的施加需要一定的时间,以确保地基土体能够充分压密固结,这可能会延长工程的整体施工周期。因此,在具体应用时,需要综合考虑工程需求、地

质条件、施工条件等多方面因素,选择最为合适的处理方案。

2.3 桩基法

在水利工程的软土处理策略中,桩基法以其独特的优势占据了重要地位。该方法的核心思想在于“借力打力”,即通过在软土地基中植入桩基,将原本应由地基土直接承受的上部结构荷载,巧妙地转移至更深层、更稳定的土层中,从而有效避免了地基土因承载力不足而引发的沉降、变形等问题。桩基法不仅适用于广泛的地质条件,特别是在面对深厚软土层或高地下水位等复杂情况时,更能展现出其独特的优越性。

桩基法的实施过程,首先需要在地基进行详细的勘察,以确定桩基的布置位置、深度及类型。根据工程的具体需求和地质条件,可以选择预制桩、灌注桩或管桩等不同类型的桩基。预制桩具有制作精度高、施工速度快等优点,适用于对工期要求较紧的工程;灌注桩则能较好地适应复杂多变的地质条件,通过现场浇筑形成,与周围土体紧密结合,提高整体稳定性;而管桩则结合了预制桩和灌注桩的优点,既具有较高的承载力,又便于施工。

桩基法的优势在于其承载力高、稳定性好、适应性强。桩基能够深入稳定土层,将上部荷载有效分散并传递至深层土体,从而显著提高了地基的承载能力和稳定性。同时,桩基法还能有效减少地基的沉降和变形,确保水利工程的长期安全运行。此外,桩基法还具有较强的适应性,能够应对各种复杂的地质条件,为水利工程的顺利建设提供了有力保障。桩基法的施工成本相对较高,这主要是由于桩基的制作、运输和安装等环节需要投入大量的人力、物力和财力。因此,在采用桩基法时,需要综合考虑工程的经济性、安全性和可行性,确保所选方案既能满足工程需求,又能有效控制成本。同时,在施工过程中,还需要加强质量控制和安全管理,确保桩基的施工质量和使用效果。

2.4 化学排水固结法

在水利工程的软土处理领域,化学排水固结法以其独特的化学改良与排水固结双重机制,成为提升地基性能的重要手段。该方法巧妙地将化学试剂引入软土地基之中,通过其与地基土的化学反应,生成具有高强度和良好稳定性的胶结体或固化体。这些新生成的结构体不仅能够有效增强地基的承载力,还能显著改善其抗变形能力,为水利工程的稳固基础提供有力支撑^[3]。化学排水固结法所采用的化学试剂,如水泥浆、石灰浆等,均具备与软土中矿物质发生化学反应的能力。这些反应不仅

促进了地基土颗粒间的胶结与固化，还生成了能够填充孔隙、减少渗透性的物质，从而进一步提升了地基的整体性能。同时，化学反应过程中释放的热量和气体，还能加速地基土的排水固结过程，促进土体的密实与稳定。

化学排水固结法的优势在于其处理效果显著且施工速度较快。相较于传统的物理处理方法，该方法能够更快速地改善地基的物理力学性质，缩短工程周期。然而，值得注意的是，化学试剂的使用可能对周边环境产生一定影响，如土壤污染、地下水污染等。因此，在应用该方法时，必须严格控制化学试剂的用量和注入方式，确保其对环境的影响在可控范围内。同时，还需加强施工过程中的环境监测与保护措施，确保工程建设的绿色与可持续。

2.5 高压喷射灌浆法

在水利设计领域，针对深度较大且地质条件复杂的软土地基，高压喷射灌浆法以其独特的施工技术和显著的处理效果，成为了一种备受青睐的软土处理策略。该方法巧妙结合了高压流体力学与化学固化技术的优势，通过高压水流或气流作为动力源，将特制的化学浆液精准喷射至软土地基深处。

在高压喷射的过程中，强大的冲击力不仅能够有效穿透软土层的阻碍，还能使浆液与地基土进行充分的混合与渗透。这种深度的混合作用促使了浆液与地基土之间发生复杂的物理化学反应，形成了一系列紧密连接的固结体。这些固结体如同坚固的网络，贯穿于整个地基之中，极大地增强了地基的承载能力和稳定性。

高压喷射灌浆法的施工灵活性也是其一大亮点。在实际工程中，可以根据地基的具体情况和工程需求，灵活调整喷射压力、浆液配比以及喷射角度等参数，以实现最佳的处理效果。这种灵活性使得该方法能够应对各种复杂的地质条件，特别是在处理深度大、土层变化多的软土地基时，更能展现出其独特的优势。此外，高压喷射灌浆法还具有施工速度快、对环境影响小等优点。通过高效的喷射作业，可以迅速完成大面积的地基处理，有效缩短工程周期。同时，由于浆液主要在地基内部发生作用，对地表环境的影响相对较小，有利于保护周边生态环境。

2.6 深层水泥搅拌

深层水泥搅拌法，作为一种高效且经济的软土地基处理技术，其核心在于将水泥浆与地基土在现场直接混合搅拌，实现了地基的就地改良。这种方法利用特制的深层搅拌机械，其强大的搅拌能力和精确的喷浆控制技术，能够深入软土地基的深层，进行连续的旋转搅拌作业。

在搅拌过程中，水泥浆被均匀地喷射到地基土中，与土颗粒充分接触并混合。随着搅拌的深入进行，水泥浆与地基土中的水分和矿物质发生复杂的化学反应，逐渐硬化形成具有高强度和良好稳定性的水泥土。这些水泥土桩或墙，如同坚固的支柱，有效提升了地基的承载能力和抗变形能力，为水利工程的稳固建设奠定了坚实基础。

深层水泥搅拌法的优势不仅在于其施工简便、成本低廉，更在于其效果显著且适用范围广泛。无论是水利工程中的堤防、水库建设，还是建筑工程中的地基加固，亦或是道路工程中的路基处理，深层水泥搅拌法都能发挥出色的作用。它不仅能够有效解决软土地基承载力不足、稳定性差的问题，还能通过就地改良的方式，减少了对原材料的需求和运输成本，降低了工程对周边环境的影响。此外，深层水泥搅拌法还具有较高的施工灵活性和可控性。通过调整搅拌机械的参数和水泥浆的配比，可以实现对不同地质条件和工程需求的精准应对。这种灵活性使得深层水泥搅拌法成为了一种备受推崇的软土地基处理策略。

结束语

综上所述，水利设计中软土处理是确保工程质量和安全的重要措施。通过置换法、堆载预压施工法、桩基法、化学排水固结法、高压喷射灌浆法及深层水泥搅拌法等策略，可以有效改善软土地基的物理力学性质，提高其承载力和稳定性。在实际工程中，应根据具体地质条件、工程需求和经济效益，选择最适合的软土处理方案。

参考文献

- [1]李学奎.水利工程中软土地基处理技术要点分析[J].珠江水运,2022(5):44-46.
- [2]郭万鹏,冯祯辉,曹风旭.水利工程软土地基勘察及处理技术[J].工程与建设,2022,36(2):375-376,433.
- [3]张蔚雯.软土地基处理技术在水利施工中的应用[J].河北水利,2021(11):43-44.