

平板硫化机热板温度场有限元分析优化

汪传生, 吕炜帅*, 边慧光

(青岛科技大学 机电工程学院, 山东 青岛 266061)

摘要:建立大型平板硫化机有限元传热模型, 利用 Pro/E 有限元分析 Mechanica 模块对平板硫化机热板进行温度场分析。结果表明, 由于热板中央易产生热量积聚, 因此中间部分加热孔间距应比两侧位置大一些。本研究工作对解决橡胶制品硫化质量问题具有参考意义。

关键词:平板硫化机; 热板; 温度场; 有限元分析

中图分类号: TQ330.4⁺7; O241.82 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2012)11-0680-03

大型平板硫化机是输送带、传动带等制品硫化广泛采用的设备。硫化是橡胶制品生产的最后一道也是最重要的一道工序, 硫化过程控制直接关系到产品的质量、能源消耗和生产效率等的改善^[1]。时间、温度和压力是硫化工艺过程中的三要素, 时间和压力能够精确控制, 但温度精确控制却很难, 而热板的温度场分布状态与制品的硫化质量和生产效率密切相关。

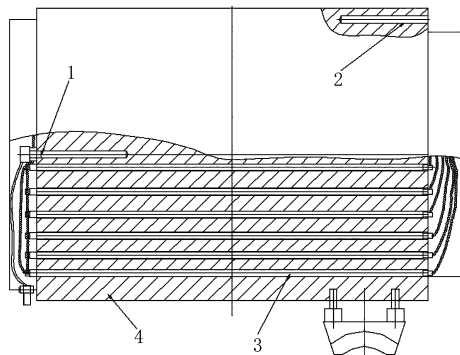
本研究通过 Pro/E 软件中的 Mechanica 模块, 对平板硫化机热板进行温度场分析, 从而获得合理的热板结构, 以期为解决橡胶制品硫化质量问题提供参考。

1 热板结构

本研究热板为电加热板, 由热板及电热器等组成, 如图 1 所示。电热板在热板内有一排等距横向孔道, 以便装入管形电阻加热器, 为了安全, 接电线部分装有罩盖。这种电热平板使用较方便, 也可达到较高的温度, 适用于无热源的地方。

本研究采用 Pro/E 5.0 软件建立 CAD 实体模型, 传统热板结构尺寸如图 2 所示, 加热孔间距相同, 均为 70 mm。

由于热辐射分析是高度非线性的, 会造成计算量成倍增大, 从而降低求解效率, 因此在边界处忽略了辐射换热的影响, 只考虑对流换热边界条



1—温度继电器; 2—温度计插孔; 3—电阻加热器; 4—热板。

图 1 电加热平板

件(已知条件如下)。

对所有孔道施加均匀稳态的热载荷(5 kW); 设定四周边界条件: 体表温度为均匀稳态(20℃), 对流换热为均匀变化 $[5 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}]$; 上下边界条件: 体表温度为均匀稳态(25℃), 对流换热为均匀变化 $[0.4 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}]$; 设定材料为钢。

热板的不均匀温度场会导致制品硫化强度不均匀^[2], 为获得更加合理的热板和胶料温度场分布, 对热板孔间距进行优化。由于热板中央易产生热量积聚, 因此增大中间部分孔间距, 优化结果如图 3 所示。图 3 中从左到右各孔编号依次为 1~12。热板各孔内施加的热载荷(kW)如下: 1, 12 2.50; 2, 11 1.85; 3, 10 1.65; 4, 9 1.65; 5, 8 1.00; 6, 7 0.50。

空间变化采用坐标函数表示: 定义函数 SpatialFunc1, 定义变量符号为 y 。 y 为 0, 300, 600,

作者简介:汪传生(1960—), 男, 安徽安庆人, 青岛科技大学教授, 博士, 主要从事高分子材料加工机械的研究。

* 通信联系人

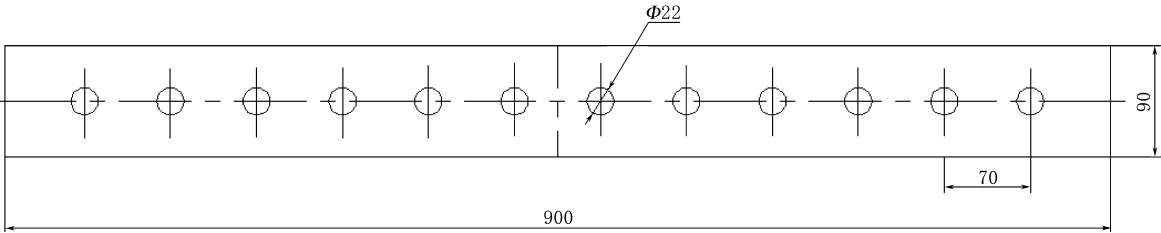


图 2 传统热板边界结构尺寸

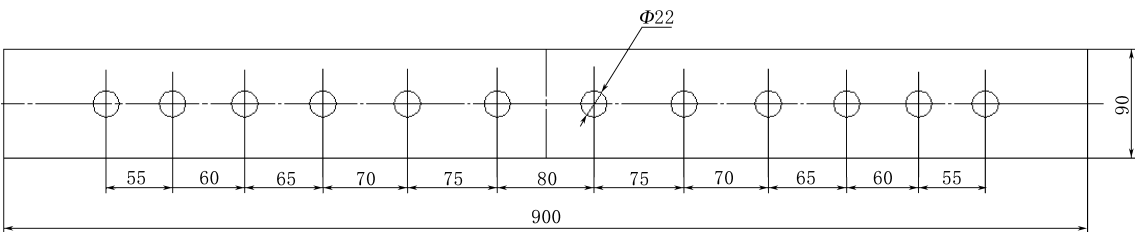


图 3 孔间距优化后热板边界结构尺寸

900 和 1 200 mm 时,相应热载荷分别为 1.0, 0.7,0.4,0.7 和 1.0 kW。

2 Pro/E 有限元分析

2.1 温度场分析与计算

前处理完毕后,系统检查边界条件的有效性,验证通过后进行有限元计算。

2.2 温度场分析结果

计算完成后,可查看温度场分布。QLB-900×1200×6 型热板结构优化前后温度场分布如图 4~7 所示。

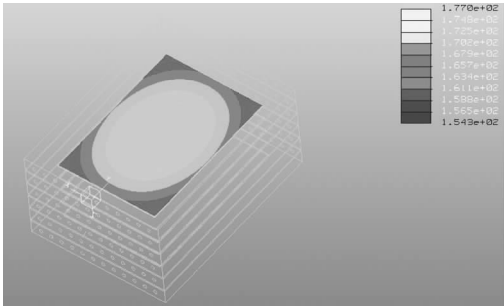


图 5 优化前胶料温度场分布

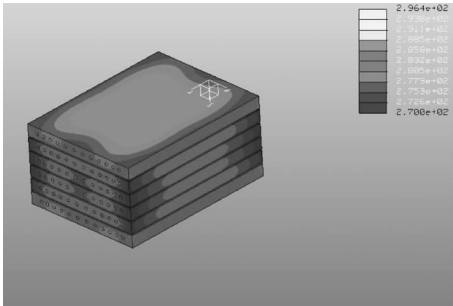


图 6 优化后热板温度场分布

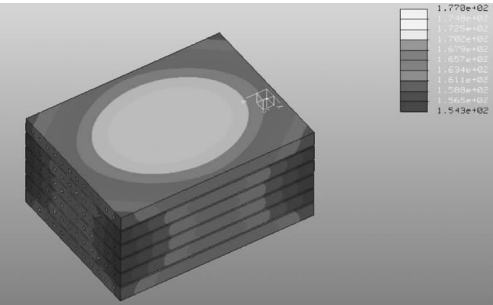


图 4 优化前热板温度场分布

对比温度场分析结果后,可进一步通过点查询功能查看胶料的温度分布状况。热板结构优化前,热板最高和最低温度分别为 177 和 154 ℃,胶料最高和最低温度分别为 177 和 164 ℃;热板结构优化后,热板最高和最低温度分别为 296 和 270 ℃,胶料最高和最低温度分别为 292 和 286

℃。胶料温差由优化前的 13 ℃降为 6 ℃。

由此可见,增大中间部分孔间距有利于胶料温度场均匀分布。

3 结语

本研究通过对平板硫化机热板温度场进行有限元分析得出结论:由于热板中央易产生热量积聚,因此中间部分孔间距应比两侧位置大一些。

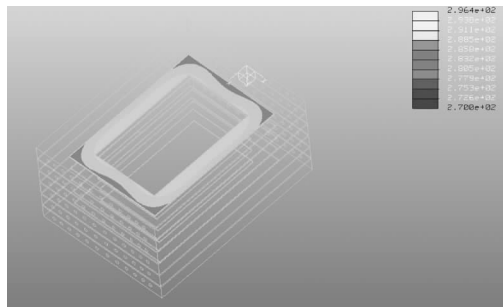


图7 优化后胶料温度场分布

本研究阐述了利用Pro/E软件对平板硫化机

热板进行有限元分析的基本步骤,为此类机械产品的分析计算提供了一种可行的解决方案,对解决制品硫化质量问题具有参考意义。

参考文献:

- [1] 甘勇. 基于等效硫化的胶鞋硫化集散控制系统[J]. 微电子学与计算机, 1996(4): 18-20.
- [2] 董林福, 王琳琳, 康智略, 等. 钢丝帘线胶带和热板瞬态温度场分析[J]. 沈阳化工学院学报, 2009, 23(1): 43-45.

收稿日期: 2012-05-26

Finite Element Analysis and Optimization of Temperature Field for Hot Plate of Flat-panel Vulcanizer

WANG Chuan-sheng, LÜ Wei-shuai, BIAN Hui-guang

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China)

Abstract: Finite element heat transfer model for large flat-panel vulcanizer was built to analyze the temperature field of hot plate by using Mechanica module in Pro/E finite element analysis software. The results showed that the distance between heating holes in the centre of hot plate should be larger than that on sides because of thermal accumulation in the centre. This study could provide reference for solving the vulcanization quality problems of products.

Key words: flat-panel vulcanizer; hot plate; temperature field; finite element analysis

绿色轮胎刺激白炭黑需求增长

中图分类号: TQ336.1; TQ330.38+3 文献标志码: D

据美国克利夫兰的产业研究机构弗里多尼亚(Freedonia)集团新发布的一项研究报告称,世界白炭黑需求将以每年5.6%的速度增长,到2016年将达280万t。

该集团表示,随着在轮胎胎面应用的增多及绿色轮胎产量逐渐提高,白炭黑在橡胶产品中的用量将不断攀升,加之制造业的复苏,对白炭黑的全球需求构成了强劲支撑。

报告称,沉淀法白炭黑是占主导地位的产品,今后10年仍将占全球总需求的2/3以上。北美和亚太地区推广绿色轮胎,将促使其需求增速高于全球平均水平。欧盟、日本和韩国新近实施的轮胎标签法规,将增加轮胎胎面对沉淀法白炭黑

的需求。胎面使用沉淀法白炭黑可降低轮胎的滚动阻力,并提高燃油经济性,增大湿地抓着力。另一方面,气相法白炭黑的需求增长,亦将受到非轮胎橡胶制品(尤其是硅橡胶、工业应用领域)需求增加的推动。

亚太地区将继续是需求最大、增长最快的地区。作为迄今全球最大的白炭黑消费国,中国将带动这一地区的需求增长。日本市场的增长则会大大落后于该地区的平均水平,但随着该国GDP摆脱2011年海啸的影响而反弹,其市场需求增长速度将明显超过2006—2011年。东欧、中美洲及南美洲的需求增长将略低于全球平均水平。北美和西欧的许多市场已经成熟,其增速甚至将更加缓慢。

(摘自《中国化工报》, 2012-09-12)