

提高定型硫化机硫化效率的措施探讨

彭 震 冯国强 冯耀岭 李冕佩

(河南轮胎厂 454159)

摘要 针对定型硫化机硫化时存在的闭汽时间长,内外温差大等问题,对硫化条件进行了改进。将闭汽升温时间大幅度缩短,蒸汽室温度提高 2℃,并适当缩短硫化时间,可使定型硫化机硫化效率提高 21%—29%,且对成品性能指标无不良影响,获得了可观的经济效益。

定型硫化机的特点是过热水循环速度快,胶囊薄,内部传热快。由于连续硫化,外模基本上是恒温,且模温高,外胎出模后的硫化后效应时间长。因此,定型硫化机硫化轮胎的时间要比硫化罐短。但硫化时间缩短多少才能做到既保证产品质量,又能发挥设备效能,是一个值得研究的课题。本文对如何提高定型硫化机的硫化效率进行了探讨,提出了改进硫化条件的具体措施。

1 提高硫化效率的措施

我厂定型硫化机硫化时存在两个主要问题:一是闭汽时间太长,导致硫化周期长,生产效率低;二是内温高,外温低,温差大,硫化轮胎内压传热远远大于外压。因此,研究改进硫化条件的主要措施是如何较大幅度地缩短闭汽升温时间,适当提高蒸汽室温度,并缩短硫化时间。由于我厂硫化机硫化的主要产品是 9.00—20 规格外胎,故本次改进先从 9.00—20 16PR 入手,然后推广至其它规格。具体措施是:将 9.00—20 16PR 蒸汽室闭汽时间缩短 70%,温度提高 2℃,正硫化时间缩短 20%,总硫化周期由 85min 缩短到 65min。

2 测温结果及分析

2.1 等效硫化时间的计算

轮胎的硫化过程是一个不等温受热过程,其硫化程度实际上是随受热时间和温度这两个变量的变化而变化的。根据阿累尼乌

斯方程计算外胎各部位等效硫化时间可以比较准确地说明所达到的硫化程度。

阿累尼乌斯公式:

$$K = Ae^{-E/RT}$$

由此导出等效硫化时间公式为:

$$t' = \int_0^t e^{-\frac{E}{R}(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0})} dt$$

式中 t' —— 等效硫化时间;

E —— 胶料活化能;

R —— 气体常数;

T_0 —— 基准温度;

T —— 轮胎硫化时所测温度。

活化能 E 值可通过流变仪测定的胶料正硫化时间由一元线性回归方程求得。轮胎各部件胶料的活化能如下(单位: $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$): 胎面胶 86.1; 基部胶 79.8; 缓冲胶 79.7; 外层胶 87.4; 内层胶 84.4; 油皮胶 79.4。

2.2 硫化测温结果

改进硫化条件后的测试结果如表 1, 2 所示。

从测温结果来看,缩短硫化时间后,各部位的硫化程度都达到要求。除第 8 组硫化结束后因测温过程中线断而导致数据有误差外,其它各部位的正硫化结束时均能够达到胶料正硫化点的要求。最浅部位的硫化点过硫 132%(第 9 组),等效硫化时间刚好超过胶料所需硫化程度。从表 2 中还可以看出,硫化机的后硫化程度在总硫化程度中占很大比例。

表 1 9.00—20 16PR 轮胎硫化时测温计算结果

编号	测温部位	最高温度,℃	等效硫化时间 (140℃),min
1	胎冠:2 层上	161	104
2	胎冠:4 层上	159	95.4
3	胎侧:4 层上	161	137.4
4	胎圈三角胶	154	72.4
5	胎肩:6 层上	160	107.2
6	胎冠:8 层上	165	88
7	胎冠:缓冲上	154	89
8	胎肩:缓冲上	156	69.8
9	胎冠:胎冠胶中	154	83.7
10	胎肩:胎肩胶中	151	93.7

注:编号 8 后硫化时测温线断,后硫化程度计算有较大误差;测温时内压过热水温度为 166—174℃,蒸汽室温度为 148℃。

表 2 9.00—20 16PR 轮胎各部位的硫化程度

编号	胶料正硫化点		等效硫化时 间(140℃) min	正硫化 后硫化		总过硫 程度, %
	(140℃) min	活化能 kJ·mol ⁻¹		min	min	
1	22	84.4	104	73	31	372
2	22	84.4	95.4	59	36.4	333
3	22	84.4	137.4	117	20.4	524
4	22	84.4	72.4	41	31.4	229
5	22	87.4	107.2	66.9	40.3	387
6	24	87.4	88	44	44	266
7	34	79.8	89	42	47	161
8	34	79.8	69.8	58	11.8	105
9	36	79.8	83.7	44	39.7	132
10	36	79.8	93.9	72	21.9	160

虽然过硫程度仍较严重,尤其是内层帘线和胎侧更为突出,但分析认为再缩短硫化时间潜力不大。如果硫化时间再缩短,根据测温结果,硫化薄弱点(如第 9 组)在硫化结束时,等效硫化时间达不到胶料的正硫化点。虽然硫化可补充不足的硫化,但这时因无压力,可能会降低胶料性能,另外过热水的波动范围较大,若再缩短,当过热水温度较低时,薄弱部位达不到应有的硫化程度,可能会影响轮胎的整体性能。因此我们认为改进后的硫化条件是合适的,也是比较合理的。

2.3 成品室内试验结果

硫化条件改进前后 9.00—20 16PR 轮胎胶料的物理机械性能如表 3 所示,成品布

层间粘附强度列于表 4。硫化条件改进前后的耐久性试验寿命分别为 79.5h 和 106h。

表 3 硫化条件改进前后的 9.00—20 16PR 轮胎胶料物理机械性能

性能	改进前		改进后	
	胎冠	胎侧	胎冠	胎侧
拉伸强度,MPa	20.3	17.3	18.3	16.9
扯断伸长率, %	490	500	485	555
300%定伸应力,MPa	9.5	8.3	8.5	7.1
邵尔 A 型硬度,度	58	—	60	—
磨耗量(1.61km),cm ³	0.08	—	0.034	—
扯断永久变形, %	11	9	9	10
70℃×24h 老化系数	0.89	0.88	0.93	0.95

表 4 硫化条件改进前后的 9.00—20 16PR 轮胎布层间粘附强度 kN·m⁻¹

部位	改进前	改进后
胎面-缓冲层	22.0	不开
缓冲层间	15.6	12.6
缓冲层-帘布层	10.5	17.0
帘布层-胎侧胶	8.1	11.0
胎体		
2-3 层	7.0	7.8
3-4 层	8.8	9.9
4-5 层	7.6	8.2
5-6 层	8.1	8.4
6-7 层	8.4	9.7

试验结果表明,改进硫化条件后轮胎各项性能均超过国家标准,且接近改进前的水平。值得注意的是,改进硫化条件后,耐久性有较大幅度的提高,这可能与硫化时过硫程度的降低有关。因过硫严重时会降低胶料的物理机械性能而影响耐久性,反之则提高了耐久性。外温曾做过提高 2℃和 4℃的试验,结果表明,提高 2℃对胎面胶料基本无影响,提高 4℃时,胶料拉伸强度稍有降低,因此试验选择提高 2℃。

3 措施的推广应用及经济效益分析

3.1 在其它规格轮胎中的应用

参照轮胎断面尺寸,以此类推,将硫化机硫化其它规格轮胎的硫化时间分别缩短 15—23min。改进硫化条件后各规格轮胎胶料的物理机械性能、耐久性试验结果及成品布层间的粘附强度分别列于表 5,6,7。

表 5 硫化条件改进前后各种规格轮胎胶料的物理机械性能

性能	9.00—20 10PR	9.00—20 12PR	9.00—20 14PR	11.00—20 18PR
拉伸强度,MPa				
胎冠	21.2(20.8)	21.3(20.3)	21.2(20.1)	20.8(22.8)
胎侧	18.6(18.4)	17.4(17.6)	18.6(17.8)	17.6(20.3)
扯断伸长率,%				
胎冠	500(515)	470(504)	510(500)	510(480)
胎侧	500(535)	510(579)	525(510)	523(520)
300%定伸应力,MPa				
胎冠	9.8(9.7)	10.1(9.2)	9.3(9.5)	9.6(10.2)
胎侧	8.8(8.7)	7.5(6.9)	8.4(8.5)	8.9(9.2)
邵尔 A 型硬度,度				
胎冠	58(57)	59(57)	56(57)	57(59)
磨耗量(1.61km),cm ³				
胎冠	0.08(0.092)	0.078(0.056)	0.058(0.076)	0.08(0.072)
扯断永久变形,%				
胎冠	12(13)	12(10)	12(13)	10(11)
胎侧	8(10)	10(10)	10(11)	8(10)
70℃×24h老化系数				
胎冠	0.86(0.94)	0.8(0.84)	0.89(0.93)	—(0.97)
胎侧	0.92(0.89)	0.98(0.82)	0.95(0.98)	—(0.96)

注,括号内数据为改进后的。

表 6 硫化条件改进前后各种规格轮胎

耐久性试验结果

h

规格	改进前	改进后
9.00—20 14PR	89(1992 年平均)	105.5
11.00—20 18PR	78.7	95.7

表 7 硫化条件改进前后各种规格轮胎布

层间的粘附强度

kN·m⁻¹

部位	规格			
	9.00—20 10PR	9.00—20 12PR	9.00—20 14PR	11.00—20 18PR
胎面-缓冲层				
改进前	20.8	不开	不开	不开
改进后	20.4	不开	不开	28.0
缓冲层间				
改进前	13.0	16.8	14.0	15.6
改进后	12.8	14.4	14.0	15.2
缓冲-帘布层				
改进前	13.3	14.8	11.4	14.5
改进后	12.4	11.9	12.9	14.8
帘布-胎侧胶				
改进前	8.6	8.6	11.4	9.1
改进后	8.7	7.7	8.0	9.5
胎体 2-3 层				
改进前	6.3	9.2	7.7	8.7
改进后	6.9	7.9	7.4	8.5
胎体 3-4 层				
改进前	7.8	11.1	7.5	9.1
改进后	7.9	8.6	9.2	8.3
胎体 4-5 层				
改进前	8.6	9.8	8.8	8.5
改进后	7.7	8.4	8.9	8.9
胎体 5-6 层				
改进前	10.1	11.3	8.3	9.5
改进后	8.9	10.3	11.1	8.6
胎体 6-7 层				
改进前	—	—	—	8.2
改进后	—	—	—	7.8

试验结果表明,改进硫化条件后,各种规格轮胎的耐久性均有所提高,成品胶料物理机械性能和成品布层间粘附强度均接近改进前的水平。这说明改进硫化条件后各种规格轮胎的硫化程度均达到要求。

在实施改进硫化条件时,曾担心是否会因此而影响轮胎外观质量。通过分析认为,硫化机连续硫化时,模型温度基本上是恒温,因此硫化机硫化条件中的外压闭汽时间长并不意味着胶料的流动时间增加。改进后的硫化条件于 1993 年 1 月份投入生产,经 1 年多的生产实践证明,缩短闭汽升温时间并不影响产品外观质量,生产中没有发现质量问题,投产后的产品合格率稳定在 99.80% 以上。

3.3 经济效益分析

硫化条件改进后,不仅大大提高了生产效率,对保证我厂生产任务的完成做出了重要贡献,而且产品质量稳定,节约了劳动力,降低了能耗。

改进后,各规格层级外胎硫化时间约缩短了 15—23min,硫化效率提高了 21%—29%,每年可增加产值 5600 万元,增加利税 1064 万元。

增加产值 5600 万元相当于增加 8 台硫化机的产量,按每台硫化机 70 万元计算,等

(下转第 34 页)

(上接第 24 页)

于节约设备投资 560 万元。如果按 1 名工人操作两台硫化机计算, 8 台硫化机需操作工 4 人, 三班共需 12 人, 以每人每年工资 5000 元

计算, 可节省 6 万元。此外节省水、电、煤、汽费用在 50 万元以上。以上三项合计可节约 616 万元, 经济效益显著。

收稿日期 1994-04-26