

地铁车辆不同速度通过曲线段车内噪声分析

张倩

(呼和浩特市城市轨道交通建设管理有限责任公司 内蒙古呼和浩特 010010)

摘要: 现代化发展过程中社会不断进步, 城市建设加快, 适应时代地铁运营逐渐普及, 很多大城市内会设置多条地铁线路方便人们日常出行, 但是地铁列车运行过程中会产生一定的噪音, 对其噪音进行分析在经过曲线路段时地铁列车内的噪声相对明显。本文对某一具体列车以不同时速运行在曲线路段时产生的噪音进行分析, 通过设计进行实际模拟详细分析了驾驶室和客室的噪音特性了解具体的波谱分布规律, 在此基础上进行频域 A 计权声压级分析, 通过研究了解具体噪音分布特征和变化发展。

关键词: 地铁车辆; 不同速度; 曲线段; 车内噪声; 分析

随着城市现代化发展逐渐加快, 当前城市内的交通也实现了改变, 目前城市地铁逐渐建立并完善, 许多大城市交通的主要工具之一就是地铁车辆。人们在社会中生存, 随着社会文明的进步, 并且受到环境问题、能源问题等影响, 人们逐渐改变过去的意识, 逐渐形成了绿色环保发展意识。人们在日常生活中对交通工具乘坐舒适性要求提升, 而且关注车内噪音, 为了解车内噪音状态, 国内外研究人士针对实际问题进行详细研究, 并进行仿真模拟实验, 主要是对直线段的研究, 在地铁车辆运行过程中通过时速控制利用曲线进行分析。

一、地铁车辆内噪声种类及产生来源分析

地铁列车运行中可能会产生轮轨噪声、车辆附属设备及其车辆运行摩擦产生的噪声。在地铁列车运行中车轮会与钢轨之间有一定的接触, 在车辆行驶作用下引起接触振动导致出现轮轨噪声, 具体分析轮轨噪声出现的原因如下: 第一, 由于钢轨顶面不平, 列车运行车轮踏面不均匀, 相互接触产生摩擦, 或者是线路不平顺导致磨损, 出现滚动噪声。第二, 在钢轨接头部位或者是其他的配件不能密切相连, 导致地铁列车运行时部分运输轨道出现轨枕失效问题, 进而在冲击作用下产生噪声。第三, 地铁运行时受多种因素影响出现不同的路况, 在列车经过曲线比较小的弯曲道路时, 车轮受小半径曲线影响导致出现挤压作用, 双方接触摩擦导致车轮在钢轨上滑动时产生噪声。空调运行导致出现的噪声时地铁列车运行中由于附属设备导致的噪声主要来源。

二、试验设计

本次试验研究选择城市某段正在运行的地铁线路, 而且选择的市区线路段, 就相关数据收集可知本路段的曲线半径在 360 米, 总长度为 420 米, 研究中利用实际运营的 A 型地铁车辆, 本地铁车辆是四动两拖式的每六节为一组, 车辆总长为 19.66 米, 车辆运行过程中利用接触网进行供电, 车辆运行过程中最高速度可以达到每小时 80 千米, 运行过程中所有的路线都是隧道路段。在对本次研究的地铁车辆进行噪声分析时, 主要是根据国家出台的轨道车辆噪声测量规范, 此规范是在 2011 年出台完善的, 根据研究的需要分别

在合适的位置设置噪音测量地点。

实验过程中为了保证科学性需要选定合适的实验设备, 本次研究利用的传感器是丹麦进口的 k4189 型号, 此种传感器的量程在 13kHz 左右上下不差过 7kHz, 除此之外还需要利用传感器前置放大器, 本次的放大器设备也是丹麦进口的 k2671 型号设备, 设备的量程可以达到 49999Hz, 除此之外试验中还需要配备相关的测速雷达、笔记本和信号屏蔽工具等, 在试验过程中利用国外进口的数据采集模块进行数据收集, 整个过程中需要避免信号对噪音的影响。在测量分析时, 需要让地铁车辆分别以不同时速进入到该路段, 通过曲线路段的相关设备收集各项数据, 使地铁车辆在该曲线路段驶离时不再收集各项数据。在测量分析过程中, 需要重复操作, 在本次研究的曲线路段进行多组数据收集, 有效避免测量分析时间中产生的误差, 根据实际情况对数据进行筛分, 保证数据准确可靠性。

三、司机室噪音特性分析

在地铁车辆以不同速度行进到曲线路段时, 根据研究设定的测量点进行信号收集, 进行频域分析, 根据车辆运行时段收集的信号情况了解具体的频率分布特征。由测定信号数据分析可知, 司机室噪音在车辆时速控制在 50 千米/小时时主要是低频成分存在, 也就是此时司机室噪音大多是在 100Hz 以下的, 但是在局部的峰值部分会出现中频噪音, 此时主要是在 360-540Hz 左右, 车辆速度缓慢提升, 在车速控制在每小时 55 千米时, 司机室噪音仍然大部分为低频噪音, 但是此时出现局部峰值会有所延迟, 峰值数值有所增加, 主要在 380-560Hz 范围; 地铁车辆速度提升到每小时 60 千米时, 中频噪音峰值向后延迟幅度比较大, 中频噪音达到 440-690Hz 左右, 从数值上看差异较大, 差异数值目前已经达到低频噪音成分的三分之二左右; 待地铁车辆速度达到每小时 65 千米时, 晟嘉理想湾项目备案资料噪音成分再次变化, 此时中频成分数值达到 460-730Hz 左右, 幅值变化已经达到低频成分, 就目前数据来看内部为 0.38pa。

根据研究分析的波普特性来看, 在地铁车辆速度控制条件下, 运行处其速度比较小时主要是低频成分, 此时内部噪

声在 100hz 以下,分析其主要来源是由于车体板件结构在车辆运行中出现噪音,此时噪音发生的频率是与车辆结构自身固有属性决定的,车速变化影响比较小。此时幅值也有一定变化,随着地铁车辆速度的提升内部板件结构振动逐渐加大,受此影响幅值也会逐渐增大。但是在详细分析时了解到,驾驶室噪音在 65-85hz 时,车速提升噪音幅值变化有所差异,此时幅值是有一定程度下降的。在驾驶室噪音达到 330-820hz 时主要是中频成分,分析主要成分此时主要是由于内部轮轨噪声,再具体原因分析是了解此时的驾驶室噪音主要与波磨波长、车轮阶次和车堵关系较大,就具体数值来看车速明显提升时噪音发生的频率明显提升,而且此时噪声幅值也有明显的上升趋势。

四、客室噪音特性分析

在列车不同行进速度条件下,对地铁车辆进入曲线路段的客室噪音特性进行分析,了解具体测试点的时域信号,再具体分析中了解不同速度下的频率段分布,进行详细的频域解析。经过分析可知,客室噪音特性在地铁车辆行驶在曲线路段时测点产生的波普分布与驾驶室走向基本相同,分析其主要噪音成分,包括 100hz 以下的低频成分也包括 330-820hz 左右的中频成分,而且随着低劣车辆行驶速度的提升,也同驾驶室一样噪声幅值出现变化,在中频部分速度提升与幅值提升是同步的。但是客室噪音特性也与驾驶室有所差异,根据实际数据能量分析客室噪音中频能量相对较大,待地列车车辆行驶速度达到每小时 65 千米之后产生的幅值达到 0.48pa,此时的幅值变化明显较大已经超出了低频范围,就实际噪音成分分析此时已经成为噪音的主要成分。

在进行客室噪音特性和驾驶室噪音特性对比时了解到,车内噪音主要是由车辆自身构造产生的低频成分噪音和轮轨运行振动过程中产生的中频成分噪音,相对来说此时轮轨运行振动过程中产生的中频成分噪音对客室噪音有更大的影响。分析实际原因了解:驾驶室处于整个地列车辆的头部,在运行过程中有隧道内部反射带来的轮轨运行振动过程中产生的中频成分噪音反射比较少,但是处于地列车车辆中部的客室则接受的反射比较多,那么由此接收更多的反射而来的轮轨噪声。

五、A 计权声压级时域分析

为了进一步对地列车运行在曲线路段的噪声进行分析控制,根据实际研究了解司机和客室的 A 计权声压级时域变化,在地铁列车运行的不同速度下对列车运行产生的 A 计权声压信号进行收集过滤,在滤波作用下了解参变参量,通过仔细分析明确各测点的时域特征。地铁列车在曲线路段行驶时,A 计权声压级在司机室内的噪音有明显提升趋势,此时测量点获取的数据明显比直线路段高,而且此时列车运行的速度逐渐加快导致 A 计权声压级不断提升。在地铁列车以每小时 50 千米的速度在曲线路段行驶时,获取司机室

测量点的噪声最大值为 91db(A);在地铁列车以每小时 60 千米的速度在弯曲路段行驶时,获取司机室测量点的噪声明显提升,最大值为 98db(A);在地铁列车以每小时 65 千米的速度在弯曲路段行驶时,司机室测量点的噪声达到最大值为 99db(A),通过与在直线路段列车行驶时司机室的噪声相比相差 25db(A)。在对列车曲线道路行驶时测量分析客室内噪音时了解到整体上是与司机室一致的,变化规律相同但是从数值来看客室内的噪声 A 计权声压级明显较高。在地铁列车以每小时 50 千米的速度在弯曲路段行驶时,客室内测量点的噪声最大值为 94db(A);在地铁列车以每小时 55 千米的速度在弯曲路段行驶时获取客室噪声最大值为 96db(A);在地铁列车以每小时 60 千米的速度在弯曲路段行驶时获取客室噪声最大值为 99db(A);在地铁列车以每小时 65 千米的速度在弯曲路段行驶时,客室测量点的噪声达到最大值为 103db(A),通过与在直线路段列车行驶时客室的噪声相比相差 25db(A)。

总结

由以上论述可知,本次研究对某运行地铁线路 A 行车进行噪声频谱分析,并且后续进行 A 计权声压级时域分析,立足实际详细了解司机室和客室内的噪音特征,在分析时为了了解司机室和客室 A 计权声压级,通过不同时速进行噪声测量,双方数据进行对比,整体上对地铁列车在曲线运行时司机室和客室内噪音分布有明确认识。

研究发现:不论是司机室还是客室内噪音主要是低于 100hz 的低频成分和在 330-820hz 之间的轮轨噪声产生的中频成分;低频成分噪声主要是在列车低速行驶在曲线路段时由于成内部结构的固有属性影响产生的,此时的噪声此时噪声变化与车速之间没有明显相关性,列车运行中的幅值变化会在列车提速运行中导致结构变化相互之间的结构振动增加而有所提升;列车运行司机室和客室内中频噪声成分具有相似分布规律,此时噪声主要是受波长、车轮和速度等因素影响,在地铁列车运行中噪声频率变化受车速影响较大,而且随着车速的提升幅值变化较大呈现出不断提升趋势;地铁列车运行时对司机室和客室内 A 计权声压级时域分析,弯曲路段的 A 计权声压级明显高于直线路段,而且在列车运行速度变化过程中 A 计权声压级不断变化,整体上 A 计权声压级在客室内高于司机室;地铁列车运行在曲线路段时车速控制在每小时 60 千米行进时车内的噪声会明显加大。

参考文献:

- [1]沈恺,蔡浩明,杨建辉.临江深厚粉砂层中 TRD 等厚帷幕隔水效果研究[J].浙江科技学院学报,2020,32(3):232-237.
- [2]李娜娜,许维炳,陈彦江,等.近断层地震作用下曲线桥碰撞效应及影响试验研究[J].振动与冲击,2020,39(12):40-47.
- [3]林国红.例析圆锥曲线中向量共线问题的解决方法[J].理科考试研究(高中版),2020,27(7):24-27.