

萬有文庫

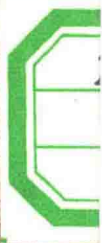
第一集一千種

王雲五主編

電化學工業

馬紹援著

商務印書館發行



電 化 學 工 業

馬紹紹 著

工 學 小 叢 書

編主五雲王  
庫文有萬  
種千一集一第  
業工學化電  
著援紹馬

路南河海上 五雲王 人行發

路南河海上 館書印務商 所刷印

埠各及海上 館書印務商 所行發

版初月二十年二十二國民華中

究必印翻權作著有書此

The Complete Library

Edited by

Y. W. WONG

ELECTROCHEMICAL INDUSTRIES

BY

MA SHAO YÜAN

PUBLISHED BY Y. W. WONG

THE COMMERCIAL PRESS, LTD.

Shanghai, China

1933

All Rights Reserved

# 萬有文庫

第一集一千種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

# 電化學工業

## 目錄

|     |             |    |
|-----|-------------|----|
| 第一章 | 電鍍及電型       | 一  |
| 第一節 | 電鍍          | 一  |
| 第二節 | 電型          | 一〇 |
| 第二章 | 金屬之電解提取及其精煉 | 一三 |
| 第一節 | 電解提取金屬      | 一三 |
| 第二節 | 電解精煉金屬      | 二二 |
| 第三章 | 電解氯化及還原     | 二九 |

|        |    |
|--------|----|
| 第一節 總論 | 二九 |
|--------|----|

|          |    |
|----------|----|
| 第二節 電解氮化 | 二九 |
|----------|----|

|          |    |
|----------|----|
| 第三節 電解還原 | 三四 |
|----------|----|

|            |    |
|------------|----|
| 第四章 氮化鹼之電解 | 三六 |
|------------|----|

|        |    |
|--------|----|
| 第一節 總論 | 三六 |
|--------|----|

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第二節 製造次氯酸鹽、氯酸鹽、過氯酸鹽之電池 | 三七 |
|------------------------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| 第三節 製造氮氯化鈉及氮氣之電池 | 四三 |
|------------------|----|

|               |    |
|---------------|----|
| 第五章 電解製造氮氣及氟氣 | 五五 |
|---------------|----|

|        |    |
|--------|----|
| 第六章 電瓶 | 六一 |
|--------|----|

|        |    |
|--------|----|
| 第一節 總論 | 六一 |
|--------|----|

|         |    |
|---------|----|
| 第二節 原電瓶 | 六一 |
|---------|----|

|         |    |
|---------|----|
| 第三節 蓄電瓶 | 六六 |
|---------|----|

第七章 電爐

七二

第八章 阻力電爐及弧光電爐之出品

八〇

第一節 碳化鈣

八〇

第二節 人造金剛砂

九二

第三節 氮碳化矽

九九

第四節 矽

一〇一

第五節 石墨

一〇二

第六節 二硫化碳

一〇七

第七節 磷

一〇八

第八節 熔化之氯化鋁氯化鎂及石英

一〇九

第九章 由大氣製氧化物

一一一

第一節 總論

一二

|     |           |     |
|-----|-----------|-----|
| 第二節 | 碳化鈣法····· | 一一三 |
|-----|-----------|-----|

|     |            |     |
|-----|------------|-----|
| 第三節 | 氫之氯化法····· | 一一七 |
|-----|------------|-----|

|     |            |     |
|-----|------------|-----|
| 第四節 | 銓之綜法合····· | 一二〇 |
|-----|------------|-----|

|     |            |     |
|-----|------------|-----|
| 第十章 | 臭氮之製造····· | 一二四 |
|-----|------------|-----|

# 電化學工業

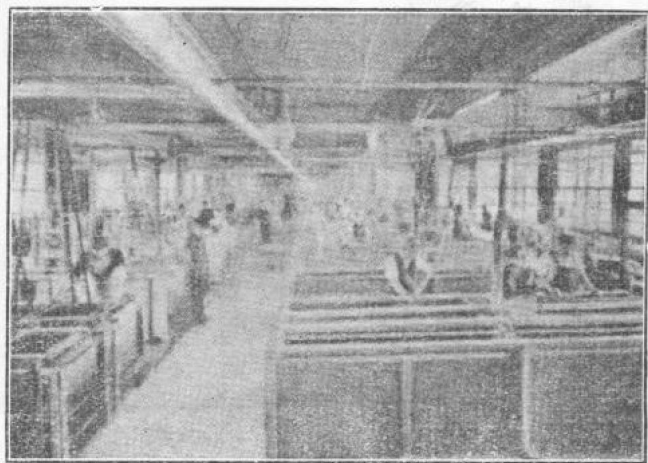
## 第一章 電鍍及電型

### 第一節 電鍍

【總論】電鍍爲最早之電化學工業。一八〇五年，布魯那忒力（Brugnattelli）氏始作金質電鍍，爲電鍍工業之發軔。至發電機發明後，電鍍工業遂大盛。用爲電鍍之金屬，初僅限於金、銀；近則鎳、銅、鋅、鉛等皆可用矣。電鍍之目的，係以某種金屬鍍於他種金屬物件表面上，使其耐久而雅觀；此與木製器物之加油漆，正相似也。近來應用範圍，漸行推廣，破壞之機器，亦有用此法使金屬沉積於破壞部分上，以行修理者。

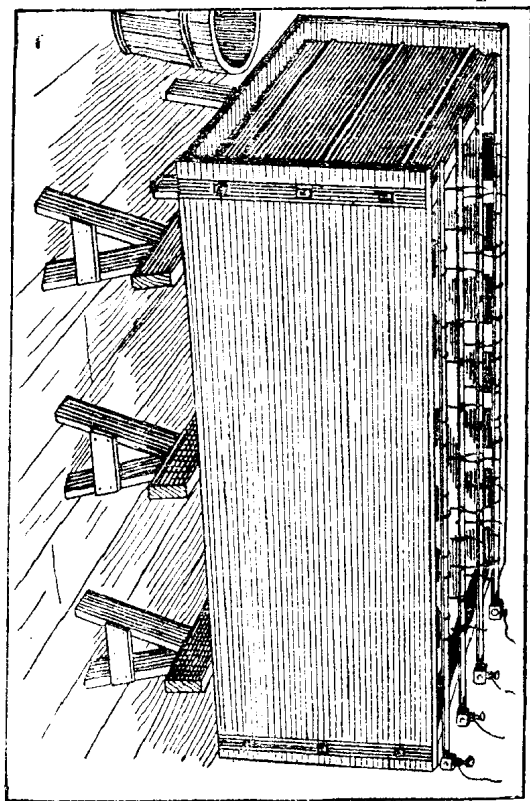
電鍍之第一步，爲物件之磨光與洗濯，使附着之金屬層，能堅固而光勻。磨光之具，通常所用者爲擦光機；但若爲小物件，則可與鐵球及肥皂水共置於可以旋轉之桶中，使其互相磨擦；或以鐵絲刷刷之亦可。次將磨光之物件，浸於碳酸鈉或氫氯化鈉熱溶液中，以除去表面油滑之物質。取出，以水沖洗後，再浸入酸質溶液中，以除去表面之氯化物。此種酸質溶液視金屬之不同而異其成分。雜質既除，洗以熱水，令其速乾後，浸於光澤醃池中，使成一光滑之表面。然後再洗以清水，即放入電池實行電鍍。

此種洗濯工作亦可以受鍍物件爲陰極，於鹽酸或碳酸鈉或精化鉀等溶液中，行電解以代之。



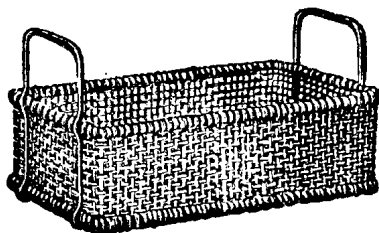
第一圖 電鍍工場

電鍍池常爲木製，內鑲以鉛，或以瀝青及松香等混合物塗之。其上橫有銅條，下垂用爲電鍍之

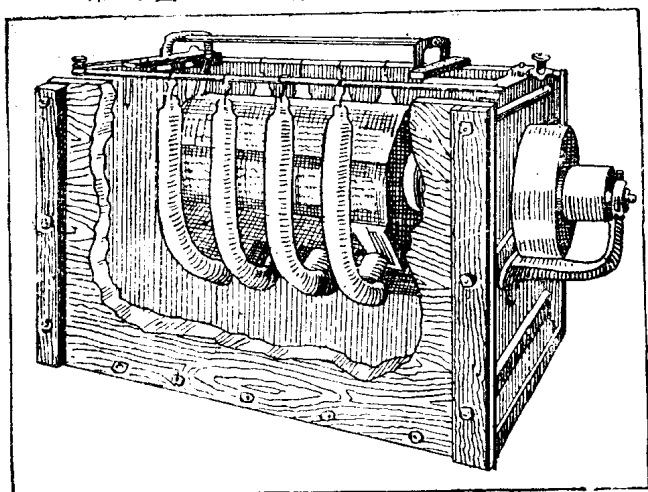


第二圖 電鍍池

純淨金屬板，以爲陽極；其電鍍物件，則作爲陰極，亦懸於銅條下，而介於兩列陽極之間，蓋使物件兩旁所鍍之金屬層可均勻也。電流通過後，陽極金屬板漸漸溶解於電解液中，移向陰極，而附着於物件表面，成一薄層。電鍍物件之體積倘頗細小，如鐵釘等，則可置於籃中或鼓形箱中，浸於電解液而轉動之。



第三圖 盛小件物品以備電鍍之籃



第四圖 盛小件物品以備電鍍之鼓形箱

若用含有銅質或銅及鋅質之特化鉀溶液爲電解液，則洗濯與電鍍之工作，可同時舉行。當物件表面油質溶解於鹽基性溶液時，銅質即附着於其上。此乃費時少而用工省之良法也。此法始於一九〇三年，近則多採用之，以鍍鋼鐵；先使鋼鐵表面鍍有薄銅一層，成一居間層後，再以鎳鍍之。

電鍍物件須時時更換，故不能以許多電池接成聯絡式；蓋當更換某電池中電鍍物件時，其他電池之電流皆爲之斷絕矣。故每一電池須直接連接於一小發電機上。所用電流密度，約在每平方公寸十分之一安培至二安培之間，視所用電解液及其他情形而異。所鍍金屬層通常極薄，約爲一公釐之千分之幾至十分之幾；但若因修理破壞機件而行電鍍，則常需較厚之金屬層。

既鍍之物件，取出烘乾後，常加以磨擦，以增其光澤。

此外尚有所謂浸鍍法及觸鍍法者，可用於小規模之工作。若以在電性原質序（Electromotive series）前之某種金屬物件，浸入在電性原質序較後之金屬鹽溶液中，則溶液中金屬即沉着於物件表面上，成一薄層，此後其作用自行停止。如以鐵片浸於硫酸銅溶液中，則銅附着於鐵面成一薄層，是爲浸鍍法。若上述兩種金屬（即某種金屬物件及他種金屬鹽溶液）在電性原質序

上之距離不遠，則當以鋅片接觸於金屬物件上，而浸入溶液中，則鋅當爲陽極，而被溶解，使溶液中原有金屬鍍於當爲陰極之金屬物件表面，是爲觸鍍。

以下略述各種金屬之電鍍，以明其梗概；但對於各種電鍍溶液之成分，所用之電流密度，及其工作之詳細程序，則略而不詳。欲知此等情形，須從實用電鍍之書籍求之。

【鍍銅】以酸性硫酸銅爲電解液，而行電鍍，則物品上可鍍得較厚之銅層，但鐵及鋅等金屬，不能以此種溶液電鍍之，故須先以脣化物溶液，鍍得薄銅一層後，再以硫酸銅或他種金屬鹽爲電解液，加以第二次之電鍍。

脣化物電解液通常爲硫酸銅或醋酸銅及脣化鉀之混合液，而加以少量亞硫酸鉀，使高價銅完全還原爲低價銅，且以免除脣氣之發生。

以脣化鋅鉀及脣化銅鉀複合鹽爲電解液，可使金屬物件鍍得黃銅薄層，含有百分之二十之鋅及百分之八十之銅。其所用陽極亦係含有此種成分之黃銅。但此種黃銅層，亦多僅用爲居間層，然後再鍍上其他金屬層。

【鍍鋅】 鐵製之物，多鍍鋅以保護之，不使生銹。鍍鋅之法有三，即浸鍍、粉鍍及電鍍是也。前兩法甚簡單，即將物件浸入熔融之鋅質內，或將物件熱於鋅粉內，至攝氏三百度爲止，皆可得一鋅層。但遠不如用電鍍法所得者之均勻而堅固耳。

電鍍溶液，通常所用者，爲硫酸鋅及氰化鋅等之混合液；但近來試驗之結果，知脣化鋅溶液較爲適用，所得鋅層亦較佳。

試驗鋅層佳良否之法，爲鹽水噴霧試驗法。法以鍍鋅物件置於噴霧鹽水中，使其生銹，直至發現鐵銹爲止。視其所需時間之長短，而定保護層之佳良與否。由脣化鋅溶液所得之鋅層，用上法試驗之，知其生銹所需時間較由硫酸鋅溶液所得者，約長一倍。

【鍍銀】 銅質或其合金之物件，能直接鍍銀。其他金屬物件皆須鍍有薄銅層後，再浸入銻池中，使成薄銻一層，然後在銀脣化鉀溶液中電鍍之，所得銀層甚爲堅固，但銀色變爲乳狀之白色，須加磨光，以增其光澤。若於上述溶液中加以少量二硫化碳，而以適當之電流密度電鍍之，亦可得一光澤銀層，可省去磨光之工作。但在物體邊緣，電流密度較他處爲高，即不能得光澤銀層，由此可見

所用電流密度，與金屬沉積層佳否有密切關係也。

現時所用鍍銀之金屬物件，多爲日耳曼銀（German silver）或白色金屬。蓋當所鍍銀層有剝落時，物件本身之呈露，不至十分明顯也。

【鍍金】通常所用鍍金溶液，爲金靖化鉀溶液。其製法係加銨液於氰化金，成雷金（ $\text{AuNH}_2\text{NH}_2$ ）沉澱而下，濾過洗淨後，溶解於靖化鉀，成金靖化鉀溶液。其中尚有溶解之銨，可加熱蒸發之，使無鹵氣臭味爲止。其中金質濃度，當在百分之〇·三五至百分之一間。所用陽極爲純淨之金片。當電鍍時，大物件多於冷溶液中行之；小物件則多於熱溶液中行之。後者所得金層較爲堅密而美麗，溶液中所含金質濃度亦可較小。

【鍍鎳】鎳質堅實而美觀，故近來低賤之金屬物件，多爲鍍鎳者。惟須先鍍銅，始能得佳良之鎳層。但鐵及銅質若經過良好之洗濯工作，則直接鍍鎳所得鎳層亦佳良。

鍍鎳所用溶液通常爲硫酸鎳及硫酸銨複鹽之溶液。并稍加硫酸銨，以增其傳電力，又加適量之硫酸或檸檬酸，使溶液成弱酸性。則所得鎳層，較爲潔白。氰化鎳溶液，亦可應用，惟鐵質在此溶液

中，甚易生銹，故不能適用於鐵質物件。

陰極電流密度，當爲每方公寸 $\bigcirc$ ·六安培。在二三分鐘內，鎳層卽成。若電流過弱，則鎳層變成污色；若電流過強，則氣體發生過速，鎳層變成黑色。若物件體積稍大，則各處電流密度，常不一致；在溶液淺處者，電流密度較弱，在深處者則較強，故須常將物件上下旋轉之，使所鍍鎳層能均勻。

【鍍鈷】 鍍鈷所用溶液爲氰化鈷，其情形與鍍鎳同。其色亦與鎳相似，但稍帶紅耳。鈷價較昂，用者殊鮮。且鈷層稍厚，亦易成碎塊而剝落。

【鍍鐵】 近來銅質電型，常加鍍鐵，使其堅固而耐久，損壞之機件，亦多加鍍鐵，使鐵質沉積於損壞部分上，以資修補。所用溶液爲氯化亞鐵及硫酸錳之混合液。

【鍍鉛】 鍍鉛工作前僅限於蓄電池之製造，世界大戰以後，始大發達。蓋鉛質不爲硫酸及其他化學藥品所侵蝕，故毒氣彈壳等內部，皆須鍍鉛以保護之。所用溶液爲氰化矽酸鉛，或氰化硼酸鉛。在後述溶液中，鉛可直接鍍於鋼質上；但在前述溶液中，則鋼質須先鍍銅。

【玻璃及瓷之電鍍】 玻璃器及瓷品，亦可用電鍍法鍍金或鍍銀以增其美觀。法以金屬粉一