

全钢子午线轮胎活络模具的传热模拟分析

韩新,胡海明*,李淑华,田仲可

(青岛科技大学机电工程学院,山东青岛 266061)

摘要:以12.00R20全钢载重子午线轮胎活络模具为例,利用有限元模拟软件分析模具的传热过程,并根据模拟结果优化模具结构设计。弓形座结构改进后,花纹块的上下温差由 $1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 降为 $0.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,使花纹块的温度分布更趋于均匀,有利于轮胎硫化质量的提高。

关键词:全钢子午线轮胎;活络模具;花纹块;传热;模拟分析

中图分类号:TQ330.6⁺7;O241.82 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-890X(2013)02-0109-03

从微观来看,硫化是指橡胶的线形大分子链通过化学交联而构成三维网状结构的化学反应,赋予橡胶各种物理性能,使其成为一种具有一定强度同时具有非常好的弹性及耐磨性的材料。轮胎硫化的均匀程度直接影响其耐磨性等使用性能。而硫化过程中模具型腔内部温度的分布对轮胎的硫化程度起着决定性的作用^[1]。因此,正确地控制硫化过程中的温度分布对轮胎生产质量和效率的提高非常重要。目前企业以热电偶或手工测量温度的方式来检测模具型腔内的温度,这种方式往往会由于客观条件产生误差而影响硫化工艺改进。利用有限元方法模拟分析模具型腔的传热过程不仅可以减小误差,而且分析结果准确。

本工作以全钢子午线轮胎斜平面导向活络模具为例进行分析研究。

1 模型及边界条件

以12.00R20轮胎模具为例,子午线轮胎活络模具由10块花纹块、10块弓形座和其他部件配合完成开模和合模动作,模型结构和传热条件是对称的,为简化模型,选用1/10模型(即一块花纹块和一块弓形座等的组件,圆周角为 36°)分析^[2-3]。

斜平面导向活络模具三维模型如图1所示。

边界条件:模具合模后开始加热,硫化机上下

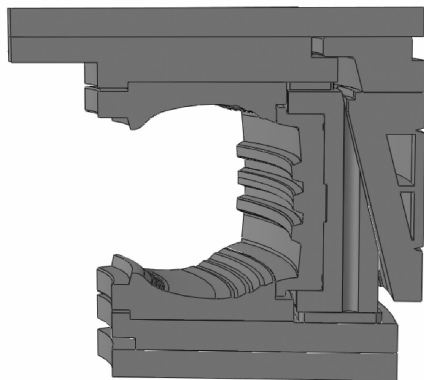


图1 斜平面导向活络模具三维模型

热板加热温度取 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$,为第一边界条件;中套汽室温度取 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$,为第二边界条件;中套汽室外有保温套,与外界空气之间的对流换热可以忽略不计,此边界可作为绝热边界处理;轮胎内部有胶囊加热,橡胶是热的不良导体,对壳体的温度影响可以忽略不计;模型初始温度取 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2 模型分析

模型模拟计算加热5h后型腔内部各点的温度分布,结果如图2所示。

从图2可以看出,上下侧板温度均匀,为 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,花纹块上下温度有梯度存在。

取A点为上侧板中间点,E点为下侧板中间点,B,C和D点为花纹块上中下3个点,上述5点温度随时间的变化曲线如图3所示。

从图3可以看出,型腔在3h内就完成了传热过程,传热不再进行,温度也不再发生变化。

作者简介:韩新(1987—),女,山东济南人,青岛科技大学在读硕士研究生,主要从事模具优化方面的研究。

* 通信联系人

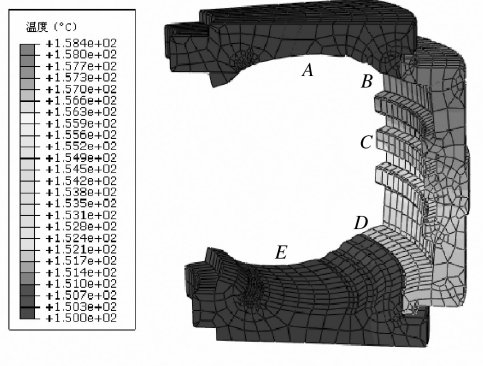


图2 型腔温度分布

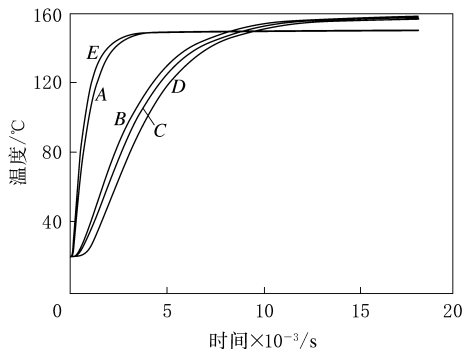


图3 模具型腔A~E五点的温度-时间曲线

3 传热分析

热量在传递过程中是沿着接触面的法线方向传递的,温度变化(ΔT)按下式计算:

$$\Delta T = Q/cm \quad (1)$$

式中 Q ——热量,J;

c ——比热容, $J \cdot (kg \cdot ^\circ C)^{-1}$;

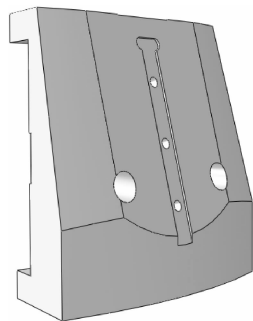
m ——质量,kg。

模具在传热过程中,热量是由中套传递给弓形座,然后再传递给花纹块的。因此弓形座的温度直接影响花纹块的温度,在中套传递热量一定的情况下,实体质量大的地方,温度变化小。这也正是弓形座下部(厚处)温度相对于上部温度低的原因。本研究由于所分析的花纹块厚度较小,造成花纹块上下部分存在温度梯度。

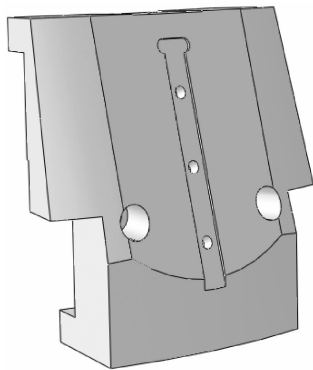
上下侧板由于传热路程短升温最快,大约1 h温度达到稳态,并从图2可以看出,上下侧板的温度分布均匀。花纹块温度大约在2.75 h后达到稳态,但是稳态后的花纹块上下温度并不相同。从图2也能看出B,C,D三点之间有温差。B,C,

D三点的温度分别为157.9,157.3和156.7 $^\circ C$ 。由此可见,花纹块上下温差即B点与D点的温差达到1.2 $^\circ C$,这样可能会影响轮胎的硫化质量。

根据上述分析,改进弓形座结构设计,如图4所示,重新分析模型。经模拟分析,温度达到平稳所用时间与原模型基本相同,B,C,D三点的温度分别为158.3,157.8和157.4 $^\circ C$ 。



(a)改进前



(b)改进后

图4 改进前后弓形座结构

弓形座结构改进后,花纹块B点与D点的温差由原模型的1.2 $^\circ C$ 变为0.9 $^\circ C$,使花纹块的温度分布更趋于均匀,有利于轮胎产品硫化质量的提高。

4 受力分析

对改进前后弓形座模型进行受力分析,其应力(在合模、开模运动过程中垂直于弓形座外表面的应力分量)分布如图5所示。

从图5可以看出,原模型的最大应力为25.8 MPa,改进后为35.6 MPa。尽管应力有所增大,但仍在模型的强度范围内,因此改进后的弓形座符合模具强度要求。

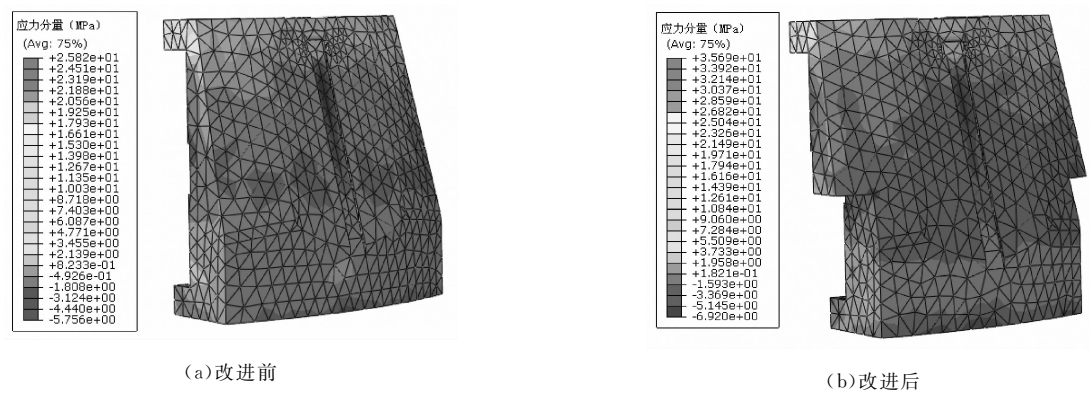


图 5 弓形座应力分布

5 结语

轮胎硫化温度的一致性在保证轮胎质量的重要因素。在轮胎模具设计中由于缺乏理论指导,轮胎企业往往延续以往的经验设计,而没有数据支撑。利用有限元模拟软件对轮胎模具进行分析研究,并有针对性地提出改进意见,对由经验设计转化为理论指导下的设计具有重要意义。

参考文献:

[1] 王伟,邓涛,赵树高. 轮胎硫化工艺条件的优化[J]. 轮胎工业,2006,26(4):225-227.

[2] 石亦平,周玉蓉. Abaqus 有限元分析实例详解[M]. 北京:机械工业出版社,2006:209-225.

[3] 曹金凤,石亦平. Abaqus 有限元分析常见问题解答[M]. 北京:机械工业出版社,2009.

收稿日期:2012-08-20

Heat Transfer Simulation on Segmented Mould for All-steel Radial Tire

HAN Xin, HU Hai-ming, LI Shu-hua, TIAN Zhong-ke
(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China)

Abstract: Taking all-steel radial tire segmented mould for example, heat transfer process of the mould was analyzed by using finite element simulation software, and the mould structure was optimized according to the simulation results. After the structure of bow-shape seat in mould was modified, the temperature field on pattern segment was more uniform. The temperature difference between upper and lower point of the pattern segment decreased from 1.2 °C to 0.9 °C. The tire vulcanization quality was improved after the modification.

Key words: all-steel radial tire; segmented mould; pattern segment; heat transfer; simulation analysis

一种提高脱蛋白天然橡胶
抗氧化性能的方法

中图分类号: TQ332.5 文献标志码: D

由中国热带农业科学院农产品加工研究所
申请的专利(公开号 CN 101851302A, 公开日期 2010-10-06)“一种提高脱蛋白天然橡胶抗氧化性能的方法”, 提供了一种提高脱蛋白天

然橡胶(NR)抗氧化性能的方法, 即在脱蛋白天然胶乳中加入氨基酸, 混合均匀后采用氨水将脱蛋白天然胶乳的 pH 值调节至 8.1~8.3, 通过对 NR 脱蛋白后产生的醛基进行保护, 从而抑制醛基的氧化, 达到提高脱蛋白 NR 抗氧化性能的目的。

(本刊编辑部 赵 敏)