

实验二 管道阻力特性的测定

一、实验目的

- 1、测定不同雷诺数 Re 时的沿程阻力系数 λ ；
- 2、测定管道突然扩大及突然缩小的阻力系数 ξ ；
- 2、掌握沿程阻力系数和局部阻力系数的测定方法。

二、实验原理

(一)、沿程阻力系数测定原理

对 I、II 两断面列能量方程式，可求得 L 长度上的沿程水头损失为：

$$h_f = \frac{p_1}{\rho g} - \frac{p_2}{\rho g} = \Delta h \quad (1)$$

根据达西公式：

$$h_f = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

用体积法测得流量，并计算断面平均流速，即可求得沿程阻力系数 λ ：

$$\lambda = \frac{2gdh_f}{Lv^2} \quad (3)$$

(二)、局部阻力系数测定原理

1、管道突然扩大

在管道扩大前后取 1—1 及 2—2 断面，因管道水平放置，可列出上述两断面的能量方程式如下：

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \xi \frac{v_2^2}{2g} \quad (4)$$

$$\xi = \frac{\frac{p_1 - p_2}{\rho g} + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}}{\frac{v_2^2}{2g}} \quad (5)$$

2、突然缩小

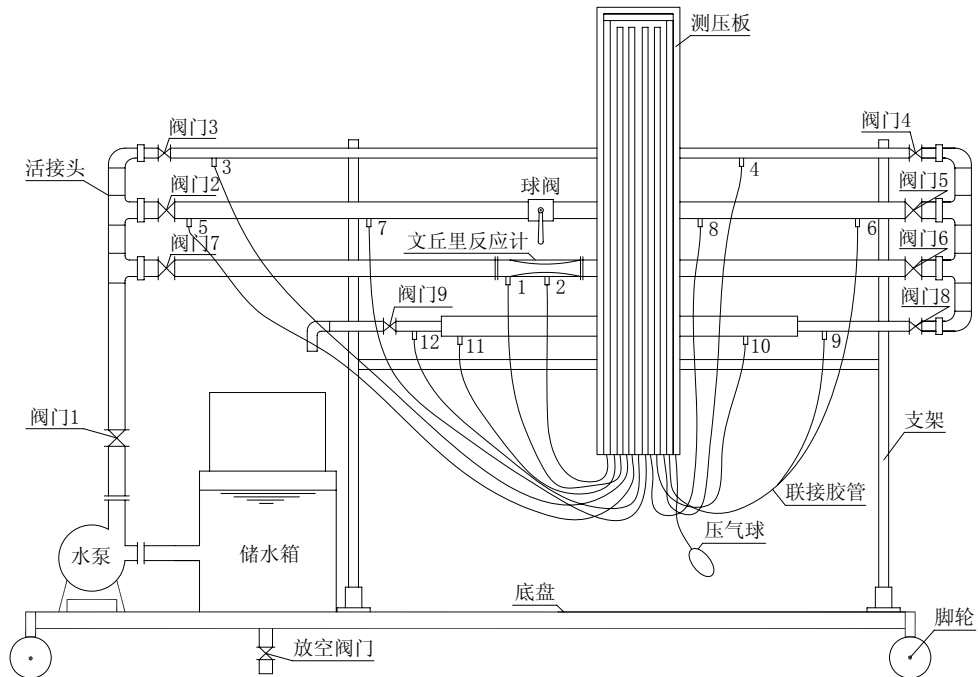
在缩小前后取 3—3 及 4—4 断面，列能量方程式如下：

$$\frac{p_3}{\rho g} + \frac{v_3^2}{2g} = \frac{p_4}{\rho g} + \frac{v_4^2}{2g} + \xi \frac{v_4^2}{2g} \quad (6)$$

$$\xi = \frac{\frac{p_3 - p_4}{\rho g} + \frac{v_3^2 - v_4^2}{2g}}{\frac{v_4^2}{2g}} \quad (7)$$

三、实验装置及流程

实验装置及流程简图如下：



四、实验步骤

(一)、沿程阻力系数测定

- 1、关闭测点 1、2、5、6、7、8、9、10 的小阀。
- 2、打开阀门 1、3、4、8、9。
- 3、关闭阀门 2、5、6、7。
- 4、开泵，调节阀门 1，使测压管 5、6 中出现高差。此时管中液位较高，可用压气球从测压管中打压，使液位降至中部，以增大测量范围。
- 5、用计量箱测量流量。
- 6、读出测压管读数，并记录压力及流量数据。
- 7、调节阀门 1 开度，以调节流量，重复测定压力及流量。

注意事项：如出现测压管冒水现象，可把阀门 9 全开，或停泵重做。

(二)、局部阻力系数测定

1、测定管道突然扩大时关闭测点 1、2、3、4、5、6、7、8、的小阀门，其余测点小阀打开。

2、打开阀门 1、3、4、8、9。

3、关闭阀门 2、5、6、7。

4、开泵，调节阀门 1，使测压管中出现压差，如管中液位太高，可从测压管中打压，以增加测量范围。

6、用量测箱测量流量。

6、读出测压管读数，并记录压力及流量数据。

7、调节阀门 1 开度，以调节流量，重复测定压力及流量。

(二)、计算机数据采集阻力系数测定

为提高实验速度和实验自动化程度，对压力和流量可以采用计算机数据采集并处理数据。具体实验步骤如下：

1、将测压小阀及阀门开闭情况调至上述对应情况；

2、打开计算机；

3、《开始》点击《程序》；双击《流体力学综合实验台》。

4、屏幕显示计算机控制流体力学实验台。

5、点击屏幕，显示设备名称，研制单位及使用单位。

6、点击《用户》。

7、点击《登录》。

8、输入用户名称(学生学号)及密码(自设)后。确定。

9、点击《实验》，共五种(本实验测定 1、4、5 三项)。

10、点击需要做的实验，即显示该实验的实验数据表。

11、每个实验共做十个实验点，调节十次流量，可由大到小，最小流量因受涡轮流量计测量范围的限制，故最小流量不宜小于 $300\text{ cm}^3/\text{s}$ ，否则会影响精度。

12、点击《测量》，即得所测数据，可多次点击《测量》数据以求得理想数据。

13、实验完成后点击《打印》，即打出实验数据。

注意事项：

14、端子盒上接线编号 A、B、C、D 流量应与测点编号一致。

15、传感器规格应与测点要求一致。

| | | | | | | | | | |
|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |

局部阻力系数测定实验数据记录表(突然缩小)

d=____mm D=____mm

| No | h_{11}/m | h_{12}/m | h_m/m | V/m^3 | t/s | $Q/m^3/s$ | $v_1/m/s$ | $v_2/m/s$ | ξ |
|----|------------|------------|---------|---------|-----|-----------|-----------|-----------|-------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |

实验报告中数据应绘制成 $\lambda - Re$ 及 $\xi - Re$ 图，并对测试误差进行分析。

六、分析讨论题

- 1、在不同 Re 数情况下沿程阻力系数和局部阻力系数是否为常数，为什么？
- 2、若测试管道中存在阀门、弯头或其它阻力件，是否会影响该管道的沿程阻力系数？
- 3、影响管道沿程阻力系数的因素有哪些？定性的影响规律如何？

(执笔人：周勇敏、孟殿)