

道路桥梁隧道软土地基处理

屈文光

包头市市政事业发展中心 内蒙古 包头 014040

摘 要：道路桥梁隧道软土地基处理是土木工程中至关重要的环节，直接关系到工程的安全性、稳定性和耐久性。本文深入探讨了软土地基处理的各种方法，包括换填法、动力固结法、排水固结法、深层搅拌法以及其他创新技术。通过对各种方法的原理、适用条件、优缺点及施工要点进行综合分析，旨在为工程实践提供科学指导。同时还强调了施工过程中的质量控制与安全管理，确保软土地基处理工程的高效、安全和可靠。

关键词：道路桥梁；隧道；软土地基

1 道路桥梁隧道软土地基的基本概念

道路桥梁隧道软土地基的基本概念主要指的是一种由强度低、压缩性高的软弱土层构成的地基。这种地基多数含有一定的有机物质，通常位于滨海、湖沼、谷地等区域，其物质结构和物理力学性质具有以下基本特点：首先，软土地基的含水量较高，孔隙比大，导致地基的压缩性较高且承载能力较低。由于软土的透水性差，排水固结不易，使得建筑物沉降延续时间长，且易产生较高的孔隙水压力，影响地基的强度。其次，软土地基的抗剪强度低，这意味着地基在受到剪切力作用时容易产生变形或破坏。软土还具有触变性和流变性，即在受到扰动或持续荷载作用下，地基的变形会随时间而增长，导致地基的长期强度远小于瞬时强度^[1]。在道路桥梁隧道工程中，软土地基的处理是一个重要的环节，处理软土地基的主要目的是提高地基的稳定性和承载能力，以确保工程的安全和稳定。常见的处理方法包括强夯法、深层搅拌桩技术、粉喷桩施工技术^[2]等，这些方法可以根据工程的具体情况和地基的特点进行选择和应用。道路桥梁隧道软土地基是一种具有特殊物理力学性质的软弱土层，其处理对于工程的安全和稳定至关重要。

2 软土地基对道路桥梁隧道建设的影响

2.1 承载力不足

软土地基承载力不足对道路桥梁隧道建设有着显著的影响。由于软土的力学性质较差，其承载能力相对较低，难以满足大型构筑物如道路、桥梁和隧道的荷载需求。在这种情况下，地基可能发生过度变形或沉降，影响上部结构的稳定性和安全性。

2.2 沉降变形大

软土地基的沉降变形大是另一个需要关注的重要问题。由于软土的压缩性高，地基在荷载作用下容易产生较大的沉降。这种沉降不仅会影响工程结构的正常使

用，还可能对周边环境和设施造成破坏。在道路桥梁隧道建设中，沉降变形大可能导致路面不平整、桥梁倾斜或隧道开裂等问题，严重影响交通安全和工程质量。

2.3 抗剪强度低

软土地基的抗剪强度低也是一个不容忽视的问题。抗剪强度低意味着地基在受到剪切力作用时容易发生破坏，导致工程结构失稳。在道路桥梁隧道建设中，抗剪强度低可能导致地基的侧向挤出、边坡失稳或隧道塌方等问题，对工程安全构成严重威胁。

3 道路桥梁隧道软土地基处理方法

3.1 换填法

换填法是一种直接而有效的软土地基处理方法，特别适用于浅层软土或软弱层厚度不大的情况。该方法的核心思想是将地基中的软弱土层全部或部分挖除，然后用强度较高、压缩性较低的材料（如砂、碎石、灰土等）进行分层回填压实。通过换填，可以显著提高地基的承载力和稳定性，减少沉降变形。换填法的施工步骤通常包括：首先，根据设计要求确定换填范围和深度，然后进行开挖作业，将软弱土层清理干净；接着，按照预定的分层厚度和压实标准，逐层回填并压实新材料；最后，进行质量检验和验收，确保换填后的地基满足设计要求。换填法的优点在于施工简单、成本低廉，且能有效提高地基的承载力和稳定性。该方法也存在一些局限性，如换填深度受限、对周边环境影响较大等。因此在选择换填法时，需要综合考虑工程特点、地质条件、施工条件以及经济成本等因素。

3.2 动力固结法（强夯法）

动力固结法，又称强夯法，是一种利用重锤自由落体产生的冲击能，对地基进行夯实加固的方法。该方法通过提高地基土的密实度和强度，减少沉降变形，从而提高地基的承载力和稳定性。首先根据设计要求确定夯

击点布置和夯击能；利用重锤从一定高度自由落下，对地基进行夯击；在夯击过程中，需要控制夯击次数、夯击能和夯击间隔等参数，以确保夯实效果；最后，进行质量检验和验收，评估地基的加固效果^[2]。强夯法的优点在于施工速度快、加固效果显著，且适用于多种类型的软土地基。该方法也存在一些缺点，如施工噪音大、对周边建筑物和地下管线可能造成振动影响等。在选择强夯法时，需要充分考虑施工环境、地质条件以及周边建筑物的安全性等因素。

3.3 排水固结法

排水固结法是一种通过排水和加压作用，使地基土中的孔隙水排出，土体逐渐固结，从而提高地基承载力和稳定性的方法。该方法特别适用于含水量高、压缩性大的软土地基。在地基中设置排水系统，如排水板、排水砂井等；通过加载预压或真空预压等方式，对地基进行加压处理；在加压过程中，地基土中的孔隙水逐渐排出，土体逐渐固结；最后，进行质量检验和验收，评估地基的加固效果。排水固结法的优点在于加固效果显著、施工周期相对较短，且能有效减少地基沉降。该方法也存在一些局限性，如施工成本较高、对地质条件有一定要求等。在选择排水固结法时，需要综合考虑工程特点、地质条件、施工条件以及经济成本等因素。

3.4 深层搅拌法（粉喷桩、浆喷桩）

深层搅拌法是一种通过特制的深层搅拌机械，将水泥、石灰等固化剂与地基土进行强制搅拌，形成具有一定强度和稳定性的固化土体的方法。该方法特别适用于深层软土地基的处理。深层搅拌法包括粉喷桩和浆喷桩两种形式，粉喷桩是将水泥粉等固化剂通过压缩空气或机械力送入地基深处，与土体进行搅拌；浆喷桩则是将水泥浆等固化剂通过注浆管注入地基深处，与土体进行搅拌。通过搅拌，固化剂与土体发生化学反应和物理作用，形成具有一定强度和稳定性的固化土体。深层搅拌法的优点在于加固效果显著、施工速度快，且能有效提高地基的承载力和稳定性。该方法对地质条件的适应性较强，适用于多种类型的软土地基。深层搅拌法也存在一些局限性，如施工成本较高、对固化剂的质量和用量有一定要求等。因此在选择深层搅拌法时，需要综合考虑工程特点、地质条件、施工条件以及经济成本等因素。

3.5 其他方法（如加筋法、注浆法、管桩法等）

除了上述几种常见的软土地基处理方法外，还有一些其他方法也被广泛应用于道路桥梁隧道软土地基的处理中。这些方法包括加筋法、注浆法、管桩法等。加筋法是通过在地基中设置加筋材料（如土工格栅、土工织

物等），提高地基的抗剪强度和整体性，从而增强地基的承载力和稳定性。该方法特别适用于地基土较软、抗剪强度低的情况。注浆法是通过注浆管将水泥浆、水泥砂浆等固化剂注入地基中的裂缝、孔隙或软弱层中，使固化剂与土体发生化学反应和物理作用，形成具有一定强度和稳定性的固化土体。该方法特别适用于地基中存在裂缝、孔隙或软弱层的情况。管桩法是一种利用预制管桩或灌注桩对地基进行加固的方法，通过在地基中设置管桩，可以显著提高地基的承载力和稳定性。该方法特别适用于深层软土地基或需要承受较大荷载的情况。这些方法的优点在于加固效果显著、施工速度快，且能适应多种类型的软土地基。它们也存在一些局限性，如施工成本较高、对地质条件有一定要求等。在选择这些方法时，需要综合考虑工程特点、地质条件、施工条件以及经济成本等因素^[3]。

4 软土地基处理施工过程中的质量控制与安全管理

4.1 施工材料与设备的质量控制

在软土地基处理施工过程中，施工材料与设备的质量控制是确保工程质量的基础。施工材料的选用直接影响地基加固效果和使用寿命，而设备的性能则关系到施工效率和安全性。对于施工材料，应严格按照设计要求进行采购，确保材料的质量、规格和性能满足工程需要。在材料进场前，需进行严格的检验和试验，包括材料的物理力学性能、化学成分等，以确保其符合相关标准和规范。应建立材料管理制度，对材料的存储、使用和报废进行全过程管理，防止因材料问题导致的工程质量事故。施工设备的质量控制同样重要，在选用设备时，应考虑设备的适用性、可靠性和稳定性，确保设备能够满足施工要求。设备进场后，应进行全面的检查和调试，确保设备处于良好状态。在施工过程中，应定期对设备进行维护和保养，及时发现和解决设备故障，防止因设备问题导致的施工事故。为了加强施工材料与设备的质量控制，还应建立完善的质量管理体系，明确各级人员的职责和权限，加强质量监督和检查，确保施工过程中的每一个环节都符合质量要求。

4.2 现场管理与监测

现场管理与监测是软土地基处理施工过程中的重要环节，对于确保工程质量和安全具有重要意义。现场管理包括施工组织的合理安排、施工人员的培训和管理、施工现场的安全防护等方面。在施工组织方面，应根据工程特点和施工条件，制定合理的施工方案和进度计划，确保施工过程的连续性和高效性。应建立有效的沟通机制，加强各部门之间的协作和配合，确保施工过程

的顺利进行。施工人员的培训和管理也是现场管理的重要内容,应定期对施工人员进行安全教育和技能培训,提高他们的安全意识和操作技能。同时应建立完善的施工人员管理制度,对施工人员的出勤、工作表现等进行记录和考核,确保施工人员的素质和能力满足工程要求。施工现场的安全防护同样重要,应设置明显的安全警示标志和防护措施,防止施工人员和周边人员受到意外伤害。应定期对施工现场进行安全检查,及时发现和消除安全隐患,确保施工过程的安全性。现场监测也是确保工程质量的重要手段,应通过监测设备对地基加固过程中的变形、沉降、应力等参数进行实时监测,及时发现和处理异常情况,确保地基加固效果满足设计要求。

4.3 安全管理制度的建立

在软土地基处理施工过程中,安全管理制度的建立是保障施工安全的基础。安全管理制度应包括安全责任制、安全教育培训制度、安全检查制度、事故报告和处理制度等方面。安全责任制是安全管理制度的核心,应明确各级人员的安全职责和权限,建立从上至下的安全管理网络,确保安全责任的落实。加强对各级人员的安全考核和奖惩,提高全员的安全意识和责任感。安全教育培训制度是提高施工人员安全素质的重要途径。应定期组织安全教育培训活动,包括安全法律法规、安全操作规程、事故案例分析等内容,提高施工人员的安全意识和操作技能^[4]。应加强对新进场人员的安全教育和培训,确保他们熟悉施工现场的安全环境和操作规程。安全检查制度是发现和处理安全隐患的重要手段,应定期对施工现场进行安全检查,包括设备、材料、人员、环境等方面,及时发现和消除安全隐患。应建立安全隐患整改制度,对发现的问题进行整改和跟踪,确保安全隐患得到彻底消除。事故报告和处理制度是保障施工安全的重要措施,一旦发生安全事故,应立即进行报告和处理,防止事故扩大和蔓延。应建立事故分析和总结制度,对事故原因进行深入分析,总结经验教训,制定改进措施,防止类似事故的再次发生。

4.4 安全风险评估与预警

在软土地基处理施工过程中,安全风险评估与预警

是预防安全事故的重要手段。通过对施工过程中的各种风险因素进行识别、分析和评估,可以及时发现和处理潜在的安全隐患,确保施工过程的安全性。安全风险评估应贯穿整个施工过程,在施工前,应对工程特点、施工条件、施工人员素质等因素进行全面分析,识别潜在的安全风险。在施工过程中,应定期对安全风险进行评估和更新,及时发现和处理新的风险因素。应建立安全风险清单和应急预案,对潜在的安全风险进行预警和应对。预警机制是安全风险评估的重要组成部分,通过建立预警指标体系和预警模型,可以实时监测施工过程中的安全风险状态,及时发现异常情况并进行预警。一旦触发预警条件,应立即启动应急预案,采取相应措施进行处置,防止安全事故的发生。为了加强安全风险评估与预警工作,还应建立完善的信息管理系统,对安全风险信息进行收集、整理和分析,为安全决策提供科学依据。同时应加强对安全风险评估与预警工作的监督和检查,确保各项措施得到有效落实。

结束语

综上所述,道路桥梁隧道软土地基处理是一项复杂而系统的工程,需要综合考虑地质条件、工程要求、施工方法以及经济成本等多方面因素。通过合理选择和应用软土地基处理方法,结合严格的质量控制与安全管理措施,可以显著提高地基的承载力和稳定性,确保道路桥梁隧道工程的安全运行和长期使用。未来,随着科技的不断进步和工程实践的深入,软土地基处理技术将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]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.
- [2]张道杰,葛莹.公路施工中软土地基处理技术分析及应用[J].工程技术研究,2020,5(01):75-76.
- [3]张建中.道路桥梁工程中软土地基施工处理措施[J].山西建筑,2022,46(5):116-118.
- [4]李斌.道路桥梁工程中软土地基的施工处理技术研究[J].河南科技,2022(2):98-100.