

# 冲击压路机在公路路基施工中的应用研究

林 星

(四川路航建设工程有限公司, 四川 成都 610041)

**摘 要** 公路路基施工质量影响道路工程的使用寿命, 冲击压路机凭借高振幅、低频率的冲击压实特性, 在提升路基压实质量方面具有优势。本文围绕冲击压路机在公路路基施工中的应用, 阐述其工作原理, 分析其在公路路基施工中的作用, 并从“施工前期准备”“基底冲击压实”“分层冲击压实”“关键部位处理”“后期验收”五个环节梳理实操路径, 旨在为冲击压路机在公路路基工程中的规范应用提供参考。

**关键词** 冲击压路机; 公路路基施工; 基底冲击压实; 分层冲击压实

中图分类号: U416

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.18.040

## 0 引言

公路路基作为道路工程的基础支撑结构, 其压实质量决定路面使用性能, 分层碾压中振动压路机虽能满足常规压实要求, 但对深层土体的处理效果有限, 工后沉降控制难度较大, 而冲击压路机可压实路基土体深层, 弥补振动压实工艺的不足。近年来, 随着公路建设向复杂地形延伸, 路基施工对压实质量提出了更高要求。因此, 从冲击压路机的工作原理出发, 梳理其各施工环节的操作要点, 对于提升公路路基整体施工质量具有重要意义。

## 1 冲击压路机的工作原理

冲击压路机的工作原理为依托三角形或四边形等非圆形冲击轮的结构特性, 在重力势能以及动能之间达成周期性转换, 借助反复冲击作用深层压实公路路基<sup>[1]</sup>。此种工作模式区别于圆形轮压路机采用的静压或振动方式, 其内在逻辑可概括为能量转换—冲击传递—土体密实, 高度契合路基深层压实的实际需求。冲击压路机由“牵引车”“缓冲连接组件”“非圆形冲击轮”三部分构成, 冲击轮多为三边形或五边形钢质轮体, 以厚钢板焊接成型, 经十字缓冲连接组件衔接牵引车。震动轮由非规则的圆柱形构件和三个非圆形曲面拼接的三角面构成, 这些构件由经过特殊处理的抗震动、抗磨损材料制成, 冲击压路机工作循环包括震动轮上升、下降并撞击地面的三个连续阶段。因此, 操作时应根据土壤的压缩规律, 调整基层的水分含量至最佳状态, 以实现最大的压实效果; 必须调整冲击力至最优水平, 以保证压实结果的可靠性。

## 2 公路路基施工中冲击压路机的作用

### 2.1 强化路基承载性能

冲击压路机以周期性瞬时冲击作用施加于路基, 其高强度冲击力可穿透表层传递至深层土体, 迫使土体颗粒在应力作用下充分挤压, 形成结构紧密的土体结构<sup>[2]</sup>。该过程可提升土体内黏聚力, 减少土体在荷载作用下的塑性变形, 使路基具备更强的抗剪切能力。冲击作用同时消除土体内部薄弱环节, 避免局部受力不均引发承载能力下降, 保障路基整体承载性能趋于均匀。经冲击压实后的路基, 能够更好地承受路面结构重量及车辆行驶产生的动态荷载, 延缓因承载不足出现的下沉或开裂等问题, 为公路长期稳定通行提供坚实基础。

### 2.2 提升路基压实质量

冲击压路机的冲击轮在滚动过程中产生的瞬时冲击力能让土体颗粒发生剧烈运动, 使颗粒重新排列并紧密结合, 大幅提升路基的压实度。不同于传统压实设备的静压或振动压实, 冲击压路机的冲击作用具有更强的穿透力, 能压实路基深层的松散土体, 适用于填石路基及土石混合路基等难以压实的路基类型。经过冲击压实处理后, 路基的压实度能稳定达到设计要求, 且压实均匀性显著提升, 避免出现局部压实不足的薄弱区域。此外, 在冲击压实过程中, 能及时发现路基内部的空洞或松散等隐患, 经过连续冲击弥补这些隐患, 进一步提升路基压实质量。

### 2.3 减少路基后期沉降

路基后期沉降是公路工程中常见的质量隐患, 会导致路面开裂, 影响公路通行安全, 冲击压路机的应

作者简介: 林星 (1980-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 道路与桥梁工程。

用能减少后期沉降现象, 由于路基后期沉降的主要原因是土体内部孔隙较大、颗粒排列松散, 在长期荷载作用下, 土体颗粒进一步挤压、孔隙缩小, 从而产生沉降<sup>[3]</sup>。冲击压路机以高强度的冲击作用能提前让路基土体压缩并固结, 提前释放后期可能产生的沉降量, 减少后期沉降的发生。冲击压路机的冲击能量深入路基深层后, 迫使土体颗粒充分咬合, 排出土体内部的孔隙水, 让土体提前达到稳定的密实状态, 避免后期在荷载作用下发生压缩变形。

### 3 路基工程中冲击压路机的应用路径

#### 3.1 施工前期准备工作

施工前, 施工人员须研读设计图纸及技术规范, 明确冲击碾压范围、压实度要求等参数, 随后开展技术安全交底, 经考核合格后方可上岗, 同时复核施工现场图纸, 核查地质资料及地下构造物的位置, 发现不符合设计的地方及时反馈并调整施工方案, 并根据设计要求标出冲击碾压具体范围, 在路堤坡脚外预留不小于 1 m 的缓冲区域。接下来, 清除施工范围内地表植被及树根, 清理深度控制在 10 ~ 30 cm, 遇有坑穴则填平夯实, 必要时采取分层回填压实处理。在此基础上, 按规范要求复测导线、中线及水准点, 导线复测闭合差控制在  $\pm 10 \sqrt{L}$  mm, 水准点复测闭合差控制在  $\pm 20 \sqrt{L}$  mm,  $L$  为导线长度, 单位取 km, 增设必要水准点后, 在路基上按 20 m 间距布置测点, 以白灰或标记桩标识, 便于后续检测观测。

试验段施工是确定工艺参数的关键环节, 施工人员应在具有代表性路段选取不小于 120 m 的试验段, 按试验方案开展冲击碾压作业, 记录行驶速度、碾压遍数等数据, 根据冲击能量计算公式  $E=mv^2/2+Gh$  确定最佳工艺参数, 其中  $m$  为冲击轮质量,  $v$  为行驶速度,  $G$  为冲击轮重力,  $h$  为冲击轮重心落差, 为正式施工提供依据<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 路基基底冲击压实施工

路基前期准备工作结束后即可开展基底冲击压实施工, 若基底土质松软, 施工人员应先采用普通压路机或振动压路机预压, 振动压路机频率控制在 28 ~ 32 Hz, 振幅调整为 1.5 ~ 2.5 mm, 预压遍数控制在 8 ~ 12 遍, 待基底表面密实度达到初始施工标准后, 方可为冲击压路机施工创造条件。冲击压实施工从路基一侧边缘开始, 按顺时针或逆时针方向呈环形行驶, 转弯半径控制在 12 ~ 15 m, 行驶轨迹重叠宽度保持在 15 ~ 20 cm, 让压实轮冲击点均匀覆盖整个基底表面, 保障无漏压且无重压过渡区域。冲击遍数须严格执行试验段确定

的工艺参数, 最低不低于 20 遍, 黏性土基底可增加 3 ~ 5 遍, 砂性土基底可减少 2 ~ 3 遍, 以此保证冲击力传递至基底土体。行驶速度须稳定控制在 10 ~ 12 km/h, 由牵引车车速表实时监测, 严禁超速或低速行驶, 否则将影响冲击压实效果。

#### 3.3 路基分层冲击压实施工

分层冲击压实施工前, 施工人员须依据试验段结果确定分层厚度: 填石路堤压实层厚在 80 cm, 风化砂粒土、砂砾压实层厚在 60 cm, 细粒土路堤层厚减薄至 40 ~ 50 cm, 3 ~ 5 m 高填方路基每层厚度调整为 1 ~ 1.5 m, 使层厚匹配土质特性。场地清理完毕后, 用平地机整平填土, 将土体含水量控制在最佳含水量的  $\pm 2\% \sim \pm 4\%$ , 经环刀法检测确认符合施工标准后方可填筑。每层填土结束后, 先以推土机推平, 再用平地机精平, 保障填土表面平整无明显起伏, 平整度误差在 5 mm 以内。冲击碾压从路基一侧边缘开始, 按先两边、后中间的顺序行驶, 行驶速度稳定在 10 ~ 15 km/h, 采用错轮碾压法, 相邻轮迹搭接宽度不小于 1/3 轮宽, 轮宽取 2.2 m, 搭接宽度控制在 0.7 ~ 0.8 m, 段落间搭接长度不小于 15 m, 以此避免出现碾压盲区。冲击过程中, 每 5 ~ 10 遍后, 施工人员需用平地机大致整平, 消除表面起伏, 且根据压实要求确定冲击碾压遍数, 一般控制在 20 ~ 40 遍, 前 10 遍侧重提升压实效果, 后续遍数主要为稳定压实质量, 让冲击力传递至分层土体深层。冲击碾压后, 检测表层 0 ~ 20 cm 土体密实状态, 若未达到设计要求则补充碾压 5 ~ 10 遍, 达标后采用振动压路机封层压实。

#### 3.4 路基关键部位冲击压实施工

1. 边坡部位。边坡部位冲击压实施工从边坡一侧边缘处开始, 施工人员可采用顺时针匀速行驶方式, 先以冲压面中心线为轴转圈冲压, 转圈半径一般为 8 ~ 10 m, 转圈过程中保持冲击轮同边坡边缘距离不小于 0.3 m, 防止冲击轮碾压边坡引发土体滑落。转圈结束后切换为纵向错轮冲压模式, 错轮宽度控制在 0.5 ~ 0.6 m, 错轮时保持行驶速度平稳, 杜绝急停或急转现象, 保障边坡全幅覆盖无死角。相邻施工段搭接长度不小于 15 m, 搭接区域采用重复冲压 2 遍的方式, 保证搭接部位压实均匀, 并且冲击速度稳定在 10 ~ 12 km/h, 行驶过程中由牵引车车速表实时监测, 严禁超速或低速行驶。冲压过程中每 6 遍检测一次边坡压实后的平整度, 平整度误差控制在 5 mm 以内, 保障边坡压实效果符合设计要求, 同时避免边坡出现局部起鼓或松动等问题。

2. 路床换填部位。路床换填部位先采用挖掘机开

挖,开挖至高出路床换填底面标高约15 cm处,分层开挖时每层厚度控制在30 cm,避免一次性开挖过深扰动基底土体,再清除基底杂物及浮土,随即用平地机以往返碾压的方式整平,使表面无明显起伏,然后采用平整度检测仪检测,误差控制在4 mm以内,若不满足要求则重新整平。冲击碾压作业前,施工人员须控制土体含水量在最佳含水量 $\pm 3\%$ ,并采用烘干法检测含水量,每200 m<sup>2</sup>布设一个测点,保持含水量均匀,避免出现翻浆现象。冲击遍数在18~22遍为宜,使用错轮碾压法,相邻轮迹搭接宽度不小于0.7 m,搭接部位冲压时行驶速度适当放慢至9~10 km/h。冲击过程中每5遍用平地机轻微整平,消除表面因冲击产生的起伏,用轻型压路机表面找平,使换填部位压实均匀,基底无松散土体,为后续路床施工奠定基础。

3. 结构物附近部位。结构物附近冲击压实施工时,施工人员须先在桥台、涵洞等结构物周边用白灰标识出禁止冲击区域,距离结构物3~5 m范围内禁止冲击碾压,且禁止区域边缘设置警示桩,防止误操作。若确需在禁止区域附近施工,则在结构物周边以人工配合小型挖掘机的方式,开挖深度1.2~1.5 m,宽度0.8~1.0 m的隔振沟,沟内填充粒径5~10 mm的砂砾材料,填充过程中分层夯实,每层夯实厚度为20 cm,充分发挥隔振沟的隔振作用。冲击压实施工时,将冲击压路机的行驶速度降低至8~10 km/h,比常规冲击速度放慢2~3 km/h,削减冲击波强度,同时将冲击遍数增加至25~30遍,分两次冲压。第一次冲压15遍后暂停,检测结构物周边土体沉降量,沉降量控制在3~5 mm以内方可进行第二次冲压。冲压过程中安排专人监测结构物状态,观察是否出现裂缝或位移等情况,根据监测结果及时调整施工参数,减少冲击波对结构物的影响。

4. 软弱地基部位。软弱地基部位冲击压实施工前须先行预压处理,施工人员可利用振动压路机作业,振动频率控制在28~32 Hz,振幅调整为1.5~2.0 mm,行驶速度控制在6~8 km/h,预压遍数10~12遍,且预压过程中每4遍检测一次基底沉降量,待沉降量稳定在4~6 mm后方可停止预压。然后清理基底表面浮土及杂物,并开展冲击碾压作业,冲击遍数不少于20遍,根据软弱地基土质特性可适当增加3~5遍,有效影响深度控制在1.4 m。冲击过程中每8遍检测一次沉降量,沉降量控制在6~9 mm,若沉降量超出范围则暂停冲击碾压,晾晒土体24~48 h后再继续施工。冲击速度稳定在10~11 km/h,使冲击力均匀传递至地基深层,避免局部受力过大扰动地基,之后采用环

刀法检测压实度,同时行室内试验检测湿陷系数,湿陷系数控制在0.015以内,每300 m<sup>2</sup>布设一个检测点,确保软弱地基处理达标。

### 3.5 施工后期验收

施工后期验收阶段,施工人员须整理冲击碾压遍数、行驶速度等冲击压路机施工全过程记录,对照试验段确定的最佳工艺参数一一核查,同时核查设备运行记录及各环节检测记录,记录须标注每段施工日期及操作时段等信息,保障其符合《公路路基施工技术规范》(JTG/T 3610-2019)要求。现场验收先从压实度检测入手,细粒土采用环刀法,取样深度稳定在15~20 cm,每200 m<sup>2</sup>布设一个测点,每个测点取3个平行试样,剔除异常值后取平均值,按公式 $\rho_d = \frac{\rho}{(1+0.01w)}$ 计算干密度,其中 $\rho$ 为湿密度, $w$ 为含水量,实测干密度控制在1.5~1.7 g/cm<sup>3</sup>[5]。粗粒土、碎石土采用灌砂法检测,选用150 mm规格灌砂筒匹配土颗粒,检测前标定灌砂筒容积及砂的密度,使检测结果符合设计标准。压实度检测合格后方可行沉降量检测,施工人员可用水准仪观测路基沉降量,观测点分别设于路基中心线及两侧坡脚处,连续观测3次,每次间隔24 h,沉降量控制在5~8 mm,以符合路基沉降稳定要求。

## 4 结束语

在公路路基施工中,冲击压路机能解决传统压实工艺深层压实不足的问题,提升路基承载能力,延长公路使用寿命的同时降低运维成本。施工人员做好其应用工作需立足于工程实际,严格遵循现行规范,强化全流程管控,助力施工精细化发展,平衡质量及效率。未来可依托现有技术基础,优化冲击压实工艺,以适配特殊地形及土质施工需求,并推动其与智能施工技术相融合,为公路路基工程高质量发展提供有力支撑。

## 参考文献:

- [1] 周鹏,王永刚,王卫刚.高速公路高填方路基冲击碾压施工关键技术及工艺优化[J].建筑机械,2026(02):34-39.
- [2] 罗仙丽.冲击碾压技术在高填方路基增强补压中的应用研究[J].现代工程科技,2025,04(19):137-140.
- [3] 任惠翔,李群.冲击碾压施工技术在高速公路路基施工中的运用[J].大众标准化,2025(06):59-61.
- [4] 黄红军,邓树密,黄方麒.浅谈高填方路基冲击碾压补强技术的应用和质量控制要点[J].四川建筑,2024,44(06):212-214.
- [5] 祁敏艳.冲击碾压施工技术在湿陷性黄土路基处理中的应用[J].交通世界,2022(28):37-39.