

雷诺实验

一、实验目的：

本装置可以演示层流、过渡流、湍流等各种流型，清晰观察到流体在圆管内流动过程的速度分布，并可测定出不同流动型态对应的雷诺数。

二、实验内容：

通过控制水的流量，观察管内红线的流动形态来理解流体质点的流动状态，并分别记录不同流动形态下的流体流量值，计算出相应的雷诺准数。

三、实验原理：

流体在圆管内的流型可分为层流、过渡流、湍流三种状态，可根据雷诺数来予以判断。本实验通过测定不同流型状态下的雷诺数值来验证该理论的正确性。

$$Re_i = \frac{u_i d_i \rho_i}{\mu_i}$$

雷诺准数：

式中：d—管径，m； u—流体的流速，m/s；

μ_i —流体的粘度，Ns/m² —流体的密度，kg/m³

四、实验装置的基本情况：

1. 实验设备流程示意图见图-1：

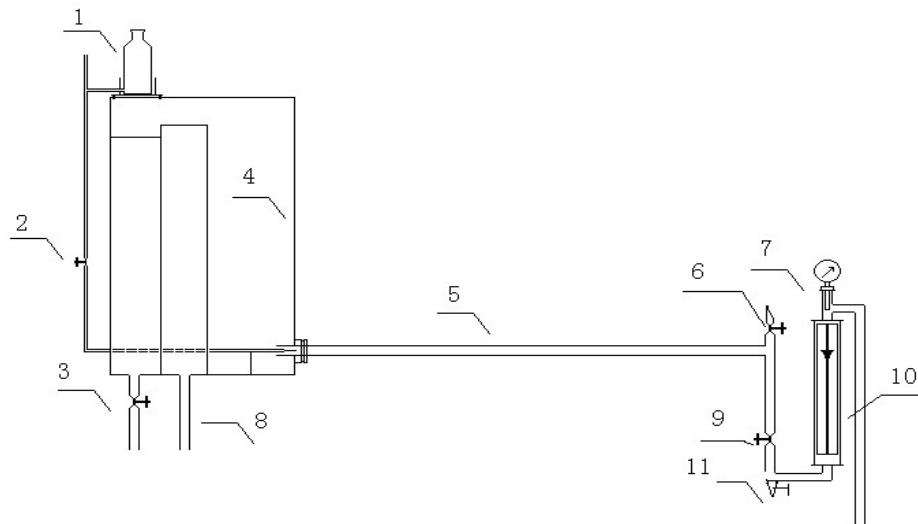


图-1 雷诺实验装置流程图

1-下口瓶；2-调节夹；3-进水阀；4-高位槽；5-测试管；6-排气阀；

7-温度计；8-溢流口；9-调节阀；10-转子流量计；11-排水阀

2. 实验装置主要技术参数：

实验管道有效长度 $L=1000\text{ mm}$ 外径 $D_o=30\text{ mm}$ 内径 $D_i=25\text{ mm}$

五、实验操作步骤:

1. 实验前准备工作

① 向棕色瓶中加入适量用水稀释过的红墨水, 调节红墨水充满小进样管。

② 观察细管位置是否处于管道中心线上, 适当调整使细管位置处于观察管道的中心线上。

③ 关闭水流量调节阀、排气阀, 打开上水阀、排水阀, 向高位水箱注水, 使水充满水箱并产生溢流, 保持一定溢流量。

④ 轻轻开启水流量调节阀, 让水缓慢流过实验管道, 并让红墨水充满细管。

2. 雷诺实验演示:

①在在做好以上准备的基础上, 调节进水阀, 维持尽可能小的溢流量。

②缓慢有控制地打开红水流量调节夹, 红水流束即呈现不同流动状态, 红水流束所表现的就是当前水流量下实验管内水的流动状况 (图-2 表示层流流动状态)。读取流量数值并计算出对应的雷诺准数。

③因进水和溢流造成的震动, 有时会使实验管道中的红水流束偏离管内中心线或发生不同程度的左右摆动, 此时可立即关闭进水阀 3, 稳定一段时间, 即可看到实验管道中出现的与管中心线重合的红色直线。

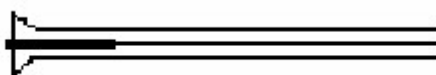


图-2 层流流动示意图

④加大进水阀开度, 在维持尽可能小的溢流量情况下增大水的流量, 根据实际情况适当调整红墨水流量, 即可观测实验管内水在各种流量下的流动状况。为部分消除进水和溢流所造成震动的影响, 在滞流和过渡流状况的每一种流量下均可采用三、2. (3) 中介绍的方法, 立即关闭进口阀门 3, 然后观察管内水的流动状况 (过渡流、湍流流动如图-3 所示)。读取流量数值并计算对应的雷诺准数。



图-3 过渡流、湍流流动示意图

3. 圆管内流体速度分布演示实验：

① 关闭上水阀、流量调节阀。

② 将红墨水流量调节夹打开，使红墨水滴落在不流动的实验管路中。

③ 突然打开流量调节阀，在实验管路中可以清晰看到红水线流动所形成的如图-4 所示的速度分布。



图-4 流速分布示意图

4. 实验结束操作：

(1) 首先关闭红水流量调节夹，停止红水流动。

(2) 关闭上水阀，使自来水停止流入水槽。

(3) 待实验管道中红色消失时，关闭水流量调节阀。

(4) 如果日后较长时间不再使用该套装置，请将设备内各处存水放净。

六、实验注意事项：

演示滞流流动时，为了使滞流状况较快形成并保持稳定，请注意以下几点：

第一，水槽溢流量尽可能小，因为溢流过大，上水流量也大，上水和溢流两者造成的震动都比较大，会影响实验结果。第二，尽量不要人为地使实验架产生震动，为减小震动，保证实验效果，可对实验架底面进行固定。

七、实验数据记录及实验现象记录

序号	流量 (L/h)	流量 $q \times 10^5$ (m ³ /s)	流速 $u \times 10^2$ (m/s)	雷诺准数 $Re \times 10^{-2}$	观察现象	流型
1	60	1.67E-05	0.034	1083.2	管中一条红线	层流
2	70	1.94	4.00	12.63	管中一条红线	层流
3	90	2.50	5.10	16.25	管中一条红线	层流
4	100	2.78	0.057	18.05	管中红线波动	过渡流
5	120	3.33	6.80	21.66	管中红线波动	过渡流
6	140	3.89	7.90	25.28	红水扩散	湍流