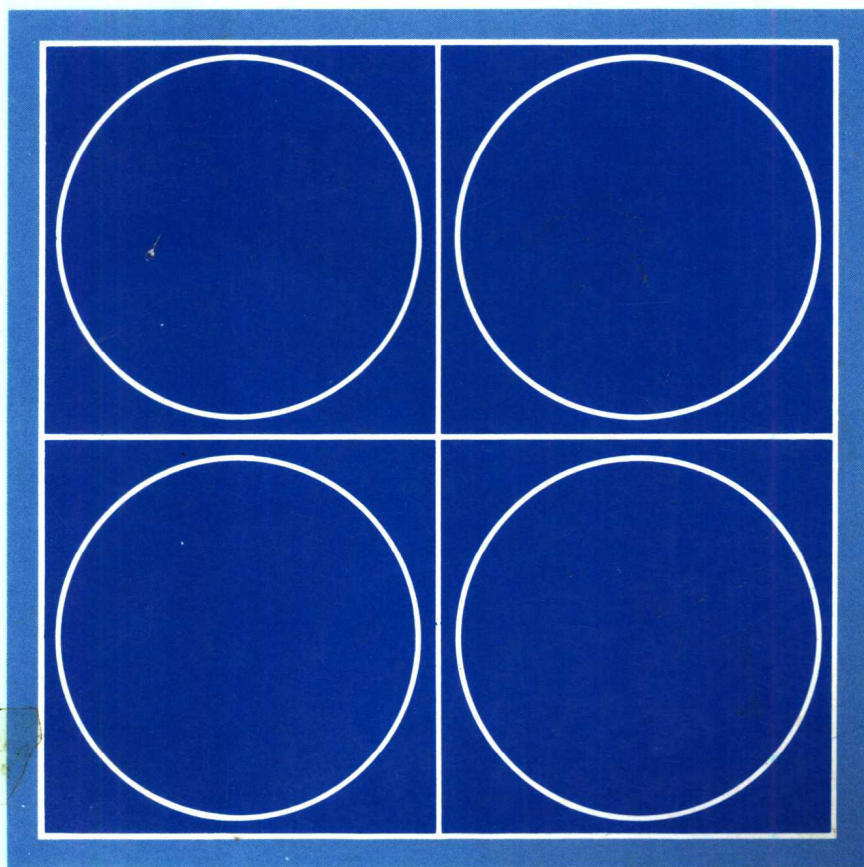


—環保特考・高普考・專技檢覈考—

工業廢水處理精要

沈 永 寧 編著



千華出版公司 印行

工業廢水處理精要

沈永寧編著



千華圖書出版事業有限公司



工業廢水處理精要

編 著：沈永寧

發行人：廖雪鳳

發行所：千華圖書出版事業有限公司

台北市金山南路二段138號2F

電話：(02)3952248·3962195

郵政劃撥：01010213 千華出版社

出版登記：行政院新聞局局版台業字第 3388 號

印刷者：雨利美術印刷公司

中華民國七十七年七月五日初版

版權所有・翻印必究

定價：一五〇元

工業廢水處理精要 目次

第1章 電鍍廢水處理

前 言	1
1-1 電鍍過程	1
1-2 鍍後處理	7
1-3 電鍍廢水的來源	17
1-4 電鍍廢水的性質	18
1-5 電鍍廢水的危害	22
1-6 廠內改善	22
1-7 廢水處理	23
1-8 電鍍廢水處理程序	33
1-9 電鍍廢水及污泥處理	34
1-10 電鍍廢水污泥之最終處置	35
參考書目	36

第2章 紙廠廢水處理

前 言	37
2-1 蒸解製紙漿	37
2-2 造紙過程	38
2-3 廢水來源及其性質	42
2-4 紙漿廢水及其水質	44
2-5 廢水的危害	46
2-6 廠內措施的改善	47

2-7 處理方法	47
2-8 紙漿和造紙工業廢水的處理趨向	50

第3章 食品工業廢水處理

前 言	51
3-1 食品工業之分類	51
3-2 食品加工	52
3-3 廢水來源性質與量	56
3-4 工業廢水食品工業有關廠內改善	60
3-5 食品工業廢水處理	63

第4章 製革工業廢水處理

前 言	67
4-1 製革工業程序	67
4-2 結 論	72
4-3 廢水性質與來源量	72
4-4 廠內改善措施	74
4-5 結 論	78
4-6 製革廢水的處理方法	79
參考書目	81

第5章 染整工廠廢水處理

前 言	83
5-1 纖維工業廢水所造成的影響	92
5-2 廠內改善	94
5-3 建立廢水處理廠	97

附錄：污水處理廠設計例(功能設計)	附	1
壹、基本計劃	附	1
貳、流程圖	附	4
叁、各處理設施之負荷量	附	4
肆、各處理措施容量之決定	附	14
伍、下水道規劃流程圖	附	27
陸、規劃原則	附	28
柒、基本調查	附	29
捌、污染負荷量之計算	附	32
玖、河川水質預測模式	附	40
拾、河川水質控制途徑	附	43
拾壹、下水道工程規劃	附	45
拾貳、工業廢水考古題	附	46

第1章

電鍍廢水處理

前言

台灣地區大小電鍍工廠林立（根據統計約 2,500 ~ 3,000 家），其廢水中主要含有酸、鹼、有毒金屬（鉻、鎘、鋅、鎳、銅等）及含劇毒的氰化物。影響所及，不獨可造成農漁業受害，污染飲水水源，且可破壞環境，損害人體健康。因此，電鍍廢水已成為本省主要水污染來源之一。

1-1 電鍍過程

鍍前處理：

為保證獲得合乎質量要求的表面覆層，必須先對表面進行預先處理，大致可分為三步驟：除油、除銹、改變零件的表面狀態。

(一)除油：金屬表面如有油污，則會在零件表面形成油膜，影響表面覆蓋層及金屬基體的結合力，且油污還會污染電解液，以致影響鍍層的結構，故必先進行除油，工業上的油脂可分為：可在鹼性狀況下生成皂化反應的“皂化油”及礦物油—非皂化油。

目前工廠應用來除油的方法有下列數種，可依實際需要選用。

1. 有機溶劑除油：利用油污溶於有機溶劑的特性將油污除去，工廠常用的有機溶劑有下列數種：汽油、煤油、三氯乙烯、四氯化碳、酒精，大多數情況下使用汽油。
2. 手工除油：對於一些不便利用化學或電化學除油且批量不大的特殊零件，乃以毛刷或抹布黏附除油劑，在零件上刷擦去油，常用的除油劑是維也納石灰、石粉也可用去污粉。

3.化學除油：利用化學藥品，將油脂從零件上除去，其作用原理如下：

(1)皂化作用：皂化油在鹼液中分解，生成易溶於水的肥皂與甘油，而將油污去除。

(2)乳化作用：非皂化油可藉乳化劑作用使其從零件去除，乳化劑可降低油、水表面張力的作用並減少油滴對零件的親和力，而使油滴溶於水中。

加溫和攪拌都能加速油滴進入溶液中。

4.電解除油：電極除油時，電極上析出大量氣體有兩個作用：

(1)猛烈析出氣泡起機械攪拌及剝離作用，因而加速溶液對油脂的皂化和乳化作用。

(2)氣泡從零件表面通過油膜析出時會吸附一層油膜脫離零件帶入溶液。

化學除油配方	1	2	3
溶液成分及處理條件	含 量 (g / ℓ)		
NaOH	30 ~ 50	10 ~ 15	10 ~ 15
Na ₂ CO ₃	20 ~ 30	20 ~ 30	20 ~ 50
Na ₃ PO ₄ · 12H ₂ O	50 ~ 70	50 ~ 70	50 ~ 70
水玻璃 Na ₂ SiO ₃	10 ~ 15	5 ~ 10	5 ~ 10
OP 乳化劑			50 ~ 70
溫度 (°C)	80 ~ 100	70 ~ 90	70 ~ 90
電流密度 (安培 / cm ²)		10 ~ 15	

註：配方 1 適用於鋼鐵零件，2 適用於作直流電解除油，3 適用於銅及銅合金等易腐蝕金屬。

(二)除銹：表面具有金屬氧化物不能進行電鍍，故須去除，除銹方面如下：

- 1.機械法：有噴砂、刷光、磨光、拋光、滾光等。
- 2.化學腐蝕：其原理是利用化學藥品對金屬材料的腐蝕性，將其表面的銹皮溶解或剝離掉，各種不同金屬材料運用不同腐蝕劑及配方使其溶解與剝離。

(1)黑色金屬（有氧化皮的鋼鐵零件）以下列配方處理：

①鹽酸（比重 1.19）
②硫酸（比重 1.84） 200 g / ℓ
③混合酸 H ₂ SO ₄ （比重 1.84） 60 %（重量比） HNO ₃ （比重 1.42） 40 %

但由於鋼鐵零件酸洗時，除了氧化物的溶解外，鋼鐵本身亦會與酸作用，故加入緩蝕劑——通常為有機物及其磺化物（如石油磺酸、磺化豬血等），其會在純淨的鋼鐵表面吸附成膜而隔離酸液與金屬接觸。

(2)銅及合金的酸洗：

以下列配方酸洗：

（請見次頁）

①HCl (比重 1.19) 或 H_2SO_4 (10-15%)	此配方為強腐蝕前的預腐蝕用，主要去除表面氧化皮。
溫度 時間	室溫 30 ~ 60 秒
② H_2SO_4 (比重 1.84)	1 份
HNO_3 (比重 1.42)	1 份
NaCl	2 ~ 3 g / l
溫度 時間	室溫 3 ~ 5 秒
③鉻酐 CrO_3	30 ~ 90 g / l
H_2SO_4 (比重 1.84)	15 ~ 30 g / l
溫度 時間	室溫 5 ~ 15 秒

(3)不銹鋼的酸洗：

在下列配方中進行：

① HNO_3	20 ~ 40 %
HF	25 ~ 50 g / l
溫度	18 ~ 40 °C
時間	30 ~ 60 秒
② CrO_3	60 g / l
HF	120 g / l
溫度	20 ~ 40 °C
時間	視需要而定
③ H_2SO_4	20 g / l
HNO_3	120 g / l
HF	20 g / l
溫度	18 ~ 25 °C
時間	視需要而定

3. 電解腐蝕：是利用電極反應將零件表面的銹皮去除。

(1) 陰極腐蝕：是依靠大量析出氫氣泡和氧化皮的還原與機械剝離作用將金屬銹垢除去。

(2) 陽極腐蝕：是以陽極的電化溶解及化學溶解和析出氣泡來除去金屬垢。

(1)		(2)	
陰極腐蝕電解液成分		陽極腐蝕電解液成分	
H ₂ SO ₄	40~50 g/ℓ	H ₂ SO ₄ (比重1.84)	5~10 g/ℓ
HCl	25~30 g/ℓ	FeSO ₄ · 7H ₂ O	200~300 g/ℓ
NaCl	20~22 g/ℓ	MgSO ₄ · 7H ₂ O	50~60 g/ℓ
溫度	60~70°C	溫度	20~60 °C
電流密度(陰)	7~10安培/cm ²	電流密度(陽)	5~10安培/cm ²
陽極含矽 20~24 % 的矽生鐵			
或含錫 5~10 % 鋁錫合金			

4. 弱腐蝕和中和：

(1) 弱腐蝕：零件在進行電鍍前，通常還經過稀薄腐蝕液作用叫弱腐蝕或活化，以消除經過其它準備工作至電鍍前短時間內表面所生的輕微薄膜，使零件表面有較好的化學均勻性並提高覆蓋層與基體金屬的結合力。

弱腐蝕在下列浸液中進行（二者任選其一）

① H ₂ SO ₄	15 %	浸洗時間 0.5 ~ 1 min
② H ₂ SO ₄	10 %	
HCl	5 %	

(2) 中和：其目的乃是為了防止將酸洗液帶入電鍍液中，通常以 3~5 g/ℓ 的 NaCO₃ 中進行，且中和溶液可用來存放已作前處理而來不及電鍍的零件。

5. 電解作用：在適當的電解液中加入零件作陰極，使陽離子在此還原而附着於零件上形成保護鍍層，陽極則以該陽離子的金屬棒，使其發生氧化反應而溶入電解液中補充電解液的金屬離子。

對於一覆蓋層爲了達到防護目的須具備如下條件：

- (1) 與基體金屬材料結合牢固，附着力好。
- (2) 覆蓋層應完整，孔隙率要小。
- (3) 有良好的物理、化學、機械性能。
- (4) 有一定的厚度及均勻性。

有兩個影響鍍層好壞的重要因素：

- (1) 分散能力：鍍層厚度在零件上均勻分佈情況。
- (2) 鍍層結構：必須細密才有良好的遮蓋能力。

影響分散能力與鍍層結構的可分爲下列數項：

- (1) 改善電流分佈狀況均勻：不使電力綫集中在某些區域，則可得分散均勻鍍層。
- (2) 電解液的影響：對鍍層結構影響最大的還是電解液的組成，氰化電解液或複鹽電解液由於容易形成極化，形成的鍍層也較細緻。
- (3) 主鹽的濃度：隨著主鹽濃度增高，鍍層變得粗糙。反之，鍍層較爲細緻，但電解液濃度亦不能太低，否則易呈海綿狀沉積。
- (4) 添加劑影響：在電解液中加入鹼金屬、酸、鹼等物質，可提高導電度使分散能力改善，且可減低金屬離子強度提高陰極極化使鍍層細緻。

有機添加劑有選擇地加入如膠體、甲酚等，除可促進極作用外，且有整平作用。

綜合上述影響條件，可視需要細緻狀況、經濟條件等而選擇電解液來電鍍，各種配方請查電鍍方面資料。

1-2 鍍後處理

目的是消除電鍍過程中產生的一些缺陷，改善鍍層的理化性質，提高鍍層的抗蝕能力，延長壽命。

一、除氫：

氫的還原電位（標準狀況下）較鋅、鎳、鉻、鎘、錫、鉛等還低。但因氫的超電壓（析出電壓較標準高壓高）才能鍍上這些金屬，加入降低氫離子濃度和活性的化物可以減少氫的析出。但無論如何總有少量氫還原，並且還原的氫還會有部份以原子狀態，滲入鍍層和基體金屬的晶格中，造成內應力使材料變脆，稱為氫脆，在酸洗和陰極電解除油時也會造成氫脆。為消除氫脆的危害，一般都採加熱處理，將氫從零件中趕出，稱為除氫。通常採 $200^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 除氫 2 小時，在烘箱或油槽中進行，油槽除氫適用於鍍鉻和不進行鍍後處理的零件。

二、出光：

為使鍍層達到光亮目的，在下列溶液中操作 3 ~ 10 秒（任選其一）

(一) HNO_3 4 ~ 6 g / ℓ

(二) CrO_3 150 ~ 200 g / ℓ 於室溫下

H_2SO_4 3 ~ 4 g / ℓ 或 Na_2SO_4 8 ~ 10 g / ℓ

三、鈍化：

為了提高鍍層的抗蝕能，在鉻酸或鉻酸鹽溶液中使鍍層表面覆蓋一層穩定性較高的鉻酸鹽膜，稱為鈍化。可提高鍍層的防護性能及增加表面美觀。

鈍化膜形成原理：

爲鍍上金屬的零件在鉻酸或鉻酸鹽中處理時，金屬被溶解且消耗了大量酸使零件與溶液界面的酸度降低，使 PH 升高至 PH 7.4 時，便形成難溶的鹼式鉻酸鹽及其水合物析出，覆蓋在金屬表面，形成鈍化膜。

(一)重鉻酸鹽鈍化液

$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	200 g/ℓ
H_2SO_4	8~10 g/ℓ
溫度	室溫
時間	5~10 秒

(二)三酸鈍化液

CrO_3	150~180 g/ℓ
HNO_3	10~15 g/ℓ
H_2SO_4	5~10 g/ℓ
溫度	室溫
時間	在溶液中 10~15 秒 在空氣中停留 5~10 秒

以上爲電鍍的大致過程。

以下列出幾種電鍍流程（附表）：（請見次頁）

表 鍍 鋅 的 工 藝 過 程

工 序	工 序 名 稱	溶 液 成 分		工 藝 條 件			備 註
		組 成	含 量 (克/升)	電 流 密 度 (安 培 / 分 米 ²)	溫 度 (°C)	時 間 (分)	
1.	驗收零件						按文件規定進行
2.	汽油洗						洗去零件上的油污
3.	裝掛						用銅、鐵絲綁零件
4.	化學除油	苛性鈉	40~50		70~90	除盡止	溫度允許沸騰。銅及其合金可不進行此工序
		碳酸鈉	40~50				
		磷酸鈉	30~40				
		矽酸鈉	3~10				
5.	溫水洗						
6.	冷水洗						
7.	強腐蝕	鹽酸	200~250		室溫	10	不大於10分鐘。銅零件不進行此工序
8.	冷水洗						
9.	出光	鉻酐	280~300		室溫	5~10秒	此工序有些廠不用
		硫酸	2.5~3.0				
10.	冷水洗						
11.	電化學除油	苛性鈉	10~15	3~5	50~70	陰極： 3~10 陽極： 1~2	銅零件用陰極除油，不大於5分鐘
		碳酸鈉	20~25				
		磷酸鈉	30~70				
		矽酸鈉	3~10				
12.	溫水洗						
13.	冷水洗	硫酸	50~80		室溫	0.5~1	
14.	弱腐蝕	鹽酸	20~30				
15.	冷水洗						

16.	中和	碳酸鈉 30~50		室溫	0.5~1	未及時電鍍的零件，可浸入此溶液中，暫時防銹保存，但在電鍍時，還需按工序13、14、15進行
17.	冷水洗					
18.	鍍銅	氰化亞銅 20~30 氰化鈉 (游離) 7~15 碳酸鈉 10~80 苛性鈉 10~15 酒石酸鉀鈉 30~60	2	50~60	30~60	銅零件不進行此工序
19.	冷水洗					

鍍鋅的工藝過程

工 序	工序名稱	溶液成分		工 藝 條 件			備註與說明
		組 成	含 量 (克/升)	電流密度 (安培/ 分米 ²)	溫 度 (°C)	時 間 (分)	
1.	鍍前檢驗						檢查零件 表面狀態、 尺寸、 公差等
2.	汽油洗	汽油					洗淨零件
3.	裝掛	夾具銅 絲					
4.	化學或電 化學除油	苛性鈉	30 ~ 50	5 ~ 10	70~90	陰極： 3 ~ 5 陽極： 2 ~ 3	化學除油 時間視具 體情況而 定 電化學除 油先陰極 後陽極 銅及合金 用陰極除 油，彈性 零件用陽 極除油 除油到表 面潤水為 止
		碳酸鈉	20 ~ 30				
		磷酸鈉	30 ~ 50				
		矽酸鈉	5 ~ 10				
5.	熱水洗	熱水			80~100		
6.	冷水洗	冷水					
7.	強腐蝕	濃鹽酸	比重1.19		室溫	10~30秒	無氧化皮 可不進行
8.	冷水洗	冷水					
9.	電化除油						同工序 4.
10.	熱水洗	熱水					
11.	冷水洗	冷水					