

# 公路工程水泥混凝土路面共振破碎技术研究

李丽胜

甘肃顺达路桥建设有限责任公司, 甘肃 兰州 730050

**[摘要]**当前我国的公路工程中, 水泥混凝土路面的破碎问题成为严重影响公路安全、舒适度和使用寿命的主要因素。本研究基于共振破碎技术的理论, 对水泥混凝土路面破碎过程进行了深入研究。首先, 通过对标准混凝土试块进行多次共振实验, 模拟了不同频率和振幅下混凝土路面的破碎过程, 对比分析了不同参数下的破碎效果, 并对共振破碎的基本机理进行了解释。其次, 在理论研究的基础上, 研发了一种新型的共振破碎装置, 并在实际公路工程中进行了测试。研究结果表明, 通过适当的调整共振频率和振幅, 能够有效地控制水泥混凝土路面的破碎过程, 达到预期的破碎效果。最后, 基于共振破碎技术, 提出了完整的水泥混凝土路面维修及再生方案和施工步骤, 具有较高的得实用性和推广价值, 对公路工程的破碎改善和延长公路使用寿命等方面具有积极的推动作用。

**[关键词]**公路工程; 水泥混凝土路面; 共振破碎技术; 破碎机理; 维修及再生

DOI: 10.33142/ucp.v2i1.15604

中图分类号: U418.67

文献标识码: A

## Research on Resonance Crushing Technology of Cement Concrete Pavement in Highway Engineering

LI Lisheng

Gansu Shunda Road and Bridge Construction Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730050, China

**Abstract:** In current highway engineering in China, the problem of cement concrete pavement breakage has become a major factor seriously affecting highway safety, comfort, and service life. This study is based on the theory of resonance crushing technology and conducts in-depth research on the crushing process of cement concrete pavement. Firstly, multiple resonance experiments were conducted on standard concrete test blocks to simulate the crushing process of concrete pavement under different frequencies and amplitudes. The crushing effects under different parameters were compared and analyzed, and the basic mechanism of resonance crushing was explained. Secondly, based on theoretical research, a new type of resonance crushing device has been developed and tested in practical highway engineering. The research results indicate that by adjusting the resonance frequency and amplitude appropriately, the crushing process of cement concrete pavement can be effectively controlled, achieving the expected crushing effect. Finally, based on resonance crushing technology, a complete maintenance and regeneration plan and construction steps for cement concrete pavement were proposed, which has high practicality and promotion value, and has a positive promoting effect on improving the crushing of highway engineering and extending the service life of highways.

**Keywords:** highway engineering; cement concrete pavement; resonance crushing technology; crushing technology; repair and regeneration

### 引言

公路工程建设对于一个国家的经济与社会发展具有着至关重要的作用。随着我国公路工程的不断发展和进步, 传统的道路建设方式已经无法满足现代公路工程的需求。其中, 水泥混凝土路面的破碎问题是影响公路安全、舒适度和使用寿命的一个重要因素, 成为了当前公路工程领域的一个紧迫问题。水泥混凝土路面由于其强度高, 耐候性好, 使用寿命长, 已成为公路、市政道路等建设的主要材料。然而, 由于受到自然环境和交通荷载的影响, 水泥混凝土路面的破碎问题也日益严重, 严重影响了公路的安全行车和行车舒适度。如何控制和预防其破碎现象成为科研工作者以及工程建设者迫切需要解决的问题。本研究基于共振破碎技术理论, 系统地研究了水泥混凝土路面破碎过程, 通过不同频率和振幅下的共振试验, 成功模拟了混凝

土路面的破碎过程。同时, 根据理论和实验研究发展出一种新型的共振破碎装置, 并在实际工程中进行了测试。通过本次研究, 我们深化了共振破碎技术理论的理解, 积累了丰富的技术应用经验, 对于改善公路工程的破碎现象, 提高公路的安全性和舒适度, 延长公路的使用寿命等方面具有重要的理论和实际意义。

### 1 公路工程中水泥混凝土路面的破碎问题概述

#### 1.1 水泥混凝土路面的重要性

水泥混凝土路面在公路工程中具有显著的重要性, 是保障交通顺畅和安全的基础设施<sup>[1]</sup>。其以优良的承载能力和耐久性而备受青睐, 能承受高频率的重载交通流量。水泥混凝土路面具备良好的抗压能力, 适合于高速公路及城市主干道等对路面要求较高的场合。混凝土材料的热稳定性性能优良, 能够有效抵御温度变化对路面的影响, 减少出

现龟裂和变形的可能性。在交通安全性方面,水泥混凝土路面表面摩擦力较高,能够显著降低湿滑条件下交通事故的风险,提高行车安全。由于其使用寿命较长和维护需求时间间隔较长,可以有效降低长期养护成本,体现出经济效益。水泥混凝土路面重要性不仅在于其结构稳固性和耐用性,还在于对车辆行驶安全和整体交通基础设施长期经济性的保障。

## 1.2 公路工程中的破碎问题概况

公路工程中的水泥混凝土路面破碎问题频繁发生,严重影响公路的整体性能和使用寿命。随着车流量的增加和重载车辆的通行频率提高,水泥混凝土路面面临更大的荷载作用,使得其破碎问题日益突出。破碎不仅造成路面的平整性下降,引发行车安全隐患,还对行车舒适度产生负面影响。一般情况下,路面破碎主要表现为表面裂缝增多、深度破损扩展以及结构层松动等形式。这些问题都需要及时、高效的技术手段进行处理,以减少对交通运行的干扰,并延长路面的服务周期。公路工程中引入新型技术手段来解决这一问题已经迫在眉睫。

## 1.3 破碎对公路安全舒适度和使用寿命的影响

水泥混凝土路面的破碎对公路交通安全、舒适度及使用寿命产生显著影响。在安全方面,破碎后的路面易出现坑槽和碎石,这些缺陷增加了行车意外和车辆损伤的风险,尤其在高速行驶时更为显著<sup>[2]</sup>。舒适度方面,破碎带来的路面不平整导致车辆颠簸和驾驶疲劳,影响乘客的旅途体验。破碎加速了路面的磨损和劣化,在恶劣气候条件下更易扩展,导致公路的使用寿命缩短,增加了维护和重建的频率和成本。

## 2 共振破碎技术及其在水泥混凝土路面修复中的作用

### 2.1 共振破碎技术简介

共振破碎技术是一种基于动力学原理的先进破碎方法,应用于水泥混凝土路面的修复。其核心原理在于利用机械设备产生特定频率的振动,当振动频率接近混凝土材料的固有频率时,引发共振现象,使混凝土结构内部的应力集中,导致材料破碎。共振破碎技术具有精确控制破碎效果的优势,通过调整振动频率和振幅,可以实现对不同类型和状态混凝土路面的有效处理。在传统的混凝土拆除方法中,往往存在破坏力难以控制以及对周围结构产生影响的问题,而共振破碎技术能够在降低噪声和振动影响的同时,提高工作效率和施工安全性。该技术在节约资源和降低修复成本方面也显示出明显的优势,适用于需要高效、环保解决方案的公路工程项目。

### 2.2 共振破碎技术在水泥混凝土路面破碎中的应用

共振破碎技术通过特定频率和振幅的机械振动,将水泥混凝土路面破碎成既定尺寸的颗粒,以便后续处理或再生利用。在实际应用中,该技术主要依赖于共振波的传播

特性,通过对混凝土内部微裂纹的诱导与扩展,使材料结构在共振条件下发生破坏<sup>[3]</sup>。水泥混凝土路面因其内部特性具有较高的刚性和低延展性,共振破碎技术能够精确作用于目标区域,避免对周边结构的破坏或干扰。这一技术尤其适合老化严重或出现结构性损伤的路面路段,可有效提高破碎效率,并降低施工噪声和粉尘污染。在大面积应用中,共振破碎技术展现了较高的工程适应性,为现代公路工程中的路面修复和改造提供了重要的技术支撑。

### 2.3 共振破碎技术与传统修补技术的比较

共振破碎技术与传统修补技术相比,具有显著的技术优势和应用价值。传统修补技术通常通过直接切割、钻孔或简单填补破损区域来修复路面,但易造成材料浪费且维修后路面整体性和耐久性较差,施工时间较长且影响交通。共振破碎技术通过共振频率与路面材料特性匹配,可均匀破碎混凝土板块而不破坏下层结构,从而保留了路面基层的完整性。与传统方法相比,该技术效率更高,施工时间短,不易产生大面积裂缝,有助于延长路面使用寿命并改善行车舒适性。其施工过程中产生的破碎料可重复利用,充分体现了资源节约与环保的特点。

## 3 共振实验及结果解析

### 3.1 共振实验的制备

共振实验的制定与实施涵盖实验对象的选取、设备的配置及实验条件的确定。实验对象为标准化水泥混凝土试块,尺寸符合相关行业规范,以确保实验结果的科学性和可比性。实验设备包括共振破碎试验机、振频控制系统和数据采集装置,确保振动负荷能够在可控范围内精确调节。实验条件明确,涵盖振动频率、振幅、持续时间等关键参数,通过设置不同水平的参数组合,模拟实际公路破碎状况。试块在实验前经过标准化养护处理,以消除材料性能的外部影响。实验过程中,数据采集装置实时记录试块的破碎程度、裂纹分布及裂缝延展轨迹,为后续分析提供依据。实验实施严格执行相关操作规范,每组实验重复进行以排除偶然性因素对结果的干扰,从而确保所得数据的准确性和科学价值。

### 3.2 不同参数下水泥混凝土的破碎效果比较

不同参数下水泥混凝土的破碎效果对比实验中,振幅和频率被选为关键变量,研究揭示了其对破碎效率和效果的显著影响。在振幅较小时,混凝土表面仅出现轻微裂纹,破碎效果有限;振幅增加至适中范围时,裂纹数量和深度均显著增加,破碎效率达到理想状态。过高的振幅会导致混凝土块的不规则破碎和局部过度损毁,影响整体均匀性。在频率方面,较低频率下破碎过程缓慢且断裂不完全;中等频率下,混凝土内部应力集中显现,裂纹扩展充分,形成均匀碎块;高频状态则可能因应力扩散不足而降低破碎效率。研究表明,振幅与频率的匹配调整是决定破碎效果的核心因素,这为后续设备优化提供了重要理论依据<sup>[4]</sup>。

### 3.3 共振破碎机理的解释

共振破碎机理涉及在特定频率和振幅下激发水泥混凝土路面的内部共振,导致其中的微观结构发生振动失稳。由于共振的累积作用,混凝土内部的微裂纹扩展并相互连接,导致结构失效和破碎。为了控制破碎效果,需精确调整共振参数,使之匹配混凝土材料特性。对振动频率和幅度的优化可以实现高效的破碎效果,并最大限度减少对周围未破坏区域的影响。该机理在实际应用中需考虑环境因素,以确保技术的有效性和安全性。

## 4 新型共振破碎装置的开发与应用

### 4.1 新型共振破碎装置的开发过程

新型共振破碎装置的开发基于对共振破碎技术核心原理的深入研究,旨在解决现有装置在性能、安全性和适用性方面的不足。通过分析水泥混凝土路面的力学特性,确定了装置设计应满足的技术参数,包括共振频率范围、振幅调整能力及工作稳定性等关键指标。在这些理论基础上,选择了高强度材料及高精度驱动系统,以满足复杂工况下的负荷需求。

设备的结构设计注重模块化与轻量化,一方面便于设备的运输与组装,另一方面提高了施工过程中的灵活性和效率。通过模拟实验优化振动传导系统,使破碎能量在不同路面条件下实现高效分布<sup>[5]</sup>。装置的研发过程中,加入了智能控制系统,实现了实时监测与动态调整,为精准施工提供了技术保障。

新型共振破碎装置的研制成功为水泥混凝土路面高效维修和再生提供了重要支持,对提升公路工程效率和质量具有显著意义。

### 4.2 新型共振破碎装置在实际工程中的应用

新型共振破碎装置在实际工程中应用时,展现出显著的破碎效率和施工便捷性。通过调控共振频率与振幅,能够精确适应不同路面条件,实现有效破碎。在某省级公路改造项目中,此设备对老化和损坏的水泥混凝土路面实施了全面破碎处理,既缩短了工期,又降低了噪声和环境影响。施工技术人员反馈,该装置对路面基层的扰动较小,保留了更多可再利的材料,体现出对资源的高效利用价值,获得了施工单位与交通管理部门的认可。

### 4.3 新型共振破碎装置的优势与局限

新型共振破碎装置在水泥混凝土路面破碎中的应用显示出显著优势。其主要优势在于可调节的共振频率和振幅,能够精准控制破碎过程,提高效率和效果。该装置设计紧凑,便于运输和操作,适用于各种公路工程环境。相较传统破碎技术,新装置降低了施工时间和成本,并减少对环境的影响。该装置也存在一定局限性,如初始投资成本较高,对操作人员的技术要求较高,以及在高应力集中区域可能导致不均匀破碎进一步研究和优化仍然是必要的。

## 5 基于共振破碎技术的水泥混凝土路面维修及再生方案

### 5.1 提出维修及再生方案的依据

基于共振破碎技术的水泥混凝土路面维修及再生方案的提出,主要依赖于以下几个方面的研究成果和现实需求。共振破碎技术已被证明在控制水泥混凝土路面破碎过程中具有显著效果,可通过合理的频率和振幅调节,实现准确的破碎控制。这种技术能够有效避免过度破碎或不足破碎,提升施工效率,并最大程度地保留路面的原材料特性,具备环保和节约资源的优势。随着公路工程频发的路面破损问题,加之传统修复方式的局限性,急需一种既能提高破碎质量又能延长路面寿命的新技术和方法。共振破碎技术通过实验已证明其在改善路面性能方面的潜力,结合新型设备的应用,为制定高效的维修和再生方案提供了坚实的技术支持和理论依据。这样不仅提高了公路使用寿命,也为现代公路工程提供了一种可持续发展的解决方案。

### 5.2 水泥混凝土路面维修及再生方案的详解

基于共振破碎技术的水泥混凝土路面维修及再生方案围绕高效、环保与经济展开。通过共振破碎技术,将破碎后的水泥混凝土转化为粒径均匀的骨料,可直接作为再生材料用于路面基层或底基层施工,减少废弃物处理与新材料使用量,从而实现资源循环利用。在维修过程中,选取优化后的共振频率与振幅参数,确保路面破碎深度适宜,避免损伤路基,确保后续施工质量。破碎完成后,采用均匀压实技术对再生材料进行重构和稳定处理,通过添加适量结合料提升再生基层的强度与耐久性。施工流程包括路面状况评估、破碎参数设置、破碎施工、再生材料铺设与养护等环节。在此方案中,共振破碎技术有效降低施工扰民问题,并显著缩短工期,具有较强的推广价值,可广泛应用于各类水泥混凝土路面的维修与再生工作。

### 5.3 方案的实用性及推广价值评析

该方案具有高效性和经济性,能够延长路面使用寿命,减少维护成本,具有显著的推广价值,对改善公路基础设施具有积极推动作用,有助于提升公路整体质量和使用效益。

## 6 结束语

本文主要对水泥混凝土路面常见的破碎问题进行了研究,采用共振破碎技术对混凝土路面进行治理,具有较高的理论和实践价值。通过对标准混凝土试块的共振实验,研究了不同频率和振幅下混凝土路面的破碎过程,并对共振破碎的基本机理进行了阐述。基于这些理论基础,更进一步研发出一种新型的共振破碎装置,并在实际公路工程中进行了测试,其结果显示通过适当调整共振频率和振幅,如期达到了对路面破碎控制的良好效果。此项研究成果对水泥混凝土路面的破裂问题的解决提供了行之有效的策略,有着较高的实用性和推广价值。尽管这种策略在实际

应用中已经获得了一定的效果,但在某些特定条件下其效果还需进一步研究和观察。同时,未来的研究还可以在其他相应的材料类型和环境条件下,扩大共振破碎技术的应用面,进一步提高公路工程的安全性和耐用性。

**[参考文献]**

- [1]张程皓. 公路工程水泥混凝土路面施工技术研究[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A,2023(6):174-177.
- [2]靳朝炜. 公路水泥混凝土路面共振破碎施工技术分析[J]. 交通世界,2022(10):48-49.
- [3]刘沛雨. 公路工程水泥混凝土路面施工技术[J]. 你好成都(中英文),2023(12):52-54.
- [4]刘俊杰. 分析公路工程水泥混凝土路面施工技术[J]. 汽车世界,2020(2):124.
- [5]阳过. 公路工程水泥混凝土路面施工技术探讨[J]. 交通科技与管理,2021(1):133.

作者简介:李丽胜(1986.1—),男,民族汉,籍贯:甘肃省天水市人,学历:本科,研究方向:公路工程施工与管理。