中華民國第52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

080821

有「垢」不煩!

學校名稱:彰化縣員林鎮明湖國民小學

作者:

小五 陳永承

小四 陳宜琳

小六 張易菱

小六 張易蓉

小六 許家銘

小六 張冠閔

指導老師:

陳賢贊

邱翠妙

關鍵詞:水垢、飲水機、吹風機

有「垢」不煩!

摘要

清洗飲水機過程中,當不銹鋼內膽的水倒掉瀝乾了以後,清晰可見一層白白的、

厚厚的-「水垢」,想刷也刷不掉,這樣的麻煩幾乎存在於許多有使用飲水機的家庭。

於是這次科展我們想藉由實驗比較坊間利用新鮮檸檬、檸檬酸、食用醋(化學方法一

酸溶解水垢)和阿嬤提出的創意點子「吹風機」(物理方法熱脹冷縮一不鏽鋼內膽和

水垢膨脹係數不同)的清潔效果,從中找出能讓婆婆媽媽們輕鬆清除飲水機水垢又能

省時、省電、省錢的方法?從實驗結果我們發現到,用來清潔飲水機不銹鋼內膽水垢

最方便、較環保(對環境友善)且節能省碳的方法是一阿嬤的創意點子「吹風機」。

關鍵詞:水垢、飲水機、吹風機

壹、研究動機:

寒假開始前,我們幫忙清洗教室的飲水機並倒置晾乾。**開學時,卻發現飲水機不鏽鋼內膽加熱處,佈滿白色的物質,想用菜瓜布刷洗,結果卻怎麼也刷不乾淨**。
於是請教老師這些白色的物質是什麼呢?老師說:「那是**水垢**」。聯合新聞網(2007) 指出彰化地區的自來水水源並不充裕,大部分是鑿深井抽取地下水再處理,永靖、 溪湖、北斗等地的地下水水質硬度偏高,才會燒開水出現碳酸鈣的沉澱物。到底有 什麼方法可以輕鬆清除飲水機不鏽鋼內膽的水垢?從同學們收集的資料得知坊間大 多使用食用醋、檸檬酸、新鮮檸檬等,但無意間聽到阿嬤有一個與眾不同的方法一 使用吹風機吹走水垢。於是我們決定動手做實驗,看看哪種方式能快速又省錢(節 能省碳)的去除水垢?

貳、研究目的:

- 一、了解水垢生成原因以及對生活上的影響。
- 二、了解坊間清除飲水機內水垢的方法及其原理。
- 三、比較使用<u>化學方法</u>(酸溶解)----食用醋、檸檬酸、新鮮檸檬以及<u>物理方法</u>(熱脹冷縮)----吹風機的清潔水垢效果,進而找到一個快速、省錢且節能省碳 的方式。



圖 1 飲水機不銹鋼內膽水垢

叁、研究設備及器材:

器材:數位相機(OLYMPUS µDIGITAL 600)、不銹鋼碗(本校營養午餐廚房汰換之餐具,就地取材)、吹風機、飲水機(東龍開飲機TE---812本校班級教室使用)、酒精燈、石棉心網、三角鐵架、量杯、抹布、PH廣用試紙(pH1.0~11.0)。

材料:檸檬酸、新鮮檸檬、食用醋(工研醋)、雞蛋殼、水(取自<u>溪湖鎮</u>地下水一

肆、研究過程及方法:

- 一、資料蒐集與分析
 - (一)、了解水垢生成的原因及對生活上的影響。
 - 1.水垢生成的原因

我們日常使用的電熱水瓶、飲水機或茶壺的底部或內膽壁上常會附著一層白色、灰白色或黃白色的堅硬物體,我們稱之爲水垢,也就是閩南話俗稱的「茶滓」(tê-tái)。水垢的生成是因爲水中含有微量的礦物質(氫碳酸鹽等)經加熱,造成水溫提高水分因蒸發而減少,致水中之礦物質溶解度降低,慢慢沉澱造成的。

所謂的-茶滓-(tê-tái)它的成分大多是碳酸鈣CaCO₃及碳酸鎂MgCO₃,故從科學的角度看,水垢形成的原理並不複雜,無非是**水中的碳氫根與 鈣離子、鎂離子因溫度提高相結合而成**。大自然中的泉水、井水、海水,一般都是「硬水」---水中含有太多的鈣離子或是鎂離子,把硬水中雜質去除成爲軟水,最普通的辦法,就是把水煮一下,使水中氫碳酸鹽(俗稱暫 時硬度)加熱變成碳酸鈣固體沉澱出來,因爲溫度一高,就會形成水垢。







圖 2 飲水機不銹鋼內膽水垢的狀況

2.水垢對生活的影響

所謂的「**茶滓**」(tê-tái)-**水垢**在日常生活中隨處可見,也**給人們帶來了**不小的麻煩。沸滾的開水表面經常會浮著一層水垢,使開水帶"渣";水壺底部結滿水垢,這層雜質愈積愈厚,水壺就不容易傳熱,要浪費更多火力將水加熱,會影響燒水效率;長時間使用的輸水管壁如果不適時更換,管道可能會被水垢堵塞,影響生產和生活。此外,水垢還影響人體健康,
牙垢、牙周炎經常由水垢引起,可致人死命。至今仍無疫苗可預防的軍團病菌,就藏匿在水垢中,<u>法國</u>每年有 2000 至 3000 人死於這種病菌。(新華網 2003)

(二)、了解坊間清除飲水機內水垢的方法及其原理

水垢的形成跟水質有關,台灣水質屬於硬水,水中懸浮的鈣離子或是鎂離 子較多,但在環保署的自來水規範裡,水中總固體含量在 500 ppm,都屬合格 的飲用水範圍,而這些硬水裏的離子也屬礦物質的一種。經過煮沸後,常在電 熱水瓶或飲水機裡面累積一層厚厚白白的水垢,煮沸後所形成的水垢,其實是 一個利用高溫把硬水變成軟水的過程,這樣水會比較好喝。水**垢過多會影響容器的導熱度**,看起來也不好看,所以還是要不定期清洗。因爲飲水機不繡鋼內膽中的水垢常常洗都洗不掉,所以**從坊間(阿嬷、老師、網路)收集家庭飲水機去除水垢的方法**,整理如表1:

表 1 坊間家庭飲水機去除水垢的方法

	1		Т	
編號	所需物品	作法	原理	備註
А	食用醋	可將幾勻醋放入飲水機水中,且加熱至水沸騰後,放涼後將水倒出水垢即除。	"加酸"會使碳酸鈣溶解成鈣 離子溶液	化
В	檸檬酸	將檸檬酸倒入飲水機加水煮沸,煮沸後浸泡 四小時使其充分溶解水垢,然後倒掉;重新 加水再煮沸及排放一次,以確保衛生。	"加酸"會使碳酸鈣溶解成鈣 離子溶液	學 方 法
С	新鮮檸檬	除去籽外,並切片放進飲水機或茶壺內煮沸 後放涼二或三小時,你會發現裡面的渣變少 了,多試幾次,你會有滿意的效果喔!	表皮會滲出檸 檬油可分解碳 酸鈣分子使其 溶解脫落。(內 含檸檬酸)	酸溶解
D	碎雞 蛋殼	把乾淨的碎雞蛋殼放入飲水機,加少許水, 搖晃後倒出,再重複上述方法幾次後,即可 去除瓶內水垢。	蛋殼 摩擦 飲水機內膽	
Е	吹風機	將吹風機吹乾水垢中的水分,至有裂紋或白色水垢飛出之時,將吹風機關掉,迅速使用濕抹布擦拭。重複上述動作2次至3次,水垢會因熱脹冷縮而脫落。	熱脹冷縮(水垢 和內膽膨脹係 數不同) 除水垢	物 理 方 法
F	空燒 飲水 機	將飲水機的水倒掉後,插電數分鐘後,拔掉 電源再用濕抹布擦拭水垢。	熱脹冷縮 (基於安全不 採用)	
G	口罩	在壺中放一塊潔淨的口罩燒水,水垢只沉積 在口罩上,水壺上不形成水垢。	防積水垢	不採 用
Н	磁鐵	在壺中放一塊磁鐵,不僅不積垢,煮開的水 被磁化,還具有防治便秘、咽喉炎作用。『磁 化防水垢』	磁鐵會消磁, 故不易使用	不採用



圖 3 飲水機不銹鋼內膽不當刷洗方式留下嚴重刮痕。

二、實驗過程與方法

比較使用<u>化學方法</u>(酸溶解)----食用醋、檸檬酸、新鮮檸檬以及<u>物理方法</u>(熱 脹冷縮)----吹風機的清潔水垢效果,進而找到一個快速、省錢且節能省碳的方式。 (一)水垢(茶滓)的製作(模擬製作飲水機水垢)

1.研究定義

- (1)水:由 彰化縣溪湖鎮 當地的地下水「聯合新聞網(2007)指出彰化地區永靖、溪湖、北斗等地的地下水水質硬度 偏高」,靜置數日後,取用上層的水(底層有黃黃的沉澱物-陳文福 在台灣地下水一書指出含亞鐵離子的地下水,無氧時無色,抽出地面後氧化,呈黃褐色)。
- (2)飲水機中不繡鋼的內膽:以不鏽鋼碗代替**(營養午餐廚房汰換之餐** 具,就地取材;材質相近且便於實驗操作觀察)。

2.實驗步驟

- (1) 先準備數個不鏽鋼碗。
- (2)每次取用 10cc 的水放進不鏽鋼碗內煮沸。
- (3)每次當碗內水被煮乾前,把碗離開火源,待涼並觀察碗內情形。
- (4) 重複上述步驟,待積一層厚厚白白且堅硬的水垢。
- (5)每次煮沸前觀察碗內情形,並將所見情形記錄下來。

3.實驗觀察結果:



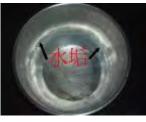




圖 4 不銹鋼碗內水垢生成的狀況

由實驗得知:水面上會有一片片的白色物質,且有黃黃的物質(含 亞鐵離子)沉澱;剛開始經煮沸後得到物質摸摸起來粗粗的,用手即可 剝落且加水易溶解;**經過數次的煮沸後**,水垢越來越堅硬且不易溶於水, 就接近飲水機的內膽一般不易清洗。

表 2 模擬製作不銹鋼碗內水垢的情形

次數	碗內情形	備註
1	水面漂著白色的物質,隨著水的蒸發,白色水垢慢慢出 現,且沉澱於碗底。	
2	加水後加熱的情形如上所述,白色水垢慢慢增厚。	
3	碗底出現黃色斑點。	
4	所生成的水垢,加水後即從碗底分離,但不溶水。	每次取用
5	所生成的水垢,加水後即從碗底分離,但不溶水。	10cc 的水放
6	所生成的水垢,加水後即從碗底分離,但不溶水。	進碗內煮沸 , 待水被煮
7	所生成的水垢,加水後即從碗底分離,但不溶水。	乾前,把碗
8	所生成的水垢,加水後即從碗底分離,但不溶水。	離開火,待
9	所生成的水垢,加水後即從碗底分離,但不溶水。	涼並觀察碗
10	所生成的水垢,加水後即從碗底分離,但不溶水。	内情形· (重 覆操作數
11	黄色斑點增加有如生鏽。	次) 次)
12	所形成的水垢,碗的側面較不易剝落。	, , ,
13	所形成的水垢,可見碗底水垢如同顆粒般。	
14	所形成的水垢,可見碗底水垢如同顆粒般。	
15	所形成的水垢,可見碗底水垢如同顆粒般。	

(二)找出清洗不鏽鋼碗內水垢的方法

1.實驗步驟

- (1) 先準備食用醋、檸檬酸、新鮮檸檬切片、雞蛋殼、吹風機、抹布。 (吹風機是阿嬤的創意點子,除了吹頭髮外還有其他妙用)。
- (2) 將各項材料(食用醋 5 cc、檸檬酸 5g、新鮮檸檬切片 3 片、雞蛋殼 10g) 放入不鏽鋼碗加入開水 50 cc,使用廣用試紙測試 pH 値。
- (3) 用酒精燈加熱至碗內水煮沸後,待水凉後觀察碗內水垢的情形。
- (4) 將結果記錄下來。

使用 材料	實驗前碗內情形	實驗後碗內情形	備註
食用 醋(工 研醋) 5 cc	工研醋	工研婚	pH 値 約 3.0
檸 檬 酸 5g	檸檬酸實驗前	檸檬酸蜜蛤	pH 値 約 3.0
新鮮 檸檬 切片 3片	新鮮檸檬	新鮮檸檬	pH 値 約 3.0
吹風機	吹風機寶驗前	吹風機蜜驗後	
雞 蛋 殼 10g	安設實驗前	蛋	

圖 5 清洗不銹鋼碗內水垢的實驗前後狀況 第 9 頁, 共 16 頁

表 3 清洗不銹鋼碗內水垢的情形 (清潔效果最佳 5A)

使用方法		碗內情形	
	食用 醋 5 cc	煮沸過程中會有一股刺激的味道飄出,判定水垢是 否脫落需等待水涼後,觀察其水垢清洗狀況,水垢 完全脫離碗邊/碗底。	效果 4A
化學 方法 pH 値 約 3.0	檸檬 酸 5 g	煮沸過程中有類似香蕉的味道飄出,判定水垢是否 脱落需等待水涼後,觀察其水垢清洗狀況,水垢完 全脫離碗邊/碗底。	效果 5A
新3.0	新鮮 檸檬 切片 3片	煮沸過程中有檸檬香味飄出,判定水垢是否脫落需等待水涼後,觀察其水垢清洗狀況,水垢完全脫離 碗底、殘留少許在碗邊。	效果 2A
<u>物理</u> <u>方法</u>	吹風機	使用吹風機時,要注意碗會燙人,水垢會如同雪花 般被吹風機吹走,加入濕抹布的擦拭水垢完全脫離 碗底,但會殘留些許在碗邊	效果 3A
	雞蛋 殼 10g	使用雞蛋殼時,觀察其水垢清洗狀況,水垢殘留在 碗邊但碗底的水垢消失不見。	效果 1A

2.實驗觀察結果:

由實驗得知:**檸檬酸>食用醋>吹風機>新鮮檸檬>雞蛋殼**之清洗 狀況,以檸檬酸最佳,水中加入之添加物需待水煮沸放涼後,才知清洗 狀況,然煮沸過程中以添加食用醋的碗所散發之味道最刺鼻且醋的味道 會殘留碗中。

- (三)找出適合清洗飲水機不鏽鋼內膽水垢的方法(實際以飲水機內膽操作)
 - 1.實驗步驟
 - (1) 先準備食用醋、檸檬酸、新鮮檸檬切片(去籽)、吹風機、抹布。

(不使用碎雞蛋殼怕會阻塞飲水機的管線)

(2) 將各項材料(食用醋 150 cc、檸檬酸 150g、新鮮檸檬切片-10 顆

放入飲水機不鏽鋼內膽加入 1500 cc水,使用廣用試紙測試 pH 值。

- (3)將飲水機加熱後,待水涼後觀察內膽水垢的情形。
- (4) 將結果記錄下來。

2.實驗觀察結果:

由實驗得知:**吹風機>檸檬酸>食用醋>新鮮檸檬**清洗狀況,**以吹 風機最佳**,水中加入之添加物需待水煮沸放涼後,才知清洗狀況,然煮 沸過程中以添加食用醋的碗所散發之味道最刺鼻且殘留飲水機的味道最 久。

表 4 清洗飲水機水垢的情形 (清潔效果最佳 5A)

使用方法		飲水機內膽情形	備註
化學 方法 pH 值 約 3.0	食 用 醋 150 cc	不銹鋼內膽邊的水垢較薄且易脫落,底部的水垢較厚且難以脫落,且煮沸過程中會有一股刺激的味道飄出,判定水垢是否脫落需等待水涼後,觀察其水垢清洗狀況,水垢視其沉澱的厚度並無法一次完全將水垢清除,且重新使用時,開水會殘留醋味。	效果 2A
	檸 檬 酸 150g	煮沸過程中有味道飄出,判定水垢是否脫落需等待水涼後,觀察其水垢清洗狀況,水垢完全脫離不銹鋼內膽邊,至於底部較厚的水垢則需多做幾次才有成效。	效果 3A
	新	煮沸過程中有香味飄出,判定水垢是否脫落需等待水涼後,觀察其水垢清洗狀況,水垢完全脫離不銹鋼內膽邊較上層的部位,至於底部較厚的水垢則成效不彰。	效果 1A
<u>物理</u> <u>方法</u>	吹 風 機	使用吹風機時,要注意不銹鋼內膽會燙人,水垢會 如同雪花般被吹風機吹走,加入濕抹布的擦拭後水 垢完全脫離不銹鋼內膽。	效果 4A



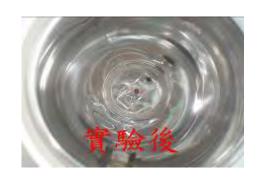


圖6使用吹風機,觀察飲水機不銹鋼內膽實驗前後水垢的狀況

(四)找出清洗飲水機不鏽鋼內膽水垢**最省錢、節能省碳的方法**

1.實驗步驟

- (1) 測量並記錄飲水機將水燒開所需之時間和水量。
- (2) 測量並記錄吹風機將水垢吹走的時間。
- (3) 將結果記錄下來。
- (4) 比較使用物理方法和化學方法(檸檬酸效果佳)的用電量。

2.實驗觀察結果:

表 5 比較飲水機煮沸和吹風機清除水垢的所需耗電量情形

使用方法	所需耗電量情形	備註
飲水機	660W×25 分/60 分=275W =0.275 度電 實際觀察時間:約(25)分 總電能=水吸收的總熱能 660W×0.239×T=3000×1×(100℃-25℃) T≒1426 秒≒24 分(用公式計算時間)	電功率 660W 熱水容量 3000 cc 1W=0.239 卡砂 水吸收的總熱能=水的重 g x1(比熱)×水溫變化
吹風機	1200W×10 分/60 分=200W =0.2 度電	電功率 1200W 時間 10 分

表 6 比較使用物理方法和化學方法(檸檬酸)的用電量

使用方法	時間	用電量	備註
物理方法 吹風機	10分	0.2 度	電功率 1200W 1200W×10 分/60 分=200W =0.2 度電
化學方法 檸檬酸 (煮沸兩次)	50分	0.55 度	每次注水 3000 cc 電功率 660W 660W×50 分/60 分=550W =0.55 度電

由實驗得知:使用吹風機清除水垢所消耗的電比在飲水機加入檸檬酸等物質清除水垢還來得少,且使用吹風機清洗飲水機無須再次加熱飲水機,然在飲水機加入檸檬酸等物質清除水垢需要重複數次加熱行爲及等待酸溶解的過程需花費較多時間,才可以清除飲水機中的水垢。所以使用吹風機清除水垢的方式,是**節能減碳**且清洗效果最佳的方式。

伍、討論

水垢的形成乃是水中鈣、鎂、鹽等雜物質,隨水溫升高在受熱面上直接結晶,如在鍋、碗、瓢、盆的受熱面上形成各種不同密度、成分的固體附著物。

新鮮檸檬、檸檬酸和食用醋的清除水垢原理是利用**化學方法--『酸』溶解**「碳酸鈣」 分子使其溶解脫落,從實驗得知:檸檬酸的效果也不差,但是需要有時間讓『酸』溶解 水垢,且需要重新加水煮沸以冤喝到檸檬酸;新鮮檸檬有去除水垢的作用效果不佳卻是 最天然的,但要小心檸檬果粒會塞在內部,需要用抹布或紗布包住切片再丟入煮沸,煮 完之後,再用水煮一次就可以去除味道。食用醋效果相較之下不佳,且醋的味道,讓人 不敢領教。 雞蛋殼則是運用物理方法--『摩擦』原理,將吸附在內膽壁上的水垢碰撞後脫離內 膽壁;吹風機則是運用物理方法--『熱脹冷縮』原理,因爲水垢和飲水機內膽壁膨脹係 數不同,讓水垢從內膽壁剝落,達到清洗的效果。從實驗得知,使用吹風機的效果可說 是立即見效,但是要小心『燙』人的問題;使用吹風機來去除飲水機的水垢,透過實驗 的記錄得知是花費電費最少且最快清除水垢的方式。總之,飲水機內水垢要按時清洗, 不然等到它累積過久再做處理時,所耗費的時間和成本亦會相形增加。

在實驗過程中,發現到幾個現象值得討論:

- 一、以不銹鋼碗模擬和以飲水機不銹鋼內膽操作的實驗結果不同,討論其原因 可能是模擬製作出的水垢不夠頑強(因爲煮沸次數不夠多)。在不鏽鋼碗 內的水垢比較薄,酸溶解效果比熱脹冷縮效果佳;反之,在飲水機不銹鋼 內膽的水垢比較厚,熱脹冷縮效果比酸溶解效果顯著。
- 二、新鮮檸檬、檸檬酸、食用醋皆是「酸性物質」,若我們身邊只有這些物質時,該如何去「調配濃度」才可以達到清潔的效果?而它們所產生的「廢液」,是否會影響環境?乃是值得討論的。
- 三、使用吹風機時,因爲飲水機的不鏽鋼內膽爲圓柱體且水垢較厚處在底部, 要想清除底部的水垢往往需耗費較多的能源,該如何去「集中吹風機熱源」,乃是值得討論的。
- 四、飲水機的水垢不只出現在加熱處的不鏽鋼內膽,在儲放冷水的塑膠儲水槽和內部看不見的管線也可以找到水垢的蹤跡,該如何去清洗非不鏽鋼內膽的水垢,是值得去探討的。

陸、結論

飲水機使用久了,打開來一瞧,內壁卻白白的,用力刷也刷不乾淨,因爲這其實是自來水中礦物質碳酸氫鈣經加熱產生之碳酸鈣的沉澱物。然去除這些沉澱物必須用酸性清潔劑,使水垢軟化,比較容易去除,故我們爲了身體健康常採用新鮮檸檬、檸檬酸和食用醋。從實驗中,我們發現這些酸性溶液清除的效果並沒有使用吹風機的效果佳,且時間也比較長。因此使用吹風機清除飲水機內的水垢,是最經濟且時間花費最短的方式,對婆婆媽媽而說是一大福音,因爲吹風機幾乎家家戶戶都有,值得推廣使用。

柒、參考資料

- 一、國中自然與生活科技 南一 第五冊溫度與熱 南一 第六冊電流的熱效應。
- 二、林靜靜、李品儀、牛思(1997)。家事百寶箱(1)(10-15頁)。台北市:聯經。
- 三、Boutique Sho (2010)。純天然無毒清潔術 (28-30頁)。台北市:雅書堂。
- 四、陳文福(2005)。台灣的地下水(100-173頁)。台北縣:遠足。
- 五、Yahoo 奇摩布落格-鐵壺與水垢。

http://tw.myblog.yahoo.com/jw!pWsXo46CFR4w8JcMv3ub/article?mid=535

六、維基百科-水垢。

http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B0%B4%E5%9E%A2

七、Yahoo 奇摩知識-何謂水垢。

http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1106072604044

八、水垢的原貌和問題點

http://www.oasys-asia.net/newsite/03dora/d04_01.html

九、新華網(2003年04月23日)。法國水垢研究的啓示。

http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/st/2003-04/23/content_845243.htm

十、聯合新聞網(2007年03月17日)。彰化部分鄉鎮水質太差 自來水變石灰水 http://tw.myblog.yahoo.com/sean-0607/article?mid=989&next=988&l=f&fid=22

【評語】080821

- 1. 利用化學方法與物理方法除水垢,解決日常生活的問題,動機 與方法都值得鼓勵。
- 2. 所研究的除垢方法有部分是習知的方法,有部分是對「偏方」 的探討,值得鼓勵。
- 3. 實驗結果與推論原理的探討宜可進一步加強,例如對厚薄水垢 與熱脹冷縮的探討。