

# 道路桥梁工程中软土地基的施工技术

刘 君

新疆北新国际工程建设有限责任公司 北京 100015

**摘 要：**软土地基因其高压缩性、低抗剪强度、高含水量及不均匀性等特点，给道路桥梁工程的施工带来挑战。本文探讨了多种软土地基施工技术，包括水泥搅拌桩、强夯法、振密法、排水固结处理、换填加固处理、混合剂处理及反压护道等。这些技术通过提高地基承载力、减少沉降、增强稳定性等方式，有效解决了软土地基带来的问题。文章还强调了施工前准备、地基加固技术应用及合理施工方案选择的重要性，旨在保障道路桥梁工程的安全与质量。

**关键词：**道路桥梁工程；软土地基；施工技术；地基加固

## 1 引言

随着我国经济的快速发展，道路桥梁工程的建设规模不断扩大，对于工程质量的要求也日益提高。然而，在道路桥梁工程的施工过程中，经常会遇到软土地基这一难题。软土地基具有特殊的物理力学性质，如高压缩性、低抗剪强度、高含水量及不均匀性等，这些特性给工程的施工质量和安全带来了严峻的挑战。因此，研究道路桥梁工程中软土地基的施工技术，对于提高工程质量、保障施工安全具有重要意义。

## 2 软土地基的特性及危害

### 2.1 软土地基的特性

(1) 高压缩性：软土地基结构具有高压缩性特点，其压缩系数一般为0.6—11MPa，液限和压缩系数之间成正比关系，液限越大，压缩系数也越大。软土中含有较多的微生物和腐殖质，长期处于不稳定的状态。(2) 低抗剪强度：软土地基自身的抗剪强度较差，由于内部存在较多的孔隙，整体抗压能力下降。其抗剪能力类似于黏土，较差的抗剪能力会直接影响路基的排水性能，导致排水能力下降。(3) 高含水量：软土地基内部的天然含水率可以达到35%—75%之间，与普通地面含水率存在明显差距。软土中的水分含量较高，水分已经可以像水一样进行流淌，这使得软土地基内部结构不稳定，涂层颗粒空间也相对较大。(4) 不均匀性：软土地基结构在平面方向和垂直方向会存在较为突出的差异性，这种不均匀性会使道路桥梁工程地基结构的不均匀沉降越来越突出。(5) 流变性：在荷载持续作用下，软土地基土体结构的变形会随时间逐渐增长，并且整体强度要远远低于瞬时强度，这就对上部边坡等结构的稳定性产生不良影响。(6) 透水性差：软土地基大部分是由纯粹的黏土组成的，其渗透系数往往较低，在中压之下，土壤的固结速度也不会出现明显的增加。如果土中还

存在有机质，排水通道还可能被气泡堵塞，进一步降低渗透率。

### 2.2 软土地基的危害

(1) 影响地基承载力：软土地基的高压缩性和低抗剪强度，导致其承载力较低。在道路桥梁工程中，如果地基承载力不足，无法承受上部结构的荷载，就容易出现地基沉降、不均匀沉降等问题，进而影响整个工程的结构安全和稳定性。(2) 引发工程质量问题：软土地基的不均匀性会导致道路桥梁工程地基结构的不均匀沉降，这种不均匀沉降会使路面出现裂缝、坑洼等质量问题，影响道路的正常使用和行车安全<sup>[1]</sup>。同时，软土地基的高含水量和透水性差，容易导致地基内部积水，进一步加剧地基的沉降和变形，甚至引发地基失稳等严重工程问题。(3) 增加工程成本：软土地基的处理需要采用特殊的技术和方法，这会增加工程的施工难度和成本。如果处理不当，还可能导致工程返工或加固，进一步增加工程成本。

## 3 道路桥梁工程中软土地基的施工技术

### 3.1 水泥搅拌桩施工技术

深层水泥搅拌桩技术在道路桥梁工程中占据着极为重要的地位和作用，其在粉土、砂土以及淤泥质土等方面具有良好成效。该方法是将水泥作为固化剂的主剂，利用搅拌桩机将水泥喷入土体并充分搅拌，使水泥与土发生一系列物理化学反应，使软土硬结而提高地基强度。适用于处理淤泥、淤泥质土、粉土和含水量较高且地基承载力标准值不大于120kPa的黏性土地基。能有效提高地基的承载力，减少地基的沉降量，增强地基的稳定性。施工工艺相对简单，施工速度快，对周围环境的影响较小。水泥是水泥搅拌桩的主要材料，其质量直接影响桩体的强度和稳定性。因此，在施工前应对水泥进行质量检验，确保其符合设计要求。搅拌速度和时间对桩体的均匀性和强度有重要影响。搅拌速度过快或过

慢, 搅拌时间不足, 都会导致桩体质量不合格。因此, 在施工过程中应严格控制搅拌速度和时间。桩体的垂直度是影响其承载力和稳定性的重要因素。在施工过程中, 应采取有效措施保证桩体的垂直度, 如使用导向架等。

### 3.2 强夯法

强夯法是利用悬空物体(夯锤)从高空坠落, 使软土地基产生重力压实, 提高土地稳定性, 从而提高软基的抗压强度。强夯法的施工工艺相对简单, 不需要复杂的机械设备和施工工序。对普通软土地基, 该加固措施可以取得较好的效果, 能有效提高地基的承载力和稳定性。适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土、湿陷性黄土、杂填土和素填土等地基。对以粉砂为主的软土, 不宜采用该方法。夯击能量和次数是影响强夯效果的重要因素。夯击能量过小或次数不足, 无法达到加固效果; 夯击能量过大或次数过多, 又可能对地基造成破坏<sup>[2]</sup>。因此, 在施工过程中应根据地基的实际情况和设计要求, 合理控制夯击能量和次数。强夯法在施工过程中会引起大量的振动, 虽然这种振动不会对周围的建筑造成破坏, 但会给周围居民的日常生活带来不便。因此, 在建设期间, 施工人员应采取有效措施减少振动影响, 如合理安排施工时间等。

### 3.3 振密法

振密法是通过爆破、夯击、挤压和振动等方式, 促进局部土体密实, 有效提高地基抗剪强度, 同时也有利于降低软土地基压缩性。振密法能有效提高软土地基的抗剪强度, 增强地基的稳定性。通过振密处理, 可以减少软土地基的压缩性, 降低地基的沉降量。适用于处理各种类型的软土地基。在软土地基处理中, 抗剪强度不足影响桥梁地基承载力, 基于此种原因, 在实际施工中应开展现场原位试验, 动态监控施工区域抗剪强度, 加强施工质量控制。根据地基的实际情况和设计要求, 合理选择爆破、夯击、挤压或振动等振密方式, 以达到最佳的加固效果。振密法在施工过程中可能会产生较大的振动和噪音, 对施工人员的安全和周围居民的生活造成一定影响。因此, 在施工过程中应采取有效的安全防护措施, 确保施工安全。

### 3.4 排水固结处理技术

排水固结处理技术主要包含袋装沙井法、沙井法与砂垫层法等等。其中, 砂垫层方法应用最多, 在应用此项处理方法的过程当中, 施工作业人员需要在软土地基顶部铺设适量砂石, 利用填土荷载, 将道路桥梁软土地基内部的多余水分快速排出。在应用沙井加固处理方法的过程当中, 施工作业人员需要使用钻探机械设备, 在

道路桥梁软土地基表层钻孔施工, 然后在钻孔内部灌入适量砂石, 将软土地基内部水分快速吸收, 进而取得比较好的排水固结效果。袋装沙井加固处理方法主要指的是称取适量的砂, 将其有序装入到透水性能比较好的编织袋当中, 然后采用专业机械设备, 将沙袋打入到软土地基内部, 此种排水骨架处理方法具备费用比较低、节约材料等一系列优点<sup>[3]</sup>。施工工艺相对简单, 不需要复杂的机械设备和施工工序。根据地基的实际情况和设计要求, 合理选择袋装沙井法、沙井法或砂垫层法等排水方式, 以达到最佳的排水固结效果。

### 3.5 换填加固处理技术

换填加固处理技术就是将强度低、压缩性大的原状土层掘除, 更换为具有良好物理机械性质的材料, 以提高地基的承载力及其稳定性, 减少沉降变形。通过换填优质材料, 可以有效提高地基的承载力, 满足道路桥梁工程对地基承载力的要求。换填加固处理技术可以减少地基的沉降量, 降低不均匀沉降的风险, 保证工程的稳定性和安全性。适用于处理地下水位较高、压缩模量小、塑性指数大、基础厚度大的软土地基。换填材料的选择直接影响加固效果。应选择具有足够承载力、良好排水性能、易压实的材料, 如砂石、碎石等。换填深度应根据地基的实际情况和设计要求合理确定。换填深度过浅, 无法达到加固效果; 换填深度过深, 又会增加工程成本。在换填过程中, 应严格控制换填材料的质量、换填深度和压实度等参数, 确保换填质量符合设计要求。

### 3.6 混合剂处理技术

将混合剂处理技术应用到道路桥梁软土地基处理当中, 是在软土地基内部加入适量的混合剂, 有效提升软土地基的粘度, 由此一来, 能够明显提升软土地基的表层密度, 同时, 软土地基的抗压缩效果也会明显提高。通过加入混合剂, 可以有效提高软土地基的粘度和抗压缩性, 增强地基的强度。施工工艺相对简单, 不需要复杂的机械设备和施工工序。与其他软土地基处理技术相比, 混合剂处理技术的成本相对较低。此项技术仅可以应用在表层软土施工, 同时, 软土必须为粘性土质, 粘土还要具备一定粘度。混合剂的用量直接影响加固效果。应根据地基的实际情况和设计要求, 合理控制混合剂的用量。在加入混合剂的过程中, 应确保混合剂与软土充分混合均匀, 以达到最佳的加固效果。

### 3.7 反压护道

反压护道一般是在路堤一侧或两侧填筑一定宽度和高度且具有一定压实度的护道, 以改善路堤荷载方式来增加抗滑力, 使路堤下的软土地基得到反压, 从而起到

稳定路堤的作用。护道填筑高度一般为堤坝填筑高度的1/2或1/3。反压护道可以明显提高路基的稳定性,避免路基发生滑移等失稳现象。与其他软土地基处理技术相比,反压护道的施工程序相对简单,不需要复杂的机械设备和施工工序<sup>[4]</sup>。适用于处理各种类型的软土地基,特别是地基承载力较低、稳定性较差的软土地基。护道的宽度和高度应根据地基的实际情况和设计要求合理确定。护道尺寸过小,无法达到稳定路基的效果;护道尺寸过大,又会增加工程成本。护道的压实度直接影响其稳定性和承载能力。在施工过程中,应严格控制护道的压实度,确保其符合设计要求。反压护道应与路堤协调施工,避免对路堤造成不良影响。

#### 4 道路桥梁工程中软土地基施工技术的应用策略

##### 4.1 做好施工前准备工作

在施工现场,要妥善处理地基的基层,确保地表平整、无杂物。对于软土地基,应清除表面的淤泥、腐殖质等软弱土层,为后续的施工创造有利条件。严格控制所有材料的质量,让其符合施工规范。特别是对于水泥、砂石、混合剂等关键材料,应进行严格的质量检验和验收,确保材料的质量可靠。按照施工计划,在路基两侧合理布置排水设施,以便及时排除雨水和施工水,防止水分渗透软土层影响路基稳定。排水设施应设计合理、施工规范,确保其排水效果良好。对于各种可能影响软土地基稳定和安全的因素,制定相应的防护措施。例如,对于可能受到地下水侵蚀的地基,应采取防水措施;对于可能受到车辆荷载影响的地基,应采取加固措施等。

##### 4.2 地基加固技术的应用

根据软土地基的实际情况和设计要求,合理选择水泥搅拌桩、强夯法、振密法、排水固结处理、换填加固处理、混合剂处理及反压护道等加固技术。在选择加固技术时,应综合考虑地基的承载力、稳定性、沉降量等因素,以及施工条件、工程成本等因素。在确定加固技术后,应优化施工方案,确保施工过程的顺利进行。施工方案应包括施工顺序、施工方法、施工设备、施工人员等内容,并应制定详细的施工进度计划和质量控制计划。在施工过程中,应加强施工监测,对地基的沉降

量、承载力、稳定性等参数进行实时监测。通过施工监测,可以及时发现施工过程中存在的问题,并采取相应的措施进行调整和优化,确保施工质量和安全。

##### 4.3 合理选择施工方案

在选择施工方案时,应充分考虑地质条件对软土地基施工的影响。例如,对于含水量较高的软土地基,应优先选择排水固结处理技术;对于承载力较低的软土地基,应优先选择换填加固处理技术或水泥搅拌桩技术等。根据道路桥梁工程对地基承载力、稳定性、沉降量等方面的要求,合理选择施工方案。例如,对于对地基承载力要求较高的工程,应优先选择水泥搅拌桩技术或强夯法等加固技术;对于对地基稳定性要求较高的工程,应优先选择反压护道或振密法等加固技术。在选择施工方案时,还应考虑施工条件对施工过程的影响。例如,施工场地的地形、地貌、气候条件等因素都可能对施工过程产生影响。因此,在选择施工方案时,应充分考虑这些因素,并采取相应的措施进行调整和优化。

#### 结语

在道路桥梁工程中,软土地基的施工技术对于提高工程质量、保障施工安全具有重要意义。本文探讨了水泥搅拌桩、强夯法、振密法、排水固结处理、换填加固处理、混合剂处理及反压护道等多种软土地基施工技术,并分析了其技术原理、应用优势及施工注意事项。同时,还提出了做好施工前准备工作、地基加固技术的应用及合理选择施工方案等应用策略。通过案例分析可以看出,合理选择和应用软土地基施工技术可以有效解决软土地基带来的问题,提高工程质量和安全性。

#### 参考文献

- [1]刘福银.道路桥梁工程软土地基施工处理技术与发展趋势[J].汽车画刊,2024,(09):143-145.
- [2]周义生.新时期道路桥梁工程中软土地基的施工处理方式分析[J].张江科技评论,2024,(07):144-146.
- [3]李玉伟.道路桥梁工程中软土地基的施工技术[J].中国住宅设施,2024,(04):160-162.
- [4]邓丽莎.道路桥梁工程软土地基施工研究[J].低碳世界,2023,13(05):163-165.