

# 公路工程施工中土石混填路基施工技术的运用

孙雪莲

吉林省松原市前郭县公路事业发展中心, 吉林 松原 138000

**摘要 :** 针对公路工程中路基稳定性与承载能力的关键问题, 本研究以某省道公路建设项目为实例, 详细介绍了土石混填路基施工技术在公路工程施工中的具体运用, 并深入探讨了质量控制措施。旨在为公路工程施工提供可靠的技术参考, 提升公路工程的整体质量、稳定性与安全性, 延长公路使用寿命, 推动公路建设行业的高质量发展。

**关键词 :** 公路工程; 土石混填路基; 施工技术; 质量控制

## Application of Soil-Rock Mixed Fill Subgrade Construction Technology in Highway Engineering Construction

Sun Xuelian

Jilin Songyuan Highway Development Center, Qianquo County, Songyuan, Jilin 138000

**Abstract :** Addressing the key issues of subgrade stability and carrying capacity in highway engineering, this study takes a provincial highway construction project as an example to introduce the specific application of soil-rock mixed fill subgrade construction technology in highway engineering construction and deeply explore quality control measures. The aim is to provide a reliable technical reference for highway engineering construction, improve the overall quality, stability, and safety of highway engineering, extend the service life of highways, and promote the high-quality development of the highway construction industry.

**Keywords :** highway engineering; soil-rock mixed fill subgrade; construction technology; quality control

### 引言

公路作为交通基础设施的核心构成, 其重要性不言而喻。它不仅是连接区域经济的纽带, 更是促进社会交流与发展的关键支撑。在公路工程施工体系中, 路基作为公路的基础部分, 其稳定性和承载能力直接决定了公路的整体性能和服役寿命。土石混填路基施工技术, 凭借其就地取材、降低成本、缩短工期等显著优势, 在公路建设领域得到了广泛应用。然而, 该技术在实际应用过程中, 也面临着诸如材料组成复杂多样、施工工艺要求严格、质量控制难度较大等诸多挑战。因此, 深入且系统地研究土石混填路基施工技术的运用及质量控制措施, 对于保障公路工程质量、推动公路建设行业的健康可持续发展具有至关重要的现实意义。

### 一、工程概况

某省道公路项目全长4.2km, 路基宽度30m。其施工区域处于山地与平原的交界地带, 地形地貌呈现出显著的起伏特征, 地势条件较为复杂。这种特殊的地形条件给路基施工带来了诸多难题。针对路基填筑高度超过15m的路段, 项目特别设计了边坡防护措施。边坡采用分级设置, 每级高度间隔为8m, 宽度2.5m, 通过这种科学合理的设计, 有效增强了边坡的稳定性, 避免因土体滑落等问题影响公路的正常使用和安

全。该公路项目的路基施工采用了土石混填技术。在材料选用方面, 严格将粗粒料的含量控制在60% ~ 80%的范围内。经过大量的试验检测以及丰富的工程实践验证, 这一含量范围能够确保路基具备良好的稳定性和承载能力, 为公路的长期稳定运行奠定了坚实的基础。

### 二、土石混填路基施工技术在公路工程施工中的具体运用

#### (一) 施工前准备

施工前的准备工作是整个工程顺利开展的重要前提和基础。在材料准备环节, 对土石混填材料进行严格筛选。从附近经过详细考察选定的料场选取土石材料, 依据相关标准和设计要求, 确保粗粒料的单轴抗压强度不低于30MPa, 最大粒径不超过15cm, 细粒土的含水量控制在最佳含水量  $\pm 2%$  的范围内, 塑性指数在12~18之间<sup>[1]</sup>。同时, 对不同规格和来源的材料进行分类存放, 并设置明显的标识, 防止材料混杂。

施工设备的准备同样至关重要。根据工程规模和施工工艺要求, 配备了适量且性能优良的设备。共投入5台挖掘机, 型号为卡特彼勒320, 斗容量1.2m<sup>3</sup>; 3台装载机, 型号为柳工856H,

额定载重量5t；10辆自卸汽车，载重量20t；2台推土机，功率165kW；1台平地机，工作宽度3m；3台压路机，其中2台振动压路机，激振力350kN，1台静碾压路机，自重18t。施工前，对所有设备进行全面细致的检查和调试，针对压路机的压实功能进行严格测试，将振动频率调整在30Hz—40Hz之间，振幅控制在0.8mm—1.2mm之间，以满足不同压实阶段的需求。

测量放线工作为后续施工提供了精准的位置依据。使用高精度测量仪器，如GPS接收机和全站仪，精确测定路基中心线、边线以及各个控制点的位置。将测量误差严格控制在平面位置 $\pm 5\text{mm}$ ，高程 $\pm 10\text{mm}$ 以内。根据测量结果，在施工现场设置牢固且明显的标记，如木桩、石灰线等，方便施工人员进行操作。同时，对测量数据进行反复核对和校验，确保测量精度满足工程要求<sup>[2]</sup>。

## （二）路基填筑

路基填筑作为土石混填路基施工中的核心环节，其操作过程的严谨性和科学性直接关系到整个公路工程的稳定性和耐久性。在填筑过程中，必须严格遵循分层填筑的原则，以确保每层填筑的均匀性和密实度。具体而言，依据前期试验段所得出的精确参数，每层填筑的厚度被严格控制在30—40cm之间，而实际施工中，为了寻求最佳平衡，平均填筑厚度被设定为约35cm。这一厚度的选择既保证了填筑材料的充分压实，又避免了过厚导致的压实困难。填筑作业从路基的最低处开始，逐层向上进行，每一层都经过精心的摊铺和压实，直至达到设计高度<sup>[3]</sup>。在填筑工作正式开始之前，对基底的处理同样至关重要。基底上的杂草、树根、腐殖土等杂物必须被全面彻底地清除，以确保基底表面的清洁和平整。随后，使用重型压路机对基底进行压实作业，压实度需达到95%以上，从而确保基底的承载力完全满足设计要求，为后续的填筑工作打下坚实的基础。

此外，在填料的运输和卸料过程中，也需要进行周密的规划和组织。自卸汽车被用作主要的运输工具，将土石混合料从料场运至施工现场。卸料时，需严格按照预先规划好的卸料点进行，同时控制卸料高度不超过2m，以避免对填料造成不必要的冲击和损伤。在实际操作中，根据地形和施工条件的不同，灵活选择进占法或后退法进行卸料。在地形平坦开阔的区域，采用进占法可以显著提高施工效率，据统计，施工效率可提高约20%；而在地形复杂或靠近边坡的区域，则更适合采用后退法，以确保填料位置的准确性和摊铺厚度的均匀性<sup>[4]</sup>。

## （三）摊铺与压实

### 1. 摊铺

摊铺作业是确保路基平整度和压实效果不可或缺的关键步骤，其细致入微的操作直接关系到后续压实工作的顺利进行及最终路基的质量表现。在摊铺前，首要任务是利用推土机对卸料后的土石混合料进行初步推平，这一过程要求混合料表面大致平整，平整度误差需严格控制在 $\pm 5\text{cm}$ 以内，为后续精整作业奠定良好基础。紧接着，平地机登场，它按照精心设计的坡度和标高进行精确整平作业，坡度误差需保持在 $\pm 0.5\%$ 以内，而标高误差则需严格控制在 $\pm 3\text{cm}$ 以内。为确保整平质量，每20m设置一个检测点，实时监测平整度和标高，一旦发现偏差，立即进行调整，确保摊铺后的表面平整均匀，

无局部凹凸不平整现象<sup>[5]</sup>。对于难以机械整平的区域，将安排人工配合进行处理，通过细致的手工操作，进一步提升表面平整度。

### 2. 压实

压实作业则是土石混填路基施工中的决定性环节，其质量直接关系到路基的整体稳定性和耐久性。采用重型压路机进行压实作业，遵循先轻后重、先慢后快、先边缘后中间的科学碾压原则<sup>[6]</sup>。在静压阶段，碾压速度控制在1.5—2.0km/h，而在振动碾压阶段，速度则提升至2.5—3.5km/h。通常，先进行1—2遍的静压作业，使土石混合料初步稳定，随后进行4—6遍的振动碾压，根据现场压实度检测结果，平均振动碾压次数约为5遍，以达到预期的压实效果。最后，再进行1—2遍的静压作业，以消除表面轮迹，提升路面美观度。在碾压过程中，每1000m<sup>2</sup>设置一个检测点，通过检测压实度、沉降差等关键指标，全面评估压实质量是否达到设计要求。压实度检测采用灌砂法，设计压实度要求不低于96%，而实际检测结果显示，平均压实度高达97.5%，远超设计标准。沉降差则严格控制在5mm以内，通过精确控制碾压参数和增加检测频率，确保路基压实质量无懈可击，为后续公路工程的顺利进行奠定坚实基础。

## （四）排水与沟渠施工

一个设计精良、功能全面的排水系统，无疑是确保路基长期稳定性的关键要素。在路基施工在整个流程中，排水与沟渠的施工被同步推进，以确保排水系统的有效性和及时性。在路基的两侧，精心规划的边沟起到了至关重要的作用。这些边沟采用了梯形断面设计，底宽被精确设定为0.8m，顶宽则拓宽至1.2m，深度则统一为1m，坡度被设计为1:1.5，这样的设计有助于水流更加顺畅地排出。为了确保边沟的强度和耐久性，采用了浆砌片石进行砌筑，所选用的片石强度等级不低于MU30，而砂浆的强度等级也达到了M7.5的标准。此外，边沟的底部和侧面还进行了2cm厚的水泥砂浆抹面处理，这一细节确保了边沟表面的平整光滑，进一步提升了排水的效率<sup>[7]</sup>。

在路基的内部结构中，排水盲沟的设置同样至关重要。纵向排水盲沟每隔50m便设置一道，而横向排水盲沟的间距则更短，每隔30m便有一道。这些排水盲沟内部填充了透水性极佳的材料，如粒径在20mm至50mm之间的碎石和砾石。更为巧妙的是，盲沟中间还铺设了一层单位面积质量不小于300g/m<sup>2</sup>的土工布，这层土工布如同一道天然的屏障，有效防止了泥土的堵塞，确保了排水的畅通无阻。排水盲沟的主要功能在于及时排出路基内部的积水，从而降低路基的含水量，增强其整体的稳定性。此外，在路基与边坡的交界处，还巧妙地设置了截水沟。这些截水沟采用了矩形断面设计，底宽为0.6m，深度为0.8m，坡度为1:1.2。它们如同一道坚固的防线，有效地拦截了山坡上流淌的地表水，防止了其其对路基边坡的冲刷和侵蚀，进一步提升了路基的稳定性。

## 三、土石混填路基施工技术施工质量控制与管理

### （一）质量控制要点

#### 1. 材料质量控制机制

材料质量是保证路基质量的基础。在材料采购环节，全面考

察供应商, 综合评估其生产能力、质量保证体系和信誉, 筛选出优质供应商。要求供应商提供完整的材料质量证明文件, 如检验报告、合格证等, 确保材料来源可靠。对进场的土石混填材料严格检验, 每批次抽样检测。检测内容涵盖粗粒料的强度、粒径分布, 以及细粒土的含水量、塑性指数等关键指标。一旦发现不符合要求的材料, 坚决退回, 杜绝用于工程施工。在材料存放时, 采取有效防护措施, 如搭建防雨棚、设置排水坡等, 防止材料因受潮、淋雨等因素影响质量<sup>[8]</sup>。

### 2. 施工工艺的精细化管理

施工工艺的合理性直接影响路基的施工质量。在施工过程中, 必须严格按照施工方案和技术规范操作。对每一道工序严格把关, 确保施工工艺符合要求。例如在路基填筑时, 精准控制分层填筑的厚度、压实度等参数; 在摊铺和压实时, 严格遵循规定的操作流程和技术要求, 控制好摊铺平整度和压实遍数<sup>[9]</sup>。加强施工现场的监督和管理, 安排专业技术人员旁站监督, 及时发现并纠正施工中出现的問題, 保证施工工艺的严格执行。

### 3. 现场检测与验收

现场检测是及时发现质量问题的重要手段。在施工过程中, 定期对路基的各项指标进行检测。使用专业的检测仪器和设备, 按照规定的检测频率进行检测, 确保检测数据的真实性和可靠性。对于检测不合格的部位, 及时返工处理, 直至达到设计要求。在路基施工完成后, 组织相关人员进行全面验收, 验收内容包括路基的外观质量和各项技术指标。外观质量要求路基表面平整、边线顺直、无明显轮迹和松散现象; 各项技术指标需达到设计规定的标准, 验收合格后方可进行下一道工序施工。

## (二) 质量管理措施

### 1. 构建全面的质量管理制度体系

建立健全且完备的质量管理制度体系, 是确保工程质量稳步提升的关键性保障。首要任务是制定详尽且明确的质量目标与质量计划, 为工程质量的达成提供清晰的指引。在此基础上, 进一步明确各部门及具体人员的质量职责, 确保责任到人, 形成全员参与、共同负责的良好局面。为了有效监控施工过程中的每一道工序, 需建立严格的质量检验制度, 实行“三检制”原则, 即自

检、互检与专检相结合<sup>[10]</sup>。自检环节由施工班组内部自行完成, 互检则由不同施工队之间交叉进行, 而专检则由项目部专业的质量管理人员负责执行, 以此形成多层次的检验体系, 确保每一道工序都符合质量标准。此外, 还需建立质量奖惩制度, 通过表彰质量工作表现突出的部门和个人, 以及处罚质量问题严重的部门和个人, 以此激励全员积极参与质量管理工作, 切实提升整体质量意识。

### 2. 强化施工人员培训与管理机制

施工人员的专业素质和技能水平, 对工程质量具有直接且深远的影响。因此, 必须加大对施工人员的培训力度, 定期组织技术培训和安全教育培训。技术培训内容应涵盖土石混填路基施工技术的精髓、质量控制的关键要点以及施工规范的详细解读, 通过理论授课与现场实操相结合的方式, 全面提升施工人员的技术水平和实践能力。安全教育培训则着重于施工安全知识的普及与操作规程的讲解, 旨在增强施工人员的安全意识, 降低施工过程中的安全风险。同时, 还需加强对施工人员的管理, 建立严格的考勤制度和考核制度, 将考勤记录与工资收入相挂钩, 把考核结果作为晋升和奖励的重要依据, 以此激发施工人员的积极性和责任心, 确保他们能够严格按照施工要求进行作业, 为工程质量的稳步提升奠定坚实基础。

## 四、结语

通过对某省道公路建设项目中土石混填路基施工技术的具体运用及质量控制措施的深入研究, 充分表明土石混填路基施工技术在公路工程中具有良好的应用效果。通过严格的施工前准备、科学的路基填筑、合理的摊铺与压实以及完善的排水与沟渠施工, 能够有效确保路基的稳定性和承载能力。同时, 通过实施有效的质量控制要点和质量措施, 能够有力保证工程质量达到设计要求。在今后的公路工程施工中, 应进一步推广和应用土石混填路基施工技术, 并不断总结经验, 持续改进施工工艺和质量控制方法, 以不断提高公路工程的整体质量、稳定性和安全性, 推动公路建设行业的高质量发展。

## 参考文献

- [1] 李华, 刘聪. 山区高填方土石混填路基施工技术研究 [J]. 交通建设与管理, 2022, (05): 174-175.
- [2] 刘岩. 土石混填路基施工关键技术探讨 [J]. 交通世界, 2023, (36): 28-30.
- [3] 李丁. 红黏土土石混填路基压实及施工控制探析 [J]. 交通世界, 2022, (30): 126-128.
- [4] 蔡志瑞. 公路路基工程中的土石方填筑施工技术 [J]. 交通世界, 2022, (12): 76-77.
- [5] 洪林燕. 公路工程土石混填路基施工技术 [J]. 交通世界, 2024, (Z1): 95-97.
- [6] 陈亮. 公路施工中的土石混填路基施工技术分析 [J]. 运输经理世界, 2023, (26): 22-24.
- [7] 卫香娟. 研究公路施工中的土石混填路基施工技术 [J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(08): 17-18.
- [8] 庄锦祥. 市政道路土石混填路基施工技术研究 [J]. 江西建材, 2022, (09): 228-230.
- [9] 刘建业. 公路工程路基填料质量控制 [J]. 工程技术研究, 2020, 5(14): 134-135.
- [10] 陈近民. 土石混填路基强夯施工技术分析 [J]. 工程技术研究, 2019, 4(12): 98-99.