

# 同步带的疲劳破坏

Hiroshi IIZUKA *et al.* 著 黄向前编译 马晓兵校

(化工部北京橡胶工业研究设计院 100039)

**摘要** 研究了同步带的疲劳破坏机理。首先通过一些疲劳破坏试验考察了同步带的破坏形态,发现破坏先发生在胶带帘布的中心,然后向外围的橡胶层扩展,帘线的破坏主要是屈挠破坏。讨论了胶带的拉伸应力和皮带轮半径对胶带曲率的影响。

近些年来,对提高同步带可靠性的要求愈来愈高。由于同步带由纤维增强橡胶复合材料构成,其破坏机理十分复杂<sup>[1-3]</sup>,因此,专门对此破坏机理进行系统的研究非常重要。我们研究的目的是要了解同步带的破坏机理,通过各种疲劳破坏试验观察了破坏形态,并对帘线的曲率进行考察。

## 1 实验

### 1.1 同步带的材料

选用汽车发动机用梯形齿同步带进行测试。帘线由玻璃纤维覆胶制成,带齿材料是氢化丁腈橡胶(HNBR),带齿表面材料为聚酰胺。

### 1.2 疲劳试验

图1所示为4种疲劳试验装置。首先进

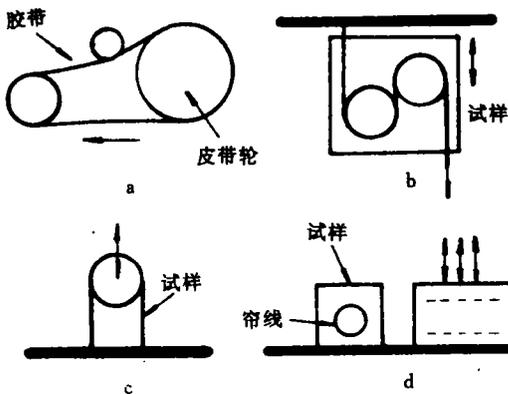


图1 疲劳试验装置

a—同步带台架试验;b—d—帘线弯曲与压缩试验

行图1a中所示的台架试验,用以观察胶带破坏起始点的位置,然后进行图1b—d所示的3项帘线疲劳试验,用以考察胶带的破坏机理,试样由单根成股的玻璃纤维覆HNBR制成,破坏形态通过光学显微镜观察。

### 1.3 变形的测量

通过线型标记表征和测量同步带侧面的变形。图2(略)是具有线型标记的同步带侧面图。胶带在安装到皮带轮上时,由于松边和紧边的拉伸应力不同而产生变形,我们可以通过线型标记间的相关角度计算出胶带的曲率。

## 2 结果与讨论

### 2.1 疲劳形态

图3(略)所示为在一般运行条件下台架试验后胶带的破坏形态。帘线中玻璃纤维股线沿着丝与丝之间的界面分离。胶带内部有些破坏裂缝起始于这些分离缝隙的末端,进而扩展至橡胶层,齿根部位未见有破坏,起始破坏形态清楚地表明了胶带破坏起始于帘线的内部,然后向外扩展至橡胶层。

图4(略)所示为继续进行台架试验后帘线破坏的分布状态。玻璃纤维股线的分离起始于帘布的中心,然后沿着垂直于帘布表面的方向向胶带背面延伸,而且疲劳破坏的程度在很大程度上与该断面的齿形带上所处的位置有关。在通过c和d两点的断面上,分离的程度比较大。

我们对破坏起始位置胶带的变形进行了测量<sup>[3]</sup>, 结果表明在帘线附近区域存在着弯曲、压缩和剪切等多种变形, 其中剪切疲劳负荷未对帘线造成损坏<sup>[4]</sup>。

我们又进行了如图 1b—d 所示的 3 种帘线的疲劳试验。在经过图 1b 试验的试样中发现了大量的破坏起始点, 破坏形态与图 3 和 4 中所示的结果相同。在经过图 1c 和 d 试验的试样中未发现明显的损坏。因此, 我们可以认为由弯曲和直线组成的循环运动是影响破坏程度的非常重要的因素。

### 2.2 曲率的测量

图 5 为被测位置(图 2 中所示)与该位置

胶带曲率的关系曲线。紧边和松边的拉伸应力分别为 400 和 50N, 皮带轮的半径是 30mm。图 5a 是对驱动轮附近点的测量结果。在 5 和 3mm 位置处曲率有较明显的上升, 这与紧边第一啮合齿为始边与皮带轮旋转方向的角度大小有关。曲率的最大值出现在 3mm 位置处。图 5b 是从动轮附近点的测量结果。最大曲率也出现在 3mm 位置处, 沿着胶带纵长方向的曲率分布情况与驱动轮稍有不同。图 6 显示了曲率最大值与紧边拉伸应力的关系, 可以看出曲率和拉伸应力基本上呈线性关系。

图 7 所示为曲率最大值与皮带轮半径的

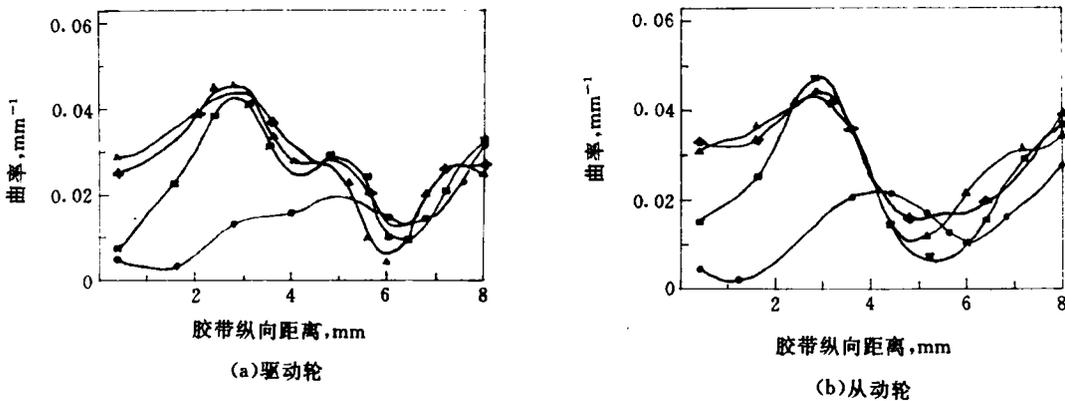


图 5 曲率变化曲线

●—0°; ■—7.5°; ◆—37.5°; ▲—150°

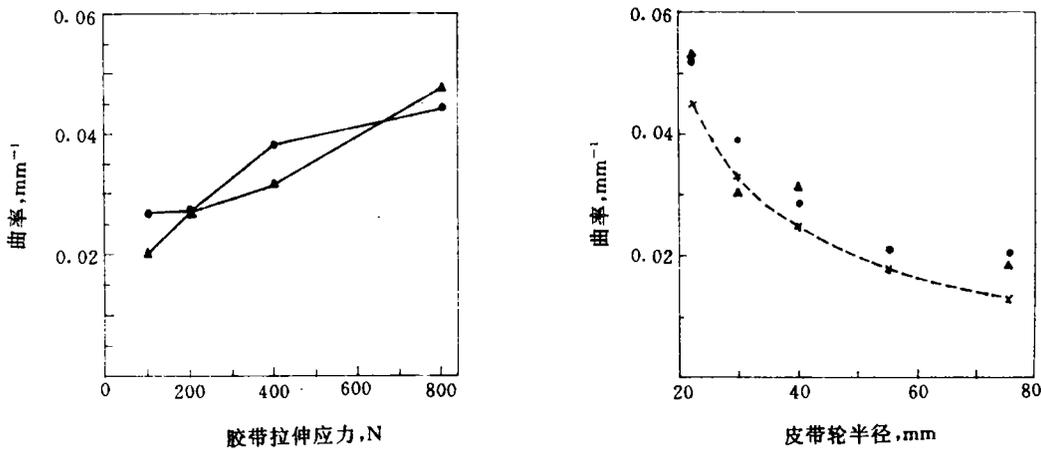


图 6 曲率与紧边拉伸应力的关系

●—驱动轮; ▲—从动轮

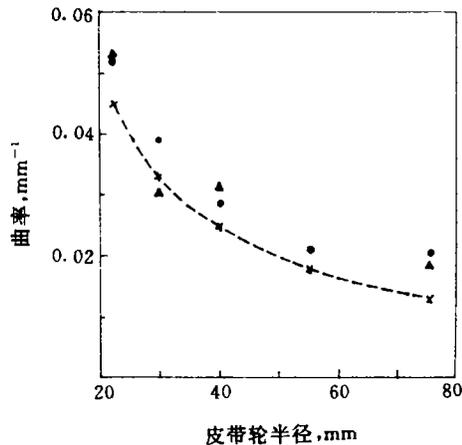


图 7 曲率与皮带轮半径的关系

注同图 6

# 1,2-聚丁二烯橡胶的结构与性能

曹勇 金关泰

(北京化工大学 100029)

**摘要** 介绍了1,2-聚丁二烯橡胶(1,2-PBR)的研究及开发现状,重点阐述结构对动态力学性能、加工流变性能、滚动阻力与抗湿滑性能、热氧老化性能及臭氧老化性能、硫化特性、共混形态等的影响。并从结构与性能的关系角度扼要地介绍了1,2-PBR的应用。

**关键词** 1,2-聚丁二烯橡胶,结构,动态力学性能,流变性能,滚动阻力,抗湿滑性能

随着交通运输业的发展,汽车轮胎既要节能,又要安全行驶,因此要求轮胎既要有低滚动阻力,又要有较好的抗湿滑性能。为此,人们开发了诸如溶聚丁苯橡胶,低顺式、中乙烯基聚丁二烯及高乙烯基聚丁二烯橡胶等胶种。

1,2-聚丁二烯橡胶(简称1,2-PBR)是70年代工业化的合成橡胶,由于具有优异的抗湿滑性、突出的低生热性和良好的耐热老化性,引起了轮胎制造商的极大兴趣。本文的主要目的是讨论1,2-PBR的结构与性能的关系,并在此基础上简要介绍它的应用。

## 1 1,2-PBR的链结构和分类

由1,3-丁二烯聚合而得的聚丁二烯存在着3种链结构:顺式1,4-、反式1,4-及1,2-结构。由于1,2-结构存在侧链乙烯基,它又有以下3种链接方式:(1)无规立构,(2)全同

立构,(3)间同立构。通过对乙烯基含量的控制和立体化学结构的调整,可以改善BR的缺陷,使1,2-PBR具有独特的性能。

通过对1,2-链节含量的控制,可以合成中乙烯基聚丁二烯橡胶(MVBR)和高乙烯基聚丁二烯橡胶(HVBR)。MVBR是指乙烯基含量为35%—55%的聚丁二烯橡胶, $T_g$ 在-70—-50℃范围内,与乳聚丁苯橡胶(ESBR)相近。它可作为并用胶(15—50份)替代目前使用的BR或SBR,用于轮胎、胶鞋的透明或彩色鞋底及各种杂品。该胶加工工艺可行,硫化胶保持原制品的主要性能,同时显示优良的抗湿滑性、耐老化性及抗屈挠性。HVBR具有低结晶性,其乙烯基含量约为70%—90%,性能介于橡胶与塑料之间,可按热塑性或热固性材料加工,在透气性薄膜、海绵鞋底和橡胶制品的应用中具有独特的优越性。

关系。图中虚线是皮带轮齿节圆的曲率,曲率值随着皮带轮半径的变化而改变,而且基本上呈反比,可见皮带轮半径对皮带轮周围胶带曲率具有明显的影响。总的来说,可能认为影响帘线破坏的第一因素是皮带轮的半径,第二因素是紧边的拉伸应力。

## 3 结论

(1)同步带的损坏首先从帘线开始,沿着

玻璃纤维股线中丝与丝间的界面分离开。

(2)当胶带环绕皮带轮转动时,曲率大的部分更容易破坏。

(3)引起胶带破坏最重要的原因是由弯曲和直线组成的循环运动。

## 参考文献(略)

译自'95神户国际橡胶会议论文集