

# 路基换填技术在城市道路施工中的应用

文 / 李道锋 菏泽城建工程发展集团有限公司

**摘要:** 在城市道路的施工中常常会遇到软土地基, 如果处理不当, 不仅容易导致道路出现早期病害, 也直接影响着城市道路的通行安全。路基换填技术是一种施工便利、经济效益理想的软土路基处理方式, 在各地城市道路的施工中有广泛应用。文章介绍了软土路基的处理要求与原则, 总结了路基换填技术的特点和施工要求, 最后对路基换填技术在城市道路施工中的具体应用展开分析。

**关键词:** 路基换填技术; 城市道路施工; 原则; 应用

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.06.056

## 引言

近几年来, 随着各地经济的发展, 城市道路施工也在如火如荼地开展, 在部分区域的城市道路施工中不免会遇到软土地基, 这类地基的渗透性低、压缩性高, 如果处理不当会对道路工程的施工质量造成极大影响。除此之外, 随着城市用地的日渐匮乏, 为了提高城市空间的利用率, 地下空间的开发也不断发展, 这无疑对城市道路施工带来了新的挑战。一直以来, 对于软土路基的处理一直都是城市道路施工中需要关注的一项重点内容, 软土路基的处理方法多种多样, 其中, 路基换填技术是一种常用手段, 其可靠性高、效果理想, 在各地的软土工程施工中都有广泛使用。

### 一、软土路基的处理要求与原则

#### (一) 软土路基的处理要求

所谓软土路基, 即淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或者其他高压缩性土层组成的地基。路基与城市道路工程的施工质量具有密切关系, 根据不完全调查显示, 在各类水利、交通、土木工程中事故, 由于路基问题引起的事故比例一直都居高不下, 路基尽管不是城市道路工程的组成部分, 但是其占据着重要地位, 路基处理合理与否不仅会影响道路工程的造价, 也会直接影响通行安全。我国地大物博、幅员辽阔, 路基土的类型多样, 其中不乏一些透水性、压缩性、抗剪强度较低的软土路基(图1与图2)。



图 1



图 2

针对软土路基需要选择适合的处理方法, 这是保障道路工程施工质量的前提所在, 根据施工要求来看, 对于软土路基的处理需要重点解决几个问题: 一是提升强度与稳定性。如果路基抗剪能力较弱, 无法抵御外部荷载, 那么就很容易出现整体性的剪切破坏, 如果道路工程的路基强度和稳定性不满足要求, 在通行之后很容易导致道路出现开裂和破坏; 二是解决压缩与不均匀沉降。如果路基的变形过大, 就会影响道路的通行安全, 某些特殊情况下会引发道路的不均匀沉降, 严重影响行车安全; 三是解决渗漏问题。如果路基的渗水量超过允许值, 会出现水量损失, 引发管涌和侵蚀等问题, 导致道路失稳, 影响非常大; 四是解决液化问题。在车辆振动、爆破、波浪作用等外部因素的影响下容易导致地基土出现液化、失稳, 因此, 在道路工程施工之前必须要解决上述问题, 改善地基条件, 以保障道路工程的施工质量<sup>[1]</sup>。

#### (二) 软土路基的处理原则

目前, 适合用于软土路基处理的技术手段多种多样, 每种方法各有优势和不足, 没有万能的处理方法, 在选择处理方案时需要明确处理目的、具体要求、地基承载力、土体性质、施工设备、施工工艺、工期要求。在设计路基处理方案时需要关注几个原则: 一是根据场地地质条件、工程使用要求、建筑结构类型、场地环境特点、建筑材料来源、对承载力与变形的要求初步拟定

几种适合的地基处理方案；二是针对每种方案的可靠性、可信性、造价、工期等进行分析，结合已有经验选定最佳方案；三是多种方法的联合使用。在很多情况下，采用一种处理方法无法满足软土路基的处理和加固要求，还需要根据实际情况选择两种或者两种以上方法联用。

## 二、路基换填技术的作用机理与要求

路基换填技术就是将一定厚度的土层挖除，更换为强度较大的灰土或者土体，并进行分层夯实，以消除原有路基的湿陷量，提高其承载力（见图3）。换填技术主要是用于浅层软土路基的处理中，该种方法的施工便利，支持就地取材，经济性能理想，也可以缩短工期，并且不需要投入特殊的机械设备，因此也是目前软土路基处理中的常用技术手段。换填技术使用的材料类型多种多样，有卵石、碎石、砂、灰土、素土、矿渣、煤渣等，需要将换填材料分层填实，采用机械或者人工处理法将其压实，形成承载力较好的人工路基。换填技术主要适用于两种类型的路基处理中：一是淤泥、淤泥质土、杂填土、松散素填土等土体；二是湿陷性黄土路基、膨胀土路基、山区路基、季节性冻土路基等。用于湿陷性黄土路基可以有效改善黄土湿陷性；用在膨胀土路基中可以减小胀缩作用；用于山区路基，可以有效消除高低差、软硬不均、破碎、倾斜严重等问题；用于季节性冻土路基可以有效避免冻胀损坏<sup>[2]</sup>。



图 3

为了保障路基换填技术的应用质量，需要从设计、施工、检验几个环节进行严格控制，在设计环节，既要满足施工要求，也要做到经济合理，严格控制好处理范围。在施工过程中需要做好未扰动土体的检测工作，明确其最佳含水率等重要指标，施工过程中严格按照图纸进行，挖除软土地基中的部分主体，在达到最佳含水率时进行分层回填，垫层厚度需要控制在200~300mm，在机械碾压过程中需要严格控制碾压速度，在施工阶段还需要做好分层取样检验工作，以确保施工处理质量可以满足要求。

## 三、路基换填技术在城市道路施工中的应用

### （一）前期准备工作

一是场地准备：场地准备是首要环节，也是确保路基换填技术能够有序开展的基础保障，在这一过程中需要对设计图纸进行详细分析，做好施工现场勘查工作，无误之后将场地中的杂物、垃圾彻底清除，统一运出现场进行规范化处理，避免对周边环境造成破坏。根据施工要求提前做好工具与机械设备，针对大型机械设备需要提前规划运输路线，进场之前需要详细检查其质量和安全性，确保工程设备能够满足施工要求，设置好排水设施，保障场地内能够排水顺畅。

二是测量放样：在施工之前需要做好测量放样工作，借助于中线、导线明确施工现场范围，合理设置断面桩，根据地质勘察报告以及道路工程设计图纸明确软土范围，做好标记，针对取土场、路基边缘、路基边坡等进行详细测量，绘制出横断面图纸，标注好具体数据和位置，为后续施工奠定基础。针对开挖边线需要使用石灰粉进行标记，经由监理单位验收之后方可进行后续工作。

三是高程控制：合理布置水准点，利用水准仪将水准点引测到施工现场的安全区域，做好记录，在开挖过程中要定期测量开挖深度，在开挖至设计高程之后需要引入水准点，严格控制好开挖标高，避免出现超挖问题。同时，做好现场水准点保护工作，水准点设置完毕之后使用水泥砂浆、砌筑砖垛来保护，砖垛高度不得小于20cm<sup>[3]</sup>。

四是材料准备：路基换填技术所用的垫层材料有粗砂、细砂、中砂、矿渣等，所选材料需要遵循就地取材原则。其中，砂石宜使用卵石、碎石、粗砂、沙砾等，做到级配良好，避免混入垃圾和植物，如果使用石粉或者粉细砂，需要在其中添加30%以上的卵石或者碎石；如果处理湿陷性黄土路基，禁止使用砂石；如果使用粉质黏土，需严格控制好其中的有机质含量，需要在5%以下，如果含有碎石，其粒径不得超过50mm。粉煤灰也是常用的换填材料，如果需要额外使用外加剂，需要通过试验确定具体掺加量，如果需要粉煤灰垫层中铺设管网和金属构件，必须要提前做好防护工作。另外，矿渣也比较常用，矿渣适用于道路、地坪的处理中，矿渣的选择需要严格控制含泥量、有机质含量，施工前需要做好试验，确保其性能稳定才能够进入施工现场，如果施工环境容易受酸、碱因素的影响，禁止使用矿渣垫层。

### （二）路基开挖施工

在路基开挖阶段需要保障开挖的安全性，避免对原有的土壤结构和路面造成影响，降低边坡失稳、坍塌等事故的发生率，因此，在路基开挖之前需要根据要求提前设计路基开挖方案，详细明确具体的开挖位置、坡度、宽度以及深度，做好方案可行性验证，在确保方案无误之后才能够进行开挖作业。开挖时常用的有单层横

向全宽挖掘法和横向台阶法,分别适合用于深度不同的路基,针对浅层路基,可以采用单层横向全宽挖掘法,如果路基较深,可以采用横向台阶法。在开挖过程中需要遵循连续作业原则,提前配备好足够数量的自卸汽车,开挖时需要均匀进行,严禁出现乱挖、超挖等问题。同时,做好排水防雨措施,避免雨水增加路基疏松度,并保护好地下管线,避免开挖破坏管线或者周边建筑。在开挖至设计断面时,如果依然有大量软土,需要邀请设计单位介入,再次计算开挖深度,并做好基底淤泥的清除工作,无误之后再次进行开挖,直至满足换填要求<sup>[4]</sup>。

在路基开挖施工中较易出现安全事故,对此,需要密切监测变形趋势,根据现场情况调整好施工速度与参数,如果变形值超出警戒值,需要采用回填土方等方式控制变形速度的发展,在施工过程中需密切观测天气变化,在降雨来临之前提前做好保护措施,避免雨水冲刷土体引起安全事故。如果边坡土体的稳定性较差,可以适当缩小锚杆间距,如果顶面有裂缝出现,需要进行重点监测,随时使用水泥浆进行封堵,防止外部水体渗入边坡。如果发生险情,需要安排人员有序撤离,设置好警戒线,做好周围车辆、行人的疏导工作。

### (三) 地基预处理

如果对地基的处理不当,在开挖完毕之后可能会引发安全事故,对此,需要在换填之前对路基进行一定的预处理,设置好截水沟,材料宜选择细石混凝土和黏土砖,这可以有效保障路基的稳定性。

### (四) 换填施工

在上述工序完成之后需要检测边桩和中桩位置,调整现场中线与边线,并进行取土试验,确保所选材料符合施工规定,确认无误之后根据摊铺施工方案进行换填,采用分层摊铺法,每层摊铺完毕之后铺设碎石,以提高整体承载力。在整个换填施工过程中由专人负责指挥卸料,确保每层厚度的均匀性,碾压时先静压、后震动,采用交错进退碾压法,严格控制碾压速度,一般以2~4mk/h为宜,在碾压到两头位置时要避免急刹车,否则容易破坏已压实完毕的土层。对于压路机无法到达的区域采用小型夯实机进行压实,在压实过程中也需要做好试验工作,确保压实度满足要求之后即可报由监理单位负责验收。如果在碾压过程中出现局部翻浆问题,需要立刻停止,将土体挖出、再次换填,无误之后再行碾压;如果出现局部隆起,需要详细检查这一位置有无膨胀土,再使用合格材料进行换填之后即可碾压,碾压完毕之后需要做好养护措施,养护过程中严禁重型车辆通行。

### (五) 水泥稳定碎石层施工

养护完毕之后进入水泥稳定碎石层施工环节,在正式进行摊铺作业之前先选择一段100m以上的路段进行摊铺试验,以明确最佳压实度,确定好碾压次数、松铺系数、层厚等各项参数指标,确认无误之后根据初压、复

压、终压三个阶段来进行摊铺。在摊铺过程中需要准备好足够数量的料车,防止出现混合料供应不足的问题,如果由于客观因素需要中断摊铺,中断时间必须要控制在两小时以下,如果超过时间,需要按照要求设置好横向接缝。每一层混合料摊铺、整平完毕之后需要即刻进行碾压,严格保障碾压质量,碾压作业结束之后查看有无隆起、不平整等问题,并采用对应的修复措施,直至碾压压实度符合要求。

### (六) 压实检测

在压实填料之前还需要检测其含水量,在确保含水量达到压实标准之后才能够进行压实处理,如果填料的含水量偏高,可以采用晾晒法减少含水量,如果含水量过低,需要采用洒水法,其含水量以标准范围内的±2%为宜。在压实环节要避免出现漏压、重压问题,在压实完毕之后需要再一次检测压实度,看石块密实与否、表面有无轮迹、路基表面是否平整,如果检测结果不达标,需要分析原因,再次进行处理,直至压实度满足要求<sup>[5]</sup>。

### (七) 施工监测

施工监测包括几个要点:一是沉降监测,沉降板一般选择A3钢板,根据填土厚度明确测杆长度,使用保护套套住测杆,封堵好套管上口,避免填料进入;二是水平位移监测,可将测杆设置在路肩与路中心位置,设置时要保障板面的水平度,在测杆上设置套管进行监测;三是软基位移监测。在软基位移监测方面,需要根据设计图纸确定测点,每完成一层填筑之后需要监测一次软土位移情况,如果两次填筑时间间隔较长,需要增加监测频率。

### 结语

在城市道路施工中,软土地基时常可见,如果对软土地基的处理不当,会极大的影响道路承载力,也会危及人行与车辆安全。路基换填是一种常用的施工技术,该方法取材便利、施工简单、经济效益明显,为了保障这一技术的施工成效,需要优化施工策划方案,针对换填施工的各个流程进行严格监管,杜绝违规操作问题,以确保道路工程的强度、质量和承载力能够满足要求。

### 参考文献

- [1]白燕.路基换填技术在城市道路施工中的应用探究[J].建材发展导向,2024,22(9):100-102.
- [2]程津花.一级公路施工中路基换填技术研究[J].运输经理世界,2023(26):49-51.
- [3]陈明洋.路基换填技术在城市道路施工方面的应用[J].建材发展导向,2024,22(1):130-132.
- [4]曹瑞莉.刍议公路施工中路基换填技术的应用[J].房地产导刊,2015(13):341-341.
- [5]杜华伟.路基换填技术在公路施工中的应用探讨[J].环球市场,2016(7):185-185.