

# 公路桥梁工程施工中软土地基处理技术

王宏波

宝鸡市公路局第一机械化养护中心 陕西 宝鸡 721000

**摘要：**公路桥梁施工中，软土地基处理是关键技术环节。针对软土高含水、低强度特性，采用换填、排水、砂垫层、化学加固、挤密法、水泥搅拌及粉体搅拌等多种处理技术，旨在增强地基承载力与稳定性。在公路桥梁施工中，针对软土地基，需科学选择并优化处理技术组合，如换填、排水等，结合严谨的质量控制措施与实时监测手段，确保地基处理效果达标。此举不仅能有效提升地基承载能力与稳定性，更是保障工程整体安全、延长使用寿命的关键所在。

**关键词：**公路桥梁；软土地基；技术

## 引言

公路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分，其建设质量直接关系到区域经济发展与民众出行安全。然而，软土地基因其独特的物理力学性质，成为制约工程质量的关键因素之一。软土的高含水量、低强度及易变形特性，易导致地基沉降、失稳等问题，严重影响桥梁结构的安全性与使用寿命。因此，深入研究并有效应用软土地基处理技术，对于提升公路桥梁建设质量具有重要意义。

### 1 软土地基概述

软土地基，作为公路桥梁工程施工中常见而又复杂的地质条件，独特性与挑战性不容忽视。软土，这一富含水分、压缩性高且抗剪强度低的特殊土体，构成了软土地基的主体。复杂的物理力学性质，高含水量（部分区域甚至超过70%），赋予了软土近乎流体的特性，使得地基在荷载作用下极易发生变形与沉降，对工程的稳定性构成了严重威胁。公路桥梁的构筑过程中，软土地基如同一道隐形的障碍，考验着工程师的智慧与技艺。低强度特性意味着地基难以直接承载上部结构的重量，可塑性强则导致地基在外部压力下易产生过大的塑性变形，进而影响整个桥梁的结构安全和使用寿命。软土的高含水量不仅加剧了地基的流动性，使得地基的排水固结过程变得异常缓慢，进一步延长了施工周期，增加了施工成本。针对软土地基的处理，必须采取科学、合理且有效的技术措施，旨在提高地基的承载能力和稳定性，减少沉降与变形，确保公路桥梁工程的安全与质量。这要求工程师要深入了解软土地基的特性，需根据工程实际情况，综合考量多种处理方法的优劣，制定出切实可行的施工方案，以应对这一复杂而多变的地质挑战。

### 2 公路桥梁施工中软土地基处理技术应用

#### 2.1 换填技术

该技术的核心在于彻底清除原有软土层，并以其他高强度、低压缩性的材料进行替代，从而显著提升地基的承载性能。（1）换填技术的实施始于详尽的地质勘察，以精确识别软土层的分布范围与厚度。通过开挖作业将软弱土层逐一清除，这一步骤要求高效，更需精细，以确保不留死角，为后续的换填工作奠定坚实基础。（2）清除软土后，关键在于选择合适的换填材料。常见的如水泥土、灰土及砂土等，这些材料均具备较高的强度和稳定性，能够有效提升地基的整体性能。换填过程中，严格控制材料的质量与配比，确保换填层的均匀性和密实性。分层填筑与压实作业同步进行，通过逐层压实，确保换填层与原地基之间形成良好的结合，防止路基塌陷等不利情况的发生。（3）针对特定地形与施工条件，换填技术还衍生出多种具体方法，如抛石法与爆破排淤法等。抛石法特别适用于低洼软土区域，通过抛投大块石料，利用石料的重量与挤压力，加速淤泥的排水与固结，增强地基的稳定性。而爆破排淤法则是在特定条件下，利用爆破手段快速排除淤泥，为换填作业创造有利条件。这些方法在实施时需谨慎评估其对周边环境的影响，采取必要的防护措施，确保施工安全与环境和谐。换填技术在公路桥梁施工中软土地基处理方面展现出了显著的优势与广泛的应用前景。通过科学的规划与实施，该技术能够从根本上解决软土地基问题，为公路桥梁工程的顺利建设与长期使用提供坚实保障<sup>[1]</sup>。

#### 2.2 排水施工处理技术

（1）针对软土中过高的含水量问题，精心选择中砂或粗砂作为排水材料，这些材料不具备良好的透水性，还能有效增强地基的排水效率。通过精心设计的分层压实工艺，将钢管与砂石逐层埋设于软土地基之中，构建起高效的排水体系。（2）面对粘质土壤等复杂地质条

件,创新性地采用打桩技术,土壤中形成坚实的压实土层,巧妙地将砂粒填充其间,形成稳固的砂桩结构。这一举措有效提升了地基的承载力,进一步促进了地基内部水分的排出,为地基的加固与稳定奠定了坚实基础。

(3)彻底解决软土地基中水分含量高的问题,引入竖向排水法。通过在软土地基表面施加适宜的重力载荷,利用重力作用加速土壤中的水分压缩与排出,显著提升地基的密实度与强度。严格把控排水管道的安装质量,确保其畅通无阻,避免砂石等杂物堵塞管道,影响排水效果。通过这一系列专业而精细的排水施工处理技术应用,成功实现了对软土地基的有效加固与稳定,为公路桥梁工程的顺利推进提供了有力保障<sup>[2]</sup>。

### 2.3 砂垫层

(1)聚焦于垫层厚度的精确控制,这是确保地基加固效果与稳定性的基础。通过科学计算与现场实测,将垫层厚度设定在最优范围内,既不过厚增加成本,也不过薄影响效果,旨在实现经济效益与工程质量的双重优化。(2)针对软土地基排水性能差的问题,强化了砂垫层的排水功能设计。通过选用具有良好透水性的砂料,并精心铺设形成有效的排水层,有效促进了地基内部水分的排出,降低了地基的含水量,提升了地基的承载力和稳定性。还注重防止雨水等外部水源的长期侵蚀,采取了一系列防护措施,确保地基的长期安全。(3)砂垫层施工过程中,严格把控机械设备的使用与管理。确保机械设备性能稳定、操作精准,通过实时监测与调整,使机械与地面的接触力保持在合理水平,避免对地基造成不必要的损伤。还对设备的偏心状态进行了严格检验,确保砂垫层铺设的均匀性与密实性,从而显著提升软土地基的表面强度与整体稳定性。材料选择上,优选化纤无纺布作为垫层材料,其优异的性能有助于控制地基沉降,还提升了工程效果与质量<sup>[3]</sup>。

### 2.4 化学加固处理技术

(1)该技术通过精密的机械设备,将石灰、水泥等化学添加剂精准注入软土中,这些添加剂与土壤发生复杂的化学反应,有效吸收并锁定土壤中的多余水分,从而在微观层面重构土壤结构,大幅提升地基的抗压强度与稳定性。不仅阻止了湿气的进一步侵入,还有效遏制了地基沉降的风险,为后续的高速桥梁施工铺设了坚实的基石。值得注意的是,化学加固处理技术在面对高有机质或高含硫量的特殊土壤时,其加固效果可能会受到一定程度的限制。实际应用中,需根据地质勘察结果进行有针对性的选择。(2)化学加固技术的细分领域中,硅化加固、碱液加固及电化学加固等三种方法各具特

色。硅化加固通过向地基注入硅酸钠溶液及氯化钙,形成稳定的硅化土层;碱液加固则利用碱性溶液的化学反应促使土壤颗粒间形成更强的粘结力;而电化学加固,则通过引入直流电,实现土壤水分的定向迁移与固结,尽管其成本较高且需充分实验验证,但其独特的处理效果仍值得深入研究与应用。(3)实施化学加固处理时,必须严格控制施工环境,确保地基中无大石块、树根、管道等障碍物,以免干扰化学反应进程,影响加固效果。这一环节的严谨性,直接关系到整个软土地基处理工程的成败,是确保公路桥梁建设质量与安全的关键所在。

### 2.5 挤密法

该方法的核心在于通过向软土中精准添加适量的砂石粉末,这些粉末作为填充物,有效缩小了原有松软土层中土粒之间的间距,从而在物理层面上增强了地基的密实度。利用先进的压路机械进行反复压实作业,软土经历了持续的粉碎与压缩,土粒之间的接触面积增大,结合力增强,最终形成了更加紧密、稳定的土壤结构。挤密法的应用,显著改善了软土地基的平整度和稳定性,从根本上提升了地基的整体承载能力,为公路桥梁的后续施工与长期使用提供了强有力的支撑。从工程经济学的角度来看,该方法的采用还能有效减少后期的养护成本与维修费用,避免了因地基问题导致的重复建设与资源浪费。值得注意的是,挤密法对施工设备的性能要求较高,尤其是压实机的选择与应用需格外谨慎。砂砾与碎石的混合工艺复杂且精细,任何环节的疏忽都可能导致混合效果不佳,影响地基的加固质量。混砂过程中,需密切关注地基的变形情况,一旦出现裂缝等异常现象,需立即停止施工并采取有效措施进行处理,以防路面沉降等不利情况的发生<sup>[4]</sup>。

### 2.6 水泥搅拌软基施工技术

(1)公路桥梁工程的软土地基处理中,水泥搅拌软基施工技术以其独特的化学反应机制与高效的加固效果,成为了一项不可或缺的技术手段。该技术通过精确的配比与搅拌,使水泥与土壤在特定条件下发生化学反应,生成具有高强度与高稳定性的混凝土结构体。这一过程显著增加了地基的硬度与承载能力,提升了地基的耐久性与抗变形能力。(2)高速公路桥梁工程的实际施工中,应用水泥搅拌软基施工技术需严格遵循相关技术规程与标准。对混凝土进行精确的配制,确保水泥、水、外加剂等材料的比例合理、质量优良。对于混凝土搅拌桩的变形情况需进行实时监测与调整,确保其符合设计要求与施工规范。在施工前,还需对场地进行详尽的地质勘察与土壤分析,以充分了解地基的实际情况与

土壤特性,从而选择最为适宜的施工方案与搅拌参数。

(3) 淤泥与软土等特殊地质条件下,水泥搅拌软基施工技术的应用需更加谨慎与精细。由于这些土壤类型具有较高的含水量与较低的承载力,因此在施工过程中需严格控制水泥的掺入量与搅拌时间,以确保化学反应的充分进行与土壤结构的有效加固。需注意避免对泥炭、淤泥等敏感土层的过度扰动与破坏,以防造成地基失稳与环境污染等不良后果。

### 2.7 粉体搅拌施工处理技术

(1) 依托专业的搅拌机械,对粉体材料进行精细化的强化处理,并通过精确的输送与挤压机制,将粉体材料均匀散布于地基土壤中。这一过程不仅促进了土壤与粉体材料之间的充分混合,还激发了土壤内部复杂的化学与物理反应,从而显著提升了桩基的强度和地基的整体力学性能。(2) 粉体搅拌技术的经济性也是其显著优势。相较于其他处理技术,粉体搅拌所需的建设费用较低,无需依赖大型复杂设备,施工操作相对简便快捷,大大降低了工程成本。该技术还具备良好的环保性能,施工过程中产生的污染极少,符合现代工程建设的绿色理念。(3) 重要的是,粉体搅拌施工处理技术能够有效增强路基的稳定性,为公路桥梁的后续施工与长期使用奠定坚实基础。通过精准控制粉体材料的掺入量与搅拌程度,该技术能够显著改善土体的侧向压力分布,提高地基的抗变形与抗沉降能力,确保工程质量与安全性。

### 3 施工中的质量控制与监测

施工过程中,必须采取一系列严格而细致的质量控制措施,以实现每道工序、每个环节的精准把控。这包括但不限于对原材料的严格检验与筛选,确保所有用于施工的材料均符合设计要求与规范标准;对施工工艺的精细管理,要求施工人员必须严格按照既定的技术方案与操作规程进行操作,避免任何随意性与主观性的行为;加强施工现场的监督检查,及时发现并纠正质量问

题,防止问题扩大化,影响整体工程质量。软土地基处理这一特殊领域,监测技术的应用更是不可或缺。通过引入先进的监测设备与技术手段,如沉降观测仪、应力应变传感器等,可以实现对软土地基处理过程中各项关键参数的实时监测与数据分析。这些参数包括但不限于地基的沉降量、水平位移、应力变化等,它们直接反映了地基的变形情况与稳定性状态。通过对这些数据的深入分析,可以及时发现地基处理过程中存在的问题与隐患,为施工方案的调整与优化提供科学依据。监测技术的精准应用,对评估软土地基处理效果至关重要。通过实时监测数据,可精确掌握地基改良进程,确保处理后的地基强度、稳定性及沉降量均满足设计要求。这一过程不仅验证了处理措施的有效性,更为公路桥梁的长期安全运行构筑了坚实的防线。

### 结语

综上所述,公路桥梁施工中软土地基处理技术的合理选择与应用,是确保工程安全与稳定的关键。通过换填、排水、化学加固等多种技术手段的综合运用,结合严格的施工质量控制与监测,能够显著改善软土地基的性能,提高其承载力与稳定性。未来,随着技术的不断进步与创新,软土地基处理技术将更加成熟与完善,为公路桥梁建设提供更加坚实的支撑与保障。

### 参考文献

- [1]谢丹.公路桥梁工程施工中软土地基处理技术研究[J].智能建筑与工程机械,2023,5(1):27-29.
- [2]樊昊.市政公路桥梁工程施工中软土地基处理技术研究[J].建筑·建材·装饰,2023(21):109-111.
- [3]李琳丽.市政公路桥梁工程施工中软土地基处理技术研究[J].四川建材,2022,48(10):82-83.
- [4]石宝财.市政公路桥梁工程施工中软土地基处理技术[J].交通世界(中旬刊),2021(4):120-121.