

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 工程學(二)科

052401

小型水力發電系統之設計及實作測試

學校名稱：新興學校財團法人桃園市新興高級中等學校

作者： 職二 陳佳祐 職二 王釋禎 職二 簡健瑋	指導老師： 吳國隆
---	------------------

關鍵詞：水力發電、小型發電機

摘要

本研究係針對一台「小型水力發電系統」進行設計、實作及測試，係以一具三個水龍頭之洗手臺為架構，並於前述水龍頭分別安裝直流及交流兩類發電機，並分別於其輸出電路安裝穩壓裝置及3C產品插座，而能此本創作在具備水力發電功能下，仍然可做為洗手台使用。本作品已依沉水馬達抽水實測結果顯示：開啟交流發電機發電(接燈條)時之電壓5.1伏特及電流0.16安培，開啟直流發電機發電(接手機)時之電壓5.03伏特及電流1A。

壹、研究動機

在高一的化學課本第四章「生活中的能源」中講述到各類能源之應用概況[1]，讓我們瞭解到水力發電也是一種潔淨能源，在某次的下雨天，團隊成員觀察到學校屋頂排水管的水不斷流下，讓我們思考到這些水力能源未作使用就流掉也很浪費，應該能夠拿來利用一番，引發了我們下列針對水力能源發電改良之研究動機:

一、讓生活中浪費掉的水力能源可以善加運用

我們生活中有許多狀況的水力能源都未被善加運用，例如:下雨天屋頂排水管留下的雨水及洗手台水龍頭的流水等，這些水力能源或許不大，但是若能善加運用，積少成多下也是非常可觀的能源；因此，應該需要設法安裝相關水力發電裝置將這些原本浪費掉的水力能源善加運用。

二、讓應用於水力發電的流水能可被使用

若是水資源僅是應用於水力發電就排放掉亦是不必要的浪費，所以在思考進行水力發電時，應該也要思考完成水力發電後的流水該如何運用。

貳、研究目的

根據上述研究動機，本研究係針對「小型水力發電系統」進行設計、實作及測試，該「小型水力發電系統」主要研究目的如下:

一、需能盡讓生活中的水力能源能被用來發電

本創作之「小型水力發電系統」係規劃安裝相關小型發電裝置，而能藉由生活中的小型水力能源進行發電，除了可直接運用這些水力電力外，亦能透過電池等儲電設備儲電備用。

二、完成水力發電後的流水需可被使用

本創作之「小型水力發電系統」係規劃設計為洗手台之型式，故可作為洗手台兼具水利發電功能，若將本作品之水源與屋頂排水系統連接，則能將雨水回收同時兼具發電與洗滌之功能。

綜合上述研究目的，本創作之「小型水力發電系統」係以一具三個水龍頭之洗手臺為架構，並於前述水龍頭分別安裝直流及交流兩類發電機，並分別於其輸出電路安裝穩壓裝置及3C產品插座，而能此本創作在具備水力發電功能下，仍然可做為洗手台使用。

叁、研究設備及器材








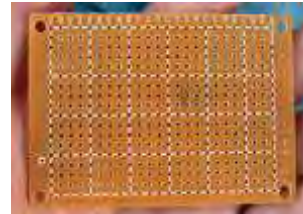








			
(a) 12V直流發電機	(b) 5V交流發電機	(c) 橋式整流器	(d) 穩壓模組
			
(e) 電壓電流表	(f) USB電壓電流顯示器	(g) LED燈條	(h) 麵包板
			
(i) 水龍頭	(j) 止水閥	(k) 沉水馬達	(l) 金屬軟管
			
(m) 三通管	(n) 90度水管接頭	(o) 長水管	(p) L角鐵

圖1 本研究之研究設備及器材。

本創作之「小型水力發電系統」係以係以一具三個水龍頭(圖1i及1j)之洗手臺為架構，並於前述水龍頭分別安裝直流(圖1a)及交流(圖1b)兩類發電機，並分別於其輸出電路安裝橋式整流器(圖1c)及穩壓裝置(圖1d)，且分別連接電壓電流表(圖1e)及USB電壓電流顯示器(圖1f)以量測水力發電之電壓/電流值，除了可以對3C電子產品供電外，亦可供電至LED燈條(圖1g)作為

照明；本作品於測試時係採用以沉水馬達(圖1k)為動力輸送水至作品中，並透過金屬軟管(圖1l)、三通管(圖1m)、90度水管接頭(圖1n)及長水管(圖1o)等將水輸送至水龍頭進行發電，並使本創作在具備水力發電功能下，仍然可做為洗手台使用。

肆、研究過程

一、研究流程圖:

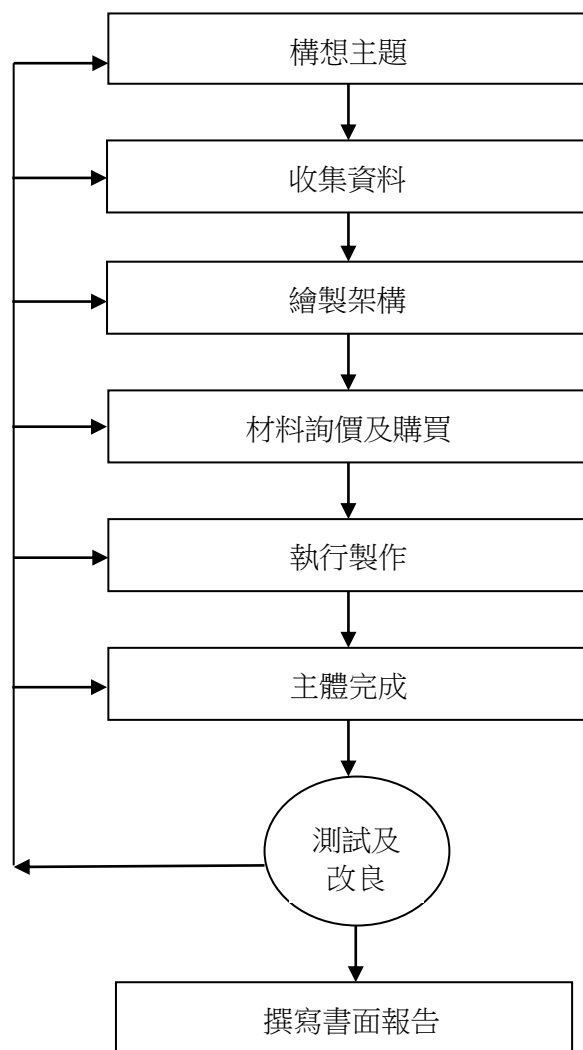


圖 2 本研究之研究流程圖。

本研究之研究流程圖如圖2所示，我們先收集「小型水力發電系統」之相關資料研讀討論後 [1-3]，進行作品架構圖之繪製，再參照作品架構圖進行材料詢價及購買，然後進行作品製作，並將作品進行測試及改良，最後再進行書面報告之撰寫。

二、構想主題

本研究根據前述研究目的構思本研究之設計內容，本研究團隊思索歸納下列設計內容:

1. 兼具直流及交流兩類發電機，可安裝於水龍頭上，開啟水龍頭就能進行發電。
2. 透過穩壓模組等相關元件及 USB 接頭以供電給 3C 電子產品。

3. 裝設電壓電流表，並以便呈現發電電壓及電流。

因此，本研究根據上述歸納，構思繪製「小型水力發電系統」之設計內容。

三、繪製架構

本研究依據前述構想內容，進一步構思繪製「小型水力發電系統」之設計內容，如圖 3 及圖 4 所示。

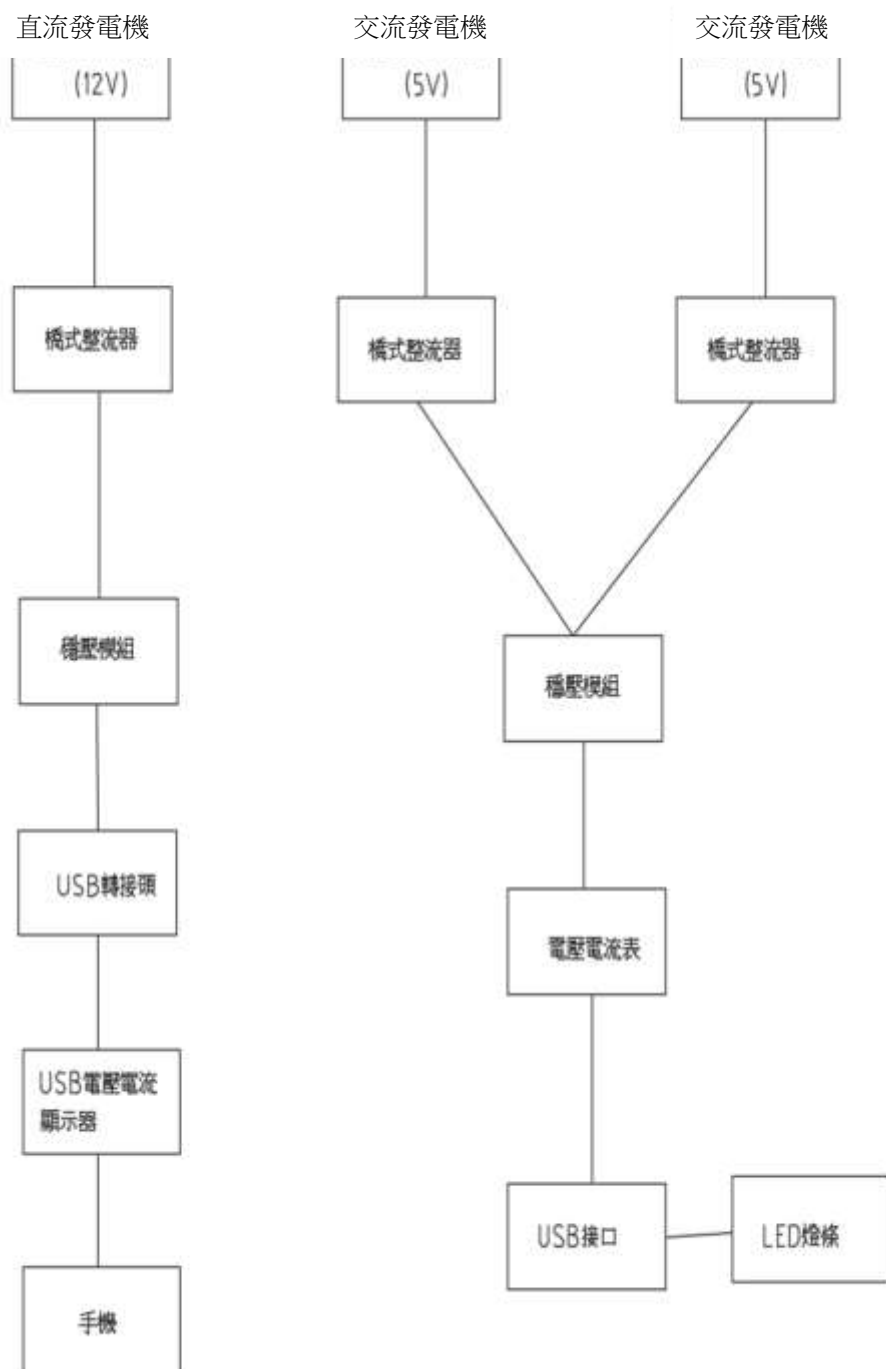


圖 3 本研究之「小型水力發電系統」的電力輸送示意圖。

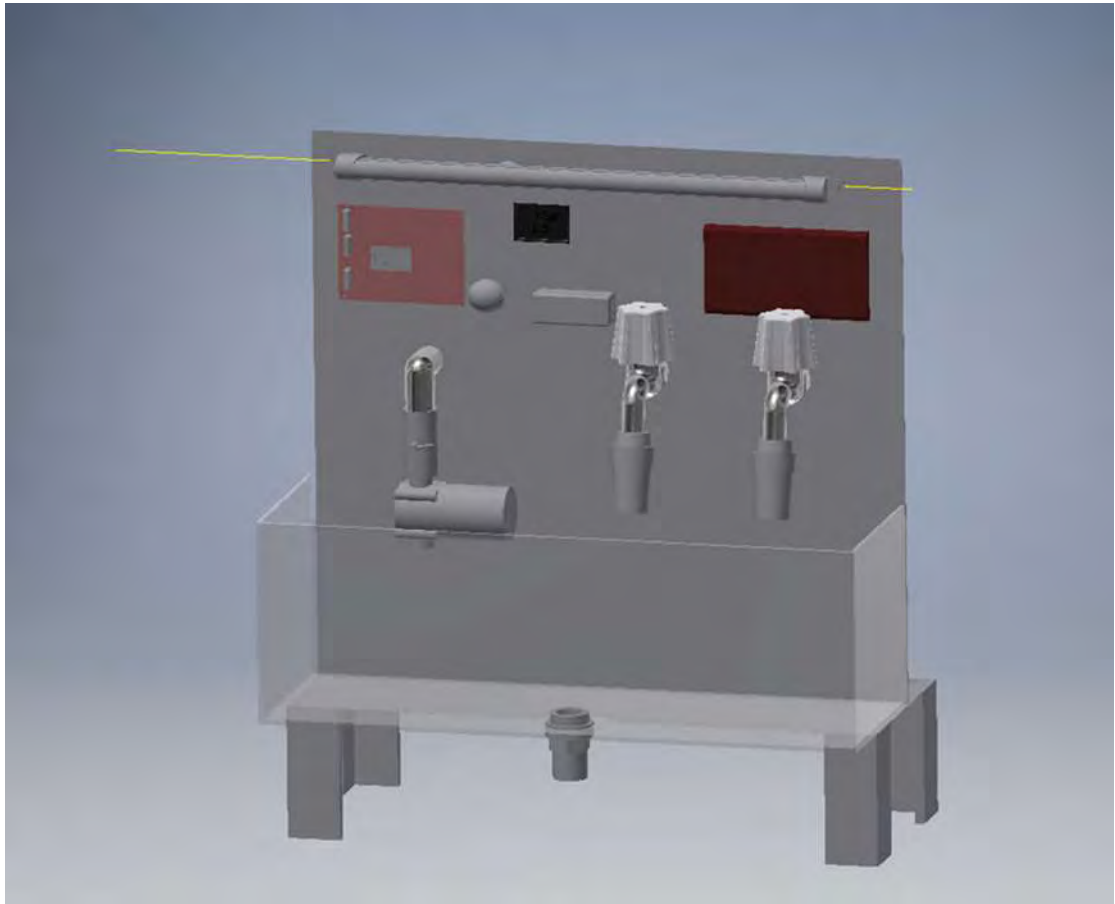


圖 4 本研究之「小型水力發電系統」的組合示意圖。

四、製作過程

本團隊除參照前述作品設計圖進行作品製作，如圖5所示。

1. 預想要如何接管，方能排出如圖4的架構。
2. 水管還未固定在木板上時，先看看水管會不會承受不住馬達的水壓。
3. 洗手台主體製作及水管安裝。
4. 安裝水龍頭、交流發電機、直流發電機及穩壓電路。
5. 安裝橋式整流器及穩壓模組。
6. 完成作品製作。









			
接管構想	水管加壓測試	洗手台主體製作	安裝水管
			
安裝水龍頭	安裝交流發電機	安裝直流發電機	安裝穩壓模組等電路

圖5 本研究創作之「小型水力發電系統」的製作過程圖。

伍、研究結果

一、作品說明:

如前述作過程，本團隊已完成「小型水力發電系統」的製作，如圖6所示。



圖6 本研究創作之「小型水力發電系統」的作品完成圖。



(一)交流發電機發電: 透過橋式整流(防止電逆流)和升、降壓模組(穩壓和升、降壓) 降至5伏特後, 再接到紅色USB和電壓電流表, 使燈條發亮。

(二)直流發電機發電: 透過降壓模組(穩壓和升、降壓)降至5伏特後, 再接到黑色USB及電壓電流表, 就能充手機。

二、作品發電實測:

本創作採用交流發電機及直流發電機, 其規格如表一所示。

表一本創作採用之交流發電機及直流發電機的主要規格

圖示	類型	電流範圍	電壓範圍
	交流電發電機	1-100mA	1-10V
	直流電發電機	128-260mA	最大12V

(一)僅開啟一個交流發電機發電(如圖7所示)

1. 有負載(接燈條): 電壓5.1伏特, 電流0.17安培。
2. 無負載: 電壓5.1伏特。



圖7 本研究創作之「小型水力發電系統」僅開啟一個交流發電機發電。(以抽水馬達測試)

(二)僅開啟二個交流發電機發電(如圖8所示)

1. 有負載(接燈條): 電壓5.1伏特，電流0.16安培。
2. 無負載: 電壓5.1伏特。



圖8 本研究創作之「小型水力發電系統」僅開啟二個交流發電機發電。(以抽水馬達測試)

(三)僅開啟直流發電機發電(如圖9所示)

1. 有負載(接手機): 電壓5.03伏特，電流1A。
2. 無負載: 電壓5.03伏特。

※拿來充手機的話，60分鐘能充進1200毫安培的電流(依照USB電壓電流顯示器來看)



圖9 本研究創作之「小型水力發電系統」僅開啟直流發電機發電。(以抽水馬達測試)

以下內容為地區科展評審建議測試數據

下表為水力發電系統以(水塔測試)最大發電數據

項目/發電機	直流電發電機	交流發電機(雙開)	交流發電機(單開)
電壓 (V)	5.0	6.0	5.0
附載電流 (A)	2.0	0.16	0.16
發電量 (W) (電壓×電流)	10	0.96	0.8

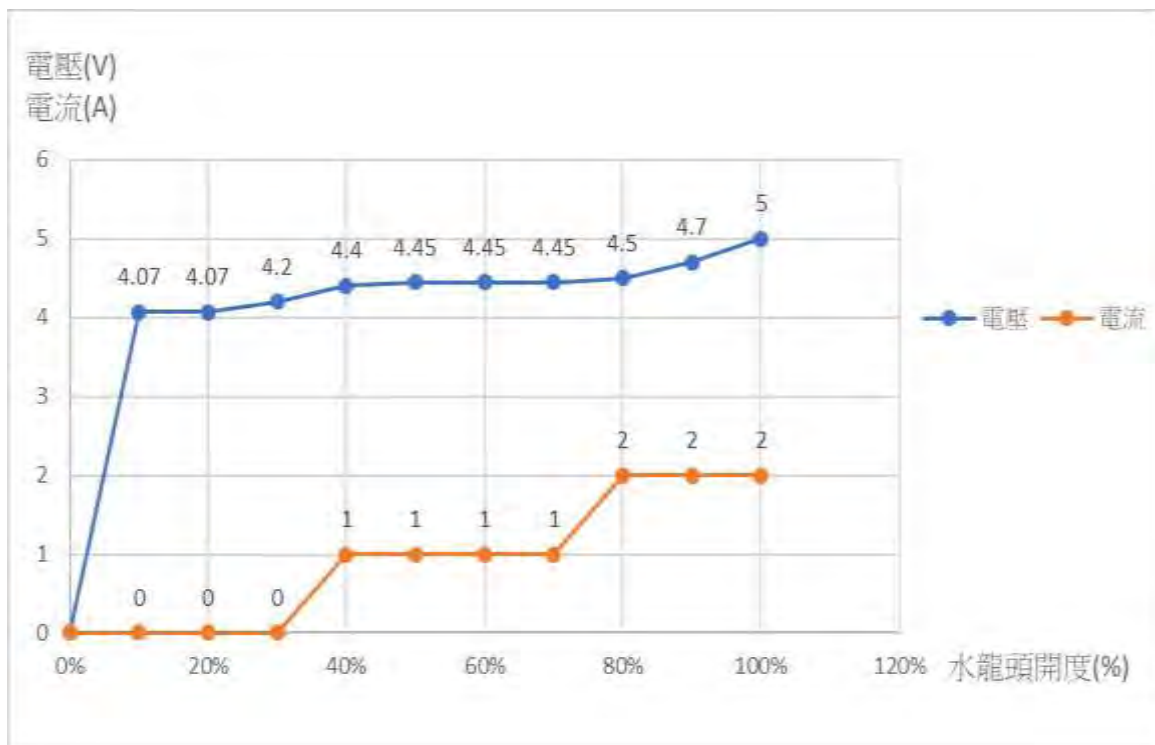


圖 10-1 本研究創作之「小型水力發電系統」僅直流發電機發電之電壓電流折線圖。
(以水塔測試)

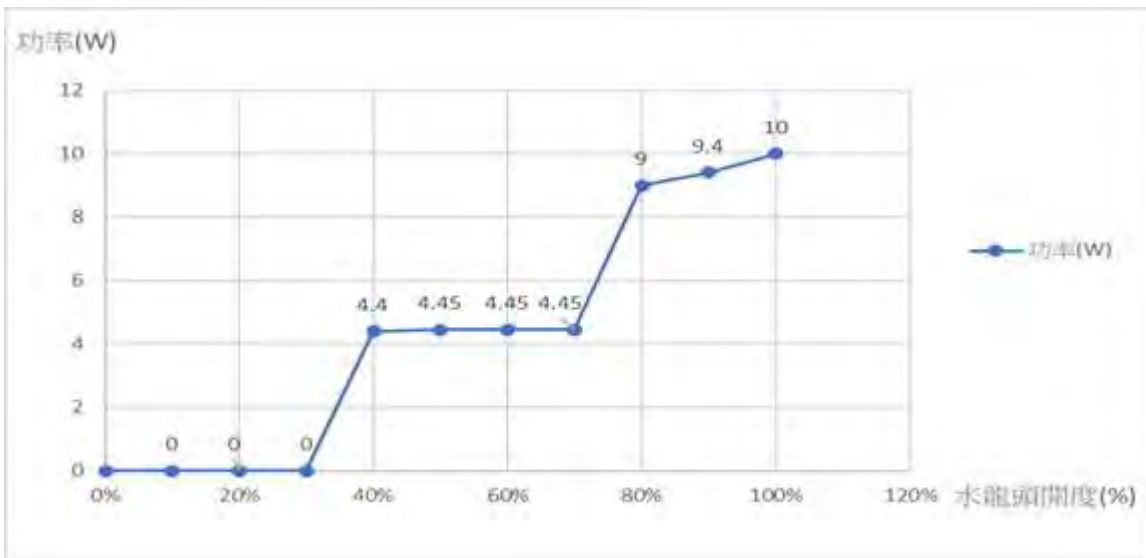


圖 10-2 本研究創作之「小型水力發電系統」僅直流發電機發電之功率折線圖。(以水塔測試)

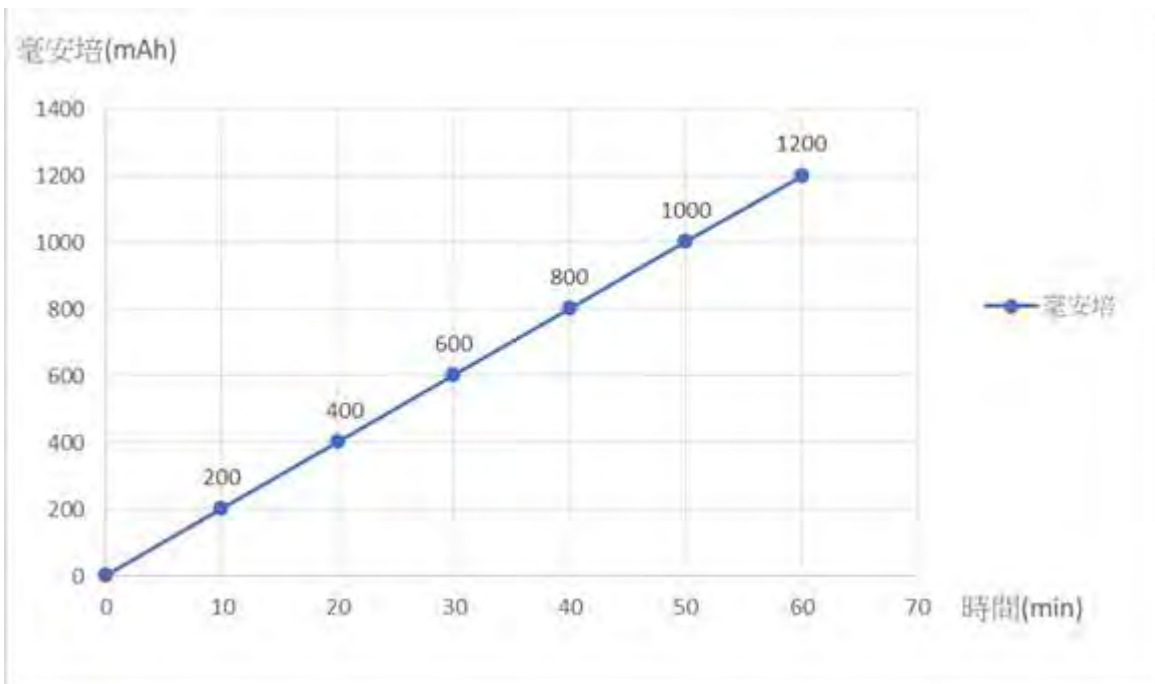


圖 10-3 本研究創作之「小型水力發電系統」直流發電機每分鐘充入設備毫安培折線圖。(以水塔測試)

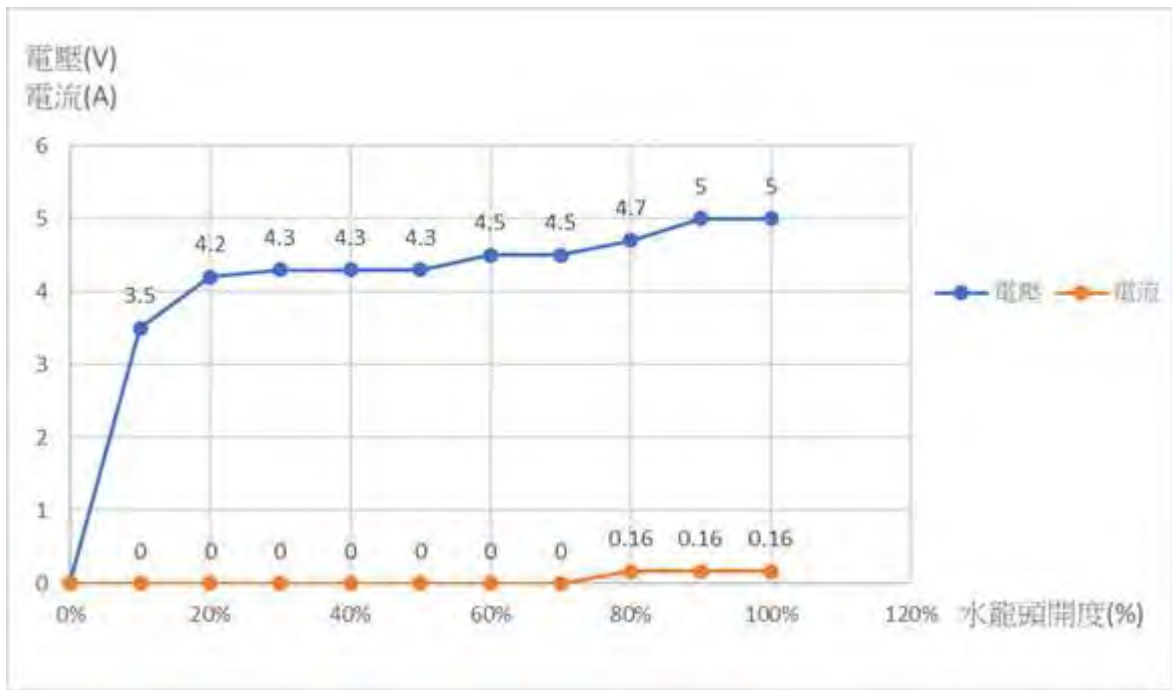


圖 11-1 本研究創作之「小型水力發電系統」僅開啟一個交流發電機發電之電壓電流折線圖。
(以水塔測試)

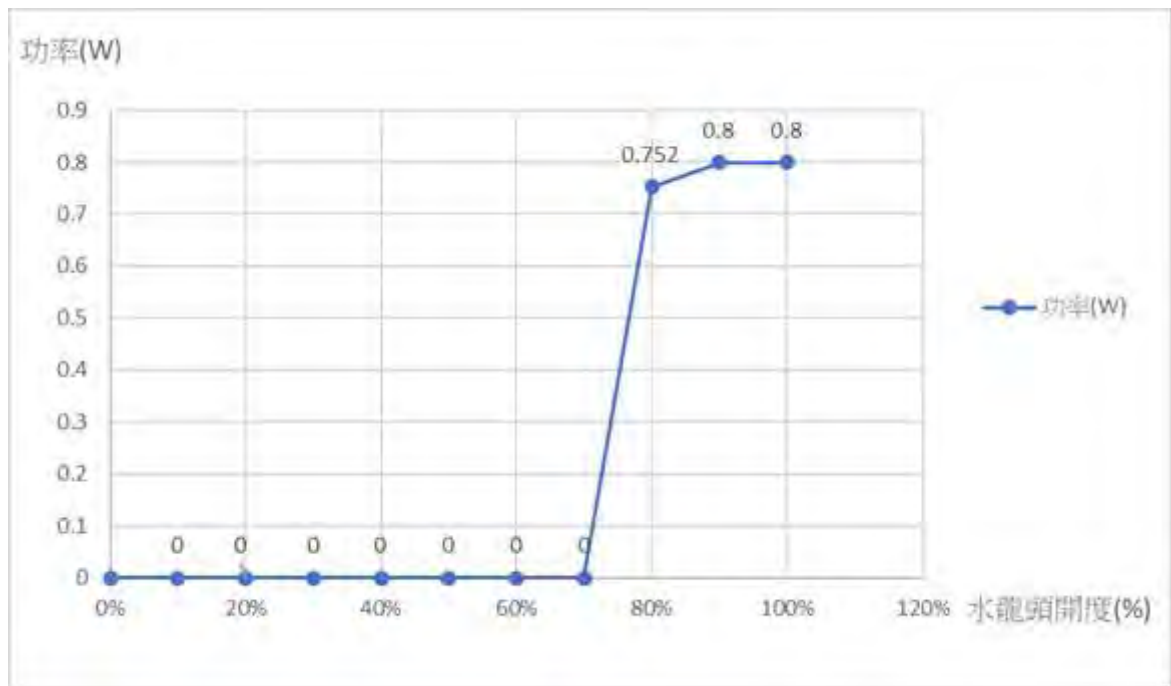


圖 11-2 本研究創作之「小型水力發電系統」僅開啟一個交流發電機發電之功率折線圖。
(以水塔測試)

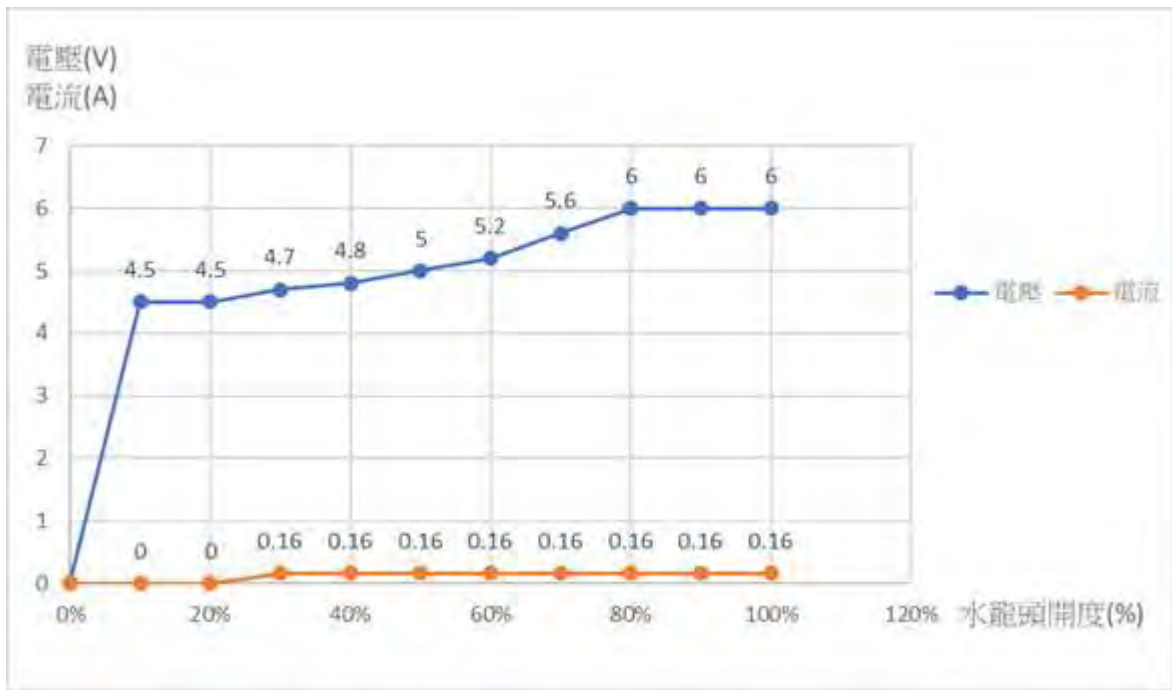


圖 12-1 本研究創作之「小型水力發電系統」僅開啟兩個交流發電機發電之電壓電流折線圖。(以水塔測試)

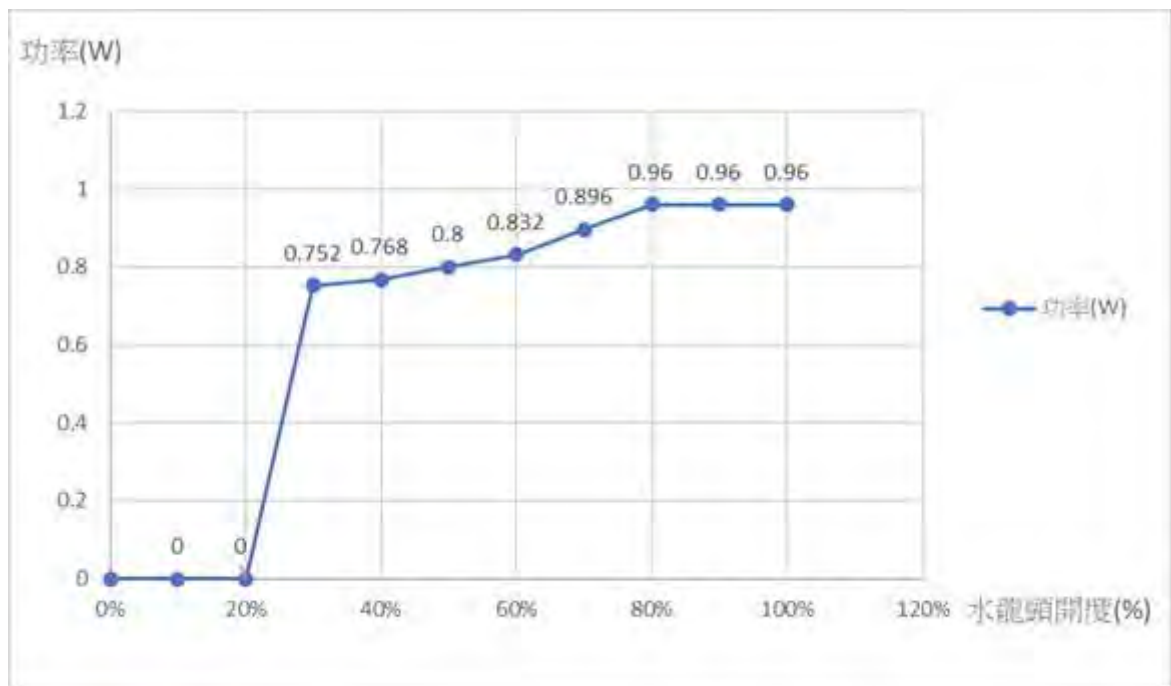


圖 12-2 本研究創作之「小型水力發電系統」僅開啟兩個交流發電機發電之功率折線圖。(以水塔測試)

陸、討論

一、起初在尋找適合的發電機時，發現市面上的發電機價格及效率還有大小都各有不同，所以我們所用的發電機是我們目前在市面上能找到體積小且價格廉價的發電機

二、經過多次的失敗，我們了解，就算是在小的發電機，也不是隨便有個水流就行，且因體積小發電量有限，不是所有的東西都能使用，也要小心，不能讓電流回流

三、同時實驗數據也可以看出，水壓愈大，發電量也愈大，且電壓及電流也同時增加

四、經長期的實驗，我們也發現我們購買的發電機，長時間反覆使用下沒有衰竭的情形，也證實了水力發電的成熟及耐用，也是未來大量使用的一大關鍵

五、目前我們能發出的電有 5V 以上的水準，已可以充入市面上的行動電話，未來我們計畫將其裝設供 5V 使用的儲電裝置，也可以改裝加大發電機葉片來使發電量加大

六、此作品次實驗期間水壓是來自於兩顆抽水馬達，因抽水馬達水壓不如水塔，且作品水為向上逆流，故實驗數據結果不佳，如果裝設在一般自來水水管或是水龍頭，實驗數據將會更加良好

柒、結論

本研究已完成「小型水力發電系統」之設計、實作及測試，依據測試結果，本創作「具小型水力發電系統」具備下列特點：

- 一、本作品兼具直流及交流兩類發電機，可安裝於水龍頭上，開啟水龍頭就能進行發電。
- 二、本作品透過穩壓模組等相關元件及 USB 接頭以供電給 3C 電子產品。
- 三、本作品除能進行水力發電外，仍兼具洗手台功能。

捌、參考資料

- [1] 李秀英，基礎化學 B，第四章 生活中的能源，第 104~115 頁，美新圖書公司，99 年
- [2] 維基百科，水力發電，107 年。
- [3] 維基百科，小型水力發電，107 年。

【評語】 052401

此作品將水力發電機組裝成小型水力發電系統，除具洗手台功能外，驗證水力能源轉成電能，具節能省電功能。建議增加實驗變因探討，例如，不同位能、不同流速、水力發電機葉片大小及形狀等，深入探討水力發電原理及效率計算，水力發電系統水龍頭開度與流速之關係。

摘要

本研究係針對「小型水力發電系統」進行設計、實作及測試，係以一具三個水龍頭之洗手臺為架構，並於前述水龍頭分別安裝直流及交流兩類發電機，並分別於其輸出電路安裝穩壓裝置及3C產品插座，而能此本創作在具備水力發電功能下，仍然可做為洗手台使用。本作品已依沉水馬達抽水實測結果顯示：開啟交流發電機發電(接燈條)時之電壓5.1伏特及電流0.17安培，開啟直流發電機發電(接手機)時之電壓5.03伏特及電流1mA。

研究動機

在高一的化學課本第四章「生活中的能源」中講述到各類能源之應用概況[1]，讓我們瞭解到水力發電也是一種潔淨能源，在某次的下雨天，團隊成員觀察到學校屋頂排水管的水不斷流下，讓我們思考到這些水力能源未作使用就流掉也很浪費，應該能夠拿來利用一番，引發了我們下列針對水力能源發電改良之研究動機：

一、讓生活中浪費掉的水力能源可以善加運用

我們生活中有許多狀況的水力能源都未被善加運用，例如：下雨天屋頂排水管流下的雨水及洗手台水龍頭的流水等，這些水力能源或許不大，但是若能善加運用，積少成多下也是非常可觀的能源；因此，應該需要設法安裝相關水力發電裝置將這些原本浪費掉的水力能源善加運用。

二、讓應用於水力發電的流水能可被使用

若是水資源僅是應用於水力發電就排放掉亦是不必要的浪費，所以在思考進行水力發電時，應該也要思考完成水力發電後的流水該如何運用。

研究目的

根據上述研究動機，本研究係針對「小型水力發電系統」進行設計、實作及測試，該「小型水力發電系統」主要研究目的如下：

一、需能盡讓生活中的水力能源能被用來發電





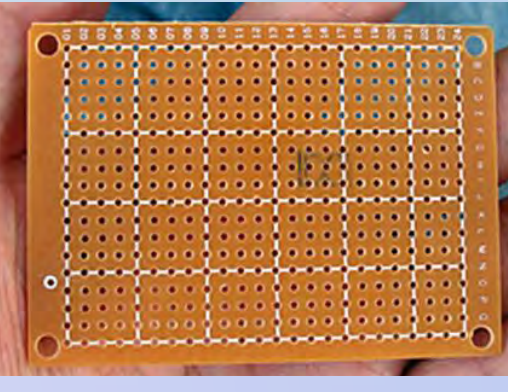




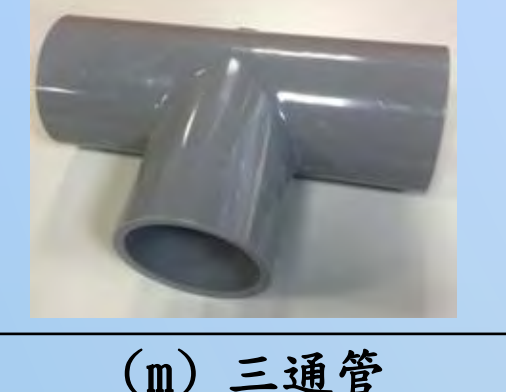
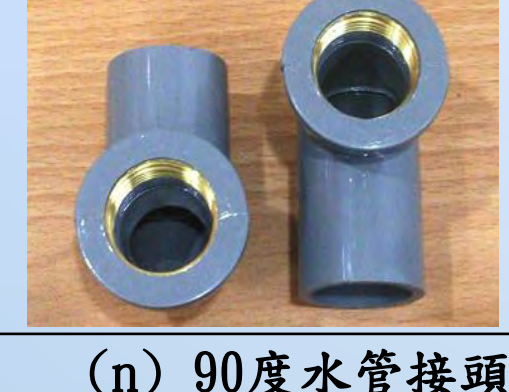


本創作之「小型水力發電系統」係規劃安裝相關小型發電裝置，而能藉由生活中的小型水力能源進行發電，除了可直接運用這些水力電力外，亦能透過電池等儲電設備儲電備用。

二、完成水力發電後的流水需可被使用

本創作之「小型水力發電系統」係規劃設計為洗手台之型式，故可作為洗手台漸具水利發電功能，若將本作品之水源與屋頂排水系統連接，則能將雨水回收同時兼具發電與洗滌之功能。

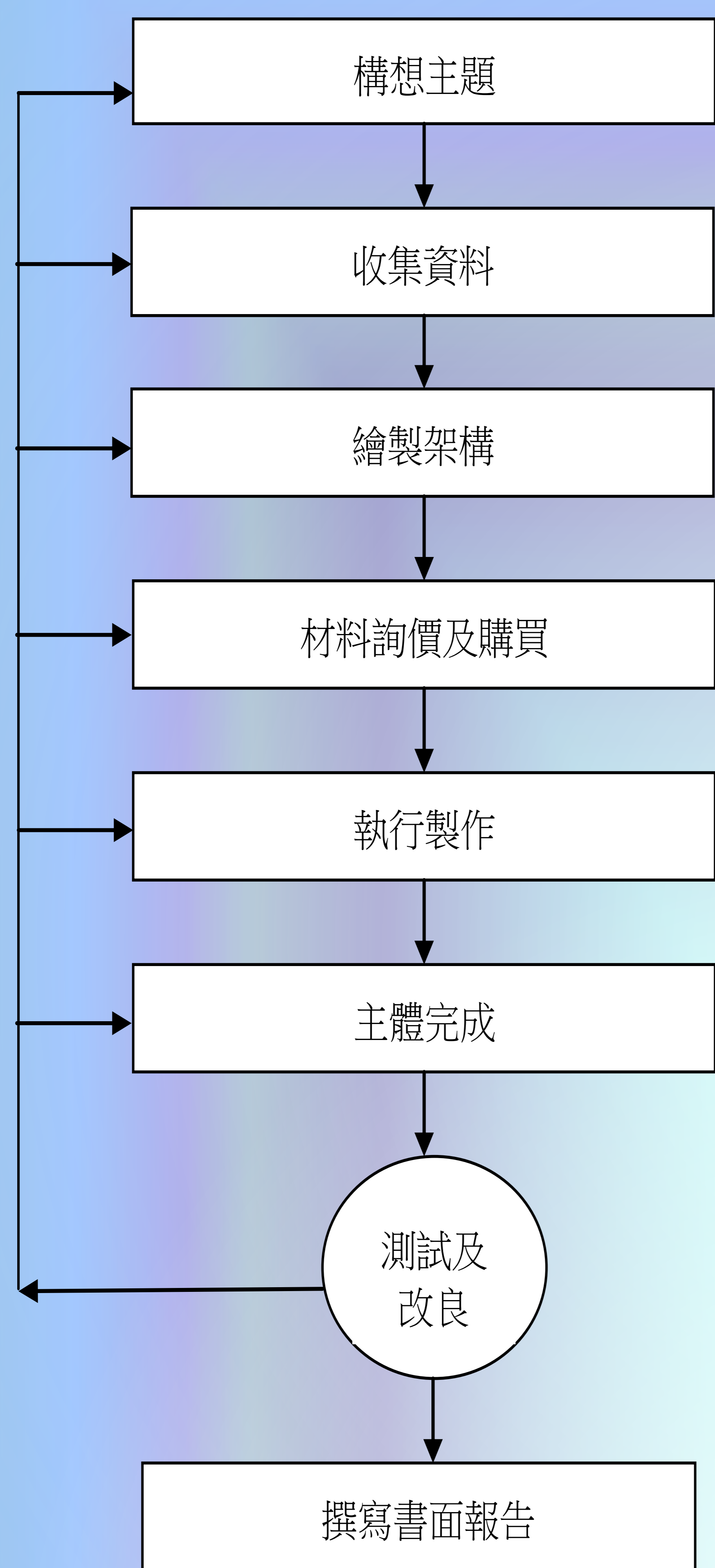
綜合上述研究目的，本創作之「小型水力發電系統」係以一具三個水龍頭之洗手臺為架構，並於前述水龍頭分別安裝直流及交流兩類發電機，並分別於其輸出電路安裝穩壓裝置及3C產品插座，而能此本創作在具備水力發電功能下，仍然可做為洗手台使用。

研究設備及器材

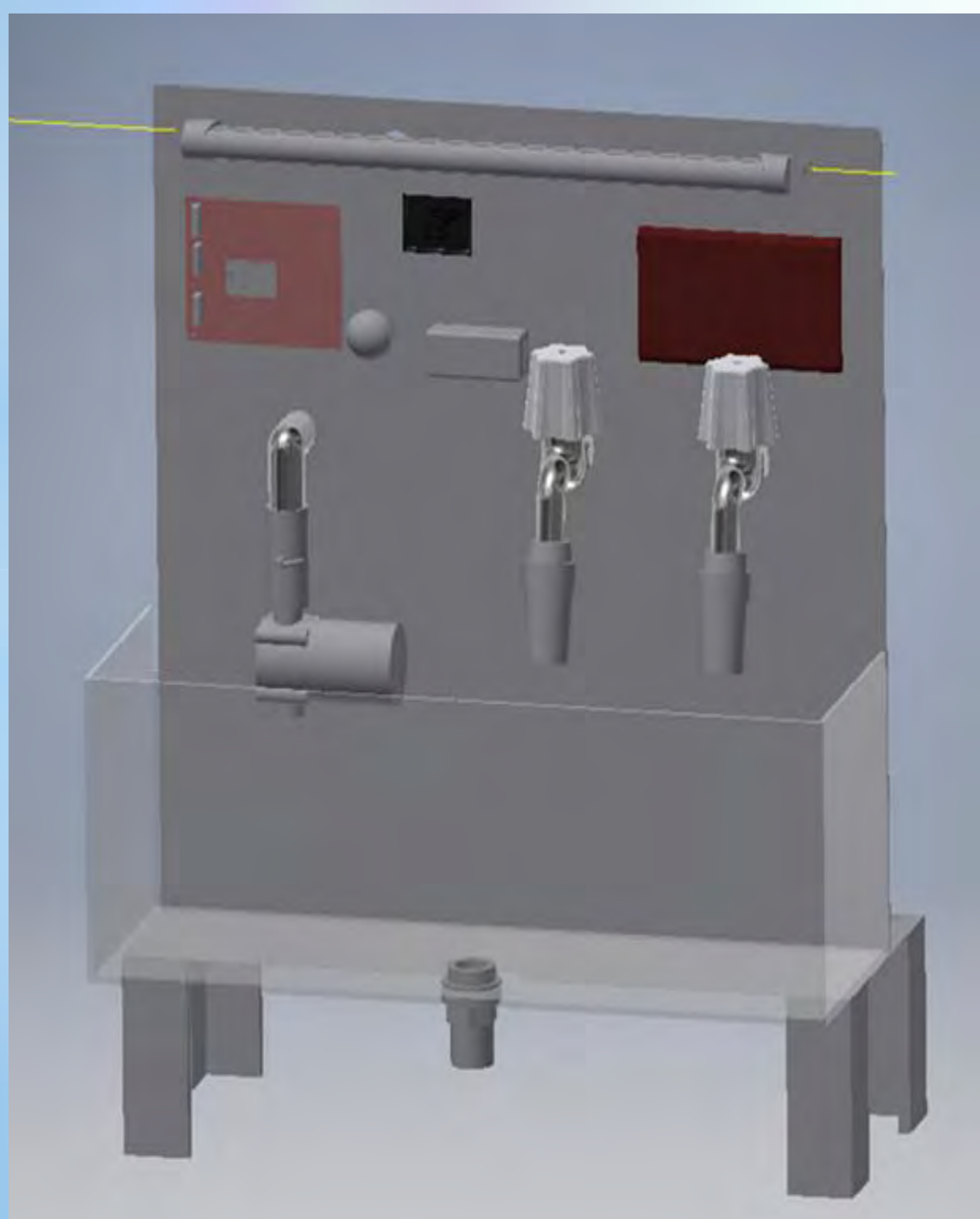
			
(a) 12V 直流發電機	(b) 5V 交流發電機	(c) 橋式整流器	(d) 穩壓模組
			
(e) 電壓電流表	(f) USB電壓電流顯示器	(g) LED燈條	(h) 麵包板
			
(i) 水龍頭	(j) 止水閥	(k) 沉水馬達	(l) 金屬軟管
			
(m) 三通管	(n) 90度水管接頭	(o) 長水管	(p) L角鐵

研究過程

研究流程圖：



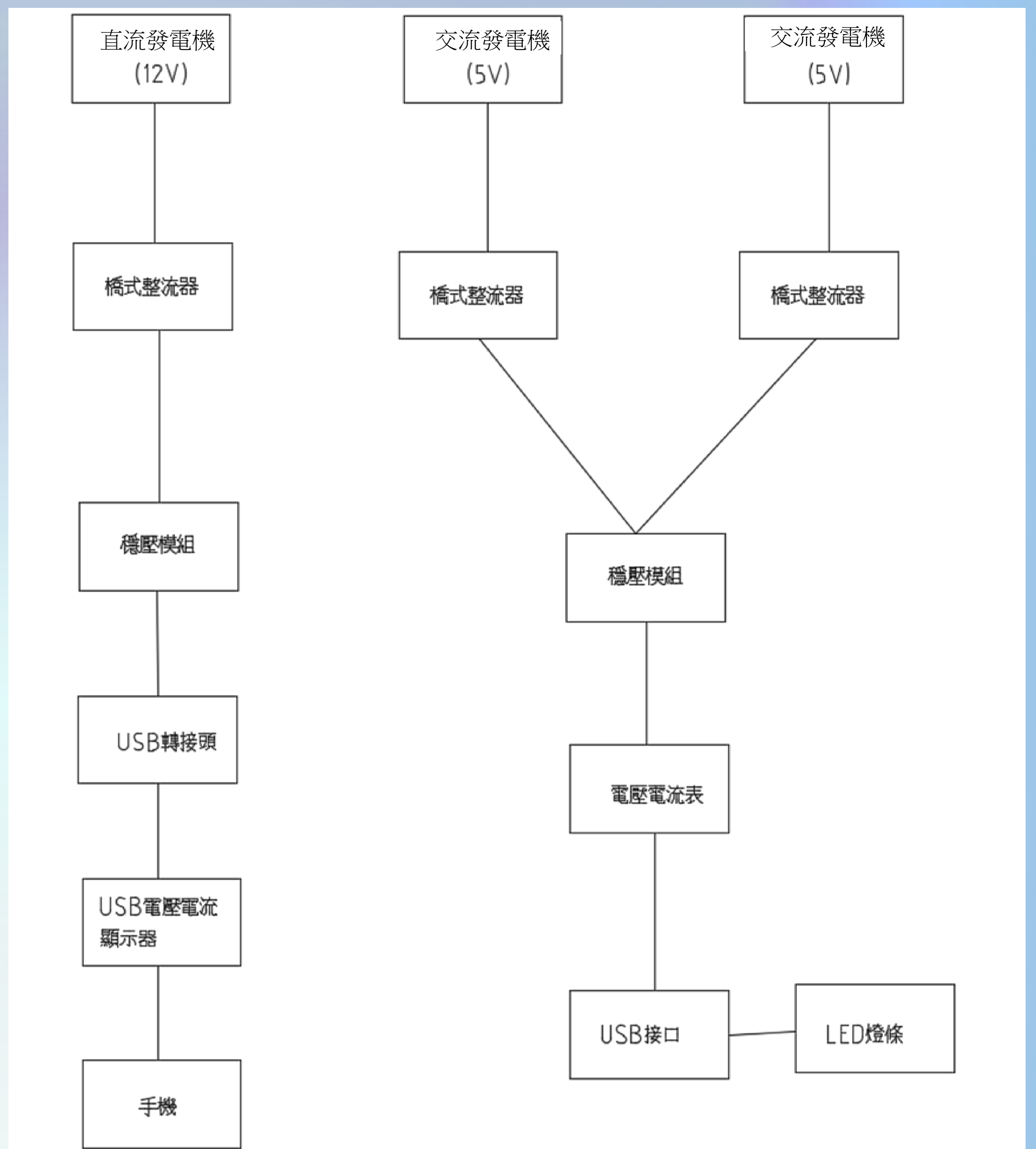
繪製架構



構想主題：

本研究根據前述研究目的構思本研究之設計內容，本研究團隊思索歸納下列設計內容：

1. 兼具直流及交流兩類發電機，可安裝於水龍頭上，開啟水龍頭就能進行發電。
2. 透過穩壓模組等相關元件及USB接頭以供電給3C電子產品。
3. 裝設電壓電流表，並以便呈現發電電壓及電流。



製作過程

接管構想	水管加壓測試	洗手台主體製作	安裝水管
安裝水龍頭	安裝交流發電機	安裝直流發電機	安裝穩壓模組等電路

研究結果

一、作品說明：

如前述作過程，本團隊已完成「小型水力發電系統之設計及實作測試」的製作，如圖10所示，係結合操作小型水力發電機進行設計改良，其主要元件如下：

1. 直流水力發電機：電壓範圍：1-10V。電流範圍：1-100mA。能裝在一般有螺紋的水管上。
2. 交流發電機：電壓範圍：最大12V。電流範圍：128-260mA。能裝在一般的家用水龍頭上。
3. 橋式整流器：能防止電逆流。
4. 穩壓模組：能夠把整體電壓升高，也能降低，還能使電壓穩定在一個數值。
5. 電壓電流表：能夠顯示發出的電流與電壓。
6. USB電壓電流顯示器：能夠顯示發出的電壓與電流，且能記錄充進多少電流。



二、以本創作進行交流發電之實測：

(一)僅開啟一個交流發電機發電

1. 有負載(接燈條)：電壓5.1伏特，電流0.17安培。
2. 無負載：電壓5.1伏特。



(二)僅開啟二個交流發電機發電

1. 有負載(接燈條)：電壓5.1伏特，電流0.16安培。
2. 無負載：電壓5.1伏特。



三、以本創作進行直流發電之實測：

1. 有負載(接手機)：電壓5.03伏特，電流1安培。
2. 無負載：電壓5.03伏特。

※拿來充手機的話，30分鐘能充進600毫安培的電流(依照USB電壓電流顯示器來看)



項目/發電機	直流水發電機	交流發電機(雙開)	交流發電機(單開)
電壓 (V)	5.03	5.1	5.1
附載電流 (A)	1.0	0.16	0.16
發電量 (W) (電壓×電流)	5.03	0.816	0.816
毫安培小時 (mAh)	600 (0.5H)	無	無

結論

本研究已完成「小型水力發電系統」之設計、實作及測試，依據測試結果，本創作「具小型水力發電系統」具備下列特點：

- 一、本作品兼具直流及交流兩類發電機，可安裝於水龍頭上，開啟水龍頭就能進行發電
- 二、本作品透過穩壓模組等相關元件及USB接頭以供電給3C電子產品。
- 三、本作品除能進行水力發電外，仍兼具洗手台功能。