

公路桥梁隧道软土地基处理对策分析

秦立阳

济南金日公路工程有限公司

摘要：公路桥梁和隧道的建设对于现代交通基础设施的发展至关重要。然而，大部分公路桥梁和隧道所处地质条件多为软土地基，这给工程的安全性和稳定性带来了严峻挑战。因此，对软土地基的处理对于保障公路桥梁和隧道的质量和可持续发展至关重要。本文将就公路桥梁隧道软土地基处理的对策进行分析，以期为相关工程提供有益的借鉴和指导。

关键词：公路桥梁隧道；软土地基处理；对策

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.07.063

引言：

公路桥梁隧道的建设和使用对软土地基的处理提出了严峻的挑战。软土地基常常具有不均一性、高水位、长期变形等特点，加之工程成本 and 环境保护等因素的考量，使得软土地基处理对策的选择和实施变得关键而复杂。本文旨在对当前软土地基处理技术进行分析和评价，并提出改进对策，为公路桥梁隧道的软土地基处理提供参考和指导。

一、公路桥梁隧道软土地基的特点

（一）含水量较高

软土地基通常具有较高的含水量，这是由于地下水位较高或土层中含水量较多的原因。高含水量使得软土地基具有较低的抗剪强度和较低的承载能力。

（二）土壤颗粒较细

软土地基中的土壤颗粒一般较细，通常是粉质土或黏性土。细颗粒的土壤使得其在水分存在时更易发生动力失稳，增加了地基沉降和变形的风险。

（三）有机质含量较高

软土地基中常含有较多的有机质，如淤泥和泥炭等。有机质的存在会导致土壤的强度较低，容易出现腐朽和不稳定，降低了地基的承载能力。

二、公路桥梁隧道软土地基处理面临的问题

（一）软土地基的承载力较低

软土地基承载力较低是公路桥梁隧道软土地基处理中首要面临的问题。软土地基由较多有机质和高含水量的粉质土组成，因此它的承载力和稳定性相对较差。对于公路桥梁隧道这样的工程建设，地基的承载力非常重要，因此处理软土地基成为必须要完成的任务。处理软土地基的方法主要包括物理改良与化学改良。物理改良方法包括夯实法、振动加密法等，化学改良方法包括固化法、胶凝法等。在处理过程中应该选择合适的改良方法，根据实际工程需要进行科学的施工和控制^[1]。

（二）地基沉降与变形问题

地基沉降和变形也是公路桥梁隧道软土地基处理中不可避免的问题，这种问题会给工程的安全与稳定性带来严重的隐患。软土地基具有较高含水量的特点，在缓慢流动水下，大量的沉积物在地表堆积形成软土层，其本身的发展还意味着在坚硬层表面存在更多的岩溶槽洞。为了提高地基的承载力和稳定性，需要采用相应的措施，比如使用振动加密法、夯实法、岩填等，在控制沉降与变形的同时，还应该注意不要对地质环境产生二次污染。

（三）高水位和地下水问题

软土地基的高含水量使其更加容易受到地下水的影响，从而对工程的安全性和稳定性产生负面影响。首先，高水位会造成软土地基中水分含量的增加。软土地基的高含水量本身就会导致其力学性质的变化，如降低土壤的抗剪强度和承载力，增加地基的沉降和变形风险。其次，地下水的水压对软土地基也具有重要影响。高水位会导致地下水位上升，增加地下水对软土地基的渗透力和水压力，进一步影响地基的稳定性。此外，还需要密切关注高水位和地下水的长期影响。长期高水位和地下水的影响会导致软土地基的物理和化学性质的变化，如颗粒结构的变松和溶解性质的变化。这些变化可能引发土壤液化、侵蚀和溶洞等问题，对公路桥梁隧道的安全性和稳定性构成潜在威胁。

（四）土壤特性不均一

软土地基的物理和力学性质通常表现出高度的不均一性，包括颗粒大小、含水量、固结状态和力学参数等。这种不均一性使得预测和评估软土地基的承载能力和变形特性变得困难。首先，软土地基的颗粒大小不均一性对其工程性质产生了显著影响。土壤颗粒的大小和形状不仅会影响土体的孔隙结构和排水性能，还会直接影响到土壤的剪切强度和变形特性。其次，软土地基的含水量不均一性是另一个重要的问题。含水量的变化会直接影响土壤的压缩性、剪切强度和可变形性。在软土地基处理过程中，如果没有准确评估和控制土壤的含水量，可能导致处理效果不佳，加固效果不稳定。第三，软土地基的固结状态也存在不确定性，即土壤的压缩性和膨胀性难以确定。由于软土地基的特殊物理特性，如黏性和塑性，土壤在受到荷载作用时容易发生挤出和固结变形^[2]。

三、公路桥梁隧道软土地基处理技术

（一）灌注桩法

首先，灌注桩法的主要原理是通过注入水泥浆或混凝土，形成坚固的桩体，以增加地基的承载力。这种方

法通过桩体的垂直负荷传递作用，可以减小地基的变形，提高地基的稳定性。此外，灌注桩法还可以通过挤压软土，增加土体的密实度，提高地基的承载能力。其次，灌注桩法还可以改善地基的水平位移和沉降性能。通过灌注桩的设置，可以在地基中形成一个互相连接的桩体网络，有助于分散和均匀传递荷载，减小地基的水平位移和沉降。特别是在软土地基中，灌注桩法可以有效地减小地基的沉降，提高地基的稳定性。此外，灌注桩法还具有施工方便、适应性广泛的特点。灌注桩的施工过程相对简单，不需要太多的设备和材料，并且可以根据实际工程需求进行调整和优化。同时，灌注桩法适用于各种类型的软土地基，如软黏土、淤泥等，并且可在不同的地质条件下进行应用。最后，灌注桩法还有很好的工程经济性。相比其他处理方法，灌注桩法的施工成本相对较低。其施工速度快，可大幅度缩短工期，减少劳动力和资源的浪费。此外，由于灌注桩法具有较好的稳定性和可持续性，减少了日后维护的成本与工作量^[3]。

（二）挤密法

挤密法处理技术主要包括以下几个步骤。首先，利用设备进行前期探测和勘察，以明确挤密范围和设计要求。然后，使用挤密机进行工作，根据实际情况和设计要求进行挤密处理。挤密机通常采用自行式和被拉式两种形式，通过机械摆动，对土层进行动态压实，使之内部分获得一定的压力，并逐渐加固。最后，在挤密处理过程中，需要将处理效果进行实时监测和评估，以便及时调整处理方案，并检查处理效果是否符合设计要求。挤密法处理技术具有以下优点。首先，施工速度快，能够很好地适应繁忙的建设期。其次，处理过程不需要浇筑水泥混凝土等材料，不会对周边环境造成污染和破坏。另外，挤密法也是一种简便易行的处理方法，不需要太多的设备和人力，可以节约成本，受到广泛的认可和推广。然而，挤密法处理技术也存在一些局限。首先，在某些软土地基条件下，挤密法可能不适用于处理。例如，在土体太沉实和黏性较强的情况下，可能无法采用挤密法处理技术。其次，处理效果可能会受到气候变化的影响。因此，在设计和施工过程中需要认真考虑这些局限因素，并与其他处理技术进行合理的补充和配合。

（三）土体改良方法

土体改良方法主要包括物理改良和化学改良两个方面，通过改变土体的物理和化学性质，来改善地基的力学性能和工程效果。物理改良方法主要包括振动加密法、夯实法和土壤加固法等。振动加密法通过振动器在软土地基中施加震动力，使土粒发生相互排列和排列致密，减小孔隙比和孔隙水压力，提高土体的密实度和承载力。夯实法利用高能量的冲击力，通过打击锤或压路机对软土进行夯实，使土层紧密堆实，提高土体的密实度和稳定性。土壤加固法主要通过向软土中注入固化

剂，形成胶结体，提高土体的强度和稳定性。化学改良方法主要包括固化法、胶凝法和增稠法等。固化法利用固化剂与软土中的水分发生化学反应，形成固化层，使土体发生胶结和固化，从而提高土体的强度和稳定性。胶凝法通过在软土中加入胶凝材料，如水泥、石灰等，通过化学反应形成胶凝物，改善土体的工程性能和力学性质。增稠法主要利用聚合物与软土中的水分发生反应，使土体形成凝胶状状态，增加土体的黏聚性和强度。

（四）预压法处理技术

预压法也被称为预加载法或轻载荷压实法。该技术利用轻载荷在软土地基上施加压力，以使土体逐渐压实和固结，增加土体的承载能力和稳定性。预压法处理技术主要包括以下几个步骤。首先，根据设计要求和地质条件，在软土地基上安装预压装置，如预压板或预压桩。然后，施加轻载荷，使土体产生预压效应。轻载荷通常由重锤、沉箱等设备提供，可以根据需要进行调整。在预压荷载作用下，软土地基逐渐发生变形和固结。最后，在预压处理过程中，需要进行实时监测和记录，以评估预压效果，并及时调整预压荷载和处理方案。预压法处理技术具有以下优点。首先，预压法可以有效降低软土地基的沉陷和变形。通过施加轻载荷，使土体逐渐压实、释放孔隙水，并促进土体颗粒排列，从而减小地基沉陷。其次，预压法可以大幅度缩短沉降时间，提高地基的稳定性和承载力。另外，预压法施工相对简便，不需要大量的设备和材料，可以更好地适应工程建设的要求^[4]。

四、公路桥梁隧道软土地基处理优化对策

（一）结合地质条件优化处理方案

首先，对于软土地基的处理，在不同地质条件下需采用不同的方法和技术。例如，在含有较高含水量的地方，可选择挤密法和灌注桩法等方法来提高地基承载力；而在含有较高含沙量的地方，应考虑利用土体改良方法来提高土壤的稳定性。其次，在处理方案中，需要根据地质条件的变化进行相应的优化调整。地质条件的变化可能导致地基稳定性和承载能力的变化。因此，在软土地基处理方案中，要根据地质条件的变化及时调整处理方法和参数。例如，在地质条件较差的区域，可采用增加地基承载力的方法来应对；在地质条件相对良好的区域，可采用减小地基沉降的方法来增强地基稳定性。此外，地质调查与分析是优化处理方案的重要环节。在处理软土地基前，必须进行全面、准确的地质调查与分析，以了解地质条件、土体特性和水文条件等因素的影响。在地质调查与分析的基础上，可以确定出最适合当前地质条件的处理方法，并进行详尽的方案设计。最后，在处理方案中应考虑地质条件的变化对处理效果的影响。地质条件的变化可能导致处理效果的变化，因此在方案设计中应考虑地质条件对处理效果的长

期影响。需要定期检测和监测处理后地基的变化，及时修正和调整方案，以确保处理效果的可持续性和长期稳定性^[5]。

（二）综合利用现场材料

首先，综合利用现场材料是指在处理软土地基时，充分利用当地的资源和材料，减少对外部物资的依赖，能有效地降低工程成本。常见的现场材料有当地岩石、砂石、淤泥等，可以通过加工和加固来提高其承载力和稳定性，从而达到优化处理方案的效果。其次，综合利用现场材料还能提高处理效果，增强软土地基的稳定性。将现场材料加工成为适合地基工程的材料，并结合现有的处理技术，可提高土体的承载力和稳定性，从而有效地加强软土地基的稳定性，并降低处理过程中的能源消耗和环境污染。此外，利用现场材料的方法也可根据特定的地质条件进行优化。对于不同类型的土壤，需要使用不同类型的现场材料。例如，在含有较高含水量的地方，可使用砂石等材料加固土壤，提高地基承载力；而在含有较高含沙量的地方，应考虑利用淤泥等材料来提高土壤的稳定性。最后，综合利用现场材料可以提高地基处理的可持续性。在选材方面，考虑到本地材料的适用性，可避免使用一些在当地不可再生的资源，减少运输的时间和成本，降低对环境的影响。同时，综合利用现场材料也有助于减少浪费和对环境的影响^[6]。

（三）加强质量控制

首先，应加强现场质量监督和管理，从源头上控制施工质量。对施工人员进行安全教育和技术培训，掌握和熟练运用施工技术和工艺，保证施工技术的科学性和可靠性。同时，设置监控点，实行现场观察和检查，及时发现和解决可能出现的问题，确保施工质量符合监测标准要求。其次，要严格执行施工规范和设计要求。在施工过程中，要按照设计要求进行操作，确保施工材料、器具的使用符合规范和质量要求。例如，在加固法处理技术中，按照配比要求将加固材料搅拌均匀，并定期进行检测和维护。第三，应选择合适的施工方法和技术，确保施工质量和效益的同时，能够减少对环境和周边建筑物的影响。例如，在刚性衬砌法处理技术中，应选择合适的材料和施工方法，以减少对周边建筑物的振动和影响。最后，应在整个施工过程中不断加强质量监测，对施工进度、施工质量、安全生产等方面进行全面监测和管理。针对施工中可能出现的问题，及时采取有效措施进行处理和修复，以确保工程质量符合设计和规范要求^[7]。

（四）结合监测数据进行动态调整

监测数据提供了实时的地基行为信息，可以帮助工程人员了解处理效果，及时调整处理方案，以提高软土地基的稳定性和工程质量。首先，通过监测数据可以及时获取软土地基的变形、沉降、应力等信息。这些数

据可以反映处理前后地基的变化情况，从而判断处理方案的有效性。如果监测数据表明地基的变形和沉降超出了设计要求，可能需要进行调整处理方案，以达到更好的效果。同时，监测数据还可以提供软土地基的应力状态，帮助评估地基的稳定性，并做出相应的调整和改进。其次，结合监测数据进行动态调整可以及时发现问题，采取相应的措施。通过分析监测数据，可以发现软土地基处理中存在的问题，如局部不均匀沉降、变形不满足要求等。一旦发现问题，可以及时采取补救措施，比如对有问题的区域进行二次处理，以保证整个地基的稳定性和工程质量。第三，通过监测数据的动态调整，还可以对处理方案进行优化和改进。监测数据能够反映处理方案的实际效果，从中得到宝贵的经验教训，并进行相应的优化和改进。比如，如果监测数据表明某种处理方法效果良好，可以在日后的类似工程中加以推广应用，提高处理效率和效果。而对于不理想的处理效果，可以进行针对性的改进，以避免同样的错误和失败。最后，结合监测数据进行动态调整可以提高软土地基处理方案的可持续性。通过监测数据的实时监测和动态调整，可以采取合理的措施，减轻处理对环境的影响，提高资源的利用效益。同时，及时调整处理方案可以降低工程成本以及不必要的资源浪费，从而达到可持续发展的目标^[8]。

结束语

本文分析了公路桥梁隧道软土地基处理对策的现状和问题，并提出了一些改进和发展的思路。软土地基处理是一个复杂而关键的问题，需要综合考虑多方面因素。希望本文的研究结果可以为相关领域的学者和工程师提供参考，促进软土地基处理技术的进一步发展。

参考文献

- [1] 苟贺健. 公路桥梁隧道软土地基处理对策分析[J]. 四川建材, 2020, 46(05): 61+73.
- [2] 管学其. 市政道路桥梁隧道软土地基处理对策分析[J]. 建材与装饰, 2020, (08): 289-290.
- [3] 刘洪. 公路桥梁隧道软土地基处理对策分析[J]. 黑龙江交通科技, 2019, 42(08): 167+170.
- [4] 杨东生. 市政道路桥梁隧道软土地基处理对策分析[J]. 现代物业(中旬刊), 2019, (06): 210.
- [5] 王栋. 铁路桥梁隧道软土地基处理对策分析[J]. 工程技术研究, 2018, (16): 41-42.
- [6] 田立华. 公路桥梁隧道软土地基处理对策分析[J]. 山西建筑, 2018, 44(21): 132-133.
- [7] 王迎晖. 公路桥梁隧道软土地基处理对策[J]. 运输经理世界, 2022(24): 84-86.
- [8] 马杜山. 探讨公路桥梁隧道软土地基处理的相关对策[J]. 四川建材, 2022, 48(04): 102-103.