

防老剂 S-RD 在航空轮胎中的应用

俞华英, 吴春齐, 刘 蓉

(中橡集团曙光橡胶工业研究设计院, 广西 桂林 541004)

摘要: 试验研究防老剂 S-RD 等量替代普通防老剂 RD 对航空轮胎胎面胶和胎体帘布胶性能的影响。结果表明, 采用防老剂 S-RD 等量替代普通防老剂 RD 可以明显提高航空轮胎胎面胶和胎体帘布胶的耐热老化性能, 降低生热, 使得航空轮胎在高速、高负荷、内部高温的使用条件下胶料性能保持率高, 使用安全性能更好, 使用寿命延长。

关键词: 航空轮胎; 防老剂; 耐热老化性能; 生热

中图分类号: TQ330.38⁺2; V226⁺.8 **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-8171(2013)10-0604-05

随着航空工业的飞速发展, 飞机对轮胎的技术要求越来越高。如何制备出生热较低且更耐高温的航空轮胎胶料, 从而提高航空轮胎的高速性能及其在高速和高负荷下的安全性能, 是配方设计人员需首要解决的问题之一。

防老剂 RD 是最常用的橡胶防老剂, 能抑制条件苛刻的氧化和热老化, 具有相对分子质量较高、扩散损失小、防护性能持久性好的优点。防老剂 S-RD 有效体含量更高, 其二聚体质量分数约为 0.45、有效体质量分数约为 0.72, 因此耐热老化性能明显优于普通防老剂 RD。本工作研究防老剂 S-RD 在航空轮胎胎面胶和胎体帘布胶中的应用, 并与普通防老剂 RD 进行对比。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), 1[#]烟胶片, 印度尼西亚产品; 丁苯橡胶(SBR), 牌号 1500E, 中国石油吉林石化公司产品; 防老剂 S-RD, 江苏圣奥化学科技有限公司产品。

1.2 配方

1.2.1 胎面胶

1[#]配方: NR/SBR 100, 炭黑/白炭黑 53, 防老剂 4020 1.5, 防老剂 RD 2, 活性剂 9, 软化剂 3, 硫化剂 2.8, 其他 6.9。

作者简介: 俞华英(1956—), 女, 浙江嘉兴人, 中橡集团曙光橡胶工业研究设计院教授级高级工程师, 主要从事轮胎配方设计和生产工艺管理工作。

2[#]配方: 采用防老剂 S-RD 等量替代防老剂 RD, 其他同 1[#]配方。

1.2.2 胎体帘布胶

3[#]配方: NR/SBR 100, 炭黑/白炭黑 47, 防老剂 4020 1.5, 防老剂 RD 1, 活性剂 6.5, 粘合增进剂 5, 软化剂 4.5, 硫化剂 3.5, 其他 2.9。

4[#]配方: 采用防老剂 S-RD 等量替代防老剂 RD, 其他同 3[#]配方。

1.3 主要设备和仪器

Φ160 mm×320 mm 开炼机, 广东湛江机械厂产品; 45 t 平板硫化机, 上海第一橡胶机械厂产品; T-10 型电子拉力机和 R-100S 型硫化仪, 美国孟山都公司产品; YS-25 型压缩试验机, 上海非金属试验机厂产品; PL-140 型疲劳试验机和 MH-74 型阿克隆磨耗试验机, 上海中艺机械厂产品; 臭氧老化试验机, 德国阿根托克斯公司产品。

1.4 混炼工艺

胶料按常规工艺在开炼机上进行混炼, 防老剂在混炼初期与其他小料一起加入。胶料在平板硫化机上硫化, 硫化温度为 138 ℃。

1.5 性能测试

各项性能均按相应国家标准进行测定。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

防老剂 S-RD 理化性质如表 1 所示。

从表 1 可以看出, 防老剂 S-RD 理化性质达到指标要求。

表 1 防老剂 S-RD 的理化性质

项 目	实测值	指标 ¹⁾
外观	琥珀色	琥珀色至棕色颗粒
有效体质量分数 ²⁾ ×10 ²	72.79	≥70.0
苯胺质量分数 ²⁾ ×10 ²	0.04	≤0.70
加热减量(50~55℃)/%	0.03	≤0.30
灰分质量分数×10 ²	0.02	≤0.30
软化点/℃	81.8	80.0~100.0

注:1)企业标准 JSSC-0600;2)采用高效液相色谱测试。

2.2 对胎面胶性能的影响

2.2.1 硫化特性

防老剂 S-RD 对胎面胶硫化特性的影响如表 2 所示。

表 2 胎面胶的硫化特性

项 目	1# 配方	2# 配方
门尼焦烧时间(120℃)/min	36.72	40.32
硫化仪数据(138℃)		
M _L /(N·m)	1.10	1.05
M _H /(N·m)	3.67	3.70
t ₁₀ /min	20.5	19.0
t ₉₀ /min	40.0	39.0

从表 2 可以看出,与 1# 配方胶料相比,2# 配方胶料的门尼焦烧时间延长,t₉₀相当。表明防老剂 S-RD 等量替代防老剂 RD 对胶料硫化速度几乎无影响,抗焦烧时间有所延长。

2.2.2 耐热老化性能

100℃×24 h 热空气老化前后 1# 和 2# 配方胶料的拉伸强度如图 1 所示,拉断伸长率如图 2 所示。

从图 1 和 2 可以看出,2# 配方胶料热空气老

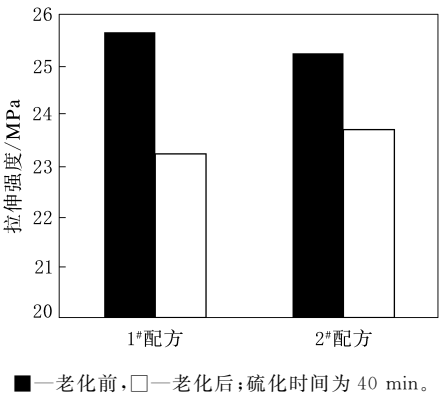
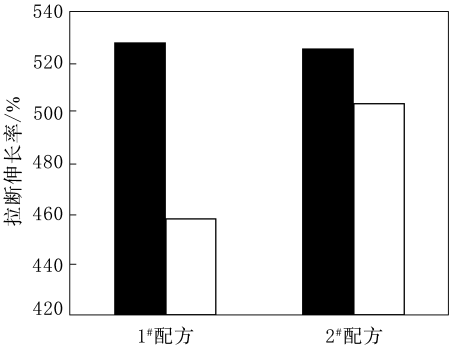


图 1 胎面胶的拉伸强度



注同图 1。

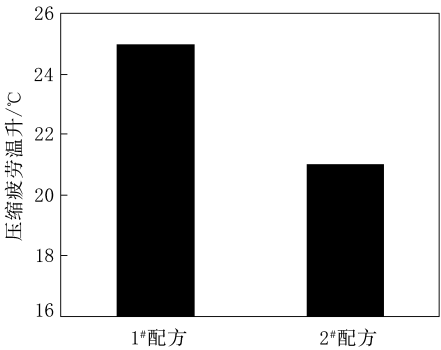
图 2 胎面胶的拉断伸长率

化后的拉伸强度和拉断伸长率均高于 1# 配方胶料,且性能下降率明显低于 1# 配方胶料,说明采用防老剂 S-RD 等量替代防老剂 RD,可以明显提高胎面胶的耐热空气老化性能。分析认为,防老剂 RD 中的二聚体对耐热老化的效果最好,四聚体以上的多聚体已经失去了抗氧效果,即有效体为二、三、四聚体。防老剂 S-RD 中的二聚体含量和有效体含量均高于普通防老剂 RD,使得其耐热老化效果优于普通防老剂 RD,因此采用防老剂 S-RD 的胶料耐热老化性能明显提高。

航空轮胎胎面胶的耐热老化性能提高,可以使其使用时(尤其在南方地区夏季)胎面胶的性能保持率提高,从而提高轮胎使用安全性能,并延长使用寿命。

2.2.3 生热性能

防老剂 S-RD 对胎面胶生热性能的影响如图 3 所示。



硫化时间为 50 min;试验条件为冲程 5.71 mm, 负荷 1 MPa,温度 55℃。

图 3 胎面胶的生热性能

从图3可以看出,2[#]配方胶料的压缩疲劳温升比1[#]配方胶料降低了4℃,说明采用防老剂S-RD替代防老剂RD可以明显降低胎面胶的生热。分析原因认为:由于普通防老剂RD有效体含量低,其余部分均为树脂等杂质,难以溶于橡胶而是以填充物形式存在于橡胶中,造成橡胶内摩擦增大,从而增大了橡胶形变过程中的生热;而防老剂S-RD有效体含量高,杂质少,降低了胶料的生热。此外,因胎面胶耐热老化性能提高,在动态压缩疲劳过程中试样内部温度逐步升高的情况下,胶料的强度等性能保持率高,可使胶料的滞后损失相对减少,生热有所下降。

对于航空轮胎,胎面胶具有较低的生热非常重要。由于飞机起飞和着陆速度高达360 km·h⁻¹以上,轮胎要承受巨大的离心力和冲击力。轮胎在高速旋转和高频率变形的情况下,胶料滞后损失增大,内部温度急剧升高,胶料性能快速下降,轮胎很容易出现甩胎面、掉块等损坏。因此,航空轮胎胎面胶必须生热低,才能保证轮胎在苛刻的使用条件下不至于出现鼓包、掉块、脱层、甩胎面等致命的质量问题,从而保证飞行安全。另外,胎面胶的生热降低,可提高轮胎的高速性能,使用更安全。

2.2.4 物理性能

防老剂S-RD对胎面胶物理性能的影响如表3所示。

表3 胎面胶的物理性能				
项 目	1 [#] 配方		2 [#] 配方	
硫化时间/min	40	100	40	100
300%定伸应力/MPa	12.8	13.9	13.1	14.2
拉断永久变形/%	30	18	26	18
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	90		93	
回弹值/%	36		38	
阿克隆磨耗量/cm ³	0.165		0.162	
30万次屈挠龟裂等级	5,5,6		5,4,5	
臭氧老化性能 ¹⁾	无裂纹		无裂纹	

注:1)臭氧质量分数为1×10⁻⁶,温度为40℃,时间为24 h,伸长率为25%。

从表3可以看出,与1[#]配方相比,2[#]配方胶料的300%定伸应力稍高,耐屈挠龟裂性能稍好,其余物理性能大致相同。分析认为,二聚体对提高胶料的耐屈挠龟裂性能有贡献,防老剂S-RD

中的二聚体含量高于普通防老剂RD,使得胎面胶的耐屈挠龟裂性能稍有提高。

2.3 对胎体帘布胶性能的影响

2.3.1 硫化特性

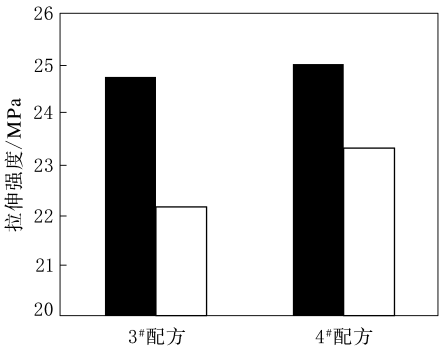
防老剂S-RD对胎体帘布胶硫化特性的影响如表4所示。

表4 胎体帘布胶的硫化特性		
项 目	3 [#] 配方	4 [#] 配方
门尼焦烧时间(120℃)/min	33.9	35.0
硫化仪数据(138℃)		
t ₁₀ /min	14.0	14.1
t ₉₀ /min	31.0	31.5

从表4可以看出,与3[#]配方胶料相比,4[#]配方胶料的门尼焦烧时间延长,t₉₀相当。表明防老剂S-RD等量替代防老剂RD对胶料硫化速度几乎无影响,抗焦烧时间有所延长。

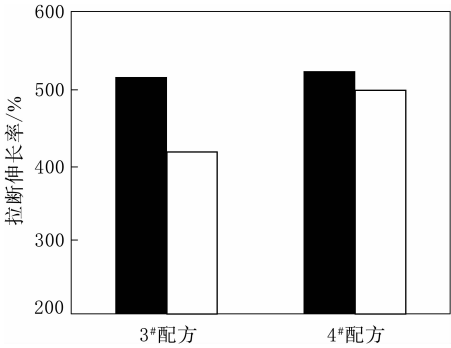
2.3.2 耐热老化性能

100℃×24 h热空气老化前后3[#]和4[#]配方胶料的拉伸强度如图4所示,拉断伸长率见图5。



注同图1。

图4 胎体帘布胶的拉伸强度



注同图1。

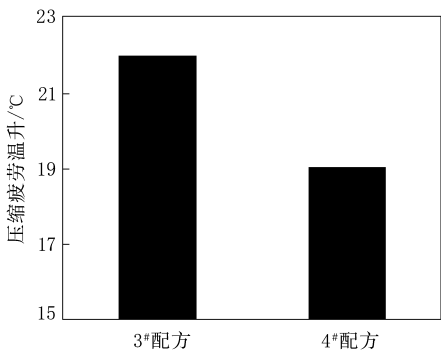
图5 胎体帘布胶的拉断伸长率

从图 4 和 5 可以看出,4[#] 配方胶料热空气老化后的拉伸强度和拉断伸长率均高于 3[#] 配方胶料,且降幅也明显减小,说明使用防老剂 S-RD 等量替代防老剂 RD,可以提高胎体帘布胶的耐热老化性能。

航空轮胎在高负荷、高速起飞和着陆滑行中承受着法向、周向和侧向的外力作用,同时还经受周期性的压缩、伸张和剪切作用,导致胶料产生滚动损失,使轮胎发热处于高温状态。胎体帘布胶的耐热老化性能好,可以在航空轮胎使用时内部温度较高的情况下,仍保持良好的物理性能,从而不易出现内部脱层等质量问题。

2.3.3 生热性能

防老剂 S-RD 对胎体帘布胶生热性能的影响如图 6 所示。



注同图 3。

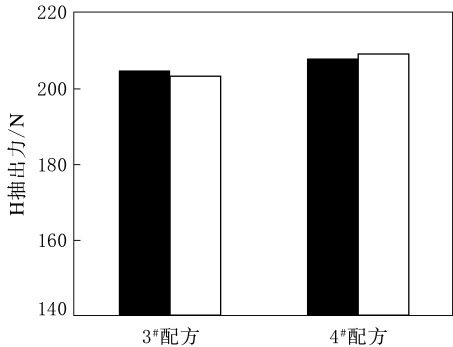
图 6 胎体帘布胶的生热性能

从图 6 可以看出,4[#] 配方胶料的压缩疲劳温升比 3[#] 配方胶料降低 3 ℃,说明使用防老剂 S-RD 等量替代普通防老剂 RD 可以降低胎体帘布胶的生热。

2.3.4 粘合性能

防老剂 S-RD 对胎体帘布胶与锦纶帘线 H 抽出力的影响如图 7 所示。

从图 7 可以看出,100 ℃×24 h 热空气老化



■—老化前,□—老化后;硫化时间为 45 min。

图 7 胎体帘布胶的锦纶帘线 H 抽出力

后 4[#] 配方胶料的 H 抽出力稍高于 3[#] 配方胶料。

2.3.5 物理性能

防老剂 S-RD 对胎体帘布胶物理性能的影响如表 5 所示。

表 5 胎体帘布胶的物理性能

项 目	3 [#] 配方		4 [#] 配方	
硫化时间/min	40	80	40	80
300%定伸应力/MPa	11.6	11.6	12.1	11.8
拉断永久变形/%	30	26	30	28
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	89		88	
回弹值 ¹⁾ /%	41		43	

注:1)硫化时间为 50 min。

从表 5 可以看出,与 3[#] 配方相比,4[#] 配方胶料 300%定伸应力稍高,其余物理性能大致相当。

3 结论

(1)在航空轮胎胎面胶和胎体帘布胶中采用防老剂 S-RD 等量替代普通防老剂 RD,可以明显提高胶料的耐热老化性能,降低生热。

(2)使用防老剂 S-RD 的航空轮胎胎面胶和胎体帘布胶耐热老化性能提高、生热降低,使得航空轮胎在高速、高负载、内部高温使用条件下胶料性能保持率高,使用安全性能好,使用寿命延长。

第 17 届中国轮胎技术研讨会论文

Application of Antioxidant S-RD in Aircraft Tire

YU Hua-ying, WU Chun-qi, LIU Rong

(Shuguang Rubber Industry Research and Design Institute, Guilin 541004, China)

Abstract: The effects of antioxidant S-RD on the properties of tread compound and carcass ply

compound of aircraft tire were experimentally investigated. The results showed that by using antioxidant S-RD to replace equal weight of antioxidant RD, the thermal aging property of tread compound and carcass ply compound were improved obviously, the heat build-up decreased, the property retention of the compounds for application under high speed, high load and high temperature conditions was improved, and the safety and service life of aircraft tire were also improved.

Key words: aircraft tire; antioxidant; thermal aging property; heat build-up

美国 TMSI 公司加盟软控

中图分类号:F27 文献标志码:D

2013年8月12日,全球领先的轮胎检测设备品牌 TMSI(检测测量系统有限公司)正式被软控股份有限公司(以下简称软控)收购,成为橡胶轮胎行业内加盟软控的又一顶级品牌。此举将极大促进 TMSI 在全球的发展,特别是能够近距离地服务亚太区域的汽车和轮胎客户。

TMSI 成立于1991年,其前身是成立于1983年的 G. R. Potts 联合公司。TMSI 致力于研发、生产用于科研及工程的测试系统,该系统包括数据采集、控制系统、测试定位装置、负荷加载装置以及操控装置,并且在汽车轮胎领域负有盛名,通用、福特、韩国现代、普利司通、米其林、固特异等都与 TMSI 建立了良好的合作关系。TMSI 可以针对具体的技术问题和研究项目,为客户提供具有创造性和专业的技术解决方案。

TMSI 的产品主要包括测试设备和生产设备两大类,拥有轮胎耐久试验机等十多个核心产品。在汽车轮胎领域,这些产品在技术水平和产品性能方面都拥有优势,很多产品都可以读取噪声数据,操控精确性和准确性都比较高。例如,产品的轮胎主轴是可调节的,可实现主轴零外倾,在压力下控制其转动,装载过程中不会产生偏移。TMSI 对此类细节的关注得到了行业及客户的普遍认可,在2011年的德国科隆轮胎技术展上,TMSI 六分力测试设备被国际轮胎技术杂志提名为2010年度四大最佳创新奖之一。

TMSI 首席执行官 Gerald R. Potts 博士称:“与软控合作,TMSI 在未来几年将会实现跨越性发展。虽然我们在技术层面领跑行业,但在营销、装配方面遇到了瓶颈,不能满足全球客户持续增长的需求。而软控在全球建有较为完善的营销服务体系,拥有世界上最大的装备产业园,借助于软

控在营销和装配方面的实力,TMSI 将会如虎添翼,为全球客户提供更专业及时的服务。”

TMSI 与软控的合作是汽车轮胎行业的一大盛事,高端轮胎检测设备的推广应用,对于提升轮胎的性能,特别是安全性能,将起到极大的促进作用,也将直接推动亚太地区轮胎品牌竞争力的提升,从而惠及到所有轮胎的使用者。

(软控股份有限公司 李令新)

Trelleborg 推出甘蔗耕作用轮胎

中图分类号:TQ336.1+1 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013年7月31日报道:

Trelleborg 车轮系统美洲公司推出新 710/70R38 TM800 SugarCane 甘蔗耕作专用轮胎,如图1所示。为抗蔗杆刺扎,与传统拖拉机轮胎相比,该轮胎花纹基部轮廓更圆滑。

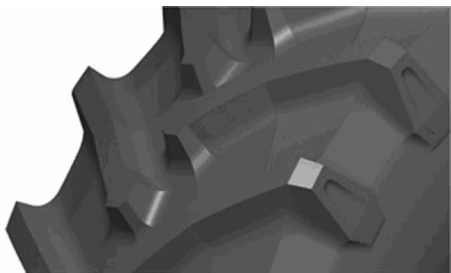


图1 Trelleborg 710/70R38 TM800 SugarCane 轮胎

Trelleborg 农业和林业轮胎销售总监 Lorenzo Ciferri 称, TM800 SugarCane 轮胎是他们在甘蔗田多年试验和研究的结果。

710/70R38 TM800 SugarCane 轮胎的结构设计适于甘蔗耕作轮胎承受高扭矩和负荷的要求。为耐受恶劣耕作条件下的驱动应力,胎圈宽度增大12%。

胎面花纹轮廓改善可增强胎面耐磨性能。

(吴秀兰摘译 赵敏校)