

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高中組 生活與應用科學科

第三名

040816

馬桶救星

學校名稱：國立岡山高級農業工業職業學校

作者：  職二 朱承恩  職二 吳文棧  職二 李政德	指導老師：  全志仁
---	------------------

關鍵詞：省水、除臭、品味生活

# 作品名稱：馬桶救星

## 摘要

台灣自來水公司統計分析，每人每年可分配雨量不及世界平均值的五分之一，加上氣候變遷，水資源更顯匱乏，節水是刻不容緩的事。

家庭用水中馬桶用水是其大宗，現行馬桶大都以傳統兩段式沖水來省水，雖能減少小號的用水量，但常沖不乾淨且需多次沖水，要找出省水且能沖乾淨的裝置，便研發了馬桶救星。

馬桶救星使用兩次落水來沖水，第一次落水是讓馬桶形成虹吸將糞便集中於排水口，再用第二段落水，徹底把糞便排出，使每一滴水都擁有最大髒污攜帶量，達成將馬桶沖洗乾淨與省水的目的。

根據實驗馬桶救星確實減少現行馬桶的用水約 20%，再以按鈕式操作使操作省力有科技感，因此使用馬桶救星能提升生活品質，更能為台灣珍貴的水資源盡一份力量。

## 壹、前言

為了讓馬桶省水，目前朝向更新馬桶結構及材質與傳統兩段式沖水來發展。新式馬桶配合新的管路有不錯的省水效果，但新式馬桶價格高，更新管路不只費用高而且要付出施工時的生活不便，所以更新新式馬桶有其困難度。

大多使用者會偏向兩段式省水裝置，此法是針對大號小號用水量不同給予不同的沖水量，可使小號的用水減少，但依馬桶與管路效能不足常常會沖不乾淨，設置大號要沖兩次以上才能沖乾淨，如此除了浪費水與使用者時間並在沖水當下須忍受惡臭。

要能確實改善目前馬桶的所有問題，我們發明了馬桶救星，本發明可在不需要更改馬桶與管路的情況下達成省水與乾淨的目標。

## 貳、研究動機

在家經常會嗅到來自廁所的臭味，大號沖水沒注意，有時會沒沖乾淨沉落在馬桶的排泄物會使廁所產生惡臭孳生大量細菌影響家庭衛生與健康，造成下個使用者的抱怨。為避免類似情形發生，則須多沖數次，直到確認乾淨才離開，不僅浪費時間還要忍受臭味且浪費水。

台灣用水吃緊，西半部多數水庫蓄水量只剩十分之一，第二波限水恐怕最快 4 月中就會展開，此類的報導層出不窮，節約用水也多次成爲國安層級的大事，所以節約用水便是全國人民應盡的責任，若能從家庭用水中用水大宗的馬桶來節約用水，會有很大的收益。

爲使廁所不再產生臭味，又能節約用水以少量的水沖乾淨馬桶內的排泄物，我們希望找到最佳的解決方案，達成節水又不損家庭衛生與生活品質的目標。

## 參、 研究目的

讓用水量大與沖不乾淨的馬桶能煥然一新，使既有的虹吸式馬桶能改善沖水的效能，拯救效能不彰的老舊馬桶，可延長既有虹吸式馬桶的使用時間，並且避免更換馬桶所需要的金錢和工程，減少馬桶的異味以及細菌的孳生，進而提升使用者的健康與生活品質，以按鈕式操作能使操作者省力更能使馬桶有科技感，創造出一個清潔、省水的沖水設備，以最低經費與困擾解決現有馬桶的所有問題。

## 肆、 研究方法

### 一、 建立解決現有馬桶的所有問題的方法

根據觀察馬桶沖水過程，當水注入馬桶時會有許多糞便不在排水口附近，因虹吸的力量僅在排水口附近如圖 1、圖 1(A)，直到注水停止糞便能靠近排水口，隨虹吸的吸力進入馬桶的排水口如圖 2、圖 2(A)，那些停留在水面的糞便僅使用最後少許水量與虹吸末端的力量排出，如此會造成無法沖出的結果，又因停留在水面的糞便未在排水口，故清水能攜帶糞便排出出水口的量便不多，加上馬桶與管路的老舊，所以既有的虹吸式馬桶才會費水又沖不乾淨。



圖 1



圖 2



圖 1(A)



圖 2(A)

為了解決以上馬桶的問題我們發明一種落水程序，落水程序是將沖馬桶所需的用水量分兩次沖完，二次沖水之第一次沖水是使用最低能形成虹吸作用的水量沖水，主要目的是將馬桶內的排泄物吸至馬桶出水口，此時再以少量的水做第二次沖水，馬桶出水口的排泄物會在虹吸作用與沖水的雙重力量下被徹底排出馬桶。為證實落水程序效果，設計一個能達成落水程序的裝置。

## 二、 建立本創作的具體效能驗證法

為證明本創作有改善既有虹吸式馬桶的效能，因每一個馬桶與管路的特性不同，無法逐一作實驗，所以本實驗採單一實驗主體以對照的方式進行驗證。我們使用同一馬桶做實驗，藉由裝置本作品的馬桶作為實驗組與無裝設本作品的馬桶作為對照組，來從事對照實驗，取兩組實驗數據比對計算出馬桶的效能與改善的比值，並依馬桶沖水原理歸納一個普遍的結果，用以證明本創作的具體效能。

## 三、 建立本創作清潔效能的評估工具

為確認馬桶沖水的效能我們使用汗水率，定義為沖水前的馬桶的汗水量，經沖水後的比值。

定義汗水率為：

$$\text{汗水率} = \frac{\text{汗水量}}{(\text{清水量} + \text{汗水量})} \times 100\%$$

在經濟困窘情況下，為能測量馬桶的汗水率，我們以最小的成本、最高準確率的方式，自行製作汗水率的檢測儀器，此儀器是使用顏料濃度高低來推估汗水率，顏料濃度的定義為：

$$\text{顏料濃度} = \frac{\text{顏料量}}{(\text{清水量} + \text{顏料量})} \times 100\%$$

我們用顏料代替汗水倒入馬桶，故沖水後顏料濃度便與汗水率的定義

相同，所以汗水率=顏料濃度，如此就可由顏料濃度不同判定馬桶內的汗水率。如何判讀顏料濃度？可藉由顏料濃度不同時會有顏色的不同，再用視覺去判別濃度。如何能精確判斷顏料濃度？我們將不同濃度的顏料置入試管，貼上標籤，成爲比對樣品，將被測物的試管比對樣品試管顏色，如此便能減少視覺誤差找出被測物的顏料濃度。

#### 四、 建立本創作節水效能的評估工具

要評估節水效能便要了解馬桶沖水的用水量，爲了解馬桶沖水的用水量，可由水箱水位下降量推算，但水箱進水口隨時會補水，推算沖水的用水量變的複雜，所以我們直接量測馬桶出水口的水量便可，但我們在市面上並未找出能精確量測大水量的量筒，所以我們必須自行製作沖水量的水量測量器，製作方式如下。

- (一)、首先找一與水箱容量大小相似的容器。
- (二)、去其一面改爲透明壓克力，以便確認內部水量。
- (三)、使用 200cc 的精準量筒，依次盛水倒入製作好的容器，並在透明壓克力處劃上刻度，直到裝滿水，如此便完成精準水量測量器。

#### 伍、 研究設備器材

表 1.

名稱	規格	數量	用途
木心板		1 塊	製作推車平台
柳安角木		2 條	製作推車平台
白膠		1 罐	推車平台木料的連結
油漆	綠色	兩桶	使推車平台防水
水管	3 吋	1 根	馬桶出水管
彎頭	90 度	3 個	馬桶出水管
輪子	360 度轉動式	2 顆	使推車平台可被推動
輪子	固定式	2 顆	使推車平台可被推動
釘子	10cm	約數十隻	推車平台木料的固定
工具	釘槍、尖嘴鉗、螺絲起子、剝線鉗 活動扳手、一字起子、鋸子、風槍、打氣機、三用電表、老虎鉗	1 隻	
馬桶		一組	實驗本體
傳統二段式沖水設備		一組	對照設備用

顏料		一罐	模擬尿液用
量桶	250cc	一隻	混合不同濃度溶液用
量杯	500cc、200cc、100cc	各 3 隻	觀察低濃度溶液用
試管	50 cc	10 隻	存放濃度溶液用
深水馬達	1/8 馬力	1 台	供水系統之抽水用
大垃圾桶		1 個	供水系統之蓄水用
饅頭		16 粒	模擬拉肚子使用
電子材料		一批	水位控制電路如圖 16
電子材料		一批	主控電路如圖 15
伺服馬達	6V	1 粒	控制落水頭用
支架		1 套	固定伺服馬達用
吐司		15 包	模擬大便

## 陸、 研究步驟

### 一、 建立實驗平台

- (一)、購買馬桶一套、木板、深水馬達、水管…
- (二)、設置裝置馬桶平台(如圖 3)

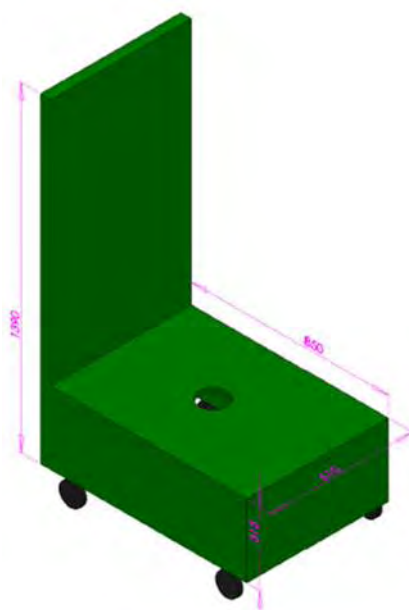


圖 3 設置裝置馬桶平台

將木板與木板間上層白膠在使用釘槍將其固定，內部再加裝木條降低馬桶平台裝置馬桶後因重量而被壓毀的風險。完成雛形後，將木板上塗上防水漆與矽膠，防止往後作實驗時因漏水或水濺出而破壞木板之情形，也延長木板使用時間。各四邊裝設輪子，以增加機動性，使移動時不必花費大量的時間與力氣來搬動馬桶與其設備。

### (三)、製作給水系統(如圖 4)

實驗平台水箱進水管需進水補滿水箱，必須連結現有水管管路的出水口，故實驗平台裝置的位置，便受到極大的限制，常需在狹小的陽台、浴室，做實驗十分不便。為達到可移動的實驗平台，使實驗平台無空間限制所以製作給水系統。

### (四)、設計水位控制(如圖 4)

為精準控制水位我們利用水的導電性加上電晶體放大來達成控制水位的目標，電路圖如圖 17，其中入水接線端的兩條線，分別接至馬桶水箱底部與溢水管上，溢水管上的導線可被移動，當馬桶水箱水位到達溢水管上的導線，會使兩導線導通，驅使電路切斷深水馬達電源，停止馬桶水箱進水，故可使用溢水管上導線的位置控制水位。

### (五)、組裝實驗平台(如圖 4)



圖 4 實驗平台

## 二、 建立對照組實驗設備

(一)建立對照組實驗平台(如圖 5)：將實驗平台裝設傳統二段式



圖 5 對照組實驗平台



圖 5A 實驗組實驗平台

## (二) 製作馬桶救星(建立實驗組實驗平台：平台裝設馬桶救星)(圖 5A)

本創作包含：一落水單元及一主控單元。落水單元是設置在沖水馬桶水箱內，具有一固定支架、一連桿元件組及一落水頭，固定支架是用於固定伺服驅動元件在一個能省力去推動連桿元件組位置的支撐架，連桿元件組是用於傳遞伺服驅動元件所產生的動力至落水頭的傳動組件。

主控單元具有一供電電路、一蓄電元件、一微處理器、一顯示元件、一設定控制元件組、一間斷式落水程序及一伺服驅動元件，微處理器是用於接收微處理器電連設定控制元件組數據，並且可分別對微處理器電連的顯示元件與伺服驅動元件進行控制，當設定控制元件時微處理器經由內部程式的處理，再將結果分別對微處理器電連顯示元件與伺服驅動元件進行控制，微處理器電連顯示元件是用於顯示使用者的操作狀況，微處理器電連的伺服驅動元件是用於操控落水單元的驅動元件，蓄電元件是與主控單元連接，儲存家電之電力並提供主控單元電力，供電電路有休眠作用，當本創作之馬桶救星裝置未被使用時，微處理器會自動切斷供電電路供電，達成省電的功能，能大幅減少蓄電元件充電次數。

本創作之功效在於，利用主控單元之微處理器接收與微處理器電連的設定控制元件組數據，數據經由內部程式的處理，將微處理器處理的結果分別對與微處理器電連的顯示元件和伺服驅動元件進行控制，使顯示元件顯示使用者的操作訊息，以利使用者操控，以及讓伺服驅動元件啓閉落水單元，利用落水單元去控制馬桶沖水的水量與間隔沖水的時間，如此本裝置改變傳統沖水馬桶一次沖水方式成爲間斷式落水程序，間斷式落水程序是將沖馬桶所需的用水量分兩次沖完，二次沖水之第一次沖水是使用最低能形成虹吸作用的水量沖水，主要目的是將馬桶內的排泄物吸至馬桶出水口，此時再以少量的水做第二次沖水，馬桶出水口的排泄物會在虹吸作用與沖水的雙重力量下被徹底排出馬桶，與傳統沖水馬桶沖水方式相比，傳統沖水方式未能順利將馬桶內的排泄物吸至馬桶出水口，所以需大量的水沖洗甚至無法沖洗乾淨，因此本創作可在簡易的操作下，使用間斷式沖水方式達成有效清潔馬桶與省水的目的。

有關本創作之前述及其他技術內容、特點與功效，在以下配合參考圖式詳細說明中，將可清楚的呈現。

如圖 9 所示，本創作馬桶救星裝置，可對一虹吸式馬桶在簡易的操作下，以間斷式沖水方式達成有效清潔馬桶與省水的作用。本創作包含一落水單元 1 及一主控單元 2。



落水單元 1 是設置在沖水馬桶水箱內部，如圖 11、12 所示；為求主控單元之伺服驅動元件 21 能高效能的控制落水頭開啓與閉合，落水單元是採用固定支架 11 配置於沖水馬桶水箱把手固定處固定，固定支架 11 的延伸部位配置主控單元之伺服驅動元件 21 於固定支架 11 之最佳位置上，利用配置於伺服驅動元件 21 轉軸上的連桿元件組之轉臂連桿 12，帶動與轉臂連桿連結之拉繩 13，同時帶動拉繩連結之落水頭 14 啓閉落水口，如圖 12、13 所示，如此使伺服驅動元件 21 可藉由落水單元 1 控制落水頭 14，達成伺服驅動元件 21 可控制沖水時機的目的。

主控單元 2 的功能有三種，控制沖水時機、設定沖水水量，以及顯示使用者操作狀況，在首次使用本創作馬桶救星裝置，使用者必須針對馬桶特性先設定達成虹吸效應的最低水量，操作方法是打開設定控制元件組 24 之設定開關 241 啓動供電電路開始供電，顯示元件 23 顯示 SET 字樣，設定畫面如圖 6、圖 7、圖 8，如此便完成首次使用設定工作。



圖 6 大號設定畫面

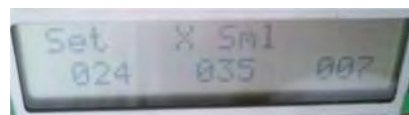


圖 7 小號設定畫面



圖 8 設定儲存畫面

在馬桶正常使用情況下無須再次執行設定工作，在如廁後只需按設定控制元件組之大號操控按鍵 246 或小號操控按鍵 247，此時控制供電電路開始供電，當使用者按下小號操控按鍵 247，主控單元會依循設定程序所設定數值驅動伺服驅動元件 21，伺服驅動元件 21 藉由落水單元 1 控制落水，落水的程序是先落下設定的第一段水量形成虹吸作用，關閉落水頭 14 等待設定延遲時間，此時排泄物會被吸至馬桶出水口，再驅動伺服驅動元件 21，伺服驅動元件 21 藉由落水單元 1 控制落水，落下設定的第二段水量，將馬桶出水口內的排泄物徹底排出，當使用者按下大號操控按鍵 246，主控單元會依循設定程序所設定數值驅動伺服驅動元件 21，伺服驅動元件 21 藉由落水單元 1 控制落水，落水的程序是先落下設定的第一段水量形成虹吸作用，關閉落水頭 14 等待設定延遲時間，此時排泄物會被吸至馬桶出水口，再驅動伺服驅動元件 21，伺服驅動元件 21 藉由落水單元 1 控制落水，落下設定的第二段水量，將馬桶出水口內的排泄物徹底排出，此時控制供電電路停止供電，以

最少的水量與電力、最乾淨的清洗方式來沖洗馬桶，故確實能達到本創作之目的。

### 三、 結構說明

圖 9 是一裝置使用配置圖，說明馬桶救星裝置裝設於一沖水馬桶的情形。

圖 10 是一主控盒外部示意圖，說明組成元件間的連接情形。

圖 11 是一落水單元配置圖，說明落水單元裝設於一馬桶水箱內的情形。

圖 12 是一爆炸視圖，說明圖 3 的爆炸視圖。

圖 13 是一操作落水示意圖，說明馬桶救星裝置關閉馬桶沖水的情形。

圖 14 是一操作落水示意圖，說明馬桶救星裝置打開馬桶沖水的情形。

圖 15 是一系統示意圖，說明元件間的連接情形。

圖 16 是一主控單元的方塊圖，說明電子元件間的連接情形。

圖 17 是主控單元的電路圖，說明電子元件間的連接情形。

圖 18 是水位控制的電路圖，說明電子元件間的連接情形。

#### 【主要元件符號說明】

1	落水單元	22	電池盒	246	大號操控按鍵
11	固定支架	23	顯示元件	247	小號操控按鍵
12	轉臂連桿	241	設定開關	25	供電電路
13	拉繩	242	選擇按鍵	26	微處理器
14	落水頭	243	調升按鍵	3	馬桶水箱
2	主控單元	244	調降按鍵	31	水箱落水口
21	伺服驅動元件	245	測試按鍵	4	馬桶

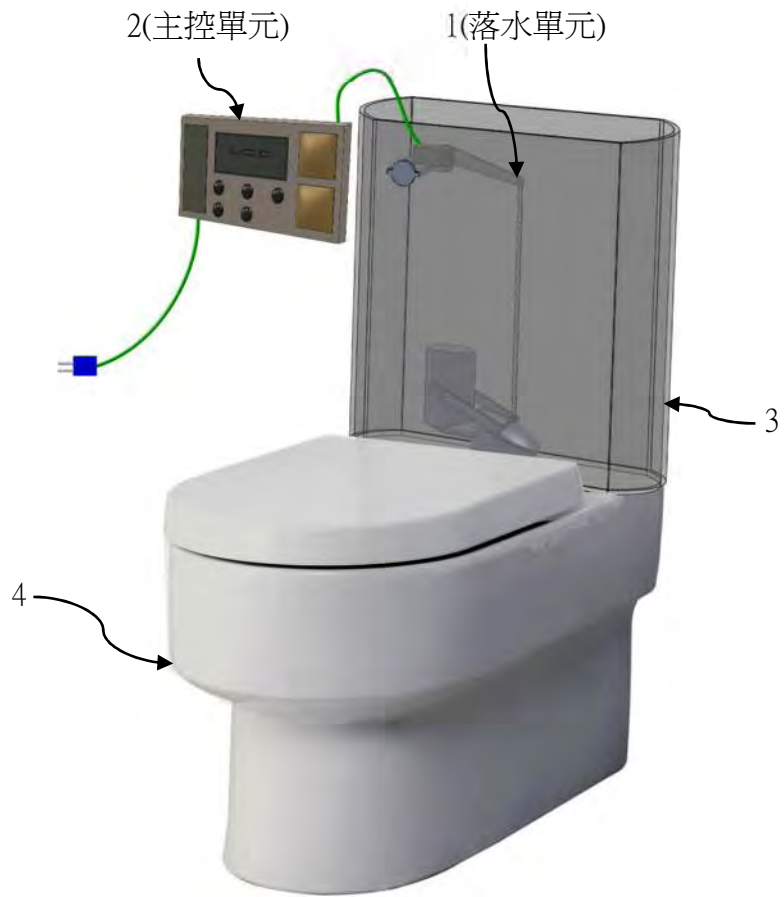


圖 9 裝置使用配置圖

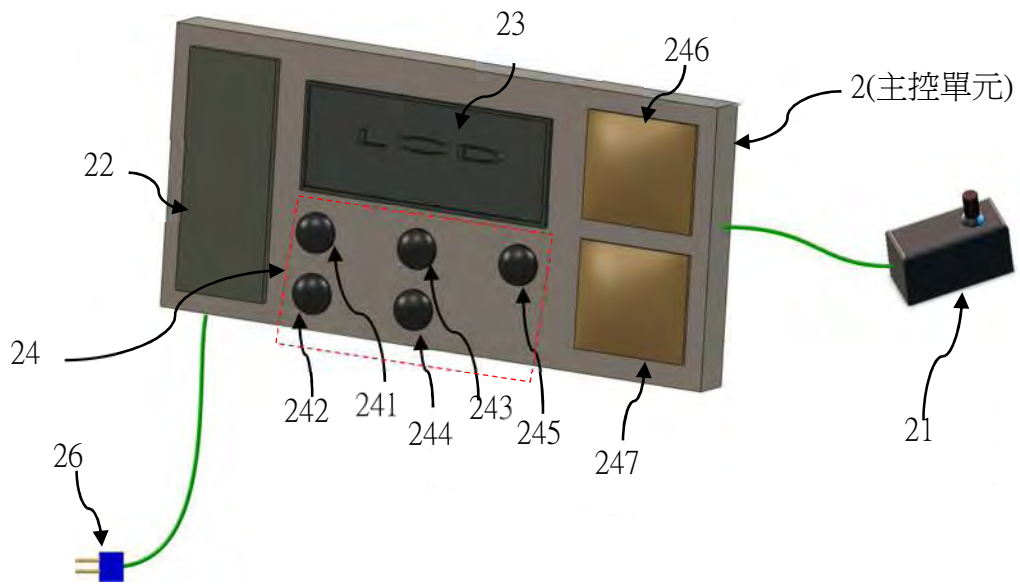


圖 10 主控盒外部示意圖

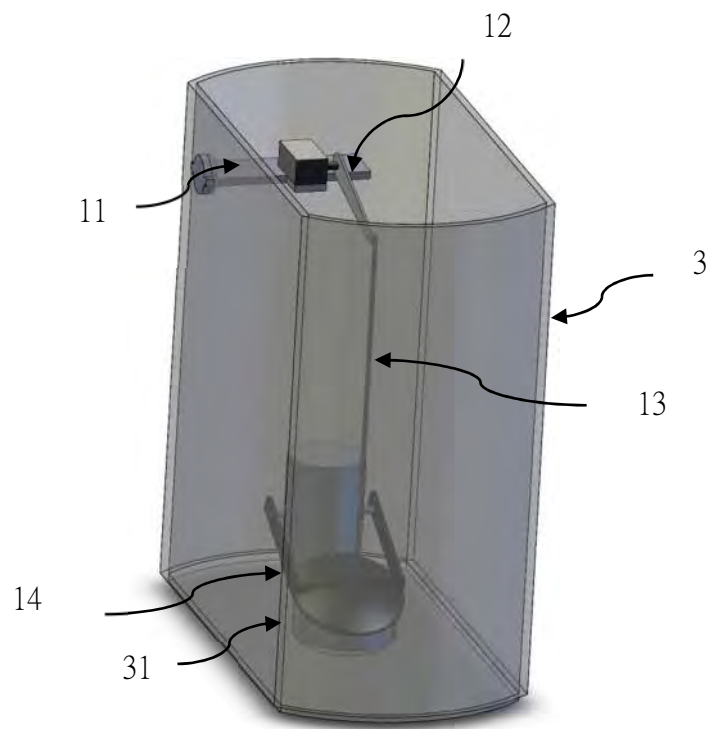


圖 11 落水單元配置圖

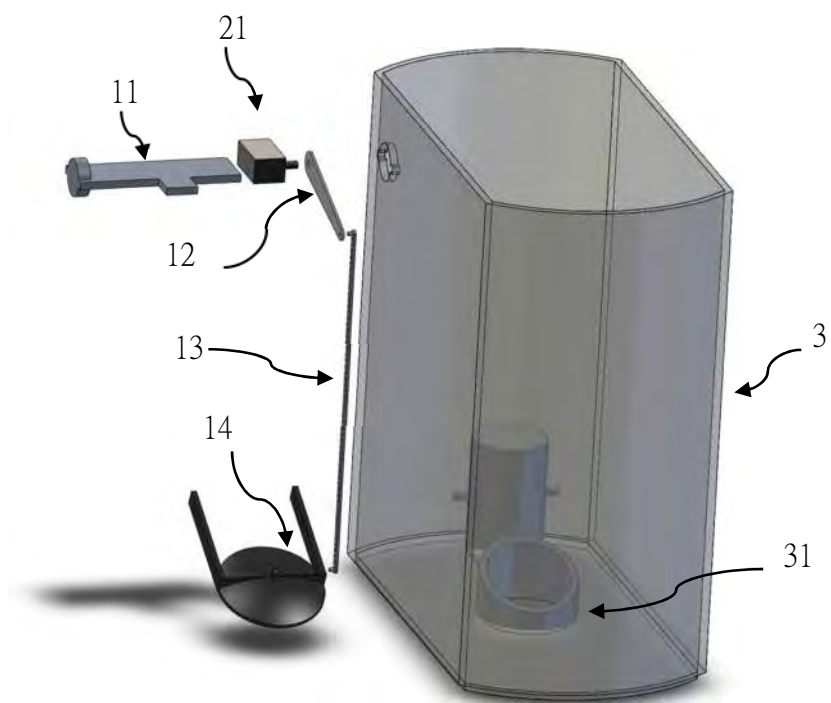


圖 12 爆炸視圖

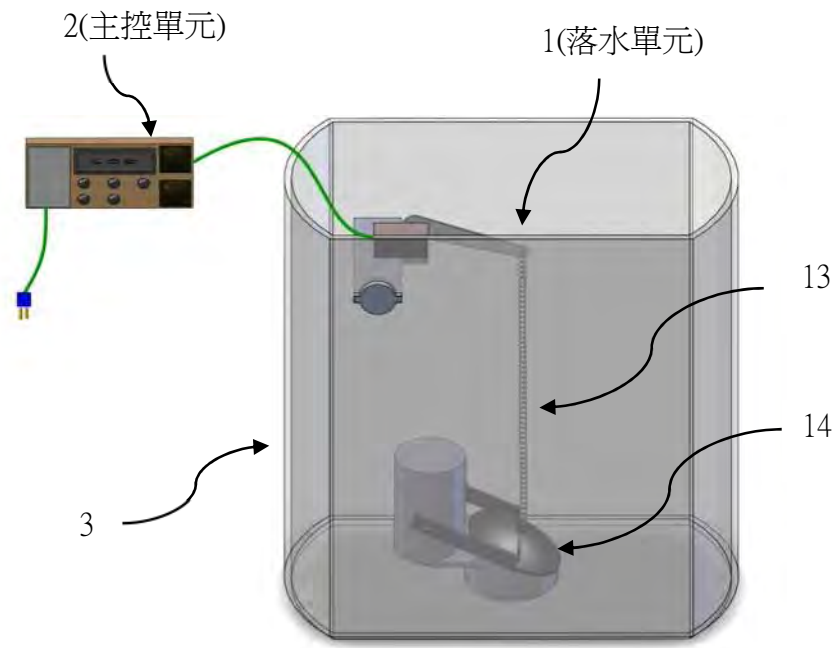


圖 13 關閉馬桶沖水示意圖

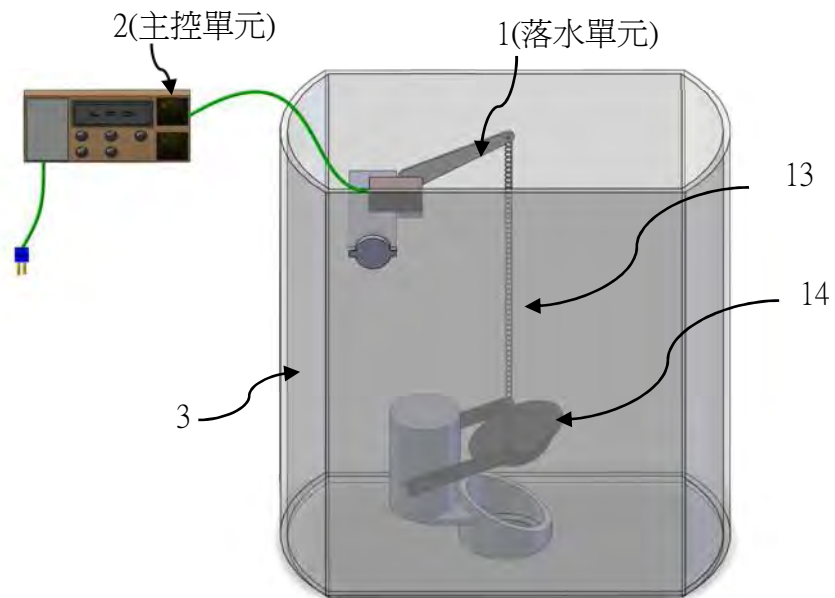


圖 14 打開馬桶沖水示意圖

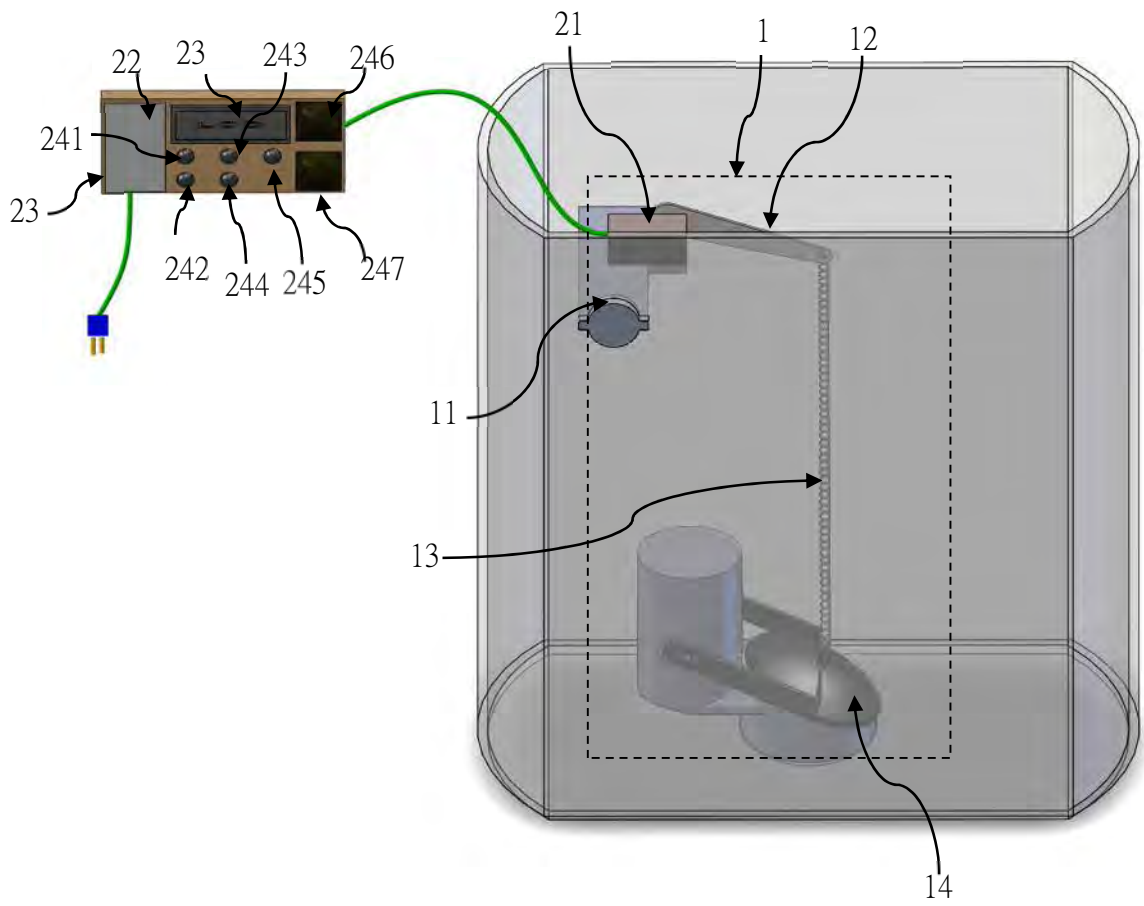


圖 15 系統示意圖

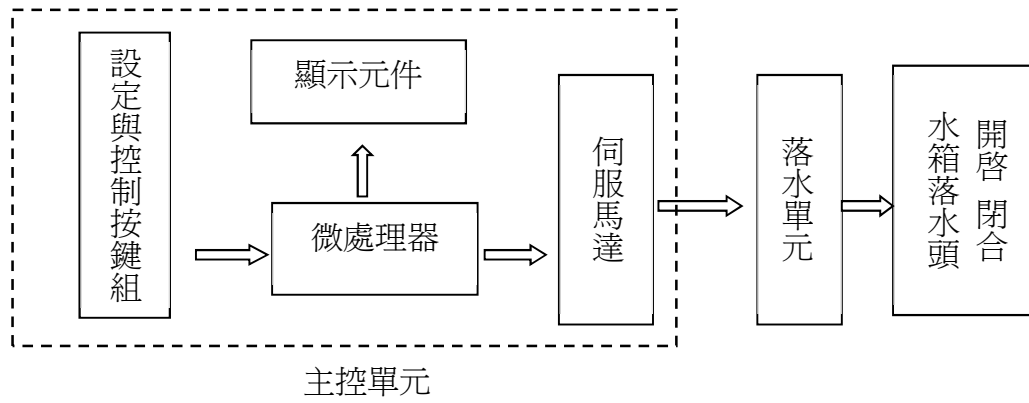


圖 16 主控單元的方塊圖

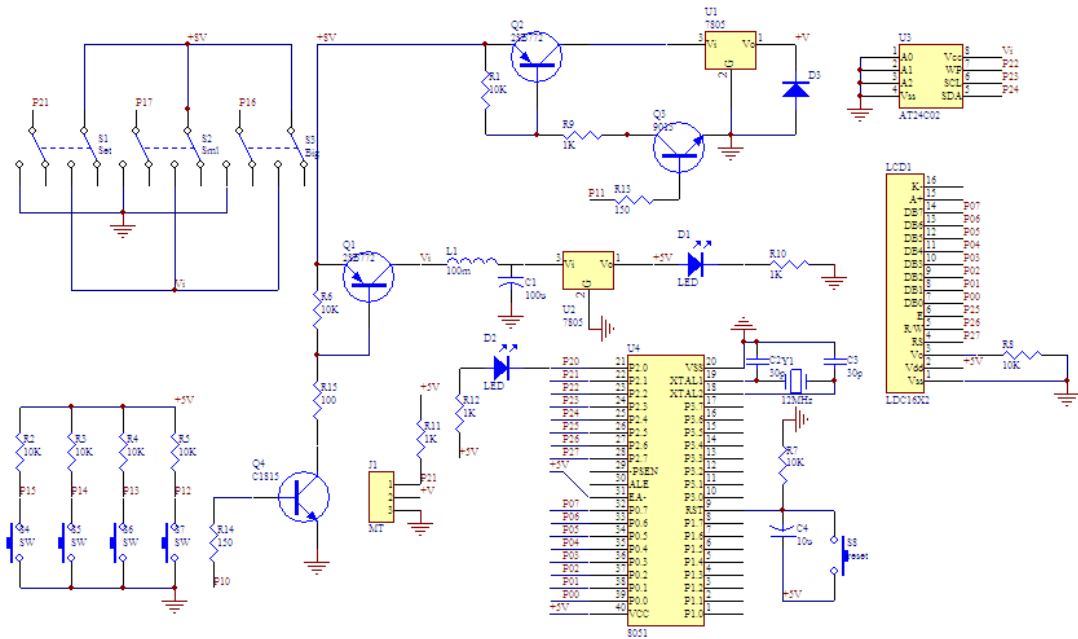


圖 17 主控單元的電路圖

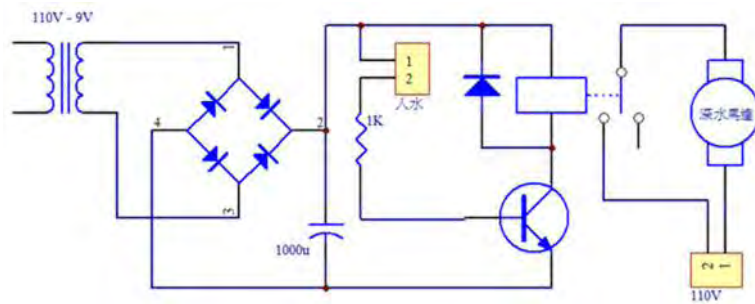


圖 18 水位控制電路

#### 四、 建立實驗組與對照組數據

##### (一)、小便實驗

1. 爲了衛生，以調製溶液來充當小便的尿液，爲容易觀察代替小便的調製溶液在馬桶內殘留的狀況，故使用深色顏料溶液代替小便的尿液。(如圖 19)



圖 19 調製溶液



2. 使用調製好的溶液訂為 100%濃度，製作不同濃度的顏料置入試管，貼上標籤，成為比對樣品，能觀察汗水率，如圖 20。

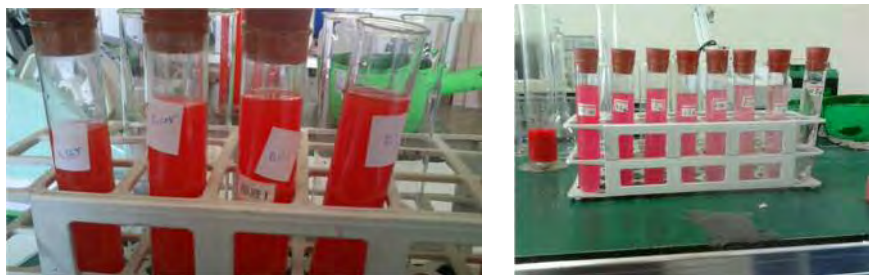


圖 20 濃度比對的樣品試管

3. 使用調製好的溶液 100c.c 倒入馬桶，以不同水量沖水，藉以了解水量與小便殘留量的關係，實驗步驟如下如圖 21。



(1) 溶液倒入的馬桶



(2) 沖水



(3) 取出馬桶內溶液



(4) 進行比對

圖 21 小便殘留量實驗步驟

4. 使用調製好的溶液分別倒入實驗組與對照組的馬桶，以不同沖水設定，藉以了解水量與小便殘留量的關係，實驗數據如下



表 2.對照組(傳統二段式)：水量與殘留關係表(100c.c 尿量)

水箱水位(公分)	排水水量(L)	乾淨/未乾淨	汗水率
19	4.9	未乾淨	4%
20	5.5	未乾淨	2%
21	6.2	乾淨	0%

表 3.實驗組(馬桶救星)：水量與殘留關係表(100c.c 尿量)

第一段沖水	間斷時間	第二段沖水	排出水量(L)	乾淨/未乾淨	汗水率
14	40	4	5.7	乾淨	0%
14	37	4	5.5	乾淨	0%
14	35	4	5.3	乾淨	0%
14	33	4	5.5	乾淨	0%
14	30	4	5.1	乾淨	0%
14	35	3	4.6	未乾淨	4%

實驗組(馬桶救星)比對照組(傳統二段式)省了 1.1L 水量

表 4.對照組(傳統二段式)：水量與殘留關係表(200c.c 尿量)

水箱水位(公分)	排水水量(L)	乾淨/未乾淨	汗水率
19	4.3	未乾淨	10%
20	4.8	未乾淨	4%
21	5.7	未乾淨	2%
22	6.5	乾淨	0%

表 5.實驗組(馬桶救星):水量與殘留關係表(200c.c 尿量)

第一段沖水	間斷時間	第二段沖水	排出水量(L)	乾淨/未乾淨	汗水率
14	33	4	5.8	乾淨	0%
14	35	4	5.5	乾淨	0%
14	37	4	5.5	乾淨	0%
14	40	4	5.6	乾淨	0%
14	35	3	4.9	未乾淨	2%

實驗組(馬桶救星)比對照組(傳統二段式)省了 1.0L 水量

## (二)大便實驗

1. 爲了瞭解糞便沖不乾淨的原因，利用科學分類的技巧，我們觀察各種糞便在馬桶內沖水後殘留的狀況，進一步分析糞便沖不乾淨的原因，在依沖不乾淨的元素，設計省水實驗中可取代糞便的物質。

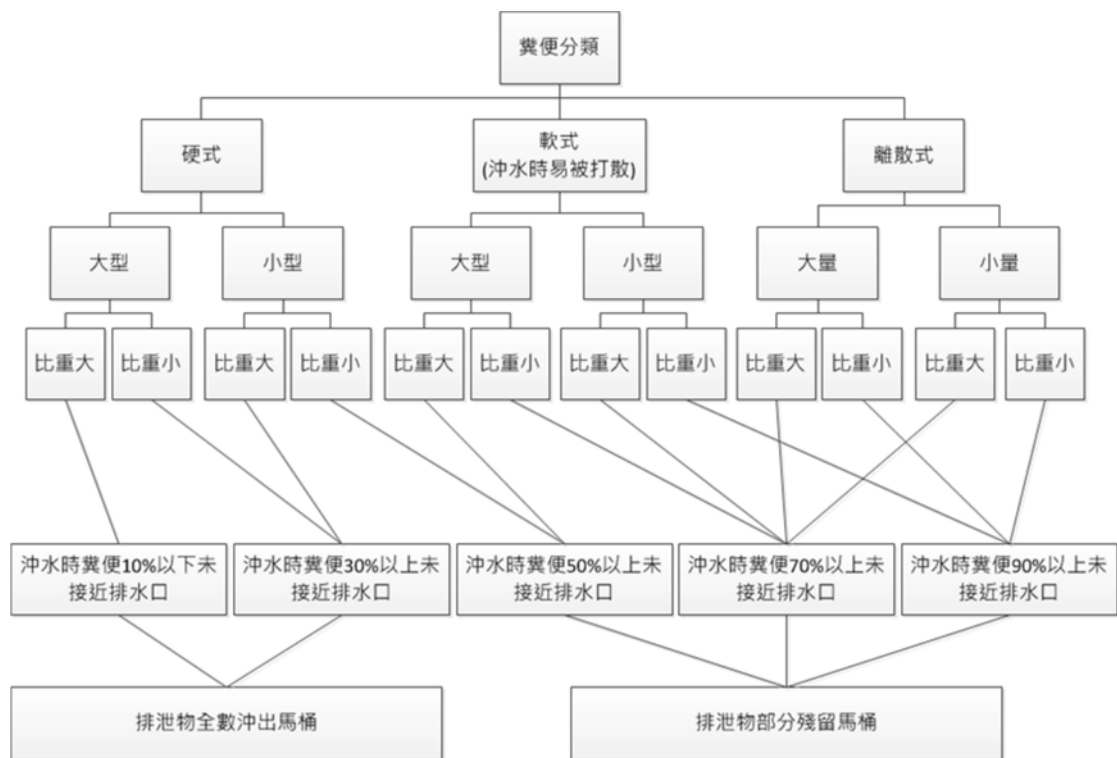


圖 22 糞便種類與是否殘留關係圖

- 依觀察結果得知，糞便在沖水時，在無卡住出水口的情況下，不論何種形式的糞便，只要糞便置於排水口皆能隨著虹吸排出差異不大，可由圖 22 可以看出。故是否能順利排出馬桶內的糞便決定於未接近排水口糞便的多寡，所以我們使用能依含水量多寡來改變比重、可依切割改變外型、不易卡住水管的吐司取代糞便。
- 使用切割好的吐司四條模擬正常大便，藉以了解水量與吐司殘留量的關係，沖水過程如下圖 23(A)、圖 23(B)

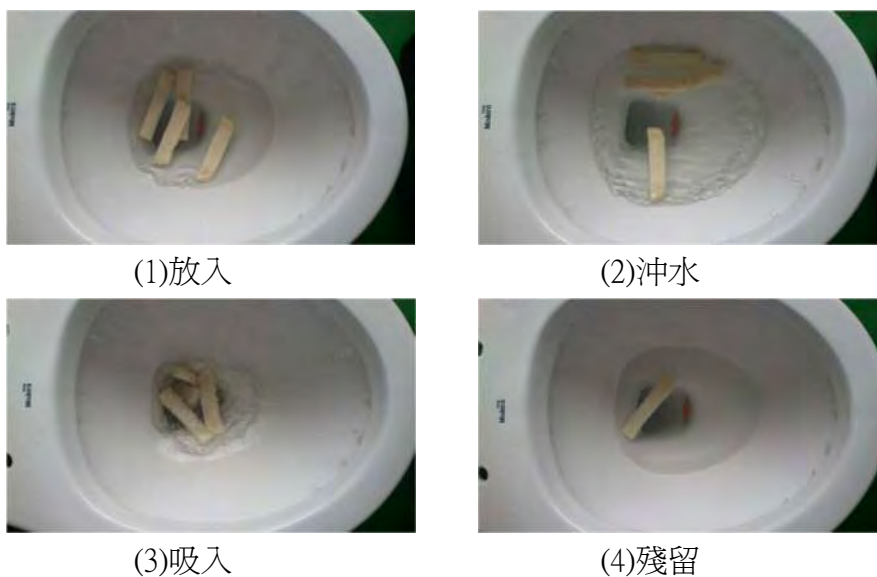


圖 23(A)傳統兩段式沖水過程

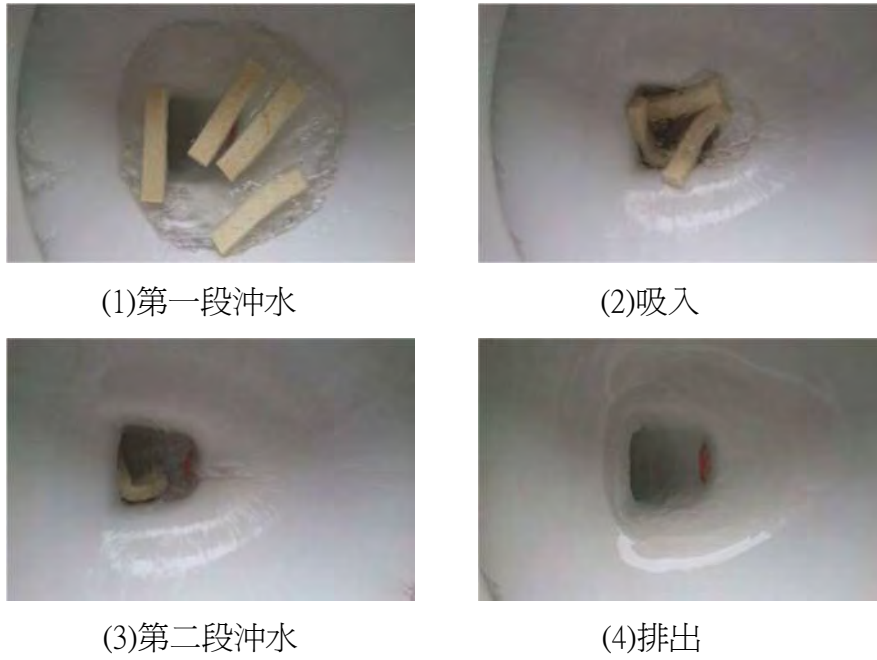


圖 23(B)馬桶救星沖水過程

表 6. 對照組(傳統二段式)：水量與殘留關係表(含水低吐司一片，切四塊)

水箱水位(公分)	排出水量(L)	殘留情形
19	6.7	2卡2出
20	6.9	1殘1卡2出
21	7.7	全出
21	7.5	2卡2出
22	8.0	全出
22	8.2	全出

表 7. 實驗組(馬桶救星)：水量與殘留關係表(含水低吐司一片，切成四塊)

第一段沖水	間斷時間	第二次沖水	排出水量(L)	殘留情形
22	34	10	7.2	全出
22	34	10	7.0	全出
22	35	10	6.8	2殘2出
22	36	10	6.9	2殘2出
22	34	8	6.7	全出
22	34	8	6.8	全出
22	34	6	6.5	全出
22	34	6	6.6	全出
22	34	4	6.4	1卡3出

實驗組(馬桶救星)比對照組(傳統二段式)省了 1.2L 水量

表 8. 對照組(傳統二段式)：水量與殘留關係表(含水高吐司一片，切四塊)

水箱水位(公分)	排出水量(L)	殘留情形
19	6.9	2 卡 2 出
20	7	2 卡 2 出
21	7.3	全出
21	7.3	全出

表 9. 實驗組(馬桶救星)：水量與殘留關係表(含水高吐司一片，切成四塊)

第一段沖水	間斷時間	第二次沖水	排出水量(L)	殘留情形
22	34	10	7.2	全出
22	34	10	7.0	全出
22	35	10	6.8	2 殘 2 出
22	36	10	6.9	2 殘 2 出
22	34	8	6.7	1 殘 3 出

實驗組(馬桶救星)比對照組(傳統二段式)省了 0.3L 水量

表 10.對照組(傳統二段式)：水量與殘留關係表(含水低吐司一片，切 16 塊)

水箱水位(公分)	排出水量(L)	殘留情形
20	8.0	4 殘 1 卡 11 出
21	8.4	2 殘 14 出
22	8.7	1 殘 1 卡 14 出
23	9.1	1 卡 15 出
24	9.3	全出
24	9.4	全出

表 11. 實驗組(馬桶救星)：水量與殘留關係表(含水低吐司一片，切 16 塊)

第一段沖水	間斷時間	第二次沖水	排出水量(L)	殘留情形
22	34	10	7.4	全出
22	34	10	7.5	全出
22	35	10	7.3	2 殘 14 出
22	36	10	7.3	2 殘 2 卡 12 出
22	34	8	6.6	3 殘 13 出

實驗組(馬桶救星)比對照組(傳統二段式)省了 1.9L 水量

表 12.對照組(傳統二段式)：水量與殘留關係表(含水高吐司一片，切 16 塊)

水箱水位(公分)	排出水量(L)	殘留情形
20	7.9	2 殘 14 出
21	8	2 殘 14 出
22	8.2	1 殘 15 出
23	8.8	全出
23	8.7	全出

表 13.實驗組(馬桶救星)：水量與殘留關係表(含水高吐司一片，切成 16 塊)

第一段沖水	間斷時間	第二次沖水	排出水量(L)	殘留情形
22	32	10	6.8	2 卡 14 出
22	34	10	6.8	全出
22	34	10	6.9	全出
22	35	10	6.8	1 殘 15 出
22	36	10	6.9	全出
22	34	8	6.4	2 殘 14 出

實驗組(馬桶救星)比對照組(傳統二段式)省了 1.9L 水量

### (三)拉肚子實驗

使用切碎好的大饅頭模擬正常糞物，藉以了解水量與糞物殘留量的關係，沖水過程如圖 24

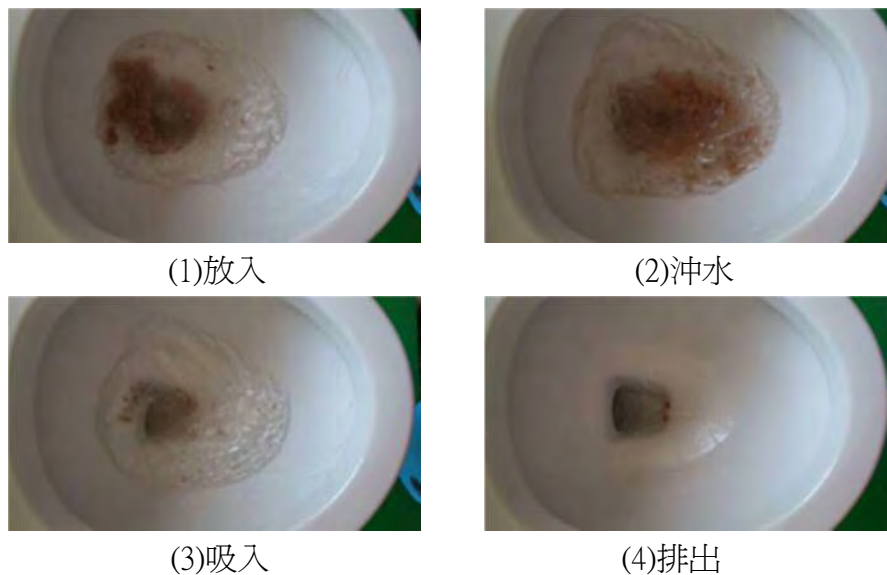


圖 24 拉肚子沖水過程

使用切割好的饅頭(切碎)半乾半濕小塊模擬拉肚子，分別置入對照組與實驗組的馬桶，以不同水量沖水，藉以了解水量與吐司殘留量的關係，實驗數據如下：

表 14.對照組(傳統二段式)：水量與殘留關係表(饅頭(切碎)半乾半濕)

水箱水位(公分)	排水水位(L)	成功/失敗
21	8	失敗
22	8.2	失敗
23	8.4	失敗
24	8.2	失敗
25	9.2	失敗

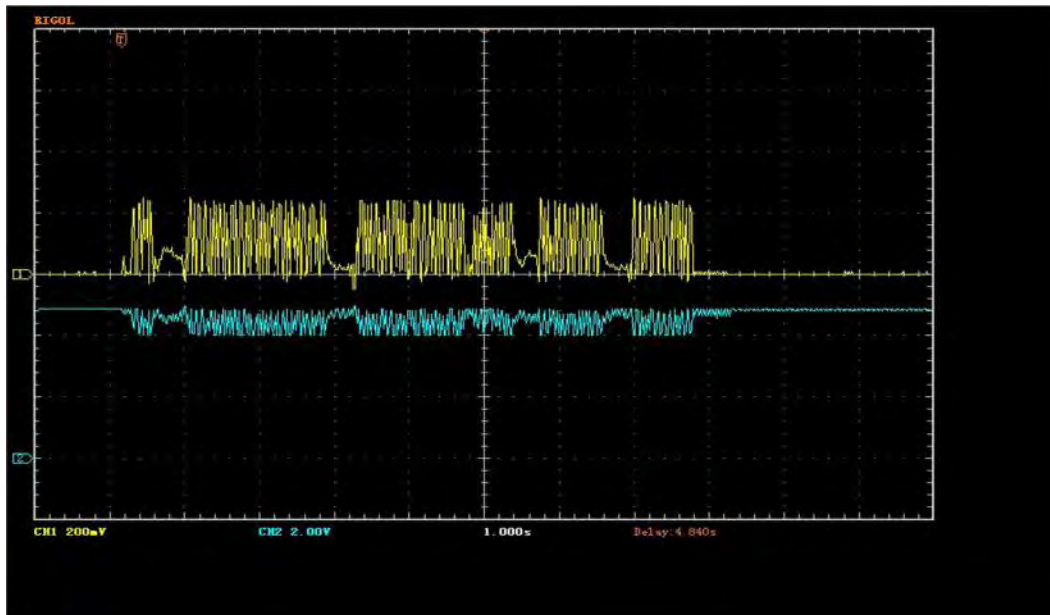
表 15.實驗組(馬桶救星)：水量與殘留關係表(饅頭(切碎)半乾半濕)

第一段沖水	間斷時間	第二次沖水	排出水量(L)	成功/失敗
27	28	14	7.5	失敗
28	32	14	7.4	成功
28	32	14	7.5	成功
28	34	14	8	失敗
28	30	14	7.6	成功
28	30	14	7.6	成功

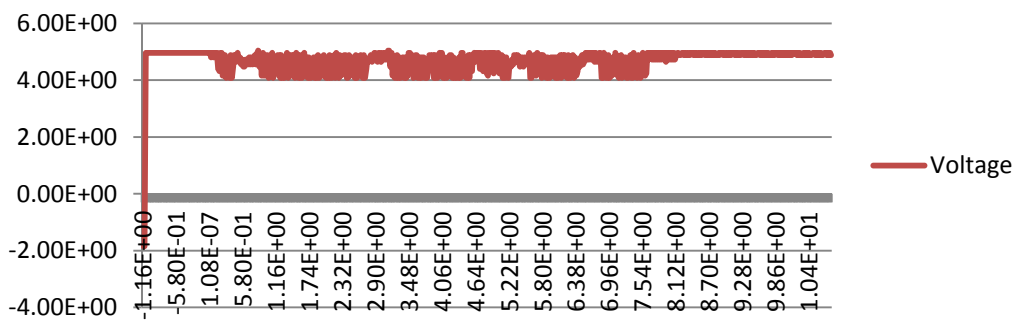
實驗組(馬桶救星)比對照組(傳統二段式)省了 1.8L 以上水量

## 五、 電池耗電實驗

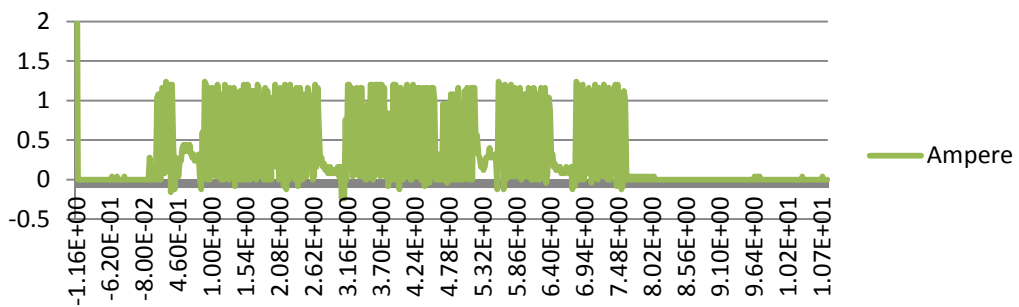
若是為了省水而費電並不環保，所以我們設計休眠電路，在未操作馬桶救星時，本創作以不耗電狀態待機，為了瞭解耗電情形，使用示波器檢測主控單元電池的輸出電壓與電流，檢測波形如下圖，再取波形數據，經  $W(t) = V(t) * I(t) * \Delta t$  計算，再以  $\int$  ( ) 計算每按一次沖水所需電力。



### 電壓



### 電流



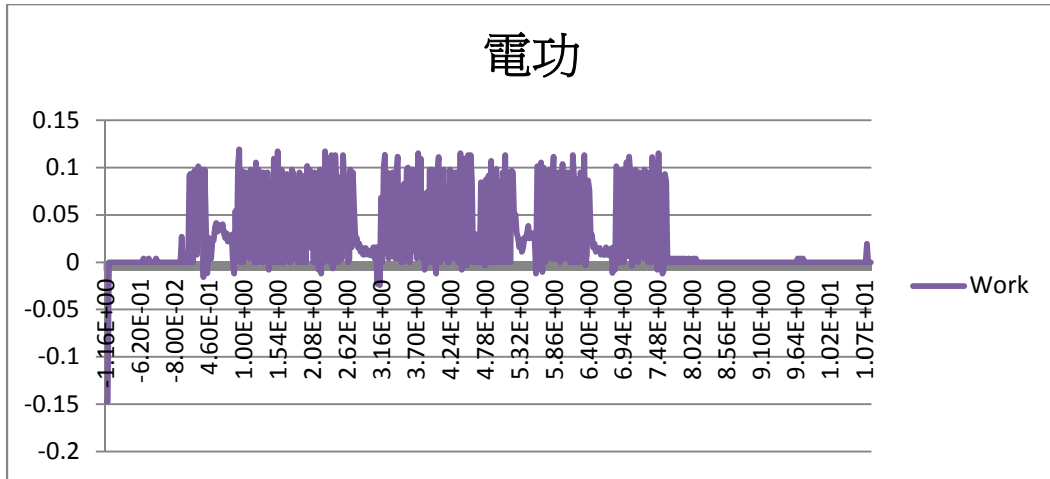


圖 25 電力供應波形與電功輸出波形

由圖 25 不難發現只有在沖水作用時才會消耗電功，其他時間完全不消耗電功，故估算電池的電能可驅動馬桶救星沖水的次數為

$$\text{驅動沖水的次數} = \frac{\text{提供的電能}}{\text{按一次小號所需電功}}$$

表 16.電力換算表

按一次小號所需電功	15.938112	
單顆充電電池電能(J)	14580	
	電功(焦耳)	驅動沖水的次數
3 號充電電池*4	58320	3659.153606
1 度電	3600000	225873.6794



## 柒、 研究結果與討論

我們使用省水率的公式定義：

$$\text{省水率} = \frac{\text{無裝置水量}-\text{有裝置水量}}{\text{有裝置水量}} \times 100\%$$

在小便沖水的改善上，可依據表 2、表 3 可發現，在少量尿液的沖水，隨著水量的多寡與汙水率成反比變化，在完全換水的情狀況下，本創作優於傳統二段式達到 21.5%。依據表 4、表 5 可發現，在大量尿液的沖水，本創作也優於傳統二段式達到 18.1%。

在大便沖水的改善上，可依據表 6、表 7 可發現，在比重較輕的排泄物沖水中，水量的多寡與沖出排泄物非完全成正比變化，可見浮在水面上的排泄物被吸入排水口有機率的問題，本創作大大提升排泄物被吸入排水口的機率，在完全換水的情況下，本創作優於傳統二段式達到 18.4%。依據表 8、表 9 可發現，在比重較重的排泄物的沖水中，本創作也優於傳統二段式達到 4.2%。依據表 10、表 11 可發現，在體積較小的排泄物沖水中，本創作也優於傳統二段式達到 25.6%。依據表 12、表 13 可發現，在體積較小的排泄物沖水中，本創作也優於傳統二段式達到 27.9%。依據表 14、表 15 可發現，在拉肚子的排泄物的沖水中，本創作優於傳統二段式達到大於 24.3%。本創作在各式排泄物的沖水效能皆優於傳統兩段式，更別說是傳統一段式。

依以上實驗結果，本創作能在各種排泄物的清潔都能明顯改善，使廁所不再產生臭味，又能節約用水以少量的水沖乾淨馬桶的排泄物，達成節水又不損家庭衛生與生活品質目標，有不錯的貢獻。

## 捌、 結論

馬桶是家庭用水中用水大宗，更是家庭衛生與生活品質的重點地區，無論何種理由，馬桶沖水不可少，因此希望能以較少的水達成清潔馬桶的目標，目前有兩大發展，一是改善馬桶與管道的結構但費時費錢不易實行，二是使用省水裝置但有沖不乾淨的狀況，要無痛改善馬桶的一切問題，便是使用馬桶救星。

在「生態廁所新趨勢－廁所節水與污染處置技術」中表示，每人平均一天小便 6 次大號 1 次，一天平均沖水 7 次，約占台灣人均生活用水量的 20%，本創作平均一次小便至少可省 1 公升，平均一次大便至少可省 2 公升，來計算沒薦全台可省水， $(1*6+2*1)*365$  天\*台灣人口總數 23,315,822 人 = 6808 萬立方公尺 > **兩個多寶山第二水庫的水量**，省水效能實為可觀。

根據實驗結果，本創作除了省水之外，本創作的汗水殘留幾乎等於零，可見對馬桶的潔淨效果極佳。本創作為附加馬桶的設備，只需幾個簡單步驟便能更換，沖水不良的馬桶立即改善，換裝極為容易，故本創作能提升使用者更換意願。本創作不需花費大量的資金與工程又能以較少的水達成清潔馬桶，操作便利更能依照馬桶狀態調整最佳沖水，讓馬桶永保沖水順暢，便是馬桶問題的最佳解決方案。

## 玖、 參考資料

- 一、武嘉仁，2003，永續衛生設備，永續產業發展月刊第 10 期，第 55-66 頁。
- 二、陳國帝、陳明德、陳文卿，2005，「生態廁所新趨勢-廁所節水與污染處置技術」，節水季刊第 45 期，第 41 頁-45 頁。
- 三、水利署長楊偉甫，台灣地區水資源利用現況與未來發展問題報告書。
- 四、工研院能資所節水團節水績優研究員王先登，馬桶省水面面觀。

## 【評語】 040816

1. 本作品提高馬桶功能，使用兩段式落水沖水，達到沖淨與省水的目的。作品詳盡，報告完備，值得鼓勵。
2. 本作品若能針對兩段式沖水的機制與控制及其成效之原理所在，進行更細部的敘述與改善，可讀性將更高。