

硫化测温技术的应用

于泳,武玺,闫三防,刘彦明

(双喜轮胎工业股份有限公司,山西太原 030006)

摘要:应用硫化测温技术,对现行轮胎硫化工艺进行了考察,发现轮胎的硫化程度为150%~300%,即存在过硫现象。据此对硫化工艺进行了调整(普遍为硫化时间的缩短)。调整后,不但大大提高了生产效率,还延长了轮胎使用寿命,实现了明显的经济效益。双喜轮胎工业股份有限公司现已将测温技术广泛地应用在配方设计、新产品开发、工艺设计等各项工作中。

关键词:轮胎;测温;等效硫化

中图分类号:TQ336.1⁺1

文献标识码:B

文章编号:1006-8171(2000)11-0678-04

轮胎硫化测温技术是为科学地确定轮胎硫化条件、控制硫化程度和提高轮胎质量水平而开发的。近年来,北京橡胶工业研究设计院和华南理工大学都开发出了简便实用的硫化测温仪^[1,2],为轮胎硫化测温技术的广泛应用创造了条件。

我公司通过应用轮胎硫化测温技术重新调整了轮胎的硫化工艺。调整后,外胎硫化时间普遍进行了不同程度的缩短,结果不但提高了生产效率、节约了能源,而且轮胎使用寿命也明显提高。同时,硫化测温技术的应用也为配方设计、产品开发、工艺设计等工作提供了依据和标准,大大改善了以往以经验为主的工作方法。

现将我公司根据硫化测温结果改善硫化工艺条件的情况介绍一下。

1 实验

1.1 测温仪器

测温仪器使用北京橡胶工业研究设计院开发的WL-型微电脑硫化测温仪。该测温仪能自动打印不同硫化时间下的温度分布情况及相应的累积等效硫化时间。

1.2 试验样品和测温部位

在现在生产的轮胎中选取了有代表性的

9.00-20 16PR和6.50-16 10PR外胎分别在1 397.0 mm B型硫化机和1 028.7 mm A型硫化机上进行了硫化测温。

埋线部位如图1和2所示。

2 结果与讨论

2.1 测温原理

轮胎是多层复合制品,组成材料多为热的不良导体,其硫化过程是一个不等温的受热过程,硫化程度受时间和温度两个变量的影响。

硫化测温就是先在轮胎内部不同部位预置热电偶,利用热电偶在一定温度下所产生的电

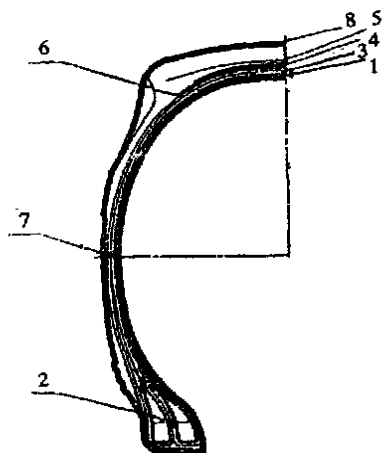


图1 9.00-20 16PR轮胎测温埋线部位

1—胶囊-油皮;2—两钢丝圈间;3—内层-外层;4—外层-缓冲层;5—缓冲层-基部胶;6—缓冲层-胎肩;
7—外层-胎侧;8—胎冠-模具

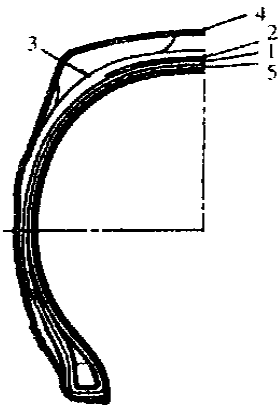


图 2 6.50 - 16 10PR 轮胎测温埋线部位

1—内层-外层;2—外层-缓冲层;3—缓冲层-胎肩;
4—胎冠-模型;5—油皮-胶囊

势差反馈到测温仪,再转换为相应的温度值来反映轮胎不同部位在不同的硫化时间下的温度分布情况^[1]。然后通过阿累尼乌斯公式计算出相应部位胶料在设定硫化温度下的累计等效硫化时间,再与相应温度下该部位胶料的正硫化时间相比较,判断该部位的硫化程度。

据阿累尼乌斯化学反应速度常数与温度间的经验公式导出等效硫化时间计算式为^[1]:

$$t_g = \int \exp \left[\frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right) \right] dt$$

式中 t_g ——等效硫化时间, min;

t_m ——硫化终止时间, min;
 t_s ——硫化起始时间, min;
 E ——化学反应活化能, $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 R ——气体常数;
 T_0 ——设定硫化基准温度, K;
 T ——硫化温度, K。

其中活化能 E 通过先用硫化仪测定胶料在不同温度下的 t_{90} , 然后再计算得出。

2.2 实际测温结果与分析

轮胎实际测温结果见表 1 和 2, 轮胎升温曲线如图 3 和 4 所示。

由图 3 和 4 可见, 无论轮胎规格大小, 缓冲层与胎面肩部的界面都是受热升温最为缓慢的部位, 相应的散热时间也最长, 故后充气阶段的硫化效应也最为明显; 胎冠等部位升温快, 降温也快。

升温阶段, 因轮胎各部位与热源距离不同, 故各部位存在很大的温度梯度, 只有在接近硫化终点、趋近热平衡时, 温度才趋向一致。

无论 9.00 - 20 还是 6.50 - 16, 其各部位硫化程度都达到 150 % 以上, 存在较严重的过硫现象, 其中帘布层胶过硫最严重, 胎面最轻, 硫化时间有必要进行调整。调整时要注意提高胎面胶的硫化程度。

表 1 9.00 - 20 16PR 轮胎测温数据

测温点	受热界面	活化能/ ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	等效硫化时间/ min		基准温度的正硫化时间/ min	硫化程度/ %
			正硫化	后硫化		
1	胶囊	—	—	—	—	—
1	油皮胶	89.08	139.75	20.78	39.8	403
2	内层	77.28	58.73	27.66	40.9	211
2	内层	77.28	58.73	27.66	40.9	211
3	内层	77.28	61.65	33.31	40.9	232
3	外层	84.54	61.09	33.23	41.3	228
4	外层	84.54	53.5	34.53	41.3	213
4	缓冲	87.36	55.71	33.2	39.8	224
5	缓冲	87.36	68.35	32.86	39.8	254
5	胎面基部	88.37	66.35	33.18	50.12	199
6	缓冲	87.36	64.80	34.41	39.8	249
6	胎面肩部	88.37	51.19	35.77	50.12	174
7	外层	84.54	76.37	13.54	41.3	218
7	胎侧	79.13	74.22	13.50	57.46	153
8	胎面	75.26	71.56	13.94	60.84	141
8	模型	—	—	—	—	—

表 2 6.50 - 16 10PR 轮胎测温数据

测温点	受热界面	活化能/(kJ·mol ⁻¹)	等效硫化时间/min		基准温度的正硫化时间/min	硫化程度/%
			正硫化	后硫化		
1	内层	77.28	104.59	16.68	40.9	296
1	外层	84.54	109.20	17.12	41.3	306
2	外层	84.54	88.16	25.16	41.3	274
2	缓冲	87.36	86.93	24.93	39.8	281
3	缓冲	87.36	71.33	23.49	39.8	238
3	胎面肩部	75.18	72.48	24.27	54	183
4	胎面	75.18	72.24	7.97	54	149
4	模型	—	—	—	—	—
5	胶囊	—	—	—	—	—
5	油皮	89.08	121.50	11.71	39.8	335

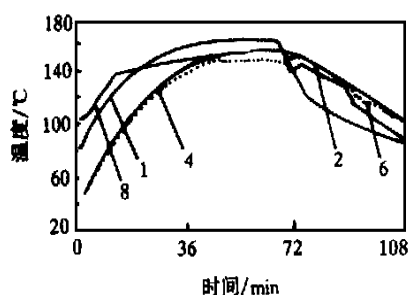


图 3 9.00 - 20 16PR 轮胎升温曲线

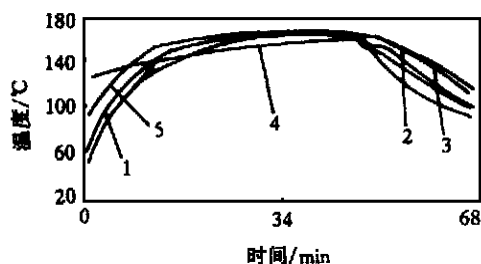


图 4 6.50 - 16 10PR 轮胎升温曲线

后硫化效应(后充气阶段)在总等效硫化时间中占有相当大的比例,轮胎层级越高,这一点表现得越明显。在确定硫化时间时,应充分重

视和利用后硫化效应。

2.3 硫化时间的调整与成品性能

经过上述分析和计算,决定在工艺上将 B 型硫化机外温升温时间提前,同时将 9.00 - 20 和 6.50 - 16 外胎的硫化时间分别缩短 10 min 进行批量试产。

缩时前后轮胎胎面胶硫化胶物理性能对比如表 3 所示,轮胎各层间的粘合力对比如表 4 所示。

在批量试生产中,随机抽取样品进行了成品机床试验。以 9.00 - 20 16PR 为例,缩时前后性能如表 5 所示。

从成品试验结果对比中可看出,调整后的外胎无论是机床试验结果、胎面胶物理性能还是帘布层间粘合强度等各项性能均优于调整工艺前的外胎,这证明了硫化测温和时间调整的正确性和必要性。

借鉴 9.00 - 20 和 6.50 - 16 两个规格轮胎的测温结果和成功经验,对其它规格品种的外胎硫化时间也相应做了普遍调整。现已全部投

表 3 轮胎硫化缩时前后胎面胶性能

性 能	缩时前				缩时后			
	老化前		老化后(100 ×24 h)		老化前		老化后(100 ×24 h)	
	上层	中层	上层	中层	上层	中层	上层	中层
300 %定伸应力/ MPa	10.9	10.5	14.8	13.3	11.8	10.0	13.5	11.6
拉伸强度/ MPa	21.5	21.3	17.4	18.1	21.4	20.6	17.3	17.2
扯断伸长率/ %	482	483	338	376	466	475	361	396
邵尔 A 型硬度/ 度	56	56	—	—	59	59	—	—
扯断永久变形/ %	10	10	—	—	10	10	—	—
回弹值/ %	46	—	—	—	48	—	—	—
阿克隆磨耗量/ cm ³	0.116	—	—	—	0.094	—	—	—

表 4 轮胎硫化缩时前后各层粘合性能

部 位	缩时前	缩时后
帘布层间		
2-3	6.3	7.4
3-4	6.6	6.4
4-5	7.7	6.8
5-6	6.4	8.2
6-7	7.5	7.6
7-8	6.2	7.7
平均	6.8	7.3
缓冲-帘布层	13.5	14.4
缓冲胶-帘布层	16.3	17.8

表 5 9.00 - 20 16PR 轮胎硫化缩时前后
机床试验性能

项 目	缩时前	缩时后
150 %负荷升速试验结果		
速度/ (km · h ⁻¹)	70	70
时间/ min	11	118
破坏形式	肩空	肩空
轮胎破坏时的温度/		
冠部(左/ 中/ 右)	110/ 106/ 110	101/ 86/ 100
肩部(左/ 右)	130/ 127	123/ 113

国道主干线“五纵七横”

中图分类号：U412.36⁺1 文献标识码：D

1993 年,我国在国道网基础上,提出了国道主干线系统,其技术标准是以汽车专用公路为主的高等级公路,即高速公路、一级公路和二级汽车专用公路。这个主干线系统是全国综合运输大通道的组成部分,具有比较完善的安全保障、通信和综合管理服务体系。国道主干线连接了首都北京与各省会 and 所有 100 万以上人口的大城市及绝大部分 50 万以上人口的城市。国道主干线布局为“五纵七横”共 12 条,总长约 3.5 万 km,预计于 2010 年建成。

“五纵”路线是：

- (1) 黑龙江省同江-海南省三亚(含长春-珲春),长约 5 200 km;
- (2) 北京-福州(含天津-塘沽和泰安-淮阴连接线),长约 2 500 km;

入正常运行。

3 结语

(1) 通过硫化测温技术的应用,对老产品的硫化时间不同程度地进行了缩减,不但延长了轮胎使用寿命,而且提高了生产效率,节约了能源,具有显著的技术经济效益。

(2) 通过测温数据分析,可以掌握整体配方硫化特性的匹配是否合理,从而为新产品开发中配方的设计提供依据。同时可以有针对性的根据硫化设备的特点准确地制定新产品的硫化时间和相关工艺条件。

参考文献：

[1] 游永和. WL- 型微电脑硫化测温仪的研制[J]. 轮胎工业,1998,18(10):615-617.
[2] 姚钟尧,姚耀文. 微机等效硫化效应测定仪[J]. 轮胎工业,1993,13(9):23-24.

收稿日期:2000-05-11

- (3) 北京-珠海,长约 2 400 km;
 - (4) 内蒙古二连浩特-云南省河口,长约 3 600 km;
 - (5) 重庆-湛江,长约 1 400 km。
- “七横”路线是：
- (1) 绥芬河-满洲里,长约 1 300 km;
 - (2) 丹东-拉萨(含天津-唐山),长约 4 600 km;
 - (3) 青岛-银川,长约 1 600 km;
 - (4) 连云港-霍尔果斯,长约 4 400 km;
 - (5) 上海-成都(含万县-南充-成都),长约 2 500 km;
 - (6) 上海-瑞丽(含宁波-杭州-南京),长约 4 000 km;
 - (7) 衡阳-昆明(含南宁-友谊关),长约 2 000 km。

(摘自《中国汽车报》,2000-09-20)