

# 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

佳作

080819

源源不絕--水質淨化研究與設計

學校名稱：基隆市中正區八斗國民小學

作者：  小四 魏浩恩	指導老師：  吳瑞成  魏志鴻
-------------------	-----------------------------

關鍵詞：水汙染、淨化、飲用水

## 摘要

我們以水壓  $65\text{gw}/\text{cm}^2$  為基準，量測不同濾材的流通速率，作為濾程設計的依據，應用連通管原理、巴斯卡原理整合我們自創的腸道仿生濾柱，在有限的空間中設計出三區分離式連通管的最佳濾程組合，並結合 UV-C 殺菌燈管、太陽能供蓄電電池模組及無線遙控開關，設計出一台環保節能的家用移動式淨水裝置，體現工程思維及 maker 精神；希望解決全球衛生落後地區，超過 10 億人無法取得乾淨飲用水的迫切問題，並獲 Bill Gates foundation 及 Google 邀請，赴美展示。

## Abstract

We measured the different filter in the flow rate of  $65\text{ gw} / \text{cm}^2$  of pressure under the filter as the basis for process design, the use of the communication pipe principle, the principle of Pascal and intestinal bionics, design the best filter in a limited space Cheng combination, combined with UV germicidal lamp and solar rechargeable battery pack, works out of a portable water purification device, we hope to solve global health backward regions, more than 1 billion people unable to obtain urgent issue of clean drinking water. Google and Bill Gates foundation invited to the United States show our work.

## 壹、研究動機

2014 年我們隨父親參加在美國所舉辦的全球水資源會議，得知現在全球每天有超過 10 億人，無法如我們一般獲得乾淨衛生的飲用水，如：非洲、印度、台灣山地部落…等，許多人因此生病或死亡，每天更有 3900 兒童因飲用不乾淨的水而腹瀉死亡，其中許多都是年紀都比我們還小的無辜兒童。

我們很想幫助他們，希望利用課堂上所學的科學原理，配合我們的創意設計，拯救全球缺乏乾淨飲用水的人們。

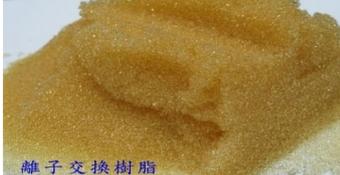
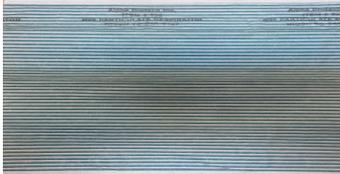
## 貳、研究目的

我們希望以系統工程思維結合 maker 精神，突破傳統僅針對單一濾材的研究，設計出一台環保節能的家用移動式淨水裝置；整合應用連通管原理、巴斯卡原理，並自創腸道仿生濾程，在有限的空間中設計出三區分離式連通管的最佳濾程組合，並結合 UV-C 殺菌燈管、太陽能供蓄電電池模組及無線遙控開關；希望解決全球衛生落後地區超過 10 億人無法取得乾淨飲用水的迫切問題。

## 參、 研究設備及器材

吸附點值 1000 椰殼活性炭、吸附點值 1200 椰殼活性炭、  
陽離子交換樹脂、陰離子交換樹脂、德國高吸附海綿、  
不織布粗濾網、10  $\mu\text{m}$  不織布口罩、3  $\mu\text{m}$  不織布口罩、  
100 nm 不織布口罩、Philips UVC 殺菌燈管、12V 蓄電池、  
18V50W 太陽能板、家用防水保鮮盒、壓克力板、烤克開關、  
水管、錳沸石、 $\text{SiO}_2$ 、石英玻璃管、無毒無污染矽利康、  
遙控開關、電鑽、木工鑽頭。

表 1 研究設備及器材表

<p>吸附點值 1000 活性炭</p> 	<p>吸附點值 1200 活性炭</p> 	<p>陽離子交換樹脂</p>  <p>離子交換樹脂</p>
<p>陰離子交換樹脂</p> 	<p>德國高吸附海綿</p> 	<p>不織布粗濾網</p> 
<p>10 μm 不織布口罩</p> 	<p>3 μm 不織布口罩</p> 	<p>100nm 不織布口罩</p> 
<p>18V 50W 太陽能板</p> 	<p>家用防水保鮮盒</p> 	<p>烤克開關</p> 
<p>錳沸石 Zeomangan</p> 	<p>SiO<sub>2</sub></p> 	<p>石英玻璃管</p> 
<p>無毒無污染 Silicon</p> 	<p>遙控開關</p> 	<p>Philips UVC 殺菌燈管</p> 
<p>12V 蓄電瓶</p> 	<p>Bosch 電鑽</p> 	<p>木工鑽頭</p> 

## 肆、實驗流程

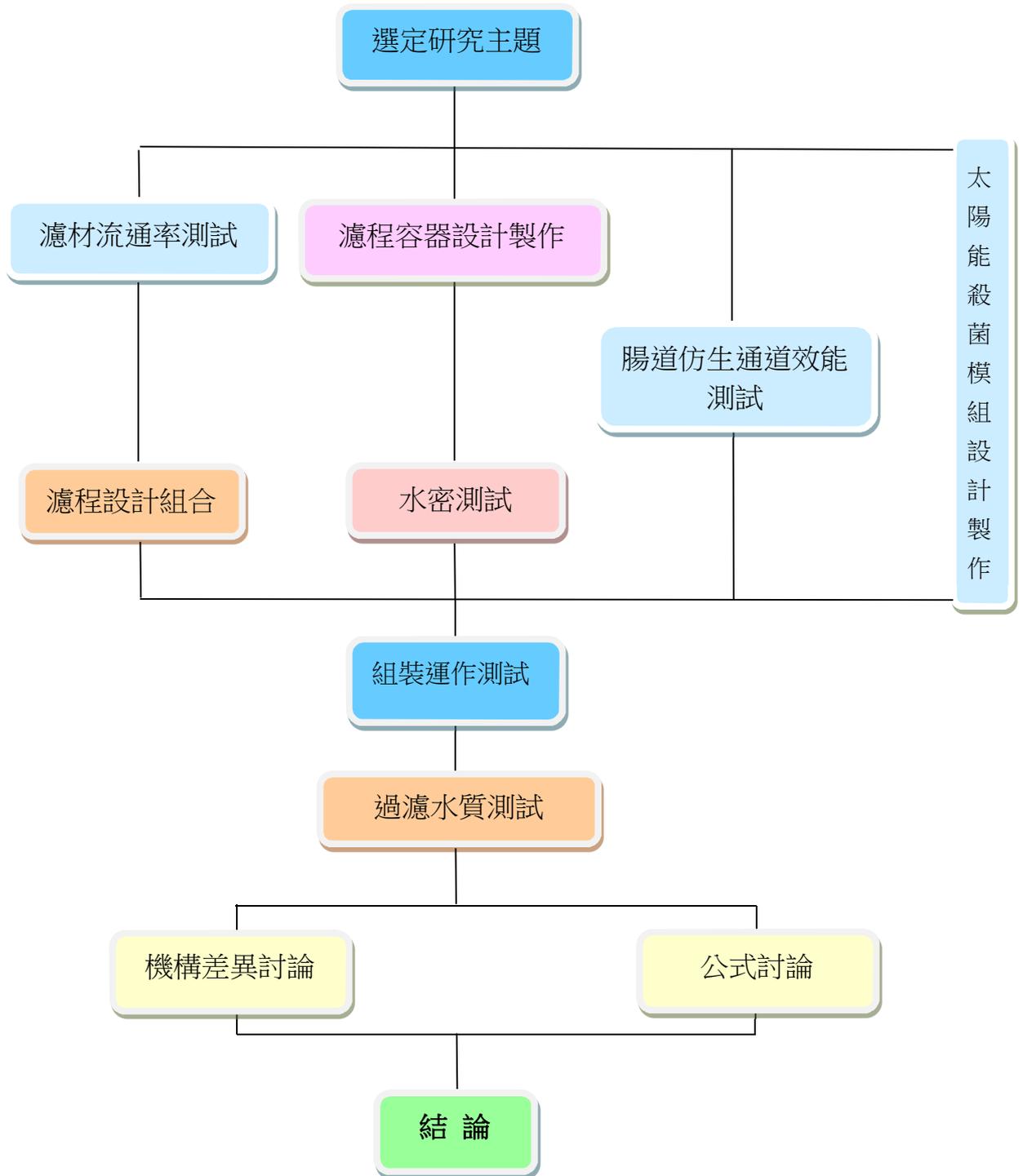


圖 1 實驗規劃流程圖

## 伍、科學原理

### 原理一、連通管原理

底部相連的容器(稱為連通管)，注入液體後，液體由高處往低處流，因為每個水管口的大氣壓力皆相等，當液面靜止時，液面必定在同一平面上，如圖 2，與容器形狀、長度、粗細無關。



圖 2 連通管示意圖

### 原理二、帕斯卡定律

又稱帕斯卡原理(Pascal's principle)，是物理學的一個定律，意指加在密閉容器中流體任一部分的壓強，必然按照原來的大小由流體向各個方向傳遞，如圖

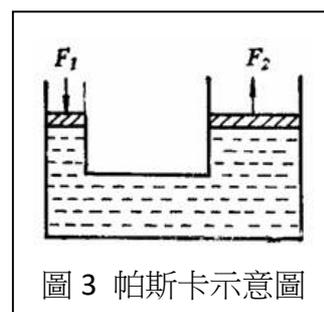


圖 3 帕斯卡示意圖

3。

根據帕斯卡定律，在液壓系統中的一個活塞上施加一定的壓力，必將在另一個活塞上產生相同的壓力增量。

倘第二個活塞的面積是第一個活塞面積的 10 倍，那麼作用於第二個活塞上的力，將增大為原來的 10 倍，而兩個活塞

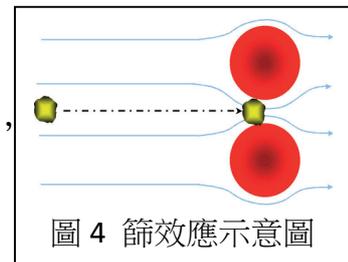
上的壓強仍然相等；故我們可以得出公式  $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ 。

### 原理三、物質純化原理-過濾

顆粒與過濾介質中的纖維接觸後過濾的機制為濾除（篩效應）、攔截效應、擴散效應、慣性效應以及靜電效應。過濾原理主要應用於機械式過濾器，並受顆粒大小的影響。

#### 3-1 篩效應

當介質組成（纖維、篩孔、波紋金屬等）之間的缺口尺寸小於粒子直徑時，過濾器經過設計捕捉這些顆粒，如圖

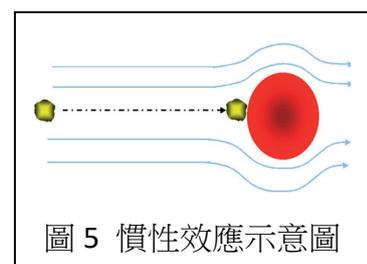


4。

這種原理廣泛應用於大多數過濾器設計中，完全取決於顆粒的直徑大小、介質間距和介質密度。

#### 3-2 慣性效應

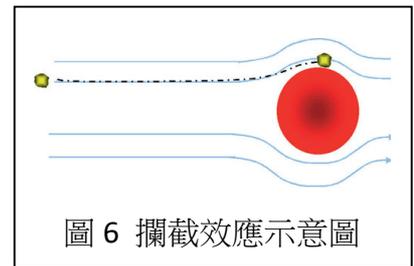
利用流體方向的快速變化和慣性原理將大量( 粒子)從氣流中分離出來，如圖 5。



處於某個速度的微粒子趨向於保持這種速度，並保持相同的方向繼續前進。如果過程粒子濃度很高，一般應用這種原理。並且，在很多情況下，預過濾器模式和更高效的終過濾器均採用這種原理。

### 3-3 攔截效應

為了實現攔截，一個粒子必須從一個纖維半徑距離內進入。顆粒因此與纖維接觸並附著其中，如圖 6。

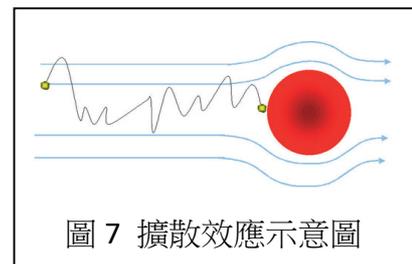


攔截原理與嵌入原理相比，不同之

處在於被攔截的顆粒較小，且其慣性不能足夠使顆粒繼續直線運行。因此隨空氣流動直至與纖維接觸。

### 3-4 擴散效應

當一個顆粒無規則運動（布朗運動）時，該顆粒碰撞到一根纖維而被捕捉，如圖 7。



當一個顆粒逃離介質中的某個區域，通過吸引和捕捉，它在介質中創造一個較低濃度的區域，另一個粒子擴散至該區域將被捕捉。為提高這種吸引的可能性，過濾器的擴散效應要在較低濾速和/或者高密度的微細纖維下起作用，纖維一般為玻璃纖維或者其他纖維材質。粒子在“捕捉區”的時間越多，收集介質（纖維）的表面區域較大，捕捉的機會越大。根據此過濾效應，過濾器製造商採用兩種不同的方法——採用更

大面積的細玻璃纖維板類型介質或者採用更小面積的高蓬鬆玻璃纖維介質。

#### 原理四、 物質純化原理-物理性吸附

也稱凡德瓦耳吸附，它是由吸附質和吸附劑分子間作用力所引起，此力也稱作凡德瓦耳力。吸附劑表面的分子由於作用力沒有平衡而保留有自由的力場來吸引吸附質，由於它是分子間的吸力所引起的吸附，所以結合力較弱，吸附和解吸速度也都較快。被吸附物質也較容易解吸出來，所以物理吸附是可逆的。如：活性炭對許多氣體的吸附。

#### 原理五、 物質純化原理-化學性吸附

吸附質分子與固體表面原子(或分子)發生電子的轉移、交換或共有，形成吸附化學鍵的吸附。由於固體表面存在不均勻力場，表面上的原子往往還有剩餘的成鍵能力，當氣體分子碰撞到固體表面上時便與表面原子間發生電子的交換、轉移或共有，形成吸附化學鍵的吸附作用，大大超過物理吸附的凡德瓦耳力。化學吸附往往是不可逆的，而且脫附後，脫附的物質常發生了化學變化不再是原有的性狀，故其過程是不可逆的。化學吸附的速率大多進行得較慢，吸附平衡也需要相當長時間才能達到。

化學吸附的機制可分三種情況：

(一) 吸附質失去電子成正離子，吸附劑得到電子，成為正離子的吸附質吸附到帶負電的吸附劑表面上；

(二) 吸附劑失去電子，吸附質得到電子，成為負離子的吸附質吸附到帶正電的吸附劑表面上；

(三) 吸附劑與吸附質共有電子成共價鍵或配位鍵，氣體在金屬表面上的吸附就往往是由於氣體分子的電子與金屬原子的電子形成共價鍵，或氣體分子提供一對電子與金屬原子成配位鍵而吸附的。

#### 原理六、 殺菌原理-紫外線殺菌

紫外線-C ( UV-C 253.7nm )對於為害人體的細菌、病毒、微生物....等，有極大的摧毀作用。

殺菌原理是細菌、病毒.....等單細胞微生物，經紫外線-C ( UV-C )照射，直接破壞其生命中樞 DNA ( 去氧核糖核酸 ) 及 RNA ( 核糖核酸 ) 的結構，使得構成該微生物體的蛋白質無法形成，使其立即死亡或喪失繁殖能力。

一般經紫外線-C( UV-C )照射 1~2 秒鐘內就可達到滅菌的效果；目前紫外線-C ( UV-C )已被證明能消滅細菌、病毒、黴菌、單細胞藻.....等微生物。

## 陸、 工程設計概念

### 工程一、 利用連通管原理設計出三區分離

A 區 粗過濾區(高頻率更換濾材區)，放置大孔徑濾材，過濾肉眼可見雜質，如圖 8 右側。

B 區 細過濾區(低頻率更換濾材區)，放置微米級濾材及吸附、交換濾材，過濾微米及奈米級雜質、分子與溶解物，如圖 8 中。

C 區 殺菌儲水區，儲水及 UV 燈殺菌，如圖 8 左側。

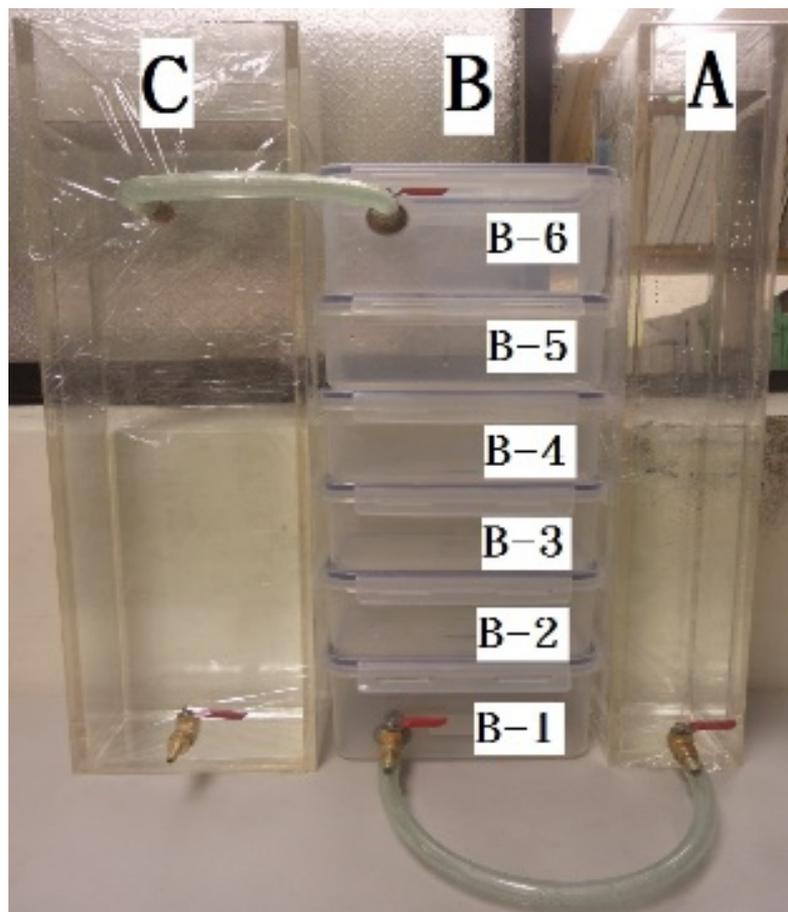


圖 8 三區分離之聯通管淨水器

## 工程二、腸道仿生學

在 B 區創設腸道仿生概念，利用水孔位置調整，設計彎曲濾程，可在有限空間，達到最大流程，並同時減緩流速，增加生水與 B 區濾材接觸面積並延長與濾材接觸時間，已達充分作用淨化水質，如圖 9。

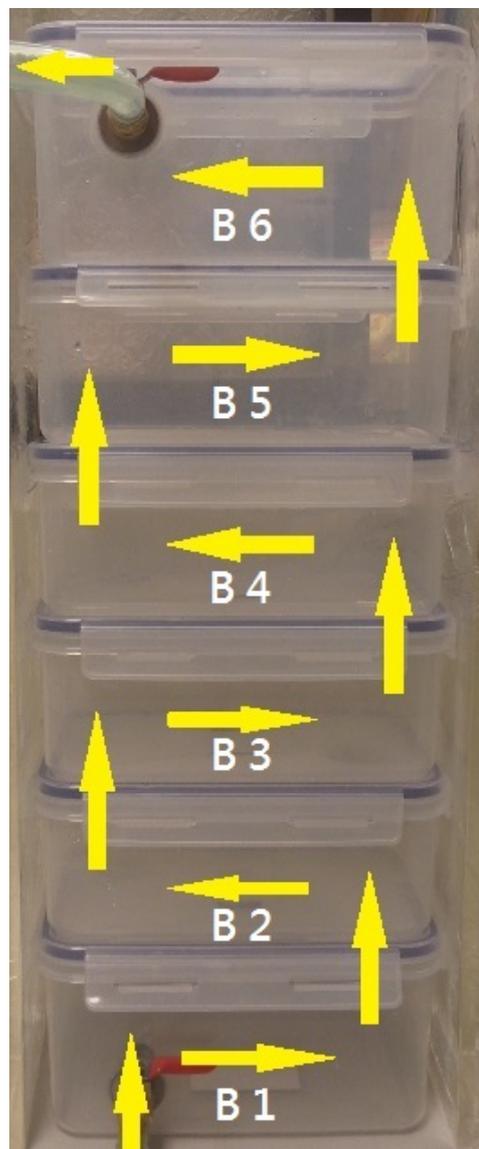


圖 9 腸道仿生設計彎曲濾程

### 工程三、濾材配置

配置原則：利用實驗一的數據，判斷、決定將濾材濾水時間較長者(阻力較大)，放置於較大水壓的 A、B 管下層，利用下層較大水壓，使過濾順暢。

配置(一)：將價格便宜，可常更換的一般不織布粗濾棉及德國高吸附海綿，置於 A 管，過濾大分子顆粒( $> 50\mu\text{m}$ )。

配置(二)：將可重複清洗的  $\text{SiO}_2$  及 Zeomangan 交疊，置於 B-1 層，可觸媒氧化水中可溶性鐵、錳陽離子，並吸附去除水中已經氧化的氧化鐵質。

配置(三)：將  $10\mu\text{m}$  不織布濾棉置於 B-2 下層，而  $3\mu\text{m}$  不織布濾棉置於 B-2 上層，分層過濾直徑大於  $10\mu\text{m}$  及直徑大於  $3\mu\text{m}$ ，的小分子顆粒。

配置(四)：將吸附點值 1000 椰殼活性碳置於 B-2 中層，用以大量吸附去除有機物、重金屬、脫臭(酚、苯、氯...)、脫色、降 COD 及 BOD，並可保護離子交換樹脂，延長使用時間。

配置(五)：將陽離子交換樹脂置於 B-3 下層，用以迅速除去水中陽離子，同時配置  $100\text{ nm}$  不織布濾棉於 B-3 上層，去除直徑大於  $100\text{ nm}$  的小分子顆粒及微生物。

配置（六）：將陰離子交換樹脂置於 **B-4** 下層，用以迅速除去水中陰離子，同時配置 100 nm 不織布濾棉於 **B-4** 上層，去除直徑大於 100 nm 的小分子顆粒及微生物。

配置（七）：將吸附點值 1200 活性碳置於 **B-5** 下層，用以在儲水殺菌前，確保去除水中剩餘雜質，同時配置 100 nm 不織布濾棉於 **B-5** 上層，去除直徑大於 100 nm 的小分子顆粒及微生物。

配置（八）：B-6 為預留層，依不同濾水要求時，可擴充濾材的彈性運用，或為水質偵測設備設置空間。

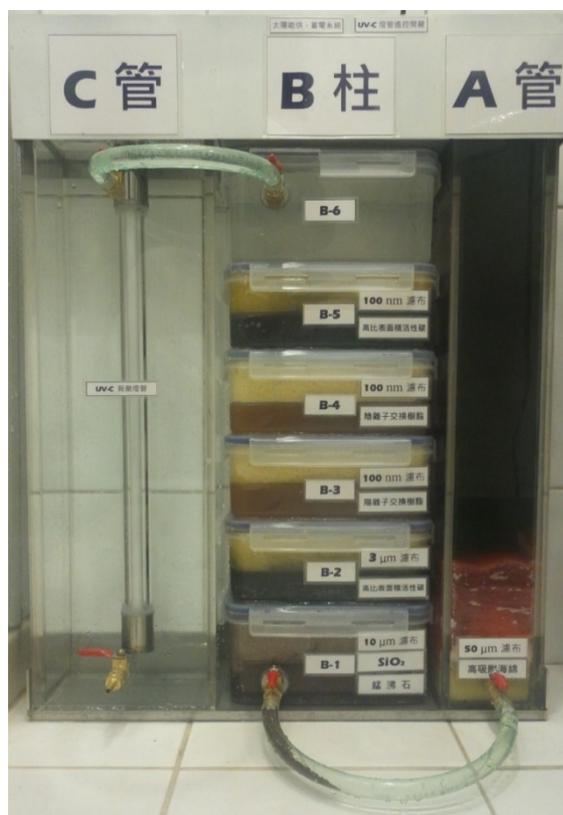


圖 10 濾材配置圖

#### 工程四、 UVC 殺菌模組

經過 A 管的兩道過濾，及 B 管的八道水質淨化(市售之 Brita 淨水器只有四道濾材一道活性炭，安麗益之源只有活性炭及 UV)，已達生飲程度，為使儲水 C 區無致病微生物，確保飲用水安全，設計採用物理性殺菌的 Philips 15W UVC 燈管利用 253.7nm 波長之 UV light，如圖 11，破壞微生物之 DNA 及蛋白質結構，達到徹底淨化水質效果。



圖 11 UV-C 燈管配置圖

## 工程五、 太陽能供、蓄電系統

因 Philips UVC 燈管需求 12V-15W 之電耗，設計加裝太陽能板，同時配合蓄電池充蓄電，如圖 12、圖 13，以解決全球偏遠落後地區供電缺乏問題，同時提升機動便利性。

## 工程六、 無線遙控啟動 UVC 殺菌燈管

避免人員近距離接觸 UV light 照射。

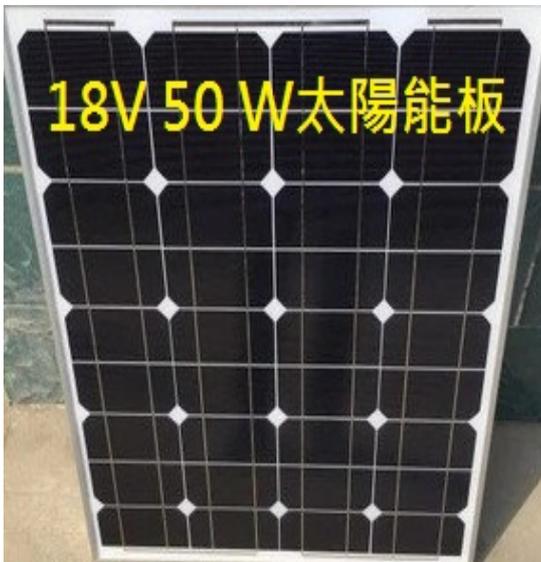


圖 12 18V50W 太陽能板



圖 13 太陽能供蓄電及無線遙控系統

## 柒、 數學計算原理或公式

### 一、 算術平均數

簡稱「平均數」是一組樣 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 的和除以樣本的數量。其通常

記作 $\bar{x}$ ：
$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

我們的測量數據都取三次，再求其算數平均數

### 二、 液體壓力

靜止液體壓力公式：如圖 14 所示。

靜止液體壓力 = 深度 × 液體密度或

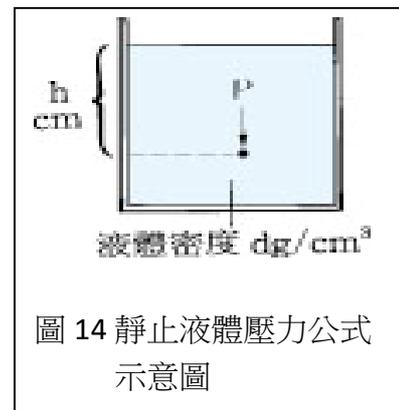
$$P = h \times d$$

其中 h：深度（單位：公分，cm）。

d：液體密度（單位：克/立方公分， $g/cm^3$ ）。

P：液體壓力（單位：克重/平方公分， $gw/cm^2$ ）。

$$A-B \text{ 通道處水壓} = 1 * 65 = 65 \text{ gw/cm}^2$$



## 捌、研究過程

研究一、 濾材濾水速率比較：在  $65\text{gw}/\text{cm}^2$  壓力下，濾材濾水 2 公升所需時間。

### 實驗方法

- (一) 將濾材取 6cm 厚度平鋪在 B 管最下層濾盒，如圖 15。
- (二) 將 A 管裝水 65cm 高可得管底水壓  $65\text{gw}/\text{cm}^2$
- (三) 打開 A、B 管底考克閥，同時計時。
- (四) 待第二層濾盒水滿，流進第三盒時，停止計時，讀取數據，如圖 16。
- (五) 每種材質重覆實驗三次，取平均值。



圖 15 濾材濾水測試概念圖

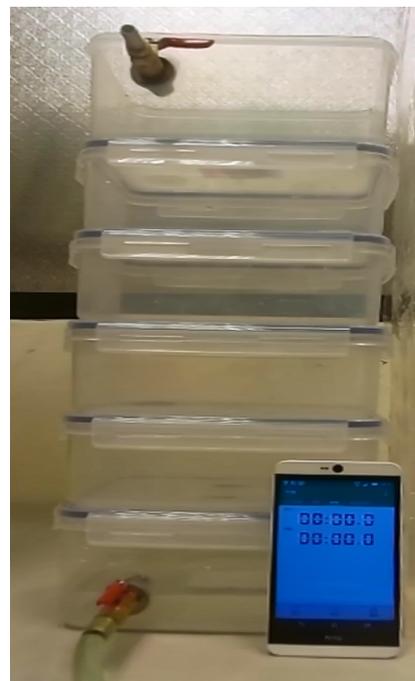


圖 16 濾材濾水測試計時概念圖

## 研究二、腸道仿生彎道式濾程效能測試

### 實驗方法

- (一) 將 B2 層置入不織布濾棉，在外側邊緣以紅墨水點上 7 個等分點，如圖 17。
- (二) 設定上蓋出水口與下底入水口為盒寬的兩端(腸道仿生概念)。
- (三) 啟動上升水流。
- (四) 待水流完全通過 B2 層到達 B3 層時停止。
- (五) 觀察 7 個紅墨水等分點的紅墨水移動狀態。
- (六) 相同方法，再測試上蓋出水口與下底入水口為盒寬同端的設定(一般濾水器的傳統概念)，如圖 18。
- (七) 比較兩者差異。

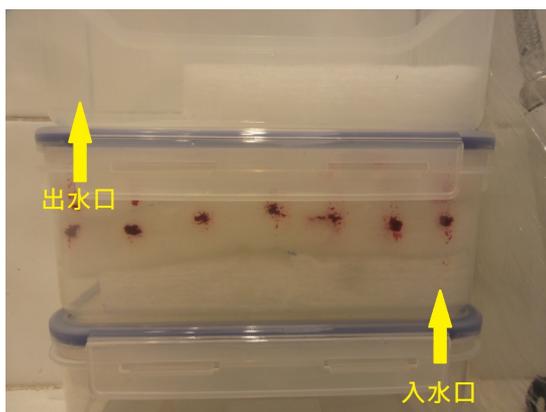


圖 17 腸道仿生通道效能測試

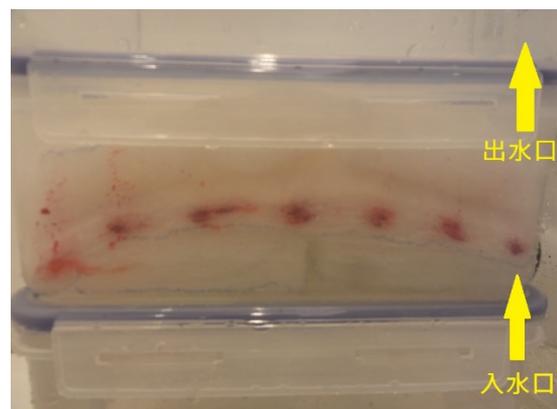


圖 18 傳統通道效能測試

### 研究三、 過濾器過濾污水表現

#### 實驗方法

(一) 將大馬路邊積水水窪作為污水採樣區，蒐集污水 5000 ml，

如圖 19。

(二) 置入淨水器 A 管作用。

(三) 得濾水 C 區。

(四) 採濾水 100 ml 送濾材廠商驗驗。



圖 19 馬路積水窪污水

## 玖、實驗結果

### 結果一、濾材濾水速率

表 2 濾材濾水 2L 時間表

濾材種類	所需時間
無濾材 (對照組)	2 分 22 秒
活性炭	2 分 30 秒
Zeomangan	2 分 33 秒
不織布	2 分 35 秒
陽離子交換樹脂	2 分 38 秒
高吸附海綿	2 分 50 秒
10 $\mu$ m 不織布	2 分 55 秒
SiO <sub>2</sub>	2 分 55 秒
3 $\mu$ m 不織布	3 分 03 秒

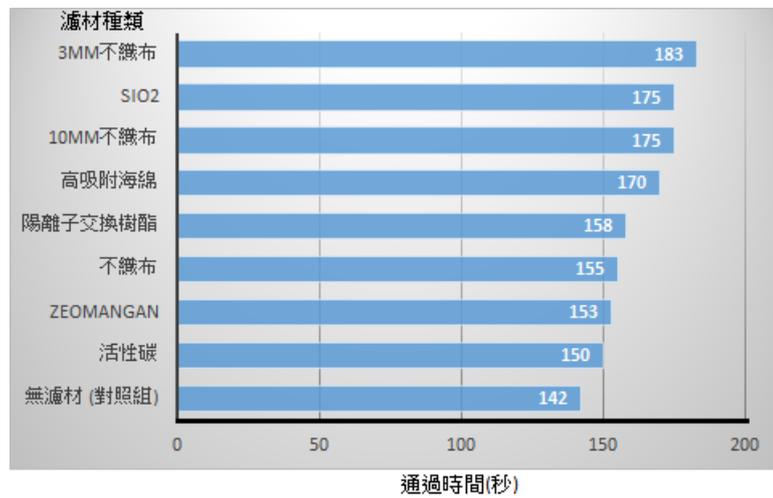


圖 20 濾材濾水 2L 時間圖

## 結果二、腸道仿生彎道式濾程效能表現

(一) 腸道仿生通道證實，能引導水流通過全體濾材，如圖 21。

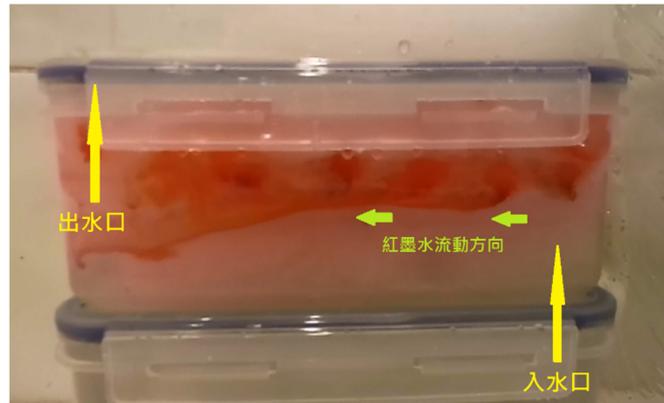


圖 21 腸道仿生通道表現圖

(二) 傳統通道明顯導致部分水流會於局部滯留，無法有效通過濾材，如圖 22。

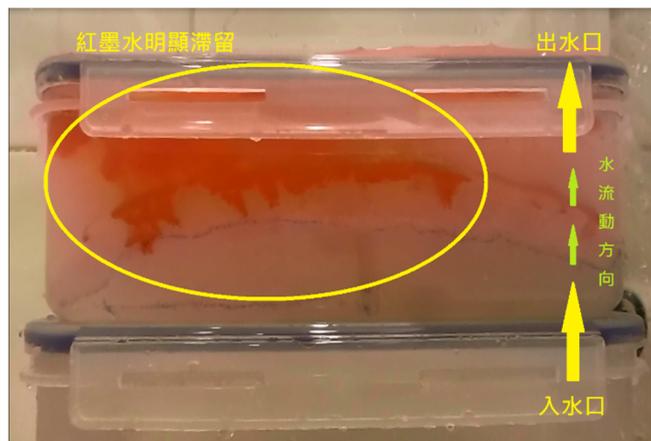


圖 22 傳統通道表現圖

### 結果三、 過濾器過濾污水表現

#### (一) 比色



圖 23 馬路積水窪污水比色



圖 24 馬路積水窪污水濾水比色



圖 25 家中 RO 逆滲透淨水器濾水比色

## 二、送檢結果(濾材廠商)

表 3 濾水檢測表

項目	原水	濾水	國家標準	單位	去除率
溫度	<b>8</b>	<b>8</b>		°C	
總菌落數	$1.6 \times 10^3$	<b>1</b>	100	CFU/ml 注 2	>99%
大桿菌數	$5.6 \times 10^2$	< 1 注 1	6	CFU/ml	>99%
硫酸鹽	500	<b>1.62</b>	250	mg/L	>99%
氨 氮	17	<b>0.04</b>	0.1	mg/L	>99%
硝酸鹽氮	20.3	<b>0.1</b>	10	mg/L	>99%

注 1：未檢出

注 2：CFU(colony-forming unit)菌落數

達中華民國飲用水標準。

## 拾、 討論

### 討論一、 濾材濾水速率比較

在 65gw/cm<sup>2</sup> 的水壓下，濾材濾水 2L 所需時間如圖 20，可知濾材纖維孔徑越細，對水流通過的阻力越大，完成 2L 濾液所需過濾的時間也越長。

### 討論二、 濾材在濾程中的配置設計

一、 3 $\mu$ m 不織布在 65gw/cm<sup>2</sup> 水壓下，過濾 2L 的水與濾材 10 $\mu$ m 不織布所需時間較長，代表濾材質地孔徑較為緻密，對水流阻力較大，應置於 B 管下層，但考慮 B 管水流是向上流動，水阻力較大的細過濾材置於上層，可減緩整體流程。

二、 活性碳及離子交換樹脂在 65gw/cm<sup>2</sup> 水壓下，濾過 2L 的所需時間短，但考慮在 B3 以後的水流已非以物理性過濾篩效應為主，已屬於物理性過濾的擴散效應作用及化學性離子交換，故將活性碳及離子交換樹脂置於 B3 之上層，水壓較小，僅有 8-40 gw/cm<sup>2</sup>，流速漸層減緩。

三、 100nm 濾布已達除菌程度，因目前可分類之最小細菌黴漿菌 (Mycoplasmosis) 也僅約 0.3 $\mu$ m，100nm 濾布孔徑僅達其 1/3。

### 討論三、 依當地水質條件，彈性調整濾材配置

- 一、 若當地水質混濁不清澈，代表大顆粒的懸浮物較多，我們可在粗過濾的 A 管，增設不織布及吸附海綿層，以除去更多大分子。
- 二、 若當地水質清澈，但有色、有味，則可增加 B 管活性碳的厚度，以加強去除氣味及顏色等微小分子。

### 討論四、 依濾出水質需求，彈性調整濾材配置

- 一、 若為一般日常飲用水需求，依本專題配置設定即可。
- 二、 若為超純水需求，則可在 B6 層增置核子級陰陽離子交換樹脂搭配電子式連續去離子裝置 (EDI : Electric De-Ionization) 以達超純水等級。

### 討論五、 乾淨飲用水成本計算

本實驗的濾材中僅 10 $\mu$ m 不織布、3 $\mu$ m 及 100 nm 不織布之濾材不可重覆，可視為耗材，其它濾材皆可逆重覆使用，但考慮飲水衛生安全，粗篩不織布及吸附海綿及活性碳亦可視為耗材，如此計算

$$\begin{aligned} 264 \text{ NTD} / 8000 \text{ L} &= 0.033 \text{ NTD} / \text{L} = 30.3 \text{ L} / \text{NTD}(\text{新台幣}) \\ &= 0.001 \text{ USD} / \text{L} = 100 \text{ L} / \text{USD}(\text{美金}) \end{aligned}$$

表 4 每公斤濾材成本及可濾水公升數

濾材種類	NTD / Kg	L / Kg
活性炭	59	8000
Zeomangan	45	可清洗重複
不織布	70	可清洗重複
陽離子交換樹脂	80	500 可還原重複
高吸附海綿	35	可清洗重複
10 $\mu$ m 不織布	50	4000
SiO <sub>2</sub>	15	可清洗重複
3 $\mu$ m 不織布	50	4000

## 討論六、與一般淨水器(單直管重力式)比較(如圖 26~圖 29)

一、濾程長，濾流均勻，濾材層數多。

二、B 管細濾材在上流速慢小分子吸附作用佳。

三、UV-C 殺菌，確保安全。

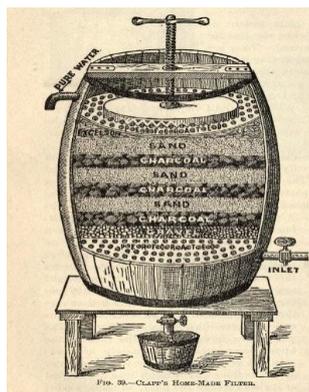


圖 26 傳統濾水裝置

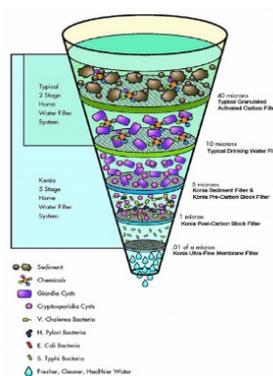


圖 27 傳統濾水裝置



圖 28 市售淨水模組

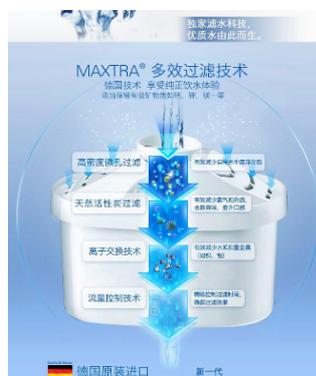


圖 29 德國 Brita 濾水器

## 討論七、環保性

一、電力能源，來自太陽能，無碳排放。

二、幾乎所有材質，皆可重覆使用，即使視為耗材之濾材，亦可為當地村莊部落之煮飯、燒菜之燃料，如：活性炭、不織布...

## 拾壹、 結論

- 一、 三區及分層結構使濾材能有效濾水，汙染物去除率 $>99\%$ ，達飲用水國家標準。
- 二、 高效率：腸道仿生通道較一般濾程更有效增加濾程效率。
- 三、 便利：B 柱分層設置，方便單獨更換濾材。
- 四、 低成本：有利大量推廣，解決窮困落後地區，飲水問題。
- 五、 配置彈性：可依生水水質及濾水需求，彈性設置濾材。
- 六、 結構簡單：組裝、清潔皆快速容易。
- 七、 環保、節能、無汙染。

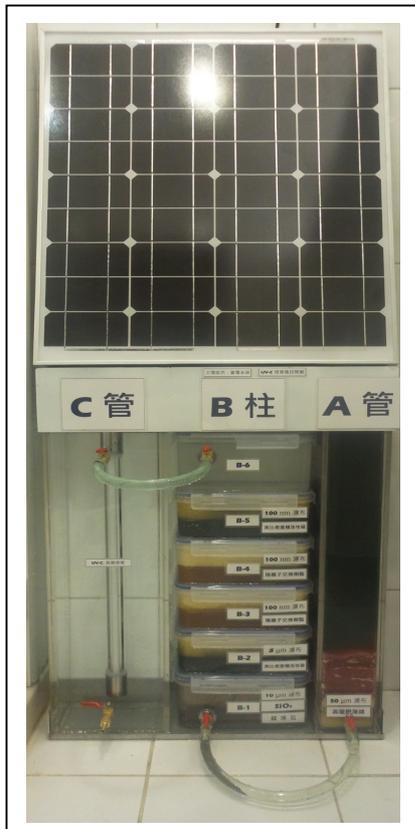


圖 30 系統完成圖



圖 31 系統運作圖

## 拾貳、 未來展望

- 一、 赴美展示前送 SGS 做全項目水質檢測。
- 二、 製作小型化隨身型。
- 三、 太陽能板角度能調整固定。
- 四、 利用 ARDUINO 板，為 C 管設計即時水質檢測系統。
- 五、 殺菌燈開關自動控制。
- 六、 創作電子式連續去離子裝置 (EDI : Electric De-Ionization) 。

## 拾參、 參考文獻

- 一、 行政院環境保護署（民 87）安全飲用水手冊 行院環保署
- 二、 呂鋒洲編著（民 87）電解水是好水 元氣齋出版社
- 三、 江丙森及江采梅主編（民 80）揭開水火的秘密 護幼出版社
- 四、 何金山著（民 83）河川美育手冊 縣立文化中心
- 五、 莊敏文編著（民 61）電解的妙用 維新書局
- 六、 美商如新公司（民 88）濾水器資料手冊 如新股份有限公司
- 七、 南一版國小四年級自然課本
- 八、 水淨化-維基百科  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B0%B4%E6%B7%A8%E5%8C%96>
- 九、 Brita 淨水器官方網頁 <http://www.brita.tw/brita/tw-tw/cms/cpd.grid>

## 【評語】 080819

本作品能思考教材所列之連通管原理，巴斯卡原理，並取材腸道仿生濾程，設計及組裝濾水設備，再以太陽能供蓄電電池模組及無線遙控開關，研究探討其濾水功能，唯實驗時間過短，未能對整個濾程及洗砂程序做進一步探討。