

武汉科技大学

2005 年硕士研究生入学试题

参考标答

课程名称:《工业通风》

说明: 1. 适用专业: 安全工程、环境工程。

2. 可使用的常用工具: 计算器、绘图尺。

3. 答题内容写在答题纸上, 写在试卷或草稿纸上一律无效。

一、 问答题 (10×5 分)

1. 一套完整的通风除尘系统主要由哪几部分组成?

答: 集气罩、通风管道、除尘器、风机、排气筒。

2. 控制工业有害物的通风方法有哪些?

答: 局部通风和全面通风。

3. 集气罩的按密闭情况和相对位置分为几种基本形式?

答: 密闭罩、柜式排气罩、外部吸气罩、接受式集气罩、吹吸式集气罩。

4. 设计集气罩应考虑哪些主要几何参数和物理参数?

答: 集气罩形式、罩口面积、罩口风速、集气风量。

5. 管道设计应考虑哪些主要几何参数和物理参数?

答: 管径、管内最低风速、材质、管道阻力损失、风压平衡计算。

6. 旋风除尘器内三维速度场是如何分布的?

答: 切向方向的外环的准自由涡、内环的准强制涡; 轴向外侧的向下流动, 内侧的向上流动; 径向的向内流动。

7. 微粒对捕尘体的惯性碰撞和扩散效应主要与哪些准数有关?

答: 惯性碰撞与流体绕捕尘体雷诺数和斯托可斯数有关, 扩散效应与流体绕捕尘体雷诺数和皮克莱特数有关。

8. 湿式洗涤器的优缺点有哪些?

答: 优点: 效率高、可净化高温烟气并对气体污染物有一定的净化作用

缺点: 二次污染、有腐蚀、产生白色烟羽、缺水地区不宜用、冬天注意防冻。

9. 测量弯头前、后风压、风速时, 测点应选离弯头距离分别是多少以上?

答: 弯头前管径 2 倍以上、弯头后管径 5 倍以上。

10. 纤维过滤机理主要有哪些?

答: 惯性碰撞、拦截、扩散、静电、重力和筛滤作用。

二、 计算题 (5×10 分)

1. 有三条粉尘筛下累积分布曲线相互平行如图 1 所示，试在如图 2 所示的坐标系中定性绘出粉尘密度分布曲线（在试卷纸绘出图 2）。

答：见图 2

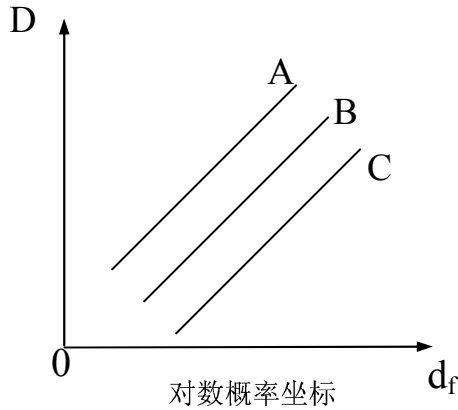


图 1

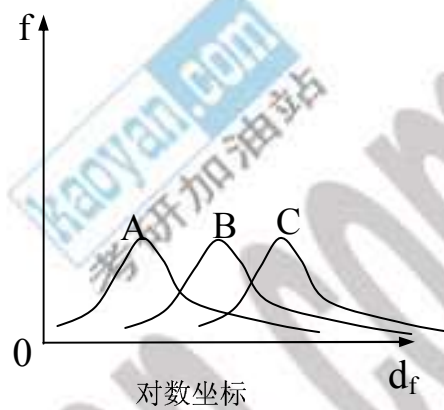


图 2

2. 一除尘器的总除尘效率 η_T 80%，由表中已知参数写出分级效率表达式，并根据表中数据将计算结果填于表中（在试卷纸上另作一表）。

答： $\eta = \eta_T \frac{\Delta D_c}{\Delta D_i} \times 100 \%$

粉尘粒径 d_p (μm)	10	20	30	40	50
入口粉尘频率分布 ΔD_i (%)	10	20	25	30	15
灰斗中粉尘频率分布 ΔD_c (%)	5	15	27	35	18
分级效率 η_i (%)	40	60	86.4	93	96

3. 已知旋风除尘器的分割直径为 $20 \mu m$ ，其入口粉尘频率分布仍如上表所示，求总效率。若改为湿式旋风洗涤器，使颗粒直径均增加 20%，求其总效率。

答： $\eta_{T1} = 64\%$ ； $\eta_{T2} = 70\%$ 。

4. 某静电除尘器烟气处理量 $Q = 360000 m^3/h$ ，总收尘面积 $A = 4000 m^2$ ，其总除尘效率为 $\eta = 95\%$ 。若将总除尘效率提高到 98%，其总收尘面积增加到多少？

答： $A_2 = 5250 m^2$

5. 有除尘系统如图 3 所示。已知：局部阻力系数 $\epsilon_1 = \epsilon_2 = \epsilon_3 = \epsilon_4 = 0.5$ ；摩擦阻力系数

$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = 0.05$; 流量 $Q_1 = Q_2 = 2 \text{ m}^3 / \text{s}$; 管道长度 $l_1 = l_2 = l_3 = l_4 = 10 \text{ m}$; 管径 $d_1 = d_2 = 0.5 \text{ m}$; $d_3 = d_4 = 0.5 \text{ m}$; 除尘器压力损失 $p_c = 1000 \text{ Pa}$; 气体密度 $\rho = 1.2 \text{ kg} / \text{m}^3$ 。试计算通风机的理论功率。

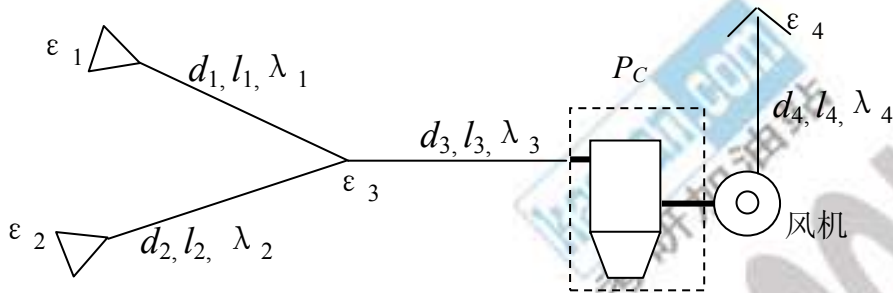


图 3

答: (1) 局部阻力:

集气罩 1 的局部阻力: $p_{\epsilon_1} = \epsilon_1 \frac{\rho v_1^2}{2} = 0.5 \times \frac{1.2 \times 16^2}{2} \approx 76 \text{ Pa}$

三通局部阻力: $p_{\epsilon_3} = \epsilon_3 \frac{\rho v_3^2}{2} = 0.5 \times \frac{1.2 \times 20^2}{2} \approx 120 \text{ Pa}$

排气筒出口局部阻力: $p_{\epsilon_3} = p_{\epsilon_4} = 120 \text{ Pa}$

(2) 摩擦阻力:

管道 1 摩擦阻力: $p_{\lambda_1} = \lambda_1 \frac{l_1 \rho v_1^2}{d_1 2} = 0.05 \times \frac{10 \times 1.2 \times 16^2}{2 \times 0.4} \approx 190 \text{ Pa}$

管道 3 摩擦阻力: $p_{\lambda_3} = \lambda_3 \frac{l_3 \rho v_3^2}{d_3 2} = 0.05 \times \frac{10 \times 1.2 \times 20^2}{2 \times 0.5} \approx 240 \text{ Pa}$

管道 4 摩擦阻力: $p_{\lambda_3} = p_{\lambda_4} = 240 \text{ Pa}$

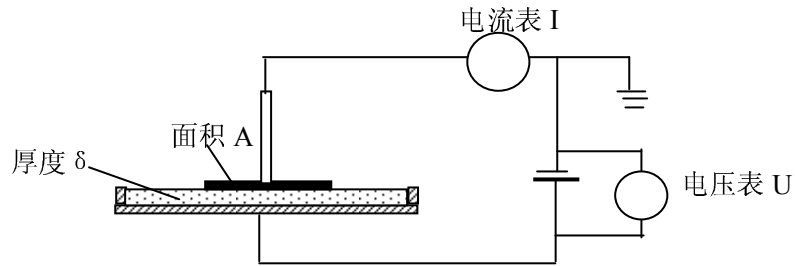
(3) 总阻力: $p = 76 + 120 + 120 + 190 + 240 + 240 + 1000 = 1986 \text{ Pa}$

(4) 理论总功率: $N = 1986 \times 4 = 7820 \text{ W} \approx 8 \text{ kW}$

三、简述题 (5×10 分)

1. 简述粉尘比电阻测定的原理, 画出测试装置示意图。

答: $R_b = \frac{U}{I} \cdot \frac{A}{\delta}$



2. 对于除尘器串联情况，无论是分级效率还是总效率，都有：

$$\eta = 1 - (1 - \eta_1)(1 - \eta_2)$$

你认为此计算公式是否合理，为什么？如果不合理，能否提出改进建议或方法。

答：分级效率合理，总效率不合理。因为，实际粉尘大小不一。改进方法是总效率考虑粒度分布。

3. 简述等温自由圆射流的特征。

答：（1）卷吸作用；（2）射流断面扩大；（3）射流核心区减小；（4）核心段后速度下降；（5）射流各断面的动量相等。

4. 简述静电除尘器正电晕放电的气体电离现象。

答：空气中存在少量自由电子，随电压上升，自由电子加速向放电极运动，轰击中性气体分子使其外层电子逸出，逸出的电子继续轰击中性气体分子，产生更多的电子，称为电子雪崩现象，空气分子变为正离子。正离子向收尘运动，与粉尘碰撞使粉尘带电。

5. 简述吸收过程的双膜理论。

答：（1）气液两相接触面存在很薄的气膜和液膜，处于层流态；（2）吸收质通过两个膜，有气相进入液相。