

# 中型平板硫化机高效节能油压传动系统的设计

刘锦文

(青岛橡胶工业设计院昌乐橡胶机械实验厂 262400)

**摘要** 用两个快速油缸替代低压大流量供油系统设计出新型的快速油缸油压传动系统。介绍了该系统的结构、可实现的运动功能和设计方法及其计算过程。根据计算所得,论证了新的传动系统相同供油压力的情况下,所需的空程供油量和油压系统电机功率均低于原传动系统。认为新传动系统既节能又降低了对设备的技术要求,并且简化了油路,因而制造成本降低,操作维修简单。

**关键词** 油压传动系统, 平板硫化机, 快速油缸

平板硫化机的油压传动系统为硫化机提供夹持作用和压力,而硫化机的其它功能也是建立在这项功能基础上的。若能对硫化机的油压传动系统进行优化设计,则既可给设备的使用、维修带来方便,又能提高性能、简化结构和节约能源。

青岛橡胶工业设计院昌乐橡胶机械实验厂设计生产的中型平板硫化机(热板面积为 $1\,500\text{ mm}\times 4\,000\text{ mm}$ )利用两个快速油缸代替低压大流量供油系统,使油路简化,降低了制造成本和使用能耗。其油压系统如图1所示。设计、计算平板硫化机及其辅机压力参数时的常用经验数据如下:空程上升运动时油压系统运行压力 $2\sim 5\text{ MPa}$ ,工作加压时油压系统运行压力 $15\sim 20\text{ MPa}$ ;夹持伸长压力 $15\sim 20\text{ MPa}$ ;夹持钳板夹持压力 $1.2\sim 1.8\text{ MPa}$ ,夹持钳板总夹持力 $25\text{ kN}$ ;硫化模型制品时的工作压力 $2.5\sim 3.5\text{ MPa}$ ,硫化输送带制品时的工作压力 $1.5\sim 2.5\text{ MPa}$ 。

**作者简介** 刘锦文,男,1937年出生。高级工程师。1959年毕业于山东工业大学机械制造系。现任昌乐橡胶机械实验厂技术厂长兼总工程师。主持开发完成了2项国家级重点新产品(自动辊压式制钉机、高强度波形挡边输送带),已发表论文24篇。

## 1 高效节能油压传动系统运动功能概述

高效节能油压传动系统可实现的运动功能(括号中为工作的部件)按其生产过程中的工作程序有:油泵和电机启动(D和1)、下工作台快速空程上升(D,1和1DT)、下工作台工作加压(D,1,1DT,1YJ和3DT)、下工作台高压保压(3DT和2YJ)、下工作台快速下降(D,1,2DT和3DT)、后夹持夹紧(D,1和6DT)、前夹持夹紧(D,1和4DT)、伸长拉紧(D,1,3YJ和8DT)、后夹持松开(D,1和7DT)、前夹持松开(D,1和5DT)和伸长退回(D,1和9DT)。现将其中部分运动功能及与之相关的控制配套设备功能描述如下。

### 1.1 下工作台快速空程上升

油泵电机D和油泵1工作,液动换向阀电磁铁1DT通电,压力油接通快速油缸II的下腔,使柱塞通过柱塞杆推动下工作台快速上升,并带动有8个柱塞( $\Phi 400\text{ mm}$ )的主油缸I柱塞上升,8个柱塞通过液控单向阀10吸油入腔;快速油缸II上腔的油经换向阀5流回油箱。

### 1.2 下工作台工作加压

下工作台快速上升,对上下热板间待硫化的橡胶制品加压。随着压力的升高使压力继电器1YJ动作,电磁铁3DT通电,二位二

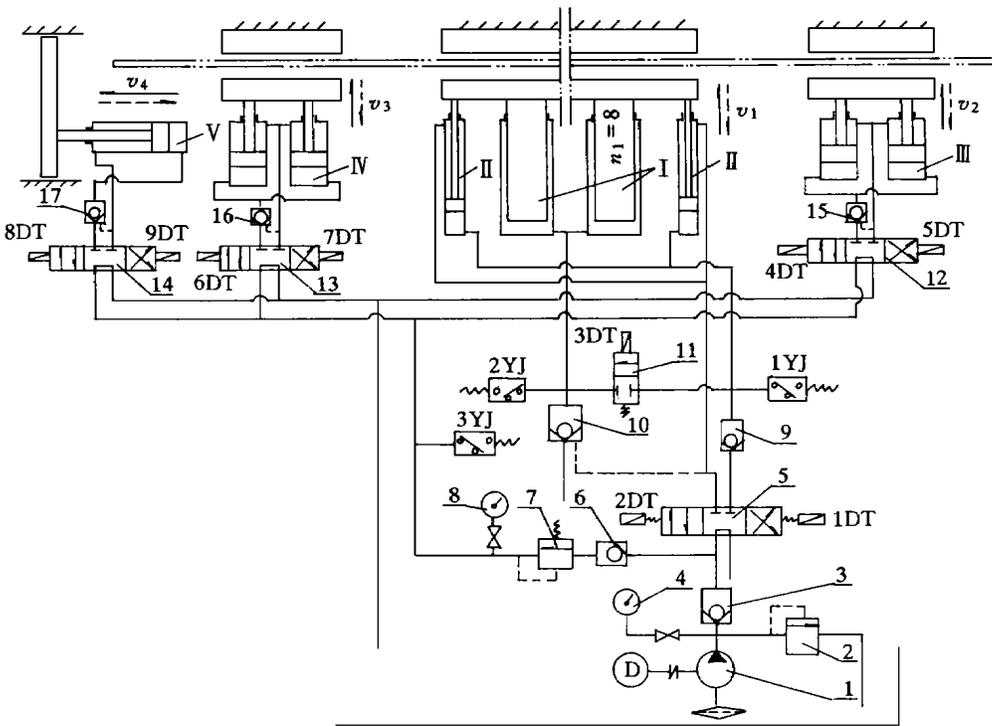


图1 快速油缸油压传动系统结构图

通滑阀 11 形成通路,使各柱塞油缸得到高压油,此时液控单向阀 10 自动关闭,主油缸 I 和快速油缸 II 同时对下工作台加高压。

### 1.3 下工作台高压保压

上下热板间待硫化的橡胶制品被压实并达到所要求的压力后,压力继电器 2YJ 动作,电磁铁 1DT 断电,油泵电机断电,单向阀 9 和 10 处于关闭状态,油压系统对下工作台进行高压保压。在保压期间,如有压力降低,可通过压力继电器 2YJ 使油泵电机瞬时启动而补压。此时上下热板内的加热孔道通入导热油(或蒸汽),使热板对橡胶制品进行加热硫化,硫化时间长短可视橡胶制品而定(一般为 30~45 min),并由电气延时继电器进行时间控制。

### 1.4 下工作台快速下降

硫化结束后,由电气延时继电器控制,使电磁铁 2DT 通电,换向阀 5 动作,控制油路使单向阀 10 打开,电磁铁 3DT 仍有电,快速油缸 II 的上腔接通压力油,快速油缸 II 的下

腔及各柱塞缸都接通油箱回油,下工作台快速下降并至原位停止。

### 1.5 控制配套设备

(1)通过行程控制卷绕机转动,将硫化好的胶带制品牵出上下热板间,并将待硫化的胶带拖入硫化机。

(2)控制配套辅件前后夹持钳板将胶带带体夹紧。将胶带拖入硫化机到位后,通过行程控制使电磁铁 4DT 和 6DT 通电,前后夹持油缸 II 和 IV 的下腔接通压力油,上腔排油至油箱,夹持钳板上移而夹紧带体,并可根据所需夹紧力大小调节减压阀 7 而满足。

(3)控制后夹持架移动张紧橡胶带体。待前后夹持钳板夹紧后,通过压力继电器 3YJ 使电磁铁 8DT 通电,电动换向阀 14 动作,张紧油缸 V 之右腔接通压力油,左腔回油至油箱,后夹持架移动而张紧胶带带体,使骨架材料在应力状态下与橡胶粘合牢固。

(4)控制前后夹持松开及张紧油缸 V 复位。待下工作台压紧待硫化制品,由压力继

电器控制使电磁铁 4DT 和 6DT 断电, 电磁铁 5DT 和 7DT 通电, 前后夹持钳板松开。待油缸 II 和 IV 下移至原位后通过行程控制使电磁铁 8DT 断电, 电磁铁 9DT 通电, 待张紧油缸 V 退至原位后, 通过行程控制使电磁铁 9DT 断电。

## 2 高效节能油压传动系统的设计与计算

### 2.1 硫化机工作所需总压力计算

#### 2.1.1 硫化机空程上升所需总推力计算

硫化机空程上升所需总推力  $F_K$  按下式计算:

$$F_K = G + R$$

式中  $G$ ——热板、垫板、柱塞和柱塞垫板座上上移部件所受重力之和, N;  
 $R$ ——油封处的摩擦力, N。

$$R = n_1 \pi \mu D P h$$

式中  $D$ ——柱塞直径, m;  
 $P$ ——油缸工作压力, MPa;  
 $h$ ——油封高度, m;  
 $\mu$ ——摩擦因数(橡胶为 0.05);  
 $n_1$ ——主油缸柱塞个数。

#### 2.1.2 硫化机工作所需工作压力计算

硫化机工作所需工作压力  $F_1$  按下式计算:

$$F_1 = b l p$$

式中  $b$ ——热板有效宽度, m;  
 $l$ ——热板有效长度, m;  
 $p$ ——工作加压时所需的单位压力, MPa。

#### 2.1.3 硫化机工作所需总压力计算

硫化机工作所需总压力  $F_T$  按下式计算:

$$F_T = F_K + F_1$$

### 2.2 油缸压力及油缸直径的计算

#### 2.2.1 单只油缸总压力的计算

单只油缸总压力  $F_G$  按下式计算:

$$F_G = F_T / n_1$$

#### 2.2.2 油缸直径及单位压力的计算

(1) 估算后并选取标准油缸直径  $D$  为 400 mm。

(2) 油缸单位压力  $P_G$  的计算式为:

$$P_G = \frac{F_G}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

### 2.3 油泵站供油压力计算

管路系统压力损失按 18% 估算, 则压力损失值  $\Delta P$  为:

$$\Delta P = P_G \times 18\%$$

油泵站供油压力  $P_B$  计算值按下式计算:

$$P_B = P_G + \Delta P = (1 + 18\%) P_G$$

此即为选定油泵额定压力的依据。

### 2.4 使用快速升降油缸代替低压大流量供油系统时油泵功率的计算

#### 2.4.1 快速油缸直径及单位压力的计算

(1) 估算后按标准选定快速油缸直径  $d$  为 130 mm。

(2) 实现空程快速上升所需单位压力为:

$$P_K = \frac{G + R}{\frac{\pi d^2}{4} \cdot n_2}$$

式中  $P_K$ ——实现空程快速上升所需的单位压力, MPa;  
 $n_2$ ——快速油缸个数。

#### 2.4.2 空程快速上升供油量的计算

在计算空程快速上升的供油量前须根据确定空程上升闭合高度  $h$  和合模空程时间  $t$ 。每次上升合模运动所需油量和单位时间油泵供油量为:

$$Q_H = \pi n_2 h d^2 / 4$$

$$Q_B = k Q_H$$

$$k = 1 / t$$

式中  $Q_H$ ——每次上升合模运动所需油量, L;

$Q_B$ ——单位时间内油泵所需供油量,  $L \cdot \min^{-1}$ 。

$k$  值一般取 1.5 ~ 3.0, 根据生产辅助时间长

短选定。

此即为选定油泵额定输油量的依据。

### 2.4.3 油压系统工作加压所需功率的确定

油压系统工作加压所需功率由下式确定:

$$N = \frac{P_1 Q_B}{612 \eta}$$

式中  $N$  ——油压系统工作加压所需功率, kW;

$P_1$  ——油泵供油压力, MPa;

$\eta$  ——油泵效率, 一般取为 0.8。

### 3 新型油压传动系统主要技术参数

用快速油缸替代低压大流量油压系统实现快速空程运动时, 其节电率为 17% ~ 23%, 而且供油系统简单可靠, 使用维修方便。改进方案与常规方案主要技术参数效果对比见表 1。

表 1 快速油缸传动与低压大流量传动主要技术参数的对比

项 目	空程快速油缸传动		高、低压供油传动	
	计算式 <sup>1)</sup>	实值	计算式 <sup>2)</sup>	实值
油泵供油压力/MPa	$P_1$	16.7	$P_1$	16.7
硫化加压工作压力/MN	$P_1(\frac{\pi D^2}{4}n_1 + \frac{\pi d^2}{4}n_2)$	1722	$P_1(\frac{\pi D^2}{4}n_1)$	1678
空程供油量/(L·min <sup>-1</sup> )	$\frac{\pi d^2}{4}hn_2k$	27	$\frac{\pi D^2}{4}hn_1k$	980
油压系统电机功率/kW	$\frac{P_1 \frac{\pi d^2}{4}hn_2k}{612\eta}$	10	$\frac{P_k \frac{\pi D^2}{4}hn_2k}{612\eta} + \frac{P_1 Q_B}{612\eta}$	5+7=13

注: 1)  $D=400$  mm,  $n_1=8$ ; 2)  $d=130$  mm,  $n_2=2$ 。

由表 1 可知, 在相同供油压力的情况下, 所需的空程供油量和油压系统电机功率均下降。因此, 该油压系统既节能又降低了对设备的技术要求。

### 4 结语

在中型平板硫化机油压传动系统中用两

个快速油缸替代低压大流量快速油压传动系统, 使其油压系统大为简化, 从而较大地降低了制造成本、提高了供油系统的操作安全性, 使用维修方便, 并在实现快速空程运动时较 低压大流量供油系统节电 17% ~ 23%。

收稿日期 1998-01-15

### 2000 年世界橡胶需求将增加

据国际橡胶生产者协会预测, 2000 年全世界橡胶需求将达到 1 732 万 t, 其中 SR 为 1 089 万 t, 占总需求的 62.9%, NR 为 643 万 t, 年需求平均增长率为 2.7% 左右。

预计从目前到 2000 年, 独联体国家、中国和亚洲地区对橡胶的需求将增长 40%, 年平均增长率达 7%; 中欧的年增长率为 4.9%, 北美将因景气减缓年增长率仅为 0.7%。

(本刊讯)

### 2000 年世界需 SBR 320 万 t

据国际橡胶生产者协会预测, 2000 年全世界需求的 SR 中, SBR 占首位, 需求量约为 320 t, 比 1996 年增加 8.62%, 平均年增长率为 2.1%, 届时将占 SR 总需求量 1 089 万 t 的 29.38%。排第 2 位的是 BR, 需求量为 180 万 t, 平均年增长率为 2.6%, 占 SR 总需求量的 16.5%。1996 年全球 NR 需求量为 576 万 t, 到 2000 年将增至 643 万 t, 增长率为 11.63%。

(本刊讯)