

高速公路工程中路基土石方填筑的施工技术

刘春义

山东省高速养护集团有限公司 山东 济南 250000

摘要：高速公路路基土石方填筑施工质量关乎道路整体服役性能，本文围绕施工准备、开挖运输、分层填筑及压实整形四大技术板块展开系统论述。施工准备阶段需完成场地清理、基底处理、填料筛选与设备调试等前置作业；开挖运输阶段应依据土层与岩体特性实施分层可控剥离与场内有序转运；分层填筑阶段着重管控摊铺均匀性、厚度精度及边坡同步施工；压实整形阶段则通过规范碾压工艺与精细修整手段确保路基密实度与结构完整性。各技术环节相互衔接，共同构成高速公路路基土石方填筑的完整施工技术体系。

关键词：高速公路路基；土石方填筑；分层碾压；基底处理；边坡修整

引言：高速公路路基作为路面结构的承重基础，其土石方填筑施工技术水平直接制约着道路的长期使用性能与行车安全性。路基填筑涉及场地清理、基底改良、土石方开挖、分层摊铺、碾压整形等多道工序，各环节间存在紧密的技术逻辑关联。任何一道工序的控制失当，均可能引发路基沉降、边坡失稳等结构性病害。深入梳理各施工环节的技术要点与操作规范，对于提升高速公路路基施工的系统化水平具有现实意义。

1 路基土石方填筑施工准备技术

1.1 施工场地清理与平整技术

高速公路路基土石方填筑作业开展前需完成场地清理与平整作业，为后续填筑施工营造稳定的作业环境。施工人员针对作业区域内的地表植被、表层腐殖土以及各类杂物进行全面清除，彻底剔除影响路基结构稳定性的地表附着物，清理深度一般控制在 30~50 cm 范围内。针对高低起伏的地表区域开展整平处理，规整场地整体平整度，场地平整度偏差应控制在 ± 20 mm 以内，弱化地表凹凸结构对填筑施工的干扰^[1]。场地清理与平整作业全程贴合路基施工的基础建设标准，保障作业场地的规整度与均匀性，为后续填料摊铺、碾压等施工环节提供稳定的作业基面，从源头保障路基填筑施工的整体质量。

1.2 基底处理施工技术

基底结构的稳定性直接决定路基填筑成型后的整体性能，规范开展基底处理作业是路基施工的核心前置工序。施工过程中针对路基基底的土质结构、土层密实状态进行针对性处理，改良基底土层的物理状态。对松软土层开展压实处理，提升基底整体密实度，规避基底土

层松散引发的路基沉降、变形等问题。对基底存在的坑洼、沟槽区域进行填补夯实，保证基底整体结构的完整性与均匀性，强化基底承载能力，让基底结构可以稳定承接上层土石方填料的荷载压力。

1.3 土石方填料选取与预处理技术

土石方填料的性能质量直接影响路基填筑的成型效果，科学开展填料筛选与预处理工作尤为关键。结合高速公路路基的施工建设要求，筛选物理性能与力学指标适配的土石方填料，严控填料的土质配比、颗粒状态等核心指标。针对选取完成的填料开展专业化预处理作业，细化填料颗粒规格，梳理填料内部杂质，优化填料整体均匀性。通过系统化预处理作业改善填料的压实性能与稳定性，适配分层填筑施工的技术要求，保障填筑层结构的紧密性与统一性。

1.4 施工设备配置与调试技术

机械设备的运行状态直接影响路基土石方填筑施工的推进质量，合理配置设备并完成精细化调试是施工准备阶段的重要内容。依据路基填筑的施工规模与技术标准，匹配适配的摊铺、碾压、运输等各类施工设备，完善现场设备配套体系。设备投入施工现场前开展全方位性能调试作业，检测设备运行参数、作业精度与运行稳定性，校准设备作业状态。及时排查设备存在的运行隐患，调整设备作业参数，保证各类设备可以持续稳定运行，适配土石方填筑各工序的施工技术需求，保障现场施工推进的有序性与规范性。

2 路基土石方开挖与运输施工技术

2.1 土方分层开挖施工技术

土方开挖作业遵循分层作业原则推进施工流程,适配高速公路路基施工的结构建设需求。开挖作业依照既定土层厚度逐层开展土方剥离作业,每层开挖深度控制在2~3 m之间,控制每层开挖深度保持统一状态,规避超挖或欠挖问题对路基基底结构产生负面影响^[2]。施工过程保持开挖作业面的平整规整,维持作业坡面稳定形态,边坡坡率一般不陡于1:1.5,弱化土体扰动带来的结构隐患。逐层完成土方剥离后及时修整作业坡面,保持开挖断面形态规整统一,维持土体原始结构强度。规范的分层作业模式能够稳定土方开挖施工节奏,让土层结构始终保持可控状态,为后续填筑工序提供标准作业断面。

2.2 石方可控开挖施工技术

石方开挖施工针对岩体硬度、岩体分布状态选用适配的施工方式,实现岩体结构的可控剥离。硬质岩体开挖过程注重作业力度的精准把控,减少施工操作对周边岩体的过度扰动,维持围岩结构的完整状态。施工操作贴合路基设计轮廓开展岩体剥离,规整开挖断面的整体形态,避免岩体残留凸起或凹陷结构。针对不同硬度的岩体调整作业强度与作业方式,细化岩体破碎与剥离流程,提升石方开挖作业的规整程度,保障开挖成型断面能够完全适配后续路基施工的结构标准。

2.3 土石方混合开挖施工技术

土石方混合地层结构属性复杂,开挖施工需要结合土体与岩体的不同特性调整作业方式。施工过程区分土层与岩层的分布层次,针对不同介质采用差异化开挖手段,避免单一作业方式造成的施工质量偏差。优先处理结构稳定性较弱的土层结构,再开展硬质岩层的剥离作业,维持混合地层开挖过程的结构稳定。细化混合地层的开挖进度,规整整体作业断面,减少软硬介质交错区域出现结构破损的情况,提升混合开挖施工的规整度与有序性。

2.4 土石方场内运输与转运施工技术

土石方场内运输与转运工作衔接开挖与填筑工序,保障施工现场物料流转的有序推进。结合施工现场布局规划固定运输通行路线,规整运输作业动线,减少物料转运过程产生的场地扰动。运输设备承载量保持合理区间,避免物料洒落造成的场地污染与物料损耗。转运作业配合现场施工节奏开展物料输送,匹配填筑施工的物料供给需求^[3]。定期规整运输作业路面,保持通行路面平整通畅,提升土石方转运作业的整体效率,维持施工现场作业环境的规整状态。

3 路基土石方分层填筑施工技术

3.1 分层摊铺施工技术

分层摊铺是高速公路路基土石方填筑的核心施工环节,整体作业模式适配路基结构均匀成型的建设需求。摊铺作业依托专业摊铺设备完成土石方物料的平铺布设,依托设备匀速行进的作业状态,让物料在路基作业面均匀分布,摊铺速度一般控制在2~4 km/h。物料摊铺过程保持作业面整体平整,消除局部物料堆积或物料缺失的情况,保障填筑层整体结构的均匀性。作业过程匹配路基整体施工走向,持续规整摊铺作业范围,让每一层填筑物料都能形成规整统一的作业层面。规范的摊铺作业能够优化土石方物料排布状态,为后续压实作业创造优质施工条件,稳固路基整体施工基础。

3.2 摊铺厚度控制技术

摊铺厚度的精准把控直接影响路基填筑层的密实质量与结构稳定性,是分层填筑施工的关键管控内容。施工开展前结合路基施工技术标准设定适配的摊铺厚度参数,松铺厚度一般控制在30~50 cm,压实后厚度约为20~35 cm,全程依托既定参数管控现场摊铺作业进度与作业状态。物料摊铺过程持续监测作业层厚度,及时调整设备作业高度与行进状态,修正摊铺厚度出现的偏差问题,厚度偏差应控制在±5 cm以内。严控单层摊铺厚度的均匀性,杜绝厚度不均引发的压实度差异,规避路基局部结构受力不均的问题。稳定统一的摊铺厚度可以让各填筑层压实程度保持一致,提升路基整体结构的整体性与稳定性。

3.3 路基边坡同步填筑技术

路基边坡填筑作业与主体路基填筑作业相互配合,保障路基整体外形结构的规整统一。边坡填筑作业遵循分层填筑的施工原则,贴合主体路基填筑节奏推进物料填充作业,保证边坡与路基主体的填筑层次保持对应状态,边坡填筑宽度每侧应超出设计宽度30~50 cm。物料填充过程持续修整边坡坡面,规整坡面坡度与外形轮廓,维持边坡结构的平顺形态。细化边坡物料填充作业流程,密实坡面内部物料结构,减少坡面松散空洞问题的出现。有序的边坡填筑作业可以强化路基侧边结构稳定性,提升路基整体成型的完整程度,规避边坡坍塌、脱落等施工隐患。

3.4 特殊路段填筑施工技术

高速公路施工路段环境存在差异化特征,地势特殊路段需要采用针对性填筑施工工艺适配现场施工条件。针对地势起伏较大、基底受力状态特殊的路段,调整分

层填筑的作业方式,优化物料填充与摊铺作业流程,特殊路段分层厚度可适当减小至 20~30 cm。结合特殊路段的土层受力特点,优化物料摊铺与排布方式,强化填筑层结构的适配性。合理调整作业流程与施工节奏,适配特殊路段的空间施工条件,保障填筑作业可以有序开展。细化特殊路段的填筑施工细节,强化填筑层与基底结构的贴合程度,提升特殊路段路基结构的承载能力与耐久性能,适配高速公路长期通行的建设标准。

4 路基土石方压实与整形施工技术

4.1 分层碾压施工工艺

分层碾压是路基土石方填筑成型的核心工序,施工质量直接决定路基整体密实程度与结构承载能力。碾压作业依托分层施工原则对应各层摊铺工作面开展作业,匹配填筑层铺设厚度调整碾压作业幅度,碾压遍数一般为 6~8 遍,直至轮迹深度小于 5 mm 时方可停止,保障每一处填筑区域均可得到充分压实处理。施工过程依托碾压设备的自重与作业动能挤压土石方物料,缩小颗粒间隙,提升填筑层整体密实程度。作业环节贴合路基施工的技术标准把控碾压作业幅度,杜绝浅层漏压、重压等不规范作业行为^[4]。逐层完成碾压作业可以让填筑结构形成均匀致密的整体状态,弱化路基后期形变的可能性,提升路基结构的稳定性能与承载性能。

4.2 碾压顺序与方式控制技术

碾压作业的推进顺序与作业方式形成规范体系,能够有效规避路基填筑层出现受力不均、密实度不均等施工问题。施工现场按照固定作业逻辑规划碾压行进路线,遵循从低区域向高区域推进的作业思路,适配路基断面的结构形态,相邻碾压带搭接宽度不应小于 40 cm。碾压作业保持匀速行进的作业状态,行驶速度控制在 2~4 km/h,稳定设备作业强度,保证土体颗粒挤压效果保持统一。针对路基边缘与路基中部区域区分作业方式,调整作业频次与作业强度,边缘区域碾压遍数应比中部多 1~2 遍,消除边缘区域压实不足的施工问题。全程规范的作业管控模式可以统一全断面压实质量,维持路基结构受力分布的均匀状态,夯实路基施工质量基础。

4.3 路基顶面整形施工技术

路基顶面整形作业针对碾压完成后的路基顶面开展精细化修整处理,优化顶面结构形态与平整度。施工过程依托专业整平设备对顶面表层土体进行规整处理,清除顶面凸起土体,填补顶面局部低洼区域,塑造平整顺

畅的顶面作业面。精细调整顶面横向坡度与纵向线型,适配高速公路路基的线型设计标准,保障顶面排水流畅度与后续面层施工适配度。修整作业过程持续把控顶面整体平顺程度,弱化表层土体松散问题,巩固顶面结构的完整性。精细化整形作业可以优化路基顶面整体施工质感,为路面结构层铺设施工提供标准作业基面。

4.4 路基边坡修整施工技术

路基边坡修整作业针对填筑成型后的边坡坡面开展精细化处理,优化边坡整体线型与结构稳定性。坡面修整依托人工与机械协同作业模式开展施工,精准修整坡面多余土体,规整坡面整体坡度,让边坡坡面保持连续平顺的结构形态。作业过程清理坡面松动土体与零散颗粒,加固坡面表层结构,提升坡面土体的紧密程度。调整边坡顶部与底部的衔接位置,保证边坡和路基主体衔接位置过渡自然顺滑,消除结构断层与突兀结构^[5]。精细化修整作业可以优化边坡整体外观形态与结构稳定性,提升路基整体施工成型的规整度,增强边坡抵御外界环境侵蚀的能力,延长路基整体使用周期。

结束语

高速公路路基土石方填筑施工是一项工序耦合度高、技术环节密集的系统性工程。从场地清理与基底处理奠定施工基础,到开挖运输保障物料供给,再经分层摊铺与碾压整形实现路基密实成型,各阶段技术措施环环相扣。施工过程中需严格把控填料性能、摊铺厚度、碾压顺序及整形精度等关键参数,使路基结构具备均匀的密实状态与稳定的承载能力。唯有各工序协同推进、精细管控,方能构建满足高速公路长期运营需求的高质量路基结构。

参考文献

- [1] 张率兵. 高速公路路基土石方填筑施工技术研究[J]. 工程建设与设计,2024(6):115-117.
- [2] 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(下旬刊),2022(4):76-77.
- [3] 田家旺. 高速公路路基土石方填筑施工技术研究[J]. 交通世界,2023(23):89-91.
- [4] 印刚. 公路工程施工中低填浅挖路基施工技术的实践应用[J]. 建设机械技术与管理,2025,38(4):160-161,167.
- [5] 吕艳宇. 公路路基土石方施工技术要点分析[J]. 交通世界,2024(27):83-85,89.