

道路桥梁工程路基路面压实施工技术研究

王 博

河南省公路工程局集团有限公司 河南 郑州 450000

摘 要：路基路面压实施工质量直接关系到道路桥梁工程结构稳定性与服役寿命。本文聚焦该技术展开研究，阐述压实技术核心作用机理，分析材料特性、含水率、压实机械选型及工艺参数等关键影响因素，探讨路基、路面基层、面层及特殊工况下的压实施工应用要点，提出全流程压实质量检测与控制策略。研究旨在明确压实施工关键控制环节，为提升道路桥梁工程压实质量、保障工程长期稳定提供技术参考。

关键词：道路桥梁工程；路基路面；压实施工技术

引言：道路桥梁工程作为交通基础设施核心组成，其结构稳定性与通行安全性备受关注。路基路面作为工程承重与通行基础，压实质量是决定其力学性能、水稳定性及抗冻性的核心因素，直接影响工程服役寿命与运维成本。当前工程实践中，因压实技术应用不当引发的沉降、开裂等病害频发，制约工程质量提升。基于此，深入探究路基路面压实施工技术，明确影响压实质量的关键因素，优化不同工况下施工要点，对推动道路桥梁工程建设质量提升具有重要现实意义。

1 路基路面压实技术核心作用机理

路基路面压实的核心目标是通过外力做功改变材料内部结构状态，提升结构整体力学性能。在压实外力作用下，路基路面材料颗粒发生位移、重新排列，逐步填充颗粒间空隙，降低孔隙率，使材料形成密实的整体结构。颗粒间空隙的减少不仅能提升材料的表观密度，更能增强颗粒间的内摩擦力与黏结力，进而提高路基路面的抗压强度、抗剪强度及承载能力。同时，密实的结构可有效阻断水分渗透通道，降低水分对材料的软化作用，提升路基路面的水稳定性与抗冻性。此外，压实作业能减少材料在后期服役过程中的残余变形，避免出现沉降、开裂等病害，保障道路桥梁工程的长期结构稳定性。不同类型的路基路面材料，其压实作用机理存在差异，黏性土材料主要通过颗粒重新排列与黏结作用实现密实，而无黏性骨料则依赖颗粒间的嵌挤咬合效应提升密实度^[1]。

2 影响路基路面压实质量的关键因素

2.1 材料特性

材料特性是影响压实质量的基础因素，不同类型材料的压实特性差异显著。路基填料中，黏性土的塑性指数、颗粒级配直接影响压实效果，塑性指数过高的黏性土易因含水率变化出现干缩湿胀，难以达到理想压实度；而颗粒级配均匀的砂类土则因颗粒间嵌挤能力弱，压实

后结构稳定性较差。路面基层与面层材料中，沥青混合料的矿料级配、沥青含量及改性剂类型，水泥稳定碎石的骨料级配、水泥剂量等，均会影响材料的压实适应性。优质的材料应具备合理的颗粒级配、适宜的黏性或嵌挤特性，为压实作业提供良好基础。

2.2 含水率

含水率是影响压实质量的关键参数，其数值高低直接决定材料颗粒间摩擦力与黏结力的大小。当材料含水率过低时，颗粒间摩擦力较大，外力难以推动颗粒重新排列，难以达到密实状态；当含水率过高时，水分填充颗粒间空隙，形成润滑作用，虽能降低颗粒间摩擦力，但会导致材料黏结力下降，压实后易出现弹簧、起皮等现象，且后期水分蒸发后会产生较大孔隙，影响结构稳定性。只有当含水率处于最优范围时，材料颗粒间的摩擦力与黏结力达到平衡，在外力作用下能最大程度实现密实排列，此时获得的压实度最高、结构最稳定。不同材料的最优含水率存在差异，需通过试验精准确定。

2.3 压实机械选型

压实机械的类型、吨位及工作性能直接影响压实能量的传递效率与作用效果。常用的压实机械包括光轮压路机、振动压路机、轮胎压路机等，不同机械的压实原理与适用范围存在区别。光轮压路机依靠自身重量产生的静压力实现压实，适用于黏性土、粉质土等细粒土的压实；振动压路机通过高频振动使材料颗粒产生共振，显著降低颗粒间摩擦力，提升压实效率，适用于砂类土、碎石类土及沥青混合料等材料的压实；轮胎压路机借助轮胎的弹性变形与揉搓作用，能均匀传递压力，提升压实均匀性，常用于沥青路面面层的终压作业。压实机械的吨位选择需匹配材料类型与铺筑厚度，吨位过小则压实能量不足，难以达到设计压实度；吨位过大则可能导致材料过度压实，破坏材料结构^[2]。

2.4 压实工艺参数

压实工艺参数包括压实层厚度、压实遍数、压实速度及压实顺序等，其合理性直接决定压实质量的均匀性与稳定性。压实层厚度过大时，外力难以有效传递至下层材料，导致下层压实度不足；厚度过小时则会增加施工工序与成本，且易出现过度压实现象。压实遍数需根据压实机械性能、材料特性及含水率确定，遍数不足则压实度不达标，遍数过多则可能造成材料颗粒破碎或结构破坏。压实速度过快会导致压实机械与材料接触时间过短，压实能量传递不充分；速度过慢则会降低施工效率。压实顺序通常遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中、先低后高”的原则，确保压实能量均匀传递，避免出现压实死角与不均匀沉降。

3 道路桥梁工程路基路面压实施工技术应用要点

3.1 路基压实施工技术

路基作为道路桥梁工程的核心承重基础，其压实质量直接关乎上部结构的长期稳定性，是压实施工的关键环节。路基压实施工必须严格遵循“分层填筑、分层压实”的核心原则，以此保障各填筑层压实度均匀达标，为整体结构稳固筑牢基础。施工前期，需对路基填料开展系统试验检测，精准确定颗粒级配、最优含水率及最大干密度等核心参数，为后续压实作业提供科学依据。

针对不同类型填料需采取差异化含水率调控措施：黏性土填料需提前通过晾晒或洒水调整，确保含水率控制在最优含水率 $\pm 2\%$ 的合理范围；砂类土等无黏性填料则可借助洒水压实或振动压实方式提升密实度。压实机械选型需与填料类型精准匹配，细粒土优先选用光轮压路机或振动压路机，粗粒土则以重型振动压路机为首选。

压实作业需遵循“初压-复压-终压”的递进流程：初压采用轻型压路机，实现地表平整与初步密实；复压选用重型压路机，确保达到设计压实度标准；终压再次使用轻型压路机，消除轮迹并提升地表平整度。同时，需重点关注路基边坡、桥台台背等薄弱部位，采用小型夯实机械进行补压处理，彻底规避压实死角，保障路基整体压实质量均衡可靠^[3]。

3.2 路面基层压实施工技术

路面基层作为道路桥梁工程中承上启下的关键结构层，需具备充足的强度、刚度及稳定性，其压实质量直接决定面层的服役寿命，是保障道路整体性能的重要环节。当前路面基层常用材料以水泥稳定碎石、石灰粉煤灰稳定土等半刚性材料为主，此类材料的压实效果对含水率、压实时机及养护条件敏感度极高，需精准把控各关键环节。

施工前期，需针对基层混合料开展精准配合比设计，通过试验验证混合料的力学性能与压实适应性，确保其符合工程设计标准。混合料摊铺作业完成后，需快速衔接压实工序，避免因水分过快蒸发导致含水率偏离最优范围，进而影响压实密实度。压实机械优先选用重型振动压路机，作业时遵循“先边后中、先轻后重”的核心顺序，严格控制各阶段压实速度。

其中初压速度控制在1.5-2km/h，复压速度2-4km/h，终压速度3-5km/h；压实遍数需结合试验确定，常规采用初压1-2遍、复压3-4遍、终压1-2遍的递进模式，确保压实度全面达标。对于水泥稳定类基层，压实完成后需立即开展覆盖洒水养护工作，持续保持基层湿润，有效规避收缩裂缝的产生，保障基层结构长期稳定，为面层铺设提供坚实基础。

3.3 路面面层压实施工技术

路面面层直接承受车辆荷载与环境因素作用，其压实质量需兼顾密实度、平整度及抗滑性能。不同类型面层材料的压实技术要求存在差异，沥青混凝土面层与水泥混凝土面层是当前道路桥梁工程中应用最广泛的面层类型。

沥青混凝土面层压实施工需严格控制压实温度与压实时机，沥青混合料的压实温度受沥青标号、混合料类型及环境温度影响。初压温度一般控制在130-150℃，复压温度控制在110-130℃，终压温度不低于70℃。压实机械选用需结合面层厚度与混合料类型，薄层沥青面层优先选用轻型振动压路机或轮胎压路机，厚层沥青面层则选用重型振动压路机。初压采用轻型压路机，快速消除摊铺痕迹，初步密实混合料；复压采用重型振动压路机，提升密实度，确保达到设计要求；终压采用光轮压路机或轮胎压路机，消除轮迹，提升平整度。压实过程中需避免压路机在未冷却的沥青面层上转向、掉头或停留，防止破坏面层结构。

水泥混凝土面层压实施工需在混凝土初凝前完成，常用压实机械包括平板振动器、插入式振动器及振动梁等。施工时先采用插入式振动器对混凝土板角、边缘等部位进行振捣密实，再采用平板振动器对整体面层进行全面振捣，最后采用振动梁进行整平压实，消除表面气泡，提升平整度。振捣过程中需控制振捣时间与频率，避免过度振捣导致混凝土离析。压实完成后需及时进行抹面、拉毛处理，增强面层抗滑性能，同时进行覆盖洒水养护，确保混凝土强度正常发展^[4]。

3.4 特殊工况下压实施工技术

道路桥梁工程施工中，特殊工况部位因地质条件、

结构特性或空间环境限制,压实质量控制难度显著高于常规区域,是施工质量管控的重点与难点。此类部位主要包括高填方路基、桥头过渡段、隧道内路面等,若压实不到位易引发后期沉降、结构开裂等病害,需结合工况特点采用针对性压实施工技术,确保压实质量符合设计要求。

高填方路基因填筑厚度大、自重荷载显著,后期沉降风险较高,压实施工需以强化密实度、控制沉降为核心目标。施工中需选用重型振动压路机提升压实能量,同时增加压实遍数确保能量传递充分;严格控制每层填筑厚度不超过20cm,遵循“分层填筑、分层压实”原则,保障各层压实度均匀达标,从根源上降低后期沉降隐患。桥头过渡段因路基与桥台刚度差异大,易出现不均匀沉降导致跳车现象,需采用“渐变压实”技术。

通过小型夯实机械与重型压路机配合作业,对过渡段进行强化压实,重点弥补大型机械作业死角;同时精准控制填料级配与含水率,提升填料嵌挤稳定性,缩小路基与桥台的刚度差异,保障过渡段平顺稳定。隧道内路面受空间受限影响,压实机械选型受限,优先选用小型振动压路机或轮胎压路机。作业时遵循“先内侧后外侧”的压实顺序,确保路面全断面压实均匀;同时加强隧道内通风,降低环境温度对压实质量的影响,避免因温度异常导致压实效果下降。

3.5 压实质量检测与控制技术

压实质量检测是保障压实施工效果的关键环节,通过精准检测可及时发现压实不足、均匀性差等问题,为施工调整提供依据。常用的压实质量检测方法包括环刀法、灌砂法、核子密度仪法及无核密度仪法等,不同检测方法的适用范围与精度存在差异。环刀法适用于黏性土、粉质土等细粒土的压实度检测;灌砂法适用于砂类土、碎石类土等粗粒土的检测,检测精度较高;核子密度仪法与无核密度仪法具有检测速度快、操作简便的特

点,适用于施工现场快速检测。

压实质量控制需贯穿施工全过程,施工前需对材料性能、压实机械性能进行检测,确保符合施工要求;施工过程中需实时监测压实工艺参数,包括压实遍数、压实速度、压实温度等,同时对压实质量进行随机抽检;施工完成后需进行全面的压实质量检测,检测点布置需均匀合理,覆盖整个施工区域,对检测不合格的部位需及时进行补压处理,直至达到设计标准。此外,可采用智能化检测技术,如无人机遥感监测、压实度实时监测系统,提升压实质量检测的效率与精度,实现压实质量的动态控制^[5]。

结语:路基路面压实施工技术是保障道路桥梁工程质量的关键核心技术,其应用效果受多重因素协同影响。通过明确压实作用机理,精准把控材料特性、含水率等关键影响因素,针对路基、路面各结构层及特殊工况采用差异化施工策略,并落实全流程质量检测与控制,可有效提升压实质量。相关技术要点与控制策略的应用,能为工程实践提供科学指导,助力规避常见病害,保障道路桥梁工程长期结构稳定,推动交通基础设施建设高质量发展。

参考文献

- [1]高福,曾龙.关于道路桥梁工程路基路面压实施工技术研究[J].低碳世界,2024,14(3):148-150.
- [2]赵海涛.道路桥梁工程路基路面压实施工技术研究[J].自动化应用,2023,64(S01):172-173+176.
- [3]富召年.道路桥梁工程路基路面压实施工技术研究[J].智能城市应用,2024,7(7):35-37.
- [4]王磊.道路桥梁工程路基路面压实施工技术研究[J].中华传奇(下旬),2021(24):0055-0056.
- [5]韩召.道路桥梁工程路基路面压实施工技术分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(3):097-100.