

作品名稱：綠能智慧流動廁所

壹、 創意動機及目的

一、 創意動機

台灣社會創意多變，各級政府單位配合地方季節與政策宣導，常常辦理各種活動，由於活動屬臨時性與地點不方便性，常見吊掛流動廁所解決民眾生理需求，然而流動廁所因為不開挖管線，往往沒有電力，沒有置物空間，無法提供照明與通風，上廁所變成痛苦體驗，民眾需忍受簡陋與髒亂的環境。近年雖已有舒適型流動廁所設計，提供掛勾等置物空間，不過卻伴隨產生廁所失物，而電力也需配合管線施工才能提供，我們決定設計綠能智慧流動廁所，用綠能與智慧設計，提供民眾舒適的如廁環境，無失物的智慧廁所功能。



圖 1: 傳統流動廁所，簡陋無電力。

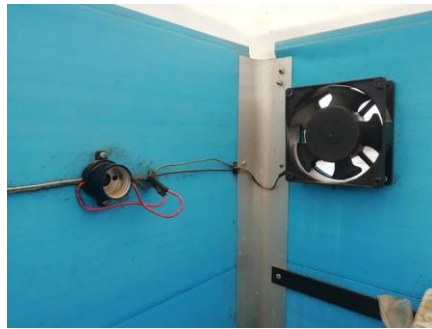


圖 2: 活動式流動廁所，簡陋電力設計，往往沒有電源即不提供照明與通風。



圖 3: 廁所提供掛勾伴隨發生遺失物品。

二、 創意目的

希望經由我們的實作研究達成廁所功能升級目的：

- (一) 流動廁所使用綠能設計方案，不用開挖配管線，即可提供電力。
- (二) 流動廁所設計智慧無失物功能，可推廣至所有廁所使用。
- (三) 綠能加智慧設計，提供潔淨又環保的解決方案。

貳、 作品特色與創意特質

作品提出前，先進行專利檢索，我們發現已有專利證書號：M374482 太陽能流動廁所及其控制器組，主要運用太陽能於燈具電源使用，綜合專利資料分析，我們認為作者有發現問題，但其解決專利商品仍過於複雜，設計過多控制器，裝於流動廁所上，恐有後續維護問

題，以致後來專利到期消滅，我們研究探討後，與老師商討後，設計出用綠能充電供流動廁所電力的更簡單化方案。

作品特色與創意特質如下：

- 一、不用開挖配管線，即可提供電力，兼具降低施工成本，以及使用便利性。
- 二、可依地理條件選用風力或太陽能，彈性提供綠能選擇方案。
- 三、簡化綠能發電系統設計，改善舊有專利不足問題。
- 四、精準計算電池續航力，提供充足電力使用。
- 五、智慧設計解決廁所置物空間失物問題。

參、 研究方法(過程)

本創意作品的研究過程如圖 1 研究流程圖所示：

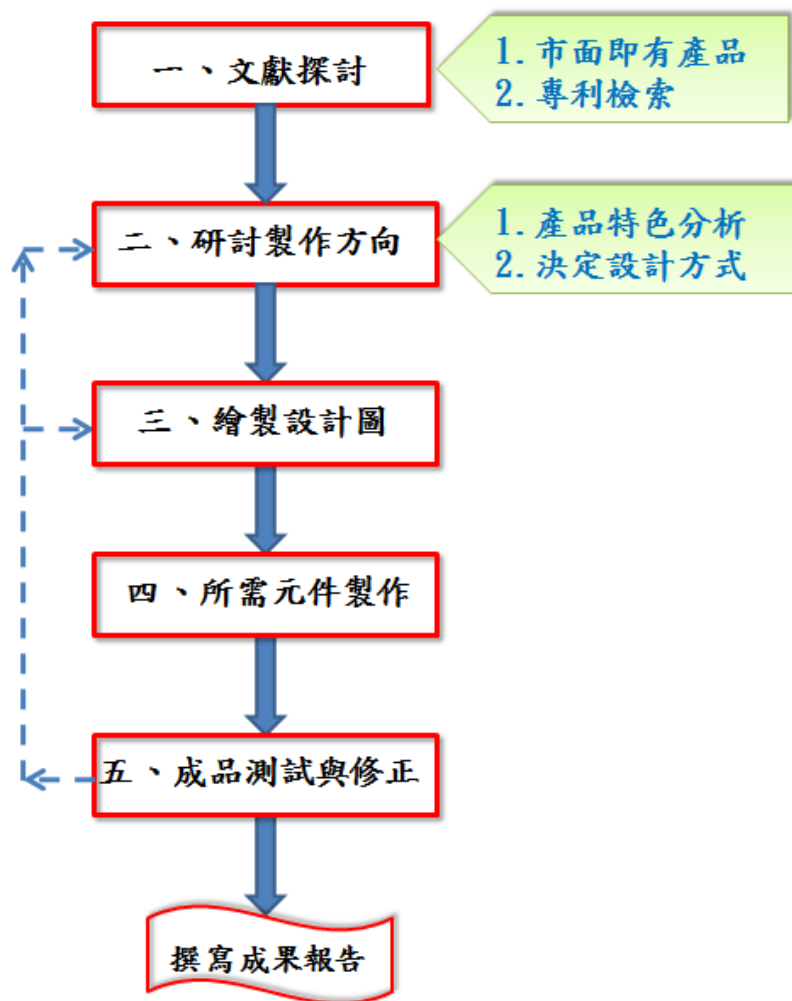


圖 4. 研究流程圖

我們根據研究流程如下五步驟，將研究流程加以詳細介紹。

- 一、 文獻探討-市面上產品需求資訊與專利檢索。
- 二、 研討製作方向-產品特色分析，決定設計方式。
- 三、 繪製設計圖。
- 四、 所需元件選製作。
- 五、 成品測試與修正。

一、 文獻探討-市面上產品需求資訊與專利檢索：

(一)、市售商品：

查詢國內知名流動廁所廠商如晨瑋環保公司等，我們發現流動廁所商品約可簡分為：

1、 豪華儲存型(身障)流動廁所

一般豪華儲存型流動廁所與身障型式差別，在於身障型有無障礙坡道方便輪椅進出，內裝有身障者專用不鏽鋼扶手，其餘設備與常見公廁皆相同，有梳妝鏡與置物架等設計。



圖 5：豪華型(身障)廁所

2、 典雅儲存型(身障)流動廁所

身障型尺寸空間依國際標準為身障者量身設計，內部空間大，提供不鏽鋼扶手與置物架。



圖 6：典雅型身障廁所

3、 基本儲存型

提供最基本如廁功能，分成坐式與蹲式馬桶，設備簡單，有簡易置物架，可放置衛生紙與手機。



圖 7：基本儲存型廁所

(二)、專利與文獻查詢：

1、太陽能流動廁所及其控制器組，證書號：M374482

商品太陽能流動廁所及其控制器組如圖 8，主要運用太陽能於燈具電源使用。我們查詢專利公報，太陽能流動廁所具有一太陽能板、一電池、一感知器與設備，該控制器包括：一充電管理模組，連接於該太陽能板與該電池，用於將太陽能轉換的電能儲存於該電池中。這項專利的優點為設計太陽能充電，讓流動廁所成為一獨立個體，不用開挖埋管線以供電。缺點上我們認為該專利仍有些複雜，過多控制器，裝於流動廁所上，恐有後續維護問題，該專利到期沒有維護即消滅。

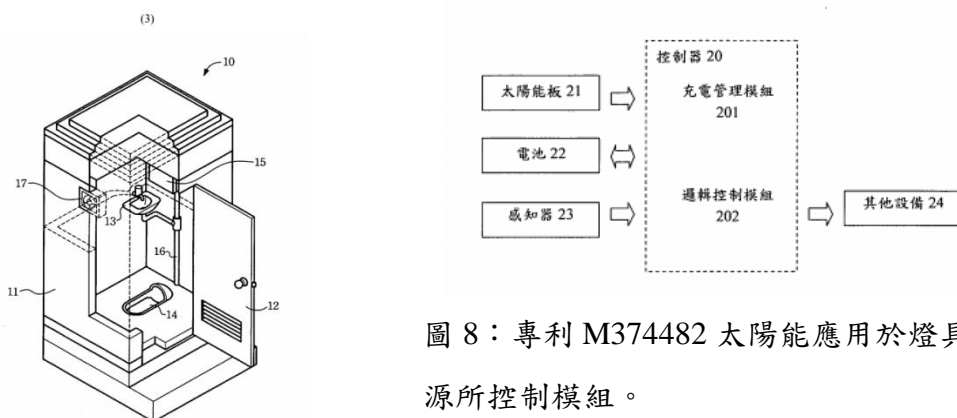


圖 8：專利 M374482 太陽能應用於燈具電源所控制模組。

2、流動廁所之通風改良，證書號：M522251

專利流動廁所之通風結構改良，其包含：一廁所本體，該廁所本體係以四邊板環設具有一如廁空間，一頂蓋，由於該流動廁所沒有電源供給設計，因此在頂蓋設計有開孔槽和對流孔，利用空氣對流原理，讓空氣流動，增加此流動廁所的通風改良。

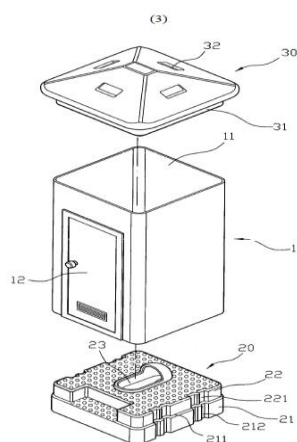


圖9：專利證書號：M522251

3、廁所防失物設計

隨著流動廁所設計升級更新，與人性化的便利設計，流動廁所已成為許多地方如國家公園景點公廁，**公廁是台灣民眾最常失物的地點**之一。日本為解決公廁失物過多，發明出影像感測以通知失



物的會說話公廁，也有將門鎖設計成「防止遺忘托盤」設計，讓使用者開門時，必定要取走物品，沒有遺失物，除了人力節省，也可以減少處理相關程序產生不必要的碳足跡。

圖 10：日本發明門把改成置物托盤的廁所設計。

二、 研討製作方向：

常見的公眾場所如捷運站有固定式公廁，臨時或長天期活動辦理，主辦單位會吊掛來流動廁所，我們實地探訪發現即使是臨時的流動廁所，也出現各種豪華型設計，不同於以往小而擁擠的簡易流動廁所，新式公廁正如學者林文祺於無障礙流動廁所設置及管理之研究中建議，廁所應提供使用者有置物空間，我們思考上認為，如果能研發出一個簡單又通用的綠能智慧(防失物)的廁所系統，可通用於建築物內公廁和流動廁所，這樣的產品，將會是改變未來社會的重要產品，

考量流動公廁所在位置，多數流動廁所如風景區公廁都位於遍遠處或配合於不施工開挖管線的活動會場，單獨考量基本清潔處理需求，已頗耗人力，若廁所設計較多感應器與需維護調整的電子元件如圖 8 專利，對流動廁所而言，產品將因需過多維護人力而失去吸引力。再參考日本發明概念，智慧是指廁所能主動通知廁所使用者，離開時勿將物品遺失在公廁，詳加考量廁所後續的維護成本與隱私問題，我們認為廁所的智慧，除了捷運車站等方便人力調度場所外，智慧需不侵犯隱私並降低維護人力，應先跳過 IOT 智慧影像功能設計，而是以最簡單、低維護人力的電子電路，完成無失物警示。

因此我們的製作方向與重點有以下幾點：

- (一) 屋頂設計綠能科技(太陽能與風能)供電。
- (二) 簡化電力元件設計，以減少維護成本與充足使用時間。
- (三) 流動廁所應有置物空間與防失物的智慧功能。

三、 繪製設計圖

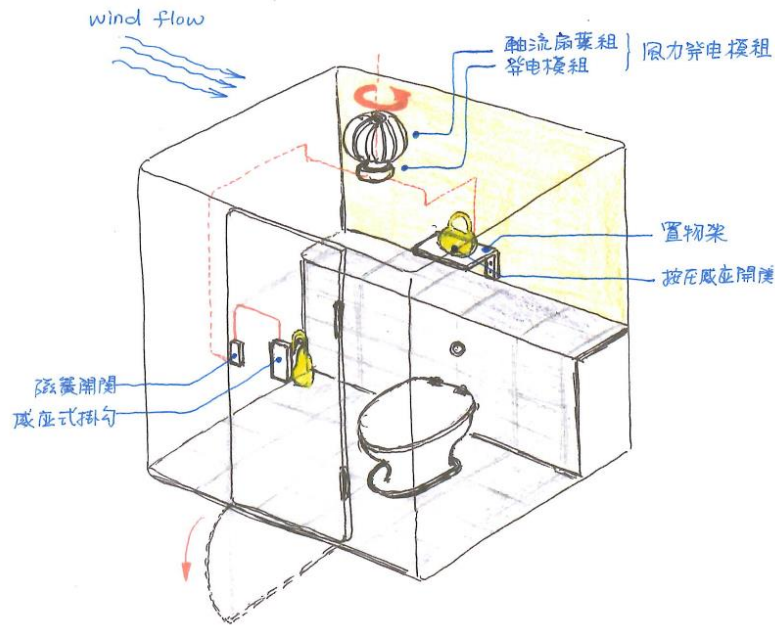


圖 11：小組自繪綠能智慧流動廁所設計圖。

綠能系統設計：

決定設計綠能智慧流動廁所，我們討論如何選用綠電系統，我們決定如同圖 8 專利證書號：M374482 的設計，於屋頂設置太陽能模組，小組搜尋資料後討論，台灣地理條件，也非常適合風能，為讓流動廁所可以有更高彈性的綠能選擇，我們決定開發可選擇太陽能和風能的充電模組，以手繪出完整概念如圖 11，先討論出綠能方案。

為完善流動廁所功能，及善加利用綠能發電來的能源，我們參考圖 9 專利流動廁所之通風改良，增加排風風扇，並決定將綠能廁所與無失物廁所概念相結合，開發綠能智慧(無失物)廁所系統，以期提高再生能源的發電比，也降低廁所使用人的碳足跡並能推廣至所有廁所。

智慧廁所功能設計：

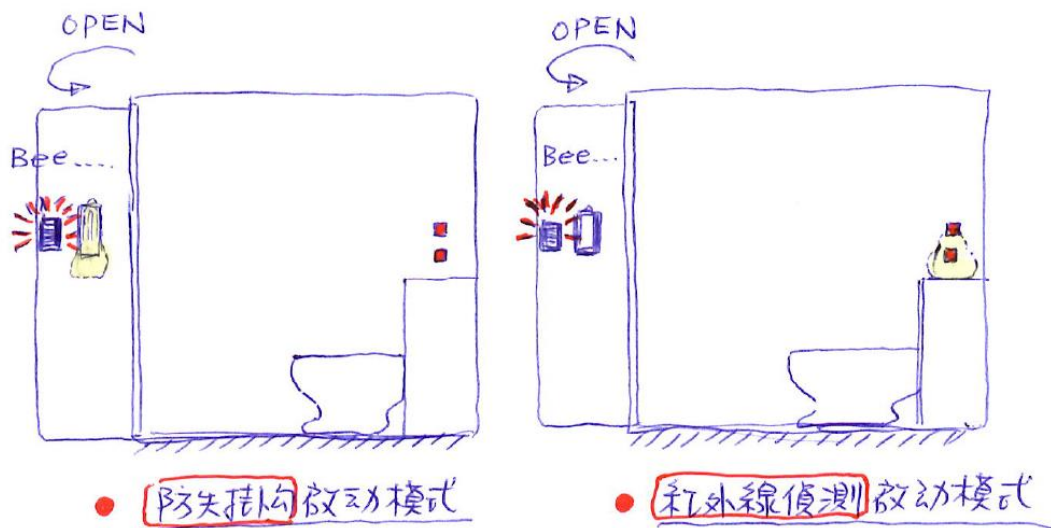


圖 12：小組自繪流動廁所，智慧功能設計圖

小組討論後判斷會產生廁所失物，從使用者角度考量，只有二個場景如圖 12，我們以此進行製作：

- (一) 包包吊在門上掛勾(設計防失掛勾解決)。
- (二) 包包放在馬桶後方平台(可設計紅外線偵測裝置等偵測器，也需考量廁所空間大小才有此設計，簡易型廁所空間小，多半無置物平台設計)。

四、所需元件製作

研發產品要建立各種時，我們討論後，以紙筆繪製設計概念圖(圖 11、12)，有些元件如太陽能發電的太陽能板模組需買市售組裝調整，不可能自己實作，經過手繪圖討論後，我們要製作的元件可分成三部。

(一)、流動廁所主體結構製作：我們選擇木鑄切木板為結構，以 SolidWorks 繪製流動廁所結構圖和馬桶設計圖，結合本校創客中心資源，搭配多元選修所上 CorelDRAW 鑄雕軟體切割木板完成結構。

(二)、智慧無失物功能：我們選擇開發防失物掛勾，以社團課程所上電繪軟體 123D Design 繪製防失物掛勾 3D 模型，和馬桶設計一同於創客中心 3D 列印完成。

(三)、綠能實作部份：綠能上我們實作太陽能和風力發電機，太陽能發電相關的元件，需商場購入，風力發電機則需要自行銑切相關連軸器，我們於銑床課程製作。

(一)流動廁所主體結構製作：電腦輔助繪圖設計課 SolidWorks 繪圖



圖 13:電繪並鐳射切割
木作廁所模型



圖 14：3D 列印馬桶模型

(二)智慧廁所功能制作：社團課程電繪軟體 123D Design 繪製

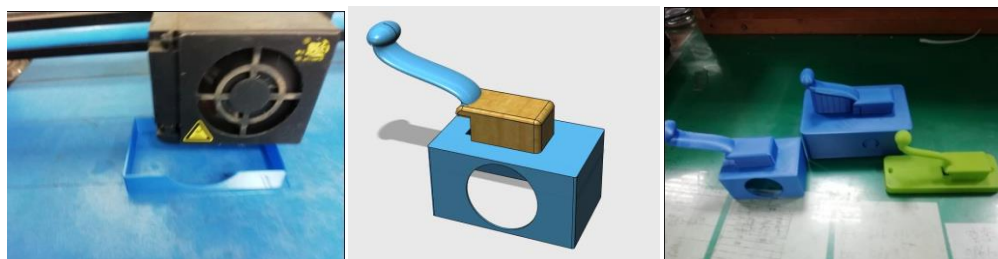


圖 15：3D 列印防失物掛勾

(三)綠能發電實作：風力發電機零件，以車床和銑床技能實作。



圖 16：車、銑床實作施工，改製連軸器，以提高齒數比。

五、成品測試與修正

綠能智慧流動廁所的特色，在於**智慧無失物**功能與**綠能發電**的巧妙運用，我們認為除了流動廁所可用，但簡化無失物功能，依日本發明品「會說話公廁」，可證實**廁所防失物**具商業價值，可運用於捷運站廁所等公用場域，因為我們以此為開始，進行成品測試與修正：

(一) **廁所智慧無失物設計：**

- 1、**第一版無失物設計**，防失物掛勾：防失物掛勾實體設計如圖 15。



使用者包包吊在廁所門上掛勾，啟動掛勾內第一道開關，使用者包包未取走就開門，門一打開，門邊的極限開關啟動，電路形成通路，蜂鳴器發出聲響和 LED 亮燈警告。

圖 15：一版無失物設計

【測試結果】：成功解決包包門上掛勾失物問題，但流動廁所可能不方

便施工拉電源線，設計第二版，將所有元件整合於掛勾內，成為 DIY 商品。

- 2、**二版無失物設計**，防失物掛勾二版：防失物掛勾實體設計如圖 16，使用者包包吊在廁所門上掛勾，啟動掛勾內紅外線模組啟動，使用者未取走包包就開門，門一打開，掛勾內紅外線模組偵測開門距離改變，蜂鳴器主動發出聲響，通知使用者包包未取走，當使用者取下包包，掛勾內開關彈回，切斷電路，蜂鳴器不再啟動。

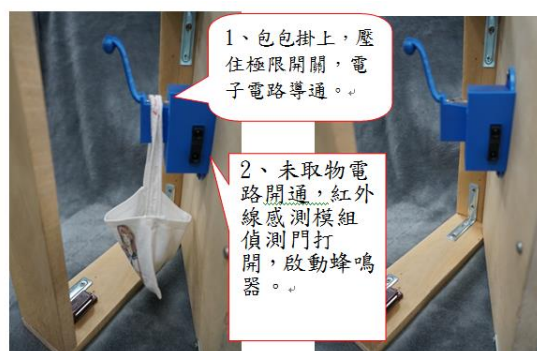


圖 16：二版無失物設計實體模型與專利證書



【測試結果】：成功將無失物掛獨立化，不用施工，使用者買回 DIY 直接鎖上即可使用，因為覺得具備商品化潛能，決定申

請**新型專利**也獲得**通過**。

- 3、**三版無失物設計，增設防失物置物平台**：隨著設計思維進步，現在流動廁所已脫離過往的簡陋，多有提供簡單手機置物平台，依日本設計，我們判定需加強此處智慧無失物功能，設計當手機放上平台，連結綠能充電用電系統，廁所燈亮啟動照明。



圖 17：增設無失物置物台設計，當手機放上時燈亮啟動。

【測試結果】：成功解決手機放在置物平台上，使用者未取走，門打開則啟動蜂鳴器，主動發出警告。

(二) 綠能電力系統設計：

參考學者林文祺的研究建議，廁所耗能設施應利用太陽能光電板或風力發電，考慮台灣地理條件，太陽能和風能也是最具經濟價值，如澎湖等離島，風力強勁是非常適合風力場域，設計綠能廁所系統需先建立充電與供電模組，供電可因地理條件不同，選用不同綠能方案，我們先選用太陽能供電方式開發，以驗證太陽能與風能皆能使用的設計，再因地理考量使用綠能。

- 1、**太陽能發電蓄電設計**：暨有專利證書號：M374482 太陽能流動廁所及其控制器組，我們實作判定該專利過於複雜，設計過多控制器，裝於流動廁所上，後續維護問題較多。

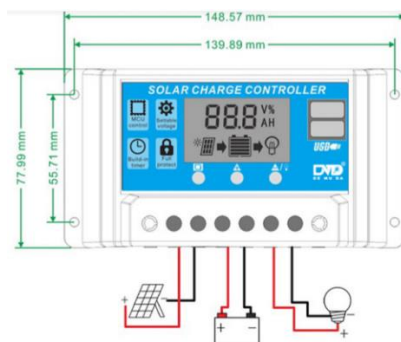


圖 18：充電控制器的控制圖



圖 19：太陽能實際接線圖

我們提出更簡單化如圖 19，精簡至使用三項零件：**1. 50W12V 的太陽能電池模組**。**2. 市售 12V/24V 充電控制器**，**3. 長 15cm 寬 6.5cm 高 9cm 容量 7.2AH 電池 GPL1272F2FR 蓄電電池**。**透過充**

電控制器太陽能電池模組直接充電至蓄電池，以蓄電池供應燈具和風扇。計算流動廁所大小，廁所屋頂放置的太陽能電池模組選用功率 50W，尺寸 50cm X 65cm。

【測試結果】：太陽能發電系統，可。當日照充足符合理想狀況時，約 104 分鐘，1 小時 44 分，即可充飽電池。

- 2、自然排風器結合無鐵心發電機之風力發電機設計：要在流動廁所上裝設風力發機，即有如圖 9 的流動廁所之通風改良專利，告訴我們流動廁所內熱空氣可以善加運用，我們修正設計將裝設在屋頂上的自然排風器和無鐵心發電機結合，利用熱空氣上昇的動力或外部自然風力推動扇葉，以推動發電機產生電力。



圖 20：先手搖方式測轉速與發出電量。



圖 21：改裝連軸器，在軸心不變下，可帶動大齒數比

【測試結果】：自然排風器轉速在 0 ~ 50rpm 時，可以輸出電壓 0 ~ 2V，證明自然排風器發電機可行。然而要充蓄電池，自然排風器需提供發電機高轉速，不修改無鐵芯發電機齒數比之前，先以手轉搖桿測試，發現手轉一般速可輸出 0~10V，若手搖高速轉可達 15V，實證可充 12V 蓄電池。因此在不改變軸心距離，要達成以外部風力吹動自然排風器，帶動發電機高速轉動發電，依機械原理課程所學，齒數總和 80 齒，我們計算使用 1：4 齒數比 (64 齒帶動發電機 16 齒軸心)，實作以改裝連軸器完成帶動大齒數比，自然排風器發電機，實測發電壓 60rpm→4V，120rpm→7.9V，180rpm→12V。

肆、 依據理論及原理

綠能智慧流動廁所的特色，在於智慧無失物功能與綠能發電，前者是電子電路的運用，綠能發電則需計算發電方式，充電時間與用電量。

一、智慧無失物功能：

產品最後的廁所智慧無失物功能是二版防失物掛勾圖 21，再加上無失物置物平台設計圖 23，設計方法為置物平台內建置一極限開關，當物品置於平台則壓住開關，啟動電子線路 (燈亮顯示流動廁所運作中同時啟動照明)，使用者未取走物品，即推開門離

開，則啟動蜂鳴器，警示使用者物品未取走物品，雙重無失物智慧設計警示，完成我們所設計的智慧廁所。

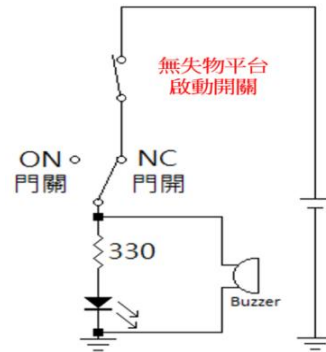
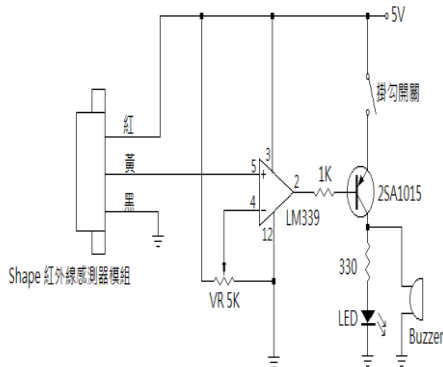


圖 22：防失掛勾電子電路圖。 圖 23：無失物置物台電子電路圖。

二、太陽能模組充電與蓄電計算：

(一) **太陽能模組大小選用**：太陽能板額定電壓規格在 12、18、24 到 48VDC 之間，要提升電壓，必需加大串聯，電壓愈大，加大面積愈大，應用於流動廁所，考量**最小型的簡易型流動廁所**其尺寸寬 112cm，深 102cm，太陽能板要放置屋頂，採用**尺寸 50cmX65cm** 功率 **50W12V** 的太陽能板，確認為可安裝於屋頂尺寸。

(二) **電池選用計算**：太陽能板(電池模組)，在日照最佳充足時充電，依理論值可 8hr 充電量 $(50W) * 8hr = 12V * (aAhr)$ a 可選 **33Ah**，但考量電池放置於廁所內不可過大以免佔據空間，我們選用 7.2Ah 電池，長 15cm 寬 6.5cm 高 9cm **容量 7.2AH** 電池 GPL1272F2FR，可在不改變流動廁所空間，找到適當安裝地方。

(三) **充電時間計算**：以選用 50W12V 的太陽能板計算， $50W * Bhr = 12V * 7.2Ahr$ ， $B = 1.728hr$ ，當日照充足符合理想狀況時，約 **104 分鐘，1 小時 44 分**，即可充飽電池。

(四) **使用時間計算**：選用 12V 蓄電池，廁所直接使用 12V 電燈與風扇，市面產品多為一間廁所，只裝一個 0.36A 風扇，通風效果不佳，為加強使用效能，12V 風扇需改用 **1.6A 大電流** 強力風扇，才能達成效果，若要再加強通風效果，可選用至 4 風扇，消耗功率 60W。 $12V * 7.2Ahr = 60W(四風扇計算) * ChrC$ 約 = **1.44hr**，也就採用**最高耗能四風扇**，不間斷連續**可使用 86 分鐘**，廁所照明，選用亮度充足 12V12W 夜市攤販常用燈，燈和四強力風扇皆運作，**最耗電方案**計算，也可使用 1.2 小時，約 **72 分鐘**。

【太陽能方案結論】：當日曬充足時，綠能廁所需 **104 分鐘充電時間**，可提供 **1.6A 四風扇**，加 12V12W 一照明燈，**連續不間斷 72 分鐘** 使用，計算推證可供流動廁正常使用。

三、風力發電選用原則：

風力發電機多數是大螺旋槳帶動發電機發動，考量要放在流動廁所屋

頂上，我們修正如即有圖 9 的流動廁所之通風改良專利，將裝設在屋頂上的自然排風器和無鐵心發電機結合成**自然排風之風力發電機**，利用熱空氣上昇的動力或外部自然風力轉動扇葉，以推動發電機產生電力。

(一)選用無鐵心發電機原因：除了外形較不適合於廁所屋頂，傳統風力發電機仍有以下三項缺失，1. 每秒超過 25m/s 時需停機，以免增加機械損耗等熱故障。2. 運轉時鐵芯躁音量高。3. 鐵芯有磨損與磨耗等缺失。因此選用時，我們選用**無鐵心發電機有三個優點**：1. 沒有鐵芯的磨損與磨耗，發電效率較高。2. 轉速愈高，發電量愈大。3. 運轉時安靜，沒有鐵芯發電機轉動時的躁音。

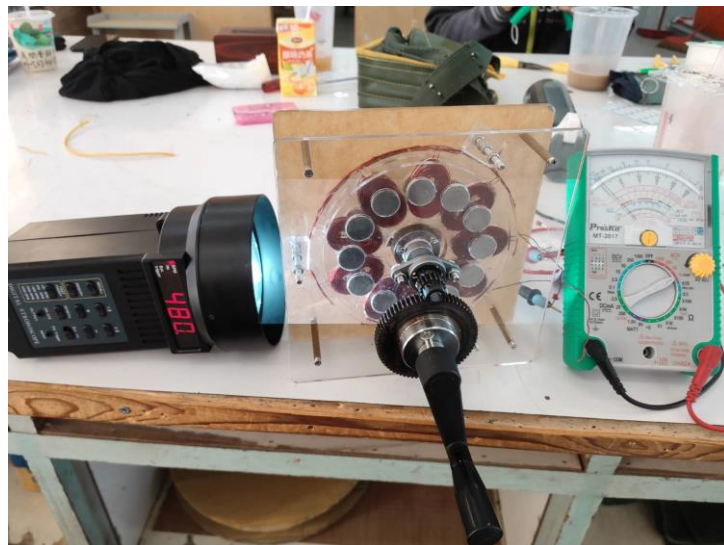


圖 24：實測發電機轉速與發電電壓



圖 25：改裝連軸器，可帶動高齒數比。

(二)自然排風器帶發電機之齒數比：實作之發電機，先經電壓測試：670 轉可達到 12.5V 短路電流 4A，1294 轉可達到 24V，實作以自然排風器和無鐵心發電機結合，利用熱空氣上昇動力或外部自然風力轉動扇葉，以推動發電機產生電力，需做修正，考量鑄切廁所模型為 40cmx40cm 正方大小，尺寸遠比最小型流動廁所的 112cm X 深 102cm 小，而發電機 19cmX19cm 軸心 8mm，要驗證可行實驗，以機械原理課程知識討論，**提高齒數比**為最佳方案。在 $M \times (T_1 + T_2) / 2 = \text{軸距}$ ，現況軸心距 8mm 不變，兩齒輪齒數相和需 80 齒，本實作**改裝連軸器**可帶動大齒數比 1：4 完成**(排風器 64 齒帶動發電機 16 齒軸心)**下，實測可得 60rpm → 4V，120rpm → 7.9V，180rpm → 12V。



圖 26：排風器 64 齒帶動發電機 16 齒軸心

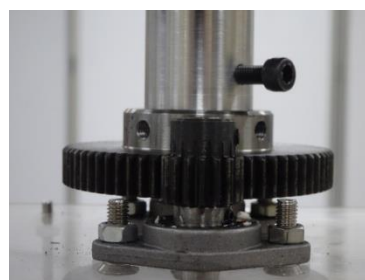


圖 27：改裝的連軸器

伍、 作品功能與操作方式

一、 作品功能：

- (一) 以綠能科技(太陽能與風能)供電，減少能源損耗。
- (二) 流動廁所成為獨立單位，減少維護成本與免除為供電挖埋管線。
- (三) 廁所置物空間具有智慧防失物功能，免除後續失物招領問題。



圖 28：流動廁所俯視實圖

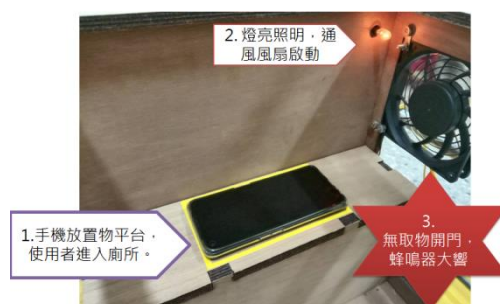


圖 29：智慧防失物功能啟動圖

二、 操作方式：

綠能智慧流動廁所研發完整，廠商簡單接線即可，操作和一般廁所相同沒有改變使用者習慣，如圖 22、27：

- (一) 廁所使用者，進入廁所選擇將物品放置掛勾或置物平台。
- (二) 不論是掛在掛勾，或放置物平台，未取走物品，即推開門離開，則啟動蜂鳴器，警示使用者物品未取走。

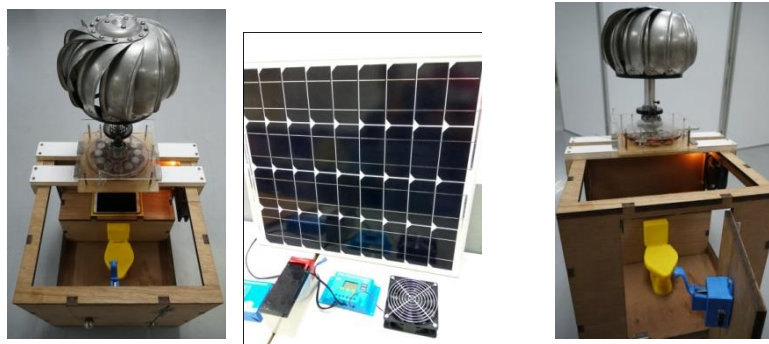


圖 30：綠能發電接線方便，元件數簡潔，簡單組合即可供電

陸、 製作歷程說明

一、 文獻探討-產品需求資訊與專利檢索

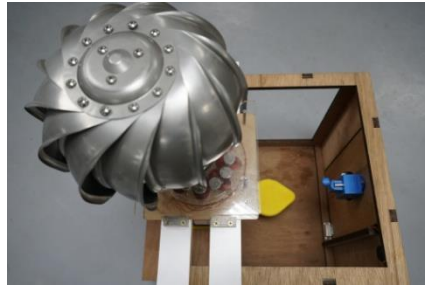
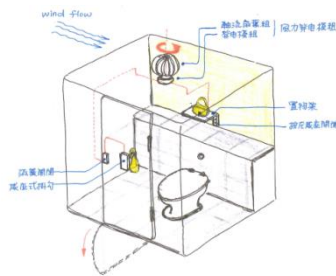
本組同學於參加觀光局活動時，發現流動廁所因為沒有電源供應，通風與照明不良，使用環境髒亂，為改善如廁品質，進行市場

產品調查，並查詢專利，決定研發綠能智慧流動廁所，並將無失物功能，申請新型專利。

二、 研討製作方向-產品特色分析與決定設計方式

文獻探討後，發現問題與確認產品設計方向，我們訂出製作方向與重點有以下幾點：

- (一)屋頂設計以**綠能科技**(太陽能與風能)供電。
- (二)**簡化電力元件**設計，以減少維護成本與充足使用時間。
- (三)流動廁所應有置物空間與**防失物的智慧無失物**功能。

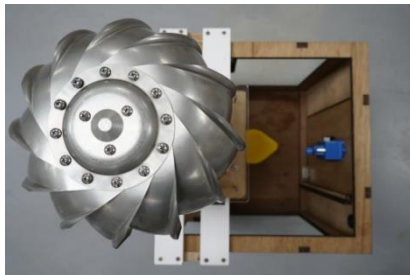


三、 繪製設計圖

我們以先以手繪示意圖，討論出設計方向，再機械製圖課程教的Solidworks 軟體進行設計，以決定採用何種方法製作零件。

四、 所需元件製作

廁所結構以鑄切木板完成，需客製化零件，以3D列印完成，和機械加工，最關鍵的改裝連軸器，則以車床搭配銑床加工完成。



五、 成品測試與修正

將製作完成的廁所結構體與智慧不失物專利零件組合，太陽能與風電發電，則測試發電效能與修正到設定目標。

六、 撰寫成果報告

將測試完成且符合設計作品，依研發過程，撰寫成作品說明書。