

熱浸鍍鋅

趙耀東題

2026/10

NO.95

<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





臺鍍科技股份有限公司

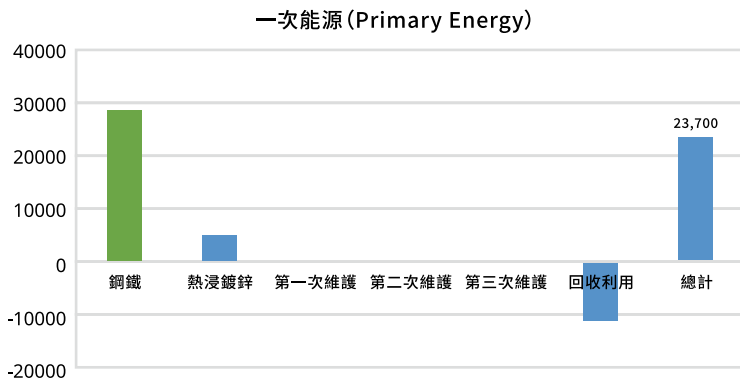
tg co., ltd.



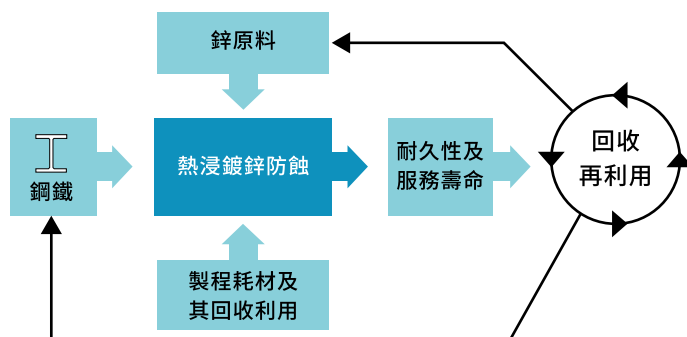
品質

服務

創新



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

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

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

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

熱浸鍍鋅

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

INDEX

- 1 **第一單元** ▶ 活動紀實
 - ◎ 行政院公共工程委員會-熱浸鍍鋅先進技術參訪與交流會
- 4 **第二單元** ▶ 生產技術及防蝕技術專題：
 - ◎ 鍍鋅材料耐蝕特性及在土木工程之應用發展
 - ◎ 『鍍鋅恆久遠，堅韌護百年』-熱浸鍍鋅的歷程與未來
- 30 **第三單元** ▶ 工程實績介紹：
 - ◎ 桃園航空城區段鍍鋅鋼筋橋梁工程
(徵收工程C2標統包工程【優先開發區】)
- 39 **第四單元** ▶ 2026年1~6月生產統計表
- 40 **第五單元** ▶ 本會認證熱浸鍍鋅廠合格廠商
- 41 **第六單元** ▶ 熱浸鍍鋅結構物設計要點
- 42 **第七單元** ▶ 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

2026/10
NO.95



工程名稱：桃園航空城鍍鋅鋼筋橋梁工程
(徵收工程C2標統包工程【優先開發區】)
起造單位：桃園市政府航空城工程處
統包單位：春原營造股份有限公司
(林同棧工程顧問有限公司設計)
監造單位：艾奕康工程顧問股份有限公司
鍍鋅單位：臺鍍科技股份有限公司
鍍鋅總重：約1,250噸
總工程經費：5,270,000,000元

廣告索引

- 封底 ▶ 力鋼
- 封面裡 ▶ 臺鍍
- 封底裡 ▶ 盟雅
- 43頁 ▶ 前鋒日報社
- 44頁 ▶ 現代營建雜誌社
- 45頁 ▶ 亨欣
- 46頁 ▶ 慧鋼
- 47頁 ▶ 易宏

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！)

《創造熱浸鍍鋅文化·維護台灣有限資源》

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：王和源
社長：蕭勝彥
主編：林尚良
副主編：張六文
編輯委員：鄭錦榮、羅俊雄、陳鴻興、劉明皓、何芳元、蔡明達、林庚達
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
印刷設計：達利金廣告設計有限公司 0939784123

行政院新聞局出版事業登記證局版



行政院公共工程委員會－ 熱浸鍍鋅先進技術參訪與交流會

秘書處

為提升公共工程設施耐久性，強化工程建設生命週期成本（Life Cycle Cost, LCC）觀念，行政院公共工程委員會於 115 年 8 月 3 日假臺鍍科技公司觀音廠舉辦「熱浸鍍鋅先進技術參訪與交流會」，由行政院公共工程委員會主辦、中華民國熱浸鍍鋅協會協辦，邀集相關單位及產業專業人士參與，透過專題講座、技術交流及工廠參訪，深入了解熱浸鍍鋅防蝕技術在公共工程上的應用與效益。

活動開幕由中華民國熱浸鍍鋅協會蕭勝彥理事長致詞。蕭理事長表示，近年公共建設相關單位已逐漸重視公共設施防蝕問題，並開始導入生命週期成本（LCC）觀念，但在實務執行上，防蝕工程費用仍有必要獨立列出及評估，以提供工程規劃與決策更完整的參考依據。

蕭理事長指出，相關規定雖已明文訂定，但如何落實至工程實務，仍需要更具體的方法與作法。以熱浸鍍鋅防蝕工法而言，其耐久性及防蝕特性可作為公共工程推動 LCC 理念的重要技術選項，透過前期適當的防蝕設計與評估，有助於降低設施後續維護需求，提升公共建設整體使用效益。

此外，面對現今產業發展由傳統經濟效益逐漸延伸至 ESG（環境、社會及公司治理）的趨勢，公共工程除重視建設當下的成本，更應從長期使用、維護及環境影響等面向進行整體思考。熱浸鍍鋅防蝕技術的導入，正可從耐久性與生命週期觀點，提供公共建設防蝕工程另一項值得關注的解決方案。

本次交流會安排多場專業講座，首先由公路局退休資深工程師李家順理事分享「常見公共設施構件腐蝕劣化態樣」，從實務角度介紹公共設施常見的腐蝕劣化問題；接續由杜風工程服務公司副總經理、台灣世曦公司

副總經理退休的林曜滄理事，以「高耐久性之熱浸鍍鋅防蝕工法」為題，說明高耐久性防蝕工法的重要性。中場休息後，KPMG 安侯永續公司董事總經理、政治大學兼任副教授黃正忠博士則以「鋼橋熱浸鍍鋅真實價值分析帶來的省思」為題，從價值分析角度探討鋼橋採用熱浸鍍鋅防蝕措施所帶來的長期效益與省思；熱浸鍍鋅協會技術開發委員會張家棟副主委進行「熱浸鍍鋅工法與應用」專題分享，介紹熱浸鍍鋅技術及相關實務應用。

除專題交流外，活動亦安排參觀臺鍍科技公司觀音廠熱浸鍍鋅作業，由熱浸鍍鋅協會會員與法規委員會李祐承副主委帶領與會人員了解實際作業流程，將課堂上的技術概念與現場實務相互結合，進一步深化參與人員對熱浸鍍鋅防蝕技術的認識。

活動最後安排 Q&A 交流，由熱浸鍍鋅協會蔡明達秘書長主持，與會人員針對公共工程防蝕、熱浸鍍鋅技術及生命週期成本等議題進行交流討論，透過產官學界專業意見分享，凝聚公共工程耐久防蝕的推動共識。

本次「熱浸鍍鋅先進技術參訪與交流會」透過「專業技術分享、實務經驗交流、工廠現場參訪」三大面向，讓參與人員從腐蝕劣化問題、防蝕工法選擇到實際施工應用，建立更完整的認識。未來亦期望持續透過相關交流活動，推動熱浸鍍鋅技術於公共工程的合理應用，落實生命週期成本及耐久性設計理念，為公共建設品質與長期使用效益提供更多助益。



蕭勝彥理事長致詞



上課情形



公路局退休資深工程師李
家順理事



林曜滄理事



KPMG 安侯永續公司
黃正忠董事總經理



熱浸鍍鋅協會技術開發委員會
張家棟副主委



工廠現場參訪



熱浸鍍鋅協會蔡明達秘書長
主持 Q&A 交流



大合照

鍍鋅材料耐蝕特性及在土木工程的应用發展

林志忠¹ 陳麒丞² 林永政² 王和源³

¹ 高雄醫學大學總務處 技士

² 國立高雄科技大學 土木工程系 研究生

³ 國立高雄科技大學 土木工程系 終身特聘教授

* 通訊作者：lincc@kmu.edu.tw

摘要

鋼結構與鋼筋混凝土結構的腐蝕劣化，是導致基礎設施壽命縮短與維護成本高昂的主因。熱浸鍍鋅（Hot-Dip Galvanizing, HDG）作為一種成熟的防蝕工法，透過鋅鐵合金層的物理屏障與陰極保護機制，提供了優異的耐久性。本文系統性地回顧了相關文獻，探討鍍鋅層的金相生成機制、與混凝土的握裹行為，以及「雙重防蝕系統」的協同效應。特別針對台灣高溫、高濕的海洋性氣候，本文引用了本地腐蝕損失數據與循環經濟（Circular Economy）的再生機制，分析電弧爐集塵灰的資源化過程。在正確的設計與施工下，熱浸鍍鋅不僅能顯著延長公共工程使用年限，更是實踐營建產業永續發展的關鍵技術。同時針對台灣工程近十年來隨著建設的蓬勃發展，熱浸鍍鋅之應用經過不同年代、產業別及使用量顯示逐年增加，獲得各界的肯定及使用。

關鍵詞：熱浸鍍鋅、土木工程、鋼筋腐蝕、循環經濟

一、緒論

鋼鐵是現代生活中不可或缺的資源，從高樓大廈到跨海大橋，皆以其高強度與韌性支撐著文明發展。然而，鋼材特性使其容易遭受「銹蝕」損耗，特別是在台灣這種高溫、高濕且四面環海的海洋性季風環境下，腐蝕問題遠比許多歐美大陸型氣候國家嚴重^[1]。

因防蝕不當造成的經濟損失佔國民生產毛額（GNP）比率甚鉅，以日本的 3.5% 估算，台灣在 2015 年因腐蝕造成的損失高達新台幣 5,865.65 億元^[1]。這筆龐大的隱形成本顯示，提升防蝕技術已非單純的工程問題，而是關乎國家經濟與資源效率的重要議題^[2]。

先進國家早已警覺銹蝕嚴重性，並廣泛採用熱浸鍍鋅技術於電力、橋梁、港灣等領域^[3]。然而，台灣仍常見因防蝕技術不良導致的銹蝕景觀，影響結構安全與市容。本文旨分析探討熱浸鍍鋅的防蝕原理、結構性能及其在資源循環中的角色，整理國內外文獻與產業數據，以期為國內土木工程之應用參考。

二、熱浸鍍鋅防蝕原理與製程

熱浸鍍鋅的原理是將潔淨的鐵件經由助熔劑（Flux）潤濕後，浸入約 450°C 的熔融鋅浴中，使鋼鐵與鋅發生擴散反應生成合金皮膜^[1]。其標準作業流程通常分為三大階段：表面前處理（脫脂、酸洗、助鍍）、熱浸鍍鋅、以及後處理（冷卻、檢查）^[4]。與一般油漆塗裝不同，熱浸鍍鋅層與鋼材基底是透過冶金結合（Metallurgical Bond）。鍍層由內而外形成一系列金屬互化物（Intermetallic Phases）^[5] 包括 Gamma 層：含鐵量約 21-28%；Delta 層：含鐵量約 7-11%；Zeta 層：含鐵量約 5-6%；Eta 層：最外層純鋅層。而值得注意的是，鋅鐵合金層（特別是 Zeta 與 Delta 層）的硬度值高於鋼材本體。這賦予了鍍鋅鋼材極高的抗磨耗性，使其在運輸與施工過程中不易受損^[4]。

關鍵防蝕優勢在熱浸鍍鋅被公認為防蝕效果最佳的方法之一，主要具備兩大機制^{[1][4]}：

- 屏障保護 (Barrier Protection)：緻密的鋅層隔絕了水、氧氣與氯離子。
- 犧牲陽極保護 (Sacrificial Protection)：鋅與鐵的標準電極電位 (vs.

SHE) 分別為 -0.76V 與 -0.44V 。當鍍層受損裸露鋼材時，在實際海洋或混凝土環境下兩者會形成腐蝕電偶，系統開路電位 (OCP) 使活性較高的鋅作為陽極優先犧牲氧化，透過陰極保護機制確保該處鋼鐵基底不生銹。

三、資源循環與再生機制之進階應用

熱浸鍍鋅不僅是防蝕技術，更是循環經濟的一環。鋅是一種具高度資源回收與再利用潛力的金屬材料^[3]。以電弧爐集塵灰資源化而言，當鍍鋅鋼材達到使用年限並進入電弧爐 (Electric Arc Furnace, EAF) 進行重熔回收時，由於鋅的沸點 (907°C) 遠低於鋼鐵熔點，鋅會揮發分離並被收集形成可回收之集塵灰^[6]。如果以威爾茲窯技術，這些含鋅的集塵灰並非廢棄物。透過威爾茲窯 (Waelz Kiln) 的高溫冶煉技術，可將集塵灰中的鋅還原並氧化成粗氧化鋅 (Crude Zinc Oxide)^[6]。這些回收的鋅資源可再次利用於生產鋅錠或化工產業，形成完整的「搖籃到搖籃」封閉循環^[3]。

雙重防蝕系統 (Duplex System) 對於極度嚴苛的腐蝕環境 (如 C5 等級工業區或濱海區)，單一防蝕層可能不足。此時可採用「雙重系統」 (Duplex System)，即在熱浸鍍鋅層上再施作塗裝^[7]。研究顯示，雙重系統具有「協同效應」 (Synergy Effect)，其使用壽命並非兩者簡單相加，而是可達單獨使用鍍鋅或塗裝系統壽命總和的 1.5 至 2.3 倍^[3]。

而握裹力是鋼筋混凝土結構安全的核心。鍍鋅鋼筋在添加爐石粉 (Furnace Slag) 的混凝土中，不僅可提升整體耐久性，亦能改善鋼筋與混凝土之握裹強度，顯示其與現代綠混凝土具有良好的相容性^[8]。此外，在海洋環境中，鍍鋅鋼筋發生腐蝕所需的氯離子臨界濃度 (Chloride Threshold Level) 比普通黑鐵鋼筋高出約 2.5 倍，能有效延後腐蝕起始時間^[9]。

四、台灣熱浸鍍鋅的發展

近年來熱浸鍍鋅廣泛應用於公路、鐵路、電力能源、通訊、石化業、營建業、農業、環保、科技、造船、下水道工程及其他相關產業，其具備耐蝕性能佳、施工方式成熟、使用年限長及維護成本低等優點，因此已逐漸成為國內鋼構工程與公共設施重要之防蝕工法之一。依據熱浸鍍鋅產量年度統計資料分析，如表 1 所示，2015 年至 2024 年間台灣熱浸鍍鋅總產量已達 299 萬 2,819 噸，平均每年約 29 萬 9 千餘噸，顯示熱浸鍍鋅技術已廣泛應用於國內各項公共工程與產業設施中，並形成穩定成長之市場需求。

(1) 以各產業別十年累積產量分析

近十年熱浸鍍鋅產量以營建業使用量最高，如圖 1 所示，其產量累積達 73 萬 6,096 噸，占總產量約 25%；其次為石化業 48 萬 507 噸（16%）、電力能源 44 萬 5,637 噸（15%）、其他產業 34 萬 3,558 噸（12%）及公路工程 28 萬 5,135 噸（10%）。此外，科技產業達 19 萬 1,666 噸（6%），鐵路工程 17 萬 7,791 噸（6%），其餘農業、環保、通訊及下水道工程等則約占 2% 至 3%。由統計結果可知，熱浸鍍鋅主要仍應用於大型公共工程、鋼構建築及高腐蝕環境設施，其中營建、公路及鐵路等土木營造相關產業合計已超過 119 萬噸，占整體約四成，顯示國內公共建設與交通工程持續成長，亦帶動熱浸鍍鋅鋼材需求穩定增加。

(2) 近十年產量統計分析

2015 年至 2024 年間整體熱浸鍍鋅產量大致維持於 27 萬至 31 萬噸之間，如圖 2 所示，其中 2024 年總產量達 31 萬 8,929 噸，為近十年最高值，占十年總產量約 11%；其次為 2021 年 30 萬 4,145 噸及 2015 年 30 萬 3,115 噸，均超過 30 萬噸以上，相較之下，2016 年總產量為 27 萬 8,047 噸，為近十年相對低點，推測可能與公共工

程執行量下降及鋼鐵市場景氣波動有關，但自 2017 年後產量逐步回升，顯示國內市場對熱浸鍍鋅鋼材需求仍維持穩定。

(3) 十年前後產量分析

若以 2015 年與 2024 年進行比較，如圖 3 所示，2015 年熱浸鍍鋅總產量約 30 萬 3,115 噸，而 2024 年則提升至 31 萬 8,929 噸，整體呈現穩定成長趨勢。其中營建業由 7 萬 2,705 噸增加至 8 萬 3,515 噸，科技產業由 1 萬 7,780 噸增加至 2 萬 3,585 噸，顯示高科技產業及大型鋼構工程對熱浸鍍鋅材料需求逐年增加，另電力能源產業雖略有波動，但仍維持高使用量，顯示輸配電工程及能源設施仍高度依賴熱浸鍍鋅防蝕工法。

(4) 前五年與後五年之產量分析

如前五年（2015 年至 2019 年）總產量約 147 萬 4,758 噸，占整體約 49%，後五年（2020 年至 2024 年）則達 151 萬 8,061 噸，占約 51%，如圖 4 所示，後五年較前五年增加約 4 萬 3 千餘噸；由此可知，近年熱浸鍍鋅使用量仍呈穩定成長趨勢，尤其 2020 年後政府積極推動前瞻基礎建設、能源轉型及大型公共工程，帶動營建、電力能源及科技產業對高耐蝕鋼構材料需求增加，也反映公共工程已逐漸重視結構耐久性與生命週期成本。

(5) 相關土木營造業五年前之產量分析

在 2020 年至 2024 年間營建業仍為熱浸鍍鋅主要使用產業，如圖 5 所示，其中 2024 年產量達 8 萬 3,515 噸，為近五年最高值。公路工程則由 2020 年 2 萬 6,272 噸下降至 2023 年 2 萬 3,898 噸，但 2024 年再回升至 3 萬 1,071 噸，成長幅度明顯。鐵路工程則大致維持於 1 萬 6 千至 1 萬 7 千噸之間，下水道工程則維持約 6 千餘噸，顯示土木營造相關工程對熱浸鍍鋅材料仍具有穩定之需求。

(6) 熱浸鍍鋅近三年產量分析

近三年 2022 年總產量為 29 萬 6,021 噸，2023 年為 29 萬 6,830 噸，2024 年則提升至 31 萬 8,929 噸，增加約 2 萬 2 千餘噸，成長幅度約 7%，如圖 6 所示，其中營建業增加近 1 萬 9 千噸、公路工程增加 7 千餘噸及電力能源增加 6 千餘噸，顯示國內公共工程與大型鋼構市場需求於 2024 年有明顯回升趨勢。而鐵路、造船及環保等產業則略有下降，推測與部分大型工程完工或市場需求調整有關。

(7) 熱浸鍍鋅 2024 年產量年度分析

以 2024 年熱浸鍍鋅總產量為 31 萬 8,929 噸，其中營建業 8 萬 3,515 噸，占 26% 為最大宗，如圖 7 所示，其次為電力能源 4 萬 9,572 噸（15%）、石化業 4 萬 3,515 噸（14%）、其他產業 3 萬 9,598 噸（12%）及公路工程 3 萬 1,071 噸（10%）；此外，科技產業亦達 2 萬 3,585 噸，占 7%，顯示半導體、科技廠房、設備及無塵室機電工程逐漸大量採用熱浸鍍鋅材料，以提升設備耐久性與降低腐蝕風險。

綜合上述分析可知，熱浸鍍鋅除具有施工簡便、防蝕性能優異及耐久性高等優點外，更可有效降低後續維修與更新成本；台灣地區身處亞熱帶潮濕型海洋性環境，腐蝕問題比其它各國嚴重有過之而無不及，在鋼構設施極易受到腐蝕破壞^[10]。因此於公共工程、橋梁、公路設施、能源設備及大型鋼構建築中採用熱浸鍍鋅工法，除可有效延長結構使用壽命外，亦符合永續工程與生命週期成本管理理念，未來隨著公共建設持續推動、綠能產業發展及高科技廠房增加，熱浸鍍鋅於公路工程、能源工程及大型基礎設施之應用，仍具有相當大之發展潛力與推廣價值。

五、結論

熱浸鍍鋅兼具防蝕、經濟與永續價值，已被國際視為重要的基礎工程防護技術。

1. 經濟效益：雖初期成本可能略高於簡易塗裝，但考量台灣高腐蝕環境下的全生命週期成本（LCC），鍍鋅能大幅減少維護支出，避免如 2015 年高達 5,800 多億元的鉅額腐蝕損失^[1]。
2. 技術優勢：合金層的高硬度與混凝土良好的握裹力，使其適用於各種土木基礎設施^{[11][12]}。
3. 永續發展：透過電弧爐與威爾茲窯技術，鋼材本體與鋅資源具有高度資源回收及再利用潛力^[6]。而台灣近十年各產業之熱浸鍍鋅仍以營建業使用量最高，平均每年有近 30 萬噸，因此，熱浸鍍鋅應被視為台灣公共工程中，延長結構壽命與實踐環境永續的重要防護技術。

參考文獻 (References)

- [1] 林俊男、張家豪（2024）。〈鋼橋防蝕技術之發展與熱浸鍍鋅再生機制探討〉。《土木水利工程資訊學刊》，第 36 卷，第 2 期，頁 115-128。
- [2] Koch, G., Varney, J., Thompson, N., Moghissi, O., Gould, M., & Payer, J. (2016). International Measures of Prevention, Application, and Economics of Corrosion Technologies Study. NACE International.
- [3] International Zinc Association (2022). Zinc Recycling: Closing the Loop. International Zinc Association.
- [4] Porter, F. C. (1994). Zinc Handbook: Properties, Processing, and Use in Design. CRC Press.
- [5] Marder, A. R. (2000). The metallurgy of zinc-coated steel. Progress in Materials Science, 45(3), 191-271.
- [6] 鋼聯研發團隊、陳益銘（2023）。〈電弧爐集塵灰資源化技術之高溫還原與環境效益評估〉。《永續環境與資源循環期刊》，第 11 卷，第 3 期，頁 45-58。

- [7] van Eijnsbergen, J. F. H. (1994). Duplex Systems: Hot-dip Galvanizing Plus Painting. Elsevier.
- [8] 王大明、李志宏 (2020)。〈熱浸鍍鋅鋼筋對爐石混凝土握裹強度與耐久性之影響研究〉。《土木工程學報》，第 62 卷，第 4 期，頁 73-89。
- [9] Fratesi, R., Moriconi, G., & Tittarelli, F. (2000). Corrosion resistance of galvanized steel reinforcements in carbonated concrete. Corrosion Science, 42(12), 2165-2187.
- [10] 中華民國熱浸鍍鋅協會官網之熱浸鍍鋅介紹。
- [11] Darwin, D., Idun, E. K., Zuo, J., & Tholen, M. L. (1998). Reliability-based strength reduction factor for bonded prestressed concrete members. ACI Structural Journal, 95(3), 234-245.
- [12] Pokorny, P., Hromadka, R., & Vokac, M. (2017). Bond strength of hot-dip galvanized reinforcement in concrete. Koroze a ochranamaterialu, 61(3), 91-97.

表 1 熱浸鍍鋅產量年度統計表（產業別）（單位：噸）

類別 年月	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	合計
2015 年	31,631	15,983	54,195	7,667	46,546	72,705	7,288	7,852	17,780	3,905	7,806	29,757	303,115
2016 年	29,979	16,402	42,103	6,915	46,106	69,460	7,252	6,614	15,879	3,538	7,911	25,888	278,047
2017 年	32,063	17,496	41,121	6,137	47,408	81,772	8,539	7,086	10,774	4,623	9,136	34,441	300,596
2018 年	31,067	23,130	38,528	6,624	48,403	74,604	8,700	7,249	16,738	4,691	8,281	30,924	298,939
2019 年	28,110	20,308	40,369	6,213	47,932	71,342	7,515	7,637	17,389	4,999	7,369	34,878	294,061
2020 年	26,272	17,150	44,202	7,105	49,532	74,230	7,446	8,656	18,905	4,153	6,672	37,793	302,136
2021 年	25,955	17,483	50,731	7,948	47,453	72,085	6,611	7,282	21,991	3,455	6,423	36,728	304,145
2022 年	25,089	17,217	41,485	7,417	46,801	71,868	7,540	7,244	27,228	3,388	6,320	34,720	296,021
2023 年	23,898	16,408	43,331	7,652	56,811	64,515	7,972	6,744	21,397	2,809	6,462	38,831	296,830
2024 年	31,071	16,214	49,572	8,291	43,515	83,515	8,282	6,210	23,585	2,260	6,816	39,598	318,929
合計	285,135	177,791	445,637	71,969	480,507	736,096	76,869	72,574	191,666	37,821	73,196	343,558	2,992,819

資料來源：中華民國熱浸鍍鋅協會官網經本研究整理

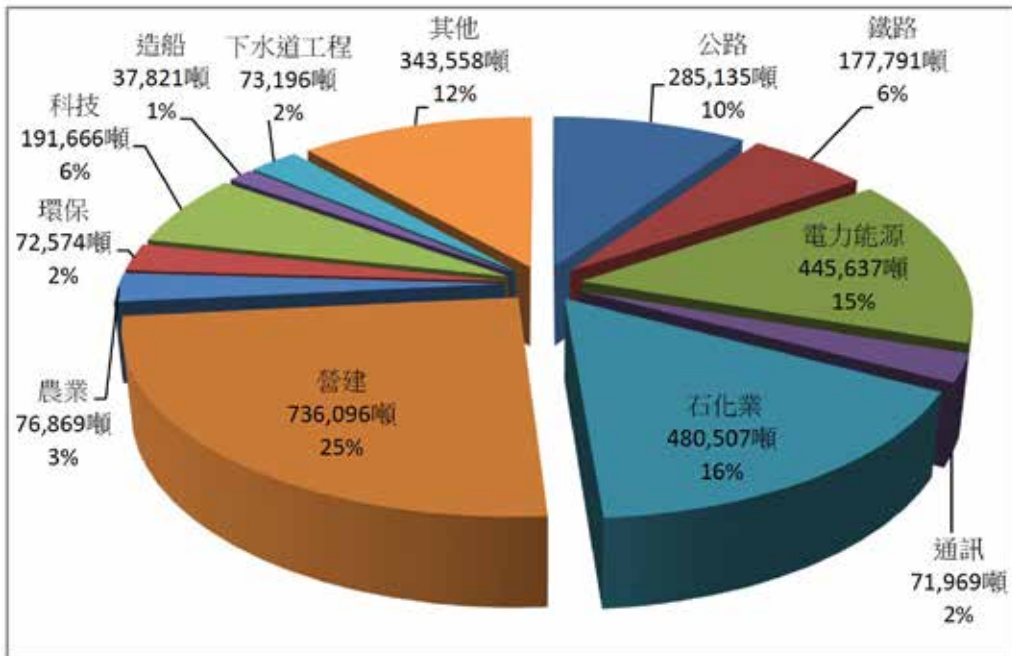


圖 1 熱浸鍍鋅十年產量各類別統計分析 (單位：噸)

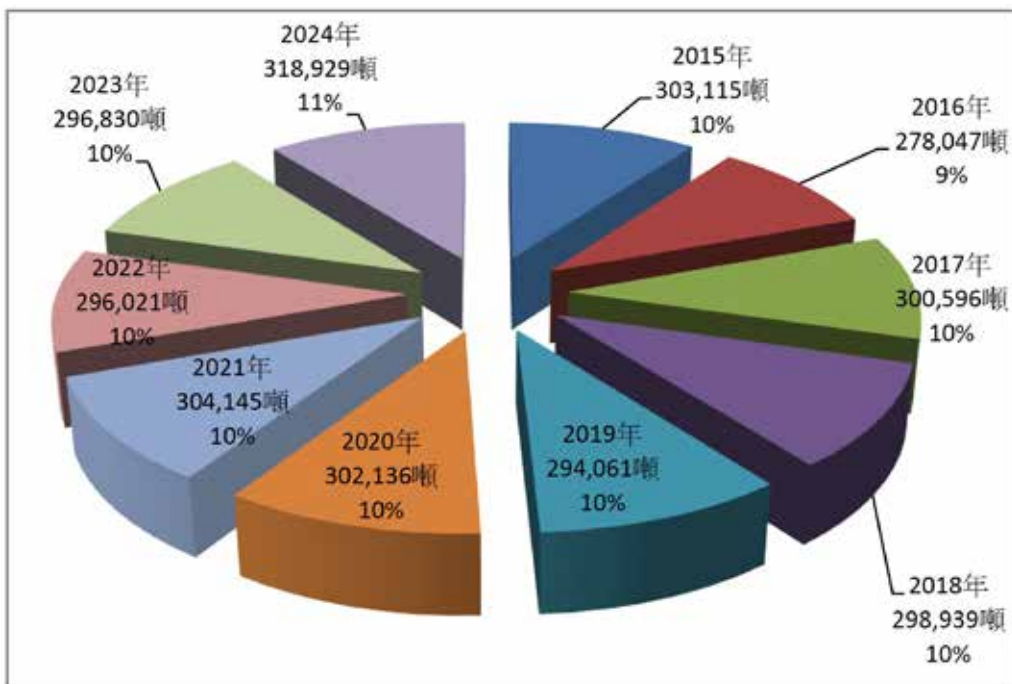


圖 2 熱浸鍍鋅近十年產量統計分析 (單位：噸)

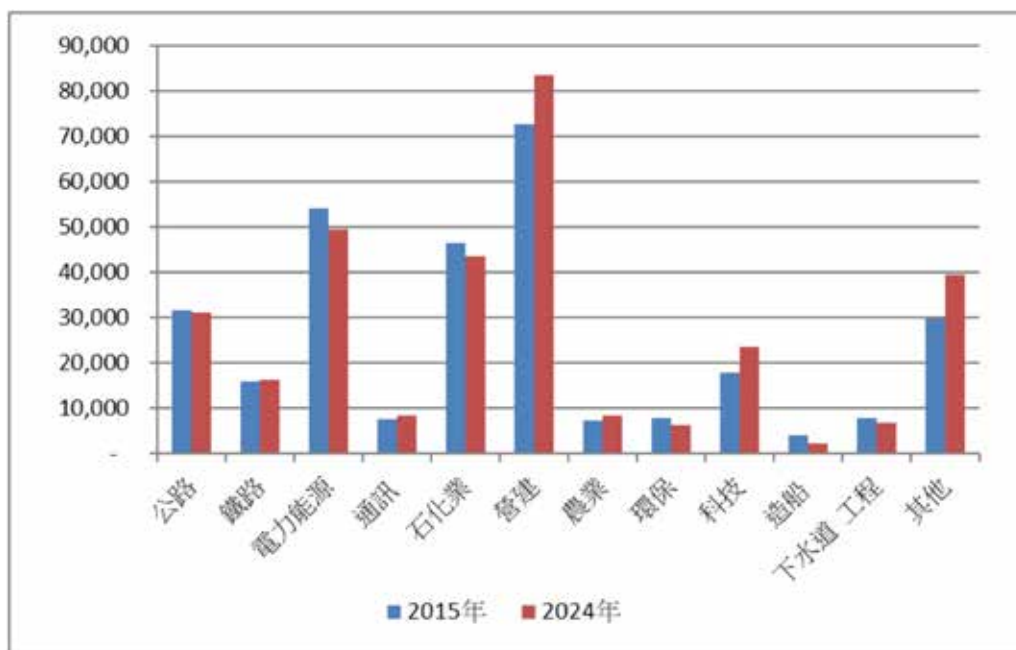


圖 3 熱浸鍍鋅十年前後產量分析（單位：噸）

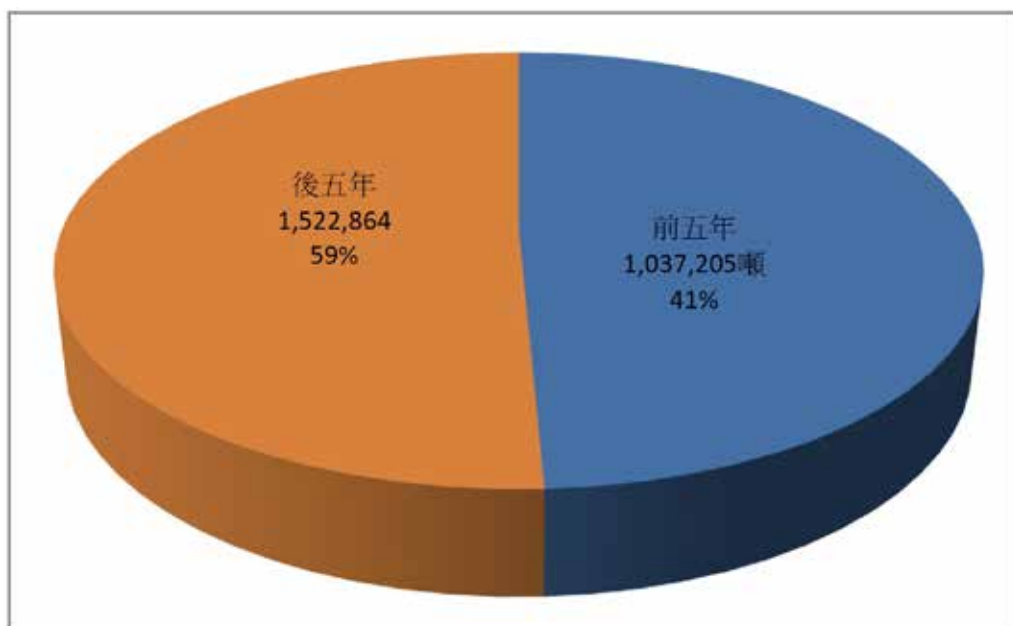


圖 4 熱浸鍍鋅前五年與後五年之產量分析（單位：噸）

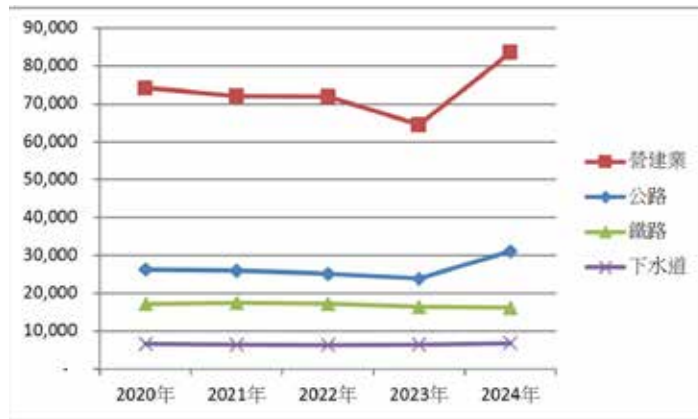


圖 5 熱浸鍍鋅相關土木營造業五年前之產量分析（單位：噸）

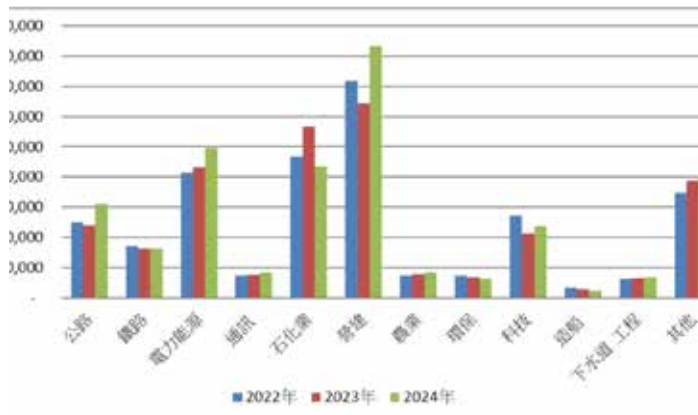


圖 6 熱浸鍍鋅近三年產量統計圖分析（單位：噸）

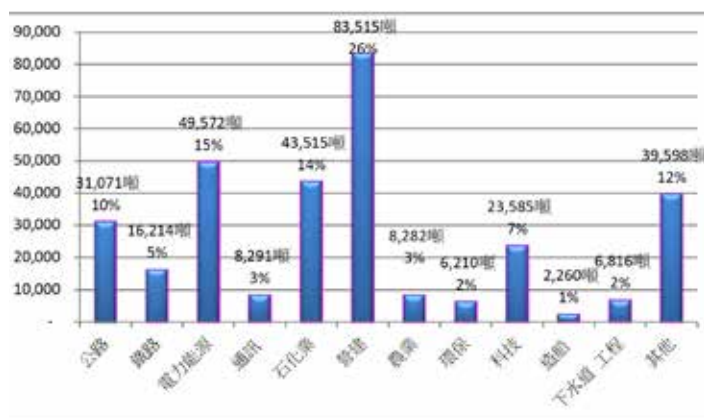


圖 7 2024 年熱浸鍍鋅產量年度統計分析（單位：噸）

「鍍鋅恆久遠，堅韌護百年」- 熱浸鍍鋅的歷程與未來

方志豪¹

¹ 永尚股份有限公司 專案經理

* 通訊作者 :nickfang.ys@gmail.com

摘要

最早的鍍鋅技術可以追溯至西元 1742 年，法國化學家 P. J. Melouin 發表了一篇論文，描述如何透過將鐵浸入熔融鋅中來獲得鋅鍍層，這是熱浸鍍鋅技術的雛形。西元 1830 年左右法國與英國相繼取得相關專利並走向工業化生產，熱浸鍍鋅技術越來越蓬勃發展。依據澳洲鍍鋅協會針對鍍鋅的類型可區分為熱浸鍍鋅（批次、連續式）、電鍍鋅、機械鍍鋅與熔射、滲鋅（熱擴散）、富鋅漆。然而僅有熱浸鍍鋅與滲鋅是利用加熱使得鋅金屬融化成液體或半熔融狀與鋼鐵原料反應形成鋅鐵合金層來保護鋼材，其他的鍍鋅方式都是機械或化學鍵結。

鍍鋅製程包含脫脂與酸洗等前處理、熱浸鍍鋅以及冷卻與鈍化的後處理。其核心設備為鍍鋅爐與鍍鋅鍋，鍍鋅作業方式主要分為橋式起重機（歐美中常用）與單軌吊車（台日常用）兩大系統。

設備的演進中最主要的是能源演進，因應環保趨勢，爐體燃料由早期的煤氣、重油，逐步轉向天然氣與乾淨的電能，甚至發展出電能與瓦斯共用的雙能源系統。硬體材料從耐火棉取代了傳統的耐火磚，一體成型的鍍鋅爐進化成模組化的組裝系統，高速脈衝火焰取代了傳統平火焰的設計等。

面對全球氣候變遷與減碳趨勢，熱浸鍍鋅因具備不可替代的防蝕與延長鋼材壽命功能，未來仍將扮演重要角色，業者須持續引進環保節能技術以與時俱進。

關鍵字：鍍鋅、熱浸鍍鋅、廠中房

一、鍍鋅是什麼？

普世的認知，鍍鋅是指一種鍍層的技术。而這樣的技术始於 300 多年前，當時一位煉金術士出身的化學家突發奇想，將乾淨的鐵浸入熔融的鋅中，鐵的表面竟然形成了一層閃閃發光的銀色鍍層，令人非常驚訝，這成為了鍍鋅工藝誕生的第一步。

1680 年是海盜與帝國合法掠奪的年代，戰爭屢見不鮮，當時的印度人已經會在鎖子甲¹上鍍鋅，方法可能是把鐵製物體浸入熔化的鋅，這是人類對鐵進行鍍鋅處理的最早證據。其鎖子甲收藏於英國皇家軍械博物館中。

在歐洲的部分，1742 年，一個名為馬路安 (P. J. Malouin) 的化學家向法國皇家科學院提交論文，指出可以把鐵浸入熔化的鋅，從而用鋅來包覆鐵製的物品。馬路安的發現迅速在科學界傳開，市面上也開始出現鍍鋅的器具，到了 18 世紀下旬，這些器具在法國部分地區已經頗為知名。

1824 年，漢弗萊·戴維 (Sir Humphry Davy) 爵士證明，當兩種不同的金屬電連接並浸入水中時，其中一種金屬的腐蝕會加速，而另一種金屬則會得到一定程度的保護。根據這項研究，他提出可以應用在被銅包覆²的木製海軍艦艇船底上加裝鐵板或鋅板來保護銅製船底，這是最早陰極保護的實際應用。後來當木製船體被鋼鐵船體取代後，鋅陽極至今仍然被使用。一直到了 1836 年，法國化學家斯坦尼斯拉斯·索雷

1 以鐵鍊方式製成的盔甲稱為鎖子甲，比起板甲的活動性強，缺點是保養困難，鐵環會生鏽等。

2 使用銅來包覆船底，主要可以抑制海底生物的附著（如藤壺）以確保航行的速度，但是銅依舊會被海水中的氯離子腐蝕，因此加裝鐵板、或鋅板優先與氯離子反應達到保護銅板的功效。

爾 (Stanislas Sorel) 為這個技術申請了專利，同時為了紀念路易吉·伽伐尼 (Luigi Galvani) 與亞歷山卓·伏打 (Alessandro Volta) 提出的直流電 (Galvanism) 現象，因此把鍍鋅技術命名為「galvanizing」。這是歐洲第一個與鍍鋅有關的專利。同一時間 1837 年另一位英國人亨利·克勞福德 (Henry Crawford) 也取得了類似的技術專利，此後英國開始工業化生產熱浸鍍鋅產品，1844 年英國海軍在威爾斯碼頭上使用了鍍鋅鐵板，並在英國工業革命的推動下鍍鋅技術蓬勃發展，到 1850 年英國每年約使用約 1 萬噸鋅用於鋼鐵防銹。



圖 1 鎖子甲示意圖

source: <https://www.metmuseum.org>



圖 2 HMS 勝利號木船模型

source: <https://gonautical.com/famous-ships/30-uss-constitution-limited-50.html>

鋅與鍍鋅的歷史緊密相連；考古學家發現距今 2500 年就有合金飾品的使用，飾品中的含鋅量高達 80%。而銅與鋅的合金（即俗稱的黃銅），最早的歷史可以追溯到西元前 10 世紀，當時發現的猶太黃銅含鋅量為 23%。

印度是世界上最早提煉鋅的國家；此外早在 16~17 世紀中國古書「天工開物」中，詳細記載了中國使用罐煉法來提煉鋅；方法是將爐甘石裝入泥罐，用木炭加熱，冷凝得到金屬鋅，技術上與現代「平罐煉鋅法」相似。然而歐洲第一座鋅的冶煉廠是在 1743 年建立於英格蘭的布里斯托，在此之前歐洲使用的鋅來自於中國。1745 年，在瑞典海岸沈沒的東

印度公司的船，經證實運載的貨物是中國的鋅，經過專業分析回收的鑄錠得知是幾乎純淨的金屬鋅。



圖 3 英國喬瑟夫鍍鋅公司

source: <https://josephash.co.uk/blogs/the-history-of-metal-treatment/>



圖 4 英國鍍鋅廠歷史照片

source: <https://galvanizing.org.uk/hot-dip-galvanizing/history-of-galvanizing/>

二、鍍鋅工法類型

依據澳洲鍍鋅協會針對「鋼鐵工件上批覆鋅金屬」的類型可區分為熱浸鍍鋅（批次、連續式）、電鍍鋅、機械鍍鋅與熔射、滲鋅（熱擴散）、富鋅漆

- （一）熱浸鍍鋅：將鋼材浸入熔化後的液態鋅中，利用鋅與鐵的物理和化學反應，在鋼材表面形成一層緻密的鐵 - 鋅合金層，包括 Gamma 層、Delta 層、Zeta 層、Eta 層，達到物理隔絕和犧牲陽極保護的雙重防銹效果。
- （二）電鍍鋅：主要是電化學沉積與鋅的犧牲陽極保護原理；利用直流電源，在含有鋅離子的電解液中，把工件作為陰極，鋅作為陽極，通過電流使鋅離子還原並沉積在鋼件表面，形成一層均勻、緻密、具防銹和裝飾作用的鋅鍍層。
- （三）機械鍍鋅：利用滾桶旋轉產生物理衝擊和摩擦，在化學促進劑作用下，將鋅粉“冷焊”到零件表面，形成光滑、均勻且具有良好延展性的鋅層，適用於螺絲、螺帽等需要保持尺寸精度和防止氫脆的小零件。

- (四) 熔射：利用高溫或火焰將鋅線熔化，再透過壓縮空氣將熔融的鋅顆粒高速噴射到工件表面上，使其堆積形成緻密保護層，以達到防銹與改善表面性質的效果，主要靠「物理撞擊」和「熱能熔合」原理。
- (五) 滲鋅(熱擴散)：滲鋅製程是將鋼鐵材料置於裝有金屬鋅粉的封閉滾筒中，操作溫度約 380~500℃。當溫度超過 300℃ 以上時，鋅會蒸發並擴散到鋼材的基體中，形成擴散結合的鋅鐵合金相 (Zn-Fe)。此工藝針對扣件類產品（通常是帶有細螺紋的產品）最為有效，此製程還能有效防止氫脆，因此可以安全地用於強度超過 1000 MPa 的高強度鋼。鍍層厚度介於 20 至 120 μm，但通常在 20 至 50 μm 範圍內，鍍層厚度通常取決於在旋轉滾筒中的時間和鋅的供應量，而不是鋼材的厚度。
- (六) 富鋅漆：富鋅塗料由有機或無機載體與黏合劑中的金屬鋅粉組成。工件表面處理必須透過噴砂清理或使用電動工具增加鋼材表面的粗糙度（例如 SSPC SP-11 裡的規範），塗層可採用刷塗或噴塗方式進行處理。富鋅塗料是一種阻隔塗層，如果鋼材表面處理得當，且塗料符合相關標準（如 AS/NZS 3750.9 和 AS/NZS 3750.15），則還能為小面積裸露的鋼材提供陰極保護。合適的富鋅塗料也可作為修復受損或磨損的鍍鋅鍍層的有效塗層。

以下，我們將以熱浸鍍鋅做為主題，因也僅有熱浸鍍鋅的能夠與工件產生足夠厚的鋅鐵合金層，不同於其他鍍鋅方式以機械鍵結的原理將鋅附著在工件表面上。

在熱浸鍍鋅的範疇內，還可以依據不同製程、不同的鋅浴成分又可分為幾種方式：

1. 製程劃分（連續式、批次）

連續鍍鋅：係指鍍鋅製程為連續的方式。代表性的產品有鋼捲與

鋼管；除此之外在某些國家也將鋼網、護欄板、C 型鋼、鋼筋設計成自動的方式

批次鍍鋅：係指鍍鋅製程為批次的方式進行。只要異型產品、或產品無法大量生產、規格化，就得採用批次鍍鋅的方式進行處理，如箱型梁、燈桿、格柵板等等

2. 鋅浴成分：（純鋅、55% 鋁鋅、5% 鋁鋅、鋅鋁鎂）

通常鋅浴裡是以 99.9% 的純鋅為主，部分產品因需提高防蝕等級，因此會添加比鋅活潑的金屬來達成目的，如在鋅浴裡添加鋁，依鋁的含量可以區分為 55% 鋁鋅、5% 鋁鋅；或在鋅浴裡添加鋁及鎂，統稱為鋅鋁鎂，而不同的鋁鎂的比例，各個廠家又分別申請專利，如 SuperDyma、ZAM、ZM Ecoprotect、PosMAC 等等。

三、熱浸鍍鋅的製程

大致上可以分成前處理、鍍鋅、後處理三大項，前處理包括了「脫脂」、「水洗」、「酸洗」、「助鍍」、「烘乾」等主要程序，脫脂的功能就是要把鋼鐵加工後表面殘留的油脂去除；酸洗的作用則是要把鋼鐵表面的氧化層（俗稱鐵銹 Fe_2O_3 ）或熱處理後氧化物去除乾淨；助鍍劑³的功能則是輔助鋅與鐵反應更緊密融合，並確保工件浸鍍鋅浴之前表面不再次氧化；烘乾的程序並非每家鍍鋅廠都使用，取決於助鍍劑的調配與鍍鋅方式的選擇，目的是將工件表面水分去除，可以降低鋅爆，其二是將清洗乾淨的工件放置在溫度高的區域也會降低再次氧化的機率。

熱浸鍍鋅中最重要的就是溫度的控制、浸鍍的時間以及合金的使用。

（一）溫度的控制：依據工件的大小、不同的材質、膜厚的要求，鍍鋅溫

3 助鍍劑主要由氯化鋅與氯化銨調製而成，每家鍍鋅廠使用的比例、濃度亦不相同。

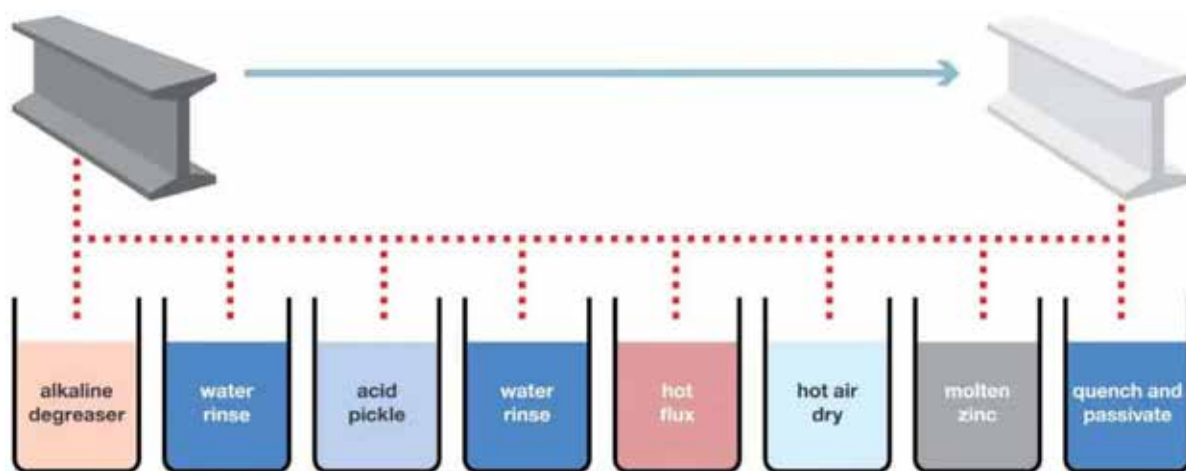


圖 5 熱浸鍍鋅流程圖

source: <https://gaa.com.au/galvanizing-process/>

度一般會控制在 440~455°C 之間，因鋅的熔點是 420°C，若鍍鋅溫度太低可能會造成表面不平整、流速太慢產生鋅瘤與殘鋅；若鍍鋅溫度太高可能會造成燒灰現象、鋅鍋腐蝕等等。

(二) 浸鍍的時間：時間的控制最主要是讓鐵與鋅有足夠的時間反應生成合金層，過猶不及都是不好的。

(三) 合金的使用：合金的用途，主是為了提高鍍鋅品質、防蝕性能、避免燒灰、鍍層膜厚更均勻、表面花樣 (spangle) 等，最廣泛使用的合金是鋅鋁合金與鋅鎳合金兩種，少數外國的鍍鋅廠也有使用鈹合金、稀土等等。

鍍鋅之後的後處理製程包括了「冷卻」、「鈍化⁴」、「品管」等三個部分，冷卻是將鍍鋅工件從 450°C 的高溫冷卻至接近常溫，讓工人能夠安全的做最後的修飾，廠商會依據工件的變形量，選擇採用水冷或空氣自然冷卻；而鈍化是將鍍鋅工件浸入含有鉻金屬或無鉻的溶液中，

4 常見的鈍化溶液有六價鉻與三價鉻，六價鉻具有毒性因此在台灣須向政府申請登記使用。六價鉻若使用不慎會使得工件表面發黃，影響工人健康，殘留在表面的鉻金屬在工程安裝時亦會影響環境。

目的是保護工件表面的 Eta 層的鋅短暫隔絕空氣、水氣的作用進而轉化成白色的氫氧化鋅粉末沉積（俗稱的白銹），白銹是熱浸鍍鋅表面自然的化學反應，並不代表品質不良⁵，也不降低防腐蝕的效能，通常只有客戶特殊要求、需長時間庫存、海運運輸，才會使用鈍化處理。

四、熱浸鍍鋅的核心設備

熱浸鍍鋅製程的核心設備當然是鍍鋅爐，可以拆解為「鍍鋅爐」與「鍍鋅鍋」，我們可以想像廚房裡都有的一樣電器產品可以完美詮釋，那就是電鍋。鍍鋅爐如同電鍋的外鍋，而鍍鋅鍋則是內鍋的概念。電鍋顧名思義是透過通電來加熱，但這幾年節能減碳、碳稅、碳足跡的議題下，歐洲越來越多的鍍鋅廠採用電加熱的方式，在台灣經濟效益整體評估下，大多數仍是利用相對環保的瓦斯當作加熱熱源。

鍍鋅爐在能源利用的演進中，從早期使用煤氣發生爐（煤炭加熱）產生煤氣燃燒、重油加熱、柴油（輕油）加熱、瓦斯加熱（LNG/LPG）、電能，直到最新的雙能源使用（電能與瓦斯共用）都是伴隨著全世界工業發展、經濟起飛與環保意識抬頭有關。

煤氣發生爐：它的作用是用煤、水、空氣為原料，產生化學反應，生產混合型煤氣提供能源。通俗的說法是煤炭燃燒產生的煤氣與水蒸汽發生氣化反應，產生一氧化碳、甲烷、氫氣等可燃氣體燃料。這是 21 世紀初期在中國最常見鍍鋅爐加熱方式。

重油燃燒：重油泛指在原油分餾過程中，沸點高於 300℃ 以上所留下的殘餘液態物質；或是來自於回收橡膠（廢輪胎）的提煉，透過高溫且無氧的環境下進行熱分解反應，將橡膠的長鏈碳氫化合物分子分解成較小的短鏈分子，形成液態燃料油。重油質地黏稠、分子量大且不易揮發。主要由長鏈碳氫化合物組成，包括烷烴、環烷烴和芳烴。由於其含

⁵ 氫氧化鋅在通風良好的環境下，能進一步與空氣中的二氧化碳 (CO₂) 繼續反應，就會轉變成較緻密、能保護內部金屬的鹼式碳酸鋅（通常呈現淺灰色）

有較高的硫、氮、重金屬等雜質，燃燒後會產生多種有害空氣污染物，對人體健康和生態系統都有負面影響。雖然台灣沒有全面禁止使用重油，但是強烈限制煙囪的排放標準（如硫氧化物 SO_x 需低於 50ppm），也就是說需要投資更精密的設備來過濾排放物，因此許多工業用爐紛紛轉向天然氣等乾淨能源。然而在鍍鋅業者方面還有另一層面的考慮，首先是未燃燒完全的硫化物會從加熱室腐蝕鍍鋅鍋外壁，在內外夾擊下，降低了鍍鋅鍋壽命；第二這些燃燒不完全的物質會沈積在燃燒機元件上，不定時會導致故障，增加了維護的時間成本。

柴油（輕油）燃燒：柴油通常是指在原油提煉過程中，沸點較低、密度較小、黏度較低且容易揮發的油品。柴油在鍍鋅行業中屬於過渡用品，雖然柴油燃燒廢氣排放相較重油乾淨，但依舊是油品，燃燒機的缺點仍舊被保持下來。在安全性、運輸的考量下，某些地區的鍍鋅廠會選擇使用柴油來當作燃料。

瓦斯天然氣：包括天然氣 LNG 及液化石油氣 LPG，雖然這兩者皆屬於乾淨的能源，但某些地區無法讓天然氣管道直通，所以退而求其次選擇液化石油氣來加熱。與天然氣相比，液化石油氣需要桶槽來儲放，且還需要一套蒸發設備將液體汽化後才能使用。至今台灣所有的鍍鋅廠都是使用瓦斯當作主要的加熱能源。

電能與雙能源：電能是最乾淨的能源之一，完全沒有排放。但是鍍鋅時需要維持穩定的溫度，電能若要瞬間補足熱能，則需要足夠的設施來提供相對應的電力，因此只有在某些特殊地區有政府補貼下的鍍鋅廠，或是單位產能較少的鍍鋅廠使用純電能⁶。雙能源 Hybrid 是指電能與瓦斯共用，如沒有足夠大的電力設備，電能無法在正常鍍鋅工作下完成任務，因此需搭配瓦斯燃燒來提供熱能，但非工作時段保溫，單獨純電能是遊刃有餘的，進而達到部分節能減碳的目的。目前雙能源鍍鋅爐

⁶ 若以一個 16M 的鍍鋅爐估算，電能安裝功率需在 3,400kW 左右，其對應的電站還應包括廠內其他設備用電。

在部分歐洲國家因政策驅使下非常流行！

氫能及生質燃料：水是地球富含最多的資源，目前的技術也可以將水中氫氣⁷提煉出來成為燃料，但是提煉過程中的成本過高、氫氣的濃度過低，以至於使用上仍有些許的限制，科學家們也積極研發如何將目前的氫氣燃燒商業化應用。另生質燃料部分如生質能、沼氣，是將自然界中產出的廢棄物加以利用，雖然可行但仍礙於成本過高效率低，在鍍鋅業界中暫無廣泛的使用。

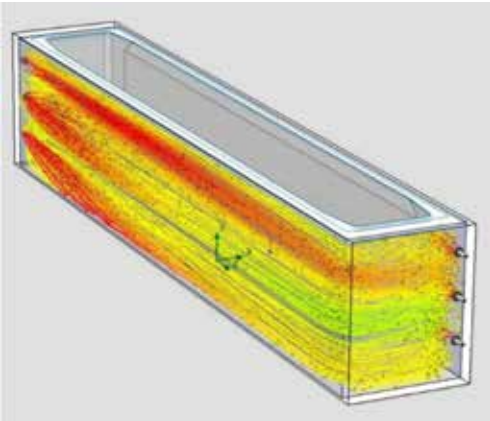


圖 6 高速脈衝火焰熱流示意圖

source: <https://www.che.no/hot-dip-galvanizing/gas-fired-recirculation-furnace/>



圖 7 雙能源（瓦斯與電能）鍍鋅爐

Source: Intergalva 2024-Gimeco 公司演講

五、熱浸鍍鋅爐體設計

前述提及鍍鋅時溫度的控制極為重要，除了燃料的供給熱能外，爐體本身要如何維持溫度並有效地將溫度傳導至鋅浴中，也至關重要，接下來要談談鍍鋅爐的設計，並從下述幾個觀點切入：

- (一) 保溫材料的選擇：保溫材料有幾個主要功能，第一個功能是隔絕熱能，避免熱能溢散到大氣中，直接造成燃料的浪費；第二個功能是保持熱能，保持均勻的溫度，讓熱能傳導更均勻有效。由於鋼鐵行業發展較熱浸鍍鋅更早，部分技術訊息也從此傳過來，最早的鍍鋅

⁷ 目前氫氣是以「富氫天然氣」為主，純氫氣仍有開發的瓶頸。

爐使用耐火磚就是其一，將熱能隔絕在加熱室內，並將其燃燒產生的熱（廢）氣引流至煙囪排放，但耐火磚有區分蓄熱、隔熱不同的特性，所以鍍鋅爐的使用上須以輕質耐火磚作為隔熱的首選。早期設備製作廠商會選用蓄熱為主的重質耐火磚，為了停工時減少燃料消耗，讓耐火磚吐熱保持鋅溫，但這只是一個都市傳說，因開工時，需再次燃燒燃料，吐完熱的耐火磚又會優先蓄熱，一吐一吸之間，抵消了這個節能的說法，這也就是為何早期的鍍鋅廠工人要提早來點火的原因，就是要等耐火磚完全蓄熱之後，溫度才會導入至鍍鋅鍋之中。耐火磚另一個缺點就是強度不足，會因稍微碰撞，就是使其崩裂或坍塌，每當更換鍍鋅鍋時，務必首要檢查耐火磚，若有崩裂或坍塌就需要重新砌，若沒有即時發現，可能會造成燃燒機角度偏差，進而造成鍍鋅鍋的損傷則得不償失。耐火磚在堆砌時，需要有經驗的工人與師傅操作，在缺工的時代技術也逐漸失傳，間接促使耐火棉被大量使用，耐火棉除了保有輕質耐火磚的優點之外，也可以在工廠預先施工模組化，現場簡易組裝，大大的降低成本，而且耐火棉的樣態輕柔，不會崩裂坍塌也沒有壽命的問題，也縮短了換鍋時時程。

- (二) 鍍鋅鍋尺寸：金屬鋅（鋅錠）是鍍鋅廠營運最大的成本，任一資方都希望使用最低的成本來創造最大的利潤，因此鍍鋅鍋的尺寸就是每家廠商計較的重點，鍍鋅鍋越寬越深，就意味著熔鋅量⁸越多，初期投入成本也越多。從歷史檢視可以看見許多鍍鋅爐的深度都偏淺，當生意緊湊的時候就會發現鍍鋅量無法突破的瓶頸，或是溫度上升的較慢，時常需要等待溫度回升。

鍍鋅鍋的尺寸都是以鍍鋅廠的自身需求來設計，設備製作廠商會依據不同的鍍鋅爐加熱方式設計鍋子的尺寸。早期絕大部分採用

8 熔鋅量由鍍鋅鍋的內尺寸，長 x 寬 x 深再乘上鋅的密度計算而來

平火焰加熱的方式，且受制於燃燒機的技術所以對於鍍鋅鍋的壽命難以控制，直到 90 年代歐洲發明使用高速脈衝火焰燃燒機開始將鍍鋅鍋的尺寸重新定義，使得鍍鋅鍋的壽命延長，此外鍍鋅鍋製造商 W.Pillig 採用特殊鍍鋅材料（低碳、低錳）製成的鍋子其也功不可殒。但當時使用耐火磚的重量重，且鍍鋅爐體都相當龐大，因此成本高且運輸不便，所以高速脈衝火焰的鍍鋅爐初期的推廣仍不是太順暢，直到 2000 年後，美國設備供應商研發出模組化的鍍鋅爐，將耐火磚改成耐火棉的方式隔熱，大幅降低了鍍鋅爐的建置成本，才使得高速脈衝火焰鍍鋅爐廣泛使用。

- (三) 燃燒室的設計：鍍鋅溫度是由燃燒室的熱氣經由鍍鋅鍋（內鍋）將熱能傳遞至鍋裡的鋅，因此設備廠商為了符合鍍鋅廠對鍋子尺寸的要求，同時也要鍍鋅鍋的熱能接觸面積最大化（接觸面積越大，熱能傳遞越多），所以除了加熱鍋子四周的外壁之外，還會將熱氣引導至鍋底（增加加熱面積）後再排放。這個設計的想法是對的，但都忽略了鍍鋅時產生的鋅渣無法承受熱氣持續加熱，會加速腐蝕鍍鋅鍋的底部。為了避免鍋底腐蝕的問題發生，鍍鋅廠會添加金屬鉛來保護鍋底，因為鉛密度比鋅重會沉在鍋底，隔絕鋅渣被高溫的熱氣直接加熱。直到高速脈衝火焰加熱技術大量推廣之後，就不再需要鍋底加熱，也就不需要再添加鉛錠保護鍍鋅鍋。2006 年歐盟 RoHS 宣布重金屬鉛 1,000ppm 以下之後，歐洲的鍍鋅廠也開始宣稱無鉛製程等技術。

六、熱浸鍍鋅作業方式

鍍鋅的製程從古至今並無太大的變化，基本上就是將工件清洗乾淨後，才能鍍上鋅；僅是隨著時代更迭、工業發展、提高生產效率、環境保護、節能降耗的意識下，設備硬體的部分而有所更新。而鍍鋅的方式

主要有兩種型態，第一種是採用天車鍍鋅，工件進廠前就開始分類，將類似的工件分門別類（相同類型、相同膜厚要求等），方便吊掛在同一個冶具上，並透過一槽一冶具的方式進行製程操作與管控，包括脫脂時間、酸洗的速度、鍍鋅的溫度與時間等；第二種則使用單軌吊車來鍍鋅，工件進廠後直接將工件浸入前處理製程中，同一槽內可能有多種不同的工件，由工人目視操作前處理的時間與速度，助鍍完成後，在平台上分類，依據工件長度，調換上不同位置的單軌鍍鋅小車，同一時間可能會鍍上不同類型的工件，然而鍍鋅時間是由專門的操作員來控制，以達到效率最大化。

表 1 批次熱浸鍍鋅「橋式起重機」與「單軌吊車」的作業系統比較

鍍鋅方式	橋式起重機（天車）	單軌吊車
前處理區	<ul style="list-style-type: none"> 將工件分門別類吊掛在冶具上（需有經驗，分類吊掛、配重） 冶具數量要充足，鍍鋅爐未開工時，可以提前吊掛作業。 前處理槽數量要夠多（一槽只能一冶具，至少需 6-8 槽） 前處理區較乾淨 	<ul style="list-style-type: none"> 直接將工件放置在槽內（無整理）需定時翻動工件讓工件堆疊區域清洗乾淨 助鍍之後需由工人吊掛至單軌吊車 4~6 人 二次轉換吊掛平台容易濕滑
前處理區 設置廠中房 ⁹	<ul style="list-style-type: none"> 可以設置前處理酸洗房 <ul style="list-style-type: none"> 冶具的吊點固定 洗滌塔的处理量較小 可以設置烘乾區（降低鋅爆） 助鍍槽溫度要求較低 50-70℃ 	<ul style="list-style-type: none"> 設置前處理酸洗房，會不方便使用（各種工件放置的位置吊點不同） 若無酸洗房，只能在槽邊設置吸風口將廢氣送達洗滌塔處理（電機馬力要求大） 無法 100% 吸乾淨，需考慮廠房腐蝕 無法設置烘乾區 助鍍槽溫度要較高 60-80℃

⁹ 廠中房的顧名思義就是在工廠內再蓋一個密閉式房間，專門用來隔離前處理區所產生的廢氣。優點是避免飄散到廠房其他區域造成廠內環境污染及腐蝕，並且可以統一處理廢氣並降低能耗，廠中房的原理是透過抽氣創造壓力差，以達到負壓的原理。

鍍鋅方式	橋式起重機（天車）	單軌吊車
鍍鋅區	<ul style="list-style-type: none"> • 不需專人，僅需由爐邊工人控制天車即可 • 每次浸入一個冶具 • 可以設置固定式集塵罩，並降低電機耗能 • 濾袋式集塵器中的布袋堵塞的概率小（有烘乾） • 鍍鋅工件無法超出冶具的範圍。 	<ul style="list-style-type: none"> • 需設立控制室，由專人操作單軌小車，2~3 人 • 不同單軌小車，可同時浸入 • 側邊吸風設計，集塵器電機馬力大 • 濾袋式集塵器中的布袋潮濕堵塞的概率大（無烘乾） • 隨意調整鍍鋅的方位與角度
其他	<ul style="list-style-type: none"> • 工件不需馬上從冶具卸下，可以移往其他廠房暫存，等待安排再卸下 • 有利於需要空冷的工件 • 可以等工人有空時再整理。 	<ul style="list-style-type: none"> • 鍍鋅完工件需立刻從單軌吊車卸下，並即刻移動至後處理區

七、鍍鋅廠未來的願景

在氣候變遷、地球暖化及地球的資源有限的議題下，各個國家在聯合國氣候變化大會（COP）與 G20 峰會都有集體意識，主要的共識之一是使用可回收的有限資源，如鋼鐵、各類金屬、塑膠、紙張等等。另外



圖 8 不同工件正同時下鍋



圖 9 不同工件等待鍍鋅



圖 10 二次吊掛平台

Source: 日本鍍鋅廠



圖 11 相同工件上架
Source: 德國鍍鋅廠



圖 12 廠中房
每個槽只有一個冶具
Source: 中國鍍鋅廠



圖 13 鍍鋅門罩
Source: 泰國鍍鋅廠

一個共識為降低溫室氣體的排放，其中包含碳排放（碳足跡），使用潔淨能源，節能降耗，同時也伴隨著各種環保要求等等。而熱浸鍍鋅技術中，最重要的功能使命就是保護鋼鐵材料不被腐蝕，延長其使用壽命，即便鋼鐵材料可以回收，也要減少回收的次數，間接為地球進一份心力。

熱浸鍍鋅已是百年的歷史工藝，未來的百年也不會消逝殆盡，也因熱浸鍍鋅的防蝕效果與功能性暫時是無法被取代的，除非科學家們發現更有經濟效益的金屬鍍層。但鍍鋅業者們也要與時俱進，學習並採用新穎的技術或設備，提升更有效環保設施，才不會被時代洪流慢慢淹沒。

八、參考文獻

1. <https://galvanizing.org.uk/hot-dip-galvanizing/history-of-galvanizing/>
2. <https://josephash.co.uk/blogs/the-history-of-metal-treatment/>
3. <https://josephash.co.uk/blogs/what-is-galvanizing/>
4. <https://www.galtw.org.tw/galtw>
5. <https://gaa.com.au/galvanizing-process/>

桃園航空城鍍鋅鋼筋橋梁工程 (徵收工程 C2 標統包工程【優先開發區】)

李祐承¹

¹ 臺鍍科技股份有限公司觀音廠 營業課課長



起造單位：桃園市政府航空城工程處
 統包單位：春原營造股份有限公司
 (林同棧工程顧問有限公司設計)
 監造單位：艾奕康工程顧問股份有限公司
 鍍鋅單位：臺鍍科技(股)公司
 鍍鋅總重：約 1,250 噸
 總工程經費：5,270,000,000 元

一、前言

行政院於民國 98 年核定通過「愛臺 12 建設」總體計畫，以「活力經濟、永續臺灣」的願景再創經濟新奇蹟，其中「桃園國際航空城」列為愛臺 12 項優先建設之一，建設目標為：以桃園國際機場為中心，規劃發展「桃園航空城」，透過機場與周邊的配合，導入企業化經營精神，推展衍生商業、加工製造及會展活動等，促進機場與周邊地區共榮發展，帶動區域產業及經濟繁榮，如圖 1 所示。

桃園作為臺灣門戶城市，桃園國際機場位處國際物流運籌優勢區位，也是亞太城市連結的核心戰略位置。桃園國際機場同時擁有緊鄰臺北港的龐大海運腹地、完整便捷的高速公路、高速鐵路以及機場捷運網絡系統。因應第三跑道興建需求，必須取得土地的需要，「桃園航空城」透過都市計畫手段，重新調整機場周圍的土地使用，提升桃園國際機場的競爭力，也促進桃園整體發展，並帶動臺灣產業轉型及國際化。「桃園航空城」發展目標從國土、區域、跨域及桃園市空間特性，以永續發展為基礎，訂定「領航空港-綠色永續健康城」之發展定位，建立減量、減碳、綠色導向的健康城市，六大發展目標。

二、工程概要

桃園航空城，全台最具指標性的都市計畫，桃園市政府曾對拆遷問題做出「先建後遷」的承諾，故攸關民眾居住權益的「優先開發區（優開區）」基礎建設應先完工，相關道路應優先施作逐步開放通車。優先開發區，共區分 10 個標案採取統包工程方式，幾乎同步發包施作。

本工程為 10 個標案之一--徵收工程 C2 標統包工程【優先開發區】，由春原營造股份有限公司取得施作。文中工程為位於航青路上的航青二橋，如圖 2 所示。桃園市航青路是航空城計畫中重要道路之一，沿桃園捷運機場線 A15 至 A17 站捷運橋下兩側新闢，全長約 4.7 公里、路寬 50



圖 1 桃園市與桃園航空城位置圖

公尺，沿線南北貫穿多元區域，未來將成為串聯大園市區與青埔特區的主要幹道，該路於 114 年 6 月 17 日正式通車。

航青二橋位於航青路二段上，跨越新街溪連接兩端新構築道路。橋梁為南下、北上雙向各雙車道之預力混凝土橋梁，每單車行方向橋面寬度為 15.40m，計有 2 車道 (寬度 9.15m)，1 人行步道 (寬度 6.25m)，兩側各有寬度為 0.50m 之護欄 - 車行側為混凝土護欄 (人行側為熱浸鍍鋅造型鋼欄杆)。北上線 (東側) 橋梁結構物編號為 A1 橋台 -P1 墩柱 -A2 橋台，跨距為 92.0m (46.0m+46.0m); 南下線 (西側) 橋梁結構物編號為 A3 橋台 -P2 墩柱 -A4 橋台，跨距為 100.0m (49.0m+ 51.0m)。

橋梁型式為雙箱室預力梁橋，鋼筋為 SD420W 材質經熱浸鍍鋅處理，施工設計以場鑄場撐方式施工。場鑄場撐工法是就地利用支撐設備 (H 型鋼支撐架及 H 型鋼) 作為模板系統之支撐，而施工程序採用整跨長為一單元，依據單一方向施工。



圖 2 航青二橋工程位置

三、橋梁防蝕構想

桃園市年平均相對濕度介於 75% ~ 81% 間，上半年 (1 ~ 6 月) 相對濕度約為 80% ~ 85%，下半年 (7 月 ~ 12 月) 的 70% ~ 80% (中央氣象署 (桃園市新屋區測站) 民國 87~105 年平均)。本工程橋梁採鋼筋混凝土結構，橋址位於 CNS 13401 (ISO 9223) 大氣腐蝕環境分類 C5 等級，屬腐蝕性極高之地區，其防蝕對策如下：

- (1) 選用高水密性與耐久性佳的混凝土 (High Performance Concrete, HPC)，混凝土可降低水膠比不大於 0.45，提高混凝土抗壓強度及水密性，必要時可添加合適的混凝土添加劑 (如高爐石或減少阻水劑等)。
- (2) 鋼筋保護層適度加厚，加強阻絕腐蝕因子侵入混凝土內部能力，並設置防裂鋼筋以防止裂縫產生。
- (3) 採用熱浸鍍鋅鋼筋，除可避免鋼筋銹蝕，更可降低日後維修養護成本。
- (4) 對於混凝土品質之提昇，建議上構預力箱型梁之混凝土抗壓強度提高至 420kgf/cm^2 預力混凝土，橋墩 (含帽梁) 提高至 350kgf/cm^2 ，樁帽

採 280 kgf/cm^2 預拌混凝土，亦可考量添加卜作嵐材料如高爐石粉，但其填加量於預力梁以不超過水泥之 10%，其他構材部分以不超過水泥之 35%。

四、熱浸鍍鋅鋼筋

鋼筋雖然包覆於混凝土內部，理論上可獲得混凝土鹼性環境 (pH 值約 12.5 ~ 13.5) 所形成之鈍化保護，抑制鋼筋生銹，但鋼筋仍可能因下列因素而產生銹蝕：

- (1) 混凝土中性化 (碳化)：大氣中之二氧化碳滲入混凝土後，與氫氧化鈣產生碳酸化反應，使混凝土鹼性逐漸降低，當中性化深度達到鋼筋保護層深度時，鈍化膜即遭破壞，鋼筋開始銹蝕。相對濕度越高，二氧化碳滲透速率越快。
- (2) 氯離子入侵：空氣中鹽分或氯離子經由混凝土孔隙滲透，破壞鈍化膜並造成鋼筋生銹。相對濕度越高，氯離子滲透速率越快。
- (3) 混凝土裂縫與保護層不足：混凝土保護層厚度不足或澆置品質不佳 (蜂窩、孔隙)，皆使水分、氧氣及腐蝕因子更易直達鋼筋表面，加速銹蝕發生。
- (4) 銹蝕後體積膨脹：鋼筋一旦生銹，銹蝕產物體積可膨脹約 6 倍以上，導致保護層剝落、裂縫擴大，加快鋼筋銹蝕速度，並影響結構耐久性與承載能力。

因此，本工程橋梁鋼筋除採用高性能混凝土 (HPC)、加厚保護層等被動防護對策外，並進一步採用熱浸鍍鋅鋼筋作為主動防蝕手段，且鋼筋經熱浸鍍鋅工法處理後，無論鋼筋等級、規格不同並不會對其鋼筋原有機械性質 (降伏強度、抗拉強度、伸長率、抗降比) 造成負面的影響，如表 1 所示。而熱浸鍍鋅鋼筋之效益如下：

- (1) 阻絕層保護：鍍鋅層 (鋅鐵合金層) 於鋼筋表面形成緻密之物理阻絕

層，隔絕水分、氧氣及氯離子直接接觸鋼筋基材，延緩腐蝕反應之啟始時間。

- (2) 犧牲陽極（陰極保護）作用：鋅之電位較鐵為負，於鍍層局部受損或裸露之情況下，鋅仍可作為犧牲陽極優先氧化，持續保護該處基材鋼筋不受銹蝕，此為熱浸鍍鋅鋼筋相較一般黑鋼筋最大之優勢。
- (3) 提高氯離子腐蝕臨界值：相較於一般鋼筋，熱浸鍍鋅鋼筋可大幅延後腐蝕起始時間，特別適用於本工程所處之 C5 高腐蝕環境。
- (4) 延長結構使用年限、降低維護成本：鍍鋅鋼筋可有效延緩混凝土保護層剝落、裂縫及鋼筋斷面損失等劣化現象，減少日後維修、補強頻率，降低橋梁生命週期維護成本，符合公共工程耐久性與經濟性之要求。

綜上所述，本工程橋梁於 C5 高腐蝕環境下，透過混凝土材料提升、保護層加厚及熱浸鍍鋅鋼筋等多重防蝕設計，形成被動防護與主動防蝕雙重保障機制，可有效延長橋梁結構使用壽命，並降低營運期間之維護成本，達成永續公共工程之目標。

表 1 熱浸鍍鋅鋼筋檢驗結果

	種類	規格	附著量 g/m ²	降伏點 N/mm ²	抗拉強度 N/mm ²	伸長率 (%)	抗降比 -
取樣日一	SD420W	D16	1,352	455	633	22	1.39
	規範值		≥ 610	420~540	≥ 550	≥ 13	≥ 1.25
取樣日二	SD420W	D22	1,833	494	656	20	1.33
	規範值		≥ 610	420~540	≥ 550	≥ 13	≥ 1.25
	SD420W	D25	1,319	491	660	20	1.34
	SD420W	D32	1,442	484	659	17	1.36
	SD420W	D36	1,447	503	682	16	1.36
	規範值		≥ 610	420~540	≥ 550	≥ 14	≥ 1.25

	種類	規格	附著量 g/m^2	降伏點 N/mm^2	抗拉強度 N/mm^2	伸長率 (%)	抗降比 -
取樣日三	SD280W	D13	920	356	489	28	1.37
	規範值		≥ 610	280~380	≥ 420	≥ 18	≥ 1.25
	SD420W	D16	1,489	495	675	21	1.36
	SD420W	D19	1,647	479	661	19	1.38
	SD420W	D22	1,669	497	665	17	1.34
	規範值		≥ 610	420~540	≥ 550	≥ 13	≥ 1.25
	SD420W	D25	2,074	498	676	18	1.36
	SD420W	D32	1,730	489	672	18	1.37
	SD420W	D36	1,726	511	689	17	1.25
	規範值		≥ 610	420~540	≥ 550	≥ 14	≥ 1.25



圖 4 鍍鋅鋼筋吊卸



圖 5 鍍鋅鋼筋取樣



圖 6 鍍鋅鋼筋加工



圖 7 橋梁下構墩柱鋼筋綁紮



圖 8 橋梁上構底腹板鋼筋綁紮



圖 9 橋梁上構底腹板鋼筋綁紮 -1



圖 10 橋梁上構底腹板鋼筋綁紮 -2



圖 11 橋梁上構底腹板鋼筋綁紮 -3



圖 12 橋梁上構頂板鋼筋綁紮



圖 13 橋梁上構頂板鋼筋綁紮 -1

2026 年 1~6 月份生產統計表

2026 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)												
	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	合計
2026 年 1 月	2,865	2,116	3,453	1,039	3,565	7,040	733	684	3,142	333	545	2,722	28,237
2026 年 2 月	1,956	1,391	2,448	469	2,444	3,896	525	307	1,499	163	253	1,813	17,164
2026 年 3 月	2,981	1,884	3,648	783	3,508	6,445	702	534	2,644	216	448	3,141	26,934
2026 年 4 月	3,101	1,677	3,456	856	3,440	7,073	711	573	2,842	232	462	2,149	26,572
2026 年 5 月	2,910	1,441	3,025	831	4,180	6,197	699	546	2,580	184	389	3,186	26,168
2026 年 6 月	2,684	1,370	3,064	711	3,657	6,859	695	476	2,448	184	398	2,792	25,338
合 計	16,497	9,879	19,094	4,689	20,794	37,510	4,065	3,120	15,155	1,312	2,495	15,803	150,413
月 平 均	2,750	1,647	3,182	782	3,466	6,252	678	520	2,526	219	416	2,634	25,069

2026 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)																										
		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	合 計
1 月		10,339	4,175	353	819	1,917	30	1,283	273	272	766	1,032	738	521	683	53	1,216	821	283	219	416	140	370	7	24	189	1,298	28,237
2 月		6,642	2,329	176	455	1,173	13	551	126	136	394	639	401	373	449	30	995	366	124	102	194	101	225	3	11	141	1,015	17,164
3 月		10,213	3,888	288	668	1,933	18	1,137	183	252	778	708	545	595	763	58	1,257	727	262	230	350	160	374	8	20	185	1,334	26,934
4 月		9,120	3,679	381	652	1,995	24	1,148	226	256	827	692	690	827	894	79	1,121	1,229	310	207	406	161	361	20	13	225	1,029	26,572
5 月		10,086	3,348	447	708	1,671	22	1,194	220	256	957	761	575	673	786	85	1,299	374	265	186	322	152	342	13	31	243	1,152	26,168
6 月		9,492	3,227	448	624	1,756	21	1,175	212	231	698	732	517	371	729	69	1,131	1,268	281	170	390	150	323	28	30	192	1,073	25,338
合 計		55,892	20,646	2,093	3,926	10,445	128	6,488	1,240	1,403	4,420	4,564	3,466	3,360	4,304	374	7,019	4,785	1,525	1,114	2,078	864	1,995	79	129	1,175	6,901	150,413
月 平 均		9,315	3,441	349	654	1,741	21	1,081	207	234	737	761	578	560	717	62	1,170	798	254	186	346	144	333	13	22	196	1,150	25,069

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、物格、聖鑫發、臺鍍高雄廠、慧鋼、易宏、亨欣、慈陽等共計 15 家工廠。

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	聯絡電話	有效期限
1	台灣鐵塔股份有限公司	14.0×1.6×2.0	325 桃園市龍潭區八德村八張犁 55-4 號	03-4792201	117.09.30
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	117.09.30
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	117.09.15
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	117.09.15
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	117.09.30
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	116.01.15
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	116.01.15
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	116.01.15
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	116.05.15
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八路 7 號	04-7910255	116.05.23
11	邦凱工業股份有限公司	13.2×1.6×2.5	103 台北市忠孝東路二段 19 號 4 樓	03-4837373	116.06.15
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	115.11.30
13	金正豐企業有限公司	13.0×1.6×3.2	505 彰化縣鹿港鎮鹿工南三路 28 號	04-7811998	117.02.22

※ 說明：

- 1、熱浸鍍鋅合格廠係由本會熱浸鍍鋅合格認證委員會委員審查通過，每次認證期限為 2 年，2 年後得更新提請認證。
- 2、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	前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

※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

徵稿

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

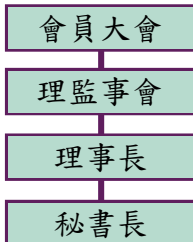
中華民國熱浸鍍鋅協會簡介

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



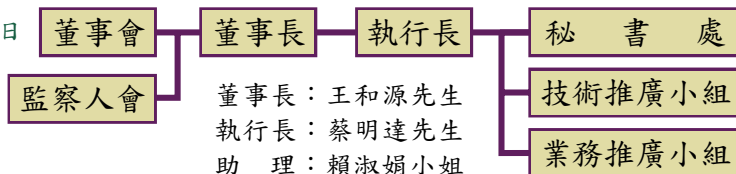
三、第十屆理監事名單：

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	陳進紘	理 事	15	石建愉	理 事	22	王慶一	監 事
2	戴晉平	常務理事	9	潘錫富	理 事	16	陳嘉昌	候補理事	23	葉乙成	監 事
3	陳麒文	常務理事	10	林曜滄	理 事	17	卓宏信	候補理事	24	李文隆	監 事
4	梁銘倫	常務理事	11	鄭書恒	理 事	18	廖肇昌	候補理事	25	許皇義	監 事
5	鄭錦榮	常務理事	12	宋昌國	理 事	19	劉育明	候補理事	26	黃家宏	候補監事
6	鄭旭成	理 事	13	彭知行	理 事	20	石 磊	候補理事			
7	吳明興	理 事	14	邱琳濱	理 事	21	李家順	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：



董事長：王和源先生

執行長：蔡明達先生

助理：賴淑娟小姐

三、第十二屆董事（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	王和源	董事長	5	陳麒文	董 事	9	李家順	董 事	13	石建愉	董 事
2	蕭勝彥	董 事	6	鄭旭成	董 事	10	潘錫富	董 事	14	胡文虎	常務監察人
3	鄭添富	董 事	7	施漢章	董 事	11	黃勝俊	董 事	15	鄭錦榮	監察人
4	戴晉平	董 事	8	鍾自強	董 事	12	卓宏信	董 事	16	李文隆	監察人

協會、基金會聯絡處

地址：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



立夏

『二十四』插畫展

展期：2020/0222-0322

地點：板橋435藝文特區

『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「二十己」這個稱號誕生了。

二十己作品風格細膩、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。

小滿



2026訂戶預繳報費優惠專案



【莊園級/呼叫咖啡】

呼叫咖啡是來自雪山山脈，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(中度烘培)，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

43 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>

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、鉅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
郵撥帳號：01510899

傳真：(02)2571-9333
戶名：現代營建雜誌社





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

高雄市岡山區嘉新東路2號

NO.2 Chiahsein East Road, Kangsnan Kaohsiung Taiwan

TEL : (07)6226978 FAX : (07)6221774



MIRDC
ISO 9001



MIRDC
ISO 14001

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)

最大載重能力：30噸

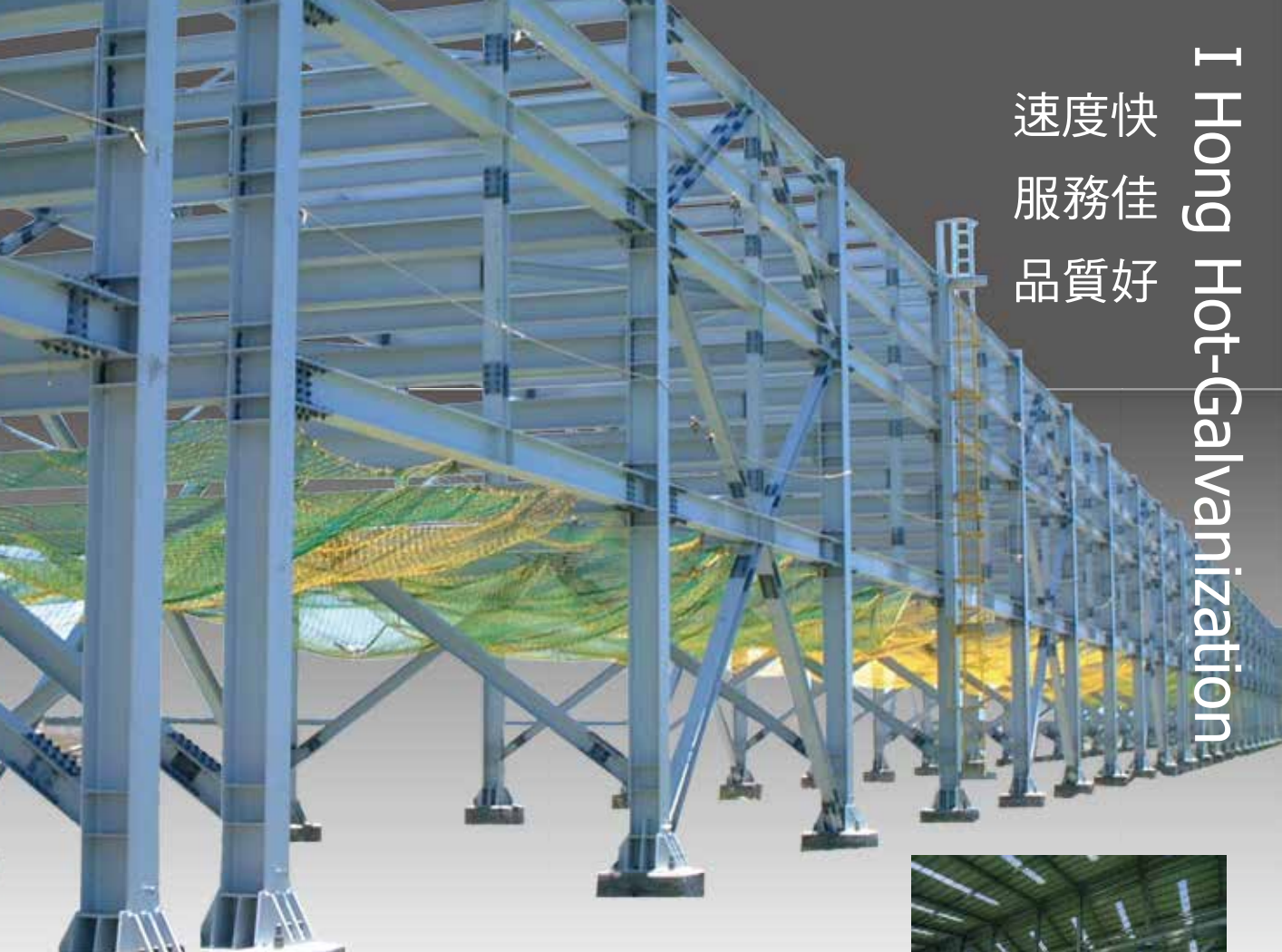
- 路燈、標誌桿、護欄板、鋼管、格子板、水溝蓋、熱交換器、桁架、鐵塔、電力電信構件、橋梁廠房等各類鋼構物。

配件爐 (3000×1000×1200mm)

- 螺栓、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

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

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

 株式会社 サンテツ  住電朝日精工株式會社 SUMIDEN ASAHI INDUSTRIES, LTD.  株式会社 トモエ TOMOE CORPORATION  佐賀工業株式会社



高鐵車站天花板



防止墜落裝置



輸電鐵塔



太魯閣砂卡礑溪鐵橋



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