

停放条件对带束层胶和胎面胶性能的影响

周顺利

[倍耐力轮胎(焦作)有限公司,河南 焦作 454000]

摘要:研究停放温度和停放时间对带束层胶和胎面胶性能的影响。结果表明:随着停放时间的延长,带束层胶和胎面胶的门尼粘度增大,且环境温度越高,增大趋势越明显,门尼焦烧时间缩短;停放时间和停放温度对带束层胶的物理性能几乎没有影响,对胎面胶的定伸应力影响不大,但胎面胶的拉伸强度和拉伸伸长率随着停放时间的延长而减小。

关键词:停放温度;停放时间;带束层胶;胎面胶;加工性能;硫化特性;物理性能

中图分类号:TQ330.5

文章编号:2095-5448(2024)02-0105-04

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2024.02.0105



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

胶料的门尼焦烧时间、门尼粘度、硫化特性和物理性能对半成品的加工性能、胎坯成型及硫化均有非常重要的影响^[1-3]。为了保证半成品加工的安全性、稳定性和流畅性,以及半成品尺寸的均匀性和表面粘度适当^[4-8],需要胶料具备合适的门尼粘度、门尼焦烧时间、硫化特性和物理性能,而这些性能与胶料的停放条件密切相关^[9-11]。

本工作分别研究室温环境(23℃)和夏季高温环境(35℃)下,带束层胶和胎面胶的门尼粘度、门尼焦烧时间、硫化特性和物理性能随着停放时间延长的变化情况,为确定较佳的带束层胶和胎面胶的停放条件提供参考。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),SCR WF,海南天然橡胶产业集团股份有限公司产品;聚异戊二烯橡胶(IR),中国石化扬子石化有限公司产品;高分散性白炭黑,确成硅化学股份有限公司产品;炭黑N326,江西黑猫炭黑股份有限公司产品;氧化锌,永华化学科技

(江苏)有限公司产品;硅烷偶联剂,湖北江瀚新材料股份有限公司产品。

1.2 配方

带束层胶配方(用量/份):NR 80,IR 20,炭黑N326 50,氧化锌 8,防老剂 2,增粘剂 7.3,硫黄和促进剂 5.7,其他 10.1。

胎面胶配方(用量/份):NR 35,IR 65,白炭黑 68,氧化锌 6.5,防老剂 6,增粘剂 2,硫黄和促进剂 4.2,其他 12。

1.3 主要设备和仪器

BB430型密炼机,日本神户制钢所产品;GK90E型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;X(S)K-160型开炼机,上海华雄机械有限公司产品;GT-7014-H20型平板硫化机,高特威尔科学仪器(青岛)有限公司产品;MV2000型门尼粘度计和MDR2000型无转子硫化仪,美国阿尔法科技有限公司产品;AI-3000型拉力试验机和TH-250型恒温恒湿箱,高铁检测仪器(东莞)有限公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 混炼

(1)带束层胶两段混炼均采用BB430型密炼机,一段混炼转子转速为40 r·min⁻¹,混炼工艺为:NR塑炼胶、IR和小料(35 s)→炭黑和软化剂

作者简介:周顺利(1984—),男,河南周口人,倍耐力轮胎(焦作)有限公司工程师,硕士,主要从事子午线轮胎工艺技术及管理工作。

E-mail:372485009@qq.com

(30 s)→压压砣(40 s)→提压砣→排胶(160 ℃)→挤出胶片→浸隔离剂(质量分数为2%)→吹干冷却→收胶。二段混炼转子转速为 $30\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,混炼工艺为:一段混炼胶→硫黄和促进剂→压压砣(30 s)→提压砣(30 s)→排胶(100 ℃)→开炼机下片→浸隔离剂(质量分数为2%)→吹干冷却→收胶。

(2) 胎面胶两段混炼均采用GK90E型密炼机。一段混炼转子转速为 $45\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,混炼工艺为:NR、IR和小料(40 s)→白炭黑和软化剂(30 s)→压压砣(30 s)→提压砣→排胶(140 ℃)→挤出胶片→浸隔离剂→吹干冷却→收胶。二段混炼转子转速为 $30\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,混炼工艺为:一段混炼胶→硫黄和促进剂→压压砣(35 s)→提压砣(35 s)→排胶(100 ℃)→开炼机下片→浸隔离剂→吹干冷却→收胶。

模拟室温和夏季高温环境下的试样分别在温度为23和35 ℃的恒温恒湿箱内停放设定的时间。所有试样从恒温恒湿箱内取出后,需在21~25 ℃的环境中放置4 h。

1.4.2 硫化

胶料在平板硫化机上进行硫化,硫化条件为 $170\text{ }^{\circ}\text{C}\times 10\text{ min}$,硫化完成后需在21~25 ℃的环境中静置16 h,再进行裁片、测试。

1.5 性能测试

胶料性能均按相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 带束层胶

2.1.1 门尼粘度和门尼焦烧时间

停放条件对带束层胶门尼粘度和门尼焦烧时间的影响如表1所示。

由表1可以看出:随着停放时间的延长,无论在室温环境还是高温环境下,胶料的门尼粘度均呈现增大趋势;在室温环境下,停放21 d的胶料的门尼粘度出现较为明显地增大,而在高温环境下,停放14 d的胶料的门尼粘度出现较为明显地增大,高温环境下胶料门尼粘度明显增大所需的存放时间缩短;停放时间相同时,室温环境下胶料的门尼粘度低于高温环境下胶料的门尼粘度。分析认为,胶料在停放过程中产生了一定程度的早期交联,形成了网状结构,降低了胶料的流动性,且高

表1 停放条件对带束层胶门尼粘度和门尼焦烧时间的影响

项 目	停放时间/d				
	1	7	14	21	30
门尼粘度[ML(1+4)100 ℃]					
23 ℃	81	81	83	88	90
35 ℃	81	83	90	91	93
门尼焦烧时间 t_5 (127 ℃)/min					
23 ℃	13.18	12.87	12.32	12.08	11.72
35 ℃	12.83	12.34	12.05	11.66	10.54

温下的交联反应强于室温下的交联反应。

从表1还可以看出,随着停放时间的延长,胶料的门尼焦烧时间逐渐缩短,且停放时间相同时,高温环境下胶料的门尼焦烧时间较短。

2.1.2 硫化特性

停放条件对带束层胶硫化特性(170 ℃)的影响如表2所示。

表2 停放条件对带束层胶硫化特性的影响

项 目	停放时间/d				
	1	7	14	21	30
F_L /(dN·m)					
23 ℃	2.96	2.96	3.05	3.09	3.13
35 ℃	3.02	3.21	3.65	3.62	3.64
F_{max} /(dN·m)					
23 ℃	32.88	32.35	32.34	31.21	31.57
35 ℃	32.22	32.11	31.92	31.20	30.83
t_{30} /min					
23 ℃	1.44	1.46	1.48	1.45	1.44
35 ℃	1.43	1.45	1.45	1.46	1.42
t_{60} /min					
23 ℃	2.44	2.51	2.53	2.47	2.45
35 ℃	2.44	2.46	2.48	2.51	2.46
t_{90} /min					
23 ℃	4.77	4.90	4.92	4.91	4.90
35 ℃	4.83	4.90	4.95	4.98	5.00

从表2可以看出:在室温环境和高温环境下,随着停放时间的延长,胶料的 F_L 均呈增大趋势,且高温环境下 F_L 增幅更大,这与门尼粘度变化规律相一致; F_{max} 逐渐减小; t_{30} 、 t_{60} 和 t_{90} 有轻微变化, t_{90} 略有延长,原因是带束层胶中添加了炭黑,在停放过程中炭黑吸附促进剂,导致 t_{90} 延长。

2.1.3 物理性能

停放条件对带束层胶物理性能的影响见表3。

从表3可以看出,随着停放时间的延长,带束层胶的物理性能变化不大,且室温环境和高温环

表3 停放条件对带束层胶物理性能的影响

项 目	停放时间/d				
	1	7	14	21	30
100%定伸应力/MPa					
23 ℃	3.47	3.60	3.63	3.67	3.52
35 ℃	3.43	3.53	3.65	3.66	3.63
300%定伸应力/MPa					
23 ℃	16.15	16.52	16.66	17.21	16.34
35 ℃	16.01	16.56	16.58	17.28	16.80
拉伸强度/MPa					
23 ℃	19.93	19.23	19.37	19.31	19.70
35 ℃	17.49	18.98	19.49	19.97	19.85
拉断伸长率/%					
23 ℃	390	371	370	362	382
35 ℃	351	365	375	369	376

境下相差也不大,这说明停放时间和环境温度对带束层胶的物理性能几乎没有影响。

2.2 胎面胶

2.2.1 门尼粘度和门尼焦烧时间

停放条件对胎面胶门尼粘度和门尼焦烧时间的影响如表4所示。

表4 停放条件对胎面胶门尼粘度和门尼焦烧时间的影响

项 目	停放时间/d				
	1	7	14	21	30
门尼粘度[ML (1+4) 100 ℃]					
23 ℃	67	68	72	79	90
35 ℃	70	75	91	104	110
门尼焦烧时间 t_5 (127 ℃)/min					
23 ℃	29.64	27.32	24.31	23.95	23.78
35 ℃	29.46	24.54	22.65	20.86	20.46

从表4可以看出:随着停放时间的延长,室温环境和高温环境下的胎面胶的门尼粘度均逐渐增大;在室温环境下,停放14 d的胶料的门尼粘度达到72,超出门尼粘度控制范围,而在高温环境下,停放7 d的胶料的门尼粘度已达到75,超出门尼粘度控制的上限,高温环境下胶料门尼粘度超标所需的停放时间明显缩短。分析认为,胶料在停放过程中产生了一定程度的早期交联,形成了网状结构,降低了胶料的流动性,导致门尼粘度增大。

从表4还可以看出,随着停放时间的延长,胎面胶的门尼焦烧时间逐渐缩短,且停放时间相同时在高温环境下胶料的门尼焦烧时间更短。

2.2.2 硫化特性

停放条件对胎面胶硫化特性(170 ℃)的影响如表5所示。

表5 停放条件对胎面胶硫化特性的影响

项 目	停放时间/d				
	1	7	14	21	30
F_L /(dN·m)					
23 ℃	1.33	1.36	1.44	1.58	1.81
35 ℃	1.42	1.49	1.87	2.17	2.29
F_{max} /(dN·m)					
23 ℃	19.23	18.85	17.88	17.84	17.47
35 ℃	19.25	18.62	17.86	17.57	17.14
t_{30} /min					
23 ℃	2.52	2.55	2.54	2.46	2.52
35 ℃	2.51	2.56	2.48	2.48	2.38
t_{60} /min					
23 ℃	3.17	3.20	3.19	3.09	3.13
35 ℃	3.19	3.25	3.11	3.11	3.02
t_{90} /min					
23 ℃	4.70	4.79	4.70	4.48	4.22
35 ℃	4.80	4.88	4.82	4.50	4.39

从表5可以看出:随着停放时间的延长,在室温环境和高温环境下胎面胶的 F_L 均逐渐增大,且高温环境下其增幅较大; F_{max} 逐渐减小;停放时间超过7 d后, t_{90} 略微缩短,原因是胎面胶中添加了白炭黑和返回胶对 t_{90} 有影响;高温环境下胶料的 t_{90} 更长。

2.2.3 物理性能

停放条件对胎面胶物理性能的影响如表6所示。

从表6可以看出:随着停放时间的延长,室温

表6 停放条件对胎面胶物理性能的影响

项 目	停放时间/d				
	1	7	14	21	30
100%定伸应力/MPa					
23 ℃	2.10	2.11	1.90	1.84	1.78
35 ℃	2.17	2.13	2.18	2.10	2.01
300%定伸应力/MPa					
23 ℃	9.59	9.51	9.45	9.38	9.21
35 ℃	9.79	9.78	9.85	9.52	9.19
拉伸强度/MPa					
23 ℃	19.61	18.73	17.32	17.18	16.78
35 ℃	19.20	17.19	16.32	15.09	14.68
拉断伸长率/%					
23 ℃	571	560	527	518	503
35 ℃	558	481	479	463	452

环境和高温环境下胎面胶的定伸应力差异不大,这说明停放时间和环境温度对胎面胶的定伸应力影响不大;拉伸强度和拉断伸长率逐渐减小,且在室温环境下,拉伸强度和拉断伸长率在停放14 d时明显降低,在高温环境下,拉伸强度和拉断伸长率在停放7 d时明显降低。

3 结论

(1) 在室温环境和高温环境下,带束层胶和胎面胶的门尼粘度均随停放时间的延长而逐渐增大,且环境温度越高,增大趋势越明显。

(2) 在室温环境和高温环境下,带束层胶和胎面胶的门尼焦烧时间均随停放时间的延长而缩短,且在高温环境下,门尼焦烧时间更短。

(3) 在室温环境和高温环境下,随着停放时间的延长,带束层胶的 F_L 逐渐增大,且高温环境下增幅更大, F_{max} 逐渐减小, t_{90} 略有延长;胎面胶的 F_L 逐渐增大, F_{max} 逐渐减小,停放时间超过7 d后, t_{90} 略微缩短,且在高温环境下停放的胶料的 t_{90} 更长。

(4) 停放时间和停放温度对带束层胶的物理性能几乎没有影响;对胎面胶的定伸应力影响不大,胎面胶的拉伸强度和拉断伸长率随着停放时间的延长而减小,且高温环境下胎面胶的拉伸强

度和拉断伸长率较小。

参考文献:

- [1] 苏巨桥,赵中国,廖霞,等.白炭黑填充丁苯橡胶复合体系的粘弹和加工性能研究[J].橡胶工业,2018,65(2):132-136.
- [2] 傅恺,刘俊霞,和富金.巨型工程机械轮胎胎面胶配方的研究进展[J].橡胶科技,2023,21(1):5-9.
- [3] 李再琴,刘强,焦清伟.全钢载重子午线轮胎胎面混炼胶停放时间对挤出效果的影响[J].轮胎工业,2019,39(2):111-113.
- [4] 罗海珍.影响天然橡胶物理机械性能的因素[J].热带农业工程,2006(1):29-31.
- [5] 黄通,高钦和,刘志浩,等.重载子午轮胎非线性特性研究与模型修正[J].华中科技大学学报(自然科学版),2021,49(10):42-46.
- [6] 许体文,凌飞龙,史博,等.不同种类炭黑填充的天然橡胶/顺丁橡胶并用胶的性能研究[J].橡胶工业,2023,70(2):97-104.
- [7] 项璞玉.高性能轮胎胎面胶的配方设计和性能研究[D].北京:北京化工大学,2013.
- [8] 张洪影.表面改性白炭黑在绿色轮胎胎面胶中的应用研究[D].郑州:河南大学,2016.
- [9] YANG Siqiang, WU Hong, LI Chunhai, et al. Constructing oriented two-dimensional large-sized modified graphene oxide barrier walls in brominated butyl rubber to achieve excellent gas barrier properties[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2020, 12(3):3976-3983.
- [10] 汪燕,徐旗,徐文龙,等.超低滚动阻力胎面胶配方在电动汽车轮胎中的应用[J].轮胎工业,2022,42(4):223-226.
- [11] 固铂轮胎与橡胶公司.轮胎胎面胶料[P].中国:CN 110799352A, 2020-02-14.

收稿日期:2023-11-06

Effect of Parking Conditions on Properties of Belt Compound and Tread Compound

ZHOU Shunli

[Pirelli Tyre (Jiaozuo) Co., Ltd, Jiaozuo 454000, China]

Abstract: The effects of parking temperature and parking time on the properties of belt compound and tread compound were studied. The results showed that with the extension of parking time, the Mooney viscosity of the belt compound and the tread compound increased, and the higher the parking temperature was, the more obvious the increasing trend was, the Mooney scorch time of the compounds was shortened. Parking time and parking temperature had little effect on the physical properties of the belt compound, and had a small effect on the modulus of the tread compound, but the tensile strength and elongation at break of the tread compound decreased with the extension of the parking time.

Key words: parking temperature; parking time; belt compound; tread compound; processability; vulcanization characteristic; physical property