



活性胶粉的性能及在胎面胶中的应用

龚文华 陈善祥
(上海大中华橡胶厂 200030)

从研究胶粉特性开始,证明了冷冻法胶粉及活性胶粉比再生胶有更多的优点。将上海试制的胶粉掺用于胎面胶,其混炼胶半成品和成品物性及轮胎里程试验结果证实,活性胶粉应用于轮胎胎面胶中是可行的。

1 前言

随着橡胶工业的发展,对生胶的需求量越来越大,因此近几年来国内外对再生橡胶资源的开发和应用已日益重视,对胎面胶胶粉作填料用于轮胎胎冠胶中的报道也很多,我国沈阳、高密、天津、上海目前也均有商品化的胶粉供应。本文考察了胶粉性能和掺用量对胎面胶物理性能的影响及实际里程试验情况。对上海生产的胶粉作出了评价,并确定了掺用胶料后的胎面胶配方,完成了掺用胶粉和未掺用胶粉的混炼胶性能、加工性能、成品性能的对比试验,说明了胶粉在轮胎胎面中的应用具有广泛的前景和巨大的经济效益。

2 结果与讨论

2.1 胶粉应用的可能性

以 70NR/30BR 胎面胶为基础,分别加甲级轮胎再生胶(以下简称再生胶)、非活性冷冻法胶粉 TAI 和活性胶粉 RSI 进行对比试验,掺用量分别为 5、10、15 份。主要性能见表 1。

从表 1 看出,加入胶粉与未加入胶粉的胶料性能比较,300%定伸应力保持不变,拉伸强度有所降低,老化后耐撕裂性仍保持原水平,老化后的耐磨性能不下降。而加入再生胶后,胶料的 300%定伸应力降低,老化后耐磨性下降。

表 1 掺用再生胶、胶粉 TAI 和胶粉 RSI 的胎面胶性能*

配方特征	邵尔 A 型硬度	300%定伸应力 MPa	拉伸强度 MPa	扯断伸长率 %	永久变形 %	老化后拉伸强度 MPa	老化后扯断伸长率 %	老化后扯断强度 kN/m	老化后撕裂强度 kN/m	老化后磨耗 cm ³ (1.61km)	门尼焦烧 (125℃) min
不加胶粉、再生胶	60	12.4	26	534	14	22.1	391	68	50	0.19	27.43
再生胶 5 份	60	11.4	24.6	543	13	21.1	395	97	51	0.23	27.67
10 份	60	10.8	23.8	546	13	20	410	85	54	0.22	27.48
15 份	60	10.7	23.4	551	15	19.3	417	84	48	0.26	27.29
TAI 5 份	60	12.3	23.3	491	13	18.5	350	62	57	0.2	29.2
10 份	60	12.2	23.4	486	12	18.6	358	69	49	0.21	28.12
15 份	58	11.7	22.8	491	13	17.3	338	66	45	0.2	27.29
RSI 5 份	60	13.1	24	477	13	13	330	65	50	0.18	27.28
10 份	60	12.7	22.1	458	13	17.7	335	61	52	0.22	26.20
15 份	60	12.8	21.8	451	13	17	324	53	48	0.21	24.82

* 物性为 145℃下硫化 30 和 45min 的平均值;老化条件为 100℃×24h。

由此可见,胶粉掺用于胎面胶后,能保持其耐磨性,这是胶粉比再生胶优越之处,为胶粉的应用提供了可能。

2.2 对上海试制胶粉的评价

上海试制的胶粉有 TAI、RSI 小样和供

做试验轮胎用的 RSI 大样共三种样品。采用掺用 10 份胶粉的胎面胶配方与再生胶、外地 60 目胶粉、美国胶粉作对比。

首先考察掺用再生胶、RSI 胶粉、TAI 胶粉、外地 60 目胶粉的性能对比。表 2 为各配

方胶料老化后的耐磨性。表 2 表明,胎面胶中掺用上海试制的胶粉 RSI、TAI 后,老化后耐磨性能不下降,而掺用再生胶、外地 60 目胶粉后均下降。

表 3 是耐屈挠龟裂性能对比。从表 3 可见,掺用胶粉后,老化后耐屈挠性能有所提高。老化前的性能虽然有所下降,但初裂 ≥ 11 万次,30 万次未断裂,足以满足轮胎胎面胶、胎侧胶的需要。

表 2 老化后耐磨耗性能(1.61km),cm³

硫化条件:145℃×min	30	45
不用胶粉、再生胶	0.17	0.21
掺再生胶 10 份	0.24	0.25
掺 TAI 胶粉 10 份	0.21	0.20
掺 RSI 胶粉 10 份	0.19	0.20
掺外地 60 目胶粉 10 份	0.31	0.31

* 老化条件为 100℃×24h。

表 3 屈挠龟裂性能对比

	老化前		100℃×24h 老化后	
	初裂,万次	30 万次裂口	初裂,万次	断裂,万次
不用胶粉、再生胶	14.5	4/10	4.5	6.5
掺再生胶 10 份	11	5.5/10	4	8.5
掺 TAI 胶粉 10 份	11	6/10	4	12.8
掺 RSI 胶粉 10 份	11	8/10	5	9
掺外地 60 目胶粉 10 份	14.5	7/10	4	10.5

接下来考察上海产胶粉、美国进口胶粉、外地的 60 目胶粉对比情况。从表 4 可知,掺用 RSI 胶粉时,耐磨性保持原来不用胶粉时的水平。而掺用美国冷冻法胶粉及外地 60 目胶粉时,耐磨性降低。因而我们选择掺用 RSI 胶粉大样的胶料作轮胎实际里程试验。

2.3 RSI 活性胶粉性能鉴定

上海生产的 RSI 活性胶粉大样能否达到小样水平,必须通过试验加以证明。

表 4 掺用不同胶粉后的物理机械性能

	邵尔 A800%定		拉伸强度	扯断伸长率	永久变形	100℃×24h 老化后磨耗
	硬度	应力度	MPa	%	%	(1.61km),cm ³
不加胶粉、再生胶	62	12.0	25.9	503	10	0.20
加美国胶粉 10 份	60	10.0	20.1	485	13	0.25
加外地 60 目胶粉 10 份	62	11.9	23.2	479	13	0.33
加 RSI 胶粉 10 份	60	12.7	22.1	455	13	0.20

首先按天津再生胶厂改性胶粉企业标准 Q/NJ-3001-89 作鉴定。分析结果如表 5 所示。RSI 小样胶粉及大样胶粉的加热失重较大,需要加以改进。

胶料物理机械性能试验结果如表 6 所示。鉴定配方为:1[#]NR 100;胶粉 50;促进剂 M 1.5;ZnO 7.5;硬脂酸 1.5;S 2.0;合计 165.5。胶料性能的企业标准为:拉伸强度 ≥ 12 MPa,扯断伸长率 $\geq 500\%$ 。从表 6 可知,掺用 RS 小样及大样的胶料物理性能均高于标准。

表 5 再生胶及各种胶粉的分析结果

	80℃加热失重, %	灰分, %	丙酮抽出物, %
企业标准	≤ 1.2	≤ 12	≤ 20
再生胶	1.1	8	17
TAI 胶粉	0.58	7.8	8.2
RSI 小样胶粉	3.65	9	14.8
外地 60 目胶粉	0.6	9.5	15.5
RSI 大样胶粉	2.7	7.5	12

表 6 掺用再生胶及各种胶粉后的主要性能

掺用品种(50 份)	拉伸强度,MPa	扯断伸长率, %
再生胶	23.2	606
TAI 胶粉	17.7	509
RSI 小样胶粉	19.9	509
外地 60 目胶粉	18.8	580
RSI 大样胶粉	22.6	559

按选定的 70NR/30BR 胎面胶配方进行加 10 份各种胶粉的对比试验,结果如表 7 所示。从表 7 可见,RSI 胶粉大样与 RSI 胶粉小样的性能相近,达到要求,故选用 RSI 胶粉大样做试验轮胎。

2.4 轮胎的试制和试验情况

2.4.1 9.00—20—14PR 轮胎试验

试制轮胎的配方:NR 70;BR 30;N339 50;硫黄+促进剂 2.2;正常配方的胶粉用量为 0,合计为 169.78 份;试验配方的 RSI 胶粉大样用量为 10 份,合计为 179.78 份。

混炼工艺:取 10 车同班、同机台的 70NR/30BR 一段混炼胎面胶,用 BB270 密

表 7 掺用各种胶粉后的物理机械性能

性能	门尼焦烧 (125℃),min	硫化条件 145℃×min	邵尔 A 型硬 度,度	300%定伸 应力,MPa	拉伸强度 MPa	扯断伸长率 %	磨耗 (1.61km),cm ³
RS小样	26.55	30	60	10.8	22	496	0.23
		45	61	10.9	22.3	497	0.24
		60	61	10.7	21.3	485	0.23
RS大样	26.03	30	62	11	22.7	504	0.27
		45	61	10.9	22.2	497	0.24
		60	61	10.9	22	488	0.23
外地 60 目胶粉	27.88	30	62	10.3	22.5	526	0.36
		45	61	10.2	21.7	516	0.37
		60	61	10.3	21.1	497	0.37
不加胶粉	28.76	30	61	10.8	25.5	556	0.23
		45	61	10.3	25.9	546	0.24
		60	61	10.9	26.6	563	0.22

炼机作终炼。正常配方 5 车,加硫黄、促进剂,在 105℃排料。试验配方 5 车,加硫黄、促进剂、胶粉,在 105℃排料。由于胶粉内有胶粉活性剂,会缩短胶料焦烧时间,因而胶粉应在终炼时加入。

混炼胶半成品性能如表 8~10 所示。从这些结果来看,RSI 胶粉大样试验配方的胶料性能完全符合国标要求,因此,我们用原配方和试验配方试制 9.00-20-14PR 轮胎作实际里程试验。

表 8 胶料的耐屈挠龟裂性能

	硫化条件 145℃×min	初裂(万次)	30 万次裂口
正常配方	45	16	3/10
	60	20	2/10
试验配方	45	16	3/10
	60	13.5	3/10
100℃×24h 老化后			
正常配方	45	11	7/10
	60	11	5/10
试验配方	45	11	2.5/10
	60	11	2/10

表 9 胶料的耐磨性能(1.61km),cm³

硫化条件:145℃×min	45	60
正常配方	0.22	0.22
试验配方	0.22	0.22

试验配方和原配方在试制轮胎时采用的工艺条件完全相同。试验配方的胶料在进行

表 10 胶料的物理机械性能

性能	正常配方		试验配方	
相对密度,g/cm ³	1.128		1.127	
门尼焦烧(125℃),min	33.78		30.20	
硫化条件:145℃×min	45	60	45	60
邵尔 A 型硬度,度	61	60	62	61
300%定伸应力,MPa	11.1	11.4	10.7	10.5
拉伸强度,MPa	25.5	25.9	22.7	22.0
扯断伸长率,%	545	544	502	495
永久变形,%	12	12	12	10
撕裂强度,kN/m	53	51	64	73
老化后(100℃×24h)				
拉伸强度,MPa	20.8	21.7	17.1	16.9
扯断伸长率,%	421	433	353	368
撕裂强度,kN/m	38	39	32	30

胎面挤出时供胶车有点脱辊,其他方面如胎面挤出、成型及硫化均正常。

成品轮胎室内试验结果如表 11~13 所示。表 11 是成品压穿试验结果。从中可见,尽管加入胶粉的试验配方胶料的拉伸强度有所下降,但压穿强度不受影响。表 12 是耐久性试验(室内机床试验)结果。9.00-20-14PR 轮胎的国家标准为:耐久性≥77 小时的为 A 级产品。从表 12 可知,胎面胶中加入胶粉后,轮胎仍能达到 A 级产品水平。表 13 是两种配方胎冠胶成品的性能。从中可见,加入胶料后,300%定伸应力、耐磨性均无甚变化,而拉伸强度、老化系数有所下降。

表 11 成品轮胎压穿试验结果

配方	正常配方	试验配方
胎面	N9004-13204	N9004-6-1278
国家标准, N·m	≥2283	≥2283
实测, N·m	3613.7	4951.1

* 轮胎充气内压 686Pa, 塞柱直径 $\phi 38\text{mm}$ 。

表 12 轮胎耐久性试验结果

	正常配方	试验配方
耐久性, h	108.5	89.17
损坏情况	肩部脱层	肩部脱层

表 13 轮胎胎冠胶的物理机械性能

		300%定伸 应力, MPa	拉伸强度 MPa	扯断伸长率 %	永久变形 %	邵尔 A 型硬 度, 度	磨耗(1.61km) cm ³	70℃×24h 老化后	
								拉伸强度 MPa	扯断伸长率 %
正常配方	上层	11.9	23.3	498	10	55	0.14	22.7	483
	下层	13.2	25.5	499	13	55	0.13	24.7	470
试验配方	上层	11.1	21.1	470	9	56	0.09	20.0	439
	下层	11.7	22.1	473	10	56	0.12	20.4	425

轮胎里程试验结果如表 14~15 所示。表 14 是徐州地区里程试验结果。因徐州地区试验胎装车时间有差异, 故用同公里累计磨耗来判断其耐磨性, 消除装车时间差异对磨耗的影响。从同公里耐磨性来看, 掺用胶粉后, 徐州地区试验配方轮胎的耐磨性与正常配方轮胎完全一致。表 15 是常德地区里程试验结果。里程试验单位为常德汽车运输公司, 车型为 EQ-140, 试验日期为 1990 年 6 月~1991 年 12 月。从表 15 的数据的统计结果来看, 试验配方轮胎的累计磨耗稍有提高。

表 14 徐州地区轮胎里程试验结果

		剩余花 纹深度 mm	累计磨耗 km/mm		
			行驶里程 2 万公里	行驶里程 4 万公里	行驶里程 8 万公里
正常	22534	4.9	9645	10642	11644
	22532	5.2	9720	10540	11573
	22525	5.2	9611	10520	11535
	22513	7.8	9459	10386	11398
配方	22502	8.3	9363	10412	11552
	22501	8.0	9121	10238	11510
	平均		9487	10456	11535
试验	22516	8.8	9524	10452	11543
	22512	7.2	9369	10265	11464
	22507	7.6	9481	10388	11596
配方	22510	6.6	9545	10589	11616
	平均		9480	10423	11555

综合两个地区试验结果, 可以确认: 胎面胶掺用 10 份胶粉不影响轮胎耐磨性。

表 15 常德地区轮胎里程试验结果

		行驶里程 km	花纹深度, mm		累计磨耗 km/mm
			原深	剩余	
正常	9017	69231	15.3	4.3	6294
	9023	84221	16.6	3.4	6631
	9035	82248	15.7	3.7	6911
	9027	90544	16.3	4.5	7673
	9029	95161	16.0	4.1	7997
配方	9034	93547	16.7	3.8	7252
	平均	85826	16.05	3.95	7093
试验	9019	78460	16.6	4.3	6480
	9003	92720	15.6	3.8	7858
	9009	92925	16.3	5.2	8372
配方	9025	82631	16.5	4.2	7312
	平均	86684	16.25	4.375	7299

2.4.2 7.00—15—10PR 轮胎试验

采用的配方为: NR 30; SBR1500 70; N339 50; 硫黄+促进剂 2.7; 正常配方胶粉用量为 0, 合计 172 份; 试验配方的 RSI 胶粉大样的掺用量为 10 份, 合计 182 份。

取 8 车同班、同机台的 30NR/70BR 胎面一段胶, 用 BB270 密炼机终炼。试验配方除终炼时加入胶粉外, 其他工艺与正常配方相同。

混炼胶半成品性能如表 16~17 所示。从表 16 可知, 试验配方胶料的耐磨性不低于正常配方。从表 17 结果可知, 掺用 RSI 胶粉大样的试验配方的物理机械性能符合使用要求。所以选定正常配方与试验配方两种胶料

试制 7.00—15—10PR 轮胎并做里程试验。

两种配方试制轮胎时采用的工艺条件完全相同。从工艺性能来看,试验配方有效地克服了正常配方胶料粘辊的缺点,并且胎面挤出稳定性较好,成型、硫化均顺利。

表 17 混炼胶的物理机械性能

方案	门尼焦烧 (125℃), min	硫化条件 145℃×min	邵尔 A 型 硬度, 度	300%定伸 应力, MPa	拉伸强度 MPa	扯断伸长 率, %	永久变形 %	回弹值 %	老化系数 100℃, 24h
正常 配方	34.18	30	60	7.1	22.5	684	21	—	0.64
		45	61	8.4	21.7	587	14	41	0.78
		60	61	8.6	22.1	591	17	41	0.68
试验 配方	30.07	30	60	8.1	17.0	525	15	—	0.63
		45	62	8.9	16.6	481	10	42	0.67
		60	62	9.2	16.7	469	9	42	0.65

表 18 肇庆地区轮胎里程试验结果

配方	车号	行驶里程 km	花纹深度, mm		累计磨耗 km/mm
			原深	剩余	
正常 配方	0113	32207	10.2	0.57	3356
	0112	46853	10.1	0.60	4932
	0106	42725	9.7	0.60	4695
	0111	44127	10.1	0.80	4762
	平均	41478	10.0	0.64	4436
试验 配方	0113	33630	10.1	0.30	3432
	0112	46543	10.1	0.40	4832
	0106	41020	9.7	1.00	4679
	0111	45154	10.0	0.60	4803
	平均	41586	10.0	0.58	4436.5

里程试验结果如表 18 所示。试验点选在广东肇庆汽车运输总公司。装车方式为每辆车两种配方的轮胎各 3 条同条件并装。试验

表 16 混炼胶的阿克隆磨耗(1.61km), cm³

硫化条件: 145℃×min	30	45
正常配方	0.18	0.19
试验配方	0.16	0.17

日期为 1992 年 2 月。从表 18 结果可知, 含 70 份 SBR 的胎面胶掺用 10 份活性胶粉后, 胎面耐磨性能不变。

3 结论

综上所述, 胎面胶中掺用活性胶粉与掺用再生胶相比, 前者的 300%定伸应力和耐磨性明显优于后者。用上海生产的活性胶粉 10 份掺用于胎面胶, 能保持胎面胶的 300%定伸应力和轮胎的耐磨性, 不影响轮胎使用寿命, 故可应用于轮胎胎面胶中。以 10 份比例掺用, 则年产 100 万套轮胎的工厂可用胶粉 830 吨, 节约原材料成本 336 万元, 节约生胶 490 吨, 具有巨大的经济效益。