

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生活與應用科學(二)科

探究精神獎

032901

「漚浮泡影」 --- 節能泡泡清污船的研究

學校名稱：臺中市立居仁國民中學

作者： 國一 廖昺守 國一 柯河企	指導老師： 李敏瑜 蔡明致
-------------------------	---------------------

關鍵詞：阿基米德水泵、牛頓泵、牛頓第三運動定律

## 摘要

靜水中產生上升水流，淨化生態養殖池或水族箱。據第一版阿基米德泵實驗發現阿基米德泵浮球對轉速和流通量影響不大，浮球可供泵浮力及作雜質上升軌道，浮球大小隨氣泵總重量調整。氣泵水流出口扇葉，支撐力低，產生阻力，製作過程應強化扇葉結構。集污斗導管曲率半徑大，除污效率佳。當打氣機的氣孔密度為 3 孔，對流佳，除污效率高。水深處的螺紋密度應疏以降低阻力。我們將設備改良為第二版氣泵，由於體積大效果不佳。經改良，我們設計出效能佳的第三版牛頓泵，實作後發現製泵時，泵出口位置低於水平面，讓出口角度與轉軸成切線，轉速快；在合理範圍內，打氣機氣壓強，排污量大。希望透過我們的研究，可研發出節能環保的「水池、水族清潔系統」。

## 壹、研究動機

在網路新聞上看到 BUBBLE BARRIER 公司推出氣泡屏障，成功的防止了近九成的垃圾流入海中。於是我們想:在不流動的封閉水域裡，我們是否有辦法應用這個原理並結合阿基米德水泵，達到淨化生態養殖池及水族箱的效果?因此展開了我們的研究。

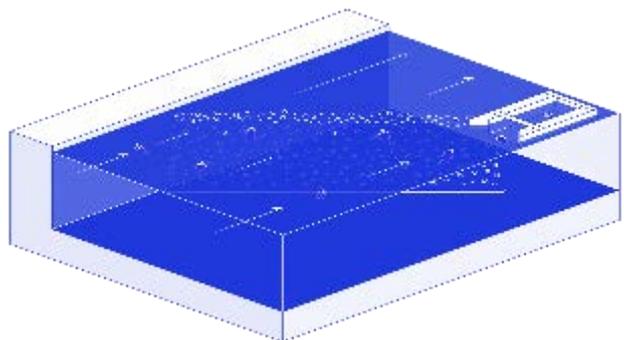


圖 1-1 、How does the Bubble Barrier work? (THE GREAT BUBBLE BARRIER B.V. , 2016)

## 貳、研究目的

- 一、保麗龍浮球阿基米德水泵內浮球面積對水流流通速率與氣泡泵轉動速率的影響。
- 二、流通開口大小對流通速率與轉動速率的影響。

三、集污斗導管彎頭曲率半徑對排污速率的影響。

四、氣泡分孔產生器排陣對除污效率的影響。

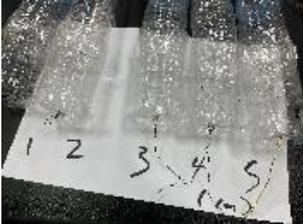
五、螺紋佈陣對排水速率的影響。

六、氣泵螺旋出口位置與角度對氣泵轉速的影響。

七、打氣機氣壓大小對排污量的影響。

## 參、研究設備及器材

### 一、研究器材

研究器材與規格	照片	研究器材與規格	照片
 氣泡分孔產生器	 保麗龍浮球 阿基米德水泵	 水族箱	 打氣泵
 集污斗	 焊槍	 保麗龍浮球	 稻殼
 9000cc 塑膠水桶	 水流流通開口 與扇葉		

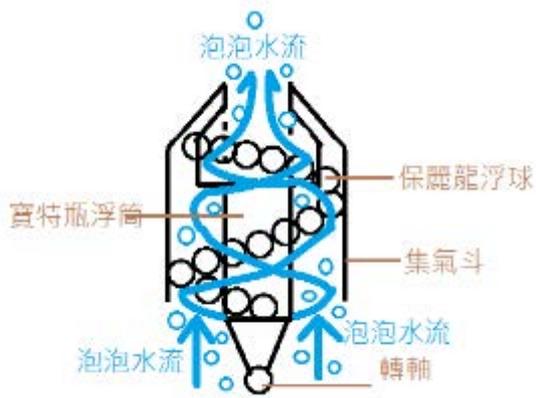


圖 3-1 保麗龍浮球阿基米德水泵設計說明圖



圖 3-2 集污斗設計圖

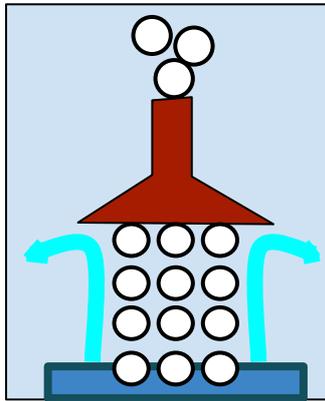


圖 3-3 氣泡分孔產生器設計圖



阿基米德泵



氣泵



牛頓泵

圖 3-4 氣泡泵改版流程圖

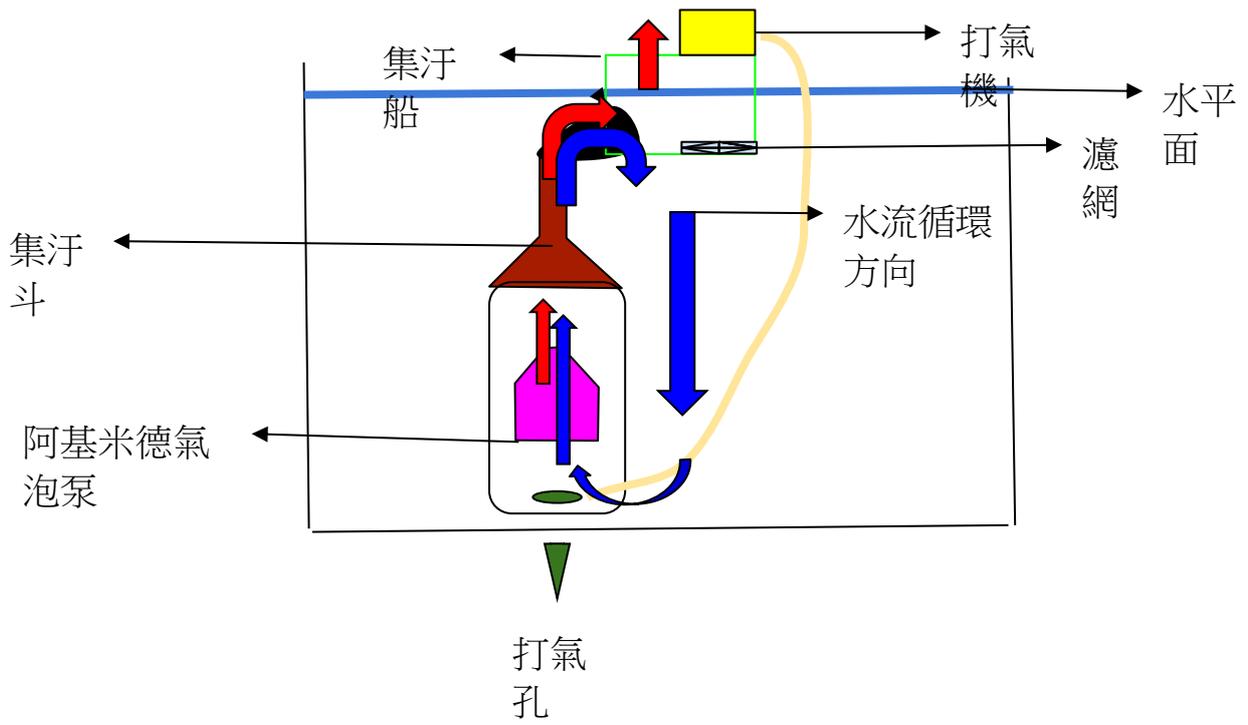


圖 3-5 節能泡泡清污船設計說明圖(可移動式)

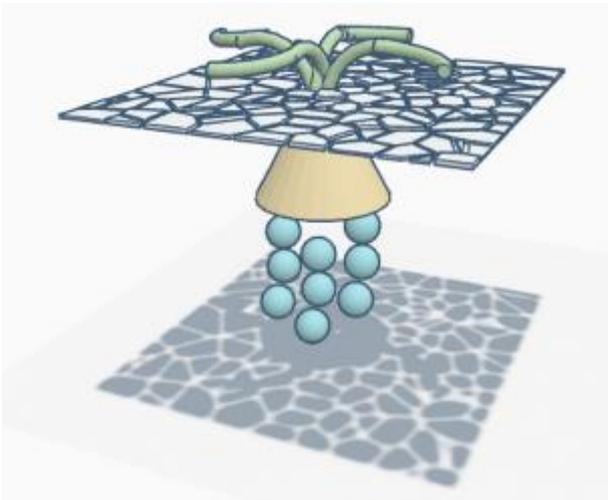


圖 3-6 牛頓泵設計圖(側視)

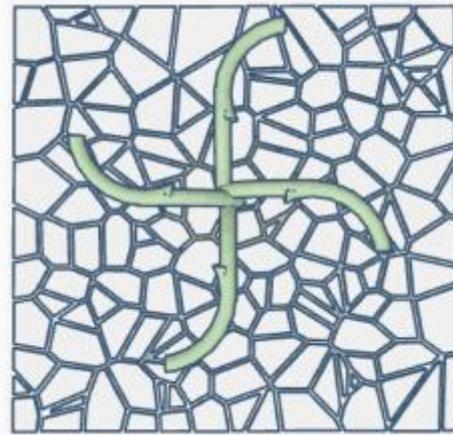


圖 3-7 牛頓泵設計圖(俯視)

## 肆、研究過程或方法

### 一、重要名詞解釋

(一)阿基米德水泵：阿基米德水螺旋式抽水機，應用螺旋機制，藉著螺旋曲面繞著旋轉軸作運轉，以省力模式，將水從低處傳輸是高處。如圖 4-1-1。

(二)曲率半徑：曲率半徑為接近圓上的某一點的曲線的圓弧的半徑，同時也是曲率的倒數。如圖 4-1-2。

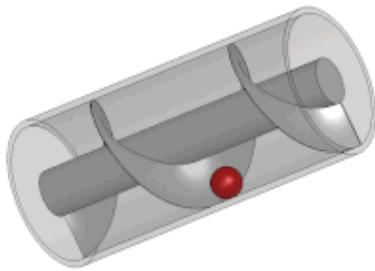


圖 4-1-1 阿基米德水泵( 維基百科)

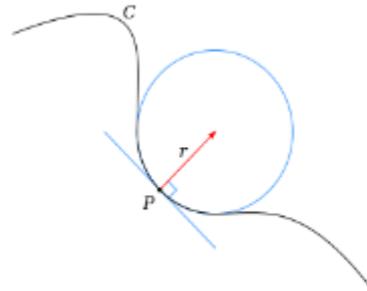


圖 4-1-2：逼近法計算曲線 C 在 P 點的密切圓和曲率半徑(維基百科)

(三)牛頓第三運動定律：當兩個物體交互作用時，彼此施加於對方的力，其大小相等，方向相反。力必會成雙成對的出現，分別為作用力與反作用力(抗力)。如圖 4-1-3。

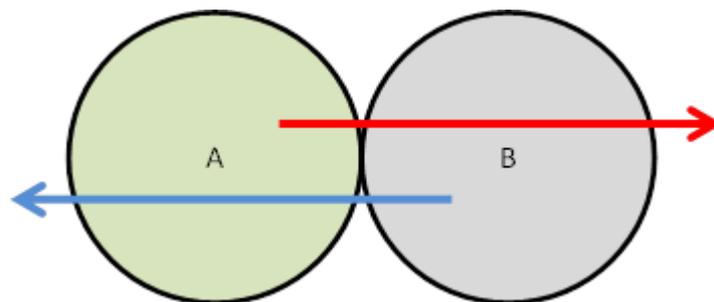


圖 4-1-3:作用力與反作用力示意圖

## 二、實驗方法

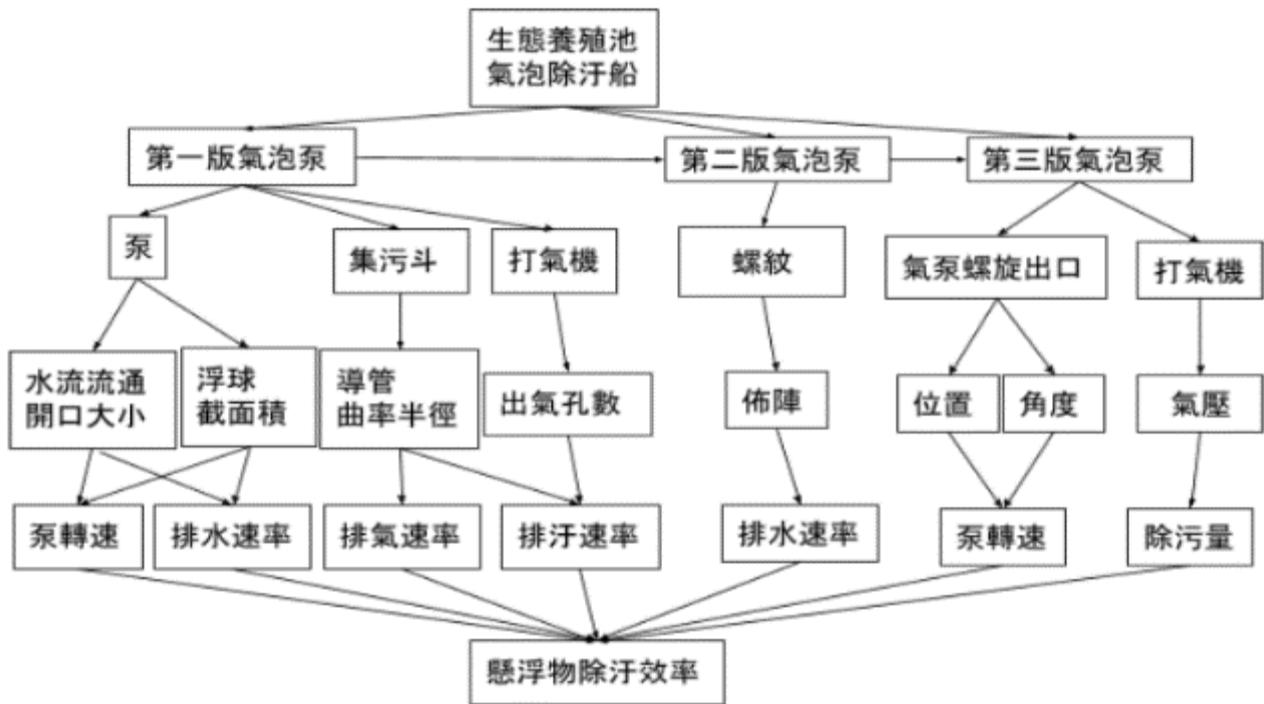


圖 4-2-1 實驗研究架構圖

## 三、研究步驟

### (一)、阿基米德氣泡泵浮球面積對水流流通速率與泵轉動速率的影響。

1. 取不同直徑的保麗龍球與寶特瓶組裝成阿基米德氣泡泵(如圖 3-1)。
2. 利用氣泡泵蒐集 9 公升水流，記錄流通時間，計算水流流通速率，  
 $v_1 = 9(\text{公升}) / \text{流通時間}(\text{秒})$ 。
3. 利用氣泡泵蒐集 9 公升水流，記錄泵的轉動次數，計算泵的轉速，  
 $v_2 = \text{轉動次數}(\text{次}) / \text{流通時間}(\text{秒})$ 。

### (二)、阿基米德氣泡泵水流流通開口面積對水流速率與泵轉速的影響。

1. 取流通開口面積不同的寶特瓶(如圖 4-3-2)與直徑 3 公分的保麗龍球組成氣泡泵。
2. 利用氣泡泵蒐集 9 公升水流，記錄流通時間，計算水流流通速率。
3. 利用氣泡泵蒐集 9 公升水流，記錄泵的轉動次數，計算泵的轉速。

### (三)、集污斗導管角度對排污速率的影響。

1. 取不同角度的導管，與寶特瓶組成集污斗(如圖 3-2)。
2. 在水中放入的稻殼，模擬水中污染物。
3. 將打氣機置於寶特瓶底部，開始打氣 60 秒後，搜集尚未被排出的殘留稻殼，並秤重量，計算排污速率， $v_3 = (\text{稻殼原始重量} - \text{尚未被排出的稻殼重量}) / \text{分}$ 。

### (四)、打氣機氣泡分孔產生器的氣泡出口密度對除污效率的影響。

1. 取不同數量的排氣孔(圖 3-3)。
2. 記錄稻殼殘留重量，計算除污效率。  
 $v_4 = (\text{稻殼原始重量} - \text{尚未被排出的稻殼重量}) / 60 \text{ 秒}$ 。

### (五)、螺紋佈陣對排水速率的影響。

1. 將導管作為螺紋，與寶特瓶組成氣泡泵。
2. 將導管調整成不同螺紋佈陣並加以打氣。
3. 利用氣泡泵蒐集 500 毫升的水測量所需時間，計算排水速率。

### (六)、氣泵螺旋出口位置與角度對氣泵轉速的影響。

1. 將導管作為螺旋，與寶特瓶組成氣泡泵。
2. 將導管調整成不同角度及排水位置並加以打氣。
3. 利用碼表計時一分鐘並計算其轉動圈數，計算轉動速率。

### (七)、打氣機氣壓大小對排污量的影響。

1. 將打氣機接上電阻調整器。
2. 將打氣速率透過電阻調整並以氣泡驅動牛頓泵。
3. 利用碼表計時 1 分鐘並記錄所除的髒污。

## 伍、研究結果與討論

### 一、阿基米德氣泡泵浮球面積對水流流通速率與泵轉動速率的影響。

假設：阿基米德浮球氣泡泵浮球面積大，受力面積大，泵轉速快且水流流通速率大。

操作變因：浮球大小。

應變變因：水流流通速率、阿基米德浮球氣泡泵轉動速率。

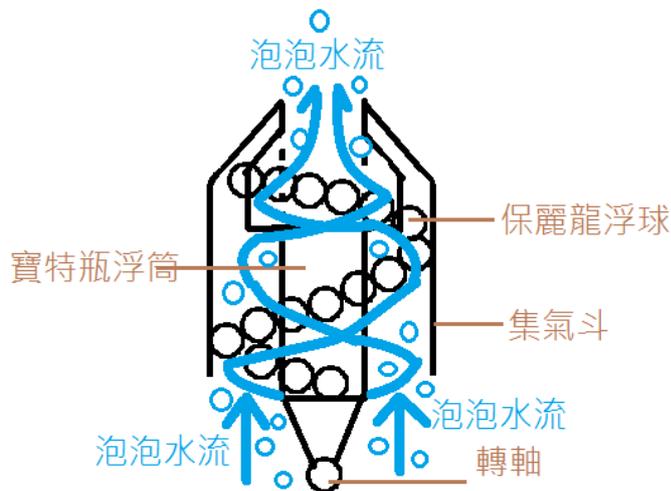


圖 5-1-1 阿基米德泵設計圖



圖 5-1-2 實驗實作圖

#### (一)、實驗紀錄：

表 5-1-1 阿基米德氣泡泵浮球面積對泵水流流通速率的影響

浮球面積比	1	2	3	4	5	水流平均速率 (L/s)
0	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28
1	0.30	0.28	0.30	0.27	0.30	0.29
4	0.28	0.28	0.27	0.27	0.29	0.28
9	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
16	0.30	0.30	0.29	0.30	0.28	0.29
25	0.26	0.26	0.26	0.27	0.27	0.27

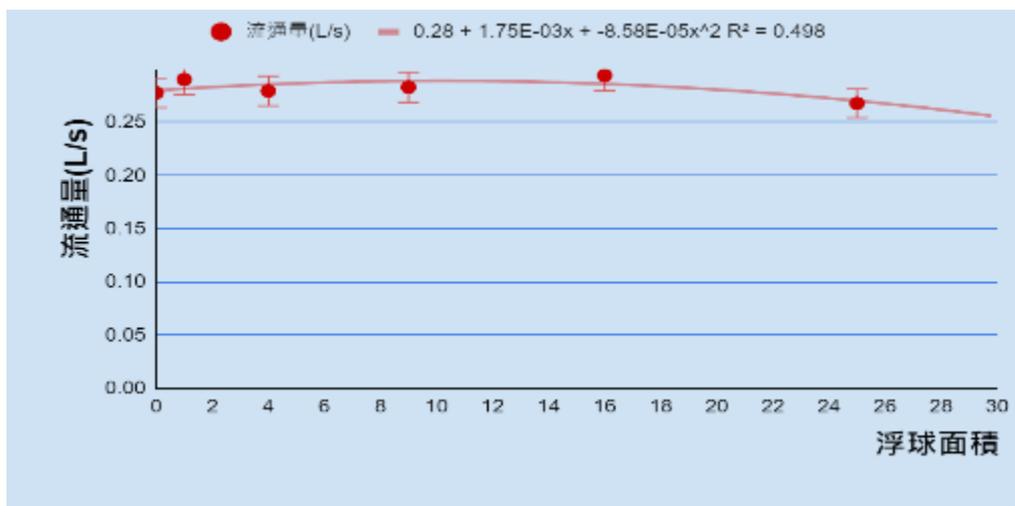


圖 5-1-3 阿基米德氣泡泵浮球截面積對水流流通速率的影響

表 5-1-2 阿基米德氣泡泵浮球截面積對泵轉動速率的影響

浮球面積	1	2	3	4	5	平均轉速(次/秒)
0	1.73	1.73	1.66	1.75	1.72	1.72
1	1.50	1.69	1.67	1.91	1.87	1.69
4	1.72	1.63	1.79	1.73	1.71	1.62
9	1.87	1.84	1.91	1.78	1.88	1.84
16	1.93	1.87	1.71	1.67	2.03	1.87
25	1.82	1.88	1.76	1.73	1.85	1.88

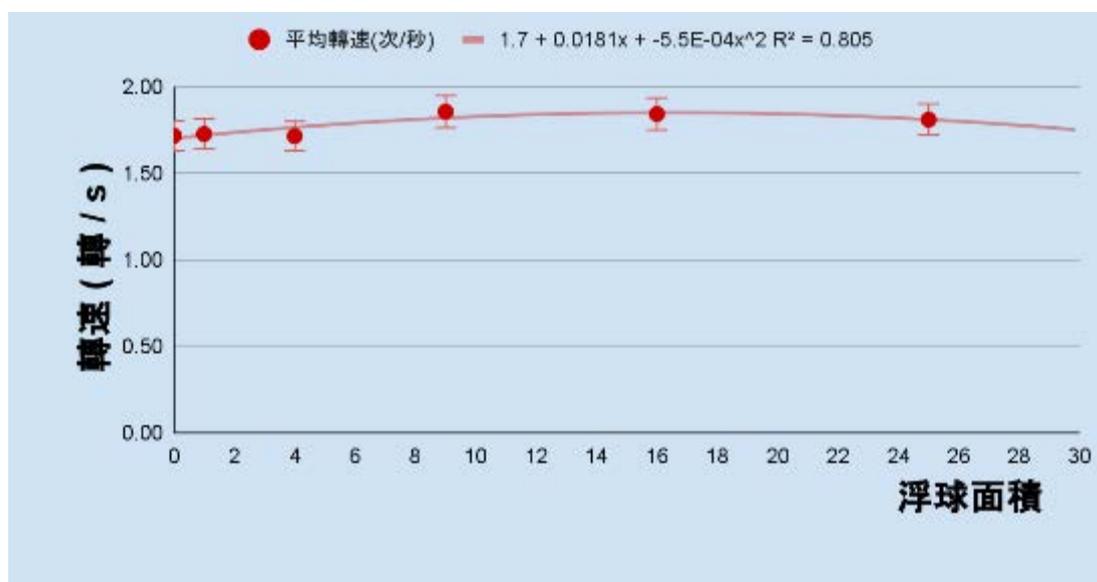


圖 5-1-4 阿基米德氣泡泵浮球截面積對泵轉動速率的影響

## (二)、實驗結果

1. 結果關係：根據圖 5-1-3~5-1-4，浮球面積對水流流通速率的影響不大，對泵轉動速率的也影響不大。但是，浮球截面積 9 平方公分時的泵轉動速率最高。因此，我們選擇以截面積 9 平方公分的浮球完成後續實驗。
2. 原理解釋：推測因為水流流速大，當高流速的水流撞擊浮球時，皆會造成泵快速轉動，因此差異不大。
3. 新問題及新應用：(1)未來可以改變水流流速，以探討浮球截面積對轉速與流速的影響。(2)浮球可提供氣泵浮力及可作為雜質上升之軌道，浮球大小亦可隨氣泵總重量調整。

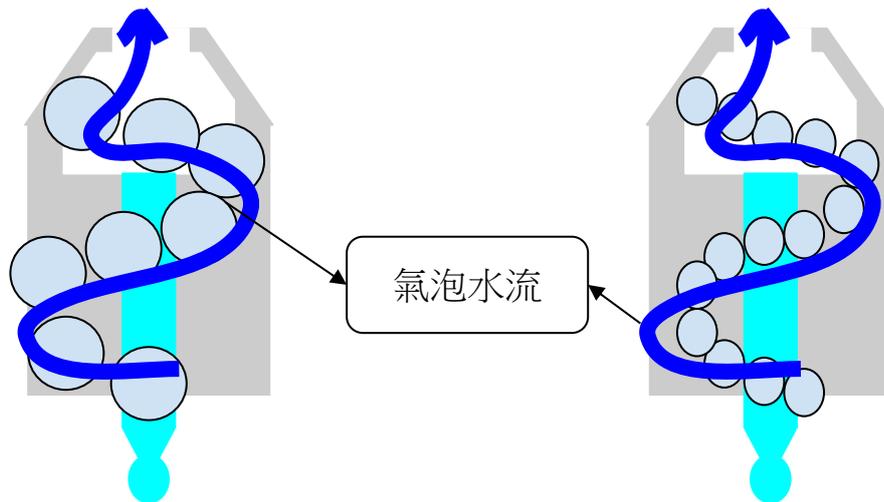


圖 5-1-5 阿基米德氣泵浮球面積原理說明圖

## 二、阿基米德氣泡泵水流流通開口面積對水流速率與泵轉速的影響

假設：水流流通開口面積愈大，葉片愈大，則受力大，轉速快擾動強。

操作變因：阿基米德氣泡泵出水口面積。

控制變因：水龍頭的水流速、滾筒大小。

應變變因：水流流通速率與阿基米德氣泡泵轉速。



圖 5-2-1 實驗實作圖

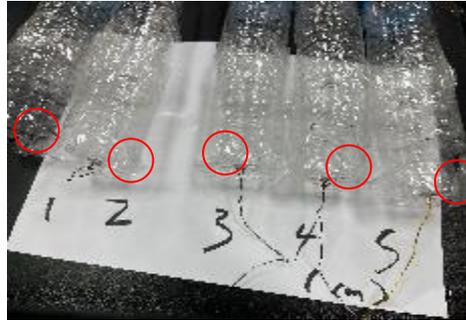


圖 5-2-2 流通開口與扇葉實驗品

### (一)、實驗紀錄：

表 5-2-1：流通開口大小對流通速率的影響

流通開口面積	1	2	3	4	5	流通速率 (L/s)
0.5	0.20	0.22	0.21	0.23	0.21	0.22
2	0.21	0.19	0.17	0.23	0.20	0.20
4.5	0.20	0.18	0.20	0.18	0.20	0.19
8	0.18	0.19	0.18	0.19	0.18	0.18
12.5	0.17	0.16	0.16	0.18	0.18	0.17

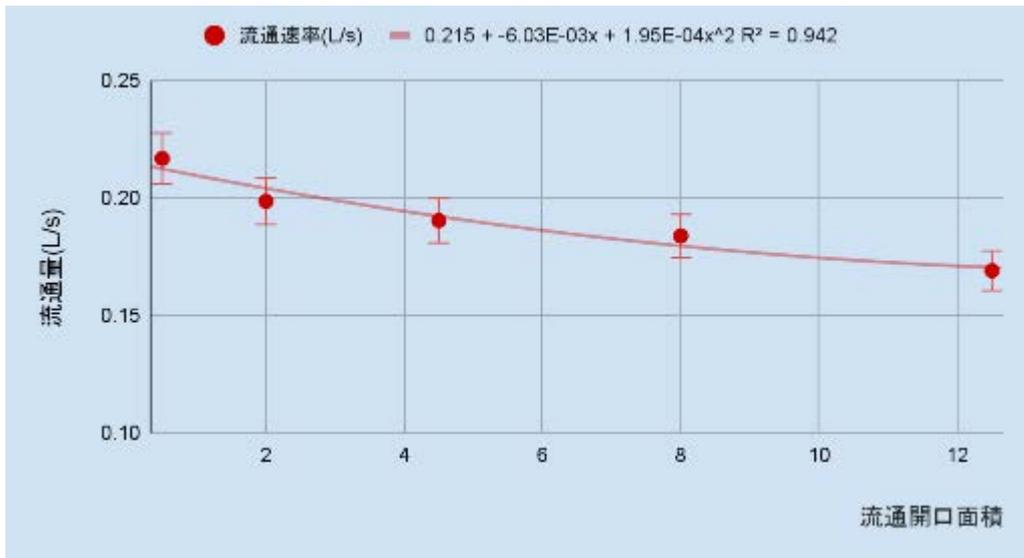


圖 5-2-3：流通開口大小對流通速率的影響

表 5-2-2 流通開口大小對泵轉速的影響

流通開口大小 (cm)	流通開口面積	轉次	轉次	轉次	轉次	轉次	平均次數	平均轉動時間 (s)	轉動速率 (轉 / s)
1	1	112	106	103	101	110	106.4	41.6	2.6
2	4	116	127	136	116	124	123.8	45.8	2.7
3	9	123	138	128	131	130	130.0	47.4	2.7
4	16	126	122	121	119	125	122.6	49.0	2.5
5	25	152	157	155	147	144	151.0	53.4	2.8

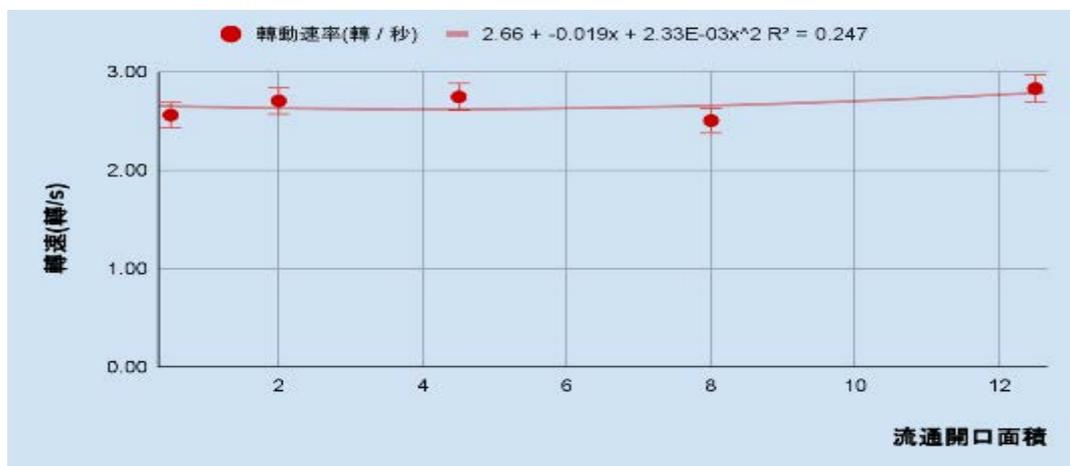


圖 5-2-4 流通開口面積對泵轉速的影響

## (二)、實驗結果

### 1. 結果關係：

(1)、根據圖 5-2-3，流通開口愈大，水流流通速率愈慢。

(2)、根據圖 5-2-4，開口面積對於氣泵的轉速無顯著影響。

### 2. 原理解釋：

我們分析寶特瓶製作的扇葉支撐力不足，未造成氣泵轉動的推力，反而成為水流流通的阻力，因此開口面積對於氣泵的轉速無顯著影響，以及因水流撞擊扇葉產生的阻力導致開口面積大的流通速率反而降低。

### 3. 新應用：扇葉支撐力若過低會導致水流流通產生阻力，無法有效造成對氣泵的推力，因此在製作過程應強化扇葉結構。

### 三、集污斗導管角度對排污速率的影響

假設：導管彎頭角度愈小，曲率半徑越大，流通阻力小，排污效率與排氣速率愈佳。

操作變因：集污斗導管彎頭曲率

控制變因：氣泡量多寡，導管截面直徑(5 公分)

應變變因：排污的速率、排氣速率



圖 5-3-2 集污斗設計圖



圖 5-3-1 實驗實作圖

#### (一)、實驗紀錄：

表 5-3-1 集污斗導管彎頭角度曲率半徑對排污速率的影響

集污斗導管 角度(度)	曲率半徑(cm)	1	2	3	平均排汗量 (克/分)
0	60.0	6.02	4.86	4.10	4.99
25	32.0	14.70	16.22	16.78	15.90
50	13.0	8.14	7.33	6.76	7.41
75	10.5	4.38	4.23	4.04	4.22
90	5.5	5.50	5.20	5.88	5.53

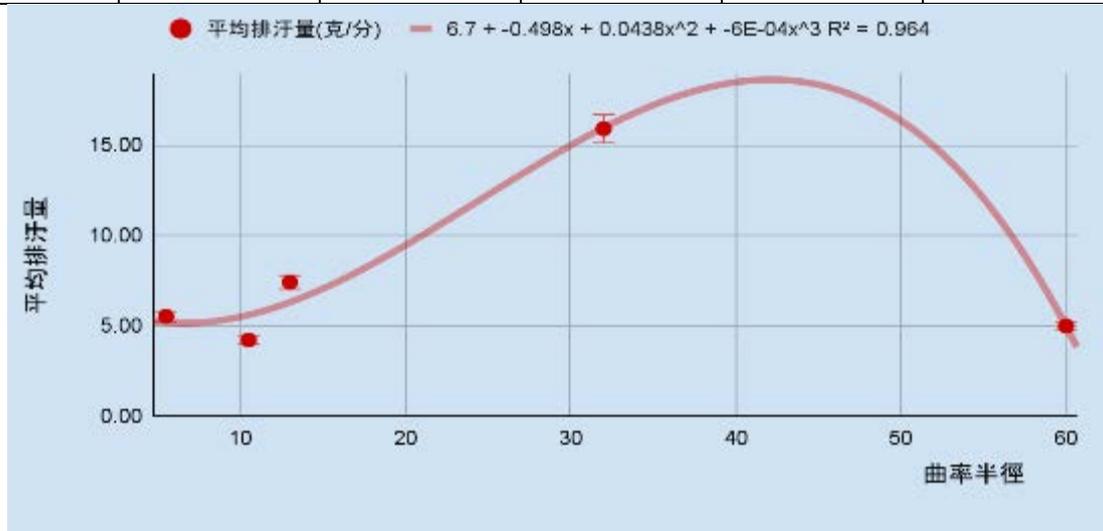


圖 5-3-3 集污斗導管彎頭角度曲率半徑對排污速率的影響

表 5-3-2 集污斗導管彎頭角度曲率半徑對排氣速率的影響

集污斗導管曲率半徑	第一次排氣時間(s)	第二次排氣時間(s)	第三次排氣時間(s)	第四次排氣時間(s)	第五次排氣時間(s)	平均排氣時間(s)
60	13.216	13.407	13.283	13.540	13.596	13.408
32	13.190	13.320	14.340	13.620	13.390	13.572
13	14.220	14.730	13.080	14.240	14.850	14.224
10.5	14.490	14.631	15.030	14.994	14.961	14.821
5.5	15.312	14.279	14.787	15.491	14.316	14.837

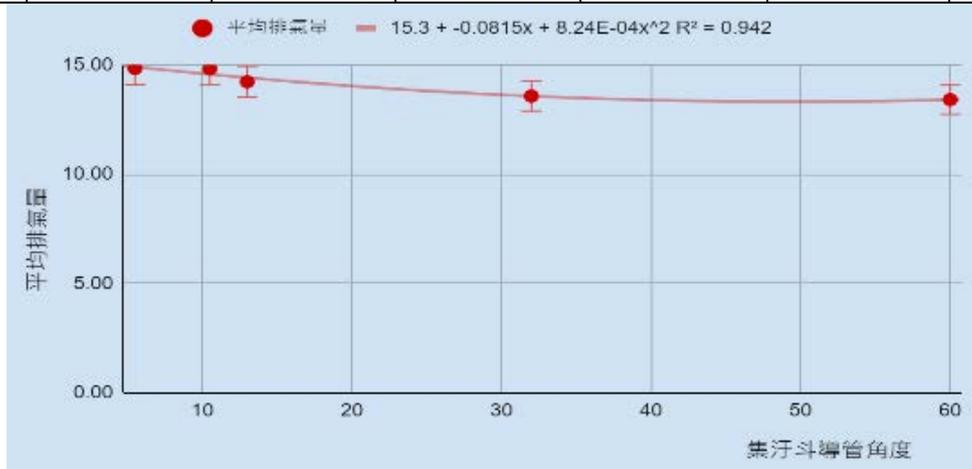


圖 5-3-4 集污斗導管彎頭角度曲率半徑對排氣速率的影響

(二)、實驗結果：

- 結果關係：(1)、根據圖 5-3-3，彎管的曲率半徑越大，可以達到較強的除污效率。  
(2)、根據圖 5-3-4，彎管的曲率半徑大小與排氣速率沒有顯著相關。
- 原理解釋：彎管的曲率半徑愈大，代表導管愈直，則往上的水流阻力較小，因此能把水的懸浮雜質順利往上送。但曲率半徑 60 時，導管為直線，由於重力關係導致水流逆流，無法將雜質送至集污船內。而打氣速率未達污水管最大流通量，未造成彎管阻塞，故無顯著相關。
- 新應用：管道應儘量取直線，減少彎頭，而為了控制水流方向須採用彎頭時，取**曲率半徑大**彎頭較佳，但不可為直線。

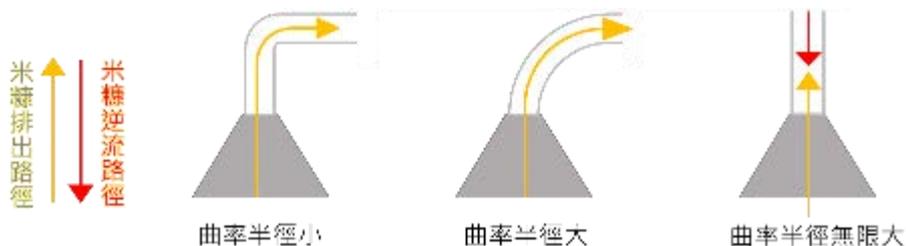


圖 5-3-5 曲率半徑對排汙速率的影響原理解釋

#### 四、打氣機氣泡分孔產生器的氣泡出口數量對除汙效率的影響

假設：氣泡打氣位置有適當的間距及數量，會形成最佳水對流柱，有較佳的排汙效率。

操作變因：氣管打氣孔數

控制變因：氣壓、水深、管徑、孔徑

應變變因：排汙的速率

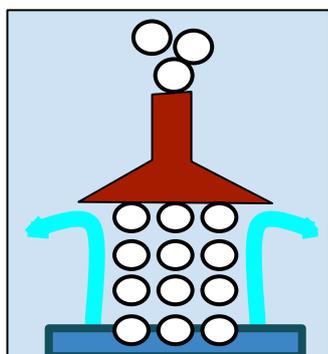


圖 5-4-1 氣泡分孔產生器設計圖



圖 5-4-2 實驗實作圖

#### (一)、實驗紀錄：

表 5-4-1 氣泡分孔產生器的氣泡出口數量對除汙效率的影響

氣孔數量	1 排汙百分比	2 排汙百分比	3 排汙百分比	平均排汙百分比
1	36.494%	30.122%	25.937%	30.851%
2	24.924%	27.129%	37.064%	29.706%
3	33.064%	34.021%	34.066%	33.717%
4	39.720%	18.477%	27.676%	28.624%
5	27.411%	27.564%	23.408%	26.127%
6	17.899%	23.010%	27.084%	22.664%
7	9.154%	15.033%	27.673%	17.287%

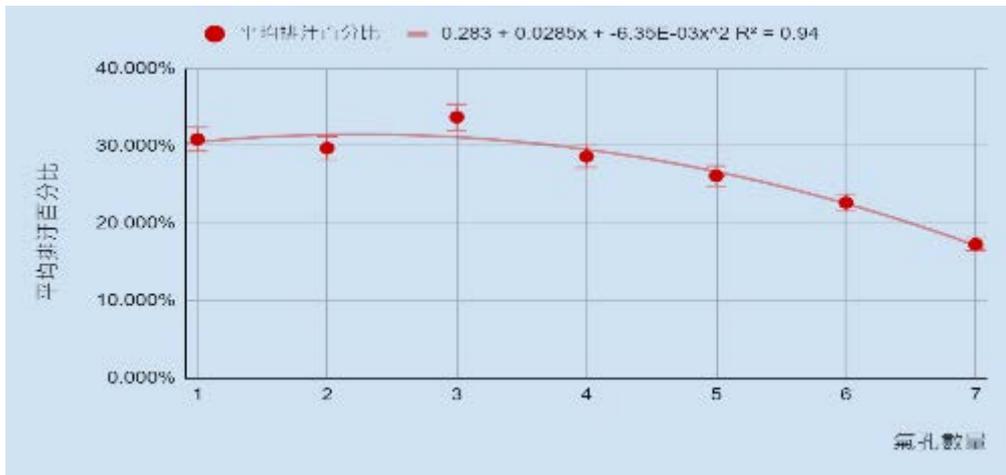


圖 5-4-3 氣泡分孔產生器的氣泡出口數量對除污效率的影響

## (二)、實驗結果

### 1. 結果關係：

- (1)、根據圖 5-4-3，氣泡出口數量愈多，排汙效率降低。
- (2)、氣泡出口數在 3 孔時的除污效率最高。

### 2. 原理解釋：

- (1)、氣泡的出口數量多，氣泡的數量過多而排列較雜亂，導致對流不易。
- (2)、氣泡的出口數 3 孔的除污效果好是因為氣泡出口有最好的間距，氣泡間互相干擾上升路徑的現象較少，對流效率較佳，除污效果強。

3. 新問題及新應用：自製的氣泡分孔產生器排陣約為，**3 孔**時的對流效率較佳，此處的 3 孔排列應該與集汙斗的口徑大小、氣泡產生速率與強度有關。以後可以朝這方面研究，以找出最有效率的搭配。

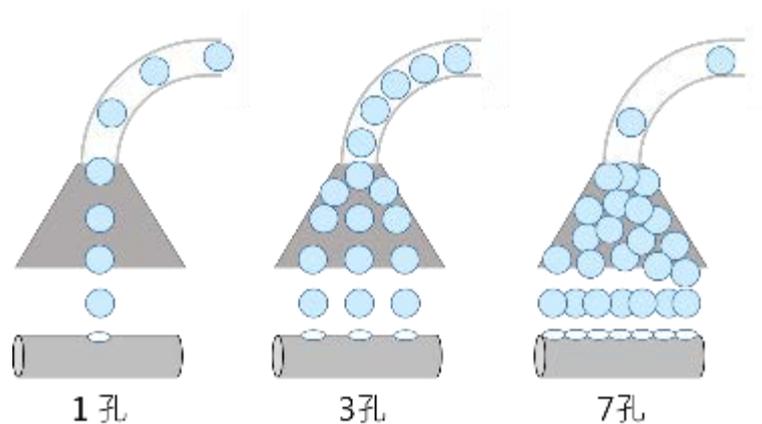


圖 5-4-4 氣泡出口數量對流通情形的影響示意圖

## 五、螺紋佈陣對排水速率的影響

假設：阿基米德氣泵的導線螺紋適當安排可增快排水速率

操作變因：氣泵導線螺紋疏密

控制變因：水深、氣壓、管徑

應變變因：排水速率(500mL/s)



圖 5-5-1：由左而右為密疏疏、疏密疏、疏疏密

(一)、實驗紀錄：

表 5-5-1 螺紋佈陣對排水速率的影響

疏密佈陣	第一次流速 (ml/s)	第二次流速 (ml/s)	第三次流速 (ml/s)	第四次流速 (ml/s)	第五次流速 (ml/s)	平均流速 (ml/s)	平均排水量 (毫 升/秒)
密疏疏	22.16	22.93	23.20	22.76	22.35	22.68	22.68
疏密疏	26.58	26.78	27.23	27.23	27.23	27.01	27.01
疏疏密	30.28	29.52	29.64	30.08	30.10	29.93	29.93

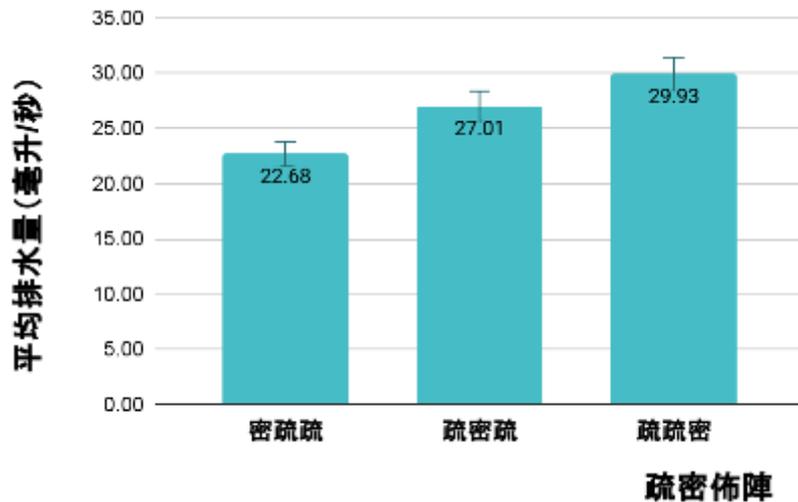


圖 5-5-2 瓶底到頂螺紋疏密佈陣對排水速率的影響

## (二)、實驗結果

1. 結果關係：靠近深水處的螺紋密度越疏，排水速越快。
2. 原理解釋：氣泡靠著本身的浮力上升，在深水處時，氣泡體積較小、浮力較小；疏螺紋路徑的曲率半徑大，使得阻止氣泡上升的阻力較小。因此，浮力較小的深水氣泡在疏螺紋路徑比密螺紋路徑更能加速通過；當氣泡愈靠近水面，浮力愈大，即可靠自身浮力快速排出。因此，疏疏密路徑有最大的排水量。
  - (1)、疏螺紋的深水區：氣泡體積小，適合浮力帶動水流，氣泡鉛直加速上升，促進浮力轉換成動能。
  - (2)、密螺紋處的淺水區：氣泡體積變，大適合阻塞水管，並在水平方向噴水，產生反作用力使泵旋轉。
3. 新問題新應用：根據螺紋疏密佈陣的實驗結果，應將靠近深水處的螺紋密度調疏。我們根據此研究，改良泵，成為第三代的牛頓泵。

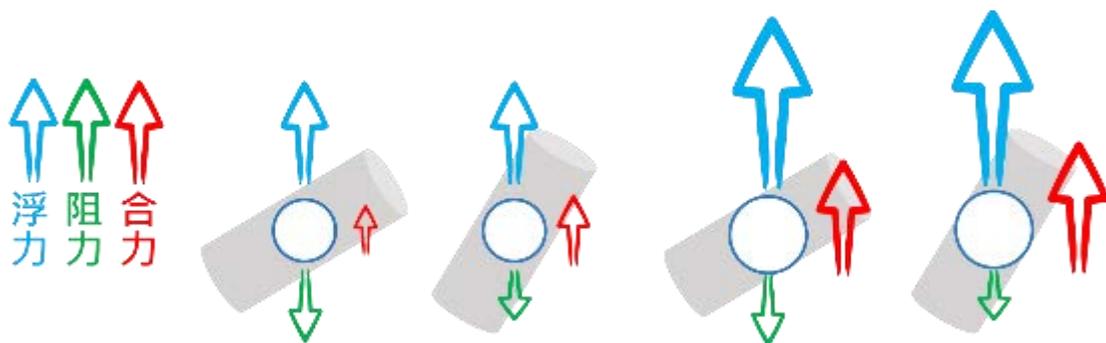


圖 5-5-3 氣泡浮力與導管阻力對氣泡上升速度的影響

## 六、出水管螺旋出口位置與角度對牛頓泵轉速的影響

假設：出水管螺旋出口與瓶身(轉軸)成切線(0 度角)且出口位置與水面下方時，轉速會較快。

操作變因：氣泵螺旋出口位置與角度

控制變因：水深、氣壓、管徑

應變變因：氣泵轉速



圖 5-6-1 實驗實作圖

### (一)、實驗紀錄：

表 5-6-1 氣泵出口位於水面上時出口角度對氣泵轉速的影響

氣泡出口角度(浮)	1	2	3	4	5	平均轉速(圈/分)
0	9.25	9.50	9.00	9.00	8.75	9.10
15	6.50	7.00	7.25	6.50	6.25	6.60
30	6.50	6.75	6.00	7.00	6.75	6.60
45	4.50	4.25	4.25	4.25	4.25	4.20
60	4.75	4.50	4.50	4.50	4.25	4.50
75	1.75	2.00	1.75	2.00	1.75	1.80
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 5-6-2 氣泵出口位於水面下時出口角度對氣泵轉速的影響

氣泡出口角度(沉)	1	2	3	4	5	平均轉速(圈/分)
0	10.50	10.75	10.25	10.25	10.00	10.35
15	7.75	8.00	7.75	7.25	7.00	7.80
30	9.00	9.25	9.25	9.50	9.50	9.30
45	5.50	5.75	5.75	5.50	5.75	5.40
60	6.75	6.75	6.50	4.00	7.00	6.20
75	2.00	2.25	2.00	1.75	2.00	1.80
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

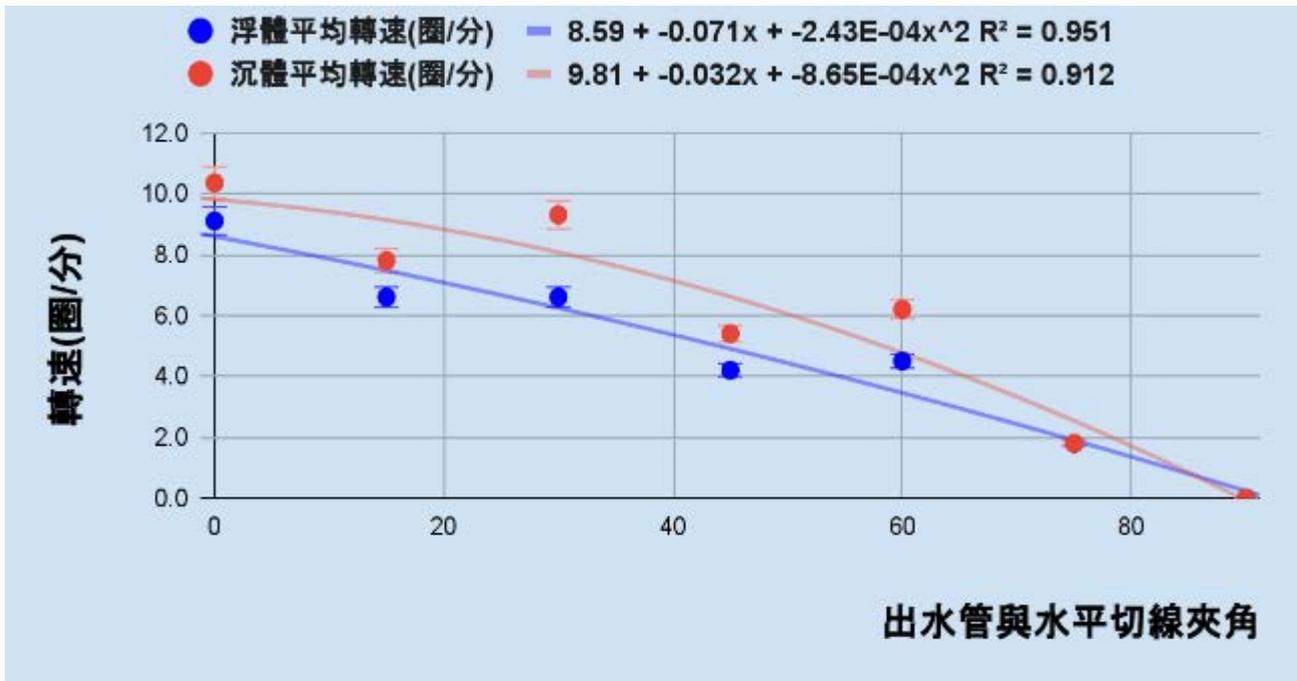


圖 5-6-2 出水管螺旋出口位置與角度對牛頓泵轉速的影響

## (二)、實驗結果

1. 結果關係：氣泵螺旋出口位置低於水平面時轉動速率較快；氣泵出口角度越大，轉動速率越慢。
2. 原理解釋：氣泵螺旋出口排出水及空氣的反作用力造成轉動，而水內的阻力較空氣中的阻力大，反作用力較強，故出口位於水平面下時轉動速率較快。出水管出口角度越大，轉動力矩愈大，轉速最快；當角度為 90 時，轉動力矩零，僅會原地微晃，不會轉動。
3. 新問題新應用：在製作氣泵時，應將氣泵出口位置低於水平面，並讓出口角度與轉軸成切線，可提高氣泵的轉速。

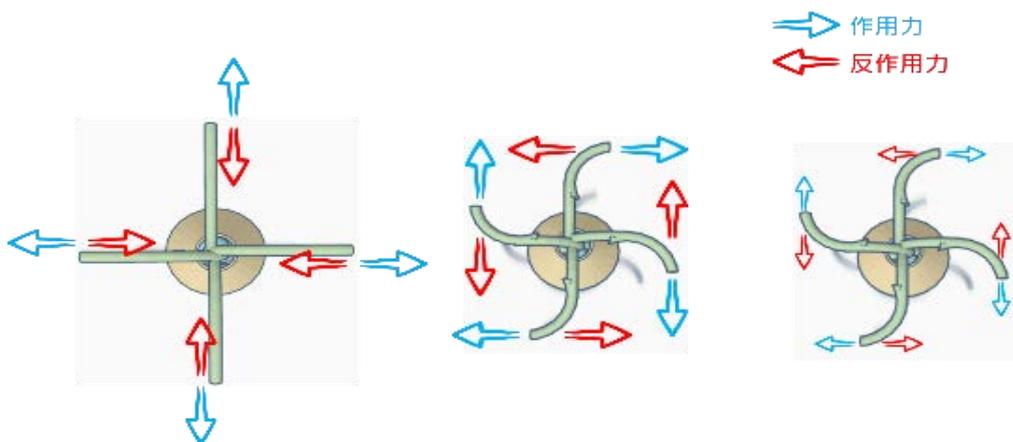


圖 5-6-3 由左而右分別為：導管角度為 90 度的泵(不會轉)；沉體牛頓泵；浮體牛頓泵。

## 七、打氣機氣壓強弱(出氣泡速率)對除污量的影響。

假設：氣壓強可增加除污量

操作變因：打氣機氣壓強弱(出氣泡速率；毫升/分)

應變變因：除污量(克/分鐘)

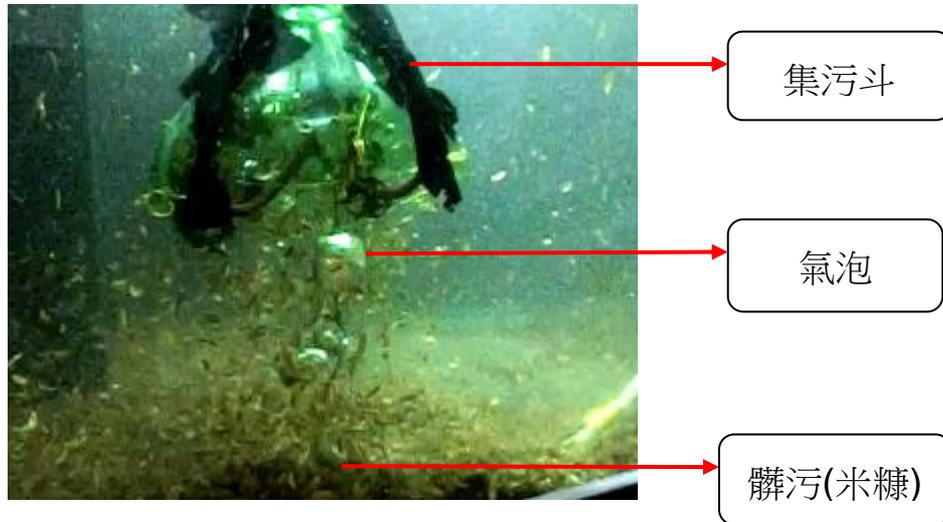


圖 5-7-1 實驗實作圖

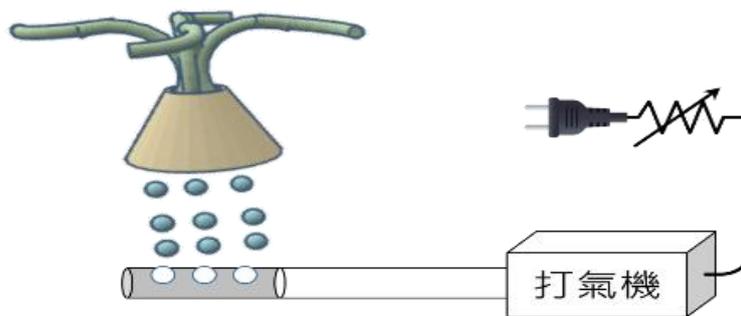


圖 5-7-2 實驗用系統

### (一)、實驗紀錄：

表 5-7-1 打氣機氣壓強弱(出氣泡速率)對除污量的影響

氣泡速率 (mL/s)	1	2	3	除污量(g/min)
6.12	22.60	21.94	22.96	22.50
6.45	23.26	22.20	22.12	22.53
11.73	22.80	22.78	23.60	23.06
15.30	23.82	24.22	23.14	23.73
17.36	24.68	25.70	24.40	24.93

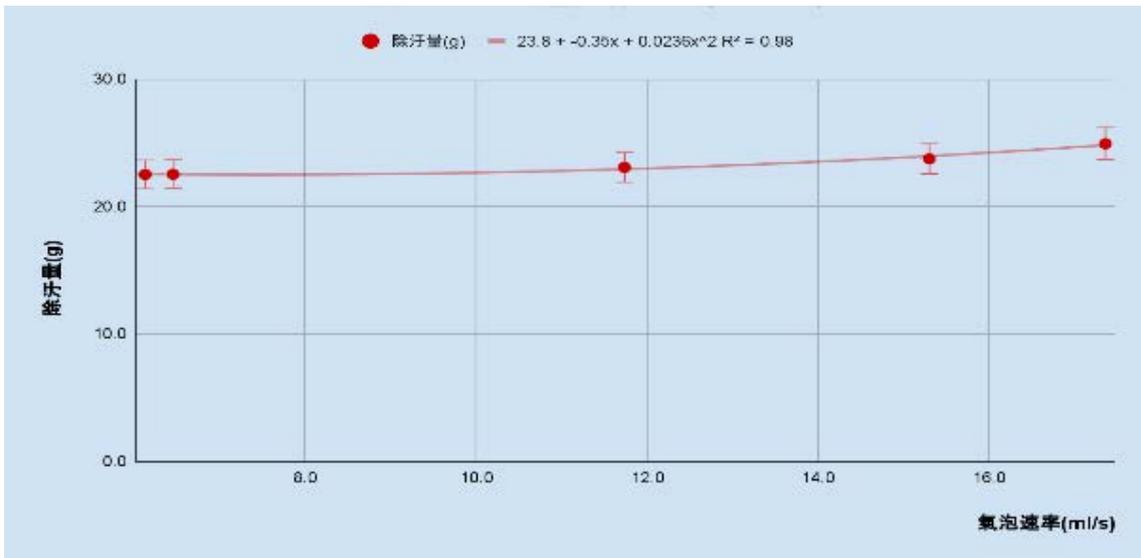


圖 5-7-3 打氣機氣壓強弱(出氣泡速率)對除污量的影響

## (二)、實驗結果

1. 結果關係：打氣機氣壓(出氣泡速率)越強，除污量越大。
2. 原理解釋：打氣機氣壓(出氣泡速率)越強，氣泡上升水流強，造成的反作用力推力大，強大的上升水流亦能帶出更多池底髒污。
3. 新問題及新應用：打氣機在氣壓合理範圍內，增強打氣機氣壓可提升除污的效能。

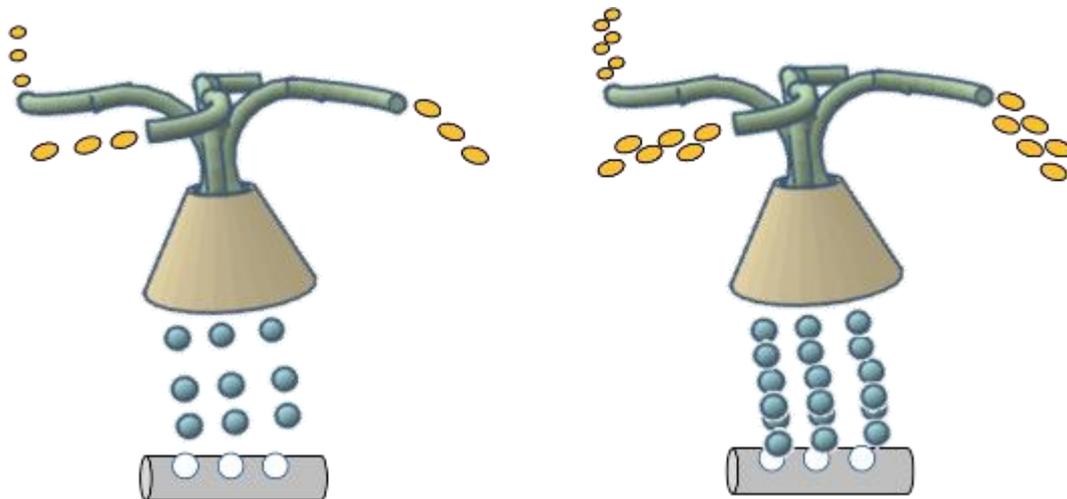


圖 5-7-4 打氣機氣壓強弱(出氣泡速率)對除污量的影響

## 陸、結論

本研究目的在利用氣泡浮力及阿基米德氣泡泵的渦流與斜面提供節能且有效率清除水中雜質的裝置。研究成果包含：

一、氣泡分孔產生器的出口密度若配合集污斗的開口，可提升排污速率，打氣機氣壓越強，可增加排污量。

二、集污斗彎頭曲率半徑大較佳，阻力小，但不可為直線以避免沉澱物迴流阻塞。

三、最佳模型為牛頓泵最佳模型為牛頓泵：出口管位置低於水平面，並讓出口角度與轉軸成切線，可提升排污速率。

四、牛頓泵的應用與優點：

1. **節能**：打氣機的電能，除了可以進行第一次打氣，牛頓泵還可將氣泡上升**浮力**的動能轉換為牛頓泵**轉動**的動能，可**清污**，亦可增加**水體擾動**。
2. **靜水除污**：可應用於靜止水池或水庫。水管開口在水面下，可**擾動更多水流**，使**沉積在池底的污泥開始流動**，**隨著氣泡水流往上進入牛頓泵**，達**清潔池底**效果。
3. **節能打氣水車**：出水管開口位於水面之上，則會造成類似**噴泉**的效果，可**增加水的含氧量**，協助**解決水體優養化**的問題。

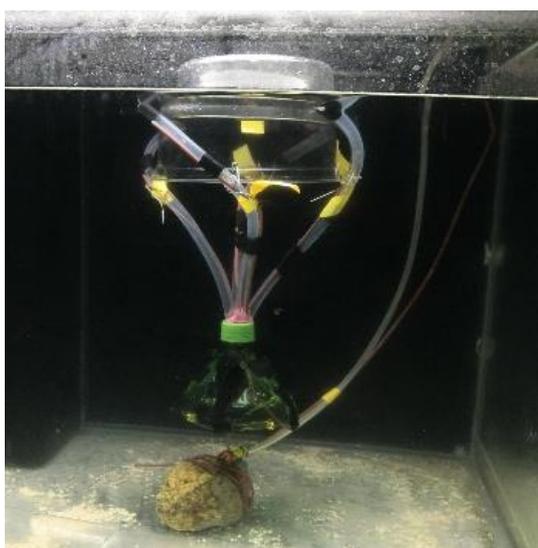


圖 6-1 最佳模組牛頓泵

## 柒、參考資料

- 南科管理局新聞中心(2021)簡單又聰明！荷蘭「泡泡屏障」阻近9成塑膠垃圾入海。20210930  
取自：<https://reurl.cc/LmVylX>
- The Great Bubble Barrier(2019)。The Bubble Barrier: a smart solution to plastic pollution。20210930  
取自：<https://reurl.cc/9Gxe3j>
- THE GREAT BUBBLE BARRIER B.V.(2016), A smart solution to plastic pollution。20211026 取自：  
<https://reurl.cc/d29NQD>
- 自由時報(2021)簡單又聰明！荷蘭「泡泡屏障」阻近9成塑膠垃圾入海。20211026 取自：  
<https://reurl.cc/yrodAD>
- 劉旭光(2017)輪機機械，東華書局。20210930 取自：<https://reurl.cc/Kbq79n>
- 蔡晴韋、陳欣梅、楊筑鈞(2010)水舞太極之氣泡聲光魔幻秀，中華民國第50屆中小學科學展覽會作品說明書。20211026 取自：<https://reurl.cc/YvGgkD>
- 張祐嘉、范哲維、蘇郁恩(2016)"黏"綿不絕—液體黏滯性對物質沉降影響探討，中華民國第56屆中小學科學展覽會作品說明書。20211026 取自：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/56/pdf/030114.pdf>
- 黃譯萱、謝苡廷、劉竺臻(2019)I sink therefore I am，中華民國第59屆中小學科學展覽會作品說明書。20211026 取自：<https://reurl.cc/DyezY6> 姚杰邑、林敬旻、張詩篇、朱唯與(2015)Jump！彈跳泡泡！—泡泡拍打原理與變因之研究，中華民國第55屆中小學科學展覽會作品說明書。20211026 取自：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/55/pdf/080115.pdf> 王子誥、吳宗諭(2017)震震有聲 水峰鳴--- 探討利用水波當成地震警報器之可行性，中華民國第57屆中小學科學展覽會作品說明書。20211026 取自：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/030502.pdf> 陳乃瑜、葉馨予、王娟娟、張翔黃翔、張乃文—「膜」力十足—泡泡膜的研究，中華民國第四十四屆中小學科學展覽會說明書。20211027 取自：  
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/44/c08/080209.pdf> 周建成(1986)水族箱清潔隊的好幫手，中華民國第七十五屆中小學科學展覽會說明書。20211117 取自：  
<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=3727>
- 蘇盟雅、楊佳穎(2003)水族箱的水又髒了！中華民國第七十五屆中小學科學展覽會說明書。20211203 取自：<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=1055>

The Ocean Cleanup Technologies B.V.(2021)SYSTEM 002 - THE START OF THE CLEANUP , THE OCEAN CLEANUP 。 20211227 取自: <https://theoceancleanup.com>

romt364(2016)阿基米德汲水器的應用，阿仁愛玩賽 。 20211027 取自:

[https://m.youtube.com/watch?v=X\\_DIxV1owI](https://m.youtube.com/watch?v=X_DIxV1owI)

維基百科(2020)曲率，維基百科。 20220112 取自:

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9B%B2%E7%8E%87>

NTCU 科學遊戲 Lab(2010)空氣抽水機。 20220603 取自: <http://scigame.ntcu.edu.tw/air/air-022.html>

## 【評語】 032901

本作品參考荷蘭泡泡屏障阻止塑膠垃圾入海，利用氣泡浮力及阿基米德氣泡泵的渦流與斜面提供節能且有效率清除水中雜質的裝置。有策略的分析各變因對泵轉速、除污量、排水速率、排氣速率等與除污效率有關的指標的影響。實驗進行皆作多次量測後求平均值，能夠展現實驗的穩定度，對實驗成果亦進行清楚的討論，為善用科學方法的作品。建議採用多元的除汙目標物，加強各版本泵之間的關聯性，並加強回歸函數代表的意義以及數據呈現精確度。

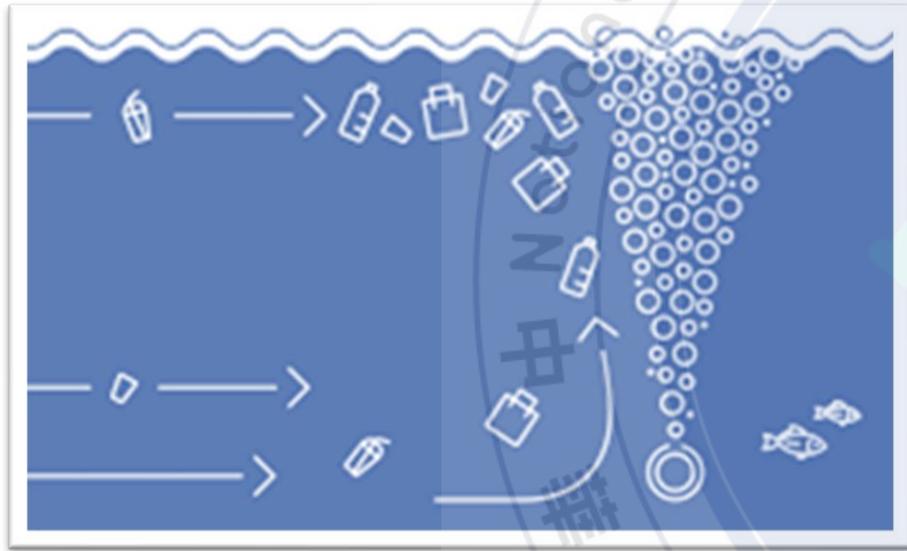
## 作品簡報

# 「滬浮泡影」---節能泡泡清 污船的研究

組別：國中組

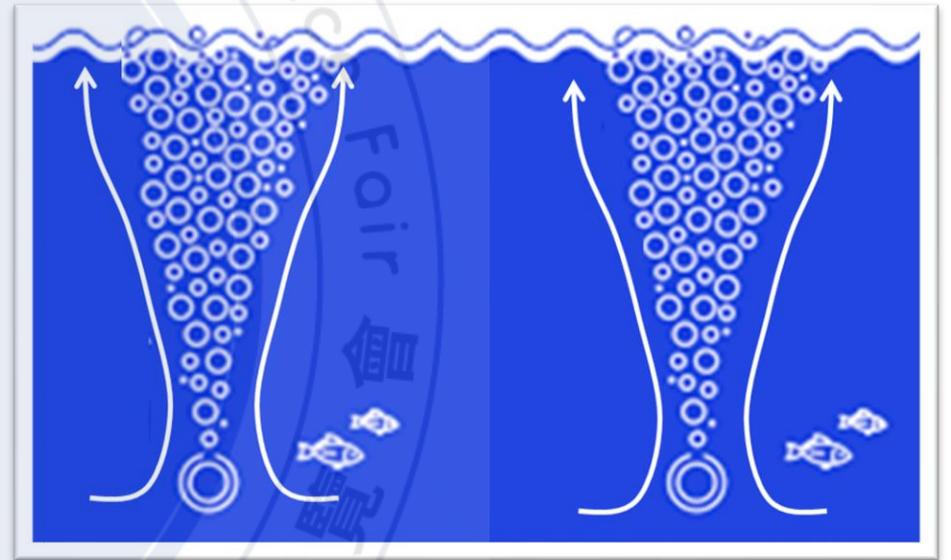
科別：生活應用二

# 前言 – 研究動機



Bubble barrier 氣泡屏障：

以氣泡簾收集流動河川內的漂浮垃圾。

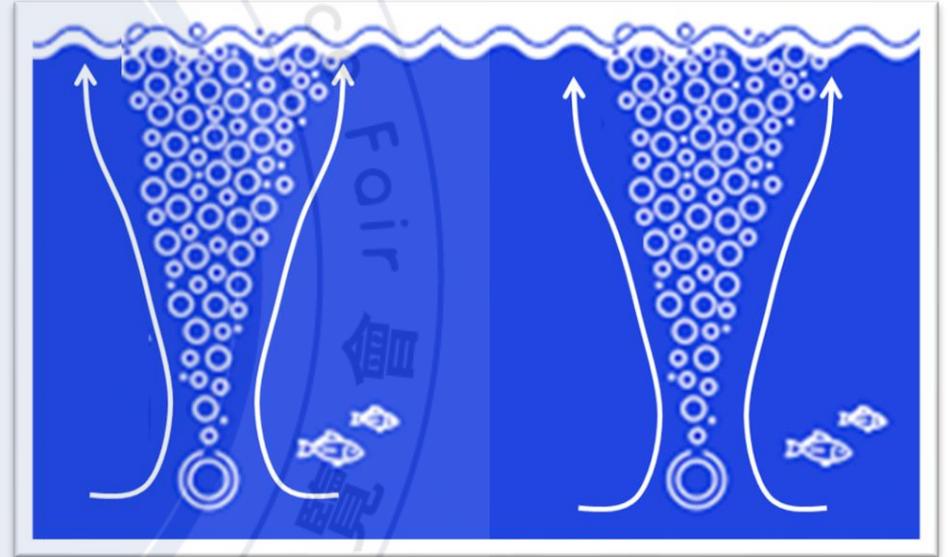


氣泡泵：

氣泡造成上升水流，收集沉在靜止水域底部的髒污。

# 前言 – 研究問題

- 一、阿基米德氣泵浮球面積對泵流通量與轉速的影響。
- 二、阿基米德氣泵流通開口面積對泵流通量與轉速的影響。
- 三、集污斗導管曲率半徑對除污速率與排氣速率的影響。
- 四、氣泡分孔產生器出口數量對除污效率的影響。
- 五、螺紋佈陣對排水速率的影響。
- 六、牛頓泵螺旋出口角度與位置對牛頓泵轉速的影響。
- 七、打氣機氣壓大小對排污量的影響。

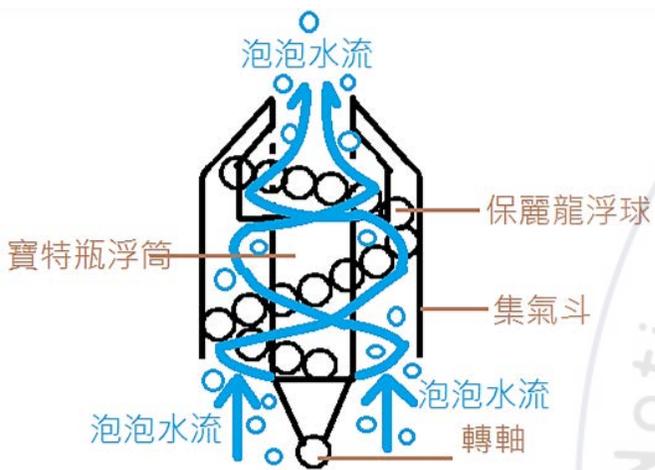


## 氣泡泵：

氣泡造成上升水流，收集沉在靜止水域底部的髒污。



# 研究結果與解釋 - 1 - 阿基米德氣泵浮球面積對泵流通量與轉速的影響



阿基米德氣泵設計圖



阿基米德氣泵實驗成品

圖5-1-2: 阿基米德氣泡泵浮球截面積對泵轉動速率的影響

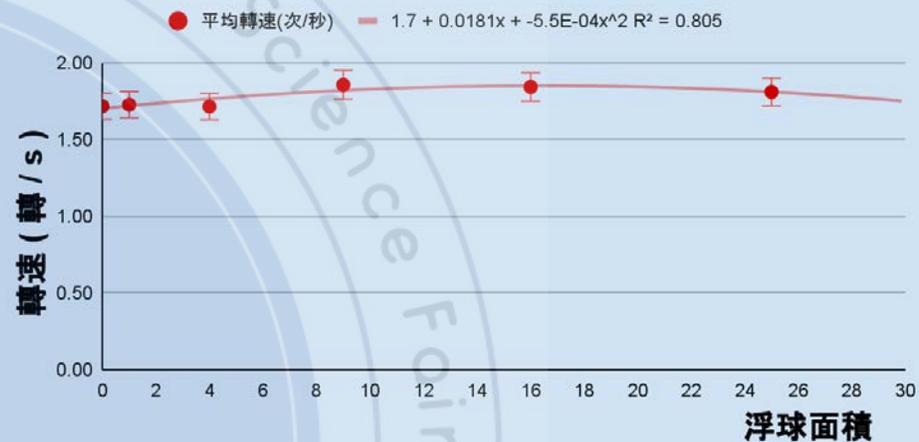
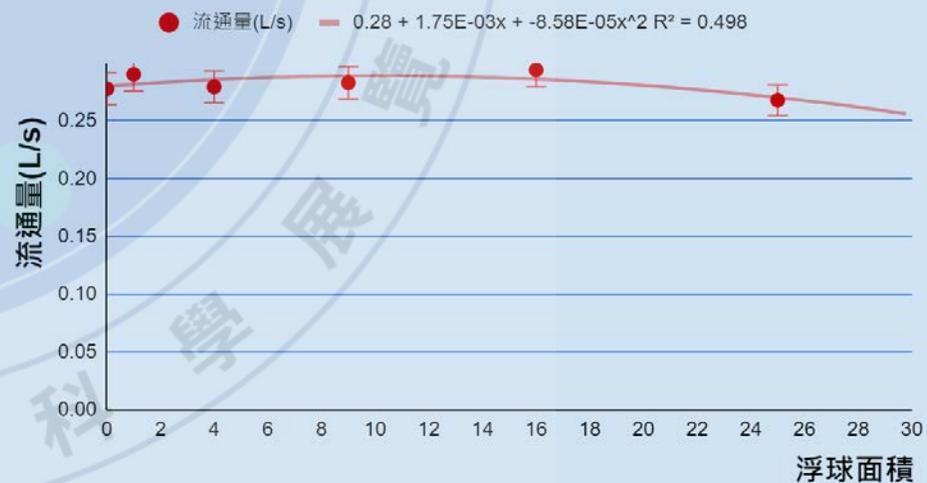
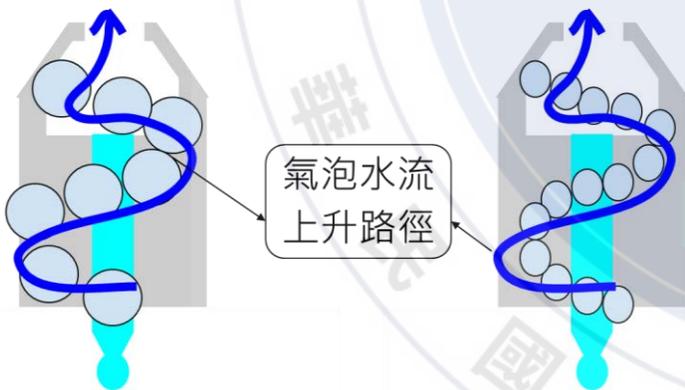


圖5-1-1: 阿基米德氣泡泵浮球面積對泵水流流通速率的影響



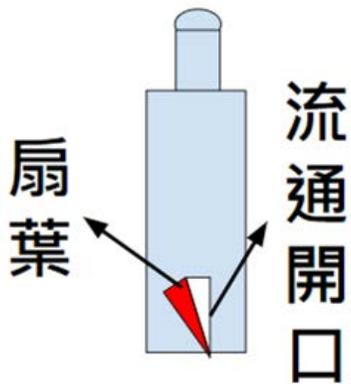
原理解釋



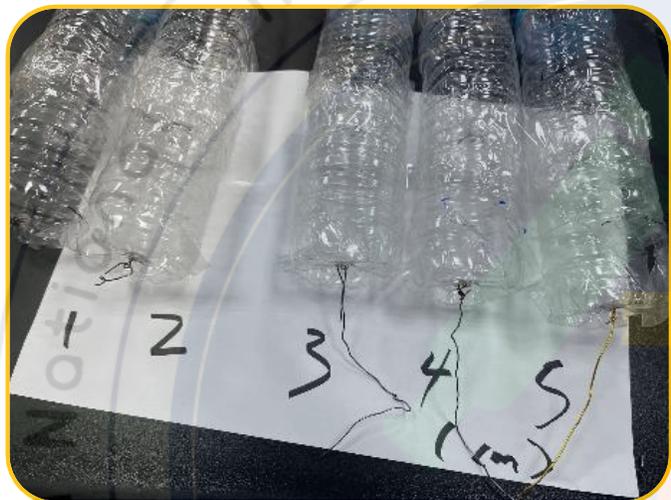
應用

浮球功用：(1) 供泵浮力  
(2) 作為雜質上升的軌道

# 研究結果與解釋 - 2 - 阿基米德氣泵流通開口面積對泵流通量與轉速的影響



流通開口與扇葉設計圖



實驗成品

圖5-2-1: 流通開口大小對流通速率的影響

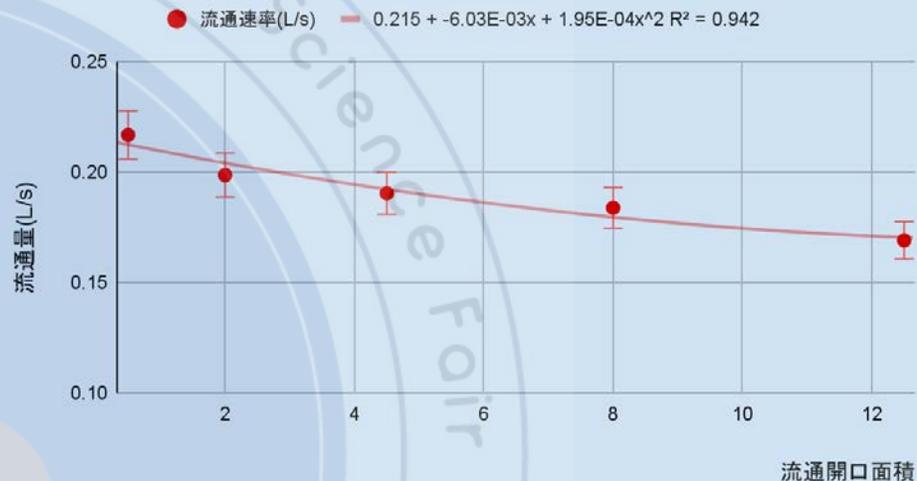
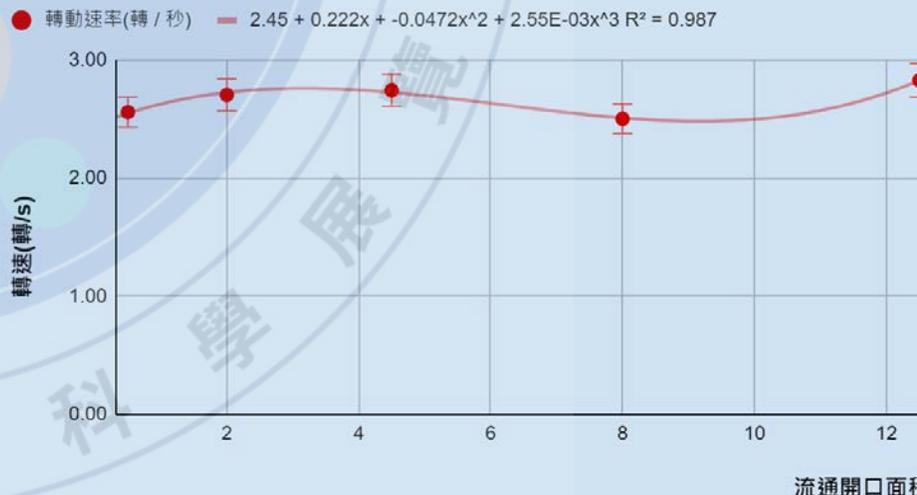


圖5-2-2 流通開口面積對泵轉速的影響



因果

流通開口面積越大，流通量越小，對轉速則影響不大。

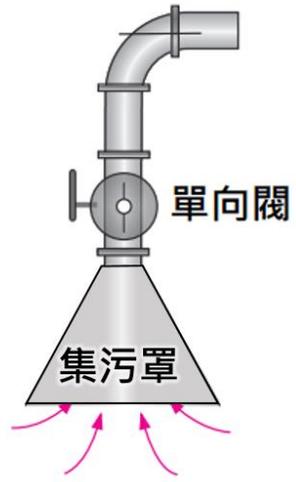
原理

扇葉支撐力不足。

應用

應強化扇葉的結構。

# 研究結果與解釋 - 3 - 集污斗導管曲率半徑對除污速率與排氣速率的影響

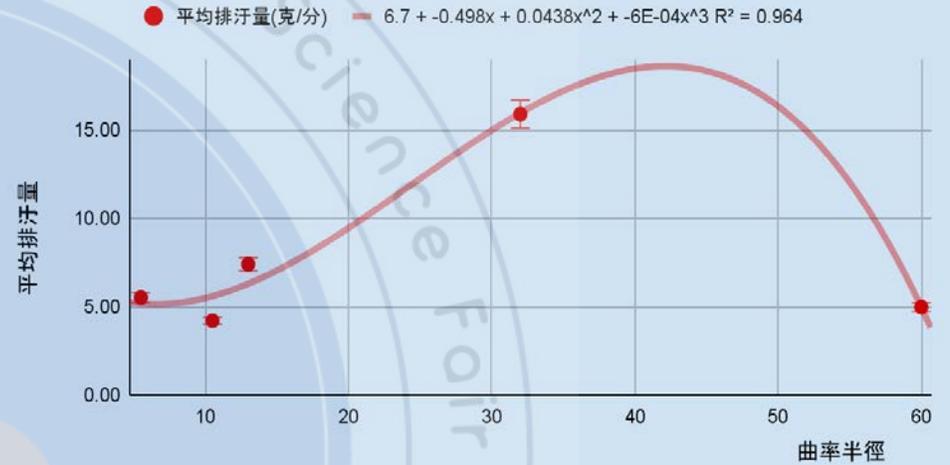


集污斗設計圖



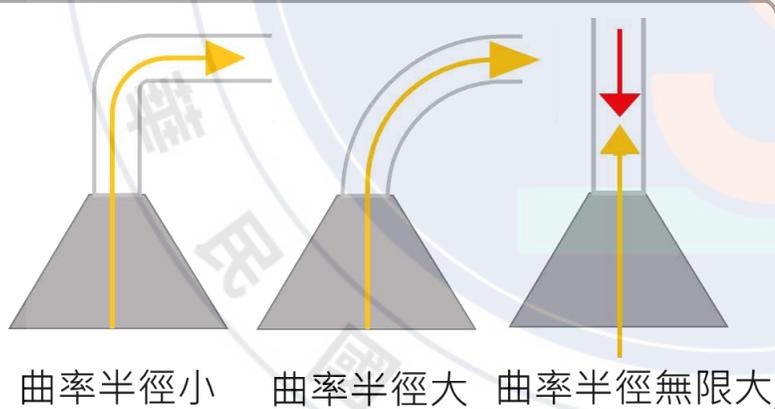
實驗成品

圖5-3-1集污斗導管彎頭角度曲率半徑對排污速率的影響



原理解釋

米糠排出路徑  
米糠逆流路徑

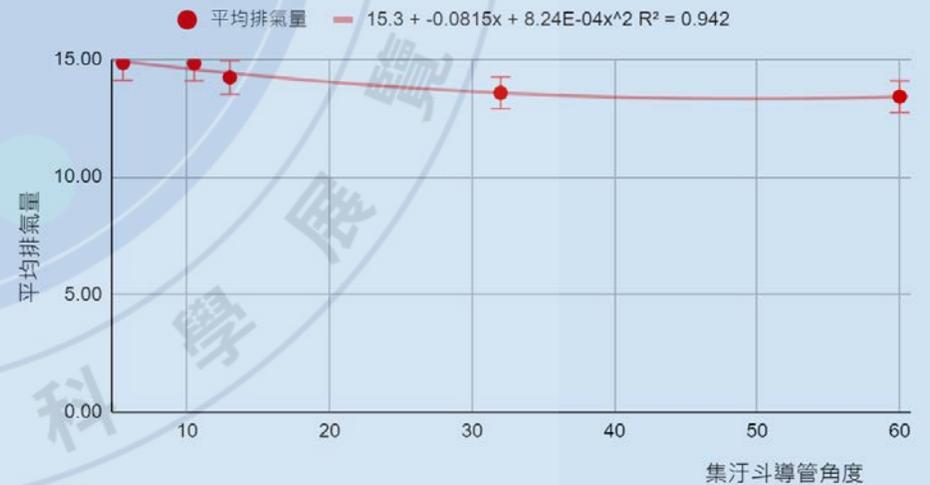


曲率半徑小 曲率半徑大 曲率半徑無限大

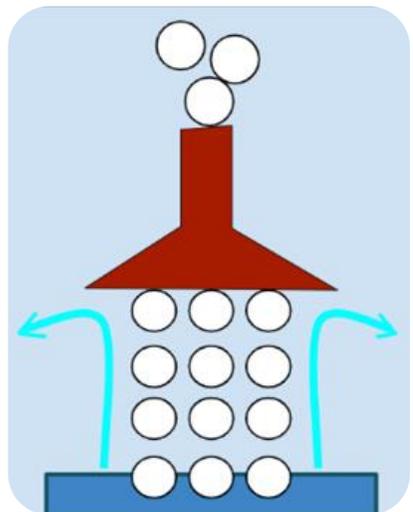
應用

取曲率半徑大的彎頭佳，但不可為直線。

圖5-3-2 集污斗導管彎頭角度曲率半徑對排氣速率的影響



# 研究結果與解釋 - 4 - 氣泡分孔產生器出口數量對除污速率的影響

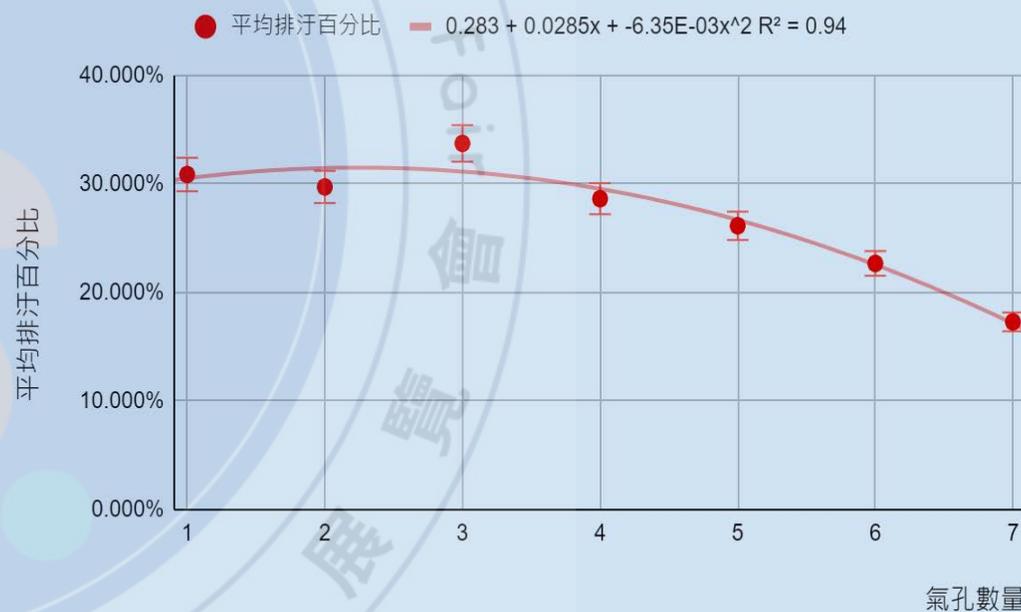


集污斗設計圖

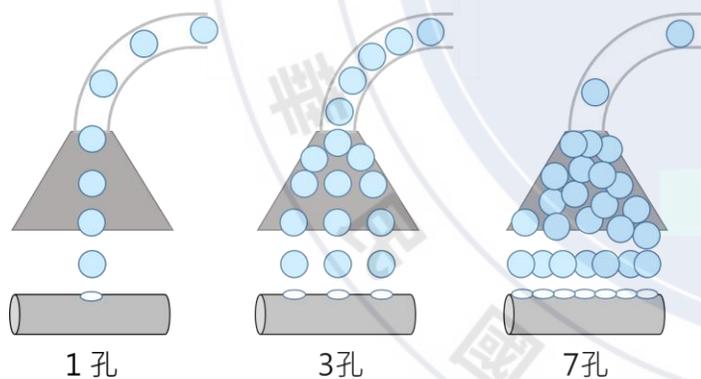


實驗成品

圖5-4-1氣泡分孔產生器的氣泡出口數量對除污效率的影響



原理解釋



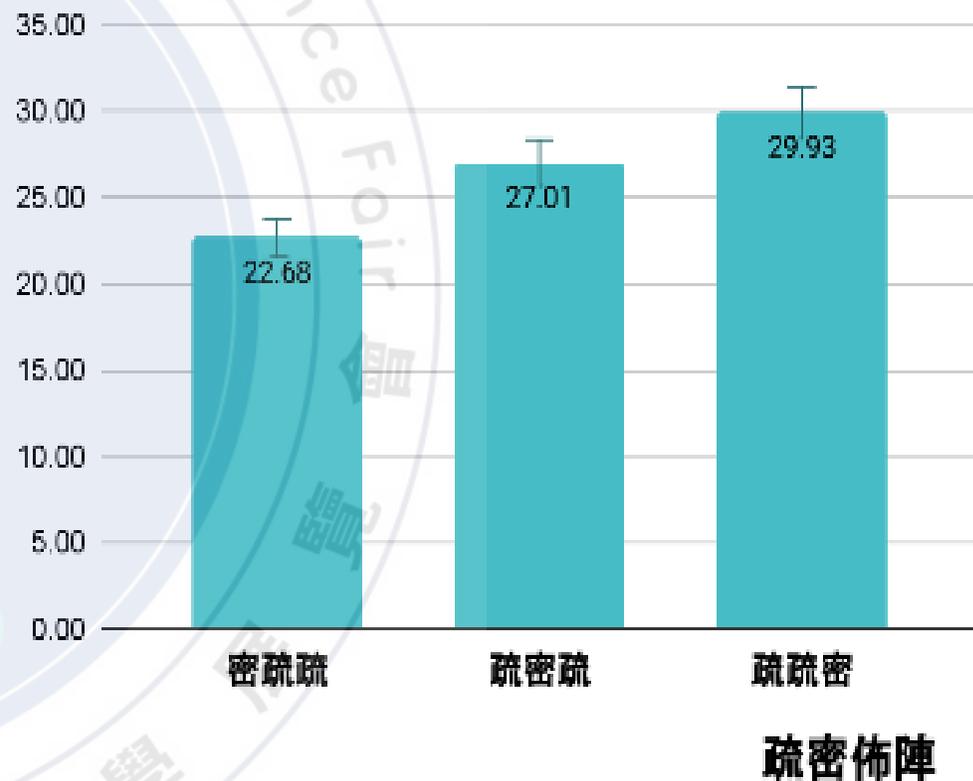
應用

氣泡分孔數量與間距適當可提升除汙效能。

# 研究結果與解釋 - 5 - 螺紋佈陣對排水速率的影響

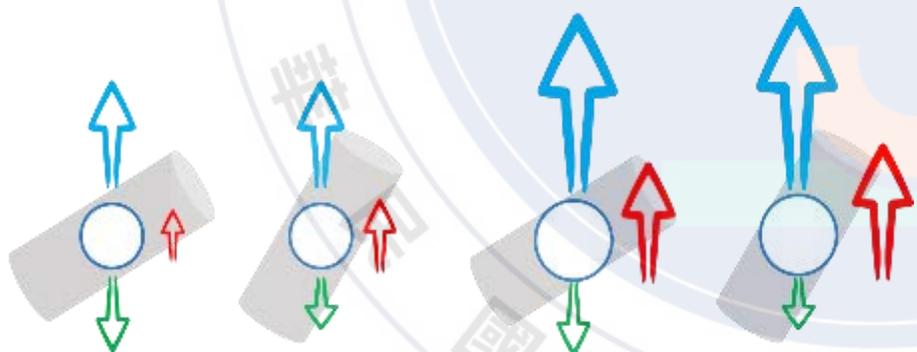


平均排水量(毫升/秒)



原理解釋

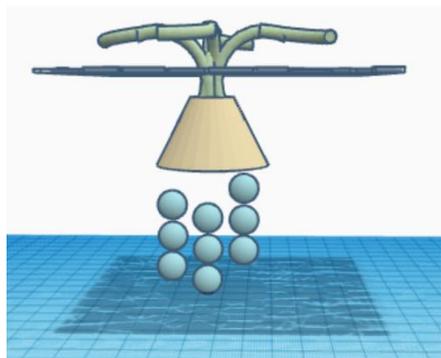
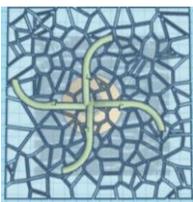
↑ 浮力  
↑ 阻力  
↑ 合力



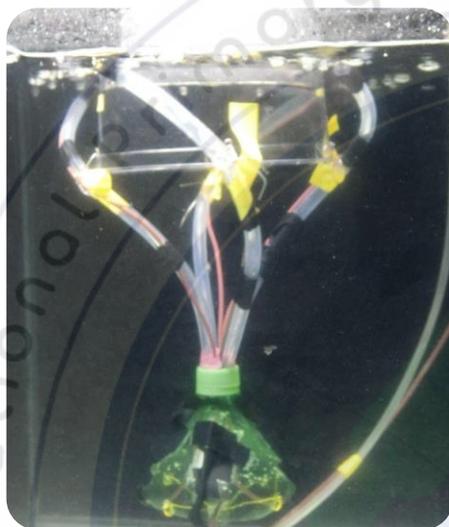
應用

靠近深水處的螺紋應將其密度調疏。

# 研究結果與解釋 - 6 - 出水管螺旋出口角度與位置對牛頓泵轉速的影響

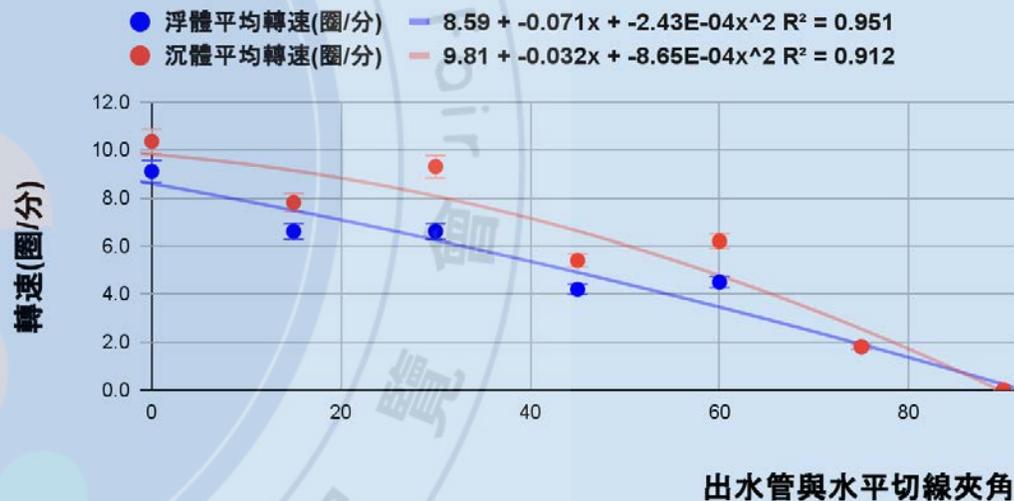


牛頓泵設計圖：上圖為俯視圖、下圖為前視圖。

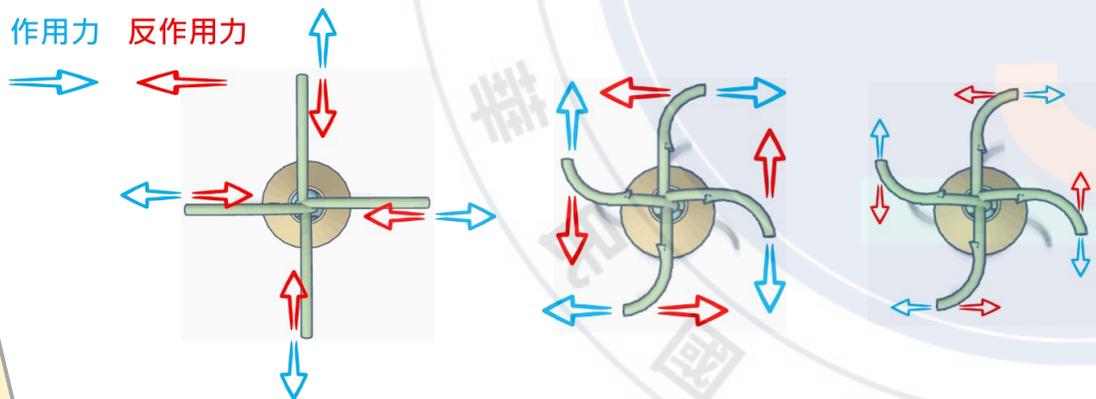


實驗成品

圖5-6-1出水管螺旋出口位置與角度對牛頓泵轉速的影響



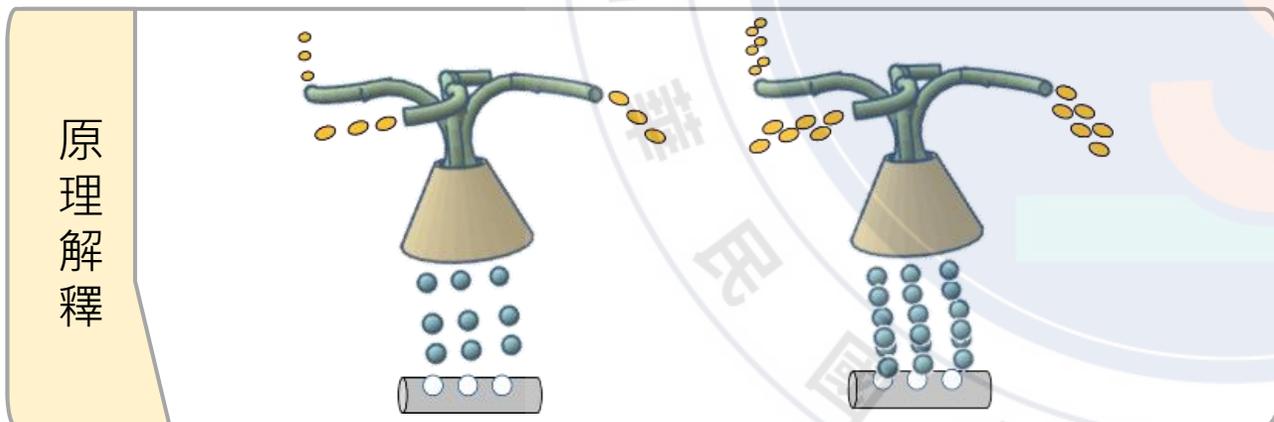
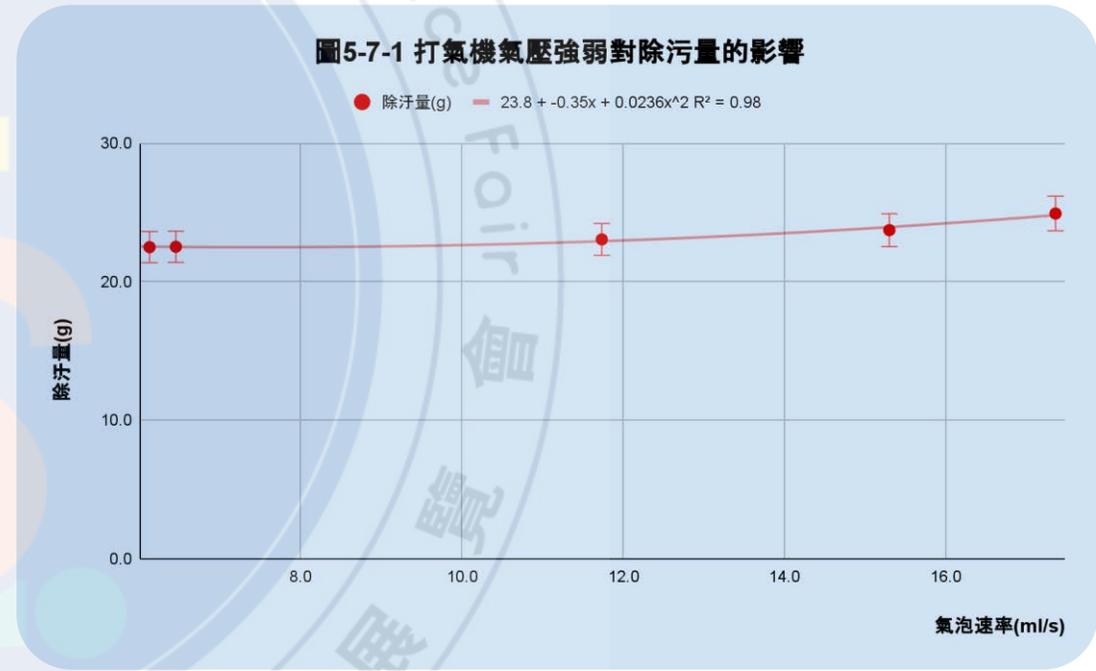
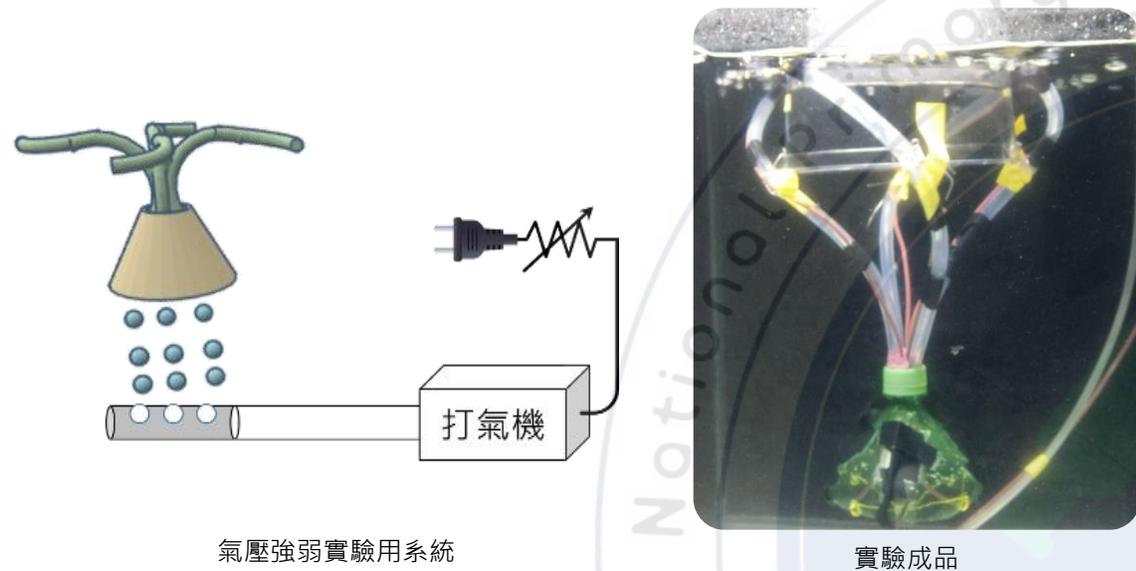
原理解釋



應用

應控制氣泵出口位置於水面下且角度與轉軸成切線，可提升轉速。

# 研究結果與解釋 - 7 - 打氣機氣壓強弱對除污量的影響



應用 打氣機氣壓合理範圍內，氣壓強可提升除污效能。

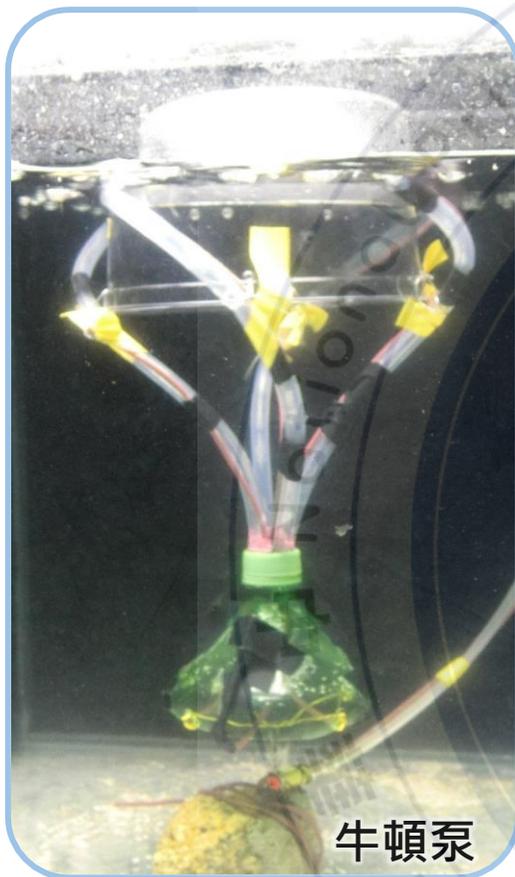
# 結論



阿基米德泵



氣泵



牛頓泵

1. 氣泡分孔產生器的出口密度若配合集污斗的開口，可提升排污速率。打氣機氣壓愈強，可增加除污量。
2. 集污斗管道曲率半徑大彎頭較佳，但不可為直線。
3. 最佳模型為牛頓泵：出口管位置低於水平面，並讓出口角度與轉軸成切線，可提升排污速率。
4. 牛頓泵的應用與優點：  
(1)節能：打氣機的電能，除了可以進行第一次打氣，牛頓泵還可以讓氣泡上升的動能轉換成水的動能，水體擾動更多。(2)可應用在靜止水域的水池或水庫。若出水管開口在水面下，可擾動更多水流，使沉積在池底的污泥開始流動，進而隨著氣泡水流往上進入牛頓泵，達到清潔池底的效果。(3)若出水管開口在水面上，則會造成類似噴泉的效果，可再增加水的含氧量，協助解決水體優養化問題。

## 參考資料

南科管理局新聞中心(2021)簡單又聰明！荷蘭「泡泡屏障」阻近9成塑膠垃圾入。20220603取自：

<http://www.stspcsr.com.tw/news/view/975>

阿基米德是螺旋抽水機。20220603取自：<https://reurl.cc/7DYpDN>

NTCU科學遊戲Lab(2010)空氣抽水機。20220603取自：<http://scigame.ntcu.edu.tw/air/air-022.html>