

阿克隆磨耗量测试稳定性的机理研究及测试方法改进

崔春¹, 张莉¹, 祝静¹, 张立群^{1,2}, 王益庆^{1*}

(1. 北京化工大学 有机无机复合材料国家重点实验室, 北京 100029; 2. 北京化工大学 北京市新型高分子材料制备与成型加工重点实验室, 北京 100029)

摘要: 分析阿克隆磨耗量测试结果不稳定的原因并提出改进方法。试验结果表明, 阿克隆磨耗量测试结果不稳定的主要原因是磨耗试样表层与内部的交联密度和密实程度不同, 根据样品情况采取不同的预磨时间可提高阿克隆磨耗量测试结果的稳定性。

关键词: 阿克隆磨耗量; 稳定性; 预磨

中图分类号: TQ330.7 **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-8171(2013)04-0252-03

胎面耐磨性能是影响轮胎寿命的关键因素, 胎面胶磨耗试验过程比较复杂, 有关磨耗的机理研究只在一定程度上取得了进展^[1-3]。目前, 普遍使用阿克隆磨耗试验机进行橡胶耐磨性能测试。按照 GB/T 1689—1998《硫化橡胶耐磨性能的测定》规定, 试样预磨时间为 15~20 min, 即预磨 800 r; 然后将预磨后的试样经 1.61 km 磨耗行程试验, 称取其质量差。但试验过程中发现, 预磨 800 r 之后, 磨耗试样未磨出新鲜表面; 且随着磨耗时间的延长, 磨耗量会持续增大。轮胎厂在轮胎路试中也发现, 新轮胎由于表层胶料过硫化而比较致密, 耐磨性能好, 但在使用过程中耐磨性能下降, 直至磨损到一定程度后又有提高^[4-5], 反映出阿克隆磨耗量测试结果与实际结果不一致。本工作针对这一现象, 对阿克隆磨耗量的测试方法进行改进, 并探讨测试稳定性的机理。

1 实验

1.1 原材料

粘土(5份)/天然橡胶(NR, 100份)纳米复合母胶, 北京化工大学与海南琼海天宝集团有限公司合作产品; NR, 云南西双版纳东风农场提供; 炭

黑 N115, 天津海豚炭黑有限公司产品; 其他原材料均为市售品。

1.2 试验配方

基础配方: NR 100, 氧化锌 5, 硬脂酸 2, 防老剂 4010NA 1, 促进剂 D 0.5, 促进剂 DM 0.5, 促进剂 TMTD 0.2, 硫黄 2。

系列试验配方 I: 炭黑 N115/粘土并用比分别为 43/0, 43/3, 47/0 和 47/3。

系列试验配方 II: 炭黑 N115 用量为 43 份, 促进剂和硫黄用量为基础用量分别乘以 0.8, 1 和 1.5。

系列试验配方 III: 炭黑 N115 用量为 43 份, 发泡剂 OB-75 用量分别为 0, 0.5 和 1 份。

1.3 试样制备

(1) 粘土/炭黑/NR 纳米复合材料(系列试验配方 I)。在开炼机上将粘土/NR 纳米复合母胶塑炼, 按照配方比例并入 NR, 混合均匀后将氧化锌、硬脂酸和防老剂等加入; 然后调大辊距, 加入炭黑混炼; 再按顺序加入促进剂和硫黄; 薄通、出片。停放 4 h 以上, 测定正硫化时间(t_{90}), 然后在平板硫化机上硫化成测试样品。硫化条件为 $143\text{ }^{\circ}\text{C} \times t_{90}$ 。

(2) 炭黑/NR 纳米复合材料(系列试验配方 II 和 III)。将 NR、炭黑 N115 及其他配合剂按常规顺序加入混炼, 硫化条件为 $143\text{ }^{\circ}\text{C} \times t_{90}$ 。

1.4 性能测试

采用 MZ-4061 型阿克隆磨耗试验机(江苏明

基金项目: 国家“863”计划项目(2009AA03Z338); 北京化工大学中央高校基本科研业务费项目(JD1002)

作者简介: 崔春(1986—), 女, 河南驻马店人, 北京化工大学在读硕士研究生, 从事粘土/橡胶纳米复合材料的应用研究。

* 通信联系人

珠试验机械有限公司产品)进行耐磨性能测试,试验里程为 1.61 km,取两次测试的平均值;采用 XLDS-15 型聚合物/橡胶交联密度分析与核磁共振谱仪(德国 IIC Innovative Imaging Corp. KG 公司产品)测试硫化胶的交联密度;用 870145 型光学显微镜(重庆光学仪器厂产品)观察硫化胶的发泡程度,放大倍数为 10×40。

2 结果与讨论

2.1 测试稳定性条件的确定

选取系列试验配方 I 进行研究,在试验过程中观察到,当磨耗试验行程达 2 次 1.61 km 以后,磨耗试样的新鲜表面可以完全暴露出来。不同炭黑 N115/粘土并用比胶料磨耗量测试结果见表 1。

表 1 不同炭黑 N115/粘土并用比的胶料

磨耗量测试结果 g				
1.61 km 磨耗 行程的次数	炭黑 N115/粘土并用比			
	43/0	43/3	47/0	47/3
第 1 次	0.263	0.362	0.332	0.551
第 2 次	0.518	0.509	0.544	0.580
第 3 次	0.549	0.537	0.583	0.583
第 4 次	0.546	0.544		

由表 1 可以看出,4 个配方胶料的磨耗量都随磨耗行程的延长而增大,并在第 3 或 4 次 1.61 km 的磨耗后达到稳定。不同胶料磨耗量增大的幅度和稳定性有所不同,说明预磨 800 r 测量的胶料阿克隆磨耗量不一定能反映胶料实际的耐磨性能。因此,在胶料耐磨性能的测试中应将预磨时间延长,以得到真实稳定的磨耗量测试结果。

2.2 交联密度对磨耗量测试稳定性的影响

胶料硫化时,热量很快传递到橡胶紧贴模具的部分,使磨耗试样紧贴模具的两侧起硫较早,交联密度可能略高于磨耗试样内部,造成表面与中间层磨耗测试结果的不同。采用系列试验配方 II,以不同促进剂和硫黄用量改变胶料的交联密度,考察其对磨耗试样表层到内部磨耗量的影响。

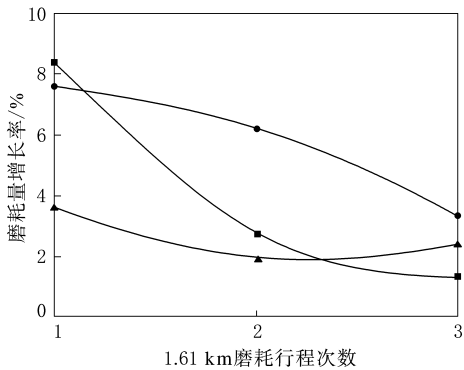
不同交联密度胶料磨耗量测试结果如表 2 所示。由表 2 可以看出:随着促进剂和硫黄用量的增大,硫化胶的总交联密度增大,磨耗量逐渐减小;3 个配方胶料的磨耗量都随着磨耗行程的延

表 2 不同交联密度胶料磨耗量测试结果

项 目	促进剂和硫黄基础用量倍数		
	0.8	1	1.5
总交联密度×10 ⁻⁵ /(mol·cm ⁻³)	9.52	11.10	12.09
不同次数 1.61 km 磨耗行程的			
磨耗量/g			
第 1 次	0.335	0.210	0.198
第 2 次	0.363	0.226	0.205
第 3 次	0.373	0.240	0.209
第 4 次	0.378	0.248	0.214

长而逐渐增大并趋于稳定,交联密度较高的胶料磨耗量增幅不大,在第 2 次 1.61 km 的磨耗行程后就趋于稳定。

不同交联密度硫化胶磨耗量的增长率如图 1 所示。由图 1 可以看出,随着磨耗行程的增大,磨耗量增长率有减小的趋势。说明当磨耗试样被磨掉表面一层之后,内部的交联密度比较一致,磨耗量达到稳定状态,此时测得的阿克隆磨耗量才能真实地反映胶料的耐磨性能。

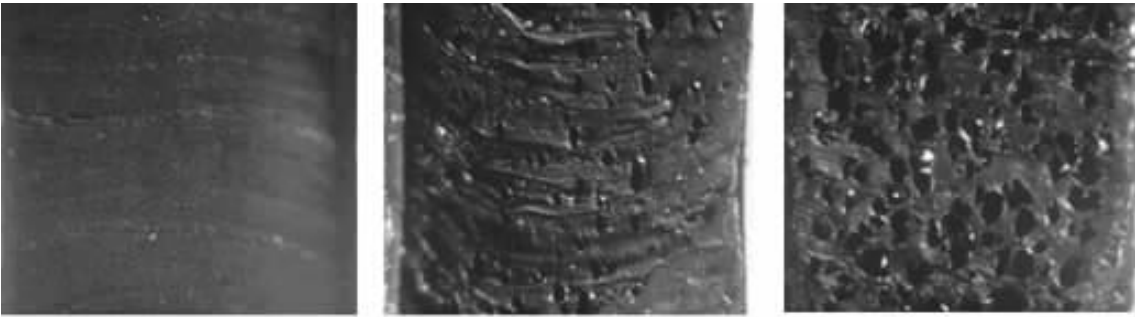


促进剂和硫黄基础用量倍数: ■—0.8; ●—1; ▲—1.5。

图 1 不同交联密度硫化胶的磨耗量增长率

2.3 硫化胶密实度对磨耗量测试稳定性的影响

胶料硫化时,在加压排气的过程中表层胶料较内部胶料易于流动,可以将气泡排出得比较完全,因此表层硫化胶比较密实,这也可能是造成磨耗试样表面与内部磨耗量有差别的原因。选用系列试验配方 III,使硫化胶呈现出不同的密实程度,研究硫化胶密实程度对磨耗量的影响。不同发泡剂用量硫化胶的磨耗试样纵剖面如图 2 所示,左右边缘是磨耗条紧贴模具的上下表面层。由图 2 可以看出,随着发泡剂用量的增大,硫化胶的疏松程度增大。发泡剂用量为 0.5 和 1 份的硫化胶表面层的气泡比内部少,较为密实。表明胶料在硫



(a)无发泡剂 (b)发泡剂用量为 0.5 份 (c)发泡剂用量为 1 份

图 2 不同发泡剂用量硫化胶的磨耗试样纵剖面

化过程中,表层与中间层的密实程度有所差别。

不同发泡剂用量硫化胶的磨耗量测试结果见表 3。由表 3 可以看出,磨耗试样的密实程度降低,磨耗量增大。在不添加发泡剂的体系中,硫化胶的磨耗量随磨耗过程延长而增大,并在试验进行至第 3 次 1.61 km 磨耗行程时达到稳定。而添加了 0.5 和 1 份发泡剂的硫化胶在磨耗过程中磨耗量呈现出先增大至稳定,又减小的趋势。这主要是因为其体系的磨耗试样结构疏松,磨损体积较大,在第 2 和第 3 次 1.61 km 的磨耗过程中,磨损的是磨耗试样的中间层,疏松程度比较一致,磨耗量也较为稳定。而磨至第 4 次 1.61 km 磨耗行程时,已经磨损到磨耗试样的另一个表层,致密程度较中间层有所增大,因此磨耗量又呈现减小的趋势。即使在同一个体系中,也明显体现出磨耗试样表层与中间层磨耗量不同。说明硫化胶的密实程度不仅影响其磨耗性能,也影响硫化胶阿克隆磨耗的测试稳定性。

3 结论

提出阿克隆磨耗量测试的修正方案,应根据

表 3 不同发泡剂用量硫化胶的磨耗量测试结果 g

1.61 km 磨耗行程次数	发泡剂用量/份		
	0	0.5	1
第 1 次	0.267	0.327	0.367
第 2 次	0.268	0.342	0.382
第 3 次	0.285	0.338	0.374
第 4 次	0.288	0.311	0.342

样品情况采取不同的预磨方式。对轮胎胎面胶而言,建议先将试样预磨 5 000 r。阿克隆磨耗量测试结果不稳定的主要原因是磨耗试样表层与内部的交联密度和密实程度不同。

参考文献:

[1] Gent A N,Pulford C T R. Mechanisms of Rubber Abrasion [J]. J. Appl. Polym. Sci. ,1983,28(3):943-960.

[2] 王贵一. 橡胶的磨耗[J]. 特种橡胶制品,1994,15(1):42-47.

[3] Liang H,Fukahori Y,Thomas A G,et al. Rubber Abrasion at Steady State[J]. Wear,2009,266(1-2):288-296.

[4] 方庆红,谭惠丰,张大山. 轮胎胎面胶耐磨性能研究[J]. 橡胶工业,2002,49(7):397-399.

[5] 王银竹,尚文艺. 载重轮胎耐磨性能与实际行驶里程影响因素初探[J]. 现代橡胶技术,2006,32(1):8-12.

收稿日期:2012-11-04

19 英寸航空子午胎二段成型胎圈支撑装置

中图分类号:TQ330.4+6 文献标志码:D

由中橡集团曙光橡胶工业研究设计院申请的专利(公开号 CN 202592766U,公开日期 2012-12-12)“19 英寸航空子午胎二段成型胎圈支撑装置”,涉及的航空子午线轮胎二段成型胎圈支撑装置包括胎圈内支撑盘、胎圈外支撑盘、与外支撑盘连接的过渡盘、与过渡盘连接的二段成型机

主轴法兰。胎圈内支撑盘、胎圈外支撑盘设置成靠背椅形,支撑盘上部为 30°斜面,中部为直径 6 mm 圆角,端部向下倾斜 10°,使支撑盘形状与子午线轮胎胎圈部分的六角型钢丝圈部分吻合。该装置用于大规格航空子午线轮胎胎坯的二段成型,胎圈支撑盘可根据轮胎规格进行更换,操作简单、方便,保证了胎圈支撑盘与连接轴的同轴度。

(本刊编辑部 马 晓)