

# 公路工程中软土地基处理技术研究

赵 康

新疆生产建设兵团交通建设有限公司 新疆 乌鲁木齐 832017

**摘 要：**软土地基处理是公路工程建设中的关键环节，直接影响工程质量和道路使用寿命。本文系统阐述了公路工程中软土地基的特点、处理原则、常见处理技术及其发展趋势，旨在为公路工程软土地基处理提供理论指导和技术参考。

**关键词：**公路工程；软土地基；处理技术；地基加固

## 引言

软土地基由于具有高压缩性、低强度、透水性差等特点，在公路工程建设中易导致路基沉降、失稳等问题。因此，对软土地基进行有效处理，提高地基承载力和稳定性，是确保公路工程质量和施工安全的重要措施。

### 1 软土地基的特点及分类

#### 1.1 软土地基的特点

软土地基主要由细腻的淤泥、淤泥质土壤以及泥炭土等构成，这些土质展现出了一系列独特的物理和力学性质。具体来说，它们含有极高的水分比例，孔隙结构松散且占比大，这使得土壤在受压时易于被压缩。同时，这类土壤的抗剪切能力相对较弱，即抵抗外力使其发生剪切变形的能力不足。此外，软土的透水性能较差，水分难以有效排出，这些特性共同导致了软土地基在承受外部荷载时，容易产生显著的且分布不均的沉降现象，对公路工程的结构稳定性和长期使用性能构成威胁。

#### 1.2 软土地基的分类详解

依据软土的组成成分、物理力学特性以及它们的形成原因，我们可以将软土地基进一步细分为几个主要类型：（1）滨海沉积型软土：这类软土主要分布在沿海地区，由海洋环境中的细粒物质经过长期沉积而成，通常含有较高的盐分，其物理力学性质受到海水侵蚀的影响。（2）河流冲积型软土：由河流携带的泥沙在流速减缓时沉积形成，这类软土往往层次分明，含有不同比例的砂、黏土等，其性质随沉积环境和时间的不同而有所差异。（3）湖泊沉积型软土：在湖泊等静水环境中，由水中悬浮物逐渐沉淀积累而成，这类软土通常较为细腻，含水量高，且可能含有较多的有机质。（4）沼泽沉积型软土：在沼泽等湿地环境中形成，这类软土往往富含植物残骸，有机质含量高，透水性极差，且压缩性极高，是工程中较难处理的一种类型。每种类型的软土地基都有其独特的工程特性，因此在公路工程设计和施工

过程中，需要根据具体类型采取针对性的处理措施，以确保地基的稳定性和承载力。

## 2 软土地基处理原则

### 2.1 精准施策，因地制宜

在处理软土地基时，需首先对其进行全面而细致的勘察，明确其具体的类型（如滨海沉积、河流冲积等）、分布范围、土层厚度以及工程项目的具体要求。基于这些信息，应科学选择最适合的处理方法和技术参数<sup>[1]</sup>。例如，对于透水性较差的淤泥质软土，可能更适合采用排水固结法；而对于有机质含量高的沼泽沉积软土，则可能需要结合化学稳定化处理。总之，处理方案需紧密贴合实际情况，做到“一地一策”。

### 2.2 系统规划，综合治理

软土地基的处理不应仅局限于单一的加固措施，而应是一个包含地基加固、排水固结、防渗隔离等多重手段的综合性治理体系。这意味着在处理过程中，不仅要考虑提升地基的承载力和稳定性，还要关注土体的排水性能改善以及防止地下水对地基的侵蚀。通过综合运用各种技术手段，形成相互补充、协同增效的处理方案，以确保处理效果全面且持久。

### 2.3 成本效益分析，经济合理

在制定软土地基处理方案时，经济合理性是一个不可忽视的重要因素。应在确保处理效果满足工程要求的前提下，对多种处理方案进行成本效益分析，选择性价比最高的方案。这包括考虑处理材料的成本、施工难度和工期、长期维护费用等因素。通过科学合理的经济评估，确保处理方案既经济又实用，有效降低工程成本。

## 3 常见的软土地基处理技术

### 3.1 换填法

换填法，作为一种直接且有效的软土地基处理技术，其核心在于将基础底面以下一定深度内的软弱土层进行彻底挖除，并替换为强度高、性能稳定且易于压实

的材料,如中粗砂、碎石、灰土或矿渣等。这一方法旨在通过替换软弱土层,从根本上改善地基的承载力和稳定性,确保上部结构的安全与稳定。在具体实施换填法时,首先需要对软土地基进行详细的勘察,明确软土层的分布范围、厚度以及土质特性,以便确定换填的深度和范围。随后,利用挖掘机等机械设备将指定范围内的软土全部挖除,确保挖除过程不破坏周边土体的稳定性。在选择换填材料时,需综合考虑材料的强度、稳定性、透水性以及压实性等因素。例如,中粗砂因其良好的透水性、压实性和强度特性,常被用作换填材料;而碎石则因其较高的承载力和抗剪强度,适用于对地基承载力要求较高的场合。灰土和矿渣等材料则因其经济性和一定的固化作用,在某些特定条件下也被广泛应用<sup>[2]</sup>。换填完成后,需对换填层进行严格的压实处理,以确保其密实度和承载力满足设计要求。压实过程可采用振动压路机、静压压路机或手扶式压路机等设备,根据装填材料的特性和压实要求,选择合适的压实方法和参数。换填法因其施工简单、效果显著且经济合理,特别适用于软土层较薄、分布范围较小或局部软土处理的地段。然而,对于软土层较厚或分布范围广泛的情况,换填法可能面临施工难度大、成本高等问题,此时需结合其他处理技术进行综合考量。总之,换填法作为一种常见的软土地基处理技术,在实际工程中具有广泛的应用价值和良好的处理效果。

### 3.2 排水固结法

排水固结法,作为一种针对软土地基特性而设计的处理技术,其核心在于通过科学布置排水系统,并结合适当的加压手段,有效促进地基土体中水分的排出,从而加速地基的固结过程,显著提升地基的承载力和稳定性。这一方法特别适用于软土层较厚且透水性较差的地段,为解决此类地基问题提供了有效的解决方案。在实施排水固结法时,首先需根据地基的实际情况,合理设计并布置排水系统。常见的排水设施包括砂井、塑料排水带(又称排水板)以及砂垫层等。这些排水设施能够形成有效的排水通道,帮助地基中的水分快速排出。其中,砂井和塑料排水带因其良好的透水性和耐久性,被广泛应用于各类软土地基处理工程中。除了排水系统外,加压系统也是排水固结法不可或缺的一部分。通过施加适当的压力(如堆载预压、真空预压或联合预压等),可以进一步促进地基土体中水分的排出,加速固结过程。堆载预压是通过在地基上堆放重物,利用重力作用促进排水;真空预压则是通过在地基表面设置密封膜,并抽取膜内空气形成负压,从而加速水分排出。而

联合预压则是将堆载预压和真空预压相结合,以达到更好的处理效果。排水固结法的优点在于其处理效果显著且持久,能够显著提高地基的承载力和稳定性,同时减少地基的沉降量。此外,该方法还具有一定的经济性,适用于大规模软土地基处理工程。然而,在实施过程中也需注意对排水系统和加压系统的合理设计与维护,以确保处理效果达到预期。

### 3.3 强夯法

强夯法,作为一种高效且直接的软土地基处理技术,其核心在于利用重型夯锤从设定的高度自由落下,对地基土体进行高强度的夯击作用。这一过程中,夯锤的巨大冲击能量会瞬间传递给地基土体,使其产生强烈的振动和压缩,进而促使土体颗粒重新排列,孔隙结构得到优化,密实度显著提升。随之而来的是地基承载力的增强和沉降量的减少,为上部结构的安全稳定提供了有力保障。在实施强夯法时,需根据地基的实际情况和工程要求,科学确定夯击能、夯点布置、夯击次数等关键参数。夯击能的大小直接决定了夯击的深度和效果,通常根据软土层的厚度和性质进行调整。夯点布置则需考虑地基的均匀性和处理范围,以确保整个地基都能得到有效加固。而夯击次数则需根据现场试验和监测数据进行确定,以达到最佳的处理效果。强夯法特别适用于软土层较厚且对地基承载力要求较高的地段。相较于其他处理方法,强夯法具有施工速度快、处理效果好、经济合理等优点。它不仅能够显著提高地基的承载力和稳定性,还能有效减少地基的沉降量,为工程项目的顺利实施和长期运营奠定坚实基础<sup>[3]</sup>。然而,强夯法在实施过程中也需注意对周边环境的影响。夯击产生的振动和噪音可能会对周边建筑物和居民生活造成一定影响,因此需提前制定相应的防护措施和监测计划。同时,强夯法对施工设备和操作人员的要求较高,需确保设备性能稳定、操作人员技术熟练,以确保处理效果和施工安全。

### 3.4 复合地基法

复合地基法,作为一种针对深厚且广泛分布的软土地基而设计的处理技术,其核心在于通过在地基中科学布置各类桩体,如水泥土搅拌桩、碎石桩、CFG(水泥粉煤灰碎石)桩等,与原地基土体共同形成承载能力强、稳定性高的复合地基体系。这一方法不仅能够有效提升地基的承载力和抗变形能力,还能显著减少地基的沉降量,为上部结构的安全稳定提供坚实支撑。在实施复合地基法时,桩体的选择和布置是关键。水泥土搅拌桩是通过将水泥与地基土进行强制搅拌,形成具有一定强度的桩体,适用于软土层较厚且需提高整体承载力的

地段。碎石桩则是通过在软土中打入碎石料,形成密实的桩体,以提高地基的排水性能和承载力。而CFG桩则是一种由水泥、粉煤灰、碎石等材料组成的高强度桩体,适用于对地基承载力要求极高的工程项目。复合地基法的优点在于其适应性强、处理效果显著且持久。通过合理布置桩体,可以形成稳定的桩土共同作用体系,显著提高地基的承载力和稳定性。同时,该方法还能有效减少地基的沉降量,提高工程项目的安全性和耐久性。此外,复合地基法还具有一定的经济性,适用于大规模软土地基处理工程。然而,在实施过程中也需注意对桩体施工质量的严格控制,确保桩体的强度、稳定性和耐久性满足设计要求。同时,还需对复合地基的整体性能进行定期监测和评估,以确保其长期稳定运行。

### 3.5 化学加固法

化学加固法,作为一种精细且高效的软土地基处理技术,其核心在于利用特定的化学浆液(如水泥浆、水玻璃、环氧树脂等)对地基土体进行改良和加固。这些化学浆液在注入软土地基后,会与土体中的水分和土壤颗粒发生化学反应,形成具有高强度、低透水性以及良好耐久性的固化体。这一化学反应过程不仅能够显著提升地基的承载力,还能有效改善土体的物理力学性质,如降低压缩性、提高抗剪强度等。在实施化学加固法时,关键步骤包括浆液的配制、注入方式的选择以及注入参数的确定。浆液的配制需根据地基土体的性质、处理目标以及工程要求进行精确计算,以确保浆液与土体能够充分反应并形成稳定的固化体。注入方式则可根据地基的实际情况选择压力注入、渗透注入或重力注入等,以确保浆液能够均匀分布并充分渗透至土体内部。注入参数,如注入压力、注入速度等,也需根据现场试验和监测数据进行优化调整,以达到最佳的处理效果<sup>[4]</sup>。化学加固法特别适用于软土层较薄且对地基承载力有较高要求的地段。相较于其他处理方法,化学加固法具有施工速度快、处理效果显著、对周边环境干扰小等优点。它不仅能够精准提升地基的承载力,还能满足工程项目对地基稳定性和耐久性的高要求。然而,在实施过程中也需注意浆液的安全性和环保性,避免对周边环境

和地下水造成污染。同时,还需对处理后的地基进行定期监测和评估,以确保其长期稳定运行。

### 4 软土地基处理技术的发展趋势

随着科技的进步和工程实践的不断深入,软土地基处理技术正朝着更高效、更智能、更环保的方向发展。在材料方面,新型加固材料的研发与应用为软土地基处理带来了革新。高性能水泥、高分子聚合物等新型材料,以其优异的物理力学性能和环保特性,为地基加固提供了更多选择。这些材料不仅能够有效提升地基的承载力,还能减少对环境的影响,实现绿色加固。在施工技术方面,智能化施工技术的引入显著提高了软土地基处理的效率和精度。通过远程监控系统,施工人员可以实时监测施工现场的情况,及时调整施工参数,确保处理效果。同时,自动化施工设备的应用也大大减轻了工人的劳动强度,提高了施工的安全性和效率。此外,随着环保意识的增强,绿色环保理念在软土地基处理中得到了越来越多的关注。采用绿色环保的处理技术和材料,减少施工过程中的噪音、振动和污染,保护周边生态环境,已成为行业发展的必然趋势。未来,软土地基处理技术将更加注重可持续发展,实现经济效益与环境效益的双赢。

### 结束语

软土地基处理是公路工程建设中的关键环节,选择适宜的处理技术对于确保工程质量和道路使用寿命具有重要意义。未来,随着新型材料、智能化施工技术及绿色环保理念的不断发展,软土地基处理技术将更加高效、环保和智能化。

### 参考文献

- [1]隋喜忠,矫涛涛.公路工程中软土地基处理技术研究[J].汽车周刊,2024,(12):132-134.
- [2]尹国庆,冯安翠.公路工程软土地基处理技术措施研究[J].运输经理世界,2024,(17):16-19.
- [3]巩斌,韩杰.公路工程软土地基处理技术措施[J].汽车画刊,2024,(03):236-238.
- [4]张友庆.公路工程软土地基加固处理技术研究[J].工程技术研究,2024,9(02):217-219.