

第三章 試驗之佈置與規劃

3-1 儀器設備

儀器設備可分為光學、訊號控制及影像系統三部分，茲說明如下：

(一) 光學設備系統

光學設備系統於本試驗中包括 ARGON 雷射、聚光凸透鏡、PCAOM 分光及旋轉八面鏡四個部分，茲說明如下：

1. ARGON 雷射：雷射光源為 4 瓦之氬氖雷射，其中綠光為 1.4 瓦(波長 514nm)，藍光為 1.3 瓦(波長 418nm)，經由反射鏡將光束射至 PCAOM 及旋轉八面鏡上，形成藍綠相間之光頁。
2. 聚光凸透鏡：由於雷射光束經過反射鏡及光束路徑，使雷射光束減弱，利用兩片聚光凸透鏡，將光束聚集後再射至 PCAOM 切光，使雷射光功率不至於減弱。
3. PCAOM：多彩聲光調變器 (polychromatic acousto-optic modulator)，可將 ARGON 雷射分成藍光及綠光，其主要是應用二氧化碲(TeO_2)之材料製成，其晶體的排列方式會隨外在電壓之大小而改變，使特定波長通過，且輸入此元件之電壓必須小於 5.0V，如此才可達到實驗所需之切換功能。

4. 旋轉八面鏡：主要是由八面鏡之變速控制器驅動，其馬達為磁浮式馬達，轉速頻率相當穩定，並配合光頁之頻率調整快慢。其轉速可由內部及外部控制，內部控制主要是固定轉速進行試驗，而外部控制為訊號產生器控制，配合同步訊號控制器一起操作使用，達到同步功能。

(二) 訊號控制系統

同步訊號控制系統主要是由同步訊號控制器及示波器兩種儀器所組合而成，同步訊號控制系統主要控制 PCAOM 切換藍綠光的頻率，切換的好壞是決定結果優劣的關鍵。儀器功能說明如下：

1. 同步訊號控制器：此部分為利用 NI(National Instruments)公司所製造之 PCI-6601 訊號控制卡如圖 3-1，控制 PCAOM 之切換頻率，此卡安裝於 PC 上，可穩定送出四道頻率，訊號可分為進入及輸出，進入之部分由控制卡透過軟體產生一穩定之訊號，再將此訊號送至 PCAOM 切換藍綠光束，但由於 PCAOM 可以承受之電壓為 5.0V，而由 PCI-6601 所產生之訊號為 5.8V，因此必須再透過自製的電路板降壓如圖 3-2，方可達到適合的訊號。

2. 示波器：主要功能是顯示出由訊號產生器所輸出至同步訊號控制器內部訊號穩定性之監視，包括波形穩定性、脈衝電壓（類比訊號）之穩定性、頻譜顯示及週期之監視功能，以確定訊號已在同步處理中。

(三) 影像系統：

影像系統主要是由 SONY DXC-9000 數位攝影機 (3-CCD, 3-chip change coupled device) 及影像擷取卡兩部分所組成，茲說明如下：

1. 數位攝影機：為三顏色之固態感光面，各有 680 (H) × 480 (V) 個畫素，每個畫素有 0-255 之亮度值，並備有電子快門可使影像之曝光時間做靈活之調整及其他影像之功能鍵。

2. 影像擷取卡：可將所擷取之影像即時的顯示在電腦影幕上，此卡本身不具備有任何記憶體，因此需要電腦上之記憶體來搭配，且擷取之影像數目可記錄至電腦之硬碟儲存空間用完為止，適於連續畫面擷取。

(四) 實驗渠槽：

本實驗係於國立交通大學土木工程學系輸砂力學實驗室的循環水槽內進行實驗。循環水槽長 1m 寬 0.2m 高 0.2m，渠槽兩側及底床採用三面透明強化玻璃以利流場可視化實驗之進行。並將由壓克力版製成之階梯放入渠槽。另外，為了加強畫面對比效果及阻截散射光源，特地於取像範圍內以黑色壁報紙覆蓋為背景。

(五) 實驗模型：

本實驗採用之模型為利用壓克力材質製作，長 45cm 寬 19.5cm 厚度有 1.5cm 及 3.0cm 兩種，表面為了防止雷射光產生散射影響結果，利用黑色噴漆加以處理，並將模型置於渠道前端。

3-2 實驗程序

試驗進行步驟可分為三大部分，第一部份為流場之設置，第二部份為雷射之啟動光束路徑之安排，第二部分為如何操作同步訊號控制器，使訊號能穩定輸出，並控制 PCAOM 切換光束及 CCD 同步擷取影像，其架設之位置圖如圖 3-3 所示。

第一部份：流場之設置

1. 先將 1.5 或 3.0cm 高之壓克力板放入實驗渠槽，渠槽為一循環式水槽，坡度調為水平，長 1m、寬 0.2m、高 0.2m，渠道三面為強化玻璃材質。
2. 調整渠槽水位，並開啟抽水馬達，控制流量並等待流場穩定。
3. 於循環水槽中加入質點顆粒，密度為 1.1g/cm^3 之塑膠顆粒，其粒徑為小於 $75\mu\text{m}$ ，於雷射光頁下質點表面散射形成一光點，於影像中佔據面積約 2 至 4 個畫素。

第二部份：雷射之啟動光束路徑之安排

1. 先將雷射冷卻水打開，使雷射冷卻水壓能穩定流量進入，打開電源（220V）暖機 3-5 分鐘，開啟雷射開關。等待雷射光束輸出

後約 2 分鐘，方可再將雷射功率微調增加，且輸出功率不可大於 4 瓦，於水槽流體試驗中約 3 瓦即可。

2. 將光束經由反射鏡，將光束導引至試驗斷面，其中經過三個反射鏡、兩個凸透鏡將光束聚光再射至 PCAOM 調變器，於 PCAOM 處再將藍光及綠光光束分開，再射至旋轉八面鏡而形成藍綠切換光頁。
3. PCAOM 調變器：在微調分光過程中會出現零階光束(zero order)及一階光束(first order)，如圖 3-4 所示，微調時將雷射強度設在 1 瓦，並選用強度較強的一階光束作為試驗所需要之光束。
4. 開啟旋轉八面鏡控制器，將電流轉至 40 毫安培，利用粗調及微調將八面鏡調至試驗時所需要之轉數，所需之轉數為切換頻率之 1/8 倍，以達到與同步訊號控制器之同步之效果。

第三部分：訊號控制

本實驗之同步訊號控制主要由 NI 公司之 PCI-6601 卡控制，此卡可穩定送出四道頻率，在此只用前二頻控制 PCAOM 儀器之藍、綠光切換，如訊號輸送為 250Hz，即完成一次藍、綠切換時間，時間差為 1/500 秒。切換頻率控制由電腦內之軟體控制並輸出至控制卡。

第四部分：影像擷取

擷取部分由 SONY DXC-9000 型之 CCD 攝影機擷取通過雷射光頁下之質點，所擷取之影像 640×480 畫素之彩色數位影像。每個像數皆由藍綠光所組成，亮度值範圍為 0~255 (0 最暗，255 最亮)。

3-3 實驗條件

本研究欲探討不同流況下明渠後陷階梯流流場之變化，因此改變不同階梯高度、上游入流量及上游水深來探討雷諾數及福祿數對複合長度之影響。實驗案例如表 3-1。由於取像視窗的大小決定影像品質的良劣，因此，於 Case A 之階梯高度(1.5cm)與上游水深(1.5cm)，其比例為 1：1 使用情況下，取像大小為 4cm×3cm，並將取像位置劃分為四區，如圖 3-5 所示；於 Case B 之階梯高度(1.5cm)與上游水深(3.0cm)，其比例為 1：2 使用情況下，取像大小為 6cm×4.5cm，並將取像位置劃分為三區，如圖 3-6 所示；於 Case C 之階梯高度(1.5cm)與上游水深(4.5)，其比例為 1：3 使用情況下，取像大小為 8cm×6cm，並將取像位置劃分為三區，如圖 3-7 所示；於 Case D 之階梯高度(3.0cm)與上游水深(6.0cm)，其比例為 1：2 使用情況下，取像大小為 8cm×6cm，並將取像位置劃分為四區，如圖 3-8 所示；於 Case E 之階梯高度(3.0cm)與上游水深(9.0cm)，其比例為 1：3 使用情況下，取像大小為 8cm×6cm，並將取像位置劃分為四區，如圖 3-9 所示。各案例擷取影像大小如表 3-2。其相關無因次參數如下：

1. 雷諾數 $Re = \frac{Uh_s}{\nu}$ ；

其中， h_s 為特性長度，在此定義為階梯高度(cm)；

U 為主流平均流速；

ν 為運動粘滯係數(kinematic viscosity)；本試驗條件水溫為

20°C， $\nu = 1.004 \times 10^{-6} (\text{m}^2/\text{s})$ 。

2. 福祿數 $Fr = \frac{U}{\sqrt{gh}}$ ；

其中， g 為重力加速度；

h 為階梯正上方之水位。

3. 無因次複合長度 Xr/H_s

其中， Xr 為複合長度(cm)

