



单相流动阻力测定

实验目的

- (1) 识别组成管路的各种管件、阀门的结构、使用方法和性能。
- (2) 掌握倒U形压差计的使用方法。
- (3) 测定粗糙直管的摩擦系数 λ 与随雷诺准数 Re 的变化，验证流体处于不同流动类型时的 λ 与 Re 二者间的关系。

基本原理

- 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：

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

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

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

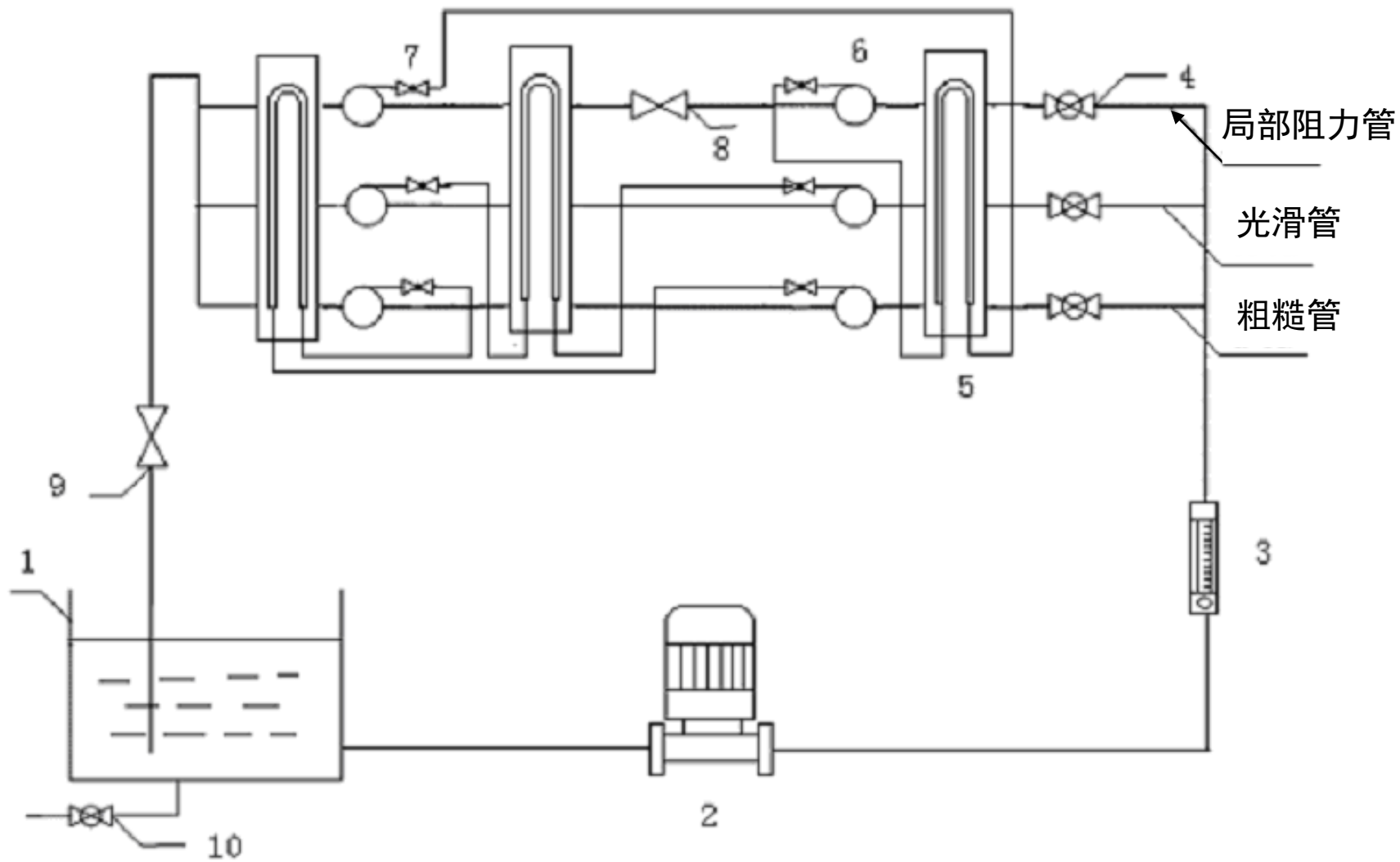
- 当采用倒置U型管液柱压差计时 $\Delta p_f = \rho g R$

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

本装置采用转子流量计测流量，V，l/h。

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

流体流动阻力实验装置图



主要设备与仪器规格参数

流体流动阻力实验装置中粗糙管参数

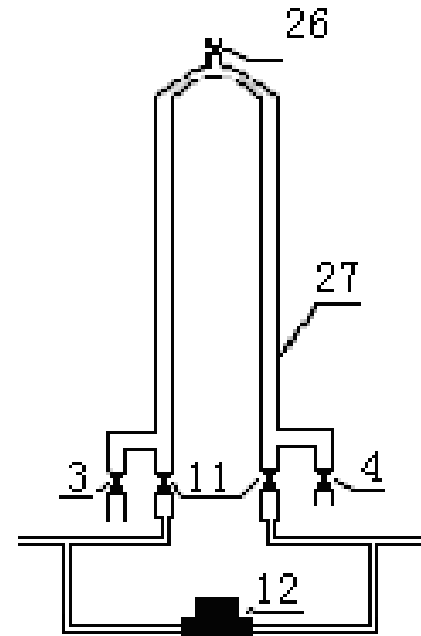
| 名称 | 材质 | 管内径 (mm) | 测量段长度 (m) |
|-----|------|----------|-----------|
| 粗糙管 | 镀锌铁管 | 10.0 | 1.713 |

实验步骤

- ①首先检查蓄水槽必须注满水；然后接通电源，关闭所有流量调节阀，启动离心泵。
- ②粗糙管阻力测定（步骤a、b和c）。关闭光滑管路及局部阻力管路阀门，将粗糙管路阀门全开，进行排气操作。直到导压管内不存在气泡时，即可进行测定。
- ③从小流量到最大流量，测取15~20组数据。
- ④测取水箱水温。待数据测量完毕，关闭流量调节阀，停泵。

驱赶气泡操作

- 当粗糙管路阀门全开，在流量为零条件下，打开通向倒置U型管的进水阀时，若倒置U型管内液柱高度差不为零，则表明导压管内存在气泡，需要进行驱赶气泡操作。
- 导压系统图



注意事项

- ①启动离心泵之前必须关闭所有流量调节阀，关闭压力表和真空表的开关，以免损坏测量仪表。
- ②利用压力传感器测量大流量下 ΔP 时，应切断空气—水倒置U型玻璃管的阀门。
- ③在实验过程中每调节一个流量之后应待流量和直管压降的数据稳定以后方可记录数据。
- ④使用变频调速器时一定要注意**FWD**指示灯亮，切忌按**FWD REV**键，**REV**指示灯亮时电机反转。

实验记录

• 粗糙管内流体流动阻力实验记录

工作流体： 温度： 密度： 粘度：

(装置编号： 粗糙管内径= mm，管长= m)

| 序号 | 流量(l/h) | 直管压差 ΔP | | ΔP (Pa) | 流速 u (m/s) | Re | λ |
|-----|---------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------|------|-----------|
| | | (kPa) | (mmH ₂ O) | | | | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| ... | | | | | | | |

实验数据整理

- (1) 绘制流体在粗糙管内的 λ - Re 关系曲线。
- (2) 对实验结果进行分析讨论。

思考题

- (1) 在U型压差计上装设“平衡阀”有何作用？
- (2) 离心泵启动前应做哪些准备？
- (3) 在进行系统排气时，是否应关闭系统的出口阀门？为什么？如何检验测试系统内的空气已经排除干净？
- (4) 直管摩擦阻力的来源是什么？影响直管阻力的因素是什么？
- (5) 在一定相对粗糙度 (ε/d) 下， $\lg\lambda-\lg Re$ 的关系曲线是怎样的？当 Re 足够大时，曲线情况如何？由此可得何种结论？
- (6) 本实验用水为工作介质做出的 $\lambda-Re$ 曲线，能否适用于其它流体？为什么？