

均热热板及其在硫化机上的应用

谢林生 陈小洪 缪国兵
(江苏石油化工学院机械系, 常州 213016)

程 源
(北京化工大学 100029)

摘要 均热热板是将加热管道连通并在管道内放入加热热芯构成的相互贯通的加热网络平板。经计算机对温度场的差分迭代计算和试验验证得出, 两个加热管道之间的均热热板工作表面温度呈波状分布, 均热热板工作表面的最大温差 $\Delta\theta'_{\max}$ 与其厚度 H 、加热管道直径 d 和加热管道间距 L 相关, 确定适当的 L 是保证均热热板工作表面温度分布均匀的最有效的途径。与普通平板硫化机相比, 均热热板硫化机具有加热效率和控温精度(温差为 $-1\sim+1\text{ }^{\circ}\text{C}$)高、温度分布均匀、投资少、性能好、操作和维护方便的特点。

关键词 均热热板, 平板硫化机, 加热管道

平板硫化机是一种广泛用于橡胶、塑料和包装材料等工业的成型加工机械。随着科学技术的进步和新产品的不断开发, 对平板硫化机平板工作表面温度的均匀性要求越来越高。目前平板硫化机普遍采用电、蒸汽和导热油直接加热, 平板工作表面温差较大, 影响了产品, 尤其是大型输送带和二次发泡产品的质量, 因此改进平板加热方法和提高平板工作表面温度的均匀性具有十分重要的意义。

本课题探讨了均热热板的加热原理、结构、温度场计算及其在硫化机上的应用特点。

1 均热热板的加热原理和结构

本研究是运用热管加热原理^[1], 将平板上的加热管道相互连通, 并在管道内放入专门研制的加热热芯, 构成相互贯通的加热网络而制成径向均热热板的。均热热板的结构如图 1 所示。均热热板的工作原理是: 电或其它热源加热加热热芯后, 加热介质在加热热芯外表面吸收热量并蒸发, 蒸发的蒸汽在管道内壁冷凝成液体并释放出热量加热热板; 冷凝液体再经渗透层回流到加热热芯表面, 重新吸收热量而形成蒸汽, 即加热管道内的加热介质是在加热热芯与管壁之间以蒸发-冷凝-蒸发的形式循环加热热板的。由于热板内的加热管道是相互连通,

的, 如忽略蒸汽流动的压力差, 则壁上各点的蒸汽压力相等, 即温度相同; 同时均热热板的热量由加热介质以汽化潜热的形式提供, 在加热过程中加热介质自身的温度并未发生变化, 因此热板表面温度沿加热管道轴线的分布非常均匀。

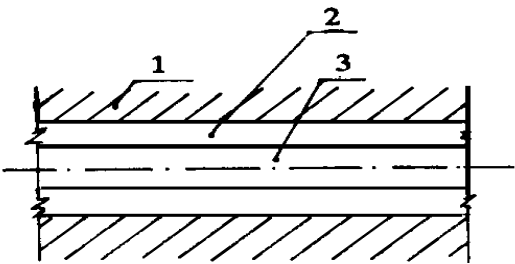


图 1 均热热板的结构示意图
1—热板; 2—加热管道; 3—加热热芯

2 温度场的计算

这里的温度场即指垂直于加热管道轴线的温度场。

2.1 传热模型的建立

根据均热热板沿加热管道轴线方向的等温特性及其有效工作表面对加热管道轴线的传热对称性, 为简化起见, 可将均热热板的传热简化成无穷大平板二维稳态导热, 并取两个加热管道之间的热板截面的 $1/4$ 作研究对象, 如图 2 所示。图中 H 为均热热板厚度(mm), d 为加热管道直径(mm), L 为加热管道间距(mm), 由文献[2]得出内部无热源的无穷大平板的二维稳态导热方程, 即均热热板垂直于加热管轴线

作者简介 谢林生, 男, 35 岁。讲师。主要从事教学和科研工作。1991 年毕业于北京化工学院(现北京化工大学), 获硕士学位。已申请国家专利 1 项, 发表论文 10 余篇。

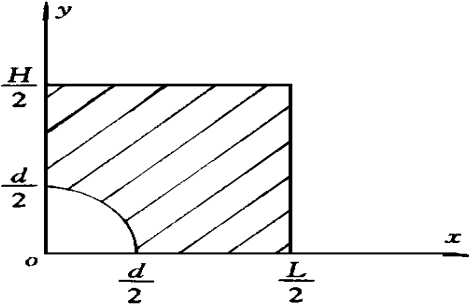


图2 均热热板传热的物理模型

的温度场传热数学模型为:

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} = 0$$

式中 θ 为均热热板温度($^{\circ}\text{C}$)。

当边界条件为 $x = 0, \frac{d}{2} < y < \frac{H}{2}$ 时,

$\frac{\partial \theta}{\partial x} = 0$, 均热热板截面绝热; 当 $y = 0,$

$\frac{d}{2} < x < \frac{L}{2}$ 时, $\frac{\partial \theta}{\partial y} = 0$, 均热热板截面绝热; 当 x

$= \frac{L}{2}, 0 \leq y < \frac{H}{2}$ 时, $\frac{\partial \theta}{\partial x} = 0$, 均热热板截面绝热;

当 $y = \frac{H}{2}, 0 \leq x \leq \frac{L}{2}$ 时, 均热热板表面与环境

空气之间存在对流传热; 当 $x^2 + y^2 = \frac{d^2}{4}$ 时, 均热热板加热管道内表面与加热介质之间存在相变传热。

运用计算机对该传热模型进行差分计算并代入上述边界条件, 可以得到均热热板工作表面的温度场。具体计算框图如图3所示。

2.2 计算结果

经过计算机的差分迭代计算和试验验证, 得到了在两个加热管道之间的均热热板工作表面温度 θ' 分布曲线, 如图4所示。由图4可以看出, 两个加热管道之间的 θ' 呈波状分布, θ' 最高点在加热管道轴线正上方, θ' 最低点在两管道间距中点正上方, θ' 最高点与最低点的差值即为均热热板工作表面的最大温差 ($\Delta \theta'_{\max}$)。 $\Delta \theta'_{\max}$ 的大小直接影响均热热板工作表面温度分布的均匀性和加热性能。

d 不同的均热热板 $\Delta \theta'_{\max}$ 与 L 的关系如图5所示。由图5可以看出, d 相同的均热热板, L 越大, $\Delta \theta'_{\max}$ 也越大; 当 L 一定时, $\Delta \theta'_{\max}$ 随 d 的增大而增大, 但随着加热管道数量的增加, d 对 $\Delta \theta'_{\max}$ 的影响减小。

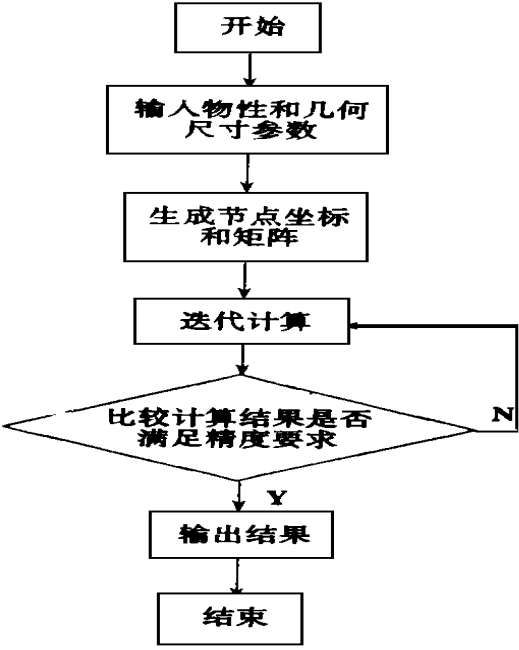


图3 计算机迭代计算框图

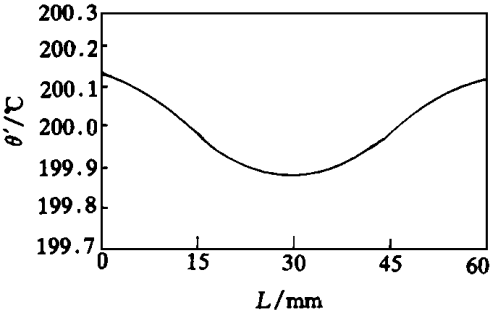


图4 两个加热管道之间的 θ' 分布曲线
 $\theta = 200^{\circ}\text{C}; d = 36\text{ mm}; L = 60\text{ mm}$

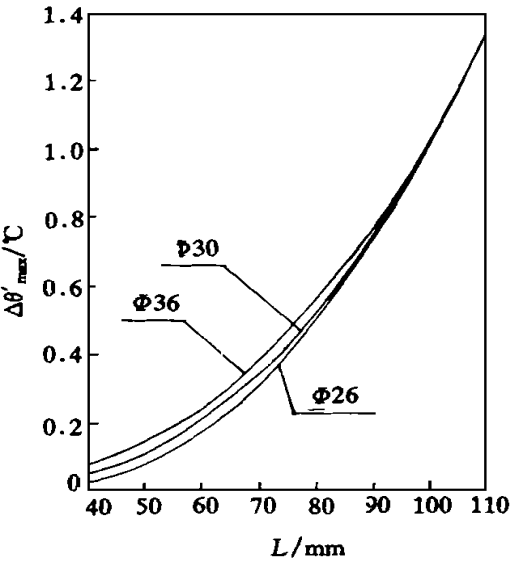


图5 均热热板 $\Delta \theta'_{\max}$ 与 L 的关系
 $\theta = 200^{\circ}\text{C}; H = 60\text{ mm}$

d 不同的均热热板 $\Delta\theta'_{\max}$ 与 H 的关系如图 6 所示。由图 6 可以看出, 均热热板 $\Delta\theta'_{\max}$ 随 d 的增大而增大, 随 H 的增大而降低; 当 H 一定时, L 和 d 对 $\Delta\theta'_{\max}$ 的影响很小。

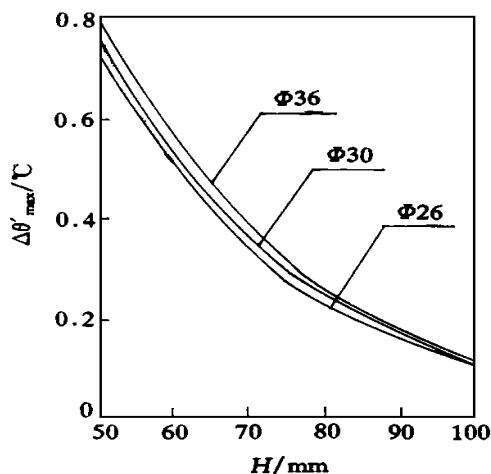


图 6 均热热板 $\Delta\theta'_{\max}$ 与 H 的关系

$\theta = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$; $L = 80\text{ mm}$

总之, 较大的 d 有利于介质蒸汽在加热线管内流动, 因此在保证均热热板强度的前提下, 适当增大 d , 有利于 θ' 均匀分布; 同时在 H 一定时, 减小 L 是保证 θ' 均匀分布的最有效途径, 但 L 越小, 均热热板的制做越困难, 成本越高。

3 均热热板在平板硫化机中的应用

采用均热热板的平板硫化机具有以下特点:

(1) 加热效率高。均热热板的传热效率比用油或蒸汽直接加热平板高数倍, 因此均热热板硫化机不但升温速度快, 而且可以利用低值热源加热来降低产品成本。

(2) 温度分布均匀。均热热板独特的加热原理保证了硫化温度分布的均匀性(温差为 $-1 \sim +1\text{ }^{\circ}\text{C}$), 因此均热热板硫化机尤其适用于大型胶带等橡胶制品的硫化。

(3) 温控精度高。均热热板独特的加热原理与先进的温控手段(如 PID 调节和计算机控制)相结合, 可以提高硫化机的温控精度(温度波动幅度为 $-1 \sim +1\text{ }^{\circ}\text{C}$), 解决目前包装材料工业在生产二次发泡产品时遇到的温控难题。

(4) 性能好和投资少。与采用蒸汽直接加热的平板硫化机相比, 均热热板硫化机加热温度高(可达 $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上)、一次投资少和操作费用低; 与用电直接加热的平板硫化机相比, 均热热板硫化机硫化温度均匀、温控精度高和硫化产品质量好。

(5) 操作和维护简便。均热热板硫化机为整体封闭结构, 工作时不会出现介质泄漏, 不仅改善了操作者的工作环境, 而且维护非常简便。

4 结论

(1) 利用热管加热原理对平板硫化机的加热系统进行技术改造, 使其平板成为均热热板且有效工作表面温差控制在较小范围内是完全可行的。

(2) 均热热板有效工作表面的温差与 d , H 和 L 有关, 且确定适当的 L 是保证温度分布均匀的最有效途径。

(3) 实际使用表明, 均热热板硫化机可以采用低值热源加热, 不但可节约能源、降低产品成本, 而且热板的温度分布非常均匀、硫化产品的质量高。

(4) 均热热板用于硫化机具有很高的经济效益和社会效益, 市场前景十分广阔。

参考文献

- 1 李亭寒. 热管设计与应用. 北京: 化学工业出版社, 1987. 117
- 2 王补宣. 工程传热质学. 北京: 科学出版社, 1982. 98 ~ 120

收稿日期 1998-06-30

泉州研制出新型橡胶补强剂

福建泉州市华侨大学材料物理化学研究所研制成功新型橡胶补强剂。这种补强剂是将绢云母进行超细粉碎和表面改性后制成。其补强

效果接近或达到白炭黑的水平, 不仅能降低橡胶制品的生产成本, 也提高了绢云母的实用价值。

(摘自《中国化工报》, 1998-10-07)