

降噪型伸缩装置影响效果及应用展望

单华刚¹, 林道锦², 于长海¹, 邱廷琦³, 吴明龙³, 徐秋云³

(1. 绍兴市交通建设有限公司 绍兴市 312000; 2. 中交公路规划设计院有限公司 北京市 100088;

3. 成都市新筑路桥机械股份有限公司 成都市 611430)

摘要: 桥梁伸缩缝噪声是交通噪声的重要来源,对低于桥面高度的建筑物敏感点影响较大,因此降低桥梁伸缩缝噪声十分重要。提出了适合高架桥的降噪伸缩装置:降噪型钢模数式伸缩装置、聚氨酯弹性体无缝式伸缩装置,并分别对其降噪原理进行了分析。通过试验路段道路实测,得出降噪型钢模数式伸缩装置的降噪能力比型钢伸缩装置高出约 9.0 dB。通过实测数据可看出降噪伸缩装置在噪声控制上有很好的优势,若将其推广使用在城市高架桥道路中,对整体降噪会有很好的效果。

关键词: 高架桥; 伸缩装置; 降噪

1 概述

在生活品质日益提升的今天,越来越多的城市希望通过构筑立体公路交通网来缓解拥堵,如建造高架公路。为了适应温度等因素引起的桥梁变形位移,梁端一般都会留有一定缝隙并安装伸缩装置;高架公路上势必存在大量的伸缩装置,目前工程项目中大量使用的是结构简单、可靠的型钢伸缩装置(见图 1);当车辆通过型钢伸缩装置时,轮胎在缝隙处会发生下陷,随着车辆的移动,轮胎会撞击型钢边缘从而产生强烈的撞击声;且车速越高,撞击噪声越大,对伸缩装置的影响也越大。

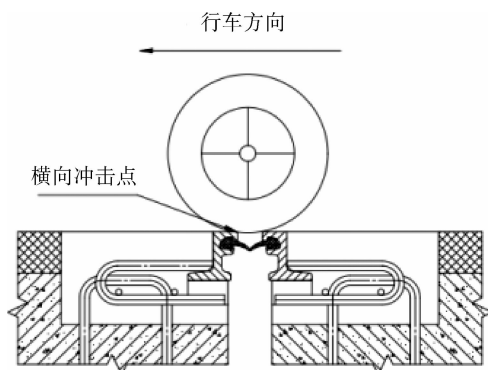


图 1 车辆驶过型钢伸缩装置示意

研究表明,桥梁伸缩缝噪声是交通噪声的重要

来源^[1],小型客车是城市高架公路上的主要车型,杨阳等^[2]指出小型汽车伸缩缝跳车产生的噪声声压比桥面行驶时大得多,因此对伸缩装置处的结构噪声减噪将会成为交通噪声治理的重要环节。降噪伸缩装置是有效解决伸缩缝噪声的重要组成部分,有巨大的发展前景。现工程中常用的 3 种公路桥梁伸缩装置^[3]为模数式、梳齿板式、无缝式,其主要特点如下。

1.1 模数式伸缩装置

模数式伸缩装置(含单缝),结构示意见图 2。该伸缩装置支撑面由型钢制作而成,各型钢之间留有横向间隙,通过横向间隙累加以适应各种位移量的伸缩缝。结构简单、可靠,是工程应用中常用的伸缩装置;但车辆驶过时,车轮与型钢横向产生直接撞击,而产生强烈冲击和较大的结构噪声,行车舒适性较差,对周边声环境污染较大。

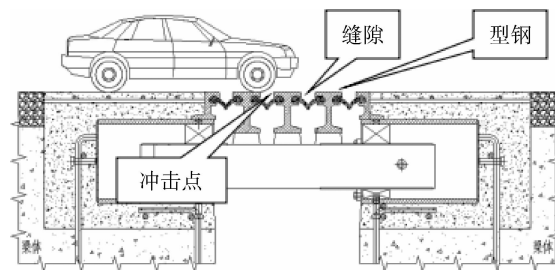


图 2 车辆驶过模数式伸缩装置示意

1.2 梳齿板式伸缩装置

梳齿板式伸缩装置,结构示意图见图3。该伸缩装置支撑面是相互咬合的齿形钢板,各齿形钢板之间留有纵向间隙,通过调整纵向间隙以适应各种位移量的伸缩缝。结构复杂,对工艺要求较高。车辆驶过时,车轮始终可与齿形钢板接触而形成连续过渡,不会存在直接撞击情况,行车舒适性好,对周边声环境污染较小。但是随着桥梁的运动,容易形成翘齿,间接地引起跳车现象,形成更大的噪声;或导致连接部件松动、齿板脱落等不安全情况。

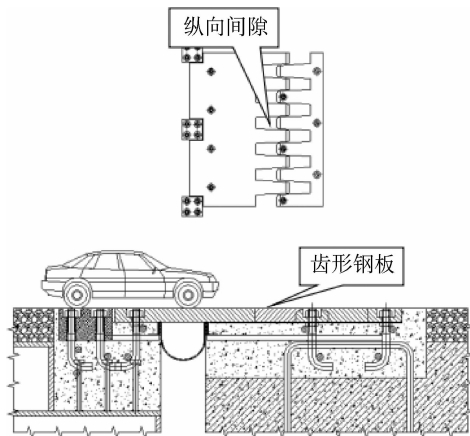


图3 车辆驶过梳齿板式伸缩装置示意

1.3 无缝式伸缩装置

无缝式伸缩装置,结构示意图见图4。该伸缩装置支撑面是弹性伸缩体,与路面连接成为整体,无缝隙。行车舒适,对周边声环境污染小。但是该伸缩装置可适应的变形量小,仅适合小位移量的伸缩缝。

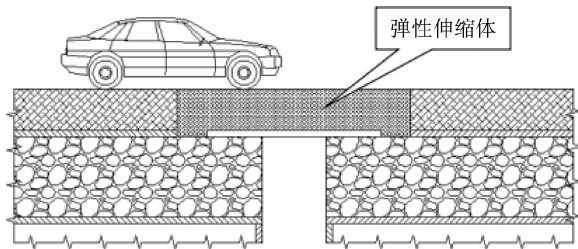


图4 车辆驶过无缝式伸缩装置示意

2 降噪型钢伸缩装置特点

近年来,通过对伸缩装置的研究,能降噪的伸缩装置主要有梳齿板式伸缩装置、降噪型钢模数式伸缩装置、无缝式伸缩装置这3类。本文主要对后两种新型的降噪伸缩装置进行分析。

2.1 降噪型钢模数式伸缩装置

降噪型钢模数式伸缩装置是近年来技术逐渐成熟地一种伸缩装置(见图5),其核心技术是在模数式型钢伸缩装置的型钢单元上添加新型梳齿减噪块,并将两者的功能进行了充分结合。与模数式伸缩装置相比其投资成本略有上升,但其降噪效果显著,降噪原理为:利用梳齿减噪块工作面的连续性将车轮切入伸缩缝的方式由直线变成斜线切入,使车轮与伸缩装置始终接触,避免了车轮跨越缝隙后对型钢单元产生跳车冲击,从而可有效地降低车辆驶过伸缩装置时的噪音。

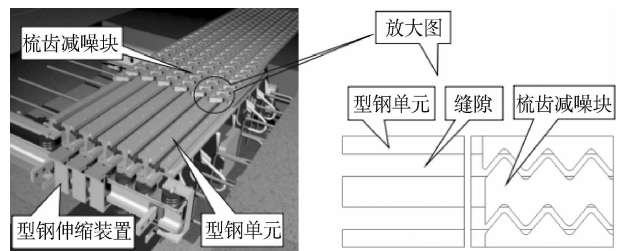


图5 降噪型钢模数式伸缩装置结构示意图

降噪型钢模数式伸缩装置与传统梳齿板伸缩装置相比,当梁体存在纵坡,或者在梁体发生竖向转动的时候,传统的梳齿板式伸缩装置不能适应,会形成一个凸台(翘齿显现),车辆驶过时反而会增大冲击,形成更大的噪音,严重时会影响行车安全。而降噪型钢模数式伸缩装置继承了模数式伸缩装置能很好适应梁体转动的优点,不会形成明显的凸台(翘齿)。降噪型钢模数式伸缩装置具有模数式伸缩装置将位移量分成多个模块的特点,同时也规避了传统梳齿板型伸缩缝在最大位移量时间隙太大的问题。同时还具有施工安装方便、维修方便快捷、互换性强等优点,见图6。

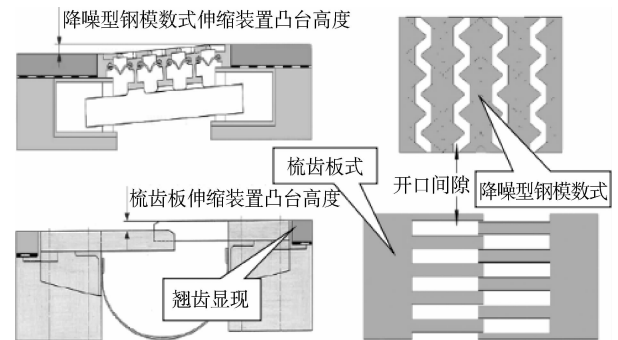


图6 降噪型钢模数式与梳齿板式结构对比图示

降噪型钢模数式伸缩装置的施工流程同模数式

伸缩装置施工流程基本一致,具体施工流程见图 7。

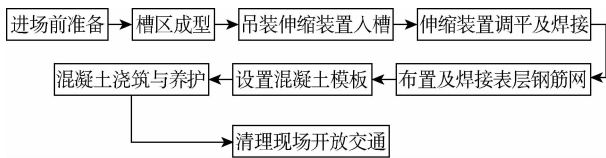
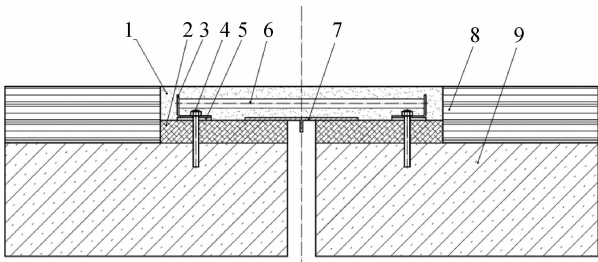


图 7 降噪型钢模数式伸缩装置施工流程

2.2 聚氨酯弹性体无缝式伸缩装置

聚氨酯弹性体伸缩装置是一种使用聚氨酯高弹性体材料对结构预留温度缝进行整体填充的伸缩装置(见图 8),安装后路面无缝,是目前实现桥面无缝化的最佳解决方案。由于无缝存在,可以等同于路面,车轮驶过时无撞击、跳车情况,所以行车舒适性好、降噪效果显著。由于该伸缩装置使用了聚氨酯弹性材料作为填充料,不仅可适应结构的伸缩运动,而且还可以适应弯曲、扭转等更为复杂的变形。该伸缩装置安装时只需要安装少量的结构件,运输十分方便;对结构中预留槽的处理也很简单,安装时使用高分子材料一次浇筑成型,可适应各种复杂形状且不需要专用设备进行加热。可适用于新缝或旧缝安装,具有耐久性好、适应性好、抗渗性好、施工便捷等优点;但其仅适合 0~100 mm 伸缩量的伸缩缝。该伸缩装置的一些典型尺寸见表 1。



注:1-聚氨酯填充体;2-混凝土找平/调高层;3-角钢;4-锚固螺栓;5-垫块;6-稳定元件;7-盖板;8-路面;9-梁体。

图 8 聚氨酯弹性体无缝式伸缩装置结构

表 1 聚氨酯弹性体无缝式伸缩装置典型尺寸 mm

型号	位移量	拉伸量	压缩量	弹性体宽度
TF-10	10	7	3	250
TF-20	20	13	7	300
TF-30	30	20	10	350
TF-40	40	27	13	400
TF-50	50	33	17	450
TF-60	60	40	20	500
TF-70	70	47	23	550
TF-80	80	53	27	650

聚氨酯弹性体无缝式伸缩装置从施工安装角度讲,有效地减小了安装难度,其结构简单、场地适应性强、主料为聚氨酯填充料,后期维护和更换时,难度较型钢大大减小。从开始浇筑到允许通车最多只需 8 h,非常方便快捷,并且对于形状较为复杂的伸缩缝,也非常适用。该伸缩装置的施工流程见图 9。

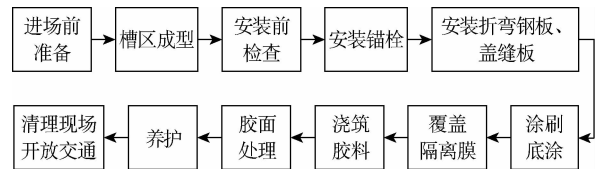


图 9 聚氨酯弹性体无缝式伸缩装置施工流程

3 降噪效果实测分析

3.1 实测对象及方法

本文对降噪型钢模数式伸缩装置的降噪效果做了实测分析,在新建绍诸高速桥梁上分别安装了模数式伸缩装置(160 型)和降噪型钢模数式伸缩装置(160 型),并安排一辆大型车和一辆小型车分别驶过 2 种伸缩装置;图 10 为测试桥梁。杨阳等^[2]认为在进行伸缩缝噪声防治时,应注意 400 Hz 之内的噪声;其范围属于低频噪声,张伟等^[4]认为有必要采用对低频噪声无衰减的 Z 记权声级来测试和评价桥梁噪声;所以本文在实测过程中主要收集不同车型驶过不同伸缩装置的 Z 记权声级。伸缩缝噪声具有突发性特点,属于非稳态噪声,且车辆通过伸缩装置的时间极短;根据噪声规范^[5,6],本文将同时记录车辆驶过伸缩装置的等效连续声级及采用最大声压来进行衡量及评价。

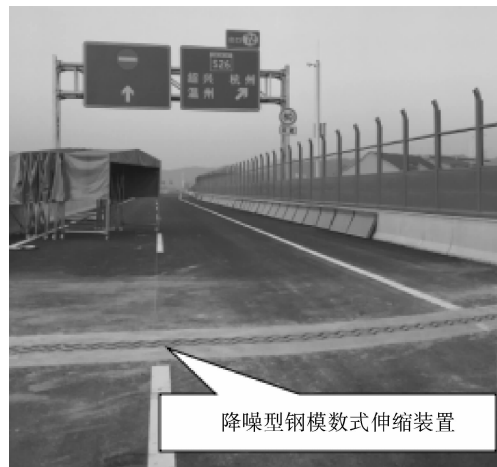


图 10 降噪型钢模数式伸缩装置施工照片

3.2 实测结果

上述不同车辆约以 90 km/h 速度驶过 2 种伸缩装置,利用杭州爱华仪器公司的 AWA6228 型声级计进行实测;将实测噪声数据整理后,绘制了车辆驶过伸缩装置前后一定时段的声压变化曲线,见图 11。

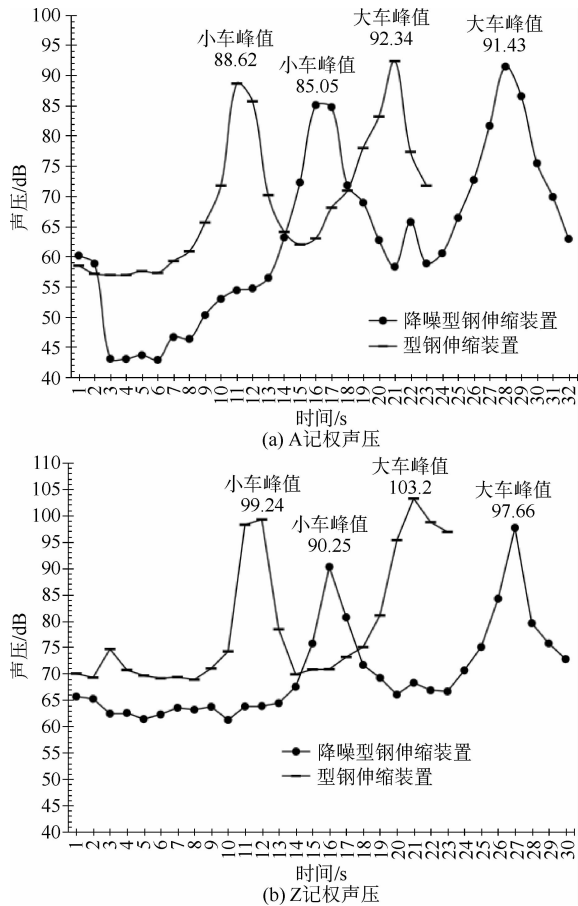


图 11 车辆驶过 2 种伸缩装置的声压变化曲线

由图 11(a)可看出,小型车分别驶过型钢伸缩装置和降噪型钢伸缩装置时的最大声压差距比较明显,达到 3.6 dB 左右;而大型车分别驶过 2 种伸缩装置时的最大声压差距不大,约为 0.9 dB。可见通过 A 记权分析时,降噪伸缩装置对大型车的降噪效果不明显;其原因是,针对大型车,无法从伸缩缝旁的声压时程中明显辨识出车辆通过伸缩缝的时刻,而且伸缩缝跳车造成的声压增大不明显^[2];和测试

人员现场的直观听觉比较相符。从图 11(b)中可以看出,通过无衰减的 Z 记权声级来评价时,小型车驶过 2 种伸缩装置的最大声压差值约 9.0 dB;大型车的最大声压差值约为 5.5 dB。当采用对低频噪声无衰减的 Z 记权评价时,大型车的最大声压差变得十分明显;由此也可以看出,大型车驶过时,主要为低频噪声,其主要来源为发动机噪声。

4 结语

(1)降噪型伸缩装置与模数式伸缩装置相比,有效缓解了车辆驶过时的冲击,对小型车驶过时的噪声有非常显著地降噪效果;但对重型车的降噪效果不明显。

(2)本文给出的聚氨酯弹性体无缝式伸缩装置可有效解决有缝式伸缩装置施工工艺复杂、难度大、施工工期长、维修困难等问题。

(3)本文列出了 2 种适合城市高架桥使用的降噪伸缩装置,其成本会有所上升,但伸缩装置在整个工程投资中的占比较小,成本一定上浮后对整体投资的影响并不大;况且降噪伸缩装置有非常好的降噪效果,其性价比高,在居民对环保要求逐步提升的大环境下,城市道路的噪声控制会越来越严格,因此本文所列出的 2 种降噪伸缩装置具有极好的推广应用价值。

参考文献:

- [1] 石林泽,等. 桥梁伸缩缝噪声实测与影响因素分析[J]. 环境与发展,2017,(6):145-148.
- [2] 杨阳,等. 汽车荷载作用下桥梁伸缩装置噪声的实测研究[J]. 上海环境科学,2017,36(6):242-249.
- [3] JT/T 327-2016 公路桥梁伸缩装置通用技术条件[S]. 北京:人民交通出版社,2016.
- [4] 张伟,等. 基于 34 座桥梁实测的城市桥梁噪声分析[J]. 城市环境与城市生态,2015,28(5):42-46.
- [5] 国家质量监督检验检疫总局. GB 3096-2008 声环境质量标准[S]. 北京:中国环境科学出版社,2008.
- [6] 国家质量监督检验检疫总局. GB 22337-2008 社会生活环境噪声排放标准[S]. 北京:中国环境科学出版社,2008.