

工艺·设备

热水循环泵的改进

魏先达 傅 强

(辽宁长征轮胎有限公司 122009)

我公司 1988 年从美国费尔斯通轮胎橡胶公司进口的轮胎生产线(二手设备)上,有 3 台并联的热水循环泵(4UC-1 型,美国英格索尔-兰德公司生产,配用克利夫兰电气工程有限公司 404TS 电机),其主要作用是给每个硫化机提供带压除氧热水。由于我公司的电源电压和频率(380V, 50Hz)比循环泵额定的(460V, 60Hz)低,使得循环泵转速降低,进而导致硫化压力降低,满足不了硫化工艺要求。如另配备变压器和变频设备,投资较大。为此,我们对热水循环泵的组合方式进行了改进,即由并联改为串联。现将改进情况简介如下。

1 两台热水循环泵串联后的扬程和流量

循环泵异步电机转差率为:

$$S = (n_1 - n_2) / n_1 = 0.017$$

式中 S ——电机转差率;

n_1 ——电源频率为 60Hz 时电机理论转速, $3600\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$;

n_2 ——电源频率为 60Hz 时电机实际转速, $3540\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

当电源频率为 50Hz 时,电机的实际转速为:

$$n'_2 = n'_1 - S n'_1 = 2949\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$$

式中 n'_2 ——电源频率为 50Hz 时电机的实际转速, $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$;

n'_1 ——电源频率为 50Hz 时电机的理论转速, $3000\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

由上面计算看出,当电源频率低于额定频率时,电机转速降低。

由电机转速与循环泵扬程的关系,可计

算出电源频率为 50Hz 时,即电机转速降低后循环泵的扬程:

$$H_2 = H_1 \cdot (n'_2 / n_2)^2 = 61.3\text{m}$$

式中 H_2 ——电源频率为 50Hz 时循环泵的扬程, m;

H_1 ——循环泵额定扬程, 88.4m。

此扬程(H_2)加泵入口压力(即除氧加热器内蒸汽工作压力与液柱压力之和)为 1.51MPa, 达不到工艺要求[(2.1±0.05)MPa]。

由电机转速与循环泵流量的关系,计算电源频率为 50Hz 时循环泵的流量。

$$Q_2 = Q_1 (n'_2 / n_2) = 189\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

式中 Q_2 ——电源频率为 50Hz 时循环泵的流量, $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 。

Q_1 ——循环泵额定流量, $227\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 。

可见,电机转速降低后,流量虽有变化,但变化不大,对硫化工艺的影响不是很大。

2 台相同的循环泵串联运行的性能曲线如图 1 所示, R 为管路性能曲线, abc 为 1 台循环泵的性能曲线, def 为 2 台串联的总性能曲线。由图 1 看出, 1 台循环泵在 b 点运

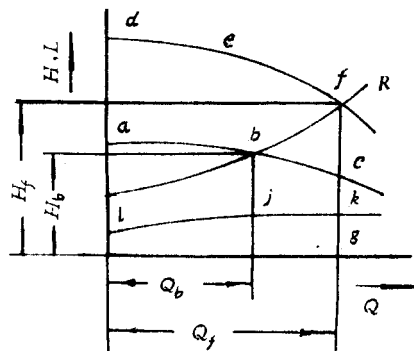


图 1 2 台热水循环泵串联运行的性能曲线

Q —流量; H —扬程; L —功率

行,2台串联在 f 点运行($fg=2cg$),但2台串联的扬程不会是1台单独运行时的2倍,这是因为工作点是沿二次方的管路性能曲线移动的,每台循环泵的扬程比单独运行时小。从图1还看出,2台循环泵串联后,扬程和流量都同时增加,扬程从 H_b 增加到 H_f ,流量从 Q_b 增加到 Q_f ;在串联的工作点 f 处每台循环泵的轴功率 k 和仅开动1台的工作点 b 的轴功率 j 不同。

2台循环泵串联后(压力示意图如图2所示),Ⅱ级循环泵的出口压力 $P_3=0.9+0.61+0.61=2.12\text{MPa}$,实测最高为 2.2MPa ,满足硫化压力为 $(2.1\pm0.05)\text{MPa}$ 的要求,流量接近或高于1台单独运行时的流量,实测为 $210\text{—}230\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ 。

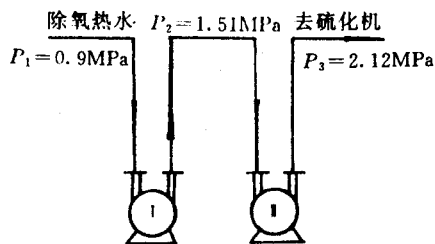


图2 2台热水循环泵串联后各进出口的压力示意图

2 2台热水循环泵串联后的功率

经实测,2台循环泵串联后,Ⅰ级循环泵电机线电流为85A,Ⅱ级循环泵电机线电流为83A,功率因数为0.8,实际功率分别为44.8和43.7kW,均不到额定功率92kW的一半,即2台循环泵消耗的功率低于1台

的额定功率。可见2台循环泵串联后总功率没有增加。

3 3台热水循环泵的串联

原生产线上3台循环泵是并联使用的,改为串联后,没有备用泵,时常因检修而影响生产,我们采用了互相串联的方法(如图3所示),解决了这个问题:循环泵Ⅰ和Ⅱ运行时,阀1,2和6开,阀3,4,5和7关闭,循环泵Ⅲ备用;循环泵Ⅰ和Ⅲ运行时,阀1,3和7开,阀2,4,5和6关闭,循环泵Ⅱ备用;循环泵Ⅱ和Ⅲ运行时,阀4,5和6开,阀1,2,3和7关闭,循环泵Ⅰ备用。即3台循环泵有2台保持运行,有1台处于检修、备用状态。

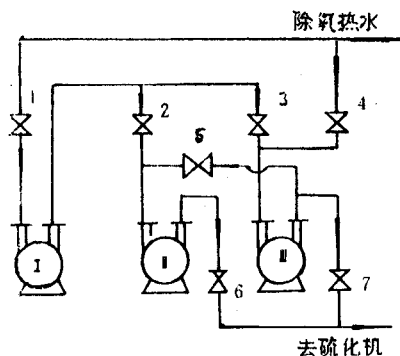


图3 3台热水循环泵互相串联的方式

4 结语

热水循环泵改为串联后,于1988年5月正式运行(供应40台硫化机的硫化热水),至今效果仍然良好。