

# 导热油加热循环系统的设计及在橡胶工业上的应用

刘锦文, 田 斌

(青岛橡胶工业设计院 昌乐橡胶机械实验厂, 山东 昌乐 262400)

**摘要:**总结了导热油加热技术推广应用的原因,介绍了导热油加热循环系统的设计过程及加热器设计制造应注意的要点。导热油加热循环系统由导热油加热炉、输油泵、导热油管路系统和压力、流量和温度调控系统组成。导热油应具有良好的化学稳定性和热稳定性,并具有较高的闪点、沸点和导热系数。

**关键词:**导热油;循环供热;工艺面;热效率

**中图分类号:**T Q330.4<sup>+</sup>93 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-890X(2001)07-0418-03

导热油加热目前国内外经济实用的最佳应用温度为100~380℃。这与橡胶制品多种需要热能的设备(如硫化、烘布、擦胶和炼胶等)所需的工作温度十分匹配,故目前在国内外已有不少企业在其加热设备上进行技改,使导热油加热技术得到推广和应用,并取得了较好的技术效果和经济效益。

## 1 导热油加热技术推广应用的原因

(1)热效率高、节能效果好。导热油循环加热是利用导热油通过热传导降温放出的热能达到加热目的,是一种封闭式强制循环过程,无热量损失,因此热效率高,节能效果好。而蒸汽加热则是非封闭式的非循环过程,一般不回收冷凝水及废汽,故热能损失较大,热效率低。通过对在硫化机上的节能计算,两者比较,导热油加热可节能60%左右,生产效率可提高20%。

(2)导热油加热无气相压力,可使所用设备的材料强度和密封要求降低,有利于降低设备成本。导热油加热能在较低的运行压力(克服管道阻力)下进行循环供热,可以较容易地达到工艺要求温度。橡胶硫化工艺面所需温度通常为120~170℃,在此温度时所用饱和工业蒸

汽压力为0.25~0.90 MPa,由此可知蒸汽加热设备所要求的材料强度和密封性能将是导热油加热设备的2.5~9倍。

(3)导热油加热设备投资少,而且温度调节较容易,温度控制稳定、精度高。加热工艺面上温度控制误差达到±1.5℃。导热油加热时可根据温度要求直接控制油加热炉膛燃料的燃烧量而节能,并可保证油加热炉出口油温误差在±5℃以内。由于导热油所用设备及管道均较使用蒸汽简单,且管道输送距离较短,使之设备投资及运行费用低,且安全可靠,维修方便。

## 2 导热油加热循环系统的设计

### 2.1 组成

#### (1)导热油加热炉

为了提高加热油炉的热效率,应在其顶部设有回油预热器,以使加热油炉所用燃料的热能得以充分利用,提高系统的整体节能效果。

#### (2)导热油循环的动力元件——输油泵

输油泵可选用低压大流量齿轮泵或离心泵。用热设备较多时可选用离心泵,用热设备较少时可选用齿轮泵。

#### (3)导热油管路系统

导热油管路系统除布局合理外,其油管要有足够的流通面积,油管内径应使油液流速满足较佳速度推荐值 $v$ 。对于吸油管, $v=1.5\sim$

$2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ; 对于进油管,  $v=2 \sim 2.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ; 对于回油管,  $v=3 \sim 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。确定各管道油液流速, 可根据下式计算内径  $D_N$ :

$$D_N = 4.6 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

式中  $Q$  为油泵输油速率。

管路安装应力求少弯曲、少转弯, 尽量减小管道长度, 并避免管道交叉。对于较长管道, 还应考虑克服热胀冷缩变形的措施。

#### (4) 压力、流量和温度调控系统

导热管路中的压力主要是克服导管和加热器对液流产生的阻力。流量可由系统中的节流阀调控, 主要控制单位时间内进入加热器的导热油量, 并据此来进行加热器温度的微调。控制加热油炉出口处导热油的温度是油温控制的主要途径, 即加热工艺面温度的控制是由加热油炉燃烧器和节流阀双重调控来实现的。温度测试可根据不同被测位置选用不同结构形式的热电偶温度计。

另外, 还应注意导热油品质的选择。导热油的质量直接影响油加热炉及加热设备的正常运行和安全。常用的优质导热油为: ①烷烃(脂肪烃)类化合物; ②环烷烃类化合物; ③芳烃类化合物; ④硅油和氯化石蜡油类产品。其共同特点是: ①化学稳定性和热稳定性好; ②闪点、沸点较高; ③导热系数较高。在导热油中绝对不能混入汽油、煤油等易燃、易气化的油品及水分等杂质, 这是导致导热油应用不安全的重要原因。劣质的油品及混杂物还会因受热后游离出沉淀物及沥青等导致管路和控制元件堵塞, 给系统造成不必要的清洗停工损失。

## 2.2 功能设计

导热油循环供热系统的设计不仅要能够满足加热设备提供热能的要求, 还要考虑到油液的清理、更换和补充及维修等辅助功能的需要和实施。在满足上述各项功能要求的情况下, 结构应力求简单。导热油循环供油系统实例如图1所示, 其各运行功能液流路线如下。

(1) 正常工作循环供油时导热油循环路线为:  $M_2 \rightarrow 3 \rightarrow b \rightarrow K \rightarrow Q \rightarrow d \rightarrow W_1 \rightarrow c \rightarrow M_1 \rightarrow 2 \rightarrow e \rightarrow M_2$ 。

(2) 调节节流回油路线为:  $Q \rightarrow f \rightarrow a \rightarrow M_2$ 。

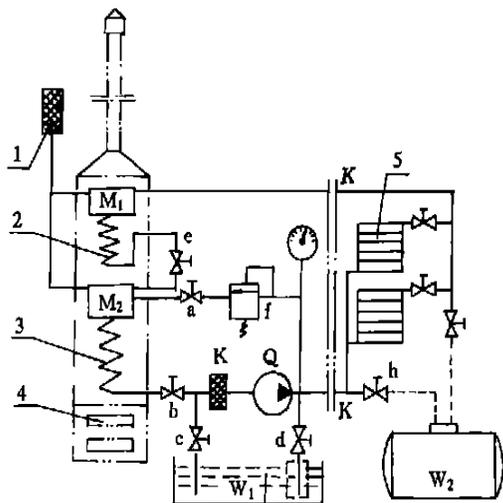


图1 导热油循环系统结构简图

1—过滤气筒; 2—回油预热器; 3—导热油炉加热器; 4—燃烧室; 5—工艺面加热器; a, b, c, d, e, h—流量调节阀; f—压力调节阀;  $M_1, M_2$ —油量储存调节箱; K—过滤器; Q—油泵;  $W_1, W_2$ —油箱

(3) 系统中油质清理过滤时油流路线为:

$W_1 \rightarrow c \rightarrow K \rightarrow Q \rightarrow d \rightarrow W_1$ 。

(4) 系统中所用油液更换时油流路线为:

$M_1 \rightarrow 2 \rightarrow e \rightarrow M_2 \rightarrow 3 \rightarrow b \rightarrow K \rightarrow Q \rightarrow h \rightarrow W_2$ 。

(5) 系统补充加油时油流路线为:  $W_1 \rightarrow c \rightarrow$

$K \rightarrow Q \rightarrow 5 \rightarrow M_1 \rightarrow 2 \rightarrow e \rightarrow M_2 \rightarrow 3$ 。

加热器换油时加、放油所用临时软管如图1中虚线所示。

## 3 加热器设计制造要点

### 3.1 热能功率

主要应考虑在单位时间内加热工艺面上应得到的总热量要求。满足其要求的影响因素是单位时间内油泵所能输入的载热油体(导热油)的油量及导热油进入加热器时的工艺要求温度  $\theta_1$  和加热器工艺要求导出的温度  $\theta_2$  两者的差值, 并据此进行估算。

(1) 加热工艺面所需热量  $E_1$  可按式计算:

$$E_1 = \lambda \frac{H(\theta_1 - \theta_2)}{\delta}$$

式中  $\lambda$ ——加热器所用材料的导热系数;

$H$ ——加热工艺面有效工作面积;

$\delta$ —加热工艺面实用导热件(材料)厚度。

(2)供热系统供给热量  $E_2$  可按下式计算:

$$E_2 = Q(\theta_{b1} - \theta_{b2})e$$

式中  $\theta_{b1}$ —导热油进入加热器要求的最高温度;

$\theta_{b2}$ —导热油流出加热器时所要求的最低温度;

$e$ —导热油热焓值,可近似地取其油温值。

考虑供热的可靠性,取  $E_2 = 1.2E_1$ 。

### 3.2 加热工艺面温度的均匀性与稳定性

加热工艺面温度的均匀性与稳定性主要取决于下述因素。

(1)导热油温度调控系统的灵敏度和稳定性。将加热微控阀门装于出油(回油)管道上,使管道内油流速度稳定性大为提高(如图2所示)。

(2)加热工艺面所用加热器结构的合理性。加热器各导油管路长度应力求相等且布置均匀,如图2(a)和(b)所示。

加热器导油管路还应力求减少局部阻力和温度死角,以避免造成局部热点或冷点,影响产品质量,如图2(c)所示。

### 3.3 结构的工艺性和可靠性

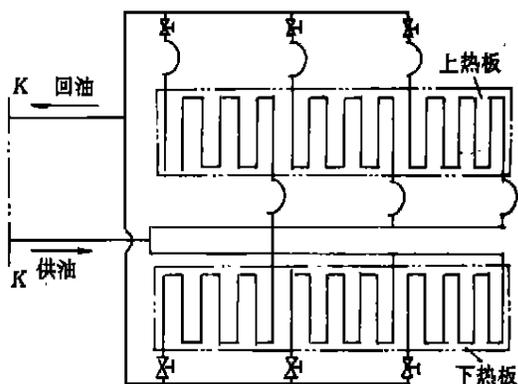
结构的工艺性和可靠性具体体现在实现结构的可能性与经济性,并且制造方便,安全可靠。如图2(c)所示,采用焊接结构较容易施工。若采用铸造结构,则清砂等将不易进行。

### 3.4 安装、调试和维修的方便性

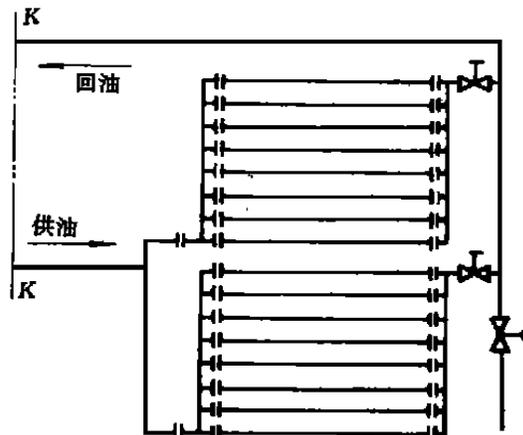
主要应考虑在安装和使用过程中可能发生的一些具体问题,如制作和使用变形、除污及损坏管件更换等,因此采用焊接与法兰联接组合式结构可给制造和维修带来极大方便。

## 4 结语

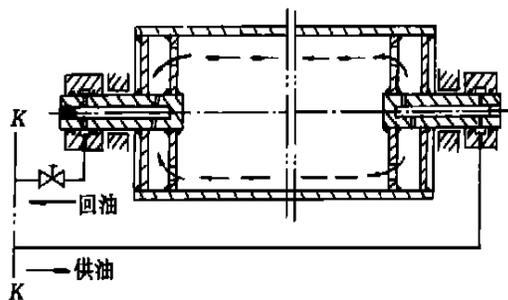
导热油循环加热技术的最佳应用温度为  $100 \sim 380^\circ\text{C}$ ,与橡胶制品多种加热设备所需温



(a)硫化机热板回曲式导热油管道布置图



(b)储料库预热平台管式加热器结构简图



(c)转动辊筒加热器结构简图

图2 3种不同用途和结构的橡胶设备加热器结构简图

K-K 断面处与图1中 K-K 处联接即可成为一完整的橡胶制品加热设备导热油供热循环系统

度十分匹配,在橡胶工业上的推广应用将带来节能降耗和优质高产的经济技术效果。

收稿日期:2001-01-19