

轮胎外胎外温变温硫化研究

江楠, 张海, 岑汉钊

(华南理工大学 工业装备与控制工程系, 广东 广州 510641)

摘要: 在双模定型硫化机中对 9.00—20 16PR 轮胎外胎进行外温变温硫化试验。试验结果表明, 开始时温度较高可强化传热, 使开始时温升较快, 能有效缩短硫化时间; 后期降温又可提高硫化程度的均匀性和设备的利用率。根据外温变温试验结果还提出内温变温加热设想。

关键词: 轮胎外胎; 变温硫化

中图分类号: T Q336.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-890X(2000)07-0411-04

轮胎外胎属于橡胶厚制品, 由于橡胶是热的不良导体, 温升传热慢, 通常内部达到正硫化时, 外部往往早已过硫。因此厚制品硫化程度的均匀性问题一直是生产中迫切需要解决的问题, 也是国内外橡胶研究工作的热门课题。近年来国内外的专家学者在这方面做了大量工作, 并取得如下进展:

(1) 根据成品物理性能试验和生产经验, 缩短硫化时间^[1,2]。这在一定程度上减轻了过硫化程度。

(2) 采用高温硫化^[3]。近年来小型轮胎硫化工艺逐渐向高温硫化方向发展, 且考虑后硫化效应, 硫化时间短, 对减轻过硫和提高硫化程度的均匀性有一定作用。

(3) 进行硫化测温, 找到制品中的最慢硫化点, 以该点为依据来确定硫化时间, 效果较前两种好^[2]。利用该法可不同程度地提高硫化效率, 改善硫化程度的均匀性。但由于实际生产中只考察外温, 轮胎各部位的实际温度并不确定, 加上并不是每次温度固定不变, 因此根据测温计算出的结果与实际硫化的结果有较大误差。

由上述分析可见, 温度不均匀是造成轮胎外胎硫化程度不均匀的主要因素。橡胶工业普遍认为外温恒定是保证质量的重要条件, 从设

备上要千方百计地实现恒温。这对非厚橡胶制品来说是正确的, 而对轮胎外胎等厚橡胶制品则不然。轮胎在模型中加热硫化, 热经由模型传到外胎各部位, 橡胶是热的不良导体, 温升慢, 加热早期外胎各部位存在明显的温度梯度, 经过较长时间才能达到平衡。为了改善这种温度不均匀造成的硫化程度不均匀的现象, 本工作进行了外温变温加热轮胎外胎硫化试验, 并与相应规格外温恒温硫化工艺进行比较分析。现将试验情况简要介绍如下。

1 实验

1.1 试验方案

对外温变温与外温恒温加热轮胎试验进行比较。试验选用 9.00—20 16PR 尼龙轮胎, 在外胎各部位埋线, 测定硫化过程中各部位温度的变化, 计算硫化程度。

恒温加热工艺规程为: 钢模外蒸汽温度为 143 °C, 胶囊内过热水温度为 174 °C, 加热时间为 58 min, 关闭蒸汽 2 min, 排冷水 5 min, 然后启模, 后充气冷却。机内硫化时间为 65 min。

变温加热工艺规程为: 胶囊内过热水温度仍为 174 °C, 钢模外蒸汽开始加热温度为 164 °C, 加热 13 min, 然后将蒸汽温度降至 143 °C, 保持 22 min, 再关闭蒸汽 15 min, 排冷水 5 min。此后的操作同恒温加热硫化工艺, 即启模和后充气冷却等。此方案机内硫化时间为 56 min。

1.2 埋线及硫化过程温度的测定

埋线测温点如图 1 所示。在按上述恒温 and 变温加热硫化过程中,每隔 1 min 记录一次各测温点的实际温度值。

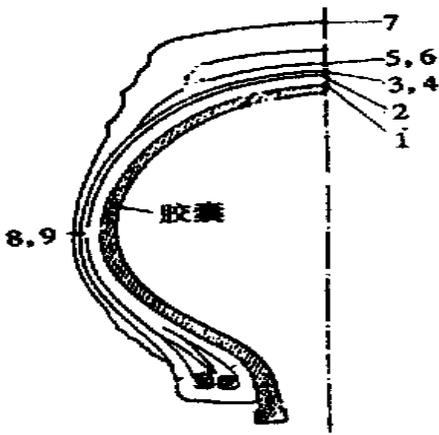


图 1 外胎测温点位置示意图

1—胎里与胶囊间中心线; 2—内层与外层帘布层间中心线;
3, 4—上下模外层与缓冲层间距中心线 85 mm 处; 5, 6—
上下模缓冲层与基部胶间距中心线 85 mm 处; 7—胎冠与
模具间中心线; 8, 9—上下模胎侧与模具间

2 结果与讨论

2.1 外温变温试验

外温变温试验结果示于表 1。由于变温加

热,开始时采用较高温度。从表 1 中可看出,靠近模具的轮胎各部位的测温点温升速度较快。例如,图 2 所示胎冠与模具间的测温点加热 15 min 已达到 154.1 °C;又如,图 3 所示上胎侧与模具间的点加热 15 min 就达到 155.8 °C,比恒温加热高 20 °C 以上。在靠近胶囊与胎里的测温点,由于内温均为 174 °C,整个加热硫化过程未变(见图 4)。从图 4 可清楚看出,两种试验的各点温度基本相同,只是在过程后期变温加热试验提前结束,温度下降。从这初次外温变温加热试验来看,其强化传热的效果是明显的,但还存在诸多不完善之处。

首先,在变温加热中,原计划轮胎与钢模接触表层温度达到 143 °C 后,外温也降到该温度。实际达到 150 °C 后才下降。这之后整个加热硫化过程中,温度都在 154.1 ~ 158.8 °C 之间(15 ~ 50 min)。这样加快了硫化速度和过硫化程度,也同时提供了这样一个情况:当表层温度达到某一温度后,在试验条件下,还会有 5 ~ 8 °C 的温升,在这一温度下可维持 30 min。此时外温已比该温度低。

其次,测温点所测温度还有较大波动。胶囊内温两次试验都为 174 °C,而胶囊与胎里间

表 1 外胎外温变温(恒温)硫化时各部位温度分布

°C

部位	时间/min												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
1	102.8 (102.1)	123.4 (115.7)	137.1 (135.6)	146.8 (142.9)	154.1 (149.4)	160.3 (152.7)	164.3 (154.7)	167.4 (159.2)	169.1 (160.1)	170.2 (162.4)	152.4 (163.9)	142.9 (165.2)	139.3 (162.4)
2	61.3 (79.9)	87.7 (103.5)	108.9 (119.1)	125.7 (129.8)	138.0 (139.3)	148.4 (144.6)	155.4 (149.1)	160.6 (153.3)	163.3 (154.9)	165.1 (157.4)	160.7 (159.5)	153.9 (160.9)	148.4 (160.6)
3	50.0 (44.8)	76.6 (54.8)	99.6 (83.0)	119.2 (106.5)	134.4 (121.1)	146.8 (130.4)	155.1 (142.2)	160.2 (144.6)	161.9 (150.3)	161.4 (151.6)	163.7 (154.1)	159.6 (156.1)	153.4 (156.1)
4	59.9 (47.1)	84.2 (71.2)	107.7 (93.3)	124.5 (109.5)	136.1 (123.0)	146.2 (131.5)	153.2 (138.5)	157.9 (144.7)	160.7 (148.1)	162.5 (150.9)	161.1 (153.3)	156.7 (154.9)	150.7 (155.2)
5	50.1 (37.1)	76.8 (61.2)	100.9 (86.2)	120.7 (100.2)	134.2 (117.9)	145.9 (127.2)	153.7 (134.5)	158.7 (140.9)	160.9 (145.4)	162.7 (148.2)	162.7 (150.4)	159.5 (152.2)	152.8 (152.4)
6	44.5 (34.9)	65.1 (59.4)	84.9 (82.1)	104.4 (100.2)	120.1 (115.7)	134.4 (125.7)	143.7 (133.4)	152.2 (139.9)	156.9 (146.8)	160.1 (148.4)	160.7 (150.9)	158.7 (153.1)	154.8 (153.1)
7	98.5 (91.5)	116.5 (112.4)	154.1 (119.9)	153.8 (128.1)	154.3 (135.8)	154.4 (140.1)	155.2 (142.8)	155.5 (145.8)	155.7 (147.1)	155.5 (148.5)	150.7 (149.7)	129.5 (151.1)	119.4 (150.8)
8	117.7 (89.4)	135.7 (114.8)	155.8 (125.7)	156.3 (131.5)	156.7 (135.2)	156.8 (137.7)	157.1 (139.6)	157.3 (141.4)	157.4 (141.6)	158.8 (142.2)	151.4 (143.1)	122.7 (144.3)	110.1 (143.7)
9	95.3 (98.7)	123.7 (122.8)	155.8 (133.3)	157.8 (134.8)	157.4 (139.6)	156.2 (139.3)	155.8 (140.3)	155.2 (141.1)	154.4 (140.4)	153.0 (141.3)	154.4 (141.7)	144.9 (142.5)	117.2 (142.2)

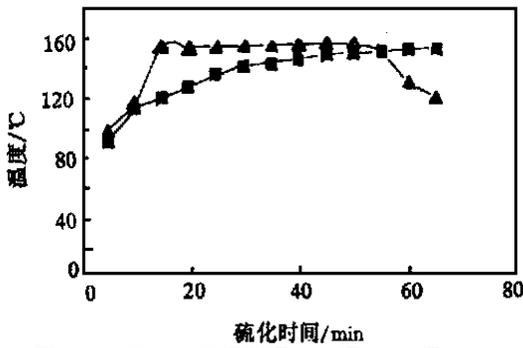


图 2 胎冠与模具间测温点的温度-时间曲线
▲—变温硫化; ■—恒温硫化

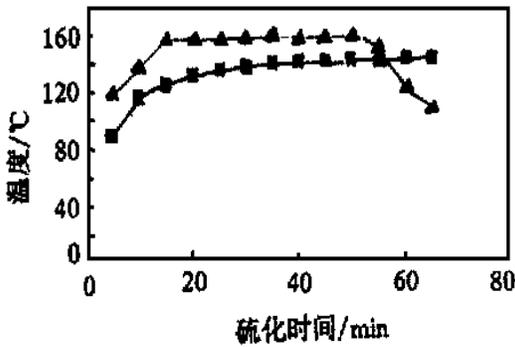


图 3 胎侧与模具间测温点的温度-时间曲线
注同图 2

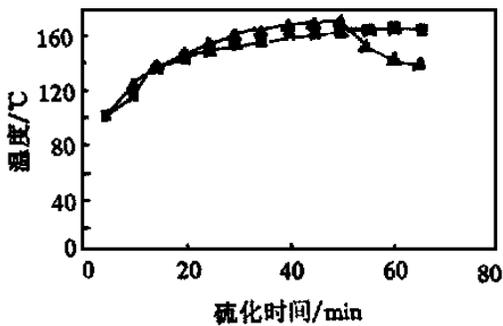


图 4 胶囊与胎里间测温点的温度-时间曲线
注同图 2

的温度两次的差别最小的为 1.5 °C(15 min 时),最大的为 9.6 °C(35 min 时)。这与测温误差有很大关系。

根据各部位测温计算等效硫化时间和过硫化程度,变温加热工艺选择 56 和 46 min 两种情况。在现有试验条件下,恒温 65 min 和变温 56 min 两种工艺的过硫化程度基本相同;而变温 46 min 工艺的过硫化程度就大大减轻了(见表 2)。

2.2 内温变温加热设想

从目前的硫化工艺看,其升温比较慢,在胎冠与模具处 35 min 温度才到 143 °C,此时缓冲层端点与基部胶处温度只有 133~134 °C,还差近 10 °C。到最深处正硫化时,表面(内外)已过硫化很多了。因此采取变温加热,开始温度高一些,强化传热,到后期降低温度,减轻表层过硫化程度,不会影响外胎深处的传热升温。从外温变温试验结果来看,胶囊内温最好也能变温。开始为 174 °C,加热 15 min 后,在胶囊与胎里间达到 135 °C 以上。如果在后期也能降温,内外帘布层的过硫化程度都会减轻。

2.3 变温加热的实施设想

变温加热硫化工艺能否实施与设备的性能状态有关。对现有设备,有的经过少量改造即可;对新设备,需要按设计要求进行制造。从工艺实施上有 2 种设想:

(1) 控制内外温的变温加热工艺

根据变温加热硫化埋线测温试验找到的最优方案,制定生产工艺规程,并应留有一定的安全倍数。具体生产时可像此次试验一样,确定开始加热温度多少、经过多长时间温度降到多少度、经过多长时间关闭蒸汽及多长时间结束。

表 2 等效硫化时间及过硫化程度

部位	变温加热 46 min		变温加热 56 min		变温加热 65 min	
	等效硫化时间/min	过硫化程度/%	等效硫化时间/min	过硫化程度/%	等效硫化时间/min	过硫化程度/%
1	51.10	162.0	84.95	335.6	84.83	335.0
2	39.24	124.2	72.02	311.5	71.89	310.8
3	21.95	15.8	49.03	162.9	46.49	149.3
5	25.84	36.6	51.91	175.9	48.09	154.2
7	53.43	112.0	69.54	175.9	41.06	72.9
8	53.57	159.0	70.68	241.8	42.39	105.0

这样每批轮胎的传热波动误差在规程的允许范围内,所生产的每条轮胎的质量是有保证的。

(2)控制外胎温度的变温加热工艺

对于控制内外加热温度的变温加热工艺,人们并不知道每条轮胎在硫化过程中的实际温度变化历程。因此想到在生产轮胎时,检测每条轮胎表层实际温度,并预测外胎最深处温度。根据实际检测和预测的温度,控制每条轮胎的加热硫化过程。例如,开始加热时外温为 165 °C,当轮胎表层(如胎冠与模具间)温度达到 145 °C时,外温降到 145 °C,继续加热到轮胎表层达到正硫化程度的 80%~100%,轮胎最深处(如缓冲层端点与基部胶间)达到正硫化程度的 50%以上时关闭蒸汽,继续加热到轮胎最深处达到正硫化程度的 90%~100%,即可结束加热。与此同时,内温开始加热为 175 °C的过热水,当胎里与胶囊间温度达到 150 °C时,将过热水温度降到 150 °C。当轮胎最深处正硫化程度达到 50%以上时关闭过热水,当其达到正硫化程度的 90%~100%时即可结束加热。外胎表层温度通过传感器测温,最深处温度根据表

层温度预测,并计算是否达到正硫化点。这样每条轮胎的实际温度变化和硫化程度均可控制,波动也在控制之中。

3 结语

在双模定型硫化机中对 9.00—20 16PR 轮胎进行外温变温硫化试验,开始采用较高温度(164 °C),以后降低温度(143 °C),经过一定时间后关闭蒸汽,最后排汽结束加热。试验结果表明,开始温度较高可强化传热,在开始时温升较快,能缩短硫化时间;后期降温又可改善硫化均匀性,提高设备利用率。

参考文献:

- [1] Isayev A I. Nonisothermal vulcanization of rubber compounds [J]. Rubber, Chem. and Technol., 1988, 61(2): 340.
- [2] 蔡大扬. 缩短定型硫化机外胎硫化时间的试验情况[J]. 轮胎工业, 1996, 16(7): 412.
- [3] 宋修信 张 浩, 丁汝建, 等. 轮胎高温硫化条件与胶料硫化特性的关系[J]. 橡胶工业, 1999, 46(7): 424.
- [4] 傅彦杰. 橡胶厚制品硫化温度与等效硫化时间的测定 [J]. 橡胶工业, 1997, 44(9): 552.

收稿日期: 2000-01-21

Study on tire curing at non-isothermal outer temperature

JIANG Nan, ZHANG Hai, CEN Han-zhao

(South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract: A test on 9.00—20 16PR tire curing at non-isothermal outer temperature in the double mold curing press was made. The results showed that the higher temperature at the beginning of vulcanization could promote the heat transmission, accelerate the temperature rise and effectively shorten the curing cycle; and the lower temperature in the late could improve the evenness of curing state and the utilization of equipment. An alternative plan about the non-isothermal inner temperature curing was provided.

Keywords: tire; non-isothermal curing

泰国扩大轮胎带束层产量

中图分类号: TQ336.1+9 文献标识码: D

英国《欧洲橡胶杂志》2000年 182 卷 3 期 6 页报道:

泰国 Baroda 工业公司生产轮胎用尼龙带

束层,目前寻求投资 550 万美元提高其生产能力。东南亚金融危机前该公司产品约有 50% 供出口,目前出口比例已扩大到 65%。该公司每年可生产 9 000 t 带束层。

(涂学忠摘译)