

# 熱浸鍍鋅

趙焜堦題

2023/04

NO.81

<http://www.galtw.org.tw>



中華民國熱浸鍍鋅防蝕技術研究基金會  
Galvanizers Foundation of R.O.C.

中華民國熱浸鍍鋅協會  
Galvanizing Association of Taiwan

■ 鋼橋、廠房等鋼鐵結構物的最佳防蝕方法

創造熱浸鍍鋅文化 · 維護台灣有限資源





## 熱浸鍍鋅 — HOT DIP GALVANIZING

**鋼鐵製品之最佳防蝕處理！**

**小自螺絲、螺帽及其他零組件**

**大至鋼鐵橋樑、廠房鋼結構**

我們的理念是 — 只要有鐵的地方就能夠，也應該做『熱浸鍍鋅表面防蝕處理』



高雄海洋文化及流行音樂中心



中油林園新六輕廠房結構

## 服務項目

### 結構爐 (16500×1800×3300mm)

- 路燈、標誌桿、護欄板、鋼管、格子板、水溝蓋、熱交換器、桁架、鐵塔、電力電信構件、橋梁廠房等各類鋼構物。

### 配件爐 (3000×1000×1200mm)

- 螺絲、螺帽、鉚釘、墊圈等小型鋼鐵製品及扣件。

我們不誇耀設備的新穎與宏大，我們只強調服務與品質

# INDEX

- 1 **第一單元** ▶ 活動公告
  - ◎ 工程耐久性技術與永續發展研討會
- 3 **第二單元** ▶ 生產技術及防蝕技術專題：
  - ◎ GI產品沉浸軋痕黑化不均機制調查與改善
  - ◎ 鋅鋁高強度鋼熱浸鍍Zn-5 wt%Al鍍層組織的分析
- 21 **第三單元** ▶ 工程實績介紹：
  - ◎ 彰工升壓站土建設施統包新建工程
- 33 **第四單元** ▶ 2022年生產統計表
- 34 **第五單元** ▶ 熱浸鍍鋅問答集
- 39 **第六單元** ▶ 本會認證熱浸鍍鋅廠合格廠商
- 40 **第七單元** ▶ 熱浸鍍鋅結構物設計要點
- 41 **第八單元** ▶ 中華民國熱浸鍍鋅協會簡介及  
中華民國熱浸鍍鋅防蝕技術研究基金會簡介

2023/04  
NO.81



彰工升壓站土建設施統包新建工程

業主單位：台電公司輸變電工程處中區施工處  
營造單位：瑞助營造股份有限公司  
鍍鋅單位：易宏熱鍍鋅工業股份有限公司  
慧鋼企業股份有限公司  
嘉鍍科技股份有限公司  
亨欣工業股份有限公司 共同承攬  
鍍鋅數量：2730噸  
工程構造：RC鋼筋混凝土

## 廣告索引

- 封底 ▶ 力鋼
- 封面裡 ▶ 慧鋼
- 封底裡 ▶ 盟雅
- 4 2 頁 ▶ 鋼結構協會
- 4 3 頁 ▶ 現代營建雜誌社
- 4 4 頁 ▶ 前鋒日報社
- 4 5 頁 ▶ 亨欣
- 4 6 頁 ▶ 易宏
- 4 7 頁 ▶ 臺鍍

鍍鋅雜誌滿意調查表



您的寶貴意見是我們將內容更完善的原動力！  
(請掃描進入填寫，感謝您的支持！)

發行者 ■ 財團法人中華民國熱浸鍍鋅防蝕技術研究基金會  
協辦單位 ■ 中華民國熱浸鍍鋅協會  
發行人 ■ 魏豐義  
社長 ■ 蕭勝彥  
主編 ■ 黃勝俊  
副主編 ■ 王和源  
編輯委員 ■ 張六文、鄭錦榮、羅俊雄、陳鴻興、黃慶輝  
何芳元、鄭明智、蔡明達  
助理 ■ 賴淑娟  
會址 ■ 806024高雄市前鎮區一心二路33號11樓B2室  
電話 ■ (07)3320958~9  
傳真 ■ (07)3320960  
網址 ■ <http://www.galtw.org.tw>  
電子信箱 ■ [galvanat@ms63.hinet.net](mailto:galvanat@ms63.hinet.net)  
印刷設計 ■ 達利金廣告設計有限公司 0939784123

## 工程耐久性技術與永續發展研討會

會訊

目的：依據聯合國報告顯示，2021年營建施工及營運在全球的碳排放比例約占37%，由於循環設計與永續概念不足，導致營建產業成為全球碳排放的大戶。為降低碳排，除了致力低碳材料及低碳工法的研發，工程耐久性及延壽技術也是重要的關鍵策略，藉由設計提高新建工程的使用年限或是以維護補強技術延長既有工程的使用壽命，都可以避免資源的浪費，這正是循環經濟所強調的。因此，在全球邁向永續發展的趨勢下，台灣循環經濟學會及臺灣營建研究院特別邀請專家就耐久性及防蝕技術做經驗分享及技術探討，期望藉此研討會喚起營建產業對防蝕及耐久性設計的重視，以利工程永續。

主辦單位：社團法人台灣循環經濟學會、財團法人臺灣營建研究院

協辦單位：中華民國熱浸鍍鋅協會

研討日期：2023年5月19日（星期五）

研討地點：張榮發基金會國際會議中心10樓1001廳  
（台北市中正區中山南路11號）

報名費用：免費（名額限200人，額滿為止），技師及建築師訓練積分申請中

報名方式：線上報名 (<https://forms.gle/WRe8v2Tzd1t2HAUU6>)  
或掃QR Code



聯絡電話：財團法人臺灣營建研究院 李小姐 (02-89195042)

## 議程表

厚度等級	講題	主講人	主持人
08:30~09:00	報 到		
09:00~09:10	貴賓致詞 國立臺灣大學土木工程學系 陳振川 名譽教授 中華民國熱浸鍍鋅協會 蕭勝彥 理事長		
09:10~09:40	耐久及延壽才是工程永續的根本	呂良正 理事長 / 院長 台灣循環經濟學會 臺灣營建研究院	廖肇昌 技術長 亞新工程顧問公司
09:40~10:20	國內腐蝕環境及設施腐蝕現況調查	李家順 資深工程師 交通部公路總局	
10:20~10:40	休息 交流討論		
10:40~11:20	熱浸鍍鋅防蝕技術在土木工程的創新應用	宋昌國 總經理 荔盛工程顧問有限公司	彭振聲 前副市長 臺北市政府
11:20~12:00	防蝕技術及耐久性設計	林曜滄 副總經理 台灣世曦工程顧問公司	
12:00	賦歸		

## GI 產品沉浸輓痕黑化不均機制調查與改善

蕭志臻<sup>1</sup>、吳智賢<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 中鋼公司 冶金技術處 冷軋品管組

<sup>2</sup> 中鋼公司 軋鋼三廠 封盒退火精整工場

### 摘要

機殼產業大量使用熱浸鍍純鋅 (GI, Galvanized) 耐指紋 (AFP, anti-finger print) 皮膜鋼捲，主要應用於伺服器機殼 (Server case) 及一般電腦桌機機殼 (Computer case)，隨著 5G 通訊應用、雲端伺服器儲存需求成長，GI 耐指紋鋼捲於機殼產業之使用量也逐年增加。因客戶多屬裸裝不烤漆用途，對 GI 耐指紋鋼捲不再只侷限於耐蝕性功能需求，更注重於高表面品質要求。近年來陸續有客戶反映 GI 耐指紋機殼產品表面有沉浸輓痕黑化不均之色澤差異，故進行分析與改善。

由掃描式電子顯微鏡 (Scanning Electron Microscope, SEM) 及輝光放電分析儀 (Glow Discharge Spectrometer, GDS) 分析觀察黑化沉浸輓痕缺陷區 (黑色區) 有初始合金化現象，另經 X 光繞射儀 (X-Ray Diffractometer, XRD) 分析發現缺陷區有較強的 (002) 結晶方位取向，加上塗覆耐指紋皮膜使鋅層與外界阻隔良好而產生缺氧型氧化，更凸顯缺陷區與正常區 (白色區) 之氧化速率不同，最後形成沉浸輓痕狀分布的黑白色澤差條紋。

為減少沉浸輓帶來的黑化不均影響，逐步進行三大改善措施，包含：  
1. 鋼帶入鋅槽溫度管理、2. 鋅槽區鋼帶張力管控、3. 加強鋼捲包裝防護，追蹤客戶使用無不良反映，顯示各項改善措施已有成效，也大幅提高客戶用料信心。

## 一、前言

熱浸鍍純鋅 (GI, Galvanized) 耐指紋 (AFP, anti-finger print) 皮膜鋼捲 (以下簡稱 GI 耐指紋鋼捲), 廣泛應用於伺服器機殼 (Server case) 如搜尋引擎<sup>[1]</sup>、電商、雲端資料庫等機房內之伺服器 (圖 1), 及一般桌機電腦機殼 (Computer case)<sup>[2]</sup> (圖 2), 隨著 5G 通訊應用、雲端伺服器儲存需求大量成長, GI 耐指紋鋼捲於機殼產業使用量也逐年增加。中鋼下游客戶主要為裁剪業及部分直接用戶 (伺服器製造業), 因客戶多屬裸裝不烤漆用途, 故供應鏈下游對 GI 耐指紋鋼捲不再只侷限於耐蝕性功能需求, 更著重於高表面品質要求。一般 GI 耐指紋產品有隨著儲放時間自然黑化的特性, 整體而言為均勻黑化, 因此客戶會進行料源先進先出管理, 來避免板面色澤差異過大, 惟近年來有部分客戶反映 GI 耐指紋產品表面有沉浸輓痕狀之黑白條紋, 造成用料困擾, 故本研究對其進行分析與改善。



圖 1 (左)Google 資料中心伺服器 / (右) 伺服器機殼<sup>[1]</sup>。



圖 2 桌機電腦機殼 [2]。

## 二、熱浸鍍鋅製程及沉浸軋簡介

本研究中的GI耐指紋鋼捲其底材為JIS G3302 SGCC規格之低碳鋼，生產流程(如圖3)為冷軋未經退火的鋼帶解捲後，經清洗設備洗去冷軋製程殘留的軋延油及鐵粉，再經由連續式退火爐進行退火，以達到所需的機械性能，接著鋼帶冷卻至約 $500^{\circ}\text{C}$ (仍高於鋅液熔融溫度 $419^{\circ}\text{C}$ 以上)，經由鋅槽軋組浸入熔融鋅液後，藉由氣刀刮除多餘鋅液以控制鍍鋅層厚度，並經過調質軋延、張力整平製程以消除降伏點及板形控制，同時可獲得均一的表面品質，最後塗覆一層耐指紋皮膜，經盤捲為GI耐指紋鋼捲成品。



圖 3 GI 耐指紋鋼捲生產流程。

鋼帶於熱浸鍍鋅過程中最重要的設備之一即為鋅槽輥組，其配置包含沉浸輥、穩定輥及矯正輥(圖4)，主要功能為鋼帶經爐區退火後浸入熔融鋅液，再轉向離開鋅槽之重要機構，而沉浸輥為避免鋼帶與其輥面接觸時產生水膜效應打滑而衍生刮傷等缺陷，於輥面設計輥溝使鋅液向外排除，近年來客戶反映的沉浸輥痕狀黑白條紋，即與其表面輥溝型態對應(圖5)。

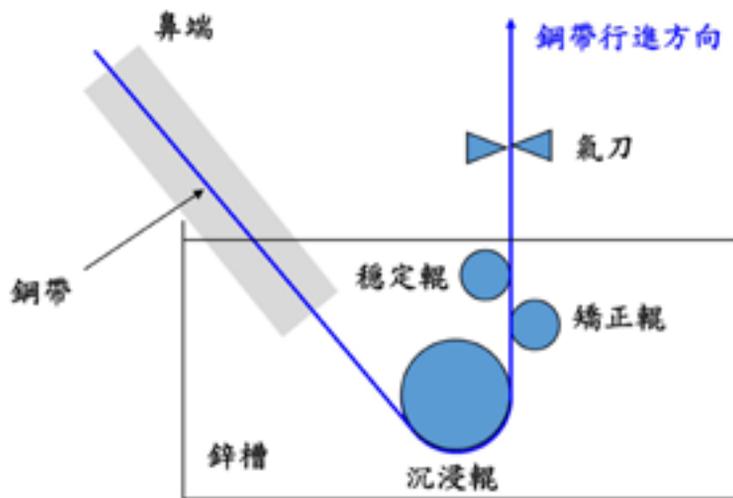


圖 4 鋅槽輥組示意圖。

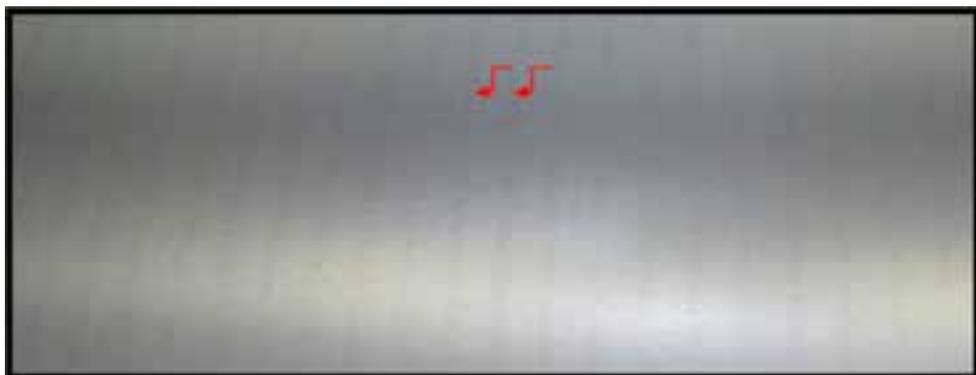


圖 5 熱浸鍍鋅鋼片表面照片，顯示沉浸輥痕黑白色差條紋。

### 三、沉浸輓痕黑化不均機構探討解析

#### (一) 沉浸輓痕黑化不均金相探討

GI 耐指紋鋼捲其耐指紋皮膜覆蓋於鋅層之上，故鋅層與外界環境無法直接接觸，因此會在皮膜下產生缺氧型氧化，產生如  $ZnO_{(1-x)}$  等氧化物，經光線反射與干涉所產生的色澤差異，也就是所謂的黑化反應<sup>[3-4]</sup>，若鋼捲經長時間儲放，處於高溫、高濕環境均會加重其反應。

針對沉浸輓痕黑化不均之黑色條紋區域(異常區)進行橫截面金相分析，金相研磨時因鍍鋅層與低碳鋼底材硬度差異大，較軟的鋅層區域因容易被磨到導致凹凸不平，鋅層在金相中的對比較為灰暗，底材較硬的區域在金相影像中為較亮區域。由圖 6 可見在缺陷處之橫截面金相中，灰暗的鋅層中有發現與底材連接之較硬的突起物，而白色條紋處(正常區)則無觀察到此現象。後續以掃描式電子顯微鏡進一步分析，突起物皆為鋅鐵化合物(圖 7)，因此研判缺陷區域有初始合金化的現象。

一般熱浸鍍純鋅(GI)為避免底材鋼帶有過度鋅鐵合金化反應，使得鍍層變硬、變脆而容易剝落，會在鋅槽中的熔鋅加入微量鋁(含量約 0.10~0.30%)，因鋁(Al)和鋼帶的鐵(Fe)親和力相對較高，易反應產生  $Fe_2Al_5$  富鋁層，使鐵和鋅不會過度反應，並可增加純鋅鍍層(GI)附著性。故純鋅鍍層中因富鋁層的存在，鋅與鐵並不會直接發生反應，而上述金相分析中出現鋅鐵初始合金相，可從製程推測出兩種可能：

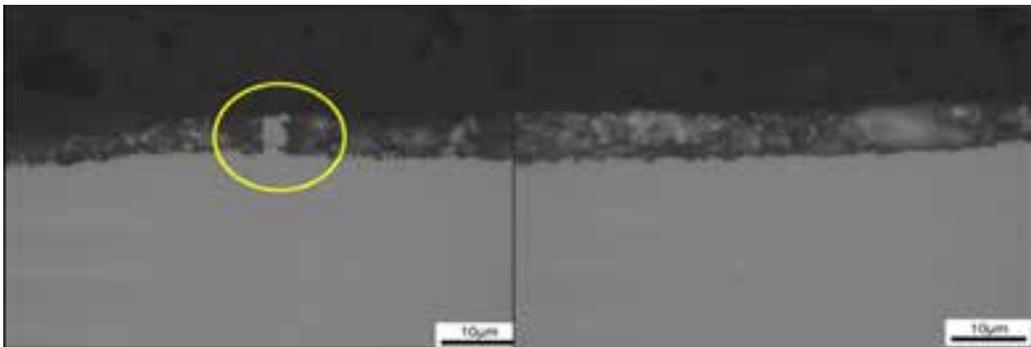
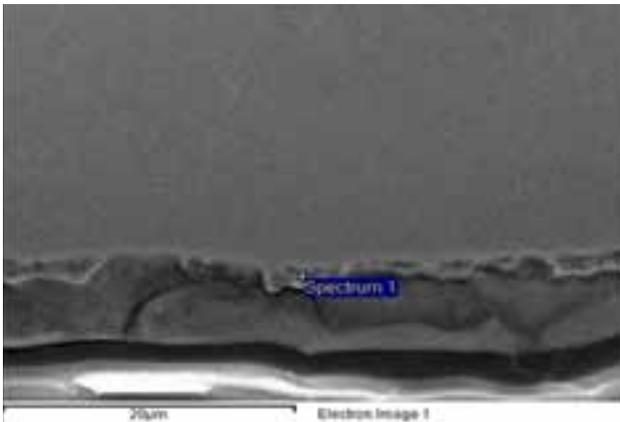


圖 6 沉浸輓痕黑色條紋缺陷區域的橫截面金相照片，可發現初始鋅鐵合金相(左方黃色圓圈處)，而正常區(右方)則無初始合金相。



Element	Weight%	Atomic%
Al K	1.09	2.57
Fe K	6.07	6.92
Zn K	92.84	90.50
Totals	100.00	

圖 7 初始合金相 SEM-EDX (\*) 分析結果。

註：(\*) 能量散射 X 射線譜 (Energy-dispersive X-ray spectroscopy, EDX)。

## 1、鋼帶入鋅槽溫度過高：

因富鋁層會阻礙鋅、鐵接觸及反應，當鋼帶入鋅槽溫度夠高，足以越過擴散能障 (Energy barrier) 時，鋅鐵相突破富鋁層產生初始合金化反應。

## 2、沉浸輥結晶鏟傷導致沉浸輥痕：

當鋅槽內懸浮的鋅渣較多時，會沾附在沉浸輥上造成結晶等現象，若鋅渣累積過多後會填滿沉浸輥原有溝槽，此時沉浸輥接觸鋼帶過程將造成底材局部鏟傷 (小凹坑)，進而造成局部富鋁層較薄，故溝槽區與輥面因富鋁層的差異即產生沉浸輥痕，使相同條件下溝槽區局部的鋅、鐵可以較容易突破富鋁層而產生局部合金化的反應，若鋅槽區張力較大時此現象愈容易發生。

針對以上兩種可能因素列為改善方向，並進一步針對沉浸輥痕黑化不均的黑白條紋以輝光放電分析儀分析，獲得各元素於極表面深度方向的分佈，結果如圖 8 所示。正常區 (白色條紋處) GDS 分析結果，鐵元素濃度隨著 GDS 檢測深度的增加而增加，鋅元素隨著深度的增加而減少，與固相間正常擴散結果相符合。但是缺陷區 (黑色條紋處) 在富鋁

的介面上可以觀察到鋅、鐵元素均有一不連續的現象發生，可知有一鋅、鐵反應發生在富鋁層介面附近，與橫截面金相觀察到鋅鐵初始合金相的結果吻合。

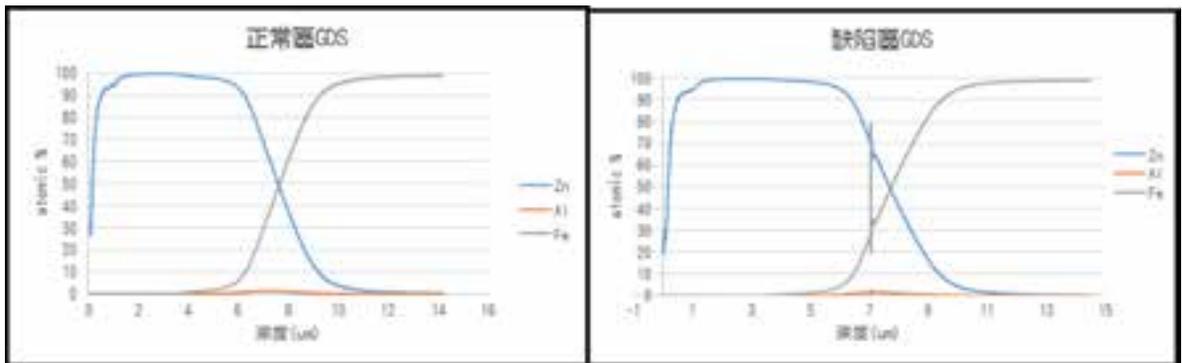


圖 8 (左) 正常區 GDS 結果、(右) 缺陷區 GDS 結果。

## (二) 沉浸輓痕鋅層結構方位探討

沉浸輓痕黑化不均的原因從上述分析結果可得知，其黑白條紋區域分別對應沉浸輓溝槽與輓面處，於鍍鋅過程之鋅層結構略為不同，對腐蝕(氧化)的抵抗能力亦不同，進而導致腐蝕(氧化)速率與方位的差異。進一步以 X 光繞射儀進行分析，鋅層的結晶方向為底材往表面方向凝固，因此結晶方位較為一致，鋅的結構為 HCP，結晶面主要為 (002)，與 XRD 結果 (圖 9) 相符。在缺陷區與正常區之鋅層結構方位組成上還是有輕微的差異，偏黑缺陷區 (對應沉浸輓溝槽處) 有較強的優選方位 (002) (偏黑區 peak counts 約 2500，偏白區約 1500)，即熱浸鍍鋅時鋼帶與沉浸輓輓面或溝槽接觸時，使生成之鋅層有輕微的方位差。造成方位差的原因可能為：

### 1、沉浸輓輓面轉印：

正常區域即沉浸輓輓面區，接觸到鋼帶時而產生較多成核點，凝固時結晶方位較為紊亂、隨機 (優選方位較弱)，後續黑

化發生時，反而較看不出對比。

## 2、鋅層結構不同：

如前述橫截面金相探討內容所提，在沉浸輓溝槽處有鋅鐵初始合金化發生的現象。

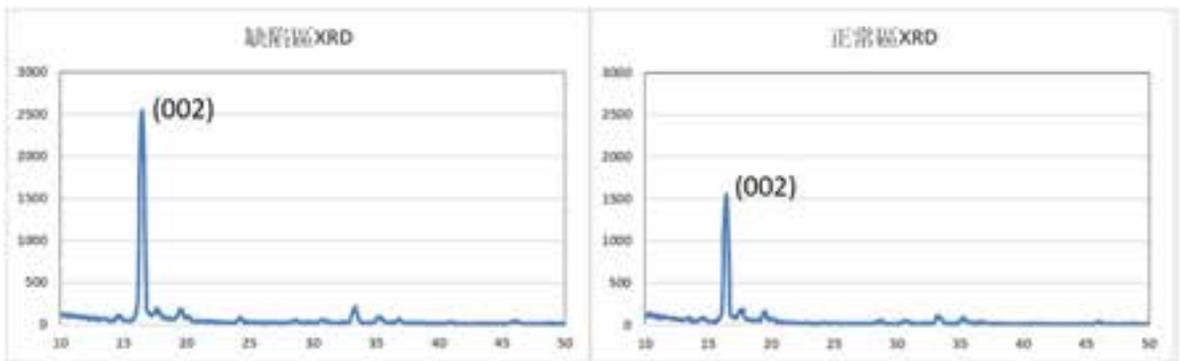


圖 9 (左) 缺陷區 XRD 結果、(右) 正常區 XRD 結果。

## 四、改善對策

由前述分析可知，要避免沉浸輓痕黑化不均的黑白條紋(分別對應沉浸輓溝槽與輓面處)差異產生，可由減少其對應區域之鋅層結構不同著手。

### (一) 鋼帶入鋅槽溫度管理

一般生產 GI 產品時，鋼帶入鋅槽溫度傾向於略偏高溫作業，優勢為可降低鋼帶溫度偏低狀況下，接觸沉浸輓時產生結晶風險，避免鋼帶表面出現結晶型沉浸輓痕。但在鋅槽微量鋁含量作業範圍生產 GI 產品時，因富鋁層相對較薄，鋅與鐵易突破富鋁層產生初始合金化反應，故在沉浸輓不產生結晶的前提下，針對鋼帶入鋅槽溫度儘量控制在 500℃ 以下，可減少鍍鋅時產生初始合金化反應機率。

### (二) 鋅槽區鋼帶張力管控

生產電腦機殼用料時，產線限定鋅槽區鋼帶張力上限為單位張力的1.5倍，避免沉浸輥面與鋼帶接觸應力過大，同時鋅渣沿著溝槽轉印至鋼帶，進而加大沉浸輥面與溝槽處的鋅層結晶方位差異，導致黑化後鋅層色澤差異凸顯。

### (三) 加強鋼捲包裝防護

鋼捲面臨長時間久儲及高溫高濕之儲運條件下，將加劇其鋅層黑化效應，於鋼捲防水防鏽紙外再加裝全套式PE膜(圖10)，可減緩水氣侵入鋼捲包裝內部，進而減少鋼帶表面黑化不均問題。



圖 10 全套式 PE 膜鋼捲包裝外觀。

## 五、結論

(一) 黑化沉浸輥痕缺陷經分析成因為鋼帶接觸沉浸輥面與溝槽處位置的鋅層構造不同，包含缺陷區之初始合金化相及鋅層結晶優選方向

(002)，於耐指紋皮膜阻隔下鋅層產生缺氧型氧化反應，進而凸顯黑色區與白色區（分別對應沉浸輓溝槽與輓面處）之氧化速率差異所產生的結果，由外觀可見沉浸輓痕狀分布的黑白條紋。

(二) 經採行：(1) 鋼帶入鋅槽溫度管理、(2) 鋅槽區鋼帶張力管控、(3) 加強鋼捲包裝防護等 3 大改善措施後，除降低生產電腦機殼產品之沉浸輓痕不良率，另經長期追蹤客戶使用結果，未再反映有類似不良狀況，顯示各項改善措施已有成效，也大幅提高客戶用料信心。

## 參考文獻

1. <https://www.google.com/about/datacenters/gallery/>，Google 資料中心相片庫。
2. <https://www.coolermaster.com/tw/zh-tw/catalog/cases/mid-tower/killer-103/>，酷瑪官方網頁。
3. 耐指紋板表面黑變缺陷的研究，盧燕平等，鋼鐵研究學報 Vol.13 No.2，April 2001。
4. 熱浸鍍鋅鋼片之黑變，陳蓓莉，技術與訓練 29 卷 1 期，民國 93 年。

## 錳鋁高強度鋼熱浸鍍 Zn-5 wt%Al 鍍層組織的分析

王光國<sup>1</sup>、許瓊文<sup>2</sup>、張六文<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 中山大學材料與光電科學學系

<sup>2</sup> 中山科學院材料暨光電研究所

### 摘要

本研究利用掃描式電子顯微鏡與穿透式電子顯微鏡，分析錳鋁第三代先進高強度鋼浸鍍於 Zn-5 wt%Al 的鋅浴後，表面所形成的熱浸鍍層的顯微組織。分析結果顯示，鋼材在退火階段，在表面會形成雙層的氧化物，上層為氧化錳，下層則為氧化鋁。在熱浸鍍鋅之後，大部分的氧化錳被鋅浴中的鋁還原，當氧化鋁覆蓋並不完全時，底材的鐵溶出，與鍍層中的鋁反應，在界面生成致密的  $\text{Fe}_4\text{Al}_{13}$  鐵鋁相。但是當氧化鋁完全覆蓋底材，阻斷鐵的溶出，就會使界面鐵鋁層無法形成。Zn-5 wt%Al 鍍層以鋅鋁共晶相為主，同時摻雜了塊狀  $\alpha\text{-Al}$  和  $\eta\text{-Zn}$  相，與一般 Galfan 鍍層類似。

### 一、前言

因應未來汽車車體（身）持續減重的需求，全世界各大鋼廠與學術界均致力於開發高強度 (>1000 MPa) 和高延伸率 (>20%) 的第三代先進高強度鋼。第三代先進高強度鋼添加大量的錳、鋁或矽等合金元素，以得到次微米的雙相組織，使鋼材擁有優異的強延積。然而，在連續退火時，大多數的合金元素會在鋼材表面優先氧化，形成厚且緻密的氧化層。在熱浸鍍鋅處理時，容易出現鋅層潤濕性不良，導致鍍覆不均和大量未鍍點出現的現象。為了克服此一問題，提高鋅浴鋁含量，利用鋁熱還原反應加速氧化層還原是可行的對策之一。事實上，此一對策確實可以克

服高合金鋼熱浸鍍鋅困難的問題。本研究即針對成功鍍覆的 Zn-5 wt%Al 鍍層的顯微組織進行分析，藉以瞭解鍍覆於第三代先進高強度鋼表面的 Zn-5 wt%Al 鍍層與一般 Galfan 鍍層顯微組織的異同。

## 二、鋼材與研究方法

本研究使用錳鋁總含量高於 6wt% 的冷軋錳鋁鋼(約 1.5 mm 厚)為底材，將鋼材裁切成 200 mm x 120 mm 的試片，經清洗後再利用熱浸鍍鋅模擬器 (Iwatani HDS) 進行連續退火與鍍鋅實驗。試片在露點 -30°C 的氣氛 (95%N<sub>2</sub>+5%H<sub>2</sub>) 中，先以每秒 5°C 速率升溫至 800°C，恆溫退火 60 秒，再以每秒 15°C 速率降溫至 460°C，持溫 60 秒後，浸入鋁含量為 5 wt% 的鋅浴 (460°C) 中停留 3 秒，之後試片立即抽離鋅槽，並利用高壓氮氣將多餘的鋅液吹除，以控制鍍鋅層厚度 (約 10 μm)。試片將利用掃描式電子顯微鏡 (SEM, Zeiss SUPRA 55) 觀察鍍層表面形貌和橫截面顯微組織。同時進一步以穿透式電子顯微鏡 (TEM, FEI Tecnai G2) 分析鍍層鋅鐵界面的顯微組織。

## 三、結果與討論

### (一) 鍍鋅鋼片外觀與鍍層表面顯微組織

圖 1(a) 是熱浸鍍鋅後的錳鋁鋼片外觀照片，沒有肉眼可觀察到的未鍍點，鋅層品質良好。顯示鋼材表面生成的選擇性氧化物，可能多數已經被鋅浴中的鋁所還原，如果此一推論屬實，則鐵鋅界面應該可以觀察到高覆蓋率的鐵鋁抑制層。圖 1(b) 為熱浸鍍鋅的錳鋁鋼片鍍層表面的 SEI 影像，顯示鍍層主要由鋅鋁共晶組織 ( $\beta$ -Al+ $\eta$ -Zn) 所組成，為標準的 GF(Galfan) 鍍層的組織。

### (二) 鍍鋅層膜厚度測與分析

圖 2 為鍍層橫截面的 BEI 影像，從低倍率影像觀察統計可分為 I、

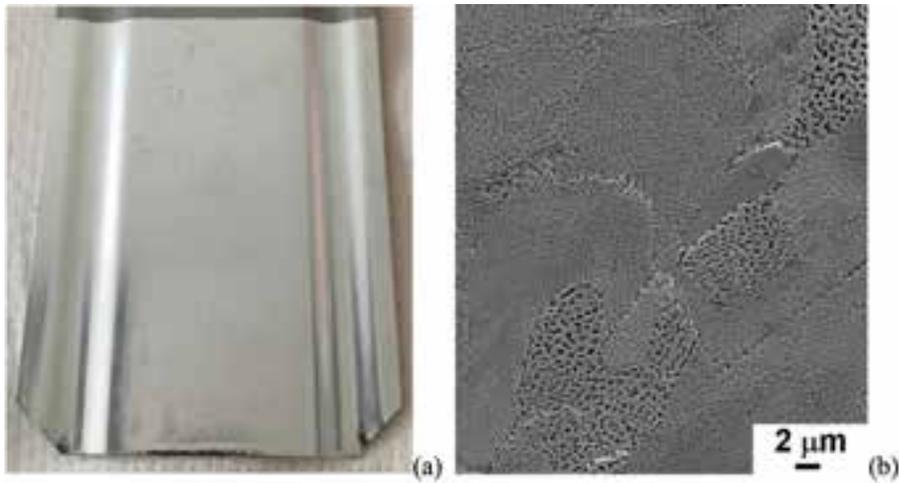


圖 1 (a) 熱浸鍍鋅錳鋁鋼片的外觀照片，和 (b) 鍍層表面的 SEI 影像

Ⅱ 及 Ⅲ 三種厚度分布，如圖 2(a) 所示。在 I 區鍍層厚度(膜厚)比較不均，介於 1.5-5.0  $\mu\text{m}$ ，此區比例約占 30%。Ⅱ 區鍍層厚度介於 10-12  $\mu\text{m}$  之間，在鍍層中所佔比例約為 60%，符合預期的鍍鋅層厚度。Ⅲ 區鍍層厚度偏高，介於 15 至 20  $\mu\text{m}$  之間，佔比約 10% 比例。上述膜厚的差異目前尚無法確知原因，研判可能與底材表面粗糙度，或是與風刀壓力穩定性或均勻性有關。除膜厚差異外，影像對比也清楚呈現鍍層組織的不同。圖 2 (b) 為鍍層高倍率影像與 EDS 分析結果，顯示 I 區鍍層的鋁含量在 30-60 wt% 之間（參見位置 A 與 B 的 EDS 能譜），應該是含有過飽和鋁的  $\eta$ -Zn。而 Ⅱ 與 Ⅲ 區則以鋅鋁共晶組織為主，其中摻雜有白色的  $\eta$  鋅，和深灰色的塊狀  $\alpha$ -Al。後二者尺寸從數  $\mu\text{m}$  至數十  $\mu\text{m}$ 。位置 C 是  $\eta$  鋅，其 EDS 能譜顯示其鋁含量只有 2wt%，位置 D 是鋅鋁共晶組織，其 EDS 能譜顯示其鋁含量約為 5wt%。

根據鍍層膜厚度量測與分析結果，不難發現鋼材表面粗糙度對鍍層膜厚有直接的影響，在表面粗糙度較高時，相對提高鋅液潤濕性。當固定氣流量下除鋅液時，可能導致相對低的鍍層厚度。另一方面，EDS 成分分析發現 <5 $\mu\text{m}$  厚的鍍層主要由  $\alpha$ -Al+ $\eta$ -Zn 組成，缺少單獨的  $\eta$ -Zn 組成，

與傳統 Galfan 鍍層的鋅鋁共晶組織為主有差異。而當厚度  $>5\mu\text{m}$  才有鋅鋁共晶組織形成，但依然存在著  $\alpha\text{-Al}$  塊體分散在鍍層中。目前還無法確認實際原因，但可確認  $\alpha\text{-Al}$  是比鋅鋁共晶組織預先析出的，這現象研判可能與鋅浴鋁含量分布不均有關。從上述的結果與討論，可預期不管是膜厚或鍍層組織變化，將會對後續合金化反應的生成相與組織結構有直接的影響。

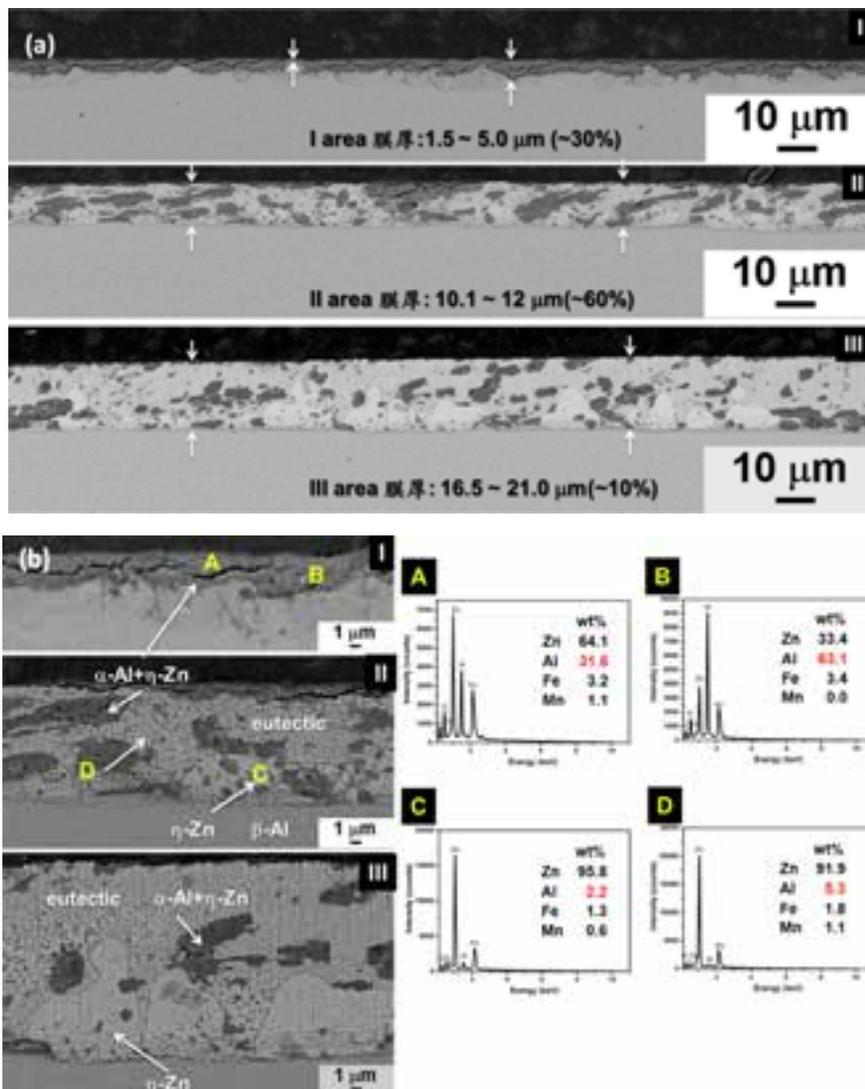


圖 2 鍍層橫截面 (a) 低倍率 BEI 影像，(b) 高倍率 BEI 影像與四個位置的 EDS 能譜。

### (三) 鐵鋁層觀察與分析

根據過去的高強度鋼熱浸鍍鋅研究結果中，已證實鐵鋅界面生成的鐵鋁抑制層覆蓋率將會影響鍍鋅性的品質。由於 5 wt% 鋁鍍層無法透過傳統的 Nital 腐蝕液將鋅層移除掉並保留鐵鋁層，以致無法直接觀察到鐵鋅界面生成的鐵鋁層形貌與覆蓋率。因此，本研究將透過先酸後鹼的腐蝕方法將 5 wt% 鋁鍍層移除並使鐵鋁層顯露於底材表面。藉此方法能明確串連說明鋼材退火時，在表面生成的氧化物類型，與鍍鋅期間在界面生成鐵鋁層之間的關係。錳鋁鋼片在露點  $-30^{\circ}\text{C}$  退火後的試片，透過 TEM 的觀察與分析（如圖 3(a) 所示），在鐵鋅界面無鐵鋁相生成的區域，可以觀察到殘留氧化物為薄膜狀態的  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 。圖 3 (b) 的 EDS 能譜確認氧化物薄膜的主要成分為 Al 和 O。除此之外，透過 FIB 製備鍍鋅鋼片之截面 TEM 試片。圖 4 (a) 圖為截面試片的低倍明視野影像，可觀察到以鋅鋁共晶組織為主的鍍層。圖 4 (b) 為圖 (a) 中 A 區域之高倍明視野影像與對應之選區繞射圖，影像中可發現在  $\alpha\text{-Al}$  和  $\eta\text{-Zn}$  與底材之間的界面上有一極薄的淺色對比層，應該是殘留的氧化物。此區域右邊有一顆粒狀的晶粒，選區繞射圖的鑑定結果為  $\text{Fe}_4\text{Al}_{13}$  (晶軸為  $[-110]$ ) 相。圖 4 (c) 則為 (a) 圖中 B 區域之高倍明視野影像與對應之高解析影像，從高解析影像證實鐵鋅界面有一層約 5-10 nm 厚的  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，證實表面生成的  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  抑制鐵鋁相生成，導致降低鐵鋁層覆蓋率。此外，在  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  之上尚有一層約 10 nm 厚的 MnO。圖 5 為鍍鋅鋼片在界面可以生成高覆蓋率鐵鋁層區域的 SEM 觀察結果。其中圖 5 (a) 為低倍率鐵鋁層的影像，其覆蓋率大約 70-80%。圖 5(b) 則發現鐵鋁層相當緻密，具有片狀外形，其中部分區域晶粒較粗大 (400-700 nm，如圖 5(c) 所示)，而部分區域晶粒則較細小 (100-300 nm，如圖 3-5(d) 所示)。根據上述鐵鋁層的觀察結果，發現退火後的錳鋁鋼材表面的氧化物為雙層結構，上層為 MnO 為主，下層為  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。多數區域的氧化物可以被還原，進而生成覆蓋率很高的鐵鋁層。鐵鋁層係由片狀的  $\text{Fe}_4\text{Al}_{13}$  相為主組成。

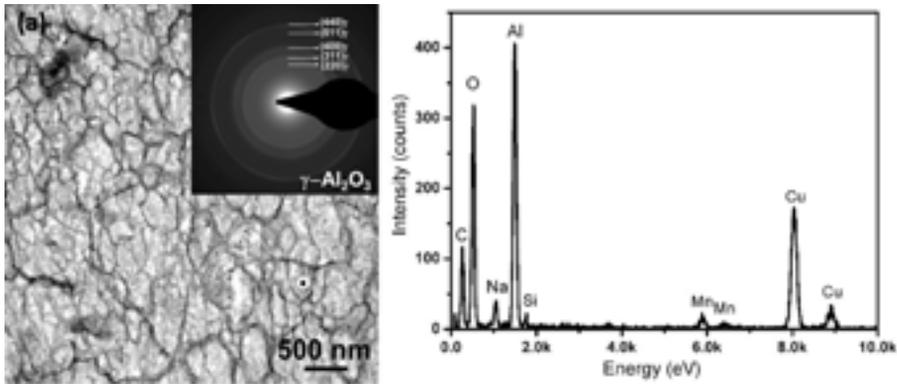


圖 3 鍍鋅鋼片的鐵鋅界面殘留氧化物的 TEM 分析：(a) 明視野影像和選區繞射圖，和 (b) EDS 能譜。

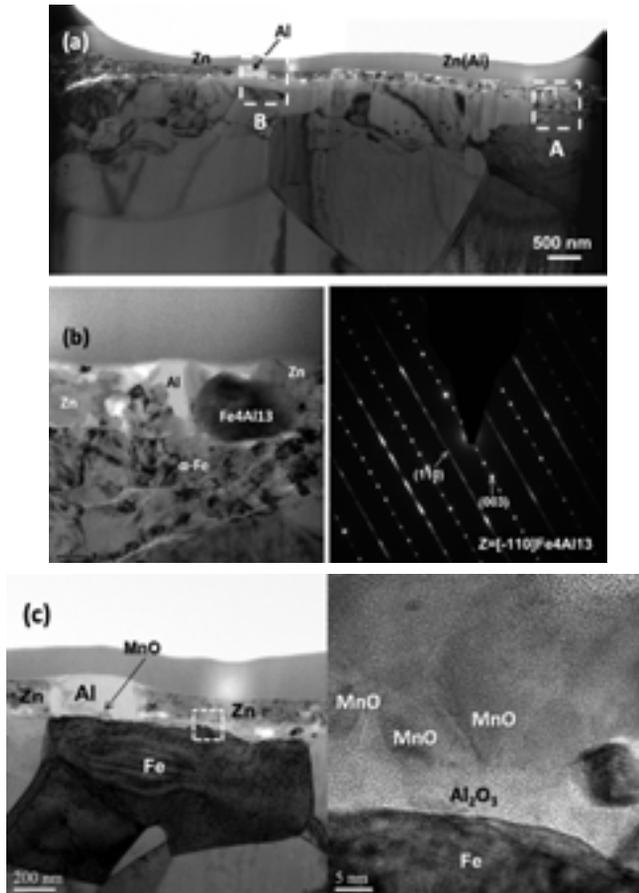


圖 4 利用 FIB 製備的鍍鋅鋼片截面試片的 TEM 分析結果：(a) 低倍明視野影像，(b) A 區的高倍明視野影像與對應之選區繞射圖，(c) B 區高倍明視野影像與對應之高解析影像。

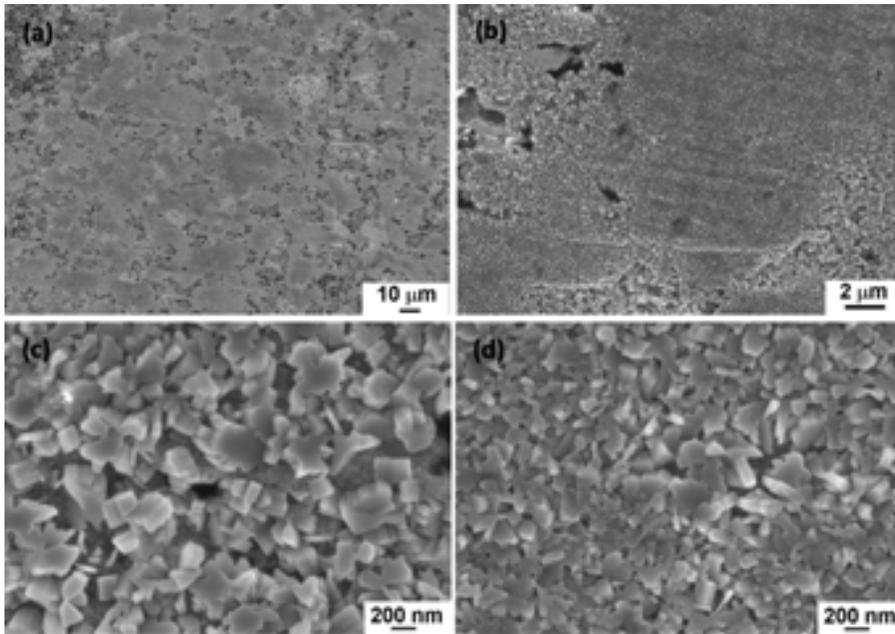


圖 5 (a)-(d) 分別為錳鋁鋼材 2(2-M-HGI) 在界面生成之鐵鋁層 SEI 影像

#### 四、結論

本研究主要針對鋼材退火(溫度與時間)與鋅浴溫度對錳鋁鋼材熱浸鍍鋅-5 wt% 鋁鍍層合金化反應進行研究，建立鋼材較佳合金化製程溫度，藉此基礎知識俾利能應用於第三代高強度鋼在熱浸鍍鋅-5 wt% 鋁鍍層的最佳合金化參數與鍍層結構。依據目前的研究結果可歸納如下：

- (一) 在 460°C 鋅浴下，錳鋁鋼材其鍍層厚度越薄時(1-4 μm)，鋅層的鋁含量愈高，且鍍層組織非鋅鋁共晶組織(<25 wt% Al)，而是由 α-Al(40-75 wt% Al) 與 η-Zn 所組成。當鍍鋅厚度約於 10 μm 左右時，鋅鋁共晶組織變為鍍層主體，但是依然可觀察到分散塊狀的 α-Al+η-Zn 組織，這現象仍存在更厚(>15 μm) 的鍍鋅層內。目前尚無法說明此現象，但可確定的是高鋁含量的 α-Al+η-Zn 組織位置將是鐵鋁相預先生成集中的區域位置。
- (二) 在露點 -30°C 下，在退火後的錳鋁鋼表面生成的氧化物是以 MnO 為

主(生成在  $\alpha$  與  $\gamma$  鐵晶粒)，其鍍鋅性不受影響，這是因 MnO 可被鋅浴的鋁還原，使得鐵鋁相容易生成，提高覆蓋率。從鐵鋅界面中，觀察錳鋁鋼材表面生成的鐵鋁相是緻密連續的片狀晶，其覆蓋率遠高於 50%，儘管部分形貌與粒徑有些差異。但根據 TEM 的結果證實這些鐵鋁相都是  $\text{Fe}_4\text{Al}_{13}\text{Zn}_x(x < 1)$ ，屬於單斜晶體。

(三)由於傳統 IF 鋼與高強度鋼在鍍鋅後產生高覆蓋率的鐵鋁層後，可以在合金化反應產生連續且緻密的合金層組織。而目前研究結果中，鍍鋅後的錳鋁鋼材也具有細晶粒與高覆蓋率鐵鋁層。有鑒於此，可確信錳鋁鋼材在後續的合金化反應必然可採用與 IF 鋼相同的合金化溫度來進行研究。

## 五、致謝

本研究由中鋼鄭維仁博士提供鋼材與協助製備熱浸鍍鋅試片，特此致謝。

## 彰工升壓站土建設施統包新建工程

何芳元<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 易宏熱鍍鋅工業股份有限公司協理



業主單位：台電公司輸變電工程處中區施工處  
 營造單位：瑞助營造股份有限公司  
 鍍鋅單位：易宏熱鍍鋅工業股份有限公司  
           慧鋼企業股份有限公司  
           臺鍍科技股份有限公司  
           亨欣工業股份有限公司      共同承攬  
 鍍鋅數量：2,730 噸  
 工程構造：RC 鋼筋混凝土

## 一、前言

本工程為「離岸風力發電加強電力網第一期計畫」中之一環，係配合政府發展離岸風力發電政策目標，滿足離岸風電業者併網需求，以強化桃園及彰化地區離岸風電併網能力。離岸風力發電加強電力網計畫業於 106 年 12 月 29 日奉行政院核定，可提供桃園地區離岸風電 1.14GW 及彰化離岸風電 6.5GW 併網容量，計畫期程為 8 年，自 107 年 1 月起至 114 年 12 月止。為降低不同離岸風電商重複設置陸上併網設施對環境的負面影響，使北彰化外海各離岸風場的電力能與既有電力網絡併網，提升整體輸供電能力，而提出要在彰濱工業區內新設彰工升壓站及變電所。

## 二、工程概述

本升壓站位於彰濱工業區崙尾區西側鄰近海邊，因此腐蝕環境惡劣屬於 C5 環境以上等級，所以升壓站所使用之鋼筋全數採用熱浸鍍鋅，以提升鋼筋之防蝕能力，增加建築物本體之使用年限。



附圖 1 本案輸電線路替代方案之規劃路徑示意圖

#### 三、熱浸鍍鋅施工

本案熱浸鍍鋅加工合約數量為 2730 噸，鋼筋加工採加工成形完成後再進行熱浸鍍鋅（如圖 1）。採取加工成形後再鍍鋅之方式，可避免鍍鋅後加工成形破壞鍍鋅層而須加以修補，鋼筋續接部分則先將續接器和鋼筋做壓接，在鍍鋅前先對螺牙部分作保護（如圖 2、3），避免螺牙經鍍鋅後造成阻塞而無法續接。依據 CNS 8503 H 3102 熱浸鍍鋅作業方法之規定，鍍鋅作業流程包括脫脂、水洗、酸洗除銹、水洗、助熔劑處理、鍍鋅、冷卻、整理包裝等程序。鋼筋鍍鋅須符合 CNS 14771 之相關規定，附著量標準為不得小於  $610 \text{ g/m}^2(85\mu\text{m})$ 。



圖 1 加工成形後鍍鋅



圖 2 鍍鋅前續接器保護



圖 3 鍍鋅後續接器位置狀況

#### 四、鍍鋅加工附著量檢測

根據鋼筋尺寸不同分別作自主檢查，檢查測得附著量 D13 鋼筋 1105 $\mu\text{m}$ (圖 4)、D16 鋼筋 971 $\mu\text{m}$ (圖 5)、續接器 576 $\mu\text{m}$ (圖 6) 及 D25 鋼筋 970 $\mu\text{m}$ (圖 7)。由於鋼筋為電爐煉鋼且外觀形狀及表面較一般鋼材粗糙，故鍍鋅後檢測得到之附著量超出原設計標準非常多，這是因為材料本身特性所造成，屬於正常現象，也更提升了鋼筋的耐腐蝕年限。



圖 4 D13 鋼筋



圖 5 D16 鋼筋



圖 6 續接器



圖 7 D25 鋼筋

由業主現場取樣委託 TAF 實驗室試驗，報告結果分別如下報告 1、2、3  
報告 1 基樁鋼筋試驗報告

## 台灣標準材料檢驗中心 TAF

Taiwan Standard Material Inspection Center Testing Laboratory 1986

### 熱浸法鍍鋅試驗報告

工程名稱：彰工外環橋主體設計/施工/施工監理工程  
 業主：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區施工處  
 監造單位：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區施工處  
 承造廠商：瑞聯營造股份有限公司  
 材料廠商：臺鐵科技股份有限公司  
 委託單位：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區施工處/瑞聯營造股份有限公司  
 聯絡資訊：—  
 結構部位：A 橋基樁鋼筋鍍鋅附著量(符合 CNS 14771 A2283 規定，最小鍍層附著量橋樑等組二：610g/m<sup>2</sup>)  
 取樣人員：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區施工處：張傳誌/瑞聯營造股份有限公司：唐玉銘  
 運輸人員：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區施工處：張傳誌/瑞聯營造股份有限公司：唐玉銘  
 檢驗人員：NA

報告編號：M22011102  
 頁次：第 1 頁共 1 頁  
 送件日期：111/3/11  
 試驗日期：111/3/11  
 報告日期：111/3/11  
 試驗方法：CNS 1247：2015  
 換版日期：111/3/10

編號	試樣描述	試驗方法	鍍層附著量 g/m <sup>2</sup>	備註
1	#4(D13)鍍鋅鋼筋	間接法	808	合格
2	#8(D25)鍍鋅鋼筋	間接法	954	合格
要求值			≥ 610	—
以下空白				



註：1. 執行實驗室活動的場所：國本實驗室地址。

1. 本報告係基於所提資料，否則僅對試驗結果負責，其準確性與否，不可部分複製。  
 2. 本報告中並未包含任何保證或承諾，試驗結果與所提資料有異時，本報告僅供參考。  
 3. 本報告僅供客戶參考，試驗報告資料僅供客戶參考，其有效期間為一年。  
 4. 如對試驗結果有疑義時，請於報告內檢閱或向本實驗室洽詢，實驗室電話 130 13020。  
 5. 本報告僅供客戶參考。

試驗報告  
 報告簽署人 Report Signatory

報告 2 地梁鋼筋等試驗報告



熱浸法鍍鋅試驗報告

工程名稱：彰工升壓站主建設計/施工及新建工程  
 策 劃：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區地工處  
 監造單位：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區地工處  
 承造廠商：瑞祐營造股份有限公司  
 材料廠商：金鋼科技股份有限公司  
 委託單位：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區地工處/  
 瑞祐營造股份有限公司

報告編號：ME22100601  
 頁 次：第 1 頁共 1 頁  
 收件日期：111/10/6  
 試驗日期：111/10/11  
 報告日期：111/10/13  
 試驗方法：CNS 1247：2015  
 數據日期：111/10/5

聯絡資訊：—  
 材料部位：#1樓B1F柱及版、地樑鋼筋、帶帽鋼筋及現場加工料  
 執行人員：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區地工處：李慶龍/瑞祐營造股份有限公司：陳駿賢  
 送驗人員：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區地工處：李慶龍/瑞祐營造股份有限公司：陳駿賢

編號	試樣描述	試驗方法	鍍鋅附著量 g/m <sup>2</sup>	備註
1	D13-SD420W 鍍鋅鋼筋 (爐號：05-067)	間接法	1168	合格附著量試驗OK
2	D19-SD420W 鍍鋅鋼筋 (爐號：05-049)	間接法	1290	合格附著量試驗OK
3	D25-SD420W 鍍鋅鋼筋 (爐號：05-249)	間接法	1299	合格附著量試驗OK
4	D32-SD420W 鍍鋅鋼筋 (爐號：03-299)	間接法	1260	合格附著量試驗OK
要求值			≥ 610	—
以下空白				

附註：1. 執行實驗室活動的場所：同本實驗室地址。

判定結果  
請詳背面

1. 本報告所有資料均真實無誤，否則保證試驗產品質量；且其證書無效可，亦可部分退還。  
 2. 本報告不負責任何性質之不明定章，試驗結果若有疑義請於收受報告後儘速向本實驗室查詢。  
 3. 本報告未蓋鋼印者無效，試驗報告有效保存期限為自發行日起六年。  
 4. 材料種類分為金屬與非金屬，對於報告內輸送資料之數據及資訊，實驗室收 100 11000  
 認定後請先查驗。

報告簽署人 Report Signatory

遠東材料科學檢驗有限公司 MEI: 70089 彰化中區中區路 62-3 號 Tel: 04-7623388 Fax: 04-7626879  
 Yuan Dong Material Inspection Co., Ltd. Address: No.62-3, Yongling Rd., Changhua City, Changhua County 54004

T-33-01 / 2021.01.01

## 台灣標準材料檢驗中心 TAF

Taiwan Standard Material Inspection Center Testing Laboratory 1906

### 熱浸法鍍鋅試驗報告

工程名稱：新工升層結土建設計/施工機包制建工程  
 廠 址：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區施工處  
 監造單位：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區施工處  
 承包廠商：瑞聯營造股份有限公司  
 供料廠商：曼達科技股份有限公司  
 委託單位：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區施工處/  
 瑞聯營造股份有限公司

報告編號：M22051101  
 頁 次：第 1 頁共 1 頁  
 收件日期：111/5/11  
 試驗日期：111/5/11  
 報告日期：111/5/11  
 試驗方法：CNS 1247：2015  
 換版日期：111/5/10

聯絡資訊：—  
 經銷單位：工程會委託  
 取樣人員：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區施工處：黃國良、孫昭誠/瑞聯營造股份有限公司：陳駿賢  
 送驗人員：台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區施工處：李緯智、孫昭誠/瑞聯營造股份有限公司：陳駿賢

編號	試樣描述	試驗方法	鍍鋅附著量 g/m <sup>2</sup>	備註
1√	D13-SD420W 鍍鋅鋼筋	間接法	1340	由鍍鋅量法試驗結果
2√	D16-SD420W 鍍鋅鋼筋	間接法	1242	由鍍鋅量法試驗結果
3√	D25-SD420W 鍍鋅鋼筋	間接法	1622	由鍍鋅量法試驗結果
要求值			≥610	—
以下空白				

附註：1.執行實驗室活動的場所：同本實驗室地址。

判定結果  
請詳背面

報告簽署人: Ruijia Sheng

1. 本報告係依照國家標準、中國標準或國際標準之方法或標準而得，其內容僅供參考，不可作為唯一之依據。  
 2. 本報告之內容僅供參考，其準確度、試驗結果之可信度，請向本中心索取說明書以瞭解本中心之試驗程序。  
 3. 本報告之有效期間為一年，其試驗報告之有效期間為一年。  
 4. 本中心之試驗報告僅供客戶參考，對於報告內容之錯誤或不當之處，恕不負責。實驗室符合 ISO 17025 國際標準之要求。

遠東材料科學檢驗有限公司 地址：110008 彰化市北區福安路 83-5 號 Tel: 04-7623166 Fax: 04-7624873  
 Yuan Dong Material Inspection Co., Ltd. Address: No. 83-5, Fengbin Rd., Changhua City, Changhua County 50008

T-31-03 / 2021.03.01

#### 五、現場施工狀況

鋼筋鍍鋅完成送至工地進行施工，施工過程及現場狀況(如圖 8、9、10)，施工過程中進行現場查核及檢測作業(如圖 11、12)，最後進行灌漿作業(如圖 13、14)。



圖 8 現場鋼筋施工



圖 9 現場鋼筋施工



圖 10 現場鋼筋施工



圖 11 現場查核檢測



圖 12 現場查核檢測



圖 13 現場灌漿



圖 14 現場灌漿

## 六、結語

本工程位於彰濱工業區崙尾區西側緊鄰海邊，腐蝕環境當屬 C5 以上等級，且地上土壤為海沙地質，考量海水、海風等外在條件易對混凝土構造物造成侵蝕危害，透過適當之防蝕策略提升建築物耐久性，實為本工程重要之課題。故於規劃設計階段配合環境調查了解工址腐蝕條件，而設計採用熱浸鍍鋅來增加鋼筋防蝕能力，將會對升壓站之結構使用年限有莫大助益。

## 2022 年度熱浸鍍鋅產量統計表（產業別）

類別 年月	生產類別(單位:噸)													合計
	公路	鐵路	電力能源	通訊	石化業	營建	農業	環保	科技	造船	下水道工程	其他		
2022年1月	2,221	1,562	4,033	666	4,022	5,181	612	558	2,277	298	483	2,553	24,466	
2022年2月	1,834	1,024	2,776	386	2,690	4,402	502	408	1,505	188	391	1,783	17,889	
2022年3月	2,322	1,501	4,147	525	3,810	7,444	600	782	2,207	345	546	2,837	27,066	
2022年4月	2,091	1,550	3,709	598	4,240	6,008	595	588	2,343	299	485	2,294	24,800	
2022年5月	2,258	1,690	3,708	600	3,859	6,173	608	629	2,173	277	481	2,651	25,107	
2022年6月	2,353	1,504	2,953	649	3,586	6,718	610	616	2,834	263	516	3,109	25,711	
2022年7月	2,011	1,297	3,272	636	4,180	5,904	508	540	2,464	254	513	2,564	24,143	
2022年8月	2,314	1,444	3,635	732	4,648	5,321	721	667	2,410	313	650	4,708	27,563	
2022年9月	1,399	1,899	3,481	698	3,097	6,490	1,084	640	2,435	326	572	2,753	24,874	
2022年10月	2,054	1,196	3,139	603	4,176	5,481	599	549	2,256	286	564	2,987	23,890	
2022年11月	2,018	1,293	3,317	680	4,619	5,903	601	628	2,092	289	577	3,364	25,381	
2022年12月	2,214	1,257	3,315	644	3,874	6,843	500	639	2,232	250	542	3,117	25,427	
合計	25,089	17,217	41,485	7,417	46,801	71,868	7,540	7,244	27,228	3,388	6,320	34,720	296,317	
月平均	2,091	1,435	3,457	618	3,900	5,989	628	604	2,269	282	527	2,893	24,693	

## 2022 年度熱浸鍍鋅產量統計表（產品別）

類別 年月	生產類別(單位:噸)																					合計					
	H型鋼	鋼管	鋼橋	花板	角鋼	護欄板	槽鋼	線槽	鋼網	C型鋼	鐵板	欄杆	彎頭及配件	燈管	輕鋼橫樑	格柵板	鋼筋	電力配件	電信配件	鍛造花窗	螺帽		螺栓	華司	鏈條	鐵配件	其他
1月	8,427	3,317	557	655	1,449	27	1,254	236	294	811	792	648	387	370	106	1,386	730	366	211	413	219	363	34	22	565	827	24,466
2月	5,815	2,179	283	533	1,414	23	920	204	214	395	479	547	335	339	49	1,356	351	232	173	328	147	278	41	19	453	782	17,889
3月	9,468	3,758	261	664	1,982	29	1,351	255	290	857	788	662	416	534	71	1,278	764	365	226	449	243	480	59	29	650	1,137	27,066
4月	8,048	4,415	266	619	1,786	30	1,228	274	237	874	741	653	411	412	75	1,324	540	323	211	504	192	441	20	9	352	815	24,800
5月	8,889	3,871	256	557	1,826	32	1,313	254	267	699	719	655	424	414	107	1,004	773	345	240	364	174	422	40	22	340	1,100	25,107
6月	8,746	3,455	353	643	1,826	32	1,273	277	299	769	718	756	399	537	141	1,315	884	381	199	455	137	392	22	21	631	1,050	25,711
7月	8,295	3,314	407	555	1,559	27	1,179	247	397	899	534	580	312	341	152	1,371	714	319	190	444	157	422	38	23	617	1,050	24,143
8月	8,113	5,630	448	552	1,620	35	1,272	296	492	911	804	757	410	500	201	1,403	807	324	229	475	175	466	45	24	611	963	27,563
9月	8,227	4,113	209	535	1,699	30	1,282	244	446	831	603	668	324	387	178	1,271	629	303	247	414	160	479	11	2	546	1,036	24,874
10月	8,410	3,225	227	549	1,571	31	1,121	235	413	896	617	579	318	487	127	1,117	852	310	206	372	174	463	65	40	504	981	23,890
11月	9,215	3,222	542	549	1,562	32	1,103	262	401	997	597	696	312	443	152	1,183	680	313	228	400	185	464	56	26	448	1,313	25,381
12月	9,474	2,658	318	438	1,051	7	786	49	364	827	437	343	113	425	135	1,198	1,009	238	128	291	177	401	43	26	394	4,097	25,427
合計	101,127	43,157	4,127	6,849	19,345	335	14,082	2,833	4,114	9,766	7,829	7,544	4,161	5,189	1,494	15,206	8,733	3,819	2,488	4,909	2,140	5,071	474	263	6,111	15,151	296,317
月平均	8,427	3,596	344	571	1,612	28	1,174	236	343	814	652	629	347	432	125	1,267	728	318	207	409	178	423	40	22	509	1,263	24,693

調查單位：中華民國熱浸鍍鋅協會

提供單位：臺鍍觀音廠、力鋼、邦凱、台塔、尚燁、昕一、盟雅、由仁、臺鍍台南廠、臺鍍高雄廠、慧鋼、易宏、亨欣、慈陽等共計 14 家工廠。

## 熱浸鍍鋅問答集

問題 22. 螺栓、螺帽之鋅附著量多少？

答：螺栓、帽之鍍鋅，若使用市面上賣的直接熱浸鍍鋅，則鍍後一定會發生螺帽太小鎖不進的情形。此乃鋅附著在螺紋部厚度較厚，使其尺寸改變而無法組合，所以非得在鍍前將螺帽螺紋部施予 0.5~0.8mm 之加大不可。螺栓、帽鋅因鍍後須經離心分離機除去多餘的鋅之故，所以附著量較一般鍍件低。螺栓、帽若要求高附著量時，鍍鋅後不經過離心分離機，應改用手操作將多餘鋅除去，或鍍後再攻一次牙，但這都不是良好的方法。

螺栓、帽的標準附著量如下：

M8 ~10----300~350g/m<sup>2</sup>

M12~20----350g/m<sup>2</sup>

M22 以上 ----450g/m<sup>2</sup>

如上述，依螺栓、帽尺寸大小而有不同的附著標準，故若要求小螺栓、帽要有高附著量是困難的。

問題 23. 熱浸鍍鋅後之鋼材可否做彎曲加工？

答：鍍鋅層由純鋅層及合金層所組成，此二層之伸長率有一定的限度，若彎曲加工超過此限度時，鍍層會發生龜裂剝離現象。

水管用鍍鋅鋼管，及英國 BS 標準之彎曲試驗均有規定，以 8 倍管外徑做 90 度彎曲為試驗依據。雖有這種規格，但還是有以較大彎曲半徑做彎曲試驗的。鍍層剝離之主要影響因素為彎曲半徑及角度；若彎曲半徑越小，越容易剝離。

彎曲加工性亦受到鍍鋅條件的影響。若要求良好的彎曲加工性，則必須抑制合金層的成長，並使純鋅層均一附著，所以鍍鋅溫度越

低，浸漬時間越短，鍍後快速冷卻均為必要。但是，鍍鋅製品之彎曲加工性仍有一定限度，須做極大的彎曲加工時，最好鍍前就先做彎曲加工；若鍍後才做彎曲加工，應事先與鍍鋅工廠做充分的溝通。

### 問題 24. 熱浸鍍鋅表面為何會產生白銹？

答：所謂「白銹」，除白色外還伴隨著部分淡褐色斑點，此為鋅氧化物在鍍層表面形成的狀態，外觀呈白色粉狀附著。

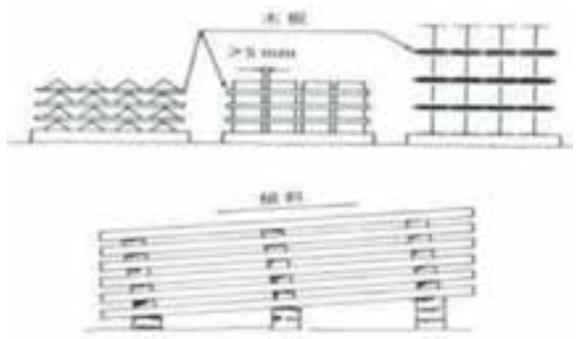
此乃因鍍層沾到雨淋，且不易乾燥之環境下發生。鍍層若全面均一的沾到雨淋且在快速乾燥的環境下，白銹是不會發生的；若鍍層表面附著腐蝕性物質，如強酸、強鹼、有機酸、食鹽等，亦會有明顯的白銹發生。海上運輸時海水的濺淋，亦是白銹產生的原因。

白銹是體積膨脹的鋅氧化物看起來好像非常嚴重，實際上只是表面稍為腐蝕。白銹發生部位，在開放的環境下會逐漸脫落，爾後在鍍層表面又會形成緻密的保護皮膜，故不會影響其耐蝕性。

白銹之防止發生，一定要注意到存放時之環境，避免沾到雨淋，且使通風良好，保持乾燥。



鍍件產生白銹情形



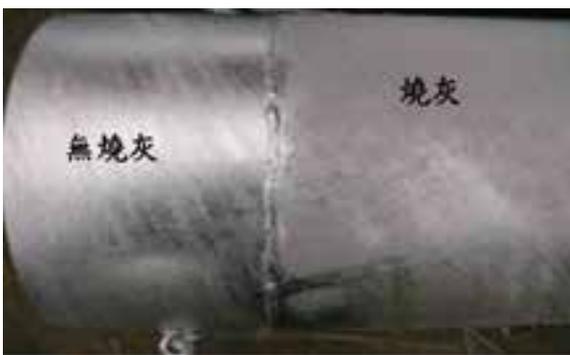
鍍件避免雨淋，堆疊時使其通風良好保持乾燥

問題 25. 何謂「燒灰」、「鋅垂」、「殘灰」？

答：鍍鋅表面閃閃發光的鋅金屬光澤消失而呈現灰色或暗灰色光彩的情形，叫做「燒灰」（grey coating）。燒灰就是合金反應活潑，合金層過度成長，露出鍍層表面所致。「燒灰」的發生，在鍍鋅條件（浴溫、冷卻速度）上雖能防止，但如為材質上矽含量多寡所造成的影響，就很難防止；另外，較長或大構件也會在先提出端因持續高溫使純鋅層合金化產生燒灰。然而，燒灰及沒燒灰的耐蝕性，在一般的大氣環境下是沒有差別的，實用上亦沒有問題。

環境區分	曝露試驗地	鍍鋅層防蝕年限 (年)		
		浸鍍溫度 455°C	浸鍍溫度 475°C	表面燒灰
工業地區	鶴見工業高校	13	13	13
田園地區	奈良地方氣象台	100	104	104
海岸地區	伊良瀨測候所	50	50	47

註：鋅附著量以  $600\text{g/m}^2$



同一鍍件因左右兩邊不同材質，右邊形成燒灰外觀。



鍍件左端因先提出浴面產生燒灰，但螺栓孔部位因冷卻較快而無產生燒灰。

通常「鋅垂」是指鍍層表面看起來有很大凹凸狀的局部鋅殘留狀態。鍍件自鋅浴引上時，表面合金層，因鋅的黏性關係使鋅再附著其上，此一熔融狀態鋅隨重力而往下流，若溫度下降，則停止流動而凝結。這個狀態若全面均一發生時可得平滑的鍍面，但若局部發生則形成鋅垂。因而，鍍液溫度過低時，凝固速度較快，較易發生鋅垂；另有因鍍件形成使鋅浴流動不良，致造成大鋅垂者，在設計階段就必須與鍍鋅業者討論。鋅垂是局部鋅附著過剩，鍍鋅目的本來就是為防蝕用，故對耐蝕性而言是有利的。然而，在螺栓接合面及組合面，實用上會造成傷害者，須除去後方能使用。又杯狀或末端突起之鋅垂，因怕其輕輕撞擊即行脫落，或運搬中傷害到手，故須用銼刀或研磨機去除。

「殘灰」通常是指鋅浴表面形成的氧化鋅灰附著於鍍層表面者。當鍍件自鋅浴引上時，須先除去鋅灰，保持乾淨浴面，以防止鋅灰附著，但在複雜形狀的鍍件，部分鋅灰附著實難避免，可用少量氯化氨將之除去。此氧化鋅灰在實用上全無問題，但若附著十分明顯時，須用銼刀等除去較好。

## 問題 26. 為何熱浸鍍鋅表面光澤會消失？

答：鍍鋅製品在大氣中使用時，鍍層表面會生成一緻密的氧化層，而鍍鋅的優良耐蝕特性亦是因此氧化層保護作用所致。鍍鋅後之氧化層非常薄約  $0.1\mu\text{m}$  左右，可透光而直接可看到底下的鋅光澤，但經過一段時間後，此氧化層越來越厚而不透光，鋅光澤即消失。

鍍鋅表面的光澤有下列三種不同型態：

### 【A】 金屬鋅光澤的有無：

此為鍍件材質等所引起的燒灰現象，使全部或部份鍍層光澤消失，形成灰色外觀等。

### 【B】 光澤呈黃色、青色等變化：

此為鍍層表面氧化皮膜變化所致。空氣中的濕氣及碳酸氣與

之反應形成青色狀的鹽基性碳酸皮膜。鍍鋅溫度低所形成的黃、青等顏色為氧化皮膜之干預色。

## 【C】 鋅花 (spangle) 產生：

鋅花，一般在批件式鍍鋅不常見但在鍍鋼板及鋼管時較易產生；連續式熱浸鍍鋅鋼板(片)也會產生。鋅在凝固時，結晶核發生速度快慢不一時就會形成自然而大小不一的鋅花。因鋅花對鍍鋅後之加工性及塗裝性有不良效果，所以控制結晶核發生而形成鋅花變化的技術已在連續式熱浸鍍鋅鋼板方面開發出來，故產生細緻鋅花或完全看不出鋅花的技術在加工性及塗裝性需求下已大量被採用。



鋼板熱浸鍍鋅後，表面形成鋅花外觀



具鋅花鋼板，經放置多年後外觀

## 問題 27. 熱浸鍍鋅之傷痕或剝離如何修補？

答：鍍鋅層是以合金層及純鋅層附著於底材上，緊密接合且密著性良好，如無極大之衝擊或摩擦等是難以將其剝離。但如遇到強力衝擊，尤其是銳利角的衝擊時會有剝落的情形發生。

鍍鋅層剝離時，可參照 CNS 15257 以富鋅漆塗裝或鋅熔射加以補修。修補時，均須先以鋼刷或砂輪片等將不潔物去除並使底材露出，再塗上富鋅漆待其硬化後即可；如剝離面積大者可採鋅或鋅鋁熔射修補。

## 中華民國熱浸鍍鋅協會合格熱浸鍍鋅廠商名冊

編號	公司名稱	鍍鋅爐尺寸	通訊住址	連絡電話	有效期限
1	台灣鐵塔股份有限公司	14.0×1.8×2.2	325桃園市龍潭區八德里湧光路一段136號	03-4792201	113.09.30
2	臺鍍科技股份有限公司觀音廠	16.0×1.8×3.0	328桃園市觀音區成功路2段919號	03-4837966	113.09.30
3	臺鍍科技股份有限公司高雄廠	12.5×1.5×2.3	821高雄市路竹區中山路259號	07-6973181	113.09.15
4	慧鋼企業股份有限公司	16.5×1.8×3.3	820高雄市岡山區嘉新東路2號	07-6226978	113.09.15
5	力鋼工業股份有限公司	12.5×1.8×2.5	324桃園市平鎮區東勢里19鄰快速路一段246巷158號	03-4503511	113.09.30
6	易宏熱鍍鋅工業股份有限公司	17.0×1.8×3.2	831高雄市大發工業區大有三街15號	07-7873377	114.01.15
7	亨欣工業股份有限公司	13.0×1.8×3.3	812高雄市小港區永光街2-2號	07-8068007	114.01.15
8	盟雅工業股份有限公司	14.0×1.9×3.2	521彰化縣北斗鎮四海路二段1號	04-8880775	114.01.15
9	尚燁工業股份有限公司	13.0×2.0×3.2	338桃園市蘆竹區蘆竹里蘆竹街147號	03-3221411	112.05.15
10	由仁工業股份有限公司	13.0×1.85×2.7	507彰化縣線西鄉寓埔村彰濱東8路7號	04-7910255	112.05.23
11	邦凱工業股份有限公司	13.2×1.6×2.5	328桃園市觀音工業區工業二路26號	03-4837373	112.06.15
12	物格股份有限公司	14.0×1.85×3.2	505彰化縣鹿港鎮工業西六路25號	04-7810326	113.11.30

※說明：

- 1、本表熱浸鍍鋅合格廠係由本會熱浸鍍鋅合格認證委員會委員，依據熱浸鍍鋅合格認證制度規程及合格認證基準審查通過，認定為本會熱浸鍍鋅合格廠，每次認證期限為2年，2年後得更新提請認證。
- 2、本表將於本會網站及每期熱浸鍍鋅雜誌刊登。
- 3、本會熱浸鍍鋅合格認證委員會成員如下：

### 本會熱浸鍍鋅合格認證委員會成員

主任委員	陳嘉昌	財團法人金屬工業研究發展中心組長
副主任委員	羅俊雄	工業技術研究院正工程師
委員	鄭錦榮	前台灣電力公司綜合研究所主任

GALVANIZING ASSOCIATION

徵稿

- ※市場活動專述
- ※新產品、新觀念
- ※技術交流園地
- ※鍍鋅產業資訊
- ※鍍鋅專題報告

刊登廣告

- 封底：費用一萬八千元
- 封面裏：費用一萬五千元
- 封底裏：費用一萬二千元
- 內頁：費用一萬元

中華民國熱浸鍍鋅協會

TEL:(07)3320958  
FAX:(07)3320960

E-mail:galvanat@ms63.hinet.net

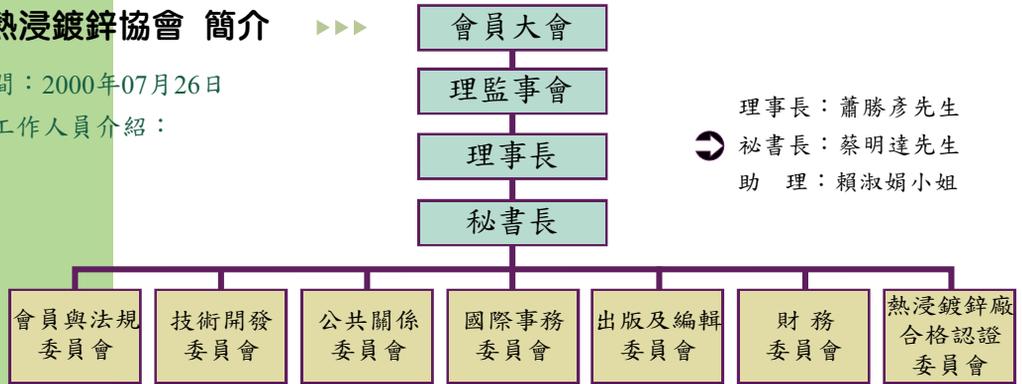


## 中華民國熱浸鍍鋅協會簡介

### 財團法人中華民國熱浸鍍鋅防蝕技術研究基金會簡介

#### 中華民國熱浸鍍鋅協會 簡介

- 一、成立時間：2000年07月26日
- 二、組織及工作人員介紹：



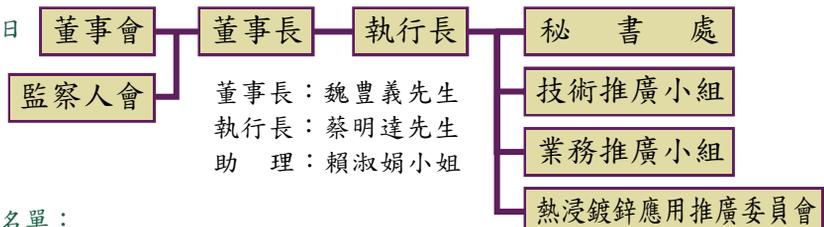
理事長：蕭勝彥先生  
 秘書長：蔡明達先生  
 助理：賴淑娟小姐

#### 三、第九屆理監事名單：

編號	姓名	職稱	編號	姓名	職稱	編號	姓名	職稱	編號	姓名	職稱
1	蕭勝彥	理事長	8	李家順	理事	15	邱琳濱	理事	22	王慶一	監事
2	戴晉平	常務理事	9	許皇義	理事	16	廖肇昌	候補理事	23	李文隆	監事
3	陳麒文	常務理事	10	彭振聲	理事	17	羅俊雄	候補理事	24	葉乙平	監事
4	梁銘倫	常務理事	11	林曜滄	理事	18	陳嘉昌	候補理事	25	陳益勝	監事
5	鄭錦榮	常務理事	12	鄭書恒	理事	19	卓宏信	候補理事	26	潘錫富	候補監事
6	鄭旭成	理事	13	宋昌國	理事	20	石建愉	候補理事			
7	石磊	理事	14	劉育明	理事	21	魏豐義	常務監事			

#### 財團法人中華民國熱浸鍍鋅防蝕技術研究基金會簡介

- 一、成立時間：1989年07月07日
- 二、組織及工作人員介紹：



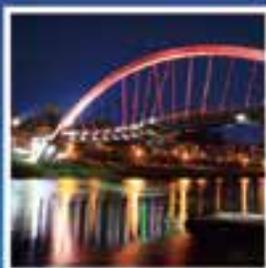
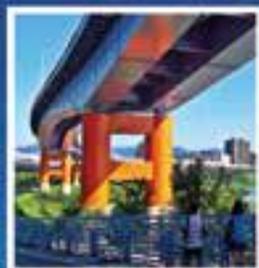
#### 三、第十一屆董事（監察人）名單：

編號	姓名	職稱	編號	姓名	職稱	編號	姓名	職稱	編號	姓名	職稱
1	魏豐義	董事長	5	陳麒文	董事	9	戴晉平	董事	13	彭振聲	董事
2	李文隆	董事	6	潘錫富	董事	10	施漢章	董事	14	李家順	常務監察人
3	鄭添富	董事	7	蕭勝彥	董事	11	鄭錦榮	董事	15	胡文虎	監察人
4	鄭旭成	董事	8	王和源	董事	12	鍾自強	董事	16	張信	監察人

#### 協會、基金會聯絡處

住址：806024 高雄市前鎮區一心二路33號11樓B2室 電話：07-3320958~9 傳真：07-3320960  
 Email：galvanat@ms63.hinet.net 網址：http://www.galtw.org.tw

# 綠色建築 · 永續經營



## 鋼結構特點

- ★ 適合大跨距結構。
- ★ 施工迅速容易，工期短、成本回收快。
- ★ 高韌性，高展延性。
- ★ 重量輕，構材斷面小，使用空間面積大。
- ★ 產業結構健全，材料加工品質嚴密。
- ★ 材料可回收使用，與綠建築-地球資源有效利用，減少廢棄物及生態環境衝擊之理念吻合。
- ★ 接合拆除容易。

## TISC

中華民國鋼結構協會

10477台北市中山區民權東路三段58號10樓

電話：(02) 2502-6602

傳真：(02) 2517-2526

<http://www.tiscnet.org.tw>

Email: [cisc@ms13.hinet.net](mailto:cisc@ms13.hinet.net)

一份真正屬於工程界的專業雜誌

創於 1980 年

**現代營建雜誌** 每月發行

創刊42週年 1980~2022



每期內容涵括建築、土木專業性文章報導，有土木技術、大地工程、建築技術與設計、結構設計、工程法務、營建管理、房地產行情及營建類股變動分析等專欄，理論與實務兼具，是工程師、建築師、營造建設業等從業人員不可或缺的良師益友。

**多一份資訊 就是多一份力量**  
**現在訂閱 永不嫌遲**

零售每本 150 元

訂閱一年(12期) **1500 元**      訂閱二年(24期) **2900 元**

★★★若需掛號寄書一年加收 420 元、二年加收 840 元★★★

★★★相關科系學生訂閱有特價優惠，請附學生證影本★★★

**歡迎試閱，來電或傳真相關資料即贈閱當期月刊壹本。**

試閱專線(02)2551-8906      傳真(02)2571-9333

### 優惠協會會員

訂閱一年 12 期 **8折** 1200 元 · 訂閱二年 24 期 **8折** 2300 元

如需掛號寄書一年加收 432 元，二年加收 864 元

## 大樓鋼構工程施工及管理要領

馮春源 編著 定價500元(精裝/16開/398頁)

台灣大樓鋼結構工程雖然已有十幾年之歷史，但國內有關大樓鋼結構工程管理的中文資料極為缺乏。編者歷經十幾年之施工管理實務經驗，在工作之餘，將以往常用之管理手法整理成冊。本書依工程作業流程編排並分為規劃管理、工廠製造管理、工地安裝管理等三部份，另將非破壞檢測、銲工檢定及品質管理要領書、世界各主要規格對照表作為附錄。內容均依作業程序另加說明，並將常用之管理重點摘要為管理要領，希望對同業與學界之朋友能有參考價值。

現代營建雜誌社

電話：(02)2551-8906

傳真：(02)2571-9333

郵撥帳號：01510899

戶名：現代營建雜誌社





立夏

## 『二十四』插畫展

展期：2020/0222-0322

地點：板橋435藝文特區

小滿



『二十四』插畫展 -- 即將於本月底假板橋435藝文特區舉辦，展出者是本名楊佳運的年輕插畫師，在2018年3月21日起，便以「二十已」這個稱號誕生了。

二十已作品風格細膩、寫實，白紙上除了黑色墨水勾勒而成的點、線、面以外，也伴隨著深刻且蘊含寓意的文字，作品多以隱晦、象徵性的元素來傳達作者的想法，略帶的悲傷是創作者本身對事物的觀點也是現實中所面臨的真相。

本展覽由新北市政府、新北市政府文化局、板橋435藝文特區、海峽前鋒文化共同主辦，並由海峽畫報發起及協辦，獨立策展人郭芷芸策展。

## 2023訂戶預繳報費優惠專案



### 【莊園級/呼叫咖啡】

呼叫咖啡是來自雲山山脈，位於1200-1680公尺山谷的雲南莊園的咖啡豆，在得天獨厚的氣候和地形條件中栽種的阿拉比卡原豆，並採用有機栽種，經48小時熟成、發酵、水洗、日曬，提供給喜愛咖啡的人士高品質的精品咖啡。

創新包裝的浸泡式咖啡(中度烘焙)，特別適合講究品味的商務人士，內容量達13g/包(一般商品僅8g)

訂戶讀者會員價315元/盒  
(3盒免運費)



規格：13g/包x10包/盒  
保存期限：24個月

訂戶預繳一年報費9000元，即贈【莊園級/呼叫咖啡】三盒。市價逾一千元

或 選擇優惠折扣價8500元 (優惠二選一)

服務專線：02-82192298(158) 傳真：02-82192286

總管理處：新北市新店區建國路257號五樓之12 電子報網址：<http://www.cfnews.com.tw>



# 亨欣工業股份有限公司

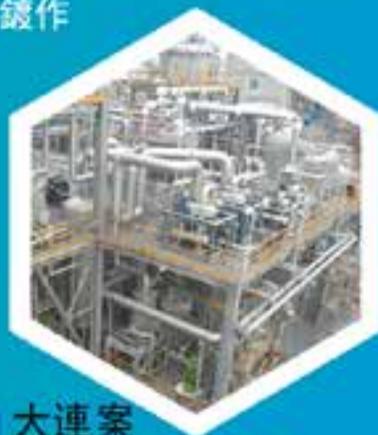
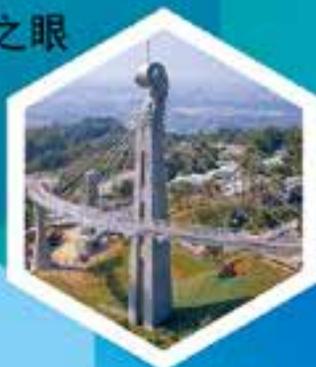
HENCEFORTH SHINE INDUSTRY CORP

ISO 9001(2015年版)國際品質保證

- 高雄市小港區永光街2-2號  
ADD:NO, 2-2 Yung-Kwang st. Kaohsiung Taiwan R.O.C.
- TEL:886-7-8068007 FAX:886-7-8062466
- E-mail:hen.shin@msa.hinet.net

- 鍍鋅槽尺寸：長13.0M × 寬1.8M × 高3.3M
- 處理能力：每月產能5000噸 單一構件最大負重15噸
- 自結構物到鋼管，各種形狀的鍍鋅構件都可以鍍作

岡山之眼



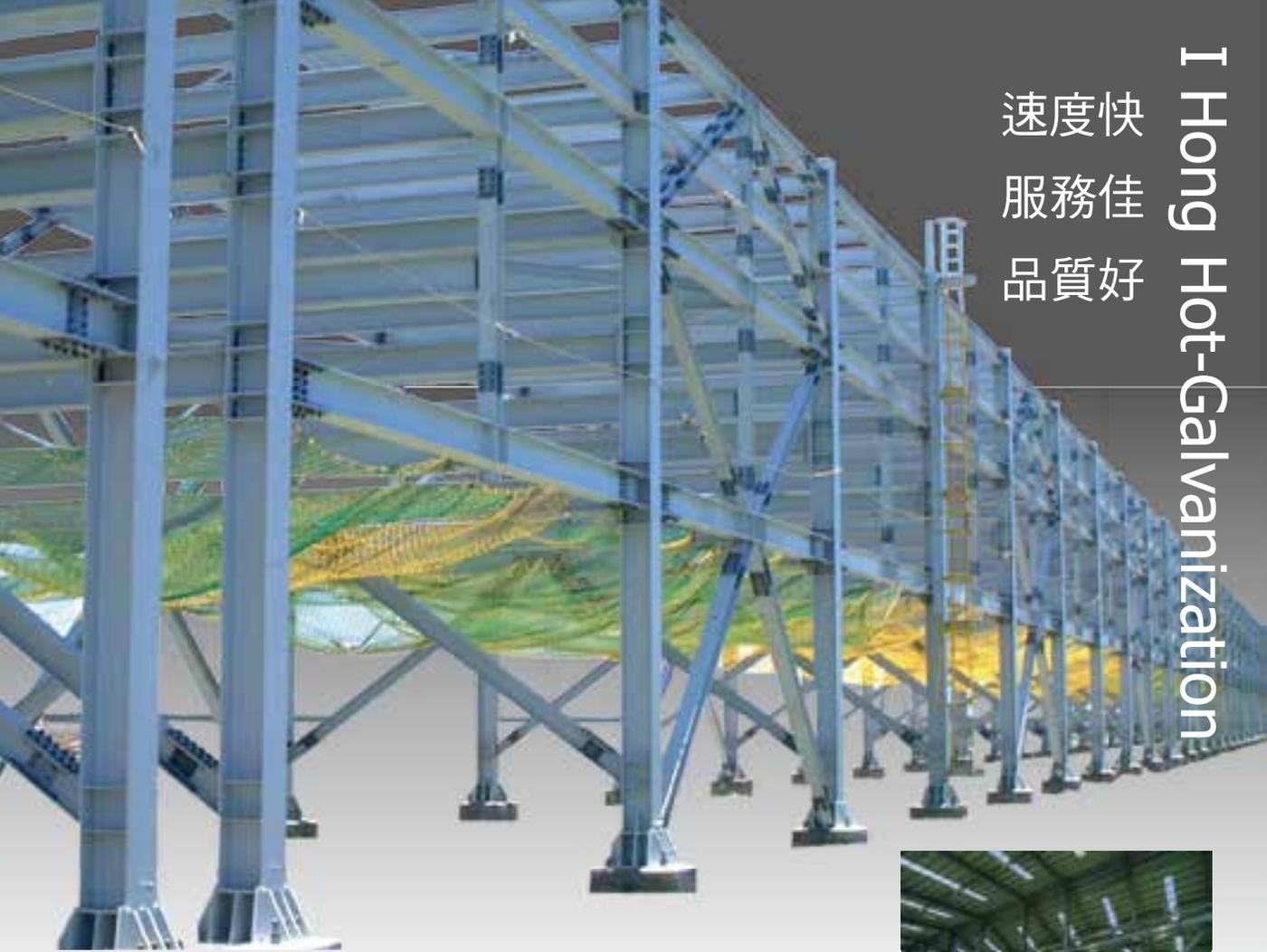
大連案

流行音樂中心



長光部落風雨球場

速度快  
服務佳  
品質好



- 鍍鋅爐：長17M×寬1.8M×高3.2M
- 最大鍍鋅構件：30噸
- 最大產能：每月8000噸以上
- 廠區面積：8000坪
- LRQA ISO 9000 · ISO 14001 · OHSAS 18001 認證通過
- 台電 · 中船 · 中鋼 · 中油 · 鐵路局
- 台塑審定合格



## 服務項目

鑄造鍛造 · 型鋼鐵材 · 鋼管鋼材  
養殖農畜 · 鋼架結構 · 公路護欄  
電力電訊



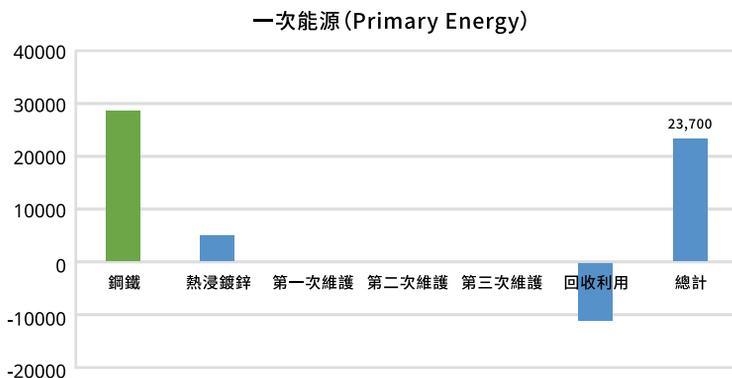
易宏熱鍍鋅工業股份有限公司  
I Hong Hot-Galvanization Industrial Co., Ltd.

高雄市大寮區大發工業區大有三街15號  
No. 15, Dayou 3rd St., Da-Fa Industrial Park, Kaohsiung County  
TEL : 886-7-7873377  
FAX : 886-7-7873380  
E-mail : ihong@ms19.hinet.net

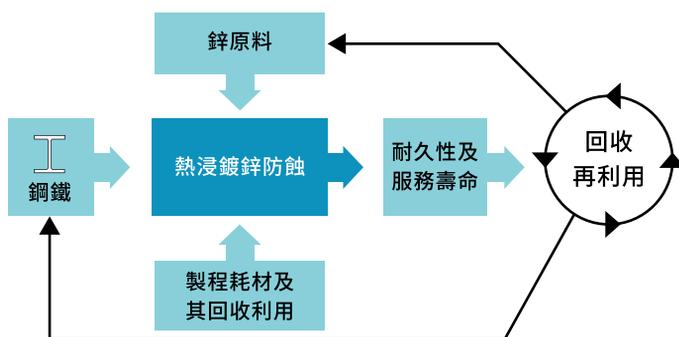


# 臺鍍科技股份有限公司

tg co., ltd.



熱浸鍍鋅陽台60年的能源需求 (Primary energy demand, PED)



## 鍍鋅爐尺寸

桃園廠: 16m × 1.8m × 3.0m

3.0m × 0.7m × 1.0m

高雄廠: 12.5m × 1.5m × 2.3m

台南廠: 4.5m × 1.2m × 1.8m

3.8m × 0.8m × 1.2m

單件最大荷重能力

桃園廠: 40噸 / 高雄廠: 10噸

耐用年限長

經濟效益高

熱浸鍍鋅  
特點

週期成本低

環境衝擊少



總公司

台北市大安區和平東路一段117號2樓  
Tel: 02-25617665 Fax: 02-27123686  
網址: <http://www.tgnet.com.tw>  
E-mail: [info.tg@tgnet.com.tw](mailto:info.tg@tgnet.com.tw)

桃園廠

桃園市觀音區成功路二段919號  
Tel: 03-4837966 Fax: 03-4837735  
E-mail: [tg.ky@msa.hinet.net](mailto:tg.ky@msa.hinet.net)

高雄廠

高雄市路竹區中山路259號  
Tel: 07-6973181 Fax: 07-6966311  
E-mail: [emily.chen@tgnet.com.tw](mailto:emily.chen@tgnet.com.tw)

台南廠

台南市山上區明和里北勢洲76號  
Tel: 06-5783702 Fax: 06-5783550  
E-mail: [simon.chen@tgnet.com.tw](mailto:simon.chen@tgnet.com.tw)

# 盟雅工業股份有限公司

MENG YEA INDUSTRY CO., LTD

## 熱浸鍍鋅專業處理



日月潭纜車鋼結構



台北捷運內湖車站



台中大肚溪水管橋



台塑六輕輸油管架

### 公司簡介

- 鍍鋅爐：長14米、寬1.9米、深3.2米
- 最大產能：每月5000公噸
- ISO 9001：國際品質認證

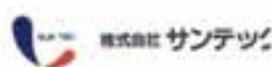
### 服務項目

- 鋼構廠房、鋼構橋樑
- 型鋼鐵材、農業溫室
- 公共工程、電信電力

地址：彰化縣北斗鎮四海路二段一號(北斗工業區) 服務電話：04-8880775~7 傳真：04-8872307

安全第一 品質至上 技術為先

# 信譽的標誌 鐵塔 · 橋樑名廠



住電朝日精工株式会社  
SUMIDEN ASAHU INDUSTRIES, LTD.



株式会社 日コーポレーション  
TOMOE CORPORATION



佐賀工業株式会社



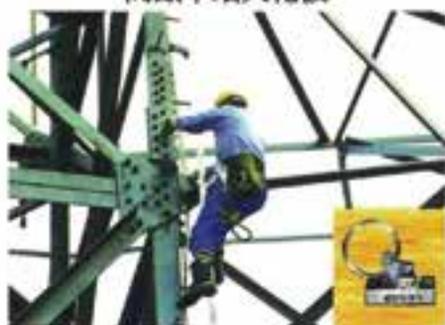
高鐵車站天花板



輸電鐵塔



太魯閣砂卡礑溪鐵橋



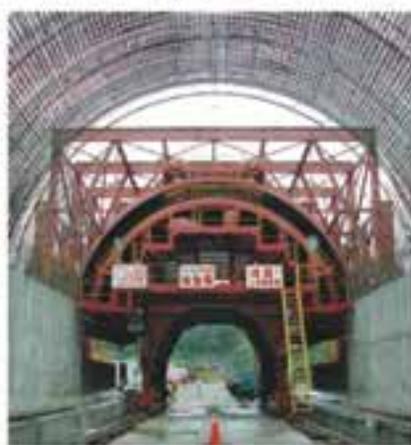
防止墜落裝置



高鐵輸配電鋼架



大型鋁合金太陽光電板架



高鐵隧道內外鋼模台車



板橋國中太陽光電結構

## 營業項目：

1. 輸電鐵塔、微波鐵塔、鋼管樁、鋼骨結構、各類鐵塔
2. 輸送機械、停車塔、標準廠房、空間桁架、拱橋
3. 隧道棧橋、防水布台車、鋼筋台車、鋼模作台車、棧橋
4. 鐵路及高鐵輸配電鋼構、防音構造、其他鐵件製品
5. 防墜裝置、電器承裝、太陽光電板架及熱浸鍍鋅加工等。



力鋼工業股份有限公司  
LIH KANG INDUSTRIAL CO., LTD



1996 通過  
國際品質標準  
ISO9001 認證

總公司：台北市士林區社中街76號

工廠：桃園市平鎮區東勢里19鄰快速路一段246巷158號

Http://www.lihkang.com.tw

TEL：(02)28118101(5線) FAX：(02)28123974

TEL：(03)4503511(7線) FAX：(03)4503518

E-mail：lihkang@ms34.hinet.net