

# 权 利 要 求 书

1. 一种钻屑颗粒沉降曳力系数的测试方法，采用一种钻屑颗粒沉降曳力系数的测试装置进行测试，其装置结构包括模拟井筒、数据采集分析模块；

所述模拟井筒为透明的圆柱筒体结构，模拟井筒外侧壁面贴有刻度线，所述刻度线沿纵轴线设置，与水平方向垂直；模拟井筒底部固定有木制底座，在模拟井筒底部设有排液阀门；

所述数据采集分析模块，包括高速摄像机、数据收集器和电脑；高速摄像机正对模拟井筒设置，并通过自带的数据线连接到数据收集器，再通过数据收集器的数据线连接到电脑；

所述高速摄像机帧速率为每秒 100 帧，设在距离模拟井筒 1 米远处；

所述数据收集器还带有无线传输模块，通过 wifi 连接电脑并传输数据；

其特征在于，具体实验步骤如下：

A、进行实验准备工作，将实验沉降钻屑用不同目数的筛网分选好；在模拟井筒中注入配好的液体，静置 12 小时，防止气泡的产生；

B、将摄影机调整至全部覆盖整个模拟井筒，并且将分选好的不同目数的钻屑颗粒单颗从液面轻轻放入，观察钻屑颗粒在液体中的沉降实验，采集物体沉降的图像，每一组实验用同类型颗粒重复 3 次；

C、对采集的图像进行处理，利用帧差法得到钻屑颗粒沉降的速度；

D、根据实验所得的沉降末速来计算沉降曳力系数；

E、构造新的形状描述因子，得到新的沉降曳力系数经验模型；

所述步骤 D 的具体计算步骤是：利用力的平衡原理，沉降曳力系数的计算公式为：

$$C_d = \frac{4(\rho_p - \rho_f)d_e g}{3\rho_f V^2}$$

式中， $C_d$  为沉降曳力系数，无量纲； $\rho_p$  为颗粒密度， $\text{kg/m}^3$ ； $\rho_f$  为颗粒密度， $\text{kg/m}^3$ ； $d_e$  为颗粒当量直径，m； $g$  为重力加速度， $\text{m/s}^2$ ； $V$  为沉降末速， $\text{m/s}$ ；

所述步骤 E 的具体步骤是：构造新的形状描述因子，提出新的沉降曳力系数经验模型，拟合得到考虑形状和方向的经验参数值；

拟合采用的公式如下：

$$C_d = \frac{24k_s}{Re} \left( 1 + a(Re/k_s)^b \right) + \frac{d}{1 + c/(Re/k_s)}$$

式中， $Re$  为颗粒的雷诺数，无量纲； $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  和  $k_s$  是经验系数，由拟合得到，无量纲；

$k_s$  的计算公式为：

## 权 利 要 求 书

---

$$k_s = (F^\alpha + F^\beta) / 2$$

式中,  $\alpha$  和  $\beta$  分别为  $k_s$  的经验系数, 由拟合得到;  $F$  为构造的新的形状描述因子, 计算公式如下:

$$F = \sqrt{\phi\psi}$$

式中, 球形度  $\phi$  表示与颗粒相同体积的球体的表面积和颗粒的表面积之比, 计算公式为:

$$\phi = S_s / S_p$$

式中,  $S_s$  为与颗粒相同体积的球体的表面积,  $\text{m}^2$ ;  $S_p$  为颗粒的表面积,  $\text{m}^2$ ;  
 $\psi$  为形状因子, 具体表达式为:

$$\psi = S / \sqrt{LI}$$

式中,  $S$ 、 $L$  和  $I$  分别是颗粒最小外接长方体的最短边、最长边和中间边,  $\text{m}$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的一种钻屑颗粒沉降曳力系数的测试方法, 其特征在于, 所述步骤 C 的具体步骤是: 利用在模拟井筒前的高速摄影机, 连续地记录钻屑颗粒通过不同标尺位置, 利用帧差法计算钻屑颗粒的沉降速度, 以此分析整个试验过程中钻屑颗粒的运动规律。