

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 化工、衛工及環工科

最佳團隊合作獎

091105

節能環保浴室

學校名稱：臺北市立木柵高級工業職業學校

作者： 職二 簡劭宇 職二 潘冠仁 職二 姜威廷	指導老師： 鄭龍嶽 高俊偉
---	-----------------------------

關鍵詞：馬桶、除霧鏡、浴室節能

摘要

本實驗以回收浴室大量廢水資源及節省電力浪費為主題，將除霧電熱絲改裝成以銅管為導體的導熱裝置，注入熱水進行除霧。並將蓮蓬頭下方、洗手台排水管以及馬桶水箱上蓋側面三者間裝設一引水道，由蓮蓬頭下方牆面向馬桶水箱上蓋傾斜配置。將馬桶水箱之自動補水水量設定一半量，另一半水量來源則由引水道收集蓮蓬頭噴灑熱水前的冷水，或是收集洗手台的廢水。若有人如廁(上大號)時水箱水量處於一半量，感應器會感應並進入強制補水模式補充另一半水量。

實驗發現，改良後的除霧鏡擁有除霧功能，並省去電力的耗費。而改良後的馬桶水箱及加裝的引水道，可省去水箱一半的水，回收本應直接排放的廢水代替那省下來另一半的水，因此更節省了水費。

壹、研究動機

在冬天洗澡時，因為洗熱水澡，使浴室不僅悶熱，還會產生大量水氣，從冷凍原理 I 物質三態變化及冷凍空調原理 II 空氣線圖，可得知鏡子的溫度因為低於浴室的溫度，所以鏡面上會附著水氣，造成浴室裡霧氣瀰漫，有部分的人會在浴室內塗抹保養品、刮鬍子，這些都需要照鏡子，但是這時手上都是水又必須拿衛生紙擦拭掉鏡面上的霧氣，實在讓人感到非常不舒服及不方便。所以一般人為了可以立即使用鏡子，會選擇購買有除霧功能的插電式除霧鏡。插電式除霧鏡雖然方便，除霧效率高，但是你知道嗎？「插電」顧名思義就是要用電來進行除霧作業的系統，平常家庭用電是無形的荷包殺手，而且在使用上有些時候會不太方便及危險，洗澡時全身都濕答答的去開除霧鏡的開關會害怕觸電，產生恐懼，因此我們想了又想：該如何以不消耗能源來達到除霧功能？於是我們想出了以熱水器管線的熱能作為除霧的能源，將一部分的熱水導入管子，再將管子貼於鏡面後，利用熱水的溫度，讓鏡子和浴室的溫度趨近相同以達到除霧的效果，這種除霧方式可以幫助一般的小家庭省電，也可以為地球盡一份心力，讓地球能有永續發展的未來。

然而在洗澡時，剛開起熱水開關的時候因管內有一部份的冷水，大多數的人會把它放掉，可是又在無形之中浪費了水資源，因此我們要如何回收那些排掉的水、並且將它加以利用呢？還有在上廁所完後，大家做的第一件事就是沖水，然而不論大小便都是沖一樣的水，這樣不也浪費了水資源嗎？如果可以使大小便的水量分離，並將洗臉水補進馬桶水箱裡，將可以省去大量的水費。

貳、研究目的

除霧鏡可以方便我們在洗澡時輕鬆的照鏡子，但是洗完澡會產生許多霧氣，在除霧的期間卻不知不覺在浪費電力，而馬桶可以輕易帶走人類的排泄物，可是大小便都沖一樣的水量，也在不知不覺時浪費了水資源，而熱水管前面的一段冷水和洗臉水又要如何回收再利用，本實驗是以可以除霧又不浪費電力以及廁所內多餘的廢水回收再利用為目的，以最有效又最直接的方式將廢水回收利用，並找出能代替電熱絲除霧的方法。列出研究目的如下：

- 一、探討如何以其它能量代替電能進行除霧。
- 二、如何將廢水導入馬桶水箱中並有效控制。
- 三、如何減少多餘的電能和水資源的耗費。

參、研究設備及器材

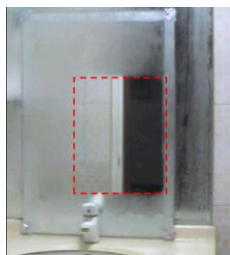


圖 1 除霧鏡



圖 2 兒童馬桶



圖 3 洗手台



圖 4 銅管



圖 5 關斷閥



圖 6 保溫材質



圖 7 鋁膠帶



圖 8 拉線器



圖 9 紅外線感測器



圖 10 熱影像儀

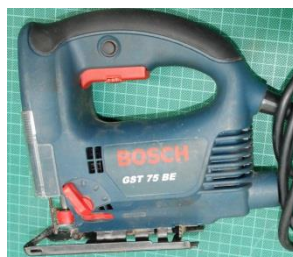


圖 11 電動線鋸



圖 12 三用電表



圖 13 數位相機



圖 14 矽膠



圖 15 銼刀、砂紙



圖 16 美工刀、剪刀



圖 17 板金剪刀



圖 18 電鑽、鑽頭



圖 19 螺絲起子



圖 20 多功能鉗



圖 21 電磁閥



圖 22 編解碼 IC

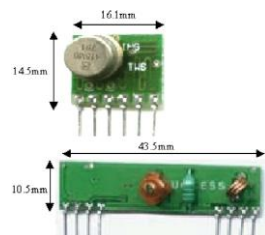


圖 23 無線收發模組



圖 24 電路板蝕刻機

肆、研究過程或方法

一、研究流程

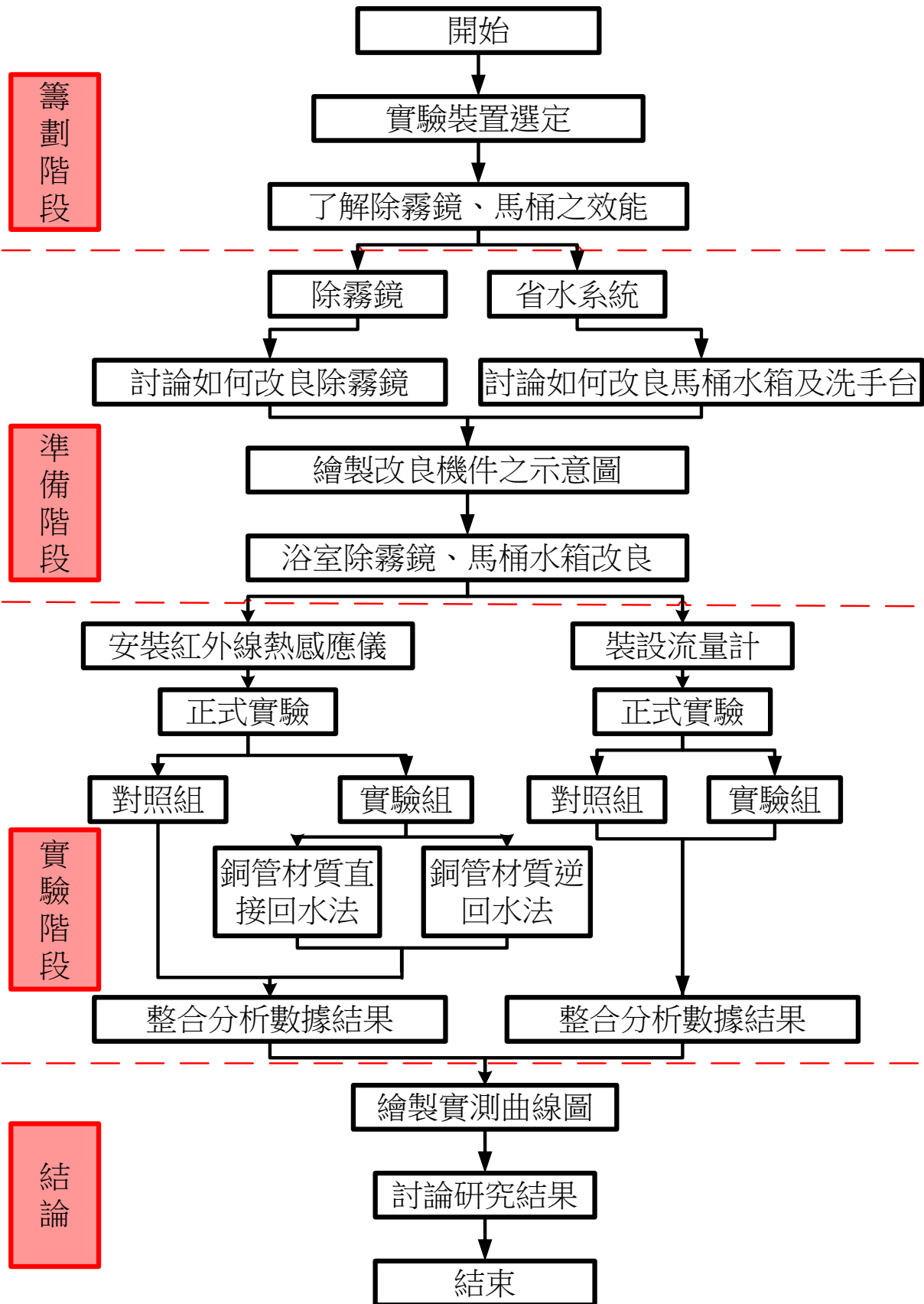


圖 25 系統實驗流程圖

二、實驗設備介紹

(一)馬桶

本實驗所採用可分離式的小型馬桶，實物以及尺寸如圖 26 所示。採用此規格型號之馬桶進行實驗除了價格低廉外，也方便我們進行實驗。

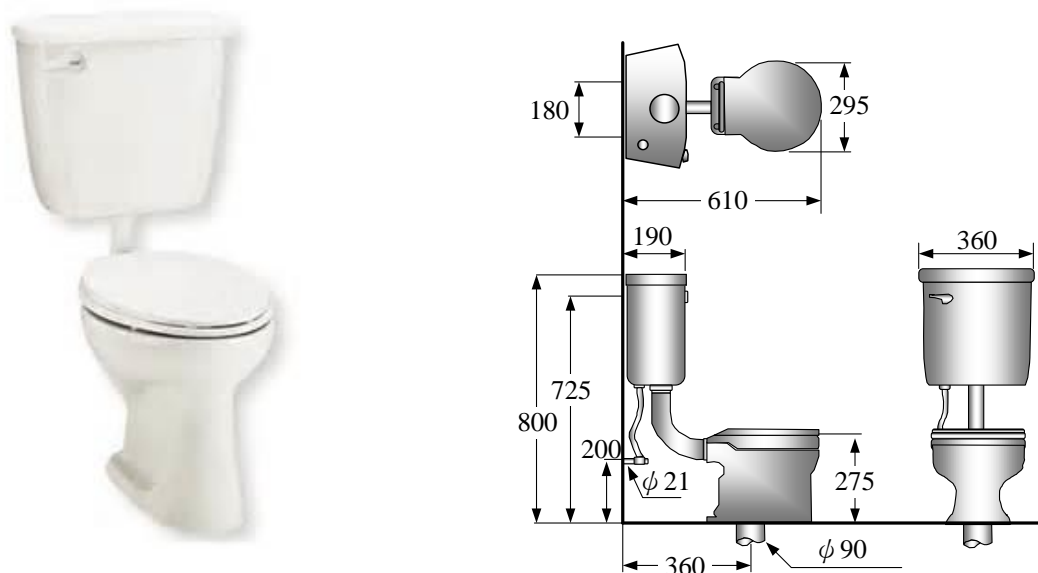


圖26 分離式馬桶實物與尺寸圖(單位mm)

(二)浴室除霧鏡

除霧鏡我們採用一般市面上較普遍的類型，如圖 27 所示。採用此種除霧鏡的主要原因是因為市面上被廣為使用，且背面的除霧電熱絲拆除及在製作銅管除霧裝置時的方便性。



圖 27 市售除霧鏡



圖 28 嵌入式紅外線感應器

(三)控制系統

一般衛浴設施所感測人體方式多採用嵌入式紅外線感應器，如圖 28 所示。而我們製作的控制電路是將程式燒錄在單晶片微電腦裡，一旦人坐上馬桶並靠近水箱超過 4 分鐘時，該感應器的紅外線感應開關感應，其控制信號使繼電器動作進入「強制補

水」模式進而開始在水箱內注入水，當水位到達設定高度時注水動作將停止，使馬桶水箱內部呈現省水模式，紅外線感應裝置的動作說明，如圖 29 所示。

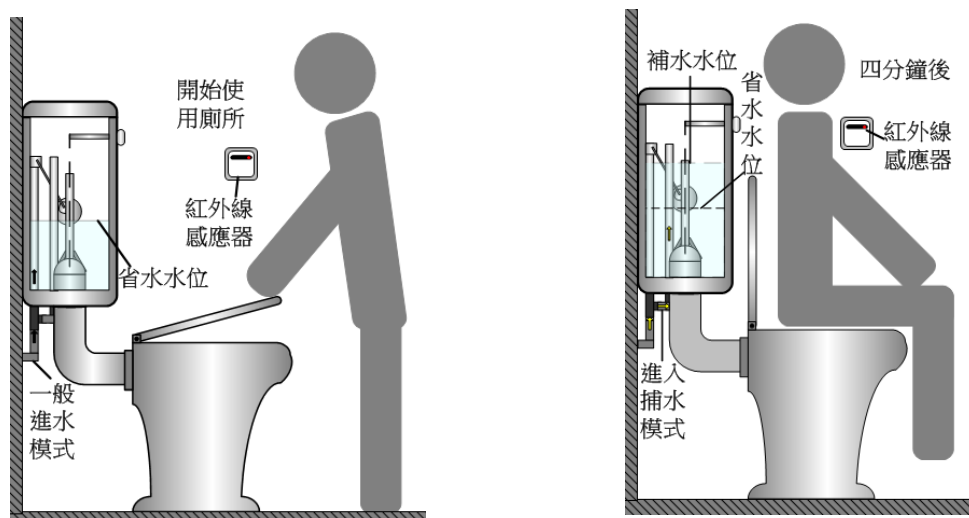


圖 29 紅外線感應裝置的動作原理

三、研究方法

(一)浴室除霧鏡的改善

如圖 30 所示，一般在於浴室牆面上的除霧鏡只能在有電時才能使用，具有除去鏡面上霧氣的功能，但是電熱絲除霧鏡只能去除一部份的霧氣，而且在浴室使用電熱絲除霧鏡會大幅提升觸電的危險。又基於節能浴室的理念，我們將除霧鏡改裝成免電，然後利用溫度來除霧，此設計可以完全避免觸電的危險。本實驗針對此缺失而進行設計與改善，期望能夠達到不用電就能除霧。



圖 30 浴室除霧鏡

1.改善施作說明：

如圖31、32所示，為浴室除霧鏡改良後除霧鏡內部動作之示意圖。除霧鏡在未施作改善時，其結構是由電熱絲和保護膜所組成。進行改造之處乃是先將電熱絲拆除，並在除霧鏡後加裝銅管除霧裝置，並連接除霧裝置到熱水管，藉由手動關斷閥

改變熱水的流向。由剖視圖中可以看出熱水由銅管進入鏡面的背部，在銅管中會分為多條支路將熱水平均分布至鏡面後方，藉由熱水的溫度對鏡子加熱達到來進行除霧效果。

2. 節能效益說明與評估：

本實驗所採用的市售除霧鏡是在鏡子背面黏貼電熱絲加熱膜，利用加熱膜通電後會產生熱來達到除霧的功能。通電後實際測量其消耗功率約為26瓦，此消耗電能可以在本實驗重新設計並施作改善後全部節省起來，不需任何電力。我們裝設三通閥，並且將蓮蓬頭轉向方便將管內前端的冷水利用引水道流至馬桶水箱，然後將熱水引至除霧鏡背面後，但是如果持續將熱水引至背後時間久了會引起水阻過大以及熱量的過度散失，為了避免此問題的發生，在熱水流滿鏡面後三通閥便會關閉，改變成正常給水的系統。

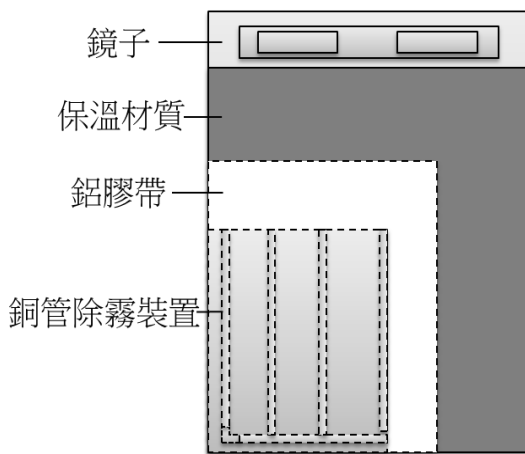


圖 31 浴室除霧鏡背面改良示意圖

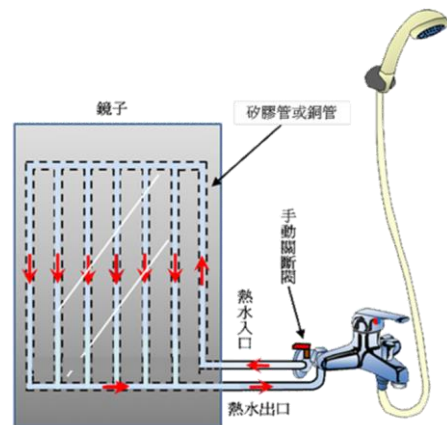


圖 32 除霧鏡內部動作剖視圖

3. 銅管除霧裝置製作過程：



圖 33 製作草圖

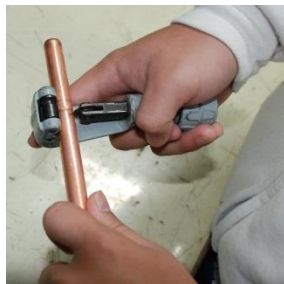


圖 34 銅管的裁剪加工

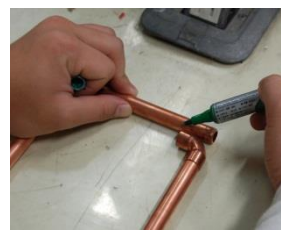


圖 35 銅管長度修剪

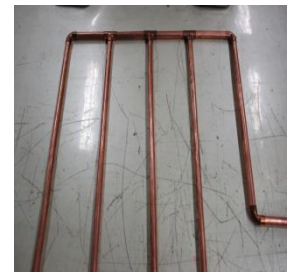


圖 36 組合銅管



圖 37 銅管焊接



圖 38 除霧裝置測試



圖 39 銅管黏貼膠帶

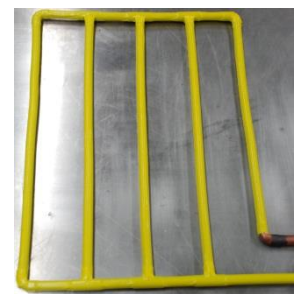


圖 40 完成品測試

- (1) **製作草圖**：如圖 33 所示，裁剪一塊和除霧鏡面大小相同的厚紙板，並以尺畫出銅管間隔與尺寸，再以粉筆加強其明顯度，以作為製作除霧裝置管路的參考。
- (2) **銅管的裁剪加工**：如圖 34 所示，選擇銅管近似原熱水配管所使用的管徑以避免水阻過大影響流速，並依厚紙板草圖裁剪出所需要的銅管長度。
- (3) **銅管長度修剪**：如圖 35 所示，將裁剪下來的銅管配合 T 型接頭與 90°彎頭進行修剪，並將裁切端的毛邊刮除以減少管口端的縮管而增加實驗時的誤差。
- (4) **組合銅管**：如圖 36 所示，將修改過的銅管與 T 型接頭、90°彎頭依原先設計的管路圖組合起來，並檢查銅管的長度大小和訂整度。
- (5) **銅管焊接**：如圖 37 所示，將裁切的銅管與 T 型接頭、90°彎頭以氣銲方式焊接，焊接時需注意焊 37 是否牢固及氣密性。
- (6) **除霧裝置測試**：如圖 38 所示，將銲接組合完成後的除霧裝置進行測誦，以適當的水量及水壓進行測誦以確保銅管除霧裝置不會漏水。
- (7) **銅管黏貼膠帶**：如圖 39 所示，由於紅外線熱影像儀對於表面光滑的銅管無法量測出溫度，因此以膠帶貼附於銅管表面上方，以利量測取得溫度的變化。
- (8) **完成品測試**：如圖 40 所示，將組合完成的除霧裝置以約 50°C 的熱水注入，再以紅外線熱影像儀照射觀察，以利取得溫度變化並判斷其熱度是否均勻。

4.除霧裝置安裝製作過程：

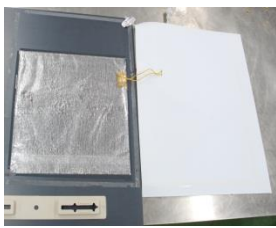


圖 41 掀開電熱絲保護膜



圖 42 取下電熱絲模組



圖 43 拆除除霧鏡固定架



圖 44 刮除矽利康膠

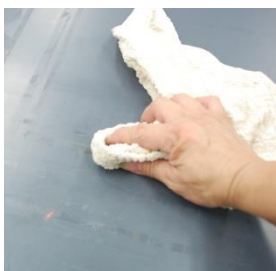


圖 45 清除雙面膠殘膠

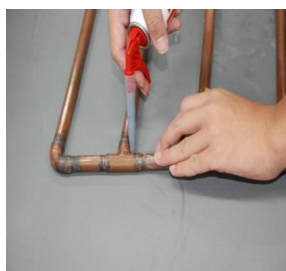


圖 46 固定除霧裝置

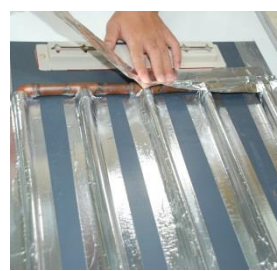


圖 47 黏貼鋁質膠帶



圖 48 增加散熱面積

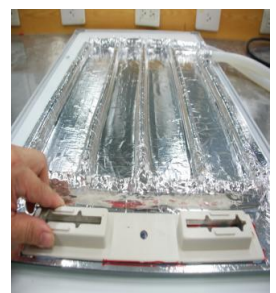


圖 49 安裝固定架



圖 50 加裝隔熱材質



圖 51 浴室安裝



圖 52 安裝後測試

- (1) **掀開電熱絲保護膜**：如圖 41 所示，將除霧鏡翻面置於桌上再將電熱絲上方的保護塑膠膜層掀開，需注意開關與塑膠膜黏在一起不可弄壞。
- (2) **取下電熱絲模組**：如圖 42 所示，將原置於除霧鏡後方之電熱絲取下，由於電熱絲模組易斷裂損壞因此取下時需緩慢小心。
- (3) **拆除除霧鏡固定架**：如圖 43 所示，在除霧鏡後面的固定架有 2 個，其乃用矽利康膠黏住不易拆除。拆除時可使用細鋼絲或細銅線切除矽利康與固定架。
- (4) **清除矽利康膠**：如圖 44 所示，將留在鏡後表面的矽膠膠垢使用刀片輕刮清除之，刮除表面時不可太用力否則會將鏡後的塗層刮壞而影響鏡子的功能。
- (5) **清除雙面膠殘膠**：如圖 45 所示，鏡後表面的電熱絲模組是採用雙面膠黏貼的，在撕下電熱絲模組時仍會有雙面膠的膠垢留在鏡表面，採用 3M 除膠去污劑來擦拭清除殘膠。
- (6) **固定除霧裝置**：如圖 46 所示，將組合完成的銅管除霧裝置至於鏡子中間，再以耐高溫的矽膠在四方角落塗上以固定之。
- (7) **黏貼鋁質膠帶**：如圖 47 所示，將固定於鏡子後方的除霧裝置以鋁質膠帶依管路黏貼以固定銅管，黏貼時需注意其平整度。
- (8) **增加散熱面積**：如圖 48 所示，於管路與管路之間黏貼鋁質膠帶以增加散熱面積，可將管路內的熱能均勻且快速的傳至玻璃表面。
- (9) **安裝鏡子固定架**：如圖 49 所示，採用耐高溫的矽膠作為黏著劑，將除霧鏡背面上方適當位置安裝固定架以利掛置於牆壁上，黏貼時預將黏貼點的鋁質膠帶先行撕除以利穩固。
- (10) **加裝隔熱材質**：如圖 50 所示，為避免熱水器的熱水熱能在鏡子後方散失形成浪費，以厚度 6mm 隔熱材質黏貼包覆於後方。
- (11) **浴室安裝**：如圖 51 所示，關閉再進行改裝，拆卸水龍頭管路後再串接除霧裝置，可在此處加裝三通閥以提高便利性。
- (12) **完成後測試**：如圖 52 所示，將安裝於浴室的除霧裝置進行測試，以模擬洗熱水澡方式進行測試並觀察鏡子表面除霧效果是否良好。再以熱影像儀紀錄除霧鏡鏡面的溫度變化。

(二)馬桶水箱的改善

一般浴室內的馬桶是利用虹吸作用和水的水位差來將馬桶內的排泄物沖入下水道，而假如只是上小號，可是卻沖了水箱內全部的水，但是將小號沖乾淨並不需要如此大量的水，所以假如馬桶的水都保持於一半，上小號時只要沖一半的水便可省去大量的水費在上大號時，我們所設計的裝置會自動把原本只有一半水的水箱補滿，再來補水我們又分為廢水補水和強制補水，廢水補水是經由引水道將洗臉水或洗澡前熱水管排出來的冷水導入馬桶，而強制補水則是在水箱內的水位未滿時，將電磁開關開啟進行補水。這就是本實驗進行改善的地方。施作說明如下：

配合引水道的安裝，馬桶水箱需做一些改裝，如圖 53，54。將馬桶水箱之上蓋提高，並於水箱本體與上蓋間之空隙中安裝上引水道再以矽膠固定之。之後在馬桶水箱上方安裝紅外線感應器，並將紅外線感應器設定在感應到人後 4 分鐘動作配合電磁閥而開始注水。若如廁時僅是上小號(在 4 分鐘內)則不會再注入水，使得小號時進行沖水模式，水箱水量永遠維持一半。而在進行大號(超過 4 分鐘)時，水位探測器先偵測水位是否已注滿(包含洗臉盆廢水及冷水)，若已注滿則不再開啟注水模式。

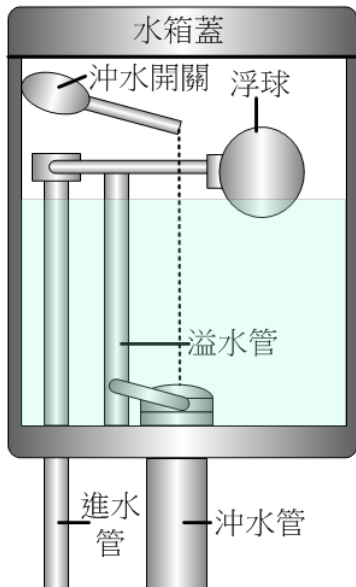


圖 53 改造前之馬桶水箱

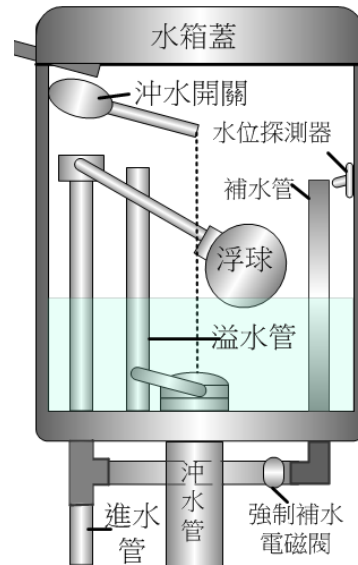


圖 54 改良後之馬桶水箱

(三)控制裝置製作

我們使用單晶片微電腦(89S51)、無線收發模組、編解碼 IC 與反射型光遮斷器製作成無線控制器(圖 55)、無線電磁閥控制器(圖 56)及紅外線感應與水位偵測器(圖 57)，整體電控部分，如圖 68 所示。製作步驟說明如下：



圖 55 無線控制器



圖 56 無線電磁閥

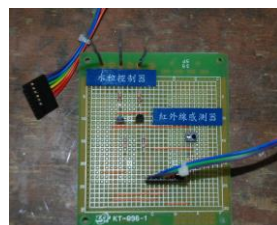


圖 57 紅外線及水位控制



圖 58 節能環保浴室

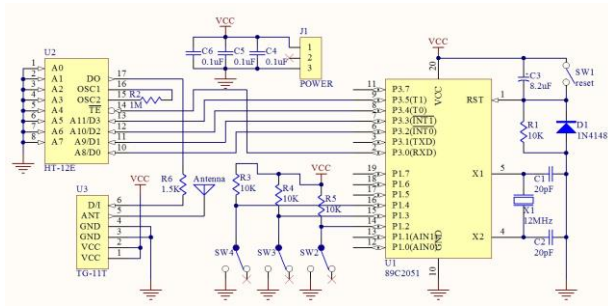


圖 59 無線控制器電路圖

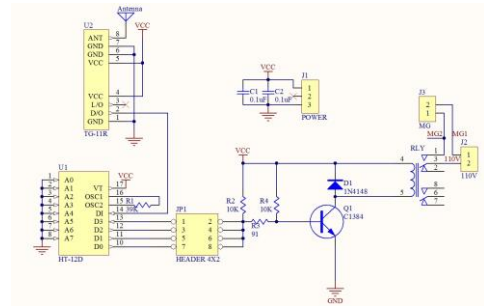


圖 60 無線電磁閥控制器電路圖

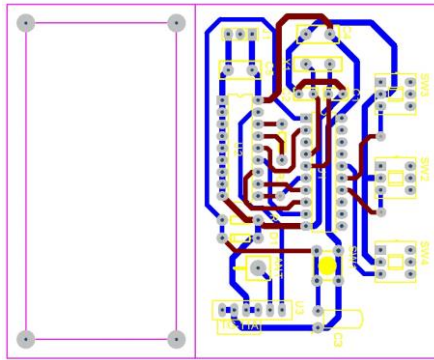


圖 61 無線控制器電路板

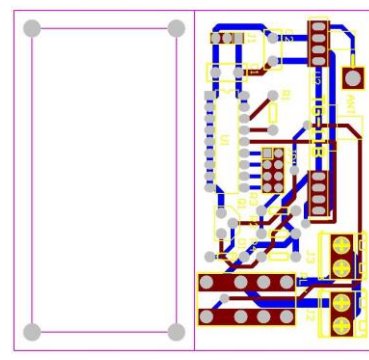


圖 62 無線電磁閥控制電路板

1. **繪製電路圖**：如圖 59、60 所示，構想與老師討論後，使用 Altium Designer summer 2009 電腦輔助繪圖軟體，畫出控制器模組電路圖。
2. **繪製電路板**：如圖 61、62 所示，先蒐集選用之電子零件，經尺寸丈量後，建立零件外型。再利用 Altium Designer summer 2009 將電路圖轉成電路板，希望能與無線收發模組板能緊密相連。
3. **蝕刻電路板**：利用電路板蝕刻機將 Altium Designer summer 2009 之電路板輸出成半透明描圖紙，使用雙面感光板經曝光機曝光、顯像後送至蝕刻機蝕刻。
4. **電路板組裝與銲接**：如圖 55、56、57 所示，依據電路板零件面配置圖，將所有零件由低而高，逐一裝上電路板，看看有無不合之處。由於無線接收板為共用電路板，因此大幅減少電路板設計製作的時間。
5. **控制電路完成**：如圖 58 所示，將做好的為無線控制器與無線電磁閥通電測試，接收與發射確實無誤，紅外線及水位控制皆能正常工作。

(三)洗手台改善

除了改善馬桶水箱的水位外，本實驗還設計將洗手台排水管改造，施作說明如圖 63、64 我們在洗手台排水管上加裝廢水回收裝置，其構造乃是運用洗手台之落水頭拉桿的原理，向上拉時排水管會進行切換，而當它向上拉時廢水便會從廢水回收裝置的管子通向引水道，反觀當它向下壓時則是開通水管，我們另外還設計了一種電子式的系統來控制回收裝置，是在洗手台排水管上裝置一三通電磁閥，利用簡單的電路來控制是否回收廢水，雖然有使用到電力，但是消耗的電能極小，對於我們

的節能效益的影響並不大。

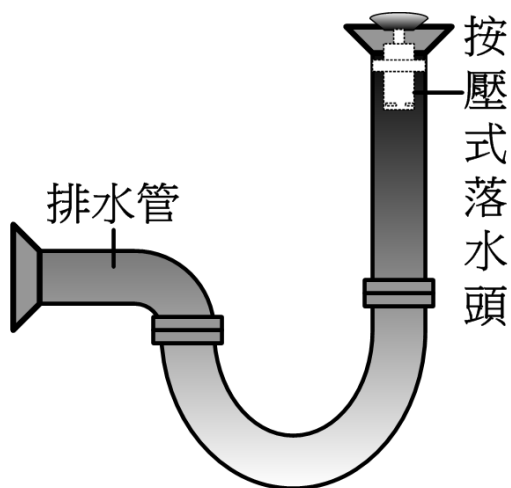


圖 63 改造前之排水管

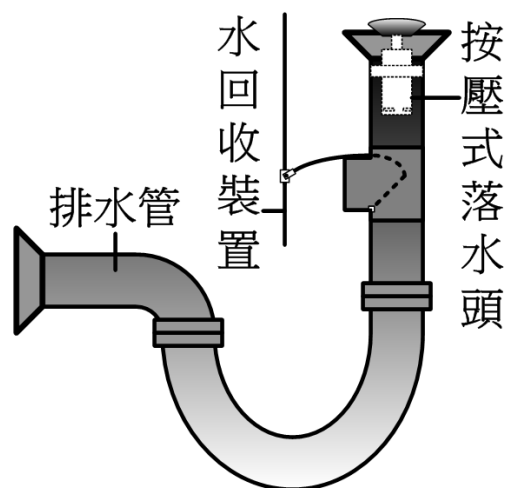


圖 64 加裝三通控制開關之排水管

(四)加裝引水道

一般浴室的蓮蓬頭、洗手台及馬桶通常會位於同一面牆上，如圖 65 研究策劃浴室省水改善計畫，其構想設計圖如圖 66 明如下：

是在蓮蓬頭、洗手台及馬桶間加裝一條傾斜的引水道。冬天時，可先將蓮蓬頭出水口朝向牆壁磁磚，先開啟水龍頭熱水部分，在熱水器的熱水尚未到達時蓮蓬頭管內所排出的冷水經由牆壁順流至引水道，再經由引水道導引回收至僅存一半水的馬桶水箱內做儲存以利再利用。

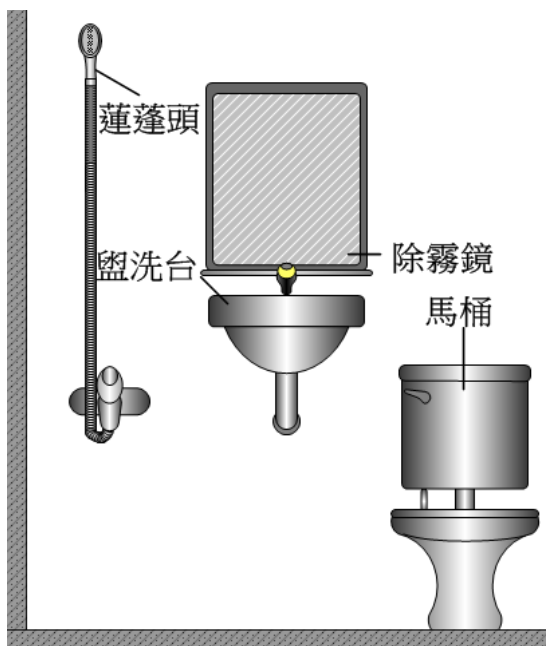


圖 65 一般浴室的牆面示意圖

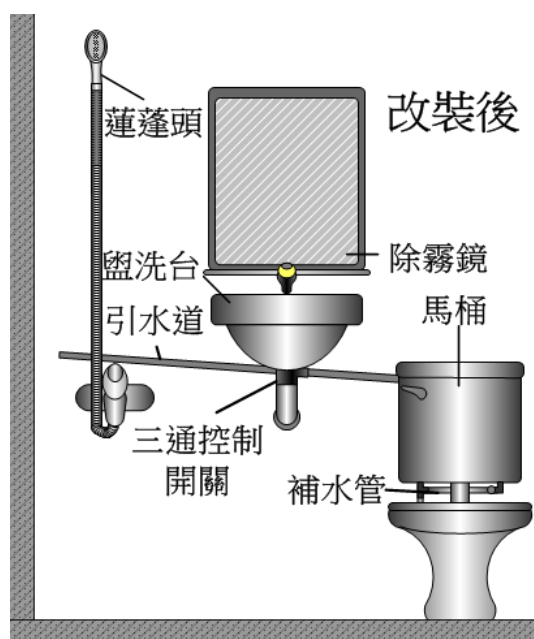


圖 66 牆面加裝引水系統示意圖

(五)實驗方法與量測點位置

如何判定除霧鏡效益？最簡單的方法是在洗澡時照鏡子，只要看不見鏡中的東西，十之八九就是效益不佳。本實驗方法是製作出大量的霧氣讓霧氣附著在鏡面上，因此如圖 67 所示，以電熱絲除霧鏡和我們改良後的除霧鏡做比較，並利紅外線熱感應儀照射兩種除霧鏡，藉此方式來判定改善後之效益。如圖 68 所示，可發現除霧鏡的除霧面積增加了，節能效益是大家有目共睹的。而馬桶省水裝置是否有功能，只要從每兩個月的水費單中即可得知。實驗方法與步驟說明如下：

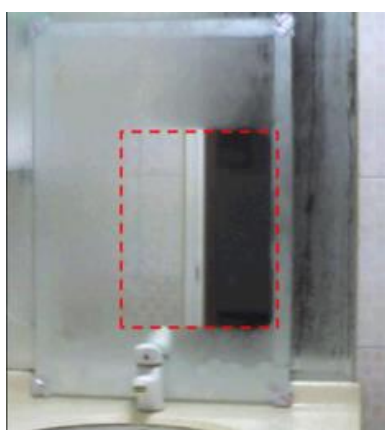


圖 67 電熱絲除霧鏡



圖 68 改良後的除霧鏡

- 1.改良實驗設備：將浴室原本電熱絲除霧鏡背面的電熱絲模組拆除，改裝成銅管除霧鏡裝置，並且固定在鏡面後方。
- 2.確定檢測點安裝位置：本實驗使用 testo-880 之熱影像感應儀器，其檢測點分為兩種；安裝位置分別為浴室廁所空間內(鏡子正前方)，以及新型浴室除霧鏡鏡面前。
- 3.安裝紅外線熱影像感應儀：依所設計之量測點位置進行安裝紅外線熱影像感應儀器，安裝時應注意其穩定性與方向性。
- 4.連接紅外線熱影像感應儀至電腦：將紅外線熱影像感應儀藉由 USB 連接埠連接至電腦，開機測試檢測器與軟體程式是否可以正常工作擷取記錄溫度變化相關資料數據，並作簡易的校正。
- 5.開啟浴室除霧鏡：將斷開閥轉至除霧功能，並觀察此時霧氣是否有逐漸在消失。
- 6.記錄鏡面溫度變化：記錄新型浴室除霧鏡鏡面之溫度變化，以利後續進行分析。
- 7.分析數據並繪製圖表：將銅管除霧鏡鏡面之溫度變化與電熱絲除霧鏡鏡面之溫度變化所得之相關數據，進行整理、歸納與比較同時分析其效益。

伍、研究結果

一、除霧鏡

(一)一般鏡子、電熱絲除霧鏡及免電除霧鏡至於浴室內的鏡面變化如圖 69 示。從圖中可看出在洗澡時一般鏡子鏡面上的霧氣完全無法散去，使鏡子無法使用。而電熱絲除霧鏡實際測試結果在三分鐘時就可進行除霧，可是只能除去鏡面上部分的霧。免電除霧鏡在三分鐘就可除去鏡面上的所有霧氣，且不耗費任何一絲的電力。此外，雖然免電除霧鏡和電熱絲除霧鏡都擁有除霧的功能，但是電熱絲除霧鏡只能將一小部分的霧氣去除，但是免電除霧鏡卻可以將鏡子一整面的霧氣去除，而且所花費的時間完全相同。在現今環保意識的高漲下，免電除霧鏡和電熱絲除霧鏡相比之下使用免電除霧鏡確實擁有較高的環保能力及除霧效而能且也降低了危險性。

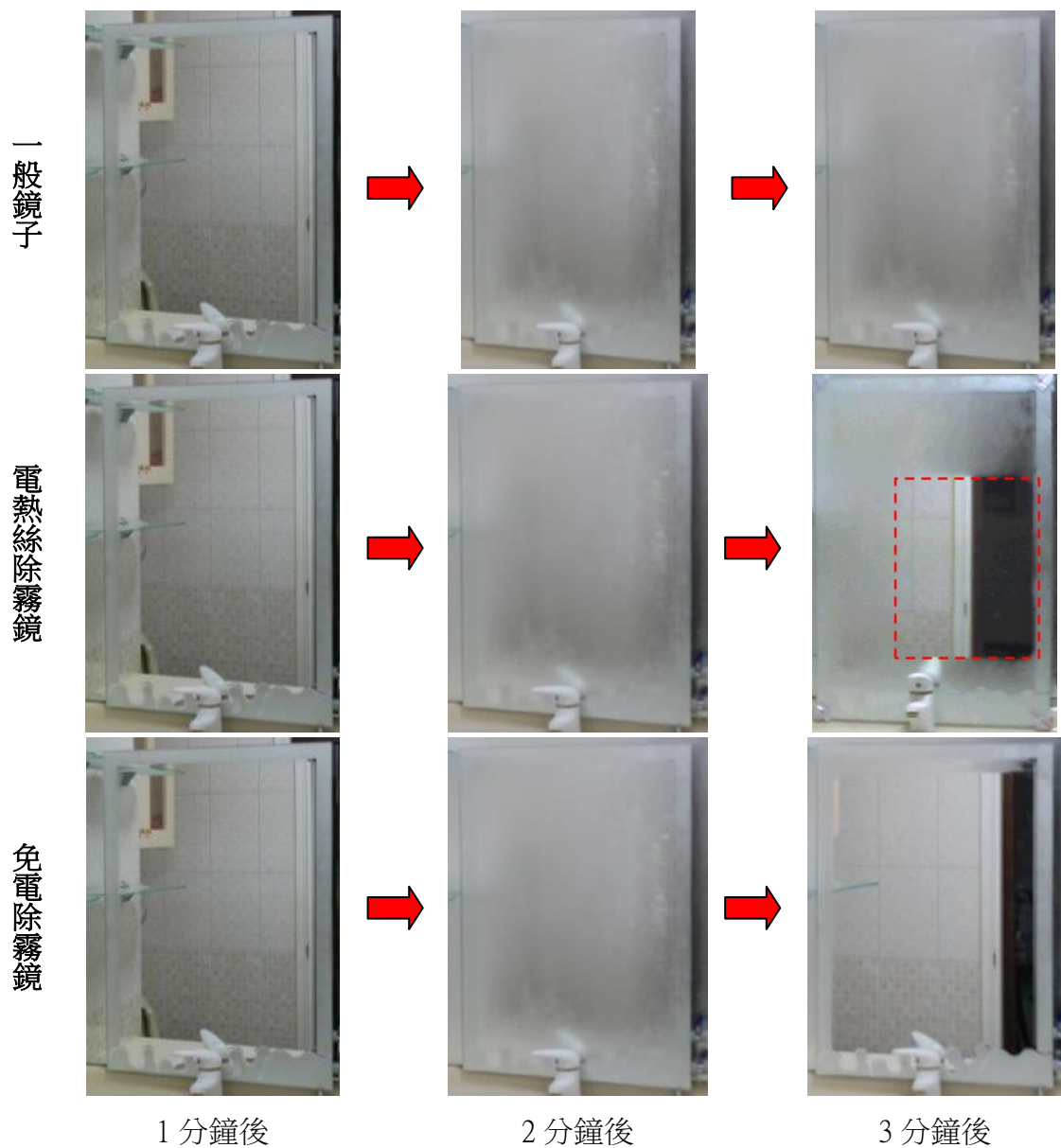


圖 69 一般式與加裝除霧系統鏡面之結露變化圖

(二)將免電除霧鏡與一般除霧鏡以熱影像儀圖像做比較，如圖 70 所示。其中圖 A 免電除霧鏡與圖 B 一般除霧鏡，很明顯免電除霧鏡的除霧面積遠遠大於電熱絲除霧鏡，且免電除霧鏡的溫度大約介於 35~40 度左右，而電熱絲除霧鏡溫度則大於 40 度，雖然免電除霧鏡的溫度不如電熱絲除霧鏡，但是已經具有很好的除霧功效。

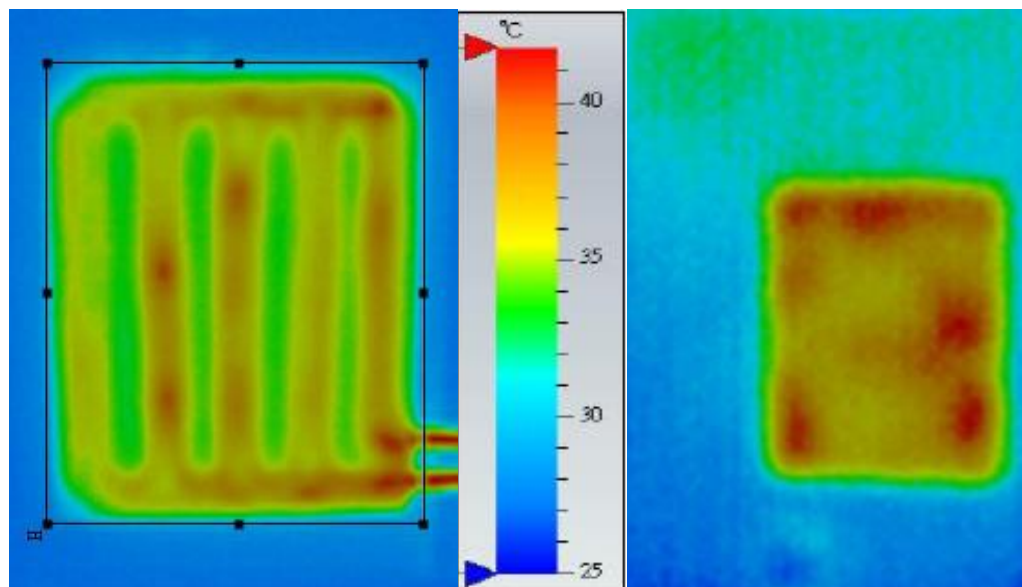


圖 A 免電除霧鏡

圖 B 一般除霧鏡

圖 70 熱影像儀下的除霧鏡

二、省水系統

(一)將蓮蓬頭轉向牆面將熱水管內的冷水會沿著牆面流至「引水道」，將冷水引入馬桶水箱內，填充水箱中另一半的水量以供使用，如此一來便可省下部分的水費。如下圖 71 示。

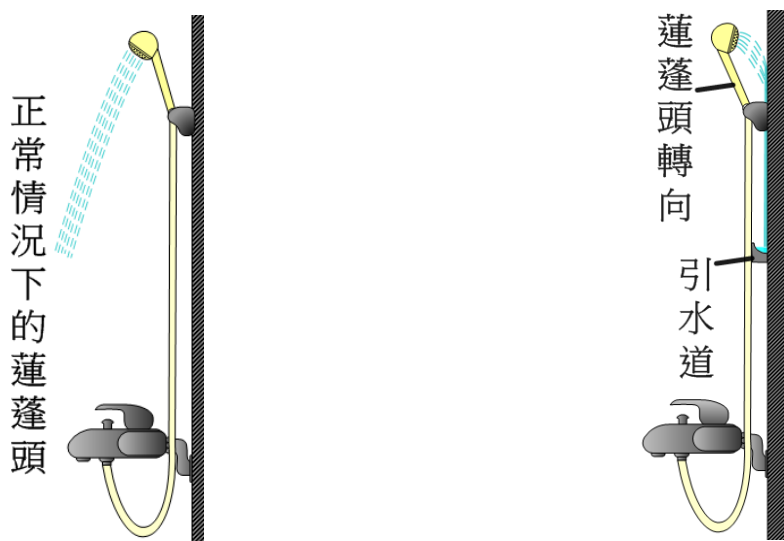


圖 71 正常情況下蓮蓬頭與蓮蓬頭轉向示意圖

(二)而我們的省水馬桶會以如廁大小號的分別來判定需用水量的使用多寡，平時馬桶在使用時水量只維持在水箱的一半，另一半的水是由蓮蓬頭及洗手檯所排出的廢水注滿，水箱內保持原有一半的水是用來供給小號所使用的，因為如廁小號的情況較為頻繁但若是要大號的話，只使用水箱一半的水是不夠的，所以只要坐上馬桶，牆上的紅外線感應器就會開始偵測，當超過 4 分鐘時，水箱就會自動強制補水，將馬桶原有一半的水量注滿成正常馬桶水箱的水量，若馬桶水箱內之水量已經滿水位則不再進行「強制補水」模式以便足夠供應大號所需的水量，沖完水之後，紅外線感應器將會復歸，水箱內水位又回復到一半的水量。如此便可省下大量的水費，達成我們實驗的目的。但是上廁所的習慣以及速度因人而異，有些人上廁所不喜歡聞到臭味所以上到一半就會沖水，但是此時並沒有到達 4 分鐘怎麼辦呢？所以我們設置了一個強制給水的系統，當我們按下大號沖水的時候並沒有到達 4 分鐘，此時強制補水開關就會開啟強制補水模式使我們可以完成沖水的動作。如下圖 72 示。

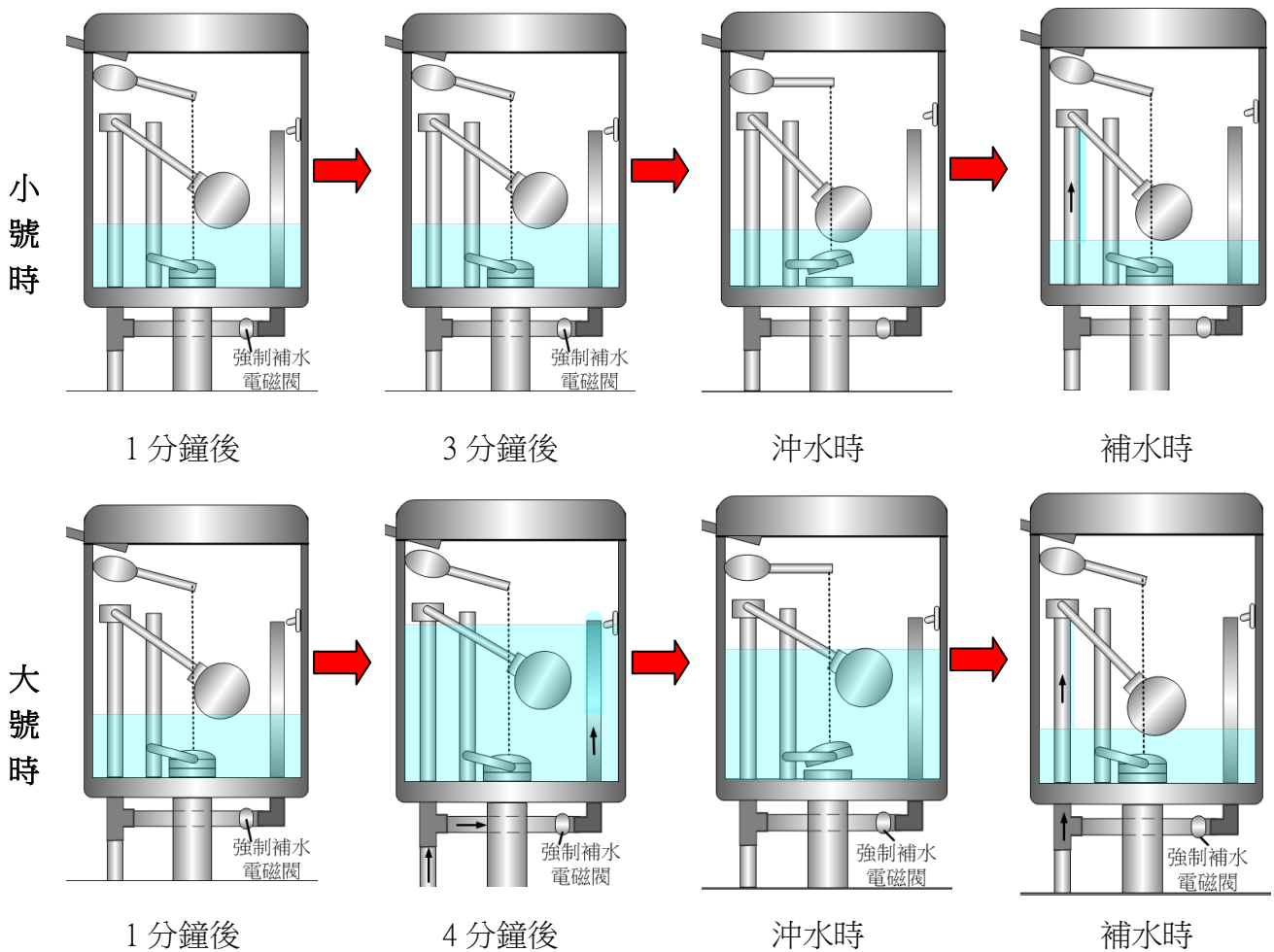


圖 72 馬桶水箱示意圖

三、數據資料

(一) 除霧鏡

1. 銅管材質的直接回水法及逆回水法溫度分布、變化和成本比較。如圖 73 示。實驗取得圖 a 實際圖像、圖 b 影像圖及圖 c 分析直線圖中的溫度分布與變化比較得知銅管材質的傳熱效果快且除霧效率高，但為避免洗澡用熱水的熱能在此處散失太多而在背面加貼隔熱材質，考慮水壓及成本(管接頭管束數量)問題因此決定採用銅管材質的銲接式除霧裝置。此外，除霧裝置的兩種配管方式(直接回水方式與間接回水方式)所產生的效益似乎差異不大，但如表 1 所示因銅管材質直接回水配管法成本較逆回水配管法低，因此決定採用直接回水配管以節省工時與成本。

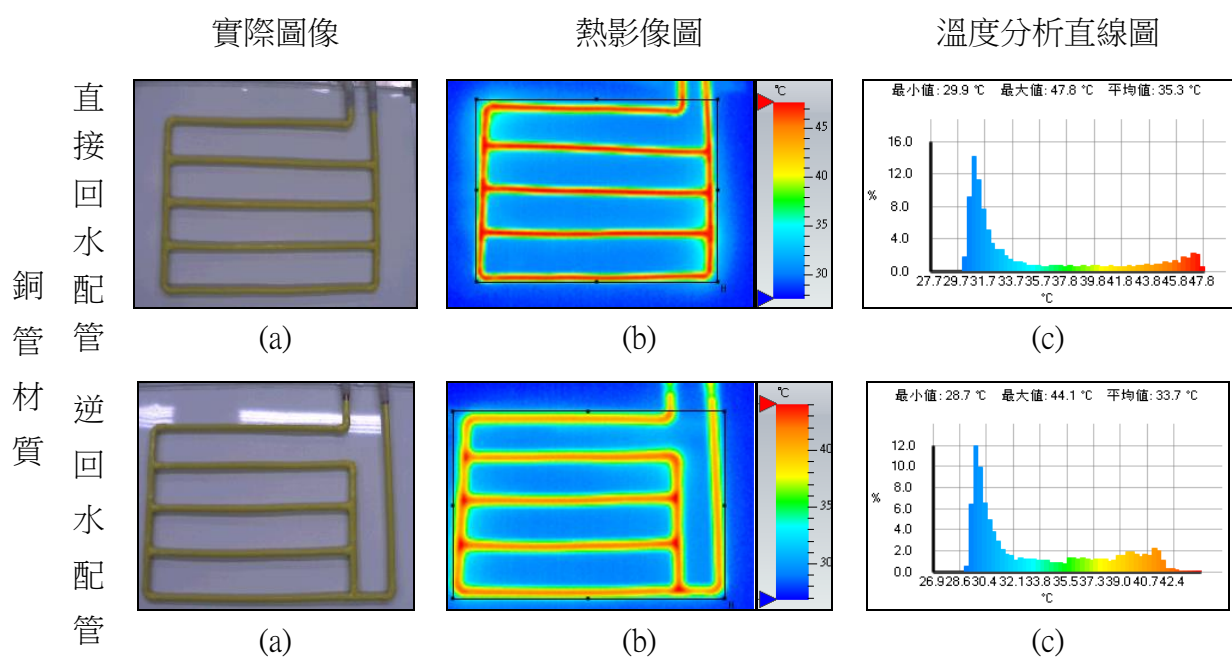


圖 73 銅管材質的直接回水法及逆回水法溫度分布與變化比較

表 1 銅管材質的直接回水法及逆回水法成本比較表

材質	配管方法	90度彎頭	5/8"直管	鋁膠帶	保溫材質	總計金額
銅管	直接回水	6個*25元/個	5個*12元/個	50元	100元	723元
	逆回水	6個*25元/個	4個*12元/個	50元	100元	733元

2. 由圖 74、75、76 霧鏡鏡面熱影像圖中很明顯可看出鏡面的溫度分佈狀況，其溫度分佈的很均勻且溫度足夠執行除霧的功能，此鏡面能夠有溫度分佈均勻且快速形成的現象是因為在固定鏡子背面的銅管配管後又加貼鋁質膠帶以及保溫材質所造成的結

果。另外，由圖 74、75、76 溫度分析直線圖中亦可看出在 8 分鐘內除霧鏡的表面溫度(熱影像圖中的黑色線框內)由室溫 26.6°C 上升至 36.2°C 的變化，這個溫度與一般電熱絲加熱的除霧溫度約在 35~37°C 不相上下，更能確定此除霧裝置亦有除霧的功能。

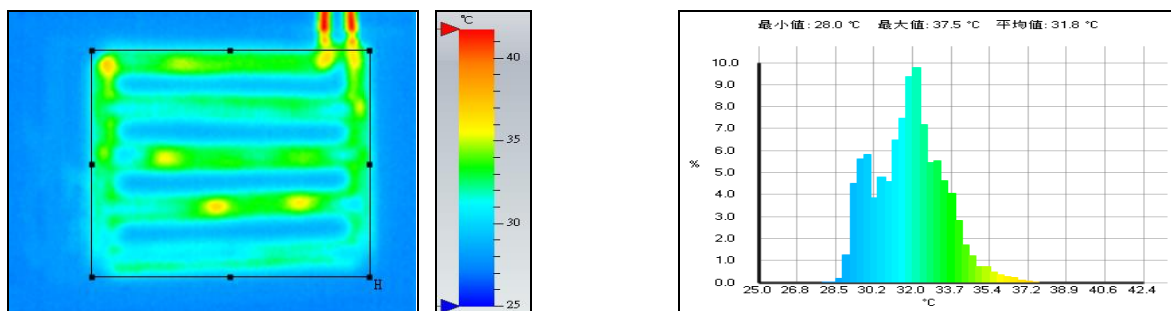


圖 74 除霧鏡鏡面熱影像圖與溫度分析直線圖(1 分鐘後)

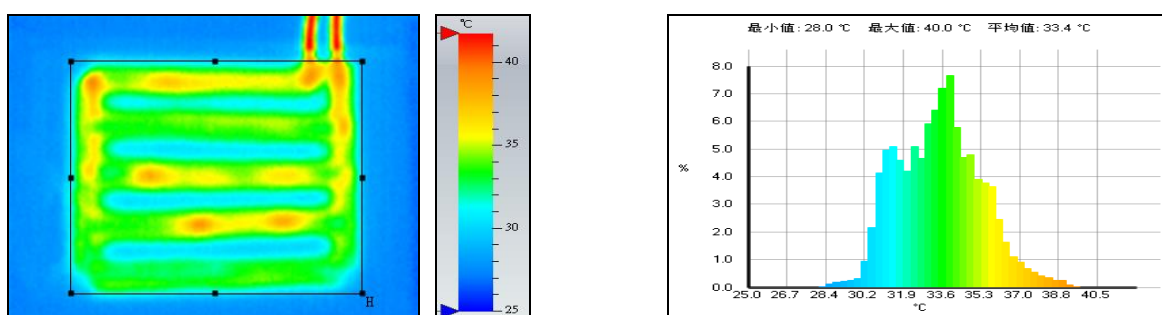


圖 75 除霧鏡鏡面熱影像圖與溫度分析直線圖(5 分鐘後)

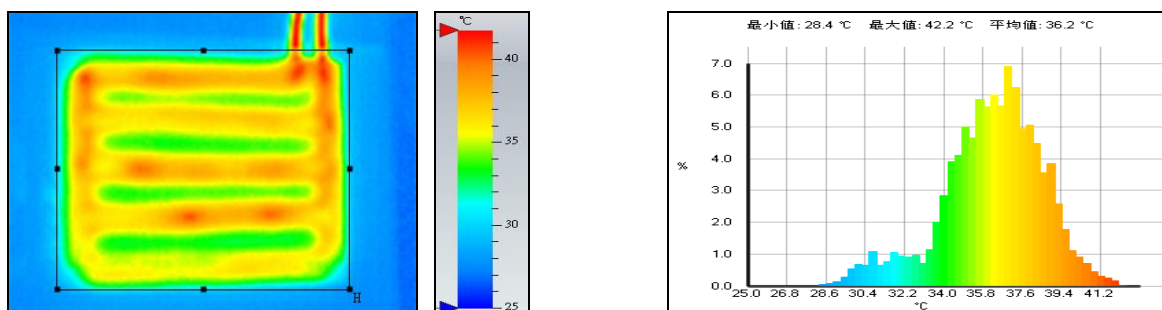


圖 76 除霧鏡鏡面熱影像圖與溫度分析直線圖(8 分鐘後)

(二) 省水系統

- 1.傳統馬桶的水箱並沒有大小號的區分，而且不論男、女或上廁所的時間，均不會對馬桶沖水時的水量造成影響。我們以男、女小號的時間作為比較。如圖 77。由圖中很明顯得知，男女生上廁所的時間並不一樣，女生如廁(小號)的時間較長，其中女生坐在馬桶上至起身時平均約花 3~4 分鐘，超過 4 分鐘的如廁極可能是在上大號，因此設定 4 分鐘後開始進入強制補水模式。

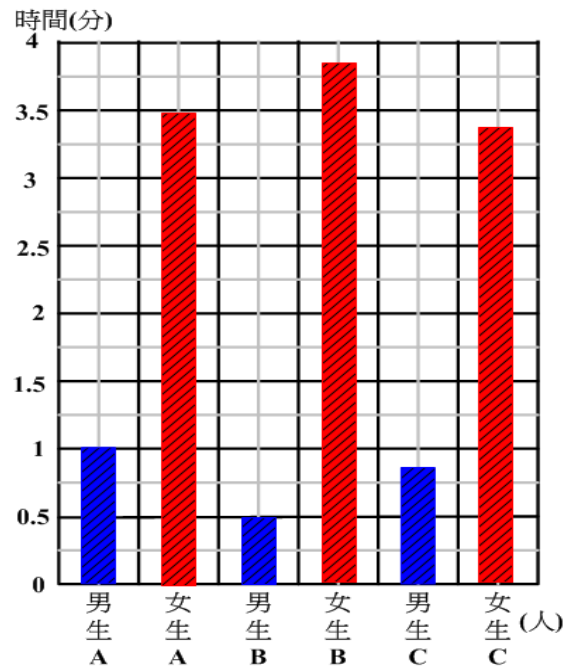


圖 77 傳統馬桶水量示意圖

2.改良後的馬桶水箱的水位固定於一半約 6 公升，且有大小號之分，如果是大號紅外線感應器會感測到人體，一但感應人體超過 4 分鐘，且回收之廢水並未填滿水箱時，馬桶水箱便會開始強制補水，將水補至 12 公升的位置時，水位感測器便會感應並且停止補水。如圖 78、79 示。

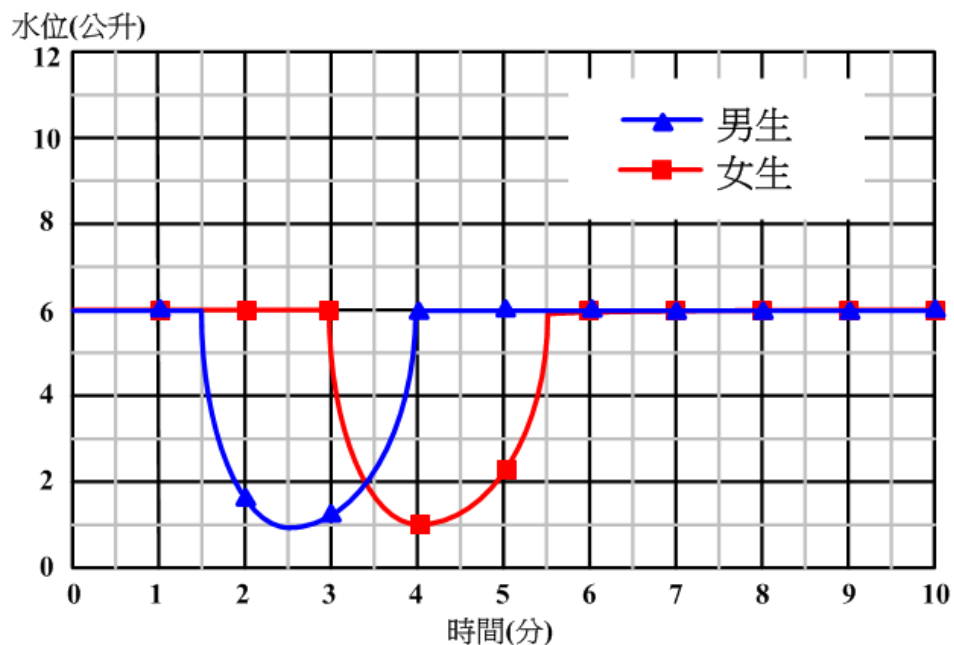


圖 78 省水馬桶小號水量示意圖

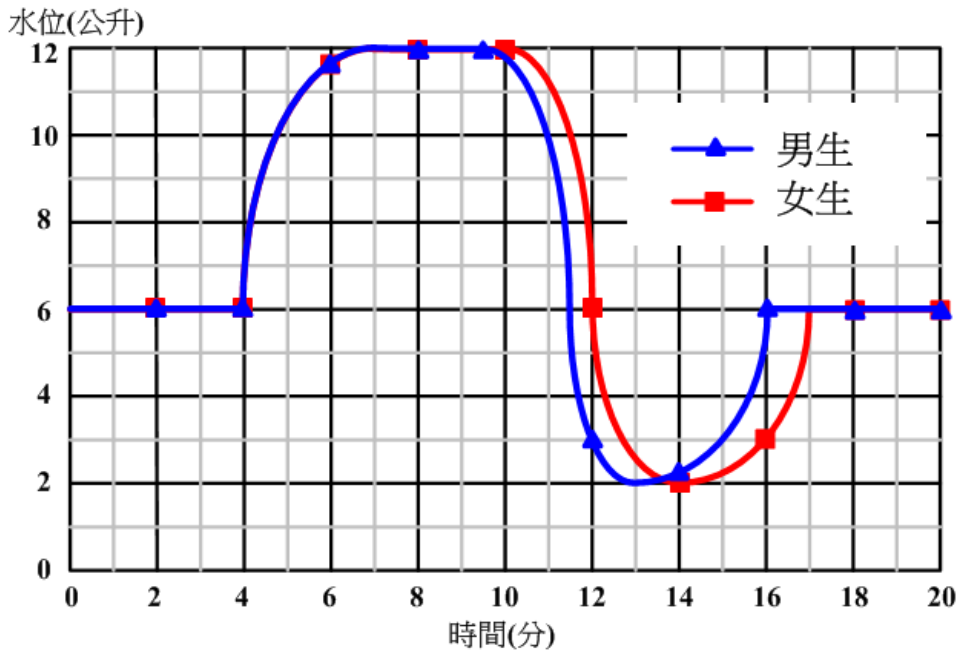


圖 79 省水馬桶大號水量示意圖

3.我們將一般家庭的每個月用水量和我們裝了省水系統的用水量做比較，因為水費是每兩個月繳一次，所以我們假設一般家庭每兩個月所使用的水量是四十度，每度水約 10 元，一度的水等於 1000 公升又等於一立方公尺，每公升的水就是 0.01 元，所以總共需繳納 406 元。未裝置省水系統的馬桶水箱容量是 12 公升，而裝置省水系統則將水箱的水限制在一半，所以只要上一次廁所就省了 6 公升的水費，如果一般家庭一天會上 10 次的廁所，每天就省了 60 公升的水費，再以兩個月來計算 $60 \text{ 公升} \times 30 \text{ 天} \times 21000 = 3.6 \text{ 立方公尺}$ ，換算下來每個月就省下了 35 元。根據中華民國統計資訊網，整個北部地區約有 300 萬戶住家，若每戶皆使用此省水系統，1 年約可以省下 6500 萬立方公尺，約 2 年就可以省下約 1 座石門水庫的蓄水量(蓄水量為 1 億 5 千萬立方公尺)，如下圖 80。

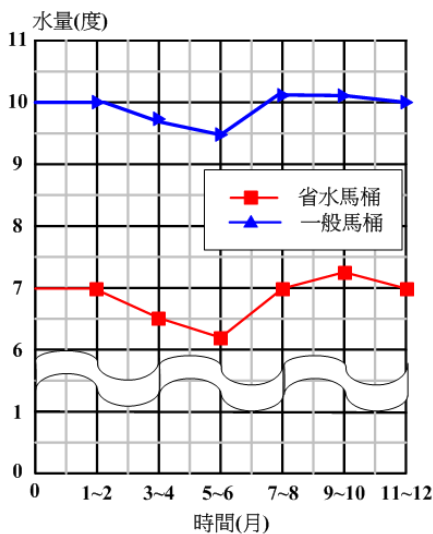


圖 80 省水馬桶與一般馬桶水量使用曲線圖

陸、討論

一、為何洗熱水澡時鏡面會產生霧氣？

答：最常見到的就是像日常生活中，從冰箱中拿出一罐冰涼的飲料，當冰涼的飲料碰到週遭的暖濕空氣時，罐身上面就會凝結很多的水滴在上面，而造成結露的那個溫度點稱為「露點溫度」，又因為我們洗澡都是洗熱水澡，常常整間浴室因為熱氣而霧濛濛的一片，而那個熱氣其實就是「水」，是因為洗澡時周遭的環境溫度低而我們的洗澡水的溫度較高，才導致水蒸發變成水蒸氣，此時鏡子的溫度又比水蒸氣還低，所以水蒸氣會回復成小水滴附著於其鏡面上，才使我們鏡面看不清。

二、為何使用銅管來作為我們傳導熱源的媒介？

答：實驗中我們採用銅管作為實驗對象，而為何不使用其導熱性更好的材料？原因是銅管的價格較銀的價格可以說是天差地別，銅的取得較為方便，兩者的導熱性也在伯仲之間，這就是我們為何使用它來做為實驗媒介的原因。

三、為何使用銅管直接回水法做為除霧裝置？

答：我們比較熱影像儀的溫度變化情形顯示直接回水法較間接回水法為佳，且直接回水法耗用銅管較少，且焊接較容易，所以我們採用銅管材質的直接回水法做為除霧鏡的除霧裝置。

四、為何使用熱水除霧裝置可將鏡面徹底除霧？

答：其實一般市面上就有在賣使用電熱絲除霧的除霧鏡，但是只要使用到電就不符合我們節能的效益，所以我們將除霧鏡原有的除霧裝置拆除，換成我們改良過後銅管除霧裝置，將熱水輸送管穿過銅管除霧鏡，銅管又將熱導入鏡面，因為溫度升高，所以附著在表面的霧氣極易揮發，鏡子就可以在不需電力的情況下一直保持清晰明亮。

五、馬桶加裝紅外線感應裝置及水位探測器後的主要功能？

答：馬桶加裝紅外線感應器的主要目的是為了防止馬桶水箱水量不足時，又需要使用廁所時所作的應變措施，人只要坐上馬桶熱感應起就會開始偵測，在短時間內只要水箱的水不足就會將水補滿，為了避免超出水位，我們再加裝水位探測器，防止漏水。

六、為何實驗中我們使用低水箱馬桶來進行測試？

答：使用低水箱馬桶是為了讓引水道配治時期傾斜角度足夠讓水更順利地流入馬桶水箱中，故而選擇它，同時我們也將洗手台的高度提升，使實驗更能達到我們的效果。

七、為何上完廁所沖水後，水箱系統將自動回復成省水模式？

答：因使用者離開馬桶時，紅外線感應裝置感應不到熱源所在就會停止運轉，所以水箱在進行補水時，水只會到達水箱一半的高度，而不是將其填滿。

八、為何要製作機械式和電子式兩種省水系統？

答：我們以節能與便利兩種角度來進行製作，機械式的省水系統是以節能環保作為依據來製作的，而設計電子式省水系統的主要目的是為了在使用上可以更加省時便利，兩種系統各有其由缺點。

柒、結論

在不另外增加用電除霧裝置及馬桶耗能設計下，改善原本浴室除霧鏡及馬桶設備並增加引水道及三通閥，經數次模擬實驗後，可以歸納下列幾點結論：

- 一、局部除霧電熱絲除霧面積為 30x34 cm²，所消耗電功率為 23W。將它換算成全鏡除霧 70x50 cm²，所消耗電功率約為 79W。若以熱水除霧裝置代替，不只擁有除霧的功能，還可省下所有的電力。
- 二、加裝熱水除霧裝置的除霧系統可以完全消除浴室內觸電的恐懼，並可有效即時進行除霧功能，即使停止除霧功能時，除霧效果不會馬上消失，而是隨著時間流逝而遞減。
- 三、實驗證明加裝引水系統後可以解決浴室內水被大量浪費，提升浴室的節能等級。
- 四、改良馬通水箱除了增加自動感應控制系統的微小耗能外，不需額外增加電力即可進行補水。
- 五、加裝紅外線感應器關斷閥，可有效率地進行補水，而水位探測器，可以防止水箱內注入過多的水。

捌、參考資料

- 1.高善豪，不可凝結氣體銅板表面滴狀凝結分析，中原大學碩士論文，2012。
- 2.彭文正，燃氣熱水器循環系統管路防蝕技術研究，元智大學機械工程學系學位論文，2012。
- 3.蔡幸儒，全家便利商店控管營運成本節能措施奏效，國際商周刊，第 273 期，2014。
- 4.柯乃瑜譯，廁所之書-第一本廁事大全，台北市，博雅，2010。
- 5.連錦杰、蕭明哲，冷凍空調實習（四），回水管配線系統，台北市，全華，第 265～266 頁，1997。
- 6.許祺清、陳聰明，冷凍空調原理 II，空氣線圖，台北市，大中國，第 153～203 頁，2004。
- 7.鄧明發、陳茂璋，微電腦專題製作應用電路，第 2 刷，台北市。知行，1998。
- 8.黃慶璋、石博元，89S51/52 單晶片與專題製作最佳秘笈，初版，台北市。台科大，2013。
- 9.中華維基，熱水器介紹，2014.1.29，取自：
<http://wikiyou.tw/%E7%86%B1%E6%B0%B4%E5%99%A8/>。
- 10.生活與應用科學科做味說明書，除霧・防霧大作戰--兼作天然防霧拭鏡紙，中小學科學展覽會，2014.1.31，取自：
<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/elementary/080813.pdf>。
- 11.李力技術工程，2014.2.10，取自：<http://www.hvac-serve.com/>。
- 12.陳加忠，溫室結露現象與處理方法，中興大學生物系統工程研究室，2014.2.27，
取自：http://amebse.nchu.edu.tw/new_page_380.htm。
- 13.維基百科，露點溫度，2014.3.12，取自：
<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%9C%B2%E7%82%B9>。
- 14.凱撒衛浴馬桶商品型錄，2014.3.2，取自：
<http://www.caesar.com.tw/GoWeb/include/index.php?Page=3&Cate01=T01&Cate02=TS01>。
- 15.抗漲省水裝置安裝 DIY，蘋果日報，2014.3.9，取自：
<http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/supplement/20120905/34486310>。
- 16.換裝馬桶省水裝置 DIY，Yahoo!奇摩部落格，2014.3.13，取自：
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1008041106615>。
- 17.省水教戰馬桶省水，2014.3.25，取自：<http://www.cp.url.tw/news15.htm>。
- 18.WIKI 百科知識，2014.3.29，取自：
<http://wikipps.hk/%E7%86%B1%E6%B0%B4%E5%99%A8/>。

【評語】 091105

1. 本作品以簡易器材改裝浴室管路，將熱水導引至鏡面背後加熱，避免鏡面產生霧，另將熱水管接上抽水馬桶，節省水資源。另外改良紅外線感應裝置並改裝抽水馬桶儲水機制，以達節能省水效果。
2. 本作品主題針對浴室節能省水，進行管路改裝及加裝紅外線感應器等實務製作，有關節能及省水的量化數據係粗略估算值，尚無實際實驗驗證。
3. 團隊成員分工細緻，建議未來宜針對所改裝裝置，進行長期實驗，統計分析所獲得省水節電效果，並進行管路改裝成本分析，以提升實用性。