

轮胎硫化工艺条件的优化

王伟,邓涛,赵树高

(青岛科技大学 橡塑材料与工程教育部重点实验室,山东 青岛 266042)

摘要:根据轮胎有限元模型模拟硫化过程的温度场信息,利用阿累尼乌斯方程计算轮胎各部位硫化程度,探讨胶料硫化程度与硫化条件的关系,以进一步优化轮胎的硫化工艺条件。结果表明,可将175/70R13轮胎硫化过热水循环时间由12.3 min缩短为8 min,并调整气密层胶、胎侧胶和胎面基部胶的配方,可使各胶硫化特性匹配。

关键词:轮胎;硫化工艺条件;优化

中图分类号:TQ336.1+1;TQ330.6+7 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2006)04-0225-03

随着我国高速公路的发展和汽车性能的提高,人们对汽车行驶的安全性和舒适性提出了更高的要求,因此对轮胎的使用性能也有了更高的要求。这就要求轮胎不仅在结构设计上有所突破,而且轮胎硫化工艺的制定不能再停留在根据经验或半经验的方法上,沿用过去“宁过勿欠”的观念,而是应利用计算机模拟轮胎的实际硫化历程并计算其各部位的硫化程度,确定合理的硫化条件,从整体上提高轮胎的性能。这样不仅可提高轮胎质量,而且可节约大量能源,提高硫化设备的利用率。

轮胎有限元模型的建立、轮胎硫化过程温度场信息的模拟以及轮胎硫化程度的计算参见文献[1~3]。本文仅讨论轮胎硫化程度的影响因素,并对硫化工艺条件进行优化。

1 轮胎硫化过程模型的建立

根据175/70R13半钢子午线轮胎的材料分布图,建立有限元分析的几何模型和材料模型,如图1所示。定义模型与热板接触处为第一类边界条件,温度为165℃。

胶囊与过热水之间通过对流换热,由于橡胶的导热系数很小,因此传热的主要热阻是橡胶的热阻,此处也可简化为第一类边界条件^[1,2],温度

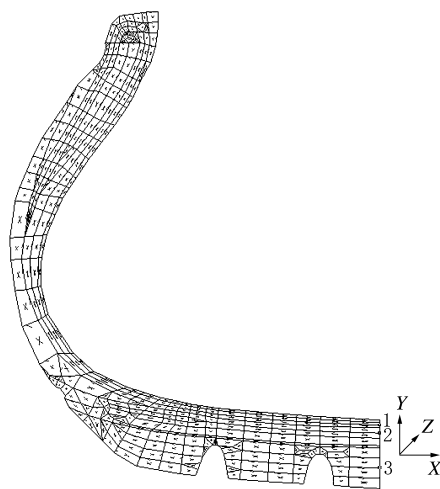


图1 有限元分析模型

1—胎体层中部;2—带束层中部;3—胎面中部。

为180℃。

模型与外界空气之间有过流换热,由于模型外表面覆盖绝热保温材料,因此换热可忽略不计,此边界可作为绝热边界处理。

轮胎出模后与空气之间有自然对流换热和辐射换热^[2]。

模具初始温度取80℃,轮胎初始温度为25℃,胶囊初始温度为100℃。

2 硫化程度的影响因素

2.1 硫化时间

应用轮胎硫化过程模拟有限元模型在边界条件不变的情况下(热板温度165℃,胶囊内过热水温度180℃),分别求出图1所示3点过热水循环

基金项目:国家重大基础研究前期专项(2003CCA04000)

作者简介:王伟(1971-),男,山东青岛人,青岛科技大学在读硕士研究生,主要从事高分子材料科学与加工研究。

时间为 10,12,14 和 16 min 时的温度-时间关系,将结果代入计算硫化程度的程序中,求出各点在不同过热水循环时间下的硫化程度,如图 2 所示。由图 2 可见,在所研究的时间范围内,过热水循环时间与 3 个节点位置处的硫化程度均呈线性关系,但对各部位的影响程度不同,过热水循环时间对胎体层和带束层硫化程度的影响比对胎面胶硫化程度的影响大得多,这是因为在硫化过程中胎体层和带束层更靠近胶囊的缘故。随着硫化时间的延长,胶囊内过热水的作用越来越大,而胎体层和带束层因帘线的作用,其导热系数一般比橡胶大,因此,胎体层和带束层的硫化程度受过热水的影响较大。

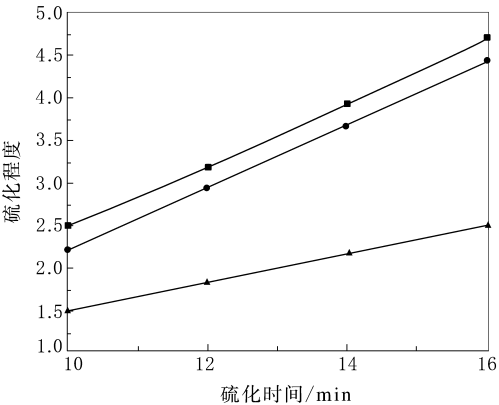


图 2 硫化时间对硫化程度的影响

■—胎体层;●—带束层;▲—胎面胶。

表 1 示出了不同过热水循环时间下相对于 165 ℃ 时的等效硫化时间。从表 1 可以看出,过热水循环时间每增加 1 min,胎体层、带束层和胎面胶相应的等效硫化时间分别延长约 2.1、2.0 和 1.2 min。

表 1 不同过热水循环时间下的等效硫化时间(165 ℃) min

项 目	过热水循环时间/min			
	10	12	14	16
胎体层	13.9	17.9	22.2	26.5
带束层	11.8	15.7	19.7	23.9
胎面胶	10.0	12.3	14.6	16.9

2.2 蒸汽温度

在硫化时间和过热水温度不变的情况下(过热水循环 9 min,过热水温度 180 ℃),分别求出蒸汽外温从 155 ℃ 上升到 175 ℃ 时的温度场,由

所得温度场计算出相应的硫化程度。由图 3 可见,蒸汽温度对带束层硫化程度的影响基本呈线性关系,175 ℃ 时的硫化程度是 155 ℃ 时的 2 倍;胎体层在外温高于 160 ℃ 后其硫化程度随外温升高而迅速上升,175 ℃ 时的硫化程度约为 155 ℃ 后的 1.6 倍;胎面胶硫化程度在外温高于 165 ℃ 时随外温上升的速率加快,175 ℃ 时的硫化程度达到 155 ℃ 时的 2.1 倍。

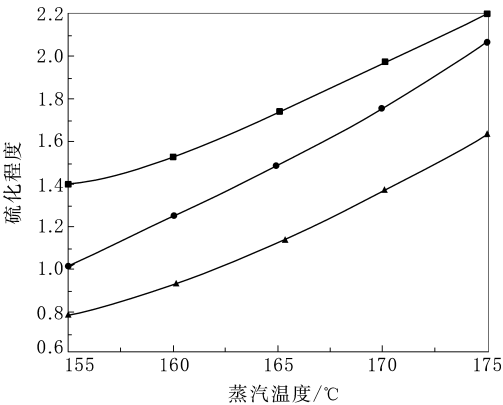


图 3 蒸汽温度对硫化程度的影响

注同图 2。

表 2 示出了不同蒸汽温度下各部件胶料相对于 165 ℃ 时的等效硫化时间。由表 2 可以得出,蒸汽温度每升高 1 ℃,胎体层、带束层和胎面胶的等效硫化时间分别延长约 0.225、0.280 和 0.295 min。对比表 1 数据可知,等效硫化时间延长 1 min,胎体层、带束层和胎面胶分别相当于过热水循环时间延长了 0.476、0.500 和 0.870 min,因此,如果外温向上波动 1 ℃,对胎体层、带束层和胎面胶来说,过热水循环时间应分别缩短 0.130、0.148、0.222 min。为了使胎体层不欠硫,过热水循环时间缩短 0.130 min 较合适。

表 2 不同蒸汽温度下的等效硫化时间(165 ℃) min

项 目	蒸汽外温/℃				
	155	160	165	170	175
胎体层	7.9	8.6	9.9	11.2	12.4
带束层	5.6	6.9	8.1	9.5	11.2
胎面胶	5.3	6.4	7.6	9.4	11.2

2.3 过热水温度

在热板温度保持 165 ℃、过热水循环 9 min 的条件下,分别求得胶囊内过热水温度为 175~195 ℃ 时的硫化程度,如图 4 所示。由图 4 可见,

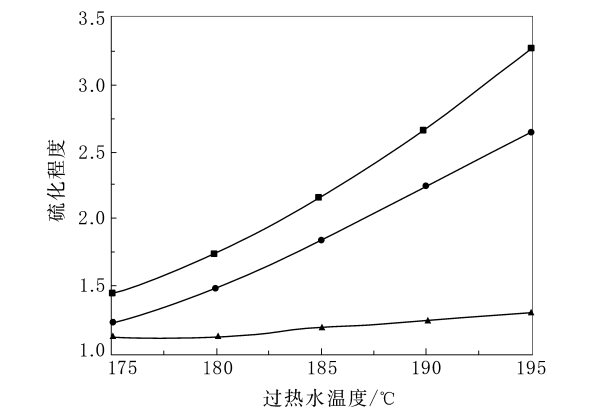


图 4 过热水温度对硫化程度的影响
注同图 2。

提高过热水温度对靠近胶囊的胎体层和带束层的硫化程度影响非常显著,195℃时的硫化程度分别达到 175℃时的 2.33 和 2.20 倍。由于胎面胶离胶囊较远,提高内温对其硫化程度影响很小。当然,这要视过热水循环时间长短而定,如果过热水循环时间足够长,则过热水温度对胎面胶硫化程度的影响不容忽视。

表 3 示出了不同过热水温度下各部件胶料相对于 165℃时的等效硫化时间。由表 3 可以看出,过热水温度每升高 1℃,胎体层、带束层和胎面胶的等效硫化时间分别延长约 0.53,0.39 和 0.07 min,因此,胶囊内过热水温度向上波动 1℃,对胎体层、带束层和胎面胶来说,过热水循环时间应分别缩短 0.250,0.195 和 0.060 min。为了使胎面胶不欠硫,过热水循环时间缩短 0.060 min 较合适。

3 硫化工艺条件的优化

由于目前轮胎硫化总的趋势是通过高温硫化来缩短硫化时间、提高生产效率和设备利用率,因

表 3 不同过热水温度下的等效硫化时间(165℃) min

项 目	过热水温度/℃				
	175	180	185	190	195
胎体层	8.0	9.9	12.2	15.0	18.6
带束层	6.6	8.1	9.9	12.2	14.4
胎面胶	7.5	7.6	8.1	8.6	8.9

此调整硫化条件的主要方法是缩短硫化时间^[4]。综合考虑各部件胶料的过硫程度^[2,3],将原硫化工艺中过热水循环时间由 12.3 min 缩短为 8 min。硫化程度计算结果表明,调整硫化时间后,除气密层胶依然处于欠硫状态、胎侧胶和胎面基部胶处于过硫状态外,其它部件胶料均处在各自的最佳硫化范围之内。通过对各胶料的 DSC 曲线及硫化仪曲线的分析发现,胎侧胶、气密层胶和胎面基部胶的硫化特性与其它胶料明显不匹配。为了在相同的硫化工艺条件下使上述 3 种胶料也能达到最佳硫化,必须对其配方进行适当的调整。

4 结论

利用计算机模拟轮胎硫化过程得到的温度场信息,可计算轮胎任意部位的硫化程度,为科学优化硫化工艺条件、智能控制轮胎的硫化过程奠定了基础。

参考文献:

[1] 赵树高,张 萍,邓 涛,等. 轮胎硫化过程的数值模拟[J]. 轮胎工业,2001,21(10):617-622.
[2] 苏秀平. 轮胎硫化过程的数值模拟及硫化程度分析[D]. 青岛:青岛化工学院,2000.
[3] 杨清芝. 现代橡胶工艺学[M]. 北京:中国石化出版社,1997.
[4] 王 伟,邓 涛,张 萍,等. 轮胎硫化程度的计算分析[J]. 合成橡胶工业,2005,28(3):191-194.

收稿日期:2005-10-28

风神公司研制成功 295/60R22.5 全钢载重子午线轮胎

中图分类号:TQ336.1;U463.341+.6 文献标识码:D
2006 年年初,风神轮胎股份有限公司成功研制出 295/60R22.5 全钢载重子午线轮胎。

该产品属于 60 系列低断面无内胎轮胎,是 315/80R22.5 和 295/80R22.5 轮胎的换代产品,主要用于中型载重汽车,共有导向轮和驱动轮两

种花纹,适用于高速公路行驶和中短途运输。该轮胎标准轮辋为 9.00,新轮胎充气后断面宽为 292 mm、外直径为 926 mm,是该公司目前断面高宽比最小即扁平化程度最高的无内胎轮胎,填补了国内空白。

该产品经检验全部达到或超过相关标准,于 2006 年 2 月通过了 ECE 认证,将全部出口欧洲。
(风神轮胎股份有限公司 张 鹏供稿)