

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

082907

我把一段式馬桶變聰明了～改裝成任意控制無
段式坐式省水馬桶

學校名稱：臺北市中正區東門國民小學

作者： 小六 崔耀元	指導老師： 吳函芸 蔡惠琪
---------------	---------------------

關鍵詞：一段式馬桶、任意省水控制、硬質塑膠吸管

摘要

日常生活中，每日用水量最大宗的是如廁的沖水，在調查完得知本校六年級同學家中有兩段式省水馬桶的比例只有 36.8%之後，發現**改裝一段式沖水馬桶**來省水，是很有意義的努力方向！

先研究一段式馬桶水箱的工作原理，再去大賣場衛浴專區收集並分析市面上各種馬桶省水方法的優缺點，進而研發出可**任意控制無段式馬桶**沖水量的改裝方法，是運用在鏈繩外面**套支 8mm 硬質塑膠吸管**，傳遞手指反推啟動桿的壓力可直達排水閥，就能讓無段式馬桶水箱達到隨心所欲的沖水境界！

整套的二段式省水馬桶是最省水的！然而，超過半數全國民眾家中仍在**使用一段式馬桶**的情況下，若能推廣改裝成**任意控制無段式坐式省水馬桶**沖水量的方法是有價值的、省錢、省時、耐用、好改裝！

壹、前言

前言分研究動機、研究目的、文獻回顧三方面進行詳細說明。

一、研究動機

台灣雖然四面環海，但仍然缺乏淡水資源，110年四月中旬，主要水庫除翡翠水庫外，有效蓄水量均不足一半，為1947年以來最嚴重乾旱，又被稱作「百年大旱」，期間不只日月潭乾涸見底九蛙裸露，許多水庫甚至變成草原，導致各地區進入不同程度的減壓供水、限水、停耕、歇業等狀況。

想說省水要從自己生活中開始做起，為了讓水資源能夠更加有效利用，所以選定大家每天都要用的馬桶水箱進行研究。

首先必須有效解決一段式馬桶水箱所浪費的龐大水資源，查一下賣場，二段式省水馬桶價格二千多到上萬元不等，幾百元的省水套件安裝又不親民，這無疑是對想為環保盡份心力的我們潑了盆冷水，看到姐姐以前生活與科技課本中講到居家供水與排水單元中，提及環境教育及推廣節約用水，於是就和爸爸著手進行一段式馬桶省水改裝計畫。

使用吸管的動機

當時看著水箱的結構，心中想著如何能夠隨時將水停止排出，想必那關鍵就在**止擋浮蓋**！要把**排水閥**壓下來，必須要是支**硬的桿件**，一開始想用免洗筷，但是兩端的連接是個大問題，後來口渴走到客廳喝早餐的豆漿，突然靈機一動，一口氣把豆漿吸完，把**硬吸管**抽出用水沖乾淨就拿去改裝了！沒想到最棒的材料就在手邊，**解開鏈繩套入硬吸管**，再將**鏈繩**扣回，就能用回拉**啟動桿**將**排水閥**壓下！



圖 1-1 日月潭見底九蛙裸露
資料來源：日月潭國家風景區解說牌和網站等。

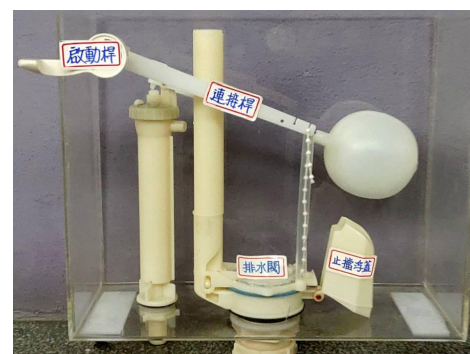


圖 1-2 馬桶水箱的止擋浮蓋

二、研究目的

用日常生活中隨手可得的工具及材料，將家中老舊一段式馬桶水箱進行改裝，期盼能達到新型二段式、甚至能依據需求來控制沖水量的智慧型水箱。於是，和爸爸討論了。

四項探究活動：

- (一) 統計二段式馬桶普及情況，分析一段式馬桶浪費的自來水水量。
- (二) 分析市面上各種馬桶省水設備的優缺點。
- (三) 研究一段式馬桶的水箱構造及改裝成任意控制無段式省水馬桶水箱。
- (四) 研究市面常見硬質吸管改裝應用耐久性測試。



圖 1-3 查賣場省水馬桶價格

三、文獻回顧

(一) 表 1-1 家庭節約用水 SCD

家庭省水 SCD	
做 法	說 明
省水 S (save)	養成良好用水習慣，使用省水設備或加裝省水配件，輕鬆節水。 <ol style="list-style-type: none">1. 使用省水蓮蓬頭淋浴代替浴盆。2. 廚房及浴室水龍頭改用省水龍頭或加裝起泡器。3. 採用獲省水標章的洗衣機。4. 使用省水馬桶沖水。5. 掃除、洗車時，應以擦拭代替直接用自來水沖洗。
查漏 C (Check)	定期檢查用水器材如馬桶及水龍頭是否漏水等，減少漏水。 <ol style="list-style-type: none">1. 馬桶若每分鐘微漏 50c.c.，每天會漏水 72 公升。2. 使用馬桶水箱測漏專用試劑檢漏，約等待 5 分鐘後，觀察馬桶便槽內的水有無染色或變色，若馬桶水箱沒漏水，便槽內的水就呈現透明；若有漏水，便槽內的水將會變色。3. 將進水角閥關閉，等待 5 分鐘後，觀察、量測馬桶水箱水位高度是否下降。(每下降 1 公分約漏水 700 c.c.)

做回收 D (Do)	<p>動手勤做回收，減少用水量。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 回收除濕機、冷氣機的冷凝水、逆滲透飲水機的排放水等，都可回收用於擦地板及清洗。 2. 雨水收集利用可作為澆灌使用。 3. 生活雜排水如洗米水、洗碗水、洗衣水、洗澡水等回收利用可收集起來作為沖馬桶使用。□
---------------	---

資料來源：經濟部水利署節水紀實編輯室（2021 年 12 月 15 日）。聰明節水。節水紀實，33，20-21。等

(二) 表 1-2 省水標章馬桶沖水量規格標準演進

省水標章馬桶沖水量規格標準演進大事紀要	
日 期	事 件
87 年 01 月 19 日	規範一段式省水馬桶「每次沖水量須在 9 公升以下(含)」，兩段式省水馬桶「每次沖水量大號須在 9 公升以下 (含)，小號須在 4.5 公升以下 (含)」。
90 年 08 月 21 日	一段式省水馬桶沖水量由 9 公升降為 6 公升，兩段式省水馬桶則維持大號 9 公升以下 (含)，小號 4.5 公升以下 (含)。
92 年 12 月 12 日	兩段式省水馬桶沖水量，每次沖水量大號須在 6 公升以下 (含)，小號須在 3 公升以下 (含)。
103 年 03 月 28 日	<p>「一段式省水馬桶」及「兩段式省水馬桶」依耗水量分為「金級」及「普級」兩類。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 一段式省水馬桶：金級每次沖水量須在 4.8 公升以下，普級每次沖水量須在 6 公升以下。 2. 兩段式省水馬桶：金級大號須在 4.8 公升以下，小號 3 公升以下，普級大號須在 6 公升以下，小號 3 公升以下。

資料來源：工研院的李俊德，徐朮（2018 年 08 月 15 日）。省水標章發展現況與展望。節水紀實，23，12-15。

(三) 民國 109 年每人每日馬桶沖廁用水量

根據經濟部水利署 109 年度自來水用水統計資料顯示，109 年全國自來水生活用水量為 2,363 百萬 立方公尺，換算平均每人每日生活用水量達 289 公升，民國 109 年每人每日平均自來水生活用水量為 289 公升。

(行政院主計總處綜合統計處,2021)

109 年平均每人每日生活用水量(自來水生活售水量，包含非家庭用水)為 289 公升，家庭用水以 70%計算，則家庭每人每日用水量約為 202 公升。(家庭用水)

民國109年平均每人每日生活用水量 (289公升)

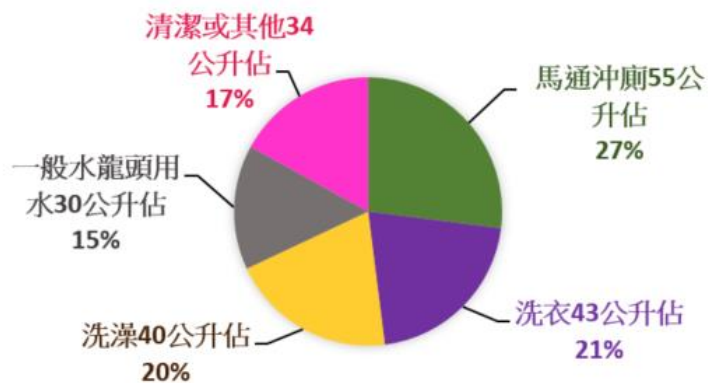


圖 1-4 民國 109 年每人每日平均自來水生活用水量

家庭用水比重

109 年家庭每人每日用水量約為 202 公升，主要用途別比例由高而低依序為，馬桶沖廁約為 55 公升佔 27%、洗衣約為 43 公升佔 21%、洗澡約為 40 公升佔 20%、清潔或與其他用途約為 34 公升佔 17%，一般水龍頭用水約為 30 公升佔 15%

民國109年平均每人每日生活用水量中的家庭用水 (202公升)



。(家庭用水比重來自經濟部水利署，2007) 圖 1-5 民國 109 年每人每日自來水家庭用水量

109 年每人每日馬桶沖廁用水量平均約為 55 公升，如何能降低每人每日馬桶沖廁用水量？就是本研究所努力的方向。

(四) 運用浮力、槓桿和軸壓桿件等原理

浮力原理

物體在水中所受浮力，等於物體在水中所排開的水的重量，因為水受物體向下壓力水往上推回！將物體放進水中,物體所排開水的體積 = 物體在水內的體積=所受水的浮力

資料來源：李品慧、洪連輝（2009 年 06 月 26 日）。浮力 〈Buoyancy〉。科學 online

槓桿原理

當槓桿保持靜止平衡狀態時，其所受順時鐘方向的力矩與逆時鐘方向的力矩大小相等，作用在槓桿上的各力矩總和為零，這種現象稱為槓桿原理。(教育百科。槓桿原理)

軸壓桿件原理 (axially loaded bar 軸向加載桿)

原本馬桶水箱內的鏈條只能承受張力(拉力)，加上硬質吸管就能承受推力(壓力)，將手反拉的力量，借由啟動桿傳至連接桿，再經硬質吸管傳遞推力向下，讓排水閥滑離止擋浮蓋，而將排水閥壓下關閉排水孔，停止水流出。(圖 1-2，一點新知、中文百科 拉壓桿)

貳、研究設備及器材

水桶兩個、500 毫升燒杯一個、二公升寶特瓶一個、奇異筆一支、色鉛筆一支、透明馬桶水箱教具一個、8mm PP 硬質塑膠吸管一支、螺絲起子一支、剪刀一把……。




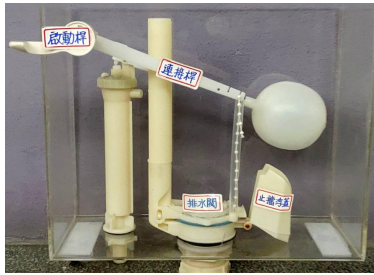





				
水桶	500 毫升燒杯	二公升寶特瓶	透明馬桶水箱教具	
				
8mm PP 硬質塑膠吸管	螺絲起子	剪刀(吸管太長時用)	奇異筆	色鉛筆

圖 2-1 實驗設備

實驗時，讓水重複循環使用的設備。避免因測試而浪費水資源。




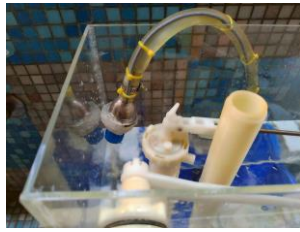
			
抽水馬達加水路回抽總成		加水循環系統的全景圖	排入水箱端

圖 2-2 自動水循環利用系統

參、研究過程和方法

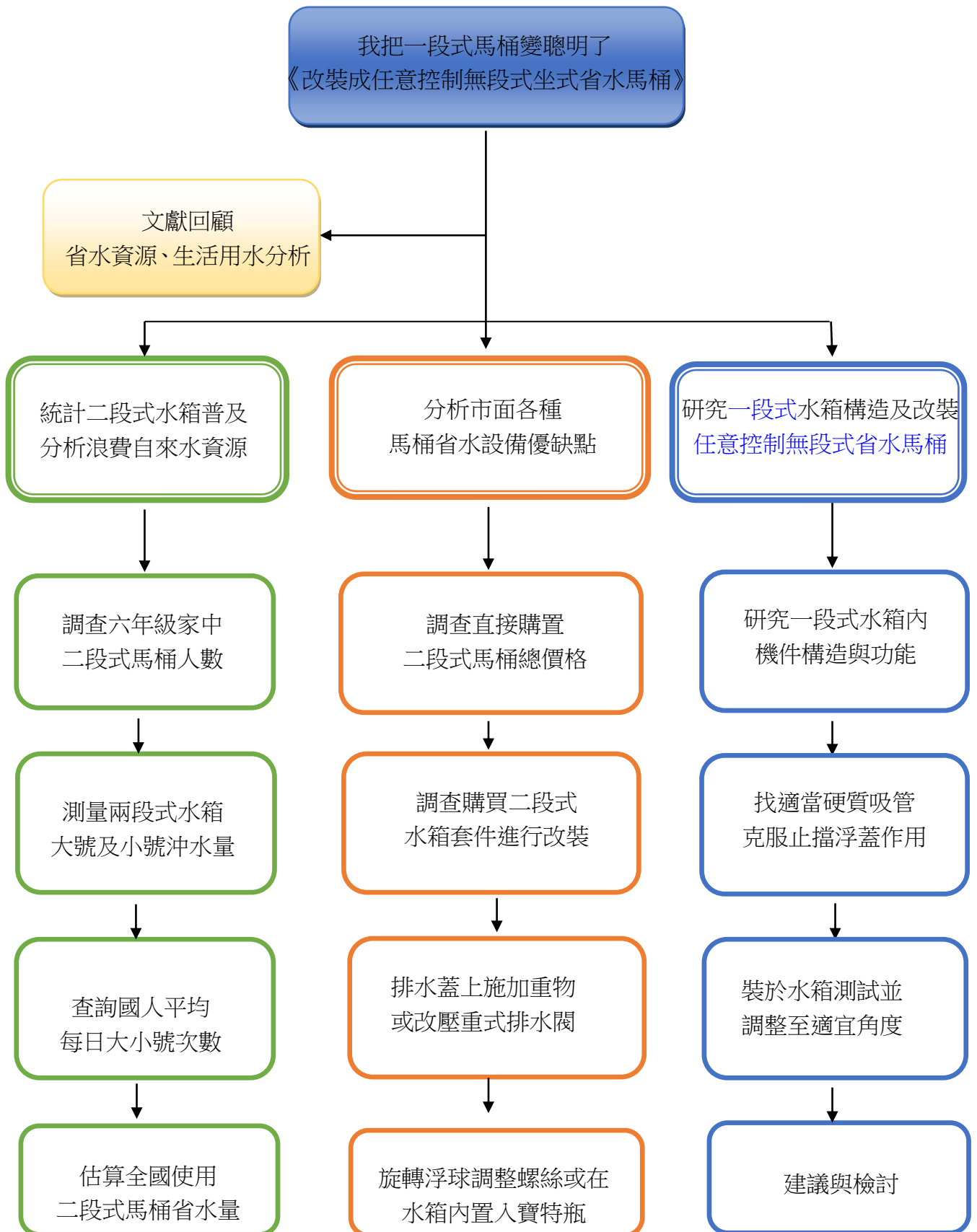


圖 3-1 研究架構流程圖

一段式坐式馬桶水箱的運作原理

當我們向下扳動**啟動桿**、往下壓，所施的力沿著**連接桿**傳遞到鏈條連接的**排水閥**，將排水閥活塞拉離排水孔，水就從排水孔離開。

當水箱內的水位高於 5.3 公分，水的浮力才能讓中空的**止擋浮蓋**向前傾、向左旋轉到能卡住排水閥的位置，讓**止擋浮蓋**卡住排水閥！

當水箱內的水位低於 4.3 公分，水的浮力不能讓中空的**止擋浮蓋**向前傾、向左旋轉到能卡住排水閥的位置，**止擋浮蓋**就會往沒水時的位置回去、向右旋轉。

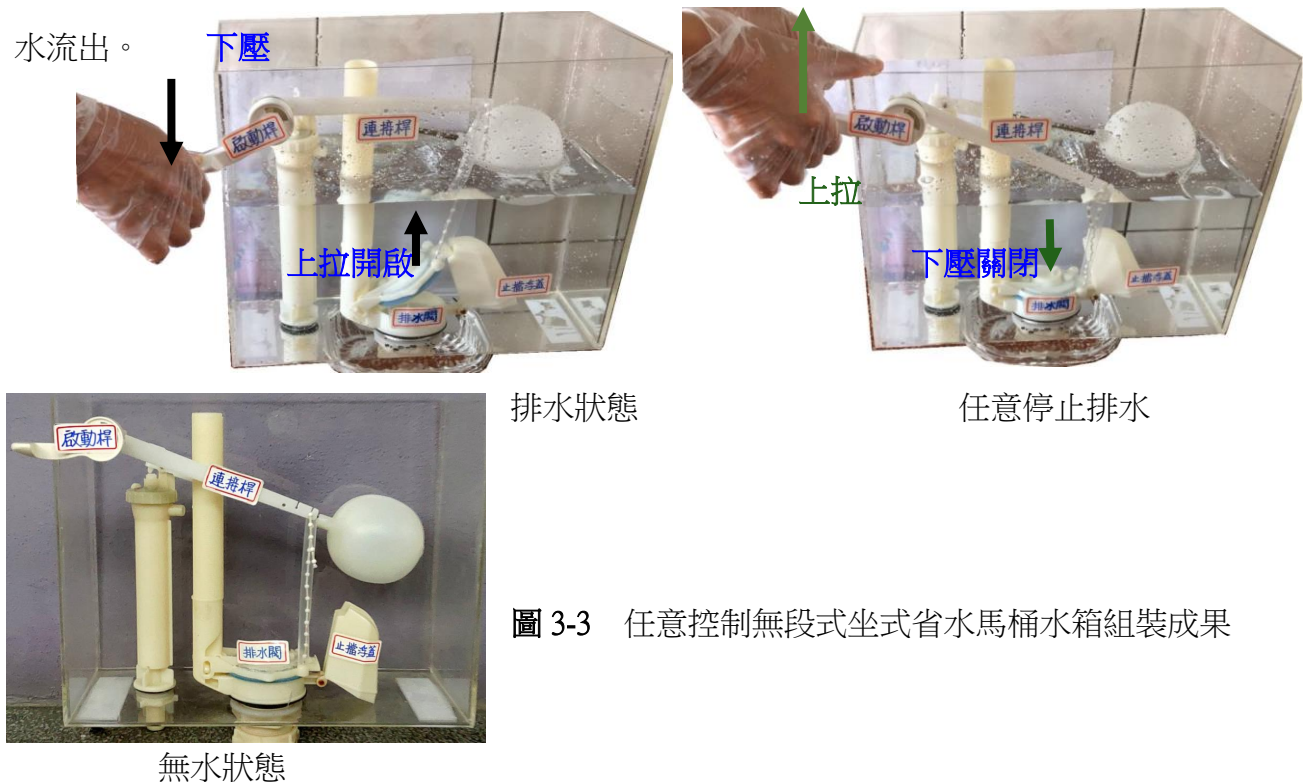


圖 3-2 卡住和沒被卡住的止擋浮蓋位置

任意控制無段式坐式省水馬桶水箱的運作原理

想任意停止水流出，要將**啟動桿**回拉，並必須要用支硬的桿件，回拉**啟動桿**才能將排水閥壓下，透過硬質吸管傳遞的推力將**排水閥**水塞壓回去排水孔而瞬間停止沖水。

也就是所施的拉力沿著**連接桿**傳遞到鏈條套入的硬質吸管，藉由硬質吸管施加壓力在排水閥上，把排水閥直接壓下、滑離卡在**止擋浮蓋**的位置，排水閥就能向下蓋住排水孔，停止水流出。



排水狀態

任意停止排水

圖 3-3 任意控制無段式坐式省水馬桶水箱組裝成果

實驗 1：統計二段式水箱普及情況並分析一段式馬桶浪費的自來水資源。



圖 3-4 準備：用 500ml 燒杯做基準，將 2L 寶特瓶瓶身上做容量刻度計號
先計算家中馬桶的沖水量，小號大號分別測量：(實驗步驟如下頁圖)

(圖 01)已確認家中馬桶是符合省水標章 87-02-012-021 號二段式馬桶。

(圖 02)先將水箱進水螺栓順時針旋緊到底，截斷水箱補水。

(圖 03)過程中需記住旋轉圈數(2 圈半)以便復原。

(圖 04)將水箱蓋取下，露出水箱內部結構，水箱蓋為易碎陶瓷材質，務必平穩置妥。

(圖 05)先在水箱補滿水液面用色鉛筆做液面高度記號。

(圖 06)啟動小號沖水開關，馬桶開始沖水，水面開始下降，直至沖畢，液面停止下降。

(圖 07)用色鉛筆做小號沖畢液面記號。

(圖 08)開始用 2 公升寶特瓶往水箱內補水，補了一瓶仍然不足。

(圖 09)將空寶特瓶補滿水，再一次往水箱內補水，期間緩慢倒入避免噴濺出來。

(圖 10)持續補水，水位上升到滿水位液面即停止。

(圖 11)查看寶特瓶內剩餘水量，約 1 公升，故補水量為 2 公升+1 公升=3 公升。(小號沖水量)

(圖 12)再做大號沖水量量測，啟動大號沖水開關，馬桶開始沖水。

(圖 13)液面持續下降，待沖水停止後液面也停止，用色鉛筆做大號沖畢液面記號。

(圖 14)開始用 2 公升寶特瓶補水，補了一瓶仍然不足，再補第二瓶。

(圖 15)還是不夠，再繼續裝水補第三瓶。

(圖 16)第三瓶倒完，液面正好補到小號沖水液面記號，所以大號的沖水量為

$(2 \text{ 公升} \times 3) + 3 \text{ 公升} = 9 \text{ 公升}$ 。

(圖 17)將水箱進水螺栓順時針旋轉 (2 圈半) 回到原本位置。

(圖 18)確認水箱已回復正常補水，待其液面補到滿水液面後，將水箱蓋妥善蓋回。

◎先計算家中馬桶的沖水量

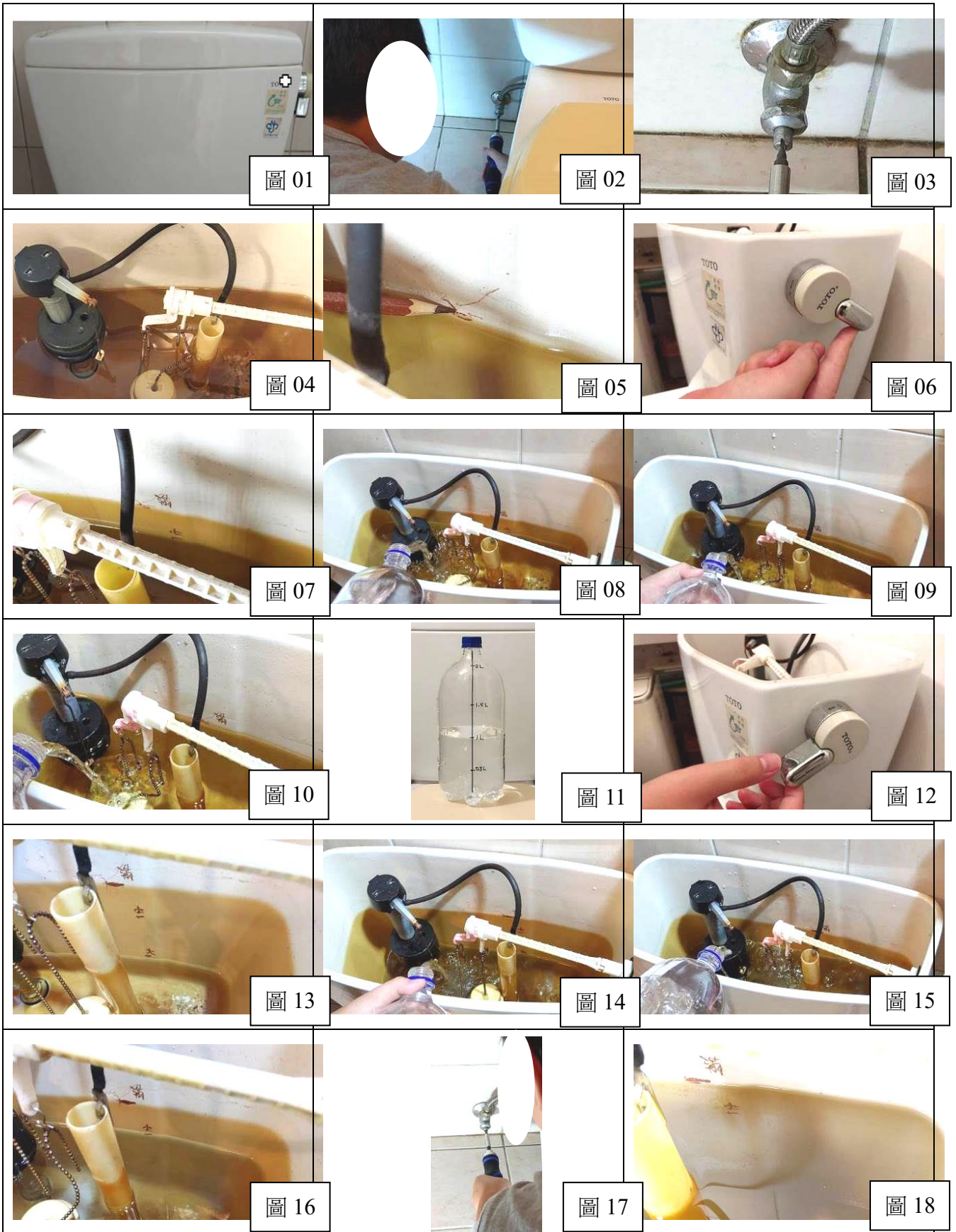


圖 3-5 計算家中馬桶的沖水量

現況調查與分析

首先，調查六年級同學家中有多少人用兩段式馬桶，於是做了一份問卷，在 110 年 10 月 4 日當天到 11 個班級麻煩導師幫作者調查，統計的結果如下表：

表 3-1 每班六年級同學家中使用兩段式馬桶的人數

六年級班級	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	合計
兩段式人數	10	12	15	15	04	06	10	09	05	11	11	108
全班總人數	28	27	28	27	24	27	25	24	27	28	28	293

原始統計表如下：

老師您好，我是○年○班○○○，因為製作科展《無段控制式馬桶省水改裝》需要調查六年級同學家中有使用兩段式馬桶的人數，想請您協助，謝謝老師！

班 級	601
使用兩段式馬桶人數 / 全班總人數	10 人 / 28 人

老師您好，我是○年○班○○○，因為製作科展《無段控制式馬桶省水改裝》需要調查六年級同學家中有使用兩段式馬桶的人數，想請您協助，謝謝老師！

班 級	602
使用兩段式馬桶人數 / 全班總人數	12 人 / 27 人

老師您好，我是○年○班○○○，因為製作科展《無段控制式馬桶省水改裝》需要調查六年級同學家中有使用兩段式馬桶的人數，想請您協助，謝謝老師！

班 級	603
使用兩段式馬桶人數 / 全班總人數	15 人 / 28 人

老師您好，我是○年○班○○○，因為製作科展《無段控制式馬桶省水改裝》需要調查六年級同學家中有使用兩段式馬桶的人數，想請您協助，謝謝老師！

班 級	604
使用兩段式馬桶人數 / 全班總人數	27 人 / 15 人

老師您好，我是○年○班○○○，因為製作科展《無段控制式馬桶省水改裝》需要調查六年級同學家中有使用兩段式馬桶的人數，想請您協助，謝謝老師！

班 級	605
使用兩段式馬桶人數 / 全班總人數	4 人 / 24 人

老師您好，我是○年○班○○○，因為製作科展《無段控制式馬桶省水改裝》需要調查六年級同學家中有使用兩段式馬桶的人數，想請您協助，謝謝老師！

班 級	606
使用兩段式馬桶人數 / 全班總人數	6 人 / 27 人

老師您好，我是○年○班○○○，因為製作科展《無段控制式馬桶省水改裝》需要調查六年級同學家中有使用兩段式馬桶的人數，想請您協助，謝謝老師！

班 級	607
使用兩段式馬桶人數 / 全班總人數	10 人 / 25 人

老師您好，我是○年○班○○○，因為製作科展《無段控制式馬桶省水改裝》需要調查六年級同學家中有使用兩段式馬桶的人數，想請您協助，謝謝老師！

班 級	608
使用兩段式馬桶人數 / 全班總人數	9 人 / 24 人

老師您好，我是○年○班○○○，因為製作科展《無段控制式馬桶省水改裝》需要調查六年級同學家中有使用兩段式馬桶的人數，想請您協助，謝謝老師！

班 級	609
使用兩段式馬桶人數 / 全班總人數	5 人 / 27 人

老師您好，我是○年○班○○○，因為製作科展《無段控制式馬桶省水改裝》需要調查六年級同學家中有使用兩段式馬桶的人數，想請您協助，謝謝老師！

班 級	610
使用兩段式馬桶人數 / 全班總人數	11 人 / 28 人

老師您好，我是○年○班○○○，因為製作科展《無段控制式馬桶省水改裝》需要調查六年級同學家中有使用兩段式馬桶的人數，想請您協助，謝謝老師！

班 級	611
使用兩段式馬桶人數 / 全班總人數	11 人 / 28 人

我們學校六年級有 293 名學生，家中有兩段式馬桶的有 108 人，約佔 36.8 %。

根據 Heho 健康網統計，每人每天上廁所次數平均為小號 5-7 次、大號 1-2 次。

取每人每天上廁所次數為小號 7 次、大號 1 次，依作者家 87 年製二段式省水馬桶的沖水量小號 3 公升，大號 9 公升來計算平均每人每日每年使用馬桶的沖水量。結果如下表 3-2：

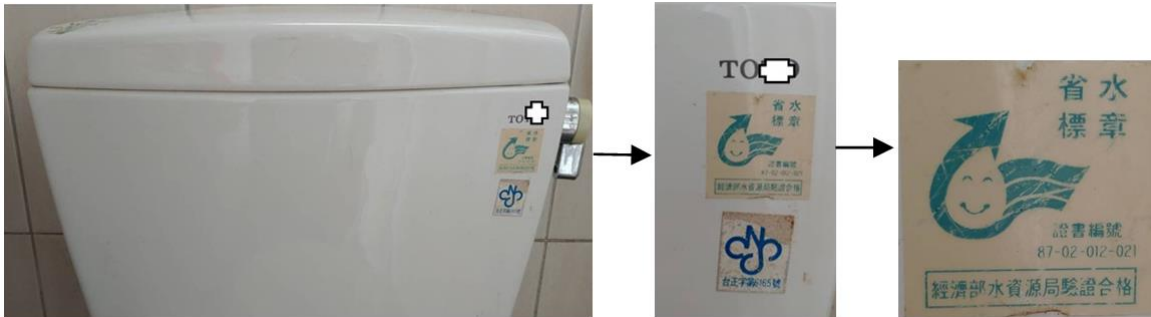


圖 3-6 作者家二段式馬桶 87 年製

表 3-2 根據作者家中馬桶的沖水量計算每人每天每年用水量

依作者家中馬桶的沖水量計算	平均每人每次用水量(小號)	平均每人每次用水量(大號)	每人每天用水量(小 7+大 1)	每人每年用水量(365 天)
一段式馬桶	9 公升	9 公升	72 公升	26280 公升
二段式馬桶	3 公升	9 公升	30 公升	10950 公升

若用二段式馬桶，每人每年可省下 15330(=365 x42)公升的水。另外，依據內政部戶政司公告戶籍登記資料，截至 110 年 8 月底止，人口數為 23451837 人，如果依照本校六年級同學家中二段式馬桶所佔比例 36.8 %用擴分來看，全台約有 63.2%，也就是 14821561 人每年因為一段式馬桶而浪費掉的水足足有 227214530130 公升(=14821561x365 x42)，也就是說浪費了約 2.27 億度的水，約接近二座滿水位的日月潭水庫(有效容量 12806 萬立方公尺=1.2806 億度)。

台灣自來水公司 111 年 1 月 21 日四段水費第一段 7.35+第二段 9.45+第三段 11.55+第四段 12.075 合計平均為每度（1000 公升）水費是 10.10625 元。如果以平均水價每度十元來算，每年光是因為一段式馬桶沖水而浪費掉的 2.27 億度水就要多付約 22 億 7 千萬元水費！這金額太驚人了！非得想想辦法才好！



浪費掉接近 2 座滿水位日月潭水庫的乾淨自來水

圖 3-7 滿水位日月潭水庫

實驗 2：分析市面各種馬桶省水設備優缺點。

市面上馬桶省水方式大約分三大類：二段式、無段式、以及降低儲水量來達到目的。

◎ 二段式省水馬桶

表 3-3 二段式省水馬桶的省水方式

省 水 類 別	省 水 方 式	備 註
二段式省水馬桶	<p>購買有省水標章之二段式省水馬桶水箱整組更換。查詢價位從 2300 NTD ~72000 NTD</p> 	<p>需找水電技師進行修繕，價格不親民。</p>
	<p>購買二段式省水套件〔泡棉浮片式及單體上壓式落水座〕更換。查詢價位從 99 NTD ~ 1300 NTD</p>  	<p>需要將水箱水放掉後進行更換，操作不便還需擔心規格不符無法使用。</p>

◎ 無段式省水馬桶

表 3-4 無段式省水馬桶的省水方式

省 水 類 別	省 水 方 式	備 註
無段式省水馬桶	<p>舊式馬桶可以取下水箱底層的扁圓形的球墊或浮蓋，取下後在沖水時無固定作用而可依放開把手時間自行控制水量。</p>	<p>拆卸箱底零件不方便施工，且排水閥是靠排水吸力關上，易造成衝擊震動。</p>
	<p>可到五金店買一疊大墊片或有孔重物，只要把墊片或重物中空部份串進鏈繩處，增加重量，壓在排水閥上，每次沖水時手一離開把手，排水閥就被墊片或重物壓下，而成無段式省水馬桶。</p> 	<p>墊片泡水會生鏽，要買不鏽鋼的，還有外加的重量會造成原本結構的負擔，例如鏈繩及排水閥橡皮圈易造成損壞。</p>
	<p>購買無段式馬桶省水器〔配重裝在排水閥橡皮內〕更換。 查詢價位從 59 NTD ~ 79 NTD</p> 	<p>需要將水箱水放掉後進行更換，拆卸箱底零件不方便施工。</p>

◎ 降低儲水量式省水

表 3-5 降低儲水量式省水的省水方式

省 水 類 別	省 水 方 式	備 註
降低儲水量式省水	<p>降低浮球高度〔旋轉調整螺絲或是將浮球連桿往下折彎〕，提早讓進水閥停止進水，即減少每次補水水量，進而達到省水。</p> 	<p>小號時能有效省水，但大號或產量大時，有時無法沖乾淨而造成悲劇。</p>
	<p>水箱內築水庫〔放寶特瓶、磚塊〕，液面高度不變，減少液面下補水空間，補水量少，沖水量也會變少，達到省水之效。</p> 	<p>小號時能有效省水，但大號或產量大時，有時無法沖乾淨而悲劇。另外置入物品需注意勿影響到進排水動作。</p>

實驗 3：研究一段式坐式馬桶水箱構造及發明任意控制無段式坐式馬桶省水改裝。

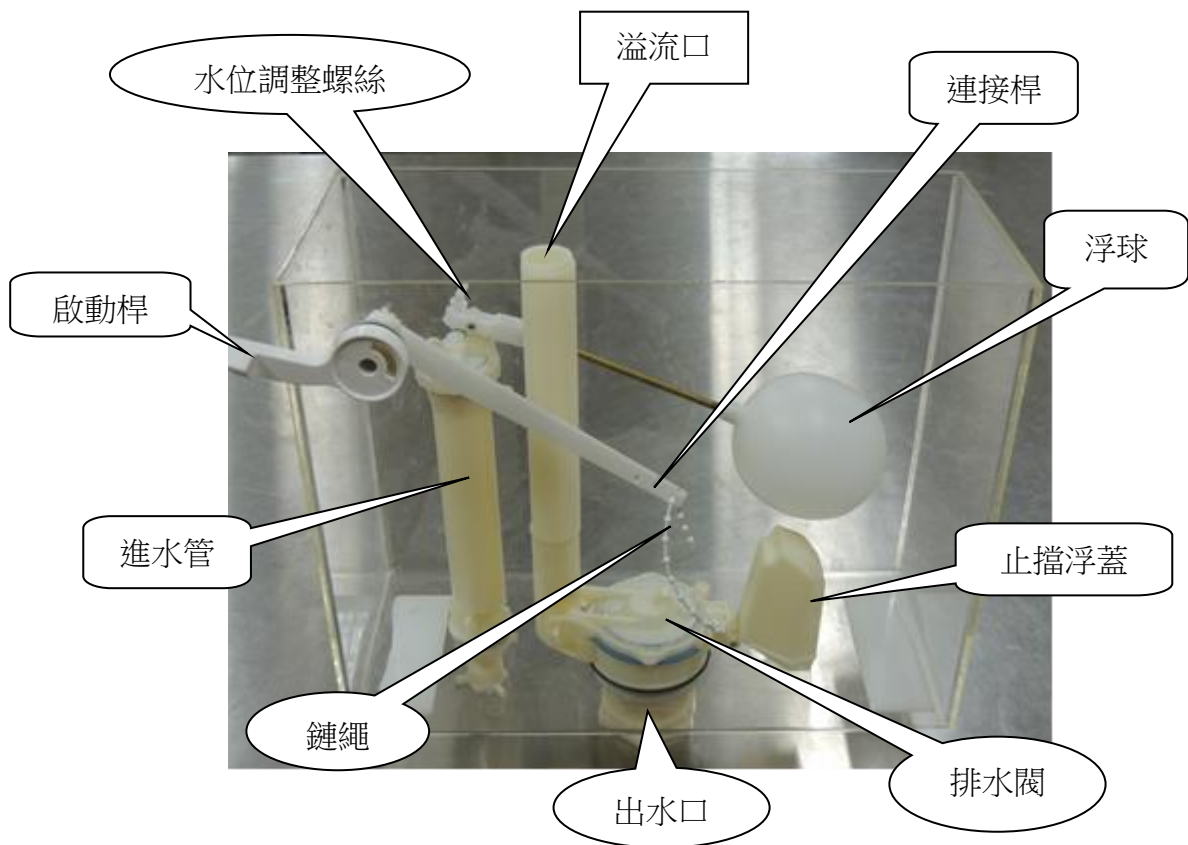


圖 3-8 一般一段式坐式馬桶水箱構造

傳統舊式馬桶水箱結構單純，啟動桿內側連接桿末端通常有一鏈條或繩帶連結至箱底排水閥上蓋（圖 1），沖水時，手壓啟動桿，內側連接桿上揚，連帶鏈條將箱底排水閥拉起，開始沖水！此時在排水閥旁會有一個止擋浮蓋因浮力繞軸向左側偏移卡住排水閥（圖 2），確保水排完前不會關閉，這時無論啟動桿如何撥動，沖水都不會停止（圖 3）~（圖 4），須待其全部排畢後，水位下降，止擋浮蓋失去浮力，也就沒有支撐排水閥的能力，此時排水閥落下關閉（圖 5），進行水箱補水，補至浮球達到預設液面高度，才會停止進水，等待下一次沖水！

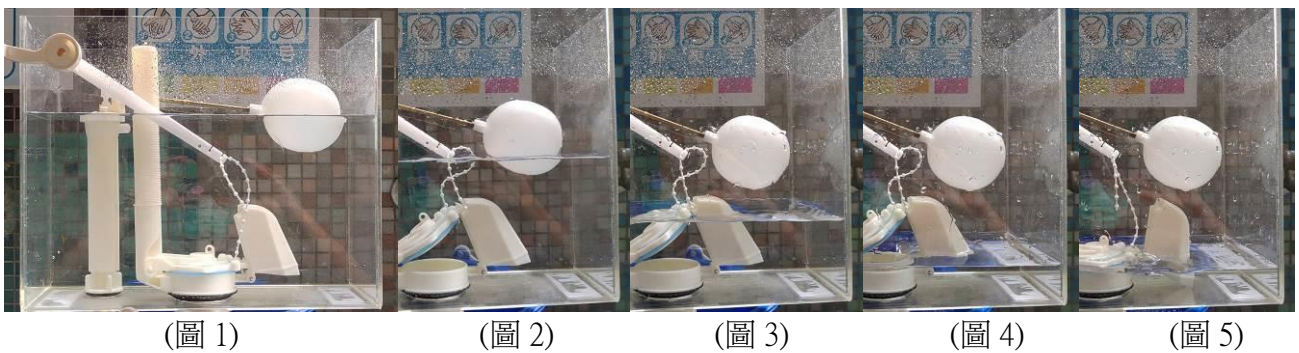


圖 3-9 一段式馬桶水箱排水與停止排水的過程

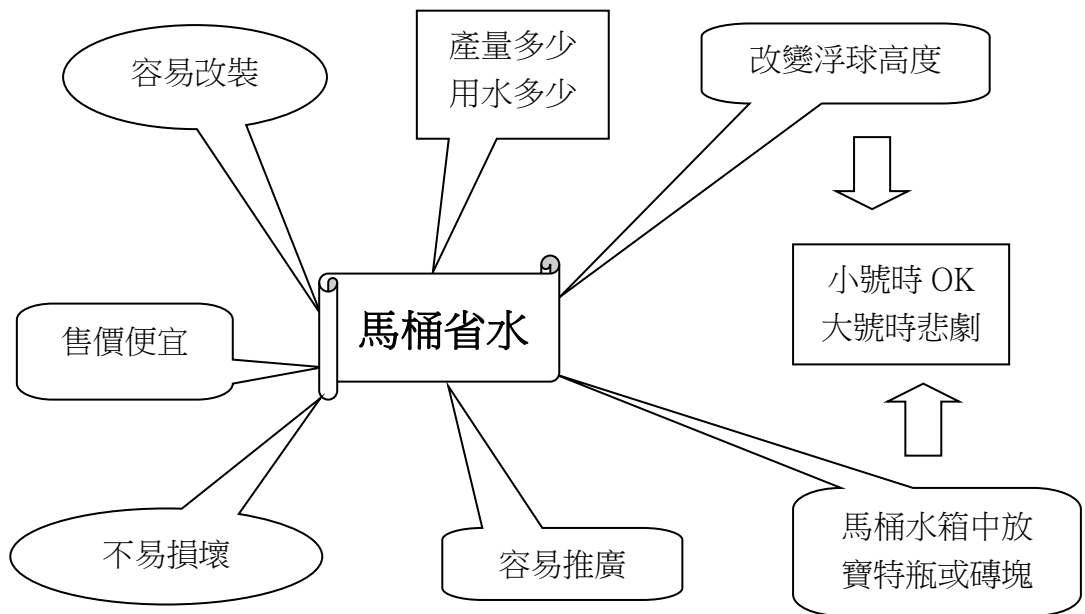


圖 3-10 改裝成 任意控制無段式馬桶水箱 創意發想歷程

◎必要的條件：

產量多少，用水多少，把水用在刀口上。

容易改裝：簡單不複雜、方便改造，不影響原本結構。

售價便宜：改裝花費若大於省下的水價，民眾改裝意願就會降低。

不易損壞：堅固耐用，壽命不應小於馬桶水箱其它零配件。

容易推廣：操作簡單、便宜、耐用、有效果，容易被大眾所接受。

◎不適當的方法：

改變浮球高度：旋轉調整螺絲或改變連接桿曲度，讓水箱補水後自動停止水位降低，能有效減少小號時沖水的水量，但在大號或是特大號時，水量明顯不足，會造成排泄物沖不下去載浮載沉的窘境，待其補水再沖，還是會有使不上力的危機，如廁何必如此狼狽！

水箱中放寶特瓶：在水箱四週角落放入裝滿水的寶特瓶，或是磚塊、石頭…等一切可以減少水箱空間的物品，補水空間變少，等於水箱容量變小，小號時能有效減少沖水量，但在大號時就會有遭遇水量不足而產生不安要素的危機了。

一段式沖水馬桶的水箱結構進行改裝後省水原理圖說

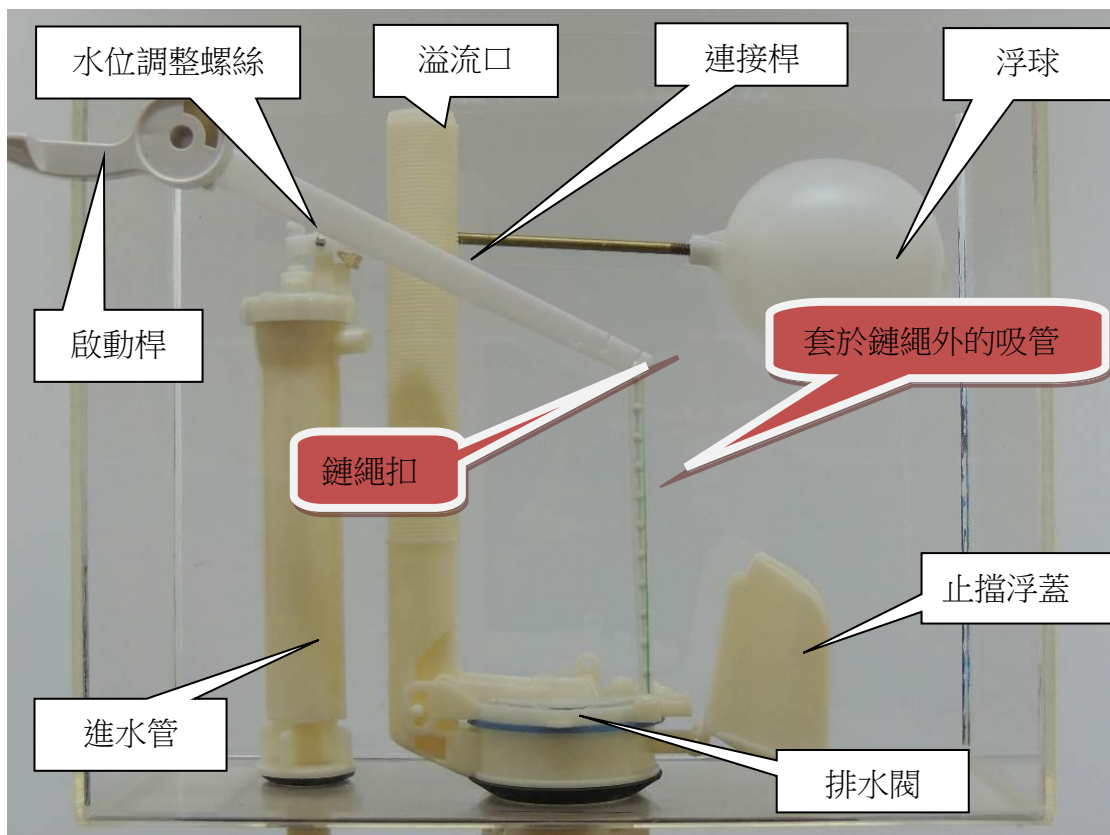


圖 3-11 一段式馬桶改裝成《任意控制無段式坐式省水馬桶》改裝示意圖

一段式馬桶之所以無法省水，是因為沖小號時水量雖已足夠，但是止擋浮蓋仍然撐住排水閥，以至於在排水閥落下前的水多是浪費掉了。

本研究改裝方法是將鏈繩上端解開，套進一支**硬質塑膠吸管**，讓鏈繩變硬、直，再將其**扣回**就行了！

簡單的動作，原理在於讓只能承受拉力的鏈條或繩帶，加裝能承受壓力的硬質吸管，這樣在沖水當下，想停止時只要將啟動桿回拉，就能用透過硬質塑膠吸管傳遞的推力將排水閥壓回去而瞬間停止沖水。小小的改變，能讓馬桶達到隨心所欲的省水境界！

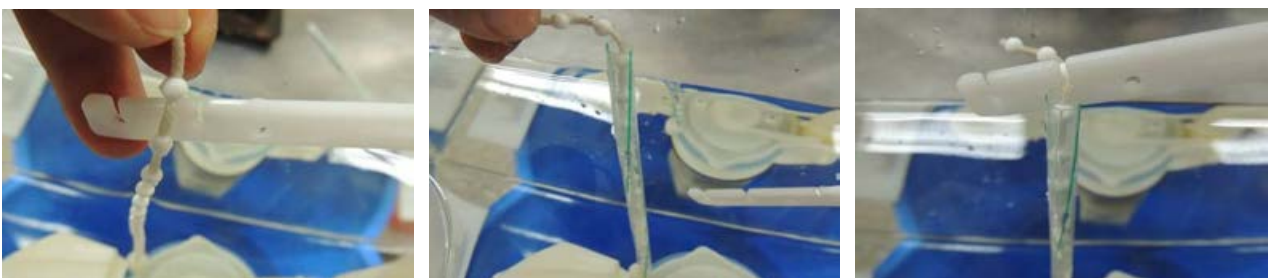


圖 3-12 省水改裝步驟 :1.解開鏈繩 2.套進 8mm 硬質塑膠吸管 3.扣回鏈繩

實驗 4：研究市面常見硬質吸管改裝應用耐久性測試。

一段式馬桶水箱改裝成任意控制無段式的成功之必要條件:吸管的選擇是否正確

目前，市面上各家產品常見可當成材料的一次性吸管性質，依調查統整如下:

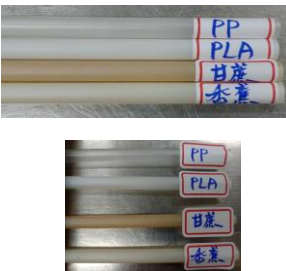






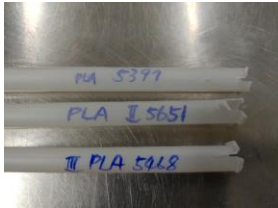


表 3-6 吸管材質種類、特性、耐用時間匯整

常見 一次性吸管	紙吸管 (可生物分解)	PLA 聚乳酸吸管 (可生物分解)	PP 吸管 (不易自然分解)
特 色	紙吸管的推行讓吸管也成為「可回收」餐具。紙吸管的使用重複性不比其他吸管一樣高，但是成本相對較低，是一個容易取代塑膠吸管的環保材質。 但紙吸管若長時間泡在飲料裡，尤其是熱的飲料，可能會軟化。	無添加或添加如甘蔗、香蕉、咖啡或綠茶等單一植物纖維與聚乳酸（又稱 PLA）等成分製成 PLA 吸管。在適當的環境、水氣、氧氣、溫度下，PLA 將被微生物分解成乳酸，細菌會吞噬乳酸，再將乳酸轉化成水跟二氧化碳。PLA 可被大自然分解。	PP 材料的性質是不容易有脆化斷裂的現象、防酸鹼、耐熱、 輕便、耐操、好用 ，所以，人們在日常生活普遍使用。 PP 不容易被大自然分解 ，在使用後必須分類回收處理，以免造成環境污染。
規 格 (單位 mm)	口徑：6、8、12mm 等 長度：210mm 等	口徑：6、8、12mm 等 長度：210mm 等	口徑：6、8、12mm 等 長度：180、210mm 等
耐熱溫度	50-55 °C	50-80 °C	60-100 °C
保存期限	6 - 8 月	6 - 18 月	5-10 年

資料來源：匯編參考文獻資料之儀器設備格式 及 單篇文章 無作者吸管廠商的網站等。

吸管的選擇也是改裝成功的必要條件之一，這支**改裝用的吸管**須具備的條件有：**容易取得、最好不花錢、耐壓強度足夠、不易彎曲斷裂、防水、耐久泡不變軟、不易分解！**

表 3-7 四種硬質吸管耐久性測試 (測試時間:111 年 2 月 25 日-5 月 13 日)

		A：樂○生活館 8mmPP 硬吸管 B：欣○有限公司 8mm 白色高溫純 PLA 玉米吸管 C：欣○有限公司 8mm 土黃色甘蔗 PLA 吸管 D：欣○有限公司 8mm 淡黃色香蕉 PLA 吸管		
種類	A：PP 吸管	B：純 PLA 吸管	C：甘蔗吸管	D：香蕉吸管
實驗 水箱 照片				
回拉啟動桿幾次可損壞吸管至無法使用	已操作 35000 次回拉動作，三支 PP 吸管皆無明顯損傷，使用正常！ 	損壞 PLA 吸管編號及次數： 01：5397 02：5651 03：5468 	損壞甘蔗吸管編號及次數： 01：446 02：461 03：437 04：528 05：452 06：296 07：439 08：595 09：412 10：284 11：459 12：376 	損壞香蕉吸管編號及次數： 01：873 02：1057 03：1143 04：1024 
平均次數	>35000	5505	432	1024
每人1天7次可用時間	5000 天≈13.7 年 可用 5-10 年	786 天≈2.15 年 可用 1 年以內裂開	62 天≈2 月 可用 2 個月左右裂開	146 天≈4.9 月 可用接近 5 個月裂開
一家4口可用時間	可用約 41.6 月	可用約 6.5 月	可用約 0.5 月	可用約 1.2 個月
結論	耐用的選擇	環保的選擇	不建議選擇	不建議選擇

看完這 7 個條件、上表和下面兩張圖後，最棒的材料已呼之欲出！沒錯！就是 **PP 的吸管**！

次之為純 PLA 吸管，豆漿、紅茶、手搖飲隨手可得的硬質吸管就是了。

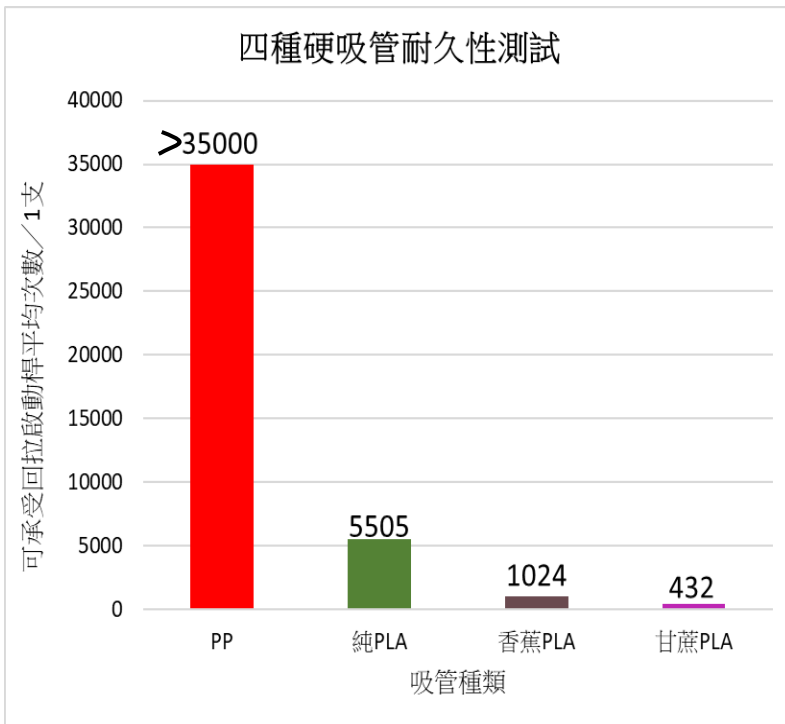


圖 3-13 四種硬吸管可承受回拉啟動桿平均次數

PP 吸管最短的保存期限是五年，所以，使用回拉啟動桿次數再多，也只好記錄五年。

純 PLA 吸管一般的保存期限是一年內，就會裂解，所以，使用回拉啟動桿次數再多，也只好記錄一年內。

PLA 吸管可添加其他植物纖維製成，但根據實驗結果，會比純 PLA 吸管更易脆裂，使用、保存期限不到半年，就易脆裂。

每人 1 天以 7 次小號計算一人一天要用到的回拉啟動桿次數，所以，一家四口可使用多久時間呢？（以月計）

PP 吸管

$$35000 \div 7 \text{ 次} \div 4 \text{ 人} \div 30 \text{ 日} \approx 41.6 \text{ 月}$$

純 PLA 吸管

$$5505 \div 7 \text{ 次} \div 4 \text{ 人} \div 30 \text{ 日} \approx 6.5 \text{ 月}$$

香蕉 PLA 吸管

$$1024 \div 7 \text{ 次} \div 4 \text{ 人} \div 30 \text{ 日} \approx 1.2 \text{ 月}$$

甘蔗 PLA 吸管

$$432 \div 7 \text{ 次} \div 4 \text{ 人} \div 30 \text{ 日} \approx 0.5 \text{ 月}$$

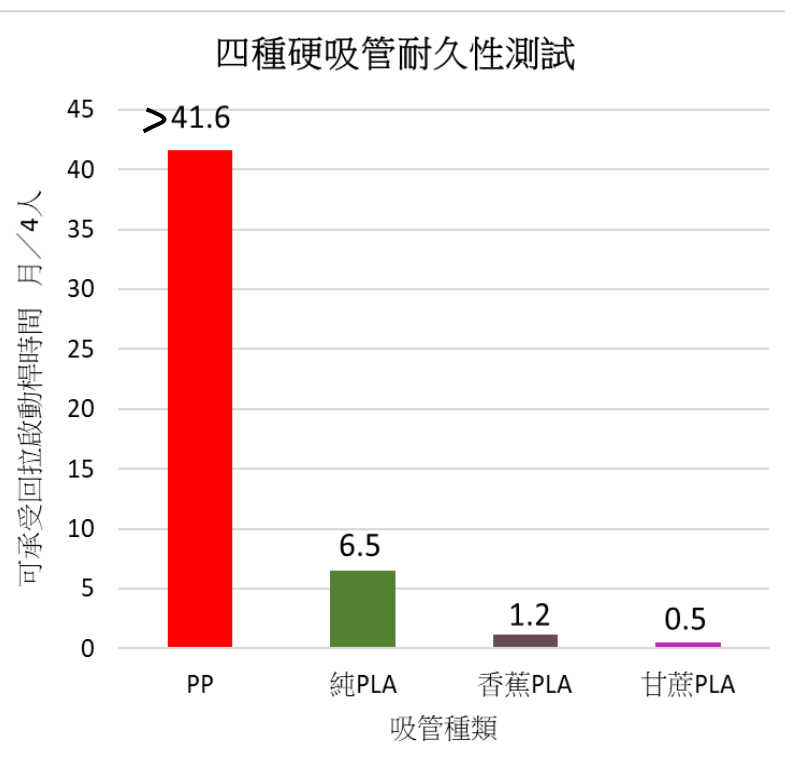


圖 3-14 四種硬吸管可承受一家四口回拉啟動桿時間

吸管口徑選擇 8mm 較合適，直徑足夠讓鏈繩好套好施工，也不至於像 12mm 太粗可能會卡到連接桿或容易有一點點鬆動而影響動作效果。

吸管長度，就參考原本水箱鏈繩長度(連接桿到排水閥長度)，吸管多餘長度部份剪掉即可，這樣才不會改變到本來水箱內的結構動作路徑！

肆、研究結果

經請教水電師傅、承包商，他們表示使用浮球的一段式馬桶水箱皆適合本研究的改裝。

一段式馬桶變成《任意控制無段式坐式省水馬桶》的改裝特性是不會改變到本來水箱內的結構動作路徑！完全維持一段式馬桶水箱的原創性，僅是讓連接桿到排水閥水箱的鏈繩長度保持在能讓鏈繩變硬、變直！小小的改變，能讓一段式馬桶變聰明，達到隨心所欲的省水境界！

改裝方法就是將鏈繩上端解開，套進一支 8mm 硬質塑膠吸管，吸管長度的條件是能讓鏈繩變硬又直，再將其扣回就行了！簡單的動作，使用傳統馬桶水箱，運用槓桿原理、拉壓杆的方式讓只能承受拉力的鏈條或繩帶，加裝能承受壓力的硬質塑膠吸管，這樣在沖水當下，想停止時只要將啟動桿回拉，就能用透過硬質塑膠吸管傳遞的推力將排水閥壓回去，蓋住排水口而瞬間停止沖水。

為了搭配馬桶水箱使用，吸管材料首選 PP 塑膠，因其具有輕便、耐用、泡在水中不易自然分解的特性。次之純 PLA 吸管，但要注意 PLA 吸管的生產日期，才不會在水中很快就變形。

針對耐壓強度來選吸管材質一定要是硬質、極不易變形，才可將傳遞的推力順利傳遞到排水閥，將排水閥壓回去排水口。

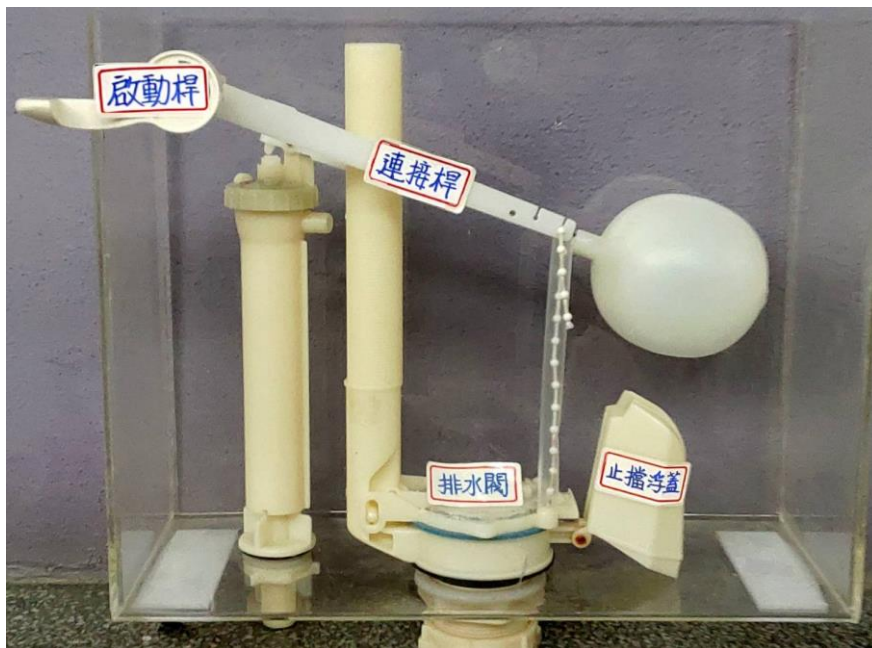


圖 4-1 一段式馬桶水箱改裝成《任意控制無段式坐式馬桶省水水箱》主要構造說明

伍、討論

各種馬桶水箱省水方式超級比一比

表 5-1 各種馬桶水箱省水方式、售價、改裝時間、效率和實施結果

現有省水方式		售價 (元)	改裝時間	節水效能	實施結果
降低水箱 儲水量	水箱內加入 寶特瓶或磚塊	勝 0	勝 <1 分鐘	中	小號 OK 大號沖不乾淨
	降低 浮球高度	勝 0	勝 <1 分鐘	中	小號 OK 大號沖不乾淨
二段式水箱 改裝	換二段式 馬桶總成	2300~72000	約 3 小時	勝 高	須找專業人員 施工
	換二段式 省水套件	99~1300	約 1 小時	勝 高	須確認 水箱規格
無段式水箱 改裝	拆卸止擋機構	勝 0	約 1 小時	中	易造成 排水衝擊
	用重物壓 排水閥	<100 不鏽鋼墊片	勝 <1 分鐘	勝 高	排水閥膠圈 易損壞
	換無段式 省水套件	59~79	超過 1 小時	勝 高	須排空水箱 施工不易
本研究所發明的 改裝成 任意控制無段式 省水馬桶水箱		勝 0	勝 <1 分鐘	勝 高	勝 簡單易推廣 回拉啟動桿有 點費力

根本完勝！

陸、結論

本研究任意控制無段式省水馬桶水箱是自一段式馬桶沖水系統改裝來的，方法結構簡單〔完全不影響水箱原本進、排水結構〕，安裝方便〔水箱不需排空，不需手動工具，改裝只需卅秒〕且材料便宜〔取得容易〕，不易損壞〔硬質塑膠吸管不生鏽、不會鬆脫、不增加額外重量造成水箱本體負擔〕，操作容易〔啟動桿回拉即可止水，連小朋友都能輕易操作〕。

安裝後可根據實際用水需求調整沖水量〔大、中、小號皆可〕，確實能夠達到省水效果，可以應用在現在家庭的一段式馬桶水箱上，善用創意，人人都可以是節約用水的一份子。

利用 8mm 硬質塑膠吸管來讓一段式馬桶達到極度省水的境界，沖水時只要使用足夠的水量再拉起啟動桿，水便可以停住，測試成功，有這玩意兒一段式馬桶也可以是省水馬桶喔！

一、改裝方法是將一段式馬桶水箱內繫在連接桿上的鏈繩（上端）解開，套進一支 8mm 硬質塑膠吸管，讓鏈繩變硬又直，再將其扣回連接桿上就完成了！成為任意控制無段式水箱。

二、停止沖水的使用方法是沖水當下，想停止時只要將啟動桿回拉，力量傳至連接桿，透過硬質塑膠吸管傳遞的推力將排水閥壓回去，蓋住排水口而瞬間停止沖水。

三、吸管長度的條件是吸管能讓鏈繩變硬又直，吸管長度等同一段式馬桶水箱鏈繩長度，也就是連接桿到排水閥長度，多餘的吸管長度部份剪掉。

四、吸管材質、耐壓強度一定要是硬質、極不易變形的，才能將傳遞的推力順利傳遞到排水閥，將排水閥壓回去排水口。

五、吸管材料首選 PP 塑膠，因其具有輕便、耐用、泡在水中不易自然分解的特性。也可選純 PLA 吸管，使用時要注意 PLA 吸管的生產日期、使用壽命，才不會在水中很快就變形。

試想如果全國還在使用一段式馬桶水箱的家家戶戶都願意花卅秒改裝馬桶水箱，這樣節省的水量絕對是天文數字，舉手之勞也能默默為地球環境盡份心力。

建議

若對本研究有興趣者，可著手進行自家一段式馬桶水箱的改裝，實際操作看看，測試尿量須要多少水就可沖乾淨？（注意：PLA 在特定的環境土壤中，能被微生物分解！馬桶水箱內的溫度不會高於 50 度，因此 PLA 吸管在強度上不會是問題，但是是否會因為水箱內的微生物造成微分解而形成孔洞影響強度，則取決於家中馬桶的水箱狀況而有所不同。）

柒、研發成果專利申請中

本研究已經委託愛專利公司申請專利中，若有需要運用此研究生產製造，請跟本研究者聯絡。謝謝！

捌、參考文獻資料

一、中文部分

【一本書】

崔心帝（2017）。**全班瘋科學** - 聰明馬桶省水改裝。配合國中二上自然。臺北市:康軒。

【書中的一篇文章】

林均翰、陳璧瑜等 8 人（2022）。2-3 水在生活中的應用。載於李慧菁（領域主編），**國小自然科學課本第二冊三下**（64-65 頁）。臺南市:翰林。

林坤誼、許明珠、張銘傑、郭家銘等（2012）—生活科技部分。8-2 維生系統與居家設備。載於史家瑩（領域主編），**國中自然與生活科技課本第四冊二下**（225-227 頁）。臺南市:翰林。

【政府出版品】

經濟部水利署（2007）。第一章家庭節水概念。**家庭節約用水技術手冊**（3 頁）。台北縣: 經濟部水利署。

【儀器設備格式】

8mm 甘蔗吸管 [PLA 聚乳酸、甘蔗纖維]（2022）。桃園市: 欣彩有限公司。

8mm 香蕉吸管 [PLA 聚乳酸、香蕉纖維]（2022）。桃園市: 欣彩有限公司。

8mm PLA 生物可分解吸管 [純 PLA 聚乳酸]（2022）。桃園市: 欣彩有限公司。

8mm PP 硬吸管（2022）。樂樂生活館。

二、網路資源

【期刊文章】

李俊德，徐朮（2018年08月15日）。省水標章發展現況與展望。 **節水紀實**，23，12-15。

取自 https://www.wcis.org.tw/Home/Library_1

和 https://www.wcis.org.tw/Handlers/DownloadFile1.ashx?filename=Y3IHcD0rVQTYdu0lkRfbj8CtnZSDY0HvnAEj4_knL92rqPTjZCTBHeV4ZVD9GwDZWuWRwVGic=

節水紀實編輯室（2021年12月15日）。聰明節水~家庭省水 SCD - 省水查漏做回收。 **節水紀實**，33，20-21。取自歡迎來到節約用水資訊網 | 節約用水季刊 ([wcis.org.tw](http://www.wcis.org.tw))和

https://www.wcis.org.tw/Handlers/DownloadFile1.ashx?filename=Golaw/OQshcRopAfhfSr_cngQJiYvpaX48j_IyKDG9LRvwhZRfviYBEF55qUTiF0

【媒體報導】

JULIE HUNG(2018年10月30日)。禁用塑膠吸管怎麼辦？吸管七種材質一次評比。 **永續生活誌**。取自 <https://agooday.com/archives/54678>

MedPartner 團隊(2018年7月19日)。甘蔗吸管可完全分解不殘留？購買前必知的6大關鍵完整解密。 **美的好朋友**。取自 <https://www.medpartner.club/eco-sugarcane-straws-pla-myth/>

食力 FoodNEXT(2021年9月27日)。PLA 的事實與誤解！真的能被100%被分解嗎？。 **食力 FoodNEXT**。取自 <https://today.line.me/tw/v2/article/Jjg87X>

陳文姿(2017年2月13日)。有保存期限的塑膠袋？專家告訴你生物可分解塑膠冷知識。 **環境資訊中心電子報**。取自 <https://e-info.org.tw/node/202720>

陳亦云(2019年2月15日)。你多久大便一次？告訴你正常的排便頻率，當心異常變成大腸癌（查排便次數）。 **Heho 健康**。取自 <https://heho.com.tw/archives/39682>

劉以親（2021年4月7日）。【抗旱省水術2】馬桶沖廁最耗水達人親授4招年省水費480元。 **yahoo!新聞**。取自 <https://tw.news.yahoo.com/抗旱省水術-2-馬桶沖廁最耗水-達人親授4招年省水費480元-215905596.html>

圖：記者劉濱銓翻攝，文：記者劉濱銓(2021年3月13日)。日月潭九蛙出土飛天。 **自由時報**（自由財經電子報）。取自 <https://ec.ltn.com.tw/article/paper/1436736>

盧映慈(2018年11月12日)。一天到底尿量多少才是「正常的」？（查排尿次數）。 **Heho 健康**。取自 <https://heho.com.tw/archives/27455>

【未出版之作品】

陳澤君、許峰銓（2005）。**缺水就世主—乾燥式環保免水馬桶**（未出版的中華民國第四十五屆中小學科學展覽會 生活與應用科學科 作品說明書）。臺北縣:林口國民中學。取自
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/45/high/0308/030825.pdf>

鍾業武、楊盛惟（1997）。**智慧型省水馬桶**（未出版的中華民國第三十七屆中小學科學展覽會 高中組 應用科學科 作品說明書）。臺北市:松山工農。取自
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/37/pdf/37h/197.pdf> 和 智慧型省水馬桶 - 臺灣網路科教館 (ntsec.edu.tw)

【單篇文章】

日月潭觀光旅遊網(2021年8月3日)。水蛙頭步道_日月潭國家風景區[圖文資料]。取自
<https://www.sunmoonlake.gov.tw/zh-tw/attractions/detail/77>

中華民國內政部戶政司(發布日期:2021年09月10日)。民國110年8月戶口統計資料分析。
取自 https://www.moi.gov.tw/News_Content.aspx?n=9&s=236254

行政院主計總處綜合統計處(2021年6月1日)。109年國人每日自來水生活用水量289公升。
國情統計通報,第100號。取自 <https://www.stat.gov.tw/public/Data/161161234MKFOK1MR.pdf>

李品慧、洪連輝(2009年06月26日)。浮力〈Buoyancy〉。科學online。取自
<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=1533>

教育百科。槓桿原理。取自 <https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/WikiContent?title=槓桿原理&search=槓桿原理>

經濟部水利署防災資訊服務網。台灣地區主要水庫蓄水量報告表(每日和即時)。取自
https://fhy.wra.gov.tw/reservoirpage_2011/storagecapacity.aspx 和水庫蓄水統計表
<https://fhy.wra.gov.tw/fhy/Monitor/Reservoir>

經濟部水利署(2022年2月18日)。機關學校如何節約用水[圖文資料]。取自
<https://www.wra.gov.tw/cp.aspx?n=18796>

經濟部水利署主計室(2021年3月3日)。民國109年自來水生活用水量統計。公務統計報表
(自來水生活用水量統計)。取自 https://www.wra.gov.tw/News_Content.aspx?n=2945&s=7414

維基百科(2022年1月21日)。2021年臺灣旱災缺水危機 [圖文資料]。取自
<https://zh.wikipedia.org/wiki/2021年臺灣旱災缺水危機>

臺電綠網(2015年10月12日)。九蛙高度計_日月潭國家風景區解說牌[圖文資料]。取自

https://greennet.taipower.com.tw/Page_Theme/25

臺灣自來水公司(2022年1月21日)。抄表計費。取自 <https://www.water.gov.tw/ch/Subject?nodeId=813>

【單篇文章，無作者】

一點新知(2022)。拉壓桿。取自 <https://www.getit01.com/p2018040431274724/>

PLA 介紹 (2015)。瑞興工業股份有限公司網。取自

<https://www.see-box.com/page/about/index.aspx?kind=113>

PLA 產品材質介紹(2022)。瑞興工業股份有限公司網。取自

<https://www.riiqi.com.tw/promote/6ae38a53-4063-469b-963c-d9c3ba2d6310>

FAQ (2022)。欣彩有限公司網。取自 <http://www.straw168.com.tw/rwd10.asp>

中文百科(2022)。拉壓桿。取自 <https://www.newton.com.tw/wiki/壓桿>

甘蔗吸管的保存、使用與處理(2020)。鉅田潔淨技術股份有限公司網。取自

<https://www.plastic-free.com.tw/aboutstraw.html>

生物可分解 PLA 吸管 (2020)。毅達吸管股份有限公司網。取自

<https://www.idsc.com.tw/tw/product/1/1>

材料應用-吸管 (2022)。環富企業股份有限公司網。取自

<https://www.hongjun-biotech.com/product.php?lang=tw&tb=1&cid=6>

吸管介紹(2022)。國昭恆實業股份有限公司網。取自 <https://www.kch-yodo.com/packing-06.php>

紙吸管 (2022)。正和企業社網。取自 <http://www.sipasip.com.tw/product-detail.php?sn=32>

斜口黑色散裝-8*21(2018)。米食家網。取自 https://www.mihome.com.tw/tableware/?parent_id=1537

斜口塑膠吸管(2020)。愛廚房-廣鄉國際有限公司網。取自 <https://www.i-kitchen.com.tw/products/>

【派對用品】-塑膠吸管-獨立包裝-斜口

產品介紹(2022)。欣彩有限公司網。取自 <http://www.straw168.com.tw/rwd8.asp>

塑膠分解測試(2020)。鉅田潔淨技術股份有限公司網。取自

https://www.plastic-free.com.tw/product_biodegradable.html

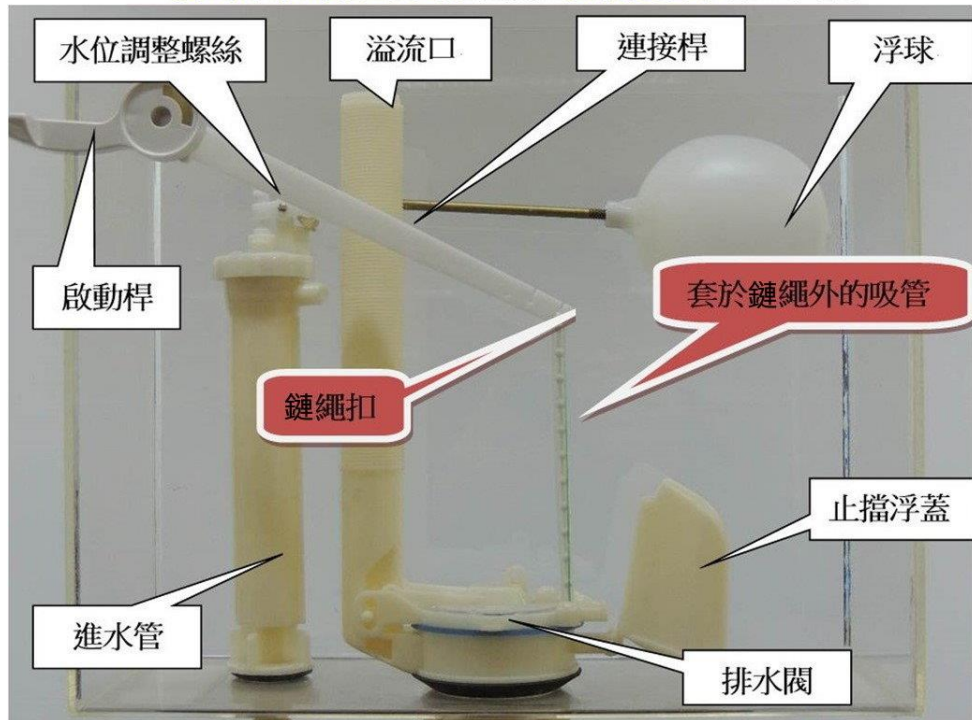
環保吸管(2022)。欣彩有限公司網。取自 http://www.straw168.com.tw/rwd8_1.asp?show=1&kind=30&run=sure&kind2=0&kind3=0&seq=&showa=1

關於 PLA (2020)。博涵實業有限公司網。取自 <https://www.bor-han.com.tw/tc/pla.php>

附錄：一段式馬桶水箱達到極度省水的改裝使用說明 DM

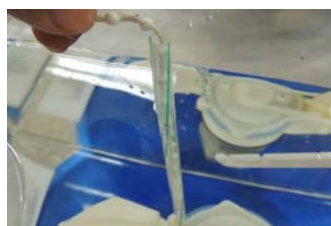
您家裡還是一段式沖水馬桶嗎？您有想過更換整組省水馬桶，卻因價格太高而卻步嗎？您曾經想買省水套件更換，但怕麻煩而猶豫不決嗎？如果有，請打消這些花錢費時又麻煩的念頭，繼續看下去就對了！準備一支 8mm 硬質手搖杯塑膠吸管，不花您一毛錢，只要騰出 30 秒動手改裝成任意控制無段式省水馬桶水箱，從此過著省水省錢的暢快人生！

一段式沖水馬桶的水箱結構及改裝後省水原理圖說



一段式馬桶水箱 改裝成《任意控制無段式省水坐式馬桶水箱》改裝示意圖

一段式馬桶之所以無法省水，是因為沖小號時水量雖已足夠，但是止擋浮蓋仍然撐住排水閥，以至於在排水閥落下前的水多是浪費掉了。**建議改裝方法**是將鏈繩上端解開，套進一支 8mm 硬質塑膠吸管，讓鏈繩變硬、直，再將其扣回就行了！簡單的動作，原理在於讓只能承受拉力的鏈條或繩帶，加裝能承受壓力的硬質 8mm 硬質塑膠吸管，這樣在沖水當下，**想停止時只要將啟動桿回拉**，就能用透過硬質吸管傳遞的推力將排水閥壓回去而瞬間停止沖水。



省水改裝 步驟一：解開鏈繩

步驟二：套進 8mm 硬質塑膠吸管

步驟三：扣回鏈繩

【評語】 082907

本件作品利用巧思改裝現有馬桶即達到省水目的，符合環保意義，是具有原創性的發明，正申請專利中。然而，整體作品較無法表現出科學展覽所需要的探究、實驗設計、解決問題等重要精神，建議可以就材質及方法繼續精緻原有設計，尋找可深入探討的問題。

作品簡報

我把一段式馬桶變聰明了~ 改裝成任意控制無段式坐式省水馬桶

國小組

生活與應用科學科(二)

前言：研究動機

101年七月霧社水庫乾涸見底。

105年八月翡翠水庫水位明顯下降。



台灣雖然四面環海，但仍然缺乏淡水資源。110年四月中旬，主要水庫除翡翠水庫外，有效蓄水量均不足一半。

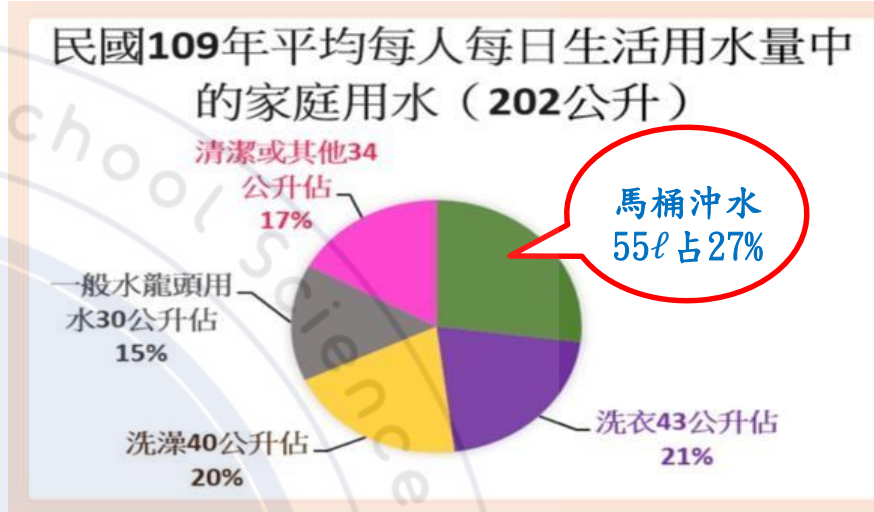
省水就從自己的生活中開始做起，便想到採用日常生活中隨手可得的硬質吸管等，將家中老舊一段式馬桶水箱進行改裝，希望從生活中減少用水量。每天都要上廁所，若能減少小號的沖水量一定可以有效省水。於是我們著手進行實驗，朝四個方向進行。

研究目的

- (一) 統計二段式馬桶普及情況，分析一段式馬桶浪費的自來水水量。
- (二) 分析市面上各種馬桶省水設備改裝的優缺點。
- (三) 研究一段式馬桶的水箱構造及改裝成任意控制無段式省水馬桶水箱。
- (四) 研究任意控制無段式省水馬桶水箱的硬質吸管改裝應用耐久性測試。

文獻回顧

- ◎ 109年平均每人每日生活量為289公升。
家庭用水以 $289\ell \times 70\% = 202\ell$ ，其中的55公升是用來沖馬桶的。（家庭用水比重來自經濟部水利署，2007）
- ◎ 每人每日馬桶沖廁用水量平均約為55公升。
本研究致力於降低每人每日馬桶沖廁用水量。



研究方法

實驗1：統計二段式水箱普及情況 分析一段式馬桶浪費的水資源

- ◎ 測量作者家中二段式省水馬桶的沖水量：
小號沖水量3公升、大號的沖水量 9公升。
- ◎ 110年10月4日問卷調查作者學校六年級11個班級有293名學生，其中使用兩段式馬桶有108人，約佔36.8%。

	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	合計
二段	10	12	15	15	04	06	10	09	05	11	11	108
人數	28	27	28	27	24	27	25	24	27	28	28	293




- ◎ 以國人每日小號7次大號1次來做計算，
以本校全六年級使用二段式馬桶的人數比率為36.8%，擴分到全國的人數。110年8月底止，全台人口數計算，使用一段式馬桶人數： $23451837人 \times 63.2\% = 14821561人$
浪費的水 $(9-3)\ell \times 7次 \times 365天 \times 14821561人 = \underline{227214530130\ell}$
(約2.27億度的水≈兩座滿水位日月潭水庫的乾淨自來水)



實驗2：分析市面各種馬桶省水設備優缺點

省水類別	省水方式	備註
二段式省水馬桶	<p>購買有省水標章之二段式省水馬桶水箱整組更換。 價格2300 NTD ~72000 NTD</p>	<p>1. 需找水電技師進行修繕。 2. 價格不親民。</p> 
	<p>購買二段式省水套件〔泡棉浮片式及單體上壓式落水座〕更換。 價格99 NTD ~1300 NTD</p>	<p>1. 更換時須將水箱放空，操作不便。 2. 需擔心規格不符合無法安裝使用。</p>  
無段式省水馬桶	<p>舊式馬桶： 1. 取下水箱底層的扁圓形的球墊或浮蓋。 2. 取下後，在沖水時可依放開把手時間自行控制水量。</p>	<p>1. 拆卸箱底零件不方便施工。 2. 排水閥是靠排水吸力關上，易造成水流衝擊震動。</p>
	<p>1. 把墊片或重物中空部份串進鏈繩處增加重量，壓在排水閥上。 2. 每次沖水時手一離開把手，排水閥就被墊片或重物壓下，而成無段式省水馬桶。</p>	<p>1. 墊片泡水會生鏽，要買不鏽鋼的。 2. 外加的重量會造成原本結構的負擔，例如鏈繩及排水閥橡皮圈易造成損壞。</p> 
	<p>購買無段式馬桶省水器〔配重裝在排水閥橡皮內〕更換。 價格59 NTD ~79 NTD</p>	<p>1. 需要將水箱水放掉後進行更換。 2. 拆卸箱底零件不方便施工。</p> 

◎降低儲水量式省水

省水類別	省水方式	備註
降低儲水量式省水	<p>降低浮球高度〔旋轉螺絲或是將浮球連桿往下折彎〕，提早讓進水閥停止進水，減少每次補水水量，而達到省水。</p> 	<p>小號時能有效省水，但大號或產量大時，有時無法沖乾淨。</p> 
	<p>水箱內築水庫〔放寶特瓶、磚塊〕，液面高度不變，減少液面下補水空間，當補水量少，沖水量就少，達到省水之效。</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 小號時能有效省水，但大號或產量大時，有時無法沖乾淨。 2. 置入物品需注意勿影響到進排水動作。

實驗3：改裝成任意控制無段式馬桶水箱創意發想歷程

◎必要的條件：

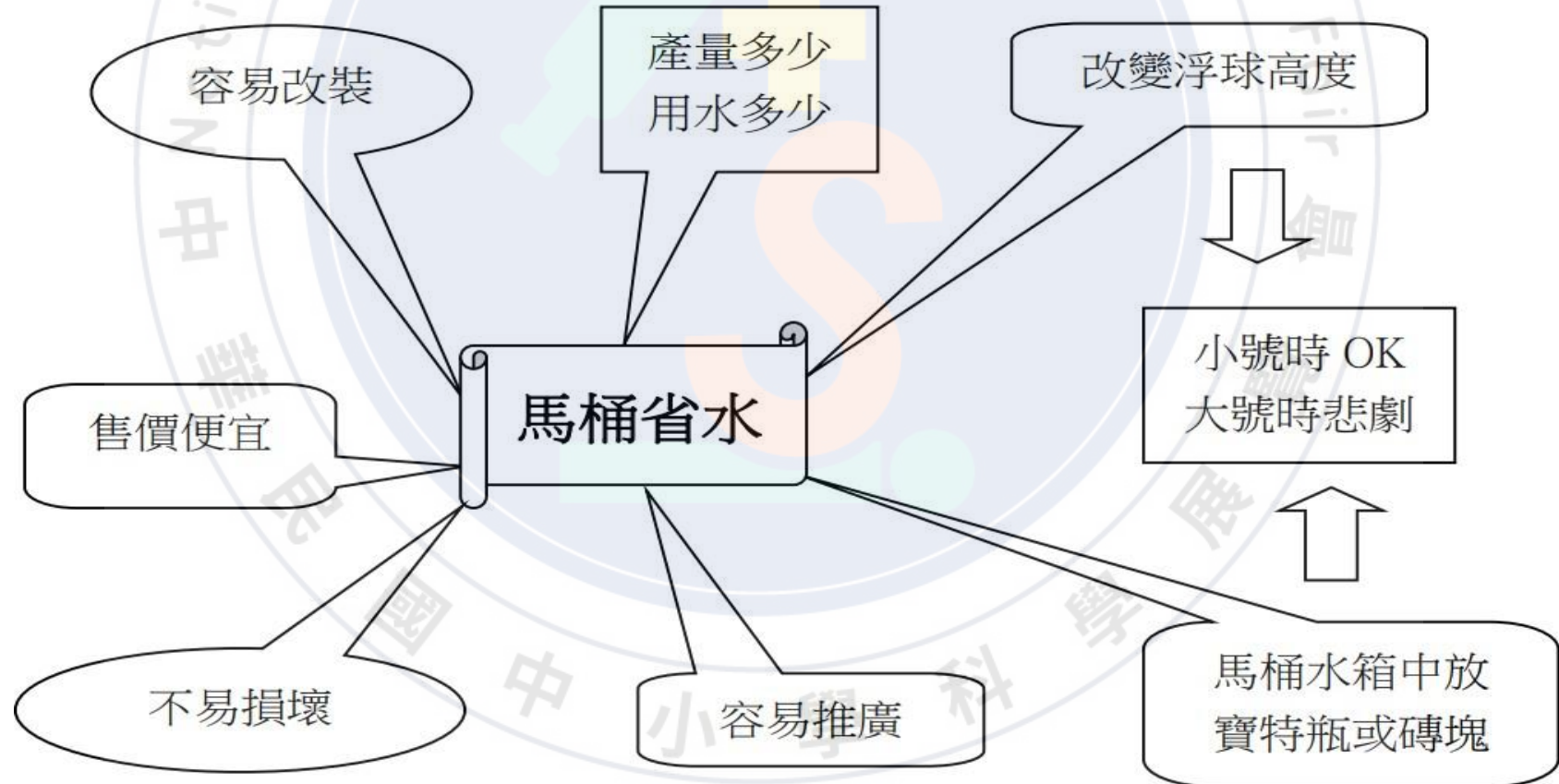
如廁產量多少，用水多少，把水用在刀口上。

容易改裝：簡單、方便改造，不影響原本結構。

售價便宜：改裝花費若大於省下的水價，民眾改裝意願就會降低。

不易損壞：堅固耐用，壽命不應小於馬桶水箱其它零配件。

容易推廣：操作簡單、便宜、耐用、有效果。



一段式 沖水馬 桶的水 箱結構

沖水：
按下
啟動桿

力經連接桿
至鏈繩，拉
起排水閥。

排水閥被
止擋浮蓋
卡住

止擋浮蓋失
去浮力，脫
離排水閥。

排水閥
自由
落下



排水狀態

因止擋浮蓋的水位低於一公分

回推
啟動桿

吸管推動
排水閥落下

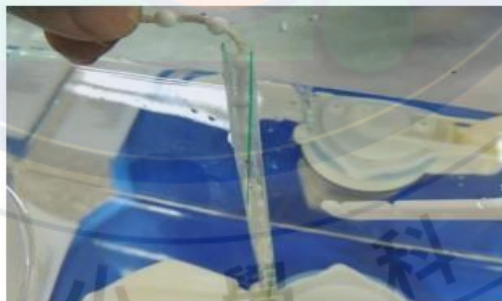
因排泄物沖乾淨

省水改裝方式：加硬質吸管

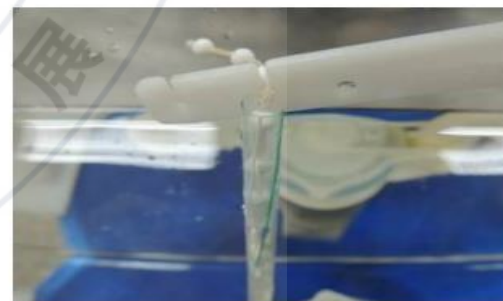
◎省水改裝方式：一段式馬桶之所以無法省水，是因為沖小號時水量雖已足夠，但是止擋浮蓋仍然撐住排水閥，以至於在排水閥落下前的水多是浪費掉了。本研究改裝方法是將鏈繩上端解開，套進一支8mm硬質塑膠吸管，讓鏈繩變硬、直，再將其扣回就行了！



省水改裝 步驟一：解開鏈繩



步驟二：套進 8mm 硬質塑膠吸管



步驟三：扣回鏈繩

任意控制無段式坐式省水馬桶水箱改裝過程及省水原理

改裝過程：將鏈繩上端解開，套進一支硬質塑膠吸管，讓鏈繩變硬、直，再將其扣回就行了！（對應圖1、2、3）



1



2



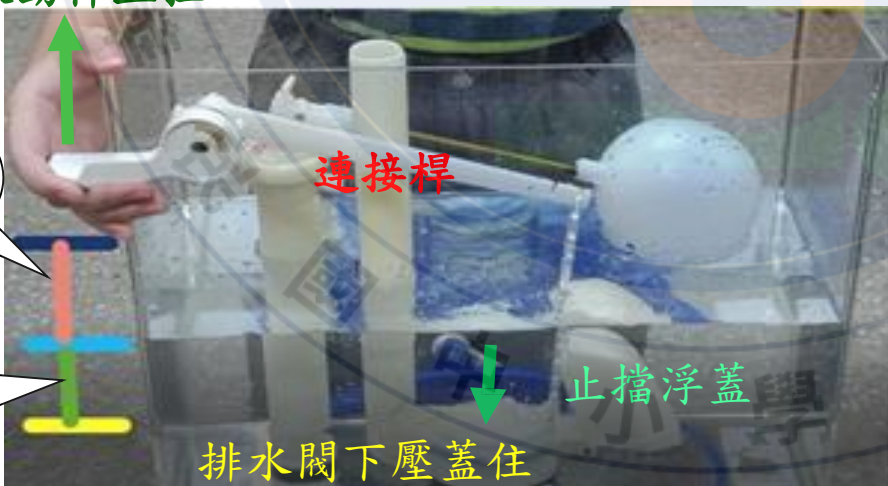
3



4

省水原理：馬桶水箱內的鏈繩外套上一個可以承受推力的硬質吸管，使變成一個可以承受拉力也可以承受推力的結構。讓硬質吸管推動排水閥落下。（對應圖5）

啟動桿上拉



5

沖掉的水

沖小號時，省下來的水。

啟動桿下壓

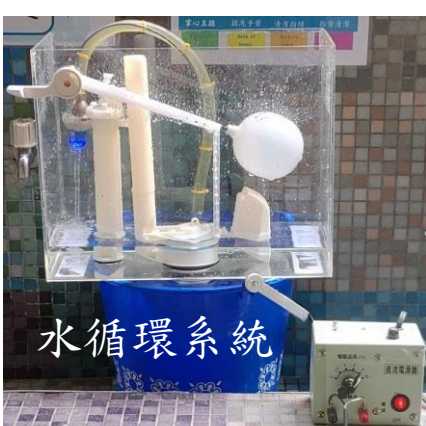
排水閥上拉開啟

研究討論

各種馬桶水箱省水方式的售價、時間、結果之比較

現有省水方式		售價(元)	改裝時間	節水效能	實施結果
降低水箱 儲水量	水箱內加入 寶特瓶或磚塊	勝 0	勝 <1 分鐘	中	小號 OK 大號沖不乾淨
	降低 浮球高度	勝 0	勝 <1 分鐘	中	小號 OK 大號沖不乾淨
二段式水箱 改裝	換二段式 馬桶總成	2300~72000	約 3 小時	勝 高	須找專業人員 施工
	換二段式 省水套件	99~1300	約 1 小時	勝 高	須確認 水箱規格
無段式水箱 改裝	拆卸止擋機構	勝 0	約 1 小時	中	易造成 排水衝擊
	用重物壓 排水閥	<100 不鏽鋼墊片	勝 <1 分鐘	勝 高	排水閥膠圈 易損壞
	換無段式 省水套件	59~79	超過 1 小時	勝 高	須排空水箱 施工不易
本研究所發明的 改裝成 任意控制無段式 省水馬桶水箱		勝 0	勝 <1 分鐘	勝 高	勝 簡單易推廣 回拉啟動桿有 點費力

根本完勝！



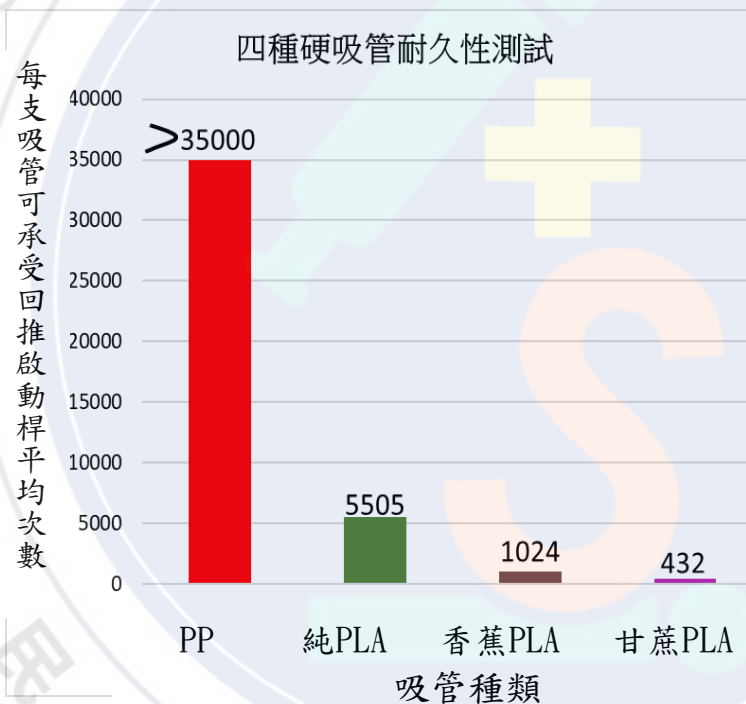
設計本裝置使水得以反覆利用。

實驗結果的延伸討論

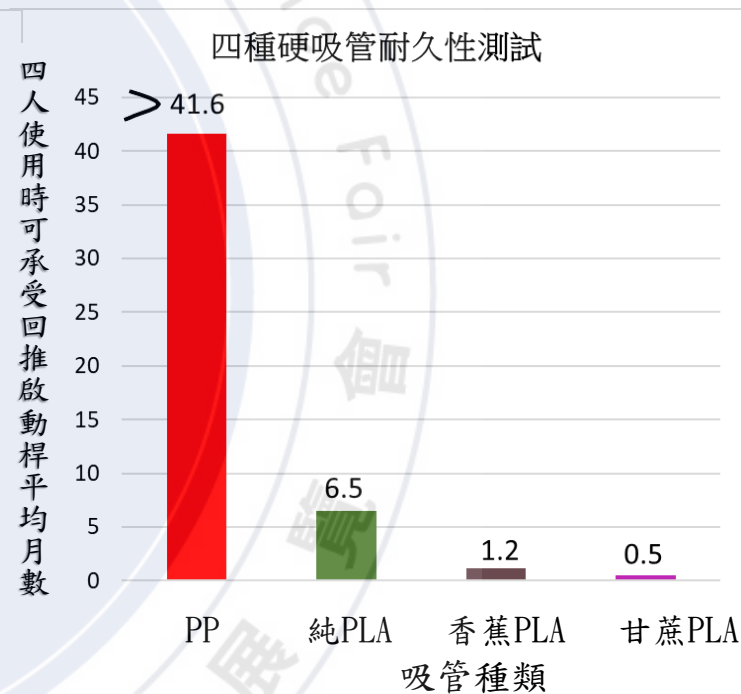
任意控制無段式馬桶水箱的吸管材質耐久性測試

任意控制無段式馬桶水箱改裝完成後，本研究持續測試PP、純PLA、甘蔗及香蕉吸管受啟動桿回推耐久性測試，結果如下表：

實驗時使用的吸管



可承受回推啟動桿平均次數



可承受一家四口回推啟動桿時間

從上面兩張圖可知，最棒的材料就是PP的吸管！次之為純PLA吸管。

結論

本研究「任意控制無段式省水馬桶水箱」改裝自一段式馬桶沖水系統。

一、特色：

1. 方法結構簡單：完全不影響水箱原本進、排水結構。
2. 安裝方便：三十秒改裝完成，不須排空水箱。
3. 材料便宜：資源回收、隨手可得。
4. 不易損壞：硬質塑膠吸管不生鏽、不增加額外重量造成水箱本體負擔。
5. 操作容易：啟動桿回推即可止水，人人都能操作。

二、改裝方法：

1. 解開一段式馬桶水箱內繫在連接桿上的鏈繩。
2. 套進一支8mm硬質塑膠吸管，使鏈繩硬又直。
3. 再將鏈繩扣回連接桿上即完成。

三、停止沖水的使用方法：

沖乾淨時，想停止繼續沖水，回推啟動桿→力量傳至連接桿，透過硬質塑膠吸管傳遞的推力→壓下排水閥，蓋住排水口 → 瞬間停止沖水。

四、硬質塑膠吸管材料研究：

1. 首選PP塑膠：因其具有強度大、輕便、耐用、泡在水中不易自然分解的特性。
2. 次選純PLA吸管：使用時要注意PLA吸管的生產日期、使用壽命。



❖ 這項研究經請教專業水電師傅，他們表示使用浮球的一段式馬桶水箱皆適合本研究的改裝。

◎ 本研究目前已在申請專利中！

*建議：若對本研究有興趣者，可著手進行自家一段式馬桶水箱的改裝，實際操作看看，測試尿量須要多少水就可沖乾淨？

參考文獻資料

【書中的一篇文章】

林均翰、陳璧瑜等8人 (2022)。2-3水在生活中的應用。載於李慧菁 (領域主編)，
國小自然科學課本第二冊三下 (64-65頁)。臺南市：翰林。

林坤誼、許明珠、張銘傑、郭家銘等 (2012) —生活科技部分。8-2 維生系統與居家
設備。載於史家瑩 (領域主編)，國中自然與生活科技課本第四冊二下 (225-227
頁)。臺南市：翰林。

【政府出版品】

經濟部水利署 (2007)。第一章家庭節水概念。家庭節約用水技術手冊 (3頁)。臺北
縣：經濟部水利署。



謝
謝
聆
聽