

Progress of Noise Reduction Technology of Rubber Modified Asphalt Pavement

Yuhao Wang

Hebei University of Engineering, Handan, Hebei, 056004, China

Abstract

Rubber asphalt pavement is a new type of environmentally friendly pavement material, which has attracted much attention because of its good noise reduction performance. The waste rubber powder is mixed with asphalt and processed into rubber modified asphalt pavement. The pavement material can not only realize the reuse of waste tires, but also reduce the pollution of solid waste to the environment, and significantly reduce the noise of the vehicle running. Through the study of noise reduction technology of rubber asphalt pavement, the current situation of noise reduction technology of rubber asphalt pavement is analyzed, and it lays a foundation for its popularization and application. With the acceleration of urbanization in China, traffic noise pollution is becoming increasingly prominent. It has a great impact on people's quality of life, physical and mental health, and the surrounding environment. Rubber asphalt pavement as a very potential noise reduction technology has been widely valued.

Keywords

rubber modification; asphalt pavement; noise reduction technology; research progress

橡胶改性沥青路面降噪技术研究进展

王宇豪

河北工程大学, 中国 · 河北 邯郸 056004

摘 要

橡胶沥青路面是一种新型的环境友好型路面材料, 因其良好的降噪性能而备受关注。将废旧橡胶粉与沥青混合, 经特殊工艺处理, 制成橡胶改性沥青路面。该路面材料既可实现废旧轮胎的再利用, 又可减少固体废物对环境的污染, 又可明显降低车辆行驶时的噪声。通过对橡胶沥青路面降噪技术的研究, 分析了橡胶沥青路面降噪技术的现状, 为其推广应用奠定了基础。随着中国城市化进程的不断加快, 交通噪声污染日益突出。它对人们的生活质量、身心健康和周围环境都有很大的影响。橡胶沥青路面作为一项极具潜力的降噪技术受到了广泛的重视。

关键词

橡胶改性; 沥青路面; 降噪技术; 研究进展

1 引言

论文对橡胶改性沥青路面降噪技术进行了较为深入的研究。论文就其降噪机理及影响因素进行了讨论, 以期为交通噪声治理提供一种新的思路与方法。的研究成果将为城市道路交通环境的进一步开发与应用提供理论支撑。

2 橡胶改性沥青路面的降噪原理

2.1 吸声降噪

橡胶沥青路面因其特有的孔隙结构, 可有效吸收车辆行驶时的噪声。声波入射到沥青混合料的孔隙中后, 将在孔隙中产生多次反射与散射。由于孔洞的大小、形状类似于声波的波长, 使得声波在孔洞中的传播路径更为复杂, 在连续

的反射、散射过程中, 其能量会逐渐衰减, 从而影响到声波的传播。另外, 孔隙中的空气对声波也有一定的摩擦、粘滞作用。在声波作用下, 孔隙中的空气发生振动, 使空气与孔壁产生摩擦, 从而将声波能量转换成热能, 从而达到降噪的目的。例如, 橡胶改性沥青路面的孔隙类似于微小的吸声腔, 能将噪声的能量捕获和消耗。这一吸声降噪原理对降低高频噪声尤其有效。

2.2 减振降噪

橡胶改性沥青路面具有较好的弹性、柔韧性汽车通过路面时, 由于车辆荷载的作用, 路面会产生变形, 从而吸收一部分振动能量。这种形变可以起到缓冲车辆撞击路面的作用, 降低车辆在行驶过程中的振动。汽车振动是一种重要的噪声源。橡胶改性沥青路面在降低车辆振动方面具有良好的效果。另外, 橡胶改性沥青路面能有效地降低轮胎与路面间的碰撞摩擦。轮胎在路面上的碰撞、摩擦会产生刺耳的噪声,

【作者简介】王宇豪 (1996-), 男, 中国河南郑州人, 硕士, 从事道路工程沥青路面降噪性能分析研究。

而具有弹性和弹性的路面可以使轮胎与路面接触变得柔软,从而达到降噪的目的。例如,将橡胶改性沥青路面应用于部分城市道路,可以显著改善汽车行驶的平稳性,降低噪声。这充分说明了橡胶沥青路面在减振降噪方面的作用。

2.3 阻尼降噪

橡胶材料对沥青路面具有良好的减振效果。路面材料在声波传播过程中会产生振动。而橡胶材料本身的阻尼特性,可使振动能量逐步衰减,达到降噪的目的。阻尼指的是材料在振动时的耗能能力。橡胶粉可提高路面材料阻尼,使其在声波作用下迅速转换成热能或其他形式的能量,降低噪声传播。例如,在室内测试中,通过对相同声振条件下沥青路面与普通沥青路面的振动响应进行对比,发现橡胶沥青路面减振效果明显优于橡胶沥青路面^[1]。

3 影响橡胶改性沥青路面降噪效果的因素

3.1 橡胶粉的掺量

胶粉用量是影响橡胶沥青路面降噪效果的一个重要因素。一般情况下,增大橡胶粉含量可提高路面噪声水平。研究表明,橡胶粉掺量越大,其吸声性能越好;同时,橡胶粉自身的弹性、阻尼特性也将得到提高,从而进一步改善路面的减振降噪性能。但是,过多的胶粉也会带来一些问题。一方面,沥青混合料的强度、稳定性等路用性能会受到影响。过多的胶粉会使沥青混合料粘结强度降低,在车辆荷载作用下易产生开裂和变形。但橡胶粉含量过高,则会增加施工难度,增加造价。因此,在确定胶粉用量时,既要兼顾降噪效果,又要兼顾路用性能。在此基础上,结合工程实践,筛选出最佳橡胶粉添加量,使其达到降噪与路用性能之间的最佳平衡。例如,有研究者对不同橡胶粉掺量的沥青混合料进行了性能测试,结果表明,橡胶粉加入量在一定范围内,可以有效地提高沥青路面的降噪效果,改善路面的路用性能。但是,当掺量超过这一范围以后,沥青混合料的路用性能就会出现下降,噪声对沥青混合料的改善作用也不明显。

3.2 路面的孔隙率

路面空隙率对橡胶沥青路面降噪效果也有很大的影响。一般情况下,路面孔隙率愈大,降噪效果愈好。孔隙率越高,路面内部孔隙越大,对声波的吸收能力越强,降噪效果越好。但过高的孔隙率会影响路面强度及稳定性。高孔隙率路面结构松散,在车辆荷载及外部环境作用下极易发生路面破损、坍塌等病害。另外,过高的孔隙率也会影响路面排水性能,造成路面积水,影响行车安全。在橡胶沥青路面设计中,必须对其空隙率进行合理的控制。因此,如何提高沥青混合料的性能,提高沥青混合料的综合性能,是一项十分重要的工程技术。通过对混合料配合比的优化和施工工艺的合理控制,可以实现对孔隙率的合理控制。例如,通过调节胶粉的粒度分布、沥青用量和加入适当的填充剂等方法,可对路面孔隙率进行控制。同时,根据实际工程条件,采用分层设计法,

在不同路面层设置不同的孔隙率,以满足不同使用要求^[2]。

3.3 路面的厚度

不同厚度的橡胶改性沥青路面降低噪声的效果是不同的。一般情况下,随着路面厚度的增加,降低噪声的效果也相应提高。路面厚度越大,吸声材料越多,空间越大,声波在路面内的传播路径越长,衰减的幅度也就越大。但是,过厚的路面会增加工程造价,同时还会影响路面的排水性能,给施工带来困难。在确定路面厚度时,应综合考虑降噪效果、工程造价、排水性能及施工条件。对于车流量大、车速快的路段,可适当增大路面厚度以改善噪声。但同时也要考虑其承载力、稳定性等方面的因素,以保证其在长时间内不发生病害。如某高速公路降噪工程,综合考虑,采用较厚的橡胶改性沥青路面,达到了较好的降噪效果。但是,对于某些城市支路、小区道路,由于受场地、造价等因素的限制,可能需要对路面厚度进行适当的减薄。

4 橡胶改性沥青路面降噪技术的研究方法和技术手段

4.1 室内测试研究

为了降低橡胶沥青路面的噪声,必须对其进行室内测试研究。拟采用室内测试方法,模拟不同交通状况及路面状态,在可控环境条件下,对橡胶沥青路面的噪声特性进行研究。

4.1.1 驻波管法

驻波管法是测量室内吸声性能的常用方法。利用驻波管内产生特定频率的声波,测量不同材质对声波的反射与吸收,得到吸声系数。对橡胶沥青路面,可将其切成小块,置于驻波管内,测试其吸声性能。通过改变胶粉含量、孔隙率等参数,制备出不同类型的橡胶改性沥青路面试样,采用驻波管法对其吸声系数进行测试,明确各参数对路面吸声性能的影响规律。

4.1.2 混响室法

混响室法是测量室内吸声性能的又一常用方法。将待测样品置于混波室中,通过对混波室中声压级的变化进行测量,得到材料吸声系数。与驻波管方法相比,混响室方法更接近实际声环境,能够实现宽频带材料吸声性能的测试。针对橡胶沥青路面,采用混响室法对不同频段的吸声特性进行测试,以期路面降噪设计提供较为全面的参考依据。

4.1.3 轮胎/路面噪声测试法

轮胎/路面噪声测试是一种专用于道路噪声检测的方法。利用专用实验装置,模拟汽车轮胎与路面的接触状况,对轮胎与路面间的摩擦噪声进行了测试。该方法能直观地反映出橡胶改性沥青路面的降噪效果。比如,研究者可利用轮胎/路面噪声测试装置,对不同种类橡胶沥青路面的噪声水平进行对比,进而评价不同材料的降噪效果,如图 1 所示。

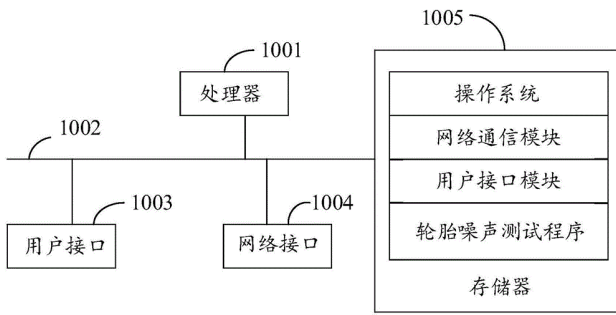


图1 轮胎/路面噪声测试法

4.2 现场测试研究

现场测试为橡胶沥青路面降低噪声提供了新的途径。通过现场测试，可对实际交通环境下橡胶沥青路面降噪效果进行测试，并对实验结果进行验证。

4.2.1 噪声监测仪测试

在野外测试中，一般都是用噪声监测仪等设备来检测噪声。在橡胶沥青路面铺设前后，在同一位置设置噪声监测点，对其进行噪声监测。通过对沥青路面铺设前后的噪声数据进行对比分析，可以更直观的了解橡胶沥青路面的降噪效果。同时，还将对不同交通流、车辆行驶速度下的路面噪声进行测试，分析各因素对路面噪声的影响。

4.2.2 路用性能检测和评估

除噪声测试之外，现场测试也可用于沥青路面路用性能的检测与评价。包括路面平整度测试，抗滑性能测试，承载力测试等。这几项路用性能指标对沥青路面的长期服役性能及降噪效果的稳定至关重要。例如，可利用整平仪、摆式摩擦因数测试仪和承载板等装置来测试橡胶改性沥青路面的路用性能。同时，也可对不同使用状态下的路面性能进行长期观测与监测^[3]。

4.3 数值模拟研究

利用数值仿真技术对橡胶沥青路面降噪技术进行了研究。在此基础上，利用数值仿真技术，构建橡胶沥青路面三维有限元模型，模拟车辆行驶过程中路面振动噪声的传播规律，揭示其降噪机理及影响因素。

4.3.1 有限元软件模拟

有限元软件是目前应用最广泛的一种数值仿真工具。利用有限元软件对其进行有限元建模，模拟其在车辆荷载下的变形及应力分布。同时，也可与声学模块相结合，对路面的振动与噪声传播进行仿真。如改变橡胶粉掺量、孔隙率等参数，采用有限元软件模拟路面振动噪声的变化，分析各参数对路面降噪的影响。

4.3.2 边界元软件模拟

边界元软件是声学数值模拟中最常用的工具之一。利用边界元软件建立路面声学模型，模拟路面及周边环境对声波传播的影响。利用边界元软件对路面吸声、隔声性能进行了较为精确的分析，从而为路面降噪设计提供了依据。例如，建立橡胶沥青路面与周边建筑的声学模型，采用边界元软件对路面与建筑间的噪声传播进行数值模拟，分析路面降噪对周边环境的影响。

5 结论

橡胶沥青路面是一种新型的环境友好型路面材料。分析了国内外橡胶改性沥青路面降噪技术的研究现状，从降低噪声的机理、影响因素、研究方法及技术手段等几个方面取得了较大的进展。但是，这一技术还存在着一些亟待解决的问题。今后，需加强橡胶沥青路面材料组成、结构设计和耐久性等方面的研究，并与其他降噪技术相结合，达到综合降噪的目的，为解决交通噪声污染问题提供更有效的技术手段。同时，加强产学研合作，促进橡胶沥青路面降噪技术的工程化应用与产业化，为营造更加安静舒适的交通环境作出贡献。

参考文献

- [1] 门雪峰.高速公路橡胶颗粒复合改性沥青路面耐久性试验研究[J].北方建筑,2024,9(6):41-46.
- [2] 黄浩.橡胶改性沥青路面降噪技术研究进展[J].现代交通技术,2024,21(1):28-33.
- [3] 金杰.橡胶粉改性沥青路面施工控制探讨[J].交通世界,2024(Z2):130-132.