

# 粘合增进剂AIR-1在农业轮胎和工程机械轮胎中的应用

付 泉, 杨树田

(大连天宝化学工业有限公司, 辽宁 大连 116300)

**摘要:** 介绍粘合增进剂AIR-1在农业轮胎和工程机械轮胎胎侧胶、缓冲层胶、帘布外层胶和帘布内层胶中的应用。结果表明: 粘合增进剂AIR-1可以提高农业轮胎和工程机械轮胎胎侧胶、缓冲层胶、帘布外层胶和帘布内层胶的粘合强度、耐疲劳性能和耐屈挠性能, 显著延长轮胎使用寿命, 降低原材料成本。

**关键词:** 粘合增进剂AIR-1; 农业轮胎; 工程机械轮胎; 胎侧胶; 缓冲层胶; 帘布外层胶; 帘布内层胶; 粘合强度

粘合增进剂AIR-1是以带有反应性活性基团的有机胺类化合物为主要原材料, 并加入分散剂、活性剂及其它无机物等精细加工而成的橡胶助剂, 用于提高轮胎及橡胶制品的橡胶与锦纶帘线的粘合强度, 是大连天宝化学工业有限公司开发的专利产品(专利号 CN 1186088)。本课题研究粘合增进剂AIR-1在农业轮胎和工程机械轮胎胎侧胶、缓冲层胶、帘布外层胶和帘布内层胶中的应用。

## 1 实验

### 1.1 原材料

粘合增进剂AIR-1, 大连天宝化学工业有限公司产品; 其余原材料均为轮胎工业常用原材料。

### 1.2 主要设备与仪器

160 × 320 mm型开炼机, GK270型密炼机, 100 t平板硫化机, MDR2000型无转子硫化仪, T-2000型电子拉力机, PL140型疲劳试验机, 双工位轮胎里程试验机。

### 1.3 试样制备

小配合试验胶料在开炼机上混炼。大配合试验胶料在GK270型密炼机中混炼, 分2段进行, 一段混炼转子转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ , 加料顺序为: 生胶→小料和粘合增进剂AIR-1混合物、炭黑、增塑剂→

排胶; 二段混炼转子转速为 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ , 加料顺序为: 一段混炼胶→硫黄和促进剂→排胶。

### 1.4 性能测试

胶料及成品轮胎性能均按相应国家标准测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 理化分析

粘合增进剂AIR-1的理化分析结果见表1。可以看出, 粘合增进剂AIR-1的理化性能达到指标要求。

表1 粘合增进剂AIR-1的理化分析结果

项 目	实测值	指标
外观	浅黄色粉末	固体颗粒或浅黄色粉末
加热减量 ( $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \times 2 \text{ h}$ ) /%	3.1	$\leq 4$
pH值	9.1	7 ~ 11

### 2.2 小配合试验

粘合增进剂AIR-1对胶料性能影响的小配合试验结果见表2(基本配方为NR/BR, 90; 充油SBR1712, 13; 炭黑N330/N660, 40; 硫黄, 2.2; 促进剂CZ, 0.6; 促进剂DM, 0.4; 促进剂TMTD, 0.03; 氧化锌, 5; 硬脂酸, 2.5; 防老剂BLE-W,

表2 小配合试验结果

项 目	粘合增进剂AIR-1用量/份	
	0	5
硫化仪数据 (135 °C)		
$M_L$ / (dN · m)	8.2	8.3
$M_H$ / (dN · m)	20.8	21.7
$t_{10}$ /min	11.8	11.5
$t_{90}$ /min	16.6	16.3
硫化胶性能 (135 °C × 30 min)		
邵尔A型硬度/度	60	59
300%定伸应力/MPa	9.1	9.4
拉伸强度/MPa	19.8	20.1
拉断伸长率/%	465	469
疲劳寿命 (拉伸200%) /次	10925	12171
回弹值/%	61	60
H抽出力/N	184.4	203.5
100 °C × 48 h老化后		
邵尔A型硬度变化/度	+5	+5
300%定伸应力变化率/%	+25	+30
拉伸强度变化率/%	-18	-19
拉断伸长率变化率/%	-25	-30
H抽出力/N	128.4	148.4

1.5; 防老剂4010NA, 1; 芳烃油, 8)。可以看出, 与未加粘合增进剂AIR-1胶料相比, 加入粘合增进剂AIR-1的胶料耐疲劳性能和老化前后的粘合强度显著提高, 其它性能变化不大。

## 2.3 大配合试验

### 2.3.1 胶料性能

#### (1) 胎侧胶

粘合增进剂AIR-1对胎侧胶性能影响的大配合试验见表3 (基本配方为NR/BR, 100; 炭黑N330/N660, 55; 硫黄, 1.2; 促进剂NOBS, 1.1; 氧化锌, 4; 硬脂酸, 3; 防老剂RD, 1.5; 防老剂4010NA, 1.5; 古马隆树脂, 2; 石蜡, 1.5; 芳烃油, 6)。可以看出, 与未加粘合增进剂AIR-1胶料相比, 加粘合增进剂AIR-1的胶料耐屈挠性能、耐疲劳性能和粘合强度提高, 其它性能变化不大。

#### (2) 缓冲层胶

粘合增进剂AIR-1对缓冲层胶性能影响的大配合试验结果见表4 (基本配方为NR/BR/SBR, 100; 炭黑N330/N660, 50; 不溶性硫黄IS-60, 1.7; 硫黄, 0.6; 促进剂, 1.3; 氧化锌, 6; 硬脂酸, 2;

表3 胎侧胶大配合试验结果

项 目	粘合增进剂AIR-1用量/份	
	0	5
硫化仪数据 (145 °C)		
$M_L$ / (dN · m)	24.1	23.1
$M_H$ / (dN · m)	5.07	4.49
$t_{10}$ /min	6.9	6.1
$t_{90}$ /min	10.1	9.1
硫化胶性能 (145 °C × 40 min)		
邵尔A型硬度/度	59	59
300%定伸应力/MPa	10.5	10.9
拉伸强度/MPa	18.9	18.8
拉断伸长率/%	522	524
屈挠裂口等级 (12万次)	1, 2, 2	1, 1, 1
疲劳寿命 (拉伸200%) /次	11497	12510
H抽出力 <sup>1)</sup> /N	203	214
100 °C × 48 h老化后		
邵尔A型硬度变化/度	+3	+3
300%定伸应力变化率/%	+15	+12
拉伸强度变化率/%	-10	-9
拉断伸长率变化率/%	-20	-30

注: 1) 硫化条件为135 °C × 30 min。

表4 缓冲层胶大配合试验结果

项 目	粘合增进剂AIR-1用量/份	
	0	5
硫化仪数据 (145 °C)		
$M_L$ / (dN · m)	5.35	5.39
$M_H$ / (dN · m)	24.90	26.20
$t_{10}$ /min	4.8	4.3
$t_{90}$ /min	6.8	6.3
硫化胶性能 (135 °C × 30 min)		
邵尔A型硬度/度	63	64
300%定伸应力/MPa	12.8	13.9
拉伸强度/MPa	25.7	25.4
拉断伸长率/%	519	541
回弹值/%	59	60
疲劳寿命 (拉伸200%) /次	12176	13974
H抽出力 <sup>1)</sup> /N	195.0	234.0
100 °C × 48 h老化后		
邵尔A型硬度变化/度	+4	+5
300%定伸应力变化率/%	+22	+25
拉伸强度变化率/%	-18	-17
拉断伸长率变化率/%	-29	-31
H抽出力 <sup>1)</sup> /N	205	244

注: 1) 同表3。

防老剂BLE-W, 1.5; 防老剂4010NA, 2; 软化剂, 4)。可以看出, 与未加粘合增进剂AIR-1胶料相比, 加入粘合增进剂AIR-1胶料的耐疲劳性能和老化前后粘合强度显著提高, 其它性能变化不大。

### (3) 帘布外层胶

粘合增进剂AIR-1对帘布外层胶性能影响的大配合试验结果见表5(基本配方为NR/BR/SBR, 100; 炭黑N330/N660, 45; 硫黄, 2.2; 促进剂, 1.2; 氧化锌, 5; 硬脂酸, 2.5; 防老剂BLE-W, 1.5; 防老剂4010NA, 1.5; 软化剂, 6)。可以看出, 与未加粘合增进剂AIR-1的胶料相比, 加入粘合增进剂AIR-1胶料的老化前后粘合强度显著提高, 老化前拉伸性能有一定的改善, 老化后300%定伸应力和拉断伸长率变化较大, 其它性能变化不大。

### (4) 帘布内层胶

粘合增进剂AIR-1对帘布内层胶性能影响的大

表5 帘布外层胶大配合试验结果

项 目	粘合增进剂AIR-1用量/份	
	0	5
硫化仪数据 (135 °C)		
$M_L / (\text{dN} \cdot \text{m})$	4.60	4.40
$M_H / (\text{dN} \cdot \text{m})$	23.45	24.78
$t_{10} / \text{min}$	5.6	5.8
$t_{90} / \text{min}$	8.6	8.8
硫化胶性能 (135 °C × 30 min)		
邵尔A型硬度/度	60	62
300%定伸应力/MPa	10.9	11.6
拉伸强度/MPa	21.8	22.4
拉断伸长率/%	449	510
回弹值/%	60	59
H抽出力/N	180.4	224.8
100 °C × 48 h老化后		
邵尔A型硬度/度	+4	+6
300%定伸应力变化率/%	+21	+35
拉伸强度变化率/%	-19	-18
拉断伸长率变化率/%	-17	-30
H抽出力/N	190.4	234.8

配合试验结果见表6(基本配方为NR, 70; BR, 10; SBR, 20; 炭黑, 40; 硫黄, 2.2; 促进剂, 1.1; 氧化锌, 5; 硬脂酸, 2.5; 防老剂BLE-W, 1.5; 防老剂4010NA, 1; 软化剂, 8)。可以看出, 与未加粘合增进剂AIR-1胶料相比, 加入粘合增进剂AIR-1胶料的耐疲劳性能改善, 老化前后粘合强度显著提高, 其它性能变化不大。

表6 帘布内层胶大配合试验结果

项 目	粘合增进剂AIR-1用量/份	
	0	5
硫化仪数据 (135 °C)		
$M_L / (\text{dN} \cdot \text{m})$	3.80	4.30
$M_H / (\text{dN} \cdot \text{m})$	19.80	22.7
$t_{10} / \text{min}$	6.3	6.3
$t_{90} / \text{min}$	10.7	10.6
硫化胶性能 (135 °C × 30 min)		
邵尔A型硬度/度	60	59
300%定伸应力/MPa	9.1	9.4
拉伸强度/MPa	19.8	20.1
拉断伸长率/%	465	469
回弹值/%	61	60
疲劳寿命(拉伸200%)/次	9925	10151
H抽出力/N	168.0	198.0
100 °C × 48 h老化后		
邵尔A型硬度/度	+5	+5
300%定伸应力变化率/%	+25	+30
拉伸强度变化率/%	-18	-19
拉断伸长率变化率/%	-25	-30
H抽出力/N	178.0	208.0

### 2.3.2 工艺性能

工艺试验得出, 粘合增进剂AIR-1与胶料的相容性好, 混炼时分散速度快; 与未加粘合增进剂AIR-1的胶料相比, 加入粘合增进剂AIR-1的胶料包辊性能、自粘性能、挤出性能好, 帘布压延时操作性能和渗透性能好。

### 2.4 成品轮胎性能

在胎侧胶、缓冲层胶、帘布外层胶和帘布内层胶中均加入5份粘合增进剂AIR-1制成的23.5-25 16PR工程机械轮胎和11-38农业轮胎粘合强度分别

见表7和8。可以看出,加入粘合增进剂AIR-1的成品轮胎各层间粘合强度显著提高。

## 2.5 实用效果

自2002年8月以来,粘合增进剂AIR-1已大量应用于农业轮胎和工程机械轮胎等的胎侧胶、缓冲层胶、帘布外层胶、帘布内层胶中,轮胎的肩空和脱层等质量问题明显减少,使用寿命延长,粘合增

表7 23.5-25 16PR工程机械轮胎粘合强度  $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$

部 位	未加粘合增进剂 AIR-1	加粘合增进剂 AIR-1
缓冲层间	11.7	12.5
缓冲层与帘布层间	12.6	14.6
胎侧胶与帘布外层间	8.1	10.8
帘布层间		
2-3层	8.4	8.5
3-4层	6.2	7.4
4-5层	6.4	7.7
5-6层	7.1	7.9
6-7层	8.3	9.7
7-8层	10.8	11.0
8-9层	8.3	9.7
9-10层	10.8	11.0

表8 11-38农业轮胎粘合强度  $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$

部 位	未加粘合增进剂 AIR-1	加粘合增进剂 AIR-1
缓冲层间	11.7	12.5
缓冲层与帘布层间	12.6	14.6
胎侧胶与帘布外层间	9.1	11.8
帘布层间		
2-3层	6.4	7.5
3-4层	6.2	8.4
4-5层	6.4	8.7
5-6层	7.1	7.9
6-7层	7.3	8.7
7-8层	9.8	11.0

进剂AIR-1受到轮胎企业的青睐。

## 3 结语

粘合增进剂AIR-1易分散,无毒,操作安全性好。在农业轮胎和工程机械轮胎等胎侧胶、缓冲层胶、帘布外层胶和帘布内层胶中加入粘合增进剂AIR-1能显著提高胶料的粘合性能、耐疲劳性能和耐屈挠性能,增大轮胎各层间粘合强度,轮胎肩空和脱层等质量问题明显减少,承载能力大幅度提高,使用寿命延长,原材料成本降低约8%。

# Application of Adhesion Promoter AIR-1 in the Agricultural Tire and OTR Tire

Fu Quan, Yang Shutian

(Dalian Tianbao Chemical Industry Co., Ltd., Dalian 116300, China)

**Abstract:** In this study, the adhesion promoter AIR-1 was applied in the sidewall compound, the buffer layer compound, outer ply compound and inner ply compound of agricultural tire and OTR tire. The results showed that, adhesion promoter AIR-1 could increase the adhesion strength, fatigue resistance and flex resistance of those compounds, significantly extend the tire service life, and reduce the material cost.

**Keywords:** adhesion promoter AIR-1; agricultural tire; OTR tire; sidewall compound; buffer layer compound; outer ply compound; inner ply compound; adhesion strength

欢迎参加“华奇杯”第十届全国橡胶助剂生产和应用技术研讨会征文活动