

## 化學七十二變 水也「來硬的」？

高中化學教師 高銓躍

### 一、主題導覽

《科學少年》化學七十二變〈水也「來硬的」？〉

關鍵字：1.硬水 2.暫時硬度 3.永久硬度 4.離子交換 5.肥皂

2013年10月29日，中時電子報刊登一則新聞：「宜蘭市進士、建業里，以及壯圍鄉民眾為基本的用水問題困擾，自來水煮沸後出現大量積垢、白色懸浮物，還會附著在熱水瓶的內壁上，紛紛抱怨最近食安問題頻繁，沒想到連自來水也會有狀況。」經當地議員反應後，自來水公司表示：「該區淨水廠的水也是好水，但水太硬，民眾無法接受。」看到這報導，你是不是一頭霧水：「水不都是軟的嗎？怎麼會有太硬的水呢？」

### 什麼是「硬水」？有何不同？

原來看起來透明清澈的水，其實溶有許多肉眼看不見的礦物質。當雨水落下後，流經地表，便會溶解些許岩石中的物質，其中主要為鈣離子和鎂離子。因碳酸鈣、碳酸鎂對水的溶解會隨溫度上升而下降，所以當水中的鈣、鎂離子濃度過高時，加熱後便容易形成水垢的沉澱，難以清潔，英文上稱hard water，直譯便稱為「硬水」，這便是新聞報導中「大量積垢、白色懸浮物」出現的原因。

在工業上以鍋爐加熱水，或以冷卻塔等設備處理水時，若水中鈣、鎂離子濃度過高，便容易產生沉澱、產生水垢，還可能造成設備故障，因此需經常對水的硬度加以監測。而在硬水中利用肥皂洗滌衣物，則會使得肥皂的清潔效果下降，並易生成皂垢，皂垢提供黴菌孳生所需的養分，加上臺灣潮濕氣候，黴菌更是容易生長，若再經由洗衣過程附著在衣物上，接觸後恐引發皮膚過敏發癢的症狀。

### 常喝硬水容易結石？

事實上，在臺灣出現各種尿路結石者，結石的成分大多以草酸鈣或草酸鈣加磷酸鈣為主；而硬水中的成份，主要則為碳酸鈣，並非尿路結石的主要成份，因此一般人並不會因為常喝硬水而得到尿路結石的；然而，若是已經得到尿路結石的患者，最好將硬水過濾後再飲用，且比一般人更需要大量喝水，並且定時到泌尿科追蹤檢查或吃藥預防，以減少結石生成。

若與牛奶相比，普通牛奶的鈣濃度約1000~1500ppm，而一般所謂的硬水，是指鈣濃度超過100ppm，即使未經煮沸排除鈣鹽，其鈣濃度與牛奶中的含量相比，實在是小巫見大巫，因此一般人並不需擔心結石的問題。

### 喝純水更健康？

從醫學或生理學的觀點而言，硬度成份中之鈣及鎂物質對人體健康均十分重要。例

如鈣為人體生理上極為重要之必需物質，對骨骼、心臟、血管、肌肉等正常運作均極為重要。在國內外許多研究慢性病之醫學研究報告均指出，許多慢性病的發生，特別是心臟血管疾病（心臟病、高血壓及中風）、癌症（直腸癌、食道癌、胃癌），在水質硬度較高地區，發病率有明顯較低情形；反之，硬度較低地區，發病率有明顯較高情形。

目前世界上有些國家並未訂管制值標準，若訂有管制標準大多訂300ppm，英國甚至訂總硬度不得低於150ppm；澳洲、紐西蘭雖然總硬度訂為200毫克/公升，但只是建議值而非管制值。因此，世界各先進國家對飲用水中之硬度含量持中性偏正面看法居多。

上述新聞中，宜蘭地區的水中鈣濃度約220ppm，雖然加熱後容易產生水垢，但飲用上並不會造成健康上的問題。

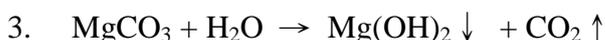
### 水硬度的簡易判斷及「軟」化

因此若想知道家中的水究竟有多「硬」，只要將肥皂水加入水中，用力攪拌幾下，觀察泡沫多寡，便可當作初步的判斷：泡沫多的為軟水，泡沫少者為硬水。在此提供兩個常用的方法：

最簡單的方式即是將水加熱。前面提過，碳酸鈣（或鎂）對水的溶解度隨溫度上升而下降，因此加熱後便會產生碳酸鈣的沉澱。



（其中碳酸鎂微溶於水，進一步加熱後，還可與水反應生成更難溶的氫氧化鎂。）



（碳酸鈣和氫氧化鎂便是水垢的最主要成份。）

這種以加熱便能降低的硬度，稱為暫時硬度。但若水中所含的是鈣或鎂的硫酸鹽類，便無法以加熱的方式來使硬度下降，這種硬度便稱為永久硬度。暫時硬度和永久硬度的總和，便稱為水的總硬度。

第二種方法則是RO逆滲透飲水機濾心中的離子交換樹脂。其原理是利用聚合物將與鈉結合在一起的陰離子團固定，當硬水流經離子交換樹脂時，鎂、鈣離子與陰離子團結合，鈉離子被釋放出來，使水的硬度下降。當鈉離子被交換完畢，便失去作用，因此濾心得定期更換。以此方式軟化硬水，雖然水中的鈣、鎂離子減少，但卻增加水中的鈉離子濃度，而飲用過量的鈉離子，非但對人體沒有幫助，反而容易造成負擔，尤其是對高血壓、腎臟疾病或心血管疾病的高危險群更為不利。

※參考資料：光復書局醫學保健百科全書第十四冊

### 如何挑選飲用水

事實上，臺灣的自來水品質是由國家負責把關，只要經過加熱煮沸後，便可以安心

飲用，並不需要特別購買保特瓶裝水，更別提來路不明的飲用水。若下次發現家中水壺出現惱人難以清除的水垢，也無需過度擔心，教你個清除的小祕訣：加一包檸檬酸粉進去，浸泡一晚後，輕輕一刷，便可輕鬆去除水垢了喲！

## 二、相關教材連結

《科學少年》化學七十二變〈水也「來硬的」？〉文中對硬水的介紹，可以配合國中自然與生活科技課程的學習，以增加授課內容的深度及廣度。也適合資優班學生作為科學導讀的教材。以下彙整各版本教科書中是可配合教學使用的單元請參考使用。

- 1.南一版 自然與生活科技二上： 2-2 水溶液  
自然與生活科技二下： 3-4 酸鹼中和  
自然與生活科技二下： 5-4 肥皂與清潔劑
- 2.翰林版 自然與生活科技二上： 2-2 水溶液  
自然與生活科技二下： 3-4 酸鹼反應  
自然與生活科技二下： 5-4 有機物在生活中的應用
- 3.康軒版 自然與生活科技二上： 2-2 水溶液  
自然與生活科技二下： 3-4 酸與鹼的反應  
自然與生活科技二下： 5-3 肥皂與清潔劑

## 三、挑戰閱讀王(奪得 10 個以上的👑，閱讀王就是你！)

看完化學七十二變〈水也「來硬的」？〉後，邀你一起來挑戰下列的幾個問題，加油！

- ( 1 ) 1. 有關硬水的描述，何者**錯誤**？  
(這一題答對可得到 2 個👑哦！)  
(1)對人體有害 (2)水中含有較多的鈣、鎂離子 (3)加熱後容易形成水垢  
(4)容易使熱水器管路阻塞
- ( 3 ) 2. 新聞報導中，宜蘭居民將自來水加煮沸後所產生的水垢，依據文中資訊判斷，最有可能是哪種鹽類？  
(這一題答對可得到 2 個👑哦！)  
(1)碳酸鈉 (2)碳酸氫鈉 (3)碳酸鈣 (4)硫酸鈉
- ( 2 ) 3. 利用加熱法可以降低水的硬度，原因是？  
(這一題答對可得到 3 個👑哦！)  
(1)碳酸鈣、碳酸鎂對水的溶解度隨溫度上升而上升 (2)碳酸鈣、碳酸鎂對水的溶解度隨溫度上升而下降 (3)硫酸鈣、硫酸鎂會和鈉離子反應，產生硫酸鈉的沉澱 (4)硫酸鈣、硫酸鎂會和碳酸根反應，產生碳酸鈣、碳酸鎂的沉澱
- ( 4 ) 4. 市面上的 RO 逆滲透飲水機將硬水軟化後，水中鈣離子和鈉離子濃度各自如何變化？  
(這一題答對可得到 3 個👑哦！)  
(1)鈣離子：上升；鈉離子：下降 (2)鈣離子：下降；鈉離子：下降 (3)鈣離子：上升；鈉離子：上升 (4)鈣離子：下降；鈉離子：上升

## 四、延伸思考

1. 做過洋菜凍、愛玉之類的甜點嗎？你可知道為什麼不能用 RO 逆滲透水來製作嗎？
2. 除了煮沸法和離子交換法外，還有什麼可以降低水硬度的方法呢？
3. 肥皂在硬水中為何容易失去清潔效果？其去汙原理為何呢？