

10.00—20 16PR 轮胎的硫化测温

梁垂燕, 孙万亮, 沈世刚

(青岛双星轮胎工业有限公司, 山东 青岛 266400)

摘要:通过智能硫化测温仪对 10.00—20 16PR 轮胎进行硫化测温。测温结果表明, 硫化程度最浅的部位在胎圈区域, 正硫化结束时其硫化程度已超过胶料的起泡点。依据测温结果将正硫化时间从 70 min 缩短为 60 min, 冷却时间从 30 min 缩短为 25 min, 轮胎的耐久性能提高, 肩部生热明显下降。

关键词:轮胎; 硫化测温; 硫化程度; 等效硫化时间; 活化能

中图分类号: TQ330.4; U463.341 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2006)09-0557-04

橡胶是热的不良导体, 硫化传热具有明显的滞后性, 特别是轮胎这样的大型厚制品, 滞后更加明显。制定适宜的硫化时间和温度是使轮胎达到最佳硫化程度、提高轮胎质量的关键, 同时可提高硫化效率、节约能源。

公司轮胎硫化一直借鉴国内某轮胎厂的生产条件, 期间轮胎结构、配方和水胎等调整过若干次, 但硫化条件一直没有变化。为此我们对现硫化罐生产的所有规格斜交轮胎进行硫化测温 and 硫化条件调整, 现以 10.00—20 16PR 轮胎为例进行介绍。

1 准备工作

1.1 测温部位的选取

测温部位的选取非常关键, 测温结果直接影响硫化程度的判定和硫化条件调整, 因此测温点必须具有代表性。轮胎是复杂的几何制品, 传热的方式也很复杂, 关键部位应多设测点, 以消除几何结构及花纹变化对测试结果的影响, 因此测温部位多选在肩部和胎圈区域。

本次测温热电偶的具体分布如下: 1[#]—下模内三角胶中心; 2[#]—下模双钢丝圈之间; 3[#]—下模外三角胶中心; 4[#]—上模内三角胶中心; 5[#]—上模双钢丝圈之间; 6[#]—上模外三角胶中心; 7[#], 8[#] 和 9[#]—下模肩部缓冲层与胎面基部胶之间; 10[#]—冠中缓冲层与胎面基部胶之间。

作者简介:梁垂燕(1976—), 女, 广西南宁人, 青岛双星轮胎工业有限公司助理工程师, 学士, 从事轮胎生产工艺管理工作。

1.2 硫化罐测温模型

公司硫化罐内压水的进水方式是上下进水, 内压水温度最低区域在罐中部; 经外温工况测试发现, 各部位温度均匀, 且在工艺允许的波动范围内, 因此测温轮胎模型放在硫化罐中间第 7 副的位置, 现每罐 13 副模型。

在模型圈口且垂直于导管的部位开一长度为 15 mm、深度为 10 mm 的方形沟槽, 并用磨光机导角, 以防止热电偶补偿导线在内压的作用下被割破形成短路, 导致测试数据失真。

1.3 热电偶补偿导线

根据硫化模型位置, 选取适宜长度的热电偶补偿导线(必须经过标定), 一般选取长度为 6~8 m。测温热电偶探头用砂纸打磨, 打磨后的热电偶两极拧在一起(必须拧紧), 呈麻花状, 探头长度一般为 3~4 mm。

1.4 水胎

测温时必须使用新水胎, 因为旧水胎用久后厚度有变化, 会带来测试误差。测温前用于定型的新水胎不进行预热, 测温时不对新水胎硫化进行延时处理。

1.5 成型埋线

按照选定的埋线部位, 在成型机上边成型边埋线, 埋线时热电偶补偿导线在轮胎内部须打弯, 并在所经之处用粘合胶片以不同距离固定, 以免在轮胎定型时被拉断。成型时热电偶探头平行于胎圈和花纹方向。

埋线结束后, 所有热电偶补偿导线集中从胎

圈区域引出,并用万用表检查,发现断线的部位尽可能采取补救措施。

2 硫化测温

2.1 试验设备和测温仪器

测温使用北京橡胶工业研究设计院生产的ZLW-16型智能硫化测温仪。该机有微机接口,数据采集软件自行开发,数据采集方法灵活,采集时间可在测温过程中随时调整,数据即采即存,避免了断电丢失数据的情况。

E型测温热电偶补偿导线直径为0.40 mm,外覆聚四氟乙烯,耐250℃高温,江苏科达仪表有限公司产品。热电偶补偿导线进厂时连同测温仪用一级标准温度计标定。

MDR2000硫化仪,美国埃迩法科技有限公司产品。

2.2 硫化工艺

测温轮胎按公司现行生产硫化工艺条件(见表1)进行硫化。

表1 现行硫化工艺条件

项 目	外压	内压
打内压并循环	闭气	10 min
外压升温至145℃	15 min	循环
正硫化	70 min	70 min
内外冷却水	排放30 min	循环30 min

注:内压水回水实际温度为170℃左右。

2.3 测温

2.3.1 定型

将待测轮胎送定型机上用水胎定型。定型时缓慢进行多次充气,充气不能过快、幅度不能过大,以防止定型时热电偶补偿导线被拉断。定型结束后用万用表检查。

2.3.2 装罐

定型好的测温轮胎迅速装进模型,合模时用手拉住导线,从沟槽引出,待下一副模型落上再松开。热电偶补偿导线从罐盖的排气阀中引出,用螺丝紧固,并按序号与测温仪连接。

2.3.3 测温与数据采集

按现行硫化工艺条件设定测温总时间和温度采集时间间隔,一般硫化罐硫化时间间隔为1 min,时间间隔过长会影响等效硫化时间的计算

结果。硫化开始时按下运行键,计算机按设定程序自动采集数据并存储,屏幕上显示不同部位、不同时间的温度数值。

3 测温结果分析

3.1 胶料硫化反应活化能

通过阿累尼乌斯方程式进行如下计算:

$$K = Ae^{-E/RT}$$
 (1)

式中 K——硫化反应速度常数;
A——常数;
E——化学反应活化能,J·mol⁻¹;
T——化学反应温度,K;
R——气体常数,其值为8.314 J·(mol·K)⁻¹。

K用正硫化时间t₉₀的倒数予以表征,对式(1)两边取自然对数,得

$$\ln t_{90} = -\ln A + E/RT$$
 (2)

式(2)可以看作一个简单的直线方程式。利用最小二乘法原理,测试不同温度下的t₉₀,并进行线性回归,求得线性方程,直线的斜率乘以R即得胶料反应活化能。

利用MDR2000硫化仪测试各胶料在不同温度下的t₉₀,测试温度选取125,135和145℃。试验轮胎各部位胶料活化能测定结果见表2。

表2 不同温度下轮胎各部位胶料的活化能

胶 料	t ₉₀ /min			活化能/ (kJ·mol ⁻¹)
	125℃	135℃	145℃	
胎面胶	80.06	39.11	19.52	97.7
胎面基部胶	56.24	26.90	13.96	96.5
胎体内层胶	33.46	17.52	9.86	84.6
胎体外层胶	39.75	21.56	11.37	86.6
缓冲层胶	48.92	23.53	12.63	93.8
钢丝圈包胶	68.42	33.34	16.72	97.5
三角胶	57.19	27.82	13.89	97.9

3.2 胶料反应起泡点测试

胶料硫化反应到一定程度后,内部会形成一定数量的化学键,当胶料失去压力时,这些化学键能够抵御胶料内部挥发分、水分的饱和压力,在没有压力的情况下继续硫化,胶料致密程度不会发生变化。

应用这一原理在实际轮胎硫化过程中,温度最低部位的等效硫化时间一旦超过该部位

胶料的起泡点后,可以停止内压水循环,充分利用橡胶传热滞后性的特点,利用后硫化效应对没有达到最佳硫化状态的轮胎进行补充硫化。

轮胎在 145 ℃硫化时各测温部位胶料的起泡点测试结果如下(min):胎面胶 10.45,胎面基部胶 6.36,胎体内层胶 5.90,胎体外层胶 5.90,缓冲层胶 6.96,钢丝圈包胶 5.69,三角胶 7.34。

3.3 轮胎内部温度场分布

硫化过程中,各测温部位的温度-时间关系曲线如图 1 所示。由图 1 可见,胎圈部位升温较慢,特别是内三角胶部位,冠部升温较快,这主要是胎圈部位的水胎牙子较厚所致,传热具有明显的滞后性;正硫化结束后胎圈部位的实际温度低于冠部的温度;同样在冷却阶段冠部呈现较快的降温速度,而胎圈部位的温度下降速度较慢。

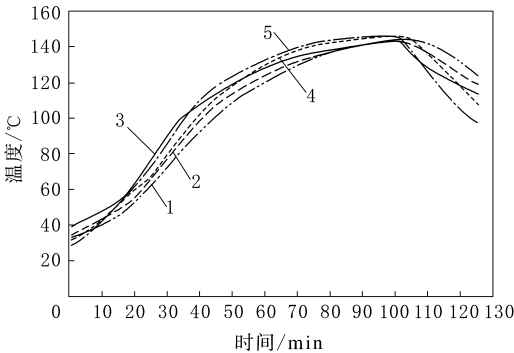


图 1 轮胎主要测温部位温度-时间关系曲线
测温部位:1—1[#];2—2[#];3—3[#];4—7[#];5—10[#]。

3.4 等效硫化时间的计算

等效硫化时间的计算公式如下:

$$S = \int_0^t e^{E/R(1/T_0 - 1/T)} dt \tag{3}$$

式中 S——145 ℃下的等效硫化时间;
T₀——基准硫化温度,即半成品硫化温度,这里取 418.15 K;
T——测试温度,K。

利用计算程序对上述 10 个部位的温度曲线进行计算。以各部位的等效硫化时间与其所用胶料在实验室半成品的正硫化时间或硫化仪在基准温度下测定的 t₉₀ 进行比较,以最低受热界面满足

正硫化要求,而最高受热界面的硫化程度不超出该胶料硫化平坦范围为最佳。

轮胎各部位胶料在硫化过程中主要时间点的等效硫化时间见表 3。从表 3 可以看出,在正硫化结束后,各部位的等效硫化时间都远远超过该部位胶料的起泡点,整个硫化结束后各部位的等效硫化时间也远远超过该部位的 t₉₀。轮胎整体硫化程度较深,胶料的综合性能存在不同程度的下降。

表 3 轮胎各部位等效硫化时间(145 ℃) min

部位	胶料	95 min 时等效时间	125 min 时等效时间
1	三角胶	20.2	40.9
2	胎体内层胶	24.0	40.9
3	三角胶	24.8	36.6
4	三角胶	19.7	40.1
5	胎体内层胶	23.4	40.9
6	三角胶	22.9	38.2
7	胎面基部胶	33.7	44.2
8	缓冲层胶	34.1	44.8
	胎面基部胶	47.8	47.8
9	缓冲层胶	48.3	48.3
	胎面基部胶	33.0	44.6
10	缓冲层胶	33.4	45.2
	胎面基部胶	35.1	47.6
	缓冲层胶	35.5	48.1

4 硫化时间调整

轮胎硫化时间的调整有两种方法,一是在原来测温数据的基础上将测温曲线分成两段,正硫化以前的数据直接引用,降温冷却过程按缩短时间依次引出平行于原实际温度曲线的降温曲线,进而计算出缩短硫化时间后的等效硫化时间;二是缩短正硫化时间,将其由目前的 70 min 调整为 60 min,冷却时间由 30 min 调整为 25 min,其它条件不变。我们采用第 2 种方法,测试结果见表 4。由表 4 可以看出,各部位胶料均达到最佳硫化程度,胎圈部位正硫化结束后温度超过了胶料起泡点,硫化结束后温度也远超过胶料在基准温度下的 t₉₀,说明硫化时间缩短 10 min 完全满足生产技术要求。

为验证硫化时间调整后轮胎的耐久性能,将调整前后的轮胎进行室内耐久性试验,按 GB/T 4502—1998 测试,结果见表 5。从表 5 可以看出,

表 4 调整后轮胎各部位等效硫化时间(145℃) min

部位	胶料	85 min 时等效时间	110 min 时等效时间
1	三角胶	12.4	28.3
2	胎体内层胶	16.2	30.4
3	三角胶	17.0	27.4
4	三角胶	12.3	28.2
5	胎体内层胶	15.9	30.5
6	三角胶	15.5	28.3
7	胎面基部胶	24.1	33.6
	缓冲层胶	24.6	34.2
8	胎面基部胶	21.0	35.9
	缓冲层胶	21.3	36.5
9	胎面基部胶	23.4	33.8
	缓冲层胶	23.8	34.4
10	胎面基部胶	24.6	35.6
	缓冲层胶	25.0	36.1

硫化工艺调整后,轮胎耐久性能提高,肩部和胎圈

表 5 调整前后轮胎耐久性能对比

项 目	调整后	调整前
累计行驶时间/h	86.75	78.47
肩部温度/℃	79	90
胎圈温度/℃	81	85

温升明显下降。

5 结语

根据硫化测温结果,在现行硫化工艺基础上将正硫化时间从 70 min 缩短为 60 min,冷却时间从 30 min 缩短为 25 min,调整后轮胎的耐久性能提高,肩部和胎圈温升下降。2005 年 3 月对硫化罐硫化工艺进行调整,调整后整体硫化效率提高 10%,每年可节约蒸汽、水、电费用近 200 万元。

收稿日期:2006-03-29

建阳龙翔成功收购建阳橡胶机械厂

中图分类号:TQ330.4+3 文献标识码:D

2006 年 6 月,福建省建阳龙翔科技开发有限公司成功收购原建阳橡胶机械厂,完成收购后,该厂成为建阳龙翔科技的第一分厂,福建省建阳龙翔机械电器有限公司作该公司的技术总部。

该公司现拥有福建省建阳龙翔机械电器有限公司和 4 个生产基地,公司董事长戴造成对此次收购表示很满意。由于建阳橡胶机械厂建厂时其任厂长,为该厂倾注了大量心血和感情,此次收购完成了其多年的心愿。

龙翔科技现有职工 200 多人,年产值 6 000 余万元,主要生产工程机械轮胎成型机和胶囊反包轮胎成型机等,产品约有 40% 出口到美国、泰国、印度、土耳其、伊朗等国家,产品以先进的技术和优质的服务深受广大用户的欢迎和赞誉。

(本刊编辑部 田军涛供稿)

中策品牌价值 22.77 亿元

中图分类号:F27 文献标识码:D

在世界品牌实验室近日发布的 2006 年《中国 500 最具价值品牌》排行榜中,杭州中策橡胶有限公司的朝阳牌以 22.77 亿元的品牌价值名列第 267 位,与 2005 年相比,其品牌价值增长 0.88 亿元,排名晋升 13 位。

近年来,杭州中策橡胶有限公司坚持实施品

牌战略,2004 年朝阳牌全钢子午线轮胎被认定为中国名牌产品,朝阳商标被认定为中国驰名商标。据了解,2006 年度《中国 500 最具价值品牌》排行榜是世界品牌实验室第 3 次对中国品牌进行全面评估。

(摘自《中国化工报》,2006-07-21)

Nexen 公司在中国建厂

中图分类号:TQ336.1 文献标识码:D

美国《轮胎商报》2006 年 5 月 22 日 19 页报道:

Nexen 公司在中国青岛建的一家轮胎厂于 5 月 12 日破土动工,预计于 2007 年年末或 2008 年初投产。

Nexen 公司 2004 年销售额 2.99 亿美元,在世界轮胎公司排行榜上排名第 36 位。该公司为青岛厂投资 8 000 万美元,满负荷生产后年生产能力为 525 万条轮胎。

为实现上述计划,Nexen 公司于 1 月份在中国建立了一个全资子公司。该公司未透露工厂占地面积和雇员人数。

该厂满负荷生产后,加上韩国果山厂的生产能力,将使 Nexen 公司的轮胎年生产能力达到 2 000 万条。

(涂学忠摘译)