

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

最佳(鄉土)教材獎

080811

省省吧！投筆「沖」「容」？

—環保便利的毛筆清洗法之探討研究

學校名稱：桃園縣楊梅鎮楊明國民小學

作者：	指導老師：
小六 梁 曄	林靜雅
小六 姜欣妤	李郁玟
小六 黃裕繁	
小六 鄭晉元	
小六 吳振賢	
小六 曾莉芸	

關鍵詞：洗毛筆、節約水源、洗筆器

## 摘要

本研究希望能在傳承中華傳統書法藝術的同時，又能兼顧環保節水，所以實驗目的在找出何種方式清洗毛筆能夠達到最省水環保的目的。實驗結果顯示，容器內洗筆法以較小容器裝水來清洗毛筆可較大容器裝水洗筆更節省用水，若直接在水龍頭下洗筆，則在水龍頭出水口下沖筆會較在排水口轉筆輕壓方式省時省水。四種洗筆方式的省水性順序分別為水龍頭下出水口沖筆→250cc 容器洗筆→水龍頭下排水口洗筆→500cc 容器洗筆。本研究根據上述結論進一步修正易噴濺、易沾污之問題並加上簡易動力創新設計三代自製洗筆器，實驗結果證實三者的確皆比前述四項傳統洗筆方式更能達到省水的目的，不僅環保、省水且又省時、省力。

## 壹、研究動機

書法是非常珍貴的中國傳統藝術，學校每週都會有書法課，而寫完書法後，都需要花很長的時間才能把毛筆洗乾淨，且濺起的水花常把水槽弄髒，於是就必須花更多的水量來沖洗水槽，而全班二十多人洗筆所需的水量非常的多，且要洗到完全乾淨需要很長的時間。這學期自然與人文科技課本中第三單元—永續家園，書中提到「綠色行動愛地球」，於是我們開始思索如何在傳承中國書法藝術的同時，又能兼顧環保節水，所以希望能透過研究，幫助同學們找出快速、乾淨、方便又環保的洗筆方式。

## 貳、研究目的

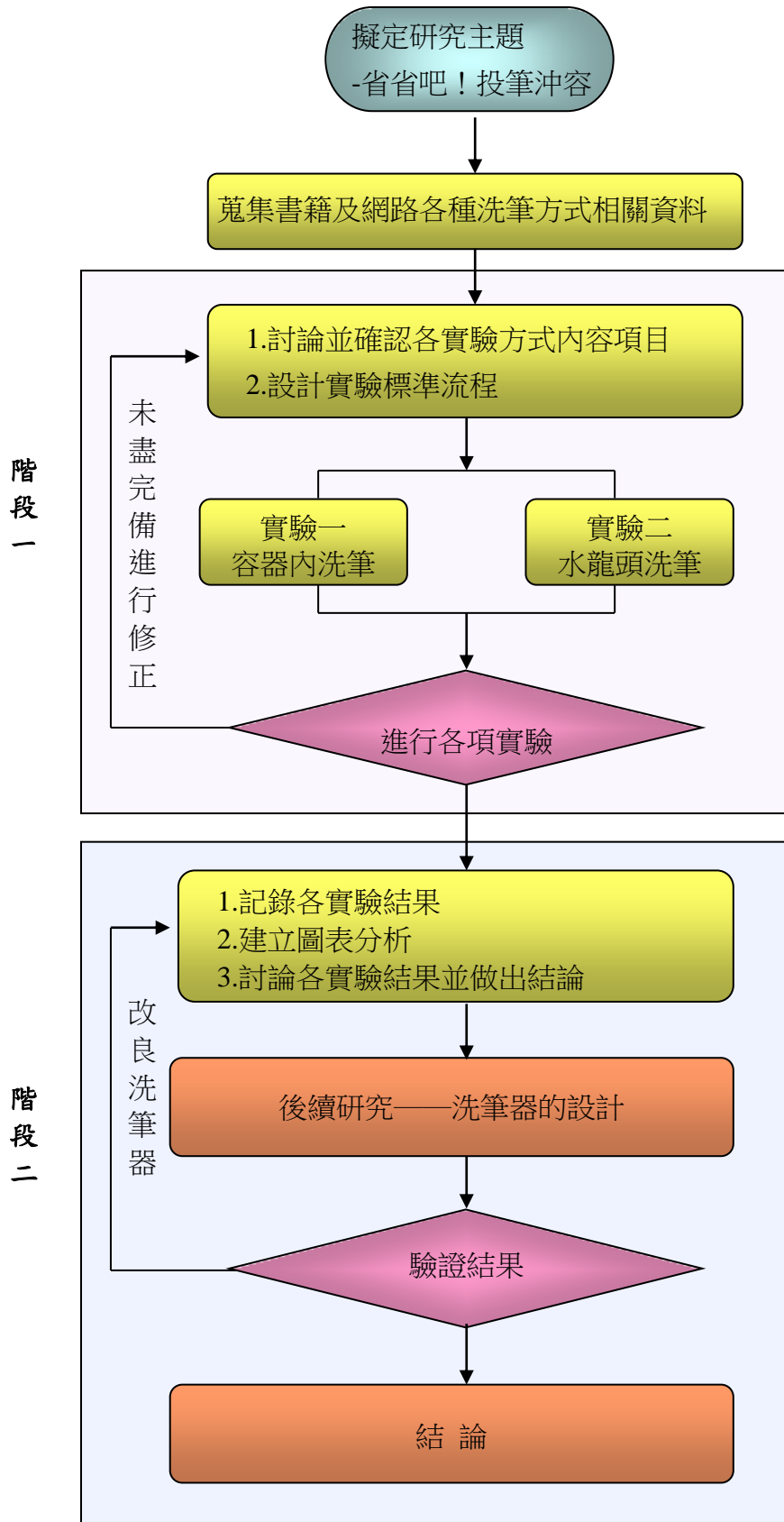
- 一、找出何種方式清洗毛筆能夠達到最省水環保的目的。
- 二、根據研究結果，設計簡易方便的自製洗筆器。

## 參、研究設備及器材

毛筆 6 枝、大瓶墨汁 1 罐、白色宣紙數張、清水、250cc 燒杯數個、500cc 燒杯數個、標籤紙數張、計時器 1 個、數位相機 1 台、吹風機 1 台、裝有省水裝置之水龍頭 1 只、5 公升寶特瓶 1 支、2 公升寶特瓶 2 支、海綿菜瓜布數塊、軟木塞 1 個、三腳支架 1 個、掛繩 2 段、塑膠透明軟管 4 段、進水開關 2 個、打氣幫浦 2 個、逆止閥 1 個及塑鋼土少許。

# 肆、研究過程或方法

## 一、研究流程圖



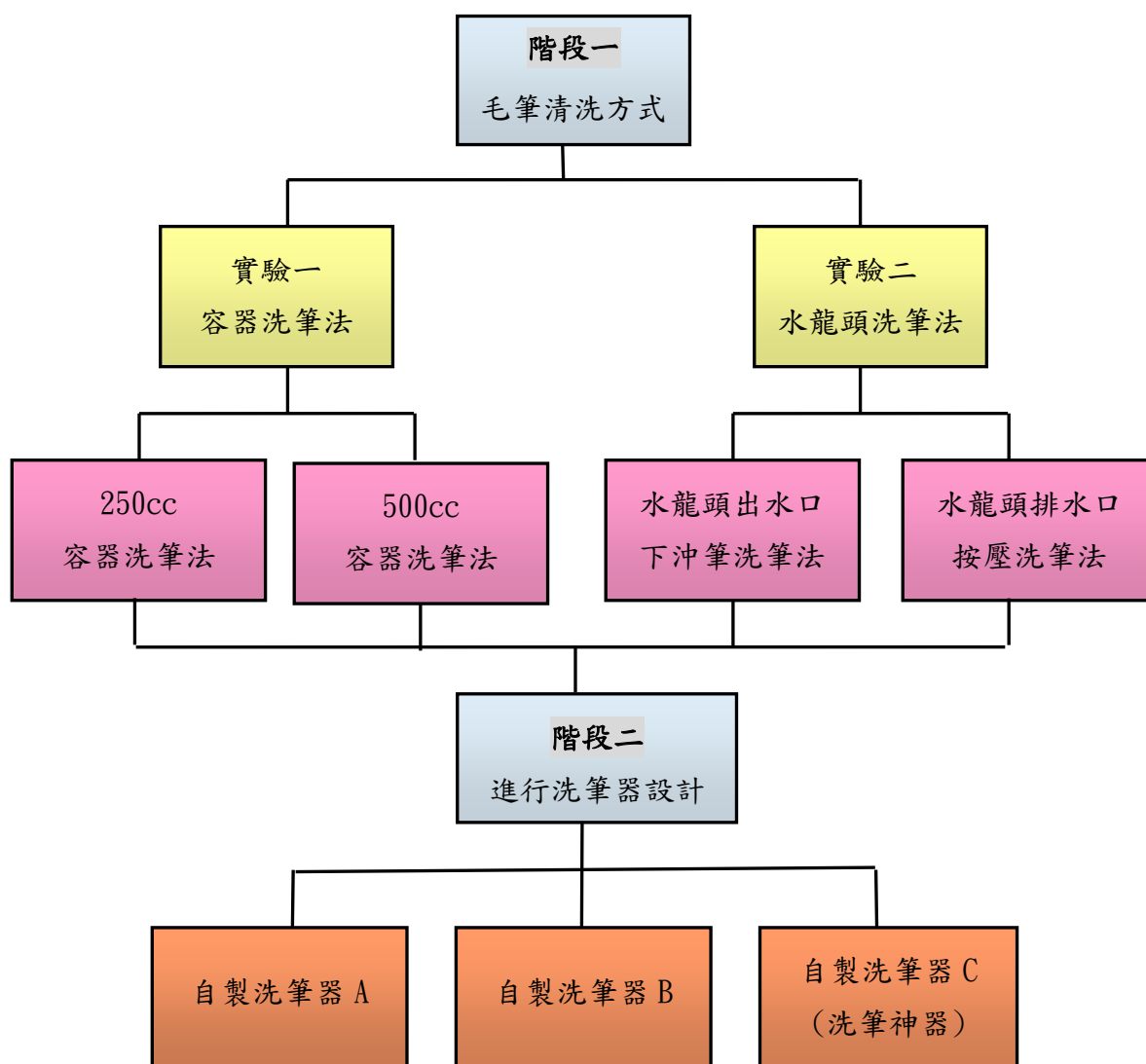
圖一 研究流程圖

## 二、研究說明與準備：

### (一) 本研究分為二階段：

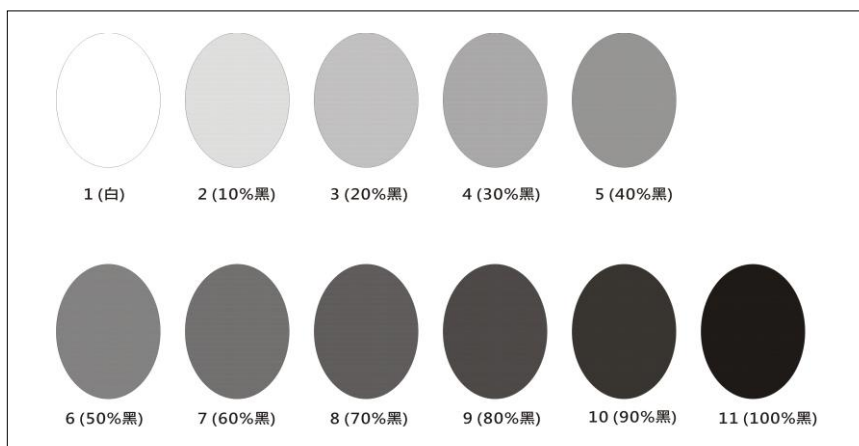
1. 第一階段：蒐集坊間書籍及網路相關資料，歸納出一般常用的洗筆方式有容器內洗筆及水龍頭下洗筆方式，因而本階段分別以容器內的水量及水龍頭下清洗毛筆方式的不同為變因，規畫下列二種清洗方式進行實驗，分別為
  - (1) 實驗一：以 250cc 容器洗筆法、500cc 容器洗筆法
  - (2) 實驗二：水龍頭出水口下垂直沖筆洗筆法、水龍頭排水口按壓洗筆法
2. 第二階段：根據第一階段研究結果，進行創新設計改良自製洗筆器。

實驗方式與設計如下圖所示：



圖二 四種毛筆清洗方式與實驗設計

(二) 以電腦繪圖軟體繪成墨色比對標準表（如下圖所示），用以對照毛筆清洗的乾淨程度。



圖三 墨色比對標準表

(三) 每次實驗必須重複取用同一瓶墨汁，且使用前搖勻，以確保墨汁吸附條件相同。

(四) 每一次取用同 1 枝毛筆，在每次實驗後確實清洗乾淨（為考量國小學生要完全洗淨使用後毛筆不易，僅要求學童在各實驗中一律清洗至墨色指數 2 之程度為止），並以衛生紙確實吸乾多餘水份，以供下次實驗使用。

(五) 每次實驗之前，先將毛筆沒入清水中完全溼潤，自由滴水 10 秒後，開始進入實驗步驟 1。

(六) 白色宣紙分區並以標籤紙標示各式實驗結果，如下圖所示：

250cc 容器清洗毛筆實驗記錄表

	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次
學生A	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：
學生B	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：
學生C	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：
學生D	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：
學生E	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：
學生F	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：	清洗杯數： 使用水量： 墨色指數：

平均使用水量：(        )cc

表一 容器內清洗毛筆記錄表

## 水龍頭出水口清洗毛筆實驗記錄

	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次
學生A	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：
學生B	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：
學生C	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：
學生D	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：
學生E	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：
學生F	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：	清洗時間： 使用水量： 墨色指數：

平均使用水量：(        )cc

表二 水龍頭下清洗毛筆記錄表

(七) 為求實驗之準確性，各項實驗皆由六位學生各自進行，每生將實驗結果之宣紙標示貼於表二的記錄表內，並取其平均值計算使用水量。

### 三、實驗方法

#### (一) 實驗一：容器洗筆法

以「容器水量」為變因，比較在容器內洗筆時，容器內的水量多少和洗滌效果關係如何？

##### 1. 250cc 容器洗筆法

實驗步驟：

- (1) 將毛筆的筆根全部沒入墨汁中 10 秒。
- (2) 取出毛筆後使自由滴墨 10 秒。
- (3) 將毛筆筆根浸入第一杯清水 (250cc) 中，5 秒鐘後，在水中水平來回晃動 10 下 (來回算一下)，便在杯邊內緣輕壓 5 次以擠出多餘水份，再放入第二杯清水 (250cc) 內 5 秒鐘後，同樣在水中水平來回晃動 10 下，便在杯邊內緣輕壓 5 次以擠出多餘水份，再放入第三杯清水內，以同上步驟進行，接續第四杯清水…不斷以 250cc 之清水清洗，直到毛筆筆腹按壓在白色宣紙上 2 秒鐘，並以吹風機吹乾水跡後，宣紙上墨色呈現指數 2 之程度。

(4) 計算所使用水量。

## 2. 500cc 容器洗筆法

實驗步驟：

- (1) 將毛筆的筆根全部沒入墨汁中 10 秒。
- (2) 取出毛筆後使自由滴墨 10 秒。
- (3) 將毛筆筆根浸入第一杯清水（500cc）中，5 秒鐘後，在水中水平來回晃動 10 下，便在杯邊內緣輕壓 5 次以擠出多餘水份，再放入第二杯清水（500cc）內 5 秒鐘後，同樣的在水中水平來回晃動 10 下（來回算一下），在杯邊內緣輕壓 5 次以擠出多餘水份，再放入第三杯清水內，以同上步驟進行，接續第四杯清水…不斷以 500cc 之清水清洗，直到毛筆筆腹按壓在白色宣紙上 2 秒鐘，並以吹風機吹乾水跡後，宣紙上墨色呈現指數 2 之程度。
- (4) 計算所使用水量。

## 2. 實驗結果：

250CC 容器清洗毛筆實驗記錄表									
	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	
學生一	清洗程度: 1 使用水量: 250cc 墨色指數: 1	清洗程度: 2 使用水量: 250cc 墨色指數: 2	清洗程度: 3 使用水量: 250cc 墨色指數: 3	清洗程度: 4 使用水量: 250cc 墨色指數: 4	清洗程度: 5 使用水量: 250cc 墨色指數: 5	清洗程度: 6 使用水量: 250cc 墨色指數: 6	清洗程度: 7 使用水量: 250cc 墨色指數: 7	清洗程度: 8 使用水量: 250cc 墨色指數: 8	清洗程度: 9 使用水量: 250cc 墨色指數: 9
學生二	清洗程度: 1 使用水量: 250cc 墨色指數: 1	清洗程度: 2 使用水量: 250cc 墨色指數: 2	清洗程度: 3 使用水量: 250cc 墨色指數: 3	清洗程度: 4 使用水量: 250cc 墨色指數: 4	清洗程度: 5 使用水量: 250cc 墨色指數: 5	清洗程度: 6 使用水量: 250cc 墨色指數: 6	清洗程度: 7 使用水量: 250cc 墨色指數: 7	清洗程度: 8 使用水量: 250cc 墨色指數: 8	清洗程度: 9 使用水量: 250cc 墨色指數: 9
學生三	清洗程度: 1 使用水量: 250cc 墨色指數: 1	清洗程度: 2 使用水量: 250cc 墨色指數: 2	清洗程度: 3 使用水量: 250cc 墨色指數: 3	清洗程度: 4 使用水量: 250cc 墨色指數: 4	清洗程度: 5 使用水量: 250cc 墨色指數: 5	清洗程度: 6 使用水量: 250cc 墨色指數: 6	清洗程度: 7 使用水量: 250cc 墨色指數: 7	清洗程度: 8 使用水量: 250cc 墨色指數: 8	清洗程度: 9 使用水量: 250cc 墨色指數: 9
學生四	清洗程度: 1 使用水量: 250cc 墨色指數: 1	清洗程度: 2 使用水量: 250cc 墨色指數: 2	清洗程度: 3 使用水量: 250cc 墨色指數: 3	清洗程度: 4 使用水量: 250cc 墨色指數: 4	清洗程度: 5 使用水量: 250cc 墨色指數: 5	清洗程度: 6 使用水量: 250cc 墨色指數: 6	清洗程度: 7 使用水量: 250cc 墨色指數: 7	清洗程度: 8 使用水量: 250cc 墨色指數: 8	清洗程度: 9 使用水量: 250cc 墨色指數: 9
學生五	清洗程度: 1 使用水量: 250cc 墨色指數: 1	清洗程度: 2 使用水量: 250cc 墨色指數: 2	清洗程度: 3 使用水量: 250cc 墨色指數: 3	清洗程度: 4 使用水量: 250cc 墨色指數: 4	清洗程度: 5 使用水量: 250cc 墨色指數: 5	清洗程度: 6 使用水量: 250cc 墨色指數: 6	清洗程度: 7 使用水量: 250cc 墨色指數: 7	清洗程度: 8 使用水量: 250cc 墨色指數: 8	清洗程度: 9 使用水量: 250cc 墨色指數: 9
學生六	清洗程度: 1 使用水量: 250cc 墨色指數: 1	清洗程度: 2 使用水量: 250cc 墨色指數: 2	清洗程度: 3 使用水量: 250cc 墨色指數: 3	清洗程度: 4 使用水量: 250cc 墨色指數: 4	清洗程度: 5 使用水量: 250cc 墨色指數: 5	清洗程度: 6 使用水量: 250cc 墨色指數: 6	清洗程度: 7 使用水量: 250cc 墨色指數: 7	清洗程度: 8 使用水量: 250cc 墨色指數: 8	清洗程度: 9 使用水量: 250cc 墨色指數: 9
平均使用水量: ( 250 ) cc									

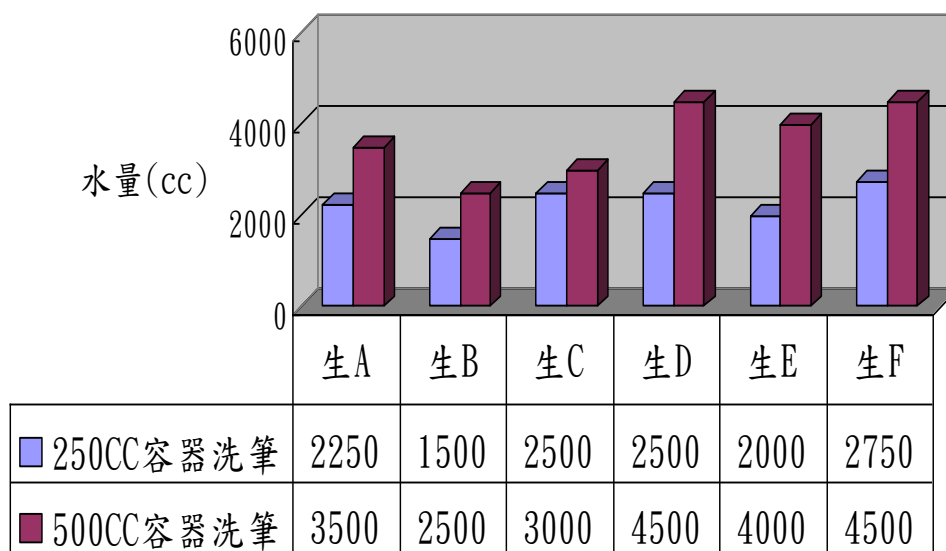
500CC 容器清洗毛筆實驗記錄表									
	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	
學生一	清洗程度: 1 使用水量: 500cc 墨色指數: 1	清洗程度: 2 使用水量: 500cc 墨色指數: 2	清洗程度: 3 使用水量: 500cc 墨色指數: 3	清洗程度: 4 使用水量: 500cc 墨色指數: 4	清洗程度: 5 使用水量: 500cc 墨色指數: 5	清洗程度: 6 使用水量: 500cc 墨色指數: 6	清洗程度: 7 使用水量: 500cc 墨色指數: 7	清洗程度: 8 使用水量: 500cc 墨色指數: 8	清洗程度: 9 使用水量: 500cc 墨色指數: 9
學生二	清洗程度: 1 使用水量: 500cc 墨色指數: 1	清洗程度: 2 使用水量: 500cc 墨色指數: 2	清洗程度: 3 使用水量: 500cc 墨色指數: 3	清洗程度: 4 使用水量: 500cc 墨色指數: 4	清洗程度: 5 使用水量: 500cc 墨色指數: 5	清洗程度: 6 使用水量: 500cc 墨色指數: 6	清洗程度: 7 使用水量: 500cc 墨色指數: 7	清洗程度: 8 使用水量: 500cc 墨色指數: 8	清洗程度: 9 使用水量: 500cc 墨色指數: 9
學生三	清洗程度: 1 使用水量: 500cc 墨色指數: 1	清洗程度: 2 使用水量: 500cc 墨色指數: 2	清洗程度: 3 使用水量: 500cc 墨色指數: 3	清洗程度: 4 使用水量: 500cc 墨色指數: 4	清洗程度: 5 使用水量: 500cc 墨色指數: 5	清洗程度: 6 使用水量: 500cc 墨色指數: 6	清洗程度: 7 使用水量: 500cc 墨色指數: 7	清洗程度: 8 使用水量: 500cc 墨色指數: 8	清洗程度: 9 使用水量: 500cc 墨色指數: 9
學生四	清洗程度: 1 使用水量: 500cc 墨色指數: 1	清洗程度: 2 使用水量: 500cc 墨色指數: 2	清洗程度: 3 使用水量: 500cc 墨色指數: 3	清洗程度: 4 使用水量: 500cc 墨色指數: 4	清洗程度: 5 使用水量: 500cc 墨色指數: 5	清洗程度: 6 使用水量: 500cc 墨色指數: 6	清洗程度: 7 使用水量: 500cc 墨色指數: 7	清洗程度: 8 使用水量: 500cc 墨色指數: 8	清洗程度: 9 使用水量: 500cc 墨色指數: 9
學生五	清洗程度: 1 使用水量: 500cc 墨色指數: 1	清洗程度: 2 使用水量: 500cc 墨色指數: 2	清洗程度: 3 使用水量: 500cc 墨色指數: 3	清洗程度: 4 使用水量: 500cc 墨色指數: 4	清洗程度: 5 使用水量: 500cc 墨色指數: 5	清洗程度: 6 使用水量: 500cc 墨色指數: 6	清洗程度: 7 使用水量: 500cc 墨色指數: 7	清洗程度: 8 使用水量: 500cc 墨色指數: 8	清洗程度: 9 使用水量: 500cc 墨色指數: 9
學生六	清洗程度: 1 使用水量: 500cc 墨色指數: 1	清洗程度: 2 使用水量: 500cc 墨色指數: 2	清洗程度: 3 使用水量: 500cc 墨色指數: 3	清洗程度: 4 使用水量: 500cc 墨色指數: 4	清洗程度: 5 使用水量: 500cc 墨色指數: 5	清洗程度: 6 使用水量: 500cc 墨色指數: 6	清洗程度: 7 使用水量: 500cc 墨色指數: 7	清洗程度: 8 使用水量: 500cc 墨色指數: 8	清洗程度: 9 使用水量: 500cc 墨色指數: 9
平均使用水量: ( 500 ) cc									

表三 容器內洗筆實驗結果

學生 \ 實驗	250cc 容器		500cc 容器	
	清洗杯數	使用水量	清洗杯數	使用水量
生 A	9	2250	7	3500
生 B	6	1500	5	2500
生 C	10	2500	6	3000
生 D	10	2500	9	4500
生 E	8	2000	8	4000
生 F	11	2750	9	4500
平均	9.0	2250.0	7.3	3666.7
節省水量	1416.7			

表四 六位學生實驗記錄表 (容器洗筆)

容器內洗筆法水量比較圖



圖四 容器內清洗法水量比較圖

如圖四所示，以不同容量容器裝水洗筆的結果，可發現以較小容器（250cc 容器）裝水來清洗毛筆，可較大容器（500cc 容器）裝水洗筆節省用水，每洗 1 枝筆可節省 1416.7cc 的用水。



## (二) 實驗二：水龍頭洗筆法

以水龍頭下清洗毛筆的方式為變因，研究在水龍頭下沖筆時，比較在「出水口」垂直沖毛筆及「排水口」按壓毛筆，何者方式較省水？而本研究因強調節約水源的目的，因此實驗皆設計在省水水龍頭下進行。

### 1. 水龍頭出水口下垂直沖筆洗筆法

實驗步驟：

- (1) 將毛筆的筆根全部沒入墨汁中 10 秒。
- (2) 取出毛筆後使自由滴墨 10 秒。
- (3) 將筆毛向下直立於省水水龍頭下，水龍頭往右轉至 90 度(畫上刻度做記號)，筆毛接觸水時，即以計時器開始計時。
- (4) 儘量將筆靠近出水口，且順著筆毛方向沖水，同時由筆腰往筆腹、筆鋒方向輕輕擠壓筆毛數次。
- (5) 清洗直到筆腹流出乾淨的水即可，關水並暫停計時，將毛筆按壓在白色宣紙上，並以吹風機吹乾水跡後，將宣紙上墨漬與墨色比對標準表比對，若未達指數 2，則繼續沖水動作，並繼續計時，5 秒後再毛筆按壓在白色宣紙上，並以吹風機吹乾水跡後，將宣紙上墨漬與墨色比對標準表比對，直至呈現指數 2 為止。
- (6) 統計清洗時間，並開啟水龍頭至刻度記號處，計算統計時間內所流出之水量，即為清洗過程所使用水量。

### 2. 水龍頭排水口按壓洗筆法

進行水龍頭出水口下垂直沖筆洗筆實驗時，發現水槽大面積髒污且實驗者衣服噴濺到墨水污漬，因改以將筆放在排水口處清洗，以減少水槽受污染面積與濺濺的問題。

實驗步驟：

- (1) 將毛筆的筆根全部沒入墨汁中 10 秒。
- (2) 取出毛筆後使自由滴墨 10 秒。
- (3) 將筆毛向下直立於省水水龍頭下，水龍頭往右轉至 90 度(畫上刻度做記)，筆毛接觸水時，即以計時器開始計時。
- (4) 將筆毛置於排水口邊，以捻轉筆管的同時輕壓筆腹的方式清洗。
- (5) 直到筆腹流出乾淨的水即可，關水並暫停計時，將毛筆按壓在白色宣紙上，並以吹風機吹乾水跡後，將宣紙上墨漬與墨色比對標準表比對，若未達指數 2，則繼續沖水動作，並繼續計時，5 秒後再毛筆按壓在白色宣紙上，並以吹風機吹乾水跡後，將宣紙上墨漬與墨色比對標準表比對，直至呈現指數 2 為止。

(6) 統計清洗時間，並開啟水龍頭至刻度記號處，計算統計時間內所流出之水量，即為清洗過程所使用水量。

### 3. 實驗結果：



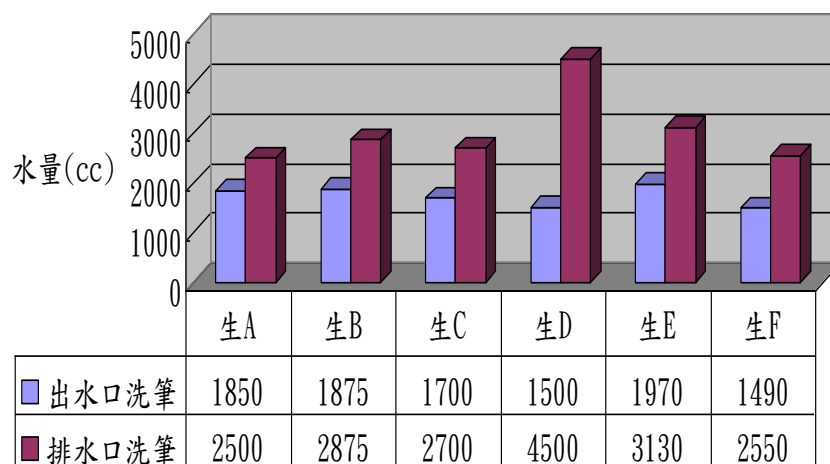
表五 水龍頭下洗筆實驗結果

實驗 學生	出水口洗筆法				排水口洗筆法			
	清洗 秒數	學生 量測 水量	計算 應有水量	誤差值 (%)	清洗 秒數	使用 水量	計算 應有水量	誤差值 (%)
生 A	91	1950	1960.7	0.5	119	2500	2564.1	2.5
生 B	90	1875	1939.2	3.3	136	2875	2930.3	1.9
生 C	80	1700	1723.7	1.4	126	2700	2714.9	0.5
生 D	69	1500	1486.7	-0.9	206	4500	4438.6	-1.4
生 E	90	1970	1939.2	-1.6	145	3130	3124.3	-0.2
生 F	67	1490	1443.6	-3.2	115	2550	2477.9	-2.9
平均	81.2	1747.5	1748.9	0.1	141.2	3042.5	3041.7	0.0
節省 時間	60(秒)				節省 水量	1295(CC)		

表六 六位學生實驗記錄表

如表六所列，學童進行實驗操作後，以測得時間進行該時間內所流出的水量量測，發現量測結果與計算所得的水量(以所測得時間乘以六生所測得水量的平均值)有些許誤差，如發現誤差值高於 5%時，則請該生重新實驗、重新計時、重新計算水量，直到誤差值小於 5%為止，以提升實驗操作的正確度，表六所示即為最後所得結果。

水龍頭洗筆法水量比較圖



圖五 水龍頭沖筆水量比較圖

由圖五水量比較長條圖可發現，在水龍頭出水口下沖筆的方式較在排水口轉筆輕壓洗筆的方式省時省水，據統計每洗 1 枝毛筆可節省 60 秒鐘，並可節省 1295CC 水量。

(三) 各實驗過程

筆根浸入墨水 10 秒	自由滴墨 10 秒	毛筆在杯緣按壓五次後換水
		
計時器記錄容器內清洗時間	毛筆在宣紙上按壓 2 秒	以吹風機吹乾宣紙
		
比對墨色指數表	眼睛平視量杯刻度確定容器水量	水龍頭開關以量角器量出 90 度作記號
		



水龍頭下沖筆法計時



水龍頭下沖筆墨水四濺



在排水口按壓洗筆法



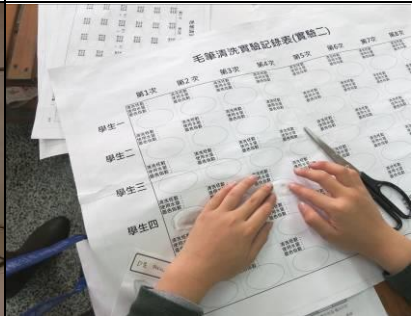
計時器計算相同時間的出水量



計算使用總水量



整理實驗結果



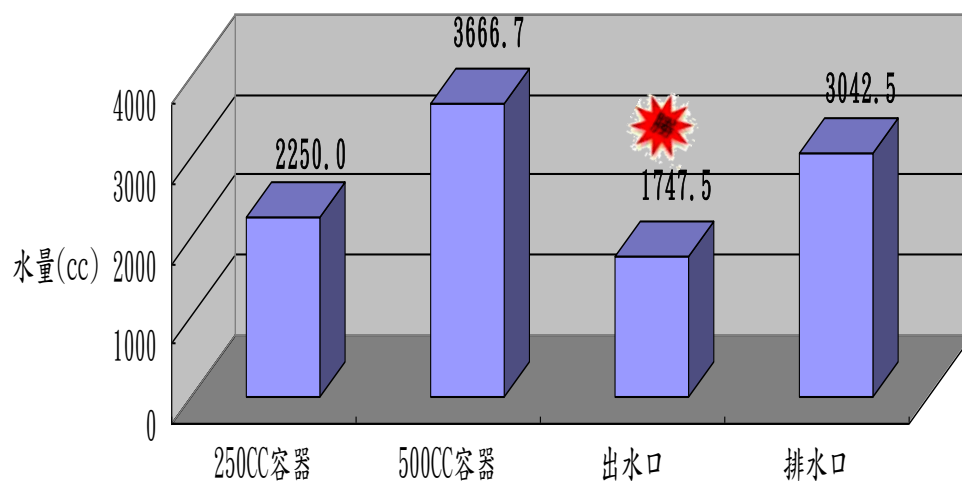
(四) 綜合比較

綜合實驗一以及實驗二洗筆結果如下：

學生	250CC 容器		500CC 容器		水龍頭出水口		水龍頭排水口	
	清洗杯數	使用水量	清洗杯數	使用水量	清洗秒數	學生量測水量	清洗秒數	使用水量
生 A	9	2250	7	3500	91	1950	119	2500
生 B	6	1500	5	2500	90	1875	136	2875
生 C	10	2500	6	3000	80	1700	126	2700
生 D	10	2500	9	4500	69	1500	206	4500
生 E	8	2000	8	4000	90	1970	145	3130
生 F	11	2750	9	4500	67	1490	115	2550
<b>每枝筆用水量</b>	<b>9.0</b>	<b>2250.0</b>	<b>7.3</b>	<b>3666.7</b>	<b>81.2</b>	<b>1747.5</b>	<b>141.2</b>	<b>3042.5</b>

表七 毛筆清洗方式實驗結果

毛筆各種清洗方式水量比較圖



圖六 毛筆各種清洗方式水量比較圖

就表七、圖六的結果分析可見四項實驗中，以水龍頭下出水口沖筆的方式最省水 (1747.7cc)，其次是以 250cc 容器洗筆方式(2250.0cc)，接續是水龍頭排水口洗筆方式(3042.0cc)，

其中最耗費水源的洗筆方式是以大容器裝水洗筆 (3666.7cc)。

#### 四、 自製洗筆器

本研究進入階段二——自製洗筆器。由階段一的實驗可得知，四種洗筆方式的省水性順序分別為水龍頭出水口垂直沖筆法→250cc 容器洗筆法→水龍頭下排水口洗筆法→500cc 容器洗筆法。

而水龍頭垂直沖筆法雖最為省水，但其最大缺失為墨汁易四處噴淺濺，因此根據以上實驗結果，我們設計了第一種簡易自製洗毛筆容器 A，以 5 公升的寶特瓶做為洗筆器的容器，不但可集水、防噴濺，更可直接在瓶口捻轉筆管同時輕壓筆腹，可取代以手擠壓筆毛的動作。

##### (一) 洗筆器 A

###### 1. 所需材料：

1. 5 公升寶特瓶	2. 三腳支架	3. 軟木塞
		
4. 塑膠透明軟管	5 海綿菜瓜布	6. 長尾夾
		

圖七 洗筆器 A 材料圖示

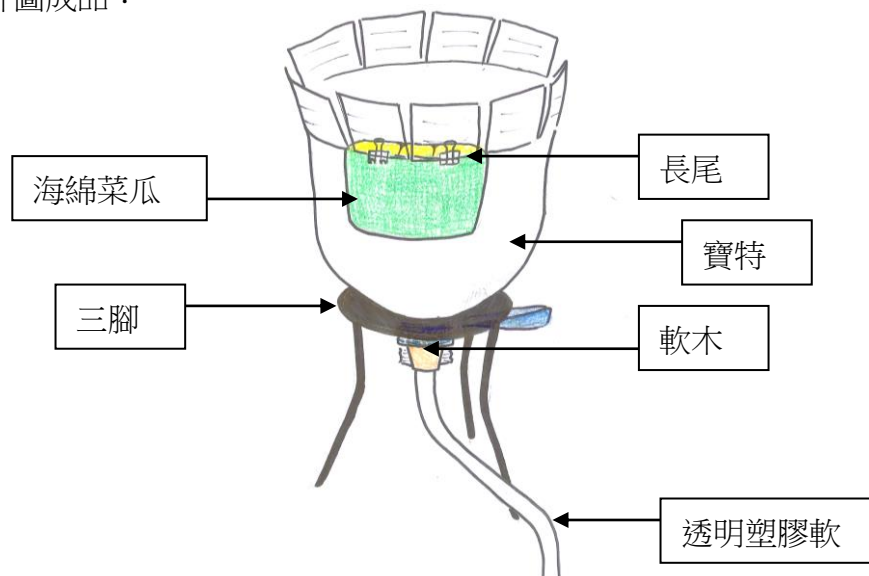
###### 2. 製作步驟：

- (1) 先將不要的 5 公升寶特瓶清洗乾淨，下半部切掉約 10 公分的長度。
- (2) 在邊緣每隔 6 公分處剪下 6 公分切口往外翻，並修飾尖角以免割傷。寶特瓶切割邊緣，可稍微用火烤熱，使得裁剪切割部份不致鋒利而割傷手。

- (3) 將寶特瓶瓶口朝下固定在三腳支架上或以鐵絲倒掛固定。
- (4) 瓶口接上水管以利墨水直接排入排水口中。
- (5) 取一海綿菜瓜布，將海綿分成三等份切割至與菜瓜布交接處。
- (6) 將切割好的海綿菜瓜布以長尾夾固定在寶特瓶邊緣上。
- (7) 使用時，瓶口朝下，開啟省水水龍頭後將毛筆放入瓶中旋轉按壓清洗，毛筆順著水流，從瓶口的水管排出墨水，最後將筆塞入海綿切口內，順著切口垂直緩緩抽出，即可擠出多餘水份。

寶特瓶瓶底切掉 10 公分	每隔 6cm 間距剪開 6cm 切口	切割處修飾尖角並以火烤熱
		
海綿切三等分至菜瓜布銜接處	瓶口以軟木塞固定透明塑膠管	成品透明塑膠管接於排水口處
		

### 3. 洗筆器 A 設計圖成品：



#### 4. 實驗步驟：

- (1) 將毛筆的筆根全部沒入墨汁中 10 秒。
- (2) 取出毛筆後使自由滴墨 10 秒。
- (3) 將毛筆置於洗筆器 A 中，水龍頭往右轉至 90 度(刻度記號處)，筆毛接觸水時，即以計時器開始計時。先於出水口垂直沖筆 5 秒後，再於瓶口邊緣以捻轉筆管同時輕壓筆腹的方式清洗，直至洗筆器瓶口的透明軟管流出乾淨的水，關水並暫停計時。
- (4) 將筆塞入海綿切口內，順著切口垂直緩緩抽出，即可擠出多餘水份。
- (5) 將毛筆按壓在白色宣紙上，並以吹風機吹乾水跡後，將宣紙上墨漬與墨色比對標準表比對，若未達指數 2，則繼續沖水動作，並繼續計時，5 秒後再將毛筆按壓在白色宣紙上，並以吹風機吹乾水跡後，將宣紙上墨漬與墨色比對標準表比對，直至呈現指數 2 為止。
- (6) 統計清洗時間，並開啟水龍頭至刻度記號處，計算統計時間內所流出之水量，即為清洗過程所使用水量。

毛筆筆根浸入墨水 10 秒	將塑膠水管固定於排水口	將筆置入洗筆器內清洗
		
將筆從海綿切口緩緩垂直抽出	污水入排水口，不弄髒洗水槽	計算相同時間所使用水量
		



## 5. 優點：

- (1) 為響應環保，所以用回收的寶特瓶作洗筆器，且人人都可製作，而倒置的寶特瓶形狀上寬下窄，水流出瓶口時，離心律的作用，使水形成漩渦形流出，亦可將墨水快速沖走。
- (2) 利用噴霧型省水水龍頭，加上寶特瓶做為洗筆容器，可將水集中，節省水的使用以及洗筆時間，洗筆時，更可防止墨水四濺，不會將洗手台或衣服噴髒，而不易清洗。
- (3) 利用海綿切口的包覆性及吸水性，可在洗筆最後將多餘的水份瀝乾，天冷時不必觸碰到冷水擠壓筆毛，更不必擔心因輕甩毛筆水份而弄髒洗手槽。
- (4) 寶特瓶口接管子的設計，可將清洗的墨汁集中導至排水口，完全不會弄髒洗手槽，省卻更多的時間及水量清洗水槽。

## (二) 洗筆器 B

為達更環保、更省水的目的，根據洗筆器 A 的原理，更進一步改良創新，借重水流，加上簡單的動力概念，並加上一次可支撐多枝毛筆一起清洗的設計，自製成第二代洗筆器(洗筆器 B)。

### 1. 所需材料：

1. 2 公升寶特瓶	2. 掛繩	3. 打氣幫浦
		
4. 塑膠透明軟管	5 海綿菜瓜布	6. 進水開關
		

圖八 洗筆器 B 材料圖示

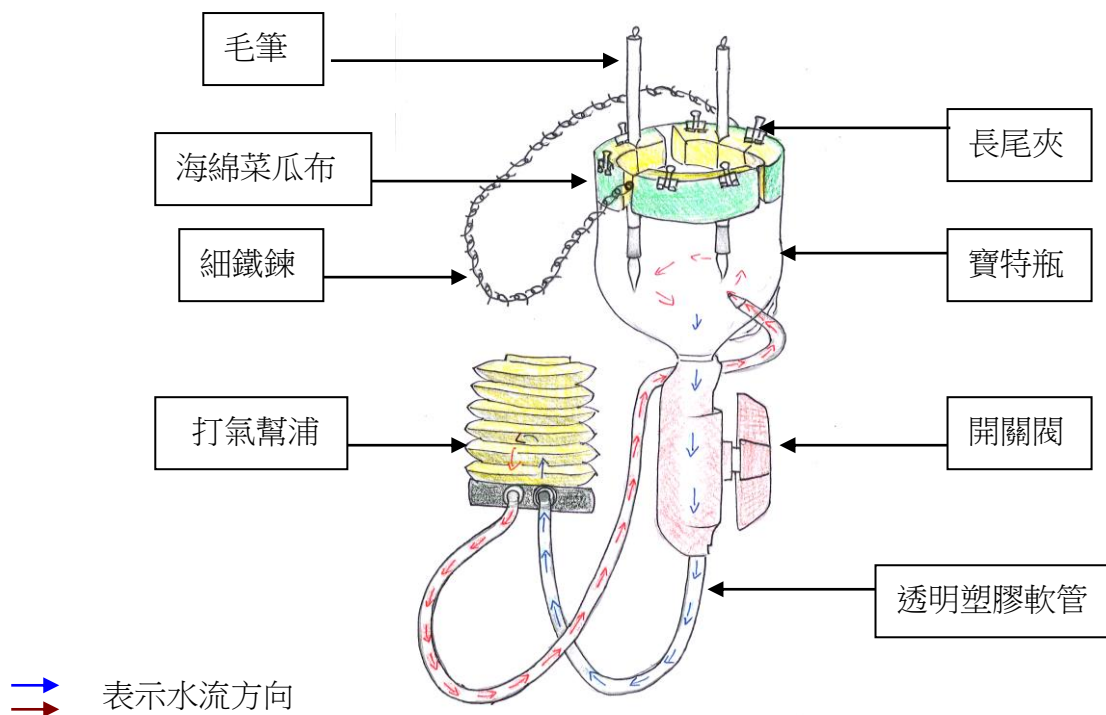
## 2. 製作步驟：

- (1) 先將不要的 2 公升寶特瓶清洗乾淨，下半部切掉約 13 公分的長度。
- (2) 將寶特瓶瓶口朝下以掛繩倒掛固定。(可取用廢棄手提紙袋掛繩加以利用)
- (3) 瓶口接上塑膠透明軟管以利墨水直接排入排水口中。
- (4) 取一個海綿菜瓜布，將海綿分成三等份切割至菜瓜布交接處。
- (5) 將切割好的三個海綿菜瓜布以膠固定在寶特瓶邊緣上。
- (6) 瓶口接上開關及水管以利墨水直接排入排水口中。
- (7) 使用時，將沖筆器以細鐵鍊掛置於水龍頭下，數枝毛筆固定於寶特瓶邊緣海綿切口處(最多 6 枝)，先將下方瓶口出水的開關閥關閉，將沖筆器內注水至 500ml，腳踩打氣幫浦讓沖筆器內產生水流，製造動力清洗毛筆。排水時將打氣幫浦連接寶特瓶瓶口的透明塑膠軟管插入排水口，開啟出水口開關閥，讓污水自透明塑膠軟管排入排水口水，接著再關閉出水開關閥，再次注入清水 500ml，腳踩打氣幫浦洗筆，重覆以上重作直至毛筆洗淨，最後將筆一一順著海綿切口垂直緩緩抽出，擠出多餘水份，即可完成洗筆的動作。





### 3. 洗筆器 B 設計圖及成品：



### 4. 實驗步驟：

- (1) 吊掛固定洗筆器於水龍頭上，將洗筆器瓶口的開關閥關閉。
- (2) 取 6 枝毛筆同時筆根全部沒入墨汁中 10 秒。
- (3) 取出毛筆後使之自由滴墨 10 秒。
- (4) 將 6 枝毛筆一一固定於寶特瓶邊緣海綿切口處，將沖筆器內注水至 500ml。

- (5) 腳輕踩打氣幫浦五次後，打開瓶口的開關閥讓污水流出。
- (6) 關閉瓶口的開關閥，注水 500cc，腳輕踩打氣幫浦五次後，打開瓶口的開關閥讓污水流出。
- (7) 重覆實驗步驟 (6)，直至毛筆的筆尖流出乾淨的水為止。
- (8) 將 6 枝毛筆一一順著海綿切口垂直緩緩抽出，擠出多餘水份，即可完成洗筆的動作。
- (9) 將毛筆按壓在白色宣紙上，並以吹風機吹乾水跡後，將宣紙上墨漬與墨色比對標準表比對，直至呈現指數 2 為止。
- (10) 計算所使用水量。

6 枝筆同時浸於墨水中	6 枝筆固定於洗筆器海綿切口	腳輕踩打氣幫浦五下
		
充氣造成水流循環形成動力	將筆一一自海綿垂直抽出	將排水管污水導入排水口
		

5. 優點：本設計除了延續第一代洗筆器 A 的優點之外，尚有以下幾項優點：

- (1) 本設計基於環保的理念，不採用電力的方式形成動力，而打氣幫浦的設計則是利用空氣的擠壓造成水流形成動力，且一次洗 6 枝筆，節能又省力。
- (2) 海綿菜瓜布不但有以上的用處，還可用於固定毛筆，一次可固定 6 枝毛筆同時清洗，只需一人負責踩打氣幫浦，即可清洗 6 枝筆，在班級或書法班上課後，不需多人圍在一起洗筆或排隊等待，省時又省力。

(3) 當然除了用來洗毛筆，也同樣可運用於畫水彩畫之後清洗水彩筆。

## (二) 洗筆器 C

由於第二代洗筆器 B 排水較不易（須將打氣幫浦連接之一端水管拔出），有時操作不慎會有污水漏出，因此改良為將排水管獨立出來，加上開關控制排水，且製作上較不易，加以改良修正後自製成第三代洗筆器 C，我們命名為「洗筆神器」。

在第三代我們增加了「止逆閥」，其作用是防止介質的倒流，在洗筆神器的應用上，使得污水不倒流，只送進空氣到洗筆容器而能模擬水流擾動的效果。我們並將所需材料、組裝過程及完成圖製作成組裝說明書。

### 1. 所需材料：

1. 2 公升寶特瓶	2. 掛繩	3. 打氣幫浦
		
4. 塑膠透明軟管	5 海綿菜瓜布	6. 逆止閥
		
7. 進水開關		
		

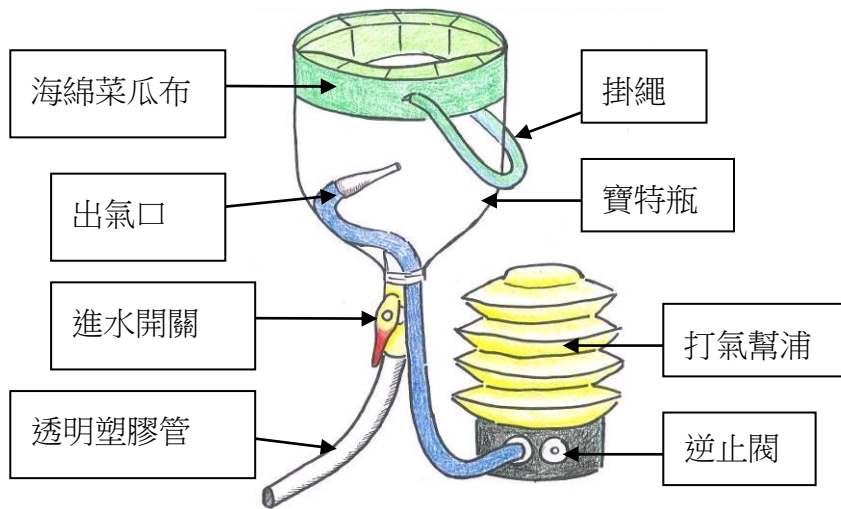
圖八 洗筆器 C 材料圖示

## 2. 製作步驟：

- (1) 先將不要的 2 公升寶特瓶清洗乾淨，下半部切掉約 13 公分的長度。
- (2) 將寶特瓶瓶口朝下以吊繩倒掛固定。
- (3) 瓶口接上塑膠透明軟管及打氣管並以塑鋼土固定之。
- (4) 取一個海綿菜瓜布，將海綿分成三等份切割至菜瓜布交接處。
- (5) 將切割好的三個海綿菜瓜布以膠固定在寶特瓶邊緣上。
- (6) 瓶口接上開關及水管以利墨水直接排入排水口中。
- (7) 使用時，將沖筆器以掛繩固定於水龍頭下，透明水管一端固定於排水口，數枝毛筆固定於寶特瓶邊緣海綿切口處（最多 6 枝），先將下方瓶口出水的開關閥關閉，將沖筆器內注水至 500ml，腳踩打氣幫浦讓沖筆器內產生水流，製造動力清洗毛筆。排水時開啟透明水管出水口開關閥，讓污水自透明塑膠軟管排入排水口水，接著再關閉出水開關閥，再次注入清水 500ml，腳踩打氣幫浦洗筆，重覆以上重作直至毛筆洗淨，最後將筆一一順著海綿切口垂直緩緩抽出，擠出多餘水份，即可完成洗筆的動作。

將寶特瓶瓶底切掉約 13 公分長度	在海綿上切割出二條切口	固定逆止閥於打氣幫浦上
		
出氣管固定於寶特瓶瓶壁	以塑鋼土固定排水管及打氣管於寶特瓶瓶口	完成品
		

### 3. 洗筆器 C (洗筆神器) 設計圖及成品：



### 4. 實驗步驟：

- (1) 吊掛固定洗筆器於水龍頭上，並將透明水管一端接至排水口。
- (2) 將洗筆器瓶口的開關閥關閉。
- (3) 取 6 枝毛筆同時筆根全部沒入墨汁中 10 秒，取出毛筆後使之自由滴墨 10 秒。
- (4) 將 6 枝毛筆一一固定於寶特瓶邊緣海綿切口處，將沖筆器內注水至 500ml。
- (5) 腳輕踩打氣幫浦五次後，打開透明水管的開關閥讓污水流出。
- (6) 關閉瓶口的開關閥，注水 500cc，腳輕踩打氣幫浦五次後，打開瓶口的開關閥讓污水流出。
- (7) 重覆實驗步驟 (6)，直至毛筆的筆尖流出乾淨的水為止。
- (8) 將 6 枝毛筆一一順著海綿切口垂直緩緩抽出，擠出多餘水份，即可完成洗筆的動作。
- (9) 將毛筆按壓在白色宣紙上，並以吹風機吹乾水跡後，將宣紙上墨漬與墨色比對標準表比對，直至呈現指數 2 為止。
- (10) 計算所使用水量。

將排水管連接至排水口	六支筆固定於洗筆器海切口	輕踩打氣幫浦五下
		
充氣造成水流循環形成動力	開啟出水開關， 污水順利自排水管流出	將筆一一自海綿垂直抽出
		

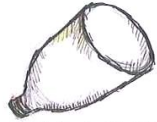
5. 優點：本設計除了延續第二代洗筆器 B 設計的優點之外，污水的排放也更易操作，製作過程也簡化許多，只要配合使用我們的組裝說明書，便能僅以 111 元的費用輕鬆 DIY 組裝「洗筆神器」。



6. 洗筆神器組裝說明書

# 洗筆神器組裝說明書

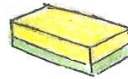
材料：



2公升空保特瓶  
單價=0元



打氣筒(附管)  
單價=25元



海綿菜瓜布  
單價=5元



止逆閥  
單價=20元



進水開關  
單價=45元



透明水管(四尺)  
單價=16元



掛繩  
單價=0元  
(取至包裝袋)

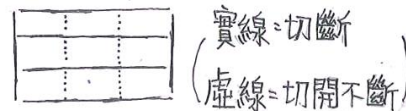


塑鋼土  
少許

組裝說明：

將海綿菜瓜布分切成三等分，  
6. (如下圖)，黏貼於瓶壁上緣。

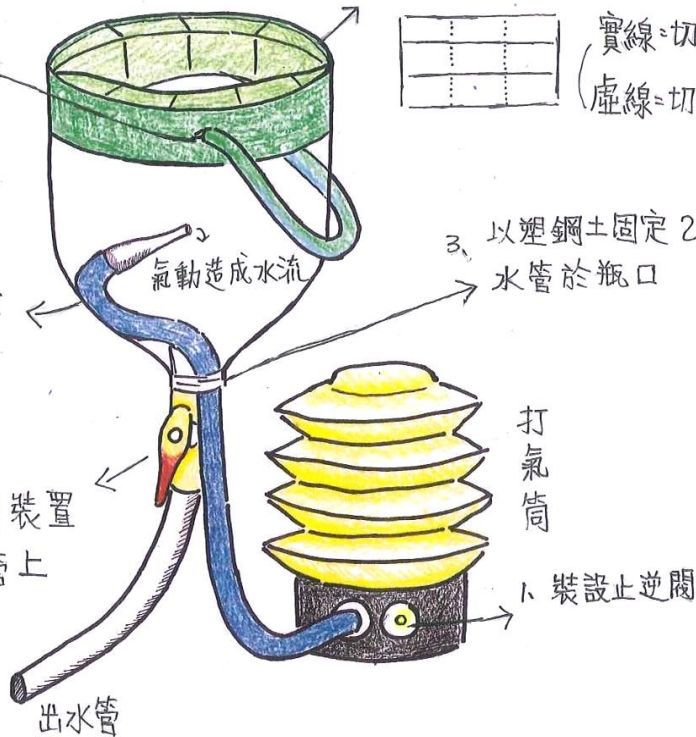
5. 打洞裝置掛繩



4. 以膠固定水管於瓶壁上

3. 以塑鋼土固定2條水管於瓶口

2. 將進水開關裝置在透明水管上



組裝總成本=111元

(二) 實驗結果：



實驗 學生	A		B		C	
	清洗 秒數	使用 水量	清洗 杯數	使用 水量	清洗 杯數	使用 水量
生 A	46.86	1009.68	4	2000	4	2000
生 B	38.63	832.35	3	1500	3	1500
生 C	38.02	819.20	4	2000	4	2000
生 D	44.52	959.26	4	2000	4	2000
生 E	37.62	810.59	5	2500	4	2000
生 F	48.78	1051.05	4	2000	4	2000
<b>平均用水量</b>	<b>42.41</b>	<b>913.69</b>	<b>4.00</b>	<b>2000.00</b>	<b>3.83</b>	<b>1916.67</b>
<b>平均每枝 筆用水量</b>		<b>913.69</b>		<b>333.33</b>		<b>319.45</b>

表六 三式自製洗筆實驗結果

1. 如表六所示，以洗筆器 A (洗 1 枝毛筆)進行洗筆實驗的結果，發現六位學生洗筆所花費水量所得平均值為 913.69cc，水量明顯小於前述四種洗筆方式(實驗一：洗 1 枝毛筆平均所需水量為 2250.0cc，實驗二：洗 1 枝毛筆平均所需水量為 3666.7cc，實驗三：洗 1 枝毛筆平均所需水量為 1747.5cc，實驗四：洗 1 枝毛筆平均所需水量為 3042.0cc)，因此達到節水環保的目的。
2. 以洗筆器 B (洗 6 枝毛筆)進行洗筆實驗的結果，發現六位學生洗筆所花費水量所得平均值為 2000cc，亦即平均每枝筆僅需用 333.33 cc，遠較實驗所設計的四種洗筆方式及自製洗筆器 A 更節省用水，且在所需的時間也縮減了六倍，同時達到省時又省水的目的。

3. 以洗筆器 C 洗 6 枝毛筆結果，發現六位學生洗筆所花費水量所得平均值為 1916.7cc，亦即平均每枝筆僅需用 319.4 cc。除了組裝製作較洗筆器 B 更簡易、外觀更簡潔且排水更易操作外，省時省水方面也更勝一籌。
4. 因此如果在班級或書法才藝班多人洗筆時，我們強力推薦洗筆器 C（洗筆神器），只要操作一次即可完成六支筆的清洗，若是個人洗筆使用則可用洗筆器 A 即可。

## 伍、討論

- 一、操作過程中，在進行墨色比對時，發現在水龍頭出水口下沖洗的方式容易造成殘墨堆積在筆毛末端，以致印記前端墨色呈現較高指數。為改善相關問題，幾經討論，發現洗毛筆時，在出水口下直接沖洗外，另行搭配輕輕按壓筆腹的方式，可減緩相關問題發生，因而研發出洗筆器 A，除了改善了出水噴濺沾污衣物的問題外，並可出水口下沖洗毛筆的同時，得以在瓶壁上輕輕按壓筆毛，以加速清洗的成效。
- 二、以動力導入洗筆器的思考，原希望藉由打氣幫浦打入氣流，以帶動水流，加速毛筆的清洗，但在實驗操作過程中發現，壓扁打氣後的氣筒反而會倒吸水灌入打氣幫浦內，此一現象，引發多種不同的解決方向：「改變洗筆器內的水位可不可以？這樣水壓就會小一些了。」、「是不是可以把噴氣孔提高固定？這樣就不會吸到水了。」。多次改造與實驗後，最後，將洗筆器 B 改造成封閉式水循環型式的洗筆器 B 成形，發現內循環的水流意外的產生更強的力道，更提升毛筆洗淨的成效。
- 三、在以洗筆器 B 進行實驗時，發現排除污水操作不易，洗筆器 C 改良以加設逆止閥，利用空氣帶動水流，並使排水管獨立，以開關控制排水，操作更便利。
- 四、有關毛筆清洗方面，在過往的資料呈現研究止於以寶特瓶為容器裝水洗淨毛筆的利用，未見施加以動力，在未加裝電池或馬達的設計下，輕鬆快速並有效率地同時完成多枝毛筆的清洗，本研究突破以人力操作打氣幫浦，以氣壓造成氣動再帶動單向水流，此項設計與目前班級書法教學後最常使用的大水桶洗筆方式大相逕庭，在桶內胡亂攪動不僅易傷及筆毛，而且依據實驗可知大桶水的清洗較耗費水資源，因此，謹提供此項研究結果供書法課後清洗毛筆之參考。

## 陸、結論

研究探討結果發現，容量大的容器裝水洗筆遠較小容量的容器裝水洗筆耗費更多水資源，而在水龍頭下出水口垂直沖筆又較排水口洗筆更為省水，因此，建議在省水龍頭下出水口直接沖水洗筆最能達到省水省時的目的。

在省水龍頭下直接沖水洗筆雖有最佳的成效，但若要顧及不沾污衣物與環境清潔的問題，除了在排水口轉筆輕壓洗筆的方式外，我們發現配合寶特瓶等廢棄物的運用，發揮一點創意巧思，每位學生都可自製成簡易的洗筆器，不僅可改善相關的問題，並可達到更優的成效，進一步利用水流加上動力更可同時完成多枝筆的清洗，相關的設計期望能夠發揮省水省時的成效。

而我們在研究實驗以及在製作洗筆器的過程中，遇到困難而設法解決問題的樂趣，跟實驗的結果一樣重要，最後我們所設計的洗筆器經過測試與實驗結果，證實的確能達到事半功倍之效，也期盼能在環保議題上貢獻一己之力。

## 柒、參考資料及其他

1. 新北市書法教學教師手冊 新北市教育局編印 102 年 7 月
2. 新北市書法教學網 <http://163.20.160.14/~ntc>
3. 妙筆生花 <http://163.20.132.55/pen/2-1-6.htm>
4. 南一出版社自然與科技課本第十二冊第三單元「永續家園」。
5. 周俊傑、唐讓之（民 82）。談毛筆傳統的洗筆、保養和保存方法。書法知識千題（1016-1019、1023-1024 頁）。臺北市：博遠。
6. 蔡耀慶（民 93）。談毛筆的洗筆、保養和保存方法，筆有千秋業——毛筆（108-112 頁）。臺北市：國立歷史博物館。

## 【評語】 080811

本作品與作者的學校課程和校園生活關係密切，反映出作者所關心的節水需求，從觀察蒐集使用行為不同所耗費的水量多寡到發明創意設計以解決問題，探索的議題具生活應用的價值，唯各項測試過程應考慮重複性及操作上需控制的變因。