

# 硫化橡胶磨耗性能测试的新方法

## ——耐切削性能的测定

冯 萍

(贵州轮胎股份有限公司实验室, 贵州 贵阳 550008)

**摘要:** 本文介绍了用美国 Tchpro 公司生产的 BF Goodrich 耐切削试验机( Goodrich Cut & Chip Tester) 进行硫化橡胶耐切削性能的测定方法, 并探讨了用该试验方法评估在苛刻使用环境下胎面配方的耐磨性能的优劣。

**关键词:** 切削; 耐切削性能

磨耗性能是衡量轮胎质量的一个重要技术指标, 硫化橡胶的耐磨耗性能直接关系到轮胎使用寿命。耐切削性能的测定是在实验室模拟橡胶制品在苛刻使用条件下(如接触面为尖锐岩石、玻璃、矿渣等), 由于粗糙摩擦面上尖锐点的刮擦作用引起材料表面损失的现象, 通常用重量损失和直径减小来表示, 以此评估胶料在这种环境下的耐磨耗性能。

### 1 测试原理

硫化橡胶在粗糙表面上摩擦时, 由于摩擦面上尖锐点的刮擦, 使表面产生局部的应力集中, 并被不断切削和扯断成微小颗粒而产生磨损。耐切削性能试验是使具有一定形状尺寸的试样以规定的转速旋转, 在规定的时间内, 由具有一定硬度和尺寸的刀具在规定的频率下切削, 然后测量试样的重量损失和直径的变化。以此来评价硫化胶的耐磨性能。

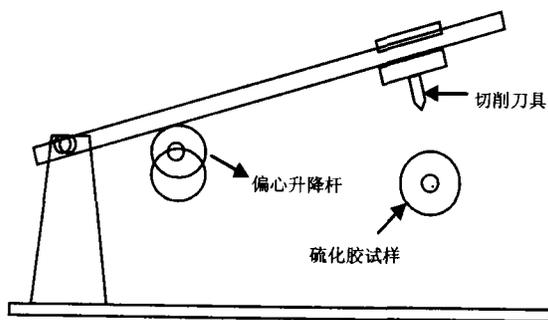


图 耐切削试验机测试原理图

### 2 试验仪器和测试方法

试验仪器采用 BF Goodrich 耐切削试验机, 精度为 0.0001g 的天平和 0.02mm 的游标卡尺。

试样制备按 GB6038 的规定进行配料和混炼。混炼后, 胶片厚度约为 4~5mm, 然后放入预热后的模具中硫化, 硫化和试验之间的时间间隔应符合 GB/T2941 的规定。硫化后试样安装在旋转辊筒轴上, 设置测试所需切削频率、试样转速和测试时间。

测试时间结束后, 将试样在实验室室温下放置 10~15min 后, 测量试样重量和外径, 计算重量损失和直径的减小量。测量结果以 2 个试样的平均值表示。

### 3 影响硫化橡胶耐切削测试数据的因素

#### 3.1 转轴的中心位置和刀具的高度

测试中, 带动试样轮转动的轴带动试样以一定的转速旋转, 刀具以一定频率对试样胶轮沿径向正中切削, 调整试样轮轴的中心位置和用标准量块进行刀具高度校准, 使测试时试样转动, 刀具正好沿试样轮周向中间位置均匀磨削。如调节不当将发生试样切削动作偏歪, 影响测试结果。

#### 3.2 切削刀具的材质和几何尺寸

切削刀具为特制的钨碳合金材质, 具有特定的几何尺寸, 为保证测试结果的重复性, 应选用品质一致的切削刀具。

#### 3.3 切削刀具的锐度

根据切削刀具的几何尺寸, 在切削边缘有一

个长 6.3mm, 宽 0.2 $\mu$ m 的刀刃。随着测试次数的增加, 刀具的锐度会降低, 测试结果也会随之变化。因此保证刀具锐度在一定范围, 控制试验结果是非常重要的。根据表 1 所示, 随着测试次数的增加, 刀具的锐度对测试数据的影响非常明显, 因此根据测试样品的数量应定期用标准橡胶配方制作的胶料进行刀具试验状态的校准, 并将标准胶料测试样品的重量损失控制在一定的范围内。

表 1 切削刀具使用次数对测试结果的影响

切削刀具的使用次数/次	胶料硬度/度	重量损失/g	直径减小/mm
1	64	1.8250	3.16
100	64	1.7747	3.00
200	64	1.6825	2.96
300	64	1.5235	2.86
400	64	1.4424	2.38
500	64	0.9332	1.62
600	64	0.4394	0.40

### 3.4 测试参数的选择

在测试过程中, 试样轮以一定的速度旋转, 在规定的时间内刀具以一定的打击频率对试样进行磨削。选择不同的打击频率、测试时间、试样轮转速能得到不同的测试结果。表 2~表 4 显示不同的切削频率、测试时间、试样轮转速对测试结果有明显的影响。可以看出随着切削频率的提高, 测试时间的增加, 试样轮转速的增大, 磨削量随之增大。如果切削频率、测试时间、试样轮转速选择过小, 测试结果会偏小, 不利于比较试验结果; 反之, 切削频率和试样轮转速选择过大(切削频率大于或等于每分钟 70 次, 试样轮转速大于或等于 800 rpm)时, 不仅测试结果偏大, 测试中引起悬臂跳动, 测试不稳定, 也影响测试结果和仪器的使用寿命。测试时间过长, 测试结果偏大, 测试耗时, 也增加了仪器的磨损。因此, 为合理科学的进行测试, 推荐使用测试时间: 10min, 试样转速: 750 $\pm$ 10rpm, 切削频率: 60rpm 的测试条件。

(上接第 19 页)

因此, 影响量的分布函数的选择对合成标准不确定度  $U(x)$  数值的影响并不明显, 所以将之假定为三角形分布有充分的理由。

### 6 扩展不确定度的评定

取扩展因子  $k=2$ , 得扩展不确定度

表 2 不同切削频率对测试结果的影响

样品编号	切削频率次/min	胶料硬度/度	重量损失/g	直径减小/mm
1	30	64	0.6696	1.08
2	40	64	0.7394	1.12
3	50	64	1.1246	1.74
4	60	64	1.4331	2.32
5	70	64	1.8879	3.24
6	80	64	2.7645	5.26

表 3 不同试样转速对测试结果的影响

样品编号	试样轮转速/rpm	胶料硬度/度	重量损失/g	直径减小/mm
1	300	64	0.4118	0.52
2	400	64	0.5444	0.88
3	500	64	0.7677	1.20
4	600	64	1.0657	1.76
5	700	64	1.3312	2.24
6	800	64	1.5167	2.54
7	900	64	1.9168	3.42

表 4 不同测试时间对测试结果的影响

样品编号	测试时间/min	胶料硬度/度	重量损失/g	直径减小/mm
1	5	64	0.6612	0.92
2	10	64	1.6691	2.94
3	15	64	2.3437	4.00
4	20	64	3.3752	6.44
5	25	64	3.9488	7.86

### 4 用于胶料配方的优选

通过耐切削性能测试方法检测得到的试验数据, 对轮胎产品进行了配方的优选。产品于 2004 年投产后, 经过实际里程的验证, 在矿山、井下等恶劣、苛刻的条件下, 轮胎有良好的耐磨、抗刺扎性能, 轮胎使用寿命平均提高 50% 以上, 客户反映良好。说明该测试方法能够为配方设计提供可靠的数据, 有效的指导胶料配方优选和设计, 预测和评估胶料在苛刻环境下的胶料耐磨性能。

$$U_{rel}[x(\%)]:$$

$$U_{rel}[x(\%)] = 2 \times U_x = 2 \times 0.085\% = 0.17\%$$

### 7 小结

由以上分析得到此次氧化锌实验结果为 2.51% 时的扩展不确定度为 0.17%。