

屏蔽泵在硫酸制造工艺中的应用*

上海日机装屏蔽泵有限公司 雍自珑

摘要 介绍了屏蔽泵在硫酸生产中用来输送融溶硫磺的应用及这种泵的结构特点，并根据现场运行情况，提出了较为切实可行的运行方案。

关键词 屏蔽泵 融溶硫磺 粘度 温度 蒸气压力

1 前言

硫酸是用途广泛的重要化工原料，我国硫酸生产绝大多数是由硫铁矿(FeS_2)焙烧产生的含 SO_2 炉气制取。由于这种方法污染环境、耗能大，故在一些工业发达国家已不再使用。随着我国经济的高速发展，人民生活的提高，对环境保护的认识越来越深刻，我国的一些硫酸生产厂家也开始逐步停止这种方法，继而采用一种新的制造工艺，即直接焙烧融溶硫磺获取 SO_2 。

在屏蔽泵没有问世或在其初期阶段，输送融溶硫磺的泵一般都是液下泵，这种泵体积大、安装维修复杂、且在小流量运行条件下，效率非常低。例如：输送 $3m^3/h$ 的融溶硫磺，扬程 $80mH_2O$ ，采用液下泵，电机功率为 $11\sim 18.5kW$ ，而采用屏蔽泵，电机功率只需 $5.5kW$ 。屏蔽泵由于具有无泄漏、体积小、噪声低、安装维修方便等一系列优点，在融溶硫磺输送中正逐步取代液下泵。屏蔽泵(下称硫磺泵)在硫酸制造工艺中的应用，即是指在输送融溶硫磺中的应用。

2 硫磺泵的结构特点

2.1 硫磺的物理性质

比重： $1.95\sim 2.05$ ，比热： $0.705kJ/kg \cdot K$ ，融点： $120^\circ C$ ，粘度：粘度—温度曲线见图1。

2.2 硫磺泵的结构特点

由于硫磺的融点较高，在选型上拟采用高融点型的屏蔽泵(见图2)。这种泵和普通型屏蔽泵相比，有以下一些特点：

(1) 由于泵的介质进口温度较高，一般是在

$135\sim 145^\circ C$ (此范围内，硫磺粘度低，流动性好)，而屏蔽泵的电机又是采用液冷的，故电机采用C种绝缘(可耐温 $224^\circ C$)。

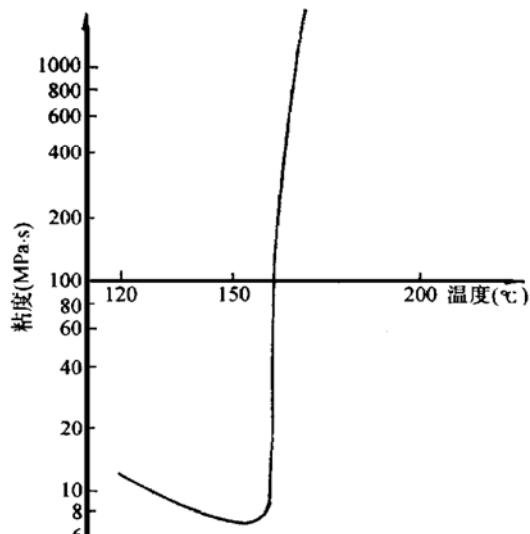


图1

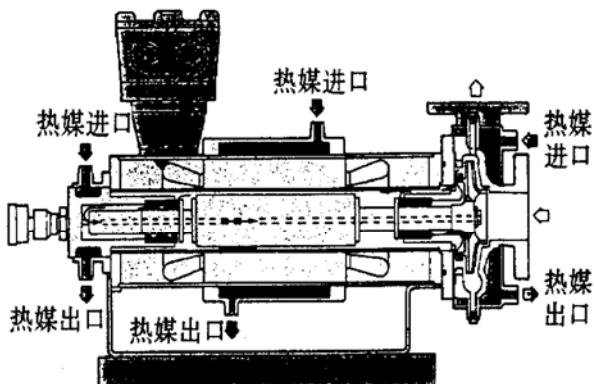


图2

(2) 由于硫磺在常温下是固态，泵在运行前和运行过程中必须加以保温。故在泵壳、电机定子外壳和后轴承座都带有通蒸汽的夹套。

(3) 从图1可看出硫磺温度低于 $120^\circ C$ 是固态，

而高于 157 °C 则粘度急剧上升, 为了正确显示泵内的液温, 控制保温蒸汽的温度, 在电机定子内部, 埋有热电偶, 通过接线端子引出和匹配热工仪表相接。

(4) 由于泵是完全封闭的, 外面无法观察到轴承的磨损情况, 而轴承又是屏蔽泵的关键零件, 当轴承磨损超过规定值时, 如不及时更换, 定转子就会发生摩擦现象, 最后导致定转子屏蔽套磨穿, 介质进入电机内部, 电机烧毁。对硫磺这样的介质, 其粘度对温度非常敏感, 如果温度控制不当, 轴承较容易磨损。为此, 必须安装轴承监视器, 一旦轴承监视器发出报警信号, 必须立即停泵更换轴承及易损件。

3 泵内循环液的温度上升计算

根据屏蔽泵的自润滑原理, 循环液(用以润滑石墨轴承和冷却电机的那部分介质)在泵内运行时的压力和温度变化如图 3、图 4 所示。

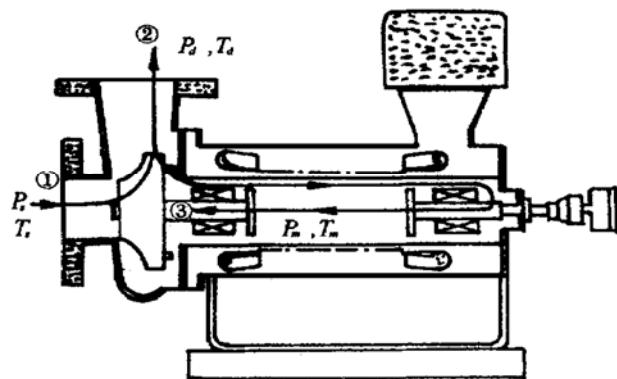


图 3

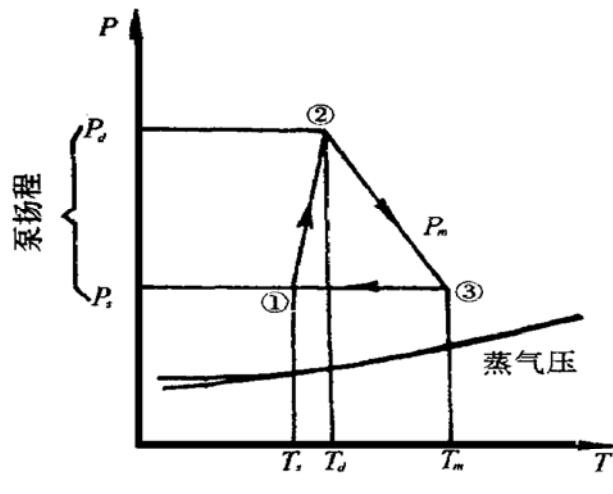


图 4

在硫磺泵的选型设计时, 必须考虑温度上升问题, 假如: 硫磺的温度为 155 °C, 泵运行时, 由于电机内部损耗而发热, 导致泵内部循环液的温度上升至 160 °C, 从图 1 可看出此时粘度急剧上升, 电机超

负荷运转(如有限流保护, 则会发生跳闸), 轴承就会发生咬死现象。由于泵进口到出口硫磺的温升主要是由机械损耗所致, 这部分温升实际上很小(小于 1 °C), 可忽略不计。循环液的温度上升主要是由电机内部损耗造成, 故能量方程式为:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

式中 Q_1 —— 电机内部损耗的热量, 即电机的输入功率减去输出功率

Q_2 —— 泵内循环液从电机损耗中吸收的热量

Q_3 —— 电机损耗由其它零部件吸收和通过定子表面散发的热量

计算和试验表明, $Q_2 \approx 70\% Q_1$, $Q_3 \approx 30\% Q_1$

通过单位换算, 便可得出泵内循环液的温度上升计算公式为:

$$\Delta T = \frac{42(W - BHP)}{qcC_p}$$

式中 W —— 电机输入功率, kW

BHP —— 电机输出功率, 即轴功率, kW

q —— 循环液流量, l/min

c —— 比重

C_p —— 比热, kJ/kg·K

例: 电机功率 7.5kW 的硫磺泵(日机装屏蔽泵), 在满负荷运行时, 电机输入功率 W 为 9.26kW, 轴功率 BHP 为 7.5kW, 循环液流量 q 为 71/l/min, 则循环液温度上升 $\Delta T = 7.3 \sim 7.7$ °C。如硫磺的进口液温为 140 °C, 则泵内硫磺温度为 147.3~147.7 °C, 低于 157 °C, 没有问题。如硫磺的进口液温为 152 °C, 则泵内硫磺温度为 159.7 °C, 这样泵内硫磺粘度就会急剧上升, 显然是不行的。

3 硫磺泵的运行

由于硫磺粘度随温度变化, 在运行中若稍有疏忽的话, 如运行前没有充分保温, 或硫磺温度过高, 便会发生故障, 轻者损坏轴承、轴套, 重者损坏定转子屏蔽套, 继而烧毁电机。

笔者根据近几年硫磺泵(日机装屏蔽泵)的现场运行情况, 认为硫磺泵运行的关键是正确控制泵的进口温度和泵内循环液的温度。

在运行准备前, 泵的各夹套先通蒸气(蒸气压力 0.44MPa 左右, 相应的蒸气温度在 140 °C 左右), 使泵各部位的温度加热至硫磺的适宜温度(135~145 °C), 可通过热电偶来确定, 确认后, 再加热

30min, 然后全部打开进口阀门, 点动确认转向(如泵反向运行, 出口扬程只是正向的 60% 左右)和排除泵内气体, 排气结束后, 再次启动, 并慢慢打开出口阀门至工作点流量。

泵在开始运行后, 由于电机发热, 热电偶指示的温度会慢慢上升, 约 0.5~1h, 温度便会稳定下来, 如果温度继续升至 155 ℃以上, 就要采取相应措施: 一是适当降低硫磺的进口温度(可通过降低系统蒸气压力来达到); 二是降低泵的保温蒸气压力, 相当于降低泵的保温蒸气温度, 这完全可根据热电偶显示的温度来调节, 根据实际经验, 一般蒸

气压力在 0.245~0.294MPa(相应的蒸气温度在 120 ℃左右), 就没有什么问题了。

泵如中途停车, 应注意先切断电源, 后关闭进出口阀门。因屏蔽泵绝对不能无液运行。泵如果是短暂停车, 泵的保温蒸汽可不关闭; 如是长期停车, 注意在关闭泵的保温蒸汽前, 必须排出泵内的硫磺, 否则可能由于硫磺在成为固态后, 由于体积变化产生应力, 损坏泵的零部件。

雍自珑 200540 上海市金山区石化地区金一路 91 号上海日机
装屏蔽泵有限公司