

半沙漏橡胶弹簧低温性能研究

陈灿辉, 陈文海, 陈 平, 程海涛, 刘建勋

(株洲时代新材料科技股份有限公司, 湖南 株洲 412007)

摘要:对轨道车辆二系半沙漏橡胶弹簧的低温性能进行研究。结果表明:半沙漏橡胶弹簧低温下的垂向切线刚度变化率受垂向预载影响明显,且小于动刚度变化率;横向静刚度受温度影响较大,与是否预载关系不大;为了更接近实际情况,产品低温试验必须在有预载的情况下进行;橡胶制品在低温下的刚度性能恢复能力取决于制品厚度及受载方式;低温状态下车辆的舒适性下降,但随着车辆的运行,橡胶制品在振动状态下逐渐恢复弹性。

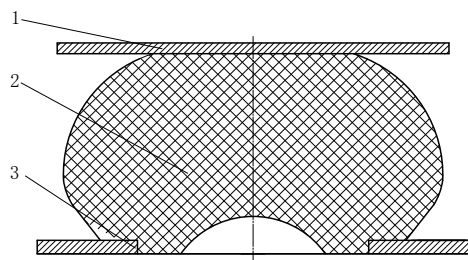
关键词:半沙漏橡胶弹簧;低温性能;刚度

中图分类号:U463.33+4.5;TQ336.4+2

文献标志码:B

文章编号:1000-890X(2011)11-0687-04

半沙漏橡胶弹簧(见图 1)具有良好的垂向和水平方向形变能力,现已广泛应用于各机车转向架上,起一系、二系的减震作用。



1—上板;2—橡胶;3—下板。

图 1 半沙漏橡胶弹簧示意

橡胶的耐寒性可定义为在规定的低温下保持其弹性和正常工作的能力。许多橡胶制品经常需要在较低的环境温度下进行工作,但硫化胶在低温下由于松弛过程急剧减缓,硬度、模量和分子内摩擦增大,弹性显著降低,致使橡胶制品的工作能力下降,特别是在动态条件下尤为突出^[1]。

在实际运行时,半沙漏橡胶弹簧的环境可能处于低温状态。为保证车辆的舒适性和安全性,客户常常要求对低温下弹簧的刚度进行测量,并得出常、低温下刚度变化率。而列车在实际运行前,往往先将空气弹簧充气,将车辆停放一段时间,如果此时环境温度很低(冬季),则半沙漏橡胶

弹簧一直处于受空载的低温环境,将影响其刚度性能。为研究低温对半沙漏橡胶弹簧性能的影响,本工作试制了用作二系空气弹簧的半沙漏橡胶弹簧产品和相应胶料试样,研究胶料和产品在低温环境下性能的变化规律。

1 实验

1.1 胶料低温性能试验

按照 ISO 7619.2—2004《硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法》压制出标准胶料试样后,停放 24 h,然后分别在各测试温度下放置 2 h,立即测试试样的硬度变化情况。

1.2 半沙漏橡胶弹簧低温性能试验

按照 EN 13597—2003《铁路应用 橡胶悬挂元件 空气悬挂弹簧》进行半沙漏橡胶弹簧低温刚度性能试验。产品 A 垂向预载 30 kN 的力,产品 B 处于自由状态。

1.2.1 垂向切线刚度

在 0.1 Hz 的频率下,将载荷从零加载至 100 kN,循环 3 次,取第 3 次的试验曲线,同时计算 30 和 40 kN 下的切线刚度。

1.2.2 垂向/横向点对点静刚度

在 30 kN 的垂向载荷下,以 0.1 Hz 的频率,沿垂向以±4.5 kN 或沿横向以±5 mm 的振幅分别循环 3 次,取第 3 次的循环曲线计算刚度值。

1.2.3 垂向点对点动刚度

在 30 kN 的垂向载荷下,以 1 Hz 的频率、

作者简介:陈灿辉(1977—),女,湖南岳阳人,株洲时代新材料科技股份有限公司高级工程师,硕士,主要从事空气弹簧系统的研究工作。

±4.5 kN 的振幅循环 3 次,取第 3 次的循环曲线计算刚度值。

2 结果与讨论

2.1 胶料的低温性能

温度对胶料邵尔 A 型硬度的影响见图 2。

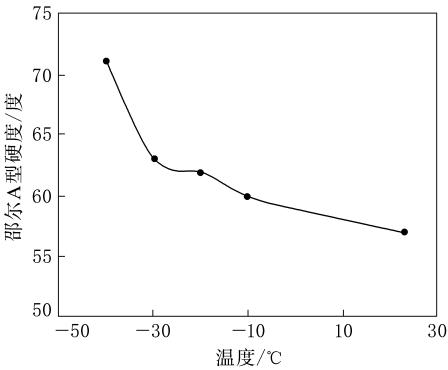


图 2 温度对胶料邵尔 A 型硬度的影响

从图 2 可以看出,温度对胶料邵尔 A 型硬度影响很大,特别是在温度低于-35℃时,胶料的邵尔 A 型硬度急剧增大。半沙漏橡胶弹簧所用橡胶为 NR,其玻璃化温度(T_g)为-72℃,但 NR 是一种结晶性橡胶,橡胶结晶过程和玻璃化不同,结晶过程需要一定时间,当其他条件相同时,弹性丧失的速度和程度与持续的温度和时间有关^[2]。结晶性橡胶在低温下工作能力降低短则只需几个小时,长则需几个月,因橡胶种类不同而存在差异。因此,结晶性橡胶耐寒性能不能只凭试样在低温下短时间内的性能变化参数,如 T_g 或脆性温度判定,而需要重点考虑其在低温下长时间使用期间结晶过程的发展变化。

2.2 半沙漏橡胶弹簧的低温性能

2.2.1 预载的影响

为了解预载对半沙漏橡胶弹簧刚度变化的影响,分别进行了垂向切线刚度、垂向/横向点对点静刚度和垂向点对点动刚度试验。

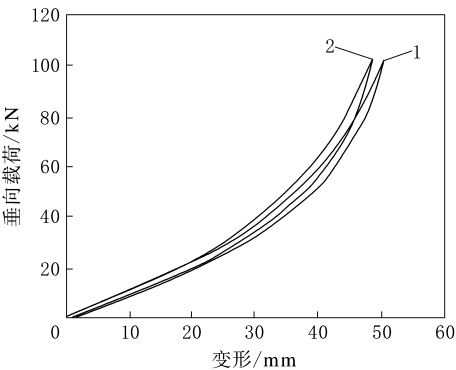
2.2.1.1 垂向切线刚度

将产品 A 和 B 在常温(23℃)下停放 12 h 进行垂向切线刚度试验,然后在-15℃下停放 12 h 再次进行试验,结果如表 1 所示。产品 A 的垂向切线刚度试验曲线如图 3 所示。

从表 1 和图 3 可以看出,低温环境下,一直处

表 1 垂向切线刚度试验结果

项 目	产品 A		产品 B	
垂向载荷/kN	30	40	30	40
切线刚度/(kN·mm ⁻¹)				
23℃	1.494	1.958	1.421	1.956
-15℃	1.632	2.097	1.446	1.977
刚度变化率/%	9.24	7.10	1.76	1.07



温度/℃:1—23;2—15。

图 3 产品 A 垂向切线刚度试验曲线

于预载状态的产品垂向切线刚度变化率比没有预载的产品高。橡胶的结晶主要有 3 个影响因素:温度、应变和时间。该试验进一步说明,橡胶应变会促使橡胶结晶的发生^[3]。为了更接近实际运行情况,建议采用空车预载方式进行试验。

2.2.1.2 垂向/横向点对点静刚度

垂向和横向点对点静刚度试验结果如表 2 所示。

表 2 垂向和横向点对点静刚度试验结果

项 目	产品 A	产品 B
垂向点对点静刚度/(kN·mm ⁻¹)		
23℃	1.690	1.641
-15℃	1.862	1.715
刚度变化率/%	10.18	4.51
横向点对点静刚度/(kN·mm ⁻¹)		
23℃	0.340	0.315
-15℃	0.376	0.348
刚度变化率/%	10.59	10.48

从表 2 可以看出,垂向点对点静刚度变化率受预载情况影响很大,而横向点对点静刚度变化率几乎不受预载的影响,但受温度的影响。

2.2.1.3 垂向点对点动刚度

垂向点对点动刚度试验结果如表 3 所示。
从表 3 可以得出,有预载的半沙漏橡胶弹簧

表 3 垂向点对点动刚度试验结果

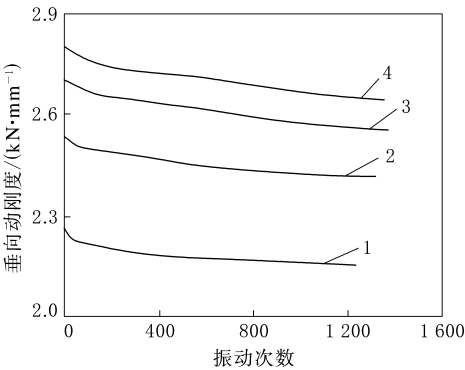
垂向点对点动刚度/(kN·mm ⁻¹)	产品 A	产品 B
23 ℃	1.864	1.809
-15 ℃	2.335	2.010
刚度变化率/%	25.27	11.11

1 Hz 下的垂向动刚度变化率为 25.27%，没有预载时垂向动刚度变化率仅为 11.11%。

垂向预载工况下产品低温垂向刚度变化率明显高于自由状态，这是由于产品在低温下保持 12 h 后，内部已经结晶，分子间发生了定向排列，自由状态的产品在加载过程中破坏了结晶，因此产品的低温试验必须在有预载的情况下进行。

2.2.2 振动次数对垂向动刚度的影响

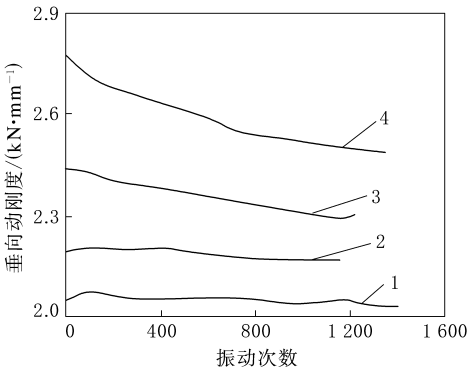
根据实际经验，随着弹簧振动次数的增加，其垂向刚度会有所下降，振动到一定次数后，刚度基本稳定。为了获得刚度稳定时的振动次数，在垂向点对点动刚度试验基础上增加振动次数，以一定的振动次数为间隔，继续循环至刚度变化平缓为止，记录刚度随循环次数的变化情况。振动次数对产品 A 和 B 垂向动刚度的影响如图 4 和 5 所示。



温度/℃：1—5；2—-15；3—-25；4—-35。

图 4 振动次数对产品 A 垂向动刚度的影响

从图 4 和 5 可以看出，当振动次数为 200 时，产品的垂向动刚度变化很大，且温度越低，垂向动刚度降幅越大。当振动次数达到 1 200 后，产品的垂向动刚度基本稳定。因此，车辆在冬季安装停放后，刚运行时的舒适性要差些；如果对车辆进行相关的动力学试验，建议在车辆运行一定里程后再开始，以消除橡胶悬挂元件低温刚度增大的影响。此外，试验数据表明动刚度变化率不超过 10%。



注同图 4。

图 5 振动次数对产品 B 垂向动刚度的影响

2.2.3 温度对垂向动刚度的影响

半沙漏橡胶弹簧垂向动刚度主要受胶料硬度的影响，而胶料硬度则受温度的影响^[4]。为了解温度对产品刚度的影响，将产品 A 和 B 放入高低温箱内，温度依次为 23，-5，-15，-25 和 -35 ℃，每个温度下保持 12 h。再根据垂向点对点动刚度试验方法进行测试，结果见图 6。

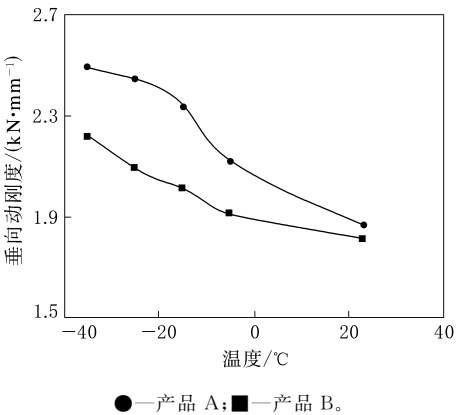


图 6 温度对产品垂向动刚度的影响

从图 6 可以看出，半沙漏橡胶弹簧产品垂向点对点动刚度在 -15 ℃ 左右下降最明显，而相应胶料硬度则在 -35 ℃ 左右变化最显著（见图 2），这主要是由于半沙漏橡胶弹簧为厚橡胶制品，只在低温环境中放置 12 h，其橡胶分子结晶程度小于胶料薄试片在低温环境中放置 2 h 的结晶程度，因此产品低温试验温度保持时间应适当延长。

3 结论

(1) 低温下半沙漏橡胶弹簧的垂向切线刚度变化率受垂向预载的影响明显，且明显小于垂向

动刚度变化率;横向静刚度受温度影响较大,与是否预载关系不大。

(2)为了更接近实际情况,半沙漏橡胶弹簧的低温试验必须在有预载的情况下进行。

(3)橡胶制品在低温下的刚度性能恢复能力取决于制品厚度以及受载方式。

(4)低温状态下车辆的舒适性下降,但随着车辆的运行,橡胶制品在振动状态下逐渐恢复弹性。

参考文献:

- [1] 张殿荣,辛振祥.现代橡胶配方设计[M].2版.北京:化学工业出版社,1990:190-201.
- [2] 龚积球,龚震震,赵熙雍.橡胶件的工程设计及应用[M].上海:上海交通大学出版社,2003:103-109.
- [3] 户原春彦.防振橡胶及其应用[M].北京:中国铁道出版社,1982:19-21.
- [4] 郑华.选用橡胶低温试验方法 保证机车车辆橡胶制品的可靠性[J].铁道机车车辆,2005(5):16-18.

收稿日期:2011-05-20

SR 价格赶超 NR

轮胎企业收入大增利润猛降

中图分类号:TQ332;TQ333;F27 文献标志码:D

SR 价格大幅上涨,已经严重影响了轮胎企业的经营效益。中国橡胶工业协会轮胎分会 2011 年 8 月 23 日公布的统计数据显示,1—7 月,44 家会员企业在销售收入同比增长 22.4% 的情况下,利润总额却同比下降了 14.2%。行业整体利润率已降至 2%。

轮胎生产的主要原材料 SBR 和 BR 等 SR 价格快速上扬,行情已接近或超过 NR。对部分主要轮胎生产企业的调查显示,2011 年 1—7 月,特别是 7 月,SBR 和 BR 价格大幅上涨。其中,7 月 SBR1502(非油级)的采购价格为 32 500 元(吨价,下同),SBR1712(充油级)为 28 900 元,BR9000 为 33 400 元。SBR 价格同比上涨近 1 倍,BR 价格同比上涨约 70%。进入 8 月以来,SR 价格继续上涨,BR 已涨至 35 000 元。

在经历了年初 NR 价格大幅上涨的行情后,现在轮胎企业又要面对 SR 价格大幅上涨的巨大压力,这对轮胎企业正常的生产经营构成新的威胁。据一家大型轮胎企业反映,2011 年 1—7 月,该公司 SR 平均采购价格同比上涨 44.6%,成本增加 7.23 亿元。其中,7 月采购价格同比上涨 73.7%,成本增加 1.6 亿元。预计全年 SR 采购成本将增加 12.67 亿元。另一家大型轮胎企业也反映,2011 年 1—7 月,SBR1502,SBR1712 和 BR9000 的采购价格分别同比增长 68.3%,63.9% 和 52.4%,预计全年 SR 成本将增加 5.18 亿元。

业内人士分析,SR 价格大幅上涨,除了近期丁二烯原料紧张的因素外,价格垄断和人为炒作

也是重要原因。近 1 个月以来,丁二烯价格已经下降,但 SR 价格却迟迟未能回落。

为此,轮胎企业希望国家有关部门尽快采取有力措施抑制 SR 价格快速上涨势头,使其回落到正常水平,以保证轮胎企业正常的生产经营。

(摘自《中国化工报》,2011-08-25)

一种用于离子膜电解槽上的橡胶垫片

中图分类号:TQ336.4⁺1 文献标志码:D

由江阴市宏泽氯碱设备制造有限公司申请的专利(公开号 CN 101792912A,公开日期 2010-08-04)“一种用于离子膜电解槽上的橡胶垫片”,涉及的橡胶垫片配方为:EPDM 100,炭黑和白炭黑 70~100,过氧化二异丙苯 0.9~2.5,氧化锌和/或硬脂酸 2~5,2-巯基苯并咪唑和/或酮胺类防老剂 1~2,环烷油、石蜡油和萘烯树脂 8~15,硅烷偶联剂 1~3。该发明通过改进橡胶垫片的化学成分,使其使用寿命延长数倍。

(本刊编辑部 马 晓)

密封垫圈

中图分类号:TQ336.4⁺1 文献标志码:D

由青岛开世密封工业有限公司申请的专利(公开号 CN 201539570U,公开日期 2010-08-04)“密封垫圈”,涉及的密封垫圈克服了现有密封垫圈在较大的挤压力作用下易产生破损的缺陷,该垫圈包括骨架和橡胶体,橡胶体外圈表面与骨架连接,对应的内圈表面的中心部位设有环形凹槽。该设计改善了密封垫圈压缩后的状态,有效地防止了垫圈破损,提高了垫圈的密封效果。

(本刊编辑部 马 晓)