

公路工程高填方路基施工技术要点及质量控制

任 俊

(四川公路桥梁建设集团有限公司机械化施工分公司, 四川 成都 610000)

摘 要 高填方路基施工常见于地形复杂、土质松软或交通量大等地区, 填方高度较高时, 容易导致沉降不均、边坡滑动等问题, 给工程安全带来潜在隐患。为增强高填方路基的稳定性, 本文聚焦于高填方路基的施工技术要点与质量控制策略, 提出填料配比的优化、压实工艺的强化、边坡防护措施及完善排水系统等关键措施, 以期为类似工程施工提供参考。

关键词 公路工程; 高填方路基; 分层填筑技术; 原地面处理技术; 路基排水技术

中图分类号: U416.1

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.08.031

0 引言

在《公路工程施工质量验收规范》(GB 50268-2014)中明确指出:“填土分层压实应严格按照设计要求实施, 填土密实度不符合标准时, 应采取补救措施。”该规定强调施工过程中严格控制填土的密实度, 突出高填方路基施工中质量管控的复杂性。由于高填方路基的施工环境常伴随复杂的地质条件与水文影响, 如何有效选择填料、合理布置排水系统、保障施工过程中每一环节的质量, 已成为保证工程质量的关键因素。

1 公路工程高填方路基施工技术要点

1.1 填料选择

填料的质量直接决定路基的承载力, 填料的物理性质、化学成分、粒径分布及其与周围土壤的相容性都需要经过充分的评估。细粒土具有较好的粘结性, 但可能存在塑性变形以及沉降问题, 而粗颗粒土则能够提供较高的排水性, 但密实性差, 容易发生填土松散。对于不同土质的组合, 需根据其流动性、凝聚性及抗压强度等参数进行合理搭配, 以保障其稳定性。同时, 填料的透水性及稳定性需经过一系列试验进行确认, 以便在实际施工中能够有效地应对不同的环境因素。土质的湿度含量、密实度以及地下水位的变化都会对路基的长期稳定性产生影响。土料的选择既要符合工程的设计要求, 又需考虑填料在各种气候条件下的适应性。在不同的施工阶段, 填料的性质变化需进行监控, 避免因土质变化而引发路基沉降或裂缝。

1.2 分层填筑技术

填土的厚度及压实度直接影响路基的稳定性与承载力, 合理的分层施工能够有效防止沉降不均及地基变形。每一层填土都需经过精确控制, 使其压实度符

合设计要求。通常, 填土层的厚度与土料的性质密切相关, 较细的颗粒土可能需要更薄的填层, 而较粗的颗粒土则可适当增加填层厚度^[1]。分层施工能够保证每一层土体在施工过程中得到充分压实, 减少填土的不均匀性。在分层施工过程中, 填土的湿度与施工机械的配合是确保填土密实度的关键。湿度过高或过低都会影响压实效果, 过湿的土壤容易引发沉降, 而过干的土壤则难以达到设计密实度。此外, 压实设备的选择亦至关重要。使用大型机械可以提高压实效果, 但对边坡等区域可能产生负面影响, 因此需要根据实际情况合理调整机械设备的类型与操作方式。

1.3 原地面处理技术

原地面处理技术针对地基的性质进行改良, 优化地基的承载力。在高填方路基施工中, 原地面涉及软弱土层或不均匀的土质, 这对路基的长期稳定构成较大挑战。经过对原地面的有效处理, 可以降低地基沉降速率, 减少不均匀沉降的风险。常见的处理方法包括换填、搅拌或加固等, 不同的土质需要选择不同的处理方式。在处理过程中, 需详细考察地基的土壤特性以及地下水位等因素, 以便选择合适的加固材料与施工工艺。对软弱土层进行加固时, 需要进行深层处理, 这不但能增强地基的整体稳定性, 而且还能改善其抗压性能。在加固过程中, 还需防止水分渗透对地基造成的破坏, 因此在处理过程中要特别关注水文条件。精确的地基处理, 可以大大提高路基的稳定性, 避免路基沉降带来的安全隐患。

1.4 路基排水技术

路基排水技术在高填方路基施工中承担着重要职能, 特别是在面对复杂的水文环境时, 排水系统的设

计与施工显得尤为关键^[2]。排水技术的核心在于利用合理的设计排除多余水分,保持路基的干燥。过量的水分滞留会导致土壤的膨胀或沉降,从而影响路基的承载能力。设计时需要考虑路基的透水性、地下水位及降水量等因素,从而使排水系统能够有效地运作。排水系统通常由纵向与横向排水管道、渗透管、集水井等多个组成部分。这些设施能够有效地排出渗透水、降水或地下水,降低水分对路基的侵蚀。排水技术的关键在于其全方位的覆盖性及对水文环境变化的快速响应能力^[3]。

2 公路工程高填方路基施工质量控制

2.1 优化填料配比,控制粒径级配

在高填方路基施工中,填料的粒径级配关系到其密实度,合理的填料配比能够在保证路基稳定性的同时,优化施工效率。土料的颗粒组成需要根据土壤类型、湿度以及施工环境等因素进行科学分析,从而确保填土的透水性、密实性与稳定性。细粒土具有较强的粘结性,适用于细密压实要求较高的区域,但在施工过程中容易发生膨胀。粗颗粒土虽然排水性较好,但在密实度方面存在较大挑战,可能导致路基的松散。经过调节不同颗粒土的比例,使其在保持足够透水性的基础上,满足设计要求的密实度,有效提高路基的稳定性与抗压性能。另外,土料的合理级配可以减少沉降、裂缝等不良现象,均匀分布路基的承载力。在施工过程中,持续的质量检测与调整是保障配比合理性的重要手段,借助科学数据的支撑,最终实现填料的理想配比。

施工人员应对填料进行详细的粒径分析,采用筛分法等技术对土壤颗粒的大小进行分类,并根据路基的设计要求进行调整。每一层填料的粒径配比必须满足设计标准,从而使土壤的透水性及密实性达到理想状态。施工人员根据对填料进行物理性能试验,如颗粒密度、粒径分布与塑性指数的测试,明确其结构特点。按照土壤类型的不同,施工人员会选择不同的配比方式,使粗颗粒与细颗粒之间的比例能够最大限度地提高填料的压实度。在施工中,填料的湿度控制极其重要,湿度过低会导致填料松散,湿度过高则可能引发膨胀现象,因此,施工人员需要严格控制水分含量,使水分保持在8%~12%之间,以便达到最佳的压实效果。填料的粒径级配经过合理调整,可以优化土体的承载能力,尤其在多雨或地下水位较高的地区,适当增加粗颗粒土的比例,有助于提高路基的排水性。施工人员还需在施工过程中不断进行质量检测,采用标准的

击实试验来测试每层填土的密实度,使其达到设计要求的密度值,一般土体的最大干密度应不低于1.95g/cm³。每次施工前,需依据不同的土质特性,调整填料配比方案,让压实后的路基具有足够的稳定性。综合运用数值模拟技术以及机械设备,能实时掌控填料的粒径分布变化,依据环境条件灵活优化填料配比方案,从而提高路基的整体质量。

2.2 强化压实工艺,提升密实均匀性

填土的压实工艺直接决定路基的稳定性与使用寿命,压实度的高低影响土体的密实性,而密实性又与路基的承载力密切相关^[4]。在施工中,压实工艺不是简单的物理操作,而是一项复杂的技术任务,需要根据填料的类型、湿度、施工条件等因素精细调整。适当的湿度控制与压实设备对于提高压实质量极其关键。湿度过低,土体难以压实;湿度过高,则可能导致土体过度膨胀,从而影响压实效果。精确控制填土的湿度,是保证密实度达标的基础。压实设备的合理配置与操作同样关键,机械设备的种类、工作效率以及操作方式直接决定压实效果的优劣。重型压实机适用于大面积路基的压实,而轻型设备则适合边坡及狭小区域的施工。在施工过程中,压实的均匀性要求每一层填土都能达到相同的密实标准,避免出现局部松散或空隙,从而增强整个路基承载力的一致性。建立定期监测与反馈机制,有助于及时发现施工过程中存在的问题,提高密实度的均匀性。

施工人员需根据填料特性及工程要求,合理选择压路机类型,一般采用振动压路机或冲击压路机,确保设备性能满足压实需求。在施工过程中,施工人员必须严格控制每层填筑厚度,虚铺厚度一般不超过30 cm,并采用分层填筑、分层压实的方式,让每层压实度达到设计要求。压实遍数需按照试验段确定,一般不少于6遍,且压实速度控制在低速范围内,以避免过快导致压实不均匀。施工人员应采用核子密度仪或灌砂法检测压实度,使路基压实度符合规范标准。对于砂砾石或碎石土等特殊填料,需采用高频振动压实技术,以增强颗粒间的嵌挤度,提升整体密实度。同时,施工过程中需实时监测填料含水量,确保其接近最佳含水量范围,以优化压实效果。在边坡区域,采用小型压实设备进行补压,让边缘区域密实度与中心区域保持一致。此外,还需结合智能压实技术,实时监测压实过程中的振动频率、振幅及压实能量,动态调整压实参数,提高压实的均匀性,为后续路面结构提供稳定支撑,同时减少工后沉降及不均匀变形风险。

2.3 规范边坡防护, 确保结构长期稳定

边坡防护必须综合考虑地质、气候、水文等多种因素, 以保证其能够有效抵御外力侵蚀与自然灾害的影响。合理的坡度设计能够避免过度的水土流失, 减轻降雨对路基的破坏。在边坡施工时, 针对不同的土质、坡度及水文环境, 选择合适的防护材料及技术手段是至关重要的。传统的边坡防护方法包括植被绿化、铺设护坡材料等, 而现代的防护技术则注重结合排水系统, 利用排水管道或渗透性材料分散水流压力, 减少边坡土体的饱和度, 防止边坡失稳。除此之外, 边坡防护结构的设计还需考虑到施工期与使用期的双重需求, 使防护效果长期有效^[5]。边坡的稳定性一方面依赖于工程技术手段, 另一方面更与周边环境变化密切相关, 因此, 施工时需采取动态监控与预警机制, 随时应对可能出现的变化, 从而保证路基长期处于稳定状态。

在公路工程高填方路基施工时, 施工人员应对土壤的类型、地质条件以及环境因素进行全面评估, 依据评估结果选择适宜的防护材料与技术手段。根据土工合成材料加固技术, 施工人员能够有效增强边坡的抗剪强度。在施工过程中, 边坡的坡度要控制在 1:1.5 至 1:2 之间, 根据具体土质特性进行调整, 以确保防护效果的最优化^[6]。施工时, 边坡表面需清理干净, 去除松散土层, 以保证防护材料与土体的良好结合, 提升加固效果。除此之外, 还应采用喷播技术对边坡进行加固处理, 经过喷洒含有水泥、石灰等成分的浆料, 形成保护膜, 避免雨水侵蚀导致的边坡滑坡或泥石流。在施工过程中, 浆料的配比与喷洒工艺必须符合规范要求, 每平方米的喷洒浆料量应控制在 2.5 kg 至 3 kg 之间, 使边坡表面形成均匀而致密的防护层。为提升防护效果, 施工人员还需配合设置排水系统, 采取分层排水、透水性铺设材料等技术手段, 有效降低雨水对边坡土体的侵蚀作用, 避免因水分积聚导致的边坡松动。

2.4 完善排水系统, 降低水文环境影响

在高填方路基施工中, 地基的水文环境复杂多变, 降水量、地下水位变化以及土壤的透水性等因素都可能对路基的稳定性造成潜在威胁。排水系统的核心任务是有效排除水分, 避免水土积聚与地下水位上升, 进而减轻水分对土体的侵蚀作用^[7]。合理的排水设计能够显著降低土壤的湿度波动, 减少由此产生的沉降以及裂缝问题。构建排水系统包括排水管道、集水井等设施, 同时还需综合考虑土壤的排水性与坡度等因

素, 使水流能够快速流出而不对土体产生破坏。

施工人员应根据现场的水文地质条件进行详细勘察, 识别可能的积水区域以及地下水位变化。在此基础上设计合理的排水方案, 顺畅排除水流, 防止雨水积聚导致路基沉降或边坡滑动。在具体施工过程中, 施工人员应采用分层排水技术, 结合透水性土工布以及滤水管道的配置, 有效引导水流, 减少水的滞留, 从而降低水对土体的侵蚀。土工布作为防水与透水兼具的材料, 可根据其优异的透水性能, 让排水通道畅通无阻, 避免水流滞留对路基造成压力。为提高排水效果, 施工人员还采用合成材料加强排水层, 利用土工合成材料的强度与耐腐蚀性, 使系统长期有效运行^[8]。为应对特殊水文环境的变化, 还可以在排水系统中加入调节孔道, 保障在极端降水条件下, 水流能快速导出不会对路基产生负面影响, 从而提高整个路基的稳定性。

3 结束语

高填方路基施工技术的不断发展与完善, 将进一步推动公路建设的高效性与可持续性。面对日益复杂的地质条件与环境挑战, 未来的施工技术需更加注重生态保护与资源利用的平衡。面对复杂多变的施工条件, 精准的质量监控成为提高路基结构稳定性的关键因素。随着技术创新与实践经验积累, 公路建设将逐步向着更加安全、环保、智能的方向迈进。

参考文献:

- [1] 唐伟. 公路工程高填方路基施工技术分析[J]. 科技创新, 2024(15):179-182.
- [2] 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.
- [3] 张国磊. 公路工程中高填方路基施工技术及应用研究[J]. 运输经理世界, 2024(02):13-15.
- [4] 高云. 公路工程中高填方路基质量病害问题和施工技术探讨[J]. 大众标准化, 2023(24):81-83.
- [5] 魏雄. 公路工程中高填方路基施工工艺及技术质量控制要点[J]. 石材, 2023(05):84-86.
- [6] 郭承梁. 公路工程高填方路基施工技术研究[J]. 交通建设与管理, 2022(05):136-137.
- [7] 黄杰. 论公路工程高填方路基施工技术要点及质量控制[J]. 江西建材, 2022(07):138-140.
- [8] 黄超飞. 高速公路工程中的高填方路基施工处理技术[J]. 运输经理世界, 2021(20):65-67.