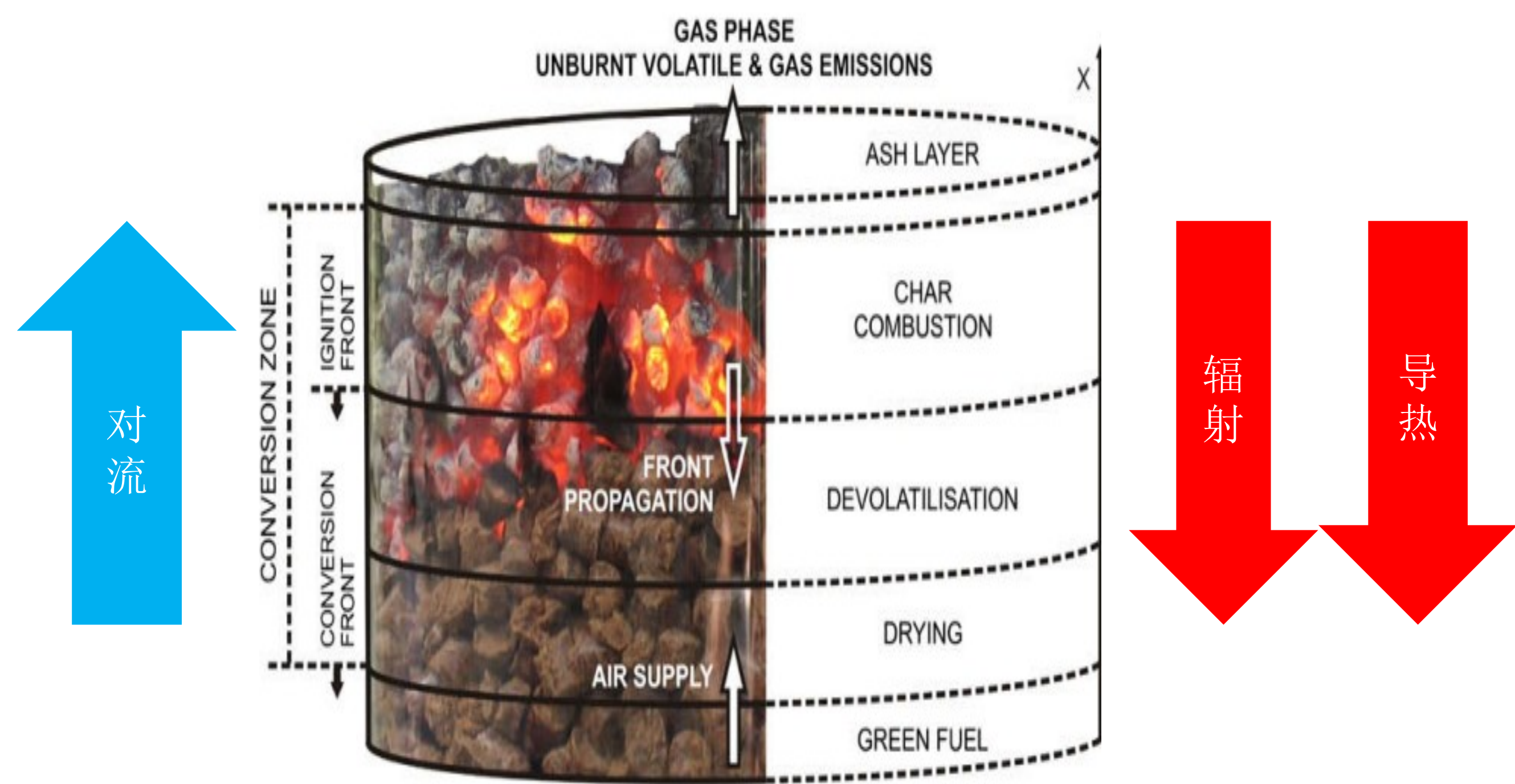


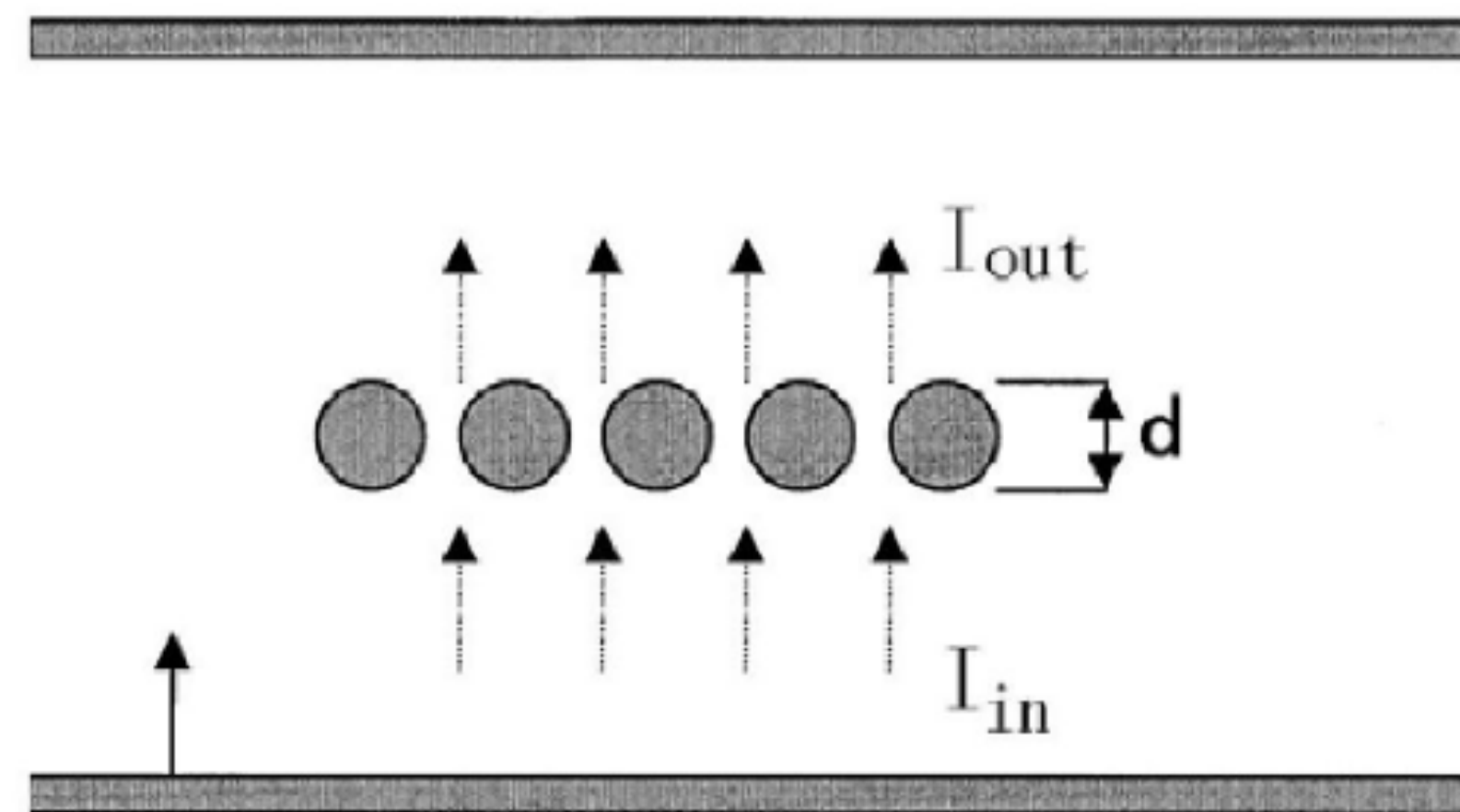
# 层燃模型

## 层燃火焰传播原理



在稳定燃烧阶段，火焰以化学反应为原动力、通过热传导、热辐射等作用自发向下传播，火焰传播过程受对流冷却作用的影响。

$$\begin{cases} \frac{dq_x^+}{dx} = -a_s q_x^+ + a_s \sigma T_n^4 \\ -\frac{dq_x^-}{dx} = -a_s q_x^- + a_s \sigma T_n^4 \\ \frac{dq_y^+}{dy} = -a_s q_y^+ + a_s \sigma T_n^4 \\ -\frac{dq_y^-}{dy} = -a_s q_y^- + a_s \sigma T_n^4 \end{cases}$$



## 气相守恒方程

质量守恒  $\frac{\partial}{\partial t}(\varepsilon \rho_g) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\varepsilon \rho_g u_i) = S_m$

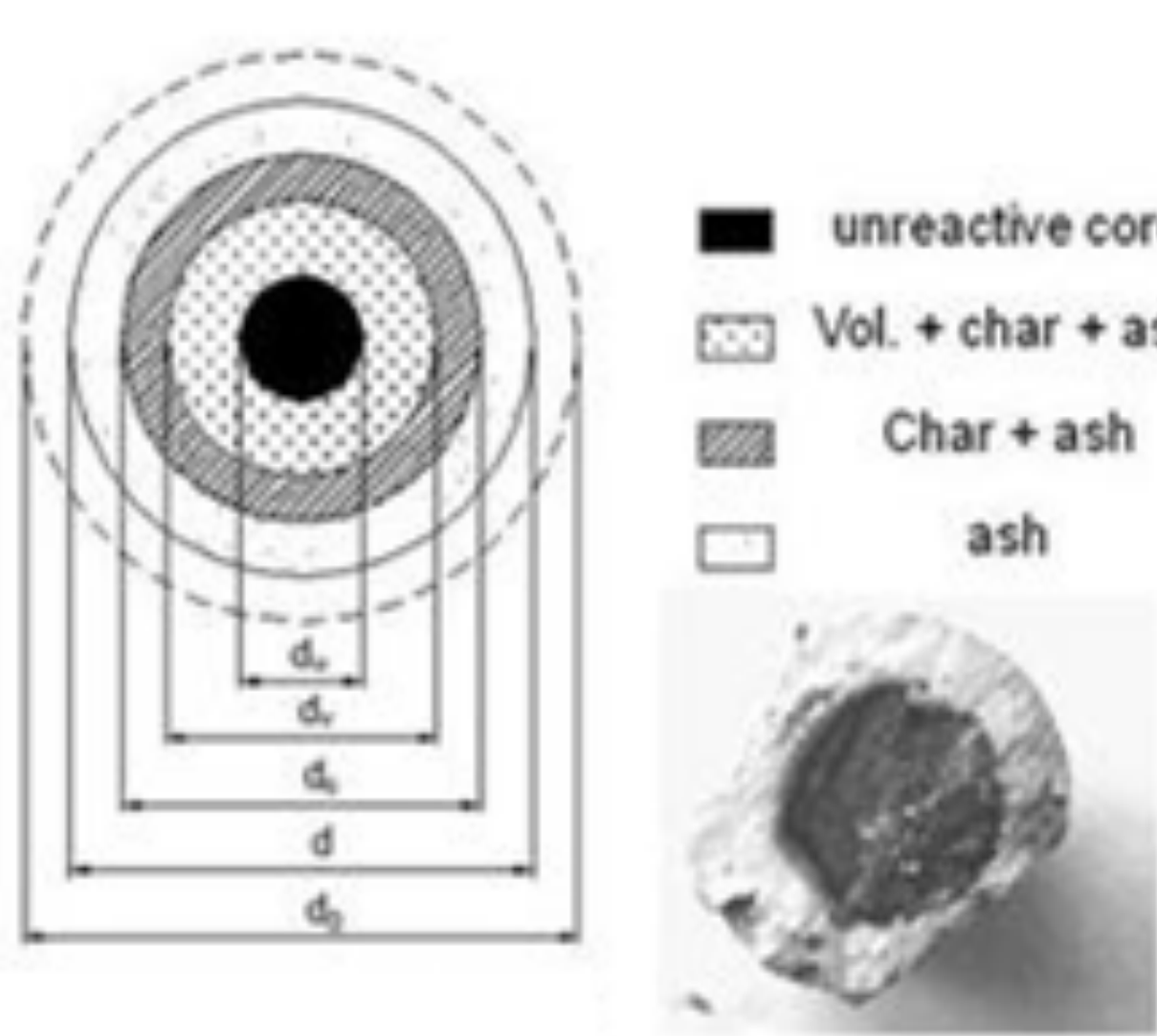
动量守恒  $\frac{\partial}{\partial t}(\varepsilon \rho u_i) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\varepsilon \rho u_i u_j) = -\varepsilon \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\varepsilon \tau_{ij}) + \varepsilon \rho_g g + S_{p,i}$

组分守恒  $\frac{\partial}{\partial t}(\varepsilon X_i \rho_g) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\varepsilon X_i \rho_g u_i) = \frac{\partial}{\partial x_i}(\varepsilon \rho_g D_{eff} \frac{\partial X_i}{\partial x_i}) + S_{s,i} + S_{g,i}$

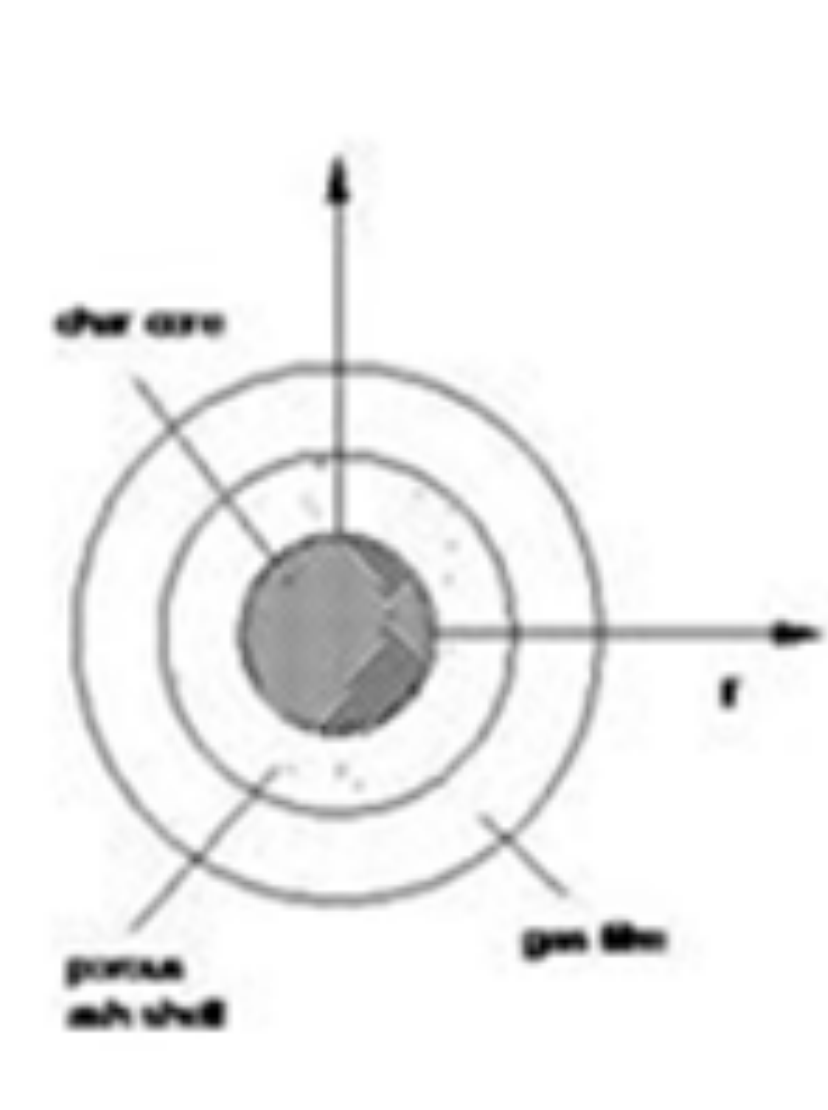
能量守恒  $\frac{\partial}{\partial t}(\varepsilon C_{p,g} \rho_g T_g) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\varepsilon u_i C_{p,g} \rho_g T_g) = \frac{\partial}{\partial x_i}(\varepsilon k_{c,g,eff} \frac{\partial T_g}{\partial x_i}) + S_{Q,c} + S_{Q,gr} + S_{Q,sr2}$

源项	物理意义	对应过程
质量源项	单位时间单位体积从固相进入气相的质量	固相过程*
动量源项	多孔介质对流体的阻碍	流体通过多孔介质的流动 (Ergun Equation)
组分源项	单位时间单位体积由化学反应引起的气体组分的质量增量	固相过程*、气相反应
能量源项	单位时间单位体积内由对流扩散以外原因引起的能量的增量	气固对流换热、气相反应、固相过程*、(气固辐射换热)

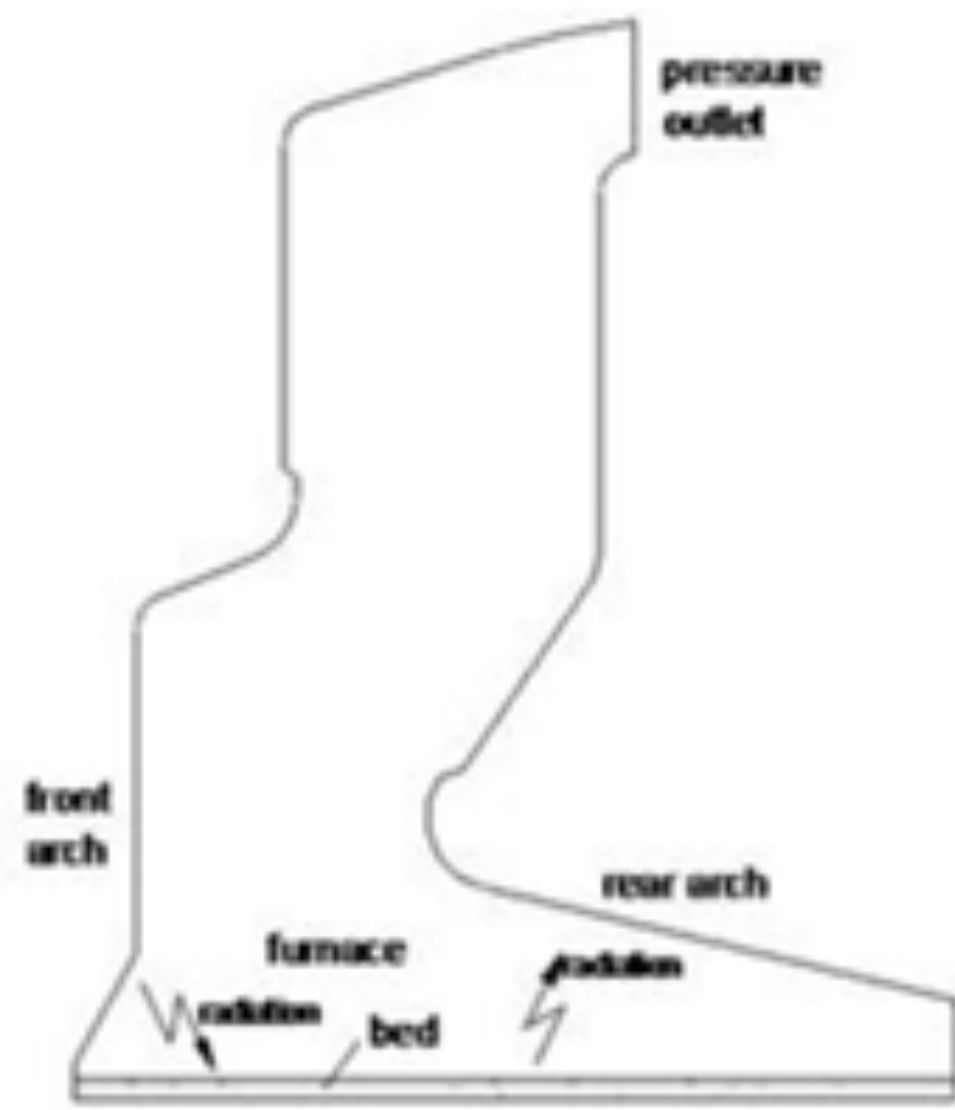
## 现有燃煤层燃模型



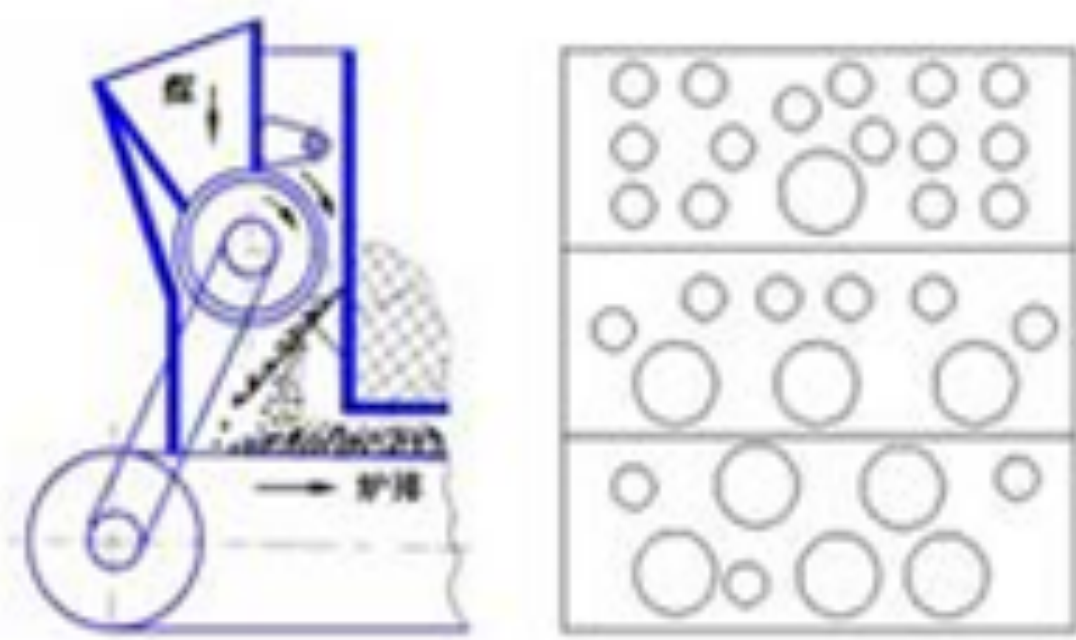
四层双收缩模型



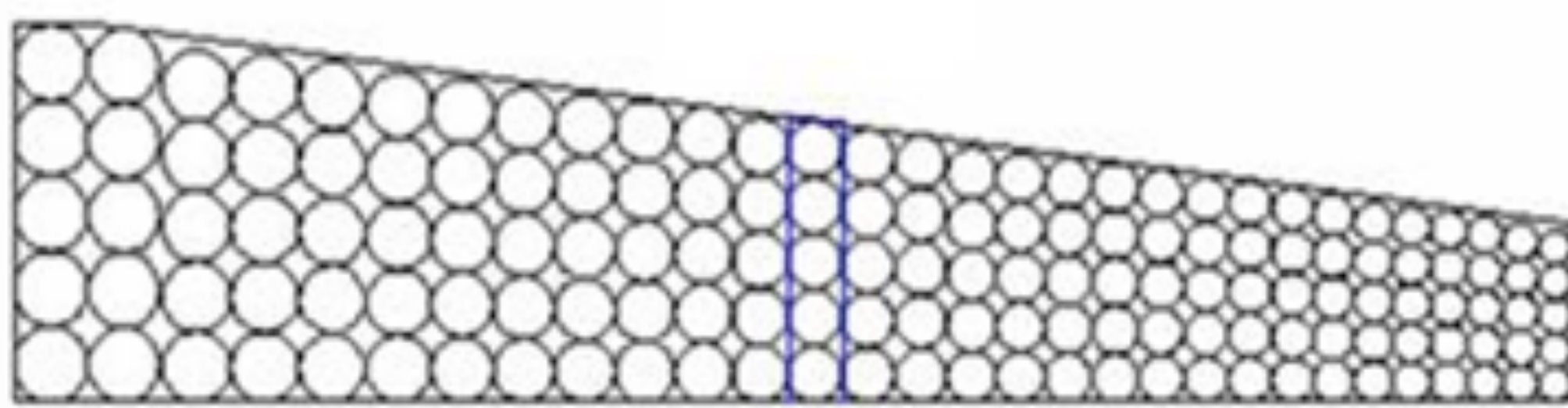
考虑石墨化趋势的焦炭燃烧过程



床层炉膛耦合方法



模拟分层煤斗

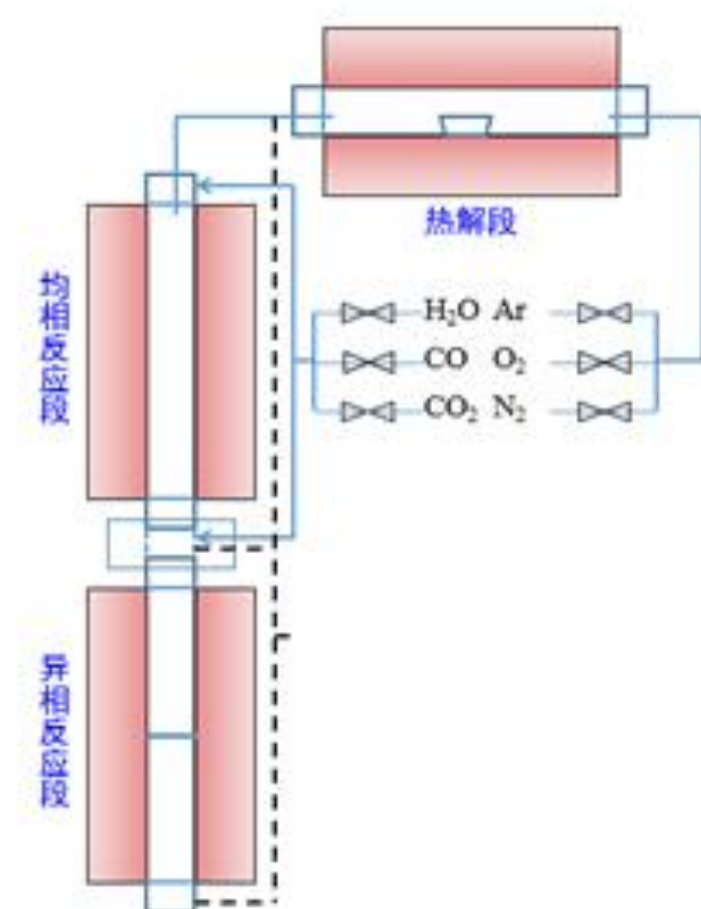


床层下降模型

## 建立层燃NOx模型



大颗粒热重实验台



分体式层燃反应器



层燃单元体炉试验台

大颗粒煤中燃料氮在异相和均相反应模型

在层燃单元体台架上对NO<sub>x</sub>模型进行验证