

工業用書

電鍍技術 實務

陳爾活 編譯

南台圖書公司印行

原 序

二次世界大戰後，電鍍技術進步至為顯著，同時有關電鍍的書籍也多。時至今日，編撰此類書籍已似無必要。然而電鍍方面的現場技術人員，為其工作表現俐落的原故，極欲有一卷易於了解且能經常攜帶在身上的書籍。

常由生產業界對圖書方面的話聽來，筆者亦痛感到有此類袖珍型式手冊的必要，乃不顧自身才疏學淺，斗膽執筆從事此書的編撰。

本書為供現場技術人員參考，助其實際作業，分析方面特以現場分析為主，附加一般電鍍有關事物、品管、衛生安全等類書上所缺者，又為供應特種技術人員考試參考，隨處添加問答形式的說明。但因篇幅關係未能涉及排水處理及自動電鍍裝置，至為遺憾。

本書若能有助於電鍍技術人員之處，則幸甚！

民 49 年 9 月

原著者識

譯 序

本書原係日人加瀨敬年博士所編著，承南台圖書公司委託逐譯。鑑於我國電鍍工業發展起步甚晚。記得本省內在四十年代前後才見有心人出來創業，建立了幾家電鍍工廠。現在已有不少略具規模的工廠了，但此方面的書籍，在書坊間還不多見。本書內容涉及範圍甚廣，自鍍件原料起，鍍前處理，鍍浴組成，而至鍍後檢驗均包括在內。此外尚有電鍍設備、品管、安全衛生等等。其中實用數據列表說明，一目了然，確為從事此方面的技術人員所需隨身攜帶備用的一本書。因此譯者欣然接受，盡量以淺的詞句的譯出，其中專門術語則以教育部頒佈化學工程詞、機械工程名詞者為依據，無適當譯詞者則換成英語原文。惟譯者才疏學淺，譯文中難免有疏漏偏失之處，尚祈海內外專家不吝賜正。

本譯文如能對讀者微有助益，則不勝榮幸！

譯者識

民國六十八年夏至

表面處理方法的分類

區 分	說 明	具 體 範 例
電 化 方 法	陰極處理	電鍍…… Cu, Ni, Cr, Zn, Cd 電鑄(沉積成形)… Cu, Ni, Fe 等
	陽極處理	電解研磨(不銹鋼、鋁等) 陽極氧化(Al-Alumite, Mg, Zn等)
化 學 方 法	藥物處理	酸洗：去除氧化層 脫脂去油、洗淨 化學研磨——含混酸處理及鉻酸鹽處理 化學鍍法及汞合金鍍法 金屬着色(Bronzing)如着古銅色 磷酸鹽處理
付着鍍 法	熱浸式鍍法	馬口鐵，鋅鐵皮，燙錫
	噴 敷 法	噴敷被覆層(metal coating)，攤鉛(Lead homongeniation)
	夾 金 法	Sheffield plate 夾鋼板(Clad steel)
	塗 刷 法	塗刷，噴着，靜電附着
	樹 噴 脂 塗	各種裏襯
	珐 瑯	搪瓷，耐酸珐瑯，玻璃襯裏
擴散滲 入 法	附 着 滲 進	滲鋅法(Sherardizing)，滲鋁法(Colorizing)，滲鉻法(Chromizing)，滲矽法(Siliconizing) (硬化)滲碳，氮化，滲碳氮化

真空法	真空電鍍	真空放電法〔陰極焊濺法 (Spattering)〕 真空蒸着法 (真空鍍法)
	表面研磨	布輪打磨拋光，砂帶打磨，滾桶拋光， zyro 拋光，旋轉拋光 (spin)
	噴射	噴砂 (Sand blast)，噴鐵砂 (Shot peening)，液體搪磨 (Liquid honing)
其他方法	淬火	火焰表面硬化，放電淬火，高周波淬火
	鍍法	氣相鍍法

電鍍的用途

目的	所用主要的鍍法	備註
裝飾	Ni, Cr, Au, Ag	兩者目的明顯區分困難，多數情形都兼有兩種目的
防腐蝕	Zn, Cd, Sn, Pb	
耐磨性表面硬化	硬鉻 (工業用鉻) 硬鎳	
加厚補強	Ni, Cr, Fe,	
電鑄 (沉積成型)	Cu, Ni, Fe	
潤滑	Sn, Mo	
防止淬火	(滲碳者) Cu, (氮化者) Sn	
焊接	Sn, Pb-Sn, Ni-Sn	
包橡皮	Cu-Zn (黃銅)	

電 路	Cu	主要用於印刷電路
强 化 導 電 性	Ag , Au , Pb	多用於電氣接點
塗 裝 底 板	Zn , Cd	
着 色 底 板	Cu , Ni , Ag	此種着色又稱 Bronzing , 作 古化美化、硫化 之用

參考文獻

1. 電氣化學便覽
2. メッキ技術便覽
3. 金屬表面技術便覽
4. 表面處理ハンドブック
5. Blum & Hogaboom "Principle of Electroplating and Electroforming "
6. A.G. Gray "Modern Electroplating "
7. Graham "Electroplating Engineering Hand book"
8. Metal Finishing Guide book Directory

【附記】

第4版付印之際，特對部分篇章加以若干修訂，並匆忙間添加技能檢定的練習問題及JIS規格等編為附錄，供讀者參考。

電鍍常用詞及其符號

常用詞	說	明	符 號	
電流密度	每單位面積流過的電流，單位為A/dm ²	陽極電流密度 陰極電流密度	D _A D _K	
電流效率(或電流能率)	陽極依流過的電流量而溶化的百分率	陽極電流效率	Eff _A	
	附着於陰極上的金屬量的百分率	陰極電流效率	Eff _K	
pH值	溶液的酸鹼度在現場是用比色試紙測定。(氫電離子濃度指數)		pH	
波美 Baume	此為溶液比重的表示單位，根據波美大體可知溶液成分的濃度		Be	
電氣用詞	電流(A) 安培	此是電流大小的單位，一安培相當於每秒一庫倫的流動	歐姆定律 $I = \frac{E}{R}$ 或 $E = RI$	I
	電壓(V) 伏特	此是電位差或電的強度		E
	電阻(Ω) 歐姆	導體阻止電流的特性，其大小以歐姆為單位。		R
	電力(W) 瓦特	單位時間內電所做的功， $W = E \times I$ 1馬力 = 740W	(W)P	
	電流量(或電量)	電流 × 時間 $Q = It$ 1庫倫 = 1安培 × 秒 1法拉第 = 96490庫倫		Q
	電力量	電的功 電能 電流 × 電壓 × 時間 焦耳(Joule)定律 $H = 0.24Wt$ $= 0.24 I^2 Rt$		W.H. K.W.H
直 流 交 流	電流方向恒一定的電流 正負規則地交互變換流動的電流	本省 60 頻率	D.C.	
陽離子(Anion)	物質溶於水中而成帶電微粒子狀態者稱為離子	屬氫、金屬元素及氮根者。	H ⁺ , Ni ⁺⁺ , Zn ⁺⁺ , NH ₄ ⁺ , Cu ⁺	
陰離子(Cation)	(Ion)	屬非金屬元素根者	Cl ⁻ , O ⁻⁻ , O ₃ ⁻ , CrO ₅ ⁻	

目 次

原序

譯序

表面處理方法的分類

電鍍的用法

參考文獻

第 1 篇 電鍍用原料及電鍍工程..... 1

§ 1 電鍍用原料 1

§ 2 電鍍用原料的鍍前加工 27

§ 3 電鍍工件的設計 27

§ 4 電鍍工作程序 30

第 2 篇 鍍前處理..... 43

§ 1 拋光輪研磨及砂帶研磨 43

§ 2 滾桶拋光 56

§ 3 電解研磨及化學研磨 67

§ 4 脫脂去油及洗滌 77

§ 5 除氧化物 86

§ 6 電鍍層的剝離（腐蝕） 92

第 3 篇	電鍍浴槽及其操作條件	102
§ 1	電鍍浴槽的分類	102
§ 2	電鍍浴槽	103
§ 3	合金電鍍浴槽	144
§ 4	化學電鍍浴槽	155
§ 5	金屬着色浴槽	161
第 4 篇	電鍍浴槽的管理	166
§ 1	電鍍浴成分的縱推	166
§ 2	電鍍浴中不純物的對策	170
§ 3	電鍍操作	176
第 5 篇	作業指南	199
§ 1	電鍍浴槽的故障及其對策	199
§ 2	夾具的製法	213
§ 3	陽極的處理方法	222
§ 4	電鑄及不導體電鍍	237
§ 5	滾桶電鍍法(滾碰電鍍)	254
§ 6	鉻酸鹽處理	260
第 6 篇	電鍍浴液的分析	266
§ 1	分析的基礎	266
§ 2	分析用器具	266
§ 3	分析的基礎操作	266

§ 4	常備試藥及特殊試藥	270
§ 5	電鍍浴液的分析	277
第 7 篇	電鍍的規格及檢驗法	314
§ 1	電鍍的規格及檢驗法	314
§ 2	電鍍規格上的等級	316
§ 3	電鍍檢驗法	332
第 8 篇	電鍍設備	355
§ 1	電鍍工廠的全般設備	355
§ 2	打磨拋光設備	363
§ 3	電鍍槽	369
§ 4	電鍍附屬設備	379
§ 5	電氣設備	398
第 9 篇	電鍍的品管	412
§ 1	工廠管理的根本想法	412
§ 2	品管關係因素	414
§ 3	所謂品管	417
§ 4	統計品管	419
第 10 篇	安全 · 衛生	431
§ 1	作業環境的維護	431
§ 2	危險物品	434
§ 3	布輪打磨所引起的災害及預防	437

§ 4	各種藥品所引起的災害	438
§ 5	各種藥品引起災害的應急處理	439
附表		443
附錄 1	技能檢定考試練習問題(學科)	479
附錄 2	a. 電鍍符號的表示方法	491
	b. 電鍍工程名詞	494

第 1 篇 電鍍用原料及電鍍工程

§ 1 電鍍用原料

電鍍得好不單靠從事該項工作的技術人員的本事，也關係於被鍍的原料的良否。不適當的材料上鍍不上的情形也是有的。

反之，電鍍技術人員對電鍍用原料的各種性質深入瞭解而後進行電鍍作業至為重要。影響鍍得好壞的問題大體如下：

- ① 原料的成分
- ② 鍍前加工法
- ③ 設計

又電鍍件的原料必須適合於電鍍，也須適合於其用途。

1-1 電鍍用原料的成分

原料金屬之不同，譬如鐵與銅單純金屬區分之外，即使同樣金屬也有複雜合金構造上的不同。又原料為非金屬情形的鍍層稱為非導體鍍層，原料就有鍍前特別處理的必要。

1-1-1 鐵與鋼

電鍍用原料多數情形有易銹的難題，因價格及其強度的關係而多使用鐵。鐵原料的種類多，因此，先有深切瞭解其分類的必要。吾人稱之為鐵者亦實是鐵與其他元素的合金，尤以碳為多數情形的合金元素。因此吾人的電鍍原料多為碳鋼。鋼鐵材料根據其含碳量的分類如表 1·1。

鋼：通常稱為鋼者係鐵與碳的合金，亦即所謂碳鋼是也。

鑄鐵：含碳量有 1.7 ~ 6.8 % 的鐵者為之鑄鐵。

合金鋼：碳以外尚多量含有 1 種以上元素的鋼謂之合金鋼。

表 1 · 1 鋼根據其含碳量的分類

名稱	含碳%	用途	別的區分
極軟鋼	0.12 以下	鉚釘、蹄鐵、鋼線。	↑ 低碳鋼
軟鋼	0.13 - 0.2	鉚釘、建材、橋樑、鍋爐。	
半軟鋼	0.21 - 0.35	船板、建材、橋樑。	
半硬鋼	0.36 - 0.6	建材、軸。	0.35(碳) ↓ 高碳鋼
硬鋼	0.6 - 0.8	軸、工具。	
最硬鋼	0.8 - 1.7	工具。	

鍍件使用低碳鋼作其原料時沒有太大問題，但使用高碳鋼作鍍件原料時卻會引起嚴重障礙。

氫脆性：高碳鋼作底層原料，在酸處理或鍍時會吸藏氫氣，自身變脆。此稱為氫脆性。因此：

- ① 鍍前的處理盡可能避免酸處理。
- ② 去銹宜施行噴砂 (sand blast) 或液體搪磨 (Liquid honing) 的機械方法。
- ③ 電解酸洗，電解脫脂等情形時，應置工件於陽極處理之。

鍍件硬度一高，其脆性則嚴重，所以美國 A . S . T . M .

B 242 ~ 54 規格有 1 · 4 表的規定。

表 1 · 2 鑄鐵

區 分	構造、成分(%)、用途
銑鐵 (Pig Iron) 再熔煉 調整而組成 ↓ 鑄鐵	與鑄鐵同一意義地使用的情形也有。 含碳 1.7 ~ 6.68 %，一般使用者含碳 2.5 ~ 4.5 %。
徐冷 → 灰鑄鐵 (鼠銑)	其折斷面呈灰色，比較軟，為一般所廣用。
→ 冷硬鑄鐵 表面急冷	表面 (5 ~ 40 mm) 成白鑄鐵，內部仍為灰鑄鐵，表面硬化可製輥子、模具。
→ 白鑄鐵 (白銑) 急冷	其折斷面呈白色，其質硬而脆。
熱處理 ↓	
→ 可鍛鑄鐵 (Malleable casting)	含碳 2.4 ~ 2.8 %、矽 0.45 ~ 1.2 %，可製鐵管接頭、車輛零件。
→ 黑可鍛鑄鐵	抗拉強度 35 kg/mm ² ，延伸度 10 ~ 15%
雪明碳鐵 石墨化 → 白可鍛鑄鐵 表面碳的氧化	抗拉強度 40 kg/mm ² ，延伸率 5 % 以上。

高級鑄鐵	球狀石墨鑄鐵 (nodular cast iron) (延性鑄鐵)	含鎂 0.3% 前後，抗拉強度 50~60 kg/mm ² ，延伸率 10% 前後。
	米漢納鑄鐵 (Meehanite)	低碳、低矽的鑄鐵接種了矽化鈣者。
鑄	鋼	機械性質較鑄鐵者為佳。 鑄成後雖較脆，但經退火後，則增韌性。 其成分為碳 0.1~0.6%，錳 0.4~1.0%， 矽 0.2~0.5%，磷 0.05% 以下，硫磺 0.06% 以下。

表 1·3 合金鋼

區 分	主 要 成 分 %	用途或合金名稱
鎳 鋼	碳 0.05~0.15%，鎳 1~8%	板、管、軸。
	碳 0.2~0.45%，鎳 1.5~3.5%	軸、板、橋樑、砲管。
鐵鎳合金	碳 0.12~0.20%，鎳 32~36%	汽車的閥。
	鎳 36%	Invar 不變鋼、時鐘精密機械
	鎳 44~47%	Platinite
	鎳 78.5%	高導磁合金 Permalloy
	鎳 31~33%，鈷 4~6%	Super-Invar 超不變鋼。

鉻 鋼	碳 0.8 ~ 1.2 % , 鉻 2 ~ 6 % (淬火)	磁鋼。
	碳 0.1 ~ 0.5 % , 鉻 12 ~ 14 %	13 鉻不銹鋼。
鎳 鉻 鋼	碳 0.06 ~ 0.13 % 鉻 18 % , 鎳 8 %	18 - 8 不銹鋼
	鎳 36 % , 鉻 12 %	Elinvar
錳 鋼	碳 1.1 ~ 1.5 % , 錳 11 ~ 14 %	Hardfield steel
鎢 鋼	碳、鎢、鉻	永久磁鐵、鑿子
釩 鋼	釩 0.2 ~ 1.0 %	高級工具、汽車零件。
鉬 鋼	鉻鋼、鎳鉻鋼、鉬 0.5 ~ 1.0 %	
矽 鋼	碳 0.4 ~ 0.7 % , 矽 0.5 ~ 2.0 % (錳 0.3 ~ 2.0 %)	彈簧 (spring)
	碳 0.2 ~ 1.0 % , 矽 14 ~ 18 % , 錳 1.0 ~ 2.2 % , 磷 0.2 % 以下 , 硫磺 0.05 % 以下	Duriron Tantiron
鉻 釩 鋼	碳 0.1 ~ 1.0 % , 鉻 0.8 ~ 1.1 % , 釩 0.15 ~ 0.20 % , 錳 0.5 ~ 0.8 % , 硫磺 0.04 % 以下 , 磷 0.04 % 以下	車輛材料、彈簧
高速鋼	碳 0.2 ~ 1.0 % , 鎢 7.0 ~ 23.0 % , 鉻 1.5 ~ 8.0 % , 鉬 2.0 以下 , 鈷 2 ~ 12 %	高速鋼刀具。
工具材料	碳、鈷、鉻、鎢	stellite