

# 無機化學工業原料

世界書局印行

版權所有  
不准翻印

無機化學工業原料

實價國幣

外加運費匯費

編著者 龔 昂 雲

發行人 李 煜 瀛

出版者 世界書局

發行所 世界書局

【三六·五·再】

# 無機化學工業原料

## 第一章 總論

**概論** 化學工業之原料，大都屬於天然資源，舉凡動植礦三界以及空氣與水無不應有盡有，此外以其他化學製品、半製品、副產物或利用廢物以充原料者亦甚多。原料為化學工業之命脈，故在創辦化學工業之前，必須加以精密之考慮。其最重要之條件，為來源與價格二項。原料之來源以本國出產為原則，其產量必須豐富，足夠長期供應該項化學工業之消耗。原料若非就地可得，則亦須求其採運便利者方為有利。近年利用空氣與水為原料之化學工業<sup>①</sup>勃興，即因空氣與水到處皆有，取用不竭，且幾可不費代價故也。其次原料之來源即已豐富，尚須求其價格之低廉。此點亦仍與運輸及需求有關；即運輸便利者，其費用較小；而需求有多少時，其市況即有上落。故經營化學工業者，在考慮其原料時，不可不就原料之運銷問題同時亦加以考慮。此外原料之品質足以影響於製品之生產，故其適用與否自宜先行決定，以免日後發生困難。近年化學工業之學理與技術日趨進步；利用廢物以製成有價值之製品，已所在多有，<sup>②</sup>故此後對於目前無用之物，將來或皆能成為有利之原料，可斷言也。

①如固定空氣中之氮以製合成氨及合成硝酸，及電解水以得氫氣與氧氣是。

②德國資源缺乏，故利用廢物之工業，亦以德國為最盛。

**動物界之原料** 動物之肌肉，不論爲獸肉、禽肉、魚肉以及貝介之肉，皆可用以製成罐頭食物。獸類之皮可以鞣製成革，就中最重要者爲牛皮，依鞣製方法之不同，可得種種皮革，以充各種用途，<sup>①</sup>故爲一重要之工業原料。由動物之皮骨及廢物又可以提煉皮膠；加以精製，即成白明膠，其用途亦廣。<sup>②</sup>動物之毛爲毛織物之主要原料，其中以羊毛爲主，而豬毛及兔毛等亦皆爲重要之工業原料，需要相當之化學工作加以精煉。動物之脂肪及蠟亦爲重要之工業原料。脂肪之重要者如豚脂、牛脂及魚肝油<sup>③</sup>等，除供工業用途外，大都充食用。蠟之重要者如蜜蠟及白蠟<sup>④</sup>等，大都用爲工業之原料。此外將動物之骨煨燒成炭即稱骨炭，工業上用作重要之脫色劑；<sup>⑤</sup>若煨燒成灰，則可供肥料及其他用途。以上種種皆屬於有機化學工業方面，另詳於有機化學工業原料一書。

**植物界之原料** 植物界之原料，亦皆屬於有機化學工業方面，範圍極廣。植物之纖維，不但用以紡織棉布，且爲紙、人造絲及賽璐珞等之主要原料。<sup>⑥</sup>植物之根、莖或果實中所含之澱粉質，如米麥

①如鞋底革及皮帶革等。

②皮膠及白明膠大多用作其他化學工業之原料。

③通常爲鱈魚之肝油，供食用。至魚油（鯷魚及鱈魚等）及鯊油則多用於硬化油工業。

④爲白蠟蟲之分泌物，我國四川等省皆產之。

⑤製糖工業中常重用之。

⑥將木材用機械方法製成之木漿，多供造紙用，用化學方法製成之木漿多供製人造絲等之用。

等爲人類主要之食糧，馬鈴薯、甘藷等則爲澱粉、糊精、飴糖等澱粉工業及酒精工業之原料。至於甘蔗及甜菜二種則又爲製糖工業之主要原料，普通之砂糖，卽由此二種原料製成。①植物之果實多供食用或製罐頭食物，而若干含油之種子，則爲油脂工業之主要原料，範圍較動物界之油脂更廣，其重要者如豆油、菜油、花生油、椰子油、棉子油、亞麻仁油、蓖麻子油及桐油等，或供食用，或充種種工業用途，如製造肥皂、油漆、油氈、油布、硬化油及脂酸等。近來橡膠及其製品之工業頗爲發達，其原料卽爲橡樹之乳汁。②舉凡日常生活以及文化國防等所需之橡膠製品，無不由此造成。至其他樹脂之重要者，如松脂及阿拉伯樹膠等，在塗料及其他有機工業中之用途亦皆甚廣。又芳香油等有芳香成分之物質亦多得之於植物，如由玫瑰花可採製玫瑰油，由檸檬之果皮可採製檸檬油，由薄荷之莖葉，可採製薄荷油及薄荷腦，由樟腦之根、莖及葉可採製樟腦油及樟腦等，種類極多，大都爲香料及醫藥上之主要原料。惟因天然產者其價較昂，故近年頗多用人工合成③耳。總之，人類之衣食住行幾無不需要植物界之原料，人類乃直接及間接賴植物而得生存與繁榮，洵非虛語也。

**礦物界之原料** 無機化學工業之原料，以屬於礦物界者爲最

①由甘蔗製成者稱爲甘蔗糖，由甜菜製成者稱爲甜菜糖。

②係將乳汁收集後用醋酸或蟻醛使其凝固，卽成生橡皮。將生橡皮使其硫化，即可製成各種商品。

③係由煤膏中提取芳香族化合物，再經化學方法配製而成。其成分較天產者爲簡單，價值亦較廉，故此種合成香料頗有取天然香料而代之之勢。

多，如各種金屬礦石為冶金工業之主要原料。此種礦石以含金屬量愈多者為愈佳，故在用作冶金原料之前，必須確定金屬之含量，<sup>①</sup>擇其產量多而價值低者方為有利。冶金工業以外之用礦物為原料者，如玻璃及瑤瑯工業等以砂石及石灰石等為原料，水泥以石灰石及黏土為原料，陶瓷器及磚瓦工業則以黏土為主要原料等。此外礦物界之原料，用之於有機化學工業者亦甚多，其中以煤及石油為最重要。煤除作燃料外，又為煤氣工業及焦炭工業之主要原料，而此種工業之副產物即煤焦油則又為人造染料<sup>②</sup>及其他多種有機化學工業之主要原料。至石油經分餾後，可得汽油、燈油、潤滑油、石蠟、礦脂及石油瀝青等種種物品，不但為工業上之重要原料，且在國防上亦殊重要也。

**空氣及水** 一切化學工業幾皆與空氣及水有直接或間接之關係。例如硫酸工業需要空氣中之氧氣，氮之固定工業則需空氣中之氮氣。<sup>③</sup>至於化學變化中須有水參加或製品中亦含水分者其例甚多，而一切化學工業中用水作為媒介物，但不參加化學變化者，尤屬不可勝數。故知空氣與水實為一切化學工業之重要原料。地球上無論何處皆有空氣與水存在，可以取用不竭，且不需巨大之代價，<sup>④</sup>

①例如鐵礦中至少須含鐵30—35%，始可直接用以冶鐵。惟金礦因金之價值甚昂，故如含金量僅百萬分之五，亦可供煉金之用。

②礦物顏料皆以礦物為原料而製成，但在有機化學工業如油漆等亦常需用之。

③現時工業上所用之氧與氮，皆將空氣壓縮後分離而得，通常裝於鋼筒中出售，以供各種用途。

④僅於空氣之精製及水之清潔須有相當代價而已。

故近年以空氣與水為原料之化學工業盛極一時，將來之發展尙方興未艾也。

**廢物利用** 宇宙間之萬物皆有其特殊之用途，故通常所謂廢物實係未能利用之物質。近世化學之學理與技術日新月異，資源缺乏之國家，乃競事於廢物利用之方法，因之昔日視為廢物者，今乃成化學工業之重要原料。例如煤焦油<sup>①</sup>在七十年前幾皆視為廢物，但在今日則為染料、醫藥、照相材料、香料、防腐劑及火藥等化學工業之主要原料。肥皂廠之廢液昔日亦視為廢物，棄之不顧，但在今日則為提取甘油之主要原料矣。再如製糖工業中之糖蜜及蔗渣，在昔亦為廢物，但今日可用糖蜜以製酒精，而蔗渣則為糖廠之重要燃料；若使其黏結之後，更可用作建築材料焉。至如煙草廢屑可提菸鹼，<sup>②</sup>洗羊毛之液可收回羊毛脂，<sup>③</sup>大理石屑可製人造大理石，及食鹽之苦澗<sup>④</sup>可提鎂、鉀、碘等亦皆為廢物利用之著者。惟廢物利用之意義，實不止利用廢物而已，若干工業有因利用廢物而得並行發展者，如由肥皂廢液以提甘油即其一例。又有原為廢物，而轉成獨立存在之主要工業者，如由煤焦油以提煉染料等亦即其例。故經營化學工業者，當同時顧及副產物及廢物之利用，以盡其利，此為化學工業之特徵，亦化學工業者之職責也。

①係將煤乾餾而得，為多種碳化氫之混合物。

②俗名尼可丁(Nicotin)，性劇毒，可為殺蟲劑之原料。

③為附着於羊毛上之蠟，用於膏藥及香妝品中。

④鹽澗中所含主要之物質為氯化鎂( $MgCl_2$ )，工業上用電解法由氯化鎂而得

鎂。

**本書之範圍** 化學工業原料之範圍既廣，爲便宜計常分爲無機及有機二大類。本書專論無機化學工業之原料；其屬於有機化學工業之原料，則另有有機化學工業原料一書，亦由世界書局出版。

## 本章摘要

**動物界之原料** 包括食品、皮革、毛織、脂肪及肥料等工業。

**植物界之原料** 包括纖維、澱粉、酒精、製糖、油脂、橡膠、樹脂及香料等工業。

**礦物界之原料** 包括冶金、玻璃、琺瑯、水泥、陶瓷器及磚瓦等無機化學工業以及煤及石油爲原料之有機化學工業。

**空氣及水** 爲一切化學工業之重要原料。

**廢物利用** 利用廢物，但若干工業有因利用廢物而得並行發展，及原爲廢物而轉成獨立之主要工業者。

## 問題

1. 試述化學工業所用原料之數個要件。
2. 試就動物界中直接或間接之原料列表區別之。
3. 人類之衣食住行及文化國防等工業皆需植物界之原料，試列表以明之。
4. 試列表以明無機及有機化學工業所需礦物界之各種原料。
5. 舉例說明水爲一切化學工業之重要原料。
6. 試述廢物利用之涵義。

## 第二章 空氣及水

### 第一節 空氣及稀有氣體

**概論** 前節曾言空氣及水為一切化學工業之重要原料，乃因空氣及水不但直接或間接參加化學變化，且因其所含之各成分又為多種化學工業之原料也。地面上空氣與水幾於無處無之，可以取用不竭，且不需巨大之代價，與一般化學工業原料之有限制者迥然不同。故在敘述各種化學工業原料之前，先就空氣及水之性狀及用作原料時應行注意之點作一簡略之研究。本節研究空氣及數種稀有氣體。

**空氣之成分** 包圍於地面之混合氣體稱為大氣，尋常所稱之空氣，乃指大氣之一部分而言。自然界中不絕有水分之蒸發及碳酸氣<sup>⊕</sup>等氣體之生成，而逸散於空氣中。然空氣之固定成分，大致不變。<sup>⊖</sup>曠野中之乾燥空氣，每100體積中約含氧(O<sub>2</sub>)21體積，氮(N<sub>2</sub>)78體積，氫(A)0.94體積，碳酸氣(CO<sub>2</sub>)0.04體積，及氦(He)，氖(Ne)，氬(Kr)，氙(Xe)等稀有氣體微量。都市中之空氣，每混入硫化氫(H<sub>2</sub>S)，二氧化硫(SO<sub>2</sub>)及塵埃等。但此種差異對於全部空氣之組成並無影響。空氣中雖含多種氣體，但不成化合狀態，故空氣為混合物而非化合物。

---

⊕大多由燃燒及動植物呼吸作用所放出。

⊖空氣中所含之雜質對於整個大氣之影響甚小，且大氣不絕流動，故其固定之

成分能保持不變。

**空氣之性質** 空氣爲無色，無臭，無味之氣體，略能溶解於水，在常溫及常壓下，水 100 體積，約能溶解空氣 2 體積。其 1 升之重爲 1.2928 克。空氣既有重量，故其各部分皆保有一定之壓力，是稱氣壓。在高山上空氣較稀，故氣壓較小；<sup>⊖</sup> 在地面上空氣較密，故氣壓較大。尋常在海面上之氣壓，每平方厘米平均爲 1033.6 克，或每平方吋 15 磅。若用氣壓計<sup>⊕</sup> 量之，其水銀柱之高爲 760 毫米，或 30 吋，是即稱爲標準氣壓或 1 氣壓。我人生活於此氣海之中，所以不覺受壓者，即因體內亦保有相當壓力之故。

**空氣之清潔法** 空氣爲一切生物所必需，故人類之居室，必須注意通風，<sup>⊕</sup> 以得新鮮之空氣。在化學反應中所需之空氣，大都無特加清潔之必要，惟有時欲得乾燥而純潔之空氣，在實驗室中常用氯化鈣( $\text{CaCl}_2$ )或濃硫酸等吸水劑以除去水分，用棒狀苛性鈉以除二氧化碳( $\text{CO}_2$ )，而用焦煤以除所含之塵埃。在工業上可以空氣液化工業及硫酸工業中所用清潔之法爲模式。空氣液化工業所需之空氣必極純淨，若有水分及碳酸氣存在，必將影響於其製品，且其機械有生障礙之虞。故在機械裝置中常使空氣先進入冷卻塔(內部

<sup>⊖</sup>在離地 10 英里處之空氣壓力僅 7.6 厘米或 3.2 吋，再上則壓力更低，惟溫度幾常爲  $-55^\circ\text{C}$ ，故稱爲同溫層。

<sup>⊕</sup>氣壓計(Barometer)爲測量大氣壓力之儀器，藉此並可知氣候之變化。氣壓降低爲有風雨之徵，氣壓升高爲晴朗之兆。

<sup>⊕</sup>通常在室之上部及底部皆裝通風口，使室內之熱空氣由上部之風口流出，室外之新鮮空氣則由底部之風口流入。較完備之裝置，係將空氣用淋水法加以洗滌，經乾燥後乃送入室內。

亦有置氯化鈣者)，使水分凝縮①而被吸收。至空氣中之碳酸氣，則大都在液化之前先行除去。通常用苛性鈉液吸收在常壓或高壓下之空氣，或在常壓下使空氣通過石灰或石灰與苛性鈉之混合物，皆得除去所含之碳酸氣。硫酸工業中所用清潔氣體②方法，大致為將熱氣體用硫酸洗滌，俟溫度降低，乃導入填充焦煤之濾過箱，以除淨其所含之微細灰塵及酸霧，最後再導入除塵室中以除塵埃及行熱交換之工作。以上種種方法究以何者為宜，要在審察情形運用學理與技術，加以決定。

**液態空氣** 空氣在低溫時加以約200氣壓之壓力，③即可使其變成液態，是稱為液態空氣 (Liquid air)。使空氣液化之主要作用為將空氣壓縮，乃使其經過各部，以除去熱及不純物質，而進入膨脹室中，因膨脹室中之氣壓較低，故壓縮氣體隨即膨脹，同時吸收多量之熱，④而回至空氣室中。依此繼續壓縮膨脹，終使空氣變成液態，現時空氣液化裝置之主要者有林得 (Linde) 式及克勞德 (Claude) 式。林得式為最先之發明，⑤係使200氣壓⑥下之空氣，經冷凍

①亦稱乾燥器 (Desicator)。器中凝縮之水可時時開活門抽出之。

②硫酸工業之第一步為將黃鐵礦燃燒，使其所含之硫與空氣中之氧化合而成二氧化硫 ( $\text{SO}_2$ )。在此所謂清潔氣體之法，即指清潔二氧化硫而言。經清潔後，原含於空氣中之雜質，當然亦一併除去。

③欲使空氣液化，施以極大壓力之外，並須冷至極低之溫度，液化之裝置即根據此原理。

④氣體在壓縮時能放熱，而膨脹時能吸熱。

⑤液態空氣係於1823年由法拉第 (Faraday) 氏最先製得，但至1830年由林得首先完成工業化之裝置。

⑥現時之林得機先由200氣壓降至16氣壓而膨脹，最後使其膨脹而為1氣壓。

裝置以降低其溫度，然後自由膨脹而液化之。最近之林得機則多用氨冷凍機，以預冷進入之空氣。克勞德式為林得式之改良，所用之壓力為30-40氣壓，所需之馬力亦較少，與林得式比較實各具有優點。此外更有若干改良之裝置，其原理則大都相同。①

液態空氣為淡藍色之液體，係以氧與氮為主要成分之混合物。近時如高溫爐之燃燒，硫酸之製造及氨之氧化等所需純粹之氧，及空中氮固定法中所需之氮，大多取給於液態空氣，②故液態空氣之製造，近已日臻重要。

液態空氣可在杜瓦瓶(Dewar flask)③中保存相當時期，以供極端冷卻及凍結之用。現時在外國市場中已可購得液態空氣之商品。

**氫，氦及氖** 空氣中除含氧、氮等氣體，尚含氫(A. Argon)，氦(He, Helium)，氖(Ne, Neon)，氙(Kr, Krypton)及氙(Xe, Xenon)五種稀有氣體。其中除氫佔全容積之0.94%外，其餘四種合計不過0.002%。若就工業方面而言，則氫氙二種氣體，不但含量極微，且性質亦不甚明瞭，故在此僅就氫、氦及氖敘述之。

1. 氫 為空氣中含量最多之一種稀有氣體。故工業上常以空氣為取氫之原料。④氫之沸點為 $-185.7^{\circ}\text{C}$ ，介於氧與氮之沸點之間，

①大多為改變氣壓，使所需之馬力盡量減低。

②即利用空氣中所含氧與氮之沸點不同(氧為 $-182.9^{\circ}\text{C}$ ，氮為 $-195.7^{\circ}\text{C}$ )，使二者分離而得。

③係夾層之玻璃，二層中間抽成真空，故液態空氣在瓶中不致因傳熱而蒸發。現時通行之熱水壺即根據此瓶之構造原理。

④氫合成爐中之循環氣體，含氫達3.9%，故亦可為取氫之原料。此外石灰氮製造爐中之氣體中亦含有氫。

取氫之法，即藉林得或克勞德式液化機械，將空氣液化，然後利用其沸點之不同，使其分離而得。<sup>①</sup>此氣無色，無味無臭，性較氮更不活潑，其重要用途為填充白熱電燈泡，以防止燈絲因氧化而損壞，但燈絲之溫度卻能由 $2100^{\circ}\text{C}$ ，升至 $2500^{\circ}\text{C}$ ，故燈光更明。惟現時充氫之燈泡，僅限於100伏特，30至100瓦特之小型，且通常多為氫84%，氮16%之混合氣體。<sup>②</sup>

2. 氫 氫在空氣中僅含微量，在石油井及天然煤氣井中則含之較多。氫為最難液化之氣體，<sup>③</sup>故工業上多由天然煤氣井中取得。此氣亦為無色，無味，無臭，質甚輕（比重0.1380）僅次於氫氣。性不活潑，不易燃燒，<sup>④</sup>故多用以灌充飛艇之氣囊。現時全世界之產量，以美國為冠，其他各國亦多仰給之。

3. 氖 氖為次於氫之低沸點（ $-245.9^{\circ}\text{C}$ ）元素，通常亦由液態空氣分離而得。<sup>⑤</sup>此氣亦為無色，無味，無臭，若以數厘米之壓力封入玻璃管內，而於兩電極給以數萬伏特之電壓，則氖即呈強烈之紅色光輝，故近年在都市中多以氖作為廣告燈<sup>⑥</sup>之用。

① 稀有氣體為1894年英人Rayleigh及Ramsay所發見，當時即係將空氣液化後分離而得。

② 單獨用氫，燈絲間易生弧光，故現多用混合氣體。

③ 氫之沸點為攝氏零下 $269.22^{\circ}$ ，故最難液化。

④ 氫與氫依80:14之比混合，亦不起爆發。

⑤ 最初分出之氣體含氫50%，氮20%，氫30%，此時即可充氫之用途。

⑥ 俗稱年紅燈。年紅燈除用氖以發紅光外，用氫能發黃色，氫發青白色，氫發黃紅色，氫發弱紫色，用氫與汞之蒸氣則發藍色。

## 本節摘要

空氣之成分 含氧、氮、稀有氣體及碳酸氣、水蒸氣等。

空氣之性質 無色，無味，無臭之氣體，略溶於水，每升重1.2928克，故有壓力。在海面上每平方厘米為1033.6克，是稱一氣壓。

空氣之清潔法 實驗室法用氯化鈣或濃硫酸以除水分，用苛性鈉以除碳酸氣，用焦煤以除塵埃。工業上除依上法以除水分及碳酸氣外，通常再用濾過箱及除塵室。

液態空氣 將空氣加以高壓及低溫，使成液態。液化之裝置有林得式及克勞德式等。液態空氣為取氧與氮之主要來源。

氫，氫及氬 氫由液態空氣取得，供充電燈泡用；氫自石油井及天然煤氣井取得，供充飛艇用；氬亦由液態空氣取得，供廣告燈用。

## 問題

1. 何以知空氣為混合物而非化合物？
2. 氣壓與汽壓有何不同？
3. 試設計作一除去空氣中所含雜質之裝置。
4. 液態空氣何以成為取氧與氮之主要來源？
5. 試述氫、氫及氬之主要用途。

## 第二節 水

概論 水為人生不可一日或缺之物，蓋水除用作飲料外，亦為

一切化學工業之重要原料。舉其著者，如將水電解可得氧氫二氣，此二者皆為工業上之重要原料也。將焦煤灼熱以水蒸氣通入則可得水煤氣，此又為工業上之重要燃料也。又如將食鹽水電解，可得氯氣、氫氣與氫氧化鈉，此乃用水為媒介物以製造重要工業原料之例，與前二者之以水為直接原料者稍有不同。但工業上以水為媒介物之例極多，即物質之精製或分離等，皆需要水為媒介。且工業上所用之水，即不直接參加化學反應，而水質之適宜與否，輒能影響工業之成敗。猶如不潔之飲料水，足以影響人體之健康。故不論為飲料水或工業用水，皆當注意水質之是否適宜，以免招致不良之結果。

**水之所在** 液態之水為日常習見之物，佔地球表面約七分之五，其成氣狀者滿布於天空之中，稱為水蒸氣；雲霧雨露概由此種水蒸氣凝縮而成。其成固態者，經年封蓋於高山之頂及南北極。此外土壤中及生物體內皆含相當量之水，故自然界中若無水，則一切皆將不能存在也。

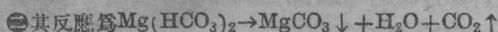
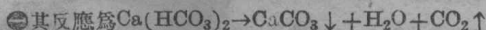
**水之性質** 水由氫2分與氧1分化合而成。純粹者為無臭無味之液體，少量無色，多量則呈深藍色。在 $4^{\circ}\text{C}$ 時，水1立方厘米之重為1克。在標準氣壓下，冰點為 $0^{\circ}\text{C}$ ，沸點為 $100^{\circ}\text{C}$ 。倘壓力增大，則沸點增高；壓力減小，則沸點降低。水在 $0^{\circ}\text{C}$ 結冰，至 $100^{\circ}\text{C}$

●水之百分組成為氧重約 $\frac{8}{9}$ ，氫重約 $\frac{1}{9}$ ，其容積合成為氫2容積與氧1容積合成水2容積。

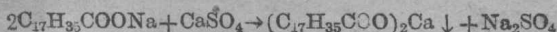
●最近發現密度較普通水為大之重水，其冰點不為 $0^{\circ}\text{C}$ ，沸點亦不為 $100^{\circ}\text{C}$ 。現時在歐美已可購得其商品，以供試驗之用。

而汽化。對於物質之溶解力甚強，故水中幾常含有雜質。惟水之性質非常穩定，即熱至 $2000^{\circ}\text{C}$ 時分解甚微，但用電解之法，則可使其分解。通常水與非金屬之氧化物化合則成酸類，與金屬之氧化物化合則成鹼類。

**軟水與硬水** 天然水中除雨水外概含有溶解之礦物質，如鈣、鎂或鐵之鹽類。水中含此種礦物質甚少時，稱為軟水(Soft water)，如雨水為良好之軟水，而自地面收集之水亦概為軟水。反之，水中含此種礦物質較多時，則稱為硬水(Hard water)。硬水可分為二類：凡水中含鈣或鎂之酸性碳酸鹽者，經煮沸後酸性碳酸鹽即變為碳酸鹽而沈澱，例如酸性碳酸鈣 $(\text{Ca H CO}_3)_2$ 之變為碳酸鈣 $(\text{CaCO}_3)$ ； $\ominus$ 及酸性碳酸鎂 $(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2)$ 之變為碳酸鎂 $(\text{MgCO}_3)$ ， $\ominus$ 此種水稱為暫硬水(Temporary hard water)。若含硫酸鹽類如硫酸鈣 $(\text{CaSO}_4)$ 及硫酸鎂 $(\text{MgSO}_4)$ 等，則雖經煮沸，亦不能除去，是稱為永久硬水(Permanent hard water)。暫硬水及永久硬水，對於家常及工業皆不適用，例如洗濯時倘用硬水，則肥皂與硬水中之鈣鹽或鎂鹽作用後，即生成不溶性之物質， $\ominus$ 致肥皂失其效用。汽鍋中若用硬水，則水中之鹽類日久積聚於鍋壁而成鍋垢，不但減少汽鍋



$\ominus$ 含硫酸鈣之硬水與肥皂作用時之反應為



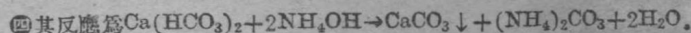
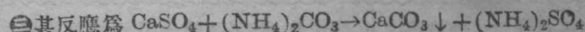
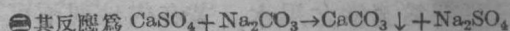
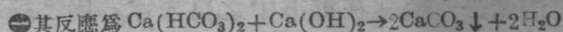
上式表明硬脂酸鈉(即肥皂)與硫酸鈣之作用，所生之不溶性物質，為硬脂酸鈣或稱為鈣肥皂。若為含硫酸鎂之硬水，則生成者稱為鎂肥皂。其反應相同。

之效力，且易遭致破裂之危險。故無論供家庭或工業之用，皆須將硬水先行軟化始可。

水之硬度各國皆有規定之單位：英國以水一介侖中含  $\text{CaCO}_3$  一英厘爲單位，美國以水一美介侖中含  $\text{CaCO}_3$  一英厘爲單位，法國以水 100,000 克中含  $\text{CaCO}_3$  一克爲單位，德國以水 100,000 克內含  $\text{CaO}$  一克爲單位。

硬水軟化之法，凡爲暫硬水可用煮沸法除去，已述於前；若用適量之消石灰 ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) 加入水中，亦可使其軟化。① 但永久硬水則須用碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )，使其成鈣或鎂之碳酸鹽而沈澱；② 此法即暫硬水之軟化亦可應用。又碳酸銨 ( $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ) 亦可用以軟化硬水，與碳酸鈉具有同樣效用。③ 氫氧化銨 ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) 即俗稱之家用氨，亦能使暫硬水及兼有暫時及永久硬性之水析出碳酸鈣，④ 惟碳酸銨及氫氧化銨不適用於含硫酸鎂之硬水耳。此外硼砂 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) 爲一種極弱之酸之鹽類，其溶液中含有少量之氫氧化鈉，用以軟化硬水，具有與氫氧化銨同樣之效用。

**工業用水** 化學工業中用水之處極多，水質之良否對於工業之成敗頗有關係。惟水質因水之來源⑤ 而異，故必須視各種化學工



⑤ 如雨水，地下水，河水及海水等。雨水爲比較純淨之水，但常含塵埃、微生物及可溶性氣體等。地下水如井水及泉水，雖較清潔，但含礦物質較多，河水多含有機質及他種雜質，海水中除雜質外，並含多量之食鹽。