

老化对橡胶-黄铜界面层形态学的影响

A. Ashirgade¹, P. B. Harakuni¹, W. J. Vanooij²

(1. Department of Chemical and Materials Engineering, 400 Rhodes Hall, University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio 45221, USA; 2. Department of Chemical and Materials Engineering, 501-E ERC, University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio 45221, USA)

中图分类号: TQ330.1⁺6 文献标志码: B 文章编号: 1006-8171(2014)03-0137-09

子午线轮胎技术占领世界轮胎市场归因于其在轮胎工业中的巨大发展和创新。汽车子午线轮胎结构复杂,由不同橡胶以及配方中的多种组分组成。钢丝帘线作为带束层的主要增强元件,决定着轮胎多种物理性能,例如强度、刚度、模量、稳定性和均匀性的最优化。此外,带束层的高刚度对于轮胎良好的胎面耐磨性、操纵性和低滚动阻力而言很重要。黄铜镀层用作橡胶粘合剂有40多年历史,镀铜钢丝帘线已被广泛地用作轮胎增强材料。

轮胎不同类组分之间的粘合一直是科学界非常感兴趣的课题,其在决定轮胎总体性能上扮演着重要角色。特别是镀铜钢丝帘线与胶料之间的粘合对轮胎整个使用过程中有效性能和耐久性能的影响至关重要。回顾2000年费尔斯通轮胎召回事件,橡胶-黄铜粘合的重要性不可小视。橡胶-黄铜界面粘合依赖于许多因素,如界面层化学组分和厚度,而界面层化学组分和厚度受橡胶配方影响。因此应优化橡胶配方,以便最大限度地改善橡胶-黄铜粘合性能。对于未老化体系,橡胶与黄铜之间的粘合力通常大于橡胶的撕裂强度。然而在高温、高湿和高盐度环境中,橡胶-黄铜界面趋于恶化,加速钢丝帘线与橡胶分离,钢丝帘线增强作用被削弱,不可避免地导致轮胎寿命缩短。

橡胶配方中使用粘合增进剂来改善并保持橡胶-金属界面较强的粘合,甚至是老化后界面。现今轮胎制造中通常使用两种粘合体系:高硫黄/钴体系和含钴双组分树脂体系(HMMM+RF)。现已确定钴在轮胎橡胶-帘线粘合中的关键作用是促进粘合层形成。已知钴阻止在帘线表面形成硫

化锌(ZnS)而允许优先形成铜硫化物,从而对硫化以及之后的粘合强度产生影响。对基于鲨烯模型体系的研究显示,界面上钴盐离解形成钴离子。此外,已知老化期间钴能保护橡胶-黄铜界面,特别是在高温高湿环境下。橡胶-黄铜界面层的本质、形态和稳定性与橡胶和黄铜之间的粘合程度密切相关。轮胎帘线粘合试验中获得的抽出强度是粘合程度也是界面层质量的指标。界面破坏是灾难性的,因为会造成橡胶与轮胎帘线之间粘合丧失。主要由铜和锌的硫化物和氧化物组成的界面层形态对轮胎帘线粘合具有显著影响。湿热条件下的老化使界面层降解,最终导致轮胎损坏。本工作主要目的是研究与老化相关的界面层化学结构变化。本研究胶料使用的粘合增进剂种类以及硫黄和钴含量都不相同。文中还列出了通用双组分树脂与最新评定的单组分树脂的性能比较。

1 实验

1.1 配方

日本东京横滨轮胎橡胶公司列举了5种不同带束层胶料,配方中包含不同用量的钴和增粘树脂(双组分树脂和单组分树脂),具体见表1。为了观察钴对粘合及界面性能的影响,本研究包括不含有任何增粘树脂的配方,用作参比胶料。参比胶料不用作带束层胶料,因为钴会引起天然橡胶(NR)的催化氧化,橡胶将加速降解。配方Ⅱ通常用作带束层配方。所有胶料的粘合和流变学数据由横滨公司提供。硫化胶的物理性能,例如邵尔A型硬度、拉伸强度、300%定伸应力、拉断

表 1 带束层胶料配方 份

组 分	配方编号				
	I	II	III	IV	V
NR(STR)	100	100	100	100	100
环烷酸钴 ¹⁾	2	2	1	1	1
树脂(B-18-S) ²⁾	0	2	0	0	0
促进剂 DZ	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
HMMM	0	4	0	0	0
C132L ³⁾	0	0	0	1	0
C138L ³⁾	0	0	0	0	1

注:配方中防老剂 6PPD 和 RD、氧化锌、硬脂酸、防焦剂和硫黄用量恒定。1)钴质量分数为 0.1;2)双组分增粘树脂 HMMM 和 RF;3)单组分树脂,Cytec Industries 有限公司产品。

伸长率和硫化速率指数由横滨公司在实验室里测定。

1.2 试样制备

胶料按照 ASTM D 3184 在实验室里进行三段混炼,混炼温度为 150℃。一段和二段混炼在本伯里密炼机(2.81 L)/开炼机上进行,一段混炼加料顺序为 NR(100 份)→氧化锌(10 份)→防老剂 6PPD(1 份)→防老剂 RD(1 份),二段混炼加料顺序为炭黑 N326(50 份)→炭黑 N326(10 份)→环烷酸钴(1 或 2 份)→树脂(B-18-S)(0 或 2 份);三段混炼在开炼机上进行,加料顺序为不溶性硫黄(5 份,含 20%的油)→促进剂 DZ(0.5 份)→防焦剂 CTP(0.4 份)→HMMM(0~4 份)→C132L(0~1 份)→C138L(0~1 份)。混炼胶在 120℃开炼机上压片。

1.3 性能测试

使用日本东洋精机公司生产的圆盘式流变仪记录 150,160 和 170℃且振荡角为 1°时每个配方的流变曲线以测定硫化速度,并获得 t_{90} 和 M_H 。采用美国孟山都公司生产的 MV-200 型粘度仪按照 ASTM D 1646 测定 100℃下门尼粘度。采用日本 ASKER 公司生产的邵尔 A 型硬度计按照 ASTM D 2240 测定 Lupke 型硫化胶试样硬度。采用美国 Instron 公司生产的 6021 型拉伸试验机按照 ASTM D 412 测定试样老化前以及 100℃×24 h 老化后拉伸性能。

按照 ASTM D 2229 进行粘合试验,钢丝帘线植入橡胶试样中最深达 12.5 mm,并在 160℃下加压硫化,每个配方试样经过 80℃×96 h(相当于 70℃×7 d)热老化及相对湿度 96%,

70℃×2 周湿热老化后进行测试。镀铜钢丝帘线为 6×0.25 结构。每千克钢丝镀 3.6 g 由质量分数为 0.635 的铜和质量分数为 0.365 的锌混合而成的黄铜镀层。抽出试验中横向分离速度为 50 mm·min⁻¹。

1.4 粘合界面分析

为研究橡胶与黄铜之间的粘合界面,选择平滑的黄铜试样,以便于采用精密的表征技术。选取 Goodfellow 公司 0.5 mm 厚的硬而韧的黄铜层,切割成 6.54 cm² 的试样,用 400/1200 砂纸抛光试样,随后掺用 1 μm 氧化铝胶质溶液用砂轮抛光,获得黄铜镜面。含黄铜胶样在美国俄亥俄州芬德利的固铂轮胎和橡胶公司进行热压硫化,硫化条件为 150℃× t_{95} 。对部分含黄铜胶样进行热老化(70℃×7 d)和湿热老化(相对湿度 100%,70℃)。为便于橡胶-黄铜界面分析,用邻二氯苯在室温下初次浸泡试样后,将溶液加热至 60℃加速除去橡胶。为保持界面层完好,用柔软棉纸去除黄铜上残留的橡胶,得到一侧为界面层的黄铜试样。将硫化黄铜试样置于正己烷中超声波清洗 3~5 min,用于界面粘合层的表征。

除去帘线上的橡胶,保留在帘线表面的硫化物层厚度几乎不超过几百微米。掠入射 X-射线衍射(GIXRD)是能够从这种薄层上获得有用信息的为数不多的方法之一。对薄层上层小角度入射可以获得所需结晶信息。用美国纽约厄普顿布鲁克海文国家实验室的国家同步辐射光源(NSLS)的 X-10B 光束线对洁净的硫化黄铜试样进行 GIXRD 技术分析。周长为 170.1 m 的 X-射线储能环在 150 mA 的射束流和 2.8 GeV 的加速电压下运行,同步加速器 X-射线辐射源光束线 X-10B 的波长为 0.086 94 nm,射束点直径为 0.25 mm(垂直)和 0.5 mm(水平),分析前完成极平滑表面的标准校直程序。所有分析掠入射角度固定为 0.5°,采用装配 DSP-6002 机箱控制器界面运行 SPEC 和 CPLOT 的 UNIX 系统处理所得数据。在入射角为 0.5°且 2θ 值为 7°~37°的条件下对未老化、热老化和湿热老化试样进行分析。

在辛辛那提大学的先进材料表征中心用扫描电镜(SEM)分析硫化黄铜试样,获取界面层老化后结构变化的可视证据。使用荷兰飞利浦公司

XL-30 型环境扫描电镜(ESEM)在 1.3 kPa 蒸气压力和 2.5 kV 操作电压下观测未老化和老化后硫化黄铜试样,为避免电荷影响,利用 Denton Vacuum Desk II Sputtering 设备给试样镀上金/钼薄层。

用法国 Cameca 公司 IV 型飞行时间-二次离子质谱仪(TOF-SIME)对黄铜试样界面层进行化学分析,仪器配备了能量为 25 keV 的原始离子源 69 Ga^+ ,28 原子质量单位时测得质量分辨率为 8 000,在试样表面至少 $100\times100\text{ }\mu\text{m}^2$ 的分析面积内采集正、负离子谱,100 s 提取数据。试样表面 69 Ga^+ 光束的靶电流为 2 pA。为了采集深度分布图,用能量为 1 keV 的 Ar^+ 枪溅射表面,面积为 $100\times100\text{ }\mu\text{m}^2$ 的分析试样位于面积为 $500\times500\text{ }\mu\text{m}^2$ 的溅射坑中心,耗时 600 s。峰值分配基于对峰质量的精确测量,参照 Cameca TOF-SIME 软件质量库,质量偏差不超过 0.01 原子质量单位。深度分布图数据中的溅射时间表明了界面表征所达到的深度,以及始于橡胶一侧并沿厚度方向直达黄铜本体的界面层化学组分的变化。

2 结果与讨论

2.1 带束层胶料的硫化特性和物理性能

带束层胶料的硫化特性(150 ℃)和物理性能(150 ℃ $\times$ 45 min)如表 2 所示。

从表 2 可以看出,各配方胶料的硫化条件有明显变化。150 ℃时胶料的硫化时间不遵从任何明确的趋势,其中单组分树脂(C132L)胶料的 t_{95} 最长。钴含量减小导致胶料硫化时间延长,混炼胶门尼粘度也随钴含量减小而增大。相反,硬度随钴含量减小而减小。观测结果进一步证实,钴对带束层胶料硫化速度有关键性影响。

表 2 示出了胶料老化前后的拉伸性能。模量值变化与表示组分变化的流变数据密切相关。从表 2 可以看出:钴含量较低的胶料老化后的拉伸强度下降程度较小;单组分树脂的存在对改善胶料老化性能具有明显作用;常规钴用量的胶料拉伸断伸长率急剧下降;在单组分树脂存在的情况下减小钴含量,似乎可以改善胶料热老化后的物理性能。

从表2中湿热老化前后5种胶料钢丝粘合试

表 2 带束层胶料的硫化特性和物理性能

项 目	配方编号				
	I	II	III	IV	V
t_{95}/min	17.24	22.52	23.85	29.46	27.70
门尼粘度	83	89	89	85	90
邵尔 A 型硬度/度	71	75	69	72	72
100%定伸应力/MPa	3.9	5.4	3.7	4.0	3.8
300%定伸应力/MPa	15.3	18.3	15.8	16.3	15.5
拉伸强度/MPa	23.1	20.1	23.0	25.7	24.7
拉伸断伸长率/%	436	322	439	461	464
抽出力/N	685	557	602	570	678
覆胶率/%	95	94	94	90	92
热老化后					
100%定伸应力/MPa	6.1	7.5	6.2	6.7	6.5
300%定伸应力/MPa	19.5	—	—	20.6	19.9
拉伸强度/MPa	20.5	15.5	19.0	21.4	20.4
拉伸断伸长率/%	311	204	271	300	307
抽出力/N	613	499	552	560	595
覆胶率/%	94	93	94	93	93
湿热老化后					
抽出力/N	264	195	270	175	258
覆胶率/%	56	21	39	17	40

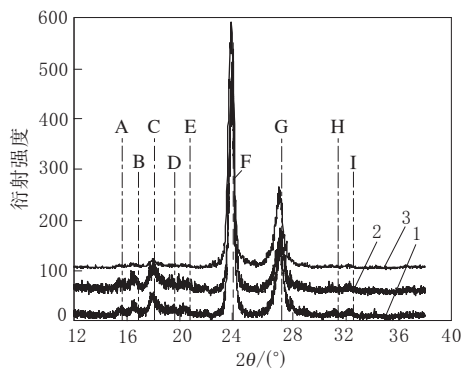
验结果可以看出:含单组分树脂 C138L 胶料的抽出力直接近于常规带束层胶料 I;所有未老化试样的覆胶率相当高;含单组分树脂 C138L 胶料湿热老化性能最优,与高硫黄用量胶料相似;含单组分树脂 C132L 胶料湿热老化后的粘合性能较差,湿热老化后覆胶率粘合试验显示其大部分界面遭到破坏。此外,热老化几乎不影响粘合性能,5 种胶料老化后粘合性能基本不变。

2.2 粘合界面研究

对橡胶与黄铜之间粘合界面的研究获得了界面粘合程度、形态学、物理性能与橡胶-轮胎帘线结合稳定性之间相关性的有用信息。界面特征强调了橡胶-黄铜粘合界面的本质直接影响轮胎钢丝帘线增强作用这一事实。为了考察老化对不同带束层胶料中形成的粘合界面形态学的影响,采用 X-射线研究界面层中结构变化。抛光的黄铜试样在加压硫化下与不同配方胶料结合,用邻二氯苯浸泡除去橡胶是展现界面层的首选方法,该过程有利于将橡胶从黄铜上除去而不会对所得界面造成太大的负面影响。使用平滑的黄铜试样有利于运用复杂的表征技术例如 GIXRD,以便从黄铜薄界面层中提取有用数据。

胶料 I 未老化、热老化和湿热老化试样的橡胶-黄铜界面层的 GIXRD 谱见图 1。 2θ 对应的强

度表征来自界面层内不同化学物质的反射。23.6°和27.2°附近两个最大峰来自黄铜(111)和(200)晶面。为了在各衍射谱图之间进行比较,以最高黄铜峰强度为标准。从图1可以看出,表示靛铜矿(CuS)的17.8°和16.5°附近的峰,老化后强度小幅度增大。CuS峰强增大证明硫化物结晶度因老化而增大。15.5°处对应ZnS(纤维锌矿)的峰和19.3°处对应氧化锌(ZnO)的峰在湿热老化后变得更加明显,这意味着界面层中ZnS的含量随时间的延长而增大。总之,老化后来自界面层物质的反射强度增大,这再次肯定了关于界面层中结晶因老化而改变的理解。



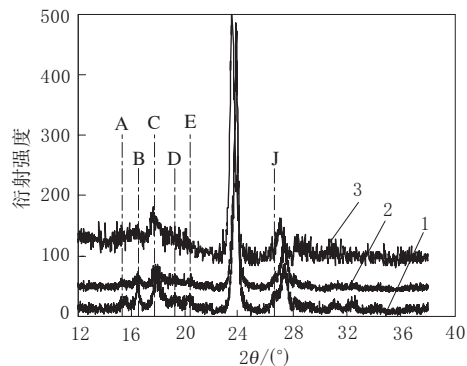
A—ZnS(100); B—CuS(102); C—CuS(103); D—ZnO(002)或Cu₂O(111̄); E—ZnO(101)或CuO(111); F—黄铜(111); G—黄铜(200); H—ZnO(110); I—Cu₂O(220)。

1—未老化; 2—热老化; 3—湿热老化。

图1 胶料Ⅰ未老化、热老化和湿热老化试样橡胶-黄铜界面层 GIXRD 谱

胶料Ⅱ未老化、热老化和湿热老化试样的橡胶-黄铜界面层的 GIXRD 谱见图2。图2胶料中粘合增进剂作用明显。热老化后来自CuS和ZnS反射峰的强度减小,表明结晶度降低或界面层物质数量减少。CuS峰强度减小意味着界面层结晶性对橡胶与黄铜之间的粘合程度有负面影响。湿热老化后,对应CuS, ZnS和ZnO的峰均出现惊人增长。26°附近的峰归属于蓝辉铜矿(Cu_{11.8}S),它是斜方晶体结构铜硫化物非化学计量缺陷结构形态。该峰出现在黄铜低强度峰附近,表明界面结晶度增大。这种影响表现在粘合试验中,就是湿热老化后胶料抽出力显著下降。

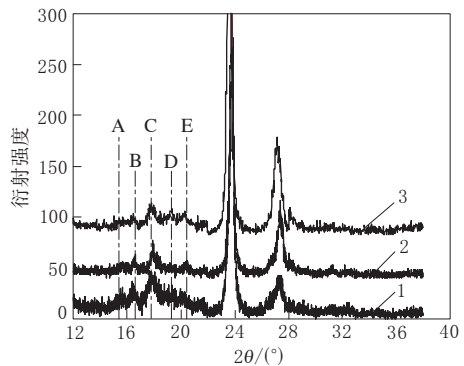
低钴含量且不含粘合增进剂的胶料Ⅲ未老化、热老化和湿热老化试样的橡胶-黄铜界面层的



A, B, C, D, E 及 1, 2, 3 注同图1, J 为 Cu_{11.8}S(220)。

图2 胶料Ⅱ未老化、热老化和湿热老化试样橡胶-黄铜界面层 GIXRD 谱

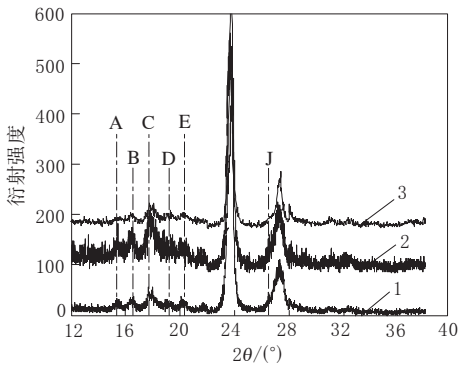
GIXRD 谱见图3。从图3可以看出, CuS, ZnS和ZnO的峰强度略有降低。27.3°附近来自黄铜的第2个峰强度急剧减小。老化后CuS和黄铜的峰强度比值减小,意味着来自界面层的反射比黄铜反射占优势,这可能是黄铜界面硫化物层比较薄的缘故。



A, B, C, D, E 及 1, 2, 3 注同图1。

图3 胶料Ⅲ未老化、热老化和湿热老化试样橡胶-黄铜界面层 GIXRD 谱

胶料Ⅳ未老化、热老化和湿热老化试样的橡胶-黄铜界面层的 GIXRD 谱见图4。从图4可见,热老化后来自CuS和ZnS的峰强度增大,但湿热老化后相同位置的峰强度减小。抽出试验也表明胶料热老化后性能改善但湿热老化后性能未改善。因此,结晶CuS峰强度增大不一定表现为粘合丧失,更恰当地说,结晶结构类型和峰宽度在解释粘合程度与界面性质之间的相关性方面明显有用。胶料Ⅴ的情况见图5,其 GIXRD 谱显示来自界面层物质的峰强度均减小。从反映湿热老化后性能改善的抽出试验数据中也能明显看出这

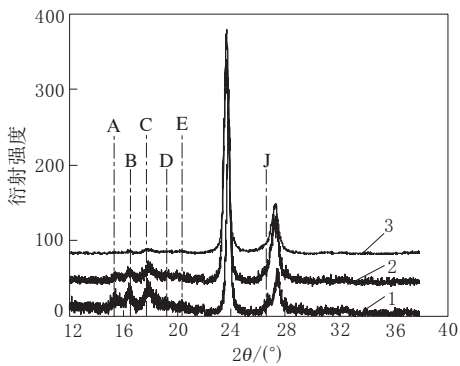


注同图 2。

图 4 胶料Ⅳ未老化、热老化和湿热老化试样
橡胶-黄铜界面层 GIXRD 谱

个趋势。GIXRD 谱反映出老化后界面层厚度明显减小,存在于界面的物质数量较低可能导致反射方式较少,未必导致界面层晶型较少。

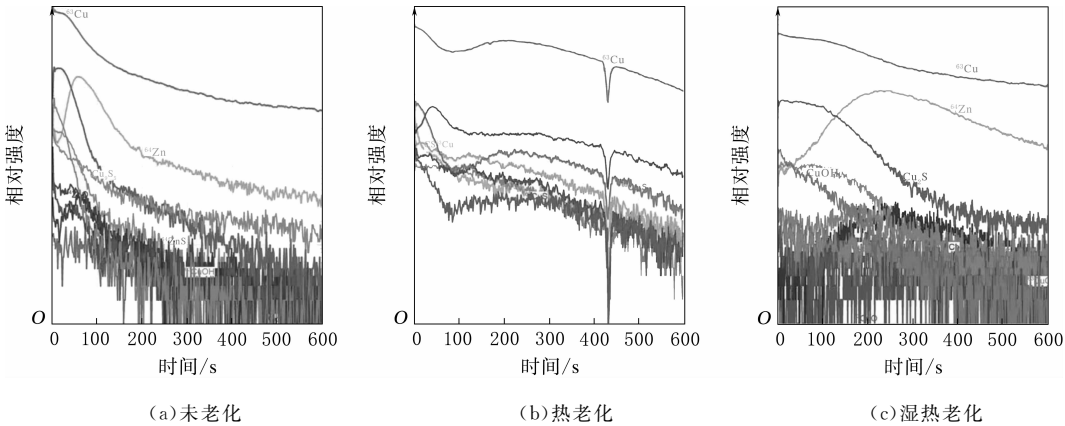
从相似的硫化黄铜试样获得 TOF-SIMS 深度分布图,可对界面粘合层进行化学分析。SIMS



注同图 2。

图 5 胶料Ⅴ未老化、热老化和湿热老化试样
橡胶-黄铜界面层 GIXRD 谱

研究目的在于了解从橡胶一侧到黄铜体的界面层内不同化学物质的浓度梯度。本部分只简单讨论正离子深度分布图。5 种未老化胶料界面层正离子深度分布见图 6~10。试样分布图并没有太多不同,表示所有初始胶料硫化物层本质相似。



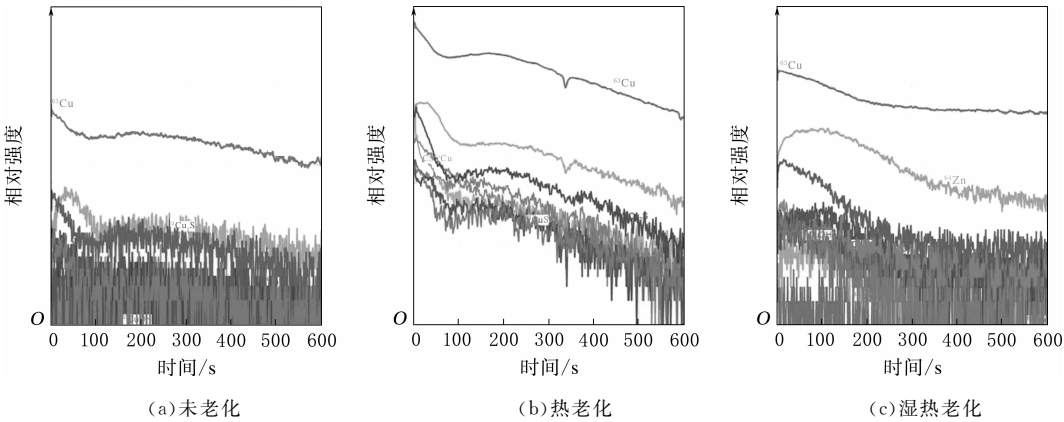


图 8 胶料Ⅲ界面层 TOF-SIMS(正离子)深度分布图

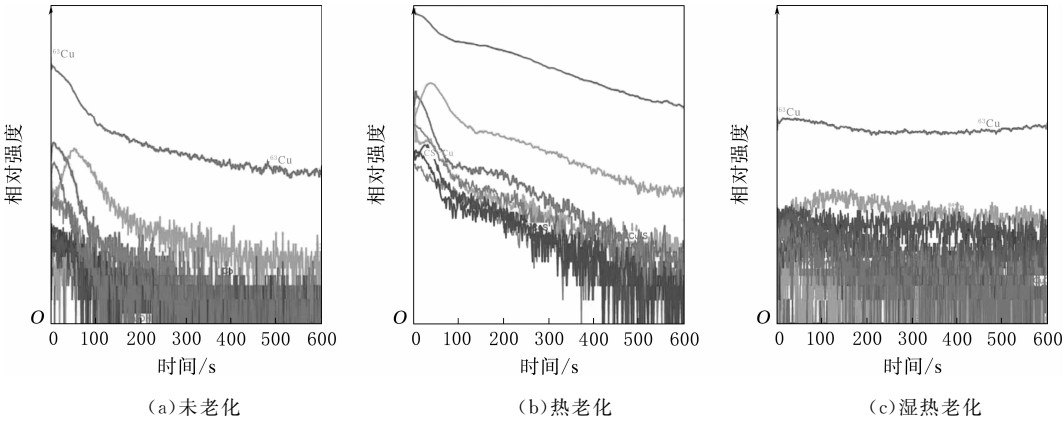


图 9 胶料Ⅳ界面层 TOF-SIMS(正离子)深度分布图

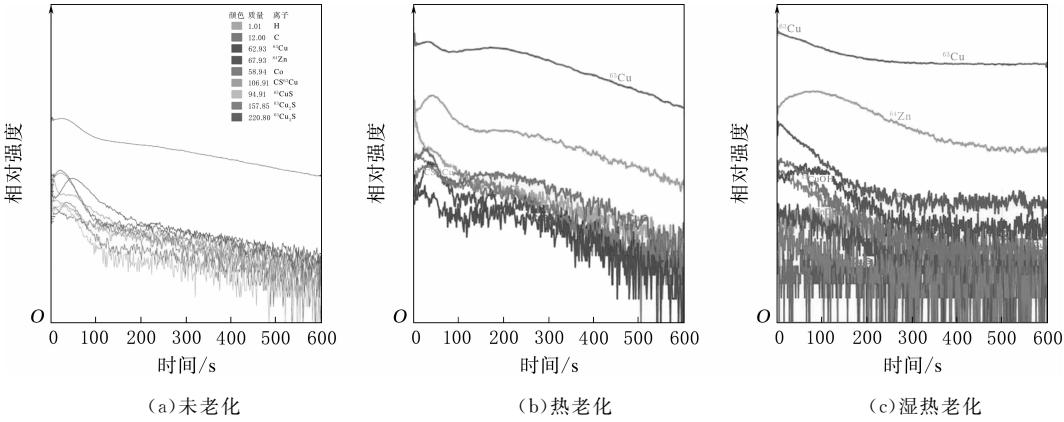


图 10 胶料Ⅴ界面层 TOF-SIMS(正离子)深度分布图

图中有几处需要注意。初始状态时物质的强度高证明黄铜及其不同硫化物占据了表面。75 s 附近出现锌的信号峰并且其后紧跟 ZnO 和 ZnS 的峰,钴的峰正好出现在锌之前,表示钴扩散可能与 ZnO/ZnS 密切相关。随着不同胶料 CuS/硫化亚铜(Cu₂S)比率的变化,表面附近明显可见铜硫

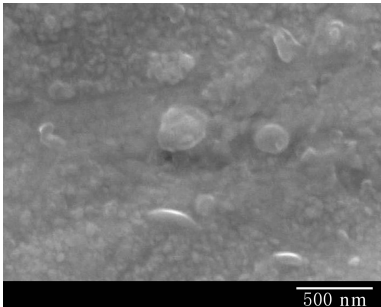
化物(CuS,Cu_{1.8}S 和 Cu₂S)。曲线中铜和锌强度稳定区域代表其从黄铜基体及界面层末端大量排出。5 种胶料的热老化试样界面层总体未表现出任何显著变化。试样 I 和 III 界面层厚度减小,ZnO 和 ZnS 的峰比未老化对比样出现得早;由于缺少粘合增进剂,试样界面层快速恶化变薄。试

样Ⅱ,Ⅳ和Ⅴ未老化和热老化试样深度分布图差别很小,增粘树脂对热老化后稳定界面层结构和厚度有益。

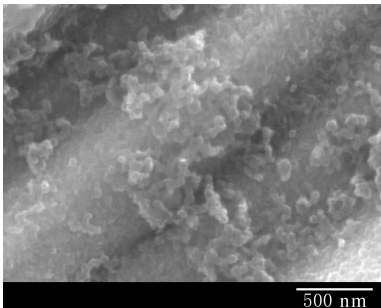
湿热老化后,试样深度分布图发生了显著变化。试样Ⅰ和Ⅱ的铜硫化物、锌和氧化锌分布加宽。界面层中出现氢氧化铜,为潮湿氛围的氧化作用。分布加宽表明界面层厚度增大。致使黄铜脱锌的环境不可避免地导致了 $\text{CuS}/\text{Cu}_2\text{S}$ 层过度生长以及 ZnO 层增厚。这些是人们熟知的导致橡胶-黄铜界面粘合丧失的因素。试样Ⅲ的 ZnO/ZnS 层加宽,但 $\text{CuS}/\text{Cu}_2\text{S}$ 层缩短,这可能是由于铜硫化物层在未老化阶段已经弱化。试样Ⅳ和Ⅴ中分布加宽现象不如早期试样明显,深度分布图未体现任何重要数据,由此可见湿热老化后胶料Ⅳ性能下降明显。湿热老化后的粘合试验表明,试样Ⅴ中单组分树脂表现出有利影响,SIMS 深度分布图对此影响也有体现。尽管从 ZnO 谱图加宽上来看界面层恶化,但表面的铜硫化物仍然明显,因此总体性能比其他胶料降幅较小。

对界面层进行 SEM 分析以观察老化对微观物理结构的影响,结果见图 11~15。

从图11~15 可以看出明显的结构变化。试样Ⅰ和Ⅲ的 SEM 图中出现少量针状体,表明界

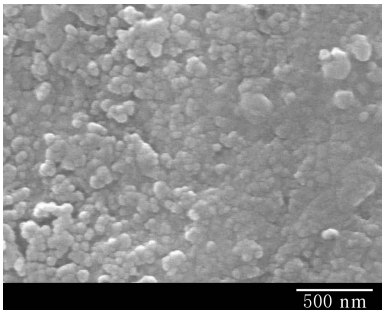


(a)未老化

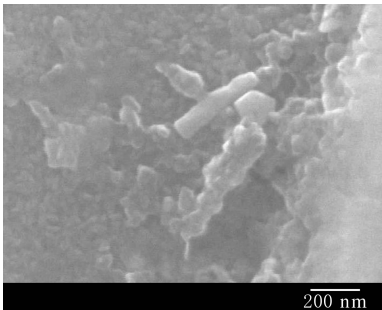


(b)热老化

图 12 胶料Ⅱ黄铜界面层 SEM 照片

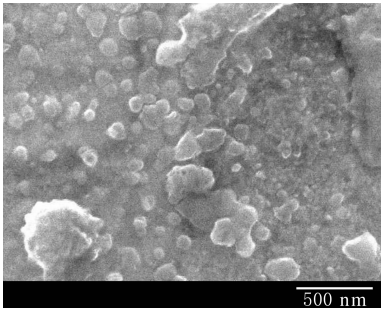


(a)未老化

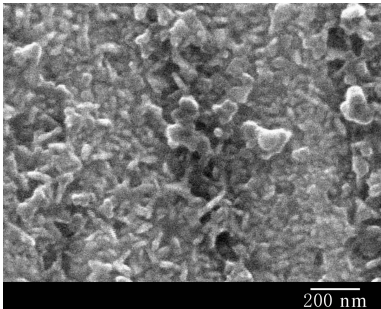


(b)热老化

图 11 胶料Ⅰ黄铜界面层 SEM 照片

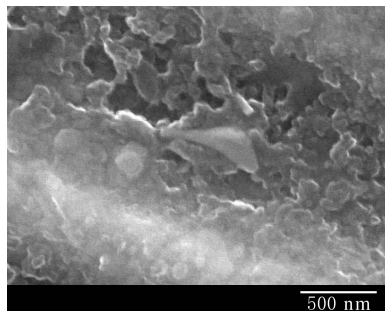


(a)未老化

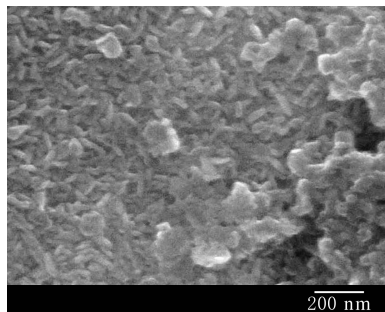


(b)热老化

图 13 胶料Ⅲ黄铜界面层 SEM 照片

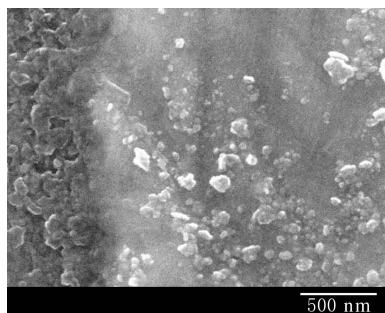


(a) 未老化

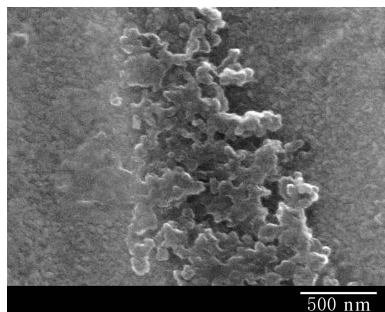


(b) 热老化

图 14 胶料Ⅳ黄铜界面层 SEM 照片



(a) 未老化



(b) 热老化

图 15 胶料Ⅴ黄铜界面层 SEM 照片

面化学组成结晶。试样Ⅳ也在一定程度上形成了微晶。试样Ⅱ和Ⅴ未见明显结晶。试样Ⅱ中双组分树脂和试样Ⅴ中单组分树脂对界面结晶有影

响,这从 GIXRD 结果也能明显观察到。

3 结论

5 种胶料的 GIXRD 结果阐释了硫化物层随老化而形成和生长。从 5 种胶料的衍射图样中均可清晰地观察到铜硫化物、硫化锌和氧化锌对应的布拉格反射。对与 5 种胶料相结合的黄铜试样进行 GIXRD 试验,得出作为粘合增进剂的钴、双组分树脂和单组分树脂对界面层生长和结晶的影响。对未老化和老化试样的 GIXRD 谱进行对比,结果表明无树脂胶料含有较厚的由 CuS 转化为 $\text{Cu}_{1.8}\text{S}$ 的硫化物层,这在一定程度上,特别是湿热老化时,将导致界面粘合变差。CuS 是铜硫化物的结晶态,因结晶粒度较大,所以其自由体积比 $\text{Cu}_{1.8}\text{S}$ 大。由于橡胶与硫化物层之间存在较好的机械连锁作用,CuS 的存在可以改善粘合。 $\text{Cu}_{1.8}\text{S}$ 结晶较多且易碎,易形成紧凑的硫化物层,使得橡胶与界面间交互作用的表面积减小。

含双组分粘合增进剂试样表现出对硫化物层生长和转化的控制作用。这种作用在不同老化条件下存在差异。C132L 和 C138L 粘合增进剂在控制硫化物层生长方面起重要作用。双组分树脂体系中硫化物层对应峰强度较小。上述结果与增强抽出力、改善粘合性能的关系比参比胶料Ⅰ更为密切。

TOF-SIMS 界面深度分布图显示,胶料湿热老化导致硫化物层生长和转化,特别是 ZnS 和 ZnO 层增厚。基于粘合试验结果可以断定,钴和双组分粘合增进剂/硫黄体系通过控制密度或形态学,对界面层稳定性起着决定性作用。与钴含量高的胶料相比,钴含量低的胶料形成的硫化物层更薄。钴衍射峰出现在 CuS 和 ZnO/ZnS 层之间。钴扩散到如此深度可以抑制对界面粘合不利的 ZnO/ZnS 层过度生长。但钴本身不能阻止帘线降解,只能通过对增粘树脂的增效作用达到这一目的。

界面分析与粘合数据之间存在合理的相关性。分析结果均得出界面层厚度对橡胶-黄铜界面粘合不利的结论。界面上不同铜硫化物之间的结晶转化将导致橡胶-黄铜界面发脆和过早破坏。

增粘树脂可以控制这种转化,使老化后粘合性能改善。这真正地证明了橡胶-黄铜界面研究对预测轮胎在各种使用条件下的性能及破坏极为有用。

(北京橡胶工业研究设计院 颜晋钧摘译,
王清才校)

译自美国“Tire Science and Technology”,
39[1],20~43(2011)

阿波罗将 Vredestein 品牌引入印度

中图分类号:TQ336.1;U463.341 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013年12月5日报道:

阿波罗轮胎有限公司已将其高级欧洲品牌 Vredestein(见图1)引入印度,轮胎规格为15~20英寸。Vredestein 品牌轮胎主要配备豪华轿跑车、高级豪华轿车和 SUV,速度达 $240 \sim 300 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。



图1 Vredestein 品牌轮胎

公司称,Vredestein 轮胎将对阿波罗现有乘用车轮胎产品系列进行补充,其中包括 Ultrac Sessanta,Ultrac SUV Sessanta,Ultrac Cento 和 Sportrac 5 系列轮胎。

“印度已经并将继续成为我们极重要的市场。”阿波罗董事长 Onkar S Kanwar 称,“印度将受益于公司的全球化成果。我们对优秀研发中心的投资、品牌的定位和其他主动的营销行为将使得有辨识能力的印度消费者更钟爱我们的轮胎。”

“优美的设计和超高性能是豪华车主在购买轮胎之前需要考虑的两大要素,这也是百年品牌 Vredestein 与普通轮胎的区别。”

Vredestein 轮胎将分配给精心挑选的印度商业伙伴,与包括现有的 Apollo Zones 在内的多种品牌轮胎一起销售。

公司称 Vredestein 品牌具有以下明显优势:有权使用阿波罗轮胎健全的销售网络、训练有素

的销售力量和 24 h 服务承诺。

(马 晓摘译 许炳才校)

横滨橡胶完成泰国扩张

中图分类号:TQ336.1;U463.341⁺.59 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013年12月16日报道:

横滨橡胶有限公司完成了位于泰国 Rayong 省的轮胎综合试验场——亚洲轮胎测试中心的扩建。

扩建项目包括:2.5 km 的干燥路面和 1.5 km 的潮湿路面操纵性能试验场、转向试验场和转向水滑试验场。

两个操纵性能试验将轮胎安装在特定车辆上,在干燥和潮湿的道路条件下测试轮胎的整体性能和兼容性能;转向试验场用于测试轮胎在潮湿路面的抓着性能;转向水滑试验场用于测试轮胎整体和胎面花纹的排水性能。

泰国试验场的扩建使横滨公司能够对轮胎操纵性能和振动性能进行完整的测试。

亚洲轮胎测试中心始建于2009年4月。169万 m^2 的面积最初配备了4.1 km 的高速跑道,其中1 km 为直线道路(高速运行测试速度超过 $200 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$);多用途跑道覆盖面积约为10万 m^2 ;4.2 km 普通路面高速环绕测试;苛刻路面上耐久性能测试。

跑道测试还包括在回转模式下高速变道时轮胎的性能。它还配备了潮湿测试和特殊的驾乘舒适感和噪声测试跑道。

在建立亚洲轮胎测试中心之前,横滨公司的轮胎测试集中在日本的两个试验场,D-PAC 综合轮胎试验场和 T-MARY 特殊冬季轮胎试验场。选择在泰国建立试验场是因为它的气候较稳定,使轮胎可以在相同的条件下进行测试。

(肖大玲摘译 吴淑华校)