减震橡胶支座的技术改进

郑文博, 吴文彪
(北京橡胶工业研究设计院, 北京 100039)

摘要: 介绍了减震橡胶支座的技术水平和发展趋势及其在楼房建筑减震方面的应用。指出减震橡胶支座在结构方面更趋于多类型减震支座的兼容设置; 橡胶选择上向多胶种并用发展; 粘合剂选择上更强调特殊性和针对性。产品结构上出现了 LRB 叠层橡胶件。LRB 叠层橡胶件与空气弹簧组成的三维系统减震件有很好的防震效果。

关键词: 减震; 粘合; 叠层橡胶件
中图分类号: TQ336.4+2 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2001)12-0728-03

减震橡胶支座是在高层建筑、铁路和桥梁上使用的一种新型弹性支座, 是建筑"基础防震"的主要构件。世界各国对减震橡胶制品的胶料配方、结构设计、测试方法和制造技术都进行了大量研究。我国目前减震橡胶支座的研究和应用主要侧重于桥梁建筑, 在楼房建筑方面还未能广泛应用。

在此, 就楼房减震橡胶支座技术的改进做一介绍。

1 结构设置

传统的减震橡胶支座分为普通格板式、聚四氟乙烯面板式和盆式 3 种类型, 这 3 种类型的减震橡胶支座因各具特点而被应用于不同场合[1]。

建筑物通常具有不同的外观和内在结构, 可能需要设置不同类型的橡胶支座, 因此这 3 种类型所组成的综合结构是一个值得关注的问题。但这 3 种类型因结构和应用上存在差异, 就造成整体外形及工艺设计和实施上的繁琐化, 如果能从工艺上把诸如分布粘合等方面作一些调整, 就有可能减少一些不必要工序, 并达到相异类型的"兼容"设置。另外, 不同结构的协调安装还要依赖于建筑力学和防震理论的交叉作用和限制[2]。

作者简介: 郑文博(1976-), 男, 辽宁盖洲人, 北京橡胶工业研究设计院助理工程师, 学士, 主要从事橡胶制品研发工作。

2 配方调整

减震橡胶支座所选用的材料主要有 NR, CR 和 EPDM。这 3 种橡胶制造的减震橡胶支座各具优缺点(可参见《橡胶工业手册》相关章节), 因此这 3 种胶料的混合应用是研究和发展的方向。就单一胶种而言, 从经济性和物理性能方面考虑, NR 仍为主要选择。

选择 NR 单一胶种时可采用的硫化体系主要有两类: 一是硫黄硫化体系, 其交联键为多硫键, 硫化胶具有强度高、弹性好的特点; 二是硫给予体体系, 其交联键多为碳-碳键, 硫化胶具有形变性好、动态性能好而弹性差的特点。由于减震橡胶支座属厚制品, 尺寸大、胶层多, 因此硫化体系对生产工艺性能、胶料性能和产品整体性能影响极大, 选择不当则会导致胶料内、外硫化程度不一致。目前国内虽然也开始采用两种体系并用的方式, 但是, 以何种形式和比例并用能使胶料的静、动态性能均达到良好状态还有待于进一步研究[3]。

胶层硬度是减震橡胶支座刚性要求的重要参数。作为对胶料硬度影响较大的补强剂, 炭黑的选择目前仍存在一些问题。瓦斯槽法炭黑硫化胶拉伸强度高、扯断伸长率和压缩永久变形大、弹性差; 半补强炭黑硫化胶压缩永久变形小、弹性好、拉伸强度低; 高耐磨炭黑硫化胶拉伸强度高、耐磨性好。为克服目前选择单一品种炭黑导致的胶料性能缺陷, 可采用两种甚至

两种以上的炭黑并用, 以满足减震橡胶支座强度高、扯断伸长率大和压缩永久变形小的要求。

3 粘合

减震橡胶支座是橡胶与金属相互粘合的产品, 若钢板与橡胶粘合性差, 橡胶支座在承压变形时就会发生不均匀性层间位移, 甚至脱离束缚造成失稳; 若粘合性能过高, 剥离试验中试样会出现混合破坏现象(即钢板和胶层的粘合力与胶层内震力相当), 使钢板与胶层在试验中发生扭转变形, 掺杂断裂[4]。

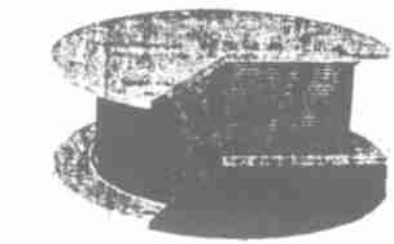
从防震检测机构了解到, 目前橡胶减震支座在胶层和钢板的粘合方面仍存在一定问题。因此选择适合的粘合剂和粘合工艺是今后的研究重点。

橡胶和金属表面性质差异较大, 难以直接粘合, 必须使用粘合剂。用于橡胶和金属硫化粘合的粘合剂必须对金属有很强的吸附力和浸润性, 在硫化过程中易于在橡胶表面扩散和渗透, 并对橡胶有很强的化学交联活性。此类粘合剂主要由含卤聚合物弹性体、粘合促进剂和偶联剂等组成。含卤聚合物弹性体、多异氰酸酯-硅烷加成物和多亚硝基芳香化合物等组成的粘合剂就是优异的橡胶-金属硫化粘合剂, 但它作为单组分胶液, 储存稳定性不太好, 储存期较短。对亚硝基苯酚封闭的多异氰酸酯高温下具有较高的硫化活性, 而且储存稳定性也好, 是可优先考虑的新型粘合剂[5]。

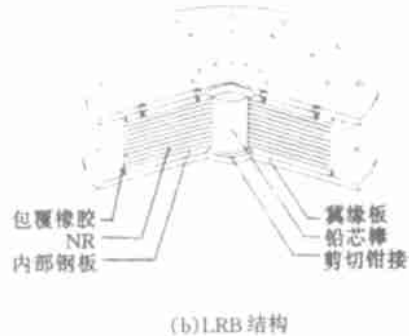
此外, 不同的硫化体系对 NR 的粘合性能也会造成一定的影响, 也是要考虑的因素之一。开姆洛克橡胶与金属热硫化型粘合剂、沈阳工业橡胶制品厂生产的三环牌橡胶用热硫化胶和德国拜耳公司以高分散聚氨酯(HDI)三聚物为基础的聚氨酯分散体开发出的交联异氰酸酯都是不错的选择。杜邦公司在水基产品研制方面一直处于领先地位, 其氯丁胶乳水基胶、水基聚氨酯胶粘剂、水基环氨分散体系也主要应用于建筑粘合, 可供选择和参考。总之, 粘合剂目前的发展状况是多元、复杂的, 不同的体系环境和工艺要求决定了粘合剂的选择要有不同的范围和方向, 从而表现为粘合剂选择方面的特殊性和针对性。

4 建筑系统的辅助改进

叠层橡胶件是目前建筑上使用得最多的一种减震橡胶支座。它是利用叠层橡胶材料制成的圆柱状减震制品, 是板式的一种。传统减震件结构如图 1(a)所示; LRB 是一种改进型的叠层橡胶件, 它是在传统叠层橡胶件中再配以高纯度铅芯棒制成的一种改进型减震叠层橡胶件[结构如图 1(b)所示]。其中的铅芯棒被封在叠层橡胶材料的中心部位。铅芯棒的刚性对建筑物起到一定的支撑作用。地震时, 铅芯棒可通过塑性变形吸收大量能量, 对振动表现出良好的阻尼衰减功能; 震后, 由于铅在常温下的再结晶特性, 又可表现出良好的变形恢复能力, 从而使建筑物很好地复位, 铅芯棒截面积的大小可以任意设定, 衰减效能设计的自由度还是较大的。试验表明, 外径为 1 100 mm、铅芯棒直径为 180 mm、橡胶层总厚度为 240 mm 的 LRB, 在振幅为 50 ~ 480 mm 时均具有良好的线性变形能力。



(a)传统叠层件



(b)LRB 结构

图 1　叠层减震橡胶件结构

LRB 的尺寸设计十分讲究, 中心孔径过大会造成内层胶过度变形, 过小会导致其支撑失

稳,从而造成对整体物理因素影响表现明显。由尺寸等因素决定的一次形状系数和二次形状系数是 LRB 设计中的重要参数。相关理论及计算公式已相当完备和齐全,相关产品也得到了试验和实用的检验。

三维减震地板是受机车减震系统的启发而开发出来的,它由减震叠层橡胶件与空气弹簧等元件联合构成。其中空气弹簧缓冲来自垂直方向的振动,减震叠层件缓冲来自水平方向的振动,从而构成一个三维减震体系,其内部结构参见图 2。

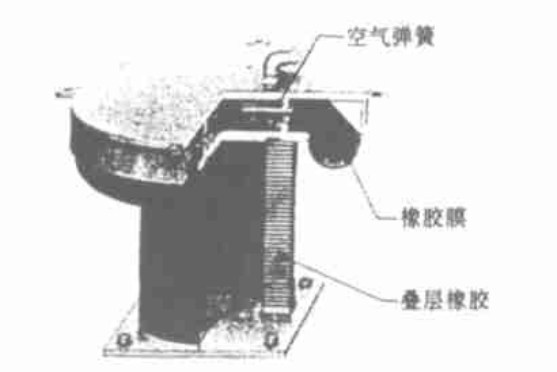


图 2 三维系统减震件结构

以往的减震系统无法保证做到地震时计算机不损坏、不停机、不丢失数据,而新的三维减震系统可以把振动强度控制在使计算机安全运转、数据不丢失的振动强度警戒线——250 gal 以下。就日本石川岛维和重工业公司安装的一套三维减震系统情况来看,此系统能较好地缓冲振动。当载荷达到 5 t 时,其水平方向上的固有周期为 1.4 s,垂直方向上的固有周期为 1 s(通常地震主频周期为 0.2~0.5 s),其水平方向上的最大允许变形量为 200 mm,而垂直方向上的最大允许变形量为 50 mm,三维减震系统的水平度是由水平检测元件测定后,再由控制系统操纵给排气系统对空气弹簧的气压进行调整来实现的。

5 结语

减震橡胶支座近年来发展较快,相关理论研究和产品的实际应用都达到了一定的水准,也积累了很多经验。然而,新问题也会不断出现,技术也要不断进步。目前,在提高衰减性方面,正在探讨通过改变胶料配方来提高聚合物粘滞性的方法,例如,在 NR 中配以分子运动性更差、玻璃化温度更高的聚合物,如 SBR(丁二烯质量分数 0.25,T_g 为 -59 ℃,而 NR 的 T_g 为 -75 ℃)或是配以软化点更高的树脂以及通过调整炭黑等配合剂的方式来提高材料的整体衰减功能。总之,减震橡胶支座技术问题的探索仍在继续。

参考文献:

[1] 多田英之,高山峰夫. 关于隔震结构的实践研究[M]. 程永新译. 沈阳:化工部沈阳橡胶工业制品研究所,1986.15.

[2] 宇佐美尼雄,大石不二夫. 橡胶材料选择与使用指南[M]. 霍志人译. 北京:机械部抗震研究室,1987.168-177.

[3] Freakley P K, Payne A R. Theory and practice of engineering with rubber[M]. London: Applied Science Published Ltd., 1918: 10-100.

[4] 唐家祥,刘再华. 建筑结构基础隔震[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1993.32.

[5] 曾德民,苏经宇. 建筑隔震技术的发展和应用概况[A]. 基础隔震技术与应用[C]. 北京:中国建筑研究院抗震所,1993.34-35.

收稿日期:2001-06-16

国内外简讯 2 则

△北京北化新橡科技发展有限公司近期成功开发出高性能印刷胶辊全套生产技术。通过采用优化配方、先进挤出缠绕工艺和精密后加工设备,该套技术可生产出各项性能达到国外同类产品水平的印刷胶辊。该胶辊回弹性好,耐磨、耐油、耐酸碱、耐乙醇及耐其它溶剂性能优异,后加工精度高,匀水、匀墨性能优良,高速印刷效果极佳,产品合格率超过 95%。目前,该套胶辊生产技术正在推广之中。

(北京化工大学 冯予星供稿)

△双箭橡胶集团有限公司通过电子商务平台与国际胶带营销公司签订了价值 60 多万元的橡胶输送带产品协议,且今后每年向其提供 100 多万美元的产品。

(本刊讯)