

# 氨水焦油分离工艺的优化探讨

石岩峰

中国炼焦行业协会

## 摘要:

氨水与煤焦油的高效分离是焦化生产稳定的关键环节。本文通过分析煤焦油在氨水中的物理沉降特性，探讨了温度控制与停留时间对分离效率的影响。重点论述了基于“浅池理论”的斜板分离技术在工艺优化中的应用。结合北京炼焦化学厂的成功案例，验证了物理结构优化在降低氨水含油量方面的显著效果。

## 1. 物理分离基本原理

### 1.1 沉降动力学：斯托克斯定律

焦油滴在氨水中的分离过程主要依靠重力沉降作用，其沉降规律可通过斯托克斯（Stokes）公式描述，焦油液滴的沉降速度表示为：

$$v = \frac{(\rho_{tar} - \rho_{water})g}{18\mu} d^2$$

其中：

$v$ : 焦油滴的沉降速度 (m/s)；

$d$ : 焦油滴直径 (m)；

$\rho_{tar}$ : 焦油的密度 (kg/m<sup>3</sup>)；

$\rho_{water}$ : 氨水的密度 (连续相流体的密度 kg/m<sup>3</sup>)

$\mu$ : 为氨水的动力粘度 (Pa·s)

$g$ : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)

从公式可知，提高分离效率的物理途径主要有两条：一是增大液滴粒径，二是降低介质粘度。焦油脱水采用三相超级离心机就是通过增加重力加速度提高分离效果的案例。

### 1.2 温度对分离的促进作用

温度是影响焦油粘度的核心变量，随着温度升高，焦油的分子间作用力减弱，粘度呈指数级下降；同时氨水动力粘度大幅下降。

水在 30°C 时动力粘度为 0.798 mPa · s，在 75°C 时动力粘度为 0.378 mPa · s。

### 保持高温可显著提升焦油沉降速度：

- 显著降低焦油滴沉降过程中受到的摩擦阻力。
- 大幅减小氨水的动力粘度。
- 降低了油水界面张力，使微小焦油滴在碰撞时更容易克服界面能屏障，聚结成直径更大的油滴。

### 1.3 浅池理论与沉降面积

根据浅池理论，在流量一定的前提下，沉降效率仅与沉降面积相关，而与沉降高度无直接关系。基于这一原理，通过在槽内增加水平或倾斜的隔板，可以成倍增加有效沉降面积，显著缩短单个液滴的沉降路径与时间，大幅提升分离效率。

$$t = \frac{H}{v} = \frac{V}{Q} = \frac{SH}{Q}$$

$t$ ：时间（既为沉降时间，也为停留时间）

$H$ ：设备有效高度

$v$ ：焦油滴的沉降速度（由斯托克斯定律等决定，是物性参数）

$V$ ：设备有效体积

$Q$ ：处理流量（处理能力）

$S$ ：沉降设备的水平投影面积（即沉降面积）

约去高度  $H$ ，上面等式可以转化为： $Q = Sv$ ，可以得出重要结论：**在物性条件（ $v$ ）确定的情况下，处理能力由面积一维决定。**

## 2. 工艺优化方案：斜板沉降技术

通过在沉降设备内部加装斜板结构，可从结构设计、流场控制与温度稳定三方面协同提升氨水焦油分离效果，具体方案如下：

### 2.1 斜板结构设计

- **倾角选择：**斜板与水平面的夹角建议设计为 65° ~ 70°。该角度既能保证沉降面积的最大化，又能利用焦油自身的重力使其顺板下滑，实现自清洁。
- **材质与表面处理：**选用不锈钢材质，并进行表面镜面抛光。这种处理可以降低焦油在板面的附着力，防止长时间运行产生挂垢堵塞。

- **板间距设置：**考虑到焦油中可能夹带的焦粉等固体杂质，板间距通常设定在 80-120mm，实现分离精度与防堵塞性能的平衡。

## 2.2 流场与温度控制

- **均流布水：**在斜板区前端设置多级穿孔分布板，将高速进入的流体转变为平稳的层流状态 ( $Re < 500$ )，避免紊流干扰沉降。
- **全槽保温：**实施严格的槽体保温，消除因温差产生的对流涡流。维持槽内温度在 75°C 的稳态，是物理分离发挥最大效能的前提。

1994 年，北京炼焦化学厂在剩余氨水焦油分离工艺中引入了斜板设计，成功将剩余氨水的含油量降至 20mg/l 以下（引入斜板设计的原因是没有多余场地）。河南利源剩余氨水焦油分离工艺采用了 72 小时停留时间和槽体保温工艺，剩余氨水的含油量降至 50mg/l 左右，蒸氨塔运行 4 年未排出油类物质。

## 3. 结论

氨水焦油分离是一个典型的物理沉降过程。通过稳定温度场以降低粘度、增加停留时间以保障聚并、以及引入斜板结构以扩大有效沉降面积，可以从根本上提升分离效率。北京炼焦化学厂的实践证明，单纯依靠物理结构的精细化设计，完全可以达到极高的分离指标，这为当前焦化企业提升工艺水平提供了重要的借鉴。

焦化工艺的进步往往不在于引入昂贵的化学药剂和复杂的方法，而在于对基础物理场（重力场、温度场、流场）的极致精细化控制。