

白炭黑及其改性产品在轮胎工业中的应用(续)

宋凤珠 涂学忠 曾泽新
(化工部北京橡胶工业研究设计院 100039)

4 白炭黑在低滚动阻力轿车轮胎胎面胶中的应用

4.1 国外采用白炭黑的低滚动阻力轮胎的开发和应用情况

在轿车轮胎胎面胶中使用白炭黑是近几年白炭黑应用开发工作中发展最快的一个方面。近年来,国外著名轮胎公司均对降低轮胎滚动阻力非常重视,因为减少汽车燃油废气、保护环境已成为全社会对汽车工业和轮胎工业的要求,近年来欧美国家关于运输部门节油指标的法规日益严格[例如目前美国汽车安全中心(CAS)规定的燃油经济性标准为 11.69km L⁻¹,到 21 世纪将提高到 17km · L⁻¹]就是明显一例。

据有关研究报道^[5],装有滚动阻力降低 6%的轮胎的汽车,可以节油 1%左右。轮胎的滚动阻力有 25%~50%来自胎面。

降低胎面胶料滚动阻力,包括使用可降低滚动阻力且改善湿牵引性的高乙烯基含量的 BR 和 SBR;使用为降低滚动阻力同时提高耐磨性而开发的溶聚丁苯橡胶(SSBR)和化学改性 SBR 等。同时,使用白炭黑加偶联剂或白炭黑/炭黑/偶联剂并用是一种必不可少的手段。

米其林公司率先开发出低滚动阻力轮胎,自 1990 年提出“绿色轮胎”的概念后,随后几年即成为工业现实。其最新的“Green X”类的 Energy-MXT MXV 轮胎,滚动阻力可降低 35%。在这几年中,米其林已经向各地汽车制造商提供了 3800 多万条“绿色轮胎”。

《欧洲橡胶杂志》报道,1995 年大陆公司用白炭黑替代炭黑,生产了一种“生态学”轮胎(Ecology Tyre) Conti Eco Contact CP,使轮胎滚动阻力降低 25%,湿制动距离缩短 7%。由于滚动阻力低,节省了燃油,减少了废气排放,因此被称作“生态学”轮胎。

倍耐力公司也在其新型 P 系列轮胎中使用白炭黑降低滚动阻力,其胎面胶以 SS-BR 为主,除硅烷偶联剂外,还采用了“白炭黑活化剂”。

普利司通/费尔斯通于 1995 年研制出采用白炭黑作补强剂的低滚动阻力轮胎 Fuel Saver 系列,滚动阻力可降低 25%~30%。该产品尚未投放市场。

另据《欧洲橡胶杂志》1996 年的报道^[21],目前欧洲轮胎工业每年消耗的白炭黑约为 9 万 t,其中用于降低滚动阻力这一新用途的白炭黑用量为每年 2.5 万~3.5 万 t(其中米其林公司使用约 2 万 t)。

4.2 低滚动阻力轮胎的配方技术

表 3 为典型的北美和欧洲低滚动阻力原配胎胎面胶配方^[22]。

由于白炭黑用量较大,因此胶料的混炼工艺较难掌握。为保证白炭黑在胶料中分散均匀,可将白炭黑分次加入,如一段混炼采用如下工艺^[23]:

时间/min	温度/	组 分
0	55	生胶
1		2/3 白炭黑、硅烷偶联剂
2		1/3 白炭黑、硬脂酸、氧化锌、防老剂
5	165	排胶

表 3 低滚动阻力胎面胶配方

组 分	北美配方	欧洲配方	组 分	北美配方	欧洲配方
SBR1500	80	0	氧化锌	3	2.5
BR1207	20	0	硬脂酸	2	1
SBR753	0	120	石蜡	1.5	1.5
Hi-Sil 255 G			防老剂 Santoflex13 (4020)	2.5	2
或 Zeosil 1165 MP	50	80	硫黄	1.6	1.4
偶联剂 X50S	8	12.8	促进剂 Santocure NS	1.5	0
环烷油	10	0	促进剂 Santocure	0	1.7
芳烃油	0	17.5	促进剂 DPG	0.2	2
			合计	180.3	242.4

4.3 低滚动阻力轮胎用白炭黑的特性

在低滚动阻力轮胎中白炭黑的用量非常大,一般在 60 份以上,最高可达 80 份,因而白炭黑胶料的混炼十分困难,要求白炭黑具有较好的加工性能。试验表明,具有高比表面积、孔径较小且分布均匀的白炭黑在胶料中具有良好的分散性。用超声波处理白炭黑的甲醇/水(50/50)溶液,通过透射电子显微照片可以观察到白炭黑的聚集体结构^[24,25]。图 2 为 Hi-Sil 2000 ,Hi-Sil EZ 和普通高比表面积白炭黑 Hi-Sil 233 在甲醇/水(50/50)溶液中聚集体结构分散情况的透射电子显微照片,图 3 为这 3 种白炭黑的原子力显微照片,图 4 是这 3 种白炭黑的胎面胶料放大 487 倍记录到的光学显微照片。Hi-Sil 2000 的聚集体粒径约为 250nm,而普通白炭黑 Hi-Sil 233 的聚集体粒径约为 400nm。图 4 测量的结果,Hi-Sil 233 胶料中附聚体粒径大于 1μm 的有 6 %,而易分散白炭黑胶料中附聚体粒

径大于 1μm 的仅为 1 %。表 4 为 Hi-Sil 2000 ,Hi-Sil EZ 和 Hi-Sil 233 白炭黑的物理性能。

易分散白炭黑填充的胶料,硬度、拉伸强度和扯断伸长率增大,抗割口增长性大大优于炭黑对比胶料(见表 5)。根据公式计算预测的轮胎性能表明,轮胎的湿牵引性、转向系数和滚动阻力可获得改善。

表 4 易分散白炭黑与 Hi-Sil 233 的物理性能

性 能	Hi-Sil 2000	Hi-Sil EZ	Hi-Sil 233
比表面积/ m ² g ⁻¹			
BET(单点)	244	167	152
CTAB	238	153	146
DBP 吸收值			
mL ·(100g) ⁻¹	212	182	205
汞孔率计			
表面积/ m ² g ⁻¹	258	178	147
孔径/ nm	14. 2	26. 6	32. 2
孔容积/ cm ³ g ⁻¹	1. 90	1. 67	2. 71
聚集体平均投影			
面积/ nm ²	3969	5500	9459

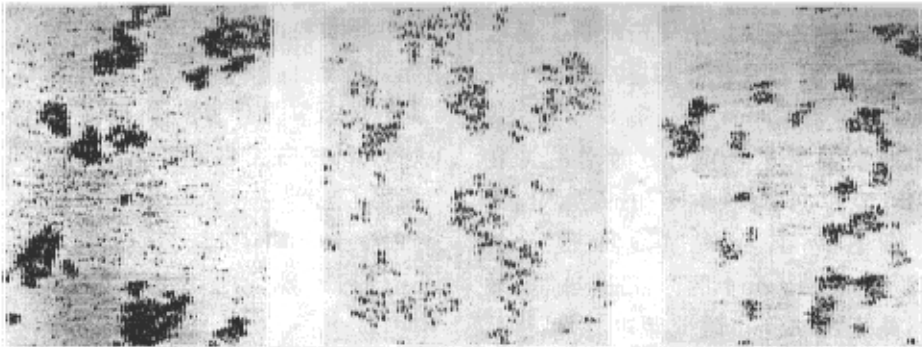


图 2 白炭黑在甲醇/水(50/50)溶液中分散的透射电子显微照片
从左至右依次为 Hi-Sil 2000 ,Hi-Sil EZ ,Hi-Sil 233



图 3 白炭黑原子力显微照片
注同图 2

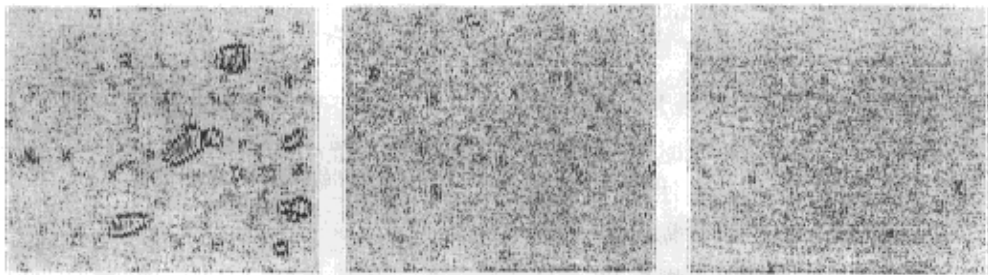


图 4 白炭黑在 BR 中分散的光学显微照片
注同图 2

表 5 胶料的物理性能和动态力学性能及预测的轮胎性能

性 能	Hi-Sil 2000	Hi-Sil EZ	Hi-Sil 233	炭黑对比胶料
加工性能				
M_L / dN · m	8. 61	3. 85	3. 65	0. 414
M_H / dN · m	28. 33	27. 19	25. 50	2. 550
t_{90} / min	27. 31	12. 93	4. 98	4. 98
物理性能				
邵尔 A 型硬度(23)/ 度	79	69	72	72
回弹值(100)/ %	64. 2	65. 8	66. 6	66. 6
拉伸强度/ MPa	24. 9	24. 0	21. 3	22. 8
扯断伸长率/ %	571	499	449	502
20 %定伸应力/ MPa	1. 35	0. 94	1. 09	1. 05
100 %定伸应力/ MPa	3. 27	2. 16	2. 91	2. 69
300 %定伸应力/ MPa	10. 93	11. 63	12. 65	12. 78
割口增长(36kc)/ mm	15. 9	19. 5	15. 8	破坏
动态力学性能				
G' / MPa				
- 30	62. 10	64. 13	54. 15	54. 98
0	12. 31	11. 14	10. 18	7. 16
60	3. 84	2. 83	3. 05	3. 66
G'' / MPa				
- 30	31. 13	27. 06	29. 49	26. 45
0	4. 72	4. 49	3. 89	2. 63

续表 5

性 能	Hi-Sil 2000	Hi-Sil EZ	Hi-Sil 233	炭黑对比胶料
60	1.00	0.89	0.90	1.33
tgδ				
- 30	0.501	0.586	0.544	0.481
0	0.341	0.403	0.382	0.367
60	0.259	0.307	0.295	0.363
预测的轮胎性能				
湿牵引性(×10 ⁵)	3.65	3.61	3.06	2.14
干牵引性(×10 ⁻⁷)	4.54	1.16	5.28	6.70
冰面牵引性(×10 ⁻⁸)	1.44	1.44	1.62	1.63
转向系数(×10 ⁶)	3.99	0.89	3.18	3.89
滚动阻力	3.32	2.05	3.57	4.48

推动作用。

5 结 语

除上述应用外,白炭黑还用于其它几乎所有的轮胎部件中,如加入 BIIR 气密层胶料中,改善胶料的透气性和透水性;用于无内胎载重轮胎的胎圈包布胶中,抗模内流动,以防止胶条变形漏气;用于带束层垫胶中,提高带束层边部的粘合力等。普利司通公司还在改进的硫化胶囊中使用了白炭黑:胶料中加入用有机硅氧烷或聚二有机硅氧烷改性的白炭黑(改性后其表面具有疏水性),制得的胶囊具有无需脱模剂、产量高、次品率低、使用寿命长、生产能耗低等特点。

虽然白炭黑在轮胎中的应用范围非常广泛,但因为白炭黑的价格始终高于炭黑,所以白炭黑的应用是以轮胎性能的提高为前提的。在我国,由于汽车工业和轮胎工业的整体技术水平还比较落后,高性能轮胎所占比例较低,所以白炭黑的应用面和使用量都有限,且自 70 年代白炭黑生产以来,多为低品级产品。与美国 PPG 公司合资的江西南昌南吉化学技术开发公司自 1989 年起生产 Hi-Sil 233N 和 255N 等高品质产品,法国罗纳 普朗克公司在山东青岛兴建的年产 3 万 t 的生产厂也于 1996 年 7 月投产,天津化工研究院正在开发高分散级白炭黑,加上我国汽车工业的飞速发展以及对高性能轮胎的需求,相信会对我国白炭黑的应用起到一定的

参考文献

1 Красильникова М К и ДР, 贺云翠译. 白炭黑在轮胎工业中应用的新前景. 轮胎工业, 1990; 10(增 1):40 ~ 61

2 Wolff S *et al.*, 涂学忠译. 白炭黑补强的轮胎胎面胶料. 橡胶工业, 1994; 14(8): 467

3 ERJ. New white fillers from leading silica supplier. European Rubber Journal, 1995; 177(9):34

4 Waddell W H *et al.*, 黄 炜译. 白炭黑特性对橡胶和轮胎性能的影响. 轮胎工业, 1996; 16(3): 162

5 Byers J T, 薛广智译. 在胎面胶料中使用白炭黑降低滚动阻力. 轮胎工业, 1996; 16(2): 74 ~ 79

6 冯耀岭. 硅烷偶联剂 TESPT 对胎面胶性能的影响. 轮胎工业, 1990; 10(8):18 ~ 23

7 Wolff S, 黄丽萍译. 十年来硅烷偶联剂在轮胎胶料中的应用述评. 轮胎工业, 1989; 9(7): 38

8 Hewitt N L. Mechanism of brass adhesion. Rubber World, 1994; 210(6): 19 ~ 22

9 Hewitt N L, 张友华译. 橡胶黄铜粘合的动态疲劳性能的研究. 轮胎工业, 1993; 13(9): 35 ~ 38

10 蒲启君, 严忠庆. 钴盐型粘合剂 RC 系列产品的开发和应用研究. 轮胎工业, 1990; 10(11):12

11 陈宗青等. 间甲白混合物料(JV-H)在钢丝胶料中的应用. 轮胎工业, 1995; 15(8):475

12 Cochet P *et al.* Formula optimization for a steel belt cord insulation compound. Kautschuk Gummi Kunststoffe, 1995;48(5):353 ~ 358

13 Rakesh Jain *et al.*, 张 涛译. 尼龙 6 轮胎帘线和天然橡胶粘合用的新体系. 轮胎工业, 1989; 9(9): 35

14 宋修信. 缓冲层胶填充部分白炭黑以改善轮胎耐久性. 轮胎工业, 1992; 12(5):10 ~ 11

15 曾泽新等. 国外提高工程机械轮胎质量的措施. 轮胎工业, 1990; 10(5): 13~20

16 刘连合等. 白炭黑 Hi-Sil 233N 的补强性能与应用试验. 轮胎工业, 1993; 13(9): 6~10

17 Waddell W H, 曾泽新译. 使用沉淀法白炭黑改进农业轮胎胎面. 轮胎工业, 1995; 15(3): 158~165

18 李盈彩, 马鹏举. 军用越野子午线轮胎胎面胶配方改进. 轮胎工业, 1996; 16(8): 469~471

19 Waddell W H *et al.*, 吴秀兰译. 沉淀法白炭黑对黑胎侧胶料性能的改进. 轮胎工业, 1994; 14(5): 10~14

20 Evance L H *et al.* Computerized optimization of a white sidewall. Rubber World, 1993; 209(2): 18~21

21 David Shaw. Nicke in tyre industry for silica. European Rubber Journal, 1996; 178(5): 28

22 Swor R A, 施庆秋译. 降低子午线轮胎滚动阻力的胎面专用超高结构炭黑. 轮胎工业, 1995; 15(5): 283

23 Cochet P *et al.* Optimisation of tread compound for passenger car tire with high dispersible silica in SSBR. Tyre Tech. Asia 96. Paper 13, 2

24 Evance L R *et al.* Ultra-High reinforcing precipitated silica for tire and rubber applications. Kautschuk Gummi Kunststoffe, 1995; 48(10): 718~723

25 Evance L R *et al.* A look at Hi-Sil EZ silica. Rubber & Plastics News 1995 Technical Yearbook: 62~67.

26 Robbets A D, 吴秀兰译. 冬季和全天候轮胎. 轮胎工业, 1994; 14(10): 47

27 Derham C F, 郑心译. 使用二氧化硅改善冬用轮胎的抓着力. 轮胎工业, 1989; 9(2): 32~38

收稿日期 1996-12-24

密炼机电机固定方式的改进

目前,国产密炼机的电机固定方式大都是以地锚式地脚螺栓固定,电机的找平及其与减速器的对中通过调整楔型垫铁、移动电机位置来保证。这样的固定方式给更换联轴器的弹性胶垫、维护保养电机带来不便。为此,我厂在安装 GK270 密炼机过程中对电机固定方式进行了如下改进。

(1) 按照安装要求,在电机 4 个地脚螺栓孔两侧分别预埋一块 120mm ×250mm ×δ 和一块 250mm ×400mm ×δ 的钢板。

(2) 由于电机 4 个支座的长宽尺寸为 655mm ×330mm,且考虑到拆卸时后移距离需大于 250mm,因此增加 4 块长宽尺寸为 950mm ×350mm 底部焊有杯形凸缘的板形单座固定支座。此杯形凸缘的内孔加工有 M86mm ×3 ×100 的螺纹,其中配有一个外螺纹 M86、内螺纹 M36、高 36mm 的螺塞。杯形凸缘底部中心位置钻有 Φ42mm 的通孔,以穿放固定电机用的 M39 地脚螺栓。

改进后,电机的安装固定过程可按以下方式进行。

(1) 在电机的地基位置弹好地脚螺栓孔的坐标位置线。

(2) 给电机杯形支座划线,使其螺纹孔在划好的十字交叉线的交点上。用 M36 螺栓

将其固定在电机底座上,并于螺栓与电机底座间加垫适当数量的薄铁垫片,以备今后调整电机的中心高度。

(3) 将带有杯形支座的电机放入地基中,使其划线与地基划线对齐。安放过程中,要在支座下面加垫 6 组垫铁(在 120mm ×250mm ×δ 平垫板位置加垫 2 组,在 250mm ×400mm ×δ 平垫板位置加垫 4 组)。

(4) 调整各组垫铁,保证电机与减速器的联轴对中。对垫铁与电机的杯形支座、地基上的预埋钢板实施点焊,使支座位置固定。

(5) 拧去 M36 固定螺栓,吊走电机;拧去 M86 ×36 螺塞,将地脚螺栓穿入杯形支座底部的 Φ42mm 通孔并拧紧;用水平尺检查 4 个支座间的水平度。

(6) 拧止螺塞,使其与支座面平整,并在螺纹交界面处栽上 M8 螺丝,防止松动。

(7) 再次安装电机,通过调整电机底座下的垫片,电机与减速器的对中达到规定要求。

(8) 加固电机支座。

改进后的电机基础,在拆卸电机和更换联轴器胶垫时,可直接拧去 M36 螺栓在底座上向后移动并通过加减垫片进行对中。我厂密炼机电机经过改进安装后一年多的使用证明,运转情况良好。

(乌鲁木齐轮胎厂 谢馨后供稿)