

土木工程中地基处理技术的创新与实践

郑巧萍

广西和诚工程项目管理有限公司 广西柳州 545001

摘要：在城市化进程迅速发展的当下，土木工程的质量与安全至关重要，地基处理技术作为基础保障面临诸多挑战与机遇。本文围绕土木工程中地基处理技术的创新与实践展开，阐述了地基处理技术的重要性、挑战以及传统技术的回顾，分析了创新驱动下的发展需求。详细探讨了物理、生物及复合处理等技术，重点论述了其在高层建筑群地基加固、软土地区基础设施建设和环境敏感区域特殊处理中的创新实践应用。旨在为土木工程领域的地基处理提供全面且深入的参考。

关键词：土木工程；地基处理；技术创新

引言

城市化的加速推进使土木工程建设规模不断扩大，对地基处理技术提出更高要求。传统地基处理技术在应对复杂地质条件和环境保护方面逐渐显露出局限性，创新成为必然趋势。本文综合分析当前地基处理技术的发展动态，结合具体工程案例，验证新技术的有效性和应用潜力，为业界提供切实可行的解决方案。

一、地基处理技术概述

（一）地基处理技术的重要性与挑战

地基是土木工程的根基，其稳定性和承载能力直接影响建筑物的安全性和耐久性。然而，在实际工程中，常常遇到软弱地基、不均匀地基等复杂地质条件，给地基处理带来巨大挑战。例如，在地震频发地区，地基需要具备良好的抗震性能。在沿海地区，地基可能受到海水侵蚀和软土的影响。

（二）传统地基处理技术回顾

传统的地基处理方法包括换填法、强夯法、排水固结法等。换填法是将软弱土层挖除，换填强度较高的材料，但这种方法成本较高且施工难度大。强夯法通过重锤夯击来提高地基强度，但可能会产生较大的振动和噪音。排水固结法适用于处理饱和和软土地基，但处理时间较长^[1]。

（三）创新驱动的地基处理技术发展需求

随着工程建设环境的日益复杂和对环境保护的重视，传统技术已难以满足需求。创新的地基处理技术应具备高效、环保、经济、适用范围广等特点，能够有效应对

复杂地质条件，同时减少对环境的影响。

二、土木工程中地基处理技术

（一）物理处理技术

物理处理技术在近年来取得了显著的进步与优化。深层搅拌桩技术通过将水泥等固化剂与地基土强制搅拌形成具有较高强度的桩体，在施工设备方面，采用新型的搅拌设备，如更先进的搅拌叶片设计和更强大的动力系统，能提高搅拌的均匀性和桩体的质量^[2]。在固化剂材料上，使用高性能固化剂，像添加了特殊化学成分的水泥，可增强桩体的强度和耐久性。高压旋喷灌浆技术利用高压射流将水泥浆喷射到地基土中形成旋喷桩，其技术革新表现在喷射压力的提高，比如采用超高压力喷射，极大增强了桩体与地基土的结合强度。喷射方式也不断优化，例如从单一方向喷射发展为多角度喷射。还与其他技术结合应用，如多管旋喷技术，有效提高了施工效率。真空预压技术通过在地基中设置排水通道并施加负压加速地基土的固结，在优化方面，通过改进排水板的性能，如采用更耐腐蚀、孔隙更合理的排水板提高排水效率。通过合理布置真空设备，比如根据地基形状和面积精确计算真空设备的数量和位置，确保真空度的均匀分布，此外还与堆载预压联合应用，进一步提升地基处理效果。

（二）生物处理技术

生物处理技术在地基处理中发挥着重要作用。微生物能够通过新陈代谢产生胶结物质，将松散的土壤颗粒胶结在一起，进而提高地基土的强度和稳定性。例如，在一些道路工程中，利用特定的微生物菌群，其代谢产

物使土壤颗粒紧密结合，增强了道路地基的抗压能力，延长了道路的使用寿命。这种微生物土壤固化技术具有环保、节能、成本低等优点，在堤坝等工程中也展现出广阔的应用前景。生物酶同样在地基改良方面表现出色，其可以促进土壤颗粒的团聚和化学反应，改善地基土的物理力学性质。比如某些特定的生物酶，能够有效降低土壤的膨胀性，使得地基的承载能力显著提高。在实际的地基改良项目中，通过添加适量的这类生物酶，成功解决了因土壤膨胀导致的地基不稳定问题，为建筑物的安全提供了有力保障。

（三）复合处理技术

复合处理技术在地基处理中展现出显著的优势，物理-化学复合加固方法通过将物理处理技术（像深层搅拌桩）与化学加固方法（例如化学灌浆）相结合，充分发挥两者的长处，显著提升地基处理效果^[3]。比如说，在深层搅拌桩施工时注入化学浆液，极大地增强了桩体与周围土体的粘结力，有效提高了地基的稳定性。生物-物理联合处理策略则将生物处理技术与物理处理技术联合起来，实现优势互补。比如在真空预压过程中引入微生物固化技术，不仅加速了地基土的固结，还大幅提高了固结后的强度。在某实际工程中，这种联合处理策略成功解决了地基松软、固结缓慢的难题，使得后续的工程建设得以顺利进行，并且保证了建筑物在长期使用中的安全性和稳定性。

三、土木工程中地基处理技术的创新与实践

（一）高层建筑群的地基加固案例

超高层建筑作为城市现代化的象征，其高耸入云的身姿背后是对地基的极高要求。超高层建筑不仅承受着巨大的垂直荷载，还需要抵御来自风、地震等水平方向的大作用力^[4]。垂直荷载的巨大压力使得地基必须具备足够的承载能力，以支撑建筑物的重量。而水平力的作用则要求地基具有出色的稳定性和抗变形能力。不均匀沉降对于超高层建筑来说是极为危险的，其可能导致建筑物结构的破坏，影响其正常使用甚至危及生命安全。因此，严格控制地基变形是保障超高层建筑安全的核心任务。深层搅拌桩与高压旋喷灌浆相结合的复合技术在应对高层建筑地基的复杂需求方面表现出了卓越的性能。同时，深层搅拌桩通过强制搅拌固化剂与地基土，形成均匀且强度较高的桩体，为地基提供了坚实的基础，有效提高了整体强度。而高压旋喷灌浆则利用高压射流将水泥浆注入局部软弱区域，形成高强度的旋喷桩，不仅

填充了土体中的空隙，还显著增强了土体的粘结力。这种复合技术的灵活性使其能够根据不同的地质条件和工程要求进行精准调整。无论是面对复杂的土层结构还是特殊的工程需求，都能够实现优化的地基处理效果，大大提高了地基的适应性和可靠性。

以某城市的超高层建筑群为例，其所处的地质条件极为复杂，存在深厚的软弱土层和不均匀分布的硬夹层。这给地基处理带来了巨大的挑战。为了满足地基的承载能力和稳定性要求，工程团队采用了深层搅拌桩与高压旋喷灌浆相结合的复合技术。在设计阶段，工程师们进行了深入细致的地质勘察和严谨地分析。工程师们运用先进的地质探测技术和数值模拟方法，全面了解地下土层的分布、性质和力学特性。基于这些详尽的数据，精心确定了桩的类型、长度、间距和布置方式。在浅层区域，布置深层搅拌桩，以均匀分布的方式提高地基的整体均匀性。而在深层的软弱区域和硬夹层处，则精准地实施高压旋喷灌浆，进行有针对性地加固处理。施工过程是对技术和管理的严格考验。施工人员严格控制搅拌速度，确保固化剂与地基土充分混合，形成均匀且强度达标的桩体。对于灌浆压力和提升速度的精确控制，保证了水泥浆能够准确地注入预定位置，形成坚固的旋喷桩。同时，先进的监测设备实时采集施工过程中的各项数据，如桩体的形成情况、土体的变形参数等。一旦发现任何异常，立即采取措施进行调整和改进，确保施工质量和加固效果。通过这一复合技术的成功应用，该超高层建筑群的地基承载能力得到了显著提升。不均匀沉降被严格控制在规范允许的范围之内，确保了建筑物在施工和使用过程中的稳定性和安全性。竣工后的建筑群高耸挺拔，成为城市现代化建设的亮丽风景线，也为城市的发展注入了强大的活力。

（二）软土地区基础设施建设

软土地区基础设施建设面临诸多挑战。软土地区通常具有高含水量、低强度、高压缩性和低渗透性等特点，这致使在该地区开展基础设施建设困难重重^[5]。软土地基易出现过大的沉降和不均匀沉降，造成道路、桥梁等基础设施变形损坏，且软土抗剪强度低，易引发边坡失稳和地基滑移等问题。微生物土壤固化技术作为固化软土的新型技术，利用微生物新陈代谢产生胶结物质如胞外聚合物（EPS），将松散土壤颗粒胶结形成高强度和稳定性的土体结构。与传统处理方法相比，该技术环保、节能、成本低、施工简单，对周边环境影响小。以

某沿海城市的桥梁工程为例，其地基位于软土区域，传统的桩基础、换填法等地基处理方法成本高、施工难、环境破坏严重。综合考虑后采用微生物土壤固化技术进行地基加固。施工前详细测试分析软土性质，确定微生物种类和用量，通过注射、搅拌将微生物溶液均匀注入软土地基，经微生物作用和一段时间养护，软土地基强度显著提高。该桥梁工程采用此技术不仅节省大量建设成本、缩短施工周期，还减少对周边环境的影响，建成后地基稳定性和承载能力良好，有力地支持了当地交通发展。然而，微生物土壤固化技术虽优点众多，但实际应用存在限制。比如微生物生长和代谢受环境条件如温度、湿度、pH值等影响大，处理效果可能不确定。且目前应用范围较窄，复杂地质条件和工程要求下可能需结合其他处理方法。为解决这些问题，要进一步研究和开发微生物固化技术，优化微生物培养和应用条件，提高处理效果稳定性和可靠性，同时加强与其他地基处理技术的结合协同应用，形成更完善的综合处理方案，满足不同工程需求。

（三）环境敏感区域的特殊处理

环境敏感区域的特殊处理至关重要，环境敏感区域如湿地、自然保护区具有独特生态系统和功能，在此进行工程建设必须充分考虑生态保护，任何不当工程活动都可能严重破坏生态环境，影响生物多样性和生态平衡。真空预压技术是常见环保型物理处理技术，通过在地基设置排水通道并施加负压加速地基土固结，提高强度和稳定性，在环境敏感区域应用时需采取特殊措施减少影响^[6]。比如，施工前进行详细生态评估，了解生态系统结构、物种分布和功能，确定最小影响范围。施工中精确布置排水板位置和数量，避免过度干扰。优化真空设备运行时间和压力，减少对地下水位和土壤水分过度影响。以某湿地保护项目为例，为在湿地建设基础设施同时保护生态功能，采用真空预压技术处理地基。项目实施前，组织专业生态团队全面评估，制定详细保护方案。

施工中严格按方案操作，采用环保排水板材料，对施工区域隔离防护，实时监测地下水位、土壤孔隙水压力和生态指标变化，及时调整参数，实现地基处理和生态保护双重目标。项目成功实施，为湿地基础设施建设提供稳定地基，最大程度减少对生态系统干扰，实现工程与生态协调发展。在环境敏感区域进行土木工程建设要坚持可持续发展理念，选择地基处理技术充分考虑环境友好性和生态适应性，加强施工过程环境管理和监测，及时解决环境问题，积极开展生态修复和补偿工作。此外，加强公众参与和教育，提高各界生态保护认识和重视程度，形成推动可持续土木工程建设的良好氛围。

结论

通过对土木工程中地基处理技术创新与实践的系统性研究，展示了当前技术的最新成果。物理、生物及复合处理技术为解决复杂地基问题提供丰富手段，有效应用提高了工程质量，促进了环境保护和可持续发展。未来，随着科技进步和工程需求变化，地基处理技术将继续创新完善，朝着智能化、绿色化方向迈进。

参考文献

- [1]唐华承.土木工程中新型地基处理技术应用研究[J].住宅与房地产, 2024, (05): 245-247.
- [2]杨三林.软土地基处理技术在土木工程施工中的应用[J].中国住宅设施, 2023, (09): 175-177.
- [3]张慧丽.地基加固结构技术在土木工程施工中的运用[J].工程抗震与加固改造, 2021, 43(05): 172-173.
- [4]张祥.土木工程施工中地基加固结构技术的应用[J].绿色环保建材, 2021, (05): 121-122.
- [5]姜洪峰.土木工程地基处理新技术分析[J].居舍, 2020, (15): 2.
- [6]孙松科.土木工程施工中地基加固结构技术的应用[J].建材与装饰, 2020, (14): 6+8.