

工學小叢書

化學工業用機械

王國賢 著
沈 鴻 編

商務印書館發行

工學小叢書

化學工業用機械

友田宜孝著

吳堅譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

印書館發行

中華民國二十四年五月初版

(62717)

• 37011

工學叢書 化學工業用機械 一冊

每冊定價大洋玖角

外埠酌加運費匯費

0.85

版權所有
翻印必究

原著者 友田宜孝

譯述者 吳雲五

發行人 王雲五

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館

(本書校對者鄭光昭)

目次

緒言.....	1
第一章 化學工業用材料.....	3
第一節 緒論.....	3
第二節 硫酸與金屬材料.....	12
第三節 其他之酸類與金屬材料.....	22
第四節 酸類與非金屬材料.....	24
第五節 處理鹽基類之材料.....	30
第六節 處理中性物質之材料.....	31
第七節 化學工業用材料之選擇法.....	32
第八節 混凝土.....	40
第二章 粉碎.....	43
第一節 粉碎之目的.....	43
第二節 粉碎之理論.....	44
第三節 粉碎機之選擇.....	47
第四節 粉碎機之種類.....	49

第五節	粗碎機	51
第六節	中間粉碎機(中碎機)	59
第七節	細粉機	60
第八節	微粉碎機	70
第九節	解碎機	88
第十節	膠體研和機	92
第三章	分離	95
第一節	由固體分離固體之方法	95
第二節	由氣體分離固體之方法	117
第三節	由液體分離液體之方法	121
第四節	由氣體分離液體之方法	122
第五節	由氣體分離氣體之方法	123
第六節	由液體分離固體之方法	124
第四章	濾過	127
第一節	總論	127
第二節	濾過器之分類	128
第三節	用粒狀濾材之濾過器	129
第四節	用紡織物濾材之濾過器	130
第五節	用多孔質堅濾材之濾過器	163

第六節	水壓機	163
第七節	靜流濾過器	164
第八節	濾過補助劑及凝固劑	168
第九節	濾過器之選擇及濾過時之注意	168
第五章	蒸發	171
第一節	緒論	171
第二節	蒸發時必要之條件	173
第三節	蒸發法之分類	173
第四節	直接加熱於液體以他種氣體將其蒸氣 驅去之蒸發法	174
第五節	盛液體於容器以他種氣體將其加熱時 所發生之蒸氣驅去之蒸發法	177
第六節	盛液體於容器將其加熱時所發生之蒸 氣導於他處之蒸發法	177
第七節	真空蒸發法	184
第八節	多效式蒸發法	189
第九節	蒸發器之種類	196
第十節	單式蒸發器之操作方法	207
第十一節	多效式蒸發器之操作方法	208

第六章 乾燥.....211

101 第一節 乾燥之方法.....211

801 第二節 蒸發乾燥法之原理.....213

801 第三節 各種之乾燥裝置.....216

171 第四節 乾燥器之選擇.....228

171 第五節 乾燥器之操作.....229

第七章 蒸餾.....231

871 第一節 蒸餾之原理.....231

第二節 蒸餾之方法.....239

471 第三節 關於蒸餾之考察.....258

化學工業用機械

緒 言

欲營工業的大規模之化學的操作，且使其獲經濟上之利益，則其裝置機械不可不加以研究。化學工學者即以此爲對象之學問也。

巧妙之化學操作雖被發明，若無實地工業上可應用之適當之裝置機械時，則亦不能成有利之工業。故化學或工業化學無論其如何進步，若化學工學不能隨其進步發展，則決不能築成優良偉大之化學工業。例如製碱工業，迄於近年仍專用原始的路布蘭法 (Leblanc process)，然實另有一巧妙合理的方法，所謂鹵碱法 (Ammonia soda process—Solvay) 之存在，其原理及化學反應等雖已爲先哲所夙知，祇因化學工學未曾進步，故未能實行。接觸式硫酸製造法之確立，亦確爲化學工學之賜。又如氮氣固定

工業亦一例也。更因化學工學發達之結果，致能發明新化學操作，例如合成燃料(Synthol)或合成木精(Methanol)等新燃料之出現，實高壓化學工學發達之賜也。

化學工學爲極重要之學問，將來當更爲人所重視。然於吾國則極形幼稚，實爲遺憾。化學工業之不進步，想亦基因於此。優秀之化學家，工業化學家雖不乏其人，然因缺少化學工學專門之學者及其實際家，故自國不能製造優良之化學工業用機械及裝置。化學工場每有以由外國購入之高價之裝置機械自豪者，曷深惋惜。德國之所以長於諸種之化學工業者，實因其化學工學進步，能任意製造優秀之裝置機械也。近年美國此方面之發展亦極彰著。日本所製之蒸發，蒸餾，粉碎諸裝置，其改良進步亦頗有可觀。吾國實業百凡待舉，化學工學之研究尤爲急務，吾人更應努力勗勉者也。

然，化學工學之範圍極爲廣汎，本書祇選其最重要之事項，述其大要焉。

第一章 化學工業用材料

第一節 緒論

實際營化學工業時常遭遇種種之困難。有時其化學操作自身並不困難，然因不能發見適當之裝置材料，往往引起異常之困難。裝置材料之性質於物理的，化學的方面俱須強韌，又不可使其混入製品，故裝置材料之選擇，實非易事。

當選擇化學裝置之材料時，其第一應考慮之點為其對於處理之藥品是否有充分之抵抗力。至於材料之力學的強弱，及其外表上價額之低昂，則反為第二之問題也。故化學工場所用之材料，有時雖柔軟如鉛，亦不嫌其太弱；又有時雖用金，白金等，亦不以其價為過昂也。

化學工業用材料可分為下列二類：

(甲) 質較均，非多孔質之材料。

例如金屬合金等均屬於此，多由表面漸被侵蝕，其程度可由對於單位時間，單位面積之重量之減少以測之。

(乙)質不均,多孔質之材料。

例如木材,布等有機質材料是也。侵蝕及於內部,無適當之數字以示其被侵之程度。

無論其爲甲或乙之材料,其被侵之程度,應由耐伸強度,耐壓強度,硬度,及其他之外觀等,適宜判斷之。

當選擇一化學工業用材料,其實驗室之試驗甚爲有益,不可忽視。然實驗室中所示之結果,未必即與實際使用於工場之時相同。實驗室中試驗之條件,愈與實際使用時之條件相近,則其試驗結果愈可信用,是固不待言者。

於實驗室試驗材料之性質時,不可不詳細記明其試驗之條件。例如對於甲,乙二種之耐酸材料行耐酸試驗時,若其結果僅爲對於單位時間之減量,則其數字亦難即爲判斷甲,乙之優劣之標準。蓋此時若其浸於酸之表面積不明,則上之數字無任何之價值也。

於實驗室行材料之試驗時,應可能的集多數之條件,加以定量的記載。尤以次列諸事項爲重要:

(一)試驗品之分析。

(二)試驗藥品之分析。

(三)試驗溫度。

(四)曾否攪拌,及攪拌之方法。

(五)試驗期間,及此期間中藥品組成之變化,暨作用速度之變化。

(六)藥品之酸度,及鹽基度(氫離子濃度)。

(七)接觸劑之有無。

(八)砂糖,動物膠,木材浸出物等非電解質之有無。

(九)是否與他種之金屬相接觸。

其他如表面之狀態,包含氣體與否,有無空氣之溶於藥品中等事項,亦為重要。攪拌之影響甚為重大,有時能增加腐蝕作用之速度至二倍以上;亦間有因攪拌而腐蝕反遲者。

對於材料之腐蝕作用(Corrosion),空氣之影響有時甚大,例如銅於有空氣存在之時,雖甚為酸所侵蝕,然若避其與空氣相觸,則能用以處理酸類。蒸餾醋酸及其他之脂肪酸時,用銅之凝縮器,此時祇須除去空氣,則生鏽亦不甚。然當蒸餾中止,則須洗淨,不然因與空氣相接觸,致生銅鏽。

又種類相異之二種金屬相接觸時,其電氣的腐蝕作用,亦大須考慮。雖於同一之金屬,若其組成,構造,表面

之狀態，內部之變形等，因部分而稍有不同時，亦能引起電氣的腐蝕作用。凡腐蝕作用若將其生銹之中心(核)於未曾甚為擴大之前除去，則不致腐朽過甚。同一材料所製之裝置，其運動之部分所以能耐久不朽，而靜止之部分反易腐蝕者，執此故也。軌路之不用者較日日行車之軌道易於生銹，化學工場中亦以廢而不用之裝置易行腐朽，宜時時研磨去其銹面，則腐蝕作用頗能為之防止。

關於化學工業用材料之腐蝕作用，欲立一普遍的理論，幾不可能；有時單為溶解作用，有時或為置換作用，又有包含氧化還元之作用者。然對於金屬材料之最普通之腐蝕作用，則已有相當之知識，今試述其重要之事項如次。

論金屬之腐蝕作用時，以分別考察腐蝕之傾向，及腐蝕之速度之二方面為便。

(一) 腐蝕作用之傾向

金屬之腐蝕作用，結局為金屬與氫離子間之作用。以金屬為 M ，氫離子為 H^+ ，金屬離子為 M^+ 則可以下式示之。



決定腐蝕作用傾向之大小之因子，有下列數項：

(A)保護被覆物 (Protective cover) 於表面生有鋁之氧化物，硫酸鉛等緻密之有粘着性，不溶性之被覆物時，可以減少腐蝕之傾向。若係多孔質之鐵銹，則反能助其除去氫氣，促進腐蝕之作用。

(B)金屬之溶解電壓 (Electrolytic solutional tension) 溶解電壓愈高腐蝕之傾向愈大，下表示數種金屬之溶解電壓(單位弗打)

鋁	鋅	鐵	鉛	錫	氫	銅	銀	金
1.28	0.76	0.43	0.12	0.1	0.0	-0.34	-0.79	-1.1

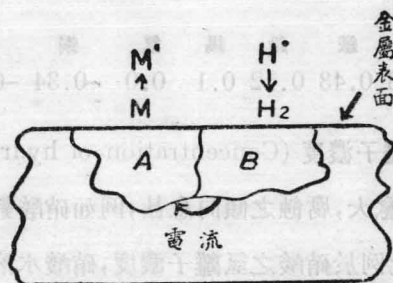
(C)氫離子濃度 (Concentration of hydrogen ion) 氫離子濃度愈大，腐蝕之傾向愈甚，例如硝酸對於鋁之腐蝕作用，正比例於硝酸之氫離子濃度，硝酸水溶液以六摩爾附近之濃度時，有最大之氫離子濃度(2.1 摩爾)，此時對於鋁之腐蝕作用最甚。汽鍋所用水若為酸性則耗損頗劇，若使其變為 0.03 規定的弱鹼性時，則能完全防止汽鍋之腐蝕。

(D)過電壓 (Over-voltage) 金屬表面相異之電位之間，若無電流通，則幾不起腐蝕作用(參照第一圖)。

電流一開始流通，則生逆電動力，減少對於腐蝕有效之電位差。此逆電動力漸次增加，電流漸減，終至達某一定之電流，或其電氣化學的作用幾告停止。此時對於氫素電極所測定之過剩電動力，即所謂過電壓者是也。即遊離氫氣所要之能之尺度也。次舉二、三金屬之過電壓（單位弗打）：

鋅	錫	鉛	金	銅	銀	鐵	鋁	鎳	鉑
0.75	0.49	0.42	0.36	0.33	0.29	0.27	0.19	0.24	0.17

第一圖 金屬腐蝕之圖解



於金屬表面，A 部，B 部之間生電位差。A 對於 B 若成陰極，則金屬由 A 化為電離子，溶於液中，而電流由 B 流於 A。液中之氫離子至 B 成氫氣。

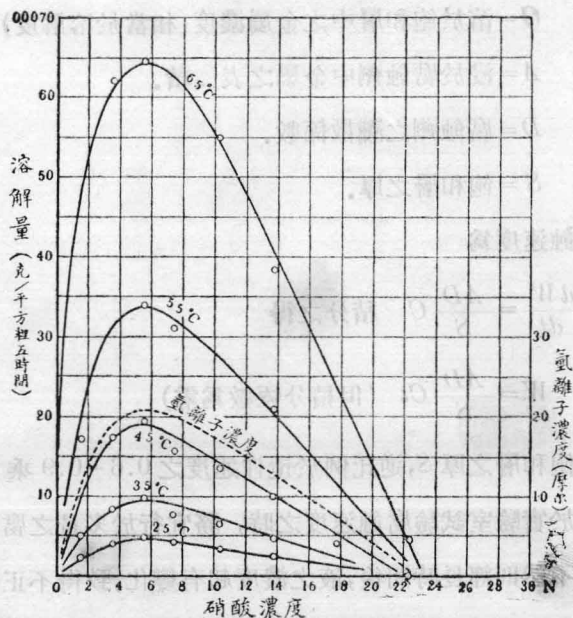
(E) 去極 (Depolarisation) 從速將因腐蝕所生之生成物除去，則可促進腐蝕作用。尤以將所遊離之氫氣除去之時為甚。一切氧化劑俱有除氫素之能力，故能促進腐蝕。又此種去極亦可因某種固體之存在，而被促進。例如

鐵屬即有此促進作用。此促進作用似以過電壓愈小之金屬為愈著。鋅既無此種促進作用，過電壓又極大，故其溶解電壓雖大，於普通之條件，腐蝕之傾向較小。

(二) 腐蝕作用之速度

腐蝕作用之速度亦受種種因子之支配，一如前腐蝕

第 二 圖



硝酸對於鉛之溶解作用

鉛之溶解量與硝酸中之氮離子濃度相平行。

之傾向項所舉，至為複雜。然由不均一系之反應速度，而加以考察時，則亦能有揣得之處。於二相之境界面，多能於瞬間達平衡之狀態（例外亦多），此時於境界面所生成之飽和層間之瀰散速度，為決定全反應之速度之因子，其腐蝕作用之速度，可由下式求之。

設 W = 於 t 時間被腐蝕之量。

C = 溶於飽和層中之金屬濃度（相當於溶解度）。

A = 浸於腐蝕劑中金屬之表面積。

D = 腐蝕劑之瀰散係數。

S = 飽和層之厚。

則腐蝕速度為

$$\frac{dW}{dt} = \frac{AD}{S} C \quad \text{積分之得}$$

$$W = \frac{AD}{S} Ct \quad (\text{但積分恆數為零})$$

飽和層之厚 S ，逆比例於攪拌速度之 $0.6-0.9$ 乘方。

於實驗室試驗腐蝕速度之時，務宜行於多量之腐蝕液。不然則經長時間後，液之濃度起有變化，致得不正確之結果。又腐蝕劑中若有鹽類等不純物存在，有時能增加氫離子之活動量，或能增加保護被覆物之溶解度，致能增