

公路工程高填方路基施工技术要点分析

柴家发¹, 杜雅楠²

1. 内蒙古路桥集团有限责任公司, 内蒙古 呼和浩特 010051
2. 内蒙古自治区交通运输科学发展研究院, 内蒙古 呼和浩特 010051

DOI:10.61369/ERA.2025110031

摘要: 为提高公路工程质量, 本文选择某山区高速公路工程, 介绍该公路工程的基本情况和施工流程, 并且从准备工作、填筑土方路基、填筑土石混填路堤、填筑冲击碾压等方面总结高填方路基施工技术应用要点, 最后提出路基沉降观测方法。通过施工后路基沉降情况和路基稳定性的对比分析, 本文所述高填方路基施工技术具有可行性, 希望能为今后公路工程高填方路基施工提供参考。

关键词: 公路工程; 高填方路基; 施工技术; 沉降观测

Analysis of Key Construction Technical Points for High Embankment Subgrade in Highway Engineering

Chai Jiafa¹, Du Yanan²

1. Inner Mongolia Road and Bridge Group Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia 010051
2. Inner Mongolia Autonomous Region Transportation Science Development Research Institute, Hohhot, Inner Mongolia 010051

Abstract: To enhance the quality of highway engineering, this paper selects a highway project in a mountainous area, introduces the basic situation and construction process of the project, and summarizes the key technical points for the construction of high embankment subgrades from aspects such as preparation work, earthwork subgrade filling, mixed earth-rock embankment filling, and impact compaction. Finally, it proposes methods for subgrade settlement observation. Through a comparative analysis of subgrade settlement and stability after construction, the high embankment subgrade construction techniques described in this paper are demonstrated to be feasible, providing a reference for future high embankment subgrade construction in highway engineering.

Keywords: highway engineering; high embankment subgrade; construction techniques; settlement observation

高填方路基是公路工程的一种常见结构, 受项目所在地的地形、地貌、线路规划等条件影响, 施工过程中需要大量的路基填筑土石材料, 直至路基结构达到设计标高。如果路堤高度已经超过前期设定限制, 此为高填方路基。凭借高填方路基的特征, 公路工程施工中的填筑与压实等也被赋予了特殊性, 需要施工人员明确施工技术要点, 保证高填方路基质量。有鉴于此, 为提升高填方路基施工质量, 本文以某山区高速公路为例, 总结高填方路基的技术要点, 提高公路工程质量, 降低路基沉降问题的发生率。

一、工程概况

本文分析对象为某山区高速公路, 该项目基本数据见表1。该公路工程的K15+200~K16+500段为高填方路基, 且填方高度最大值是28m。该路段所在地的地质条件相对复杂, 有软弱土层、风化岩层, 现场施工过程中为避免发生沉降, 总结施工技术要点如下。

表1 山区高速公路基本数据

项目	数值
总长度	20.5 km
路面宽度	30.0 m

车道	双向六车道
最高限速	100.0 km/h
路面材质	沥青路面

二、高填方路基施工技术应用要点

(一) 施工流程

此次针对高填方路基的施工, 从前期施工准备阶段开始, 到下一层填筑结束, 涉及多道工序。施工流程如图1所示。

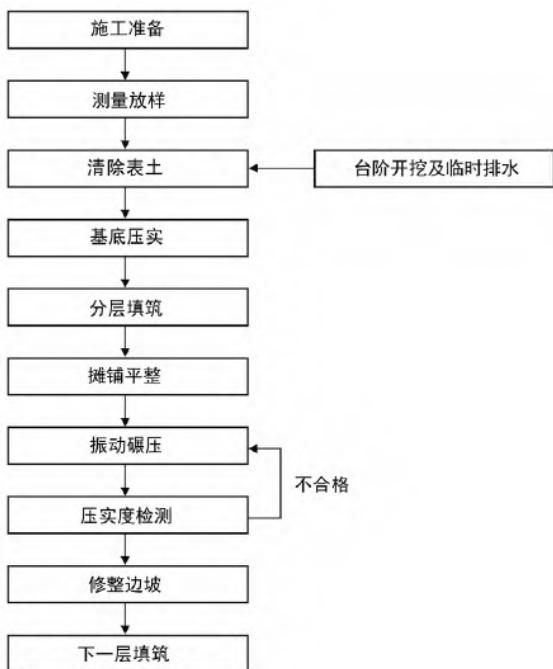


图1 高填方总体施工流程图

图1 高填方路基施工流程

(二) 施工要点

1. 准备工作

前期准备阶段施工人员需按规范流程放样，将表面的表土、腐殖土等去除^[1]。正式开始水田段施工之前，施工人员还需进行筑埂作业，并在此位置开挖纵排水沟与横排水沟，按要求设置坡度，与出水沟连接达到疏干表土的目的。开始填方路基的施工之前，施工人员还需展开土工试验，其目的是选择路基填土^[2]。试验在100 m 路基段选取土样，经压实后进行。如果地基表层土较松散，且厚度不超过30 cm，施工人员应在清草之后碾压，直至压实度大于90%；如果松散层厚度在30 cm 以上，施工人员应将其翻开分层压实。清理地基表面需要按照表土、夯实的顺序进行，清理表土的厚度为30 cm，压实度应大于90%，土层夯实的厚度标准为20 cm。压实路基边缘部分时，施工人员应在路堤的两侧位置分别增加30 cm 的宽度，随后进行填筑与削坡等环节的施工。

2. 填筑土方路基

(1) 填筑方法与坡度设置。正式开始填筑高填方路基时，如果路堤的填筑高度不足8 m，此时边坡坡度建议设置为1:1.5，若填筑高超过8 m，需采用分层的方式设置边坡高度，第一级高度为8 m，后续每级边坡高度分别高10 m，边坡平台宽度大于2 m。边坡比例同样按不同的层级，第一级坡度1:1.5，第二与第三级依次是1:1.7和1:2。施工人员选择水平分层填筑法，现场需要应用推土机将填土摊铺平整，随后使用重型压路机完成填土碾压作业，边坡整理需应用挖掘机这一设备。

(2) 分层填筑。分层填筑过程中，施工人员以路基横断面的全宽为依据，将其分割成为水平层次，从最下层开始向上依次填筑、密实，填筑时注意一次填入的填料性质需保持一致。施工人员采集击实、控制压实度等数据，要求各层填料的数值相同^[3]。对于填筑中的虚拟铺设厚度，施工人员采用获取的试验段数据进行

精准控制，铺设的各层宽度对比设计宽度应超出0.3 m，由此保证填筑的压实度达标。

施工人员在摊铺页岩土的过程中，摊铺厚度最大值小于300 mm，最小值则要大于100 mm。施工现场使用的填料总厚度为500 mm。对于路堤部分的填筑，施工人员应按照土质性质划分层级后逐层填筑，填筑施工中尽可能的减少层数，以免层数过多危及施工质量。如果土方路堤的填筑已经进行到路床顶面的最末层，施工人员检查压实处理后的厚度，确定大于80 mm 表示符合标准^[4]。

如果自然横坡坡度、沿公路工程路线的纵向坡度超过1:5，未填筑路基时施工人员需要先开挖原地面形成台阶，台阶的宽度应控制在1.0–2.0 m，坡度要求向内侧倾斜约2%–4%。地面自然横坡坡度在1:2.5以上，此时施工人员需要验算路堤滑动的稳定性，按照施工现场实际需求做出处理，保证路堤稳固。

路堤填筑时在土壤透水性的情况下，施工人员必须控制土壤的含水量，要求土壤含水率始终保持在最佳含水量±2%之间。路堤下层的填筑施工，要求顶部为4% 双向横坡，而上层的填筑施工中则要全程检查覆盖土的透水性，避免覆盖含水率好的土壤。施工人员横向半挖半填路基、纵向填挖之间交界位置应开挖台阶，要求宽度大于1 m，向内侧形成反坡，坡度在2%–4% 之间^[5]。未开挖台阶时施工人员务必要清理现场，土质路基填挖的交界部位建议应用超挖回填法，此方法可以获得更理想的土质路基填挖连接效果。

填筑前高填方路段的基底强度必须符合设计规范，由监理工程师审核确认满足要求后可正式填筑。高填方边坡需参考设计图纸，增强边坡的稳定性。路堤中起到连接作用的结构物，应先检查结构物混凝土强度，确实符合设计规范可展开分层填筑。具体在填筑时施工人员全方位检查填筑路堤是否会对结构物造成影响。各层基底与路堤的施工结束后，施工人员按规定流程整理宽度、填筑与压实的厚度、标高、压实度，将采集的数据反馈给监理工程师，通过了监理工程师的审核后开始上层填筑施工。

(3) 摊铺平整与夯实。施工人员在摊铺填料时，现场需要用到推土机达到平整效果。考虑到此环节需保证排水的流畅性，所以各层压实面必须设置横向排水坡，坡度为4%^[6]。开始平整施工后，施工人员使用水平仪检查虚铺厚度。碾压黏土填料要全程检查含水量，如果填料含水量过低，施工人员应在填料中洒水，以增加含水量；如果含水量高于标准，施工人员则要在现场开挖沟槽，达到降低水位的没接地。另外，施工人员还需使用推土机松土器，在摊铺平整环节拉松晾晒。

土层碾压需使用振动压路机，该设备的自重应大于20 t，碾压过程中压路机行驶的轮迹必须重叠，施工人员提前规划合理的行驶路线，保证压实均匀性。碾压过程中横向接头轮迹的重叠部分为50 cm，如果是直线段，则要按照先边缘后中间的顺序处理，曲线段的处理顺序则是先内侧后外侧。如果路肩部分超填了30 cm，此时施工人员将超填部分刷平，保证路肩边缘压实度符合规范。正式碾压前施工人员与压路机驾驶人员沟通，了解压实顺序、次数以及起讫桩号等重要信息，随后便可开始分段作业，各工段填筑在规定的时间展开，施工人员需要先开始一个地段的填筑施工，以坡度1:1 为标准分层开挖台阶。如果施工现场具体条件不允许，施工人员必须同步填筑，此时纵向搭接长度应大于2 m。施工

现场压实设备在压碎处理时，对于一些硬质材料应先将其清除，检查此类材料的尺寸参数小于压实厚度 $2/3$ ，且粒径分布具有均匀性，代表土层碾压的压实度达标。

3. 填筑土石混填路堤

施工现场使用土石混合料，如果施工人员检查石料抗压强度大于 20 MPa ，此时石块最大粒径不得超过压实厚度 $2/3$ 。对于施工现场抗压强度不足 15 MPa 的软质岩，同样要小于压实厚度，超出部分可进行破碎处理。土石混填路堤的填筑施工人员同样分层工艺，各层厚度小于 40 cm ，按照试验路段得到层厚进行铺填、压实处理，此阶段注意不得倾倒填料。施工现场使用的土石混合填料，检查石料含量若大于 70% ，需以填石路堤要求展开施工作业^[7]。施工人员先铺筑大块石料，后铺筑小块石料和石渣等，完成石料铺筑后找平并碾压。如果石料含量不足 70% ，建议施工人员采用土石混合填路堤的处理工艺，即采用混合铺填方法，提高硬质石块的分散性。

填筑土石混填路堤的过程中，如果土石混合填料岩性、混合比等有明显的区别，建议采用分层填筑或者分段填筑两种方法。土石混合填料在压实处理后渗水性依然有比较明显的区别，同样要采用分层填筑或分段填筑法，严禁使用纵向分幅填筑工艺。

4. 填筑冲击碾压

施工现场的冲击碾压作业，根据现场实际情况决定使用冲击式压路机，设置冲击碾压相关参数见表2。考虑到冲击碾压效果很容易受到设备碾压速度的干扰，所以在冲击碾压之前施工人员需要综合分析，制定合理的碾压方案。

表2 冲击碾压参数

项目	参数
压实宽度	$2 \times 1000\text{ mm}$
行驶速度	$10\text{--}15\text{ km/h}$
有效压实厚度	1 m
压实影响深度	5 m
地表碾压次数	超过 20 遍
路堤沉降量	$5\text{--}7\text{ cm}$

三、高填方路基施工沉降观测

此次高速公路项目的高填方路基施工结束后，施工人员需制定监测方案，在施工现场架设监测系统，保证所得路基监测数据的精准性，为高填方路基沉降监测工作的有序开展提供参考。结合本文所述项目实际，总结沉降观测有如下要点：

(1) 高填方路基的施工过程有诸多影响因素，例如周边环境、地质条件、天气等，具体在制定沉降观测方案时需要重点考虑上述因素。

(2) 路基的沉降监测必须使用沉降板，该工具可以在观测中得到测试点位路基下沉的真实数据，综合评估路基沉降变形情况。如果发现不良地质路段，施工人员可以按照现场实际布设相关装置，例如应变计与测斜仪，以应对不良地质带来的影响。

(3) 施工人员在沉降观测过程中，如果路基填高和预压值相同，设置观测频率为每层1次。如果施工过程中停工，最佳观测频率为每次7天。预压施工过程中，预压前、预压中和预压后的监测频率分别是每次7天、10天、14天。路面施工过程中需要每层观测1次。当高速公路投入运营后，前期观测频率为每次14天，后期则要每次观测30天。

(4) 施工人员按照路基沉降程度的不同，针对性的设置沉降观测级别与精度。对于路基沉降不明显的位置，分别在预压后期、路面施工阶段、后期投入运营阶段设置二级观测，而观测精度则在 $1.0\text{--}2.0\text{ mm}$ 之间，沉降变形量每月小于 5.0 mm 。在填筑阶段、预压前期，设置为三级观测与四级观测，观测精度要控制在 $2.0\text{--}3.0\text{ mm}$ 。

(5) 按照施工现场布设的所有沉降观测点所得数值，施工人员分析后总结路基指标的变化规律，并对比施工后的沉降情况和路基稳定性，具体数值见表3。根据以上每个指标所得数据，整理本文分析高速公路路段路基的沉降变形数据见表4。

表3 实施效果对比

指标	设计值	实测值
施工后路基沉降	$\leq 15\text{cm}$	8.2cm
路基稳定性	安全系数 ≥ 1.3	1.45

表4 路基沉降变形数据

观测时间	每月小于 5mm	每月小于 2mm
2022年4月	60%	46%
2022年6月	70%	63%
2022年8月	80%	78%
2022年10月	100%	96%

四、结束语

综上所述，公路工程施工过程中高填方路基是一个非常重要的结构形式，为保证公路工程路基的稳定性，避免施工后出现路基沉降问题，本文结合具体案例，针对高填方路基的施工展开分析，总结前期准备阶段、填筑土方路基、填筑土石混填路堤、填筑冲击碾压等关键流程的施工要点，从现场施工细节着手保证路基质量与稳定性。通过后期的路基沉降观测，确定本文提出的高填方路基施工技术具有可操作性，很好的保证了路基的稳定性，降低发生路基沉降的概率，为今后公路工程高填方路基施工积累经验，切实提高公路工程建设质量。

参考文献

- [1] 刘利杰. 高填方路基土工格栅加筋土墙施工技术研究 [J]. 工程质量, 2025, 43(07):79-82+87.
- [2] 应王超. 冲击碾压技术在道路工程高填方路基施工中的应用研究 [J]. 交通科技与管理, 2025, 6(12):123-125.
- [3] 邵子强. 高速公路高填方路基质量管控与施工技术要点分析 [J]. 中国住宅设施, 2025, (05):121-123.
- [4] 谷明旺. 公路工程中高填方路基质量病害问题和施工技术 [J]. 建材发展导向, 2025, 23(10):103-105.
- [5] 吕卫东, 曹亚西. 高填方软土路基施工关键技术及沉降控制技术研究 [J]. 建筑机械, 2025, (04):113-117.
- [6] 金俊达. 公路工程中高填方路基病害问题和施工技术研究 [J]. 运输经理世界, 2024, (15):119-121.
- [7] 王伟. 公路工程高填方路基施工技术要点及质量控制措施分析 [J]. 运输经理世界, 2024, (14):5-7.