

提高工程机械轮胎翻新胎面胶质量的探讨

高孝恒

(桂林橡胶工业设计研究院, 广西 桂林 541004)

摘要:概述国内外工程机械轮胎翻新胎面胶的生产情况及胶种和配合剂对翻新胎面质量的影响以及各类工程机械轮胎胎面胶配方主要原材料的选择原则, 提出提高工程机械轮胎翻新胎面胶质量的措施: 胶种以 NR 为主, 可并用 BR 或 SBR; 采用抗硫化返原剂提高胎面耐磨性和抗崩花掉块性, 并防止动态性能下降; 采用改性酚醛树脂提高胎面胶的硬度、定伸应力和耐磨性。

关键词:工程机械轮胎; 耐刺扎性; 抗崩花掉块性; 耐磨性

中图分类号: U463.341⁺.5; TQ336.1⁺6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2005)08-0451-05

工程机械轮胎用于露天矿及土方工程等方面, 其中露天矿可以说是工程机械轮胎使用最集中、使用条件最苛刻的地方, 具有代表性。露天矿使用的工程机械轮胎翻新胎面胶要有良好的耐磨性、耐刺扎性和抗崩花掉块性能, 生热低, 且胎面胶表面数毫米深处也耐磨。

本文简要介绍当前工程机械轮胎翻新胎面胶的一些实际情况, 并从原材料、配方、翻新工艺和设备等方面提出提高工程机械轮胎翻新胎面胶质量的建议, 以供行业参考。

1 工程机械轮胎翻新胎面胶的生产情况

近年来, 我国工程机械轮胎翻新行业发展较快, 除个别轮胎翻新厂采用胎面胶缠贴、刻花或采用预硫化胎面法翻新中小型工程机械轮胎外, 绝大多数轮胎翻新厂采用模型法翻新工程机械轮胎; 除少数轮胎翻新厂由轮胎生产厂供胶外, 大部分轮胎翻新厂是购入小容量翻转式密炼机或开炼机自行炼胶。翻转式密炼机的优势是价格低, 但因其功率小、结构简单, 难以将含胶率高、含难分散配合剂、硬质炭黑和白炭黑含量大的胶料混炼均匀。国内不少工程机械轮胎翻新厂设计翻新胎面胶配方及选择原材料时没有充分考虑轮胎使用场地情况, 也多未采用一些新开发的用之有效的配合剂。

作者简介:高孝恒(1936-), 男, 浙江杭州人, 桂林橡胶工业设计研究院教授级高级工程师, 主要从事轮胎翻新的研究工作。

国外大型轮胎翻新公司对炼胶和胎面胶质量非常重视。如美国 Odom 公司虽是一家大型工程机械轮胎翻新厂, 但胶料由专门的供胶中心提供; 意大利 Marangoni 公司有完善的炼胶体系, 不仅有大型全自动加料系统, 而且对一段混炼胶进行造粒, 送入大储斗(可储存 10 车胶)搅拌均匀后, 再进行二、三段混炼。表 1 示出了国内外一些工程机械轮胎翻新胎面胶配方及性能。

2 胶种和配合剂对翻新胎面胶质量的影响

为研究胶种和配合剂对工程机械轮胎翻新胎面胶的耐刺扎性、抗崩花掉块性及耐磨性的影响, 美国 Schwarz D L 等^[1]对 12 个胎面胶配方进行了物理性能对比试验。试验中使用了各种检测手段, 其中抗崩花掉块性能试验装置属新型检测设备, 即将一环型橡胶试样装于转速为 $6.02 \text{ r} \cdot \text{s}^{-1}$ 的转轴上旋转, 在另一杆上偏心装有一用碳化钨特制的小刀, 小刀以 1 Hz 的频率升降并在试样上做弹性跳动对其进行切割, 根据切屑量及试样直径的减小量来评估该胶料的抗切割性和抗崩花掉块性。

轮胎在道路上行驶实际上是一种复杂的磨损过程, 现有的各种型号磨损试验机均为简单磨损试验机, 故采用多种磨损试验机, 包括邵坡尔(DIN)、皮克(Pico)和 NBS 磨损试验机来考察胎面的耐磨性, 综合分析各种磨损试验结果, 可以得出较接近实际使用情况的结论。

表 1 国内外一些工程机械轮胎翻新胎面胶配方及性能

项 目	配方编号							
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#] (推土机)	6 [#] (铲车)	7 [#]	8 [#]
配方组分用量/份								
NR	60	70	60	50	70	0	100	40
SBR	40	30	40	20	30	100	0	0
BR	0	0	0	30	0	0	0	60
氧化锌	5	5	4	3	4	3	5	3
硬脂酸	3	3	2.5	0	3	2	3	2
白炭黑	10	0	10	0	0	0	0	0
高耐磨炭黑 N330	30	34	45	55	0	52 ¹⁾	0	0
中超耐磨炭黑 N220	30	18	0	0	50	0	50	60
促进剂 NOBS	0.8~1	0	0	1.2 ²⁾	1.3 ²⁾	0	1	0.8
促进剂 CZ	0	0.8	0.6	0	0	2.5	0	0
促进剂 DM	0	0.4	0.6	0	0	0	0	0
防老剂	2.5 ³⁾							3.6 ³⁾
防老剂 4010		0.5	1.5	0	1.2	1.2	1.2	
防老剂 A		1	0	0	0	0	0	
防老剂 D		0.4	0	0	0	0	0	
防老剂 RD		0	0.5	0	1	1	1	
石蜡	1	1	1	0	0	0	0	0
硫黄	2	1.6	1.4	1.5	1.5	1	2.5	1.5
芳烃油	0	0	0	0	7	12	24	0
机油	0	0	4	0	0	0	0	0
松焦油	6	4	0	0	0	0	8	0
古马隆树脂	0	1	0	0	0	0	0	0
防焦剂 PVI	0	0	0	0	0.2	0	0	0
活性剂	0	0	8	0	0	0	0	0
填充剂	0	0	10	0	0	0	0	0
硫化胶物理性能 ¹⁾								
300%定伸应力/MPa	12.0		10.0	7.4	11.0	9.2	14.4	6.6
拉伸强度/MPa	23.0		21.0	19.4	21.0	24.3	26.5	20.5
拉断伸长率/%	580		500	554	470	585	468	630
拉断永久变形/%	25		12	30			28	
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)					120	80	141	
回弹值/%					45	34		
阿克隆磨耗量/cm ³			0.1	0.3			0.2	
DIN 磨耗量/mm ³					90	96		

注:1)炭黑 N375;2)促进剂 NS;3)各种防老剂的总量;4)据介绍,2[#]配方胶料性能优于 1[#]配方。5[#]和 6[#]配方为意大利 Marangoni 公司提供,8[#]配方为美国 AMF 公司提供,其余为国内生产配方。1[#]~6[#]配方硫化条件为 143℃×40 min,7[#]配方硫化条件为 150℃×20 min,8[#]配方硫化条件为 138℃×45 min。

胶种和配合剂对工程机械轮胎翻新胎面胶物理性能的影响见表 2。

从表 2 可以看出,与 9[#]配方相比,10[#]配方胶料的物理性能大幅度下降,特别是抗切割性、抗崩花掉块性和抗撕裂性下降幅度较大,但耐磨性提高;11[#]配方胶料除抗切割性和抗崩花掉块性较好外,其它物理性能大幅度下降;12[#]配方胶料除耐磨性有较大幅度提高外,抗撕裂性、抗切割性和抗崩花掉块性有所下降;13[#]配方胶料除抗撕

裂性能大幅度下降外,抗切割性和抗崩花掉块性有所下降,但耐磨性有较大幅度提高;14[#]和 15[#]配方胶料的 300%定伸应力和邵尔 A 型硬度有较大提高,耐磨性能也有所提高;16[#]和 17[#]配方胶料的综合物理性能较差,但 17[#]配方胶料的抗撕裂性比 16[#]配方下降幅度大,抗切割性、抗崩花掉块性和耐磨性比 16[#]配方有所提高;18[#]配方胶料拉断伸长率过小,300%定伸应力和邵尔 A 型硬度提高,其它性能无明显改善;19[#]配方胶料的

表 2 胶种和配合剂对工程机械轮胎的翻新胎面胶物理性能的影响^[1]

项 目	配方编号											
	9 [#]	10 [#]	11 [#]	12 [#]	13 [#]	14 [#]	15 [#]	16 [#]	17 [#]	18 [#]	19 [#]	20 [#]
配方组分用量/份												
NR(SIR10)	100	100	100	50	0	100	100	100	100	100	100	100
BR	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
SBR1502	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
炭黑 N121	60	60	60	60	60	60	60	0	0	70	50	0
工业参比炭黑 7 [#] (N330)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
白炭黑 210	0	0	0	0	0	0	0	60	60	0	0	0
偶联剂 X50S	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0
偶联剂 3350	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
芳烃油	5	5	5	5	20	5	5	5	5	5	5	5
氧化锌	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5
硬脂酸	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
防老剂 RD	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
防老剂 4020	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
改性酚醛树脂 UltiPro100	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
改性酚醛树脂 SP-6701	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
促进剂 H	0	0	0	0	0	1	0.33	0	0	0	0	0
促进剂 NOBS	0.7	1.4	0.35	1	1.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
促进剂 D	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0
硫黄	2.5	5	1.25	2.5	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
硫化胶物理性能												
交联密度/(mol·cm ⁻³)	6.66	1.71	1.58	9.22	5.46	8.42	6.62	7.80	1.89	8.79	4.74	6.61
邵尔 A 型硬度/度	72	78	61	73	70	80	78	61	57	77	66	69
300%定伸应力/MPa	16.0		10.7	17.1	18.0	18.8	17.1	3.6	7.1	19.2	13.2	15.6
拉伸强度/MPa	26.5	20.1	16.7	20.9	20.8	25.6	24.5	17.1	16.0	22.1	27.6	26.1
拉断伸长率/%	499	282	442	365	347	434	442	691	536	352	553	503
撕裂强度(B型)/ (kN·m ⁻¹)	144	116	71	119	49	142	130	62	36	93	137	105
回弹值/%	40.0	43.9	35.5	48.0	36.1	41.5	41.2	47.0	45.1	35.2	40.9	43.6
切割及掉块试验												
质量损失/mg	2.66	4.44	1.81	2.92	3.05	2.77	2.50	3.82	3.21	2.58	2.78	2.67
直径减小量/cm	0.53	0.89	0.33	0.58	0.61	0.51	0.46	0.74	0.66	0.46	0.58	0.48
DIN 磨耗量/mm ³	114	94	167	45	81	96	100	281	231	122	126	114
Pico 磨耗量/mg	18.8	16.0	45.6	12.2	18.9	17.9	19.5	67.9	42.0	18.8	23.3	21.5
NBS 磨耗转数	2 202	4 509	2 703	5 953	5 121	3 517	3 468	2 099	1 950	3 412	2 754	2 202

注:9[#] 配方为基准配方。

300%定伸应力和邵尔 A 型硬度较合理,但耐磨性、抗撕裂性、抗切割性和抗崩花掉块性有大幅度下降;20[#] 配方胶料的物理性能除抗撕裂性较差外,其余与 9[#] 配方基本相同,300%定伸应力、邵尔 A 型硬度和弹性较为理想,但 20[#] 配方采用的高纯度炭黑 N330 价格较高,仅供对比试验使用。

抗崩花掉块性、耐磨性和行驶性等要求很高的工程车辆配用的轮胎,如运送矿石的自卸车重载爬坡(露天矿作业区往往低于卸矿区数百米、运距达数十千米)、空车快速下坡返回、频频刹车、日夜行驶在开采区及极为简便的路上。特别是在露天铁矿作业的车辆,配用的轮胎夜间行车极易被散落在简易运矿道路上的铁矿石扎破。

3 翻新胎面胶配方主要原材料的选择

为设计工程机械轮胎翻新胎面胶配方,将其按使用情况及要求分为如下三类。

第 1 类:使用条件苛刻,对胎面胶耐刺扎性、

第 2 类:采矿作业面上作业车辆配用的轮胎,如装载机、轮式推土机、平路机和压实机等配用的轮胎,在多石开采区工作、作业有间断性、负荷大、行驶距离短,对胎面胶的耐刺扎性、抗崩花掉块性

和耐磨性等要求较高。

第3类:采矿服务车,如油罐车、洒水车、牵引车、拖车和吊车等,多在有路面道路上行驶,基本不超载,配用的轮胎对胎面胶耐刺扎性、抗崩花掉块性和耐磨性等要求一般。

(1)胶种

第1类工程机械轮胎的胎面胶应以NR为主,大型自卸车轮胎胎面胶应全部采用NR。BR的耐磨性很好,但由于其耐切割性和抗撕裂性较差,老化后变硬易引发轮胎胎面崩花掉块,故很少用于大中型工程机械轮胎胎面胶。SBR耐磨性较好,但粘性和抗撕裂性差、生热高,老化后变硬易引发轮胎胎面崩花掉块,但加入改性剂(如CR110)及抗返原剂可克服上述缺陷,故可与NR并用或单用于第2和3类中小型工程机械轮胎胎面胶。充油SBR因价格较低,综合性能稍低于SBR1502,可试掺用于第3类工程机械轮胎翻新胎面胶,如汽车吊车用轮胎等。国内新投产了一些新胶种,如钕系BR和SSBR等,但尚未大批量用于工程机械轮胎翻新胎面胶。

(2)补强填充剂

工程机械轮胎胎面胶使用补强剂主要是为提高其耐磨性、抗切割性、抗崩花掉块性,除采用硬质炭黑等外,还可加入一些新型炭黑、高分散性白炭黑和改性酚醛树脂以提高其性能。改性酚醛树脂的用量一般为3份。对于耐磨性、抗切割性和抗崩花掉块性要求不是很高的第2和3类工程机械轮胎胎面胶,可使用炭黑N234和N351。国外新开发的一些适用于工程机械轮胎胎面胶的炭黑,如德国德固萨公司(在我国胶州设有分厂)生产的牌号为ECORAX1990的炭黑有增强胶料抗切割性、耐刺扎性和耐磨性的效果。

(3)促进剂

目前通常采用促进剂NOBS,但近年来发现其在加工及使用中会分解出亚硝酸氨(属高致癌物),国际上已多用促进剂TBSI(次磺酰胺类)或NS(我国不少厂家已能生产)替代。为提高促进剂NS的活性,可将其与促进剂H并用,促进剂H也是改性酚醛树脂的固化催化剂。次磺酰胺类促进剂与碱性促进剂(如促进剂D和TMTD)并用可提高活性,从而缩短硫化时间。

(4)硫化剂

模型法翻新工程机械轮胎硫化温度高(140℃左右)、时间长(21.00—35 轮胎的硫化时间大约为6 h),采用硫黄硫化体系硫化难免导致胎面严重过硫,质量下降;采用低硫高促硫化体系虽可解决多硫键降解所引发的胶料质量下降问题,但胶料混炼时易焦烧,且会造成胎面胶动态性能降低;采用半有效硫化体系可较好地保持多硫和双硫键数量的相对稳定,是目前解决工程机械轮胎翻新胎面过硫问题的途径之一。

(5)防老剂

近年来虽有多种新型防老剂投放市场,但主要是用来替代有毒性(如防老剂D)或严重污染产品的防老剂。

(6)其它助剂

现在投放市场的新型助剂较多,如为提高SBR等的粘合性能可加入增粘树脂(如超级增粘树脂TKM),为提高胶料的300%定伸应力和邵尔A型硬度,在不宜过多使用硬质炭黑和硫黄时可加入改性酚醛树脂。模量增强剂HMZ可提高胶料的定伸应力、硬度、抗撕裂性和耐磨性能。

4 提高胎面胶质量的工艺和设备保证

(1)为提高混炼胶的均匀性,应使用合格的密炼机,也可委托有条件的厂家进行胎面胶的第一段混炼,但第二和第三段胶料应自己混炼;且应配备胶料检测控制设备和仪器。

(2)硫化模具由单面传热改为同时在硫化水胎内通热介质双面传热,可减轻胎面胶过硫程度。最简单的办法是开始硫化时先通一定时间的饱和蒸汽或采用热氮气循环。翻新轮胎的硫化压力应保持在2.5 MPa以上。

(3)轮胎翻新胎面胶设计为胎冠胶和基部胶两部分,一方面可使结构更加合理,降低成本;另一方面可提高基部胶的硫化速度,从而缩短翻新轮胎的硫化时间。

(4)目前,国内工程机械轮胎翻新厂贴胎面胶时因没有胎面缠绕机,绝大多数厂家采用开炼机出片,将其直接热贴(压)在经打磨和涂胶浆的胎体上,这样很难控制翻新轮胎的入模尺寸,无法保

证贴胶内无气泡,应改进工艺和设备条件。

5 建议

近年来不少新型配合剂纷纷在国内上市,一些外商也在我国建厂生产新型配合剂,合理利用这些新型配合剂可以提高工程机械轮胎翻新胎面

胶的质量。笔者曾为阜新、邵阳、重庆和高唐等地区的轮胎翻新厂提供过工程轮胎翻新胎面胶配方,其中一些配方经几年的实际应用反映良好。表 3 示出了一些没有经实际使用验证的工程机械轮胎翻新胎面胶建议配方及性能,可供各工程机械轮胎翻新厂参考。

表 3 工程机械轮胎翻新胎的胎面胶建议配方及性能

项 目	配方 1		配方 2	配方 3	项 目	配方 1		配方 2	配方 3
	冠部	基部				冠部	基部		
配方组分用量/份					促进剂 DM	0.5	0.5	0	0
NR	100	100	70	0	促进剂 H	0	0.2	0	0
SBR1500	0	0	30	100	芳烃油	8	6	8	12
氧化锌	5	7	5	5	古马隆树脂	0	3	0	0
硬脂酸	3	2	3	3	防焦剂 PVI	0.2	0	0.2	0.2
白炭黑 VN3	15	0	0	0	偶联剂 X50S	2	0	0	0
炭黑 N351	0	25	0	0	抗返原剂 WK-901	3	0	3	3
炭黑 N121	45	0	0	0	酚醛树脂 BQ-205	0	2	0	0
炭黑 N660	0	25	0	0	增粘树脂 TXN-203	0	0	2	4
炭黑 N990	0	0	60	55	硫化胶性能(143 ℃×40 min)				
防老剂 4020	1.5	1.5	1.5	1.5	邵尔 A 型硬度/度	70	68	68	70
防老剂 RD	0	1	0	0	300%定伸应力/MPa	13.0	12.0	11.0	9.2
防老剂 WH-02	1	0	1	0	拉伸强度/MPa	26.5	21.0	21.0	24.8
石蜡	1	0	1	1	拉断伸长率%	499	540	470	585
硫黄	2.5	2.5	2	1	撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	144		120	80
促进剂 NS	1	0	1.3	0	DIN 磨耗量/mg	114		90	96
促进剂 CZ	0	0.7	0	2.5					

OTR tread compounds[J]. Rubber World, 2003, 228(8): 29-30.

参考文献:

[1] Schwarz D L, Askea D W. Reviewing cut and chip testing of

收稿日期:2005-02-25

中华环保世纪行与汽车轮胎

中图分类号:TQ336.1 文献标识码:D

2005 年 7 月 6 日下午,在全国人大会议中心隆重举行了中华环保世纪行赴南水北调中线记者团出发仪式。全国人大有关领导主持和出席了仪式。人民日报、新华社、光明日报、经济日报、中央人民广播电台、中央电视台、解放军报、科技日报、工人日报、农民日报、法制日报、环境报、绿色时报、教育报等 20 家新闻媒体的 40 多名记者参加此行,在这 20 多天的活动中各报都将有专版详细报道。其重要意义在于加大宣传力度,让调来的水老百姓喝得放心。

在出发仪式上,同时举办了上海天衣轮胎有限公司的“戳得破不漏气”轮胎现场展示会。此

行记者团将分乘 11 辆由北京汽车制造有限公司提供的“陆霸”汽车南下,其中部分车辆装配了天衣公司的“戳得破不漏气”轮胎。在现场,汽车驶过了一排一排的钉子,无论是钉子拔出来或留在轮胎中,轮胎均无丝毫漏气,记者们都十分惊讶,围着扎了钉子的轮胎详细询问了各种问题,并担心地问出发时轮胎已扎过钉子的车辆需要重新换轮胎吗?生产厂家的领导和专家不仅给予了否定回答,而且保证等 20 天回来后轮胎也不会漏气。在了解了其原理后,记者们都赞叹不绝。

中国轮胎制造业也有了自己独创的新品,将与南水北调一样造福于人类。

(北京橡胶工业研究设计院 陈志宏供稿)