



浅谈改进配方设计降低尼龙斜交轮胎生产成本的途径

冯耀岭
(河南轮胎厂 454003)

摘要 从扩大 SR 用量,降低部件含胶率,优化胶料物理机械性能,应用新型助剂,调整硫化速度等 5 个方面提出了降低尼龙斜交轮胎生产成本的技术措施。
关键词 轮胎,配方设计,生产成本

近几年来,橡胶工业用原材料价格上涨,使轮胎生产厂的经济效益日趋下降,为此各轮胎厂都在提高轮胎质量的同时,努力降低轮胎生产成本,以提高企业的经济效益。配方设计不仅关系到轮胎质量的好坏,还直接影响轮胎的生产成本。本文从配方设计入手,浅谈降低轮胎生产成本的途径,供同行参考。

1 扩大 SR 应用比例

过去,我国受 SR 资源的影响,SR 应用比例一直为 35% 左右,远远落后于发达国家。载重尼龙斜交轮胎主要部件中 SR 的应用比例见表 1^[1]。与美国固特异公司的载重轮胎相比,我国扩大 SR 的应用比例还有潜力。

表 1 载重尼龙斜交轮胎主要部件
中 SR 应用比例 %

厂家	胎冠胶	基部胶	胎侧胶	缓冲胶	外层帘布胶	内层帘布胶
日本普利司通	40	41	100	20	20	20
美国固特异	95	49	95	25	30	28
国内 16 家厂平均	45.5	—	44	15.5	20	21.9

1.1 胎面胶

工程机械轮胎的使用条件一般较差,在胎面胶中使用一定比例的 SBR,可提高其耐刺扎、耐切割、抗崩花掉块性能。目前应用比例为 30%—70%,可以扩大到 40%—100%。由于 SBR 的分子结构决定了其有较大的内

聚能和滞后性能,有滞后性能,能够抵御和吸收较大的冲击能量,从而提高胶料的耐切割、耐刺扎和抗崩花掉块性能,所以只要配方设计调整得当,轮胎的使用性能不仅不会降低,反而会有所提高。

目前,载重轮胎胎面 SR 应用比例在 60% 以下(以 BR 为主),是以耐磨耗为目的而设计的。随着国内高速公路的发展及公路整体等级的提高,要求载重轮胎高温下的耐磨性能及高速下的耐湿滑性能提高,载重轮胎胎面已明显趋向于采用 NR/BR/SBR 并用胶。虽然,日本以 NR/SBR 并用较多,但根据我国的实际情况,采用 NR/BR/SBR 并用较好,且 SBR 以不超过 30 份为宜。总 SR 应用比例可增加到 75 份左右。

在农业轮胎和轻载轮胎胎面胶中,早有许多生产厂家全部采用 SR,且填充大量的炭黑及软化剂。BR/SBR 并用比以 30/70 居多。

1.2 胎面基部胶及胎侧胶

根据轮胎对胎面基部胶及胎侧胶的要求,工程机械轮胎及载重轮胎均以 NR 为主,并用 10—60 份 SR,其中工程机械轮胎并用 SBR 较好,载重轮胎并用 BR 较好。

我厂在胎侧胶中采用 NR/BR/SBR 为 15/40/45 进行轮胎试制,轮胎各项性能均已达到使用要求^[2]。

1.3 胎体胶

缓冲层胶一直沿用全 NR 或并用 10 份

或 20 份 BR 的配方,由于缓冲层在轮胎中起着重要的作用,各轮胎厂在其配方上很少变动,SR 的应用比例不宜太大。

我厂在帘布胶中采用 45 份 SR^[3],即 NR/SBR 1500/SBR 1712 为 55/15/30 进行试验,轮胎耐久性和实际里程试验与目前帘布胶使用 20 份 SR 的轮胎相比无明显差别,取得了良好的试验结果。

目前,国内胎体胶仍以采用 NR/BR/SBR 为 80/10/10 或 NR/SBR 为 80/20 较多。笔者认为,胎体胶 SR 用量可达到 50 份或更多,但胶种选配要得当,以 NR/BR/OESBR 并用胶或 NR/BR/SBR 并用胶较好。

1.4 其它部件

内胎及垫带也是用胶量较大的部件:内胎采用 NR/SBR 为 60/40 已相当普遍,垫带选用 100%SR 的和 100%再生胶的都有。

内胎所用 IIR 需依赖进口,其价格较高,使许多企业在丁基化完成以后,又退回来,改用 NR/SBR 并用。就目前并用比例而言,扩大 SR 用量还是有潜力的。

1.5 对新胶种的应用研究

目前我国 SR 的品种较少,产量低,应加快溶聚 SBR,中乙烯基聚丁二烯橡胶等胶种的开发与应用研究。在新胶种的应用研究方面,不仅要研究用于等量替代某种原有 SR,而且是要将其扩大应用以代替 NR,降低含胶率,以及对其基本特性与轮胎各性能的对应关系进行研究^[4]。

2 降低轮胎部件胶料的含胶率

1988 年有人^[5]对国内外轮胎进行了剖析。国外轮胎主要部件的含胶率列于表 2。

国内胎面胶的含胶率已降至 55% 以下,胎侧胶含胶率有的也接近 53%,但胎体胶含胶率仍相当高,几乎均为 60% 左右,因而降低轮胎主要部件的含胶率仍有潜力。

2.1 胎面和胎侧

尼龙斜交轮胎的胎面胶含胶率降低,主

表 2 国外轮胎主要部件的含胶率 %

项 目	胎冠胶	胎侧胶	胎体胶
7.50—15 6PR			
住友公司	39.39	39.47	52.25
固特异公司	41.98	45.35	50.53
横滨公司	48.42	42.20	48.60
10.00—20 14PR			
横滨公司	58.29	44.80	56.35
普利司通	55.45	48.58	47.38
11.00—20 16PR			
普利司通	55.84	46.47	46.49

要归因于:①国家取消了载重汽车轮胎胎面胶的物理机械性能标准;②活性硫化胶粉的广泛应用;③SR、炭黑及软化剂用量增大。

胎侧胶除采用了活性硫化胶粉外,主要是应用一些活性陶土、活性钙、活性硅粉类稍有补强作用的填料,降低含胶率。

随着我国高速公路的发展,国家对汽车能耗、污染的控制,炭黑工业的生产成本提高及白炭黑工业的发展,下一个降低胎面、胎侧胶含胶率的措施是应用白炭黑。

2.2 胎体胶

国外胎体胶的含胶率远低于国内轮胎。到目前为止,国内尼龙斜交轮胎,尤其是载重轮胎胎体的含胶率低于 60% 的为数不多,这在很大程度上影响了轮胎工业的效益。

降低轮胎胎体含胶率,需要有适当提高粘合强度的措施。目前,降低轮胎胎体含胶率和胎体胶生产成本普遍采用的方法:

(1)添加活性硫化胶粉;

(2)用等量或稍大量廉价的补强填充剂替代部分补强炭黑,同时增大高性能炭黑用量,以调整胶料物理机械性能;

(3)在配方中直接添加廉价补强填充剂。

在这里值得推荐的是活化煤粉,它是一种新型的补强填充剂,其主要组分是碳,密度较小($1.5\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$),补强作用及生热性均优于其它填料。活化煤粉可较大量应用于胎

体胶中,以降低含胶率,笔者曾做过试验,在缓冲层胶料中添加 10 份活化煤粉(N330/白炭黑/活化煤粉为 30/7/10),代替炭黑(N330/N660 为 18/24),胶料性能见表 3。

表 3 10 份活化煤粉对缓冲帘布胶性能的影响

性 能	N330/N660		N330/白炭黑/活化煤粉	
	18/24		30/7/10	
硫化时间(137℃),min	30	120	30	120
拉伸强度,MPa	26.7	24.1	26.3	21.5
扯断伸长率,%	570	520	530	470
300%定伸应力,MPa	10.6	10.0	10.7	9.9
邵尔 A 型硬度,度	63	62	65	64
回弹值,%	45	43	48	45
撕裂强度,kN·m ⁻¹	141	109	105	89
100℃×24h 老化后				
拉伸强度,MPa	22.2		21.9	
扯断伸长率,%	435		430	
撕裂强度,kN·m ⁻¹	95		88	
10 万次疲劳系数	0.79		0.82	
137℃×60min 试样				
温升,℃	12.8		10.5	
H 抽出力,N	159.8		173.1	
100℃×24h 老化后	126.6		127.3	
割口增长(10 万次),mm	17.3		22.9	
100℃×24h 老化后	21.5		23.7	

由表 3 可见,只要配方调整得当,应用活化煤粉,降低含胶率 and 生产成本是完全可行的。

3 适当调整轮胎胶料物理机械性能

过去,各轮胎厂很重视胶料的强伸性能指标,随着 GB516—89 标准的实施,各项胶料性能指标均有调整,虽然各厂均有内控标准,但较原来都有不同程度的降低。笔者曾解剖某一较大轮胎厂的载重轮胎,其胎面胶的拉伸强度及扯断伸长率都很低,分别在 15MPa 和 400%以下,300%定伸应力和硬度

较适中,胎体的粘合强度为 7.39—10.94kN·m⁻¹,磨耗量(1.61km)为 0.34cm³。轮胎在取样地区使用中并没有反映出胶料性能对其使用质量的影响。

笔者认为,根据目前轮胎的使用条件,胎面胶应控制定伸应力、硬度及磨耗;胎侧胶应以耐屈挠为主,粘合性能为辅;胎面基部胶以动态疲劳性能、生热为主;胎体胶注重热状态粘合性和动态疲劳性能。这样基本上就满足了轮胎使用性能要求,片面要求高强伸性能已不太切合实际了。把握好性能要求,对提高产品质量,降低生产成本将起关键作用。

4 新型原材料及助剂的应用

4.1 活性硫化胶粉

进入 90 年代以来,以废旧轮胎胎面胶为原料生产的活性硫化胶粉在轮胎中的应用已有了很大的发展。笔者认为^[6],从活性硫化胶粉潜在的发展前途以及在橡胶工业应用的意义上看,它可以称得上是继 NR、SR、热塑性弹性体之后,又一新型弹性体材料。笔者认为,轮胎行业应用活性硫化胶粉的最大益处,就是在轮胎质量没有明显变化的情况下,降低了生产成本。

目前,国内普通生产和应用的是 40 目活性硫化胶粉。我厂在轮胎胎面、胎侧及胎体配方中应用 5—10 份胶粉已有 3 年时间,轮胎的质量无明显变化。由于随着活性硫化胶粉的用量增大,胶料物理机械性能变差,且胎体胶在压延时有粒子聚集现象,是否会直接影响轮胎产品质量,还需进一步试验研究,因此,再扩大应用 40 目活性硫化胶粉的前景并不乐观,而细胶粉用量增大是有可能的。文献^[7]认为,粒度为 0.25mm 的再生胶粉和硫化胶粉是用于轮胎胶料的最有前途的材料。最近有报道^[8],米其林公司也将 10 份以上细胶粉应用于轮胎制造,普利司通、固特异公司也都宣称可将胶粉应用于新胎胶料中。虽然有报道说,在胎面胶中可应用 40 目胶粉

20—30份,但笔者认为,只有80目以上的细胶粉才有在轮胎胶料中扩大应用的希望。研究、生产和应用80目以上细胶粉,对废旧轮胎的利用和轮胎生产成本的降低有很大的现实意义。

4.2 细粒子再生胶

细粒子再生胶是在活化硫化胶粉之后,利用新工艺开发的废轮胎再利用的再生材料。由于其性能独特,拉伸强度高于普通再生胶,且无机械杂质。有人将15份细粒子再生胶应用于农业轮胎胎面中,其性能完全满足标准要求。将其应用于载重轮胎胎侧及胎体胶中完全可行。将10份细粒子再生胶直接加到内胎配方中,内胎胶料及成品性能并无明显变化。

4.3 矿质补强填料

目前,轮胎行业广泛应用的矿质补强填料有活化煤粉、含二氧化硅系列补强填充材料(如硅铝炭黑)、超细活性陶土、橡塑超补强剂SR5[#]、PY系列新型补强剂(如PY-I型和PY-II型)、活性碳酸钙、活性硅粉系列和非矿质NT-C补强剂。

活化煤粉的优点及用途前已述及,它主要应用于胎体胶、内衬层(油皮胶)、包布胶、内胎、垫带等,主要用以替代部分炭黑或直接添加。

含二氧化硅系列补强填充剂可用于胎侧、胎体、内胎。我厂将活性陶土用于内胎及包布胶,橡塑超补强剂SR5[#]应用于胎侧已有多年实践经验。

NT-C补强剂可用于胎侧,农业轮胎胎体、内胎,载重轮胎三角胶代替半补强炭黑,由于采用了较高级的偶联剂,胶料物理性能较好,但价格比其它补强填充剂要高。

PY系列新型补强剂的价格便宜,补强性能也较好,其化学分析结果及补强性能结果见表4和5。

PY系列新型补强剂的性能优于其它含二氧化硅填料。我们曾在内胎、垫带配方中用

表4 PY系列新型补强剂化学分析结果

项 目	PY-I型	PY-II型
二氧化硅含量, %	62.24	56.23
pH值	8.35	9.19
其它成分含量, %	32.01	36.70
灼烧减量, %	5.75	7.07
水分, %	0.07	0.19
筛余物(100目), %	0.10	0.18

表5 PY系列补强剂补强性能

硫化条件	拉伸强度, MPa	扯断伸长率, %	500%定伸应力, MPa	邵尔A型硬度, 度
PY-I型				
143℃×15min	17.7	665	8.3	45
143℃×20min	26.0	700	11.2	51
143℃×30min	25.6	690	11.1	54
PY-II型				
143℃×15min	27.7	690	12.8	52
143℃×20min	28.0	660	14.7	58
143℃×30min	26.2	645	13.5	57

基本配方:NR 100.0;硫黄 2.5;促进剂CZ 1.0;氧化锌 5.0;硬脂酸 3.0;防老剂D 1.0;PY系列补强剂 50.0。

PY系列补强剂代替部分通用炭黑,胶料性能完全达到标准要求,但由于其密度较大,使胶料体积成本上升。若根据基本配合性能,适当调整PY系列补强剂的用法及用量,则其用于内胎、胎体及胎侧是完全有可能的。

4.4 加工助剂的应用

近几年,国外的加工助剂大量进入国内市场,国内也在不断开发。加工助剂在提高设备利用率和生产效率、节约能源,提高产品质量方面有一定的效果,但其性能价格比很难掌握,从加工助剂应用的文献报道看,未见可降低生产成本的。

5 调整整体配方的硫化速度

我国的载重轮胎整体配方的硫化速度匹配几十年来虽有所变化,但整体变化并不太

(下转第526页)

(上接第 518 页)

大,这与硫化体系的变化和轮胎厚度的变化直接有关。随着各类抗硫化返原助剂的产生,高温快速硫化体系、平衡硫化体系及各类加工助剂的应用给加工工艺带来了便利。轮胎为适应高速而胎体减薄、花纹减浅,使加快整体配方的硫化速度成为可能,因而配方设计者应加快这方面的研究,以提高生产效率、降低硫化的能耗,进而降低生产成本。

参考文献

- 1 高 波等. 在载重尼龙斜交轮胎中扩大合成橡胶用量的研究. 轮胎工业,1993;(10):8

- 2 唐兴朝,曹桂娥. 载重轮胎胎侧胶应用高比例合成橡胶. 轮胎工业,1995;15(7):406—408
- 3 彭 震,曹桂娥. 载重汽车斜交轮胎配方系列改进与探讨. 轮胎工业,1992;(11):38
- 4 陈士朝. 轮胎的性能要求与合成橡胶的发展. 合成橡胶工业,1995;18(5):260
- 5 俞松林. 对国内外斜交轮胎剖析结果的几点看法. 橡胶工业,1988;35(11):686
- 6 周 文等. 应用前景广阔的活性硫化胶粉. 合成橡胶工业,1995;18(6):374
- 7 B. X. Дроздовский 著. 江婉兰等译. 含硫化胶粉胶料的性能和应用. 橡胶工业,1995;42(2):101—108
- 8 Kaghy Mccatton 著,邓海燕译. 米西林将胶粉回用于轮胎制造取得进展. 轮胎研究与开发,1996;(1):24

第九届全国轮胎技术研讨会论文