

通过降低硫化机外温提高轮胎综合性能

朱宇石, 辛国义, 张立增

(朝阳浪马轮胎有限责任公司, 辽宁 朝阳 122009)

摘要:通过降低硫化机外温来提高轮胎的综合性能。设定外温条件和改进硫化工艺可以使轮胎在没有损失硫化效率的前提下,使轮胎各部位所达到的最高硫化温度和最大硫化程度都有所降低。成品轮胎室内性能测试、装车路试及市场反馈表明,降低硫化机外温,可以提高成品轮胎的耐久和高速性能,有效减小问题轮胎的市场返回率。

关键词:轮胎;硫化机外温;硫化程度;综合性能;耐久性

中图分类号:TQ330.4⁺⁷

文献标志码:B

文章编号:1006-8171(2020)04-0237-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2020.04.0237



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

天然橡胶配方胶料在低温硫化时的物理性能通常优于高温硫化时的胶料^[1]。但是从硫化效率方面考虑,很多轮胎企业设定的硫化机外温都较高,且同一家轮胎企业对于不同规格轮胎通常采用相同的外温条件。我公司原工艺也是如此,这种设定不够科学,会造成胶料性能下降。分析认为:(1)由于配方不同,胶料的耐热性能也有所不同;(2)不同轮胎企业的硫化机测温点位置、模具厚度和材质不同,造成硫化机实际传递给轮胎的热效率也不同;(3)不同规格轮胎的结构和使用的硫化胶囊不同,造成不同规格轮胎在相同外温条件下所达到的最高硫化温度和最大硫化程度也有所差异。因此最科学的外温设定要求是使轮胎各部位所达到的最高硫化温度和最大硫化程度都符合胶料最佳性能要求。

考虑到以上因素,我公司决定对一些市场返回率较高的产品进行生产工艺改进,通过降低硫化机外温来提高轮胎的综合性能。

1 主要设备和仪器

GX-YLQ-15A型轮胎断面切割机,青岛高校测控技术有限公司产品;轮胎耐久性试验机,天津久荣车轮技术有限公司产品;TC-USB型硫化测温

仪,北京橡胶工业研究设计院有限公司产品。

2 改进目标

(1)胎面实际硫化的最高温度从现有的(152±2)℃降低到不超过147℃。

(2)降低带束层和基部胶的最高硫化温度和硫化程度。

(3)硫化效率控制在总时间延长不超过2 min。

(4)其余部件的硫化程度保持基本不变。

(5)提高轮胎综合性能,减小市场返回率。

3 外温条件的设定

3.1 模套设定温度

降低胎面的最高启模温度主要是通过降低模套温度来实现,因此要先确定合适的模套温度。当模套设定温度分别为164,160,155,153和150℃时,对应的胎面实际启模温度分别为152~153,150~152,148~150,146~147和145~146℃。可以看出,当模套设定温度低于153℃时,实际启模温度满足要求。考虑到对硫化效率的影响,试验模套温度选取为153℃。

3.2 外温条件与发泡点时间的关系

采用3个方案的外温条件进行发泡点试验。方案1:模套温度 160℃,侧板温度 146℃,其他程序不变;方案2:模套温度 153℃,侧板温度 146℃,其他程序不变;方案3:模套温度 153

作者简介:朱宇石(1982—),男,吉林省吉林市人,朝阳浪马轮胎有限责任公司工程师,学士,从事轮胎配方设计和硫化工艺管理工作。

E-mail:zhuyushi2001@163.com

℃,侧板温度 144℃,内压程序调整。方案1—3的发泡点时间分别为40,41和40 min。可以看出,在其他程序不变的情况下,降低模套温度会使发泡点时间延长。

为了保证不降低硫化效率,调整内压程序,以提高轮胎的传热速度。在提高胎肩传热速度的同时,也可以提高胎圈和胎侧的传热速度。为了保证胎圈和胎侧的整体硫化程度不变,通过降低2℃侧板的设定温度来平衡内压程序调整对胎侧和胎圈的影响。最终确定采用方案1和3进行对比试验。

4 测温试验

4.1 温度对比

轮胎各部位的最高温度和启模温度见表1。

从表1可以看出,与方案1相比,方案3的胎面最高温度降至146~147℃之间,胎冠和胎侧等位置的最高温度都明显降低,胶囊和三角胶中心位置的最高温度基本持平。

综合来看,方案3的硫化温度达到设计要求。

4.2 硫化程度对比

轮胎各部位在不同时间的硫化程度见表2。

从表2可以看出,与方案1相比,方案3的胎面胶、基部胶、胎体反包端点、胎圈表面和胎侧表面

表1 轮胎各部位的最高温度和启模温度 /℃

测温点位置	最高温度		启模温度	
	方案1	方案3	方案1	方案3
胎面-模具表面之间(下模)	149.3	146.0	149.1	145.7
胎面-模具表面之间(上模)	150.3	147.5	149.8	147.5
2 [#] -3 [#] 带束层之间(下模)	151.5	150.5	149.3	148.3
2 [#] -3 [#] 带束层之间(上模)	152.7	151.7	150.6	148.9
护布反包端点(上模)	150.4	149.1	149.5	147.8
三角胶中心(上模)	153.9	154.2	152.2	152.5
耐磨胶-钢圈之间(上模)	150.6	149.5	150.2	149.2
内衬层-胶囊之间(下模)	158.3	158.2	157.7	157.3
内衬层-胶囊之间(上模)	161.1	160.5	160.1	159.2
胎侧-侧板之间(上模)	150.6	148.9	150.0	148.1
基部胶-胎面之间(上模)	149.6	147.1	148.8	146.0
胎肩垫胶-2 [#] 带束层端点之间(上模)	153.2	152.5	151.8	151.2
内衬层-胶囊之间(上模)	162.6	162.6	161.0	160.9
胎面-4 [#] 带束层之间(上模)	155.0	154.0	153.6	152.6
胎面中心(上模)	150.7	148.4	150.0	147.8

位置在各时间段的硫化程度减小,三角胶中心位置在各时间段的硫化程度都有所增大,胎面中心处、胎肩垫胶端点以及4[#]带束层与胎面之间的位置在启模时的硫化程度都有所增大,后硫化时的硫化程度减小,总硫化程度基本一致。

5 成品试验

经过测温试验,确定方案3的硫化条件是可行的,因此采用该方案进行成品试验。

表2 轮胎各部位在不同时间的硫化程度 /%

测温点位置	胶料	发泡点时		关闭二次水时		启模时		后硫化时		总硫化程度	
		方案1	方案3	方案1	方案3	方案1	方案3	方案1	方案3	方案1	方案3
胎面(左)	胎面胶	146	131	185	162	205	179	19	15	224	193
胎面(右)	胎面胶	166	150	209	185	231	203	20	17	251	220
2 [#] -3 [#] 带束层之间(左)	带束层胶	24	25	48	49	64	64	102	95	166	159
	基部胶	49	53	89	92	115	116	168	159	283	276
2 [#] -3 [#] 带束层之间(右)	带束层胶	27	22	55	45	74	61	108	110	182	171
	基部胶	55	47	100	85	128	110	176	181	304	291
胎体反包端点	胎体胶	41	37	69	62	86	77	56	55	141	132
三角胶中心	三角胶	61	65	109	115	140	147	152	165	291	311
耐磨胶	胎圈耐磨胶	119	115	150	143	166	158	15	14	181	172
胎侧-侧板之间	胎侧胶	150	136	183	165	200	180	19	16	219	195
基部胶-胎面之间(右)	胎面胶	53	42	86	70	106	86	71	66	177	152
	基部胶	78	65	122	101	147	123	100	95	247	218
胎肩垫胶(右)	胎肩垫胶	74	78	126	128	156	157	159	158	315	315
	基部胶	85	89	150	152	189	189	196	193	385	382
胎面-4 [#] 带束层之间	胎面胶	54	60	98	103	125	129	144	140	269	269
	带束层胶	41	46	78	82	101	104	118	114	220	219
胎面(中)	胎面胶	60	71	97	105	119	123	76	53	195	176

5.1 室内性能试验

成品轮胎室内性能试验结果见表3。

表3 成品轮胎室内性能试验结果

项 目	方案1轮胎	方案3轮胎
耐久性试验时间/h	62.7	65.2
胎圈耐久性试验时间/h	87	87
高速性能		
最高行驶速度/(km·h ⁻¹)	110	120
累计行驶时间/h	16.70	17.45

从表3可以看出,与方案1轮胎相比,方案3轮胎的胎圈耐久性能不变,耐久和高速性能提高。

5.2 物理性能和粘合性能

成品轮胎耐久性试验前后的物理性能和粘合性能见表4。

表4 成品轮胎耐久性试验前后的物理性能和粘合性能

项 目	试验前		试验后	
	方案1	方案3	方案1	方案3
邵尔A型硬度/度				
上层胎面胶	56	56	59	58
下层胎面胶	56	55	60	58
三角胶	52	55	54	56
300%定伸应力/MPa				
上层胎面胶	18.07	17.89	18.79	18.95
下层胎面胶	18.40	18.31	20.40	20.39
三角胶	10.70	10.85	13.08	12.44
拉伸强度/MPa				
上层胎面胶	29.09	29.19	28.32	30.43
下层胎面胶	30.84	29.97	27.96	29.87
三角胶	26.02	25.98	23.97	25.88
拉断伸长率/%				
上层胎面胶	472	480	442	479
下层胎面胶	485	479	411	438
三角胶	529	526	445	474
拉断永久变形/%				
上层胎面胶	15.6	18.8	14.0	13.6
下层胎面胶	18.4	18.4	10.0	10.8
三角胶	31.6	30.8	17.2	18.0
剥离强度/MPa				
胎面-带束层	7.109	11.052	5.032	8.785
2 [#] -3 [#] 带束层	9.726	8.302	6.778	7.711
胎侧-胎体	18.194	17.669	18.365	16.448

从表4可以看出:(1)方案1和3轮胎胎面胶和三角胶的拉伸强度在耐久性试验前基本一致;

(2)方案3轮胎胎面胶和三角胶的拉伸强度在耐久性试验前后变化不大,说明耐久性试验过程中的再硫化没有使胶料的等效硫化时间超出平坦期,而方案1轮胎胎面胶和三角胶的拉伸强度在

耐久性试验后有所减小,说明耐久性试验过程中的再硫化破坏了胶料原有合适的交联键,出现了硫化返原现象;(3)方案1和3轮胎胎面胶和三角胶的拉断伸长率变化趋势与拉伸强度基本一致;

(4)方案1和3轮胎胎面胶和三角胶的300%定伸应力在耐久性试验前后的差异不大,拉断永久变形有所减小;(5)方案3轮胎的胎面-带束层和2[#]-3[#]带束层之间的剥离强度在耐久性试验后均大于方案1轮胎,说明外温条件的改变使带束层的最高温度和硫化程度均低于现有条件,有利于改善带束层的耐老化性能;(6)方案1和3轮胎胎侧-胎体之间的剥离强度在耐久性试验前后基本一致。

6 装车路试

轮胎室内试验达到设计要求后,在黑龙江和广州进行两个方案的路试。在广州采用方案1和3生产的成品轮胎累计磨损里程分别为13 024和17 067 km·mm⁻¹,在黑龙江采用方案1和3生产的成品轮胎累计磨损里程分别为15 462和18 000 km·mm⁻¹。路试结果表明方案3轮胎性能提高。

7 市场反馈

轮胎市场返回率见表5。从表5可以看出,降低硫化机外温,可以使轮胎的总返回率减小26.6%,尤其是胎肩冠部的返回率明显减小。

表5 轮胎市场返回率 %

项 目	方案1	方案3
胎肩冠部	4.49	3.13
胎圈部位	0.41	0.52
其他	0.25	0.13
总计	5.15	3.78

8 结论

降低硫化机外温,可以在不降低硫化效率的前提下改善轮胎的综合性能,减小轮胎市场返回率,提高企业经济效益;同时能节省外压蒸汽,达到节能减排的效果。

参考文献:

- [1] 郑龙,姜健,张立群,等. 不同硫化体系对天然橡胶动静态性能的影响[J]. 橡胶工业,2018,65(4):421-425.

收稿日期:2019-12-09