

汽车噪声的分析与控制

陈超¹, 刘颖²

(1 黑龙江省农垦总局交通局; 2 黑大等级公路管理处)

摘要: 从汽车噪声的种类和评价指标等几方面分析了汽车噪声是怎样产生的, 并阐述了如何对汽车噪声进行控制。

关键词: 汽车噪声; 种类; 评价指标; 控制

中图分类号: U491.9⁺1

文献标识码: C

文章编号: 1008-3383(2007)12-0111-01

近年来, 我国汽车工业的迅速发展, 汽车每年增长率越来越高, 人们对于汽车的舒适性和振动噪声控制的要求也越来越关注。据有关资料表明, 城市 70% 的噪声来源于交通噪声, 而交通噪声主要来源于汽车噪声。汽车噪声干扰人们的正常生活和休息, 严重时甚至影响人们的身体健康。如引起心血管疾病、内分泌疾病等。汽车噪声可使学习效率降低、产品质量下降, 在特定条件下甚至成为社会不稳定的因素之一。所以汽车噪声的控制, 不仅关系到乘坐舒适性, 而且还关系到环境保护。然而一切噪声又源于振动, 振动能够引起某些部件的早期疲劳损坏, 从而降低汽车的使用寿命; 过高的噪声既能损害驾驶员的听力, 还会使驾驶员迅速疲劳, 从而对汽车行驶安全性构成了极大的威胁。所以汽车噪声的控制, 也关系到汽车的耐久性和安全性。因此振动、噪声和舒适性这三者是密切相关的, 既要减小振动, 降低噪声, 又要提高乘坐舒适性, 保证产品的经济性, 使汽车噪声控制在标准范围之内。

1 汽车噪声的种类

产生汽车噪声的主要因素是空气动力、机械传动、电磁三部分。从结构上可分为发动机(即燃烧噪声)、底盘噪声(即传动系噪声、各部件的连接配合引起的噪声)、电器设备噪声(冷却风扇噪声、汽车发电机噪声)、车身噪声(如车身结构、造型及附件的安装不合理引起的噪声)。其中发动机噪声占汽车噪声的二分之一以上, 包括进气噪声和本体噪声(如发动机振动、配气轴的转动、进、排气门开关等引起的噪声)。因此发动机的减振、降噪成为汽车噪声控制的关键。

此外, 汽车轮胎在高速行驶时, 也会引起较大的噪声。这是由于轮胎在地面流动时, 位于花纹槽中的空气被地面挤出与重新吸入过程所引起的泵气声, 以及轮胎花纹与路面的撞击声。

2 汽车噪声的要求

欧洲的法规规定, 从 1996 年 10 月起, 客车的外部噪声必须从 77 dBA 降到 74 dBA, 减少了一半噪声能量, 到本世纪末进一步降低到 71 dBA。日本的法规规定, 小型汽车在今后十年内噪声标准控制在 76 dBA 以下。国内的一些大城市也计划在 2010 年交通干线的噪声平均值控制在 70 dBA 以内。而据国内目前有关资料表明, 国内的大客车的噪声许可值则不得超过 82 dBA, 轻型载货车为 83.5 dBA。由此可见, 我国在车辆噪声控制方面还得狠下工夫。

3 汽车噪声评价指标

主要是指车内、外的噪声值和振动适应性。评价方法可分为主观评价和客观评价。影响汽车噪声主观评价的主要因素是舒适性、响度和确定性, 例如可以利用语义微分法进行主观评价。在客观评价时, 可以采用 PCNM 噪声测量装置测量试验进行分析; 此外模拟技术中的有限元法(FEM)和边界元法(BEM)也被广泛应用。

4 汽车噪声的控制

根据噪声产生和传播的机理, 可以把噪声控制技术分为以下三类: 一是对噪声源的控制, 二是对噪声传播途径的控制, 三是对噪声接受者的保护。其中对噪声源的控制是最根本、最直接的措施, 包括降低噪声的激振力及降低发动机部位对激振力的响应等, 即改造振源和声源。但是对噪声源难以进行控制时, 就需要在噪声的传播途径中采取措施, 例如吸声、隔声、消声、减振及隔振等措施。汽车的减振降噪水平与整车的动力性、经济性、可靠性及强度、刚度、质量、制造成本和使用密切相关。

4.1 发动机的振动与噪声

降低发动机噪声是汽车噪声控制的重点。发动机是产生振动和噪声的根源。发动机的噪声是由燃料燃烧、配气机构、正时齿轮及活塞的敲击噪声等合成的。

(1) 发动机本体噪声: 降低发动机本体噪声就要改造振源和声源, 包括用有限元法等方法分析设计发动机, 选用柔和的燃烧工作过程, 提高机体的结构刚度, 采用严密的配合间隙, 降低汽缸盖噪声。例如在油底壳上增设加强筋和横隔板, 以提高油底壳的刚度, 减少振动噪声。另外, 给发动机涂阻尼材料也是一个有效的办法。阻尼材料能把动能转变成热能。进行阻尼处理的原理就是将一种阻尼材料与零件结合成一体来消耗振动能量。它有以下几种结构: 自由阻尼层结构、间隔自由阻尼层结构、约束阻尼层结构和间隔约束阻尼层结构。它的采用明显地减少了共振的幅度, 加快了自由振动的衰减, 降低各个零件的传振能力, 增加了零件在临界频率以上的隔振能力。

目前, 已有一些国家的专家设计了一种发动机主动隔振系统, 用于减少发动机振动, 以达到降低噪声的目的。

(2) 进气噪声: 进气噪声是发动机的主要噪声源之一, 系发动机的空气动力噪声, 随发动机转速的提高而增强。非增压式发动机的进气噪声主要成分包括周期性压力脉动噪声、涡流噪声、汽缸的亥姆霍兹共振噪声等。增压式柴油机的进气噪声主要来自增压器的压气机。二冲程发动机的噪声源于罗茨泵。对此, 最有效的方法是采用进气消声器。类型有阻性消声器(吸声型)、抗性消声器(膨胀型、共振型、干涉型和多孔分散型)和复合型消声器。将其与空气滤清器结合起来(即在空滤器上增设共振腔和吸声材料, 例 R3238 型)就成为最有效的进气消声器, 消声量可超过 20 dBA。

4.2 底盘噪声

(1) 排气系噪声: 排气系噪声是底盘的主要噪声源, 主要由排气压力的脉动噪声, 气流通过气门座时所发出的涡流噪声, 由于边界层气流的扰动而产生的噪声以及排气口处的喷流噪声所组成。

优化设计性能良好的消声器, 是降低汽车噪声的重要手

(下转第 113 页)

择上尤为重要。多孔沥青粗骨料为 4 75 mm以上的集料,采用 10~15 mm和 5~10 mm两种规格,最大粒径为 16 mm。粗集料形状以方形石为佳,扁平细长的石料容易在铺设时破碎,会降低路面的强度、抗压碎性及抗冲击性。同时要求集料耐久、干净,表面有粘土或灰尘包裹会妨碍沥青的粘附性,加速沥青结构层剥落,使结构松散。

4 2 细集料及填料

多孔沥青细集料为天然砂、人工砂、碎石屑及特殊砂,一般是指 0.075~2.36 mm部分集料。填料要求使用石灰石粉,也可使用质量通过验证的熔渣粉末等材料,用量为 5%左右。为改变骨料与沥青间的粘附性、可掺加水泥、掺加量以占填充料总量的 40%~60%为宜。

4 3 沥青及改性剂

现行工程实际采用较多的是韩国 AH-90 为母体沥青,改性剂为 SBS改性沥青。

4 4 细集料及填料

低噪声沥青的细集料为天然砂、人工砂、碎石屑及特殊砂,一般是指 0.075~2.36 mm部分集料。细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质,并有适当的颗粒级配。细集料的各项技术指标,如表 2所示。

表 2 细集料的各项技术指标

试验项目	试验值	技术要求
表观密度 / (g / cm³)	2.74	2.50
坚固性 / %	5.2	12
含泥量 / %	0.86	3
砂当量 / %	90	60

填料要求使用石灰石粉,也可使用质量通过验证的熔渣粉末等材料,用量 5%左右。为改变骨料与沥青间的粘附性,可掺加水泥,掺加量以占填充料总量的 40%~60%为宜。填料的各项技术指标,如表 3所示。

表 3 填料的各项技术指标

试验项目	试验值	技术要求
表观密度 / (g / cm³)	2.78	2.50
含水量 / %	0.2	1
粒度范围	< 0.6 mm	100
	< 0.15 mm	93.9
	< 0.075 mm	84.7
外观	无团粒结块	无团粒结块
亲水系数	0.57	< 1

由于低噪声沥青混合料中的粗集料含量较多,如果用普通的沥青做低噪声路面的结合料,会造成沥青混合料的感温性差,抵抗车辙、变形的能力差,和易性差等弱点。另一方面,北方地区四季温差变化很大,为了防止沥青路面的早期破坏,提高路面的高低温性能和耐久性,所以采用母体沥青为韩国 AH90 改性剂为 SBS的改性沥青。集料是不同粒径矿物的混合料,集料的物理常数如密度和空隙率等,对其力学性能和组成设计有着重要的作用。

5 结 论

在普通旧沥青路面或其他结构层上铺筑一层很高空隙率的沥青混合料来构造低噪声路面,是降低高等级公路噪声和维修高等级沥青公路由于长期车轮荷载重复作用丧失的表面功能的有效途径,满足维修高等级沥青公路经济性的要求。用于低噪声路面的粗集料应具备足够的抗压碎性、抗磨光性和抗冲击性;细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质,并有适当的颗粒级配;填料要求使用石灰石粉,也可使用质量通过验证的熔渣粉末等材料,用量 5%左右。

收稿日期: 2007-10-21

(上接第 111页)

段之一。优化设计的方法有声学有限元法和声学边界元法,但目前还处于起步阶段。避免消声器的传递特性与振动特性耦合是消声器设计中要重点解决的一个问题。其次,降低排气噪声与提高动力性也是一对矛盾,因为降低排气噪声与降低排气背压对排气管直径的设计有着相矛盾的要求,前者要求有较小的直径,而后者却相反。对此,采用并联流路的双功能消声器,在减小背压和降低气流噪声方面颇为有效。另外,对于发动机排气歧管到消声器入口的一段管路,采用柔性管的减振、降噪效果明显,可降低 7 dB(A)左右。

(2)传动系噪声:传动系噪声来源于变速齿轮啮合引起的振动和传动轴旋转振动。一般采取的措施是:一是选用低噪变速器,二是发动机与变速箱及后桥主减速器等部件与底盘用橡胶垫进行柔性连接,从而达到隔振的目的;三是控制转动轴的平衡度,降低扭转振动。

4 3 电器设备噪声

(1)冷却风扇噪声:冷却风扇是噪声的发生装置,受到护风圈、水泵、散热器及传动装置的影响,但其噪声的产生主要取决于底盘。

(2)汽车发电机噪声:汽车发电机噪声取决于多种来源的效应,这些来源有磁体源、机械和空气动力源。噪声级取决于发电机的磁力和通风系统的结构,以及发电机的制造和

装配精度。

4 4 车身噪声

随着车速的提高,车身的噪声也就越来越大,主要起因是空气动力噪声。因此,提出了如下方案来改善车身噪声:一是对车身进行流线型设计,实现光滑过渡;二是在车身与车架之间采用弹性元件连接;三是进行室内软化,如在顶棚及车身内蒙皮间使用吸声材料。

另外,汽车在高速行驶时,轮胎也是产生噪声的一个来源。实车惰行法已经测得:轮胎的轮距越大,则噪声越大。此外,轮胎的花纹与噪声的产生也有很大的关系,选用有合理花纹的钢丝帘布子午线轮胎是降低轮胎噪声的有效方法。对于轮胎的材料而言,使用更富有弹性且柔软度高的橡胶,就可制造出低噪的轮胎。

4 5 其他措施

对汽车噪声的控制,除了在设计上使用优化方法和零件的优化选用以外,还可以对噪声进行主动控制。这就是以声消声技术,原理是:利用电子消声系统产生与噪声相位相反的声波,使两者的振动相互抵消,以降低噪声。这种消声装置采用极其先进的电子元件,具有优异的消声效果,可用于降低车内噪声、发动机噪声,还可以用于主动发动机支撑系统,以抵消发动机振动噪声。

收稿日期: 2007-10-15