

中華民國 第 49 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

040815

好水！好健康！飲用水優質化的研究

學校名稱：國立板橋高級中學

作者：	指導老師：
高一 鄭玳育	黃啟淵
高一 鄭心瑜	王郁茜
高一 潘語宣	

關鍵詞：氧化還原電位 ORP 值、
抗氧化水、活性原子氫

摘要

主要研究方法為：一. 運用化學發光法，測雙氧水濃度變化是可信賴的方法。二. 首創利用金屬礦物和原礦物的氧化還原特性，過濾自來水進行水質優質化產生抗氧化水。

本研究技術成熟度為：第三級雛型(1.概念→2.實驗室階段→3.雛型→4.試量產→5.量產)。

研究結論：

一. 組成可攜帶式產生優質化淨水器。

二. 優質化水的性質：

1. 殘餘氯濃度為 0.0 ppm 。2. 總固體溶解量:30~40 ppm 。3. pH 值:8.6~9.2。

4. 抗氧化水(含鎂離子)及抗氧化水(不含鎂離子)，這兩種抗氧化水均使雙氧水濃度降低，故均具抗氧化的能力。5. 氧化還原電位值:90~-200mV。

三. 抗氧化水的性質：

1. 抗氧化水製成後，要短時間使用，才最具還原力的功能。

2. 抗氧化量(活性氫原子)均隨入水速及室溫增加而漸減。

壹. 研究動機

喝水的好處有排毒與幫助促進腸胃蠕動、新陳代謝、安定精神、調節體溫、延緩老化。許多醫生也建議一般人平均一天約要喝 2000 CC 的水，許多人保養的秘訣也是在於多喝水。像這樣隨手可得的保養品，也算是老天賜予的恩惠。現在水污染日趨嚴重，乾淨純淨的水取得不易。只能到便利商店或賣場買水。若按照標準一天需要喝 2000 CC 的水，那麼就可能要會花 60 元左右在喝水上。一天 60 元一個月就要 1800 元。因此，我們需要用客觀的科學方法評估水質，並想設計組裝可攜帶式產生優質化淨水器，來提升自家飲用水優質化，希望有好的水，能夠點點滴滴累積使我們的身體會更健康。

貳. 研究目的

- 一. 全國自來水水質概況評估。
- 二. 評估大台北地區自來水水質項目：總固體溶解量與氧化還原電位。
- 三. 組裝可攜帶式產生優質化淨水器功能的研究。
- 四. 優質化水性質的研究。
- 五. 抗氧化水性質的研究。

參. 研究設備及器材

1. 雙氧水	2. 試管架	3. 攪拌器	4. 數位照相機
5. 擦手紙	6. 鑷子	7. 照相機	8. OTO 殘氯檢測試劑
9. pH 值測定器 HANNA (HI98107)	10. 微量吸管	11. 微量滴管	12. 餘氯測定器(比色計)
			
13. 比利時 Milwaukee 密瓦基總 固體溶解量(TDS)測 試筆，型號為：CD97	14. 化學冷光分析儀 (CLD-110, Tohoku Electronic In. Co., Sendai, Japan)	15. 微量天平 (Mettler, PJ100C-T, Greifens ee-Zurich, Switzerland)	16. 氧化還原電位 ORP 測 定器 HANNA (HI8014)
			

<p>17. 密度掃描儀 Alpha Innotech, San Leandro, CA, USA</p> 	<p>18. 活性炭濾心</p> 	<p>19. 原礦物濾心</p> 	<p>20. 鎂礦濾心</p> 
<p>21. 陶磁濾心</p> 	<p>22. 離子交換樹脂濾心</p> 		

肆. 研究過程或方式

一、全國自來水水質概況評估。

1. 收集時間:2008.2月至7月共6個月,每日流水量50公升,總水量約9000公升。以同一規格的活性炭濾心作為第一道關卡,利用其顏色變化評估全國22縣市在六個月過濾自來水的污染程度。
2. 收集全國22縣市使用六個月後之活性炭濾心,比較其污染程度。其污染的程度以濾心顏色代表。利用黑白色階密度將顏色量化,顏色越黑代表污染指數越高。
3. 收集全國22個縣市之活性炭濾心,拍攝在經過六個月之自來水過濾後之濾芯顏色變化之量化比較照片。將照片經過掃描儀後以顏色深淺密度作為量化指標。數字越大代表污染越嚴重。

二、評估大台北地區自來水水質項目：總固體溶解量與氧化還原電位。

1. 收集時間：2008.3月1日至30日約共1個月，收集以區或鄉鎮市為單位之大台北行政區所得之自來水各1公升。
2. 利用比利時Milwaukee密瓦基總固體溶解量(TDS)測試筆，測試各種水的總固體溶解量；利用氧化還原電位 ORP 測定器測試各種水的氧化還原電位數值 ORP，並利用電腦統計製成水質分析圖。

三. 組裝可攜帶式產生優質化淨水器功能的研究。

1. 第一道活性炭濾心、第二道與第三道之離子交換樹脂濾心、第四道活性炭濾心、與第五道不同濾心的比較(J濾心、K濾心、L濾心)。
J濾心：鎂礦金屬濾心
K濾心：遠紅外線礦石濾心(天然礦石及麥飯石濾心)
L濾心：鎂礦金屬濾心：遠紅外線礦石濾心=1:1組成
2. 設計組合可以優質化自來水所使用的濾心組。這套濾心包括第一道活性炭濾心、第二道與第三道之離子交換樹脂濾心、第四道活性炭濾心、第五道遠紅外線礦石濾心(天然礦石及麥飯石濾心)、第六道陶瓷濾材濾心、第七道鎂礦金屬濾心與第八道選擇性中空絲膜濾心。

四. 優質化水性質的研究。

1. 檢驗經過我們組裝的過濾器之自來水優質化水的一些性質
入水流速：40mL/秒，室溫：25°C。
(1)殘餘氯濃度 (2)總固體溶解量(3)pH值(4) H₂O₂(雙氧水)濃度變化 (5) 氧化還原電位值。
2. 利用化學發光方法來測定雙氧水(H₂O₂)濃度變化，此方式為純定量方法。
以 H₂O₂ 和 luminol 會產生發光 luminol 複合物而反應出雙氧水(H₂O₂)之偵測總量。
2-1. H₂O₂ 雙氧水和化學發光定量的方法與原理：
$$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{luminol} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{發光 luminol 複合物 (化學發光儀偵測總量)}$$

2-2. 測定 H₂O₂ 的步驟：
(1)取7個試管，其中六管(A~F)先裝入0.9(mL)蒸餾水，而甲試管置入0.9(mL) 3% H₂O₂
(2)從甲取0.1(mL) H₂O₂置入A
(3)再從A取0.1(mL) H₂O₂置入B
(4)如上，以此類推至F
(5)將不同濃度的 H₂O₂ 稀釋，利用發光試劑 Luminol (避光) 的加入，在冷光測定儀 (Chemiluminescence Analyzer, CLD-110, Tohoku Electronic Industrial Co., Sendai, Japan) 進行 H₂O₂ 濃度測定，觀察該樣本是否含 H₂O₂ 之含量。第0秒加入樣品0.2 cc，第60秒加入 Luminol 0.5 cc，總測量時間為300秒。

五. 抗氧化水性質的研究。

1. 抗氧化水穩定性的測定:

- (1) PH 值(2)氧化還原電位(mv)(3)總固體溶解量 TDS(ppm)
- (4)H₂O₂ 濃度(光子數/10 秒)。

2. 入水流速與優質化水性質的研究

控制變因:室溫=26°C。

操作變因:入水流速:20 mL/秒、40mL/秒、60mL/秒、80mL/秒

應變因: 抗氧化能力的測定

對照組: 蒸餾水 H₂O₂ 濃度(光子數/10 秒)為 512000

3. 室溫與優質化水性質的研究

控制變因:入水流速 40mL/秒

操作變因:室溫 13°C、19°C、25°C、31°C

應變因: 抗氧化能力的測定

對照組: 蒸餾水 H₂O₂ 濃度(光子數/10 秒)為 512000

伍. 研究結果(實驗數據均兩次數據的平均值)

一、全國自來水水質概況評估。

1. 全省各縣市使用 6 個月之活性炭濾心顏色程度



圖.1 全省各縣市使用 6 個月之活性炭濾心

結果:由圖.1 知收集全國 22 個縣市之活性炭濾心，在經過六個月之自來水過濾後之濾芯顏色變化。其中第一排最左側是未測前之活性炭濾芯為白色(作為陰性對照組)，經過六個月後不同區域之自來水過濾後發現其顏色由黃色至深黑色之表現。第三排最右側之兩個黑色濾心代表達到飽和污染程度之濾心，可作為陽性對照組。

2. 將照片經過掃瞄儀後以顏色深淺密度作為量化指標

表.1 活性碳濾心污染表現程度

縣市	活性碳濾心污染表現程度	縣市	活性碳濾心污染表現程度
未測前	1.59	雲林縣	4.40
台北市	4.52	嘉義縣	4.04
台北縣	4.49	台南市	5.05
基隆市	5.40	台南縣	5.43
宜蘭縣	4.67	高雄市	4.78
桃園縣	4.85	高雄縣	4.89
新竹縣	5.63	屏東縣	3.76
苗栗縣	5.01	花蓮縣	3.02
台中市	4.30	台東縣	3.20
台中縣	4.74	澎湖縣	4.64
南投縣	4.73	金門縣	4.48
彰化縣	4.32	陽性對照組	5.35

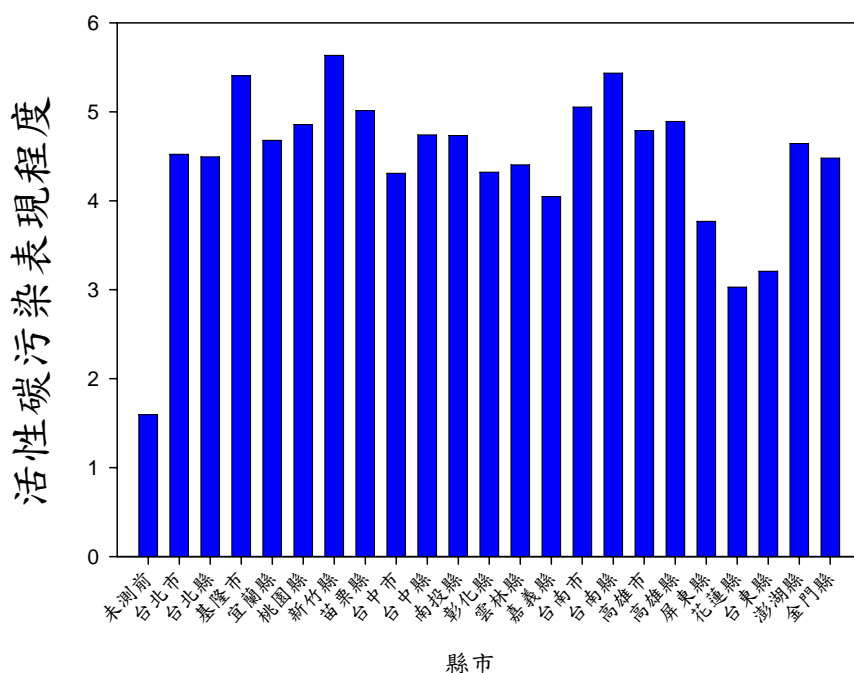


圖.2 活性碳濾心污染表現程度

結果:由表 1. 及圖.2 知, 越往南部其濾心顏色有變得更黑的趨勢。在花蓮縣和台東縣其濾心顏色最淡。而污染的程度以基隆市、新竹縣、台中縣市與高雄縣市和澎湖縣最明顯。

二、評估大台北地區自來水水質項目：總固體溶解量與氧化還原電位。

1. 評估大台北地區自來水總固體溶解量

表.2 大台北地區自來水總固體溶解量

地區	總固體溶解數量	地區	總固體溶解數量
文山區	46.7	永和市	71.3
內湖區	79.3	樹林市	132.5
大安區	52.2	土城市	84.0
中山區	72.7	三峽鎮	200.0
中正區	55.0	林口市	122.0
信義區	55.3	中壢市	148.0
萬華區	65.0	桃園市	167.0
松山區	65.0	龜山鄉	143.5
北投區	71.5	平鎮市	188.0
新莊市	116.6	楊梅鎮	121.0
汐止市	73.5	蘆竹鄉	153.0
新店市	47.5	大園鄉	119.0
板橋市	58.6	龍潭鄉	170.0
中和市	48.0		

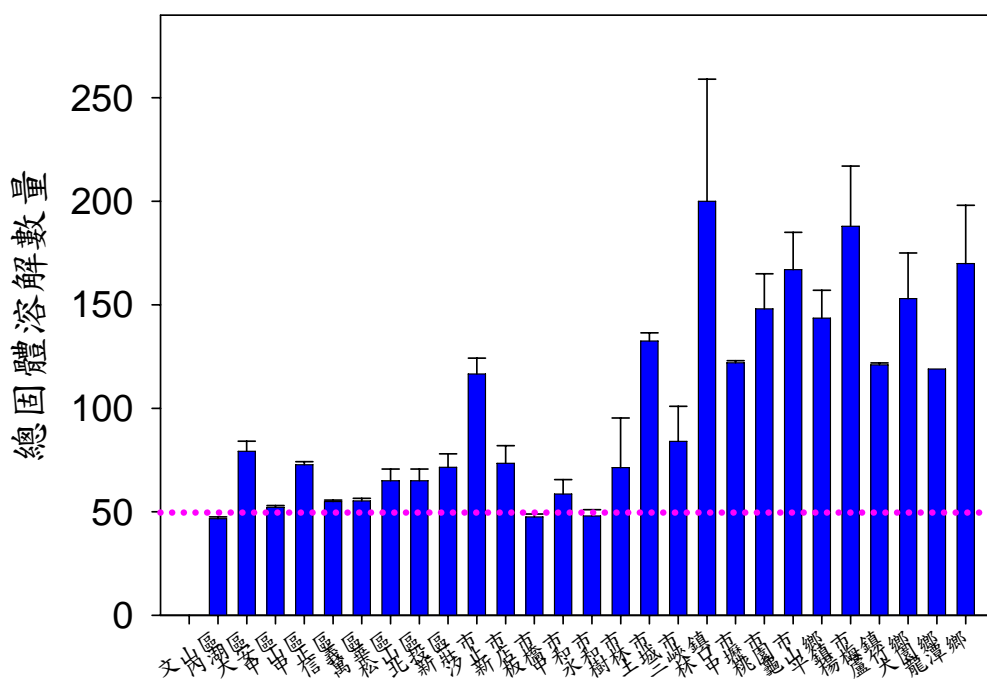


圖.3 大台北地區自來水總固體溶解量

結果：

1. 總固體溶解數接近 50ppm 的水質最好。
2. 由表 2. 及圖 3 知，收集大台北地區 27 個行政區縣之自來水之總固體溶解數量發現台北市行政區之數值相近，但在台北縣之新莊市、樹林鎮、林口鄉、三峽鎮的總固體溶解數量逐漸偏高。而在桃園縣內之中壢市、桃園市、平鎮市、龍潭鄉、蘆竹鄉、大園鄉和楊梅鎮其總固體溶解數量之數值更有偏高的趨勢。

2. 評估大台北地區自來水氧化還原電位

表.3 大台北地區自來水氧化還原電位

地區	自來水氧化還原電位	地區	自來水氧化還原電位
文山區	529	永和市	492
內湖區	296	樹林市	446
大安區	529	土城市	508
中山區	303	三峽鎮	407
中正區	521	林口市	563
信義區	468	中壢市	326
萬華區	485	桃園市	478
松山區	294	龜山鄉	527
北投區	245	平鎮市	399
新莊市	478	楊梅鎮	484
汐止市	381	蘆竹鄉	558
新店市	520	大園鄉	521
板橋市	492	龍潭鄉	554
中和市	512		

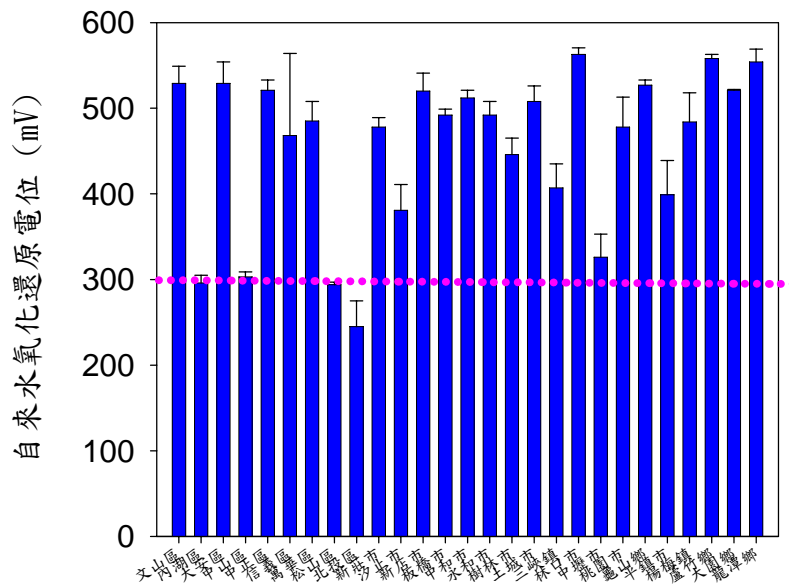


圖.4 大台北地區自來水氧化還原電位

結果：由表 3. 圖. 4 得知, 發現數值接近 300 mV 氧化還原電位值的有台北市之內湖區、中山區、松山區、北投區與桃園縣內之中壢市, 而超過 500mV 氧化還原電位值的地區, 其水質較差。

三. 組裝可攜帶式產生優質化淨水器功能的研究。

1. 不同濾心的比較(J 濾心、K 濾心、L 濾心)。

J 濾心: 鎂礦金屬濾心

K 濾心: 遠紅外線礦石濾心(天然礦石及麥飯石濾心)

L 濾心: 鎂礦金屬濾心: 遠紅外線礦石濾心=1:1 組成

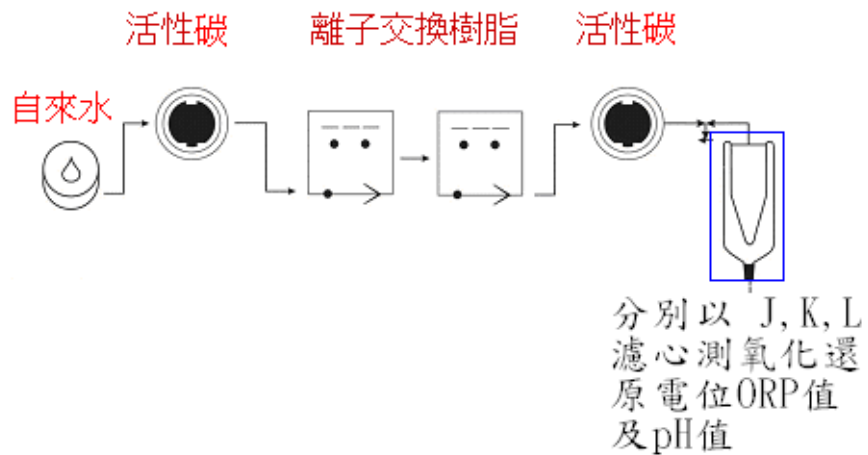


圖. 5 不同濾心的比較裝置

表.4 不同濾心的氧化還原電位(mV)ORP

濾心(水)種類	氧化還原電位(mV)ORP	pH 值
自來水	650 mV	7.4
J 濾心	200 mV	8.1
K 濾心	280 mV	7.8
L 濾心	210 mV	8.4

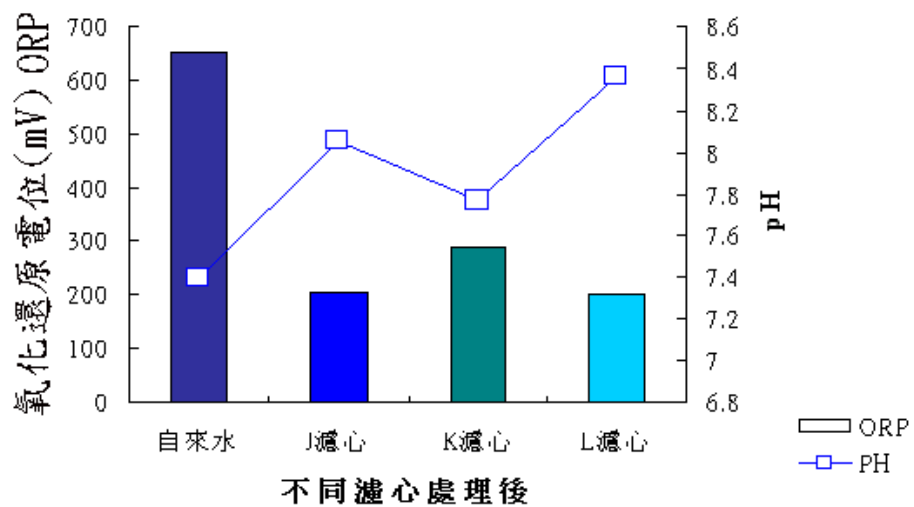


圖.6 不同濾心的氧化還原電位(mV)ORP

結果：經過圖.5 設計不同濾心組過濾後，由表.4 及圖.6，知自來水過濾前之 ORP 為 650 mV。經三種 J、K、L 濾心後所得之 ORP 分別為 200 mV、280 mV 和 210 mV。而自來水、J 濾心、K 濾心、L 濾心之 pH 值分別是 7.4，8.1，7.8 和 8.4。而 L 濾心組合有較佳的傾向，所以鎂礦金屬濾心：遠紅外線礦石濾心，兩者之組成可能有增加的效果，於是圖.7 的設計。

2. 組裝可攜帶式產生優質化淨水器

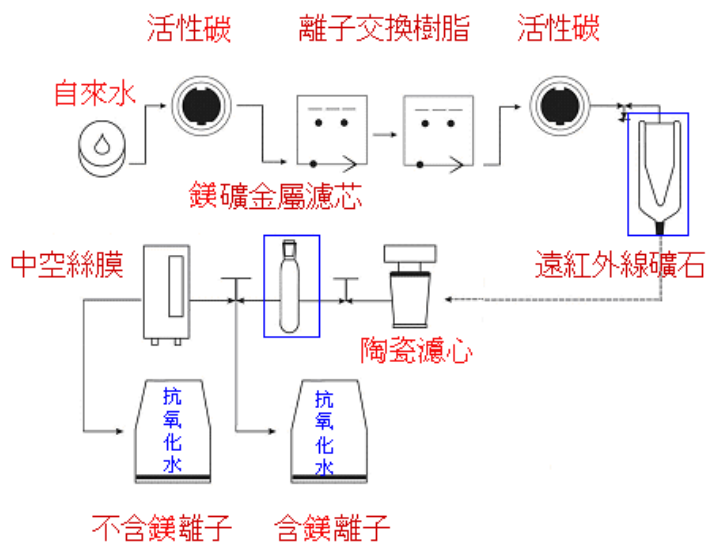


圖.7 可攜帶式產生優質化淨水器設計圖



圖.8 實體圖

結果：完成設計組合式可以優質化自來水所使用的濾心組，可依個別需求水質而改變濾心裝置。這套濾心包括第一道活性碳濾心、第二道與第三道之離子交換樹脂濾心、第四道活性碳濾心、第五道遠紅外線礦石濾心(天然礦石及麥飯石濾心)、第六道陶瓷濾材濾心、第七道鎂礦金屬濾心與 第八道**選擇性**中空絲膜濾心。

四. 優質化水性質的研究。

1. 殘餘氯濃度(OTO 殘氯檢測試劑:顏色愈黃,表示氯含量愈多)

過濾水無氯殘餘:

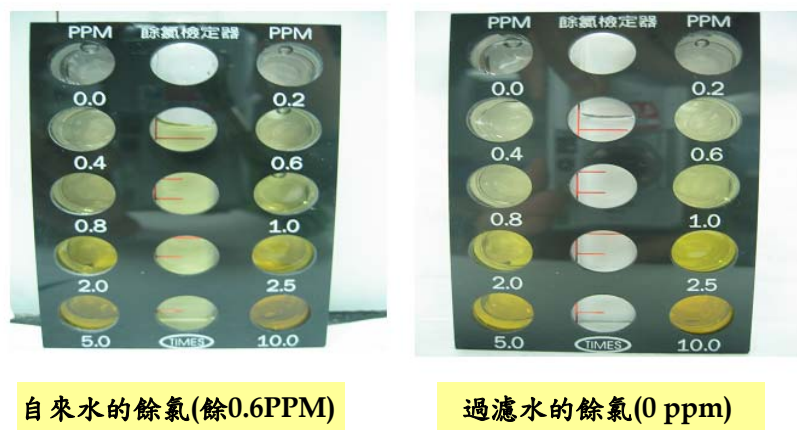


圖. 9 殘餘氯濃度

結果：經 OTO 殘氯檢測試劑及餘氯測定器(比色計)偵測得知，自來水過濾前之殘餘氯濃度為 0.6 PPM。經過濾後之自來水殘餘氯濃度為 0.0 PPM。

2. 總固體溶解量

結果：總固體溶解量:30~40ppm。

3. pH 值

結果： pH 值 8.6~9.2。 **增加**

4. H₂O₂(雙氧水)濃度變化。

表.5 化學發光法測雙氧水濃度

項目	蒸餾水	自來水	含鎂過濾水	不含鎂過濾水
氧化還原 電位(mv)	190	500	-100	-200
H ₂ O ₂ 濃度 (光子數 /10 秒)	500000	680000	220000	110000

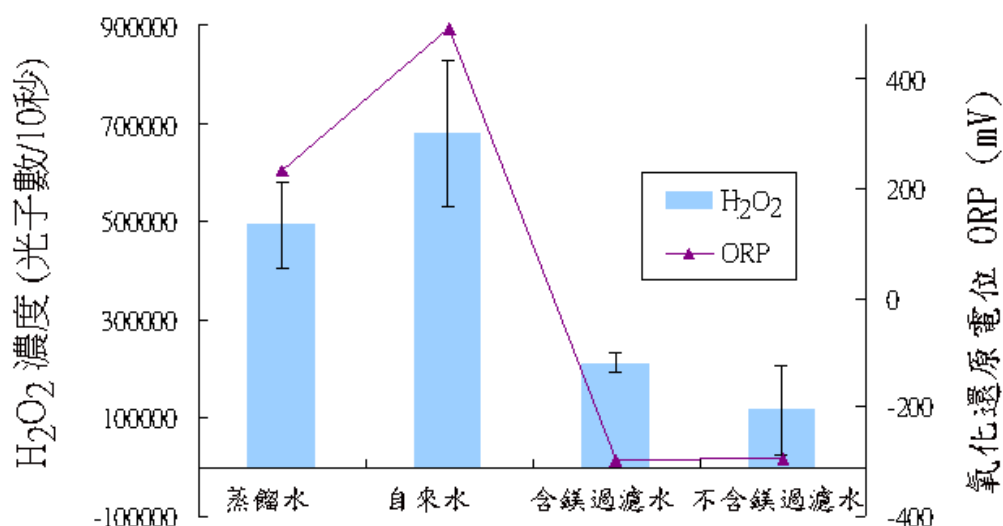


圖.10 化學發光法測雙氧水濃度

結果：經過圖.8 設計組合濾心組過濾後，自來水過濾前之 ORP 為 500 mV 而蒸餾水則為 190 mV。經濾心後所得之 ORP 分別為含鎂過濾水-100 mV、不含鎂過濾水為-200 mV。而蒸餾水、自來水、含鎂過濾水、不含鎂過濾水之 H₂O₂ 雙氧水濃度分別是 500000, 680000, 220000 和 110000。抗氧化水(含鎂離子)及抗氧化水(不含鎂離子), 這兩種抗氧化水均使雙氧水濃度降低故均具抗氧化的能力。

5. 氧化還原電位值

表. 6 不同水的氧化還原電位(ORP)比較

項目	自來水	二次水	抗氧化水	飲水機	A廠牌礦泉水	B廠牌礦泉水	C廠牌礦泉水	D廠牌礦泉水	E廠牌礦泉水	F廠牌礦泉水
氧化還原電位(mV)	550	320	90	230	360	320	300	360	350	370

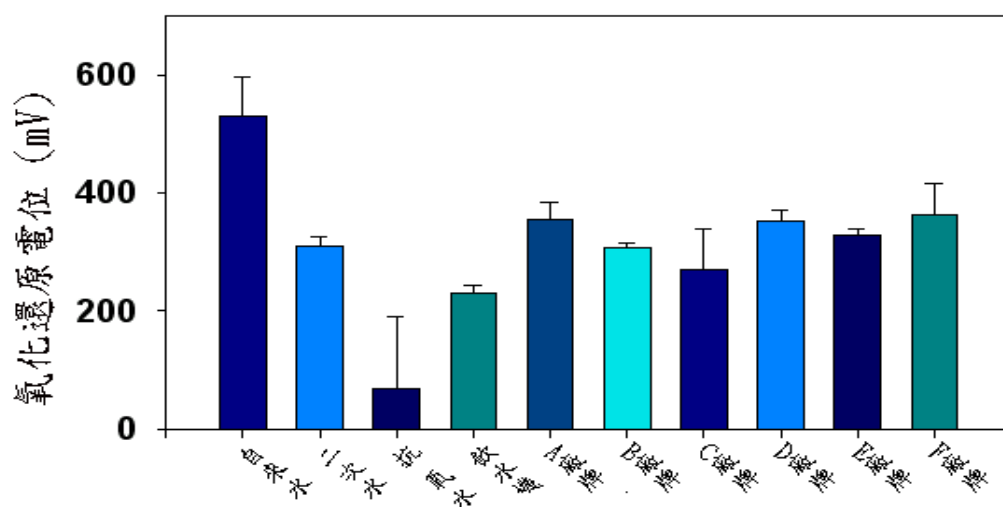


圖. 11 不同水的氧化還原電位(ORP)比較

結果: 經過圖. 8 設計組合濾心組過濾後之自來水之氧化還原電位(ORP)與自來水、二次水、飲水機的水和其他 A、B、C、D、E、F 廠牌礦泉水之比較關係。自來水過濾前之 ORP 為 550 mV。經抗氧化濾心獲得之 ORP 為 90 mV。一般飲水機取得之水其 ORP 230 mV。其他廠牌之礦泉水則介於 300-400 mV 之間。

結果: 由表 5~6 歸納知: 氧化還原電位值: 90~200mV。得知鎂礦金屬濾心及 遠紅外線礦石濾心, 兩者之組成有氧化還原電位值**降低**的效果。

五. 抗氧化水性質的研究。

1. 抗氧化水穩定性的測定

表. 7 抗氧化水穩定性

測試項目/品名	PH 值	氧化還原 電位(mv)	總固體溶解量 TDS(ppm)	H ₂ O ₂ 濃度 (光子數/10 秒)
蒸餾水	6.5	170~180	20	504000
自來水	7.2	494	65	660000
抗氧化水(含鎂離子)-現製	9.2	-110	35	230000
抗氧化水(含鎂離子)-密閉靜置 6h	9.1	80	37	345000
抗氧化水(含鎂離子)-開放靜置 6h	9.0	220	38	467000
抗氧化水(含鎂離子)-煮沸	8.9	280	40	485000
抗氧化水(不含鎂離子)-現製	9.1	-150	25	115000
抗氧化水(不含鎂離子)-密閉靜置 6h	9.1	70	28	305000
抗氧化水(不含鎂離子)-開放靜置 6h	9.0	210	28	425000
抗氧化水(不含鎂離子)-煮沸	8.8	260	35	415000

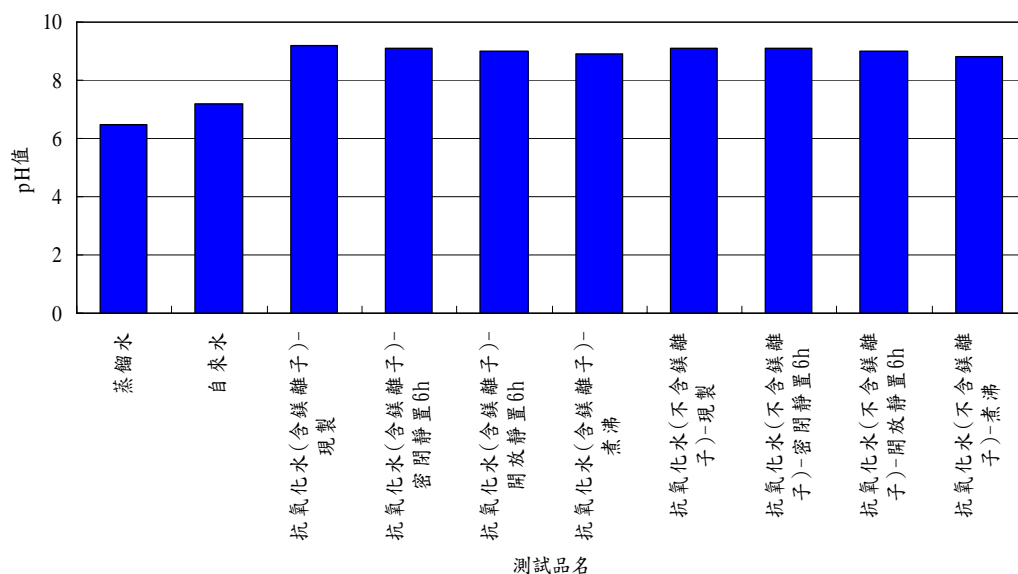


圖. 12 各測試品 pH 值的比較

結果: 1. 抗氧化水(含鎂離子)與(不含鎂離子)pH 值均穩定在 8.8~9.2 之間。

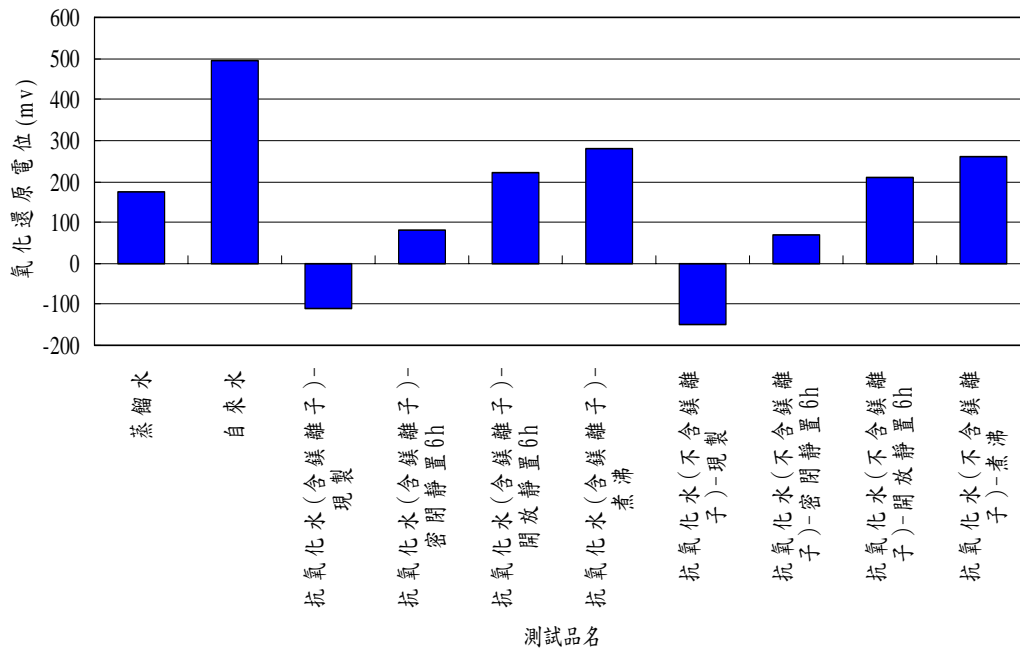


圖.13 各測試品氧化還原電位值的比較

結果: 抗氧化水(含鎂離子)與(不含鎂離子) 氧化還原電位值均隨時間而上升,但現製的抗氧化水(含鎂離子)與(不含鎂離子) 氧化還原電位值均低於-110mv 以下。

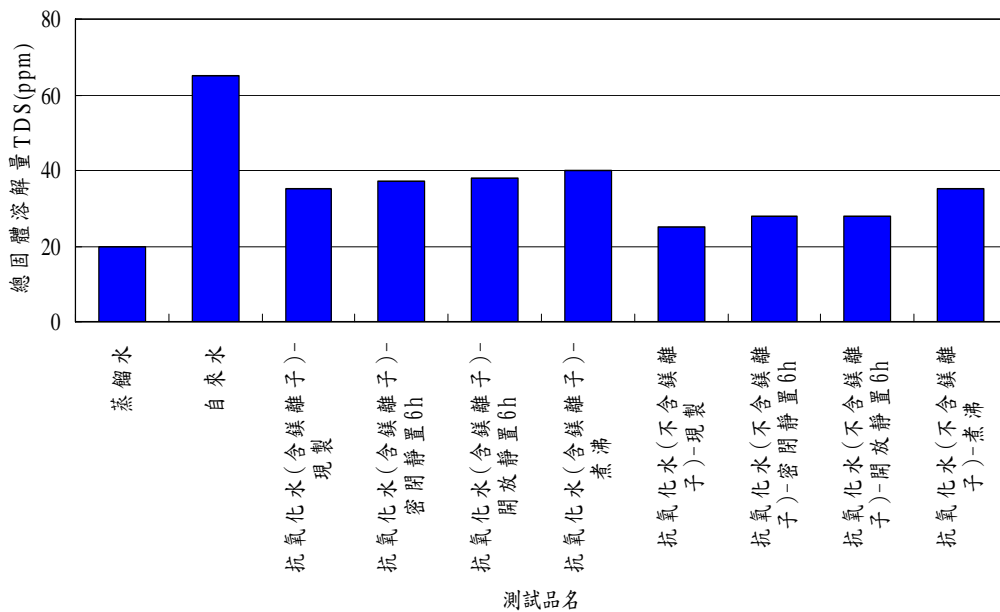


圖.14 各測試品總固體溶解量 TDS(ppm)值的比較

結果: 抗氧化水(含鎂離子)與(不含鎂離子) 總固體溶解量 TDS(ppm)值均穩定在 25~40 之間。

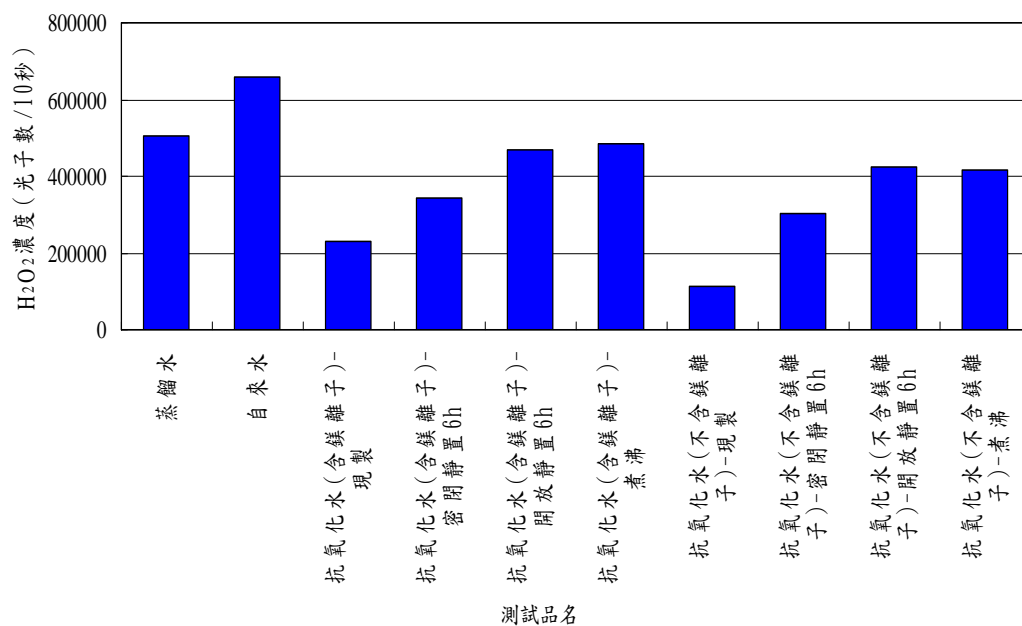


圖.15 各測試品值 H₂O₂ 濃度的比較

- 結果:**
1. 抗氧化水(含鎂離子)還原力的穩定性: 現製>密閉靜置 6h>開放靜置 6h>煮沸。
 2. 抗氧化水(不含鎂離子) 還原力的穩定性: 現製>密閉靜置 6h>開放靜置 6h>煮沸。
 3. 抗氧化水製成後, 要短時間使用, 才最具還原力的功能。

2. 入水流速與優質化水性質的研究

控制變因: 室溫=26°C。

操作變因: 入水流速: 20 mL/秒、40mL/秒、60mL/秒、80mL/秒

應變因: 抗氧化能力的測定

對照組: 蒸餾水 H₂O₂ 濃度(光子數/10 秒)為 512000

表.8 入水流速與抗氧化水(含鎂離子) H₂O₂ 濃度

入水流速	20 mL/秒	40mL/秒	60mL/秒	80mL/秒
H ₂ O ₂ 濃度 (光子數/10 秒)	211000	235000	324000	437000

表.9 入水流速抗氧化水(不含鎂離子) H₂O₂ 濃度

入水流速	20 mL/秒	40mL/秒	60mL/秒	80mL/秒
H ₂ O ₂ 濃度 (光子數/10 秒)	103000	125000	256000	312000

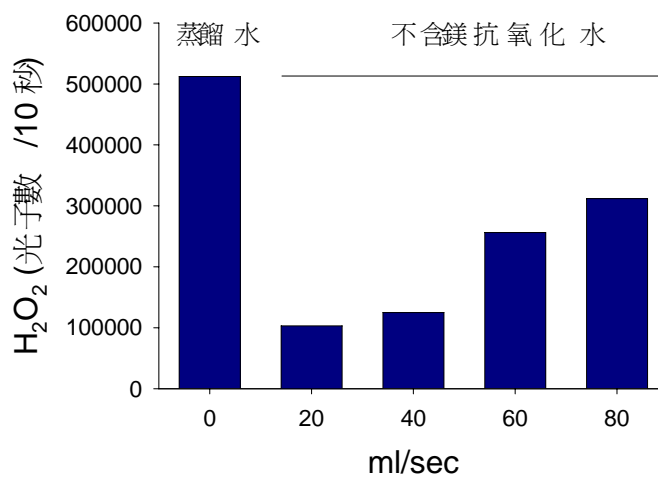
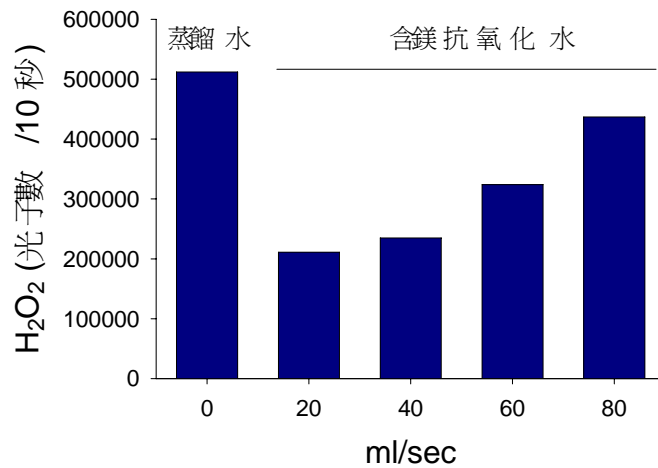


圖.16 入水流速與抗氧化水 H₂O₂ 濃度

- 結果:**
1. H₂O₂ 代表產生自由基物質，而本研究對照組是蒸餾水 H₂O₂ 濃度(光子數/10 秒)512000 值，與之比較 H₂O₂ 濃度差愈大，代表產生抗氧化量(活性清原子)愈多。
 2. 抗氧化水(含鎂離子)及抗氧化水(不含鎂離子)，其 H₂O₂ 濃度均隨入水流速增加而漸增；而與對照組 H₂O₂ 濃度差隨入水流速增加而漸減，亦即抗氧化量(活性清原子)均隨入水速增加而漸減。

3. 室溫與優質化水性質的研究

控制變因：入水流速 40mL/秒

操作變因：室溫 13°C、19°C、25°C、31°C

應變因：抗氧化能力的測定

對照組：蒸餾水 H₂O₂ 濃度(光子數/10 秒)為 512000

表. 9 室溫與抗氧化水(含鎂離子) H₂O₂ 濃度

室溫	13°C	18°C	26°C	30°C
H ₂ O ₂ 濃度 (光子數/10 秒)	143000	167000	231000	324000

表. 10 室溫與抗氧化水(不含鎂離子) H₂O₂ 濃度

室溫	13°C	18°C	26°C	30°C
H ₂ O ₂ 濃度 (光子數/10 秒)	102000	115000	135000	238000

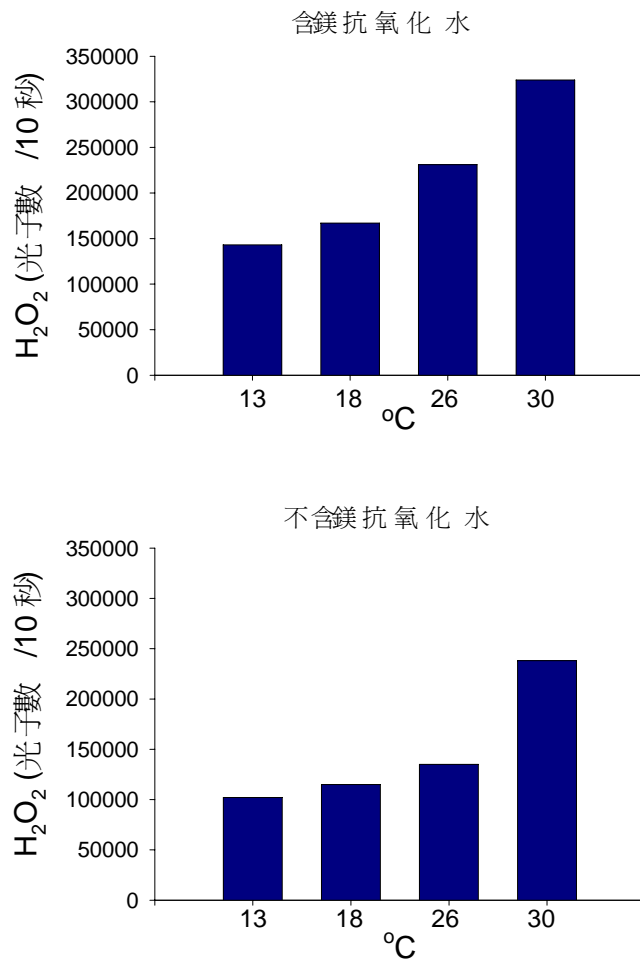


圖.17 室溫與抗氧化水 H₂O₂ 濃度

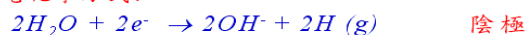
結果: 抗氧化水(含鎂離子)及抗氧化水(不含鎂離子), 其 H₂O₂ 濃度均隨室溫增加而漸增, 而與對照組 H₂O₂ 濃度差隨室溫增加而漸減, 亦即其抗氧化量(活性清原子)均隨室溫增加而漸減。

陸. 討論

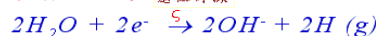
1. 依據圖. 1 圖. 2 及表. 1 得知，我們的大範圍研究結果發現全國 22 個縣市在六個月的家庭用活性碳濾心顏色比較。**越往南部其濾心顏色有變得更黑的趨勢**。在花蓮縣和台東縣其濾心顏色最淡。而污染的程度以基隆市、新竹縣、台中縣市與高雄縣市和澎湖縣最明顯。這些污染的程度可能與市鎮廢水、工業廢水、畜牧廢水、垃圾滲出水污染，或是因當地之地質、水源、人類活動、地下水超抽及海水入侵等而污染。加氯、管線「漏水」、管線「錯接」或因蓄水池缺失而污染亦有可能。
2. 傳統方法是將廢水經 103-105°C 蒸乾後的殘餘物，稱為總固體物，可再分為懸浮固體物與溶解固體物。而水樣過濾後的濾液蒸乾所得的重量為溶解固體物。我們使用密瓦基總固體溶解量(TDS)測試筆(導電原理)，迅速硬正確。依據圖. 3 及表. 2 得知，收集大台北地區 27 個行政區縣之自來水之總固體溶解數量發現台北市行政區之數值相近，但在台北縣之新莊市、樹林鎮、林口鄉、三峽鎮的總固體溶解數量逐漸偏高。而在桃園縣內之中壢市、桃園市、平鎮市、龍潭鄉、蘆竹鄉、大園鄉和楊梅鎮其總固體溶解數量之數值更有偏高的趨勢。**這些偏高的鄉鎮市主要自來水源來自於石門水庫與翡翠水庫所提供之自來水源可能有相關性**。
3. 依據圖. 4 及表. 3 得知收集大台北地區 27 個行政區縣之自來水之氧化還原電位值比較。結果發現數值接近 300 mV 氧化還原電位值的有台北市之內湖區、中山區、松山區、北投區與桃園縣內之中壢市。**因為根據醫學研究指出接近 300 mV 的氧化還原電位值的水是屬於合理且可應用的水質。當水質氧化還原電位值更低到 100 mV 時對於人體的血管硬化指標、發炎指數或是改善紅血球的存活率有很大幫忙**。因此我們推論這些數值指出台北市內之多個行政區其氧化還原電位值還是平均較低較有還原力的潛能。而台北縣與桃園縣之水質氧化還原電位值仍須改善。
4. 膀胱癌導因於飲用水含有氯代謝物或是因吸入或淋浴、盆浴與游泳等皮膚接觸方式。在 1998-2001 年西班牙研究 1, 219 案例與 1, 271 對照組發現長期的含氯代謝物的接觸明顯增加兩倍的膀胱癌危險。比較未接觸者，研究發現含氯代謝物的飲用(>35 微克/天)有 1. 35 倍，含氯代謝物的接觸淋浴或盆浴有 1. 83 倍而游泳者則有 1. 57 倍之膀胱癌危險。因此去除氯殘餘在水中是極為重要的。**依據我們的圖. 9 結果發現經過我們設計的濾心組過濾後的自來水已無氯殘餘。這樣可以減少氯污染造成的傷害**。
5. 理論上運用所謂的**抗氧化水之方法**主要來自三種方式:如下圖所示即為電化學(俗稱電解)方式、原礦物過濾方式(俗稱礦泉水過濾方式)和金屬礦物過濾方式等為主。

抗氧化水或還原水之抗氧化機轉

電化學方式:



原礦物方式: 遠紅外線



金屬礦物方式:



圖. 12 三種產生抗氧化水的機制

本研究嘗試以原礦物過濾方式(俗稱礦泉水過濾方式)和金屬礦物過濾方式等為主, 其實在學說理論中主要是因為產生一種極強之還原力之活性原子氫和隨伴之氫氧離子。所以理想中之好水應該是具備還原力強與鹼性特質。當然主要的好水條件是不能有氯污染、重金屬污染、微生物污染。前台大生化研究所呂鋒洲教授以「超微量化學發光檢測法」首次証實還原水之抗氧化作用, 從此奠定了還原水可以消除「自由基」的學說, 也証實了液體間存在氧化力與還原力的相互作用, 即所謂「致中和」的原理水。

6. 我們組合一套可以優質化自來水所使用的濾心組, 可以依個別家庭需求而增減濾心。這套濾心包括活性碳濾心-具有吸附力可有效去除臭味、異色、漂白劑、氯(三鹵甲烷)、農藥、有機溶劑與工業化學污染物質。食品級離子交換樹脂濾心-主要為軟化水質, 防止過多石灰質的危害。遠紅外線礦石濾心(天然礦石及麥飯石濾心)-其特性是在水中能產生大量遠紅外線, 產生低氧化還原電位的好水。陶瓷濾心-過濾精密孔徑可達 0.5 微米以下, 過濾病菌率可達 99.99%, 是確保去除細菌與生飲水的重要條件。鎂礦濾心(還原水生成濾心)-還原水的生成是由具有低氧化還原電位及高 PH 值(PH 值約 9.5)之天然鎂礦所組成, 其主要成分是由鎂、鐵、矽、鎳、銅、錳、鋅...等多種礦物微量元素所組成, 產生具有還原能力之低氧化還原電位的好水。經過我們設計組裝的濾心組可以達到除氯、過濾細菌、淨化自來水質、降低氧化還原電位值。另外這一個設計可以比常見之電解水有省電及節省水資源之優點。因為電解水須耗電及浪費一半的酸性水(陽極產生的水)。因此運用我們組裝之濾心組完成水資源的優質化, 可以保護地球水資源免於浪費。
7. 由附錄表得知, 我們發現經過濾心所得到之優質化自來水, 其氧化還原電位值比其他常見之市面販售之各廠牌礦泉水為低(約新台幣 10,000 元以下), 可依個別家庭需要而自行組裝, 而且價格也便宜許多。
8. 應用此具除氯和產生抗氧化優質水的過濾器之水, 應用於消除或減低日常生活中可能殘餘 H_2O_2 (雙氧水)之食物或飲用水之可能性。

柒. 結論

- 一. 在研究期間，由六個月自來水過濾後之活性碳濾心顏色比較，**確實是愈往南部顏色越深代表污染愈嚴重。**
- 二. 在研究期間，大台北地區的水質所含總固體溶解數量，桃園縣市數值高於台北縣與台北市**總固體溶解數量**；大台北地區 27 個行政區之自來水接近 **300 mV 氧化還原電位值(醫學合理值)**的有台北市之內湖區、中山區、松山區、北投區與桃園縣內之中壢市。
- 三. 組成可攜帶式產生優質化淨水器，這套淨水器濾心包括:第一道活性碳濾心、第二道與第三道之離子交換樹脂濾心、第四道活性碳濾心、第五道遠紅外線礦石濾心(天然礦石及麥飯石濾心)、第六道陶瓷濾材濾心、第七道鎂礦金屬濾心與第八道選擇性中空絲膜濾心。
- 四. 優質化水的性質:
 1. 殘餘氯濃度為 0.0 ppm。
 2. 總固體溶解量:30~40 ppm。
 3. pH 值:8.6~9.2。
 4. 抗氧化水(含鎂離子)及抗氧化水(不含鎂離子)，這兩種抗氧化水均使雙氧水濃度降低，**故均具抗氧化的能力。**
 5. 氧化還原電位值:**90~-200mV。**
- 五. 抗氧化水的性質:
 1. 抗氧化水(含鎂離子)及抗氧化水(不含鎂離子)，其抗氧化穩定性均為:現製>密閉靜置 6h>開放靜置 6h>煮沸。**亦即抗氧化水製成後，要短時間使用，才最具還原力的功能。**
 2. 抗氧化水(含鎂離子)及抗氧化水(不含鎂離子)，其 H₂O₂ 濃度均隨入水流速增加而漸增，而與對照組 H₂O₂ **濃度差**隨入水流速增加而漸減，**亦即抗氧化量(活性清原子)均隨入水速增加而漸減。**
 3. 抗氧化水(含鎂離子)及抗氧化水(不含鎂離子)，其 H₂O₂ 濃度均隨室溫增加而漸增，而與對照組 H₂O₂ **濃度差**隨室溫增加而漸減，**亦即其抗氧化量(活性清原子)均隨室溫增加而漸減。**

捌. 參考資料

- 一、李勉民，1985，家庭健康指南。讀者文摘遠東有限公司。
- 二、趙克然 楊毅軍 曹道俊 氧自由基與臨床 合記圖書出版社 2003。
- 三、Chien CT, Yu HJ, Lin TB, Lai MK, Hsu SM. Substance P via NK1 receptor facilitates hyperactive bladder afferent signaling via action of ROS. Am J Physiol Renal Physiol 284: F840-851, 2003.
- 四、Huang KC, Yang CC, Lee KT, Chien CT. Hemodialysis-induced oxidative stress in end-stage renal disease patients by electrolyzed reduced water. Kidney Int. 64: 704-714, 2003.
- 五、Chien CT, Chang WT, Chen HW, Wang TD, Liou SY, Chen TJ, Chang YL, Lee YT, Hsu SM. Ascorbate supplement reduces oxidative stress in dyslipidemic patients undergoing apheresis. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2004 24:1111-7.
- 六、Halliwell B and Gutteridge JMC. Free Radicals in Biology and Medicine. 3rd edition. Oxford University Press, 1999.
- 七、Karnowsky MJ. Cytochemistry and reactive oxygen species: a retrospective. Histochemistry 102: 15-27, 1994.

玖. 誌謝: 謝謝 台大醫院醫學研究部鄭劍廷教授(鄭爸爸), 提供相關的資訊、資源及實驗的指導。



拾. 附錄

1. 飲用水優質化 DIY

裝置設備	濾材名稱	功用	市價台幣
第一、四道	(美國 FDA 標準) 1~0.2 微米椰殼壓縮性活性炭柱型濾心	吸附面積大具有吸附力可有效去除臭味、異色、漂白劑、氯(三鹵甲烷)、農藥、有機溶劑與工業化學污染物質	800
第二、三道	離子交換樹脂濾心	軟化水質，防止過多石灰質的危害	500
第五道	遠紅外線礦石濾心 (天然礦石及麥飯石濾心)	其特性是在是在水中能產生大量遠紅外線，產生低氧化還原電位的好水。	1,000
第六道	陶瓷濾材濾心	過濾精密孔徑可達 0.5 微米以下，過濾病菌率可達 99.99%，是確保去除細菌與生飲水的重要條件。	500
第七道	鎂礦金屬濾心(還原水生成濾心)	還原水的生成是由具有低氧化還原電位及高 PH 值(PH 值約 9.5)之天然鎂礦所組成，其主要成分是由鎂、鐵、矽、鎳、銅、錳、鋅...等多種礦物微量元素所組成，產生具有還原能力之低氧化還原電位的好水。	1,500
第八道	選擇性中空絲膜濾心	類似半透膜, 僅水分子進出	約 3,250

2. 環保署飲用水水質標準

項目	最大限值	單位
總溶解固體量(TDS)	500	ppm(毫克/升)
項目	限值範圍	單位
自由有效餘氯(FRC)	0.2~1.0	ppm(毫克/升)
pH 值	6.0~8.5	

3. 所謂「氧化還原電位」是表示電解水的電位差（以毫伏 mv 計算）。失去電子的一方為陽極水（學名氧化水）呈現正電位，正電位越大則氧化力越強，最高可達+1000mv 以上；得到電子的一方為陰極水（學名還原水），由於電子帶負電，所以呈現負電位，負值越大則表示還原力越強，最低可達 800mv 以下；上例數字的正負值及大小表示電子移動的力量（或速度）及方向，所謂力量就是電解水之氧化力或還原力的呈現；所謂方向是指吸收電子或釋放電子。

4. 自由基: 就是一些氧化能力很強的分子或離子，這些分子或離子會強力奪取其他分子或原子的電子，讓其他分子或原子性質改變；若發生在人體內，就會造成細胞損壞。雙氧水和漂白水能發揮作用，就是靠大量自由基去殺死細菌或分解染料分子。

5. 參考:【合金原礦】製程:

—>【打碎研磨】

—>【1500°C 高溫真空鑄溶】

—>【游離雜質】

—>【再一次將原料打碎研磨】

—>【再進高溫爐內與鎂離子粉末真空鑄溶，溫度 1800°C】

—>【溫度 1800°C 時，注入氮氣低溫、冷卻】

—>【再倒入模具成型】

—>【切削成各種形狀】

材料：鎂合金是轉換負電位的材料

附方：鎂離子、溶氧石、π 能量

技術：鎂與合金的結合需靠高溫真空鍛燒法，是一門很深的技術；

合金在高溫 1800°C 時加上百分之百純度的鎂材料，

加以混合結合成塊狀或長條形；再用車床加氮氣切削完成。

再以不同之陶瓷混合比例配方，完成負電位育成器。

原理：鎂合金是一種還原劑利用氧化，釋出氧再於鎂合金混合，

經水的流速，方可形成負電位並且帶有鹼性及微量元素。

載自光波奈米生物科技有限公司 DM)

【評語】 040815

探討自來水優質化的研究，精神及態度十分良好。但最後自行組裝成可攜帶式淨水器的各濾心是將現成市售的濾心結合，而非自行研發。若能自行研發淨水器將會更理想。