

## 精苯生产蒸汽加热改导热油加热实践

朱光顺

(莱芜钢铁股份有限公司 焦化厂, 山东 莱芜 271104)

摘要: 莱钢焦化厂利用高炉煤气加热导热油代替蒸汽用于精苯生产, 经合理确定工艺参数, 保证了精苯生产顺利进行, 解决了因蒸汽压力不稳而影响精苯生产的难题, 3年共创效益800多万元。

关键词: 精苯生产; 蒸汽; 导热油; 导热油炉; 高炉煤气

中图分类号: TQ522.62 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2001)03-0001-02

### Practice Replacing Steam Heating by Heat Conducting Oil Heating in Fine Benzene Production

ZHU Guang-shun

(The Coking Plant of Laiwu Iron and Steel Co., Ltd., Laiwu 271104, China)

Abstract: The coking plant of Laiwu iron and steel Co., Ltd. replaces steam by heat conducting oil heated by blast furnace gas to produce fine benzol. By selecting the technical parameters reasonably, the fine benzene production has been assured to put into order, the key problem affecting production caused by the fluctuation of steam pressure has been settled. The benefit of more than 8 million yuan has been created in 3 years.

Key words: production of fine benzene; steam; heat conducting oil; heat conducting oil furnace; blast furnace gas

莱芜钢铁股份有限公司焦化厂(简称莱钢焦化厂)精苯车间生产所需蒸汽全部由莱钢动力部供给, 制约程度很大, 蒸汽压力一般都在0.4MPa以下。而精苯车间生产所需蒸汽压力必须在0.7MPa以上, 因此蒸汽供应严重不足, 精苯生产很难进行, 直接影响了莱钢焦化厂的经济效益。为了解决蒸汽供应不足的问题, 莱钢焦化厂决定建造一台用高炉煤气加热的导热油炉代替蒸汽用于精苯生产。

### 1 工艺流程的确定

莱钢焦化厂采用的导热油炉以高炉煤气为燃料, 以导热油为热载体, 通过热油泵强制循环, 将热量传递给各塔加热设备。

工艺流程如图1所示。热载体导热油用热油泵2<sup>#</sup>送入导热油炉1<sup>#</sup>, 经导热油炉加热到220~140℃后, 再送入蒸馏塔加热器5<sup>#</sup>进行加热, 此时导热油温度降为200℃。导热油再经4<sup>#</sup>气液分离器、3<sup>#</sup>过滤器后, 回到热油泵进口, 这样就形成了加热利用——再加热再利用的闭路循环系统。10<sup>#</sup>贮油槽、6<sup>#</sup>膨胀槽的作用是及时补充循环系统中损失的导热油。在导热油炉内高炉煤气燃烧后产生的废气, 经7<sup>#</sup>高炉煤气换热后, 降至250℃以下, 用8<sup>#</sup>引风机经9<sup>#</sup>烟囱排出。高炉煤气经换热后由30℃升高到180℃。

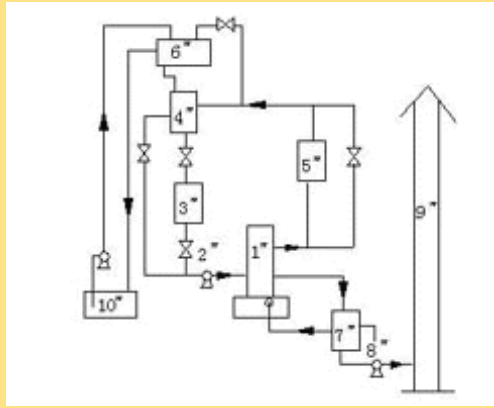


图1 导热油加热工艺流程

- 1 导热油炉 2 热油泵 3 过滤器 4 汽液分离器 5 加热用设备 6 膨胀槽  
7 换热器 8 引风机 9 烟囱 10 导热油储槽

## 2 导热油炉系统各参数的确定

### 2.1 精苯加工生产所需的热量

原设计全部用0.9MPa绝对大气压的蒸汽，总消耗量为1.97t/t轻苯。0.9MPa蒸汽压力的热值为2038.13kJ/kg，所需总热量为 $4.015 \times 10.6$ kJ。因此选用导热油炉的供热能力G为 $5 \times 10.6$ kJ/h。

### 2.2 高炉煤气消耗量的确定

取高炉煤气热值为 $3637 \text{kJ/Nm}^3$ ，导热油炉热效率为0.75，则高炉煤气消耗量为 $1833 \text{m}^3/\text{h}$ 。据此选用高炉煤气消耗量为 $2000 \text{m}^3/\text{h}$ 。

### 2.3 导热油循环量的确定及型号选择

根据公式

$$Q = G \div ((t_2 - t_1) \times C \times \rho) \quad (1)$$

式中  $t_1$ ——导热油入导热油炉温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_2$ ——导热油出导热油炉温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$C$ ——导热油平均比热， $2.684 \text{kJ/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ；

$\rho$ ——导热油密度， $0.85 \text{g/cm}^3$ ；

$Q$ ——导热油循环量；

$G$ ——导热油炉的供热量， $5 \times 10^6 \text{kJ/h}$ 。

将以上数据代入式(1)，得 $Q$ 为 $98 \text{m}^3/\text{h}$ ，取导热油循环量 $Q$ 为 $100 \text{m}^3/\text{h}$ 。根据上述计算，选用型号为WD320型的导热油即满足工艺要求。

### 2.4 导热油炉加热面积的确定

取导热油炉热效率为0.75，取导热油炉辐射段占总有效热量的85%，对流段占总有效热量的15%。

从理论上计算确定导热油炉辐射管及对流管所需的表面积是非常复杂的，在进行计算时，采用已知的热强度数据按下式确定所需的加热面积：

对于辐射段：

$$F_R = Q_R / \delta_R \quad (2)$$

式中  $Q_R$ ——辐射段吸收的热量， $Q_R = 0.85G$ ；

$\delta_R$ ——辐射管的热强度，取 $94050 \text{kJ/m}^2 \cdot \text{h}$ ；

$F_R$ ——辐射段加热面积， $\text{m}^2$ 。

将以上数据代入(2)式，得 $F_R$ 为 $39.97 \text{m}^2$ 。

对于对流段：

$$F_c = Q_c / \delta_c \quad (3)$$

式中  $Q_c$ ——对流段吸收的热量,  $Q_c = 0.15G$ ;

$\delta_c$ ——对流管的热强度, 取  $41800 \text{kJ/m}^2 \cdot \text{h}$ ;

$F_c$ ——对流段加热面积,  $\text{m}^2$ 。

将以上数据代入(3)式, 得  $F_c$  为  $17.94 \text{m}^2$ 。

即

$$F = F_R + F_c \quad (4)$$

$$F_{\text{总}} = F / 0.75 \quad (5)$$

得  $F$  为  $57.91 \text{m}^2$ ,  $F_{\text{总}}$  为  $77.21 \text{m}^2$ , 取  $F_{\text{总}}$  为  $80 \text{m}^2$ 。

## 2.5 总循环系统所需导热油量的确定

各塔加热器的容积  $V_1$  为  $1.023 \text{m}^3$ , 循环管道容积  $V_2$  为  $5 \text{m}^3$ , 导热油炉内加热管  $V_3$  为  $2 \text{m}^3$ , 导热油密度  $\rho$  为  $0.85 \text{g/cm}^3$ , 总容积  $V$  为  $8.023 \text{m}^3$ , 总量  $P$  为  $6.82 \text{t}$ 。

## 2.6 废气引风机选型的确定

每  $\text{Nm}^3$  高炉煤气产生的废气为  $1.757 \text{Nm}^3$ , 消耗高炉煤气  $2000 \text{m}^3/\text{h}$ , 则产生的废气总量为  $514 \text{m}^3/\text{h}$ 。选引风机型号: YB-39.6.3D型。

## 2.7 高炉煤气预热器的确定

由于废气温度达  $350^\circ\text{C}$ , 而进入引风机的废气温度不能高于  $250^\circ\text{C}$ , 因此必须把废气温度降下来。为此采取了用入导热油炉的高炉煤气与废气进行换热的办法, 既提高了高炉煤气的热值, 又可降低废气温度, 同时在引风机入口前废气管上设计了一个  $\phi 300 \text{mm}$  的冷风进口, 以起辅助作用。

2.7.1 确定换热器结构 为保证高炉煤气不泄漏, 减少阻力, 采用列管式换热器, 让高炉煤气走管程, 废气走壳程, 同时在外壳上设有补偿器。

2.7.2 确定换热面积 废气从  $t'_1 350^\circ\text{C}$  降到  $t'_2 220^\circ\text{C}$ , 平均比热  $C'$  为  $1.313 \text{kJ/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ , 高炉煤气  $t_1 30^\circ\text{C}$  上升到  $t_2 80^\circ\text{C}$ , 二者逆流换热, 高炉煤气量  $V_1$  为  $2000 \text{m}^3/\text{h}$ , 废气量  $V_2$  为  $3514 \text{m}^3/\text{h}$ , 则:

废气:  $t'_1$  ——  $t'_2$

高炉煤气:  $t_2$  ——  $t_1$

$\Delta t$ : 170 190

温差之比  $190/170$ , 小于 2, 所以平均温差  $\Delta t'$  为  $180^\circ\text{C}$ 。取预热器换热系数  $K_1$  为  $67 \text{kJ/m}^3 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ 。

根据公式:

$$\Delta S_m = Q_1 / (K_1 \times \Delta t') \quad (6)$$

式中  $\Delta S_m$ ——预热器换热面积,  $\text{m}^2$ ;

$Q_1$ ——废气热量,  $\text{kJ/h}$ 。

将各数代入(6)式, 得  $\Delta S_m$  为  $49.74 \text{m}^2$ 。取换热效率  $\eta$  为  $70\%$ , 则  $\Delta S_m$  为  $75 \text{m}^2$ 。

## 2.8 确定余热利用节约的高炉煤气量

废气温度由  $t'_1 350^\circ\text{C}$  降到  $t'_2 220^\circ\text{C}$ , 满足引风机的使用要求, 高炉煤气由  $t_1 30^\circ\text{C}$  换热后升到  $t_2 180^\circ\text{C}$ 。  $180^\circ\text{C}$  时高炉煤气的比热  $C_2$  为  $1.413 \text{kJ/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $30^\circ\text{C}$  时高炉煤气的比热  $C_1$  为  $1396 \text{kJ/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ 。根据下式计算热焓:

$$H = V \cdot C \cdot t \quad (7)$$

式中  $V$ ——高炉煤气量,  $2000 \text{m}^3/\text{h}$ ;

$C$ ——高炉煤气比热,  $\text{kJ/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ ;

$t$ ——高炉煤气温度,  $^\circ\text{C}$ 。

将以上数据代入(7)式, 得  $180^\circ\text{C}$  时高炉煤气的热焓  $H_2$  为  $508680 \text{kJ/h}$ ,  $30^\circ\text{C}$  时高炉煤气的热焓  $H_1$  为  $83760 \text{kJ/h}$ , 则节约热量  $424920 \text{kJ/h}$ 。

高炉煤气的低发热值  $R$  取  $3637 \text{kJ/m}^3$ , 节约的高炉煤气量为:

$$V = H / R \quad (8)$$

将以上数据代入(8)式，得V为117m<sup>3</sup>/h。

### 3 效益计算及实施效果

#### 3.1 直接经济效益

按每年加工轻苯6000t计算，节约蒸汽4t/t轻苯，年创效益149.28万元；加工轻苯年创效益120万元；耗高炉煤气，消耗19.68万元；设备总投资共计82万元，每年折旧大修费为8.2万元，总电耗为9.24万元。则年盈利共计232.16万元，回收年限为0.35年，即4个月可收回投资。

#### 3.2 社会效益

由于富裕放散的高炉煤气中CO、CO<sub>2</sub>的含量比较高，分别占高炉煤气体积百分组成的28.0%和11.0%，严重破坏了大气质量，同时也是能源的巨大浪费。该项目实施后，减少了由于高炉煤气放散带来的环境污染，改善了环境质量，充分利用了能源，社会效益显著。

#### 3.3 实施效果

该项目于1997年10月29日一次点火试车成功，投入运行以来，供热稳定、安全、可靠、效果极佳，生产操作稳定，达到了预期要求，轻苯加工能力达到1.5t/h以上，三苯收率达到87%以上，三苯质量稳定，生产顺行，3年来共加工轻苯20000t,创效益800多万元，彻底改变了精苯生产不正常的局面。该项目是利用高炉煤气为燃料，加热导热油用于轻苯深加工，在山东省焦化行业属首例。它的应用解决了精苯生产因蒸汽供应不足无法开工的局面，保证了精苯生产的正常进行，节约了大量蒸汽，创造了可观的经济效益和社会效益。此项目投资少，成本低，效率高，具有极好的推广应用价值。

---

[返回上页](#)