

軟水與硬水的差別與探討

投稿類別：化學類

篇名：

軟水與硬水的差別與探討

作者：

蔡伯緣。國立桃園農工。化工科一年甲班

張培霖。國立桃園農工。化工科一年甲班

黃奕璋。國立桃園農工。化工科一年甲班

指導老師：

蘇麗娟 老師

壹●前言

水是孕育生命的源頭，也是維護動植物健康的必須要素。

人體內有 50 ~ 70 % 的水分，細胞內也含約 70 % 的水，幾乎一切的生化反應均須在水中發生。

水也被譽為是最重要的營養素，每一種生物都必須藉由水來維持生命。但是，今天的環境和水源都遭受了空前嚴重的污染，包括農藥、化肥、糞便、尿液、酸雨、家庭廢水、工業污水、垃圾、加氯消毒、水管生鏽、蓄水池滋生蟑螂、老鼠等，使得人們開始擔心自己喝下肚的水到底是飲用水？還是廢水？

由於近幾年來，有越來越多的人開始注重起養生保健，對於自己的飲食也變的更謹慎，使得一個長久以來爭論不休的問題浮出檯面來，到底是軟水好？還是硬水好？在過去有些人士主張軟水優於硬水，現在又有水學家表示軟硬適中的水才是適合飲用的好水，為了這個問題，人們常擔心自己到底該喝甚麼水。因此，本組決定進一步探討軟水與硬水的差別。

貳●正文

一． 硬水與軟水的簡介

(一) 硬水的定義：硬水這個名詞是由英文 hard water 直譯過來，因為這些水造成水垢，很難清潔，所以被叫做「硬水」。硬水是含有較多可溶性鈣、鎂等化合物的水。所有自然的淡水中都多少含有鈣、鎂等礦物質，如果水流過石灰，硬度就會增加；而如果流過泥煤，硬度就會下降。(註三)

硬水分類：

1. 暫時硬水：暫時硬水是含有鈣，鎂之酸式碳酸鹽 ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2, \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$)，而硬度是由碳酸氫鈣與碳酸氫鎂引起的，這種硬度又叫碳酸鹽硬度。
2. 永久硬水：永久硬水是含有鈣，鎂之硫酸鹽及氯化物，而硬度是由硫酸鈣和硫酸鎂等鹽類物質引起的，經煮沸後不能去除。以上兩種硬度合稱為總硬度。
3. 兩性硬水：兩性硬水是既含有鈣，鎂之酸式碳酸鹽，又有鈣，鎂之硫

軟水與硬水的差別與探討

酸鹽及氯化物。(註二)

(二) 軟水的定義：軟水是指水的硬度低於8度的水。軟水中含有的可溶性鈣、鎂等化合物較少。在天然水中，雨水和雪水屬軟水。泉水、溪水、江河水屬暫時硬水，部份地下水屬硬水，蒸餾水為人工加工而成之軟水。軟水可使肥皂水起較多泡沫，因為不同於硬水，軟水中肥皂分子不易丟棄鈉離子而去和鈣鎂離子結合，所以用較少的肥皂就能達到清潔效果。也可以令頭髮更柔軟而好整理，以軟水淋浴也使人較為舒暢。紅茶適合以軟水沖泡。(註四)

(三) 水質的軟硬之分：硬水和軟水是根據水中所溶解的固體雜質來劃分的，一般在水中溶有酸式碳酸鈣 $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ 、酸式碳酸鎂 $[\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2]$ 、硫酸鈣 (CaSO_4) 、硫酸 (MgSO_4) 、等鹽類的水就稱為硬水。不含此類物質的水叫做軟水。軟水和硬水的判斷，通常必須使用化學分析方法才能決定，無法用肉眼直接判斷。(註九)



硬水(註五)



硬水(註五)

軟水與硬水的差別與探討

二· 水的硬度：

(一) 水的硬度分級：通常我們所說的 " 硬水 " 與 " 軟水 "，主要是指碳酸鈣和碳酸鎂的含量，以 " 毫克碳酸鈣 / 公升水 " 或 "ppm" 來表示，稱為水的硬度。

名稱 \ 硬度	德國硬度	碳酸鹽硬度 ppm
強軟水 (very soft water)	0~4° dH	碳酸鹽硬度約 0~89ppm
軟水 (soft water)	5~8° dH	碳酸鹽硬度約 90~159ppm
適度硬水 (medium hard water)	9~12° dH	碳酸鹽硬度約 160~229ppm
中硬水 (fairly hard water)	13~18° dH	碳酸鹽硬度約 230~339ppm
硬水 (medium hard water)	19~30° dH	碳酸鹽硬度約 340~534ppm
強硬水 (very hard water)	30° dH 以上	碳酸鹽硬度 535ppm

水的硬度分級表 (表一) (註十)

水的硬度太高時喝起來不可口，水中容易產生白色沉澱的水垢，水垢如附在加熱容器或加熱器上，會延長加熱的時間，浪費能源。水的硬度高時，肥皂也不太容易起泡沫，需浪費較多的清潔劑。水垢進入人體後，無法被吸收，是健康的大敵。

目前並沒有正式由政府機關或學會提出的建議值，我國的檢驗標準為 1000ppm 以下。(註六)

(二) 水的硬度離子：

1. 硬度可以用來描述水的軟硬程度，其定義是指能使肥皂沉澱之量。

軟水與硬水的差別與探討

這是因為肥皂是硬脂酸的鈉或鉀鹽，遇到水中的鈣、鎂離子，易生成不溶性的硬脂酸鈣和硬脂酸鎂，使肥皂失去洗滌衣服的作用。

2. 除了鈣、鎂離子外，肥皂亦能被鐵、錳、鋅、銅…等離子所沉澱，所以在化學上乃定義：凡是水體存在能被肥皂產生沉澱的礦物質離子都稱為「硬度離子」，包括鈣、鎂、鐵、錳、鋅、銅離子…等。由此可知，硬度是所有硬度離子濃度的指標值。
3. 在一般的自然水（包括自來水）中，除了鈣、鎂離子外，其餘金屬離子之存量很少，它們的總含量可能不到 3%，因此水之硬度可以說是水中鈣和鎂離子之濃度所代表之特性。可分為「鈣硬度」與「鎂硬度」，兩者之和，稱為「總硬度」，或簡稱「硬度」。其中鈣硬度平均約佔 85%，鎂硬度約佔 15%。
4. 硬度通常以碳酸鹽表示，而不以硫酸鹽、硝酸鹽或氯化物表示，主要的原因是：在傳統化學上的定量分析中，只有使用碳酸鹽法才能使所有的硬度離子都被沉澱出來。又因鈣硬度佔總硬度中絕大部分，因此在國際上特別以碳酸鈣（ CaCO_3 ）的量（ppm）來表示。
5. 使用碳酸鈣（ CaCO_3 ）的量來表示硬度，在傳統化學上的定量分析中，其結果可能會有一些操作上的誤差，如果能再經過進一步的焙燒處理，讓碳酸鈣（ CaCO_3 ）變成氧化鈣（ CaO ），就可以更準確獲得分析結果，例如，德國就是利用氧化鈣（ CaO ）的量（ $^\circ\text{dH}$ ），來描述硬度。（註七）

三．飲用軟硬水與其優劣：

鈣鎂離子是人體每天必需的營養素，如果水有一定硬度，通過飲水可以補充一定量的鈣鎂離子。如果是長期服用軟水的人，還需通過其它途徑補充。但水的硬度太高和太低都不好，因為水的硬度和一些疾病有密切關係。在水硬度較高地區，人群心血管疾病發病率較低，但腎結石發病率卻隨水的硬度升高而升高。

硬水含有的鈣、鎂、碳酸鹽、硫酸鹽、硝酸鹽等成分較多。長期飲用硬水，一方面可能導致胃腸功能紊亂，出現暫時性的腹漲、排氣多、腹瀉等”水土不服”

軟水與硬水的差別與探討

等症狀。另一方面使人易患腎結石、膽結石。硬水同時也給我們的生活帶來了許多麻煩，如：用來洗滌衣服，不僅消耗肥皂多，而且易使織物變硬。這是因為肥皂是硬脂酸鈉鹽，遇到水中的鈣鎂離子，易生成不溶性的硬脂酸鈣和硬脂酸鎂，使肥皂失去洗滌衣服的作用。硬脂酸鈣和硬脂酸鎂沈積在織物上，曬乾后，成為堅硬的固體物，使織物變硬。；用硬水炒菜，菜不容易變軟。水中如果含鈣或鎂離子過多，鈣或鎂與硫酸根結合，使水產生苦澀味。我們有時喝水感到苦澀就是因為水的硬度過高造成的。

硬水在加熱的情況下，會沉澱出碳酸鈣和碳酸鎂，由於碳酸鈣、碳酸鎂不溶于水，所以對健康生活影響如下：

- 1、鏡面布滿水漬。
- 2、全棉衣服或毛巾板結僵硬，多次洗滌後顏色黯淡。
- 3、熱水器、增濕器等設備管路阻塞、流量減小、壽命縮短。
- 4、潔白的浴缸或座便器等設備泛黃。
- 5、龍頭、淋噴頭結滿水垢、滋生細菌、鍍鉻的表面水漬斑斑。
- 6、洗澡後皮膚乾燥、粗糙、發癢。
- 7、頭髮乾枯、打結，不易梳理，只能用專用洗髮膏。
- 8、水質發黃，有鐵銹。
- 9、增加了腎膽結石發病幾率。
- 10、形成鍋垢，阻礙加熱器的傳熱，鍋垢太厚時，會使鍋爐局部過熱，引起鍋爐破裂而造成事故，有時還會引起鍋爐爆炸。
- 11、瀰漫著消毒水的難聞氣味。
- 12、指出的冰塊顏色混濁，有異味。(註五)

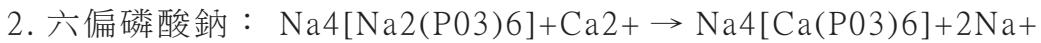
水的軟硬與口感也有關係，硬水爽口，多數礦泉水硬度較高，使人感到清爽可口，軟水顯得淡而無味。但用硬水泡茶，沖咖啡，口感將受到影響。有些食品加工用水比較講究，水硬將影響食品加工，易造成蛋白質沉澱、無機鹽沉澱或較難煮熟，而飲料用水又用軟水較好。鍋爐用水一般應使硬水軟化，否則會因水垢太多而發生意外事故。

目前對於是喝純淨水好還是喝自來水好，有的專家認為，喝水就是補充水分，沒有必要考慮營養問題。另一些專家認為，自來水中有許多微量元素和無機鹽，對人體有益。那麼自來水中到底有哪些營養呢？1000 毫升水中鋅、鐵含量小於 0.2 毫克，成年人每日需補鋅 10 毫克—15 毫克、鐵 12 毫克—18 毫克。每日從水中攝取的微量元素不足 1 毫克，與人體所需微量元素相比是微不足道的。但水中含鈣、鎂元素較高，對人體還是有一定好處。

四·硬水的軟化：

硬水經過處理後轉化為軟水的方法有以下幾種：

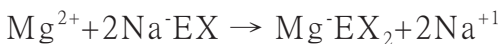
(一) 軟水劑



3. 胺的醋酸衍生物 (EDTA) : 與 Ca^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 等離子生成螯合物 (螯合物是配合物的一種，在螯合物的結構中，有一個或多個多齒配體提供多對電子與中心體形成配位鍵。)(註五)

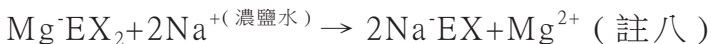
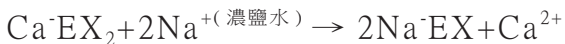
(二) 離子交換法

它的目的是利用陽離子交換樹脂以鈉離子來交換硬水中的鈣與鎂離子，靠此來降低水源內之鈣鎂離子的濃度。其軟化的反應式如下：



式中的 EX 表示離子交換樹脂，這些離子交換樹脂結合了 Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 之後，將原本含在其內的 Na^+ 離子釋放出來。

現在市面上出售的離子交換樹脂為球狀的合成有機物高分子電解質。樹脂基質 (resin matrix) 內藏氯化鈉，在硬水軟化的過程中，鈉離子會逐漸被使用耗盡，則交換樹脂的軟化效果也會逐漸降低，這時需要作還原 (regeneration) 的工作，也就是每隔固定時間加入特定濃度的鹽水，一般是 10%，其反應方式如下：



(三) 電滲析法

用直流電源作動力，使水中的離子選擇性地透過樹脂交換膜而獲得軟水。(註五)

(四) 煮沸法

該法只適用於暫時硬水。煮沸暫時硬水時的反應：



由於 CaCO_3 不溶， MgCO_3 微溶，所以碳酸鎂在進一步加熱的條件下還

軟水與硬水的差別與探討

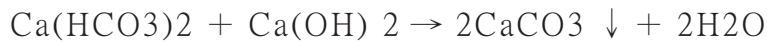
可以與水反應生成更難溶的氫氧化鎂：



由此可見水垢的主要成分為 CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (註五)

(五) 石灰 - 蘇打法 (工業用)

先測定水的硬度，然後加入定量的氫氧化鈣和碳酸鈉，硬水中的鈣、鎂離子便沉澱析出：



(六) 沉澱法

用石灰 - 蘇打法處理，使水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 生成沉澱析出，過濾後即得軟水，其中的錳、鐵等離子也可除去。(註五)



硬水軟化儀器 (註五)

參●結論

水是人們生活不可或缺的物質，而從此探討中，如果水有一定硬度，通過飲水可以補充一定量的鈣鎂離子。如果是長期服用軟水的人，還需通過其它途徑補充，尤其鈣，現代人已經很缺了。水的硬度太高和太低都不好，因為水的硬度和一些疾病有密切關係。在水硬度較高，心血管疾病發病率較低。但太高腎結石發病率會升高。最適宜的飲用水的硬度為 8—18 度，屬於輕度或中度硬水。雖然硬水的缺點與所造成的不便較硬水多，但硬水卻隱藏人體每天必需的營養素鈣鎂離子，因此透過飲用好的硬水來補充礦物質對人體是零負擔的最佳選擇。

軟水與硬水的差別與探討

肆 ● 引註資料

註一：蔡永昌 (2010)。普通化學 I。台北縣：台科大。

註二：楊慕文，盧濤 (2009)。基礎化學 (再版)。台北市：寰宇知識科技。

註三：維基百科。2010/10/23。 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%A1%AC%E6%B0%B4>

註四：維基百科。2010/10/23。 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%BD%AF%E6%B0%B4>

註五：互動百科。2010/11/6。 http://tw.babelfish.yahoo.com/translate_url?doit=done&tt=url&trurl=http%3A%2F%2Fwww.hudong.com%2Fwiki%2F%25E7%25A1%25AC%25E6%25B0%25B4&lp=zh_zt&.intl=tw&fr=yfp

註六：健康新概念。2010/11/7。 <http://blog.yam.com/kouqiang/article/30507585>

註七：雅虎知識家 - 位什麼自來水有分軟硬水。2010/11/5 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1405101212393>

註八：水處理綜論。2010/11/5。 http://www.waterinfor.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=10:%E4%B8%80%E8%88%AC%E6%B0%B4%E8%99%95%E7%90%86%E6%96%B9%E6%B3%95%E8%88%87%E5%8E%9F%E7%90%86&Itemid=70&tmpl=component&print=1

註九：雅虎知識家 - 硬水和軟水。2010/11/8。 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1105070508896>

註十：雅虎知識家 - 何謂水的硬度。2010/11/2。 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1206050306886&q=1206062214202&p=%E7%A1%AC%E5%BA%A6>