

# 實驗九

## 流線觀測

班別		組別		
組員姓名				
組員學號				
負責工作				
工作配重 (%)(此一部份約 佔此份報告之 10%。沒有標示者 可能給零分。)				

實驗日期： 年 月 日

繳交日期： 年 月 日

報告撰寫者姓名：

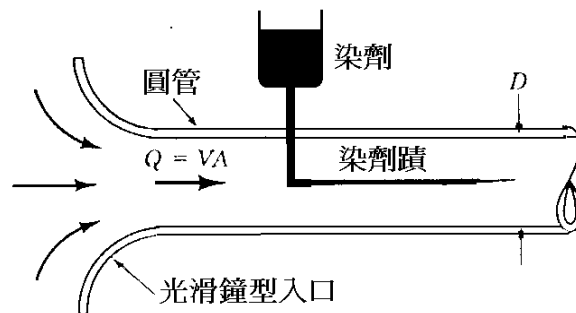
# 流線觀測-----雷諾數量測

## 一、實驗目的

在流體力學的課程中，曾介紹層流(laminar flow)與紊流(turbulent flow)的特性，本實驗即是利用流線觀測來判別層流與紊流，並由壓力降量測來探討層流與紊流的特性差異。

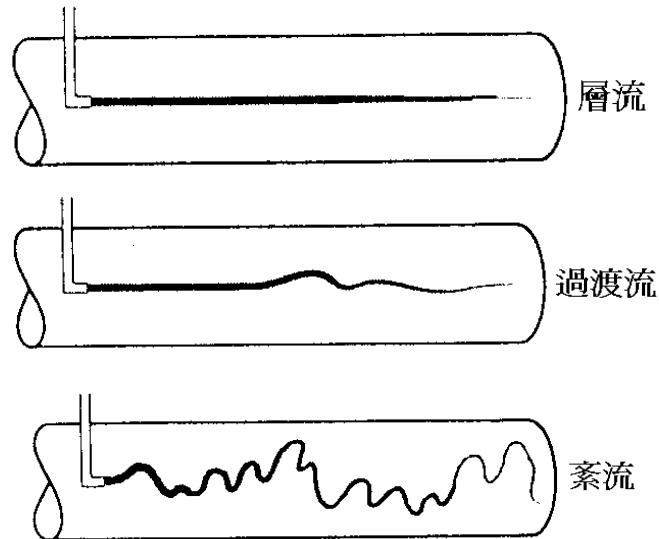
## 二、實驗原理

流體在管內的流動可能為層流亦可能為紊流，英國科學家 Reynolds 利用簡單的裝備，將流動加以區分為兩類。倘若水以平均速度  $V$  流經直徑為  $D$  的圓管，將淺淡的懸浮染劑注入流動的水中，應可觀測出下述的水流特性，如圖一所示。



圖一：已染劑的跡線來觀察流線

當"流率很小"時，染劑跡線隨著水流依然保持明顯的幾條細絲。若將水流率稍微加大至"中等流率"，此時染劑會隨著時間及位置而震動，並且染劑跡將會有突然間歇性的不規律特性。倘若在"足夠大水流率"情況下，染劑跡幾乎迅速的迸裂，而且以隨機形式在整個管中擴散開，如圖二所示。這三種流動特性分別屬於層流，過渡流，與紊流。本實驗即利用控制流率下，觀察染劑跡的不同表現，並計算出不同之雷諾數。



圖二：層流，過渡流，與紊流的染劑跡線

對於管流而言，最重要的無因次參數即為雷諾數  $Re$ 。

$$Re = \frac{\rho VD}{\mu} = \frac{VD}{\nu}$$

其中  $V$  為管流的平均速度， $\rho$  為流體之密度， $\mu$  為流體之粘滯係數， $\nu$  為流體之動粘滯係數， $D$  為圓管之直徑。

不同之流速可得出不同雷諾數。若雷諾數小於 2300，則圓管內屬於層流狀態，在雷諾數大於約 4000 時，圓管流則呈現紊流型態。對於兩極限值間的雷諾數範圍，流動可能是層流轉變成紊流的一種隨機流動型態(過渡流)。

層流與紊流的差異，除了所顯示的流線不同外，管內的流速分佈也不一樣。層流管內的流速分佈為拋物線形式，而紊流管內的流速分佈則為指數形式。

### 三、實驗設備

本實驗所使用的流線觀測台如圖三所示，這是一根水平玻璃管，內徑 13.5 mm，長度 3 公尺。在玻璃管入口處有一套染劑注入設備，採用的染劑為黑墨水。

實驗時以水閥控制流量，藉以改變雷諾數，水流量以馬錶及量杯來量測。

本實驗以照相機來記錄所觀察的流線，並以斜 U 型管來記錄壓力降，兩個壓力量測點之間距離 1.5m。



圖三：流線觀測台(一)



圖四：流線觀測台(二)

#### 四、實驗步驟

1. 將上面的燒杯灌滿水。
2. 打開水龍頭，使水流保持定量流出。
3. 打開染劑開關。
4. 觀察流動特性（利用相機留下紀錄），並測量時間與流量。
5. 改變流量控制，觀察不同之流動特性。
6. 計算雷諾數。

#### 五、實驗數據

$$\text{流速則為 } V = 4Q / \pi D^2$$

(表一)各流動特性的流速、流量、雷諾數

流動特性	時間 (sec)	體積(cm <sup>3</sup> )	V(m/s)	Re
laminar flow				
laminar flow				
laminar				

flow				
Transitional flow				
Transitional flow				
Transitional flow				
turbulent flow				
turbulent flow				
turbulent flow				

實驗日期：

助教簽名：

## 六、實驗結果與分析

繪圖部分每組一份，約佔此份報告之 **30%**。沒有或太過簡略者可能給零分。

- (1). 請計算雷諾數，並以雷諾數來說明觀測的流線照片。
- (2). 比較兩台設備結果之差異，分析其原因並提出解決的方法。

## 七、心得與討論

問題回答部分每人一頁 **A4**，字體為 **14** 點，約佔此份報告之 **40%**。沒有或太過簡略者可能給零分。

- (1). 請參考所附資料，說明層流與紊流的差異。
- (2). 你覺得這個實驗有沒有趣？從這個實驗學到什麼？