

火电厂技工培训教材

化 学

第 二 册

湖北省电业局編

水利电力出版社

目 录

第一章 水的一般常識.....	3
第一节 水的性質	3
第二节 水的种类	3
第三节 水中所含雜質的來源	6
第四节 溶解固形物对于水質的影响	12
第五节 金屬化合物的溶解度	18
第二章 因水質不良而引起的故障.....	19
第一节 水 垢	19
第二节 腐 蝕	29
第三节 过 水	38
第四节 苛性鹼化	41
第三章 炉外水处理.....	44
第一节 沉淀与凝聚	44
第二节 过 濾	55
第三节 軟 化	62
第四章 炉內水处理.....	111
第五章 水汽設備系統及其有关設備之主要作用及 簡單的运行原理.....	127
第一节 水汽設備系統	127
第二节 有关設備主要作用及簡單的运行原理.....	128
第六章 水汽試驗方法.....	156

第一章 水的一般常識

第一节 水的性質

純水是无色、无味、无臭的液体。由氫、氧二元素組成，以重量百分数来表示，氫佔11.1%，氧佔88.9%；因其溶解力很大，是一种最普通的溶剂，故絕對純水很不易得，一般認為很純的雨水和蒸餾水，也含有 CO_2 、 N_2 和 O_2 等气体。

水的来源是海洋，由太阳的热能將海洋的水蒸发成蒸汽，上升天空成云，凝結下降而成雨，大部分經河川而流入海洋，其余或蒸发或被植物所吸收或滲入地下后成泉水，又有一部分經此而流入海洋，所以宇宙間水的循环可視為一个很大的蒸餾裝置。

当雨水下降的时候，常被空气尘埃或气体所污染，而溶于雨水的 CO_2 使水成酸性，能溶解很多种类的礦物質。所以河水、湖水、泉水根据所流經地区的不同，其中所含的雜質也不同，鍋爐用水与一般用水在品質上的要求根本不同，尤其是高压鍋爐問世以后，对于炉水和給水的要求更加严格。如果水里不含雜質，或者所含雜質永久不变的話，那么水的处理工作便容易多了。可是自然界的水，由天空降至地面的过程中，已經吸收了空气中的尘埃和一部分气体，着陆以后滲入土壤中，溶解一部分鹽类，另外因含有 CO_2 而呈酸性的原故，又溶解一部分礦物質。搞电厂化学工作的同志，对于因雜質而引起的后果，均有充分了解的必要。

第二节 水的种类

水在自然界中大致可分为表面水及地下水二类，海洋

4

水、河水、湖水属于表面水这一类；井水、泉水可归入地下水这一类，兹分述于下：

一、表面水

1. 海水：“水流長江归大海”这句话可以说明水性就下，而海面又最低，无论什么地方水，虽流经的途径不同，但其归宿一定是海。因为这个原故，溶于水中的杂质，也就随着流水而带入海中，但海水又因太阳的蒸发而散布大陆，彼此循环川流不息，好象一个无排污设备的大低压锅炉。经过几万万年以后，其中所含杂质及可溶物的浓度就可想而知了，因此海水不但不能应用于锅炉，而且不能作饮料。

2. 河水：此处所指河水，范围极广，凡是大川小渠，经常有水流者都叫河水，我们应当注意河水不一定是表面水，也有地下水穿过土层而流入大河的。所以河水除含有大量泥沙、垃圾、树叶及腐烂尸体外，还有多种可溶性盐类。

3. 湖水：湖有淡水与盐水的分别，淡水湖是指与河流相通的湖而言，有调节河水流量的功用，除含浮悬物较少外，其他成分大致与河水相同。盐湖又称死湖，即水祇可流进而不能流出，所以水中含盐量极多，在气候乾燥的地带甚至有天然盐或天然碱（纯碱）产出。

二、地下水

雨水渗入土壤及岩石孔隙中就成为地下水，循环流行，是许多湖水、井水及泉水的来源。其在地下运行的速度和所在地的土壤或细密岩石的透水性、水位相差的高低等有密切关系。在透水性强或水位相差很大的地区流动速度较快；在透水性弱或水位相差很小的地区流动速度较慢。当水进入地下的时候，

因为溶有 CO_2 而呈酸性的原故，除能溶解可溶性物質外，还能侵蝕岩石以增加其溶解固形物的含量，故地下水溶解固形物的濃度常比表面水要高些。

1. 井水：地下水的表面水准称为常水层，常水层的深度随地形高低和地区乾湿而不同；有的离地面数公尺，也有离地面数十公尺甚至数百公尺的，鑽井时不到常水层是不会見水的，到常水层以后再鑽相当深度，就可利用水泵將地下水抽出，这就是井水。

有时常水层离地面很深，但是鑽井的时候，虽然鑽得很浅也可以得到少量的水，千万不要誤認这就是常水层；这是由于少量的水聚集于岩层間，或盆狀粘土及其他不透水性的物質中，这种局部水的表面，叫做高位常水层。

2. 泉水：狭义地來說，从一地点或从一眼井自然涌出的水叫做泉水。冷的泉水，是由雨水滲入地下，經過透水性的物質在較低的地区流出。但有的泉水冬暖夏涼，一般农民都認為很神怪，于是幻想出种种神話。其实这是极簡單的問題，因土壤的导热系数很小，而地下水的流速又极慢（在沙礫中流速較快），当天气炎热时滲入地下的水冬天流出来，一定要比大气中的温度高，所以觉得温暖；冬天滲入地下的水，夏天流出来，一定要比大气中的温度低，所以觉得涼爽。在有自来水的城市，如果天气不正常，昨天的温度很高，今天天气驟冷，則在龙头內放出水的温度，比当天的大气温度要高，也就是这个道理。热的泉水，是雨水滲入地下后和沒有冷的火成岩接触过，或者是由岩漿分出来的水，如南京的湯山，重庆的温泉，温度都很高，冬天可洗澡。

又有一种所謂自流水，就是一傾斜的滲透层被不滲透层所复盖，隱藏在滲透层里的水就有靜压力，如果將不滲透层鑽

09

穿，那么蓄积在渗透层内的水便向地面上涌出来。此外，如果地层的构造是盆状而四周都向中央倾斜，在盆的中心点鑽井并穿过地层深处则地下水也会向地面上涌出来，这类泉水统叫做自流水。我们应知道，自流水所以能够涌出地面的原因，一定要具备以下三个条件：（1）水源要充足；（2）透水岩层之上复有不透水岩层阻滯水的上升；（3）有足够的静压力。这样一来，与人工噴水池的道理就完全相同了。

第三节 水中所含杂质的来源

水中所含杂质可分为悬浮物与溶解固形物两大类，它们都是由于雨水着陆前带下的灰尘和溶解了大气中一部分气体，以及着陆后流经地面或地下所带下的砂泥、垃圾、有机物、溶解的矿物质而来。而溶解的矿物质又由于地壳变动的结果，使水和大气有渗入岩石的机会而发生物理变化和化学变化。物理变化是一种机械性的破坏，使岩石仅由大变小，它本来的性质并未被改变；化学变化则完全改变了矿物质的成分，造成新的化合物，使它适应当地的环境，二者都叫做风化作用。但无论变化简单或复杂，都不能超出风化带，也就是以地面至地下土层为限。

一、物理性风化作用

1. 温度变化：岩石是由几种膨胀率不同的矿物混合而成的，当温度增高，则矿物粒彼此拥挤，发生很大的压力，温度减低则矿物粒收缩，彼此分离，而且它本身又是热的不良导体，所以暴露在日光下的岩面日胀夜缩，很容易产生裂隙。

2. 冻结作用：岩石均有细致空隙，多少能吸收一些水分，当结冰时水的容积增加 10%，每平方公分的膨胀力约为 16 公

斤，加上冰有尖劈作用，一次又一次的重演，日久可以使岩石粉碎。

3. 机械磨耗：細砂随风轉行，石块随水流动，所以风和水常能搬动砂石，把它們移到很远的距离以外，使岩石受很大的磨耗。

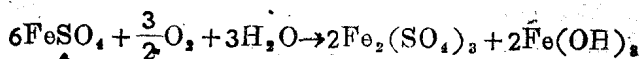
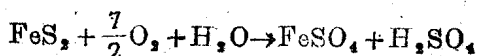
4. 植物作用：植物的物理作用是根叢伸到岩石裂隙中而发生的尖劈作用，使得岩石分裂成块。它的化学作用是根叢能吸附湿气和対水供給碳酸气，使岩石受到腐蝕，此外蚯蚓等穴居小动物，能引地面上的水滲入土壤中，同时土壤中的有机物常以生物为媒介变成有机酸，也能促进岩石的腐蝕。

二、化学性風化作用

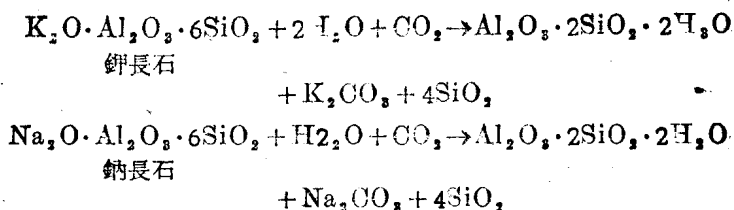
1. 水和作用：化合物与水的化合作用叫做水和作用，最后所含的水分叫做結晶水，这种作用进行时能使容积增大并且发热，因此水和作用也促进岩石的腐蝕。

例如： $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

2. 氧化作用：岩石所以会呈現紅、黃、褐等顏色的原因，往往是由于氧化作用的結果，風化帶的岩石，如硫化物及硫酸鹽矿物极易起氧化作用。例如：



3. 碳酸化作用：空气中約含有0.035%的二氧化碳，同时又含有水蒸汽，在尋常的温度和压力下能破坏長石、角閃石、橄欖石、蛇紋石、云母石等，所生的碳酸鹽溶解于水，剩下的物質变成泥土和砂礫，例如：



这种作用叫做高嶺土化，在全世界各地若沒有高嶺土化作用，那么岩石就不能普遍地化为泥土，人类所要的一切食品和磁养料都无从获得。

4. 溶解作用：純粹的水只能溶解少数礦物質，若含有二氧化碳有机酸或无机酸，它的溶解力也就随之而增加，这种溶解能力对粉狀細粒的岩石固不必說，就是对屹立如山或暴露地面的岩石，也能將它溶解，溶解过程是水由岩石裂隙处滲入逐渐溶化，尤其对石灰岩为最显著，在名山大川中，常看到奇形怪狀的大石和漫長无底的深洞，在洞頂滴水的地方，因蒸发作用而結成鐘乳石，下垂象簷冰的形狀；洞底有象初生竹的石筍，公园中的假石假山就是摹仿这类形狀而做的。

三、水中杂質的种类

1. 浮悬固形物：浮悬固形物包括的范围很广，并不限于肉眼所能看見的細小顆粒，其中有无机物、有机物、膠体和微生物等。雨水着陆前已帶入很多灰尘，着陆以后經過广大的地面而流入湖沼江河，水施緩慢时，大的顆粒下沉較快，小的顆粒下沉較慢，再小的顆粒虽靜止数十年也不能下沉。前面已經說过，岩石因为风化而变質，再加上风力、水力及冻结等作用的反复重演，把岩石粉細到極小的微粒，大小在 $1 \times 10^{-7} \rightarrow 10^{-5}$ 公分之間的和水混合而成膠体。顆粒較大的浮悬物，可以用沉淀过滤等方法来除去，但細小部分，特別是有機物和微生物，

虽經沉淀過濾等方法也不能完全去尽，因此要使鍋炉給水中絕对不含浮悬固形物，是一个极大的困难問題。

2. 溶解气体：水中溶解的气体很多，但是和鍋炉給水有密切关系的只是氧、二氧化碳、游离氨及硫化氢等几种而已。

普通水中所含的溶解氧和二氧化碳完全是由大气中溶解而来，至于給水中所含的二氧化碳其中絕大部分是由碳酸鹽或重碳酸鹽在鍋炉中分解后而溶于凝結水中而来的。

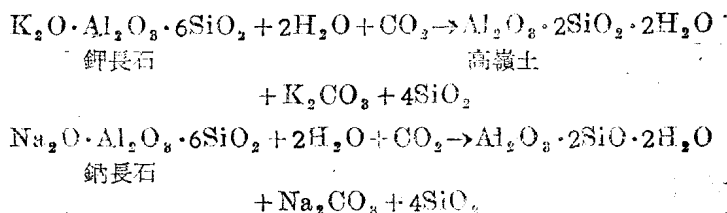
銨的来源，多半是存留在水中的蛋白質的分解物，或是含銨的有机物化合物的初步分解物，常以气体或銨鹽（如碳酸銨、硝酸銨、氯化銨等）的状态存在水中，在污水中也有时成为氢氧化合物存在，一經加热蒸餾就游离分出，尤其是在碱性溶液中蒸餾，銨可大部逸出，因此給水中常含有較多的游离氨。

油田、含硫化鉄的煤矿以及城市附近的水，常发现硫化氢。河水、湖水及泉水常含有微量的硫化氢，含量的多少因地区而不同，地面水中所含的硫化氢由含硫的有机化合物腐爛而来，地下水中所含的硫化氢，由硫化物起化学分解作用而来。

3. 溶解固形物：地面水常有銨、鉀、鈉、鈣、鎂、錳、鉄、鋅等的氯化物、碳酸鹽、重碳酸鹽、硫酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽等，种类之多实不胜枚举，有的溶解度小，有的来源不足；有的絕无仅有，因地区的不同，含量也各不相同，其間錯綜复杂，是不能想象的。除比較重要的之外，其他部分若非專門做研究工作可以略而不談。

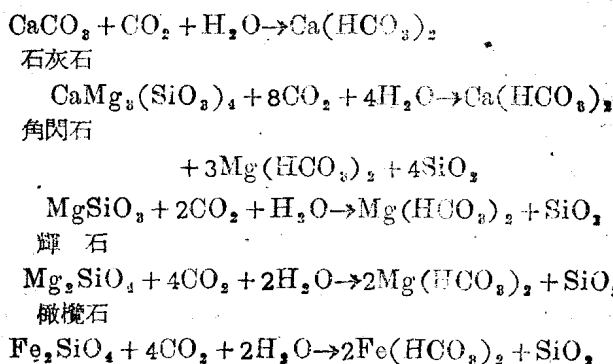
关于岩石的变質作用，前面已經說过，物理性的变質完全是一种破坏作用，能使大而坚固的岩石变成粉末；化学性的变質是一种稳定作用，使它适合于当地的环境，最后的结果不溶于水的成为土壤和砂礫，存留在地面上，能溶于水的随水流去，这就是水中溶解固形物的来源，茲分述于后。

①碳酸鹽：指 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 而言，都是由長石風化而來。



因此水經過長石地區，就能溶解 Na_2CO_3 與 K_2CO_3 ，在陸地生長的植物中含有很多鉀質，燃燒後成為鹼，這是自然界碳酸鉀來源之一。在氣候乾燥的地帶，如果含有鹼的水流入，久而久之濃度過大，當氣候改變時會自然析出。

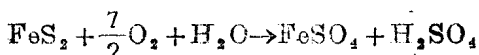
②重碳酸鹽：指 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ， $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 而言，都是由含二氧化碳的水溶解岩石而來，如



因此含二氧化碳的水流經石灰石、角閃石、輝石、橄欖石等處，就會含有大量鈣、鎂的重碳酸鹽和少量的碳酸鐵，碳酸鐵的溶解度很小，除特殊情形外，普通都不加考慮。

③硫酸鹽：大部是指 CaSO_4 ， MgSO_4 和 Na_2SO_4 而言， $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 在水中也是常見的物質，但除在酸性

水中外，普通水中硫酸鐵、硫酸鋁的含量都很少，硫鐵礦經氧化后生成硫酸鐵和硫酸，如：

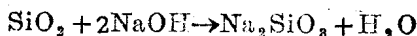


硫酸與含鈣、鎂、鈉及鋁等礦物質相遇，就化合而成硫酸鈣、硫酸鎂、硫酸鈉及硫酸鋁，因此而溶於水中。礦區附近的水，硫酸鹽的含量較多，河水的含量較少，有的城市多用明礬淨水，污水流入河中，也是硫酸鋁來源之一。

④氯化物：指 NaCl ， CaCl_2 ， MgCl_2 而言，海水或經過岩鹽礦區的水氯化物的含量都很高，河水中的氯化物的主要來源是人煙稠密的地方或大城市中家庭用過的水或工業廢水，因此當河水中含有大量的氯化物時，就是被污染的證明。

⑤硝酸鹽：指 KNO_3 ， NaNO_3 ， $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ， $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ， NH_4NO_3 而言，普通河水中硝酸鹽的來源有二，一是存留在水中的含氮有機物經細菌作用氧化作用，先變成銨鹽，再變成亞硝酸鹽，最後生成物是硝酸鹽，它的變化速度隨水流速度而增加，河水的自清作用就是基於此。一是房屋的牆上、地板下的土壤和自然倒塌的山洞中，空氣中的氮因細菌和氧化等作用逐漸變為硝酸鹽，遇水就溶解。

⑥二氧化矽：含矽酸鹽的岩石，包括無水矽酸鹽和含水矽酸鹽，經風化的結果，它的最後生成物是二氧化矽，再經過自然力的機械破壞，可變成極微小的粉末，顆粒較大的，以浮懸狀態存留在水中，顆粒直徑在 1×10^{-5} 公分以下的以膠體狀態存留在水中，二氧化矽能溶於鹼性水中，如：



因此二氧化矽又能以溶解狀態出現在水中，鹼度高的水，不宜用砂濾器過濾和用鈉沸石處理，也就是這個道理。

⑦油質：工業廢水或汽輪機的凝結水，常含少量的潤滑油，以浮懸或乳狀態存在於水中。

第四節 溶解固形物對於水質的影響

純粹的水是無味、無臭、無色的液體，在一大氣壓下冰點為 0° ，沸點為 100°C ，攝氏4度時密度最大，每毫升重一克，而且呈中性，即PH值等於7。但是因為水的溶解力很大，是一種最普通的溶劑，所以存在於自然界中的水有酸性、鹼性，甚至因溶有某種鹽類而呈硬性的，茲分述如次：

(1)酸性：水中除溶有二氧化碳外，有時還含有無機酸和呈酸性反應的鹽類，如硫酸鐵、硫酸鋁等，酸的含量可以用標準NaOH溶液滴定而求出它的酸度，但除特殊礦區的水或工業廢水之外，其他各處呈酸性的水還不多見。

(2)鹼性：水中如含有鈣、鎂、鈉的碳酸鹽、重碳酸鹽及鈣和鈉的氫氧化合物時，都呈鹼性反應，它的含量可以用標準 H_2SO_4 溶液滴定而求出鹼度。滴定鹼度的方法大家都知道，並且能利用不同的指示劑，根據不同的指示劑滴定的結果，分別將碳酸根、重碳酸根、氫氧根的含量計算出來。至於滴定和計算的道理，普通都不大注意，只知其然而不知其所以然，以致有時發生不應有的疑問，所以根據酚酞鹼度和甲基橙鹼度計算碳酸根、重碳酸根和氫氧根的道理有加以解釋的必要。

甲基橙鹼度即總鹼度，因甲基橙的第一個字母是M，所以又稱M—鹼度， CO_3^{2-} 、 HCO_3^{-} 、 OH^{-} 對於甲基橙都呈鹼性反應；酚酞鹼度，因它的第一個字母是P，所以又稱為P—鹼度， CO_3^{2-} 和 OH^{-} 對於酚酞都呈鹼性反應， HCO_3^{-} 則呈中性，所以酚酞鹼度只是指 CO_3^{2-} 和 OH^{-} 而言，至於 CO_3^{2-} 、 HCO_3^{-} 、 OH^{-} 在不同的PH值範圍以內為什麼對甲基橙和酚酞能產生顏色變化？這

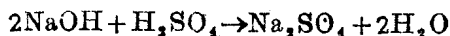
是因为它們更換原子或原子团后所引起的色素变化极端复杂，这里用不着討論了。

表1-1 甲基橙碱度和酚酞碱度的关系

滴 定 結 果	以CaCO ₃ 或CaO或所用H ₂ SO ₄ 的毫升数表示之阴根值		
	氢氧根(OH ⁻)	碳酸根(CO ₃ ⁼)	重碳酸根(HCO ₃ ⁻)
P=O	O	O	M
P< $\frac{1}{2}$ M	O	2P	M-2P
P= $\frac{1}{2}$ M	O	2P	O
P> $\frac{1}{2}$ M	2P-M	2(M-P)	O
P=M	M	O	O

根据甲基橙碱度和酚酞碱度的关系而計算OH⁻、CO₃⁼与HCO₃⁻的濃度时，應該知道OH⁻与HCO₃⁻不能同时存在，如果同时存在就变成CO₃⁼与H₂O，所以OH⁻、CO₃⁼、HCO₃⁻这三者在水中有个别单独存在的可能，OH⁻与CO₃⁼可同时存在，CO₃⁼与HCO₃⁻可同时存在，有了这样的概念，就可以解釋計算OH⁻、CO₃⁼和HCO₃⁻濃度的道理了。

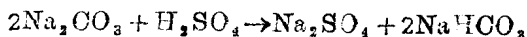
(一)当OH⁻单独存在时，設它的碱度是A_{OH} (即总碱度)，



無論用甲基橙或酚酞作指示剂，所得的結果都相同，所以这里的酚酞碱度都代表总碱度，即

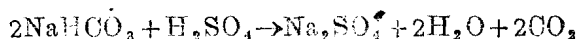
A_{OH}=M=PM，与前表P=M的情况相同。

(二)当CO₃⁼单独存在时，設它的碱度是A_{CO₃⁼} (即总碱度)，



上式是加酚酞指示剂滴定的結果，因为HCO₃⁻对酚酞呈中性反应，当二分之一的Na₂CO₃变为Na₂SO₄时，酚酞就已脱

色,其余二分之一的 Na_2CO_3 变成 NaHCO_3 ,尚需等量的 H_2SO_4 来中和它,即



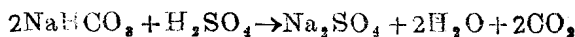
由上面两个反应来看,前一阶段为P—碱度,后一阶段为重碳酸根碱度(以 $\text{A}_{\text{HCO}_3^-}$ 表示),但二者相等,即

$$P = \text{A}_{\text{HCO}_3^-}$$

$$\therefore \text{A}_{\text{CO}_3^{2-}} = P + \text{A}_{\text{HCO}_3^-} = 2P$$

即 $M = 2P$, 与前表 $P = \frac{1}{2}M$ 的情况相同。

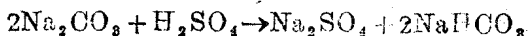
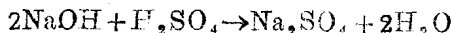
(三)当 HCO_3^- 单独存在时,设它的碱度是 $\text{A}_{\text{HCO}_3^-}$ (即总碱度),



所以总碱度完全是由重碳酸根而来。

$$\therefore \text{A}_{\text{HCO}_3^-} = M, \quad \text{与前表 } P = 0 \text{ 的情况相同。}$$

(四)当 OH^- 与 CO_3^{2-} 同时存在时,



即加酚酞指示剂用 H_2SO_4 滴定时,除中和全部的 NaOH 外,还中和二分之一的 Na_2CO_3 才会脱色,所以

$$P = \text{A}_{\text{OH}^-} + \frac{1}{2}\text{A}_{\text{CO}_3^{2-}} \quad (1)$$

此时存留在溶液中的 NaHCO_3 (由 Na_2CO_3 与 H_2SO_4 反应而来)与 $\frac{1}{2}\text{A}_{\text{CO}_3^{2-}}$ 相当,即

$$\text{A}_{\text{HCO}_3^-} = \frac{1}{2}\text{A}_{\text{CO}_3^{2-}} \quad (2)$$

$$\text{故 } M = \text{A}_{\text{OH}^-} + \frac{1}{2}\text{A}_{\text{CO}_3^{2-}} + \text{A}_{\text{HCO}_3^-}$$

$$= \text{A}_{\text{OH}^-} + \frac{1}{2}\text{A}_{\text{CO}_3^{2-}} + \frac{1}{2}\text{A}_{\text{CO}_3^{2-}} \quad (3)$$

$$\text{化(1)式为 } \text{A}_{\text{OH}^-} = P - \frac{1}{2}\text{A}_{\text{CO}_3^{2-}} \quad (4)$$

代入(3)式得

$$M = P - \frac{1}{2}\text{A}_{\text{CO}_3^{2-}} + \frac{1}{2}\text{A}_{\text{CO}_3^{2-}} + \frac{1}{2}\text{A}_{\text{CO}_3^{2-}}$$

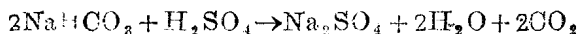
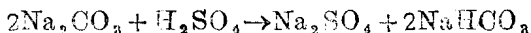
$$2M = 2P + A_{CO_3}$$

$\therefore A_{CO_3} = 2(M - P)$, 代入(4)式

$$\text{則 } A_{OH^-} = P - \frac{2(M - P)}{2} = P - (M - P) = P - M + P.$$

即 $A_{OH^-} = 2P - M$, 与前表 $P > \frac{1}{2}M$ 的情况相同。

(五) 当 CO_3^{2-} 与 HCO_3^- 同时存在时。



即加酚酞指示剂用 H_2SO_4 滴定时, 当二分之一的 Na_2CO_3 被中和后就脱色。

$$\therefore P = \frac{1}{2}A_{CO_3} \quad (1)$$

但此时存留在溶液中的 HCO_3^- 有两个来源, 一是原存在水中的(它的碱度以 $A_{HCO_3^-}$ 表示), 一是 Na_2CO_3 经 H_2SO_4 滴定后而变成的(其碱度等于 $\frac{1}{2}A_{CO_3^{2-}}$)。

$$\text{故 } M = P + A_{HCO_3^-} + \frac{1}{2}A_{CO_3} \quad (2)$$

化(1)式为 $A_{CO_3} = 2P$, 代入(2)式中得

$$M = P + A_{HCO_3^-} + P$$

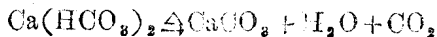
$$\therefore A_{HCO_3^-} = M - 2P$$

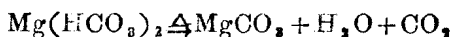
$A_{CO_3^{2-}} = 2P$, 与前表 $P < \frac{1}{2}M$ 的情况相同。

(3) 硬度: 水中所有硬度, 主要是由于钙镁盐类的存在而来, 也有将铁盐及铝盐包括在内的, 它的含量多少称为硬度。

其所以叫做硬性的原因, 完全是因为加钾或钠肥皂溶液在此类水中后, 钙镁能置换钾钠而产生不溶解的钙镁肥皂, 无形中增加肥皂的用量, 凡具有这种性质的水叫做硬水。

1. 暂硬: 水中含有钙镁的重碳酸盐, 这种盐类只能暂时存在于水中, 一经加热煮沸就可以除去, 所以叫做暂硬, 如:





2. 永硬：水中含有鈣鎂的硫酸鹽、硝酸鹽、及氯化物等，這種鹽類永遠存留在水中，雖經加熱煮沸也不能除去，所以叫做永硬。嚴格地來說，上面的分法並不恰當，在常溫時 CaCO_3 的溶解度為 14 公絲/公升， MgCO_3 的溶解度為 100 公絲/公升，所以實際上含鈣鎂重碳酸鹽的水加熱煮沸後，變成 CaCO_3 ， MgCO_3 尚有一部分溶在水中，如果分為碳酸鹽（包括碳酸鹽或重碳酸鹽）硬度與非碳酸鹽硬度就比較合理了。這將在第三篇中詳細討論。

3. 負硬：負硬的意義是指水中含有消滅硬度的潛在能力。並不是說水中不但沒有硬度，當化驗硬度時反得負數。

水中如含有 NaO （除被處理的水外，天然水中含有 NaO 者還不多見）， Na_2CO_3 或 NaHCO_3 時有消滅永硬的能力，故稱負硬，其含量的多寡稱為負硬度。

（4）鹼度與硬度的關係：

1. 鹼度：鹼度包括： $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ， $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ， Na_2CO_3 ， NaOH ， NaHCO_3 等。

2. 硬度：硬度包括： $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ， $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ， CaSO_4 ， MgSO_4 ， CaCl_2 ， $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ， $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 等。

3. 若以 H 表示總硬度， H_T 表示暫硬度， H_p 表示永硬度， A 表示總鹼度，而 $H \cdot H_T \cdot H_p$ ， A 又以同一物質（ CaO 或 CaCO_3 ），同一單位（德國度或公絲/公升）來表示，則由上面（1）（2）兩項可以互相比較而得出下面的結論，即

① $A < H$ 時：水中除含有鈣鎂的重碳酸鹽外，還有硫酸鹽、硝酸鹽和氯化物存在的可能，也就是水中有永硬，那麼

$$H = H_T + H_p$$

$$H_T = A$$