

# 公路工程路基压实质量控制在绿色施工中的应用分析

黄国

乌兰察布市投资开发有限公司 内蒙古自治区 乌兰察布 012000

**摘要：**在“双碳”目标与绿色交通发展战略引领下，公路工程施工模式正从传统粗放型向生态集约型转型。路基压实作为公路工程建设的核心工序，其质量直接决定公路结构稳定性与使用寿命，同时与绿色施工的环保、节能、减排要求深度绑定。本文重点从压实参数优化、绿色技术应用、协同控制体系构建三个维度，提出路基压实质量控制在绿色施工中的应用路径。研究表明，科学的路基压实质量控制可通过减少资源浪费、降低污染排放、提升能源利用效率，实现工程质量与生态效益的协同统一，为公路工程绿色施工提供理论支撑与实践参考。

**关键词：**公路工程；路基压实质量控制；绿色施工；协同发展；应用路径

Application Analysis of Subgrade Compaction Quality Control in Highway Engineering in Green Construction

Guo Huang

Ulanqab Investment and Development Co.,Ltd.,Ulanqab,Inner Mongolia Autonomous Region,012000

**Abstract:** Guided by the “dual carbon” goals and the green transportation development strategy, the construction mode of highway engineering is transforming from the traditional extensive type to the ecological intensive type. As a core process in highway engineering construction, subgrade compaction quality directly determines the structural stability and service life of highways, and is also deeply bound to the requirements of environmental protection, energy conservation and emission reduction in green construction. This paper focuses on proposing the application path of subgrade compaction quality control in green construction from three dimensions: optimization of compaction parameters, application of green technologies, and construction of a collaborative control system. The research shows that scientific subgrade compaction quality control can achieve the coordinated unification of project quality and ecological benefits by reducing resource waste, lowering pollutant emissions, and improving energy utilization efficiency, thus providing theoretical support and practical reference for the green construction of highway engineering.

**Keywords:** Highway Engineering; Subgrade Compaction Quality Control; Green Construction; Collaborative Development; Application Path

## 引言

公路交通作为国家综合交通运输体系的核心组成部分，在促进区域经济发展、保障民生出行等方面发挥着不可替代的作用。但传统公路工程施工过程中，普遍存在资源消耗量大、环境污染严重、能源利用效率低等问题，与当前生态文明建设的要求存在显著差距。绿色施工理念的提出，为公路工程转型发展提供了重要方向，其核心是在保证工程质量与安全的前提下，通过技术创新、管理优化等手段，最大限度减少施工对生态环境的影响，实现资源节约、环境友好的施工目标。

路基作为公路的承载基础，其压实质量直接影响公路的承载能力、稳定性与耐久性。路基压实不足或过度压实，不仅会导致公路早期出现沉降、裂缝、车辙等病害，增加后期维修养护的资源消耗与环境负担，还可能在施工过程中产生大量扬尘、噪音污染，浪费土石方资源与能源。因此，将路基压实质量控制与绿色

施工理念深度融合，成为公路工程绿色发展的关键环节。

## 1. 相关理论基础概述

### 1.1 公路工程路基压实质量控制的核心内涵

公路工程路基压实质量控制，是指在路基施工过程中，通过对压实材料、压实机械、压实工艺等关键要素的调控，使路基土颗粒达到最佳密实状态的一系列技术与管理活动。其核心目标是提升路基的承载能力、抗变形能力与水稳定性，为路面结构提供坚实支撑，避免公路运营期间出现结构性病害。路基压实质量的影响因素具有多元性特征。从材料角度来看，路基土的含水量是核心影响因子，过高或过低的含水量都会导致压实效果不佳，只有在最佳含水量状态下，土颗粒间的摩擦力与黏结力达到平衡，才能通过压实实现最大密实度。从机械角度来看，压实机械的类型、吨位、振动频率等参数，直接决定压实能量的传递效率，不同类型的路基土需要匹配相应的压实机械，才能实现最优压实效果。

果。从工艺角度来看,压实厚度、压实遍数、压实顺序等工艺参数的合理性,影响着压实能量在路基深度方向的分布,不合理的工艺参数会导致路基压实均匀性不足,留下质量隐患<sup>[1]</sup>。

## 1.2 绿色施工的核心要求与发展导向

绿色施工是基于可持续发展理念,结合工程施工特点形成的新型施工模式,其核心要求体现在“节能、节地、节水、节材、环境保护”五个维度,简称“四节一环保”。节能要求施工过程中优化能源消耗结构,提高能源利用效率,减少化石能源消耗;节地要求合理规划施工场地,减少临时用地占用,保护耕地与生态用地;节水要求加强水资源循环利用,减少新鲜水资源消耗,避免水资源污染;节材要求优化材料采购与使用方案,提高材料利用率,减少建筑垃圾产生;环境保护要求控制施工过程中的扬尘、噪音、废水、固体废弃物等污染排放,保护生态环境。

绿色施工的发展导向与国家生态文明建设战略高度契合。近年来,我国先后出台《绿色交通建设试点工作方案》《公路工程施工绿色施工技术指南》等政策文件,明确要求公路工程施工过程中必须落实绿色发展理念,将生态环境保护与工程建设同步推进。在“双碳”目标背景下,绿色施工进一步聚焦于碳排放控制,通过采用低碳技术、可再生能源等手段,降低施工过程中的碳排放量,推动公路交通行业向低碳化转型<sup>[2]</sup>。

绿色施工的实施需要依托技术创新与管理优化的双重支撑。技术层面,需要研发与应用低污染、低能耗、高效率的施工技术与设备;管理层面,需要建立完善的绿色施工管理体系,将绿色施工要求融入施工组织设计、过程控制、竣工验收等各个环节,实现工程质量、进度、成本与生态效益的协调统一。

## 2. 路基压实质量控制与绿色施工的内在关联及应用路径

### 2.1 路基压实质量控制与绿色施工的内在关联

路基压实质量控制与绿色施工之间存在相互支撑、相互促进的内在逻辑关联,两者共同服务于公路工程可持续发展的总体目标。

从资源节约维度来看,高质量的路基压实是减少资源浪费的关键。路基压实质量达标可有效提升路基承载能力与稳定性,避免公路运营期间因路基病害导致的路面维修、路基翻修等工程,减少土石方材料、沥青、水泥等资源的二次消耗。同时,合理的压实工艺可提高路基土的利用率,减少弃土排放量,降低土石方运输过程中的能源消耗与环境污染,符合绿色施工“节材”“节能”的核心要求。

从环境保护维度来看,路基压实质量控制对减少施工污染具有直接作用。压实不足会导致路基土颗粒松散,在风力与车辆扰动下易产生扬尘污染;而过度压实则会增加压实机械的能源消耗,导致噪音污染与尾气排放增加。通过科学控制压实参数与工艺,可在保证压实质量的前提下,减少扬尘产生量,降低压实机械的

能耗与排放,实现施工过程的污染减排,契合绿色施工“环境保护”的核心要求。

从能效提升维度来看,路基压实质量控制与绿色施工的技术路径高度契合。绿色施工倡导采用高效节能的施工技术与设备,而路基压实质量控制也需要依托先进的压实机械与智能检测技术,两者在技术应用上具有协同性。例如,智能压实技术的应用,既能实时监测路基压实质量,确保压实度达标,又能通过优化压实路径与参数,减少机械无效作业,提高能源利用效率,实现质量控制与绿色施工的双重目标<sup>[3]</sup>。

### 2.2 路基压实质量控制在绿色施工中的应用路径

#### 2.2.1 优化压实参数,实现资源高效利用

压实参数的优化是实现路基压实质量与绿色施工协同的基础,核心是通过精准调控含水量、压实机械、压实工艺等参数,在保证压实质量的前提下,最大限度减少资源消耗与污染排放。

在含水量控制方面,应根据路基土的类型,通过击实试验确定最佳含水量范围,并采用精准洒水、晾晒等措施,将路基土含水量控制在最佳区间内。避免因含水量过高导致压实过程中出现“弹簧土”现象,增加压实遍数与能源消耗;同时避免因含水量过低导致压实密实度不足,留下质量隐患。对于粉质土、黏质土等易扬尘土类,可在最佳含水量基础上适当提高1~2个百分点,减少压实过程中的扬尘产生。

在压实机械选型方面,应遵循“高效节能、适配性强”的原则,根据路基土类型、压实厚度等因素选择合适的压实机械。对于填方路基底层,可选用重型振动压路机,提高压实深度与效率;对于路基表层及边坡,可选用轻型压路机或静压压路机,避免过度压实导致表层土松散。同时,优先选用电动压路机、混合动力压路机等节能型设备,减少燃油消耗与尾气排放,符合绿色施工的节能要求。

在压实工艺优化方面,应采用“分层压实、先轻后重、先慢后快”的压实原则,合理确定压实厚度与压实遍数。压实厚度应根据压实机械的压实能力确定,一般控制在20~30cm,避免因厚度过大导致深层压实不足;压实遍数应通过现场试验确定,以达到设计压实度为准,避免盲目增加压实遍数造成能源浪费。同时,优化压实顺序,采用纵向分段、横向分层的压实方式,减少机械折返次数,提高施工效率,降低能耗。

#### 2.2.2 应用绿色压实技术,降低环境影响

绿色压实技术的应用是实现路基压实质量控制与绿色施工深度融合的关键手段,通过技术创新减少施工过程中的污染排放与能源消耗。

智能压实技术作为近年来发展迅速的绿色施工技术,其核心是通过在压实机械上安装振动传感器、GPS定位系统、压实度实时监测仪等设备,实时采集压实过程中的压实遍数、压实速度、

压实度等数据，并通过无线传输技术上传至控制系统，实现压实质量的实时监控与反馈。该技术可有效避免漏压、过压等问题，提高压实质量的均匀性，同时减少机械无效作业时间，降低燃油消耗与尾气排放。此外，智能压实技术还可生成压实质量数字化档案，为后期养护提供数据支持，进一步提升公路工程的可持续性<sup>[4]</sup>。

低扬尘压实技术的应用可有效控制施工过程中的扬尘污染。一方面，可在压实机械上安装喷淋装置，在压实过程中对路基表面进行喷雾降尘，喷雾量应根据路基土含水量与天气情况合理调控，避免因喷雾过多导致路基土含水量超标；另一方面，可采用改性路基土技术，在路基土中添加适量的固化剂、保湿剂等材料，提高路基土的黏结性与保水性，减少扬尘产生。同时，合理规划施工时间，避开大风天气进行路基压实作业，进一步降低扬尘污染对周边环境的影响。

节能型压实机械的推广应用是降低能源消耗的重要途径。近年来，电动压路机、LNG（液化天然气）压路机等新型节能设备逐渐应用于公路工程施工中。与传统燃油压路机相比，电动压路机零尾气排放、噪音污染小，且能源消耗成本较低；LNG压路机则具有尾气排放清洁、能耗低等优势，可有效减少碳排放与大气污染。在路基压实作业中，应根据施工场地条件与工程需求，优先选用节能型压实机械，结合智能调度系统，优化机械配置与作业流程，进一步提升能源利用效率。

### 2.2.3 构建质量 – 环保协同控制体系，强化过程管理

构建路基压实质量与绿色施工协同控制体系，是确保各项技术措施有效落实的制度保障，核心是将质量控制与环保要求融入施工全过程管理。

在施工组织设计阶段，应编制专项的路基压实质量与绿色施工协同方案。方案中应明确压实质量控制指标（如压实度、孔隙率、平整度等）与环保控制指标（如扬尘浓度、噪音分贝、尾气排放浓度等），制定相应的控制措施与考核标准。同时，合理规划施工场地，设置扬尘防护设施、噪音隔离设施、废水处理设施等环保设施，优化施工运输路线，减少运输过程中的扬尘与能耗。

在施工过程控制阶段，应建立“双监测”机制，即同时开展压实质量监测与环保指标监测。压实质量监测可采用智能压实监

测系统、灌砂法、环刀法等多种手段，实时掌握路基压实情况，及时调整压实参数与工艺；环保指标监测可采用扬尘在线监测仪、噪音监测仪等设备，对施工过程中的扬尘、噪音等污染指标进行实时监控，一旦超标立即采取整改措施。同时，加强施工人员培训，提高施工人员的质量意识与环保意识，确保各项控制措施落实到位。

在竣工验收阶段，应建立“质量 – 环保”双验收制度。除按照规范要求对路基压实质量进行验收外，还应对施工过程中的环保指标完成情况进行验收，查看环保设施运行记录、污染排放监测数据等资料，确保绿色施工要求得到有效落实。对验收过程中发现的质量问题或环保违规行为，应责令施工单位限期整改，直至达到验收标准。

### 3. 结论

路基压实质量控制是公路工程建设的核心环节，也是实现绿色施工的关键抓手。本文通过对相关理论基础的梳理，深入分析了路基压实质量控制与绿色施工的内在关联，提出了优化压实参数、应用绿色技术、构建协同控制体系的三大应用路径。在绿色交通与“双碳”目标的发展背景下，公路工程路基压实质量控制与绿色施工的融合将更加深入。未来，应进一步加强智能压实技术、低碳压实技术等新型技术的研发与应用，完善质量 – 环保协同控制体系，推动路基压实施工向精细化、智能化、绿色化方向发展。同时，应加强行业标准与规范的制定，为路基压实质量控制在绿色施工中的应用提供更明确的指导，促进公路交通行业实现可持续发展。

### 参考文献：

- [1] 交通运输部公路科学研究院 .JTG/TF10-2006 公路路基施工技术规范 [S]. 北京 : 人民交通出版社 ,2006.
- [2] 中国建筑科学研究院 .GB/T50640-2010 建筑工程绿色施工评价标准 [S]. 北京 : 中国建筑工业出版社 ,2010.
- [3] 李明华 . 公路路基压实质量控制技术研究 [J]. 公路交通科技 ,2018,35(7):23-28.
- [4] 王建国 . 绿色施工理念在公路工程中的应用与实践 [J]. 生态环境学报 ,2019,28(5):1012-1018.