



表面处理丛书

金属电镀工艺

林西音 编著

香港万里书店出版
轻工业出版社重印

73123

金属电镀工艺

林西音 编著

香港万里书店出版
轻工业出版社重印

出版说明

金属电镀工艺，在各工业部门中，应用极为广泛，尤其在轻工业生产中占很重要地位。本书除通俗地介绍了有关化学及电化学基础知识以外，还着重讲述了各种金属的电镀（包括合金电镀）工艺操作。不仅可供一般从事电镀的技术人员和工人作参考，而且特别适合初学者和企业管理人员阅读与参考。为此，我们重印了香港万里书店出版的这本书，以飨广大读者。

金属电镀工艺

林西音 编著

香港万里书店出版

*

轻工业出版社重印

（北京阜成路3号）

国防科委印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米 1/32 印张：9 字数：189千字

1981年6月重印

印数：1—23,000 定价：0.80元

统一书号：15042·1630

寫 在 前 面

各種工業製品，爲了防止腐蝕和外表美觀及提高化學性能，必須進行必要的表面處理。最近，隨着機械工業的發展，表面處理的進步顯得非常活躍和顯著。

表面處理的內容是非常廣泛的，主要包括如下十數種：

電鍍、化學鍍、真空蒸汽噴鍍、氣相鍍、陽極氧化、金屬着色、陰極濺射、化學拋光、電化學拋光、機械拋光、噴砂處理、熔融鋅浸鍍、鈍化處理、噴敷油漆、金屬表面的蝕刻、印刷版和工具的電鑄。

本書的主要目的，是供一般電鍍工場的技术員和工人作較系統的參考之用，特別是適合初學者，內容包括化學知識、電化學基礎概念、電鍍原理和方法等技術。

目 錄

寫在前面	1
第一章 化學及電化學基礎	1
1. 化學知識	1
2. 電化學知識	26
3. 電鍍知識	47
第二章 表面準備	54
1. 除油	54
2. 除銹	61
3. 弱腐蝕和中和	83
第三章 表面處理車間設備	85
1. 電氣設備	85
2. 機械設備	97
3. 鍍槽設備	105
第四章 鍍 鋅	115
1. 概述	115
2. 在酸性和鋅酸鹽電解液鍍鋅	116
3. 氰化電解液的成分及其作用	120
4. 鍍鋅的工藝過程	127
5. 鍍後處理	130

6. 鍍層檢驗、缺陷分析及不合格鍍層的退除·····	134
第五章 鍍 銅 ·····	138
1. 概述·····	138
2. 電解液的成分及其作用·····	139
3. 鍍銅的工藝過程·····	143
4. 鍍層檢驗、缺陷分析及不合格鍍層的退除·····	147
第六章 鍍 鉻 ·····	151
1. 概述·····	151
2. 電解液的成分及其作用·····	154
3. 鍍鉻的工藝過程·····	158
4. 各種因素的影響·····	158
5. 陽極及其電力綫分佈·····	166
6. 鍍鉻夾具·····	169
7. 鍍層檢驗、缺陷分析及不合格鍍層的退除·····	173
8. 其他鍍鉻·····	179
第七章 鍍 銅 ·····	184
1. 概述·····	184
2. 電解液的成分及其作用·····	185
3. 鍍銅的工藝過程·····	200
4. 鍍層檢驗、缺陷分析及不合格鍍層的退除·····	200
第八章 鍍 鋅 ·····	203
1. 概述·····	203
2. 電解液的成分及其作用·····	204
3. 鍍鋅的工藝過程·····	210
4. 鍍層檢驗、缺陷分析及不合格鍍層的退除·····	217
5. 其他鍍鋅·····	221

第九章 鍍 錫	224
1. 概述.....	224
2. 電解液的成分及其作用.....	225
3. 鍍錫的工藝過程.....	228
4. 鍍層檢驗、缺陷分析及不合格鍍層的退除.....	229
第十章 鍍 銀	235
1. 概述.....	235
2. 鍍前表面的準備.....	236
3. 電解液的成分及其作用.....	237
4. 鍍銀的工藝過程.....	241
5. 鍍層檢驗、缺陷分析及不合格鍍層的退除.....	245
第十一章 鍍 金	248
1. 概述.....	248
2. 電解液的成分及其作用.....	249
3. 鍍金的工藝過程.....	251
4. 鍍層檢驗及不合格鍍層的退除.....	257
第十二章 合金電鍍及其他	259
1. 鍍黃銅.....	259
2. 鍍青銅.....	268

第一章 化學及電化學基礎

1. 化學知識

自然界是由物質構成的，我們經常見到的水、泥土、食鹽、鋼鐵等等都是物質。一切物質都處在不停的運動狀態。運動是物質存在形式，例如：水蒸發成汽、遇冷變成冰塊等。物質發生運動變化的根本原因在於物質內部的矛盾性。自然界一切物質的運動和變化叫自然現象，研究自然變化規律的科學統稱為自然科學。自然變化可分為化學變化和物理變化兩大類，研究物理變化的科學叫物理學，研究化學變化的科學叫化學。

化學研究的內容是：物質的組成和性質，物質的變化，物質變化時發生的現象。

一、原子-分子論的基本概念

1. 原子-分子論學說

原子-分子論學說是化學的基礎，其要點歸納如下：

(1) 物質均由分子組成，分子是維持物質組成和化學性質的最小單位。

(2) 物質分子間互有作用力（吸引力、排斥力），物質分

表 1-1 常用金屬元素的物理化學性質

金屬 Metals	符號 Symbol	原子量 Atomic weight	密度 (水=1) Density	熔點°C Melting point	比熱 Specific heat	導電性 (銀=100) Electrical conductivity	導熱性 (銀=100) Heat conductivity
鋁 Aluminium	Al	26.98	2.70	660	0.214	60	57
銻 Antimony	Sb	121.75	6.62	630	0.050	3.9	4.3
砷 Arsenic	As	74.92	5.73	615	0.083	4.7	—
鋇 Barium	Ba	137.34	3.5	710	0.068	3.0	—
鉍 Bismuth	Bi	208.98	9.8	271	0.030	1.4	2.0
鎘 Cadmium	Cd	112.40	8.64	321	0.056	22	20
銫 Cesium	Cs	132.91	1.87	29	84	0.052	8.0
鈣 Calcium	Ca	40.08	1.554	850	0.152	44	—
銻 Cerium	Ce	140.12	6.9	804	0.045	2.0	—

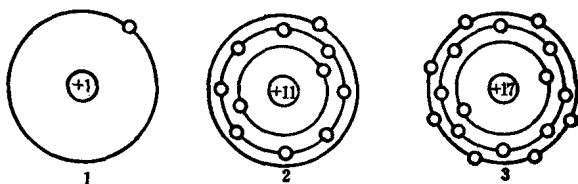
鉻 Chromium	Cr	52.00	7.14	1900	0.11	11	16
鈷 Cobalt	Co	58.93	8.9	1492	0.103	26	17
銅 Copper	Cu	63.54	8.93	1083	0.093	94	92
鎔 Gallium	Ga	69.72	5.90	30	0.079	11	—
金 Gold	Au	196.97	19.32	1063	0.031	74	74
銦 Indium	In	114.82	7.28	156	0.057	18	6.0
銥 Iridium	Ir	192.22	22.4	2443	0.033	31	35
鐵 Iron	Fe	55.85	7.86	1535	0.109	17	18
鐳 Lanthanum	La	138.91	6.15	920	0.045	2.6	—
鉛 Lead	Pb	207.19	11.37	327	0.031	7.8	8.4
鋰 Lithium	Li	6.941	0.534	180	1.093	18	17
鎂 Magnesium	Mg	24.31	1.74	650	0.250	38	37

錳 Manganese	Mn	54.94	7.42	1250	0.120	0.6	—
水銀 Mercury	Hg	200.59	13.55	-39	0.034	1.6	2.1
鉬 Molybdenum	Mo	59.94	10.2	2620	0.065	29	34
鎳 Nickel	Ni	58.71	8.90	1453	0.105	24	21
銻 Osmium	Os	190.20	22.479	2700	0.031	16	—
鈳 Palladium	Pd	106.40	11.9	1552	0.055	16	16
鉑 Platinum	Pt	195.09	21.4	1769	0.032	15	16
鉀 Potassium	K	39.10	0.86	63	0.180	24	23
銲 Rhodium	Rh	102.91	12.44	1960	0.058	35	36
銣 Rubidium	Rb	85.47	1.53	38.8	0.079	14	—
鈳 Ruthenium	Ru	101.07	12.2	2400	0.061	20	—
硒 Selenium	Se	78.96	4.8	217	0.077	—	—

銀 Silver	Ag	107.87	10.50	960	0.056	100	100
鈉 Sodium	Na	22.991	0.917	97.5	0.295	36	34
銦 Strontium	Sr	87.62	2.6	770	—	6.5	—
鉭 Tantalum	Ta	180.95	16.6	3000	0.036	12	13
碲 Tellurium	Te	127.60	6.24	452	0.049	—	1.4
鉍 Thallium	Tl	204.37	11.85	304	0.033	10	10
鈾 Thorium	Th	232.04	11.5	1700	0.028	9.0	—
錫 Tin	Sn	118.69	7.29	232	0.055	13	15
鈦 Titanium	Ti	47.90	4.5	1680	0.126	3.3	4.0
鎢 Tungsten	W	183.85	19.3	3380	0.034	31	40
鈾 Uranium	U	238.03	18.68	1132	0.028	5	—
鈷 Vanadium	V	50.95	6.0	1920	0.115	6	—
鋅 Zinc	Zn	65.37	7.10	419	0.094	28	27

一層)最多有2個電子,第二層最多有8個電子,第三層最多有18個電子。

原子的構造常用原子結構圖表示。原子結構圖是用一點為中心畫若干同心圓,中心作為原子核,以正號表示電荷性質,以數字表示電荷數,各同心圓為電子層。圖1-1為氫、鈉、氯的原子結構,由圖中看出鈉原子是由原子核和11個電子組成,共分三層。第一層為2個電子,第二層為8個電子,第三層為1個電子。



1. 氫原子結構

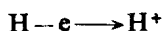
2. 鈉原子結構

3. 氯原子結構

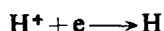
圖1-1 原子結構圖

電子被原子核吸引圍繞原子核旋轉,原子核對電子的吸引力是不一樣的,距離核心最遠的外層電子被吸引的力最小。因此,它們容易跑出軌道而自由活動。一般來講,原子都有使自己外層電子達到飽和的8個或2個電子(一層時)的穩定狀態趨勢,原子外層(從第二層開始)電子在4個以下的易於失去電子,在4個以上的易於得到電子。各惰性氣體由於其外層電子都是穩定的8個或2個,所以,它們都不參加化學反應。

原子失去電子有過剩的正電荷，原子得到電子有過剩的負電荷，這種帶電的原子就叫做離子。離子的標記符號是用元素符號加有表明電性的「+、-」號，例如：氫原子失去一個電子變成氫離子可寫成：



氫離子得到電子時又變成爲氫原子，可以寫成：



離子與原子的性質不同，它具有另外的性質。

2. 化學反應

(1) 化學反應的概念

由一種物質變化成另一種新物質的過程叫化學反應。例如：炭燃燒變成二氧化碳就是化學反應。

在化學反應中只是由一種物質變化成另一種物質，但物質不會消失，也不可能增多。它應服從下面的質量不滅定律和定比定律。

(a) 質量不滅定律

參加反應物質的總重量等於反應生成物質的總重量。

(b) 定比定律

在化學反應中參加反應的物質都有一定的比例，反應生成物質也有一定的組成比例。

例如：2克氫+16克氧，生成18克水。

(2) 分子式

用元素符號來表示物質分子組成的式子，叫做分子式。

在寫分子式時，先寫上元素符號，再把原子的數目用較小

的數字記在符號的右下角。

例如：水分子由兩個氫原子和一個氧原子組成，可寫成 H_2O 。

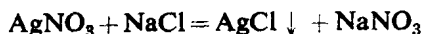
知道物質的分子式以後，我們就知道物質的組成，並且可計算出分子量。例如：硫酸的分子式是： H_2SO_4 ，由此可知道它由 2 個氫原子，1 個硫原子和 4 個氧原子組成。它的分子量為：

$$2 \text{ 個氫原子量} + 1 \text{ 個硫原子量} + 4 \text{ 個氧原子量} = \text{分子量}$$

$$2 \times 1 + 32 + 4 \times 16 = 98$$

用分子式及符號經平衡後表示的化學反應過程叫化學方程式。

例如：硝酸銀與氯化鈉作用生成氯化銀和硝酸鈉，可寫成：



知道化學反應方程式後，我們就能知道多少參加反應的物質能生成多少反應生成物。

例如：在上面的反應中，一個分子的硝酸銀與一個分子的氯化鈉反應，生成一個分子的氯化銀和一個分子的硝酸鈉。

我們知道這幾種物質的分子量是：

$$AgNO_3 = 170 \quad NaCl = 58 \quad AgCl = 143 \quad NaNO_3 = 85$$

由此可知：170 克的 $AgNO_3$ + 58 克的 $NaCl$ 生成 143 克的 $AgCl$ + 85 克的 $NaNO_3$ 。如果我們需要配製 40 克的 $AgCl$ ，則需要的 $AgNO_3$ 和 $NaCl$ 數量如下：

$$AgNO_3 : AgCl = 170 : 143$$

$$\text{AgNO}_3 = \frac{170 \times 40}{143} = 47.5 \text{ (克)}$$

$$\text{NaCl} : \text{AgCl} = 58 : 143$$

$$\text{NaCl} = \frac{58 \times 40}{143} = 16.2 \text{ (克)}$$

需用 AgNO_3 47.5 (克) 和 NaCl 16.2 (克)

(3) 化合價

在化學反應中每一種原子只能與一定數量的其他元素的原子相化合，這種性質叫做元素原子的化合價，又稱原子價。由於氫原子從來不與一個以上的其他元素的原子相化合，所以採用氫原子的化合價作單位，規定氫原子的化合價為1價，其他元素的原子與若干氫原子化合就是若干價，不與氫原子化合的元素的原子價，由其他已知價的元素來確定。

化合價可以用原子結構學說來解釋：這就是原子外層電子的得失或共用，由於各種元素的原子外層電子數不同，所以要達到穩定狀態所需的電子數也不同，表現出的化合價就不同。例如氫原子外層只有一個電子（見圖1-1），它要達到穩定的2個電子狀態，因此，氫的化合價總是1價。在化合時，有電子得失形成的化合物叫離子化合物，失去電子的原子的化合價為正價，得到電子的原子為負價，其正負價總數相等。在化合時，電子是公用的化合為共價化合物，共用1對電子為1價，其化合價無正負之分，但我們把顯正負極性的原子指定為正負價。例如：氯與鈉反應生成氯化鈉時

