

# 软土地区高速公路路基填筑施工稳定性控制

王梓林

湖北交投建设集团有限公司 湖北 武汉 430000

**【摘要】：**软土一般具有高含水率、高压缩性、低承载力、固结慢的工程性质，是高速公路路基施工的主要不良地质条件。路基填筑过程中容易产生不均匀沉降、边坡滑移、路基塌陷等失稳问题，对工程质量以及运营安全造成影响。本文根据软土路基失稳机理，从施工准备、分层填筑、地基处理、排水防护、监测管控等角度出发，对路基填筑施工稳定性控制技术进行系统的论述，通过实际工程案例验证技术的应用效果，总结出有针对性的施工控制要点，为软土地区高速公路路基施工提供技术上的参考。

**【关键词】：**软土地区；高速公路；路基填筑；稳定性控制；施工技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.17.066

## 引言

我国沿海和沿江地区普遍存在着软土地层，软土地层结构松散、抗剪强度小，在外荷载作用下容易产生塑性变形。高速公路路基填筑为逐级加载施工过程，软土地基受力后固结沉降周期长，施工工艺不合理、管控措施不到位容易造成路基变形失稳，出现路面开裂、边坡滑塌等病害，增加工程返修成本，缩短道路使用寿命。目前软土路基施工中存在着填筑速率失控、排水系统不完善、地基处理不到位等风险问题，为了有效地规避施工风险，保证路基的整体稳定性，开展软土地区路基填筑施工稳定性精细化控制研究有重要的工程意义。

## 1 软土工程特性及路基失稳机理

### 1.1 软土核心工程特性

软土是天然孔隙比大、含水率高的黏性土，主要的工程缺陷有四个。一是含水率高，天然含水率普遍大于液限，土体处于饱和软塑状态，颗粒间粘结力弱。二是压缩性大，上部填筑荷载作用下土体孔隙迅速缩小，沉降量大，沉降时间长。三是抗剪强度小，饱和软土不排水抗剪强度很低，荷载扰动后容易发生剪切破坏。渗透性差，土体固结排水速度慢，施工荷载引起的超孔隙水压力不能迅速消散，对路基稳定有长期影响。

### 1.2 路基填筑失稳机理

路基填筑施工时，分层填土不断给下部软土地基施加竖向荷载，初期荷载迅速增大，软土内部产生超孔隙水压力，土体有效应力下降，抗剪强度减弱。若填筑速度过快，孔隙水压力不能及时消散，地基土体处于不稳定受力状态，当剪切应力大于土体抗剪强度时，就会发生地基剪切破坏、路基边坡滑移。软土固结沉降不均，路基整体受力不平衡，容易造成纵向、横向不均匀沉降，引起路面变形开裂。另外雨水入渗会使浅层软土变软，使边坡土体的稳定性降低，引起边坡滑塌病害。

## 2 工程概况

本文以某沿海高速公路软土路段工程为研究对象，该路段全长 2.8km，全部为海陆沉积软土，土层分布均匀，厚度大。场地软土天然含水率 52%~65%，孔隙比 1.42~1.68，压缩系数  $0.85\text{MPa}^{-1}$ ，不排水抗剪强度 18~25kPa，土层渗透系数很小，工程地质条件差。该段路基填筑高度为 3.2~5.5m，施工前期由于填筑速率控制不严造成局部路基沉降超标、边坡轻微滑移等问题，之后采取改善施工工艺、加强稳定性的措施，成功排除了路基失稳隐患。项目施工前后路基稳定性监测数据见下表。

表 1 项目施工前后路基稳定性监测数据

| 施工阶段  | 最大沉降量 mm | 沉降速率 mm/d | 边坡稳定性系数 | 路基整体状态       |
|-------|----------|-----------|---------|--------------|
| 优化施工前 | 86.5     | 4.2       | 1.08    | 局部沉降超标，边坡微滑移 |
| 优化施工后 | 42.3     | 1.1       | 1.35    | 沉降均匀，边坡稳定    |

## 3 路基填筑施工稳定性核心控制技术

### 3.1 施工前期勘察与方案优化

施工前要开展精细化地质勘察工作，准确查明软土的厚度、含水率、抗剪强度、土层分布等状况，根据路基填筑高度和施工工期来制订专门的施工方案。对于软土厚度大、承载力极低的路段，提前做好地基处理方案，严禁盲目填筑。同时严格选择填筑原材料，优先采用级配良好、强度大、透水性好碎石土、砂砾土，不得使用淤泥、冻土、粉质软土等不合格的

填料,从源头上减少路基变形隐患。

### 3.2 软土地基预处理控制

地基稳定直接影响路基整体施工质量,本项目根据软土厚度的不同采取不同的处理工艺。软土厚度小于3m的浅层路段,采用换填碾压法,将表层软弱土层全部清除,分层回填优质填料并碾压密实。软土厚度大于3m的深厚软土路段,采用塑料排水板联合堆载预压工艺,利用排水板形成竖向排水通道,加快土体孔隙水排出速度,缩短固结时间。同时铺设土工格栅,提高地基土体的整体性,提高地基的抗变形能力,抑制不均匀沉降。

### 3.3 分层填筑与速率管控

软土路基填筑不得一次性厚层填筑,必须分层填筑、薄层碾压、逐级加载。常规填筑分层厚度控制在20-30cm之间,碾压速度均匀平稳,保证每层填料压实度合格。核心控制要点是控制填筑速度,施工期单日填筑厚度不大于30cm,路基沉降速率大于2mm/d时停止填筑,静置稳压,待沉降稳定、孔隙水压力消散后再继续施工。高填方路段施工速度适当放慢,固结静置时间延长一些,防止荷载集中造成地基失稳。

### 3.4 碾压施工质量控制

碾压施工是保证路基密实度、提高稳定性的主要工序。施工采用重型振动压路机,按照先轻后重、先慢后快、先边后中的碾压顺序进行碾压,碾压重叠宽度不小于1/3轮宽,防止漏压、欠压、过压。每层填筑完成后立即检测压实度、平整度、高程,压实度合格后方可进行下一层填筑。对路基边坡、转角等碾压薄弱处用小型夯实设备补强压实,消除局部松散隐患,保证路基整体密实度均匀。

### 3.5 排水系统施工控制

水是引起软土路基失稳的主要原因,完善的排水系统是稳定性的控制重点。施工期间修建临时排水系统,路基两侧开挖临时排水沟、截水沟,及时排走施工区域积水,防止雨水浸湿软化地基。路基施工完毕后,设置施工永久性排水设施,保证

地下渗水、地表雨水及时排出。同时做好路基顶面防水处理,封闭表层土体孔隙,阻断雨水下渗通道,从根本上减少水对路基稳定性的破坏。

### 3.6 全过程动态监测管控

软土路基填筑施工要实行全过程动态监测,及时掌握路基变形及稳定情况。路基断面布置沉降观测点、位移观测点,定时对路基沉降量、沉降速率、边坡水平位移、孔隙水压力进行监测。监测数据及时记录并加以分析,一旦沉降速率突然增大、边坡位移超标或者稳定性系数变小,立即停止施工,进行稳压、卸载或者补强等处置。本项目依靠动态监测及时调节施工进度,较好地控制住了路基失稳危险,保证了整个施工过程的安全稳定。

## 4 施工常见问题及处置措施

软土路基填筑施工中出现的最常见问题就是不均匀沉降和边坡滑移。不均匀沉降施工时要严格控制填料质量及分层碾压精度,对地基软弱地段提前进行补强处理,延长预压固结时间,减小后期沉降变形。对边坡滑移进行优化,改善边坡坡率设计,在填筑过程中同步修整边坡,及时施作边坡防护工程,采用土工格栅加筋技术提高边坡土体整体性。施工中出现轻微滑移时,立即停止填筑,卸载减重,对滑移区重新开挖分层碾压,增设排水设施,待土体稳定后再进行施工。

## 5 结论

软土地区高速公路路基填筑失稳的主要原因有软土自身的工程缺陷和施工荷载、水损害共同造成,施工稳定性控制要贯穿勘察、预处理、填筑、碾压、排水、监测全过程。采用精细化地质勘察、差异化地基预处理、严控分层填筑速率和碾压质量、完善排水系统、实行动态监测等一系列综合控制技术,可以有效地解决软土路基沉降超限、边坡失稳等问题。根据实际工程应用结果可知,优化后的施工控制技术可以明显减小路基沉降速率、提高边坡稳定系数,保证软土路基施工质量及长期运营稳定性,可以给类似软土地区高速公路路基施工提供可靠的工程参考。

## 参考文献:

- [1] 王东北.季冻区软塑状黏性土路基填筑关键技术研究与应用[J/OL].路基工程,1-5[2026-06-24].
- [2] 曹林祥,刘昕,汪兵,等.强降雨条件下不同级配软岩填筑路基边坡力学响应及稳定性分析研究[J].中国安全生产科学技术,2026,22(5):110-117.
- [3] 刘涛,邹长富,张靓,等.公路隧道弃渣在路基填筑中的利用效果分析[J].四川建筑,2026,46(2):75-79.