

路基填筑施工技术及压实质量控制

谯 峰

(四川路航建设工程有限公司, 四川 成都 610041)

摘 要 路基是公路工程的基础承载结构, 填筑施工工艺与压实质量直接决定公路整体运营稳定性与使用寿命。路基填筑压实不达标, 易引发工后不均匀沉降、路面开裂、边坡失稳等系列病害, 严重影响公路行车安全。本文结合现行公路工程施工规范要求, 系统梳理路基填筑施工的关键技术要点, 分析路基压实质量的主要影响因素, 提出全流程、标准化的压实质量管控措施, 以期为公路路基工程标准化施工提供参考。

关键词 路基填筑; 压实质量; 基底预处理; 路基填筑

中图分类号: U416.1

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.25.013

0 引言

随着我国公路交通网络的持续完善, 公路建设范围不断向山区、丘陵地带延伸, 沿线地形地质条件日趋复杂, 对路基填筑施工质量与压实管控水平提出了更高要求。路基作为公路路面结构的基础支撑, 其填筑压实质量直接关系到公路结构的长期稳定性与运营安全^[1]。当前部分公路路基施工中仍存在填料选型不当、填筑工艺不规范、压实管控不到位等问题, 导致路基工后沉降超标、结构病害频发, 大幅缩短公路使用寿命^[2]。基于此, 本文系统梳理路基填筑施工的关键技术要点, 提出全流程的质量控制措施, 对保障公路路基施工质量、降低全生命周期养护成本具有重要的工程实践意义。

1 路基压实质量的主要影响因素

路基压实质量受多重因素共同影响, 需精准识别各影响要素, 为施工管控提供靶向依据。(1) 填料物理性质, 填料的颗粒级配、塑性指数、最大干密度、最佳含水率等指标, 直接决定压实作业的效果, 级配良好的碎石类土压实性能远优于细粒土, 塑性指数过高的黏土压实难度大, 易出现反弹现象。(2) 填料含水率, 土体压实效果与含水率直接相关, 只有当填料含水率处于最佳含水率 $\pm 2\%$ 范围内时, 才能达到最大干密度, 含水率过高易出现弹簧土, 含水率过低则土体颗粒间摩阻力大, 难以压实^[3]。(3) 施工工艺参数, 分层松铺厚度、压实机械选型、压实遍数、碾压速度与方式, 均会直接影响压实效果, 松铺厚度过大会导致路基上下压实度不均, 压实机械吨位不足则无法满

足深层土体的压实要求。(4) 现场施工管控, 施工过程中未严格执行分层填筑工艺、碾压作业不规范、压实度检测流于形式等管控缺口问题, 是导致压实质量不达标的直接诱因。(5) 自然环境条件, 沿线地下水位、降雨、气温等环境因素, 会直接影响填料含水率与压实作业效果, 雨季施工易导致填料含水率超标, 低温环境会影响土体的压实成型效果。

2 路基填筑施工关键技术要点

2.1 路基基底预处理技术

基底预处理是保障路基填筑稳定性的前置环节, 需根据基底地形、地质条件, 采用适配的处理技术, 为路基填筑提供坚实的承载基础。(1) 表层清理与处理, 填筑前对路基基底范围内的腐殖土、杂草、树根、淤泥等进行彻底清理, 清理深度不小于 30 cm, 清理完成后对基底原状土进行碾压, 压实度需满足规范要求, 对坑穴、古井、沟槽等缺陷, 采用级配碎石回填压实, 消除基底不均匀沉降隐患。(2) 软弱基底专项处理, 对于基底存在软土、淤泥质土等软弱土层的路段, 根据软弱层厚度采用对应的处置技术, 厚度 ≤ 3 m 的浅层软弱层采用清淤换填法, 挖除软弱土层后换填级配碎石、砂砾等水稳性好的材料, 分层填筑压实; 厚度 > 3 m 的深层软弱层采用水泥搅拌桩、CFG 桩复合地基等技术, 提升基底整体承载力^[4]。(3) 斜坡地段基底处理, 对于地面横坡陡于 1:5 的路段, 需在基底开挖宽度不小于 2 m 的反向台阶, 台阶设置向内 4% 的排水坡度, 增强路基与基底的抗滑移能力, 避免路基整体滑移引发的沉降变形。

作者简介: 谯峰 (1990-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 项目管理。

2.2 路基填筑施工关键工艺

路基填筑需严格执行标准化施工流程，严控各环节工艺参数，保障填筑作业的规范性与均匀性。（1）填料选型与管控，根据路基填筑部位、公路等级，选用适配的填料，路床部位优先选用 CBR 值高、水稳性好的粗粒土填料，不同性质的填料严禁混填，每一水平层需采用同一种填料，具体填料选型及技术要求详见表 1。（2）分层填筑标准化作业，严格遵循“水平分层、分段填筑、分层压实”的原则，根据压实机械性能，严控每层松铺厚度，常规路段松铺厚度不超过 30 cm，高填方路段采用冲击碾压补强时，松铺厚度可

适当调整但不超过 50 cm；填筑宽度需超出路基设计宽度每侧不小于 50 cm，保障路基边缘压实度达标，后期再进行刷坡修整。（3）摊铺作业精细化管控，填料运至现场后，采用平地机进行均匀摊铺，保障摊铺面平整，横坡控制在 2%～4%，便于雨天排水；摊铺过程中同步检测填料含水率，超出最佳含水率范围时，采用晾晒或洒水的方式进行调整，确保含水率达标后再开展压实作业。（4）填筑段衔接处理，相邻作业段交接处，若不在同一时间填筑，先填筑路段按 1:1 坡度分层预留台阶；若同时填筑，需分层相互交叠衔接，搭接长度不小于 2 m，避免交接部位出现压实度不足的问题。

表 1 路基填料选型及技术要求表

填料类型	适用填筑部位	关键技术指标要求
级配碎石、砾石土	路床、路堤全范围	CBR 值≥ 3%，最大粒径≤ 15cm，含泥量≤ 5%
砂类土、粉质土	路堤下部、路床辅助填筑	CBR 值≥ 2%，塑性指数≤ 26，有机质含量≤ 5%
红黏土、膨胀土	路堤下部非浸水路段	改性后 CBR 值≥ 2%，胀缩总率≤ 0.7%
冻土、淤泥、腐殖土	严禁用于路基填筑	有机质含量> 10%，压缩性高，水稳性差

2.3 路基压实作业关键技术

压实作业是保障路基填筑质量的关键环节，需根据填料类型、填筑厚度，适配压实机械与作业参数，实现路基压实度达标。（1）压实机械选型，根据填料类型与填筑部位选配压实设备，粗粒土填料优先选用 20 t 以上的振动压路机，细粒土填料选用静作用光轮压路机配合轮胎压路机，边角部位、台背回填等大型机械无法作业的区域，采用小型振动夯进行补压。（2）压实作业标准化流程，碾压作业遵循“先轻后重、先静后振、先慢后快、先边后中”的基本原则，直线段由路基两侧向中间碾压，曲线段由内侧向外侧碾压，碾压轮迹重叠宽度不小于 1/3 轮宽，杜绝漏压、欠压问题^[5]。（3）压实参数精细化管控，根据填料类型与松铺厚度，确定压实遍数与碾压速度，常规路段静压 1 遍～2 遍后，振动碾压 4 遍～6 遍，最后静压 1 遍收面，碾压速度控制在 2 km/h～4 km/h；每碾压完成一遍，采用灌砂法快速检测压实度，直至压实度满足规范要求，严禁擅自减少压实遍数。（4）高填方路基补强压实，对于填方高度大于 8 m 的高填方路段，每填筑 2 m 开展一次冲击碾压补强作业，采用 25 kJ 以上的冲击式压路机，全断面碾压 15 遍～20 遍，消除路基土体的残余沉降，提升路基整体压实度与均匀性。

2.4 特殊路段路基填筑适配技术

针对特殊地形、地质路段的路基填筑，需采用适配的专项施工技术，规避路基不均匀沉降、压实度不

足等问题。（1）半填半挖路段填筑技术，半填半挖路段必须严格执行台阶开挖工艺，对挖方段路床范围进行超挖回填处理，超挖深度不小于 80 cm，采用与填方段同类型填料回填压实，同步铺设双向土工格栅进行加筋处理，土工格栅抗拉强度不小于 80 kN/m，铺设范围跨越填挖交界线不小于 5 m，避免新旧路基不均匀沉降。（2）软土路段填筑技术，软土地基路段填筑需遵循“分级加载、匀速填筑、动态监测”的原则，采用薄层轮加法分层填筑，每层填筑厚度不超过 20 cm，严控填筑速率，路基中心线日沉降量不大于 10 mm，坡脚水平位移日增量不大于 5 mm，填筑过程中同步布设沉降观测点，动态监测路基沉降与位移情况，避免填筑过快引发路基滑移。

3 路基填筑压实质量全流程管控措施

3.1 填筑原材料进场质量管控

原材料质量是路基压实质量的基础，需建立“先检后用、闭环管控”的原材料管控体系，杜绝不合格填料流入施工现场。（1）填料进场检验，路基填筑用填料进场前，需开展土工试验，检测填料的颗粒级配、塑性指数、CBR 值、最大干密度、最佳含水率等关键指标，每 5 000 m³ 同类型填料开展一次全指标检测，填料性质发生变化时，需重新开展检测，检测不合格的填料严禁进场使用。（2）填料现场管控，填料运至施工现场后，需按类型、规格分区堆放，严禁不同类型

填料混杂堆放；雨季施工时，填料堆放区需设置防雨棚与排水设施，避免雨水浸泡导致填料含水率超标；对于塑性指数偏高的填料，需提前开展改性处理，经检测达标后方可用于路基填筑。（3）辅助材料管控，土工格栅、土工布等加筋材料进场时，需检测抗拉强度、延伸率、耐腐蚀性等指标，每 5 000 m² 为一个检验批次，检测不合格的材料严禁使用，保障加筋补强效果。

3.2 施工过程工序质量管控

路基填筑压实需严格执行工序报验制度，上一道工序验收合格后，方可进入下一道工序施工，实现全流程闭环管控。（1）隐蔽工程验收管控，基底预处理、软弱地基处理、台阶开挖等隐蔽工程，施工完成后由施工单位自检，自检合格后报监理单位联合验收，验收合格并留存影像资料后，方可开展路基填筑作业。

（2）分层填筑工序管控，建立路基填筑施工台账，详细记录每一层填筑的填料类型、松铺厚度、含水率、压实遍数、压实度检测结果等参数，确保施工参数与设计、规范要求一致，严禁擅自调整松铺厚度、混填不同类型填料。（3）现场旁站管控，对路基基底处理、首件工程填筑、高填方路段填筑等关键工序，实行监理全程旁站制度，全程记录施工过程，及时纠正不规范施工行为，确保工艺执行到位。（4）首件工程认可制，路基填筑施工前，需选取长度不小于 200 m 的路段开展首件工程施工，确定最优的松铺厚度、压实遍数、含水率控制范围等工艺参数，经监理单位验收认可后，作为全线标准化施工的依据，杜绝盲目施工。

3.3 压实质量检测与评定管控

压实质量检测是验证路基填筑效果的关键环节，需严格遵循规范要求，选用适配的检测方法，确保检测结果真实、准确，全面反映路基压实质量。（1）检测方法选型，根据路基填筑部位、填料类型，选用规范认可的检测方法。（2）压实度检测频次管控，路基填筑压实度检测需每 200 m 每压实层检测不少于 4 个点位，不足 200 m 的路段按 200 m 计，高填方路段、特殊路段需加密检测点位；检测点位需随机布设，覆盖路基全断面，重点检测路基边缘、填挖交界、台背回填等薄弱部位，严禁人为挑选检测点位。（3）检测结果评定，路基压实度评定采用数理统计方法，单个检测点位的压实度不得低于规范极值，合格率不低于 95%，评定不合格的路段，需重新碾压处理，直至检测达标；除压实度外，还需同步检测路基弯沉值、平整度、纵断高程等指标，全面验证路基施工质量。

3.4 全周期动态管控与验收管控

建立路基填筑压实全周期动态管控体系，实现从施工准备到竣工验收的全流程质量管控。（1）施工过程动态监测，高填方路段、软土地基路段，填筑过程中同步布设沉降观测点与水平位移观测点，每填筑一层开展一次观测，根据观测数据动态调整填筑速率与施工工艺，及时处置沉降异常问题，避免路基失稳。（2）雨季、冬季专项管控，雨季施工时，每日关注气象预报，提前做好防雨措施，雨后复工前需全面检查路基排水情况，检测填料含水率，严禁在路基积水、填料含水率超标的情况下施工；冬季施工时，做好路基防冻措施，严禁使用冻土、冰雪填筑，已填筑路段受冻后，复工前需进行翻挖重新压实。（3）竣工验收管控，路基填筑完成后，需对全线路基的压实度、弯沉值、平整度、边坡坡度、排水设施等指标开展全面检测，所有指标均满足设计与规范要求后，方可开展竣工验收；对检测不合格的路段，制定专项整改方案，整改完成后重新检测，确保路基施工质量全面达标。

4 结束语

本文结合现行公路工程施工规范要求，系统梳理了路基填筑施工从基底预处理、分层填筑到压实作业的全流程关键技术要点，提出了从原材料管控、工序管控、检测评定到动态监测的全流程质量管控体系。路基填筑压实质量管控，需遵循源头防控、过程管控、全程闭环的原则，严格执行标准化施工工艺，精准把控各环节技术参数。未来可进一步结合智能化施工设备、数字化监测技术，构建路基填筑压实全过程智能管控体系，实现施工参数的实时调整与质量隐患的提前预判，推动公路路基施工向标准化、智能化、精细化方向发展。

参考文献：

- [1] 吴煜场.公路路基填筑施工的技术要点与质量控制措施[J].汽车画刊,2026(01):173-175.
- [2] 张皓.公路路基填筑施工技术要点与质量控制研究[J].汽车周刊,2026(02):75-76.
- [3] 褚天牛.高速公路路基填筑施工技术研究[J].汽车周刊,2026(02):120-122.
- [4] 陈谦.强降雨地区铁路路基施工质量控制要点探析[J].路基工程,2025(06):179-184.
- [5] 张少龙.公路工程膨胀土路基填筑施工技术[J].交通世界,2025(35):121-123.