

道路与桥梁工程中的路基施工技术分析

狄 猛

河北省交通建设监理咨询有限公司 河北 石家庄 050000

摘 要：路基作为道路与桥梁工程的基础结构，其施工质量直接关乎工程的安全性、稳定性与耐久性。本文围绕道路与桥梁工程路基施工技术展开分析，阐述路基的定义、分类及作用，明确其在工程中的核心地位。分别探讨道路路基与桥梁路基的关键施工技术，包括道路路基的填料选择与处理、压实技术及排水系统施工，桥梁路基的填料特殊要求与处理、压实与沉降控制及衔接段施工技术。通过对各环节技术要点的梳理，为提升路基施工质量、保障工程稳定性提供技术参考，对道路与桥梁工程的建设具有实际指导意义。

关键词：道路与桥梁工程；路基施工；关键技术

引言：随着交通建设的快速发展，对路基施工技术提出了更高要求。道路与桥梁路基因功能场景不同，在施工技术上存在差异。本文旨在系统分析两者的路基施工技术，从路基的基本概念入手，深入探究道路与桥梁路基在填料处理、压实控制、排水及衔接段施工等方面的关键技术，以完善路基施工技术体系，为工程实践提供科学依据。

1 道路与桥梁工程路基施工概述

1.1 路基的定义与分类

在道路与桥梁工程中，路基是指按照路线位置和一定技术要求开挖或填筑而成的岩土结构物，是道路路面和桥梁基础的承载主体，直接承受上部结构传来的荷载并将其传递至地基，是保障工程整体稳定性的核心组成部分。

按以下不同标准可对路基进行细化分类：（1）从材料角度，可分为土路基（以黏性土、砂性土等天然土料填筑）、石路基（采用块石、碎石等硬质材料砌筑）和土石混合路基（土与石料按比例混合填筑，适用于复杂地形）；（2）按地形与施工方式，可分为路堤（高于原地面的填方路基，常用于跨越浅沟、低洼地带）、路堑（低于原地面的挖方路基，多应用于山地路段）和半填半挖路基（同一断面内既有填筑又有开挖，适应地形起伏较大区域）；（3）从功能场景看，道路路基可分为一般路段路基、交叉口路基等，桥梁路基则包括桥头引道路基、锥坡路基等，后者需重点处理与桥梁结构的衔接过渡。

1.2 路基在道路与桥梁工程中的作用

路基作为道路与桥梁的基础结构，其作用如下：（1）承载上部荷载并实现力的有效传递。对于道路工程，路基需承受路面结构层（面层、基层、底基层）及

车辆行驶产生的动荷载，通过自身强度将荷载分散至地基，避免地基沉降过大导致路面破损；对于桥梁工程，桥头引道路基需衔接桥梁主体与道路路面，平衡桥梁支座传递的竖向荷载，同时缓冲车辆进出桥梁时的冲击荷载，保障荷载传递的连续性。（2）路基对工程的平整度、稳定性和耐久性具有决定性影响。平整的路基是路面摊铺质量的前提，若路基表面起伏过大，会直接导致路面平整度超标，增加车辆行驶阻力与颠簸；（3）路基的稳定性则关系到工程整体安全，尤其在软土地基、斜坡等复杂区域，路基失稳可能引发路面塌陷、桥梁桥头跳车等病害；（4）路基的耐久性通过抵抗自然环境侵蚀（如雨水冲刷、冻融循环）和长期荷载作用，延长道路与桥梁的使用寿命，减少后期维修成本^[1]。

2 道路路基关键施工技术

2.1 道路路基填料选择与处理技术

道路路基填料的选择要以路段地质条件、荷载要求及施工环境为核心依据，确保填料适配性与工程稳定性，对于一般等级道路的填方路段，优先选用级配良好的砂类土、砾类土，此类填料透水性强、压缩性低，经压实后能形成较高强度的路基结构。在挖方路段或地形复杂区域，若需利用原状土作为填料，需先通过颗粒分析、液塑限试验等检测手段，判定土料性质：黏性土要控制含水率在最佳范围（通常为液限的0.5~0.7倍），避免因过干产生松散或过湿导致碾压翻浆；粉土类填料因透水性差、水稳定性弱，需限制在地下水位以上路段使用，且需配合排水措施。

针对不良填料的处理，要根据其特性采取针对性改良工艺。对于高液限黏土，可采用掺灰（石灰、水泥）改良法，通过掺入3%~8%的石灰（按干土质量计），降低土料塑性指数，提升整体强度——石灰与黏土中的黏

粒发生化学反应,生成稳定的胶凝物质,有效改善压实性能。对于有机质含量超5%的土料,需采用换填处理,将表层不良土挖除后换填合格填料,换填深度根据有机质分布范围确定,通常不小于50cm,且换填层底部需设置防渗土工膜,阻止下层有害物质向上迁移。对于松散砂类土,可采用振动加密法或土工格栅加筋处理:振动加密通过高频振动机械使砂粒重新排列密实,加密深度可达1.5~3.0m;土工格栅则通过其网格约束作用提升砂体抗剪强度,铺设时需确保格栅搭接长度不小于20cm,且采用U型钉固定防止滑移。

2.2 道路路基压实技术

路基压实技术的核心在于通过机械外力克服土颗粒间的内聚力与摩擦力,实现土体密实度提升,其关键在以下于压实机械选型、压实参数控制。(1)压实机械的选型要结合填料类型与压实厚度:对于黏性土、粉土等细粒土,优先选用重型振动压路机(工作质量12~18t),其高频振动(25~40Hz)可穿透土料深层,促进颗粒间水膜排出;对于砂类土、砾石土等粗粒料,宜采用轮胎压路机或冲击压路机,轮胎压路机的揉搓作用可增强颗粒嵌挤效果,冲击压路机则通过2~3m的落距产生冲击能,适合深层压实(影响深度可达1.0~1.5m)。在狭窄路段或桥涵台背等边角区域,需选用小型振动夯(激振力不小于20kN)进行补压,确保压实无死角。(2)压实次数与力度的控制要通过现场试验段确定。施工前需在同类型路段选取200~300m的试验段,按不同压实遍数(通常6~10遍)、碾压速度(2~4km/h)进行试压实,通过检测压实度(采用灌砂法或环刀法)确定最佳参数:对于高速公路路基,下路床压实度需 $\geq 96\%$,上路床需 $\geq 96\%$ (重型击实标准),每增加2遍压实,密实度提升幅度应不低于1%~2%。压实力度需通过压路机吨位与激振力协同控制,重型振动压路机的激振力宜控制在300~500kN,碾压时遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中”的原则:初始2~3遍采用静压模式,避免土料推移;后续采用振动碾压,且由低振幅向高振幅过渡(振幅范围0.5~2.0mm)。对于填挖交界路段,需在交界处设置台阶,并增加2~3遍压实次数,消除衔接部位的压实度差异^[2]。

2.3 道路路基排水系统施工

道路路基排水系统的施工要构建“防、排、截、疏”相结合的综合体系,确保路基土体处于干燥或中湿状态,具体如下:(1)边沟作为路堑路段的主要排水设施,需沿路基两侧平行设置,其断面形式根据汇水量确定:汇水量较小的路段采用梯形边沟(底宽0.4~0.6m,深度0.6~0.8m),边坡坡度1:1~1:1.5;汇水量较大时采

用矩形边沟,沟壁采用浆砌片石砌筑(厚度 $\geq 30\text{cm}$),底部设置10~15cm厚C15混凝土垫层。边沟纵坡需与路线纵坡保持一致,且不小于0.3%,确保水流顺畅。(2)排水沟用于连接边沟与天然水系,其布置需避开路基坡脚,距离坡脚不小于2m,断面尺寸根据汇水面积计算确定(通常底宽0.5~1.0m,深度0.8~1.2m)。施工时需先进行地基处理,对于软土地基,需铺设30cm厚碎石垫层并碾压密实,沟壁采用MU30块石浆砌,砂浆强度等级不低于M7.5,砌筑时确保错缝搭接,灰缝饱满度 $\geq 80\%$ 。(3)盲沟作为地下排水设施,适用于路基范围内有地下水出露的路段,其构造由透水性填料(碎石、卵石)、反滤层(土工布)及排水通道组成:盲沟断面通常为矩形(宽0.4~0.6m,深0.5~1.0m),底部铺设20cm厚粒径5~10cm的碎石,中部填充粒径2~5cm的卵石,顶部覆盖透水土工布,防止细粒土渗入堵塞。施工时需确保盲沟纵坡 $\geq 1\%$,出口与排水沟顺畅连接,避免形成积水^[3]。

3 桥梁路基关键施工技术

3.1 桥梁路基填料特殊要求与处理

桥梁路基填料的选择要遵循“高强度、低压缩性、高水稳定性”原则,尤其在桥头引道及锥坡区域,填料性能直接影响与桥梁结构的衔接质量。优先选用级配碎石、水泥稳定碎石等无机结合料稳定材料,此类材料通过水泥或石灰的胶结作用形成整体性结构,7天无侧限抗压强度需达到3~5MPa,压实度不低于96%(重型击实标准)。对于需利用就近土料的情况,黏土类填料需控制塑性指数在12~20之间,且有机质含量 $\leq 2\%$ 、硫酸盐含量 $\leq 0.5\%$,并通过击实试验确定最佳含水率,偏差需控制在 $\pm 2\%$ 以内。

不良填料处理要采取强化改良工艺。对于软塑状黏性土,采用水泥深层搅拌法处理,水泥掺量按土料干重的10%~15%控制,搅拌桩直径50~60cm,桩长根据地基承载力要求确定,通常深入稳定土层不小于1.0m,桩体28天无侧限抗压强度需 $\geq 1.5\text{MPa}$ 。对于松散砂质土,采用袋装砂并结合堆载预压处理,砂井直径7~10cm,间距1.0~1.5m,呈等边三角形布置,砂料选用级配良好的中粗砂,含泥量 $\leq 3\%$;堆载预压荷载不小于设计荷载的1.1倍,预压时间根据沉降观测结果确定,直至连续10天沉降速率 $\leq 2\text{mm}/\text{天}$ 。

3.2 桥梁路基压实与沉降控制技术

桥梁路基压实采用“分层递进、精准控制”的工艺,确保压实度均匀性与深层密实度,具体技术如下:

(1)压实机械优先选用液压驱动振动压路机,工作质量18~25t,激振力500~800kN,振动频率30~50Hz,振

幅1.5~3.0mm, 适合处理高强度填料。压实分层厚度根据填料类型确定: 级配碎石层厚控制在20~30cm, 水泥稳定碎石层厚不超过25cm, 每层压实前需采用平地机精细找平, 平整度误差 $\leq 5\text{mm}$ 。压实顺序遵循“先边缘后中间、先静压后振动”的原则, 边缘区域需超宽碾压50cm, 避免桥台与路基衔接处出现压实盲区。(2) 沉降控制要结合预压与动态监测技术。在路基顶面设置沉降观测点, 采用水准仪按二等水准精度测量, 观测频率为: 加载期间每天1次, 预压期间每3天1次, 卸载后每周1次。当累计沉降量达到预估总沉降量的80%~90%时, 方可进行后续施工。对于桥头过渡段, 采用“变刚度”设计理念, 从桥台向路基方向逐渐降低填料强度, 通过设置3~5层土工格栅实现刚度渐变, 格栅铺设时需拉紧固定, 搭接长度 $\geq 30\text{cm}$, 并用U型钉锚固。同时, 在过渡段底部设置10~15cm厚级配碎石排水层, 渗透系数需 $\geq 1 \times 10^{-3}\text{cm/s}$, 加速孔隙水排出, 减少后期沉降。

3.3 桥梁与路基衔接段施工技术

桥梁与路基衔接段施工的核心是消除刚度突变, 确保行车平顺性, 其施工要点如下: (1) 桥头搭板施工需与桥台结构协调, 搭板长度根据路堤高度确定: 路堤高度 $\leq 3\text{m}$ 时, 搭板长4~6m; 高度3~6m时, 长6~8m。搭板采用C30钢筋混凝土, 厚度30~40cm, 纵向钢筋采用HRB400级, 直径16~20mm, 间距10~15cm, 钢筋保护层厚度 $\geq 5\text{cm}$ 。搭板与桥台之间设置2cm宽伸缩缝, 填充沥青麻絮, 底部铺设10cm厚沥青稳定碎石调平层, 确保荷载均匀传递。(2) 台背回填施工要严格控制填料与压实工艺, 回填范围为桥台背后2~3m, 采用透水性好的级配碎石或砂砾, 最大粒径 $\leq 5\text{cm}$, 含泥量 $\leq 5\%$ 。回填需分

层进行, 每层厚度15~20cm, 采用小型振动夯或液压同步升降压实设备, 压实度需达到96%以上。在台背与路基结合处设置台阶, 台阶高度0.3~0.5m, 宽度 $\geq 1\text{m}$, 台阶面铺设土工格栅与路基填料连接, 增强整体性。同时, 在衔接段两侧设置防渗盲沟, 盲沟断面尺寸30cm×30cm, 内填碎石并包裹透水土工布, 与桥台排水孔及路基边沟连通, 避免雨水渗入台背回填区引发沉降^[4]。

结束语: 道路与桥梁工程的路基施工技术复杂且关键, 要根据两者的特点采取针对性措施。道路路基要注重填料适配性、压实均匀性及排水系统性; 桥梁路基则要强化填料性能、沉降控制及衔接段处理。未来应持续优化施工技术, 结合新材料与智能化手段, 提升路基施工质量与效率。本研究梳理的技术要点, 可为相关工程施工提供借鉴, 助力道路与桥梁工程的高质量建设与长期稳定运营。

参考文献

- [1] 韩召. 道路桥梁工程路基路面压实施工技术分析[J]. 中国科技期刊数据库工业A, 2025(3): 097-100.
- [2] 杜晨雨. 市政道路桥梁工程中的沉降段路基路面施工技术探讨[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2025(4): 101-104.
- [3] 刘洋. 市政道路桥梁工程中的沉降段路基路面施工技术研究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2025(4): 155-158.
- [4] 张明. 道路桥梁工程施工中的软土地基施工技术分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2025(5): 061-064.