



流动过程综合实验

实验目的

- (1) 能进行光滑管、粗糙管、闸阀局部阻力测定实验，掌握测定流体流经直管、管件和阀门时阻力损失的一般实验方法；
- (2) 测定光滑直管和粗糙直管的摩擦系数 λ 与雷诺准数 Re 的对应关系，验证流体处于不同流动类型时的 λ 与 Re 二者间的关系，并将所得光滑管的 $\lambda \sim Re$ 方程与Blasius方程相比较。
- (3) 测定流体流经管件、阀门时的局部阻力系数 ξ 。
- (4) 学习工业上流量、功率、转速、压力和温度等参数的测量方法，使学生了解涡轮流量计以及相关仪表的检测原理。。

实验原理

(1) 直管摩擦系数 λ 与雷诺数 Re 的测定

- 可分别测定光滑管和粗糙管的直管阻力摩擦系数 λ 与 Re 二者间的关系。
- 对于不可压缩流体在水平等直径直管内作定态流动，根据伯努利方程有：

$$h_f = \frac{\Delta p_f}{\rho} = \frac{p_1 - p_2}{\rho} = \lambda \frac{l}{d} \frac{u^2}{2}$$

$$\lambda = \frac{2d}{L\rho} \times \frac{\Delta P_f}{u^2}$$

$$\lambda = \frac{2d}{L\rho} \times \frac{\Delta P_f}{u^2}$$

- 当采用倒置U型管液柱压差计时 $\Delta p_f = \rho g R$

$$Re = \frac{du\rho}{\mu}$$

本装置采用转子流量计测流量，V，l/h。

$$u = \frac{V / 1000}{900\pi d^2}$$

实验原理

(2) 局部阻力系数 ξ 的测定

- 局部阻力损失通常有两种表示方法，即当量长度法和阻力系数法。

① 当量长度法

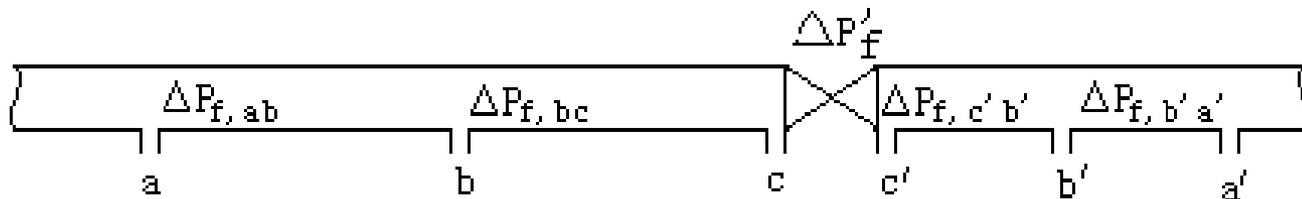
$$\sum h_f = \frac{p_1 - p_2}{\rho} = \lambda \frac{l + \sum l_e}{d} \frac{u^2}{2}$$

② 阻力系数法

$$h_f' = \frac{\Delta p_f'}{\rho} = \xi \frac{u^2}{2}$$

$$\xi = \frac{2\Delta p_f'}{\rho u^2}$$

在一条各处直径相等的直管段上，安装待测局部阻力的阀门，在其上、下游开两对测压口a-a'和b-b'

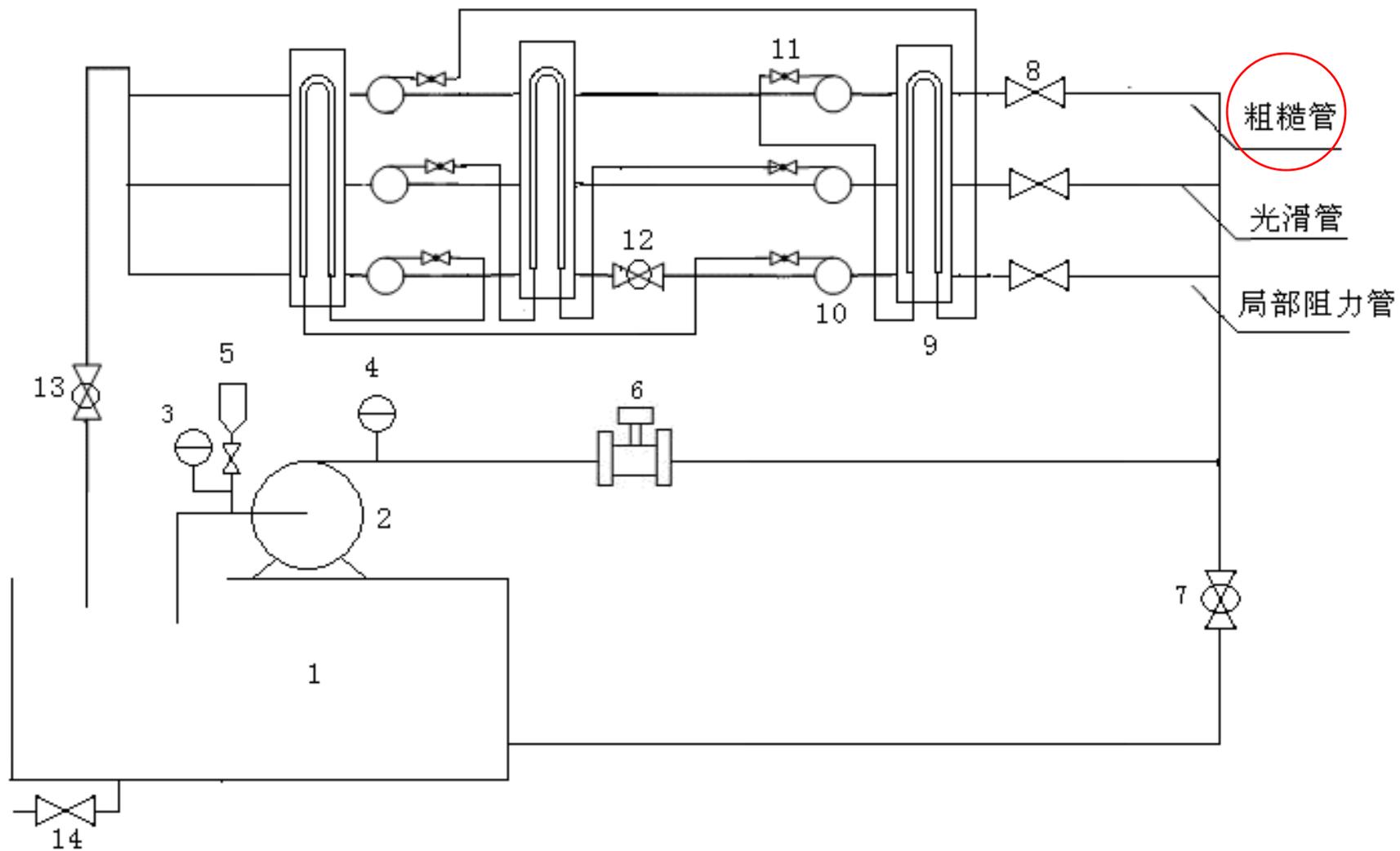


对于开口位置，有： $ab=bc$ $a'b'=b'c'$

$$\Delta P_{f, ab} = \Delta P_{f, bc} \quad \Delta P_{f, a'b'} = \Delta P_{f, b'c'}$$

$$\Delta P'_f = 2(P_b - P'_b) - (P_a - P'_a)$$

实验装置



实验装置主要参数

名称	材质	管内径 (mm)	测量段长度 (m)
局部阻力 (闸阀) 管	钢质	15	—
光滑管	不锈钢管	8.0	1.708
粗糙管	镀锌铁管	10.0	1.713

实验步骤

(1) 实验准备:

- ①清洗水箱，关闭箱底侧排污阀，灌清水至离水箱上缘约15cm高度。
- ②接通控制柜电源，打开总开关电源及仪表电源。

(2) 实验管路选择:

选择实验管路，把对应的进口阀打开，并在出口阀最大开度下，保持全流量流动5—10min。

(3) 排气: 对倒U型管进行排气操作。

(4) 流量调节:

进行不同流量下的管路压差测定。让流量由小到大或由大到小调节管路总出口阀，每次改变流量，待流动达到稳定后，读取各项数据。主要获取实验参数为：流量 Q 、测量段压差 P ，及流体温度 t 。

(5) 实验结束:

实验完毕，关闭管路总出口阀，然后关闭泵开关和控制柜电源，将该管路的进口球阀和对应均压环上的引压阀关闭。

实验报告要求

- (1) 根据粗糙管实验结果，在双对数坐标纸上标绘出 $\lambda \sim \text{Re}$ 曲线，对照化工原理教材上有关曲线图，即可估算出该管的相对粗糙度和绝对粗糙度。
- (2) 根据光滑管实验结果，在双对数坐标纸上标绘出 $\lambda \sim \text{Re}$ 曲线，拟合 $\lambda \sim \text{Re}$ 方程，对照柏拉修斯方程，计算其误差。
- (3) 根据局部阻力实验结果，求出闸阀全开时的平均 ξ 值。
- (4) 对以上的实验结果进行分析讨论。

思考题

- (1) 测定局部阻力时，上下游取压点的位置应设在何处？
- (2) 以水做介质所测得的 $\lambda \sim \text{Re}$ 关系能否适用于其它流体？如何应用？
- (3) 在不同设备上(包括不同管径)，不同水温下测定的 $\lambda \sim \text{Re}$ 数据能否关联在同一条曲线上？