

# 轮胎模具中套汽室变化对温度场的影响

胡海明, 叶 杨

(青岛科技大学 机电工程学院, 山东 青岛 266061)

**摘要:** 利用ADINA软件对9.00R20和12.00R20规格斜平面及Y985规格圆锥面轮胎活络模具进行传热模拟分析, 研究中套汽室改变对模具型腔温度分布的影响。结果表明: 中套汽室的上端保持不变, 底端上移使得中套汽室体积减小和中套下端强度提高; 中套汽室体积减小可使轮胎模具型腔的平均温度降低0.2℃左右, 并使稳态后模具型腔温度分布更均匀, 有利于提高轮胎硫化质量, 在一定程度上实现节能减排。

**关键词:** 轮胎模具; 中套汽室; 温度场; 型腔温差; 传热模拟分析

**中图分类号:** TQ330.4<sup>+</sup>1; TQ336.1<sup>+</sup>1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-890X(2020)02-0142-03

**DOI:** 10.12136/j.issn.1000-890X.2020.02.0142



OSID开放科学标识码  
(扫码与作者交流)

中套是保证轮胎模具合模精度的核心部件。在合模硫化过程中, 中套汽室的热量传递起着至关重要的作用<sup>[1]</sup>。

中套汽室的热量通过耐磨板与弓形座结构的接触进行传递, 最后到达模具型腔。中套汽室变化会影响热量传递过程, 进而影响模具型腔温度的均匀性。型腔温度梯度越小, 均匀性越好, 越有利于提高轮胎的生产质量和效率<sup>[2-3]</sup>。

本工作利用ADINA软件对9.00R20和12.00R20规格斜平面及Y985规格圆锥面轮胎活络模具进行传热模拟分析, 研究中套汽室改变对轮胎模具型腔温度分布的影响, 以期对轮胎模具中套汽室加工和结构改进提供依据。

## 1 边界条件设定和前处理

热板式活络模具中套汽室内的热蒸汽和硫化机的上、下热板是轮胎硫化过程中的热源, 因此取模具中套汽室温度160℃为第1加热边界条件; 上板、上环和下板温度150℃为第2加热边界条件; 轮胎内部胶囊的加热边界条件对壳体的温度影响可以忽略不计; 模具常温取20℃<sup>[4]</sup>。

活络模具整体结构被认为是轴对称的, 由花纹块、弓形座和其他部件配合构成, 在传热模拟过

程中模具的传热条件是均匀对称的。

在分析前处理过程中设定模具零件的热导率、密度和比热容; 设定时间函数和时间步; 对各个装配零件进行网格划分, 并加载边界条件。

## 2 传热模拟分析

### 2.1 中套汽室改变前

3种轮胎活络模具的轴对称有限元模型装配体如图1所示。

根据轮胎硫化时间模拟硫化后模具型腔的温度分布云图如图2所示。为便于观察模具型腔内部温度场的均匀性, 选定模具子午面上花纹块和上、下侧板的5点(图2中1—5分别代表点1—5)以考察型腔的温度分布<sup>[5]</sup>。

从图2可以看出: 各轮胎模具上、下侧板的温度分布色差不大, 即温差对轮胎硫化质量影响不大, 可以忽略不计; 花纹块结构温度有比较明显的梯度分布<sup>[6]</sup>。模具型腔的温度如表1所示。

传热模拟过程中模具型腔中各点的升温速率基本相同。9.00R20模具达到硫化温度稳定所需的时间最长(约为7 500 s), 其次是12.00R20模具(约为6 250 s), 而Y985模具所需时间最短(约为4 950 s)。由此可知, 不同类型的活络模具达到硫化温度稳定的时间各不相同。

### 2.2 中套汽室改变后

由于花纹块上点1—3的温差较大, 考虑到中

**作者简介:** 胡海明(1964—), 男, 山东临沂人, 青岛科技大学教授, 博士, 主要从事模具计算机辅助设计的教学与科研工作。

**E-mail:** huhm64@163.com

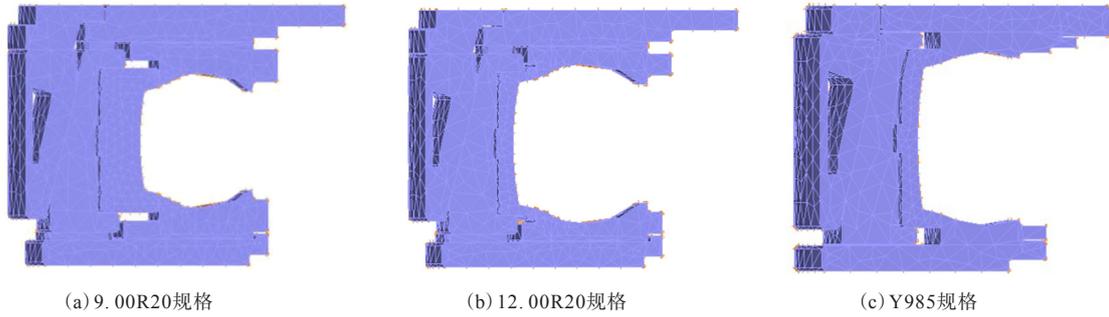


图1 轮胎活络模具的轴对称有限元模型装配体

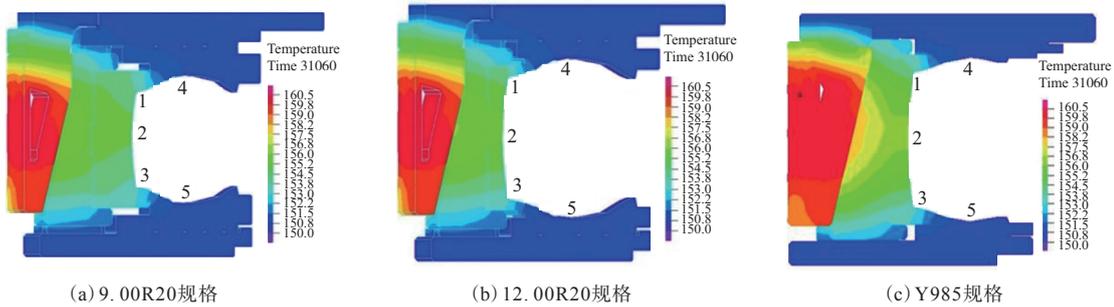


图2 模具型腔温度分布云图

表1 中套汽室改变前模具型腔的温度 / °C

| 点序号 | 模具规格    |          |         |
|-----|---------|----------|---------|
|     | 9.00R20 | 12.00R20 | Y985    |
| 1   | 154.058 | 154.290  | 153.872 |
| 2   | 154.773 | 155.809  | 156.158 |
| 3   | 153.478 | 153.176  | 153.171 |
| 4   | 150.484 | 150.278  | 150.574 |
| 5   | 150.318 | 150.106  | 150.555 |
| 平均值 | 152.622 | 152.732  | 152.866 |

套上端厚、受力小及下端薄、受力大的特殊结构, 改变中套汽室的体积, 即中套汽室的上端保持不变, 底端往上移动一定高度, 从而使中套汽室体积减小, 如图3所示。

在边界条件相同的情况下, 对中套汽室改变后的轮胎模具进行传热模拟分析。中套汽室改变

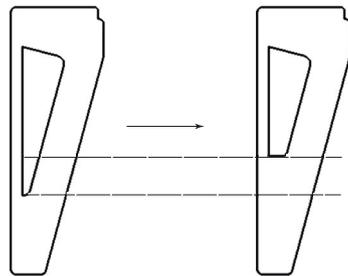


图3 中套汽室改变示意

前后相同类型的活络模具达到硫化温度稳定的时间大致相同。中套汽室改变后模具型腔的温度如表2所示。

表2 中套汽室改变后模具型腔的温度 / °C

| 点序号 | 模具规格    |          |         |
|-----|---------|----------|---------|
|     | 9.00R20 | 12.00R20 | Y985    |
| 1   | 153.915 | 154.148  | 153.665 |
| 2   | 154.467 | 155.527  | 155.671 |
| 3   | 153.258 | 152.931  | 152.774 |
| 4   | 150.467 | 150.272  | 150.544 |
| 5   | 150.297 | 150.098  | 150.487 |
| 平均值 | 152.481 | 152.595  | 152.628 |

对比表1与2的数据可知, 中套汽室改变前后各模具型腔的温度变化不大。中套汽室改变后各模具型腔点1—5的平均温度降低0.2 °C左右, 这说明中套汽室体积减小导致施加的热量减小, 使各模具型腔的温度略微降低。

由于中套汽室体积减小直接影响弓形座与花纹块的传热, 因此重点考察点2与1和点2与3之间的温差。中套汽室改变前后模具花纹块在传热模拟过程中的温差如表3所示。

从表3可以看出, 中套汽室改变后点2与1的温差比改变前降低0.2 °C左右, 点2与3的温差降低0.1 °C左右。

表3 中套汽室改变前后模具花纹块的温差  $^{\circ}\text{C}$ 

| 改变前后 | 模具规格    |          |       |
|------|---------|----------|-------|
|      | 9.00R20 | 12.00R20 | Y985  |
| 改变前  |         |          |       |
| 点2与1 | 0.715   | 1.519    | 2.286 |
| 点2与3 | 1.295   | 2.633    | 2.987 |
| 改变后  |         |          |       |
| 点2与1 | 0.552   | 1.379    | 2.006 |
| 点2与3 | 1.209   | 2.596    | 2.897 |

同时,计算中套汽室改变前后模具花型腔的温度方差,如表4所示。

表4 中套汽室改变前后模具型腔的温度方差

| 改变前后 | 模具规格    |          |      |
|------|---------|----------|------|
|      | 9.00R20 | 12.00R20 | Y985 |
| 改变前  | 3.46    | 5.00     | 4.50 |
| 改变后  | 3.08    | 4.55     | 3.85 |

从表4可以看出,中套汽室改变后各模具型腔的温度方差都有所减小,这说明汽室体积减小后,轮胎硫化过程中温度分布更均匀,硫化效果更理想。

### 3 结论

(1) 轮胎模具中套汽室的上端保持不变,底端

上移,使汽室体积减小的同时也使中套下端面的强度得到一定提高。

(2) 减小中套汽室体积可使轮胎模具型腔的平均温度降低 $0.2^{\circ}\text{C}$ 左右,并使稳态后模具型腔温度分布更均匀,从而提高轮胎的硫化质量,在一定程度上实现节能减排。

### 参考文献:

- [1] 张建,王国林,傅乃霖,等. 硫化介质温度对轮胎硫化特性的影响[J]. 橡胶工业,2014,61(6):364-368.
- [2] 胡海明,毛焜新. 圆锥面与斜平面轮胎模具传热模拟分析[J]. 模具工业,2018,44(4):47-50.
- [3] 张柏军. 基于数值模拟分析的轮胎活络模具结构优化[J]. 控制工程,2013,20(4):688-690.
- [4] 胡海明,赵昕. 底座滑板结构对花纹块温度分布的影响[J]. 电加工与模具,2014(S1):47-49.
- [5] 刘迎,赵永瑞,潘川. 轮胎模具硫化过程数值模拟分析[J]. 轮胎工业,2019,39(3):167-171.
- [6] Yoon Hee-Sung, Choi Je-Se, Oh Yool-Kwon. Thermal Deformation of Aluminum Alloy Casting Materials for Tire Mold by Numerical Analysis[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2012,22(S3):859-863.

收稿日期:2019-10-30

## Influence of Change of Steam Chamber of Middle Sleeve on Temperature Field in Tire Mold

HU Haiming, YE Yang

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

**Abstract:** The heat transfer of 9.00R20 and 12.00R20 inclined flat and Y985 conical segmented tire molds was simulated by ADINA software to study the effect of the change of the steam chamber of middle sleeve on the temperature distribution of the mold cavity. The upper end of the steam chamber of middle sleeve remained unchanged, and the bottom end moved upward, which reduced the volume of the steam chamber of middle sleeve and increased the strength of the lower end of middle sleeve. The average temperature of the mold cavity could be reduced by about  $0.2^{\circ}\text{C}$  by reducing the volume of the steam chamber of middle sleeve, and the temperature distribution in the mold cavity under steady state was more uniform, which would be helpful to improve the vulcanization quality of tire, save energy, and reduce emission.

**Key words:** tire mold; steam chamber of middle sleeve; temperature field; temperature difference of cavity; heat transfer simulation