

汽车用高性能制动胶管的研究

Yoji Kobayashi 等著 黄向前摘译 涂学忠校

汽车用制动胶管由3层橡胶层和2层编织增强层组成(结构如图1所示)。它被安装于车身底部,并在苛刻的屈挠条件下使用。通过制动胶管,制动踏板的动作将制动液压力传递到车轮上。因而制动胶管不仅应经久耐用,而且必须柔软并富有屈挠性以利于吸收震动。另外,它还不断地受到潮湿、高压、反复的弯曲和扭转作用的考验。正是因其工作环境像以上所述的那般苛刻,所以它必须具备相当高的抗疲劳性能和极低的透水率。

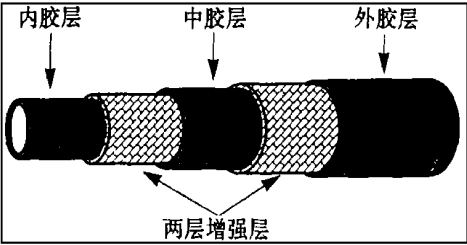


图1 制动胶管结构

1 透水率

透水率的大小主要取决于3层橡胶层各自的条件。由3层橡胶层组成的胶管的透水量可用下式表示:

$$\frac{1}{Q} = \left\{ \frac{P_1 \cdot 2\pi l \Delta p_1 \cdot t}{\ln(r_2/r_1)} \right\}^{-1} + \left\{ \frac{P_2 \cdot 2\pi l \Delta p_2 \cdot t}{\ln(r_4/r_3)} \right\}^{-1} + \left\{ \frac{P_3 \cdot 2\pi l \Delta p_3 \cdot t}{\ln(r_6/r_5)} \right\}^{-1}$$

式中 Q ——透水量, g;
 $P_1 \sim P_3$ ——各层橡胶的透水系数;
 t ——透水时间, s;
 l ——胶管长度, cm;
 $p_1 \sim p_3$ ——各橡胶层之间的压力差,

100 kPa;

- r_1 ——内胶层的内径, cm;
- r_2 ——内胶层的外径, cm;
- r_3 ——中胶层的内径, cm;
- r_4 ——中胶层的外径, cm;
- r_5 ——外胶层的内径, cm;
- r_6 ——外胶层的外径, cm。

将每一直径值代入上式,可以计算出每一胶层对胶管透水性能的贡献。从结果可以清楚地看到,如果设内胶层的贡献值为100,那么中胶层为20,外胶层为75。

(1) 实验

我们测量了不同橡胶的透水性。试样为长10 mm的纯胶管,其中充满蒸馏水,在标准大气压和一恒定温度下测量其质量变化。

胶管透水性试验的方法和程序长期以来一直由SAE透水性工作组讨论研究。根据现行的SAE方法,将一个弯曲的制动胶管充满制动液并于70℃的蒸馏水中浸泡3 d,然后用Karl Fischer方法测定制动液中的含水量。

(2) 结果

根据试验结果计算出不同橡胶在每种温度下的透水系数,列于表1。

表1 不同胶料的透水系数

胶种	试验温度/℃		
	20	40	70
CR	3.63×10^{-9}	1.02×10^{-8}	1.41×10^{-7}
NR	5.68×10^{-9}	6.72×10^{-9}	1.03×10^{-7}
SBR	6.02×10^{-9}	7.10×10^{-9}	9.94×10^{-8}
EPDM	7.95×10^{-10}	1.54×10^{-9}	2.95×10^{-8}
IRR	1.14×10^{-10}	3.84×10^{-10}	6.55×10^{-9}

进而, 将透水系数代入前述公式, 求得由不同橡胶组成的胶管的透水量。

计算结果示于图 2。从结果可以看出, 例如由 IIR 作为内胶层和中胶层、EPDM 作外胶层的胶管的透水率可降低到 SBR 为内胶层、NR 作中胶层、CR/EPDM 作外胶层的胶管的 1/10。

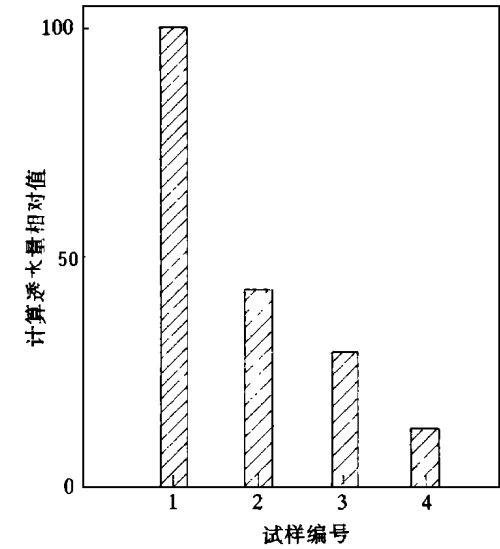


图 2 透水量的计算值
内胶层、中胶层和外胶层的材料分别为：1—SBR, NR 和 CR/EPDM；2—EPDM, IIR 和 CR/EPDM；3—EPDM, IIR 和 EPDM；4—IIR, IIR 和 EPDM

如图 3 所示, 实测值与计算值基本一致, IIR 具有优异的抗水渗透性, 但耐制动液性能较差。因此我们选择 EPDM 作为内胶层材料。

2 疲劳性能

(1) 实验

制动软管要经受复杂的外界作用力, 如由于路面起伏而造成的上下颠簸、转向操作造成的扭转以及制动过程中的高内压。由于软管是在三维上运动的, 因此对其所进行的受力分析也应是三维的。我们假设三向反力的合力可以由胶管所受的所有应力反映出来。因此测量出胶管两个接头处的三向应力,

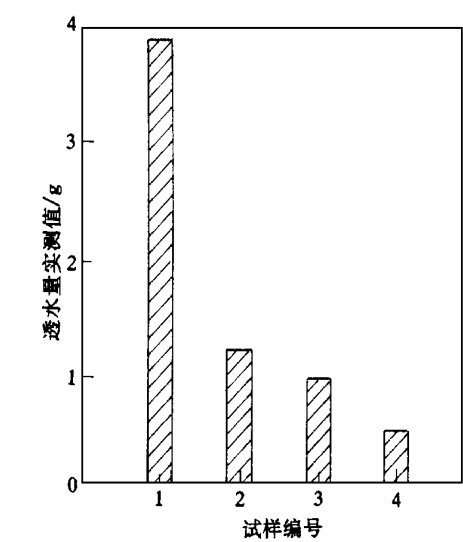


图 3 透水量的实测值
测试条件: 温度 70 °C, 时间 3 d
3 层橡胶层的材料同图 2

并将它们合成(三维合力), 用于和实际的台架疲劳试验结果进行比较。台架试验条件为: 温度 100 °C, 压力 9.8 MPa, 加压频率 42 次·min⁻¹, 转向频率 100 次·min⁻¹。

(2) 结果

测量结果如图 4 所示。这时, 三维合力随着复杂性和转向角度的增大而变化并形成一个滞后圈。而且, 当加压时, 三维合力也明显增大。

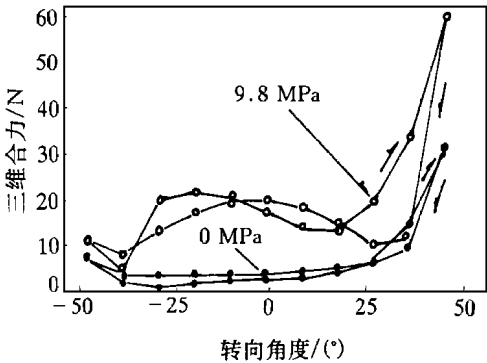


图 4 转向角度和三维合力的关系曲线
当不同管路的三维合力和台架疲劳试验结果进行对比(如图 5 所示)时, 所有数据都基本分布同一条线上, 即采用三维合力的

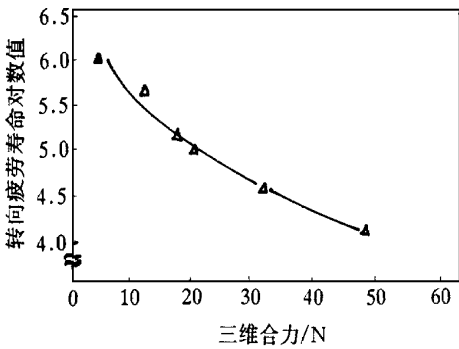


图5 三维合力与转向疲劳寿命的关系曲线
处理方法能正确地反映决定胶管疲劳寿命的

作用力, 而且由此得出的结论可作为胶管设计安全标准的基础。

3 结论

证实了胶管的内胶层在胶管透水性能方面起主要作用, 而且发现 EPDM 是最佳内胶层材料。作为分析行驶中胶管在转向和冲击作用下产生的管路应力的最佳方法, 我们设计了三维合力测量法并阐明了该方法与胶管疲劳寿命的相关性。

译自美国“Rubber World”, 215(5):
27 ~ 28 (1997)

我国 EPR 和 IIR 的发展动态

EPR 是 80 年代国外七大合成橡胶品种中发展最快的品种之一, 其产量、消耗量和生产能力在发达国家中均居第 3 位, 仅次于 SBR 和 BR。

目前世界总年产能约为 94.8 万 t, 其中美国 38.1 万 t, 西欧 28.1 万 t, 亚洲(主要是日本、韩国和印度)26.6 万 t, 预计 2000 年世界 EPR 年产能将达 110 万 t 以上。

1995 年世界 EPR 消耗量约为 70 万 t, 其中美国 25.7 万 t, 西欧 24.5 万 t, 亚洲 18.6 万 t。

预计 2000 和 2005 年世界 EPR 需求量将分别达到 91 万和 110 万 t 左右。目前我国 EPR 年需求量为 3 万 t 左右, 吉化公司有机合成厂年产 2 万 t EPR 生产装置已于 1997 年 7 月投产。近年来每年进口 8 100 ~ 9 600 t, 远不能满足需要。预计 2000 年我国 EPR 需求量可达 5 万 t 左右。

目前, EPR 工业生产主要采用溶液聚合和悬浮聚合法。溶液聚合成本高, 但产品综合性能好, 硫化速度快, 产品应用范围广, 是目前国外最广泛采用的方法; 悬浮聚合法产品性能没有突出特点, 不如溶液聚合法使

用广泛, 使用钛系高效催化剂的简化悬浮聚合法目前仍处于开发之中; 茂金属催化剂法与气相聚合法产品要得到用户的认可, 尚需一定时间。

吉化公司引进日本三井石化公司溶液聚合技术建的年产 2 万 t EPR 装置于 1997 年上半年建成投产。燕化公司也计划与荷兰 DSM 公司合资, 并使用该公司的溶液聚合技术建设年产 4 万 t EPR 装置, 若进展顺利, 可望在 2000 年前建成投产。

IIR 由于气密性好而成为内胎不可缺少的 SR 品种, 国内外胎已基本实现丁基化, 而且随着无内胎的迅速发展, 氯化丁基橡胶和溴化丁基橡胶在 IIR 中的比例已达到 60% 以上。

80 年代我国 IIR 年进口量就曾达到 1.4 万 t, 1995 和 1996 年进口量分别为 1.13 万和 1.58 万 t (包括卤化丁基橡胶)。

目前由于我国每年 IIR 实际需要量在 3 万 t 左右, 预计 2000 年可达 5 万 t。

燕山石化公司已经引进意大利 PI 公司技术, 准备在 1999 年建成年产 3 万 t 的 IIR 工业生产装置。

(本刊讯)