

子午线轮胎用天然橡胶的性能与应用* (下)

刘惠伦 邓维用

(华南热带作物产品加工设计研究所 524001)

林垂荣 林诗镔 黄桂春

(海南省农垦总局 570005)

3 中试产品性能

表 21—24 示出了部分中试产品的性能检验结果。除标准胶 6 项检验指标外,其它性能按每批橡胶检验 1 个样品,橡胶的批量从 2t 至 10t 不等。从表中结果可以看出,中试产品的质量符合子午线轮胎研制技术指标要求,产品质量一致性较好。中试产品具有良好的硫化特性,良好的硫化胶拉伸性能:拉伸强度在 20MPa 以上,而且经热空气老化后仍保持较高的拉伸强度。

4 应用

4.1 大样的应用

详见《橡胶工业》1995 年第 1 期 4 页。

4.2 中试产品的应用

青岛第二橡胶厂购进 150t 国产子午线轮胎用 NR,通过室内检验和车间实际使用试验,确认该批产品达到了该厂的技术要求,将其投入引进 30 万套载重子午线轮胎生产线进行生产。

4.2.1 室内检验

根据皮列里公司技术标准,该厂对这批胶进行了检验,结果如表 25 所示。

从表 25 可以看出,国产子午线轮胎用 NR 的各被检项目均达到了皮列里技术标准,其中 P_0 和 PRI 值(均用华莱士塑性计测得)明显高于标准要求,而且相对均一,门尼粘度也相对比较均匀。从上述室内检验结果看,国产子午线轮胎用 NR 的性能较好。

表 21 中试产品 6 项指标检验结果

项 目	序 号						
	1	2	3	4	5	6	7
	胶			包 数			
	100	190	200	200	220	190	180
杂质, %							
抽检包数	10	19	20	20	22	19	18
平均值	0.033	0.029	0.028	0.027	0.028	0.028	0.028
最小值	0.022	0.021	0.022	0.019	0.020	0.021	0.021
最大值	0.048	0.039	0.036	0.034	0.038	0.036	0.044
标准偏差	0.00780	0.00570	0.00420	0.00420	0.00450	0.00390	0.0055
灰分, %							
抽检包数	3	6	6	6	7	6	6
平均值	0.268	0.348	0.384	0.392	0.407	0.380	0.391
最小值	0.184	0.285	0.300	0.337	0.350	0.349	0.348
最大值	0.333	0.456	0.559	0.508	0.534	0.453	0.497
标准偏差	0.076	0.062	0.090	0.063	0.061	0.038	0.054
挥发分, %							
抽检包数	10	19	20	20	22	19	18
平均值	0.420	0.414	0.344	0.346	0.364	0.315	0.390
最小值	0.266	0.281	0.239	0.247	0.250	0.195	0.250
最大值	0.707	0.651	0.477	0.475	0.471	0.403	0.482
平均偏差	0.128	0.102	0.055	0.059	0.046	0.045	0.060
氮, %							
抽检包数	2	3	3	3	4	3	3
平均值	0.385	0.388	0.394	0.380	0.354	0.382	0.354
最小值	0.378	0.371	0.371	0.296	0.297	0.353	0.334
最大值	0.393	0.404	0.411	0.473	0.454	0.414	0.367
标准偏差	—	0.016	0.021	0.089	0.072	0.031	0.018
P_0							
抽检包数	10	19	20	20	22	19	18
平均值	44.1	39.6	42.2	43.1	42.9	41.0	40.4
最小值	41.5	38.0	40.0	41.5	41.5	39.0	38.5
最大值	45.5	42.5	44.0	46.0	46.0	43.5	43.5
标准偏差	1.37	1.34	1.19	1.12	1.15	1.34	1.47
PRI							
抽检包数	10	19	20	20	22	19	18
平均值	84.3	77.0	76.9	78.1	76.3	72.9	75.0
最小值	77.4	71.8	60.5	70.6	67.5	68.7	64.6
最大值	87.6	85.7	81.9	86.2	86.2	79.5	79.8
标准偏差	3.56	4.59	5.01	4.33	5.16	3.76	4.31

* 联合研制组的成员还有黄向前、曾霖章、袁瑞全等。

表 22 中试产品生胶性能检验结果

项 目	序 号					
	1	2	3	4	5	6
丙酮抽出物,%	2.6	2.5	2.6	2.6	2.5	1.7
铜,mg·kg ⁻¹	4.46	2.34	3.43	7.18	2.82	3.32
锰,mg·kg ⁻¹	3.37	3.18	3.13	1.73	2.47	3.27
ML(1+4)100℃	78	75	76	79	81	78

表 23 中试产品硫化特性

项 目	序 号					
	1	2	3	4	5	6
M _H ,dN·m	50.0	52.7	54.7	53.0	50.0	47.6
M _L ,dN·m	1.3	3.0	2.7	3.7	2.3	1.6
M _H -M _L ,dN·m	48.7	49.7	52.0	49.3	47.7	46.0
t ₂ ,min	3.2	2.4	2.4	2.4	2.7	2.7
t ₉₀ ,min	17.4	16.8	14.9	15.3	18.9	13.8
硫化速度指数 V _c	7.0	6.9	8.0	7.8	6.2	9.0

注:配方同表 7;P3555A 型流变仪,150℃振幅 3°。

表 24 中试产品纯胶配合硫化胶性能

项 目	序 号					
	1	2	3	4	5	6
硫化胶性能(143℃×25min)						
邵尔 A 型硬度,度	33	33	32	31	34	34
300%定伸应力,MPa	1.3	1.4	1.2	1.2	1.4	1.5
500%定伸应力,MPa	3.0	3.2	2.7	2.7	2.8	2.9
拉伸强度,MPa	20.6	21.9	22.0	20.2	21.2	21.8
扯断伸长率,%	840	832	880	852	864	844
100℃×24h 老化后						
300%定伸应力,MPa	1.8	1.8	1.7	1.6	—	—
500%定伸应力,MPa	5.5	6.0	5.0	5.0	—	—
拉伸强度,MPa	18.5	19.0	19.7	18.3	18.5	20.3
扯断伸长率,%	694	684	700	704	700	752
拉伸强度变化率,%	-10	-13	-10	-9	-13	-7

注:配方同表 4 注 1)。

4.2.2 车间试验

在车间,在胎面胶 BASE 中,以国产胶等量代替 SMR20;在带束层胶 ANN、胎体胶 ALT 中,用国产胶等量代替 SMR10,进行了实际配合试验。

在实际操作时,混炼条件完全相同,国产胶和进口胶的混炼升温速度和排料温度基本一致。

终炼胶的快检和物理性能测试结果如表 26—29 所示。

从表 26 和 27 可以看出,采用国产胶的胎面胶在快检和物理性能测试中,除门尼粘

表 25 国产胶与进口胶的室内检验结果

项 目	国 产 SCR RT	SMR10	SMR20	皮列里 技术标准	试验方法
挥发分 ¹⁾ ,%	0.16	0.36	0.17	≤0.80	ISO 248
灰分 ¹⁾ ,%	0.35	0.42	0.35	≤0.75	ASTM D1278
氮 ²⁾ ,%	—	—	—	≤0.60	ISO 1656
丙酮抽 出物 ¹⁾ ,%	3.10	2.70	2.77	2—3.5	ISO 1407
杂质(44μm) ²⁾ %	—	—	—	≤0.10	ASTM D1278
P ₈ ³⁾	44.1 45.1 46.9 48.8	38.7	49.3 37.9 42.1 45.2	≥30	ISO 2007
PRI ³⁾	70.3 76.6 80.2 76.4	56.3	51.1 73.4 64.6 64.2	≥50	ISO 2930
ML(1+4)100℃ 100℃ ²⁾	81.5 82.5 84.0 86.7	83.5	91.1 77.3 89.2 90.7	83±10	ISO 289

注:1)次要指标;2)重要指标;3)关键指标。

表 26 在胎面胶 BASE 中以国产胶代替
SMR20 的快检结果

项 目	国 产 胶	SMR20
流变仪数据(185℃)		
M _L ,dN·m	9.5	8.5
M _H ,dN·m	31	30
t ₃₀ ,min	2.00	2.05
t ₆₀ ,min	2.53	2.50
密度,Mg·m ⁻³	1.125	1.121
硬度,IRHD	63.0	60.5
ML(1+4)100℃	76.8	69.5
门尼焦烧(127℃),min	25.10	22.75

度稍高外,其它项目如门尼焦烧、拉伸强度和 300%定伸应力均与进口胶相当。

采用国产胶生产的胎面胶,其挤出生热和膨胀率与进口胶基本一致。

从表 28 和 29 可以看出,在带束层胶和胎体胶中使用国产胶,胎体胶的钢丝抽出力比进口胶稍低,带束层胶的钢丝抽出力比进口胶稍高,但均在试验误差范围内,说明国产胶对钢丝抽出力无不良影响。带束层胶和胎体胶的门尼粘度均比进口胶稍高,其它项目均相当。

采用国产胶的带束层胶和胎体胶在钢丝压延和压型过程中,工艺性能与采用 SMR10 的胶料无明显差异。

表 27 在胎面胶 BASE 中采用国产胶代替
SMR20 的胶料性能对比

项 目	国产胶	SMR20
流变仪数据(151℃)		
$M_L, \text{dN} \cdot \text{m}$	16.2	18.4
$M_H, \text{dN} \cdot \text{m}$	67.8	66.8
t_{s1}, min	7.5	7.1
t_{90}, min	18.3	17.3
$ML(1+4)100^\circ\text{C}$	69.9	68.6
门尼焦烧(127℃), min	26.91	25.95
硫化胶性能(151℃×30min)		
密度, $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$	1.110	1.120
硬度, IRHD	62	62
拉伸强度, MPa	30.0	31.5
300%定伸应力, MPa	13.3	13.3
扯断伸长率, %	572	602
撕裂强度, $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$	178	162
磨耗量(1.61km), cm^3	0.376	0.347
回弹值, %	45	45

表 28 在带束层胶 ANN 和胎体胶 ALT 中以
国产胶代替 SMR10 的快检结果

项 目	ALT		ANN	
	国产胶	SMR10	国产胶	SMR10
硬度, IRHD	68.0	66.5	67.5	6.70
钢丝抽出力, N	960	981	1355	1208
	—900	—945	—1210	—1185
挺性(151℃)	210	210	220	230
密度, $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$	1.172	1.165	1.162	1.160
$ML(1+4)100^\circ\text{C}$	83.8	75.3	81.8	74.2
门尼焦烧(127℃), min	14.00	10.89	13.00	15.27

表 29 在带束层胶 ANN 和胎体胶 ALT 中
采用国产胶代替 SMR10 的硫化胶性能

项 目	ALT		ANN	
	国产胶	SMR10	国产胶	SMR10
密度, $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$	1.169	1.166	1.171	1.163
硬度, IRHD	79	79	81	81
拉伸强度, MPa	28.4	29.7	25.4	26.7
100%定伸应力, MPa	3.8		4.75.4	4.7
300%定伸应力, MPa	19.1		20.49.8	18.2
扯断伸长率, %	440	442	392	434

注:硫化条件为 151℃×30min。

经过上述检验和试验后,将国产胶投入全钢载重子午线轮胎所有使用 NR 的配方中使用,待轮胎批量试制后进行实际里程试验,

以得出进一步的结论。

5 结 论

(1)各种样品的试验数据表明,研制的子午线轮胎用天然橡胶符合研制任务书规定的技术指标要求;不仅具有 SCR5 干燥、清洁等优点,而且具有比 SCR5 更为优异的理化性能、硫化特性和产品性能的一致性,硫化胶物理性能良好且稳定,达到或超过了进口胶的水平;各种配合以及贮存前后的耐老化性能均良好;工艺性能与进口胶相当。可以满足子午线轮胎生产的技术和工艺要求。

(2)采用辅助生物凝固技术代替现有传统加酸凝固技术,并达到工业生产规模,同时使产品具有良好理化性能和硫化特性,质量大幅度提高,是我国标准胶加工技术的重大突破。

(3)选择性能各具特色的辅助生物凝固胶和胶园凝胶,以适当比例均匀混合并干燥,从而得到一种性能更优良的橡胶。这种加工工艺在国内同行业中是一种创新。

(4)在制胶过程中,通过控制有影响的工艺因素、使用经选择的添加材料、使用流变仪试验监控等手段,来调控产品的粘度和硫化特性。这种改善 NR 一致性的方法,在国内制胶行业中是首创的。

(5)对中试产品进行多次批量性检验,结果表明,生产所用的工艺是稳定的、可行的。

(6)大样和中试产品的实际应用表明,胶料门尼粘度普遍高于进口胶;其机理尚待研究。大样轮胎成品实际里程试验海南试验点已结束试验;综合平均里程国产胶略高于进口胶,累计磨耗国产胶优于进口胶,翻新率国产胶略低于进口胶;新疆试验点的试验尚未结束,从第 2 期月报看国产胶的情况优于进口胶。

一系列的研究工作表明,国产子午线轮胎用 NR 可代替同类型进口胶用于子午线轮胎生产。