

公路施工中土石混填路基压实施工技术的应用分析

邱 豪

(四川川交路桥有限责任公司, 四川 广汉 618300)

摘 要 随着我国国民经济的快速发展, 公路工程建设规模不断扩大。而土石混填路基施工是公路工程中常见的路基施工方式。土石混填路基具有材料来源广、施工效率高等特点, 但填料组成复杂, 易出现离析、沉降不均等问题。为提升公路工程整体稳定性, 本文分析了土石混填路基压实施工技术的应用, 使用施工技术分析法系统分析了测量放样、基底处理等施工环节, 并提出质量控制措施, 以期为提高路基压实度、减少沉降变形提供有益参考。

关键词 公路施工; 土石混填; 路基压实施工技术

中图分类号: U416

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.14.033

0 引言

在山区与丘陵地区的公路建设中, 土石混填路基凭借就地取材的经济性, 成为路基填筑的主流形式。路基是道路结构的核心承载层, 其压实质量直接决定路面耐久性与行车安全, 压实度不足易引发不均匀沉降、边坡失稳等病害, 显著增加后期养护成本。受填料级配、含石量及含水量波动影响, 土石混填路基压实工艺的适配性与精准控制成为工程关键难点。为提高路基施工质量, 有必要系统分析土石混填路基压实施工技术, 以期对相关工程施工提供参考。

1 土石混填路基压实施工技术的应用

1.1 测量放样

测量放样是土石混填路基压实施工过程中保证填筑位置、结构尺寸及填层厚度符合施工设计要求的环节, 直接关系到后续施工中的填料摊铺及路基整体稳定性。施工单位在该阶段要严格依据设计图纸, 系统性测量复核施工区域, 并布设控制桩, 划分标识线, 为后续填筑压实作业提供基准依据^[1]。在完成施工准备后, 施工单位要按照施工设计中的路线坐标与高程控制资料恢复路基中线, 并要求测量人员使用全站仪或 GNSS 测量设备精准定位线路, 在恢复中线的基础上向两侧放样边线位置, 复核纵坡与横坡控制点。为保证施工期间放样的稳定性, 施工单位还需要在路基边缘外侧以 10~20 m 距离为限, 安装半永久性控制桩, 形成连续控制体系, 减少施工过程中因机械作业导致

的桩位破坏问题。同时, 在控制桩上标注设计标高、路基宽度、边坡脚位置等关键施工参数, 使用红漆进行标注, 且在控制桩间挂线, 直观地展示路基施工范围, 以便准确控制后续摊铺作业的填筑宽度与坡度, 避免出现填筑宽度不足的问题。在高填方路段, 施工单位还需根据横断面设计参数适当加密放样过程中的控制桩, 提高边坡线及填筑边界的精确性。为进一步提高控制填筑厚度的准确性, 施工单位还可依据路基宽度和运输车辆容积划分方格网辅助控制施工区域, 明确规定每个方格内的卸料数量, 控制填料用量, 保证摊铺厚度均匀一致, 更有利于压路机在后续碾压过程中形成均匀的压实效果。完成测量放样后, 施工单位还应检查所有控制桩, 确保中线位置、边线位置及标高数据准确无误, 必要时建立测量记录档案, 为后续施工提供依据, 提升路基整体施工质量。

1.2 基底处理

完成测量放样后, 便是基底处理。需由施工单位依据《公路路基施工技术规范》(JTG 3610—2019) 相关要求, 系统清理填筑范围内的原地基, 为后续填料压实施工提供稳定基础条件。全面清理作业中, 施工单位要重点清除地表 20~30 cm 范围内的植被、树根、腐殖土及松散杂物等不稳定材料, 并保证清理后的地基表面平整, 不存在残留根系或软弱土体, 避免在填筑路基过程中形成局部沉陷^[2]。清理基地表层后, 施工单位应整平、压实处理原地面, 利用平地机修整地基, 使其形成均匀平整的施工面。随后使用振动压

作者简介: 邱豪 (1993-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 技术现场管理。

路机进行碾压,保证填方路基基底压实度高于90%,且适当提高重载交通路段或高填方区域的控制标准,以减少填筑后地基产生附加沉降的可能性。在此基础上,施工单位要重点关注施工区域原地面存在的较大横坡,采取针对性结构处理措施,开挖台阶,借助分级台阶结构增强新填土石与原地基间的结合能力,以防止填筑路基沿基底产生滑动。在台阶开挖过程中,施工单位应沿等高线方向进行,并保证台阶宽度大于2 m,台阶底部向内侧形成倾斜,具有良好抗滑结构。台阶高度一般在0.3~0.6 m间,更好地衔接填筑层。开挖台阶后,施工单位要组织施工人员再次清理台阶表面,进行分层填筑施工,从台阶底部逐层向外填筑土石材料,使其充分接触台阶面,且与原地基形成紧密咬合结构,显著提高路基整体抗剪能力,减少路基产生滑移或剪切破坏的风险。基底处理完成后,施工单位还要全面检测处理范围,进行测量,必要时进行现场检测,抽检基底压实度,记录施工数据作为控制质量的依据,为后续分层填筑、碾压作业提供可靠的施工基础。

1.3 填料运输与摊铺

在土石混填路基压实施工过程中,填料运输与填筑属于路基形成结构实体的重要施工环节,直接影响路基后续压实效果。施工单位在组织填筑作业时,需依据《公路路基施工技术规范》(JTG 3610—2019)相关要求,合理控制填料运输方式、卸料间距及填筑组织^[3]。在填料运输过程中,施工单位需采用自卸汽车进行集中运输,将填料运送至指定填筑区域,并根据事先计算的卸料间距进行集中卸料,保证填料均匀分布在填筑区域内,避免局部填料出现差异。填料卸料完成后,施工人员立即组织机械进行粗平作业,在路基范围内使填料形成基本均匀的填筑层,为后续压实作业创造稳定条件。在整个施工过程中,施工单位还需不断进行机械翻动作业,在填筑层内均匀分散不同粒径材料,保证填料中最大粒径不超过填筑层厚度的2/3。若在此过程中,存在大粒径石块集中区域,施工单位还可采用人工破碎方式,进行人工翻拌,实现重新分散,减少填筑层内部的孔隙率,提高路基整体稳定性。在填筑施工中,施工单位还需要控制每层填筑厚度在30 cm以下。形成填筑面后,施工单位及时对存在粗细颗粒分离或空洞结构的局部区域进行补料、翻拌处理,避免在后续压实过程中出现局部沉降问题,为公路路基整体结构稳定提供可靠保障。

1.4 接缝处理

在土石混填路基压实施工过程中,由于需要分段推进施工,无法一次性完成填筑作业,会不可避免地

形成作业段间的接缝结构。这需要施工单位按照规范要求系统处理横向接缝与纵向接缝,保证新旧填筑体间形成稳定衔接结构,维持路基的整体质量。施工过程中形成的横向接缝多位于相邻施工段间。所以,施工单位需按照《公路路基施工技术规范》(JTG 3610—2019)相关要求,在完成一个作业段填筑后,于已完成填筑层端部预留一定长度的斜坡结构,控制横向接缝处的斜坡台阶小于2 m,以避免形成垂直接缝带来的结构薄弱问题,为后续填筑提供有效搭接条件^[4]。在填筑下一施工段前,施工单位还要全面检查预留接缝区域,清理接缝表面,适当整形接缝面,使其保持稳定、平整的结构状态,必要时翻拌处理接缝局部,重新分布粗细颗粒,改善接缝区域的填料结构,防范出现局部空隙结构,以免影响压实效果。整理接缝区域后,从新施工段填料的接缝处开始逐层填筑,使新填料充分覆盖原有斜坡台阶,充分填充原有填筑层表面空隙,提高接缝区域的整体密实度。除横向接缝外,路基边缘区域还会形成纵向接缝结构,也要求施工单位进行分层搭接填筑,并翻拌调整接缝区域出现的大粒径石块集中情况,减少孔隙结构,提高密实度。随后,检查接缝区域质量,重点检测填筑层的平整度、压实度及结构稳定情况,确保接缝处填料结构连续且密实稳定,以更好地提高土石混填路基填筑结构的整体性,为路基长期稳定运行提供可靠保障。

1.5 碾压夯实

土石混合填料具有颗粒组成复杂、粒径差异较大的特点,容易增加填层孔隙率、降低整体密实度。所以,碾压夯实是土石混填路基施工过程中影响路基结构强度的直接工序。施工单位在开展碾压作业时,应根据填料性质、填层厚度制定科学的压实计划,选用合适的振动压路机作为主要压实设备,采用“先稳压后振压”的施工方式^[5]。在碾压初期,先是使用压路机静压方式稳压填层,使填料表面形成稳定的结构状态,消除初步摊铺后产生的松散现象。随后,进入稳压阶段,使用低速行驶方式进行碾压,增加填料表面密实程度,为后续振动压实提供基础。稳压完成后,施工单位再开启振动装置振动压实,借助压路机振动产生的动荷载作用,重新排列填料内部颗粒,提高填层密实度。同时,施工单位还应依照“先边缘后中间”的顺序进行碾压作业,即先碾压路基两侧边缘区域,再逐步向路基中心推进,防止振动压实过程中出现填料向边缘侧移的情况,以便形成稳定的填层结构。压路机在碾压过程中保持相邻轮迹间的1/3轮宽重叠宽度,控制行驶速度在2~4 km/h范围内,保障碾压区域间的连

续覆盖,避免漏压现象。根据《公路路基施工技术规范》(JTG 3610—2019)相关要求,一般情况下振动压路机碾压遍数在 4~6 遍范围内,在块石含量较高或填层厚度较大的区域,可适当增加碾压次数。针对路基边角部位、机械无法有效到达的区域以及桥涵结构附近等易形成压实死角的地方,施工单位则采用小型压实设备逐点夯击并适当增加夯实次数,辅助夯实路基,保证边角区域填料结构稳定密实。碾压完成后,整体检查施工面,若发现局部压实不足,及时补充碾压处理,以提升路基承载能力,为公路工程长期安全运行提供可靠保障。

2 土石混填路基施工质量控制措施

2.1 完善路基排水设施

水分条件在土石混填路基施工过程中会显著影响填料压实效果,若施工区域内的排水条件不良,便易在路基范围内积聚雨水,增加填料含水量,进而降低填料之间的摩擦力,降低压实质量甚至产生局部沉降。所以,为更好地控制土石混填路基质量,施工单位可在施工前完善排水设施,保证施工区域的良好排水条件。开始路基填筑作业前,施工单位应结合施工区域地形条件设置临时排水系统,开挖临时边沟、截水沟形成有效的排水网络。其中,截水沟主要布置在填方路基上侧坡面,用于拦截周边坡面汇水。临时边沟则布置在路基两侧,以排出施工区域内的施工废水,降低雨水对施工面的影响。同时,填筑层表面平整度同样会影响排水效果,若表面存在局部凹陷,便易在凹陷区域积聚雨水,使填料长时间处于潮湿状态,影响压实质量。在施工过程中,施工单位要使用平地机保持填层表面平整,避免形成车辙或明显起伏,减少雨水渗入填层内部的可能性。这种完善的施工排水条件,可有效防止边坡冲刷现象,提高土石混填路基压实施工质量,保证路基结构稳定。

2.2 加强边坡防护

边坡稳定性对土石混填路基施工中的路基整体结构安全具有重要影响。土石混填材料颗粒组成复杂,块石含量较高,易在填筑过程中出现滚石、局部坍塌等问题,影响路基结构稳定性。施工阶段,施工单位需严格控制边坡坡率,配合相应防护措施,加强边坡控制。施工单位应控制填方路基边坡坡率在 1:1.5~1:1.75 范围内,并依据填料性质及路基高度调整具体坡率,利用控制桩挂线方式控制边坡位置,避免因机械作业造成边坡外扩现象。同时,及时清理坡面突出的块石,

加固填方高度较大的路段。块石含量较高的边坡区域,则选用稳定性较好的石料,采用块石码砌方式加固处理坡脚,使其形成具有较高抗滑能力的结构体系,有效阻挡坡面滚石,提高坡脚部位抗冲刷能力。部分路段,施工单位还可加入土工格栅等加筋材料,使其在填层中形成有效的加固体系,增强边坡稳定性,减少边坡变形风险。

2.3 加强沉降观测

在土石混填路基施工过程中,控制沉降是保证路基长期稳定的重要内容。由于土石混填材料颗粒组成复杂,在自然环境作用下易产生一定程度的沉降变形,可能导致路面不均匀沉降。因此,施工单位需在施工阶段设置沉降观测设施,开展持续监测,动态掌握路基变形情况。例如:在路基填筑施工过程中,施工单位可在路基顶面采用沉降观测桩形式设置沉降观测点,并布置在路基中心线位置及两侧边缘区域,同时适当加密桥头、高填方路段区域,以便全面反映路基不同位置的沉降变化情况。当完成路基填筑后,还需要继续开展阶段性沉降观测,掌握工后沉降变化情况,据此绘制沉降曲线,分析路基沉降发展趋势。若观测过程中发现沉降量超过正常范围,便及时分析原因,采取补充碾压、换填处理等相应处理措施,以减缓沉降发展趋势,进一步提升路基结构稳定性。

3 结束语

公路路基是道路结构体系的基础,直接影响道路稳定性。在实际工程中,只有系统统筹测量控制、基底处理、填料摊铺等环节,并在施工过程中同步强化排水、防护及沉降监测等质量管理措施,才能有效提升土石混填路基的整体稳定性。随着施工技术的不断发展,土石混填路基施工仍需进一步规范施工操作行为,严格控制施工质量,以推动路基工程施工规范化发展。

参考文献:

- [1] 姜斌. 干线公路土石混填路基材料的压实施工技术研究[J]. 工程机械与维修, 2025(08):97-99.
- [2] 李得胜. 公路施工中土石混填路基压实施工技术的应用研究[J]. 交通科技与管理, 2024,05(22):102-104.
- [3] 林国辉. 公路工程土石混填路基施工技术[J]. 汽车画刊, 2024(07):112-114.
- [4] 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.
- [5] 张瑞杰. 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, 2022,45(06):68-69.