

磁化水科技的原理與應用

蕭志清

前言

水是一種存在於自然界的物質，易受污染影響，除很少情況外，它是不純淨的，所以不經某種形式的處理，不能供人類飲用或工業生產使用。當水在地下、地表或空氣中循環時，它即被污染而含有大量的懸浮固體和溶解固體，如：黏土顆粒、植物廢物、生物（浮游生物、細菌、病毒）、各種鹽類（氯化物、硫酸鹽、碳酸鈉、碳酸鈣、鐵及錳等）、有機物質（腐植酸、生物殘渣）和氣體等。

磁化法是近年來發展的一種新的水處理技術，目前國內外已廣泛用來解決鍋爐、熱交換設備和水冷卻管路等除垢防垢問題，獲得極為顯著的效果。在農業、醫學應用上亦已引起人們的普遍重視。但是，人們對於水的物理、化學變化與磁特性之間的關係至今了解還不深入，僅能由現有國內外之研究報告，取得一些可信度較高之數據，為現今水磁化後在微觀結構上的變化及效應提供一理論解釋。

原理

水通過一個強力磁場後，大分子團 $(H_2O)_n$

的水被磁場切割成雙分子 $(H_2O)_2$ 或單分子 H_2O ，由光譜學證明，磁化後水分子的氫氧鍵角由 104.5° 減小到 103° ，這一微觀的結構變化，使一個小小的水分子產生一系列電性和磁性的變化，這些變化表現在二個氫原子的獨立磁矩與一個氧原子的獨立磁矩的大小和方向產生位移，使得這些變化在水的物理化學性質上有所改變。例如：水中的溶氧量提高 $4\sim 6\text{mg/L}$ ，表面張力下降 $1\sim 3\text{mN/M}$ ，潤濕角減小了 $6\sim 8\%$ ，水的電導率至少提高 2% ，溶解度提高了 $20\sim 70\%$ ，澄清速度提高 $20\sim 90\%$ 。圖1表示水分子磁化後鍵角的變化情形。

應用

1. 磁化技術在除垢防垢方面的應用

磁化法去除水垢的原因是，水中碳酸鈣結晶形態的改變，水垢的主要成分 $CaCO_3$ 是由水中的 $Ca(HCO_3)_2$ 受熱分解生成的，它有兩種結晶方式，當磁化處理過的水受熱時，析出的 $CaCO_3$ 晶體主要為針狀文石結晶，文石結晶的結構疏鬆，抗拉、抗壓能力差，黏結性弱，不易黏結成堅硬水垢，它可在水中任意形成核結晶，形成泥渣狀態沉澱而經由排污除去；而

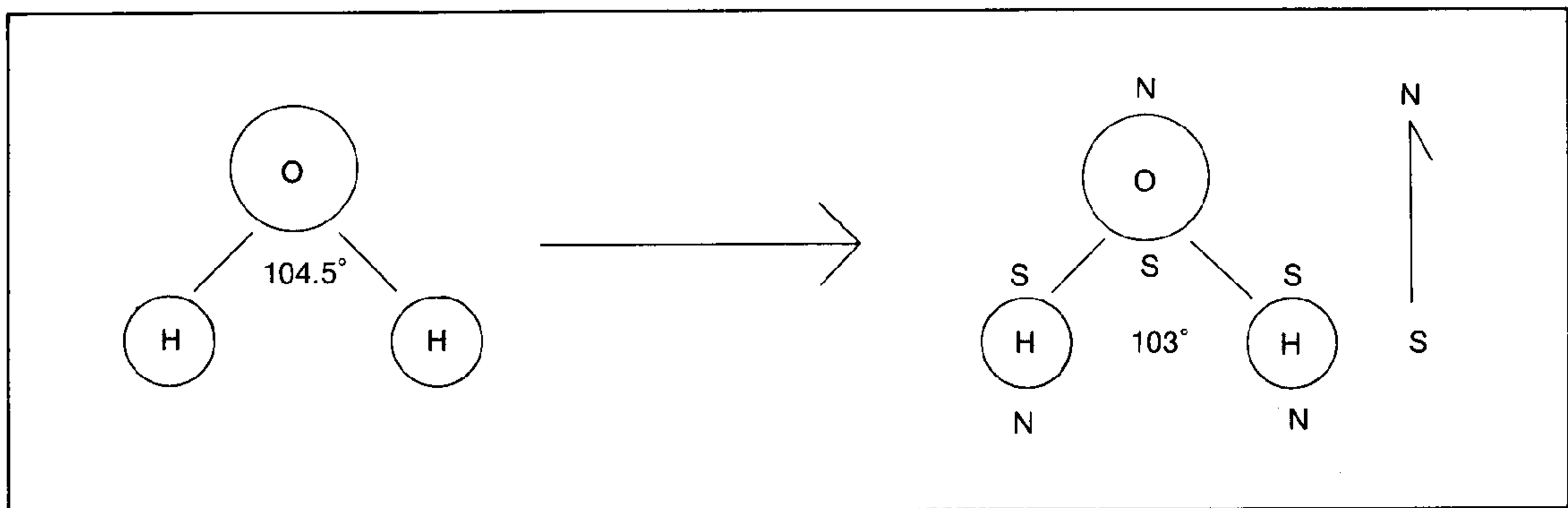


圖 1 水分子磁化後鍵角變化情形

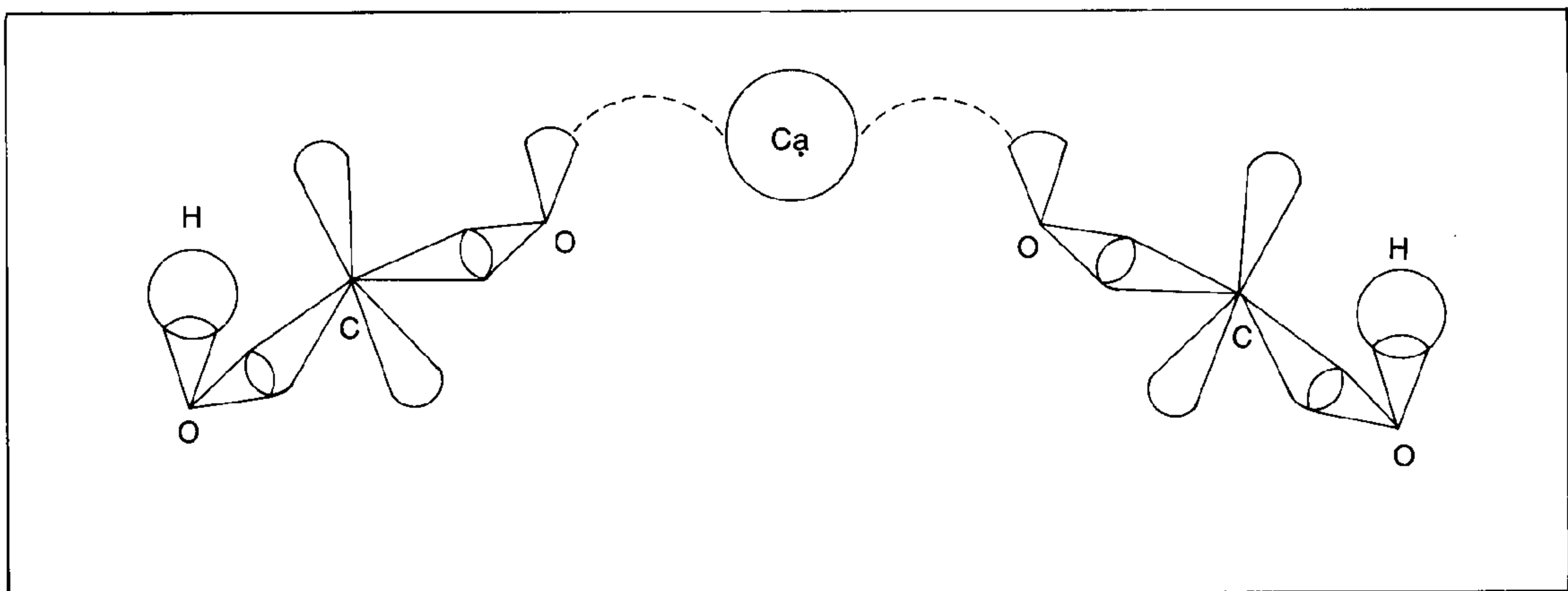
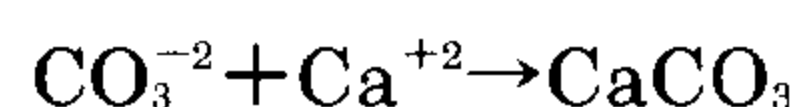
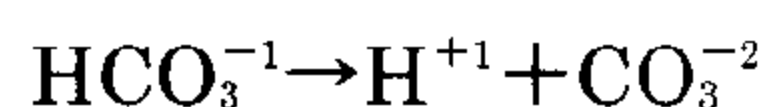
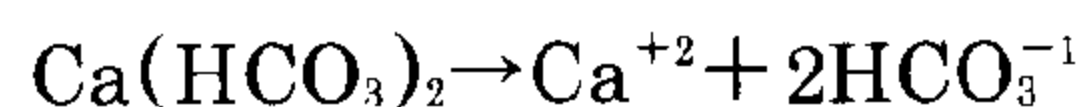


圖 2 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 分子結構示意

未經磁化處理的水在加熱時析出的 CaCO_3 結晶主要為緊密的菱形方解石晶體，易在受熱的金屬面上形成堅硬的水垢。

此外，磁化作用不僅是改變了水垢的結晶狀態，也改變了水分子與晶體之間的關係，即改變了晶體的水合狀態， $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 的分子結構如圖 2 所示。水是一個極性分子，水的單分子常由於氫鍵作用而締合成雙分子或多分子的聚合體 $(\text{H}_2\text{O})_n$ 。而水分子與 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 之間也由於氫鍵的作用發生締合，如圖 3 所示。未經磁化處理的水，在 HCO_3^{-1} 離子周圍締合著許多水分子，當受熱後 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 分解生成 CaCO_3 結晶時，由於周圍這層水分子的包圍

， Ca^{+2} 與 CO_3^{-2} 離子碰撞機會少，形成的結晶中心少，因而易於形成大塊水垢結晶附於管壁上，反應機制如下：



在水磁化過程中，磁場向水輸送能量，而破壞了氫鍵，根據呂查得里原理可推知，水經磁場後水中締合的氫鍵及水與 HCO_3^{-1} 之間的氫鍵遭到破壞，而使 Ca^{+2} 與 CO_3^{-2} 離子間接觸的機會增加，硬度鹽顆粒的穩定性降低，而使結

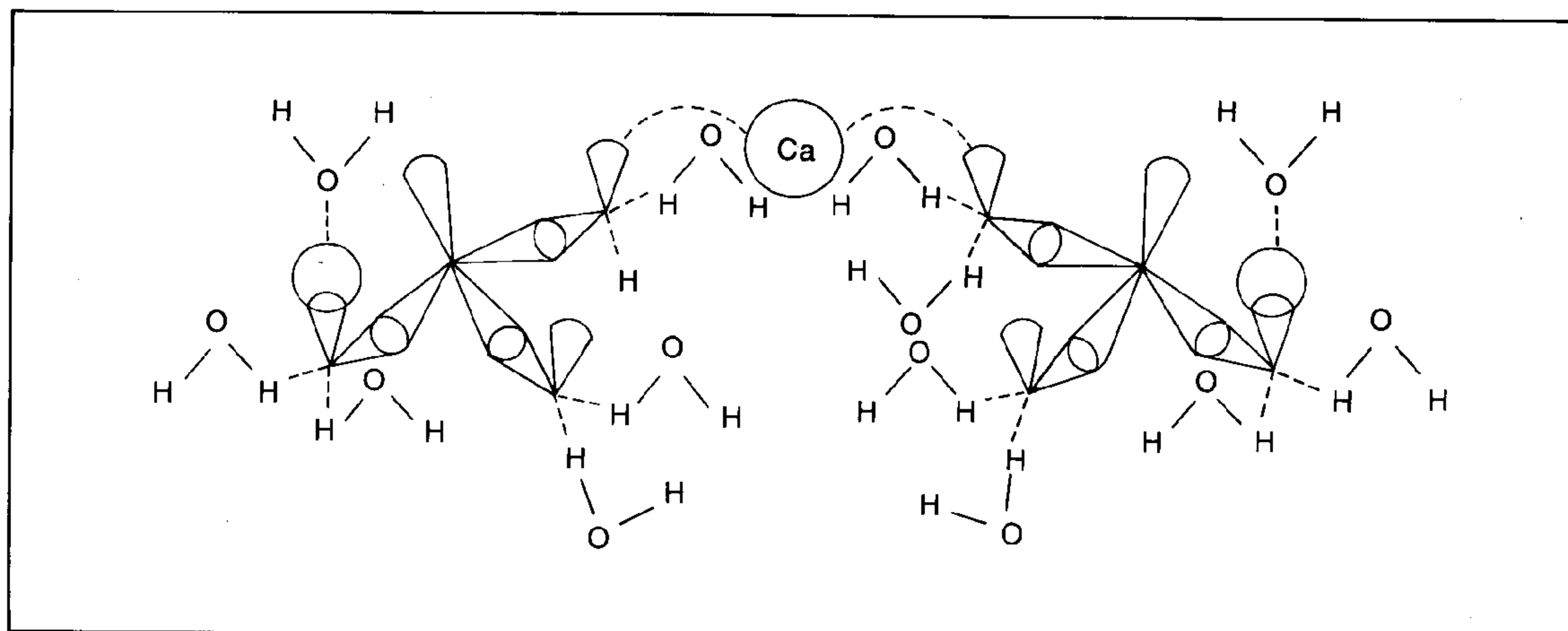


圖 3 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 分子與水分子的氫鍵締合

晶中心增加，易成無定形態泥渣，易於排污除去。其重點在於結晶中心的增多，因結晶中心的表面積和熱面積之比，決定泥渣量和沉積在受熱面上水垢量的比值，如硬度350~400 毫克/升的水，經磁化處理後，可減少的沉積物達92%，因而有防止結垢的作用。

2. 磁化技術在污水處理方面的應用

採用磁化法來處理污水系統亦是一門新發展的科技，目前可在三個方向加以應用：

(1)增加初沉澱池的效率：其原理為在污水磁化系統中，由於污水中含有許多的懸浮固體(SS)，大的SS在初沉澱池中會沈澱下來，小的SS帶有負電荷則懸浮在水中，當污水通過強力磁場處時，磁場的切割變化使帶電荷微粒的等電位點被破壞，使得SS靜電斥力減小而凝聚在一起，形成較大的顆粒，另外，由電磁學理論可以知道，當磁能共振時， $\nu h = 2\mu p B$ ， h 及 μp 為常數，頻率 ν 則隨著磁場強度 B 增加而變大，當頻率到達一定時，磁能共振的能量便會將水中微粒的分子鍵打斷，而改變其物化特性，這些微粒增加到一定程度時，會在初沉澱池中沉澱下來，不但沉降速度加快，沉澱量增加，乃更提升初沉

澱池效率，減少後面處理的操作負荷。

(2)磁性過濾：經過磁化處理之污水，無法在初沉澱池中沈澱之較小微粒(SS及水中膠質)，其性質因磁化之關係，使其電與磁的偶極性大幅增加，故可加壓使其通過磁性纖維球時，被纖維球所吸附濾除；至於其他更小的微粒(SS及水中膠質)則在通過磁性精濾管時被捕捉，即由磁過濾、感應磁吸附、靜電吸附所去除，達到濾除污水中SS及部分水中膠質的效果，進而降低水中的COD。圖4表示污水磁濾之流程。

(3)增加生物處理之效率：污水經過磁化，可以大幅增加溶氧量及提高微生物之活性，增加MLSS及減少廢棄污泥量等多重效益。在實務上，上述三項磁化技術在污水處理上通常是綜合運用的。所以，利用磁場的磁力切割，對水物化性質的改變及破壞水中微粒的等電位點，可以使磁化科技更廣泛的運用於污水處理系統上。例如：用於沉降效率之改善，不但可以增加沉降量，更能增加處理效果；在生物處理方面，則可以增加溶氧效益，不但可以提高微生物的活性，增加MLSS及減少廢棄污泥量等等。這些都是磁化科技在污水處理上的良好應用。

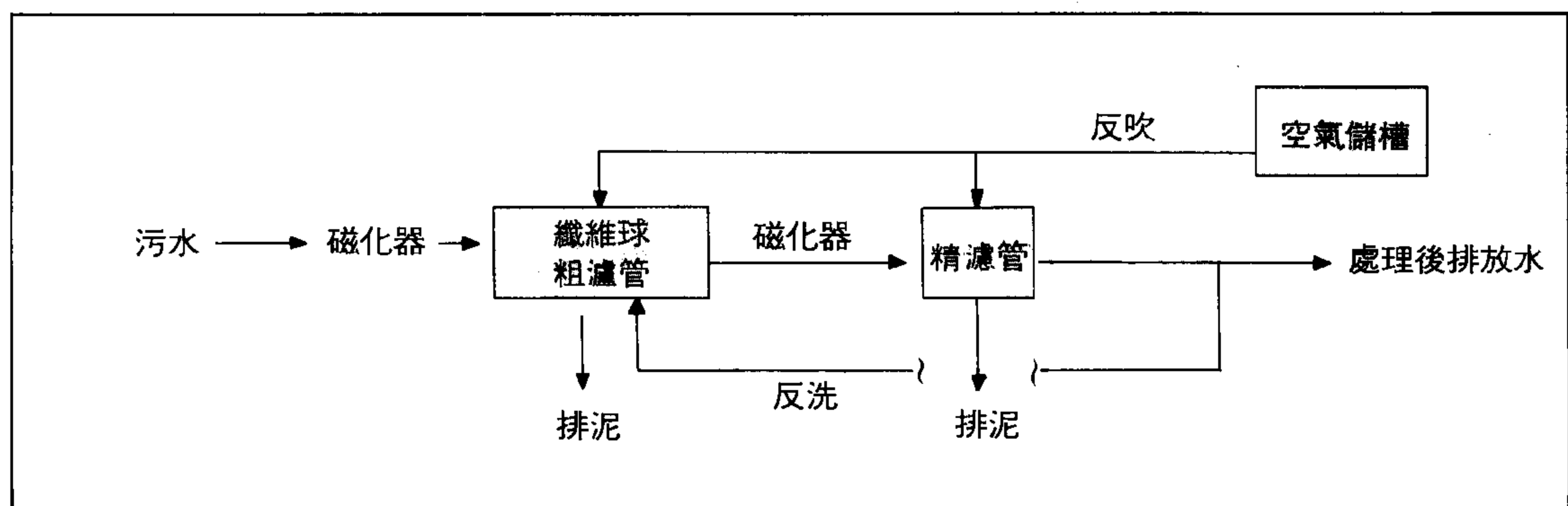


圖 4 污水磁濾流程

表 1 磁化水澆灌水稻產量與水耗的影響

種類	收穫量(公擔/公頃)	比率	單位重量水耗(m ³ /公擔)	比率
普通水	42.2	100%	560	100%
磁化水	50.0	118%	475	85%

表 2 利用磁化水飼養產蛋雞的結果對比

指標	磁化水	普通水
雞的平均數	6110	6559
試驗期間雞的死亡數	15	17
試驗期間雞的被迫宰殺數	57	71
總產蛋量(個)	79560	77820
每隻雞的產蛋率(%)	13.01	11.8
產蛋率增值(%)	10.25	0

3. 磁化技術在農業上的應用

1965年蘇聯科學院生物活性物質研究所，發表了預先經過磁處理的水灌溉作物，改善了植物生長的首批資料。對於對照組和試驗組的植物每日澆一次水，但試驗組植物澆磁化水，到第12天，使用磁化水之向日葵苗的高度增加21%，大宣苗高度增加40%。1973年，沃爾康斯基用磁化水澆灌稻米，獲得相當成功，詳見表1。

由表1可知，每公頃水稻產量增加18%，水耗量下降15%，這對提高作物產量，節省水資源來說意義重大。利用磁化水養魚、養豬和養雞則發現，使用磁化水增氧機的魚塘與使用

普通增氧機的魚塘對比，魚體中載氧的血紅蛋白增加10~20%，魚肉中所含的17種主要氨基酸無變化，蛋白質和脂肪的含量有所增加，水分降低，提高了魚肉的營養成分。豬飲用磁化水，日增重8%左右，而且瘦肉增多，肉質良好。雞飲用磁化水和吃磁化飼料後，產蛋期延長，無瘟病，羽豐且光亮，槽內不再剩飼料，同時改善了環境，雞的存活率明顯提高，產蛋率亦提高10%以上，雞肉的质量也有明顯的改善。用磁化水養雞由表2可知經濟效益是可觀的。

由以上之初步研究顯示，採用磁化水在農業上的應用，是具有良好的成效。儘管磁處理技術在農業上的應用還處於初步研究階段，但是，以目前所獲得的資料來看，都有理由說明磁處理技術具有相當的經濟和社會效益。

4. 磁化技術在醫學研究上的應用

水經過簡單磁化處理後，發生了生物性質的改變，這方面的研究工作引起了人們的廣泛重視。蘇聯科家B.B里辛(B.B.Ricin)和E.H.伊凡諾娃(E.H.Ibanoba)進行磁化技術在醫學

上的研究，對24個動脈硬化病人進行了檢查，除了常規臨床檢查之外，還對其血清膽固醇蛋白總量和各種蛋白分量進行了檢查，所有病人血清中膽固醇的初始含量都較高，波動範圍在235~443mg/dl，飲用磁化水一個半月之後，血清膽固醇降至67~32mg/dl，多數病人血液中增加了蛋白含量，降低了 γ -球蛋白的含量，病人的狀態明顯的改善。慢性復發性皮膚病如溼疹和神經性皮炎病情加重時，在患染病區敷以磁化浸溼再風乾的繃帶，具有良好的效果，劇烈發炎現象（皮膚紅斑和滲出反應的程度）明顯降低了。另外，許多人有手氣和腳氣病，久治不癒，採用磁化水加白醋洗腳（80%白醋+20%磁化水），每次在室溫下洗手或洗腳20分鐘，洗10~15天，手和腳氣就會自然痊癒。如果再復發，再重複前面的方法洗浴，幾天就會痊癒。在尿路結石方面，每天給健康人飲用兩次未磁化水，每次0.5L，同時對其腎功能和動脈壓力進行多方面的對照檢查，在這種情況下未發現任何明顯變化；然後給這些飲用同樣數量的磁化水，在這種情況下，發現動脈壓力降低了（收縮壓降低0.7~4 kPa 或5~30 mmHg，舒張壓降低0.7~3 kPa 或5~20 mmHg），腎功能和利尿作用提高了35~60%，腎小管對水分的重吸收降低0.5~2%。用磁化水對30個有腎結石（0.6×1.7cm）的病人進行了治療，其中15人的結石排出，7人的

結石沿尿路移動了3~20cm，通常，結石是在治療的頭兩個星期排出。由這些醫學報導研究可以知道，磁化技術在醫學應用上是受肯定的。

5. 其他產業之應用：

採用磁化技術除了以上幾種外，在其他產業方面，亦有相當不錯的效果，例如：提高紙漿浮選率及紙張的密度和強度；提昇染料的吸附力及色牢度；加速飲料、酒類之澄清速度及增陳效果；清洗食物、蔬果、有強力保鮮作用；提高洗淨能力，節省界面活性劑用量；以磁化水拌製混凝土可縮短混凝土養生期，並提高其強度；磁化過之水，過濾效果增加，可節省所耗之動力，並增長濾材使用壽命；磁化過之水導熱率改變，有助於熱交換系統之效率，可節省製冰等熱交換製造業之能源消耗等等。所以，依磁化水的特性可以做各種的應用。

結 論

影響磁化技術使用效果的因素比較複雜，如：水質、磁場強度、水的流速、磁場切割角度、磁場交變切割次數、流水間隙大小及磁漏之防止等等。而有關磁化技術的理論依據，目前仍在不斷研究當中，如果能够瞭解磁化技術的進一步理論，相信必能有助於水處理技術領域的發展。

6

參考資料

1. Charles, K., Introduction to solid state physics, seventh ed., 1996, John Wiley & Son Ltd, USA
2. Christopher, D., Filters and Filtration Handbook, 3rd ed., Galliard Ltd, UK
3. Zhang Yong Shang, Wu Heng Wang, Effects of Magnetized Water on Urolith : An Experimental and Clinical Study, Acta Academical Medicine Wuhan, 4(1), P31~37(1984)
4. J. Wu, Further Observations on the Therapeutic Effects of Magnets and Magnetized Water against Ascariasis in Children—Analysis of 114 cases, J. Tradit. Chin, Med., a(2), P111~112(1989)
5. 王魯，「水系統的磁處理」，北京宇航出版

社，1988

6. 謝綺芬，「磁化水及其應用」，北京科學技術出版社，1983

7. 解魯生，「鍋爐水處理及水分析」，北京科

學出版社，1988

8. Fieisch, H. et al, Urolithiasis research, ed. 1, P5~22 Pienum, New York, 1976

(蕭先生現任職於台歐企業有限公司)

有機金屬化學—— 基礎化學學科叢書第四冊

～引導您有系統學習的指南～

清 詠 譯

本書為「基礎化學學科」系列叢書的第四輯。本輯中所探討的有機金屬化合物，不僅加列獨特的物理性質，亦明確化作為機能性材料方面之廣大用途，因此各領域對有機金屬化合物的需求也日漸提高。

舉例來說，對於目前的有機合成化學，若缺乏有機金屬化學的知識，便遑論開發新的技術，欲理解最近的文獻資料，更是困難重重。在包括資訊、通信等的電子學相關領域中，半導體製造、其他材料的加工或高純度金屬的精製等，亦多仰賴有機金屬化合物，故有機金屬化學的相關知識便日益重要。

有機金屬化合物始為人知之時，因無法將其歸為有機化合物、也無法將其歸為無機化合物，故論其定位，便如同「醜小鴨」般尷尬。但隨著有機鎂化合物與烷基鋰類在有機化學領域中地位的確立，及高分子化學界中

Ziegler-Natta觸媒的發現，以及作為觸媒的鈹與銻之必然性亦日漸明確等，使我們對有機金屬化合物之用途，更加進一步的認識。

因有機金屬化學在各個領域均受到廣泛的應用，若採集一些零散的知識，必難適當地將其定位，故彙編此一簡潔的入門，作為初學者的指南，亦供大學課程的學生有系統地學習。■

(本文譯自日本「化學工業日報」1996年11月9日)

(譯者簡介從略)

