

# 道路桥梁隧道软土地基处理

李 勇

鹤峰县公路事业发展中心 湖北 恩施 445800

**摘 要：**文章聚焦于道路桥梁隧道工程中软土地基处理的关键技术与策略。针对软土地基的特殊性，探讨多种处理方法如CFG桩、复合桩、粉喷桩及土质置换的应用，并强调施工前的地质勘察、方案优化及施工过程中的质量控制与材料管理的重要性。通过科学的处理措施和严格的质量控制，旨在提高软土地基的承载力和稳定性，确保道路桥梁隧道工程的安全性与耐久性。

**关键词：**桥梁隧道；软土地基；危害；处理方法

在道路桥梁隧道等基础设施建设中，软土地基因其高压缩性、低承载力和易变异性等特点，成为影响工程安全与稳定性的重要因素。合理有效地处理软土地基，不仅关乎工程质量与使用寿命，更直接关系到行车安全与人民生命财产的安全。因此深入研究软土地基处理技术，优化施工方案，强化质量控制，对于提升我国道路桥梁隧道建设水平具有重要意义。

## 1 道路桥梁隧道软土地基特点

道路桥梁隧道工程中，软土地基的特点主要包括几个方面：（1）大孔隙比。软土地基土质疏松，土体颗粒间的空隙较大，导致其天然孔隙比通常都大于1。这种大孔隙比的特性使得软土地基在地处水源充足的低洼地带时，含水量较高且往往处于饱和状态，甚至可能接近或大于液相限制。（2）高压缩性。由于土体颗粒间的大孔隙，软土地基具有显著的高压缩性特征。这意味着在受到外力作用时，软土地基容易发生变形，固结周期长，且承压后容易导致地面大面积沉降等问题。这种沉降现象会严重影响道路桥梁隧道的使用性能和安全性。（3）低承载力。软土地基的抗剪能力较弱，导致其天然承载力一般小于60KPa。如果不对其进行有效的加固处理，便不能满足建设要求。即使进行了加固处理，如果加固不完善，也容易导致施工完成后出现坍塌、结构破坏等事故<sup>[1]</sup>。（4）高灵敏度。软土结构松散，一旦受到震动、搅拌等外部作用，其强度会显著降低，且难以恢复。这种高灵敏度的特性使得软土地基在施工过程中需要特别小心谨慎，以避免对其造成不必要的破坏。（5）透水性差。软土地基中的水分和空气含量较高，但其透水性却相对较差。这使得在排水固结等处理过程中，需要采取特殊措施来提高其透水性能，以确保处理效果。（6）土层状分布复杂。软土地基中的土层分布往往较为复杂，各层之间的物理力学性质相差较大。这种复杂的土

层分布给施工处理带来了很大的难度和挑战。道路桥梁隧道工程中的软土地基具有大孔隙比、高压缩性、低承载力、高灵敏度、透水性差以及土层状分布复杂等特点。这些特点要求我们在施工过程中必须采取科学合理的处理方法和措施，以确保工程的质量和安全。

## 2 桥梁隧道中软土地基危害

在桥梁与隧道工程的建设中，软土地基是一个不可忽视的重要因素，其特有的物理力学性质往往给工程带来一系列的危害与挑战。

### 2.1 地基的不均匀沉降

地基的不均匀沉降是软土地基在桥梁隧道工程中最直观和严重的危害之一。由于软土具有高压缩性和低承载力的特点，当上部结构物（如桥梁墩台、隧道衬砌等）的重量施加其上时，地基土体会发生显著的压缩变形，由于软土分布的不均匀性（如土层厚度、土质成分、含水量的差异），这种压缩变形往往呈现出非均匀性。不均匀沉降会导致桥梁或隧道结构产生附加应力，进而影响其整体稳定性和使用性能。对于桥梁而言，不均匀沉降可能导致桥面铺装层开裂、桥头跳车、支座破坏乃至桥梁结构整体失稳；对于隧道而言，则可能引发衬砌开裂、渗漏水、边仰坡滑移等问题，严重威胁行车安全，不均匀沉降还会加剧桥梁隧道结构的疲劳损伤，缩短其使用寿命<sup>[2]</sup>。

### 2.2 软土路基变形

软土路基变形是软土地基在桥梁隧道工程中另一个显著的危害。由于软土的高压缩性和低抗剪强度，当受到外部荷载作用时，路基土体会发生显著的压缩变形和侧向挤出。这种变形不仅会影响桥梁隧道的几何形状和尺寸精度，还会改变其受力状态，从而引发一系列安全问题。对于桥梁而言，软土路基变形可能导致桥墩倾斜、梁体下挠等现象，影响桥梁的通行能力和安全性。

对于隧道而言,路基变形则可能导致隧道净空减小、衬砌挤压破坏等问题,甚至可能引发隧道整体坍塌,软土地基变形还会加剧地基土体的侧向移动和位移,进一步加剧不均匀沉降的危害。

### 2.3 侵蚀、坍塌

侵蚀与坍塌是软土地基在桥梁隧道工程中最为严重的危害之一。由于软土透水性差且易受到水流冲刷等外部因素的影响,当遇到雨水、地下水或施工排水等不利条件时,软土地基容易发生侵蚀现象。侵蚀作用会破坏地基土体的完整性,降低其承载力,进而引发坍塌事故。在桥梁工程中,软土地基侵蚀可能导致桥墩基础暴露、冲刷坑形成等问题,影响桥梁的稳定性和安全性。在隧道工程中,侵蚀则可能导致隧道洞口、仰坡等部位发生坍塌事故,严重威胁施工人员的生命安全和工程进度,侵蚀与坍塌还可能引发次生灾害,如滑坡、泥石流等自然灾害的发生,进一步加剧工程建设的难度和风险。

## 3 桥梁隧道中软土地基处理方法

### 桥梁隧道中软土地基处理方法

在桥梁与隧道工程的建设中,软土地基的处理是确保工程稳定性和安全性的关键环节。针对软土地基的特性,工程界发展了多种有效的处理方法。

#### 3.1 CFG桩

CFG桩,即水泥粉煤灰碎石桩,是一种由水泥、粉煤灰、碎石、石屑或砂加水拌和形成的高粘结强度桩。这种桩体通过成桩机械设备在地基中按一定间距和深度成孔,然后灌注混合料形成<sup>[3]</sup>。CFG桩具有强度高、变形模量大、可全桩长发挥侧阻等优点,且其桩身材料可以掺入工业废料粉煤灰和石屑,有效降低工程造价。在桥梁隧道工程中,CFG桩主要用于加固处理软土地基。通过CFG桩的加固作用,可以有效提高地基的承载力,减少地基的沉降变形。CFG桩还能增强地基的整体稳定性,防止地基土体的侧向移动和位移,CFG桩的施工相对简便,工期较短,且对环境影响较小,因此在桥梁隧道工程中得到了广泛应用。

#### 3.2 复合桩

复合桩,这一创新的桩基形式,巧妙地融合了多种加固技术的精髓,展现了其在桥梁隧道工程中不可小觑的潜力。它不仅承袭了传统桩基的稳固基础,更通过引入注浆、加筋等先进技术手段,实现了承载能力与稳定性的双重飞跃。无论是注浆管桩的深层加固,还是加筋水泥土桩的增强韧性,都彰显了复合桩在应对复杂地质条件时的卓越表现。在桥梁隧道这样的重大基础设施项目中,复合桩的应用如同为地基穿上了一层坚实的“盔甲”。

它不仅能够充分挖掘并利用原有桩基的潜力,还能通过精准选择加固材料与技术,针对性地解决地基沉降、变形及水平位移等问题,为工程整体稳定性筑起了一道坚实的防线,复合桩的高施工灵活性也是其一大亮点,能够灵活适应不同地质条件和工程需求,为工程设计与施工提供了更多可能性。

#### 3.3 粉喷桩

粉喷桩,这一独特的软土地基加固技术,凭借其高效、经济的优势,在桥梁隧道工程中扮演着至关重要的角色。该技术通过特制的深层搅拌机械,将软土与固化剂如水泥、石灰等直接在地基深处进行强制搅拌,使两者充分混合并发生一系列复杂的物理化学反应。这一过程不仅改变软土的物理性质,更显著提升其力学强度与稳定性,从而形成坚固而稳定的桩体结构。针对桥梁隧道工程中常见的含水量较高的软土地基,粉喷桩技术展现出其独特的优势。它能够有效地减少地基的沉降变形,显著提升地基的承载力,为工程结构的稳定与安全提供强有力的保障,粉喷桩的施工过程简便快捷,无需复杂的预制桩材准备,且能够充分利用现场材料,大大降低施工成本。更为重要的是,其加固效果持久稳定,能够长期保持地基的优良性能,为桥梁隧道的长期使用奠定了坚实的基础。

#### 3.4 土质置换

土质置换,作为软土地基处理领域的一项经典技术,其直接而高效的特点在桥梁隧道工程中尤为突出。该方法通过精准定位软弱土层,并施以精细化的挖掘作业,将其彻底清除出场,随后无缝衔接地填充以高强度、低压缩性的优质材料,如精选砂砾、坚固碎石或改良灰土等,从而实现了对地基根本性的物理力学性质改造。在应对深度适中、范围明确的软弱土层时,土质置换展现出其独特的优势。它不仅能够迅速提升地基的承载潜能,有效遏制沉降与变形,还为后续施工奠定了稳固可靠的基础平台<sup>[4]</sup>。尽管施工流程相对繁琐,涉及大量人力物力投入,但其带来的加固效果却是立竿见影且持久不衰,对于保障桥梁隧道等关键基础设施的长期安全稳定运行具有不可估量的价值,土质置换技术在现代工程建设中占据了举足轻重的地位。

## 4 道路桥梁隧道软土地基施工质量控制措施

在道路桥梁隧道的建设过程中,软土地基的处理与施工质量控制是确保工程稳定性和安全性的关键。针对软土地基的复杂性和特殊性,采取科学有效的施工质量控制措施至关重要。

### 4.1 做好准备工作

#### 4.1.1 地质勘察与资料收集

在软土地基施工之前,必须进行全面细致的地质勘察工作,以准确掌握地基土层的分布、厚度、物理力学性质以及地下水位等关键信息,还需收集并整理相关文献资料,了解类似工程案例的处理经验和教训,为施工方案的制定提供科学依据。

#### 4.1.2 施工方案设计与优化

基于地质勘察结果和工程要求,制定详细的软土地基处理施工方案。方案应包括处理方法的选择、施工工艺流程、施工参数设定、质量控制标准等内容。在方案制定过程中,应充分考虑软土地基的特性和施工条件,确保方案的科学性、合理性和可行性,还需组织专家对方案进行评审和优化,确保方案能够最大限度地满足工程需求。

#### 4.1.3 施工组织与管理

建立健全的施工组织管理体系,明确各岗位职责和任务分工。编制详细的施工进度计划和质量控制计划,确保施工过程的有序进行和质量控制的有效实施。加强施工人员的培训和教育,提高其专业技能和质量意识,为软土地基施工质量控制提供有力保障。

### 4.2 遵循一定的处理控制原则

#### 4.2.1 针对性原则

针对软土地基的不同特性和工程要求,采取具有针对性的处理措施。例如,对于含水量较高的软土,可采用粉喷桩或注浆加固等方法;对于承载力较低的软弱土层,可采用土质置换或CFG桩等方法。通过针对性的处理措施,能够有效提高地基的承载力和稳定性。

#### 4.2.2 经济性原则

在保证工程质量的前提下,合理控制施工成本。通过优化施工方案、选择性价比高的材料和设备等措施,降低施工成本。同时加强施工过程中的资源节约和环境保护工作,实现经济效益和社会效益的双赢。

#### 4.2.3 安全性原则

将安全放在首位,确保施工过程中的人员安全和工程安全。加强施工现场的安全管理和监督检查工作,严格遵守安全操作规程和规定。制定应急预案和措施,应对可能出现的突发情况 and 安全事故。通过加强安全管理和教育培训工作,提高施工人员的安全意识和应急处理能力。

#### 4.2.4 环保性原则

注重施工过程中的环境保护工作,减少对周边环境的影响和破坏。采取有效措施减少噪音、粉尘等污染物

的排放;合理处理施工废弃物和废水;保护施工现场的植被和生态环境。通过加强环保管理和宣传教育工作,提高施工人员的环保意识和责任感<sup>[5]</sup>。

### 4.3 对软土地基施工材料的管理与控制措施

#### 4.3.1 材料采购与验收

严格按照设计要求和市场规范进行材料采购工作。选择具有相应资质和信誉的供应商进行合作;对采购的材料进行严格的质量验收和检测工作;确保材料的质量符合设计要求和相关标准。做好材料的保管和存储工作,防止材料受潮、变质等问题的发生。

#### 4.3.2 材料使用与管理

在施工过程中,严格按照施工方案和施工工艺流程使用材料。加强材料的计量和配比工作,确保材料的用量和配比符合设计要求。对施工过程中剩余的材料进行及时回收和处理工作;避免材料的浪费和损失。加强施工现场的材料管理工作,确保材料的规范使用和有序管理。

#### 4.3.3 质量控制与检测

加强施工过程中的质量控制和检测工作。对关键施工环节和关键部位进行重点监控和检测;及时发现并处理施工过程中出现的质量问题。采用先进的检测技术和设备对施工质量进行检测和评估;确保施工质量的可靠性和稳定性。同时,加强施工质量的记录和归档工作;为后续的工程验收和维护提供有力支持。

### 结束语

综上所述,道路桥梁隧道软土地基处理是确保工程安全与质量的关键环节。通过综合应用多种处理技术,结合精细化的施工管理与质量控制,能够有效应对软土地基带来的挑战。未来,随着技术的不断进步与经验的积累,软土地基处理将更加高效、环保,为道路桥梁隧道工程的可持续发展奠定坚实基础。

### 参考文献

- [1]王毅.公路中软基加固技术的应用[J].工程技术研究,2020,5(15):101-102.
- [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]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.
- [4]尹骥.软土深基坑开挖对隧道影响分析及设计参数讨论[J].地下空间与工程学报,2022,18(S1):173-178+186.
- [5]胡文为.关于隧道软土地质带的施工管理[J].江西建材,2022(04):228-230.