

道路施工中软土地基处理技术的应用与比较

董铁岩

铁岭市城市发展服务中心，辽宁铁岭，112000；

摘要：随着道路建设的不断推进，软土地基的处理技术在工程中发挥着越来越重要的作用。软土地基因其承载力不足、沉降大等问题，给道路施工带来了巨大的挑战。针对这些问题，本文对当前常用的软土地基处理技术进行综述与比较，重点分析了换填法、强夯法、排水固结法、深层搅拌法以及其他新型处理技术的应用效果与适用条件。通过对比各技术的优缺点，探讨了不同地质条件下的技术选择原则。此外，本文还分析了每种技术的施工周期、成本效益及环境影响等因素，以期为实际工程提供有价值的技术参考。最后，研究总结了软土地基处理技术的选择和应用要点，并提出未来技术发展的方向和潜力。该研究为道路建设中软土地基的处理提供了全面的理论支持，并为工程实践提供了有效的技术指导。

关键词：软土地基；道路施工；处理技术；技术比较；地基加固

DOI：10.69979/3060-8767.25.10.042

在现代道路建设中，软土地基的处理是确保工程质量与稳定性的关键环节。软土地基因其较低的承载力、较大的沉降量以及不均匀性，常常成为道路施工中的瓶颈问题。如何高效、经济地处理软土地基，已成为道路工程中亟需解决的重要技术问题。为了确保工程的安全性和耐久性，许多软土地基处理技术应运而生，包括传统的换填法、强夯法、排水固结法等，以及近年来兴起的深层搅拌法和新型的微生物加固技术等。尽管多种处理技术在实际工程中已取得了一定成效，但不同技术的适用性、施工效果、经济性及环境影响等因素依然是影响选择的关键。通过对这些技术进行深入分析与比较，可以为工程人员在实际施工过程中提供科学的决策依据，从而确保软土地基处理效果的最优化。本文旨在全面分析并比较当前软土地基处理技术，结合实际工程案例，探索其在道路施工中的应用效果，进一步为相关领域提供理论支持与实践指导。

1 软土地基处理技术的分类与应用现状

1.1 换填法

换填法是一种常见的软土地基处理技术，核心原理在于通过将软土层挖除并用强度更高、稳定性更好的材料进行填充，从而提高地基的承载能力。通常，换填的材料包括碎石、砂土或者具有较强承载力的土层。该方法尤其适用于软土层较厚的地区，能够显著减少地基沉降。道路施工中，换填法通常用来解决地基承载力不足的问题，尤其是当土壤具有较高的塑性或含水量较大时，换填法效果尤为明显。然而，换填法的缺点也不容忽视。

首先，该方法需要较大规模的挖土和填土作业，施工过程繁琐，周期长；其次，若填充材料选用不当，可能导致填土层不均匀，从而影响后期地基的稳定性。换填法对施工现场的要求较高，尤其是在城市道路建设中，周围建筑物或其他基础设施可能对施工产生影响。尽管如此，换填法仍然是处理软土地基问题的一项有效手段，特别是在一些地质条件较为简单的区域，具有较好的应用前景^[1]。

1.2 强夯法

强夯法通过将重型夯锤从一定高度下落，对软土地基进行强力夯实，从而提高土体的密实度与承载力。该方法的基本原理是通过机械力使土壤颗粒在短时间内达到最优的密实状态。强夯法常用于粘性土、粉土等地质类型的软土地基处理，尤其适用于那些软土层较浅，且需要短时间内进行施工的工程项目。其优点在于施工快速，经济性较好，且能够显著提高地基的承载能力。然而，强夯法也有其局限性。首先，深层软土的处理效果较差，因为强夯作用主要集中在地表附近的土层，深层土体的密实度难以得到有效改善。此外，强夯法施工时可能对周围环境造成一定影响，如产生噪音和震动，这在一些城市或靠近居民区的施工环境中可能会引发不必要的麻烦^[2]。因此，在进行强夯施工时，需要严格控制施工参数，确保不对周围环境产生过大影响，合理选择适用的地质条件。

1.3 排水固结法

排水固结法通过设置排水体加速土体中的水分排

出,利用固结作用提高软土地基的稳定性。该方法的基本原理是通过在地基土层中打设排水管或排水板,使土体中的水分能够迅速排出,促使土体迅速固结,从而增加其承载力。排水固结法适用于含水量较高的软土层,尤其是在那些地下水丰富、渗透性差的地区。其优势在于能够较为经济且有效地提高软土的强度,施工过程也相对简单。尽管排水固结法具有较高的适用性,但也有其局限性。例如,该方法对土壤的粒度要求较高,粗粒土的固结效果较差。同时,排水固结法的处理周期较长,需要一定的时间来等待水分排出,导致施工速度较慢。此外,土体中的排水管布置需要精确设计,若布置不合理,将影响排水效果。因此,在具体应用时,必须综合考虑施工周期、地质条件等因素,以便选择最适合的处理方案^[3]。

1.4 深层搅拌法

深层搅拌法通过机械设备将水泥、石灰等固化剂与软土进行搅拌,使土体形成一种加固的复合材料。这种方法不仅能够提高土体的强度,还能改善土壤的抗渗性和稳定性,特别适用于处理深层软土。深层搅拌法的操作过程较为复杂,需要专业的设备和技术人员,通常通过垂直钻孔或旋转钻头将固化剂注入土体并与土壤充分混合,最终形成强度较高的土体加固层。该方法的优势在于其能够处理较深层的软土,并且施工过程中不会产生大量的扰动,因此适用于大型工程项目中需要大规模加固的场地。深层搅拌法还能够在不影响周围环境的情况下进行,因此在城市建设中得到广泛应用。然而,该方法的缺点在于需要较为复杂的施工设备和技术,施工成本相对较高,并且土体加固效果受固化剂的质量和混合均匀度的影响较大。在某些情况下,深层搅拌法可能存在施工难度较大的问题,尤其在地下水丰富的区域中,处理效果可能会受到限制。

1.5 其他新型处理技术

近年来,随着技术的不断发展,越来越多新型软土地基处理技术被提出并应用于实际工程中。其中,微生物诱导碳酸钙沉淀法(MICP)是一种较为新颖的技术。该方法通过利用微生物代谢作用,促进土壤中碳酸钙的沉淀,从而增加土体的强度。这种方法的优势在于其环保性和适应性,能够在较为复杂的环境中进行处理。此外,地工合成材料法作为另一种新型技术,借助各种合成材料如土工膜、土工格栅等,增强土体的稳定性和抗渗性。与传统方法相比,地工合成材料法施工简单,成

本较低,且具有较好的灵活性。尽管这些新型技术在某些方面具有较大的优势,但仍然面临技术成熟度和应用范围的局限。特别是微生物诱导碳酸钙沉淀法,其效果受土壤类型和微生物活性等因素的影响较大,在大规模工程中的应用尚需进一步验证^[4]。地工合成材料法虽适用于多种土体,但在强度要求较高的工程中,其效果可能不如传统加固方法显著。随着技术的不断进步,预计这些新型技术在未来会得到更广泛的应用和发展。

2 软土地基处理技术的比较与分析

2.1 处理技术的适用性比较

在实际的道路施工中,不同的软土地基处理技术具有各自的适用条件。换填法适合于地表软土层较浅,且区域规模较小的工程,尤其是在土层性质相对均匀的情况下。换填法的优势在于施工简单,能有效地提高地基的稳定性,尤其是对土层强度较低的地区。相比之下,强夯法则适合较大范围的土地加固,特别适用于粘性土或粉土。它能快速提高地基密实度,但深层土体的加固效果有限。在复杂的地质条件下,如地下水丰富或土层较厚的情况下,排水固结法更具优势。它通过加速土壤的固结过程,减少沉降,特别适合处理饱和软土。而深层搅拌法则适用于软土层较深,且对承载力要求较高的工程,它通过固化剂与软土混合形成加固层,提升土体的稳定性。不过,深层搅拌法的施工设备较为复杂,费用也相对较高。新型的微生物诱导碳酸钙沉淀法则在环保性和适应性方面显示出较大的潜力,尤其适合于环境要求较高或传统方法不适用的场景,但其应用仍需进一步验证和优化。

2.2 处理效果的对比

在不同软土地基处理技术的应用中,效果的对比是评估其适用性的关键。换填法通常能较为迅速地提升地基的承载能力,特别是在软土层较浅、土体不均匀的地区。然而,这种方法的效果受到填充材料选择的影响较大,若填充材料不均匀,可能导致土层的稳定性不足。强夯法在地表附近的土层中效果显著,尤其能够提升表层土体的承载力,并控制沉降。但其对深层土体的影响有限,且过于频繁的夯实可能导致邻近结构产生扰动。排水固结法则通过加速土体的固结来控制沉降,并能有效提高软土的稳定性,适用于土层较深,且含水量较高的地区。然而,由于土体的排水速度和水分含量的差异,处理效果可能存在不确定性。深层搅拌法由于能在更深的土层进行加固,因此在提升整体承载力方面具备优势,

但其施工时间较长,成本较高。微生物诱导碳酸钙沉淀法则因其高效且环保的特点,近年来逐渐受到关注,尤其适用于对环境影响要求较高的项目,但其在不同土壤类型中的效果还有待进一步评估。

2.3 环境影响与成本分析

不同软土地基处理技术在实施过程中对环境的影响和施工成本也各不相同。换填法虽然施工技术成熟,但其需要大量的土方作业,可能会对周围环境造成一定影响,尤其是土方运输和处理过程中可能产生的尘土和噪音。强夯法由于使用重型机械,其施工过程中会产生较大的噪音和震动,这对周围环境特别是附近建筑物和居民可能会造成不利影响。与此相比,排水固结法由于施工相对较为简单,且不涉及大规模的土方作业,因此在环境影响方面较为温和。然而,施工周期较长可能导致周围区域的环境受到长期的影响。深层搅拌法尽管在地基加固方面效果显著,但其施工设备和技术要求较高,施工时间长,且对环境的影响较大。相比之下,微生物诱导碳酸钙沉淀法被认为是一种绿色环保的处理技术,适用于要求环保的项目,尽管如此,这种新兴技术仍处于试验阶段,成本较高,且技术成熟度有限。从成本上看,传统方法如换填法和强夯法的施工成本相对较低,适用于小规模的工程,而深层搅拌法和新型技术的高成本限制了它们在某些项目中的应用^[5]。

2.4 技术选择的综合考虑因素

在实际道路施工中,选择适合的软土地基处理技术需要综合考虑多种因素。首先,地质条件是技术选择的重要依据。在软土层较浅、土壤类型单一的区域,换填法或强夯法往往能够达到较好的处理效果。而在软土层较深、含水量较高的情况下,排水固结法和深层搅拌法会显得更为适用。其次,施工环境也是一个不可忽视的因素。例如,在城市环境或密集建筑区域,施工噪音和震动的影响可能成为选择技术时需要考虑的重要因素。因此,噪音较小、施工扰动较少的排水固结法和新型的微生物诱导法可能是更为理想的选择。工程的规模和预算也是影响技术选择的重要因素。对于大规模的道路建设项目,深层搅拌法和强夯法通常具有较高的成本效益,而对于预算有限的项目,则可以考虑采用成本较低的换

填法。总体而言,选择适当的软土地基处理技术需要在不同地质条件、施工环境、项目规模、预算以及施工时间等多方面因素之间进行权衡,确保在确保工程质量的同时,也能最大限度地降低成本和环境影响。

3 结论

在软土地基处理技术的发展和应用过程中,各种方法的适用性、效果及成本等方面的差异性逐渐显现,选择合适的处理技术已成为道路建设中不可忽视的关键因素。通过对常见的软土地基处理技术如换填法、强夯法、排水固结法、深层搅拌法及新型技术的分析,可以看出,每种技术在不同地质条件和施工环境下的表现各异。虽然传统方法在施工周期和成本方面具有优势,但在某些复杂地质环境中,新型技术提供了更高效且环保的解决方案。因此,在实际工程应用中,技术选择不应仅仅依赖于单一因素,而是要综合考虑土壤类型、施工环境、项目规模、施工周期及经济性等多方面因素。在满足工程质量的前提下,合理选择并优化软土地基处理技术,是保证道路工程顺利实施的重要保障。展望未来,随着软土地基处理技术的不断创新和进步,新的技术将会逐步成熟并应用于更广泛的工程项目中。这些技术不仅有助于提升土体的稳定性和承载力,还能更好地适应日益严格的环境保护要求。未来的道路建设将更加注重综合性和可持续性发展,这对于提高基础设施建设的质量和效率具有深远意义。

参考文献

- [1] 马婧茹,高明.软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中运用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(04):148-150.
- [2] 相远行,刘思博.道路桥梁施工中的软土地基处理技术要点研究[J].运输经理世界,2025,(04):115-117.
- [3] 曾文锋.道路桥梁施工中软土地基处理技术的应用[J].运输经理世界,2024,(35):90-92.
- [4] 张程.广东省道路桥梁工程中软土地基加固施工技术的应用[J].运输经理世界,2024,(33):97-99.
- [5] 戴艺君.软土地基处理技术在市政道路施工中的应用研究[J].建设科技,2024,(15):69-71.