

逢甲大學學生報告 ePaper

流線具象化觀察試驗

Streamlined visualization test

作者：郭秉軒 趙翌辰 曾逸凡

系級：水利與資源保育學系三甲

學號：D0436650、D0436808、D0436694

開課老師：許紹華 老師

課程名稱：流體力學試驗

開課系所：水利與資源保育學系

開課學年： 106 學年度 第一 學期

中文摘要

藉由此實驗，可以觀察到各種不同型狀的物體在不同流速以及不同相對角度之流場中所產生的流線變化，以及停滯點與分離點的位置，尾部之不同拖曳情況，邊界所產生之影響，以及觀察液體流經不同形狀的固體邊界時的流動現象等等。也可以觀察當流量大小不同時，層流與紊流的發生。有此透過觀察實際現象來體會課本上抽象理論，也提升對流體力學之間得直覺。

此實驗所使用的設備為流線演示儀，而流線的觀察是利用染劑噴頭注入流場內所產生的染料線流經固體邊界時之變化，觀察出停滯點、分離點、層流、紊流等等現象。

由實驗結果可以得知，流體流經固體邊界時會因為摩擦力的因素與固體邊界產生速度梯度，而最靠近固體邊界處之流速為零，也因為摩擦力之影響而產生分離點。此實驗之應用常見於水工構造物、壩體建置前模擬計算水流經過之受力以及流速。

關鍵字：流線具像化、停滯點、分離點



Abstract

Through this experiment, we can observe the changes of flow lines in different flow fields and different relative angles of flow field, as well as the position of stagnation point and separation point, the different drag of tail, the boundary As well as the flow phenomena observed when liquids flow through different shaped solid boundaries. It can also be observed when the flow rate is different, the laminar flow and turbulence occur. This is through the observation of the actual phenomenon to understand the textbook abstraction theory, but also enhance the intuition between the fluid mechanics.

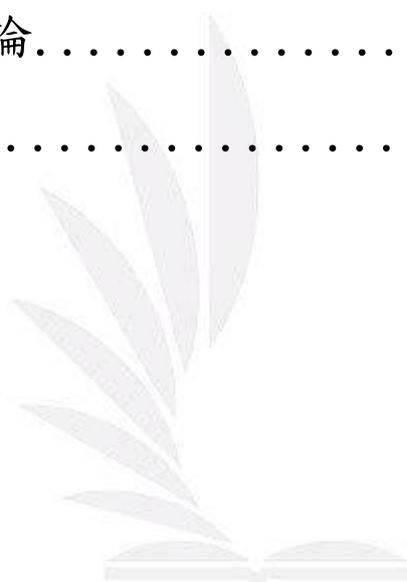
The equipment used in this experiment is a streamline demonstrator, and the observation of the streamline is the change of the dye lines generated when the dye jet is injected into the flow field through the solid boundary to observe the stagnation point, the separation point, the laminar flow, Turbulence and so on.

From the experimental results, we can see that when the fluid flows through the solid boundary, the velocity gradient will be generated due to the friction factor and the solid boundary, and the flow velocity near the solid boundary is zero, and the separation point is generated due to the frictional force. The application of this experiment is common in hydraulic structures, the dam before the simulation to calculate the flow through the force and flow rate.

Keyword : Streamline concretization, Stagnation point, Separation point

目 次

一、實驗目的.....	4
二、實驗原理.....	5
三、儀器介紹.....	6
四、試驗方法與驟.....	9
五、實驗數據.....	10
六、問題與討論.....	11
參考文獻.....	13

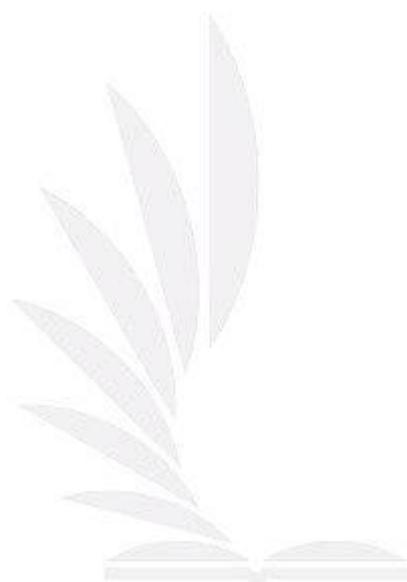


一、試驗目的

<A>

藉由此實驗，可以觀察到各種不同型狀的物體在不同流速以及不同相對角度之流場中所產生的流線變化，以及停滯點與分離點的位置，尾部之不同拖曳情況，以及邊界所產生之影響等等。也可以觀察當流量大小不同時，層流與紊流的發生。有此透過觀察實際現象來體會課本上抽象理論，也提升對流體力學之間得直覺。

藉由流線演示儀進一步了解流線的基本特性，並觀察液體流經不同形狀的固體邊界時的流動現象。



二、試驗原理

<A>

將物體放置於一流場中，此物體會與周圍的流體產生摩擦而受力，此乃因物體表面與流體的黏性相互作用之緣故。

此實驗之流場可視為二維流場，當流體經過物體表面，物體表面有一點不滑動條件，亦即流體在接觸物體表面之點上，流體之速度與物體表面點同速。因而與垂直物體表面的方向上產生了速度梯度(邊界層流)，造成流體在邊界層中受到阻力，並於物體的尾部產生細長的尾跡。如果物體為流線型，則流線將沿物體表面流過；如果物體為非流線型，則在邊界表面會產生分離點，流線會在此分離，其尾跡則如旋渦一般。

二為流場之流線函數 φ 為二街連續之點函數，其與速度分量之定義關係為：

$$u = \frac{\partial \varphi}{\partial y}, v = -\frac{\partial \varphi}{\partial x}$$

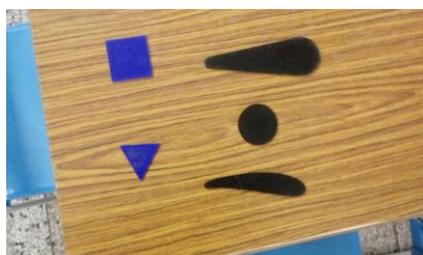
上式可推導得：

$$d\varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial y} dy + \frac{\partial \varphi}{\partial x} dx = 0$$

上式代表在一流線上，流函數相差為零，故同一流線上之流函數為等值

流場中液體質點的運動狀態，可以用徑線或流線來描述，徑線是一個液體質點在流動空間所走過的軌跡。流線是流場內反映瞬時流速方向的曲線，在同一時刻，處在流線上所有各點的液體質點的流速方向與各該點流線的切線方向相重合，在恆定流中，流線和徑線互相重合。在流線演示儀中，為了方便觀察流體通過狹縫是流道所形成之流場，於盛水盒另一端，加入紅色染料水，來顯示質點的運動狀態。整個流場內的”流線譜”可具體地描繪流體通過壩體之滲流以及通過堰體之一流的流動趨勢，當這些有色線經過各種形狀的固體邊界時，可以清晰地反映出流線的特徵。

三、儀器介紹



模型片



染料桶



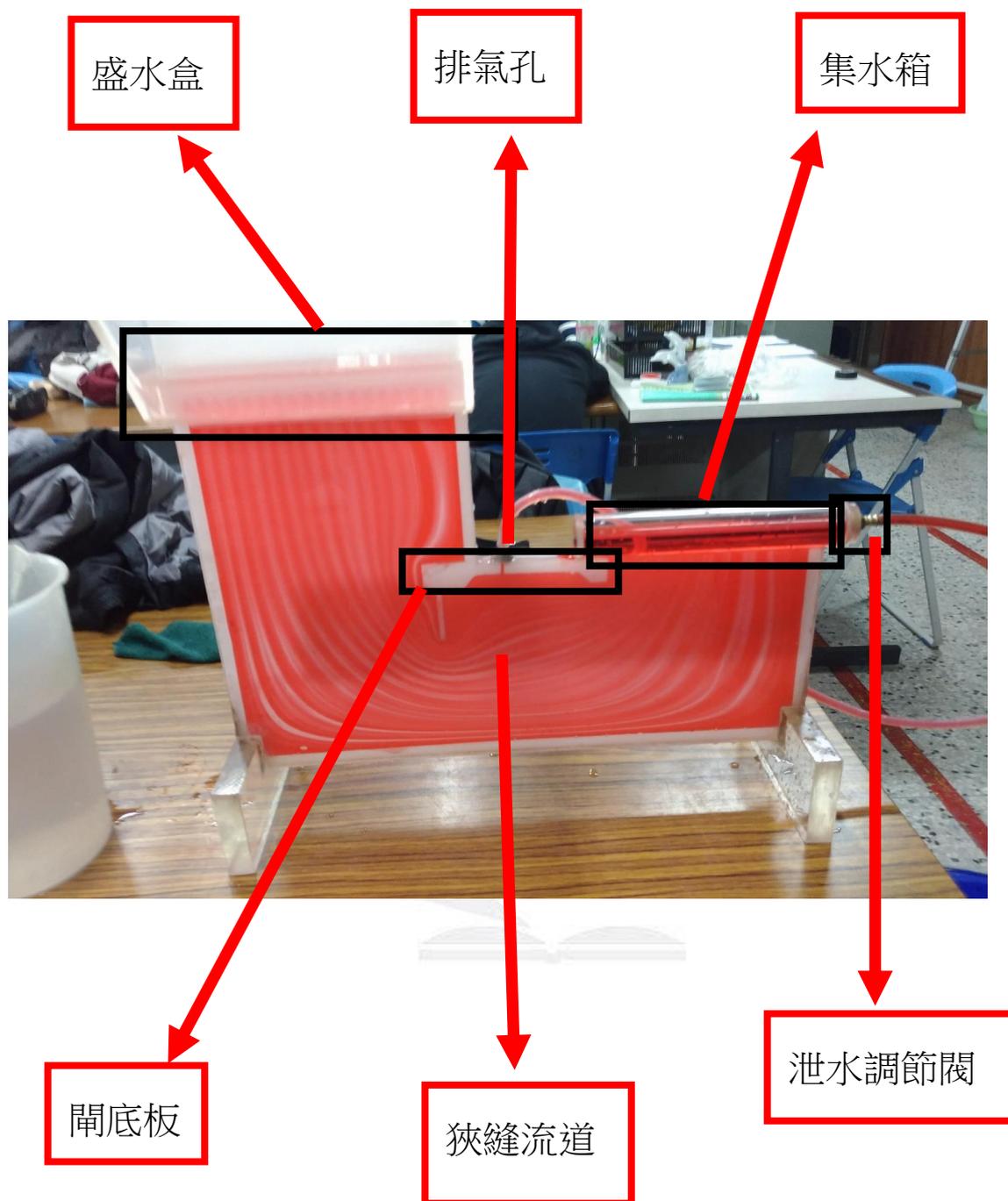
幫浦

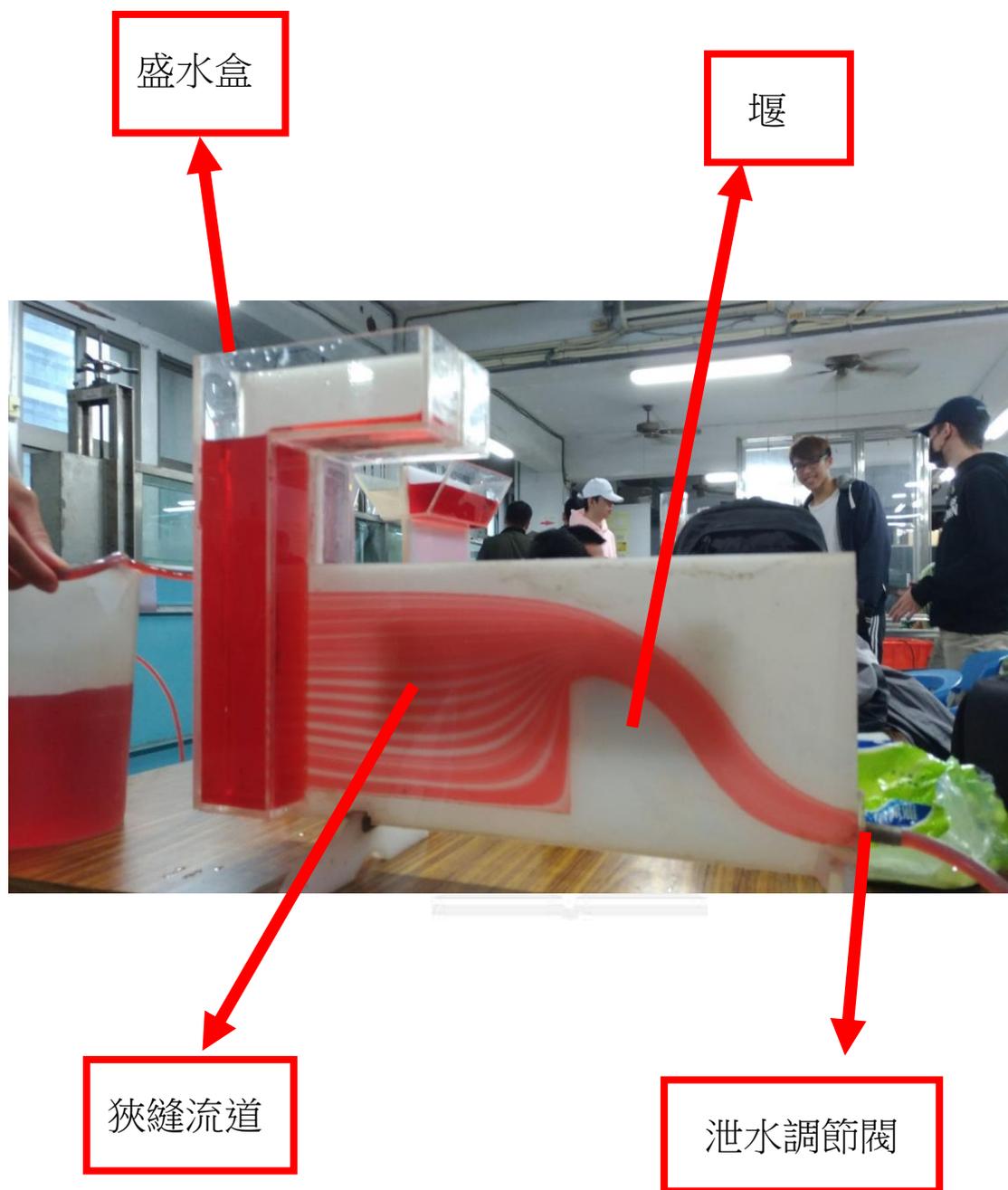


出水口

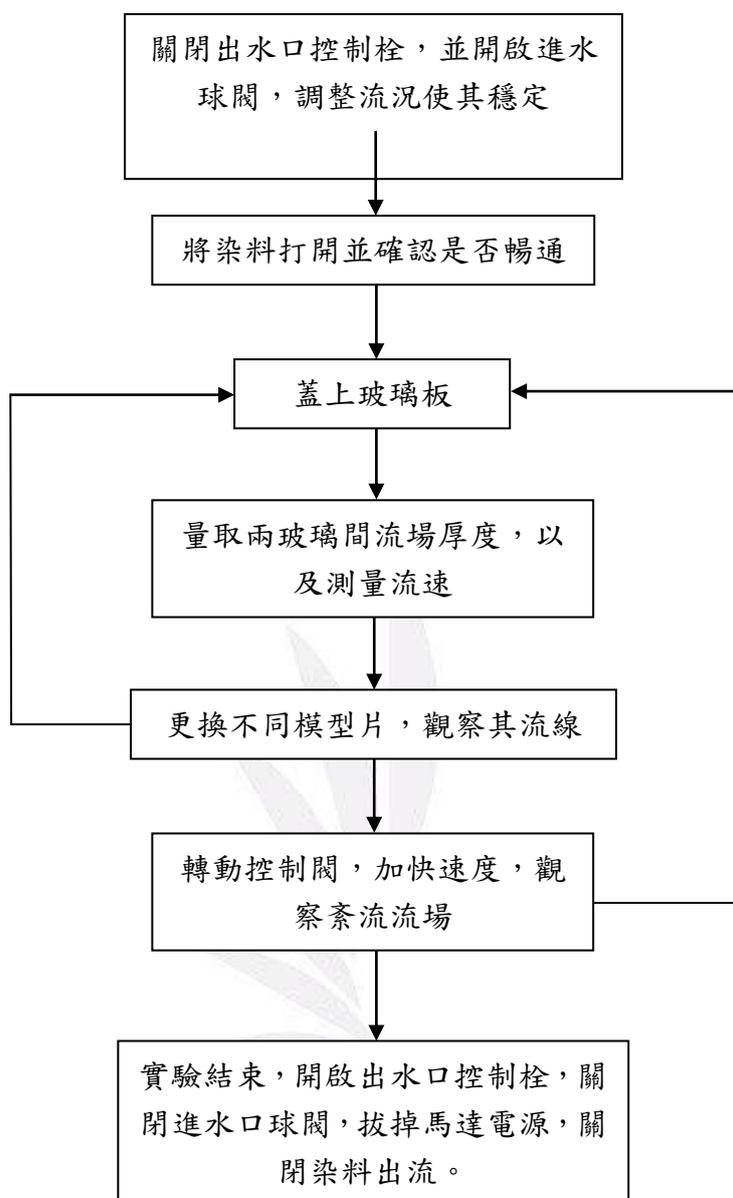
染料噴頭







四、試驗方法與步驟



五、試驗數據

水溫(°C)	22						
模板形狀	流況	距離(m)	時間(s)	流速 V(m/s)	平均流速 V(m/s)	運動黏度 $\nu(m^2/s)$	雷諾數 Re
圓形	層流	0.5	5.20	0.096	0.097	9.634×10^{-7}	977
		0.5	5.13	0.097			
	紊流	0.5	3.67	0.136	0.137	9.634×10^{-7}	1380
		0.5	3.64	0.137			
機翼型	層流	0.5	4.59	0.109	0.110	9.634×10^{-7}	1111
		0.5	4.49	0.111			
	紊流	0.5	3.42	0.146	0.144	9.634×10^{-7}	1454
		0.5	3.52	0.142			

註：雷諾數 $Re : 4RV/\nu$ ，R 為水力半徑(m)。 ν 從課本 101 頁內插取得轉換，並注意單位。

$$R=A/P[\text{橫斷面斷面積}(m^2) / \text{潤濕周界}(m)]$$

範例：



184(mm)

$$A=184 \times 5=920$$

$$P=184 \times 2+5 \times 2=378$$

$$R=A/P=920/378=2.43(\text{mm})=0.00243(\text{m})$$

六、問題與討論

1. 流線與等勢能線之關係為何？

ANS:

流線:水分子在透水層中由上游流至下游所經過之路徑(不透水邊界為流線) ㊦

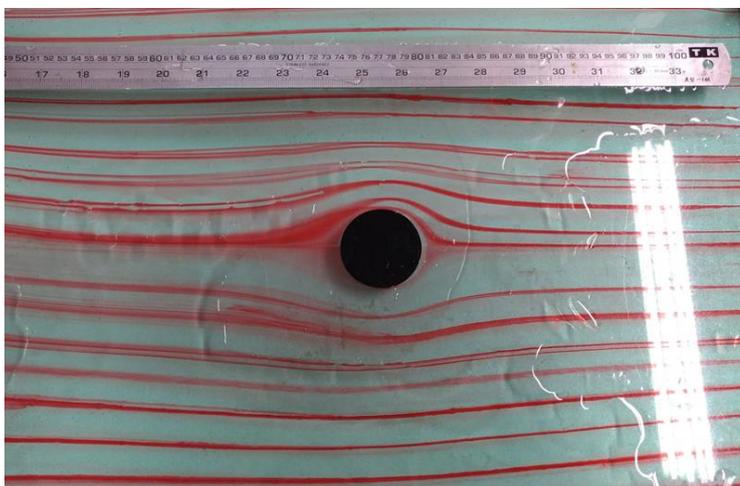
等勢能線:流線中能量相等各點所連成之線稱之為等勢能線(透水層上、下游邊界為等勢能線)

流線與等勢能線互相垂直

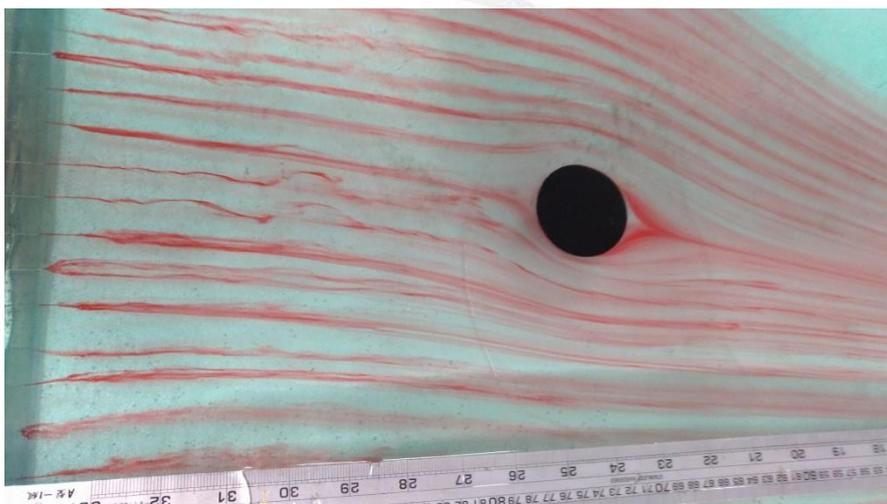
2. 就各種模型流場分別說明層流與紊流流況下流場有何差異？

ANS:

流體中加入染劑，當流速小時，染劑之流動平滑且穩定，此時流場稱為層流



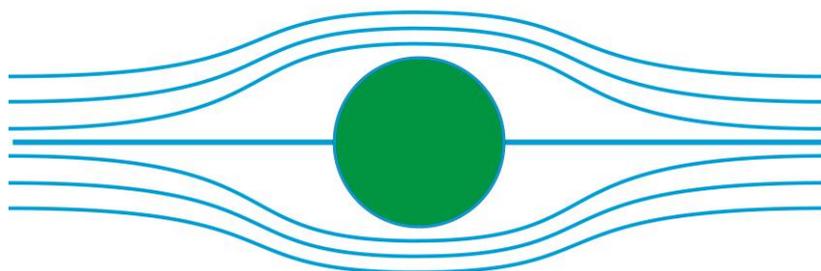
當速度增加夠大，速度之混亂波動變成非常不穩定，此時稱為紊流



3. 理想流體與真實流體之異同？請繪出經圓柱體的層流加以說明，若是理想流體該如何？

ANS:

理想流體是假設不具有黏性的流體，但事實上流體卻有黏滯性。理想流體為無黏滯性之流體，故可以順利通過圓柱之邊界。



4. 流線的形狀與邊界是否有關聯？

ANS:

有，因為真實的流體具有黏滯性，故會黏在物體邊界上流動，當流線通過物體時，流線會受到物體之形狀阻礙而改變形狀。

5. 流線的曲、直和疏、密各反映了什麼？

ANS:

曲、直：受物體之邊界條件影響而有不同的曲度變化。

疏、密：受流速快慢而使流線有疏與密的現象產生。

6. 實驗與理論之流線相同嗎？

ANS:

不相同，因為

理想流體為不可壓縮、無黏性。

真實流體為可壓縮、有黏性。

參考文獻

1. 流體力學試驗手冊，2006

