

# 非恒温状态下时间和温度对 NR 锥型减震器挠度的影响

杨维坚, 毛鲲鹏

(铁道部科学研究院 金属及化学研究所, 北京 100081)

**摘要:** 探讨了非恒温状态下时间和温度对 DF4 型内燃机车柴油机减震系统的 NR 锥型减震器(简称减震器)挠度的影响。在非恒温状态下, 减震器存放时间越长, 挠度值越大; 考察减震器挠度变化(挠度值与基准值的差值)的温度宜采用累计平均温度, 不宜采用测试当日温度; 减震器挠度变化与累计平均温度有对应关系, 温度高于  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  时, 减震器挠度变化的幅度较小, 温度低于  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  时, 减震器挠度变化的幅度较大; 温度对减震器挠度的影响存在时间效应。

**关键词:** 锥型减震器; NR; 挠度; 时间; 温度; 非恒温状态

**中图分类号:** T Q336. 4<sup>+</sup>2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-890X(2001)10-0609-03

锥型减震器是 DF4 型内燃机车柴油机减震系统的主要配件之一, 安装在柴油机底座的 4 个支脚上, 起着吸收柴油机工作时产生的脉冲和振动作用。为保证柴油机平稳运行, 减震器应有适宜的挠度值(变形量)。目前各机车工厂对减震器挠度的具体要求是, 在负荷为 68.6 kN 时, 减震器的挠度值为 9~13 mm。为保证同一机车上 4 个减震器的挠度值相当, 减震器的挠度值范围一般分为 9~10, 10~11, 11~12 和 12~13 mm 四档。

由于条件限制, 减震器不能在恒温下工作, 因此本课题探讨了非恒温状态下时间和温度对 NR 锥型减震器(简称减震器)挠度的影响。

## 1 实验

### 1.1 试样选取

随机抽取初次检测挠度值在 9~10, 10~11 和 11~12 mm 的减震器各 10 个作为 A 类、B 类和 C 类试样。

### 1.2 试验装置和方法

试样挠度值的测试装置如图 1 所示。测试

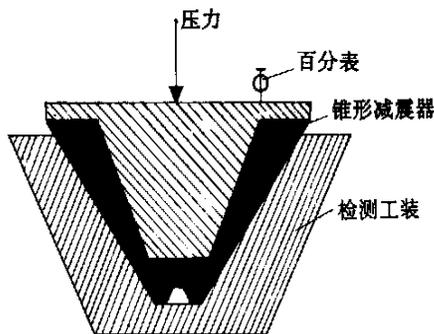


图 1 减震器挠度值的测试装置

方法为: 将减震器放入检测工装后, 用 75 kN 的压力预压两次(两次预压间无停留时间), 卸压后在无压状态下让减震器弹性恢复 3 min, 然后加压至 0.1 kN(作初始压力), 记录百分表读数, 再加压至 68.6 kN, 记录百分表读数, 两次读数的差值即为挠度值。

## 2 结果与讨论

### 2.1 时间对减震器挠度的影响

时间对减震器挠度的影响见表 1。表中的累计平均温度是指上次测试到本次测试之间的平均温度, 10 月 12 日的累计平均温度是从 10 月 1 日起计算的; 挠度变化为挠度值与基准值(10 月 12 日的挠度值)的差值。结合图 2 中 10 月份的温度变化曲线看, 截止到 10 月 28 日, 除

作者简介: 杨维坚(1963-)男, 广东梅县人, 铁道部科学研究院工程师, 工学学士, 从事铁路机车车辆及线路用橡胶制品的研究。

表 1 1999 年 10 月份不同时间的挠度测试结果

试样号	测试时间和累计平均温度		测试时间和累计平均温度		测试时间和累计平均温度	
	10月12日, 16.5℃(15.1℃*)	挠度变化/mm	10月15日, 12.7℃(9.5℃*)	挠度变化/mm	10月28日, 12.3℃(3.5℃*)	挠度变化/mm
A 类试样						
1	9.20	0	10.00	0.80	9.50	0.30
2	9.00	0	9.30	0.30	9.50	0.30
3	9.90	0	10.40	0.50	10.40	0.50
4	9.90	0	9.80	-0.10	10.00	0.10
5	9.20	0	9.20	0	9.40	0.20
6	9.50	0	9.70	0.20	9.90	0.40
7	9.70	0	9.90	0.20	10.00	0.30
8	9.30	0	9.80	0.50	9.20	-0.10
9	9.60	0	9.60	0.00	9.80	0.20
10	9.50	0	9.20	-0.30	10.30	0.80
B 类试样						
11	10.20	0	10.20	0	10.20	0
12	10.60	0	10.90	0.30	11.50	0.90
13	10.10	0	10.10	0	10.60	0.50
14	10.40	0	10.80	0.40	10.50	0.10
15	10.10	0	10.50	0.40	10.50	0.40
16	10.30	0	10.10	-0.20	10.30	0
17	10.90	0	11.40	0.50	11.40	0.50
18	10.40	0	11.20	0.80	11.00	0.60
19	10.30	0	11.10	0.80	10.60	0.30
20	10.60	0	11.40	0.80	11.50	0.90
C 类试样						
21	11.10	0	10.90	-0.20	11.10	0
22	11.20	0	11.50	0.30	11.40	0.20
23	11.10	0	11.50	0.40	11.70	0.60
24	11.10	0	11.20	0.10	11.20	0.10
25	11.20	0	11.20	0	11.30	0.10
26	11.00	0	11.30	0.30	11.30	0.13
27	11.10	0	10.90	-0.20	11.90	0.80
28	11.10	0	11.60	0.50	11.40	0.30
29	11.20	0	10.90	-0.30	11.40	0.20
30	11.00	0	11.40	0.40	12.10	1.10
平均值	10.33	0	10.57	0.24	10.70	0.37

注: \*当日温度。

10月15日、10月16日两天的温度有所下降外(8~9℃),测试期间的温度变化平缓,略呈下降趋势。从测试当日的温度看,3次试验温度依次明显下降。一般来说,橡胶制品的挠度值是随温度的降低而减小的,但从表1的数据来看,从10月12日第1次测试到10月28日的第3次测试,减震器的挠度值是呈增大趋势的,增大的幅度为0.2~0.4mm。这说明存放时间对减震器的挠度有直接影响。可以这样认为,减震器在硫化后的较长时间内存在一个挠度值上升期,然后再过渡到挠度值稳定期。出

现这种现象的原因是减震器硫化完毕后,其橡胶分子中还是一些不稳定的交联键,这些不稳定的交联键会在较长时间内发生断键重组现象,使减震器交联密度降低,挠度值增大。另外,外力的作用也会对橡胶分子链结构产生影响,使硫化过程中的减震器交联密度不均,出现局部应力集中问题,导致减震器在受外力作用时橡胶分子中的弱键断裂,使减震器的交联密度减小,挠度值增大。

针对这些原因,后面的试验采用1999年10月份3次挠度值的平均值作基准值。

## 2.2 温度对减震器挠度的影响

温度对减震器挠度的影响很大, 温度越高, 橡胶分子链活性越强, 分子间间隙越大, 即分子变形空间越大, 减震器挠度值越大; 反之则越小。由于 NR 是结晶性橡胶, 温度直接影响其结晶性, 因此减震器的挠度受温度的影响更大。

图 2 示出了减震器储存过程中的温度变化。从图 2 可以看出, 除 1 月份温度变化比较平缓外, 其余各月的温度变化都较大, 因此选取某个温度点来考察减震器的挠度是不合理的。从图 2 还可以看出, 虽然各月温度变化不同, 但各月之间的温度变化趋势是降低的。从另一角度讲, 橡胶的结晶是有时间效应的。在低温环境中发生结晶的橡胶制品(在 0 °C 左右减震器结晶度达 50% 需要 37.5 d), 在高温环境中会恢复到原来的弹性状态。因此, 决定选用各月的累计平均温度来作为挠度的考察温度。表 2 示出了 1999 年 11 月~2000 年 1 月减震器挠度的变化。

从表 2 可以看出, 随着环境温度的降低, 减

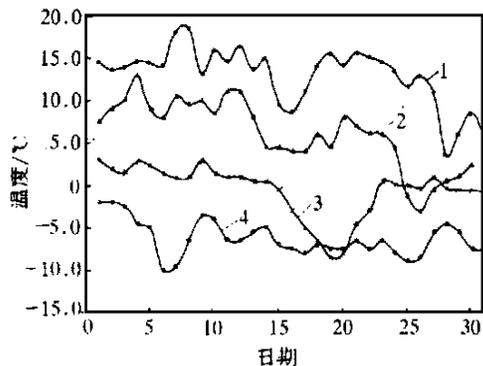


图 2 温度-时间变化关系曲线

1—1999 年 10 月; 2—1999 年 12 月; 3—1999 年 12 月; 4—2000 年 1 月

表 2 1999 年 11 月~2000 年 1 月减震器挠度的变化

项 目	11 月份		12 月份		1 月份
	(25 日)	15 日	21 日	27 日	(3 日)
挠度值/mm	10.26	9.93	9.97	9.84	9.08
挠度变化/mm	-0.27	-0.60	-0.56	-0.69	-1.45
月平均挠度					
变化/mm	-0.27		-0.62		-1.45
累计平均温度/°C	7.2		0.6		-6.3

震器挠度值逐渐减小。若将基准值的挠度变化定义为零, 以各月的挠度变化为纵坐标、累计平均温度为横坐标作图, 结果如图 3 所示。从图 3 可以看出, 曲线在 1 °C 左右出现较明显的转折点, 在温度较高的范围内(转折点右边), 减震器挠度变化的幅度较小; 在温度较低的范围(转折点左边), 减震器挠度变化的幅度较大。

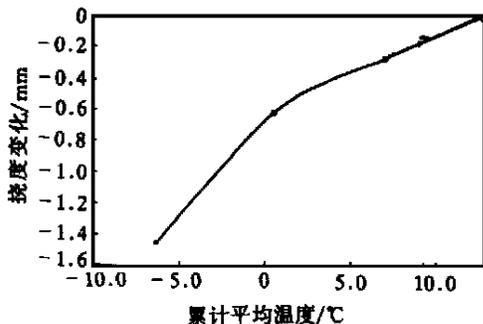


图 3 温度对减震器挠度变化的影响

## 2.3 温度和时间对减震器挠度的综合影响

减震器经过温度较低的 1 月份及平均温度为 0 °C 左右的 2 月份的 12 d 存放后进行测试, 测得的减震器挠度值为 9.35 mm, 挠度变化为 -1.18 mm。该结果与图 3 的结果相差较大, 3 月 15 日又进行了试验: 将减震器放在平均环境温度为 20 °C 的硫化机旁储存 1 个月后, 测得其挠度值为 10.35 mm, 挠度变化为 -0.18 mm。这一结果也与图 3 的结果有一定差异。产生这一现象的主要原因是温度和时间共同作用对减震器橡胶的结晶特性产生了影响, 即减震器从低温环境放入高温环境后, 虽然温度变化了, 但由于存放时间不同, 橡胶分子处的结晶状态不同, 因此测试结果不同。

## 3 结论

(1) 在非恒温状态下, 减震器的存放时间越长, 挠度值越大。

(2) 在非恒温条件下, 考察减震器挠度变化的温度宜采用累计平均温度, 不宜采用测试当日温度。NR 减震器挠度变化与累计平均温度有对应关系, 温度高于 1 °C 时, 减震器挠度变化的幅度小; 低于 1 °C 时, 挠度变化的幅度较大。

(3) 温度对减震器挠度的影响存在时间效应。