

市政道路市政道路施工中路基路面压实技术探讨

郭丹红

河南省中工设计研究院集团股份有限公司 河南 郑州 450000

摘要：市政道路施工中，路基路面压实技术至关重要。本文探讨路基压实核心要点，涵盖材料选择、分层填筑等；阐述路面压实关键技术，包括混合料温度控制等。分析压实质量影响因素与控制策略，如土壤类型、环境因素等。还展望压实技术发展趋势，如智能化压实、新型材料研发及绿色施工技术探索，为市政道路压实施工提供参考。

关键词：市政道路；压实技术；土壤类型；智能化压实；绿色施工

引言：市政道路作为城市交通脉络，其质量关乎城市运行效率与居民生活质量。路基路面压实是市政道路施工关键环节，压实质量直接影响道路强度、平整度及耐久性。当前市政道路施工面临复杂工况与高标准要求，传统压实技术面临挑战。深入研究压实技术，提升施工水平，对保障市政道路质量、推动城市发展具有重要意义。

1 路基压实施工核心要点

1.1 材料选择与质量控制

路基填筑材料性能直接影响压实效果与长期稳定性。填料需具备足够强度，通常以加州承载比（CBR值）作为核心指标，不同道路等级对应不同CBR阈值，高等级公路要求填料CBR值不低于8%。粒径分布需严格限制，粗粒土最大粒径不宜超过压实层厚度的三分之二，细粒土含泥量需控制在10%以内，以避免颗粒间粘结力不足导致压实缺陷^[1]。材料选择需规避劣质土源，淤泥因含水量过高且压缩性强，有机土因分解产生孔隙，生活垃圾土因成分复杂易引发不均匀沉降，均被列为禁用填料，从源头保障路基承载能力。

1.2 分层填筑与厚度控制

分层压实是确保密实度均匀的关键工艺，严格把控至关重要。每层填筑需遵循“薄填勤压”原则，虚铺厚度通常控制在20至30厘米范围内，过厚易导致下部压实不足，过薄则增加施工成本。边缘部位需预留超填宽度，一般每侧宽出设计宽度500毫米，以补偿压实过程中土体侧向位移，避免边缘压实度不达标。分层填筑时还应注意层间结合，通过洒水润湿或刨毛处理增强上下层粘结力，防止形成软弱夹层，影响整体稳定性。

1.3 含水量调控技术

含水量是影响压实效果的核心因素，精准调控至关重要。填料含水量需接近最佳值，此时土体颗粒间摩擦力最小，易于压实。最佳含水量通过标准击实试验确

定，施工时需动态监测填料含水率，过湿土需通过翻晒晾干降低含水量，翻晒深度以20厘米为宜，避免表层水分蒸发过快导致上下层含水率差异；过干土则需通过洒水车均匀补水，补水后需静置2至4小时使水分渗透均匀，防止局部积水。

1.4 压实机械组合与参数优化

机械选型与参数匹配直接影响压实效率。静压设备适用于黏性土或初压阶段，通过静载荷使土体颗粒重新排列；振动压实设备适用于砂性土或终压阶段，高频振动可降低颗粒间内摩擦力，提升密实度。压实遍数需根据填料类型与压实度要求确定，通常振动碾压4至6遍，静压2至3遍。碾压速度需控制在每小时4公里以内，速度过快易导致压实能量不足，速度过慢则降低施工效率。轮迹重叠宽度需达到轮宽的四分之一至三分之一，以消除碾压盲区，确保压实均匀性。

1.5 特殊路段压实技术

特殊路段施工时需针对性调整压实工艺。管道沟槽回填时，管顶50厘米范围内需采用轻型压实设备，如蛙式打夯机，避免重型机械对管道造成破坏；桥涵结构物周边需实施保护性压实，通过人工夯实或小型振动压路机作业，防止振动波传递对结构物产生损伤。回填材料宜选用透水性好的砂砾石，分层厚度控制在15厘米以内，每层压实度需比常规路段提高2至3个百分点，以增强结构物与路基的过渡衔接。

2 路面压实施工关键技术

2.1 混合料温度控制

混合料温度是影响压实质量的核心参数，贯穿初压、复压、终压全流程。初压阶段需在混合料温度较高时快速完成，通常沥青混合料摊铺后温度不低于140摄氏度，此时材料塑性最佳，易于通过压实消除初始空隙^[2]。复压阶段温度需维持在120至130摄氏度之间，此区间内混合料粘弹性适中，既能保证压实能量传递效率，又可避免温度过

高导致沥青老化。终压阶段温度需控制在90摄氏度以上,通过静压消除轮迹并提升表面平整度,温度过低则难以实现密实度要求。温度对压实效果的影响体现在两方面:高温可降低混合料内摩擦力,促进颗粒重排;低温则导致材料变硬,压实阻力增大,易形成孔隙。施工过程中需通过红外测温仪实时监测温度,动态调整碾压速度与遍数,确保各阶段温度处于最佳窗口期。

2.2 压实设备匹配原则

设备选型需根据压实层厚度与材料特性灵活调整。薄层压实(厚度小于5厘米)宜选用高频振动压路机,通过高频低幅振动减少对下层结构的扰动,同时提升表面密实度;厚层压实(厚度大于8厘米)则需采用低频高幅振动压路机,以增强压实能量传递深度,避免出现“上密下松”现象。轮胎压路机与钢轮压路机的协同作业可形成优势互补:轮胎压路机通过柔性接触面产生揉搓作用,消除钢轮碾压产生的微裂纹,尤其适用于改性沥青或SMA混合料;钢轮压路机则通过刚性接触面提供均匀压实,适用于初压与终压阶段。设备组合需遵循“先静后振、先钢后胎”原则,先通过钢轮压路机快速稳定混合料,再通过轮胎压路机提升密实度与表面纹理。

2.3 接缝处理技术

接缝处理是保障路面整体性的关键环节。横向接缝碾压需先横向碾压新铺层,再纵向衔接旧铺层,碾压方向需与路中心线呈45度角,逐步扩展至全幅,避免直接纵向碾压导致接缝开裂。纵向接缝碾压需保持热接缝状态,新旧混合料温差不超过10摄氏度,通过梯队作业使接缝处混合料相互嵌挤,碾压时重叠宽度需达到10至15厘米,消除接缝薄弱带。防止集料离析需从源头控制,摊铺机螺旋布料器转速需与行驶速度匹配,保持匀速供料;接缝处需人工辅助清理大粒径集料,补充细集料填补空隙,必要时采用振动夯板进行局部夯实。

2.4 平整度控制方法

平整度控制需从压路机行驶路线规划入手。碾压时需遵循“从边缘向中央”原则,先压实路肩与边缘部位,再逐步向路中心推进,避免边缘压实不足导致塌边。多台压路机梯队作业时需保持直线行驶,轮迹重叠宽度需统一,防止因行驶偏差形成波浪形表面。人工辅助夯实需针对压路机无法触及的边角部位,采用手持振动夯板进行补压,夯击能量需与混合料特性匹配,避免过度夯实导致结构破坏。漏夯预防需通过划线分区或设置标记点实现,每碾压一遍后需检查覆盖区域,对未压实部位进行标记并补压,确保全断面压实均匀性。

3 压实质量影响因素与控制策略

3.1 土壤类型与压实特性

不同土壤类型的颗粒组成与力学性质差异显著,直接影响压实效果。砂性土颗粒粗大且级配均匀,透水性强,压实过程中水分易排出,但颗粒间摩擦力大,需通过振动压实降低内阻力,最佳含水量通常较低,最大干密度受粒径分布影响较小^[3]。粘性土颗粒细小且粘聚力强,透水性差,压实需严格控制含水量,过干时颗粒难以重排,过湿时易形成弹簧土,最佳含水量范围较窄,最大干密度随塑性指数升高而降低。粉质土介于砂性土与粘性土之间,压实特性受细颗粒含量影响显著,含水量波动对压实效果影响更大,需通过掺拌粗骨料改善级配,提升压实稳定性。土质对压实参数的敏感性要求施工时根据土壤类型动态调整含水量、压实机械与遍数,例如粘性土需延长晾晒时间或增加碾压遍数,砂性土则需加快施工节奏避免水分流失。

3.2 环境因素应对措施

环境条件对压实质量的影响贯穿施工全过程。雨季施工时,降水会导致填料含水量骤增,需在填筑区周边设置截水沟与排水盲沟,快速排除地表积水;摊铺后需及时覆盖防雨布,防止雨水渗透;已摊铺未压实的混合料需翻晒至最佳含水量后再碾压,避免出现压实度不足。冬季施工时,低温会导致填料冻结,产生冻胀现象,需在填筑前对基底进行预热处理,例如铺设保温板或采用地热加热;填料需选择未冻结的砂石料,并缩短摊铺与碾压间隔时间,防止热量散失;碾压完成后需在表面覆盖保温材料,如土工布或稻草,减缓温度下降速度,避免因温差过大导致结构开裂。环境因素应对需结合气象预报动态调整施工计划,优先安排受气候影响小的工序,例如雨季优先进行室内作业或已完成压实路段的养护。

3.3 压实度检测技术

灌砂法与核子密度仪法适用场景存在明显差异。灌砂法适用于各类土质地基的压实度检测,尤其适合砂性土和粉质土等颗粒性土壤,检测结果精度较高,但检测过程耗时较长,对施工进度有一定影响。核子密度仪法检测速度快,可实现现场快速监测,适用于大面积施工区域的连续检测,更适合粘性土和混合土质的检测,不过在含骨料较多的土壤中检测精度会有所下降。压实度检测需严格遵循规定的检测频率与数据记录要求。检测频率应根据施工段落长度和土质类型确定,一般每压实层每1000平方米至少检测3点,不足1000平方米按1000平方米计算。数据记录需完整准确,包括检测段落、检测位置、检测时间、土壤类型、含水量、干密度及压实度等关键信息^[4]。检测数据应及时整理分析,若出现压实度

不达标情况,需及时反馈并采取补压措施,确保施工质量符合规范要求。

4 压实技术发展趋势与创新方向

4.1 智能化压实技术应用

随着物联网技术的深度渗透,压实施工正从传统经验驱动转向数据驱动。基于物联网的压实度实时监测系统通过在压路机上安装高精度传感器,可连续采集振动频率、碾压速度、压实遍数等参数,结合GPS定位技术生成压实质量分布云图。这种动态监测模式能及时发现薄弱区域,避免因局部压实不足导致的后期沉降。自动驾驶压路机的研发进一步提升了施工智能化水平,通过激光雷达与视觉识别技术,设备可自主规划最优碾压路径,并根据土质变化自动调整振动幅度与行驶速度。例如,在软土地基施工中,系统能识别含水量超标区域,主动降低碾压速度并增加遍数,确保压实均匀性。智能压实技术还与BIM模型深度融合,通过数字孪生技术模拟施工过程,提前优化压实参数,减少现场调试时间。

4.2 新型压实材料研发

材料创新是突破传统压实瓶颈的关键路径。高性能改性沥青混合料通过掺入纳米级矿物纤维或橡胶颗粒,显著提升了混合料的抗车辙性能与低温抗裂性。这类材料在高温环境下仍能保持稳定结构,减少因压实温度不足导致的离析现象,尤其适用于重载交通道路建设。环保型填料的研发则聚焦于工业废渣的资源化利用,钢渣、粉煤灰等固体废弃物经过改性处理后,可替代部分天然骨料用于路基填筑。研究表明,钢渣填料具有棱角分明、级配优良的特点,经适当压实后能形成高强度骨架结构,其压实特性优于传统碎石材料。此外,生物固化剂的引入为软土处理提供了新思路,通过微生物矿化作用生成碳酸钙晶体,可有效提升软土承载力,减少压实设备能耗。

4.3 绿色施工技术探索

绿色施工理念正推动压实技术向低碳化转型。低能

耗压实设备的研发聚焦于动力系统优化,混合动力压路机采用电动-液压复合驱动模式,在怠速或低速工况下切换至电动模式,可降低燃油消耗30%以上。变频振动技术的应用则通过调节电机转速实现振动频率的无级调整,避免传统定频设备在轻载时的能量浪费^[5]。施工噪声与粉尘控制技术同样取得突破,多层复合隔音罩的应用将压路机工作噪声降至85分贝以下,接近城市环境噪声标准。喷雾降尘系统通过高压雾化技术将水滴细化至微米级,在压实过程中形成水膜包裹粉尘颗粒,有效抑制扬尘扩散。部分设备还集成了空气质量监测模块,当PM2.5浓度超标时自动启动降尘程序,实现智能化环境管控。这些绿色技术的推广不仅符合可持续发展要求,也为施工单位降低了长期运营成本。

结束语

市政道路路基路面压实技术不断发展,智能化压实、新型材料及绿色施工等创新方向为施工带来新机遇。掌握压实核心要点与关键技术,有效应对影响因素,合理运用新技术,能提升压实质量与效率,降低施工成本与环境影响。施工单位应紧跟技术发展趋势,提升施工水平,打造优质市政道路工程。

参考文献

- [1]尹帝臣.市政道路施工中路基路面压实技术的探讨[J].建筑·建材·装饰,2025(9):172-174.
- [2]周全红.市政道路施工中路基路面压实技术的探讨[J].建筑·建材·装饰,2024(4):88-90.
- [3]杜喜平.市政道路施工中路基路面压实技术探讨[J].建筑·建材·装饰,2024(9):82-84.
- [4]任海鹏.市政道路施工中路基路面压实技术运用探讨[J].建材发展导向,2023,21(13):148-151.
- [5]石磊.探讨市政道路中的沉降段路基路面施工技术[J].建筑·建材·装饰,2025(10):88-90.