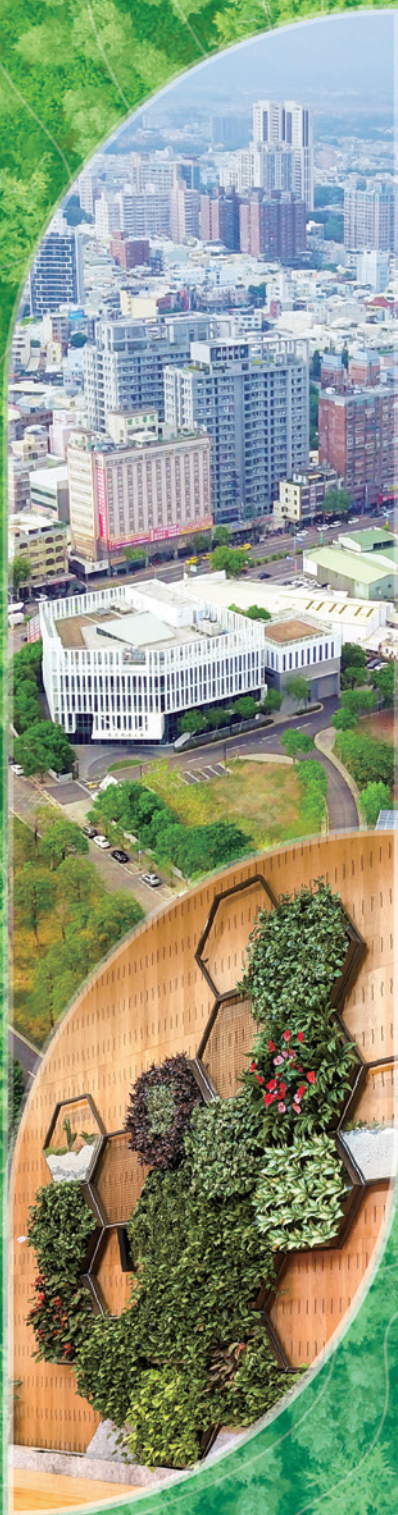


113年報

財團法人
金屬工業研究
發展中心

MIRDC



113 年報

財團法人
金屬工業研究
發展中心

MIRDC



目錄



序

6 推動數位綠色新技術 帶動企業邁向新未來

重點產業 回顧及發展

- 10 金屬材料及製品產業
- 15 高值精微製品產業
- 19 醫療器材及照護產業
- 22 高值設備產業
- 25 綠能產業

卓越典範

- 30 電極智慧化 3D 變曲率電化學加工系統
- 34 用於工業爐之可持久高效節能燃燒系統
- 38 不銹鋼耐蝕暨表面硬化系統設備
- 42 微型複雜管內鍍膜系統技術

永續經營

- 48 MIRDC 永續宏觀軸線
- 52 中心通過 ISO 14064-1 查驗 邁向 ESG 永續經營
- 55 獲 TAF 溫室氣體查證機構 加速淨零轉型進程



- | | |
|--------------|---------------|
| 60 熔鑄技術 | 91 管理技術 |
| 64 銲接技術 | 99 光電系統技術 |
| 66 成形技術 | 101 醫療器材及照護技術 |
| 71 處理技術 | 105 綠色能源技術 |
| 73 模具暨精微加工技術 | 112 電化學加工技術 |
| 77 系統整合技術 | 114 海洋科技產業技術 |
| 83 檢測技術 | 120 航太製程技術 |

技術與 研發創新

- | | |
|--------------------|------------|
| 124 第 24 屆董事及監察人名冊 | 130 產學研互動 |
| 125 組織系統圖 | 133 發展見證 |
| 126 人力 | 134 國際合作 |
| 127 專利獲證數與產業服務 | 135 技術服務窗口 |
| 128 財務報表 | 136 中心據點 |
| 129 獲薦榮耀 | |

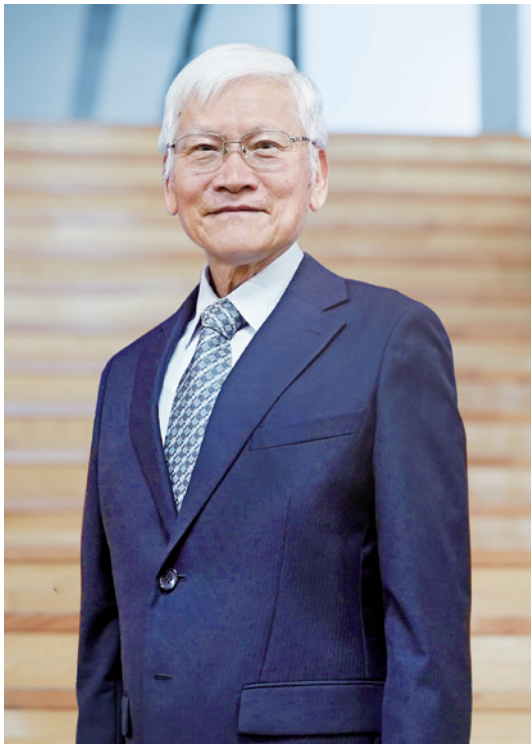
營運概況

推動數位綠色新技術 帶動企業邁向新未來

賴總統就職演說中強調，數位與綠色產業雙軸轉型的重要性，也就是以智慧與淨零科技雙軸帶動產業發展，以便協助中小企業轉型升級。金屬中心作為經濟部項下金屬相關領域法人研發單位，對於落實政府產業政策一向不遺餘力，不斷投入各項數位運用、智慧製造、綠色減碳、節能環保等技術與創新研發，同時整合國內外產學研量能，將相關研發成果積極擴散與導入相關產業運用，不僅協助企業精進體質並厚實研發基礎，進

而為臺灣創造產業價值與提升國際競爭力。

在數位領域方面，中心已與日本 AI HAYABUSA 公司簽署合作意向書，並成立人工智慧系統實驗室。雙方是以人工智慧系統實驗室為研發基地，跨足臺灣製造業為試煉場域，開啟台日產業界 AI 技術交流與合作。另外中心持續在 AI 技術產業落實上扮演重要角色。例如重工業領域，中心發展小型化高效銲接機器人，透過 AI 導引人機協作模式，整合雷射追蹤、2D/3D 視覺辨識缺陷，完成結構多樣式銲接，解決大型鋼構產業有經驗師傅缺乏困境，已應用於桃園國際機場等場域。此外在山難救助領域，中心投入無人機 AI 巡檢技術研發，結合 5G 通訊系統的無人飛行載具，透過訊號感測及搭載可見光與熱影像儀辨識，迅速確認登山者受困位置，大幅提升救援效率，目前與消防署、智崙、HTC、中華電信等多家企業接洽合作。在金屬製品領域，中心已發展金屬扣件相關 AI 技術，協助產業解決目前大量依賴人力現況，實現模具精準校正、扣件品質監控及設備預診等數位升級，提高生產效率，協助業者走向航太、汽車、軌道等高附加價值市場。最後在醫療服務領域，中心同步開發語言互動治療系統，運用遊戲包裝語言治療，透過生成式 AI 互動引導，且每次訓練後，軟體提供語言能力評量，供家長及語言治療師對症弱項調整課程，更有效地改善語言能力，已與高醫、高雄聯合、台中榮總完成系統可用性測試，接下來可進行軟體安全性測試及執行



董事長

林仁益

臨床試驗。中心藉由整合國內外產學研量能，逐步促使 AI 在各行各業落實應用，加速臺灣產業數位轉型的力道。

另外在綠色領域方面，中心為突顯國內研發法人之永續經營的決心，自去年推動 ESG 議題，出版了金屬中心的首本永續報告書，同時也啟動自身組織機構溫室氣體盤查。針對節能減碳作為，除中心內部大樓之 LED 燈具及節能空調面板進行汰換外，並透過智慧化控制和管理以達節電效益，每年可減碳 8.6 萬公斤碳排放量和節省 17.5 萬度電能。另外，中心亦是少數獲得財團法人全國認證基金會 (TAF) 認證具「溫室氣體查驗機構」資格，同時配合經濟部推動產業及中小企業智慧與低碳化升級轉型等政策，積極透過人才培訓、智慧化 / 低碳化輔導、專案補助等方式推動，協助企業解決數位與減碳議題需求，加速國內業者邁向智慧製造及淨零轉型。此外眾所周知，離岸風電發展肩負臺灣能源轉型的重要任務，尤其海洋科技產業創新專區 (簡稱海洋專區) 更是在其中扮演相當重要角色，中心受經濟部能源署委託營運專區以來，致力提供離岸風電從業人員安全的工作環境，並榮獲 GWO 國際風能組織 2024 年全球安全訓練獎項的社會推動與企業貢獻大獎肯定，未來將持續依照國內離岸風電發展進程，增加其他標準化訓練及客製化課程，讓臺灣成為亞太和全球風電與海事工程專業人才的養成基地。

過去一整年中心研發成果亦持續在國際

揚名，其中「不銹鋼耐蝕暨表面硬化系統設備」、「微型複雜管內鍍膜系統技術」及「電極智慧化 3D 變曲率電化學加工系統」等三項科技成果榮獲 Edison Awards，尤其「用於工業爐之可持久高效節能燃燒系統」技術更獲得 R&D 100 Awards 肯定，顯現中心研發量能與國際研發機構並駕齊驅。未來中心將持續深化核心技術，引領產業與政府並肩齊行，打造臺灣成為全球金屬及相關產業關鍵技術的推動基地。



執行長

賴志祥





重點產業 回顧及發展

金屬中心為國家產業發展的關鍵驅動力，精準掌握全球市場脈動，並協助政府推動重大政策，強化國家競爭優勢。以金屬材料及製品產業為核心基礎，業務版圖延伸至醫療器材與照護、高值設備、綠能、高值精微製品等五大關鍵產業，透過技術研發與創新應用，深化本土技術實力，積極佈局智慧製造，加速產業轉型升級，同時擴展全球供應鏈布局，為臺灣產業鏈構建更具韌性與前瞻性的競爭力。

金屬材料及 製品產業

重點產業回顧及發展

產業現況

金屬產業與經濟成長成高度相關，因受到 COVID-19 後疫情、俄烏戰爭、以哈戰爭等，衝擊全球經濟的活絡與表現，2023 年我國金屬產業（含基本金屬業、金屬製品業）產值為 2.83 兆元，較上一年度下跌 17%。其中鋼鐵業產值為 1.26 兆元，下跌 17.0%；非鐵金屬產業產值為 2,271 億元，下跌 20.2%；金屬製品業產值為 1.34 兆元，下跌 15.7%。

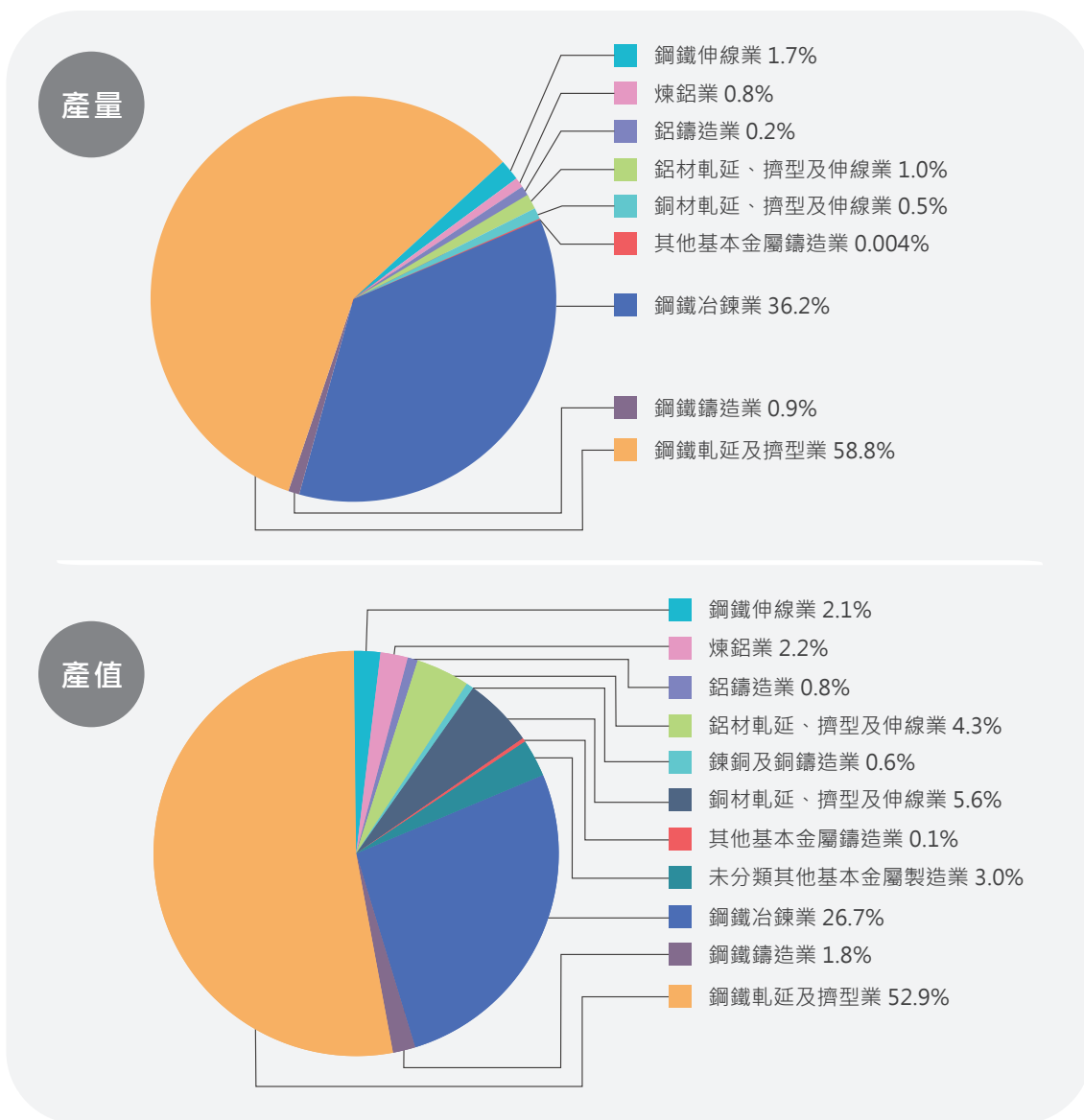
而基本金屬最大宗的鋼鐵（包含半成品 / 一次 / 二次加工品），2023 年出口金額為新台幣 5,261 億元，進口金額為 3,590 億元，與 2022 年相比，出口表現下滑 20.2%，進口表現亦下滑 12.4%，主要歸因於俄烏戰爭與 2023 年第四季的以哈戰爭以及疫情末期存在的多重影響；非鐵方面，2023 年出口金額為新台幣 1,807 億元，進口金額為 3,164 億元，貿易逆差約 1,357 億元；金屬製品方面，出口金額為新台幣 4,177 億元，進口金額為 1,019 億元，與 2022 年相比，出口表現下滑 16.4%，進口亦下滑 27.7%。

2024 年俄烏戰爭與以哈戰爭仍持續，造成國際上部分產品生產受到約制，中國大陸的經濟表現也不如預期，但其他國家已逐漸擺脫疫情影響，經濟上都有不錯的表現，2024 年我國金屬材料產業產值（如表 1 所示）預估為新台幣 1.55 兆元，占製造業 7.7%，出口額為新台幣 5,678 億元，較 2023 年成長 1.7%，進口額為新台幣 8,112 億元，較 2023 年成長 20.8%。近 5 年金屬材料進出口概況（如表 2 所示）。

貢獻與創造成果

因應地球氣候環境受溫室氣體的影響，各國不約而同的提出碳中和，推動淨零排放已成為全球共識，

表 1 2024 臺灣金屬材料產業產量 / 產值概況



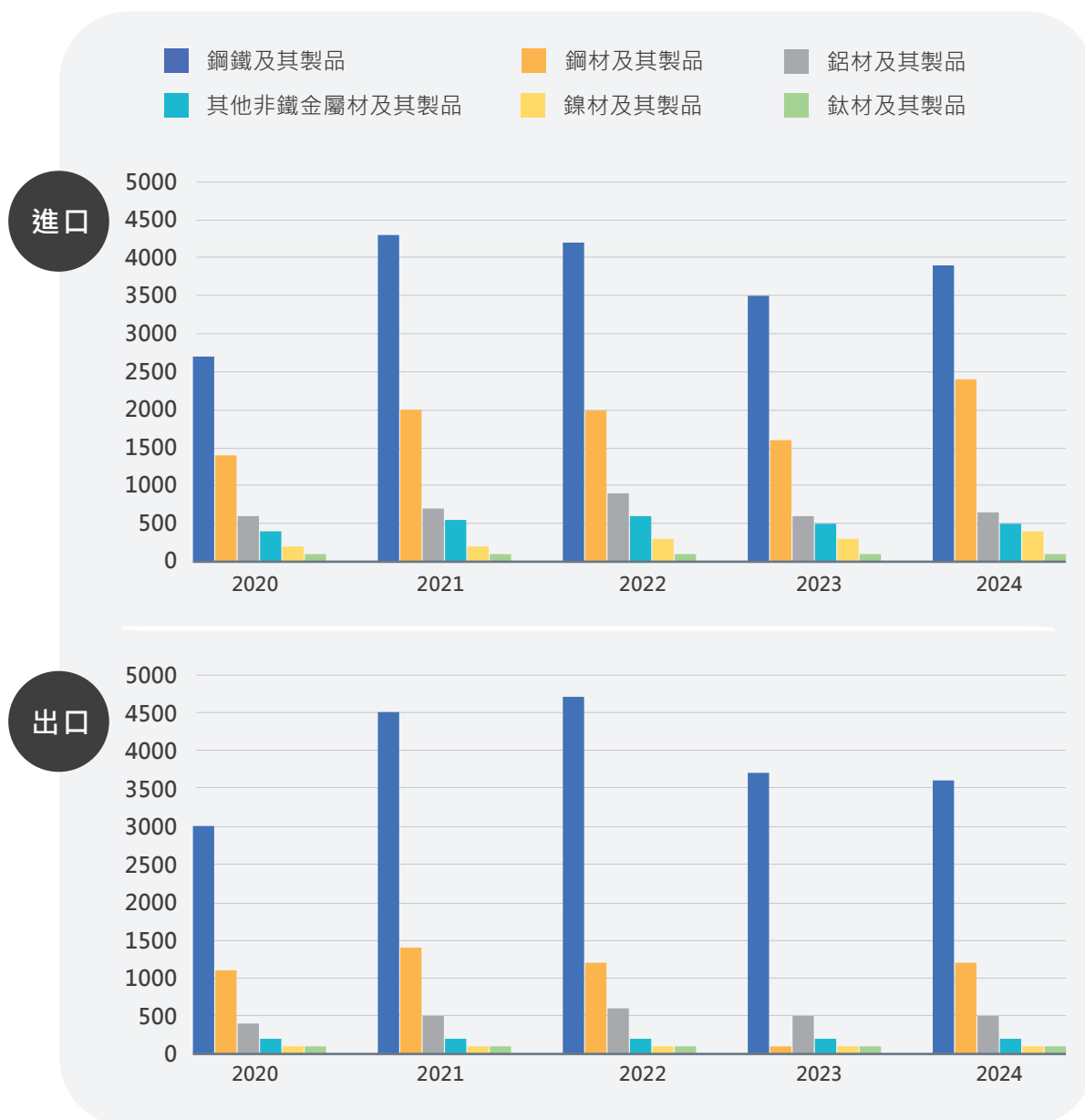
資料來源：海關進出口貿易統計 / 金屬中心 MII 研究團隊整理 (2025/01)

目前超過 150 多個國家已宣示或規劃以淨零 (Net Zero) 或碳中和 (Carbon Neutral) 為目標並承諾減碳，其中法國、英國、德國、日本、韓國等已立法通過將於 2050 年達到淨零排放，而臺灣也宣示將在 2050 年達到淨零排

放。臺灣在全球供應鏈裡，必須要符合淨零標準才能夠維持跟全世界各個國家接軌，像歐盟已建立 CBAM 碳邊境調整機制，臺灣很多產業都會遇到挑戰，為確保臺灣金屬材料產業相關製品的國際競爭能力與優勢，金屬

表 2 近五年臺灣金屬材料產業進、出口值概況

單位：新臺幣億元；%



資料來源：海關進出口貿易統計 / 金屬中心 MII 研究團隊整理 (2025/01)

中心配合政府政策的推行與資源投入，運用科研技術朝產業材料回收循環低碳化及附加價值提升高值化之目標協助產業因應，目前仍規劃將金屬材料及製品產業領域相關技術分為三個次領域，分別為：低碳材料及製品、輕量化材料及構件、高值化金屬製品，各次

領域產業及技術發展現況如下：

【低碳材料及製品】

近年受全球產業低碳轉型趨勢影響，銅成為電動車、綠能等產業不可或缺的重要材料之一，帶動銅材需求大幅成長。而再生銅

生產相較原生銅可節能 85%、減碳量可達 65%，在循環減碳表現上普遍優於鋼鐵與其他非鐵金屬，全球銅廢料循環回收市場規模亦逐年成長 (CAGR 4.6%)。2022 年臺灣銅產業產值約新台幣 1,905 億元，出口值約新台幣 797 億元，是國內產值第一、產量及使用量第二大的重要非鐵金屬材料產業。然我國缺乏銅原物料，需高度仰賴進口，2022 年進口原生銅材共計 43.6 萬公噸，使用後產生含銅廢棄物約為 76.4 萬噸，其中由廢 PCB 回收而成的銅粉，因缺乏冶煉再生技術，僅能低價出口至國外，造成我國銅資源流失，為產業目前待補足之技術缺口。

應用銅粉資源物火法治煉再生技術，協助中台公司建立銅粉資源物之去溴處理技術，達成溴元含量 $\leq 0.5 \text{ wt\%}$ ，戴奧辛氣體濃度 $\leq 0.5 \text{ ng-TEQ/Nm}^3$ 之目標規格，同時持續推動國內業者（宮前、慶堂）自主發展再生銅冶煉製程技術，以建立低碳排放金屬循環製程並可協助業者朝多元化進行轉型；建立再生銅低碳電解純化技術，將產業廢液提銅並還原為再生電解液，後續使用回收 PCB 之銅粉冶煉得之再生銅做為陽極，進行電解精煉得到 4N 銅，每模組之 4N 銅產量 $\geq 35 \text{ kg/批}$ ，降低國外銅進口需求，後續推動終端產品業者使用再生銅材進行產品應用，取代部分進口原生銅使用，建立再生銅自主生產技術與國產化目標。

鑄造為金屬產業中的高碳排製程，2023 年全球市場規模達 1,697 億美元，並以年複合成長率 4.9% 持續成長，其中又以砂模鑄造占整體市場 6 成為大宗。在全球減碳趨勢帶動下，國際上對於礦業開採規定日趨嚴格，造成鑄造砂材取得門檻提高，且原生砂材碳

排較高，同時，市場成長亦產生伴隨廢鑄砂去化的問題。2022 年臺灣鑄造產業產值約新台幣 1,276 億元，為國內重要基礎工業，每年耗用約 510 萬噸鑄砂，但高度仰賴進口，年進口成本超過 150 億臺幣。經使用後每年會產生約 150 萬噸廢鑄砂，其中僅不到 2 成被再利用，尚有約 127.5 萬噸的廢鑄砂，因再生不易、汙染性大，目前多以掩埋或購地放置處理，年處理費用超過新臺幣 30 億元，為產業亟待解決之問題。

運用廢棄大理石汙泥及蚵殼開發綠色砂材，調控大理石 (SiO_2)、蚵殼 (CaCO_3) 成分轉換機制，建立可循環低碳人造砂材技術開發，並協助永誠亞太、勤美、穎杰等公司導入使用人工砂材，並運用至其製程取代部分原生砂材之使用，達到低碳化鑄造與綠色鑄造之轉型；建立廢鑄砂高值再生中空微球技術。串聯廢鑄砂處理（如李連資源）及精密鑄造廠（如嘉華盛科技），共同進行相關技術整合研發，利用前驅體調配技術與火焰加熱成形製程，開發矽酸鋁質中空微球。後續提供中空微球至耐火材料製造廠（如忠正、見得行、仁豐行）進行測試驗證，進而促進國內廢鑄砂相關業者建立中空微球試作試量產成形製程，助於國內廢鑄砂高值化應用，提高廢鑄砂再生應用比例，並可達到絕熱、斷熱等特性，提高耐火低碳產品之競爭力。

【輕量化材料及構件】

應用 3D 摩擦攪拌銲接節能技術協助高明精機公司開發鋁合金電動運輸載具散熱器、鴻準公司開發電動車鋁合金動力電池零組件、寶緯公司開發建築用鋁合金模板、重電業者中興電工以摩擦攪拌銲接應用於發電廠關鍵

零組件之銅導體製造，透過低碳與自動化銲接製程取代既有傳統需長時間預熱與人工銲接工法，大幅降低導體產品銲接時間，達到提升生產效率及降低製程碳排與耗材損耗，協助重電業者爭取台電強化電網韌性建設計畫之設備汰換訂單。上述產品由傳統電弧銲轉換為摩擦攪拌銲除可達成品質要求外，更重要的是可大幅降低碳排放以及製造成本並提升生產速度。此外，近期已發展耐壓複合材料儲瓶成形與接合製程技術並規劃應用於氫能移動載具之氫儲存之上，以因應可預期未來之產業發展需求。

以高效率鋁鈹件熱成形製程及水路模具設計技術能量，結合摩擦攪拌銲接技術，協助國內車體大廠伍享公司，單道次成形具異質與異厚特徵之新能源車用輕量化鈹件，最終部件品質可符合國際車廠應用鋁合金結構鈹件品質要求，爭取國際汽車大廠訂單。產業推廣方面，透過串聯上游材料端（中鋁）、模具製造廠（喬豐、悅誠）以及運輸產業輕量化鈹金零組件製造廠（州巧、寶捷、宏利、伍享）建構產業共生及供應鏈循環體系，除汽車產業零組件外，亦持續將高強度鋁合金技術延伸至機車、航太、輕量化座椅等潛在應用產業，推動國內業者突破設計框架，從製程端導入輕量化材料與設計應用，提升我國產品國際競爭力。

【高值化金屬製品】

國內雖不乏具國際供應鏈體系大廠與標竿業者，但仍以中小企業佔大宗，而通常這些業者製造上所需的關鍵材料（例如高純鋁、銅、高溫合金）均需仰賴進口，易受技術或其他不可抗的因素箝制，產業多憑傳統經驗

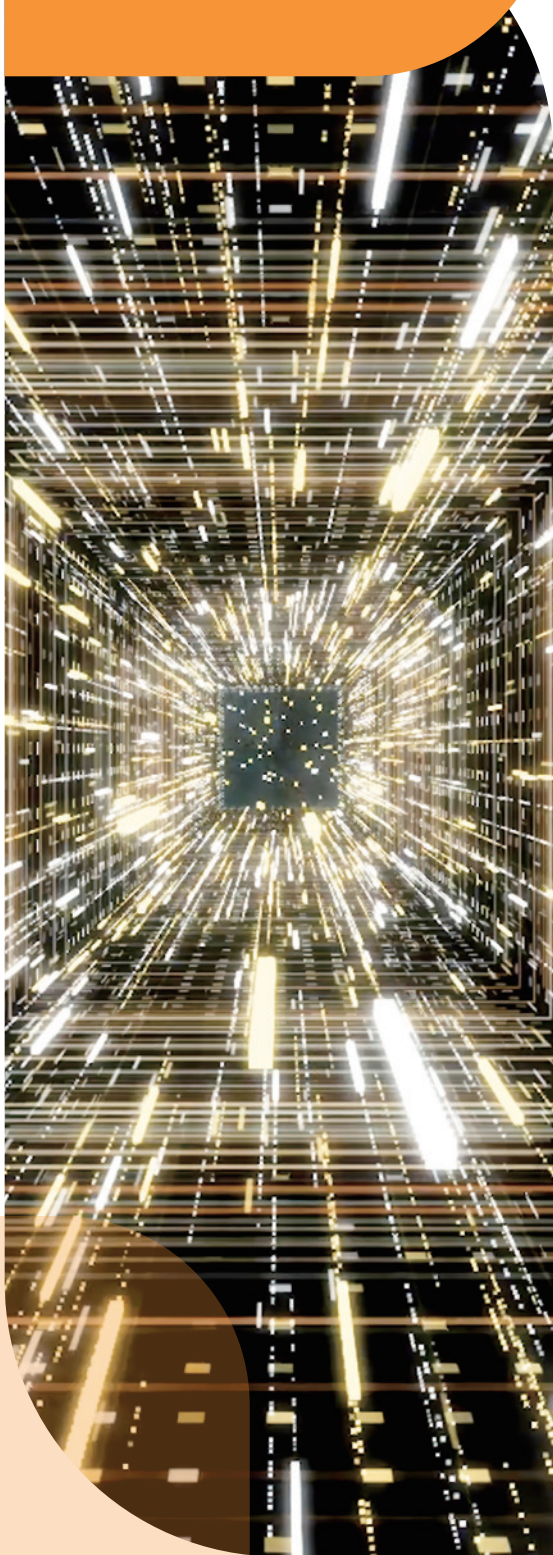
製造，缺乏製程串聯、整合與智慧化設計能力，同時面臨人才高齡化與缺工問題，製程技術銜接也面臨斷層危機，技術門檻低以及金屬製品陷入中國、東南亞等量價競爭模式，高附加價值製品多為少量多樣，如果沒有可量產化的生產模式，仍為高製造成本，業者實質獲益沒有想像的高。

因此投入高純度、耐高溫、耐蝕高強度及高導電等高值材料國產自主化，藉由計算材料科學導入材料合金設計與製程 AI 智慧化整合，精準聚焦縮短開發週期，建構產品開發、測試與驗證，取得客戶認證。未來，將透過功能性材料設計，結合數位智慧化製造，達到客製差異化目標，進而提升產品附加價值，推動產業升級與競爭力提升。

協助鑫綠泰（鎳銅鑄錠）與金元達（燒結熱處理）以及國晟公司（管材成形），導入高熱傳銅鎳合金管與表面多孔結構設計，開發高熱傳係數銅鎳合金複合管材，取代進口，應用於石化設備提升乙二醇純化生產效率及改善高碳排之問題。亦持續推動產業產品高值化提升的材料或製程技術研發，例如，建立 6N 銅靶胚劇烈塑性成形技術，透過多方向鍛造及等通道轉角擠型，並結合再結晶熱處理技術，控制晶粒尺寸細化至 $19\mu\text{m}$ ，達到半導體等級所需晶粒規格（ $\leq 30\mu\text{m}$ ），以提升濺鍍薄膜品質，進而協助國內靶材製造商切入半導體製造材料供應鏈。

高值精微 製品產業

重點產業回顧及發展



產業現況

【模具產業】

全球模具 (mold) 發展趨勢來看，先進國家之模具技術正朝向複雜化、快速化、數位化之高附加價值模具發展。2022 年全球模具總出口值為 248 億美元，較 2021 年衰退 5.3%，五年複合年成長率 (CAGR) 為 -3.2%。中國持續位居全球模具出口值第一的位置，2022 年模具出口值為 76.6 億美元，較 2021 年成長 3.2%。日本則為 2022 年全球模具前十大出口國中衰退幅度最大，更是近五年 CAGR 衰退最大的國家，其中超過五成的衰退金額是由出口至中國與美國的減少所造成。在臺灣方面，2024 年模具產業產值約新台幣 589 億元，五年 CAGR 為 -5.1%，在全球模具出口排名第九名。(如表 1 所示)

在日本方面，除了朝高附加價值模具發展，亦聚焦超精密、速度、長壽命等技術。另外，因應全球極端氣候襲擊，世界各國政府與企業紛紛將 ESG 永續經營與碳中和列為重要政策發展方向。以中小企業為主的臺灣模具產業，正面臨碳稅負擔、數位轉型困難及低研發量能等多重挑戰，造成國際競爭力快速下降，急需支援。

【半導體設備產業】

臺灣半導體生產技術領先全球，其半導體產業鏈在全球供應體系中日益重要。隨著 2023 年疫後經濟逐漸復甦，部分消費性電子產品呈現衰退現象，但智慧手錶、電動車、人工智慧高階伺服器及顯示卡等新興產品仍展現強勁成長動能，帶動設備資本支出屢創新高。受惠於 AI 議題，2024 年臺灣半導體產業達新臺幣 5 兆 1,134 億元，年成長 17.7%。

表 1 臺灣模具產業產值變化

單位：新臺幣億元；%

年度	壓鑄模具	沖壓模具	塑膠成型模具	其他模具及零組件	總計	年成長率
2015	52	93	197	395	736	3.6
2016	48	92	186	384	711	-3.4
2017	48	83	178	378	687	-3.3
2018	46	83	178	406	713	3.8
2019	44	71	193	376	684	-4.1
2020	44	74	193	368	678	-0.9
2021	46	58	198	421	722	6.6
2022	44	57	178	422	702	-2.9
2023	43	62	164	384	652	-7.0
2024E	42	62	154	331	589	-9.7

資料來源：工業生產統計資料庫

根據國際半導體協會 (SEMI) 指出，2024 年在前段及後段製程需求推動下，全球半導體製造設備銷售將回升，在 2025 年可達 1,240 億美元的新高。在高效能運算晶片需求帶動下，臺灣成為全球最大半導體設備支出領頭羊。

目前，臺灣的設備廠商主要以傳統封裝設備、國際大廠代工模組與零組件供應，而先進製程設備主要仰賴國際領導設備商。由於設備市場幾乎已被大廠壟斷，以及前段設備開發與驗證所需的時程較長，加上臺灣起步較晚，短期內難以參與競爭，現階段仍以外商代工模組以零組件為供應為主。

儘管如此，臺灣仍表現亮眼，2024 年產

表 2 臺灣半導體設備產業產值變化 單位：新臺幣億元；%

年度	半導體設備	年成長率
2015	541.9	7.0%
2016	575.0	6.1%
2017	849.4	47.7%
2018	900.4	6.0%
2019	813.1	-9.7%
2020	907.4	11.6%
2021	1,168.2	28.7%
2022	1,426.1	22.1%
2023	1,410.5	-1.1%
2024	1,423.0	0.9%

資料來源：工研院產科國際所 ITIS 計畫 2023

表 3 臺灣半導體設備產業進出口金額變化

單位：新臺幣億元；%

進出口產品別		2020	2021	2022	2023	2024	年增率
出口金額	半導體設備	1,194	1,550	1,810	1,836	1,988	8.25%
進口金額	半導體設備	6,848	8,952	10,745	7,459	7,559	1.34%
貿易順差金額	半導體設備	-5,654	-7,403	-8,935	-5,622	-5,571	-0.91%

資料來源：金屬中心產業研究組整理 (2025/01)

值達 1,423 億新台幣，較去年成長 0.9% (如表 2 所示)。其中，在應用材料公司 (AMAT) 供應鏈的京鼎、瑞耕、明遠；艾司摩爾 (ASML) 供應鏈的家登、帆宣，以及鈦昇、漢民、志聖等國內零組件廠，皆具有能量與國際接軌之臺灣供應商。

貢獻與創造成果

【模具產業】

以減碳智慧製造為核心，協助臺灣模具產業鏈建立低碳化的模具關鍵技術，減少模具製品的碳排放，提升臺灣模具產業的全球競爭力，中心主要投入以下兩大方向：

1. 高效減廢設計整合開發：

透過模具減廢設計及製程數位優化兩大主軸對應解決方案開發，大幅降低傳統鑄造過程中高碳排放的風險。以年產量能 6 萬公噸鑄造廠為例，可節省 20% 的耗能，每年減碳量可達 10,000 公噸以上 CO₂e。此外，以年產能 8,000 噸的鍛造廠概算，

透過預成形優化設計控制材料體積節省餘料達 23% 以上，搭配熱鍛線上監診模組，建立監診模擬優化模型，每年減碳量可達 3,500 公噸以上 CO₂e。

2. 低碳節能製程開發應用：

主要以成形設備節能技術及熱處理暨表面處理低碳節能技術開發為主軸。在成形設備節能技術方面，開發能耗偵測、高效馬達節能、動能回收與儲電再生等技術，並率先建立一套可視化能耗監控模組，應用於傳統鍛造設備。此模組能分析機台的實時加工作動狀態，針對製程中打件虛耗段進行作業分析，通過降低馬達轉速來達成加工節能的效果。透過此技術可使傳統鍛造設備的能耗降低 10%。若透過設備廠為技術推廣平台，擴散至其他使用傳統鍛造設備的業界廠商，每年減碳量可達 2,821 公噸 CO₂e。

在熱處理暨表面處理節能技術方面，開發節能真空熱處理技術，能耗可降低 20%，每年減碳量達 950 公噸 CO₂e，每年透過

產業擴散 10 家業者，更可減碳約 9,500 公噸 CO₂e。

【半導體設備業】

協助我國半導體設備業者透由政府的政策資源，從元件 (parts)，模組 (module)，到整機設備 (equipment) 進行開發，並導入設備外商或國內終端產線，促進在地化與國產化。在推動外商設備關鍵零組件在地化成果，聚焦在臺擴大投資設廠的終端廠及外商需求，透過技術輔導與建立品質認證，協助國內業者發展關鍵零組件，輔導及媒合國內業者開發 19 項零組件，成功導入台積電、聯電、艾司摩爾 (ASML)、柯林研發 (LAM)、東京威力科創 (TEL)、休斯微技術 (SUSS) 等業者使用，促成投資新臺幣 10.4 億元，增加國產產值新臺幣 7.5 億元。

在半導體設備自主化成果為協助國內半導體設備業者透由產發署產創平台補助國產設備驗證專案，迄今已進行 17 項國產設備的開發，並導入國內終端產線品質驗證，成功累計取得量產訂單 100 台以上，增加國產設備產值約 98 億元，有效提升我國設備自主能力，並強化半導體設備產業韌性。

此外，在化合物半導體設備，推動臺灣化合物半導體設備上下游供應鏈合作，建構 8 吋碳化矽基板生產設備自主能力，提升現有碳化矽加工效率，並佈局 in-line 新製程設備技術，連結國內已具備半導體矽製程設備廠商合作，導入化合物半導體領域，並協助國

內設備翻修業者提升設備自動化能力。

運用中心能量，發展關鍵零組件與節能技術，並以半導體產業之關鍵新材料、設備模組及檢測技術在地化量能提升為目標，聚焦在半導體製程設備所需之重要零組件、關鍵模組及設備製造等研發與服務，例如晶圓靜電吸盤關鍵模組，長晶爐電源供應器節電模組，曝光機晶圓承載模組，晶圓 / 晶片檢量測模組等。

醫療器材及 照護產業

重點產業回顧及發展



產業現況

2023 年各國陸續宣布 COVID-19 降級為一般傳染病，象徵著全球疫情正式結束，醫療器材市場逐步回歸正常需求。在此過程中，全球醫療器材市場呈現穩定增長態勢，儘管疫情影響逐漸消退，但隨著全球人口的高齡化及慢性病患的增加，醫療需求持續攀升，進一步使得醫療器材產業穩定增長。

由於醫療器材產業產品種類繁多，範疇廣泛，且全球尚無統一的定義。即便是美國、日本與歐洲等醫療器材領先國家，對該產業的範疇也持不同看法。與其他以技術為主的產業分類方式不同，各國多以功能性作為醫療器材的界定標準。

臺灣醫療器材的定義參照歐美標準，根據先前版本的《藥事法》第 13 條，醫療器材被定義為：「診斷、治療、減輕或預防人類疾病，或可影響人體結構及功能的儀器、器械、用具及其附件、零件」。

2023 年，臺灣醫療器材產業的營業額為新臺幣 1,470 億元，較過往有所下降，主要是原屬於醫療器材的保健器材類產品被重新歸類至健康福祉產業領域，進而影響了整體的營業額。若排除此因素，並與經過相同調整的 2022 年數據相比，臺灣醫療器材產業在 2023 年仍呈現 2.3% 的增長，營業額約為 1,984 億元（如表 1 所示）。

隨著疫情提升民眾對健康的關注，臺灣的健康照護產業在「全人健康」概念的指引下，從健康預防、診斷治療、復健照護的各個層面發展。

健康預防：

此領域的臺灣廠商，主要聚焦於運動、飲食和睡眠管理，致力於降低健康風險並預防慢性病，幫助民眾建立良好的生活習慣。

表 1 臺灣醫療器材產業產值變化

單位：新臺幣億元；%

年度	營業額	營業額成長率 %	廠商家數	從業人員
2015	1,330	5.9	1,041	38,400
2016	1,415	8.9	1,073	39,500
2017	1,463	6.5	1,090	40,300
2018	1,592	3.5	1,128	43,850
2019	1,692	8.8	1,157	46,953
2020	1,924	13.7	1,219	48,365
2021	2,363	22.8	1,243	49,916
2022	1,939	-17.9	1,294	50,936
2023	1,470	2.3	1,220	49,359

資料來源：經濟部生技產業白皮書

表 2 臺灣醫療器材產業進出口金額變化

單位：新臺幣億元

西元年	2019	2020	2021	2022	2023
出口值	718	759	793	841	830
進口值	856	923	906	974	1021
內銷：外銷 (%)	39:61	40:60	41:59	41:59	43:57
國內市場需求	1,315	1,415	1,450	1,570	1,660

資料來源：經濟部生技產業白皮書

診斷治療：

數位診斷和醫療資訊系統的發展日趨成熟，特別是用藥決策系統的應用，顯著提升了治療的精確度與安全性。

復健照護：

廠商專注於開發居家安全系統和生活支援技術。然而，AI 在慢病管理和後端照護服務的應用仍有待加強。

臺灣的健康照護產業正朝向智能化、精準化和個性化方向發展，透過科技創新，健康管理效率有望大幅提升，尤其是在遠端醫療和穿戴式健康設備領域。儘管疫情影響逐漸消退，醫療器材市場仍展現穩定增長的潛力，隨著人口高齡化和慢性病需求的增加，未來的市場將迎來更多發展機會。整體而言，醫療器材市場將持續成為全球健康照護產業發展的重要組成部分。

貢獻與創造成果

【科專研發成果產業化應用】

金屬中心在經濟部產業技術司的指導及支持下，2024 年主要執行「次世代醫材產業關鍵技術與系統開發計畫 (2/4)」及「醫療器材 CDMO 關鍵製程開發計畫 (1/4)」等兩大計畫，研發成果包括生物可吸收植入式傳感器技術、無線射頻辨識傳感器模組、多通道多軸線圈陣列技術、TBS 模態治療輸出控制技術、建立高值化金屬醫療器材 CDMO 關鍵製程與技術等關鍵項目，並協助我國業者獲得關鍵醫材軟硬體技術與智財專利授權，成果如下所示：

1. 「生物可吸收植入式傳感器」開發專利授權安鎂佳科技股份有限公司，協助建立手術器械全系統與表面處理技術醫材領域佈局，輔導建置 QMS 新廠房與設備，增加生產量能與技術升級，及專利移轉臺灣植體科技股份有限公司醫療器械電化學反應槽技術。
2. 「次世多元適應症 rTMS 經顱磁刺系統技術」與美國 NoetherTech 公司共同簽署技術合作 MOU，整合國家衛生研究院動物實驗機轉研究，交流美國 NoetherTech 公司治療處方技術，未來合作競逐國際醫療市場，共創雙贏，及授權台塑集團 - 台朔重工股份有限公司、鉅侖科技科技股份有限公司 - 生醫事業群。
3. 「醫療器材 CDMO 關鍵製程開發計畫」，協助產業界醫療器材關鍵技術開發佈局，並以專利移轉方式銜接醫材產業，專利技

轉負壓醫療裝置於宸吉有限公司，另也專利技轉骨填補用組合物及其製造方法於皇亮生醫，增加其產品線相關產品功能性。

金屬中心於經濟部產發署的指導及支持下，2024 年主要執行「數位醫材跨域整合發展推動計畫」，目標加速科技跨業整合，開發高值醫材與數位醫療產品，快速上市取證，搶攻國際醫材市場。成果如下所示：

1. 輔導迅易醫材、貝克生醫、佳世達科技及程揚生技等 4 家國內外醫材法規上市申請；輔導科脈生技及海波視智能科技等 2 家上市前 / 後臨床驗證 (IRB)；輔導美律實業、帆宣系統等 8 家技術開發。
2. 智慧微創疝氣手術日康醫療示範場域 (約書亞診所)，整合國內 6 家業者 8 項產品導入臨床試用，並於 12 月引介日本 USE 株式會社等國際買家參訪，協助爭取國際訂單。
3. 健康肺數位動態生理監測與連續性照護臨床場域 (臺中榮民總醫院)，整合國內 5 家業者 9 項產品導入臨床試用，提供肺病中心數位診療，診前後即時連續動態生理量測，建立共照模式，發展上下轉診。
4. 帶領慧誠智醫等 11 家智慧醫療廠商參展參與國際展會，鏈結「2024 泰國臺灣形象展」，建置「臺灣智慧醫療健康產業形象館 (泰國)」，協助廠商爭取共 117.135 萬美元訂單。

高值設備產業

重點產業回顧及發展

產業現況

依據經濟部規劃之「五大信賴產業」，其涵蓋半導體產業、人工智慧產業、軍工產業、安控產業以及次世代通訊產業，為具高度戰略意義之「國家希望工程」重點項目。

金屬中心透過發展人工智慧技術應用，將「精密機械」產業結合智慧化元素，並構建AI試驗場域，引領人工智慧應用高值化發展，打造「智慧製造」產業平台，使我國成為全球供應鏈關鍵地位，帶動經濟成長與創造高薪就業機會，完備投資環境，營造高值產業生態系。金屬中心在高值設備產業主要發展高科技生產設備、成型機械（金屬模具）、金屬加工工具機以及產業機械。根據工研院產科國際所與金屬中心資料顯示，2024 年高科技生產設備與成型機械及產業機械年產值總計為新臺幣 5,009.35 億元。

2024 年高科技生產設備產值為新臺幣 2,620.0 億元，較去年增加 15.7%。2024 年半導體設備銷售受到 AI 產業帶動，尤其對先進封裝、精密量檢測和自動化測試設備的強勁需求，使我國半導體設備產值達新臺幣 1,532 億元，較 2023 年成長 8.6%。2024 年顯示器設備產業上半年受惠於巴黎奧運運帶動；然而下半年因終端應用電視、筆電、高階智慧型手機與車用面板等市況和價格走跌，使得面板相關設備需求減緩，但全年市場仍維持雙位數成長。

工具機在 2024 年產值為新臺幣 984 億元，較去年衰退 12.9%。除全球地緣政治衝突、原材料及物流成本上漲、匯率波動等大環境因素之外，前三大出口市場包括中國大陸需求不穩與本土替代進口增加、美國通膨未降溫幅度太小導致設備投資趨緩，以及出口土耳其禁令等不利因素影響，2024 年臺

表 1 臺灣高值設備產業產值變化

單位：新台幣百萬元；%

年度	高科技生產設備	金屬加工工具機	產業機械	金屬模具	總計	年成長率
2021	204,742	130,890	165,054	51,244	551,930	-
2022	244,008	136,693	170,015	70,450	621,166	12.5
2023	226,444	112,954	140,148	65,245	544,791	-12.3
2024	261,997	98,400	140,538	58,340	559,275	2.7

資料來源：機械設備產業產值：工研院產科國際所 (2025/02)；金屬模具產業產值：金屬中心 (2025/02)

灣工具機出口額較 2023 年衰退約一成五，使 2024 年工具機產值持續衰退。

2024 年全年產業機械產值為新臺幣 1,405.4 億元，較去年成長 0.3%。2024 年主要次產業塑橡膠機械產業雖面臨全球經濟波動和競爭加劇的挑戰，但供應鏈轉移到新興國家的趨勢明顯，憑藉其產業和創新等需求增加，仍在全球市場中保持競爭力。

金屬模具 2024 年的產值為新臺幣 583.4 億元，較去年減少 10.6%。行政院主計總處概估統計 2024 年我國經濟成長率為 4.3%，受惠人工智慧、高效能運算等新興科技應用拓展，國內半導體、伺服器等相關產業鏈模具需求訂單穩定，但消費性電子、螺絲螺帽、手工具等產業終端下游需求疲軟，把注模具訂單成長動能有限。受到疫情、俄烏戰爭以及高通膨等因素接連衝擊，近三年國際經濟的復甦之路顯得遲緩。2024 年雖然歐洲與東北亞市場已逐步回溫，新興市場經濟表現也走出低迷，但仍難以支撐美國與中國大陸經濟疲軟之局勢。

貢獻與創造成果

【穩健智能技術】

金屬中心聚焦穩健智能技術，推動產業升級轉型，協助國內製造業邁向智慧化、數位化、綠色化，以提升國際競爭力。成立金屬中心人工智慧系統實驗室 (MIRDC AI Systems Lab)，透過數位雙生、多樣態 AI 視覺辨識、生成式 AI、智慧賦能等技術，打造高值設備產業，推動製造流程優化與智能運維，並賦能強化表面製程與減碳製程設備之核心技術，達成綠色智慧製造目標。

技術發展重點

1. 敏捷 / 彈性製造：例如：快速換線與調校 (刀工模治具、機台製程參數)、與視覺 / 觸覺整合之機器人應用 (快速取放、整列、製程加工、拋光、銲接、組裝等)。
2. 數位雙生 (Digital Twins)：結合實體產品、設備、流程及對應的虛擬數位模型，於產

線進行流程與動作模擬、生產監控與流程控制最佳化技術等。

3. 多樣態 AI 視覺辨識：結合鑑別式與生成式 AI 之混合多樣態 AI 視覺辨識演算法，以及邊緣運算設備之應用，可克服傳統 AOI 檢測率之限制，並大幅降低 AI 視覺模型佈署門檻。目前已導入金屬焊接、鑄造、板金、電子與食品產業，實現製造業生產零缺陷之願景。

【減碳製程設備】

以碳捕捉、資源循環、綠色製程為核心，推動製造業邁向低碳永續發展。透過發展碳捕捉技術、減碳製程設備與智慧能源管理，協助企業應對國際淨零排放趨勢，提升產業競爭力並改善氣候變遷影響。

1. 金屬中心超臨界二氧化碳清洗設備技術，開發第一台國產電子級濾材超臨界 CO₂ 綠色清洗量產設備，協助新加坡商英特格公司導入半導體濾材清洗製程，減少廢水排放 90% 以上，以及有機溶劑排放 50% 以上。同時降低 10% 能耗，並提升清洗產能 2 倍。
2. 與加拿大 NRC 共同發展水熱液化甲烷產氣技術，提升甲烷產氣及減少碳排放之國際合作。透過高壓水熱液化將生質料源小

分子化，提高生質能產氣效率。完成驗證縮短總反應時間 45% 以上，提昇甲烷產氣率達 68.1% 以上。

【表面製程設備】

推動半導體、光電、航太、能源與油氣產業的先進製程應用，發展物理及化學氣相沉積 (PVD、CVD) 等關鍵技術，提升製程穩定性與材料保護效能，以因應高精密製造與嚴苛環境需求。

1. 金屬中心開發國內第一款；航太燃料管路管內鍍膜化學氣相沉積製程設備，可應用於低軌衛星三種型式的多通道燃料管管內鍍膜製程，完成 100% 流道覆蓋率，降低燃料分解速率延長衛星使用壽命，減少國外代工的加工時間 / 成本，實現低軌衛星自主國產化之目標。
2. 協助國內半導體與光電製程業者抱樸科技公司，開發單腔雙製程 ALD/ALE 化合物半導體薄膜設備，移轉晶圓原子層薄膜，以新型前驅物達到膜厚不均勻性 <0.5% 的 SiNx 薄膜，可應用於化合物半導體、電子封裝之製程。

綠能產業

重點產業回顧及發展



產業現況

2024 年度，臺灣的能源結構仍以進口能源為主，進口比例達 96.7%，顯示能源供應高度依賴國外來源。根據統計，2024 年 1-11 月能源總供給量為 12,037 萬公秉油當量，較 2023 年同期略減 0.7%。在進口能源中，原油及石油產品占比最高，達到 43.7%；其次為煤及煤產品，占 28.6%；天然氣則占 21.5%，顯示傳統能源仍為主要供應來源。

【再生能源快速增長】

再生能源在總能源供應中的占比逐步提升，2024 年 1-11 月供應量約 409.9 萬公秉油當量，占比 3.4%，較去年同期增長 13.3%。其中：

1. 太陽光電供應量為 132.4 萬公秉油當量，占再生能源總量的 32.3%，增長 15.8%，是增長最快的項目之一。
2. 風力發電增長顯著，供應量達 67.5 萬公秉油當量，占再生能源總量的 16.5%，顯示臺灣在離岸及陸域風電推動上的成效。
3. 慣常水力發電、生質能及廢棄物發電，雖占比不高，但仍能穩定供應能源。

【能源消費概況】

國內能源最終消費量 2024 年 1-11 月為 7,767 萬公秉油當量，較 2023 年同期減少 2.7%。具體來看：

1. 工業部門消費量占總能源消費的 32.1%，同比下降 3.1%，主要受部分高耗能產業減少生產影響。
2. 運輸部門占比 16.9%，較去年下降 0.5%，反映電動車普及及公共運輸使用率提升的成效。
3. 服務業部門消費量占比 10.1%，同比增長 3.4%，受益於數位經濟與商業活動回溫。
4. 住宅部門消費占比約 8.1%，消費量變化不大，節能家電的推廣逐漸顯現成效。

【核能供應下降，天然氣補充需求】

2024 年度核能供應量為 336.6 萬公秉油當量，占比僅 2.8%，同比下降 28.8%，主要為核能設施逐步退役。為彌補核能下降的缺口，天然氣進口量顯著增加，供應量達到 2,588 萬公秉油當量，占比提升至 21.5%，年增 14.2%。

為應對 2050 淨零目標，政府持續推動十二項關鍵戰略行動計畫，包括風電、光電、氫能、節能、碳捕集及封存、運具電動化及無碳化等。這些策略在 2024 年度的推動逐漸展現成效，尤其在產業部門中綠色製造與節能技術應用成為重點。

貢獻與創造成果

為永續發展綠能產業、提高國內綠能應用技術及提高能源使用效率，本中心 2024 年度研發方向致力於建立能源系統發展量能，並依據臺灣 2050 淨零轉型目標，分別在節能、替代能源及氫能主軸下，進行高效率燃燒、太陽能電池、風電、地熱與氫能相關研究（如表 1 所示）。以下是主要貢獻與成果的詳細說明：

1. 能源效率提升與節能技術應用

智慧型自預熱燃燒系統：透過開發高效能輻射管及燃燒器技術，2024 年度完成多座工業燃燒系統示範場域建置，協助工業製程減碳 20-25%。該系統已應用於鋼鐵及鑄造業，為國內製程能源效率提升提供實質解決方案。

廢熱回收技術：實施蓄熱式燃燒與 ORC（有機朗肯循環）技術，輔導工業用戶完成廢熱回收，累計節能效益達 113,000 噸 CO₂ 年減量，降低能源成本約 5 億元。

2. 再生能源技術推廣與產業化

太陽光電技術進步：2024 年度開發 PECVD/PEALD 雙製程高效能太陽能電池設備，元件效率達到 $\geq 24\%$ ，技術推廣至超過 10 家模組廠，創造設備銷售訂單逾 5 億元。同時開展鈣鈦礦與矽基電池整合技術研發，為未來更高效的光電系統奠定基礎。

風電供應鏈本地化：深化離岸風電的製造與檢測能力，2024 年支持國內完成離岸風場水下基礎零部件生產與供應，同時建置焊接技術訓練場域，培養 120 位具專業能力的人才，為臺灣離岸風電進軍亞太市場鋪路。

3. 氫能與低碳燃燒技術的突破

高壓氫儲運與應用：完成 150bar 儲氫槽模組及高壓輸氫防氫脆銲接技術的本地化開發，並達到 ASME 認證標準要求。同時，完成 0-25% 混氫燃燒器的驗證，將其應用於工業鍋爐，熱效率提升至 80%，並將 NO_x 排放濃度降低至 150ppm 以下。

低碳燃燒應用：完成多項耐氫滲透塗層與表面處理技術開發，並在鋼鐵與玻璃製程示範應用，節能效率提升，為推動氫能應用於工業領域提供可行性驗證。

4. 地熱技術突破與示範應用

酸性地熱應用技術：開發耐酸金屬及高

表 1 2024 年度綠能產業計畫

子複合材料，完成首座 10kW 酸性地熱示範場域建置。此技術成功應用於地熱井篩管系統，耐腐蝕性能提高 25% 以上，有效降低高腐蝕環境設備維護成本。

5. 技術轉移與經濟效益

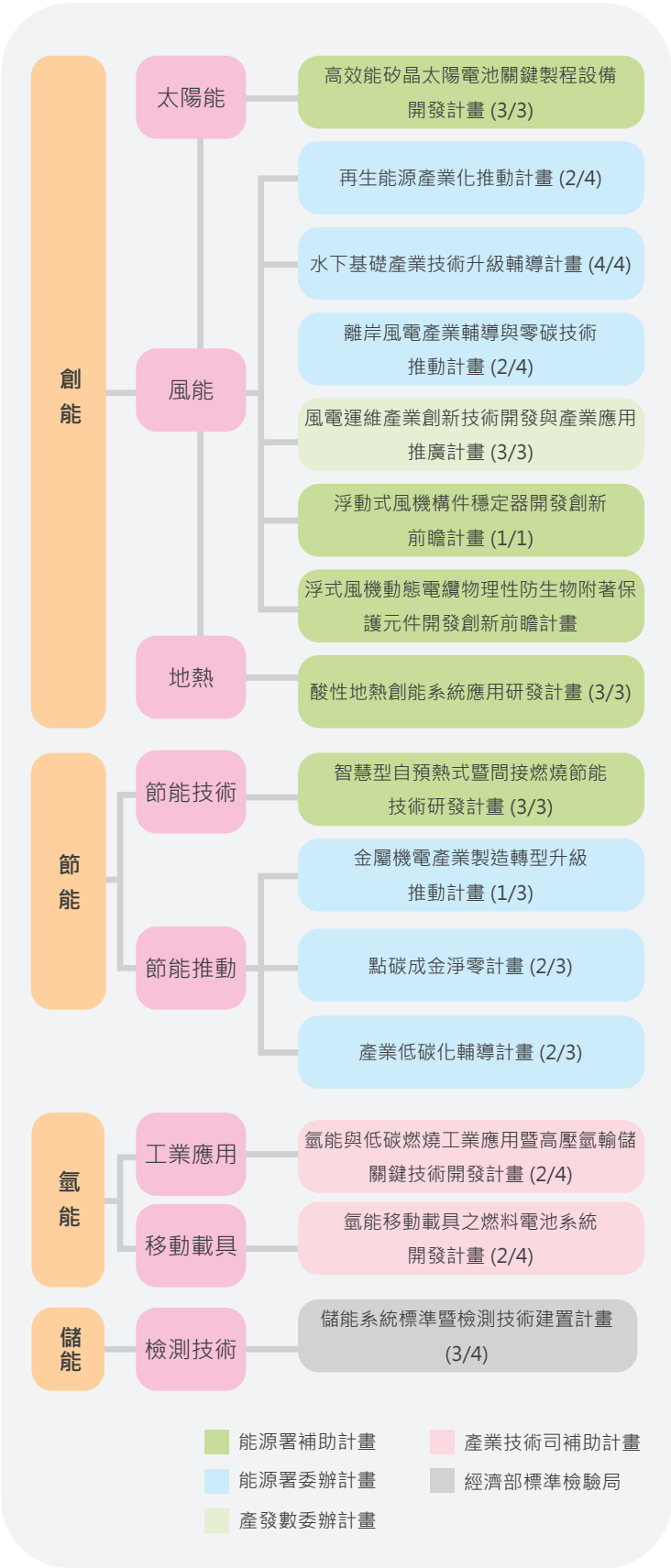
2024 年度綠能技術轉移效益顯著，涵蓋設備業、工業爐業及節能服務業等，共帶動 140 億元以上的產業投資。以下為具體案例：

高效燃燒技術：已技轉 4 家業者，提升國內燃燒設備製造能力，並銷售至亞太市場。

綠能產業鏈整合：透過與產業聯盟的合作，提升國內產業供應鏈自主性，涵蓋鋼鐵、模具、熱處理等關鍵領域，並推動 ESG 目標落地。

6. 人才培育與國際合作

2024 年度新增的高階技術訓練場域，已培養超過 200 位風電、氫能及地熱技術相關人才。同時，通過與歐洲、美國及日本的技術交流，引入國際前沿技術，進一步加速國內綠能技術的商業化進程。







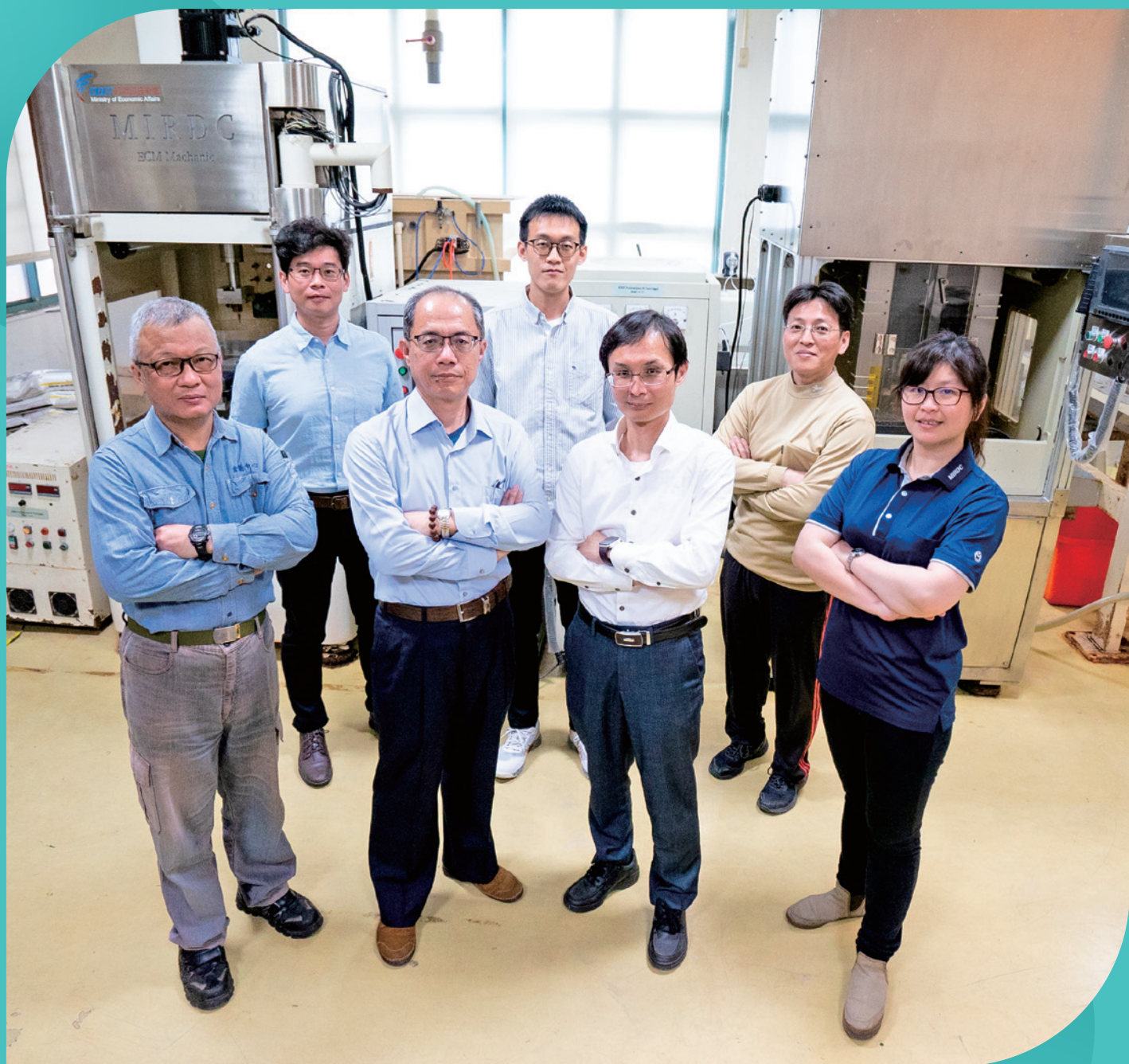
卓越典範

隨著全球產業迅速發展，技術革新已成為產業升級的關鍵。金屬中心長期關注全球產業動態，精準掌握國內技術缺口，聚焦技術創新，協助產業突破技術瓶頸，強化競爭優勢。中心研發成果屢獲國際肯定，如電極智慧化 3D 變曲率電化學加工系統、工業爐專用之高效節能燃燒系統、不銹鋼耐蝕與表面硬化技術、微型複雜管內鍍膜系統技術，在 2024 年榮獲美國愛迪生發明獎及 R&D 100 Awards 殊榮，卓越成就彰顯臺灣堅實的科研實力，持續引領產業邁向高值化與國際化發展新契機。

世界首創

電極智慧化 3D 變曲率電化學加工系統

推動智慧精密加工升級 開創 MIT 航太製程



「電極智慧化 3D 變曲率電化學加工系統」研發團隊



2024 愛迪生獎 - 銅牌 2023 全球百大科技研發獎 (R&D 100 Awards)

據 Global Information 分析，預計 2030 年全球航太零件製造市場規模將達 12,332.4 億美元，2024 年至 2030 年複合年成長率預估為 4.2%。2020 年航太產業已被政府納入「5+2 產業創新」及「六大核心戰略產業」之重要推動項目，以國機國造為目標，推動航空國防之自主能力。中心透過電化學加工 (Electro Chemical Machining, ECM) 技術的深度研發，首創世界「電極智慧化 3D 變曲率電化學加工系統」技術，於 2023 年榮獲 R&D 100 大獎，並成功應用於航太渦輪扇引擎擴散槽之製造，提升航空產業的國際競爭力，也為臺灣建立更堅實的國防航機量能！

ECM 技術躍升蛻變 從探索製作「一顆球」開始

ECM 技術門檻高、設備昂貴，是臺灣精密加工關鍵最後一哩路。在國內缺乏技術量能下，一直以來技術多由國外廠商所掌握。中心是臺灣 ECM 技術的先河，20 幾年的摸索深研中，已掌握其關鍵技術與自主能力。

智慧暨系統服務研發處陳弘毅正工程師回憶起 2016 年，透過經濟部創新前瞻科專計畫探索 ECM 技術的可能性，當時嘗試以自由成型加工成一顆球，被其他人在背後裡笑翻，因為中心有太多的加工方式可以輕而

易舉製作金屬球型物件，但對 ECM 來說，卻是個創舉，同時期的日本也正研發以此方式進行溝槽加工。

陳正工程師感謝當年科專委員的前瞻性眼光與支持，使 ECM 自由成型技術得以結合智能計算，成功加工出一顆領先世界先端的球。多年來的研究成果不斷累積與精煉，成為日後「電極智慧化 3D 變曲率電化學加工系統」成功的前置研究。

領航臺灣 ECM 創新研發獎不停

中心投入 20 多年期間，透過經濟部科專計畫完善 ECM 設備，導入智能化以及 3D 應用，由傳統 ECM 走入「智能電化學自由成型加工」、「封閉式輪葉電化學加工設備」，再到「電極智慧化 3D 變曲率電化學加工系統」，此技術吸引國內知名航太加工廠挹注資金參與投入，並於 2019 年與中心簽署合作備忘錄。

由於航太零件品質要求嚴格，被視為高階精密加工的技術，中心更投入航太零件中難度極高的擴散槽，是飛機渦輪扇引擎中的關鍵零件，多為複雜曲面幾何結構，要求的精度及技術門檻極高；向來擴散槽是以放電加工方式為主，運用放電火花熔化工件材料，經過多道次加工，工時經常需要 11 天以上。



2024 愛迪生獎頒獎典禮
劉美儀工程師 (左) 與姚志宏組長 (右) 合影

而中心開發的「3D 變曲率 ECM 系統設備」，在工時效率比起原先放電加工製程，粗加工時間減少 60%，中加工時間縮短 40%，粗、中加工可完成 90% 的材料移除率，最後 10% 再以放電加工精修即完成，大幅縮短約 70% 加工時程，降低 50% 生產成本。陳正工程師自豪地說：「臺灣是全世界第一個率先以 3D 變曲率電化學加工技術製造航太零

件的國家！」此技術獲得 2023 年 R&D 100 Awards 大獎及 2024 年 Edison Awards 銅獎殊榮，筆路藍縷創下豐碩的果實！

3D 變曲率 EMC 技術亮能 臺灣精密製造里程碑

「電極智慧化 3D 變曲率電化學成型加工」技術，擁有比放電加工快 4 倍的效率，並且加工後無毛邊、幾乎沒有加工應力，極適用於航太產業中難以切削的金屬材料加工。

可對結構複雜及高難度材料進行加工

採用多軸聯動控制和智慧電極設計，能快速設計多樣電極形狀，並以單一電極加工貫穿變曲率流道，具速度快、電極消耗低等優勢，可使複雜結構和高難度材料的精密加工更具效率。還可同時處理多個工件或同一

翻開金屬中心 ECM 發展史歷程，即見臺灣 ECM 發展軌跡

- 2001 年 為電子半導體進行表面處理，是臺灣第一個進行此技術的法人機構。
- 2006 年 為能多元應用 ECM 技術，進行去毛邊加工。
- 2011 年 團隊切入成型加工技術；航太廠初次尋求合作。
- 2014 年
 - 建置國內首座「精微電化學加工實驗室」。
 - 將 ECM 技術 (去毛邊) 成功運用於汽機車產業的零組件製程。
 - 國際航太產業需求大增，團隊開始進行航太零組件 (擴散槽) 的設備及製程研發規劃。
- 2016 年 透過創新前瞻科專計畫建置 ECM 設備的雛形，開始進行 ECM 自由成型研究。
- 2017 年
 - 進行創新的「智能電化學自由輪廓加工製程」技術研發。
 - 與美國喬治亞理工大學建立技術合作，進行智慧化大數據研究。
 - 開發國內首創「航太封閉式輪葉電化學加工設備」。
- 2018 年 開始投入「電極智慧化 3D 變曲率 ECM 系統」研發。
- 2019 年
 - 取得「封閉式輪葉之電化學加工裝置」臺灣與中國專利。
 - 與國內航太加工廠商簽署合作備忘錄 (MOU)，研發航空發動機零組件加工關鍵技術，並導入「電極智慧化 3D 變曲率 ECM 系統」。
- 2020 年 第一代「電極智慧化 3D 變曲率 ECM 系統」設備雛型機建置完成。
- 2020-2025 年 期間與航太廠進行「電極智慧化 3D 變曲率 ECM 系統」設備、加工製程與產品的國際航太認證，預計 2025 年取得認證。

工件多個加工區域。避免傳統放電加工中電極耗損及試錯設計的問題，因而能有效縮短加工時間，大幅降低成本。

將智慧化與 ECM 結合

研發團隊深知控制 ECM 製程的參數是重要關鍵，在 2017 年與美國喬治亞理工大學合作，投入智慧化運算的大數據研究。此後突破技術限制，於製程導入電極運動曲線，搭配參數預測與智慧加工，研發出「智能電化學自由成型加工」，其製程最大特點為刀具無耗損，僅改變加工參數即可增加移除量，無須更換刀具，大幅降低生產成本。

透過國際航太驗證 深化臺灣航太實力

2020 年中心開發出「3D 變曲率 ECM 系統設備」雛型機後，與國內知名航太廠商進行試做。合作期間，設備、製程及產品都保持滾動式改良，反覆試製修改，同時進行國際航太認證。

由於一架民航客機服務年限 20~30 年，安全是整體設計第一考量。國際航太認證要求任何一個零件，再製時都必須做到毫釐不差的「重現性」，以確保飛航安全，陳正工程師說：「一開始用一般機械的思維，精準可以用就好了，可是航太要求這套設備、製程，在 10 年 20 年後，加工出來的零件必須跟第一天是一樣。」截至 2024 年底，ECM 雛型機設備已修正 50~60%，部分零件並非因損壞而更換，而是因航太製程要求，需整組換掉或重新製作。

中心與航太廠商進行設備、製程與產品的國際航太認證，以符合可靠度和重現性極致要求，預計 2025 年底前取得認證，打造出臺灣第一台用於航太零件的 ECM 設備，締造臺灣首例航空發動機組件採用國產自主技術，

並成功完成驗證的重要里程碑。

加速產業擴散 切入全球航太零件供應鏈

3D 變曲率 ECM 已經成功協助國內產業爭取國際航太大廠訂單，更將航太產業升級進入智慧化精密製造業水平，可應用於航太領域各類零組件加工，如飛機機身結構相關零件、渦輪發動機零件、航太扣件與結構板管件等，使臺灣成為全球航太零件的重要供應鏈！

除了航太零件，還可應用於醫材、半導體及精密機械產業等，並且適用於少量多樣和客製化生產，透過 3D 變曲率 ECM 技術於各產業擴散推廣，將持續為臺灣智慧精密製造業開創高效解決方案，將是臺灣創造多元產業護國神山的重要基石！



精彩番外篇

研發突破 創新未來

ECM 反應機制會隨著電解液及通電條件產生不同的結果，業界普遍使用認證的中性環保電解液，而中心正在研發新型電解液，劉美儀工程師說：「成熟技術不重複，法人專攻未竟之境。」透過調整參數及開發新型電解液，並嘗試用在成型、拋光或其他加工上，有望創造更好的加工結果，甚至催生新的製程，未來可應用的產業更廣，讓臺灣產業升級。如同 2017 年大膽嘗試自由成型技術，成就全球首創並領先的技術，中心透過探索，創造未來的無限可能。

碳索新猷

用於工業爐之 可持久高效節能燃燒系統

智慧決策節能技術 劃時代的革命新成就



「用於工業爐之可持久高效節能燃燒系統」研發團隊（團名：金工火鳥）-
前排左起 / 胡國信組長、陳柏臣、林恒育處長、陳尹軒、唐紹文副組長；
後排左起 / 鄭曉燦、安乃駿、徐愷呈、梁晉維、潘順碩



2024 全球百大科技研發獎 (R&D 100 Awards)

因應我國「2050 淨零碳排」政策，落實臺灣淨零轉型 12 項關鍵策略，行政院制定「溫室氣體減量及管理法」，目標是於 2025 年減少 10% 溫室氣體排放。多年來在能源署科專計畫下，金屬中心進行高溫域與中高溫域之燃燒節能工業爐研發，並結合智慧化節能技術，帶領鋼鐵鑄造業、不鏽鋼業、陶瓷燒結業、鋁加工業、熱處理業等產業，進行燃燒節能工業爐之升級改造，以高效研發及落地推廣，支持產業轉型，精彩實踐國家綠能戰略！

燃燒節能工業爐 助臺灣減碳有成

2021 年臺灣製造業的溫室氣體排放占比高達 51.4% (註 1)。工業用電耗能為全臺最高，佔 50% 以上，其中金屬加工製品產業耗能就有 17%。中心因應淨零碳排政策，並在經濟部能源署支持下，2015 年進行燃燒工業爐廢熱回收技術研發，首先鎖定高耗能鑄造業，並研發出第一期 (圖表一) 高溫域 (900°C 以上) 的「高效率蓄熱式燃燒節能工業爐」，至 2024 年底，已成功協助國內 15 家廠商完成改造或新造 28 套燃燒節能工

業爐，其廢熱回收效率高達 90%，節能減碳效益達 30~40%，最高來到 51% 的驚人效益。

有鑑於中高溫域 (550~950°C) 燃燒爐使用數量，是高溫域燃燒爐的 5~10 倍，中心於 2022 年進行第二期中高溫域的「高效率自預熱式燃燒節能工業爐」研發，並自主研發「鰭片式高效熱交換器」，可依產業製程需求調整核心燃燒器，協助設計直接或間接加熱系統。研發團隊與 3 家 (註 2) 業者進行合作示範場域，每年創新改造一部燃燒工業爐的驚人成效，協助廢熱回收效率高達 72%，節能減碳達 15~30% 成效。

持久高效節能 獲 R&D 100 大獎肯定

中心首創將智慧數位化與傳統燃燒工業爐創新結合，第一期高溫域燃燒節能工業爐導入智慧化控溫系統與智能監測系統，將電腦數據上傳雲端，再輔以燈號警示，除了能



用於工業爐之可持久高效節能燃燒系統

註 1：根據 2023 年國家溫室氣體排放清單報告數據。

註 2：2022 年完成穎杰「鑄造退火熱處理爐節能創新改造」；2023 年協助台輝鋁業將第 2 代加熱技術拓展至輕合金或合金鋼熱處理爐；2024 年將自預熱式燃燒技術整合間接加熱之輻射管應用於明石金屬的連續式滲碳熱處理爐。

夠持續監測燃燒爐的節能之外，產業升級服務處林恆育處長特別提到：「還能夠將所有資料儲存電腦，客戶所買的每一批產品，都能有生產履歷。」因此日本客戶訪視良豐不銹鋼管件的智慧化燃燒節能工業爐後，要求其他供應商也必須要提供相同智慧化供應製程！另外，有益鋼鐵在 2020 年完成改造後，節能效益高達 46%，讓參訪的法、韓業者大為驚豔，2024 年也已完成第二套設備的改造。除了能夠節能減碳，幫助產業符合環保法規，在製程上也能獲得提升，進一步增加業者接單競爭力！

研發團隊在第二期中高溫域燃燒節能工業爐更結合智慧決策節能技術 (Intelliburn)，研發「用於工業爐之可持久高效節能燃燒系統 (EHE Combustion System)」不僅能幫助業者節能減碳，更有獨步全球的「可持久高效節能」技術，產業升級服務處知識應用服務組唐紹文副組長解釋：「就是在設備運行過程當中需收集燃燒數據，結合智慧化演算法等工具，獲得製程參數及其節能效益，再

結合感測器監測其健康度。當未能達到 95% 節能效益時，啟動決策復甦工業爐系統。」這從 2022 年採用此系統的穎杰鑄造「退火熱處理爐」，即使啟用 3 年再做系統採檢，竟維持出廠時的節能品質，就能獲得驗證。這套具有 Intelliburn 劃時代的「用於工業爐之可持久高效節能燃燒系統」，榮獲科技界奧斯卡之稱的 2024 R & D 100 大獎肯定。

客製化服務 ROI 遠超外商爐 2 倍以上

研發團隊也特別站在企業攸節成本的立場考量，唐副組長說：「使用國外進口製造的爐，ROI (投報回收年限) 要超過 10 年，我們所研發的系統是設定在 5 年內，這就是甜蜜點。」中心研發的可重組蓄熱式燃燒系統的 ROI 只要 2-3 年，而自預熱式燃燒系統的 ROI 則是 3-5 年。透過中心研發的舊爐改造或是新爐安裝，ROI 都會遠超國外爐 2~3 倍！

從第一期到第二期研發高效率燃燒節能

圖表一、第一期與第二期燃燒節能工業爐說明

	高效率蓄熱式燃燒節能工業爐	高效率自預熱式燃燒節能工業爐
	第一期 - 2015 年開始	第二期 - 2022 年開始
運用溫度	高溫 (900 度以上)	中高溫 (500-950 度)
主要技術	1. 旋風式蓄熱燃燒器 2. 複合多層高效蓄熱爐 (可重組) 3. 燃燒精準換向及控制 4. 智慧節能監測及監診模組	1. 自預熱燃燒器技術 2. 燃燒器聽診技術 3. 智慧決策節能技術 4. 雲端監控及運算
效益	節能：30-45% 減碳：30% 以上 ROI：投資 2-3 年回收	節能：15-25% 減碳：15-30% ROI：投資 3-5 年回收
專利	臺灣、越南、泰國等 21 件專利	臺灣、越南、美國、泰國等 36 件專利
獲獎	2020 年能源局第 1 屆銳能獎研發金獎 2019 年第 6 屆國家產業創新獎	2024 年 R&D 100 2022 年能源局第 3 屆銳能獎研發銀獎



2024 R&D 100 Awards 法人聯合記者會貴賓合影

工業爐，中心不僅兩套系統都獲獎無數，並也榮獲多國、多項專利。有人說「十年磨一劍」，在 10 年的技術研發、供應商開發與產業用爐量產整合後，可以快速高效做到小眾化客製的工業爐設計服務、施工與上線量產，更透過技轉、售後服務，打造節能工業爐產業的垂直深化與橫向擴散，甚至因為燃燒器導入智慧化控制得以高效節能運轉，也幫助燃燒工業爐上下游與周邊產業，進行綠色轉型，節省碳稅開銷，創造更高附加價值與更符合環保法規的工業用爐！

潔淨未來 無碳燃料燃燒技術

隨著美歐各國相繼開徵碳關稅以因應溫室效應之環保議題，我國也即將於 2026 年對國內業者徵收每公噸高達 300 元的碳稅，這對金屬鋼鐵製造相關業者尤其造成衝擊。在經濟部指導下，中心傾法人之力，自多年前即因應此淨零趨勢，提供經費以及多元全方位科研人才，以完全支應國家產業轉型的淨零排碳需求。

在燃燒淨零上，研發團隊在 2024 年已經完成可以混 25% 氫氣的鍋爐用燃燒器，2025 年目標則是完成 50% 氫氣與純氫的燃燒器研製，然而氫氣的儲存設備與運輸成本過於高昂，於是又著眼於將氫氣與氮氣結合的氨氣燃燒技術。林處長說：「現在中心所發展的氨

燃燒技術和先進國家同步並進！」可預期的是，中心將持續發展與世界頂尖國家並駕齊驅的無碳燃料燃燒技術，深化我國 ESG 淨零發展，進一步帶領產業走過碳稅開徵困局，將危機化為轉機，以此綠色燃燒技術帶領臺灣邁向永續製造之路！



精彩番外篇

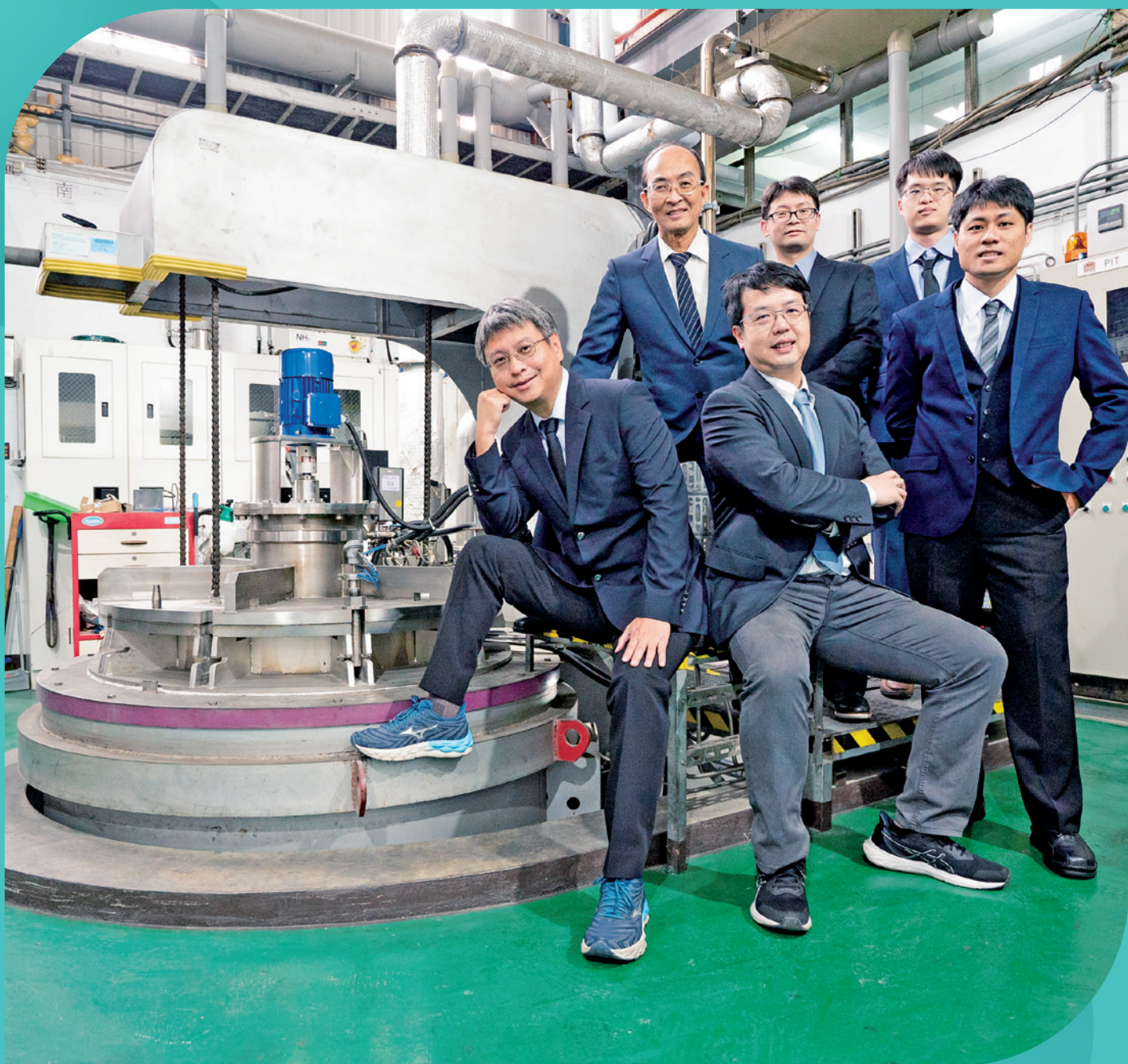
高效研發 始於嚴謹管理

對於年年完成開發一個 2 期工業爐的亮麗表現，林處長說：「中溫域的爐型可能就有 4、50 種，需滿足不同產業被加熱物的品質需求，從概念設計模擬、做雛形品、新品測試到系統整合，將設備上量產線，包含供應商的製程 SOP 與檢驗 SIP，都需要有嚴謹規範的步驟與管理機制，才能達成目標！」早在 2015 年研發團隊開始建置 SOP+SIP+PDM 管理流程系統（標準製程管理程序、標準檢驗程序、產品資料管理系統），2019 年已完善並嚴謹執行此管理流程，並同步做到整合新開發業務、研發新工業爐型與燃燒器，並且控管供應商品質，才能創造有如神來之手般高效產出。

全臺唯一

不銹鋼耐蝕暨表面硬化系統設備

讓米其林三星餐廳到半導體供應鏈都愛用國貨



「不銹鋼耐蝕暨表面硬化系統設備」研發團隊・左起 - 黃家宏、鍾育霖、劉俊呈、陳其禕、李旻哲、葉庭魁



2024 愛迪生獎 - 銀獎 2022 全球百大科技研發獎 (R&D 100 Awards)

不銹鋼被廣泛應用在汽車、醫療、航太、建築、工業...等產業，更成為日用品與民眾生活密不可分，根據 Research Nester 研究，2023 年全球不銹鋼市場規模為 1,391.2 億美元，為了彌補國內不銹鋼硬化技術缺口與提升產業國際競爭力，中心自主研发「不銹鋼耐蝕暨表面硬化系統設備」與技術，於 2022 年獲得 R&D 100 科研大獎肯定，2024 年再獲得美國愛迪生研發大獎銀牌。這套設備與技術不僅與國際同步，是臺灣當前唯一的不銹鋼表面硬化系統設備，更因其技術獨特性，使中心成為半導體設備廠的供應鏈之一！

越挫越勇 造就研發世界級高端設備

沃斯田鐵不銹鋼（註 1）使用廣泛，但唯一的缺點是硬度低，且無法用傳統熱處理方式使表面硬度增加，導致應用上受到限制。為了解決此困局與盡快彌補技術缺口，中心從國外購買整套不銹鋼硬化設備，並尋求技轉之道，然而國外廠商對其設備及製程非常保密，遭到拒絕。精微成形研發處處鍾育霖工程師提到：「當時買不到設備也買不到技術，所以只好自己來開發。」

在此窘境下，研發團隊不但沒有氣餒，反而開始透過研究學術文獻自力救濟，自 2015 年開始研究規劃，2016 年起投入摸索製程，規劃設備雛形，到 2017 年建置小

型設備試量產。從理論基礎、開發設備、製程調校與設備修改的無數次循環下，投入近 10 年的研發歷程，至今因應不同產業需求，持續精進「不銹鋼耐蝕暨表面硬化系統設備」。

首創導入 AI 智慧精準調控 打造慢火細燉的頂級熱處理

由於不銹鋼表面有氧化鉻保護，當要滲碳或滲氮的時候，需將這層氧化鉻除去，當滲入不銹鋼表面後，又不能和鉻產生化合物，否則在提升硬度的同時就會生鏽，在製程上須取得精準平衡，是一項難度極高的技術。「不銹鋼耐蝕暨表面硬化系統設備」技術正是針對沃斯田鐵系不銹鋼材料進行硬度強化的改質程序。

■ 氣體活化技術 處理大量且複雜的物件

研發團隊透過氣體氮化、滲碳或碳氮共滲等氣體活化方式，將不銹鋼表面改質來提高硬度，使表面硬度超過 1,200Hv，遠高於一般碳鋼，且不損及原有耐蝕與抗酸鹼的特性，即使複雜形狀也能在物件表面均勻形成硬化層，還可一次大量處理不銹鋼物件。

註 1：在國際汽車工程師學會 / 美國鋼鐵協會 (SAE/AISI) 標準編號下，沃斯田鐵不銹鋼 (Austenitic stainless steel) 分為工業用的 200 系列與食品級的 300 系列，其中，300 系列不銹鋼有高含量的鉻、鎳，在硬度、耐腐蝕及加工上取得最佳平衡，應用最廣。國內熟知的 304 不銹鋼多用於食品級的餐具、鍋具等，而 316 屬於醫療級的不銹鋼。

首創將智慧化與熱處理結合

一般滲碳溫度高達 800~900 度、滲氮溫度大約 550 度，但中心將溫度控制 500 度以下，以慢火方式將碳原子或氮原子滲入。由於是耗時、耗工的頂級熱處理，鍾工程師說：「在設計系統時，參考半導體廠的電子式流量計，並導入熱處理業界，首創的智慧化功能。」因而「不銹鋼耐蝕暨表面硬化系統設備」可以 AI 整合判斷，透過控制溫度、時間、氣氛、流量等參數，使硬度、滲層都能精準控制於需求之內。並可透過手機及平板，即時進行氣體洩漏的安全控制以及其他功能的遠端操作。亦可建立產線專屬 IoT 方案，落實智慧化生產目標。



不銹鋼扣件

減碳超過 60% 開創不銹鋼扣件新紀元

歐盟建築產品法規要求建築外露的扣件必需使用不銹鋼材質，目前多採用碳鋼與不銹鋼銲接而成的雙金屬鑽尾螺絲 (Bi-Metal Self-Drilling Screw)。然而該產品製程繁複、交期久、成本高。精微成形研發處處理組黃家宏組長說：「我們一直在精進，看能否以更好的製程，讓一體式不銹鋼的螺絲產品可以符合市場需求。」中心協助慶達科技導入

不銹鋼表面硬化處理技術，開發出「高強度一體式不銹鋼鑽尾螺絲」，具高硬度 (超過 1,200Hv) 與高耐蝕性 (通過 500 小時鹽霧腐蝕試驗)，同時展現超越規範之攻速 (鑽通鋼板) 表現。鍾工程師說：「一體成形的鑽尾螺絲，硬化後可立即使用，在製程、交期及成本都縮減一半，同時破排也減少 60% 以上。」透過產品高值化，為扣件產業搶攻國際訂單。

另外，為國際安全墊片之代工大廠的禾新國際，採用中心的不銹鋼硬化處理技術，使不銹鋼防鬆墊圈不但加強螺絲鎖固能力，提升材料硬度及耐蝕性，且大幅降低進出口處理成本^(註 2)，縮短 30% 交期，提供不銹鋼產業創新解決方案。

技術量能與國際標竿廠同步 助攻成為半導體設備供應鏈

黃家宏組長回溯 10 年前，國內多家業者幫國外知名大廠代工半導體產業製造過程中氣體所需的卡套接頭，臺廠製品僅 100~200 元，而國外品牌廠商可以賣到 900 多元。中間價差達 7、800 元之多，是因為缺乏不銹鋼硬化技術，使產品無法耐受氣體壓力。因此，大甲永和機械導入中心開發不銹鋼硬化處理技術，製品與國際標竿廠 Swagelok 同步水平，成本更低於一半以上，並順利量產 SUS316 接頭卡套供應台積電使用。

半導體設備大廠帆宣科技，將中心的不銹鋼硬化技術應用於高階半導體設備中的部件，成功通過美、日、荷蘭等微影設備大廠驗證，此外，因中心具有技術及專業檢測實驗室，原本需送到美國 Bodycote^(註 3) 的加工處理，改由中心代工，大幅縮減後加工往返的時間與關稅成本，目前中心已經成為帆宣科技的正式供應鏈，未來有望成為荷蘭半導體設備大廠亞洲地區供應鏈之一。



不鏽鋼表面暨表面硬化技術

重塑不銹鋼餐具應用 連米其林餐廳都指定使用

全球第一大的鐵板燒及智慧廚具專業製造的芳成企業，在本中心協助下，投資 3 千萬研發新型鐵板燒不銹鋼烹飪板，經不鏽鋼硬化處理大幅提升鋼板耐用度，無烹飪台之刮痕，更榮獲 2020 年臺灣創新技術博覽會金牌獎殊榮！

澄茂鈹金成立家居家飾業品牌，致力於以差異化將鈹金業提升至極致工藝。透過中心合作開發高級餐盤，成功解決化學擴散表面改質熱處理，與表面鍍鈹層完美結合，無鍍膜剝離問題，且將原本硬度 200Hv 的不鏽鋼，提高至 1,000Hv，產品耐磨防刮，更成為米其林三星主廚指定使用的餐具，重塑不銹鋼於產業應用的無限可能！

持續深研減碳製程 助產業高值低碳綠色轉型邁進

「不銹鋼耐蝕暨表面硬化系統設備」除了可應用於半導體設備、建築扣件及餐飲業外，還能使用於工具機、航太、電動汽機車、醫療器材等精密零組件。此技術已進行 3 件專利佈局，5 年內已與國內 17 家業者進行工業服務與技術授權。尤其它的頂級熱處理的表面硬化技術，預期將可製造一體成形、碳

排減少達 6 成以上的螺絲。此外還幫助綠能氫氣的輸儲、移動載具之關鍵零組件，不須送往國外在臺灣就可處理，大幅節省關稅成本，增加綠能產業的競爭力度。

熱處理中心團隊預期將持續鑽研深化此技術，進一步幫助扣件及相關產業因應歐盟碳關稅與臺灣碳稅開徵衝擊，協助產業往高值化、低碳化升級發展，不僅幫助業者邁向永續經營，更進一步支撐國內綠能產業發展，輔助國發會實現 2030 年民間投資綠色產業達 5 兆元的淨零路徑藍圖！

註 2：原本不鏽鋼硬化處理需要送到國外，目前在本中心即可進行處理。

註 3：為全球熱處理業的龍頭。

註 4：聯盟廠商有臺灣中澤、金元達金屬、鎂光熱處理、松立欣、沂德開發等企業。



精彩番外篇

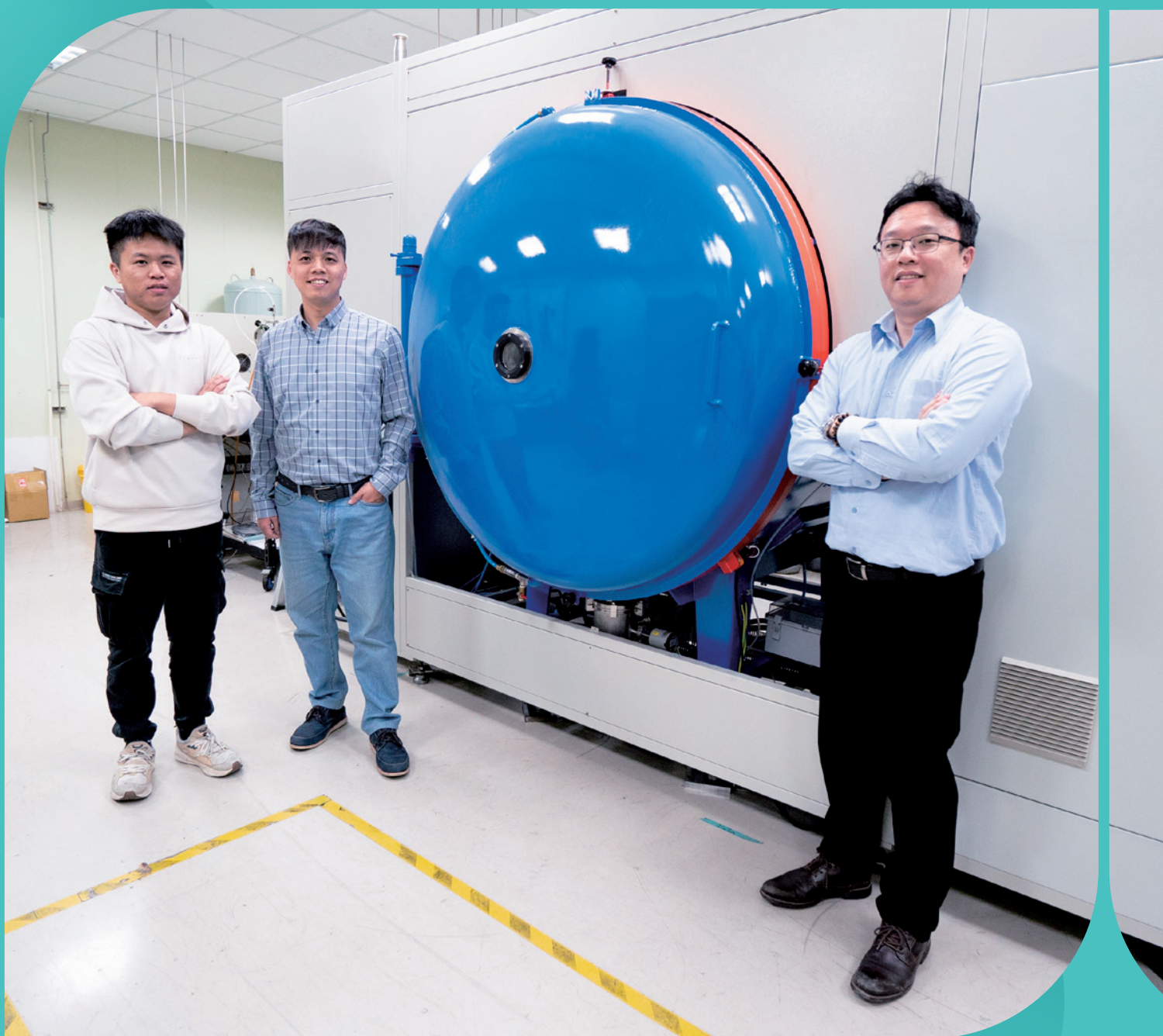
打造檢測驗證實驗室 產業鏈創造三贏局面

熱處理組團隊在研發技術過程中，為確認試製品是否符合國際標準，需送外檢測，不僅費時，也增加檢測成本。為解決此問題，黃組長積極整合相關廠商成立聯盟，並獲聯盟廠商（註 4）慨然捐贈新型高階設備，歷時三年，終於完備檢測驗證實驗室。黃組長說：「由於這些設備均為特殊專業需求，並非一般產品，聯盟廠商除了捐贈，還能將實驗室當作產品展示場。與中心合作的客戶可直接觀察設備運作，並視需求進一步洽詢，透過中心媒合商機，實現三方共贏。」實驗室的成立不僅讓研發團隊能即時檢測、修正、縮短研發時間，也促進中心與廠商、客戶的緊密合作，共謀其利！

全球首創

微型複雜管內鍍膜系統技術

衛星關鍵組件國產化 推升臺灣航太產業技術自主



「微型複雜管內鍍膜系統技術」研發團隊，右起 - 葉昌鑫、林家豪、黃秉敦



2024 愛迪生獎 - 銅獎

隨著科技的演進及低軌衛星 (Low-Earth Orbit ; LEO) 商用普及化，10 年來全球低軌衛星數量從約 1 千顆成長至近 8 千顆，數量足足成長 7 倍。在政府「六大核心戰略產業推動方案」支持發展低軌道衛星及地面設備的政策指導下，臺灣自 2023 年 10 月已能發射自製率破 3 成的氣象衛星，正式邁向高階太空產業發展，政府宣布投入逾 650 億，打造「太空國家隊」，隨著福衛八號預計 2026 年第 4 季發射，臺灣首顆 B5G 低軌通訊衛星訂於 2027 年奔向太空，臺版星鏈計畫蓄勢待發。本中心在經濟部與國家太空中心 (TASA) 支持下，成功研發「微型複雜管內鍍膜技術 (Micro Complex Internal Pipe Coating System Technology) 」，不僅實現衛星燃料管路技術自主與國產化，更進一步打開本土低軌衛星自製的無限可能！

艱鉅任務神救援 研發低軌衛星電子組件

TASA 籌畫發射低軌衛星時，在衛星推進系統有著複雜的燃料管路，其管內鍍膜完全仰賴國外廠商，需等待 3、4 個月

才能收到成品，不僅耗時且成本高昂，也延長開發與交付的周期，還增加衛星管路設計的機密資訊外洩風險。由於中心早在 2014 年展開太陽能電池、電腦及手機面板、半導體晶圓等產品的鍍膜技術研發，所以經濟部產業技術司請中心進行奧援，在臨危授命下，與 TASA、中油綠能所攜手合作。

能源與精敏系統設備處光電技術組葉昌鑫組長提到：「推進系統管路對衛星的壽命影響很大，是一個很關鍵的零組件。」這是由於管路纏繞著衛星藉以保護它，當衛星偏離軌道時，又可由管路內的燃料透過推進器反應後，產生推力來調整姿態以修正運行。然而推進器燃油具高敏感性，長期使用會腐蝕管路，影響推進系統壽命，因而必須在管路內壁鍍膜，以隔絕燃油腐蝕。

在過去鍍膜技術多針對物件表面及平面條件下開發，但太空推進系統管路複雜彎曲且呈不規則幾何形狀，管徑大小又不一，還必須於管內壁均勻地鍍一層薄膜，此任務正是低軌衛星管路組件成功與否的核心關鍵，研發時間壓力更是另一項艱鉅的考驗。



管內鍍膜製程前的檢查確認

勇挑重擔添補技術缺口 全力鑽研終創突破新局

2021 年在臨危授命下，隨著 TASA 發射衛星時程的迫近，以及使命感之號召，研發團隊傾全力投入研發管內鍍膜技術開發。由於時間緊迫，且毫無此技術的經驗下，團隊耗時兩個月，日以繼夜地重複組裝與拆卸管件了解結構，經過海量分析鍍膜成分及材料數據，才得以窺見技術的門道。

其中鍍膜方式試驗過液體與汽化，經過無數次失敗，最終試驗出化學氣相沉積 (chemical vapor deposition, CVD) 的效果最優，就在難題似乎即將迎刃而解時，命運又再度給予了另一重考驗。團隊遍尋國內都沒有容納管路的大型 CVD 設備，只好自主開發新的鍍膜設備 - 低壓化學氣相沉積 (Low-pressure CVD, LPCVD) 設備。

團隊不斷攻克技術難題，再繼續透過逆向分析材料、訂定薄膜品質標準、模擬流場分析等方式，有毅力地進行無數次參數的優化與試驗，利用高溫氣體沉積的形式，在特殊形狀、多通道的管內均勻流通，完整覆蓋

形成奈米級鍍膜保護層，成功解決微型複雜管路鍍膜難題。新研發的「微型複雜管內鍍膜技術」，作業時間由 3 個月縮短至一周就能完成，也開創臺灣鍍膜科技的天花板。

LPCVD 技術與智能模擬系統 創造先進塗布製程

「微型複雜管內鍍膜技術」可讓高細長、多通道不銹鋼管路內壁鍍層具備高硬度和卓越的附著力，可耐受燃料的高壓沖刷，並能對燃料進行長期保存；同時避免衛星推進系統燃料管路內壁與高活性燃料產生腐蝕而失效，並達到相同國外成熟技術的穩定性。

採用先進氣態鍍膜 克服細長及複雜管路限制

採用新自主開發的大型低壓化學氣相沉積 (Low-pressure CVD, LPCVD) 設備與製程，混和不同氣體在管內均勻的流動，使管路平均受熱，在化學反應下，形成奈米級鍍膜保護層。解決塗佈技術受限管內形狀的問題，並能克服管路接縫隙所成的鋒利邊角，以及高縱橫比流路所產生的問題。

透過智慧化模擬系統 創造先進鍍膜製程

在於外表無法看見管路內壁的狀態下，透過智能電腦模擬分析與製程管控，結合多通道噴嘴設計，進行各管口氣體流量與擴散速率控制，因而能精確地達到管道內氣體質量分布均勻，發揮極佳的覆蓋率及附著性之優勢，以達到氣態鍍膜均勻塗布管壁，並提升管內壁表面的鈍化性能，同時具備良好的化學穩定性。

實現超前世界水平的專利 獲愛迪生大獎肯定

研發團隊完成此一史無前例的「微型複雜管內鍍膜系統技術」，是國際上唯一針對內徑 4 毫米之微細長特徵，彎曲管路內壁與 3D 複雜幾何形狀管件，進行沉積高均勻性、完整而緻密的薄膜，實現優異的抗腐蝕特性，也使作業時間大幅縮短 90%，此創新技術獲得 2024 年愛迪生銅獎的世界性榮譽。

針對技術專利方面，光電技術組專案經理林家豪興奮地說：「申請發明專利正常需要答辯兩、三次以上，但我們一申請就通過了。」這代表不僅技術難度高，並兼具創新性與產業利用性，才能無須反覆答辯歷程，一舉過關！

實現 100% MIT 衛星 打造護國星鏈產業

全球太空經濟規模可望於 2040 年成長至 1 兆美元，臺灣目前以地面設備的零組件供應、製造組裝為主，並有多家台廠打入 Starlink 與 OneWeb 兩家衛星大廠的供應體系。目前投入衛星產業的企業已超過 120 家，整體產值從 2020 年的 60 億美元增長到 2023 年近 100 億美元，3 年成長三倍以上，而當中有高達 7 成 4 的產值來自地面設備領域；在衛星電子組件方面，則因技術門檻過高，使得臺廠一向望塵莫及。

「微型複雜管內鍍膜系統技術」除補足國內燃料管路鍍膜技術缺口，同時也將國內廠商列入管路及零件製造產線，因而衛星燃油管路組件的國產比例由原先不到 10%，大幅拉升至 50、60% 以上。而另一個優點，是可

同步配合 TASA 進行地面測試，進行滾動式修正，大幅節省與國外返往的時間與昂貴成本。

除了衛星燃油管路，葉組長表示，展望 2025 年，要全力以赴的就是突破。也就是精進整個低軌衛星燃料系統以外的其他零組件，並加深與 TASA 合作的廣度與深度。除幫助我國低軌衛星於 2027 年正式升空，並透過法人的力量，集結國內優秀廠商協助臺灣航向太空，共同促進我國太空產業鏈發展，組成國家隊，進一步推升產業技術升級，創造臺灣未來又一座護國新神山！

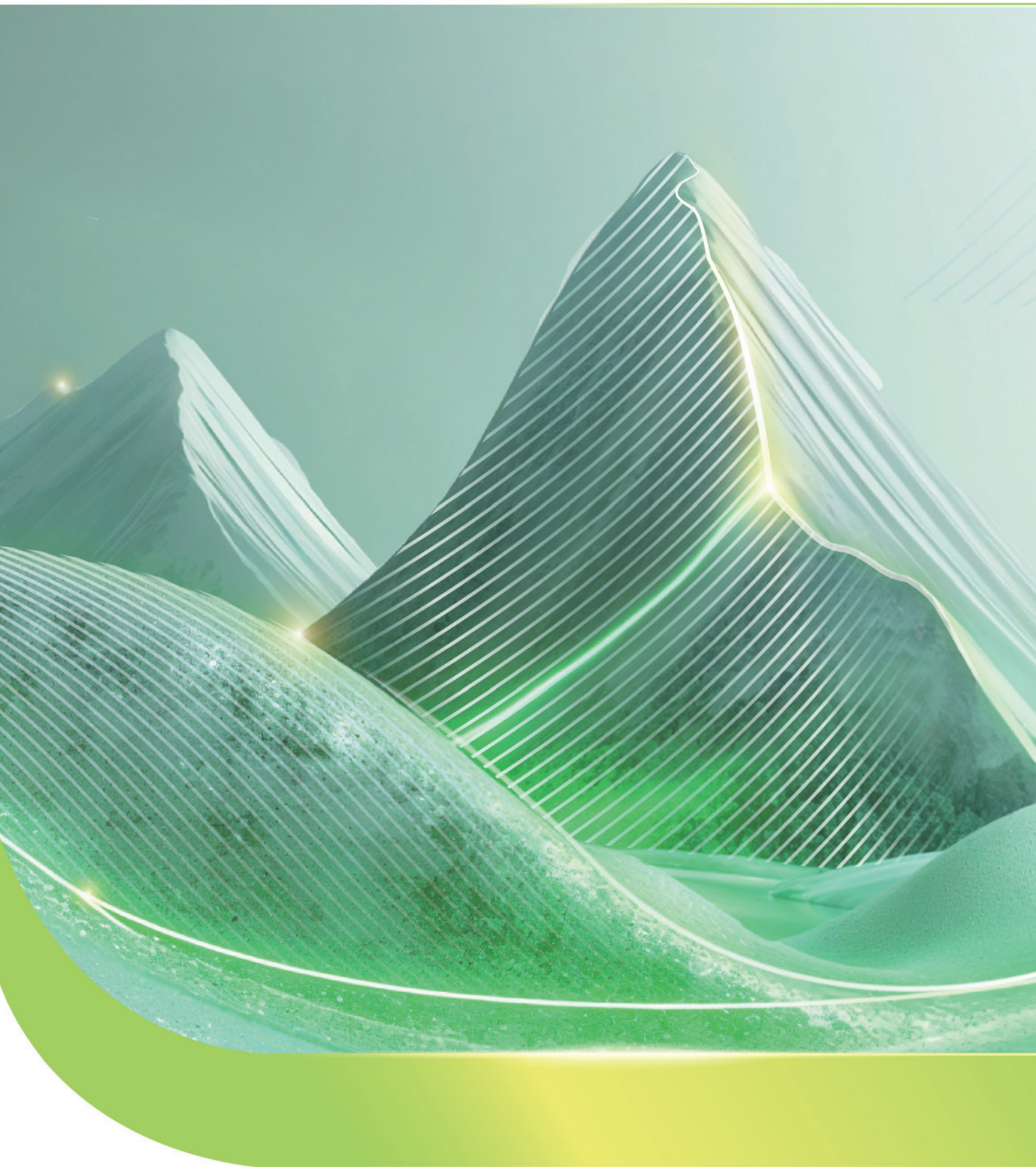


精彩番外篇

創新技術橫向擴散 助產業高階升級

金屬中心自主開發的 LPCVD 設備除了可以填補國內 1 米 x 1 米以上的大型 CVD 鍍膜腔體設備的空白，將管內鍍膜國產化，同時與台灣在地廠商大甲永和機械工業股份有限公司合作，提供高潔淨閥件與管路等零件進行鍍膜測試，也因透過金屬中心而串連國家太空中心展開後續國產化燃料系統不銹鋼零件的合作。

未來，中心將繼續研發閥件內鍍膜、鋼瓶內鍍膜，並將該技術擴散於高酸鹼濃度、有毒、腐蝕性強、1 千度以上高溫以及特殊液體管線傳輸的醫療、半導體、汽車製造等產業高階領域應用。預計未來三年，將吸引超過 1 億元的產業投資，為國內製造業技術升級創造嶄新動能！





永續經營

隨著減碳與永續發展成為全球趨勢，企業不僅要實踐理念，更需應對碳稅開徵帶來的生存壓力。金屬中心前瞻全球動向，積極響應政府的「2050 淨零排放目標」，並將其作為企業發展的核心指導原則，實踐 ESG 打下永續經營基石，並持續進行碳排查創造綠色競爭力。並致力於引領產業邁向綠色轉型，實現碳中和目標，打造未來可持續的發展藍圖。

MIRDC 永續宏觀軸線

從全球視野 實踐永續政策

為降低氣候變遷及地球暖化造成之衝擊，全球已有超過 190 多國宣示或規劃在 2050 年達到溫室氣體淨零排放，因此，歐盟訂定碳邊境調整機制（Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM）、美國制定清潔競爭法案（Clean Competition Act, CCA）、我國推動氣候變遷因應法等淨零措施，以減緩環境破壞所帶來許多的衝擊，所以永續、淨零將會是國內各界共同追求的目標。

在臺灣經濟發展的過程中，金屬中心一直扮演著金屬科技領航的關鍵角色，並在成立 60 周年之際，與外部專家顧問共同合作，參考全球永續性報告協會所頒布之最新版本準則（GRI Standard 2021），於 2024 年底發行首本「2023 永續報告書」，揭露在永續經營與發展方面的投入和成果，聚焦「研發管理與技術推廣」、「客戶經營」、「產品檢驗與驗證」、「資訊安全管理」、「氣候風險與機會」、「淨零轉型與溫室氣體」、「員工教育訓練」、「產業人才培訓」八大永續發展主題，充分發揮對環境、社會和經濟的影響力，邁向永續經營和發展的目標。



ESG 起始會議長官合影

| 永續 1 | 科技研發與技術推廣

創新科研 擴展產業全球版圖

中心長期配合國家產業政策，運用多年蓄積之厚實科研量能，以自主創新技術為核心，協助企業在全球產業鏈變動中保持競爭力，推動產業升級轉型。

在科技研發方面，金屬中心與全球六國的研究機構及企業攜手合作，提升卓越的研發實力。2023 年，金屬中心共獲得 88 件專利，並榮獲國際科技大獎的高度肯定，包括全球百大科技研發獎 (R&D 100 Awards)、愛迪生獎 (Edison Awards)、德國 iF 設計獎及日本 Good Design 獎等五項國際殊榮。這些技術不僅獲得認證，更成功技轉至國內廠商，為產業帶來新的發展機會與經濟價值。

此外，中心的研究管理體系亦獲得肯定，獲得經濟部「研究機構管理制度評鑑」優等，展現卓越的營運與管理能力。未來，將持續深耕技術創新，透過國際合作與產業鏈整合，助力企業突破技術瓶頸，提升臺灣產業的全球競爭力。

| 永續 2 | 客戶經營

跨域鏈結 多元深化合作

為強化服務產業，中心深入了解客戶需求，提供高競爭力之產品與客製化解決方案，以促進產業升級並建立長期合作夥伴關係。為加速新創技術的開發與應用推廣，攜手 373 家企業簽署合作協議，除深化產學合作，並針對客戶需求量身規劃測試方案，同時提供優惠價格，以鞏固客戶忠誠度，提升市場競爭力。

此外，透過參與 76 個公協會，深化產業鏈聯結，強化客戶經營管理機制，全面提升服務效能，確保合作關係穩定發展，共創產業永續經營價值。

| 永續 3 | 產品檢驗與驗證

從檢測服務 強化產品國際競爭力

金屬中心致力於產業需求，成為產業強而有力之技術後盾，運用深厚技術量能與專業實驗室資源，提供檢測與驗證服務。透過精準分析與技術支援，協助政府與企業推動



金屬中心 2023 年永續報告書

新產品及創新服務之開發，使企業順利成為國際供應鏈一環，進而拓展全球市場。年度服務達 34,887 件，涵蓋檢測、驗證及專業輔導等領域，確保產品符合國際標準，提升企業技術能量，強化產業升級與競爭優勢。

| 永續 4 | 資訊安全管理

嚴格控管機制 全面防護零洩漏

中心重視員工與合作夥伴的資訊資產安全，透過嚴格的資訊安全管理機制，提升營運韌性並降低資安風險，確保資料完整性與保密性、遵循個人資料之隱私保護規範，以提升員工與客戶滿意與信任。

2023 年以零缺失，通過 ISO 27001 資訊安全國際標準驗證，展現高標準資安管理能力與成熟度。此外，中心積極推動員工誠信經營教育訓練，1,057 名員工完成線上學習與測驗，達成 100% 受訓與測試通過率，全面落實資安意識與防護能力，確保員工、客戶之重要資訊零洩漏。

| 永續 5 | 氣候風險與機會

從綠色環保科研 開展產業綠能轉型

隨著全球氣候變遷問題變得嚴峻，中心將氣候挑戰轉化為產業綠色轉型的契機，透過自主創新技術，開發金屬材料循環技術，協助產業建置高值循環綠色製程；建立蓄熱燃燒技術，協助高能耗產業節能減碳；開發離岸風電、氫能等新能源相關技術，從節能、創能、儲能協助產業開創綠能競爭力。

此外，中心成功開發太陽光電系統原型結構高效組裝工法，透過工程模擬分析、組

裝程序優化、結構組裝工法設計及教育訓練等方式，將原組裝速度由 20MW/ 年提升至 120MW/ 年，組裝效率提升 6 倍，大幅強化產業建置太陽能系統的速度與效能，推動綠能產業發展。

| 永續 6 | 淨零轉型與溫室氣體

碳排查證 引領產業永續發展

因應國際 2025 淨零碳排趨勢及供應鏈需求，中心配合政府減碳旗艦計畫與淨零關鍵戰略，取得 TAF「溫室氣體查證」機構，同時也是環保署查驗機構，更是第一家通過 TAF「碳足跡查證」之法人單位。透過專業節能技術應用與碳管理機制，協助企業因應國際永續標準與減碳政策需求，展現中心永續領域的競爭力，善盡企業社會責任。

中心自主進行溫室氣體盤查 (ISO 14064-1)，並透過多項節能減碳措施，截至 2023 年，已成功節省電力 81,689 度，減少 40.35 公噸 CO₂e 碳排量，落實淨零管理政策。此外，培訓產業組織碳盤查與減碳專業人才培訓達 422 人次；協助產業使用再生鋁料、低碳鋁材減碳達 44,424 公噸 CO₂e；推動工業節能診斷，幫助產業減少 134,474 公噸 CO₂e 碳排放，相當於 347 座大安森林公園一整年的二氧化碳吸附量，引領產業邁向低碳永續發展。

| 永續 7 | 員工教育訓練

完善專業訓練 建立職場平權

金屬中心秉持人才為企業核心競爭力的理念，致力於員工培育與發展，透過多元且



透過植樹活動及認養 300 株樹苗，每年產生 3,000 公升氧氣。

高品質的訓練計畫，持續強化專業能力與職涯成長。針對儲備幹部，定期提供領導力培訓，提升自我認同並降低離職率；新進人員則透過完善的教育訓練機制，迅速融入組織文化，確保人才穩健發展。

2023 年投入 1,294 萬元辦理內外部員工訓練，研發人員年均受訓時數達 31.29 小時，展現高度重視專業人才培育的承諾。此外，積極推動性別平等，女性全職員工占比 39%，女性主管占比 18.5%，並於 2023 年晉升 40 位員工，其中女性占比達 50%。

永續 8 | 產業人才培訓

整合產學研 強化產業技術人才

人力資源是推動產業升級與企業永續發展的關鍵動能。中心整合學研師資，培育產業人才技能，以加速新興科技與技術的導入，構築完善的產業生態系，擴大整體競爭優勢。

2023 年，中心服務企業達 977 家次，辦理工業人才培訓講習 18,418 人次，支援民間企業強化技術實力與競爭力。此外，中心依據全球風能組織 (GWO) 認證標準，推動在地化培訓，培育專業技術人才 780 人，進而減少 112,474 公噸 CO₂e 碳排放，兼顧產業發展與環境永續。中心持續結合國際標準與技術趨勢，為產業提供高效能的培訓資源。

金屬中心透過首次出版永續報告書，彰顯其在推動永續發展與淨零碳排行動上的堅定承諾。未來亦將與員工、政府與主管機關、產學研夥伴、客戶及供應鏈共同攜手，積極以創新科技研發，跨域合作模式，永續環境與社會責任等機制，落實政府總體施政，驅動產業升級轉型，為社會及產業穩定發展，注入更多的心力。

中心通過 ISO 14064-1 查驗 邁向 ESG 永續經營

2050 淨零減碳政策，使溫室氣體盤查重要性與日俱增，不僅可援引作為企業 ESG 永續報告書中的碳排量揭露，敦促企業實踐環境保護與社會責任，符合環境部及金管會金融法規相關要求，亦同時加深投資人和公眾信賴，提升合作夥伴信任度，幫助企業在市場激烈變化下轉型升級，創造競爭優勢，可說是企業能否永續經營的關鍵指標之一，也是中心責無旁貸投入碳盤查的主要理由！

高效率盤查作業 支持政府能源轉型

中心配合政府的綠能環保政策，成為產業淨零減碳轉型的重要推手，同時，也肩負作為金屬相關製造業者之楷模。中心於 2024 年 7 月決定年底完成「2023 年永續報告」，為了完成報告書中的組織碳揭露要求，9 月啟動溫室氣體盤查，在各單位與全體員工積極配合下，不到四個月即提出「2023 年溫室氣體盤查報告書」，緊接著快馬加鞭，隨即完成永續報告書。如此高效率要歸功於中心自 2016 年起，開始協助產業進行先導性溫室氣體盤查（註 1）輔導。



ESG 起始會議長官合影

掌握步驟 有效展開碳盤查

由行政處、升級處、工安衛室及相關業務部門組成「環境永續小組」，參與盤查單位高達 45 個，由升級處知識應用服務組進行碳盤查輔導。依照環境部 2024 年「溫室氣體排放量盤查作業指引」六大步驟，及 ISO 14064-1:2018 國際標準架構，進行中心碳盤查。從以下架構流程說明中心如何進行自身的碳揭露，更了解協助產業進行碳盤查。

| 步驟 1 | 邊界設定

依據盤查目的，先確認組織（集團 / 公司 / 廠區）的邊界範圍。中心為服務全臺產業，研發服務據點遍布 6 縣市，組織體系龐大，首次進行碳盤查範圍以中心總部與傳統產業創新加值中心二處區域，除辦公大樓用電外，還有各式製程實驗室、實驗工廠及人才培訓等活動，往後再逐年擴大邊界範圍。

| 步驟 2 | 鑑別排放源

鑑別排放源可說是一項極具挑戰的工作，依照國際標準設定，鑑別為六大類的直接與間接排放溫室氣體。小組花費一個多月與各單位開會討論，從政府 / 廠商專案、特定活動、例行服務、營運等需求，請各單位列出所有排放源，升級處知識應用服務組楊俊人專案經理說：「盤查得越細，所得到的資料的分析價值就越大。」小組努力將鑑別層面擴大至 80%，並儘可能擴展更高。

中心直接排放源就有發電機的柴油、公務車的汽油、冷氣的冷媒到製程用的焊接等相關燃料，而間接排放源有不容易歸類

及量化的問題，因此依照顯著性鑑別表，對有重大風險與機會的排放源項目優先進行盤查，大致有電力、貨物運輸、員工通勤及影印紙、廢棄物處理 ... 等項目。

| 步驟 3 | 排放量計算

由於中心的研發橫跨技術廣，相對處室單位多，小組彙整各單位所蒐集單據及數據資料、採用「排放係數法」進行數據統計，將所有計算結果轉換為 CO₂e，又需花費快一個月時間。計算出中心溫室氣體總排放量為 4,479.356 公噸 CO₂e。

| 步驟 4 | 數據品質管理

計算出碳排放數據後，還必須確認各單位收集及計算的數據是否正確，反覆進行查驗修正，以確保整個盤查數據準確度。中心小組在數據及資料校正上，除了利用數位程式查核，還額外使用人工進行查驗，而這麼耗費工夫就是為了達成數據品質與準確度。

| 步驟 5 | 盤查資料保存

為了使提供的資料能明確說明其數據來源，必須將盤查過的單據、流量紀錄、領用紀錄及電腦資料庫紀錄 ... 等佐證資料，妥善保存至少 6 年，以備主管機關查核。

註 1：溫室氣體盤查，又稱碳盤查、碳揭露，是將企業在營運過程中，直接或間接排出的總溫室氣體排放當量，包含所有的生產與運輸等活動，經過統計後換算成公噸二氧化碳當量 (CO₂e)。依據 ISO 14064-1 標準以及「溫室氣體減量及管理法」，有七種溫室氣體需要盤查，包括二氧化碳 (CO₂)、氧化亞氮 (N₂O)、甲烷 (CH₄)、氫氟碳化物 (HFCs)、全氟碳化物 (PFCs)、六氟化硫 (SF₆) 及三氟化氮 (NF₃)。

| 步驟 6 | 製作排放量清冊及撰寫盤查報告

中心依 ISO 14064-1:2018 國際標準架構，將盤查邊界設定、排放源鑑別、排放量計算、數據品質管理等製作成排放清冊，於 2024 年 12 月提出「2023 溫室氣體盤查報告書」。

| 步驟 7 | 排放量登錄及查驗

環境部要求 2023 年溫室氣體排放量達 2.5 萬公噸 CO₂e 的製造業，應於 2024 年 4 月 30 日前完成盤查與登錄。企業完成碳盤查後，經由第三方查證後，需上傳報告書至「事業溫室氣體排放量資訊平台」。

中心長期協助企業進行碳排查輔導，於 2022 年也獲 TAF 溫室氣體查證機構，楊專案經理表示：「為維護獨立性及公正性，中心輔導的廠商不會再給中心查證。」於是中心自行完成的碳盤查報告，由第三方「臺灣中油綠能科技研究所」進行查證，堅守著法人機構的專業、公平、公正原則。

於 2025 年 2 月通過查證並取得證書(類別一、二合理保證級別)。

境永續相關的推動方案與措施，包括導入綠色採購、建置能源系統管理平台找出節能熱點及有效節能管理、改用高效能冰機空調及高效馬達系統等。

中心除了持續擴大自身的碳盤查工作，為了因應國內外開徵碳費、碳稅、碳權所造成的影響與機會，協助產業進行碳盤查、碳足跡的輔導及查證服務，並朝自願性減量專案 (ISO 14064-2:2019) 邁進，成為全面性及混合式驗證之專業法人單位。中心將秉持著研發創新與服務的精神，持續推動永續發展，期盼以務實的精神為永續臺灣貢獻一份心力。

將節能減碳 擴展產業應用

在環境永續的推動上，中心積極展開節能相關措施，包括空調系統設備精進 (節省電力 81,689 度 / 年)、電子化作業 (紙張用量減少 30%)，以及全面換用 LED 省電燈具、改善實驗室隔熱性能減少能耗等措施。金屬中心林仁益董事長表示，未來將投入更多環

獲 TAF 溫室氣體查證機構 加速淨零轉型進程

世界氣象組織 (WMO) 發布 2024 年已成全球均溫史上最熱一年，升溫超過攝氏 1.5 度，而臺灣也創下自 1897 年觀測紀錄以來最高，異常高溫產生氣候劇烈變化，引發全球各地災害不斷。聯合國環境規劃署 (UNEP) 更指出，2022 年至 2023 年間，全球溫室氣體排放量增加 1.3%，達到 571 億噸 CO₂e (二氧化碳當量) 新高點，若全球未能履行減碳行動，2100 年全球氣溫將上升 3.1°C，將帶來更加劇烈的極端氣候。中心配合政策，透過溫室氣體盤查積極協助產業淨零減碳，成為最早取得 TAF 溫室氣體查證的機構之一，也成為臺灣第一家獲得「碳足跡查證」的法人單位。

淨零碳排趨勢

臺灣將全面進入碳盤查時代

全球淨零碳排勢必對於臺灣產業，尤其是碳排放量大的製造業者帶來極大挑戰，2016 年環保署開始針對包含發電、鋼鐵、石油煉製、水泥、半導體、薄膜電晶體液晶顯示器等特定行業製程別，以及全廠化石燃料溫室氣體達 2.5 萬公噸 CO₂e 以上等產業，計有 287 家公司強制每年進行碳盤查及查證，當時查證只有 6 家 (註 1) 外商在做。

因應國際淨零碳排目標，2022 年環保署公告再增加第二批 (註 2) 250 家強制進行碳盤查，國內查驗量能明顯不足，同

年經濟部要求法人機構加入查驗證行列，金屬中心立即成立溫室氣體查驗團隊，同時人員也積極配合標檢局進行相關課程培訓，同年 3 月取得環境部溫室氣體查驗機構許可證，6 月取的 TAF (註 3)「溫室氣體查證」，2024 年 6 月更是臺灣第一家獲得 TAF「碳足跡查證」的法人機構。

中心查驗證經驗豐富，於 ISO 驗證有 500 多客戶，每年核發 800 多張證書，針對南部產業進行機械安全方面驗證，是驗證項目最多、產業跨域最大、服務客戶最多的法人機構。綜上述因素，因而中心能於短短數月內取得溫室氣體查驗資格。並且中心是非商業營利的法人機構，因此成為業者公認可靠、公正的查證機構。

環境部預計 2025 年將實施第三批強制碳盤查對象，以高用電的百貨業、量販業、電信業、交通業以及學校為主，臺灣產業將全面進入碳盤查時代，為了消化市



金屬中心 TAF 認證證書與環境部溫室氣體查驗機構許可證

註 1：實際有 7 家查證公司或機構，有 1 家為標檢局，因考量公正性退出查驗工作。

註 2：第二批包括電子零組件製造業、化學材料製造業、紡織業、金屬基本工業、非金屬礦物製品製造業等行業都列入。

註 3：TAF 已於 2018 年簽署國際認證論壇 (IAF) 溫室氣體相互承認協議 (MLA)，經其認證之查證機構所核發之查證證明被國際間承認。

溫室氣體、碳足跡 大大不同

雖然金屬中心同時擁有環境部所認可的「溫室氣體查驗 / 證」以及「碳足跡查證」等資格，但溫室氣體查證與碳足跡卻有著不同的差異。

組織

溫室氣體查證 (GHG Verification)

● ISO 14064-1:2018

一個組織 (公司、工廠、集團) 的整體範圍及營運流程中，直接、間接及其他間接方式產生的溫室氣體排放量的碳排放總量。



● ISO 14064-2:2019

「自願性減量專案」為特定項目或活動的溫室氣體排放和移除的量化、監測報告提供指南。

● ISO 14064-3:2018

給「查證機構」所使用的，針對企業的溫室氣體排放盤查報告進行實際檢驗的指引規範。

產品與服務

碳足跡

(Carbon Footprint)

● ISO 14067:2018

單一項產品或服務由原料取得 (採購)、生產製造、配送銷售、消費者使用及廢棄回收等生命週期，直接與間接產生的溫室氣體排放量。



場龐大的碳盤查需求量能，中心配合政府 2050 淨零碳排政策方針下，積極透過其在查驗證項目、以及溫室氣體盤查長期以來的背景與經驗，已通過 TAF 碳足跡查證法人機構，以協助產業執行國家所佈署的淨零轉型策略營運目標。

碳盤查、碳足跡有利企業 ESG 爭取加入綠色供應鏈

2022 年金管會發布「上市櫃公司永續發展路徑圖」以資本額 20 億為分界，逐年擴大上市櫃公司編制永續報告書，預計 2027 年全國上市櫃公司必須完成溫室氣體盤查，2029 年全體完成確信，即表示企業

碳盤查驗證是國家政策指導下的必行之路。驗證組鄭榮燦組長說：「我們是 TAF 認可的溫室氣體查證機構，也取得環境部的查證機構，並且獲得金管會直接採認，具備這個資格。」

從全球環保議題到各國 ESG 政策訂定，對於國際企業而言，碳查證與碳足跡已儼然成為標配！透過執行碳查證相關業務，除了將能協助企業制定有效減碳策略，這些行動與聯合國永續發展目標 (SDGs) 17 項指標中的第 12 項「責任消費及生產」與第 13 項「氣候行動」相符合，能大幅提升企業 ESG 形象、加強消費者好感。

對廠商來說，在碳足跡盤查的過程中，可以瞭解產品在生命週期中產生溫室氣體

的比例，進一步制定企業對於溫室氣體減量的對策，輔助企業找出節能與減少損耗的方式，比如產品包裝減量或回收、提升運輸效率、採用環保材質等，同時也要求上游供應商降低產品碳足跡，減少溫室氣體排放，這將獲得降低碳成本的有效成果。若產品上下游減碳得力，進一步將形成環保供應鏈，並有機會納入政府機關採購範圍，讓企業產品更具商業價值。同時也容許業者更具實力切入國外綠色供應鏈體系，為產品拓展更多管道的綠色商機。

碳權吹起全球旋風 未來將加入自願性減量查證

歐盟自 2026 年起，要求境外進口商需事先註冊並購買 CBAM 憑證，作為申報進口商品之碳排費用。而 2022 年環境部將《溫室氣體減量及管理法》變更為《氣候變遷因應法》，並建立碳費徵收機制，2024 年 10 月決定碳費起徵價為每噸 300 元，初步徵收對象將鎖定年排放量超過 2.5 萬公噸的電力業、燃氣供應業和製造業，影響超過 280 家企業和 500 家工廠。2025 年 5 月將進行

試申報，並於 2026 年正式開始徵收碳費。

面對全球勢在必行的碳費或碳關稅，目前產業的先驅性做法，除了是透過完善的溫室氣體盤查數據，掌握產品或服務碳足跡，進一步透過自我減量及外部抵換，來抵銷其碳排放量。2023 年我國也因應此趨勢頒布「溫室氣體自願減量專案管理辦法」及「溫室氣體排放量增量抵換管理辦法」，鼓勵事業及各級政府提出自願減量專案，經確實執行後，即可取得「減量額度」，也就是俗稱的「碳權」，供事業扣抵碳費或交易提供給其他業者進行抵換。而企業進行自願減量專案，也需透過第三方進行查驗。

鄭組長表示：「未來將可協助業界碳排放活動進行有效監管，為企業永續低碳發展提供可靠依據。」中心驗證組針對「自願性減量」查證進行準備，期許能在 2025 年底獲得 TAF 認可 ISO 14064-2:2019 (自願性減量專案) 機構資格。屆時中心將能提供包含溫室氣體、碳足跡、永續報告書等全面性查證服務以及混合式驗證方案服務量能，進一步扶持國內企業與消費者完成淨零永續綠色路徑之藍圖！



溫室氣體查驗團隊

金屬中心溫室氣體查證統計

統計截至 2024 年底

行業別 / 案件數	環境部方案	自願性方案	總計
金屬製造業	5	25	30
非金屬製造業	3	38	41
小計	8	63	71



金屬中心碳足跡查證統計

統計截至 2024 年底

行業別 / 案件數	自願性方案	總計
金屬製造業	1	1
非金屬製造業	9	9
小計	10	10







技術與 研發創新

金屬中心長期淬鍊技術量能，持續引領技術創新，促進產學研深度合作，推動高值化、精密化、智慧化、永續化等發展，為臺灣產業提供堅實後盾，助力企業躍升國際市場，在全球競爭浪潮中掌握先機，確保臺灣技術實力與全球趨勢並駕齊驅。

熔鑄技術

金屬中心連續多項技術突破創新，推動產業技術與價值同步升級，熔鑄技術方面，透過銅粉資源物低溫熱裂解去鹵技術，將含有溴系阻燃劑之銅粉資源物進行吸溴極高效處理，製程參數與觸媒材料革新，大幅降低氣體排放造成環境汙染，未來，更將進行銅再生冶煉製程產出 2N 純銅材，應用於多項銅製品產業。

人造基砂成分調控技術運用廢石材、蚵殼進行混合及成分檢測，依美國鑄造學會規範，進行濕砂模試作並完成鑄件製造，均達高標需求，開創人造砂材在鑄件應用的多樣性。

廢鑄砂高值化應用技術，將鑄鋁及鑄鋼精密鑄造產生廢棄陶殼模材回收資源化處理後，開發矽酸鋁質中空微球，方可應用於耐火材料，降低工業爐體熱損失及能耗。

開發低白金含量且俱高催化能力之多孔鎳磷合金擴散層材料，應用於質子膜燃料電池 PEM-FC 中，降低多孔擴散層材料成本、材料性質，取代不鏽鋼網（含白金觸媒）與碳纖維（含白金觸媒）等擴散層材料。

研發現況

1 銅粉資源物低溫熱裂解去鹵技術

- 全球 5G/6G、AI、電動車及再生能源等產業興起，銅金屬成為產業發展的重要材料。
- 銅粉資源物為含有溴系阻燃劑之廢棄印刷電路板經物理分解、破碎及分選前處理之含銅物質，需將當中含溴有害物質去除以可有利進行後續銅再生。
- 經除溴製程後，戴奧辛濃度為 0.259 ng-TEQ/Nm³，除溴效率達 96.1%（溴元素含量 0.29wt%）。
- 去溴後之銅粉資源物將可進行銅再生冶煉至 2 N 銅材，以提高其附加價值，並可應用於水五金、電線電纜等產業。



銅粉資源物



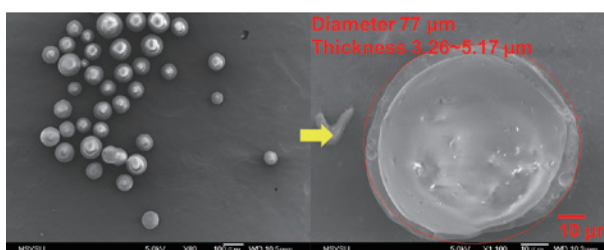
觸媒材料

2 可循環低碳人造砂材技術

- 因應綠色材料環保與淨零減碳市場需求，進行廢料資源利用技術開發。
- 建置國內低碳人造砂材技術，增加砂源，減小進口量銳減衝擊。
- 預期人工砂材產品，每年取代 30 萬噸。
- 應用於鑄造產業，預估可達到節能減碳 30% 以上。

3 鑄鋁廢陶殼模材於中空微球技術開發

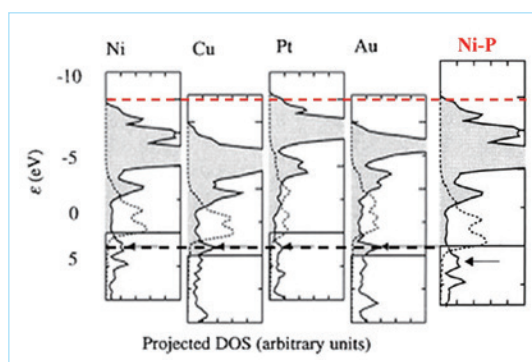
利用精密鑄造產業廢棄陶殼模材，開發矽酸鋁質中空微球，透過前驅體成分調控、離心造粒及火焰加熱合成法，成形中空微球，粒徑範圍達 65-120 μm 、真圓度達 85%、微球抗壓強度 7.03-11.99 MPa、密度平均 $0.4697 \pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$ 。



矽酸鋁質中空微球 SEM 分析

4 鎳磷合金多孔擴散層材料研發

利用第一性原理的密度泛函數理論計算，模擬鎳磷合金的電子結構和反應活性，進一步確認其表面電子與氫反應的機率，且相較於其他傳統過渡金屬更為接近白金的催化特性。因此將其製備成多孔合金，非常適合運用於燃料電池的擴散層。



模擬鎳磷合金與白金電子組態相似
具備優異的催化能力

1 銅資源物再生技術

- 國內部分銅資源難以應用至相關銅產品或是僅能低價出口國外進行處理，間接導致國內銅資源缺乏的問題日益嚴重。
- 再生銅生產相較原生銅可節能 85%、減碳量達 65%，在循環減碳表現上普遍優於鋼鐵與其他非鐵金屬。
- 建置銅再生冶煉與銅渣浮選技術，補足難以處理銅資源物（銅粉、銅渣等）之技術缺口，銅再生率可達 70% 以上，最終可產出 2N 純銅材。



銅渣



2N 銅材

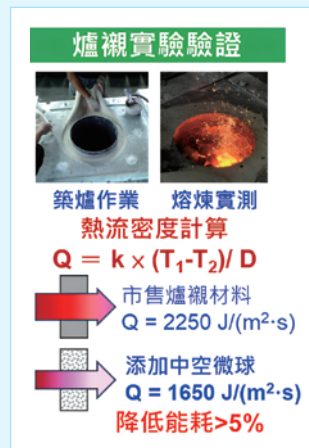
2 可循環低碳人造砂材技術

- 國際砂材開採及進出口受限，鑄造業每年進口砂材達 230 萬噸，人造砂材技術開發可取代砂材，同時減少環境廢棄物（蚵殼、石材），因此為必須發展的一項技術。
- 建置美國鑄造學會鑄砂規範範圍，進行砂材配料，調配水分（4%）、黏土（5%），進行透氣試驗，透氣度達 120~142；進行濕態強度試驗最高達 86.63KPa，替代濕砂模鑄造用砂。
- 預期人造砂材可減少碳排放 30% 以上。



3 可鑄型斷熱耐火材料應用技術

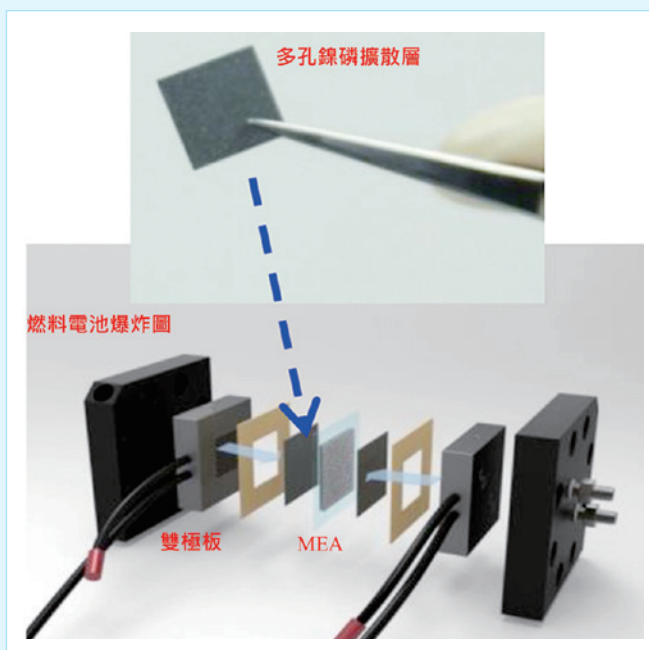
利用矽酸鋁質中空微球添加耐火材料，製作可鑄型斷熱耐火材料，最高使用溫度達 1200°C、抗壓強度達 0.7~9MPa 及熱傳導係數 0.14~0.30 W/m·k，可應用至感應加熱爐襯，降低熱損失 >5%。



爐襯實驗驗證測試

4 鎳磷合金多孔擴散層材料研發

本研究旨開發低白金含量且俱高催化能力之多孔鎳磷合金擴散層材料製程技術，並應用於 PEM 析氫觸媒技術。透過第一性原理計算，模擬目標鎳磷合金之電子雲態密度結構，預測與計算其對應之觸媒析氫能力，並透過無電鍍與電鑄製程，優化合金比例參數，使之趨近模擬之最佳參數，以達目標特性。最終將其多孔擴散層材實際應用在 PEM-FC 中，並於實驗 PEM 燃料電池實際 I-V 測試。



多孔鎳磷擴散層 PEM 燃料電池示意圖

銲接技術

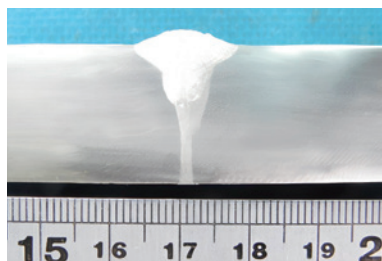
因應未來氫能輸儲發展，雷射複合銲接技術結合電弧銲接之複合系統，推升國內氫能源應用下儲槽及組件之銲接技術服務，並完成高壓氫輸儲系統場域驗證。此外，可循環熱塑性複合板模內射出接合技術，完成開發熱塑 PEEK 全碳纖複材蜂巢三明治結構板。

未來，投入複合金屬結構壓力容器異材銲接技術、熱塑複材中空管射出成形技術等，以符合循環材料與淨零排碳趨勢，完成量產中空碳纖複材構件製造技術，建立國產自主研發之高需求、可回收、可量產、輕量化之碳纖複材構件。促進國內氫能產業技術應用與發展，更能廣泛用於無人機、電動車及衛星產業等。

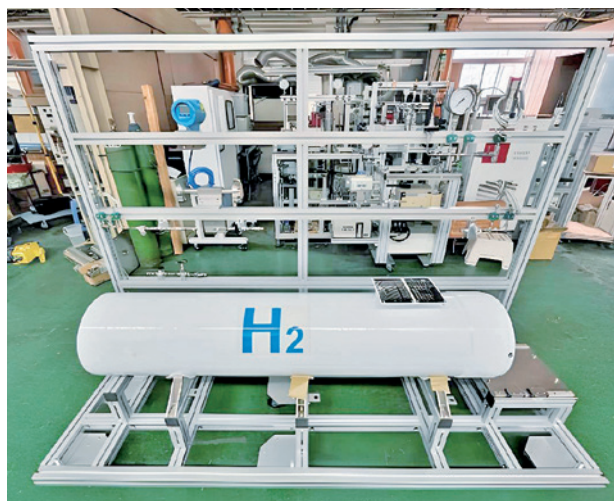
研發現況

1 雷射複合銲接技術

開發高壓氫輸儲之雷射複合銲接技術，結合抗氫脆銲接技術研發，應用於 150bar 高壓氫氣儲槽，建構氫氣儲槽 (100L) 系統，並通過 ASME IX 銲接非破壞檢驗標準，抗拉強度 596MPa，銲道可擴散氫較傳統銲接降低 56%，耐氫脆特性佳，本銲接程序書適用於 5~40mm 不銹鋼板厚，適用 24.6~176bar 之氫氣壓力容器。



雷射複合銲道剖面



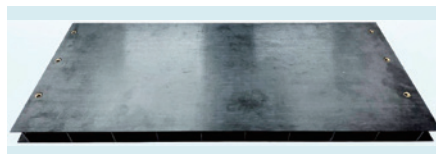
高壓 150Bar 氫輸儲系統

2 可循環熱塑性複合板模內射出接合技術

- 因應循環經濟新材料發展，熱塑性複合材料具備可循環回收特性，廣泛應用於無人機、電動車及衛星結構件，後續將研究連續纖維熱塑複材與非連續纖維熱塑複材模內射出接合及複合成形技術。
- 使用 350 噸高溫射出機及熱塑 PEEK+30% 碳纖維複材射出料，完成可逸氣內嵌襯套熱塑碳纖維複材蜂巢芯製作，長寬尺寸為 510x210mm，精度 $\pm 0.8\text{mm}$ ，平面度 $\pm 0.11\text{mm}$ ，蜂巢芯逸氣孔特徵尺寸 $0.94 \pm 0.01\text{mm}$ 。



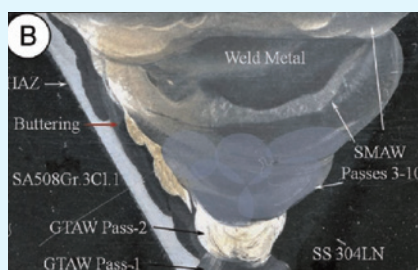
可逸氣內嵌襯套熱塑碳纖維複材



可逸氣內嵌襯套熱塑碳纖維複材蜂巢三明治板

未來研究

1 複合金屬結構壓力容器異材銲接技術

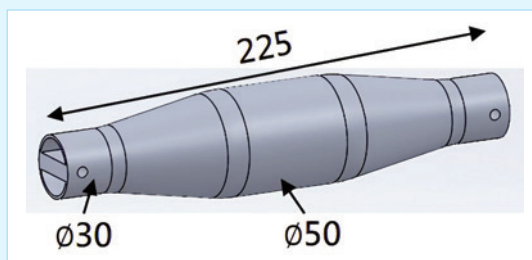


複合金屬結構壓力容器異材銲接

發展複合金屬結構壓力容器異材銲接技術，朝更高壓力輸儲系統推進，將開發複合結構壓力容器，以不銹鋼為內膽耐氫環境，外層為維持結構強度，以碳鋼為基底，因此異材銲接為研發主軸，銲接中必須掌握銲道稀釋率與入熱量對界面層成分之影響，減少產生麻田散鐵，造成高壓槽體的弱點。

2 熱塑複材中空管射出成形技術

- 因應循環材料與淨零排碳趨勢，透過熱塑複材中空管射出成形技術開發，預計完成具量產規模的中空碳纖維複材構件製造方案，協助業者建立國產自主研發之高剛性、可循環回收及可量產的輕量化碳纖維複材構件。
- 規劃開發熱塑複材中空管射出成形技術，結合熱塑尼龍碳纖維複合材料與水溶性芯材，透過模具設計降低射出時造成的壓力及摩擦損失，並藉由料溫、射壓、模溫與保壓的數值調控優化，完成輕量化碳纖維複材構件試作。



熱塑複材中空管射出成形技術

成形技術

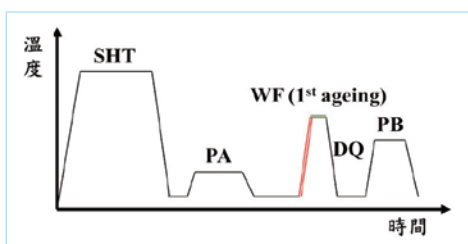
節能減碳是當前研發的核心趨勢，成形技術持續推動材料與製程創新，研發重點涵蓋高強度鋁合金鈹件時效溫成形技術、氫能超薄金屬雙極板液壓成形技術、鋁基石墨烯複合線材製造技術及超精細不銹鋼伸線技術等，主要在降低資源消耗，促進燃料電池效率，助力氫能電動車發展，實現高導電、高強度特性，提高電子製造精度，降低材料浪費等。未來，將更聚焦低碳製程，推進低碳複動鍛壓技術、減少碳排放，強化高效、環保材料開發等，助力氫能與電動車及相關產業發展，促進循環經濟轉型與全球競爭力提升。

另外，難成形材沖壓產線技術開發，透過胚料型體入料監控模組、難成形材沖壓最適化技術、預鍍金屬薄板成形參數探討等，能有效減少工序、降低開模成本、提高沖壓品質，達成節能減碳效益。同時，鍛機設備結合自動化出入料監診與智慧化演算，進行滑塊補償機制，達成高品質沖壓生產。未來，持續創新技術將提升綠能、航太零件及相關產業，邁向更高度的優化與升級。

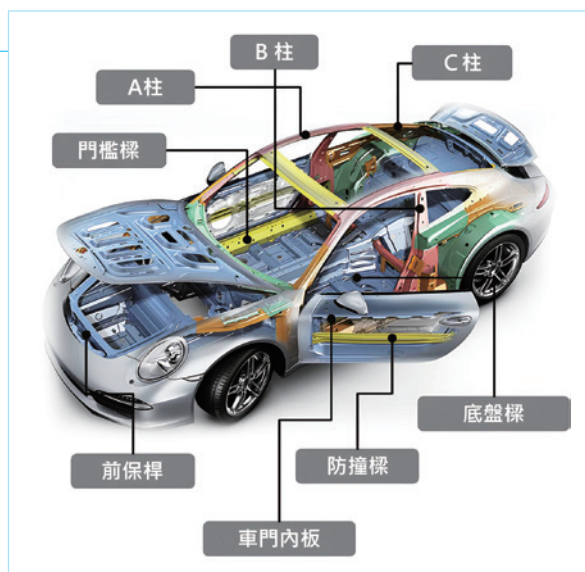
研發現況

1 高強度鋁合金鈹件時效溫成形技術

目前國際汽車部件供應鏈相關大廠已針對鋁合金溫熱成形製程進行相關製程研究以及專利佈局。為避免日後應用鋁合金溫熱成形製程時侵權問題，並提升製程效率，本技術以析出硬化型鋁合金多階段時效達近似頂強度特性，利用成形、時效及烤漆製程參數的搭配或順序上的調整，建立國內專有鋁合金溫熱成形製程技術並避開國際大廠專利保護範圍。



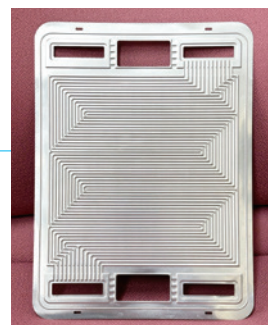
多段時效優化製程



鋁合金製程應用零件

2 氫能超薄金屬雙極板液壓成形技術

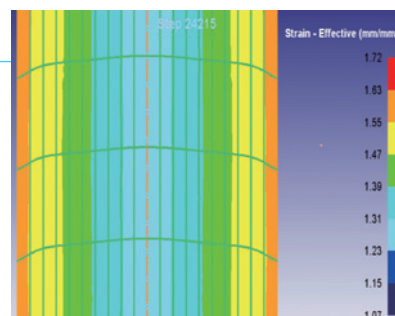
氫能電動車 (FCEV) 的發展為國際市場關注焦點並具備高度的成長潛力，但國內在 FCEV 燃料電池之超薄金屬雙極板開發 (厚度 0.1mm) 仍面臨技術挑戰而難以突破；運用板液壓成形技術開發超薄金屬雙極板，材質 SUS 316L、厚度 $\leq 0.1\text{mm}$ 、流道深度 $\geq 0.4\text{mm}$ ，並經銲接後進行小型電堆組裝測試，具有輕量、體積小與提高效率等特性。



板液壓氫能超薄金屬雙極板

3 鋁基石墨烯複合線材製造技術

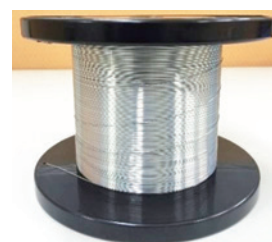
透過添加石墨烯於鋁湯中，結合攪拌鑄造及劇烈塑性成形等技術，開發 $\varnothing 1.2\sim 3.2\text{mm}$ 鋁基石墨烯複合線材，經熱處理製程後，可獲得兼具高導電率 (61.2%) 及高強度 (UTS 達 125MPa) 之需求特性。鋁基石墨烯複合線材於製造過程中，透過分析晶粒形狀尺寸及石墨烯分布，以驗證石墨烯於鋁基體內形成高密度有序排列，有助於提升材料導電性及高強度特性。



非滑動伸線技術

4 超精細不銹鋼伸線技術

金屬中心透過超精細伸線系統製 $\varnothing 17.6\mu\text{m}$ 之不銹鋼線材，結合精密編織技術以製造電子印刷網布，提供予被動元件廠進行加工，以達到黃光微影相同等級之產品技術，進而搶占市場先機。



超精細不銹鋼線材

5 胚料型體入料監控模組

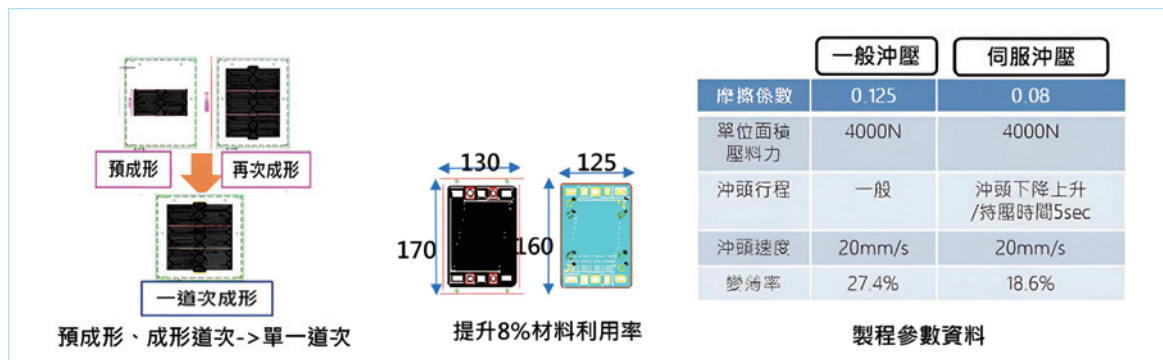
- 技術特點：與鍛機設備結合自動化出入料監診，並進行智慧化演算，進行滑塊補償機制。系統量測目標量測面積達 $300*240\text{mm}$ 需求 $\pm 0.01\text{mm}$ ，根據實體標準厚度 1.8mm 胚料厚度進行量測，得到公差範圍 $\leq 2\mu\text{m}$ ，滑塊位控制精度 $\leq \pm 0.02\text{mm}$ 。
- 產業應用：電動車散熱片、燃料電池雙極板。



胚料型體入料監控模組

6 難成形材沖壓最適化技術

- 透過改善成形製程技術，減少模具成形工序、降低開模成本、提高沖壓品質等需求，達成節能減碳效益。
- 協助業者進行大面積雙極板進行成形道次減少，減少材料與耗能。
- 進行製程改善升級，材料利用率由 77% 提升至 85%，減少工序完成模具製程整合可行性。
- 難成形材料（不銹鋼、高張力鋼板等）沖壓最適化技術應用於車用零件，可協助減少成形工序。



難成形材沖壓最適化技術

7 預鍍金屬薄板成形參數探討

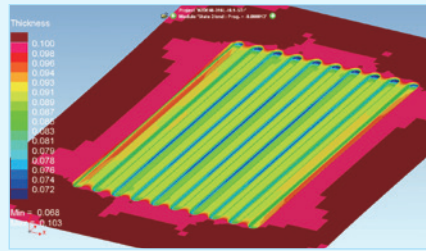
- 完成藉由單工程沖壓模及應用固態潤滑膜模具，確認預鍍金屬雙極板可施作尺寸成形應用驗證。
- 流道特徵尺寸，其流道寬 / 肋寬度比值為 1.64，流道寬 2.05mm，肋寬度 1.25mm，流道深度 0.38 mm 條件下驗證，使用約 0.7μm 鍍膜厚度預塗板伺服沖壓成形，可實現成形後流道上鍍膜並無脫落情形。
- 預鍍板成形應用驗證技術，可適用於需要沖壓生產具低阻抗 / 耐蝕鍍膜的金屬零件產業，例如綠能、航太零件等。



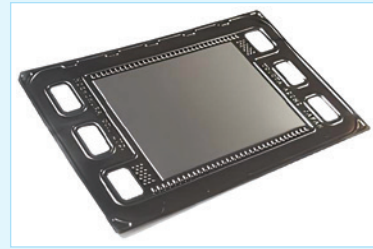
金屬雙極板流道特徵成形

1 超薄金屬雙極板微流道成形

金屬雙極板的沖壓成形目前面臨難以形成高深寬比流道、成形板材翹曲以及成形過程中出現斷裂等重大挑戰。因此對 316L 不銹鋼薄板進行成形性能測試（例如，成形性和彎曲測試）。對成形性能進行分析，並建立綜合資料庫。將材料模型與製程參數結合，開發微通道成形的數值分析模型。該研究將重點優化高深寬比和超薄金屬雙極板的成形方法和參數。目標是流道尺寸精度在 $\pm 0.01\text{mm}$ 以內，翹曲度在 $< 2\text{mm}/200\text{mm}$ 以下，金屬雙極板無缺陷。

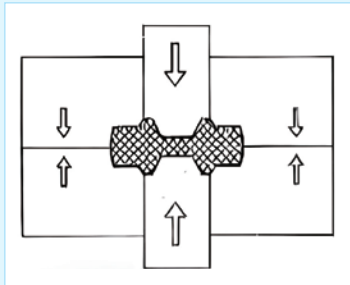


超薄板低回彈成形回彈分析



高深寬比超薄金屬雙極板

2 低碳複動鍛壓技術



低碳複動化鍛造技術

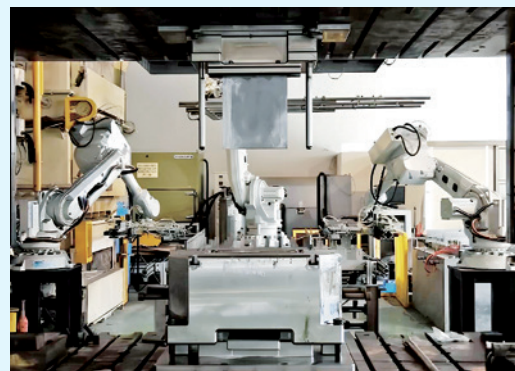
鋁鍛加工技術中，為成形難成形特徵，國內外產業分布還是多以熱鍛製程為主，業者迫切改善熱加工環境及加熱設備耗能造成的碳排的問題。因此未來將進行低碳複動鍛壓技術開發，以溫、冷鍛技術結合複動成形機制改善成形精度，並有效減少加熱設備能耗及碳排問題。

3 高純金屬材料晶粒細化技術

透過等通道轉角擠型 (ECAE) 製程以高剪切應力均勻破碎素材內部組織後，配合退火再結晶熱處理技術，使 8~12 吋高純金屬材料之晶粒達到預期 $\leq 30\mu\text{m}$ 目標，且晶粒均勻度 $\leq$ 一個晶粒號數，並建立應變及溫度對晶粒尺寸之關聯參數模型與製造技術。



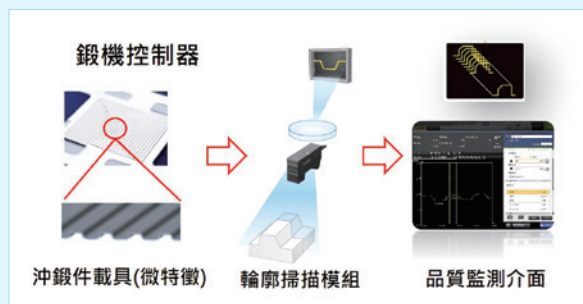
8 吋 6N 銅鍍靶材



等通道轉角擠型 (ECAE)

4 沖鍛件品質監測模組

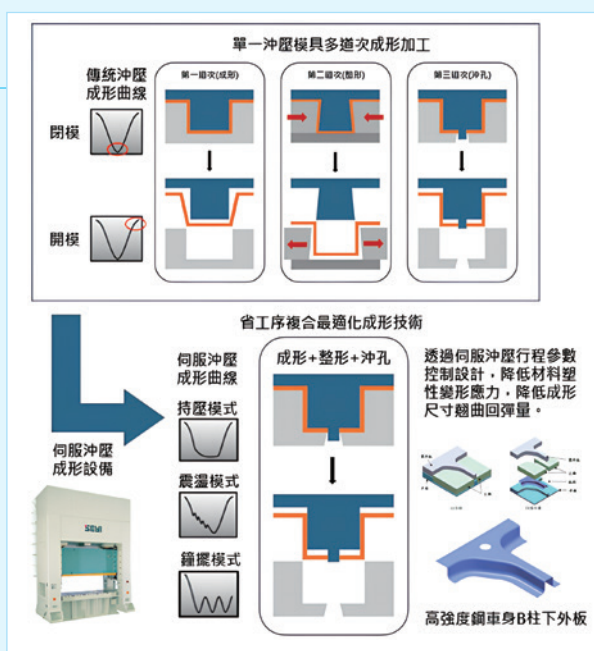
- 開發針對微流道翹區回彈的沖鍛成形預測補償模組，提供快速微流道高低差監測模組，縮短使用者製程開發週期。偵測幾何尺寸量測範圍 $\leq \pm 0.3 \text{ mm}$ / 單次測定時間 $\leq 5 \text{ 秒}$ ，幾何尺寸量測解析度 $\leq \pm 0.02 \text{ mm}$ 。
- 產業應用對象：燃料電池雙極板。



沖鍛件品質監測模組

5 省工序複合最適化成形技術

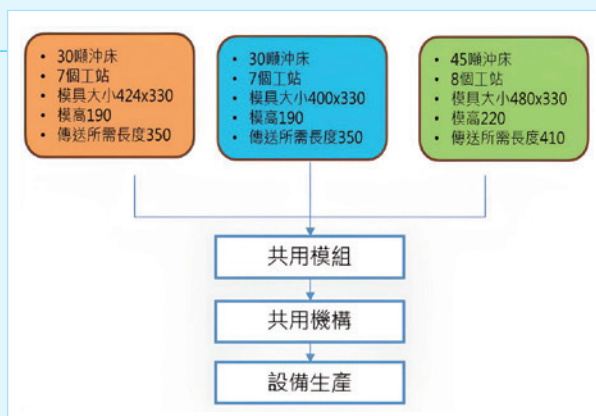
- 建立省工序複合最適化成形技術，利用模具設計優化，改善高強度鋼材成形困難，減少沖壓模具開發時間與成本。每減少一個沖壓模具開發成本，大約可減少 0.5 噸的碳排放。
- 運用伺服沖床節省設備用電量，以及伺服沖床運動曲線控制行程之優點，輔助精密沖壓模具製程技術。
- 透過伺服沖壓成形曲線最適化分析，優化製程參數設定，在提升模具生產效率與降低沖壓模具生產成本的過程，節省能源和材料。



傳統單一沖壓多道次成形與省工序最適化成形法差異圖

6 高速傳送共用模組沖壓技術

- 結合機械設備、模具與周邊設備，優化產品的生產品質。提供了具有成本效益的精密解決方案。
- 可調式間距功能，整合不同大小產品，將生產設備進行最大化使用生產安排，彈性生產實現設備連續高速運轉。
- 因應節能減碳需求，提升設備稼動率減少待機時間，製程改善創新，減少工序與材料耗費。



高速傳送共用模組沖壓技術

處理技術

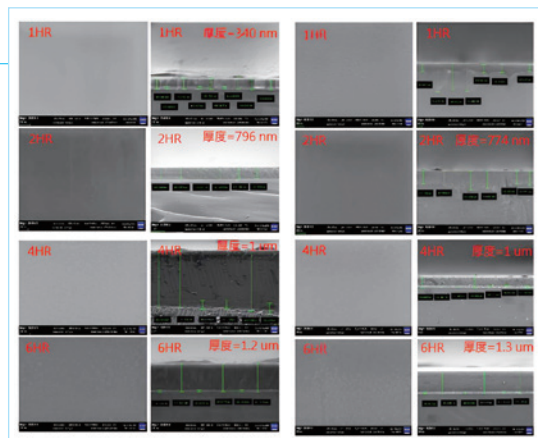
隨著綠能與產業節能減碳趨勢加速推進，2024 年於氫能領域中，開發雙極板低阻抗耐蝕鍍膜技術，提高金屬雙極板的耐腐蝕性、導電性和潤滑性，為燃料電池的商業化提供了可靠的技術支持；針對模具產業鏈開發熱處理暨表面處理節能技術及運用線型氣流濺鍍模組，導入真空節能熱處理整合技術以及模具表面耐高溫耐磨耗處理技術，應用於扣件業者的成形沖棒，提升模具使用壽命且大幅縮短熱處理時間，降低能耗，帶動企業減碳轉型。

未來，研發聚焦建立高壓氣淬熱處理 / PVD 複合處理模組，將熱處理製程與鍍膜製程整合於同一設備中，達到產業所需之設備製程節能減碳目標。在半導體產業中，自主化開發半導體關鍵模組，建立靜電吸盤模組與熱管理單元技術，並鏈結國內業者進行共創，強化國內半導體關鍵模組自主研發能量。

研發現況

1 雙極板低阻抗耐蝕鍍膜技術

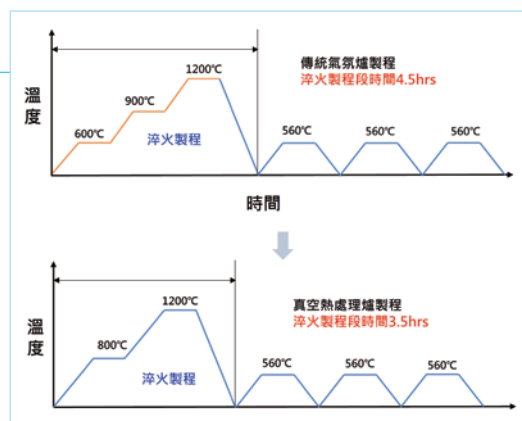
- 雙極板表面鍍有厚度 $0.2\sim 0.5\mu\text{m}$ 的 CrC 中介層以增強附著力，並沉積厚度 $0.5\sim 1\mu\text{m}$ 、sp2 含量超過 85% 的石墨膜，提供低電阻和耐腐蝕性。
- 接觸阻抗 $< 10\text{ m}\Omega\cdot\text{cm}^2 @ 140\text{N}/\text{cm}^2$ 。
- 腐蝕電流 $< 1\mu\text{A}/\text{cm}^2 @ 0.5\text{M H}_2\text{SO}_4$ 。



低阻抗耐蝕鍍膜設計

2 熱處理暨表面處理節能技術

- SKH 鋼材經過低碳熱處理技術，製程時間減少 22%，達到單一製程節能約 800 度用電。
- 導入真空熱處理減碳技術及耐高溫耐磨耗多元合金鍍膜處理技術，提升高階扣件沖棒使用壽命達 33%。



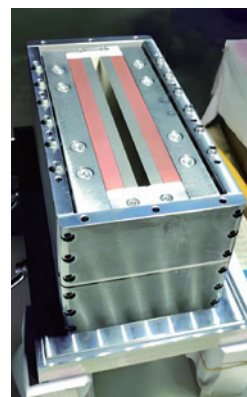
節能熱處理技術優化比對

3 線型氣流濺鍍模組

- 完成模組尺寸：陰極長度 200mm。
- 完成 GFS-Cu/Mo/TiN 鍍膜製程開發與參數測試。
- 利用 LaB6 塗層技術應用於 X 光機靶材開發。



鈦電漿



線型氣流濺鍍模組

未來研究

1 高壓氣淬熱處理 / PVD 複合處理模組

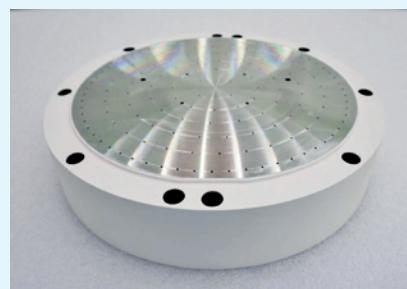
- 開發高壓氣淬熱處理以及 PVD 製程參數，藉由提升基材和表面硬度，使沖頭耐疲勞壽命提升。
- 解決熱處理後工件變形量問題，以及表面高硬度鍍膜附著力不佳問題。
- SKD11 高壓氣淬熱處理 1050 度持溫 1 小時，氮氣淬火，壓力 20bar，回火溫度 150 度：表面硬度 $\geq$ HRC64(Hv800)。



高壓氣淬真空熱處理設備

2 靜電吸盤模組與熱管理單元

- 建構國內靜電吸盤自主研發能量，預期導入半導體前段製程設備，使國產半導體關鍵模組增加，實現國產代替進口，降低成本。
- 完成靜電吸盤本體內部複雜異形特徵（冷卻水路 / 氬氣通道）。
- 靜電吸盤本體模組：平面度 $<10 \mu\text{m}$ ，絕緣阻抗 $>2 \text{ G}\Omega$ ，抗電漿保護塗層。
- 未來可應用於有吸取需求之製程上 (Wafer/Glass)，以及薄件產品之吸附移載需求上。



靜電吸盤本體

模具暨精微加工技術

在模具暨精微加工技術研發與應用上，主力聚焦滿足半導體產業、航太產業及製造業節能減碳需求等重點技術，進行創新技術研發佈局。研發重點計有低碳減廢的無裂紋與熱變形優化之模具減廢列印技術開發；降低成本又縮短製程時間的半導體用靜電吸盤之介電層加工製造技術開發；以及智慧優化的航太用 AI 優化放電加工設備關鍵技術開發；提升切削效率的碳化矽晶圓超音波輔助切割技術等。

未來，持續朝加工製成智慧化、數位化、低碳化及產品高值化方向邁進，提供最先進的技術支援，開創產業發展的新篇章。

研發現況

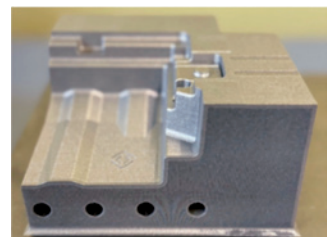
1 無裂紋與熱變形優化之模具減廢列印技術開發

憑藉積層製造技術演進，以及異形水路設計，產業對於射出模具的高品質及模具快速列印需求越來越重視，尤其是高效率減廢積層製造列印技術之開發。

- 本年度所開發之模具列印技術，結合雷射能量密度合適化分配，利用積層方式針對模具製造提供無裂紋產生之技術完成。
- 單邊後加工預留量 $\leq 0.5\text{mm}$ (材料節省 7.8% 以上 /1PCS)，熱變形量 $\leq 0.2\text{mm}$ 。
- 模具材料：不鏽鋼材料 420J2。
- 模具尺寸： $\geq 180 \times 180 \times 60\text{mm}^3$ 。
- 模具尺寸精度： $\leq \pm 0.05\text{mm}$ 。
- 模具表面緻密度： $\geq 99.5\%$ 。
- 列印時間可有效縮短 56%。



無裂紋 3D 列印技術



無裂紋低熱變形 3D 列印模具

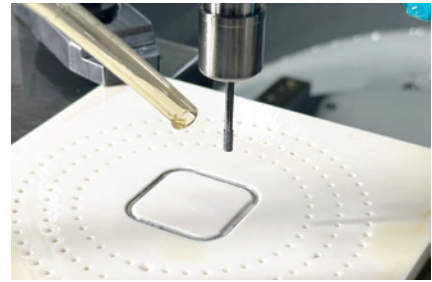
2 半導體用靜電吸盤之介電層加工製造技術開發

- 因應半導體製程的靜電吸盤需求增加，考量提高國產自製比例，本年度投入半導體用靜電吸盤之介電層加工製造技術開發。
- 靜電吸盤介電層加工製造技術開發，採三層式堆疊架構，包含碳化矽材加工、電極層加工等，以提高國產自製力為目標，避免仰賴全進口的產業缺口。



超音波輔助陶瓷切削加工

- 預期可以協助業者在取得靜電吸盤關鍵模組，約降低取得成本 20%，縮短模組整體製造時間 1/3 以上。



靜電吸盤陶瓷介電層模組

3 航太用 AI 優化放電加工設備關鍵技術開發

中心開發航太用 AI 優化放電加工設備關鍵技術 (SSEDMM)，榮獲 2025 年愛迪生獎 (Edison Awards) 素有「創新界奧斯卡獎」美譽，有別於傳統 EDM 加工，SSEDMM 為加工 - 量測 - 補償之自適應航太級加工智慧化設備。具有備微秒速度研析關鍵參數、線上品質預測，即時回饋補償優化與 AIOT 等功能。

- 透過大數據分析建立品質模型，自動調整加工參數，整合 AI 模型之專家系統協助用戶快速決策，使加工時間縮短至 4 小時內，精度提升至 5 微米內，並縮短重覆精修時間 50% 以上。

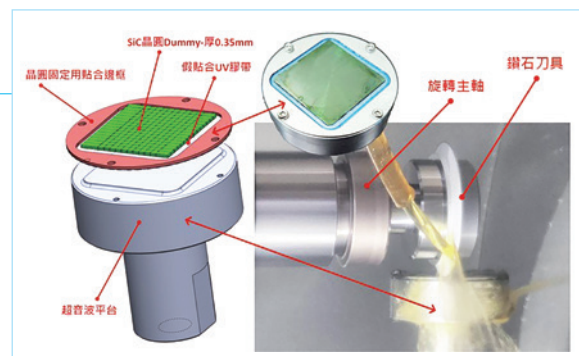


AI 優化放電加工設備關鍵技術

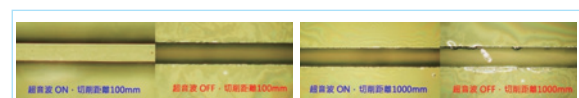
- 整合 AIoT 雲端架構，提供解決方案設計為機械設備專用 APP，支援跨國服務應用，100% 記錄生產履歷，滿足全球供應鏈的應變需求。

4 碳化矽晶圓超音波輔助切割技術

- 面臨全球晶片市場蓬勃發展，中心因應第三代半導體材料使用需求的增加，本年度開發超音波振動輔助磨削加工技術。
- 開發技術主要針對碳化矽材晶圓，在切割品質上，由傳統裂縫 (Crack) $\geq 30\mu\text{m}$ 工法，降低至裂縫 (Crack) $\leq 20\mu\text{m}$ ，有效提昇碳化矽產品整體製程良率。
- 預期技術可應用於各式硬脆材料產品，切削效率有效提升 50% 以上。



超音波輔助碳化矽研磨切割系統架構



超音波輔助切割碳化矽狀況差異比較

1 奈米級晶圓檢測承載技術

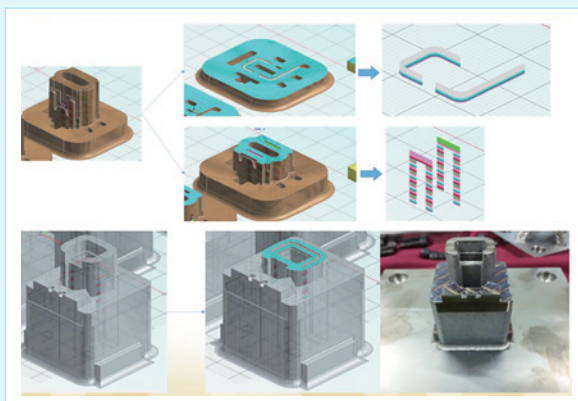


奈米級晶圓檢測承載關鍵模組

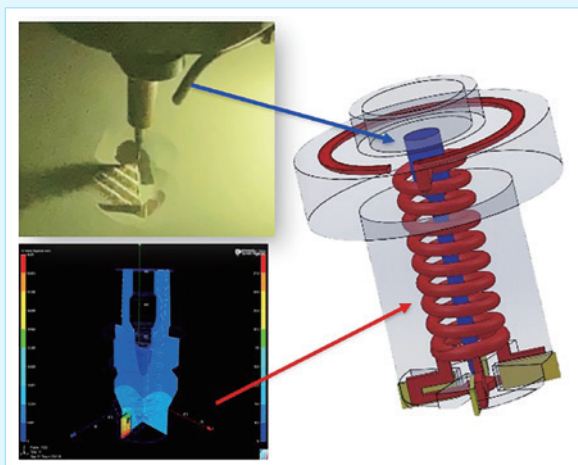
- 因應國際半導體設備大廠之晶圓量測設備關鍵模組在地化生產需求，協助國內業者切入供應鏈，推升國產定位模組精度，達到與國際競爭對手技術齊平，使半導體設備商能實現在地化需求採購，後續將進行奈米級晶圓檢測承載技術開發。
- 開發雙頻干涉相位解耦暨幾何光線追跡技術，整合 Mirror block 關鍵模組及微光學模組，預計提升定位精度 $\leq \pm 100\text{nm}$ 。
- 預期建立國內業者關鍵技術能量，與國際接軌，有機會成為全球知名半導體設備大廠在地供應鏈之一。

2 微流道與微特徵結構之減廢模具複合加工技術

- 因應車用電子連接器的模具中由於內壁無拔模，頂部零件尺寸細小，一般水路無法設計。無水路設計下導致如冷卻周期過長，冷卻不均造成產品變形與尺寸不穩定等問題。
- 發展具微流道與微特徵結構之模具減廢複合加工技術，適用於小型複雜連接器模具，如 EV 車用充電端子頭，技術指標：微流道直徑 $\leq 1\text{mm}$ ，尺寸精度 $\leq \pm 0.1\text{mm}$ 。
- 預期透過加減法即時加工內部微細流道，確保水路表面粗糙度與尺寸精度，避免水路阻塞，提升模具壽命 10% 以上。



微特徵複合減廢加工製程優化



乾切削製程專用冷卻水路刀把開發

3 TMS 經顱磁刺激系統

- 中心開發創新多通道 rTMS coil array 專利技術，基於模組化立體三軸 rTMS 線圈架構，建立多通道磁場發射線圈與顱內電場耦合模擬預測模型，完成複合磁場疊加效應功能驗證。
- 開發多通道 rTMS bowl-shape 創新線圈，貼近頭皮最大化磁場耦合到顱內，減少通道數、維持 DLPFC 腦區刺激範圍透過旋轉刺激電場方向，實現電場方向動態旋轉同時對目標皮層進行局部深度刺激，降低對位置與方向敏感性來刺激更多數量的神經元。
- 開發透過線圈協同作用，達成更強的磁場強度及更少的磁場衰減，降低感應電場在大腦中的衰減速率，並降低錯過目標大腦區域的可能性，進一步同時刺激大腦區域之間神經束，實現不同區域皮質網絡功能連接性，以實現對目標腦區進行最佳化刺激，符合臨床醫學應用 MIRDC-B70 商轉版 rTMS 刺激線圈，將以平面繞線、3D 壓合成型與膠固化製程，可批量生產標準化線圈，加速業者系統技轉及後續上市量產規劃需求。



TMS 經顱磁刺激系統

系統整合技術

今年系統整合技術著重於閥體自動鍛造智機化技術開發，讓資訊可視化與設備聯網、碳排管理以及產線情資串聯等智慧化技術整合及推廣，藉由整合生產設備及製程、感測器與智慧電錶，協助業者進行生產設備的用電及碳排管理，並以精密機電及自動化系統整合技術與服務，滿足水五金等產業朝向智慧製造。未來更開發供應鏈生產情報網資訊平台技術，透過數據統計分析來進行物料需求規劃，更加穩健生產計畫實施。

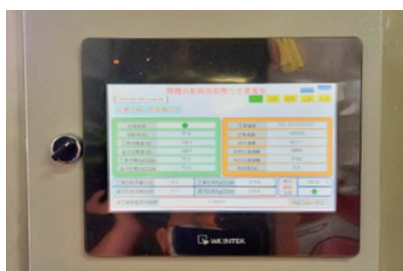
因應淨零政策與製造技術需求，開發捕破設備監控系統與 3D 視覺砂芯棧板自動搬運與自動刻字系統技術，降低重工、減廢料，有效達成高品質、低碳排目標。氫化非晶矽鈍化鍍膜製程技術，為國內首度建立金屬複雜微管內鍍膜技術，目前應用於衛星載具達到鍍膜後管內乘載之強氧化劑溶液分解率優於國外指標廠商，更與太空中心完成三年度合作，協助太空衛星技術國產化，此技術更獲 2024 年美國愛迪生發明獎航太科技類別銅獎。

此外，發展低耗能微生物碳轉換合成技術，實務驗證高雄污水處理廠的固體污染物開發（有機汙泥），提昇甲烷產氣率及縮短反應時間，亦可針對廚餘、牲畜排泄及生質廢料等導入應用發展。未來，更持續導入人機協作及多模態感知分析技術於鋼構、扣件、航太及醫療照護等產業。

研發現況

1 閥體自動鍛造智機化技術開發

- 傳統水五金鍛造，面臨生產環境惡劣、世代斷層、用電及燃料能耗高等高碳排問題待克服；而在少量多樣化的訂單型態趨勢下，如何串聯上下游產線情資即時回饋益顯重要，智慧化技術優化自動化鍛造系統，達到減少製程廢料、節能低碳製造優勢；建置數位化資訊蒐集模組，協助掌握製程能耗碳排資訊；建立生產製程與能源管理可視化技術及上下游生產管理電子看板，利於彈性生產備料，帶動聯盟產業鏈智機化轉型。
- 藉由單站智慧製造技術的展現，擴展為多機產線情資的連線整合，有效解決缺工與技術傳承的問題。製品良率提升約 10%，減碳效益可達到 611 公噸 CO₂e / 年，將能讓同業藉此成功模式加速產線智機化的擴散與推廣。



鍛造製程智機化聯網模組

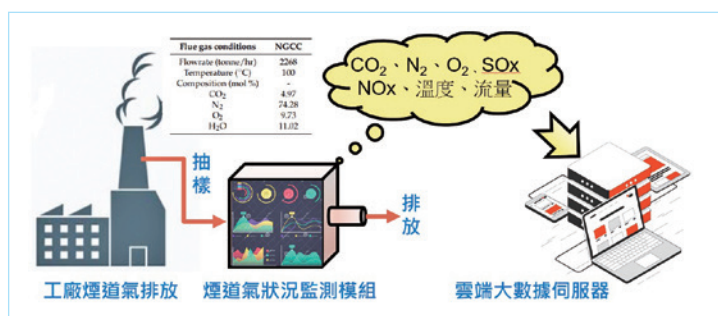


多機產線情資電子看板

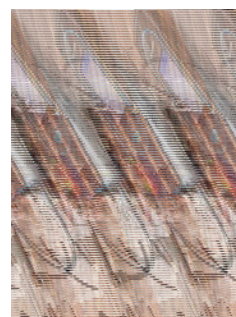
2 捕碳設備監控系統

煙道氣快速監測技術

- 煙道排氣分析為碳捕捉設備必要前置作業與重要實施項目，因煙道氣的 CO₂ 排量會因製程、天氣，而嚴重影響捕碳設備的效率。
- 新開發之煙道氣狀況監測技術在於高速反應，以 CO₂ 感測為例，目前反應時間約在 20 秒，預計突破技術將反應時間壓到 5 秒，速度提升四倍。
- 預期可應用於產業煙道氣體監測與大數據蒐集，以建立更精準之煙道氣變化模型。
- 產業對象：鋼鐵、塑膠、鑄鋁、水泥、玻璃產業。



煙道氣狀況監測技術示意圖



煙道氣狀況監測模組

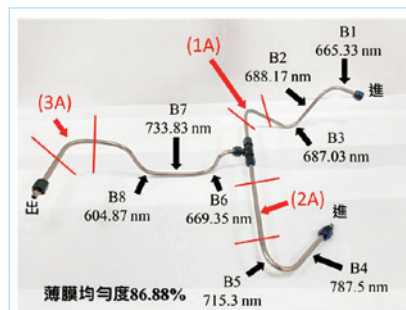
3 3D 視覺砂芯棧板智動搬運與自動刻字系統技術

- 引入自動化搬運及刻字設備，替代人工作業，降低人因問題對生產造成的影響，顯著提升生產效率與產品良率。
 - (1) 砂芯正反面辨識準確率 ≥ 98%。
- 搬運過程中減少砂芯磕碰風險，刻字作業更加精準，有效降低失誤率。
 - (1) 搬運砂芯動作小於 15 秒。
 - (2) 夾取砂芯成功率 ≥ 99%。
 - (3) 圖形識別準確率 ≥ 99%。
 - (4) 刻字動作小於 15 秒。
 - (5) OCR 浮雕凹字體辨識率 ≥ 95%。
- 建立數位化製程履歷資料庫，為每根鑄管生成專屬「身分證」，實現全程可追溯的品質管控。
- 資料管理全面電子化，簡化操作流程，提升資料調用效率並加強品質管理的一致性。

4 氮化非晶矽鈍化鍍膜製程技術

多通道微型複雜金屬管內鍍膜系統暨管內流體控制技術

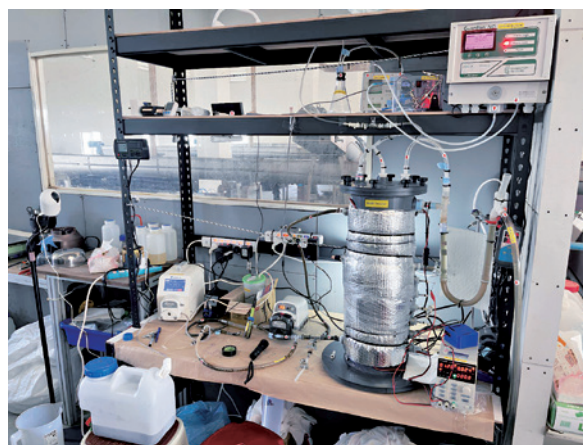
- 以氣動閥及噴嘴設計，達到三通道管口氣體質量流量控制精確度，建構多通道細長管件化學氣相沉積鍍膜系統，可支援現有三通道及五通道衛星管路需求。
- 針對國內高端金屬元件沉積鍍膜系統之技術缺口進行補強，搭配特殊氣體施行管內化學氣相沉積反應，建立管內表面鍍層。
- 產業對象：目前以航太衛星為主，逐步擴增推廣至半導體產業、醫療產業。本技術更獲得美國 2024 愛迪生發明獎航太科技類別銅獎。



三通管內鍍膜技術
達成之管內膜厚分布

5 低耗能微生物碳轉換合成技術

- 為解決傳統厭氧消化技術在碳轉換效率太低，產生過多的二氧化碳副產物，因此自主開發低耗能微生物碳轉換合成技術。
- 本技術於未添加其他碳源的條件下，僅以 H_2 與 CO_2 的供應可促使 CH_4 的產生，透過實驗驗證無機碳轉化成甲烷的程序，於轉換過程中透過產氫菌的添加大幅提升整體產氣量 3~4 倍。
- 碳轉換技術可解決現今厭氧消化技術下產生的大量二氧化碳副產物之問題，未來也能針對各式工業二氧化碳廢氣的甲烷化轉換，本技術透過微生物的處理方式來達到低能耗要求，並使廢氣再次轉換為能源來進行循環利用，可有效兼顧減碳與循環應用之目標。



碳轉換實驗所開發之氣、液混合的壓力容器設備

1 供應鏈生產情報網資訊平台技術

- 因應產業分工細化、彈性模組化生產及上下游生產情資整合之需求，進行供應鏈生產情報網技術建置開發。
- 擬發展供應鏈生產情報網建置開發方案，藉由建置供應鏈協力廠生產情報站點，奠定供應鏈體系數位化智慧製造基礎量能，定義供應鏈 IoT 裝置並進行訊息傳輸通訊整合，導入即時性數據取得技術，藉由訊息聯網傳遞，以聯網訂閱及發佈傳輸進行生產情資整合運用；建置中心廠數位化資訊蒐集模組及供應鏈生產情報網，串聯上下游產線情資，利於彈性生產備料，帶動聯盟產業鏈智能化轉型。
- 開發技術預期可以達成下列成果綜效：
 - (1) 藉由即時收集生產數據，適時調整生產計畫，保有突發狀況應對的彈性。
 - (2) 整合訂單及庫存倉管，實現多倉庫間的偕同運作，確保供應鏈物料需求的順暢。
 - (3) 透過生產數據統計分析，預測生產需求趨勢來進行物料需求規劃，穩健生產計畫實施。



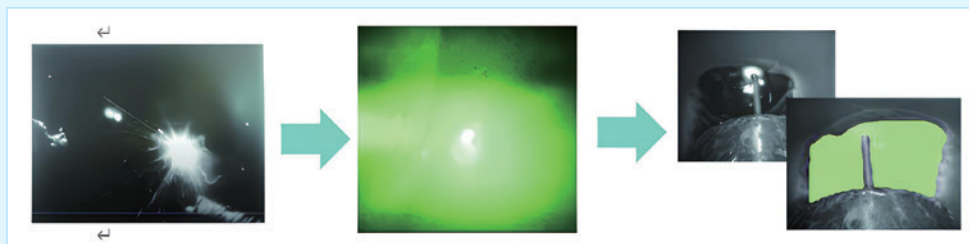
供應鏈生產情報網

2 銲接熔池關鍵參數技術開發

- 即時銲接製程控制模組開發 (Inline process control)：建置即時熔池影像技術資料、熔池影像處理功能開發、機器視覺技術開發、AI 銲接熔池辨識及量測技術開發、銲道形貌缺陷辨識功能開發。

熔池影像處理及 AI 銲接熔池辨識技術開發

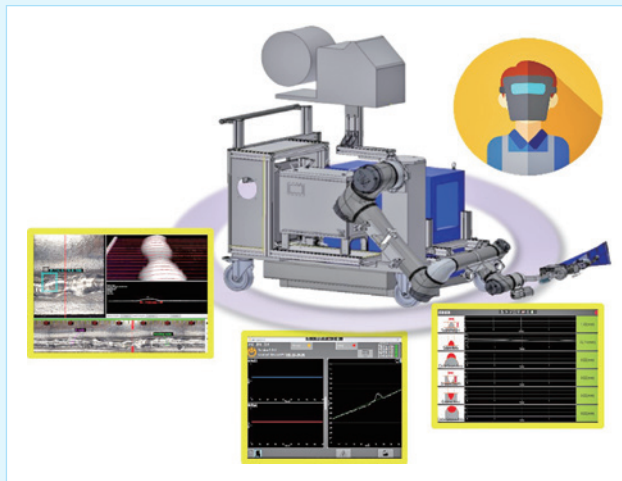
- 以國際品牌銲接熔池高速攝影機進行研究，與國際銲接資格師傅討論影像提供可視化資訊，訓練 AI 銲接熔池辨識物件模型，制定出全滲透銲接品質的關鍵參數。



熔池影像處理及辨識示意圖

3 雷射掃描鐸道形貌缺陷辨識技術開發

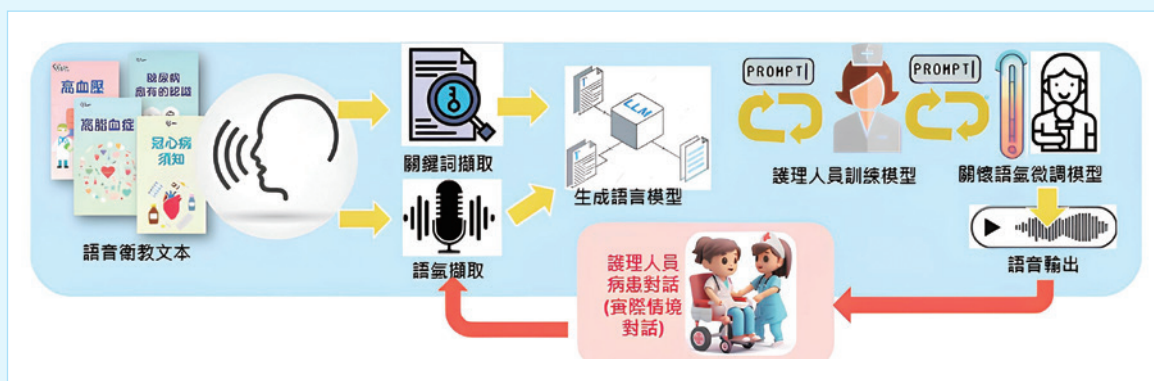
- 基於雷射的視覺系統技術具有高解析度、快速資料擷取和分析速率，可即時偵測尺寸小於 1mm 的缺陷；3D 與 2D 影像多模態技術，多張影像去重建特徵座標位置，多層深度資訊融合圖像層數方法，達到少失真的影像，提供現場師傅做缺陷辨識比對，提升非破壞品質檢測方式。



3D 與 2D 影像融合形貌缺陷辨識示意圖

4 衛教語言模型開發技術

- 具溫度 AI 衛教語言技術，可減少護理人員負擔、語音搭配影像更加生動，提升患者理解與記憶。非接觸式教育降低感染風險，支援多語言與不同文化背景的患者，避免因語言障礙而影響衛教效果。
- RLAIIF (reinforce learning AI feedback) 組合 AI 模型技術，減少人工語言標註時間。
- 適應性學習 (Domain Adaptation) 因應不同年齡及性別的病人，達成高效調參語言能力。



衛教語言研究方法流程

5 微型複雜管內鈍化鍍膜製程技術

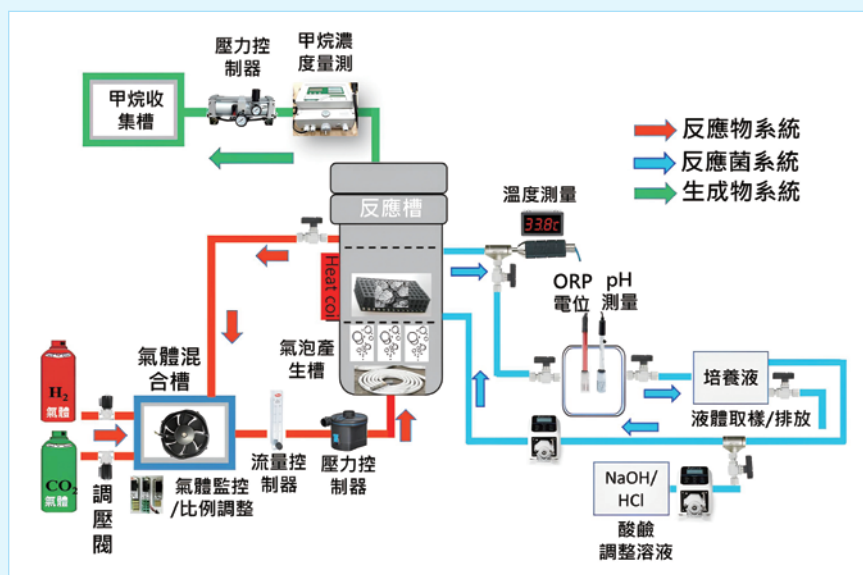
分析氮化非晶矽薄膜漏電流品質與結晶性等特性，並調整薄膜最佳化厚度變因，提升管內壁表面的鈍化性能，達到非破壞性檢測技術的開發。擴研到低軌衛星推進系統之其它組件，如閥件與取樣瓶等不同形狀之零組件，以低溫技術進行閥件不拆解之鍍膜技術開發，以及進行瓶狀載體的內部鍍膜技術之挑戰，預期將可全面提升低軌衛星零組件之國產化比例。



低軌衛星推進系統管路閥件

6 以生物反應方式進行二氧化碳轉換成甲烷之微壓循環控制系統開發

- 本技術針對開發即時監控碳轉換微生物合成系統研發，推動 CO_2 利用轉化為燃料的創新技術，使碳利用具有領先的優勢。
- 技術開發終端目標為產出一生物反應式微壓循環控制系統，以零碳排放的形式，進行轉換廢 H_2 與 CO_2 成甲烷氣體燃料，其甲烷產生為零碳排放，在碳權交易的市場具有優勢。未來應用於臺灣污水處理廠每年產生 195 萬公噸沼氣，以沼氣與廢氫當成本設備料源，可以把其中 50-60% 的甲烷直接蒐集，把約 40-50% 的二氧化碳與廢氫混合，通過甲烷菌降解過程產生甲烷氣體燃料。
- 欲以生物反應式微壓循環控制系統，以零碳排放的形式，進行轉換廢 H_2 與 CO_2 成甲烷氣體燃料進行合成轉換，提高廢氫的價值，對於我國生質廢氣物之處理產業具明顯幫助。



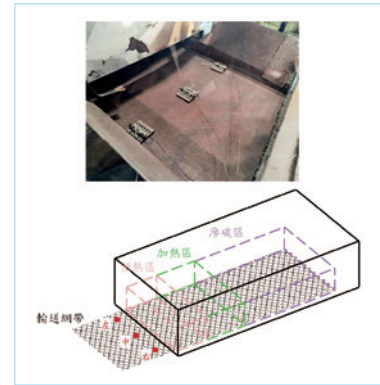
微生物碳轉換合成之微壓循環控制系統

2 自預熱式間接加熱模擬、監診與場域驗證技術

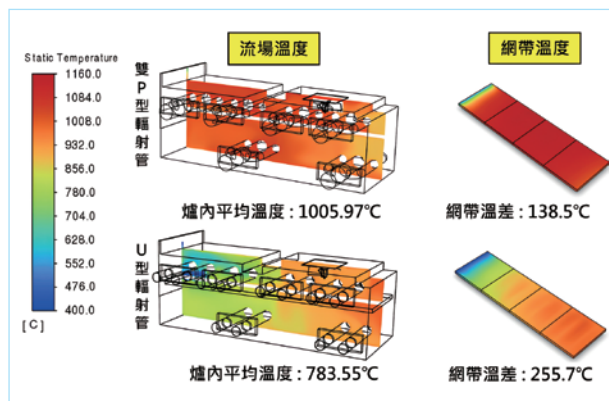
發展間接加熱主動式自預熱式燃燒之流場與溫場的相關研究，並以模擬分析對內部流場、溫場及對工件的加熱情況進行探討，得到足以提供參考的模擬數據。

發展雙 P 型輻射管輻射熱能之數學模型，以輻射管新品初期輻射熱能數據計算平均值與標準差，建立雙 P 型輻射管監診方法流程，並於工業爐節能監測系統呈現關鍵指標儀表燈號。

依據美國 CQI-9 熱處理爐均溫性量測方法與 IPMVP 能源基準線量測方法，建立自預熱間接燃燒技術之能耗與效能分析模型。透過分析滲碳連續爐加熱段改建前後的天然氣用量、生產重量、爐內溫度變化及平均溫度，提供廠商參考指標，協助評估技術導入後對節能與加熱效果的影響，促使相關廠商採用該技術以降低生產成本。



滲碳連續爐效能量測



間接式燃燒整合工業爐模擬分析圖



滲碳連續爐能耗量測

3 變比例混氫燃燒測試系統

測試燃燒器不同輸出功率下，最佳混氫比例操作範圍，產出混氫比例工作圖。可測試最大輸出功率 $\leq 400,000\text{kcal/h}$ ，混氫比例 $\leq 25\%$ 。



變比例混氫燃燒測試系統

4 高壓氫材料測試技術

因應氫能產業發展，對於材料與產品於氫氣環境下材料特性判定需求日增，將進行高壓氫能材料測試技術開發。開發模擬壓力 ≤ 300 bar、溫度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$ 之高壓氫氣環境加速測試技術與壓力 ≤ 200 bar、荷重 ≤ 10 噸之高壓氫中空試棒低應變速率拉伸系統。預期加速氫滲透技術搭配低中空試棒應變速率應力測試系統，可檢測高壓氫氣環境下的材料機械性質。未來應用於氫能相關金屬製品開發，如鋼鐵業、鍛造業、製造業等，產品材料選用上的參考依據。



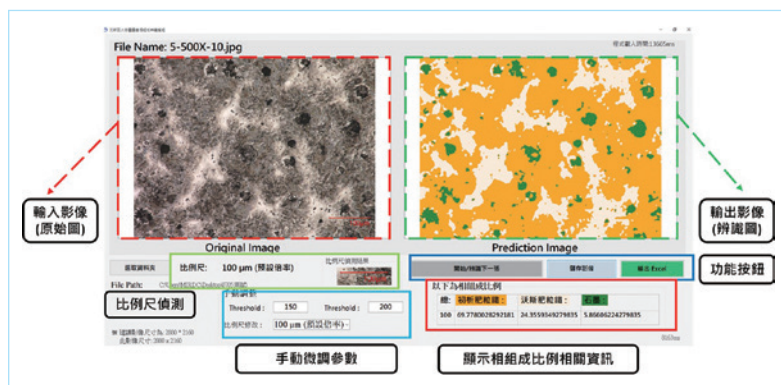
高壓氫氣環境加速測試系統



高壓氫中空試棒低應變速率拉伸系統

5 沃斯回火球墨鑄鐵相組成辨識模組

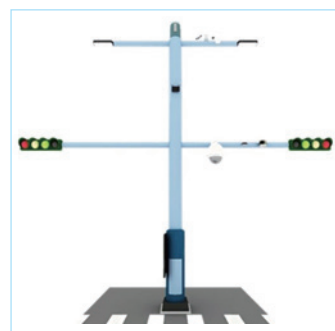
建立沃斯回火球墨鑄鐵相組成辨識模組，採用 AI 辨識取代人工判定，取得更為精準的組織辨識結果，減少辨識時間，提高人員利用率。可依據 ASM Handbook/ 工程材料 - 鐵碳平衡圖辨識出初析肥粒鐵、沃斯肥粒鐵、石墨組織與相組成比例，三相組成比例總和 100%，依顏色區分不同相組織，並分別顯示其相組成比例 (%) 結果，相組成預測準確率達 92%、相組成相對含量達 $\pm 1\%$ 。



沃斯回火球墨鑄鐵相組成辨識模組人機介面

6 5G 智慧杆結構安全檢測技術開發

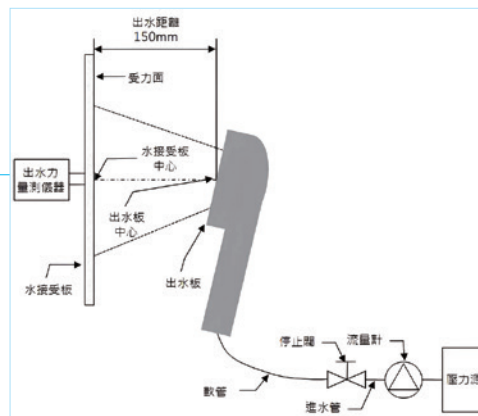
- 實驗室已建立 5G 智慧杆 - 結構安全檢測能量，包含：抗拉強度試驗、鍍鋅試驗、溫度試驗、絕緣耐壓試驗等，提供國內智慧杆業者進行整杆（含：杆體、箱體結構）之結構安全測試，確保智慧杆符合 CNS 標準要求。
- 已建立 5G 智慧杆結構安全試驗之 CNS 國家標準 (CNS 16204-3)，提供產業統一依循參考標準。
- 實驗室（機械 / 電氣 / 化學實驗室）已取得 5G 智慧杆 TAF 認證與 BSMI 指定實驗室，建立國內第三方試驗能量。



5G 智慧杆示意圖

7 「省水標章管理辦法」檢測方法建置

- 因應臺灣省水標章新的需求，建立「省水標章管理辦法」測試方法，蓮蓬頭出水力試驗，其測試標準為出水力量量測三次後求其平均值，並記錄。



出水力試驗裝置圖

8 離岸風場專案驗證審查

- 配合標準局執行離岸風場驗證管理制度施行，協助辦理離岸風力發電案場專案驗證審查作業，2024 年辦理 8 座風場專案驗證審查，針對抗颱風耐震環境條件要求、製造品質與運輸安裝紀錄進行確認，並完成 750MW 裝置容量離岸風場竣工、併網上線營運。
- 驗證機構 (TAF 編號 PC011) 增列「離岸風場專案驗證技術」項目，包括風力機 / 轉子機艙總成設計評估、風力機 / 轉子機艙總成製造監督、試運轉監督、最終評估、運轉與維護監督共計 5 模組。於 11 月初執行評鑑，並於 12 月底完成缺失改善。



離岸風場專案驗證

9 儲能案場專案驗證

- 國內電力交易平台以輔助服務及備用容量為現行電力交易機制推動對象，其中儲能設備及需量反應，以設置鋰離子儲能系統案場為大宗。臺灣電力公司並要求業者需獲取標準檢驗局 VPC 自願性驗證證書為交易必要條件之一。中心驗證團隊截至 2024 年已服務 70 餘個儲能案場、累計建置容量達 450MWh，足跡遍佈全台，協助確認儲能案場組成情況及降低風險危害。
- 驗證機構 (TAF 編號 PC011) 儲能系統專案驗證，由 TAF 委員及技術專家，於 11 月 14 日赴儲能系統案場現場，依據 CNS 標準與標準檢驗局技術規範執行見證評鑑作業，無不符合事項。



儲能案場專案驗證

10 儲能系統檢測技術

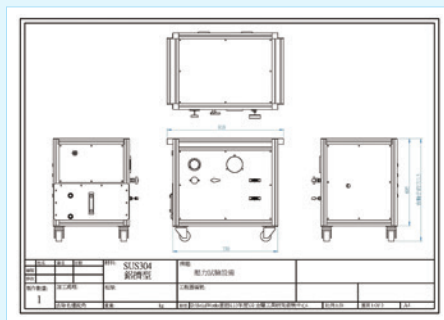
- 因應儲能產業需求與政策推動，建置國家儲能系統檢測中心 (NEST)，作為第三方驗證單位，提供儲能產品所需的測試和認證，包含產品之電性、環境及機械安全測試，符合標準規範要求，確保儲能系統產品的安全性。
- 辦理 1 場次國家標準草案審查會議，協助研擬 1 案國家標準草案，完成 10 套設備建置。



國家儲能系統檢測中心開幕典禮

1 工業用閥類檢測驗證技術

- 未來亦可將新導入之不銹鋼壓接接頭產品振動試驗設備應用於其他伸縮類接頭產品，預期可有效提升產品品質達 15% 以上。
- 因應各式壓力容器類產品的高壓測試驗證需求，進行產品高壓壓力檢測技術的開發。
- 開發的 1200bar 以上高壓設備模組，可提升各式壓力容器產品的結構承壓設計技術提升。
- 預期新開發之試驗設備，在產品結構承壓性能驗證效率上可提升 25% 以上。
- 新高壓壓力檢測設備未來亦可應用於儲氫罐氣瓶產品，預估可促進產品品質提升 15% 以上。



高壓試驗設備規劃

Portable Type High Compression H ₂ Can			
Product specification	RHC-21T1	RHC-21T2	RHC-21T3
Bottle diameter	140mm	140mm	70mm
Bottle length	300mm		
Bottle material	Aluminum Alloy		
Bottle weight	4.2Kg	4.2Kg	1.5Kg
Hydrogen storage capacity	2L±0.1	2L±0.1	0.5L±0.1
H ₂ pressure	70Mpa	35Mpa	10Mpa
Discharge pressure	Customized design requirements		
Operating temperature	-40~60°C		
Storage temperature	-40~60°C		
H ₂ Can Product Illustrate:	Product icon		
Our company, through a professional R&D team, has developed a high-pressure hydrogen tank resistant to hydrogen embrittlement. Weighing just 4.2 kg, it can store 2 liters of hydrogen at pressures up to 70 MPa. Its lightweight, high-pressure, and hydrogen embrittlement-resistant features make it suitable for various hydrogen energy applications. Additionally, we offer a design weighing 1.5 kg with a filling pressure of 10 MPa, capable of storing 0.5 liters of hydrogen, providing an alternative option.			
Reference standards: ASTM E8,E1105,F2096,CGA C-1-2009, ISO 1101, 209,5591,19880-3, CNS 19881			
			
Anti-Embrittlement Treatment			

高壓試驗設備應用產品

2 高壓氫材料測試技術

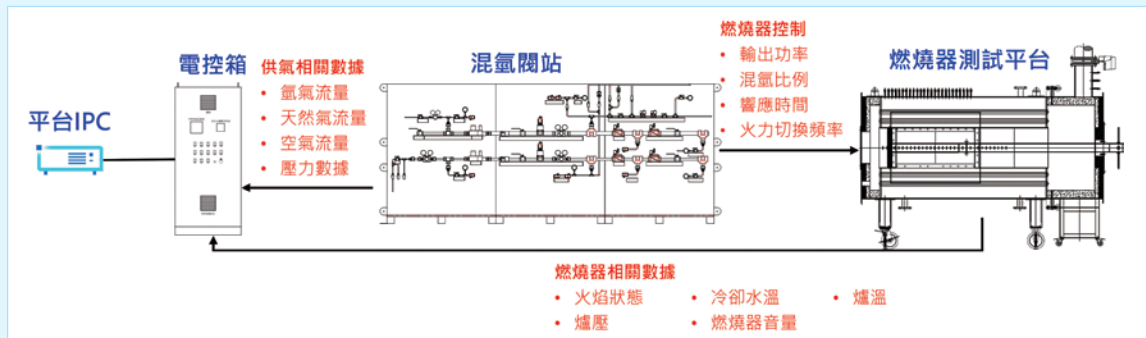
對於材料與產品於氫氣環境下材料特性判定需求日增，將進行高壓氫能材料測試技術開發。建立高壓氫環境破壞力學檢測技術，氫氣壓力 ≤ 300 bar，以檢測材料或焊道在氫環境下的抗裂紋成長斷裂韌性與中空試棒材料適應性評估。進一步搭配熱脫附檢測技術，測定在此環境條件下的材料氫濃度含量狀況，與材料斷裂韌性的相關性。應用於氫能儲輸相關設備，如管件、閥件、儲罐等製造檢測使用。



高壓氫環境破壞力學檢測技術

3 100% 純氫燃燒器性能測試技術

透過工業爐操作條件控制模組模擬工業爐操作條件變化，測試燃燒器在不同功率切換的響應時間 (≤ 10 秒) 下的燃燒器操作特性。測試功率≤ 200,000 kcal/h，混氫比例 0~100%。

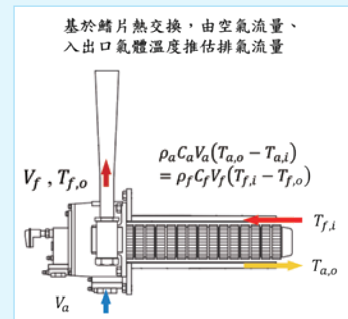


100% 純氫燃燒器性能測試技術

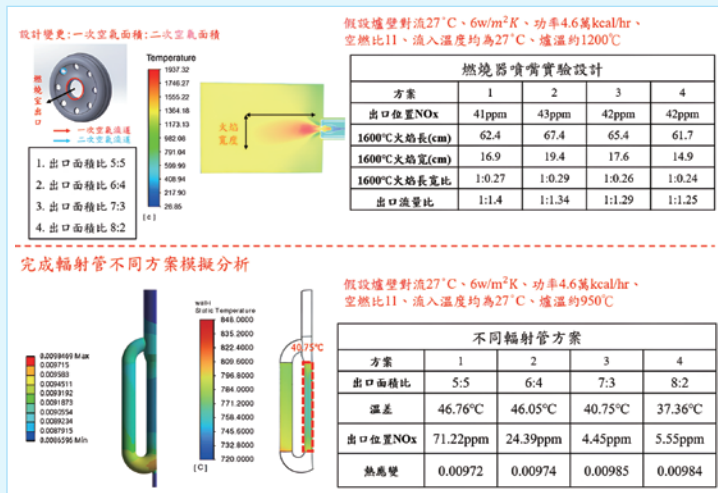
4 自預熱式間接加熱模擬、監診與場域驗證技術

建立氣氛模擬搭配變頻風扇與無動力煙氣排放裝置，模擬在不同操作參數下，工業爐內部以及工件之溫度與氣氛分布，得到足以提供參考的模擬數據。無動力煙氣排放流量會因燃燒器的操作條件不同而有所變化，本研究發展無動力煙氣排放裝置之監診技術，預計蒐集入出口氣體溫度、空氣流量等感測數據，分析自預熱燃燒器之排氣流量與熱交換效率，建立無動力煙氣排放之健康診斷流程。

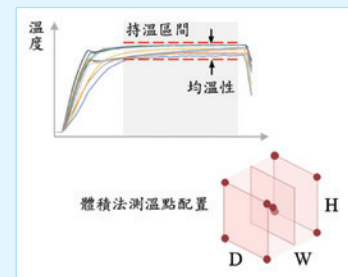
因節能需求增長，工業爐需導入節能技術，並發展能耗與效能分析方法以評估其影響與效益，提供廠商參考依據。預計建置溫度與燃料流量量測模組，蒐集改建前後工業爐的溫度變化與能耗數據，並參考國際規範建立分析方法，驗證自預熱式間接加熱工業爐的最適化設計效能與能效。



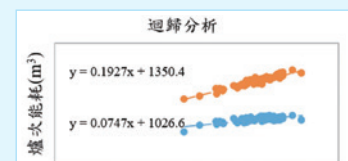
自預熱燃燒系統關鍵元件監診



模擬分析示意圖



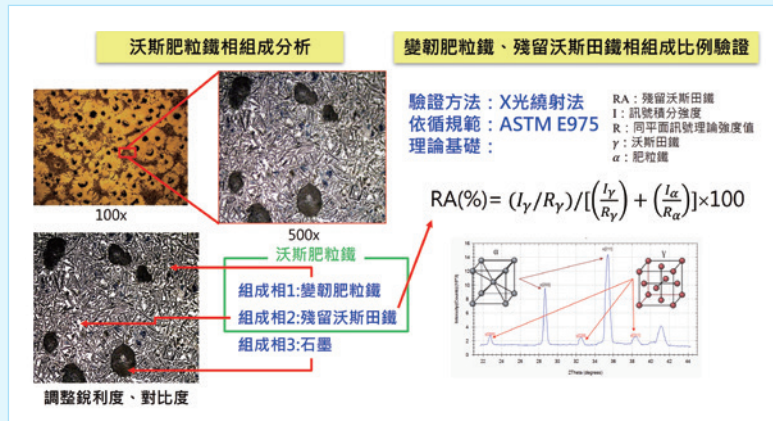
工業爐效能量測



工業爐能耗量測

5 沃斯肥粒鐵相組成辨識模組

建立沃斯肥粒鐵相組成辨識模組，因變韌肥粒鐵與殘留沃斯田鐵相組成相互混和，造成辨別不易，以 AI 辨識技術輔助進行辨識。以 X 光繞射法依循 ASTM E975 規範，進行變韌肥粒鐵、殘留沃斯田鐵相組成比例驗證。快速 ($\leq 5\text{min}$) 且精準 (組成相 (3 種) 辨識準確率 $\geq 90\%$ 、相組成相對含量 $\leq \pm 5\%$) 獲得組織相比例，掌握製程良率提高產品品質。



沃斯肥粒鐵相組成辨識模組說明

6 5G 智慧杆結構安全檢測服務

- 實驗室建置 5G 智慧杆 - 結構安全試驗能量，提供產業完善且嚴謹的智慧杆檢測服務，並協助業者取得 BSMI 之「自願性產品驗證」(VPC, Voluntary Product Certification)，確保符合國家標準要求。
- 輔導 5G 智慧杆業者在產品設計端，導入 CNS 國家標準要求，建立標準化、模組化之 5G 智慧杆，協助產業降低智慧杆建置成本，加速產業高值發展。



標檢局 VPC 認證



VPC 輔導 - 花蓮市東大門場域智慧杆

7 PFAS 監管新規上路

美國環保署針對飲用水中的 PFAS 發布了首個具有法律效力的國家飲用水標準。此規則將 PFOA 的最大污染物水平 (MCL) 設定為 4.0 ppt、PFOS 為 4.0 ppt、PFHxS 為 10 ppt、PFNA 為 10 ppt、HFPO-DA (也稱為 GenX) 為 10 ppt。目前的分析方法為 EPA 533 或 EPA 537，分析的儀器皆為液項串聯質譜儀 (LC/MC/MC)。



美國國家衛生基金會

8 離岸風電專案驗證審查制度

國內離岸風場開發即將進入第三區塊開發階段，除了風力機組已達 14~16 MW 大型化單機容量機組，並逐漸邁入大水深位置，離岸風場建置因工程及成本等綜合考量，將可能採用浮動式基座 / 基礎型式。為完善離岸風電專案驗證審查制度，將持續協助標準檢驗局與相關業者溝通，發展浮動式重要零組件、系統等檢測驗證能量，藉以增進國內風電能源可靠度及永續發展。



離岸風場專案驗證 - 海事工程

9 表後自用儲能

台電 AFC 輔助服務之儲能系統案場已成為一個穩定電網角色，後續尚有用電大戶與排碳大戶建置儲能案場需求潛力，以及各類綠能結合儲能系統、基地台或災防用儲能系統等潛力場域應用，配合政策要求特定電力供應業予以納管，將持續有協助確認系統設備組成、評估與降低風險之需求，進而協助擴大綠能調度與應用，協助達成淨零排放目標。



災防儲能系統

10 儲能系統檢測技術

- 提供業界完整與嚴謹的檢測驗證與服務平台，縮短業者產品檢測驗證到上市的時程，加速產業切入國際市場。
- 整合中心之技術能力及人員專業背景，培育儲能產業之技術驗證人才。



國家儲能系統檢測中心

管理技術

透過協助中小企業發展商業生態系及電動自行車綠色騎行服務生態系的示範推動，運用跨域資源整合與協作及數位化工具，提升企業競爭力，更持續推動微交通產業發展，促進低碳運輸。

持續推動管理系統驗證及產品驗證，包含 ISO 9001、ISO 14001、ISO 45001、ISO 27001、ISO 50001 及 TOSHMS 等驗證服務，確保企業系統與產品符合要求。此外，更建立溫室氣體查驗機構，成為法人第一家通過 TAF、環境部、及金管會資格，為低碳管理及技術應用提供具體方向。未來，將加強化學機械設備風控管理，深化溫室氣體及水資源查驗證等，以符合產業法規與提升勞動安全，帶動國內產業外銷出口、減碳永續發展。

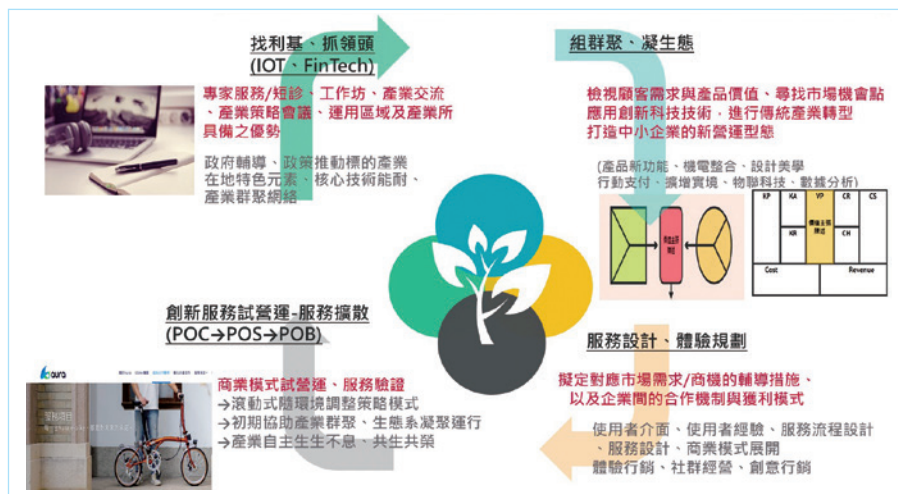
結合經濟部產業發展署的計畫資源，完成了百餘家企業的組織型溫室氣體類別 1 與類別 2 的碳盤查及碳足跡管理，未來規劃智慧導向，朝向智慧低碳的目標前進。

透過碳盤查數位化，聚焦監測設備的健康機制，利用 5G 即時 AR 回饋智慧監測及故障預警與可視化技術，降低停機時間並提升良率。未來結合 5G、AIoT 及 AR 技術，遠端指導企業設備維護，推動智慧化與低碳化的高效生產力發展，提昇企業整體競爭力。

1 協助中小企業發展商業生態系

透過服務與體驗設計，將創新科技與技術進行有效應用，以「創新」、「市場」、「技術」、「科技」為核心，推動生態系發展。

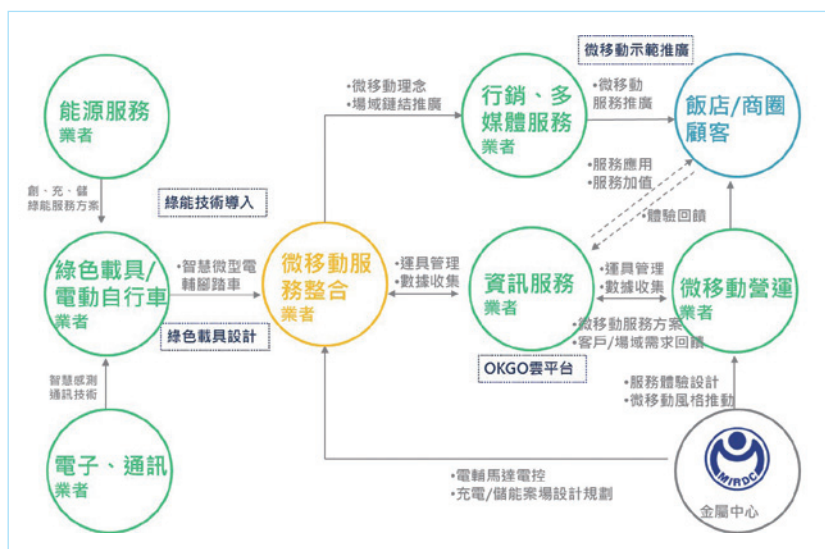
- 建立創新能量：透過專家服務、跨產業整合、工作坊及產業交流，激發創新能力。
- 行銷 DNA 植入：以體驗行銷、社群經營及創意行銷為手段，提升市場觸及。
- 導入優化技術：結合產品新功能、機電整合及設計美學，優化技術與產品。
- 善用新興科技：數位轉型，利用 AI、行動支付、擴增實境、物聯科技及數據分析，驅動科技應用。



協助中小企業發展商業生態系

2 電動自行車綠色騎行服務生態系的示範推動

微交通運輸服務專注於短距離、靈活且環保的模式，隨著城市化與永續需求增加而受重視。然而，目前發展仍仰賴政府投入（如 Ubike），要加速推展需結合民間力量。為此，金屬中心協助自行車業者整合智慧聯網電輔車與微交通服務平台，降低製造成本，提升營運效益，並建置示範場域，透過實際運營經驗，打造微交通生態系，為未來服務擴展奠定基礎。



電動自行車綠色騎行服務生態系

3 管理系統驗證

因應主管機關與國內產業對於企業永續經營的期許，中心持續作為最佳第三方角色提供客戶 ISO 管理系統驗證最專業的服務：

- 除獲得 TAF 之 ISO 45001 職安衛管理系統認證外，亦為國內前 2 家取得 TAF 之 TOSHMS 驗證方案、獲得職安署認可的驗證機構，可有效協助企業提升其職安衛管理績效，降低工作場所之潛在危害風險。
- 在 ISO 9001、ISO 14001、ISO 27001、ISO 22000、ISO 50001 等管理系統驗證技術領域持續深耕，協助企業符合國際標準，強化國際競爭力。
- 取得驗證合格廠商數累計 549 家，共核發 892 張驗證證書，協助我國業者在品質、環境、職安衛等方面展現與國際標準相符之水準。



管理系統驗證技術

4 產品驗證

建置並維持 ISO 17025 機械安全檢測實驗室、ISO 17020 檢驗機構及 ISO 17065 之產品驗證機構技術，獲得 TAF 認可登錄證書，配合政府法規要求，取得認可機構資格，包含：

- 勞動部機械安全檢測能量：
 - (1) 建置維護堆高機、高空工作車安全檢測技術。
- 勞動部機械安全驗證建置：
 - (1) 自動電擊防止裝置型式驗證。
 - (2) 堆高機、研磨機、研磨輪、圓盤鋸及動力衝剪機械型式檢定。
 - (3) 車床、銑床、中心加工機、高空作業車產品驗證。
- 經濟部標準檢驗局商品驗證工廠檢查技術：
 - (1) H 型鋼、熱浸鍍鋅鋼管、液化石油氣鋼瓶用閥 工廠檢查技術開發。
- 社家署兒童遊戲場 CNS、EN 檢驗技術維護。

5 溫室氣體查驗證

因應國家淨零轉型及市場需求，建立溫室氣體查驗證技術，提供環境部、金管會及產業界之碳查證需求，並達成下列成就：

- 成立 ISO 14064-1 組織型溫室氣體查證機構，為法人第一家取得環境部、TAF、金管會認可之查驗證機構，提供產業界溫室氣體查證服務。
- 成立 ISO 14067 產品碳足跡查證機構，為法人第一家取得 TAF 認可之查驗證機構，提供產業界溫室氣體查證服務。
- 2024 年核發 79 件溫室氣體查證意見證書，協助我國業者達成碳盤查之需求。
- 2024 年核發 8 件產品碳足跡查證意見證書，協助我國業者查證其產品於生命週期之碳排放量。



溫室氣體查驗證技術

6 碳盤查 & 碳足跡

2024 年已有越來越多的企業受到國內外客戶、環境部與金管會之法規，以及企業自主的 ESG 永續報告揭露等要求，開始積極推動溫室氣體盤查相關作業。中心配合政府計畫與產業界需求，已協助數十家業者取得 ISO 14064-1:2018 組織溫室氣體盤查及 ISO 14067 產品碳足跡查證聲明。

今年度已輔導上百家業者評估組織溫室氣體類別：1. 直接排放及類別。2. 能源間接碳排放量。輔導對象除傳統金屬製造業外，亦擴及至醫療生技、運輸物流、醫療器材、汽車航太、電機電子零組件等產業。

2024 年核發 8 件產品碳足跡查證意見證書，協助我國業者查證其產品於生命週期之碳排放量。



新光醫院授證典禮

7 企業整體競爭力提昇輔導

- 製造業服務化創新營運輔導。
- 經營績效分析及策略規劃 (含平衡記分卡)。
- 企業卓越經營標竿輔導。
- 中堅企業、臺灣精品獎，小巨人獎輔導。

8 企業流程管理電子化加值與數據智慧應用

企業流程管理電子化加值

- BPR (e 化企業流程改造) 。
- 全球運籌管理 (GLM) 建置。
- 協同設計 (CDM) 建置。
- 產品資料管理 (PDM) 建置。
- 供應鏈管理 (SCM) 建置。
- 模具設計知識導引系統 (DNS) 。

數據智慧應用

- 營運情資管理平台。
- 機聯網可視化技術。
- 預測軸承損耗技術。
- 設備預知保養技術。
- 金屬成形機線上品質監測技術。
- 5G AR 輔助設備精準維護技術。



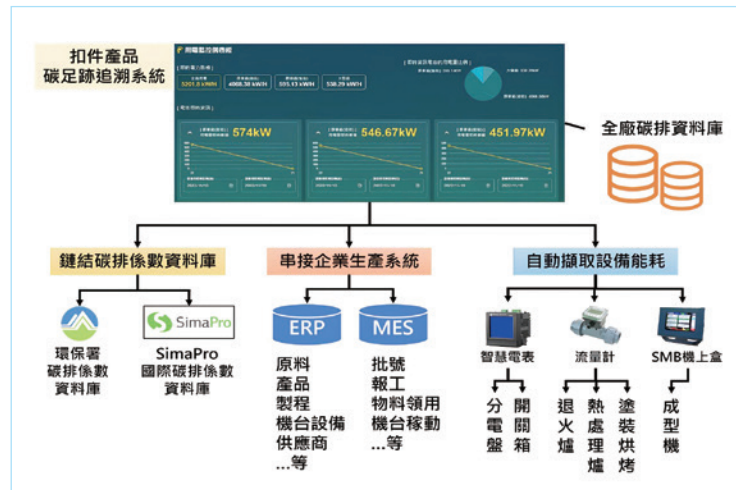
金屬成形機線上品質監測 SMB



5G AR 輔助設備精準維護技術

9 碳盤查數位化輔導

- 碳排管理系統。
- 產業別碳排資料庫。
- 碳排資訊文件化。
- 產業別減碳策略及路徑引導。



碳排管理系統



碳盤查及碳管理輔導

1 持續推動微交通產業堆動發展

產業：ESG 綠色、低碳運輸，需要有更多企業投入微交通服務。

顧客：希望有更輕鬆便捷的短程移動方式。

持續輔導、跨業整合推動微交通服務生態系：

- (toB) 提升管理效率，解決運營商經營風險，後續營運也將更具彈性，創造更多低碳運輸服務商機。
- (toC) 透過電輔載具設計，提升使用者騎乘舒適，微型化更能輕鬆移動至最後目的地。



活動海報宣傳



推動微移動場域實踐

2 機械設備風險管理

- 依據機械設備產品風險評估國際標準、管理評估機制，提升機械設備安全性，保障勞工安全。
- 研究並導入橡膠膠產業機械、食品產業機械與產業用車輛機械之安全驗證技術，研討安全標準及源頭管制方式，擴展機械設備安全防護觀念與技術，發展風險評估所須機械安全對策。



產品驗證技術

3 溫室氣體查驗證

- 建立專案層級溫室氣體排放減量或移除增量標準驗證技術，響應國家淨零排放政策和市場查證需求。
- 成立 ISO 14064-2 查證機構並取得 TAF 認證，提供業界所需之查證服務。
- 發展節能減碳之碳管理及碳中和管理技術。



溫室氣體查驗技術

4 水資源管理與用水回收率查驗

響應國家推動環境永續之政策，配合水利署用水回收率之查驗業務，發展 ISO 46001 水資源效率管理系統之驗證技術，以協助我國業者提高用水效率。



用水回收率查驗技術

5 永續管理

- 完成 ISO 14064-1 溫室氣體盤查後，可藉由提升工廠設施設備或辦公環境之能源使用效率、導入綠電及推廣循環經濟模式以降低碳排放量，同時增強產品價值，獲得綠色商機。
- 中心已洞燭機先，持續發展相關輔導能量，以能源管理、碳足跡、碳中和與循環材料等永續管理發展議題為目標，協助企業朝向淨零永續的方向前進。

6 科技應用創新轉型協助企業開創新局

了解產業客戶的期望以及產業創新的作法，建立典範模式及示範場域，協助產業升級轉型。

- 運用數據擷取及分析方法、追蹤重點產業及廠商、鑑別產業別新產品新技術、進行輿情分析支援營運決策。
- 提供製程品質預測、設備故障預診、刀具磨耗預測及可視化戰情室等 AIoT 智慧製造解決方案，達到品質提升及智慧營運。
- 利用 AIoT 智慧製造解決方案，完成製程品質監測協助製造生產不間斷，提升生產良率、稼動率，減少停機時間，進而降低能耗使用，並計算單位碳排放量完成減碳。
- 結合 5G 專網及 AR，深化 AIoT 智慧製造解決方案，延伸 5G AR 輔助設備精準維護及工廠走動式巡檢管理等加值應用。

7 數據驅動的未來技術應用

確保溫室氣體相關資訊具備優良的相關性、完整性、一致性、準確度與透明度，企業碳盤查中應用未來技術研發重點如下：

- 運用數據擷取及分析方法、追蹤重點產業及廠商、鑑別產業別排放資訊、進行輿情分析支援營運決策。
- 提供碳排放預測、熱點預診及可視化戰情室等 AIoT 智慧方案，以充分支援管理決策。

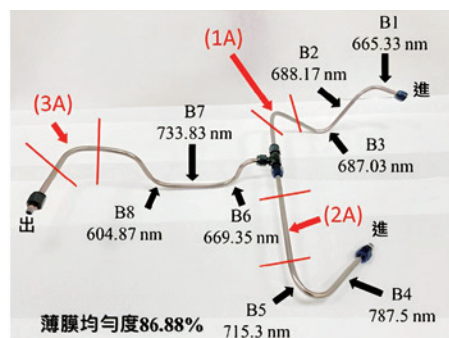
光電系統技術

中心研發氫化非晶矽鈍化鍍膜製程技術，開創了國內首度建立金屬複雜微管內鍍膜技術的先河，應用於衛星載具顯著達到鍍膜後管內乘載之強氧化劑溶液分解率，更是優於國外指標廠商，有助於航太與半導體產業中金屬零件的高值化，該技術榮獲 2024 年美國愛迪生發明獎航太科技類別銅獎，更與太空中心完成連續第三年工服案合作並結案。未來，更將技術應用領域擴展至更廣泛的航太與高端製造業，為太空科技國產化作出重要貢獻。

研發現況

1 氫化非晶矽鈍化鍍膜製程技術

- 建立多通道微型複雜金屬管內鍍膜系統暨管內流體控制技術，以氣動閥及噴嘴設計，達到三通道管口氣體質量流量控制精確度，建構多通道細長管件化學氣相沉積鍍膜系統，可支援現有有三通道及五通道衛星管路需求。
- 針對國內高端金屬元件沉積鍍膜系統之技術缺口進行補強，搭配特殊氣體施行管內化學氣相沉積反應，建立管內表面鍍層。
- 初步以航太衛星為對象，逐步擴增推廣至半導體產業、醫療產業。
- 獲得美國 2024 愛迪生發明獎航太科技類別銅獎。



三通管內鍍膜技術達成之管內膜厚分布

2 碳化矽長晶之感應加熱裝置

- 本技術應用於提升碳化矽長晶設備的效率與降低能耗，廣泛應用於高效能材料製造、半導體晶圓製造及高溫長晶製程，特別適用於對能源效率和碳排放要求嚴苛的產業，成為節能減碳的重要技術支撐。
- 突破包括高頻高功率輸出的穩定設計、串聯諧振阻抗匹配架構以及 SiC 高功率元件的高效加熱模組開發，並實現高速過載偵測，目標偵測速度小於 100ns，顯著提升系統的安全性與可靠性。
- 已完成能耗降低 15% 的節能電源系統設計與溫變匹配輸出模組驗證，並完成感應線圈阻抗測定，與匹配模組整合後成功驗證升溫至 2000 度的功能。
- 未來聚焦於材料選擇與散熱設計的優化，探索環保材料應用，並結合人工智慧與物聯網技術，實現智能化運行與遠端監控，拓展應用場景，推動綠色製造與低碳經濟的發展。



高溫長晶節電模組設備

1 微型複雜管內鈍化鍍膜製程技術

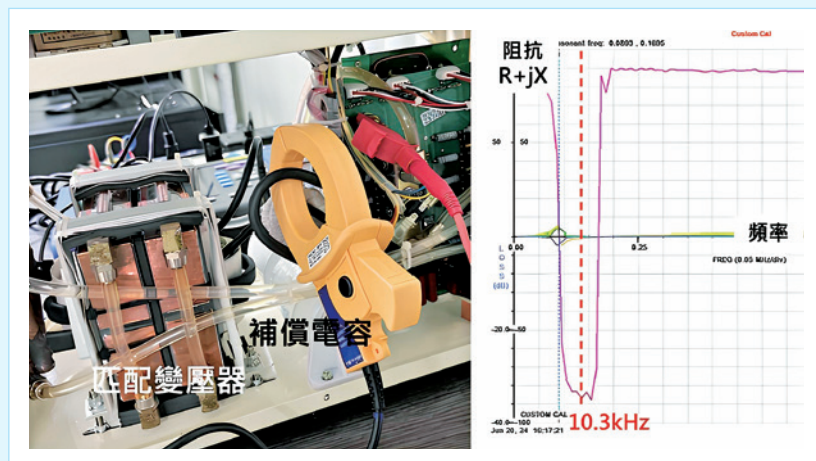
- 分析氫化非晶矽薄膜漏電流品質與結晶性等特性，並調整薄膜最佳化厚度變因，提升管內壁表面的鈍化性能，達到非破壞性檢測技術的開發。擴研到低軌衛星推進系統之其它組件，如管理技術。
- 低碳閥件與取樣瓶等不同形狀之零組件，以低溫技術進行閥件不拆解之鍍膜技術開發，以及進行瓶狀載體的內部鍍膜技術之挑戰，預期將可全面提升低軌衛星零組件之國產化比例。



低軌衛星推進系統管路閥件

2 節能與高效能的長晶電源模組技術

- 針對長晶設備升溫緩慢、溫控穩定性差、負載變化大等耗能問題，將開發並整合多項創新技術，致力於實現設備的高效節能與穩定運行。
- 通過高解析功率調控、多段式溫控與 AI 能耗預警技術，能精準掌控升溫過程，避免能量浪費，並提升整體操作效率。
- 研發適頻阻抗匹配技術協調負載諧振頻率與電源頻率，顯著優化電磁場分佈均勻性，並設計高效能變壓器，進一步減少電熱轉換損耗。
- 整合應用後，不僅能有效降低加熱能耗，還能解決升溫過衝與溫度震盪問題，提升長晶設備的穩定性與可靠性，期望為長晶製程帶來全新的節能解決方案，推動設備升級與碳排放減量，為實現低碳製造目標貢獻一份力量。



適頻輸出加熱電源模組

醫療器材 及照護技術

為因應智慧醫療照護需求，推動 CNS 國家標準草案的調和，並建立輔具產品的驗證體系，未來，包括安全檢驗規範與測試設備建置，為身心障礙及高齡者智慧輔具提供法規支持，助力智慧照護的測試與驗證環境。

此外，中心開發了全國首套無源骨科植入感測與讀取系統，無需電池即可進行術中、術後長效監控；同時，全國首創語言互動治療系統，結合 AI 與遊戲設計模擬治療師手法，自動評估進展並優化課程，顯著提升患者治療效果。感測回饋治療睡眠呼吸中止症解決方案，藉由搭載高階生物感測晶片即時回饋生理數據，有效減少不適。未來，將持續朝向智慧醫療創新與深化發展，強化醫療品質與效率。

研發現況

1 完善輔具檢驗與法規環境

因應智慧照護輔具之產業政策及市場需求，推動 CNS 國家標準草案調和，並且評估輔具產品驗證能量建置、包含檢驗規範、檢驗設備等安全與基本性能評估，預期所完成之輔具國家標準、檢驗規範、檢驗設備等安全與基本性能評估，可提供未來產業輔具產品設計參考之運用，藉此完善身心障礙與高齡者智慧輔具產品檢驗之法規與測試能量環境，推動產業進步發展。



2024 國際照護展

2 骨科無源植入感測與讀取系統

目前術中無法量化醫生綁線固定力道，導致綁線鬆脫或太緊斷裂。且術後復健需求，市面上缺乏可長時間監控(術後3~6個月)長效感測器，以及市面上智慧骨科植入式感測器因內建電池，無法適用於各個手術區域考量，本技術優勢如下：

- 無源感測植入物不需要任何電源供應，透過施加壓力造成電容變化，改變其共振電路振盪頻率。並經由外部低功率裝置讀取進行掃頻讀取即可得知目前振盪頻率，並換算其受力大小。
- 無源植入感測器可量測壓力範圍 0~10kg/cm²，品質因子 (Q) 21.5126。
- 讀取器可掃描頻段 47MHz~57MHz，發射功率 0.355mW，系統解析度：12bit，藍牙版本：5.2 BLE。



骨科無源植入感測與讀取系統



無源植入感測器

3 語言互動治療軟體系統

結合遊戲化語言互動治療軟體、AI 互動引導及課後語言能力評量，解決現有軟體缺乏個案興趣、自然情景、語言學糾錯、語言能力評量等瓶頸，達到個案增加治療時間，以及輔助語言治療師施行更高效的語言治療之計畫目標，成為全球第一套對準個案、家人及語言治療師三方需求的語言治療醫材。

- 遊戲化語言互動治療軟體，鏈結語言治療師臨床教案，運用 iOS 系統框架及 Unity 遊戲引擎，將遊戲變成語言治療軟體，透過場景渲染、觸控互動、文字導播及動圖特效等功能，實現遊戲化的語言治療軟體。
- AI 互動引導部分，蒐集個案語言治療時的臨床語料 119 萬句及中文通用語料 566 萬句。經音檔分割、資料校正 .. 等前處理，生成綜合語言治療語料集。使用 Transformer 框架，搭配 Llama3 預訓練權重及綜合語言治療語料集，訓練互動引導模型且評測分數達 80.1，僅次於 GPT4/4o。
- 語言能力評量部分，依據語言學的語意、語法及語用等 33 種標，語意包含總詞數、相異詞比率、動詞等，語法包含平均語句總詞數、單字詞、雙字詞 .. 等 7 種及語用包含說詞物品名稱、要求提供訊息、回應他人要求等 4 種，提供圖表瀏覽查閱。
- IRB 語言治療軟體可用性初步評估部分，收案 38 位自閉症類群及語言遲緩個案，軟體介入時間 1 個月 (每天使用 30 分鐘)，發現語言能力後測較前測進步共 20 位個案 (約 64%)，口語表達及語言理解皆有提升。



語言互動治療軟體系統 - 仿說遊戲



語言互動治療軟體系統 - 語言能力評量

4 感測回饋治療睡眠呼吸中止症解決方案

- 目前治療睡眠呼吸中止症方式，主要為睡眠過程中配戴陽壓呼吸器或手術治療，容易影響睡眠品質與手術風險。目前國內尚無治療睡眠呼吸中止症可微移動止鼾牙套與免手術口咽電刺激訓練系統醫療器材。
- 優勢：
 - (1) 降低使用不適感，睡眠過程中配戴可微移動止鼾牙套，下顎前伸 3-5mm 側向左右微移動，避免顫顎關節炎與下顎脫臼情形產生。
 - (2) 免手術口咽電刺激訓練系統，雙向對稱方波、電流 50mA、刺激頻率 1-100Hz、脈衝寬度 40-400us 之設計，搭載高階生物感測晶片試製，電刺激訓練提高口咽處肌肉張力，避免軟組織阻塞氣道情形產生。
 - (3) 可即時回饋生理數據，藉由搭載高階生物感測晶片，可蒐集睡眠生理數據 AHI、SaO₂、血壓等，進行 IRB 臨床試驗 60 例，整合睡眠呼吸中止數據回饋。

1 完善智慧輔具標準 提升檢測驗證能量

持續因應智慧照護輔具之產業政策及市場需求，推動 CNS 國家標準草案調和，並且對於國際最新輔具產品驗證能量建置、包含檢驗規範、檢驗設備等安全與基本性能評估，規劃輔具國家標準、檢驗規範、檢驗設備等安全與基本性能評估，推動產業輔具產品設計參考與國際同步，藉此完善身心障礙與高齡者智慧輔具產品檢驗之法規與測試能量環境，推動產業進步發展。

2 智慧監測骨科植入物

- 目前雛形系統應用於肩袖韌帶修復，預計 2025 年進行動物實驗。
- 未來預計朝踝關節韌帶聯合的固定議題進行研發。臨床上行手術治療時，通常不會分別修補破裂的韌帶，而是藉由植入物維持，讓所有受傷的韌帶在適當的長度與位置下癒合（需要三個月）。復原期間，因需避免負重，患者除了會行動不便還會造成關節僵硬、肌肉萎縮甚至骨質流失。
- 可透過智慧監測骨科植入物，臨床醫師能獲取直接而及時的資訊來了解癒合的狀況並給予病人適當的復健指引。



足踝關節與韌帶模型



踝關節韌帶聯合固定結合感測器示意圖

3 語言互動治療軟體系統

系統持續增加繪本及對話遊戲，強化個案語言理解及語用能力。優化 AI 互動引導，導入性能更優異的模型權重進行微調，提升推論反應速度及服務性能。



語言互動治療軟體系統入口



語言互動治療軟體系統 - 互動引導

4 感測回饋治療睡眠呼吸中止症解決方案

- 預計感測回饋治療睡眠呼吸中止症解決方案精進，最終臨床指標，可改善臨床回饋 AHI 指數（無呼吸、低呼吸）下降 $>30\%$ 。SaO₂（血液含氧量）指數上升 $>30\%$ 。
- 規劃透過可即時回饋生理數據系統，藉由搭載高階生物感測晶片，整合睡眠呼吸中止數據回饋，可分析睡眠生理數據 AHI、SaO₂、血壓等，給予病人適當治療建議。並進行軟硬體系統整合和功能性驗證，掌握智財權、產品上市許可與銷售通路，達到產業落地推動策略。

綠色能源技術

中心在綠能研發領域，投入中小型風力機型式測試技術、離岸風電第三方檢測驗證技術、離岸風力發電產業化技術等，已完成三方驗證能量，建置國內第 1 座「14MW 水下基礎」大組在地生產，並促成「臺灣水下基礎產業聯盟」發展，深化國內產業生產技術能量，加速推動節能減碳發展。

在節能技術中，完成了高效率泵浦能效測試，實施 C40 能效標準 MEPS 高效能泵浦管制法規，建置國內唯一第三方公正測試實驗室。未來，進行動力設備馬達繞線 AI 技術開發，推動臺灣成為綠能技術領先者。

另外，成功導入混氫燃燒工業應用技術開發，並與國內鍋爐大廠合作，建設首座 25% 混氫燃燒鍋爐。未來，更投入 50% 混氫及純氫燃燒器研發，實現了高效能與環保法規的雙重突破。

綠色材料技術研發，涵蓋金屬有機框架材料試量產技術、無機聚合物負碳技術、高頻低介電高孔洞奈米材料技術等；未來，更朝向甲烷催化劑合成技術、永續航空燃料催化劑製備技術、聚脲抗氫腐蝕塗層製備技術等邁進。

研發現況

1 離岸風電第三方檢測驗證技術

- 依據「離岸風力發電案場專案驗證審查示範輔導作業要點」，以審查單位成員身份參與離岸風電專案驗證審查，完成海洋、台電一期、海能、大彰化東南、大彰化西南、彰芳一期、彰芳二期及西島風場之專案驗證審查，允能、中能、台電二期、海龍 2A、海龍 2B、海龍 3、大彰化西南二階及大彰化西北風場審查作業進行中。
- 中心具備銲接、非破壞檢驗及塗裝檢驗等國際證照，參與「臺灣離岸風場專案驗證聯盟」，為國內風場提供第三方專案驗證之文件審閱及製造監督服務。
- 推動台中港 150 公尺氣象塔規劃工作，自氣象塔選址、測風角度分析、儀器配置、鋼構製造監督及光達校正業務規劃。
- 參與離岸風場專案驗證 ISO 17065 驗證方案驗證能量建置，由場址條件評估至運轉與維護監督，提供第三方驗證審查人力。



氣象塔製造監督

2 中小型風力機型式測試技術

- 七股中小型風力機測試實驗室完成國內 TAF 實驗室資格認證展延及日本 ClassNK 可接受實驗室資格至 2026 年，並為標準檢驗局國內風力機測試唯一指定實驗室。
- 協助合縱能源完成 CNS 國家標準要求之 29.8kW 風力機型式測試及設計評估，及盛鴻興完成依據 CNS15176-2-1 標準之 3 kW 垂直軸風力機設計評估。
- 協助臺灣垂直軸公司進行垂直軸風力機開發與研發測試，及新高能源公司 25kW 垂直軸風力機型式測試。
- 協助佳運重機械公司之能源業界科專「新型 30kW 風力發電系統研發建置計畫」於台中港建置風能量測系統與能量。

3 離岸風力發電產業化技術推動成果

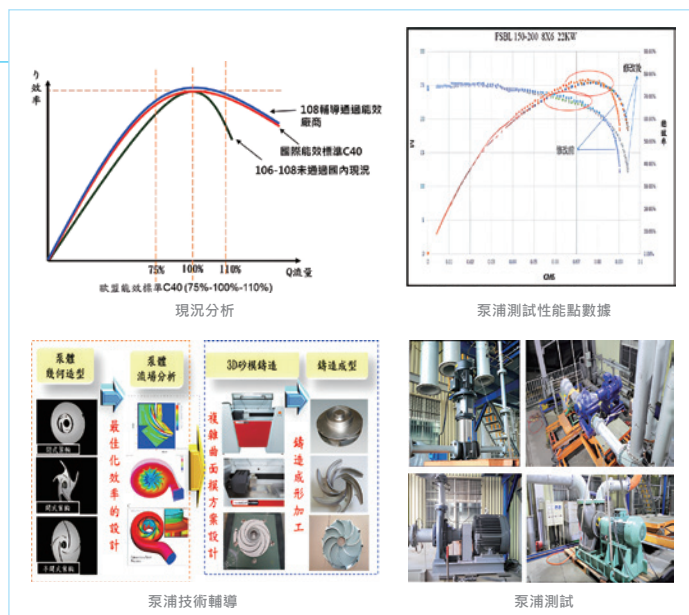
- 自 2018 年至 2024 年 12 月底累計建廠投資 894.32 億元，產值 1,069.91 億元，新增就業 4,606 人。
- 臺中港建構離岸風電製造業專區：永冠已累計生產 Vestas 底座 28 套、輪轂 59 套；SGRE 底座 2 套、輪轂 1 套。天力完成交付台電 35 支葉片。世紀樺欣完成台電二期 124 支基樁。陸續生產台電二期、海龍案所需小管徑組件。金豐已完成 243 支塔架（允能 40 支、沃旭 111 支、彰芳 / 西島 52 支、中能 31 支、台電 16 支）。
- 臺北港世紀風電水下基礎製造基地：已完成台電二期 24 座水下基礎。
- 透過技術輔導（5 案次）、人力支援（55 人次），協助供應鏈生產台電二期 / 海龍案水下基礎零組件。由 2023 年的 9.5MW 水下基礎，提升至 2024 年完成國內第 1 座「14MW 水下基礎」大組在地生產。整合南北供應鏈業者，促成「臺灣水下基礎產業聯盟」。
- 完成國內首座數位可視化數位銲接訓練場域（共 20 崗位）建置啟用。完訓 42 人次高階銲接技術訓練。通過檢定核發證書共 34 份，總取證率為 80.95%。



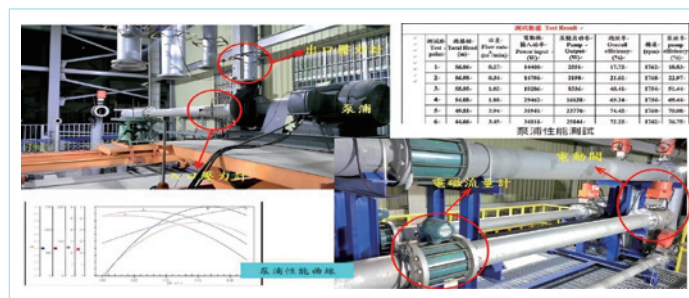
離岸風電產業聚落示意圖

4 高效率泵浦能效測試

- 全國唯一 ISO 9906 一級泵浦能效測試實驗室。
- 國內外泵浦產業指定第三方泵浦試驗平台。
- ISO 標準測試實驗室數據庫分析與測試平台輔導建置技術。



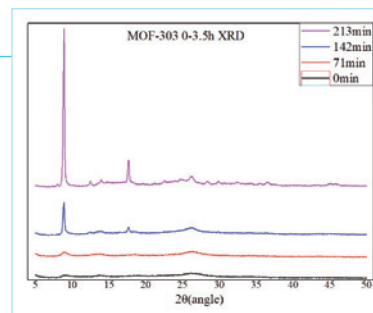
金屬中心泵浦實驗室服務能力



國際指標廠指定第三方泵浦試驗平台 - 泵浦能效測試實驗室

5 金屬有機框架材料試量產技術

MOF 合成反應技術 (50L) 旨在大規模製備高效碳捕捉材料，達成 CO_2 吸附量 $\geq 4.0 \text{ mmol/g}$ 及 90% 產率，突破傳統合成低效率與高成本瓶頸。技術整合 FTIR、PXRD 等監控手段，優化製程穩定性，適用於碳捕集模組、淨零建材及氣體分離領域，有助推動綠色能源產業化發展。

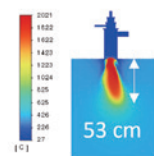


金屬有機框架 - XRD

6 混氫燃燒工業應用技術開發

- 解決工業燃燒製程中化石燃料高碳排放問題，並降低氫氣燃燒應用的風險，建立混氫燃燒工業應用技術體系。
- 自主開發 10 萬 kcal/hr、25% 混氫燃燒器，並結合志豪工業完成鍋爐整合，導入精密鑄造殼模脫蠟製程示範場域，符合蒸氣壓力與蒸氣流量等製程要求。
- 完成模組化防爆與洩漏偵測閥串櫃系統，符合 ISO 及 NFPA2 國際安全規範。
- 整合系統符合既有鍋爐效率要求與國內環保法規，NO_x 排放濃度低於 40ppm。

1. 完成 20 萬 kcal/hr，25% 可變混氫比例燃燒器開發，火焰長度 50±10cm，符合鍋爐要求。
2. 開發模組化分級燃燒噴注盤，NO_x 排放 40-60ppm，符合環保法規。

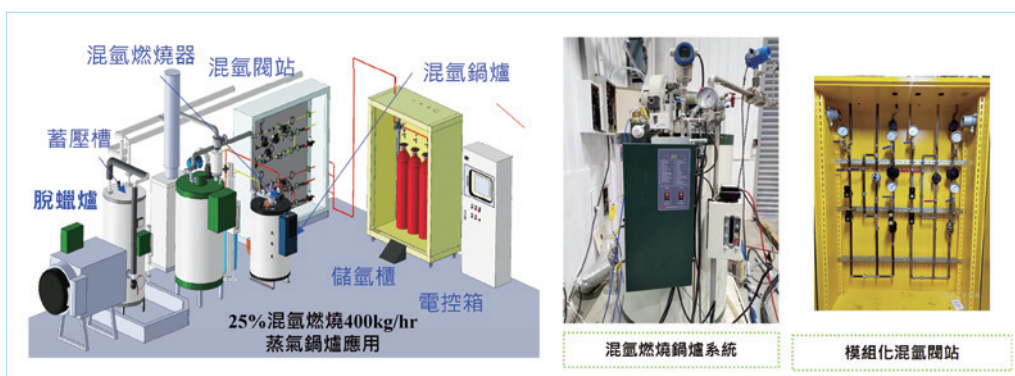


25%混氫燃燒焰型分析



鍋爐用25%混氫燃燒器

工業用 25% 混氫燃燒器



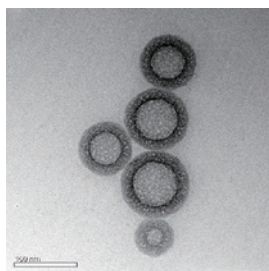
國內首座混氫燃燒鍋爐整合脫蠟製程應用 β site 場域

7 無機聚合物負碳技術

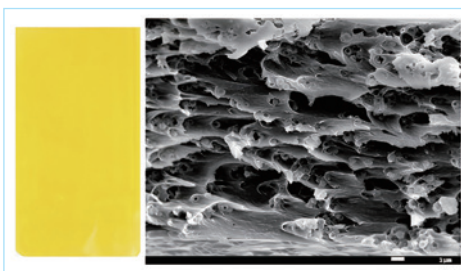
無機聚合物 (Geopolymer) 負碳技術研發旨在製備碳負建材，利用工業副產物 (如高爐礦渣、飛灰) 搭配 CO₂ 封存技術，減少水泥使用及碳排放。突破傳統建材高能耗製程，達成抗壓強度 ≥40 MPa 及 CO₂ 固化量 ≥7%。與威斯康辛大學及 Alitheic 公司合作，推動標準化與應用技術研發，適用於綠建築、道路基材及耐火材料，助力產業碳減排及國際技術鏈結。

8 高頻低介電高孔洞奈米材料技術

高頻低介電高孔洞奈米材料技術為提升 5G/6G 通訊元件性能，開發低介電損耗材料 (介電常數 ≤3.0，損耗 ≤0.002)。技術突破於利用溶膠-凝膠法製備中空奈米球，實現結構均勻性與高孔隙率，優化製程重現性。產品效益指標優於傳統材料，適用於高頻電路板、微波天線及低延遲通訊元件，助力通訊設備輕量化與效能提升。



低介電高孔洞奈米材料 TEM 圖

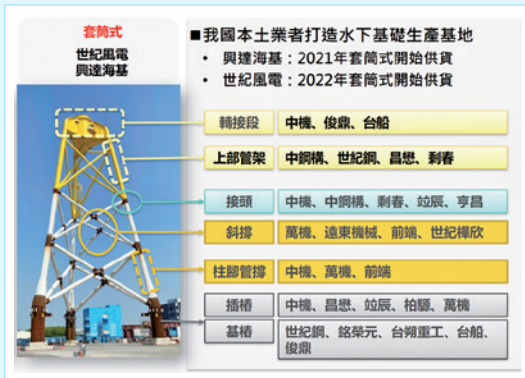


低介電高孔洞奈米微球 PI 複合薄膜

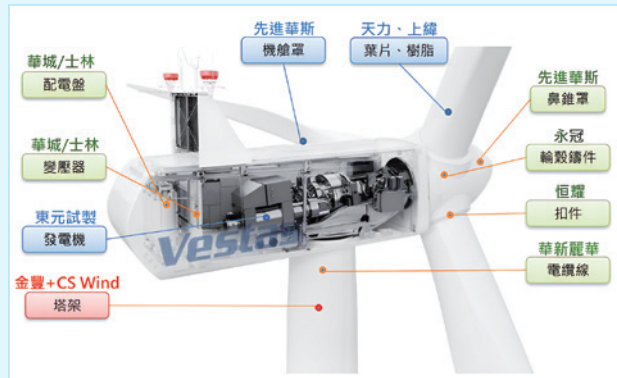
1 離岸風力發電產業化技術

深化國內產業生產技術能量，持續推動產業關聯方案項目審查與查核作業，搭建區塊開發產業關聯項目媒合平台，執行節能減碳技術輔導。2025 年的研發輔導重點包含：

- 針對風力機及水下基礎大型化相關產品規格，協助國內既有供應商及潛力廠商進行製造規劃作業，提升國內產業能量。
- 促進開發商與系統商建立在地生產基地，培養國內自主供應能量。培育合作對象，共同進軍國際市場。
- 針對水下基礎、風力機次系統 / 零組件相關產品開發，鑑定製程排放源及關鍵點，規劃改善輔導內容推動落實減量目標。



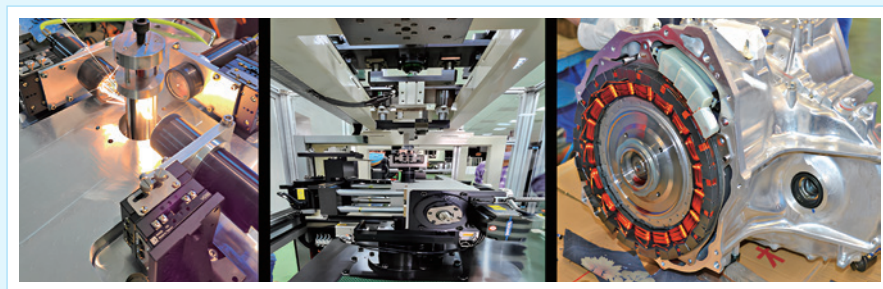
水下基礎次系統 / 零組件供應鏈廠商



風力機次系統 / 零組件供應鏈廠商

2 動力設備馬達繞線 AI 技術開發

- 因應碳中和議題持續升溫，動力設備之馬達的開發與推廣已被應用領域產業應列為重點發展目標。
- 馬達也朝體積更小、功能更強、運轉速度更快來發展。扁線因具有較高佔槽率，故扁平繞線定子（扁線馬達）繞線設備與製程技術將為重點發展。



馬達 AI 繞線設備開發技術

3 混氫燃燒工業應用技術開發

- 50% 混氫及純氫燃燒器研發：設計 20 萬 kcal/hr 燃燒器，達到 0-50% 混氫及純氫燃燒，實現穩定焰型控制與高效燃燒。
- 模組化火焰技術：透過分段氫噴注與高速噴嘴設計，確保燃燒器在高混氫比例下焰型穩定性。
- 純氫燃燒控制技術：優化火焰穩定性與燃燒效率，確保在國際規範 NOx 排放濃度 ($<150\text{ppm}$) 下運行。
- 燃燒器操作優化與燃燒系統管閥安全監測技術：建立工業爐混氫燃燒器操作優化分析技術，響應時間 ≤ 10 秒，並發展管閥洩漏安全偵測技術。

► 開發50%混氫及純氫燃燒加熱系統

建立50%混氫及純氫燃燒火焰設計技術及控制技術，提供高混氫燃燒器穩定功率輸出。

► 建立50%混氫及純氫燃燒測試模組

開發50%混氫及純氫燃燒系統供熱技術，滿足工業爐內加熱能力及均溫性，並符合環保法規。



混氫燃燒器研發及整合工業爐系統

依循國際規範提升混氫範圍達到**100%純氫**，搭配操作條件控制模組，進行工業爐火力控制及操作條件模擬。

變比例閥站
a) 變比例混氫
b) 變輸出功率

操作條件控制模組
1) 響應速度
2) 火力切換頻率

整合火焰艙測試
a) 燃燒焰型測試
b) 燃燒器溫度測試
c) 廢氣排放測試
d) 安全測試



混氫燃燒器與系統測試驗證

4 甲烷化催化劑合成技術

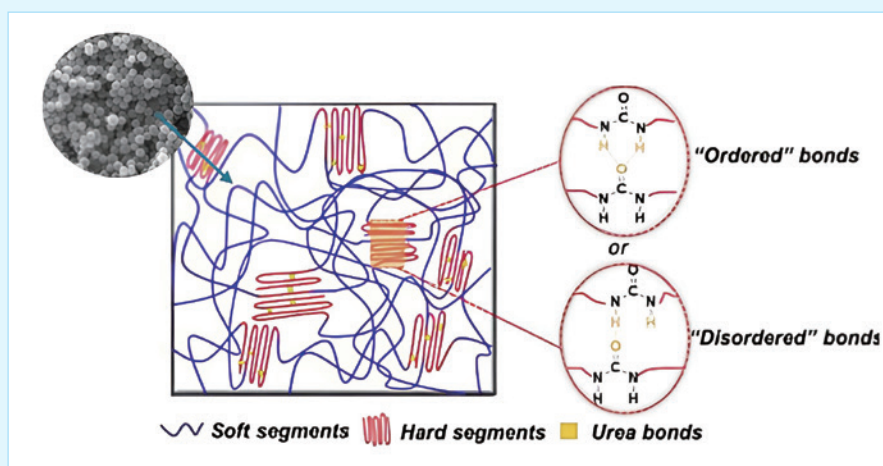
Ni-SiO₂ 殼核結構奈米催化劑甲烷化技術旨在高效轉化 CO 或 CO₂ 為甲烷，推動碳回收與能源再利用。技術突破在於殼核結構提升催化穩定性與選擇性，實現甲烷轉化率 $\geq 80\%$ 。相比傳統催化劑，具有節省能耗、耐高溫、高活性與低失活特性。產品效益涵蓋綠色能源、合成天然氣生產及工業碳回收，適用於能源、化工與碳中和產業，促進碳減量及資源循環利用。

5 永續航空燃料催化劑製備技術

永續航空燃料 (SAF) 技術旨在減少航空業碳排放，支持全球淨零目標。採用廢油脂、生質原料及 CO_2 轉化技術，突破傳統燃料製程高排放瓶頸，實現碳減量效益 (30% 以上)。產品能源密度與傳統航空燃料相當，兼具環保與性能效益。未來將針對費托合成中常用的催化劑包括鐵基、鈷基和錳基催化劑。鐵基催化劑具有較高的轉換效率 (60%-90%)，適用於低 H_2/CO 比的合成氣，但對硫和氧化物敏感等技術做開發研究。催化劑的選擇性、穩定性和耐用性 (抗毒化) 是評估其性能的關鍵指標。

6 聚脲抗氫腐蝕塗層製備技術

聚脲合成摻雜奈米 SiO_2 的抗氫腐蝕塗層技術，旨在提升金屬表面對氫滲透與腐蝕的防護能力。該技術融合高透明、高疏水、高耐候與抗腐蝕性能，具鹽霧測試 500 小時以上、UV 耐候 200 小時以上、低 WVTR 等級等優勢。突破性在於聚脲與奈米 SiO_2 均勻分散交聯，並滿足高穩定性與長效性需求，適用於輸氫管件及高壓設備內外壁，助力氫能源基礎設施耐久性與安全性提升。



聚脲摻雜奈米微球合成製備

電化學加工技術

在電化學加工技術研發中，高光澤電漿電解拋光配方製程感測處理模組，突破於針對金屬製品表面處理的難題，特別是在環保、材料及幾何特徵限制方面，以電漿電解拋光技術成功應用於牙科手機傳動齒輪零件，並發展出高光澤拋光配方及製程感測模組；並且融合了電漿與電化學表面處理技術，相較於傳統方法，展現出無污染、效率高、操作簡便且質量穩定的優勢。未來，該技術將持續拓展應用領域，並深化精細處理與製程更優化的研發方向。

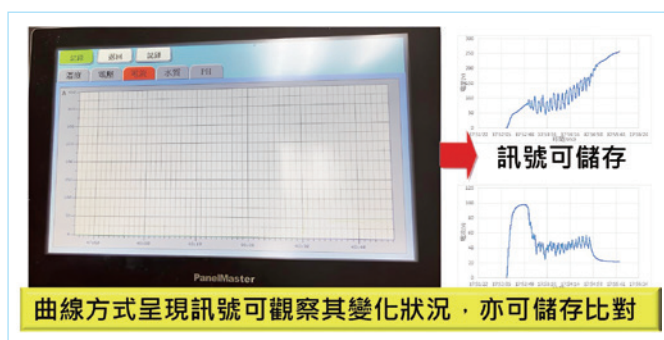
研發現況

1 高光澤電漿電解拋光配方製程感測處理模組

- 因應牙科手機零件機加工後，表面去毛邊與平滑化需求，提出高光澤電漿電解拋光配方之開發。同時為了視覺化觀察加工參數，提出製程感測處理模組之開發。
- 建立拋光配方其可於表面拋光，克服傳統機械拋光、電解拋光或化學方式拋光等之表面應力及粉塵產生和廢液處理問題。
- 建立之感測模組，隨時間點出參數值而繪出曲線，視覺上更容易感受參數的變化，並可儲存參數資料。
- 產品表面粗度下降率 85% 以上，可減低運轉磨耗與降低運轉噪音。
- 新技術未來亦可應用於精密機械，預估可減少 30% 以上的製程成本。



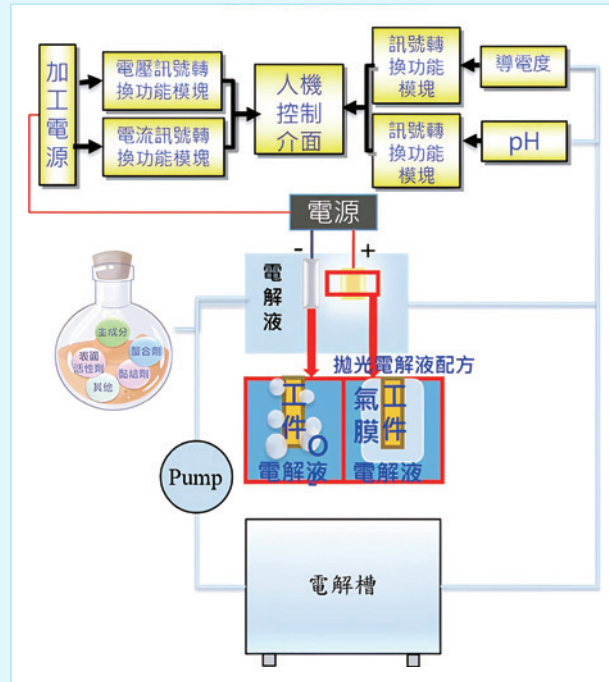
牙科手機零件拋光



製程感測視覺化示意圖

1 高耐蝕性之不銹鋼拋光技術

- 因應雷虎牙科洗牙器 Tip 為患者進行口腔清潔，必須有高耐蝕性的表面，延長產品的壽命與提升產品競爭力。
- 高耐蝕性配方拋光後表面鉻鐵比 ≥ 1.5 。
- 建置電漿電解拋光模組使電解液溫度控制維持在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。



電漿電解拋光模組

海洋科技產業技術

海洋科技產業研發多項技術，涵蓋合規無人飛機組裝技術、Skylotec ACX 電動上升機訓練、直升機水下逃生訓練、離岸風機水下結構腐蝕模擬技術等多項成果；為應對民航局 TTC 資通訊安全檢測規定，進行整機優化並成功通過檢測，協助國內業者導入無人機葉片巡檢與缺陷判讀技術，加速縮短作業時間，並開發模組化運維系統，結合生理與位置監測，已獲得離岸業主同意應用於風場運維。另外，隨著離岸風機技術的發展；未來，透過有限元素模擬設計水下結構並開發水下載具定位系統，將推動結構防護、海纜追蹤及異常診斷技術進一步發展，為未來海洋科技領域的創新應用鋪路。

研發現況

1 運維人員輔助系統

運為人員輔助系統結合智慧型手持、穿戴及眼鏡裝置，提供現場人員在運維工作上的檢修紀錄、安全監測及工作提示等智慧化運維輔助，透過自動化模式，減少 25% 以上的人力與時間成本，安全監測讓現場人員能準確量化評估自身狀態，避免安全意外發生，智慧化提示幫助工作者避免因不熟悉導致的非必要狀況。



風場運維人員輔助系統-運維工具箱會議模擬系統模組

事前模擬：新進技師在離岸工作出發前，可事先透過系統的工具箱會議模擬演練，熟悉運維工作，減少不熟悉導致的成本增加問題。

視覺化操作：現任運維工作小組透過本系統實現3D視覺化的工具箱會議，大幅減少傳統純語言溝通可能產生的誤會。



1 主畫面：於風機內部移動，與設備外部介面互動並遠程控制實體電箱。



2 副畫面：設備開啟後顯示內部資訊，使用工具進行內部電路檢測維修。

1 手機 App 表單系統

- 工程表單依日期分類，讓現場人員依照行程執行對應任務
- 工程進度即時統計分析，便於管理人員掌握當前執行狀況
- 電子化填寫，強制人員依規範操作檢修項目安全提升
- 含後臺派工、品質表單編修功能，可擴增人員定位與安全警訊



Android
iOS



2 智慧眼鏡系統

- 語音控制填寫表單，執行檢修時使用語音控制填寫紀錄
- 虛時疊合指引，操作流程視覺化



RealWear



J-Reality



語音
控制



運維人員輔助系統

2 虛實疊合多人連線指導系統

預先建立現場環境點雲地圖，透過地圖搭配載具進行環境影像分析，建立現實與虛擬物件疊合運算，載具透過環境影像分析在點雲地圖中的絕對位置，虛擬物件藉點雲地圖中的絕對位置轉為現實環境的相對位置，顯示於載具螢幕中。藉此，在低傳輸限制下仍可達到穩定通訊品質、提升工作效率。



虛實疊合多人連線指導系統

3 合規無人飛機組裝技術

符合民航局新 TTC 資通訊安全檢測規定，自製無紅色供應鏈之無人飛機進行優化並通過第三方檢測，將協助臺灣運維業者合法申請無人飛機葉片巡檢。

無人飛機離岸風場執行葉片巡檢任務，在優化性能與通過資安檢測後，讓巡檢作業更安全可靠，並符合15kg以下無人機民航法和資安通訊法令規定。

技術特點

- 360度防碰撞設計 - 優化巡檢安全性
- GPS雙頻及4軸8葉設計 - 優化定位穩定性
- 雙鏡頭設計 - 優化巡檢視覺性
- 通過第三方中階資安檢測 - 優化資訊安全性

葉片檢查

模擬情境示意圖
Simulation Scenario Diagram

無人機實體

MTIC

轉接段檢查

模擬情境示意圖
Simulation Scenario Diagram

離岸運維無人機

4 葉片缺陷 AI 辨識技術

開創無人飛機搭載攝影機，拍攝風機葉片表面高清圖像或影片進行 AI 影像分析技術，人工葉片巡檢 1 隻風機約 1 天，若採無人飛機葉片巡檢僅 20~30 分鐘，有效縮短時間達 4 倍。



葉片缺陷智慧標註

5 Skylotec ACX 電動上升機訓練

電動上升機是風機安裝及運維階段的重要器材，可彌補轉階段吊車無法正常運作的吊掛任務，也可在緊急時擔任人員擔架快速吊運的工作。



ActSafe 實機



ActSafe 上課情況

6 OPITO HUET 直升機水下逃生訓練

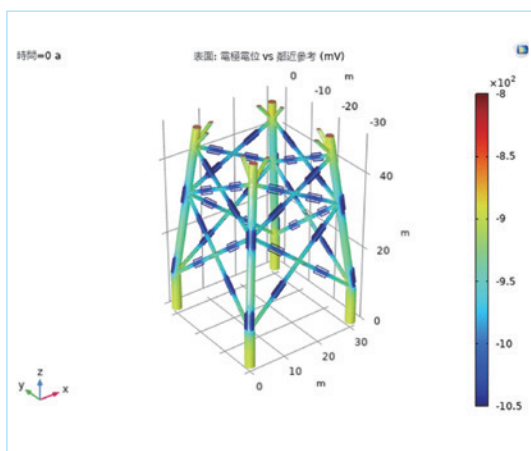
離岸風場在運維階段會使用直升機進行人員及器材運輸，可避免海象狀況不佳造成延誤的情況，也可讓風電技師在更安全的條件下前往風場完成任務。



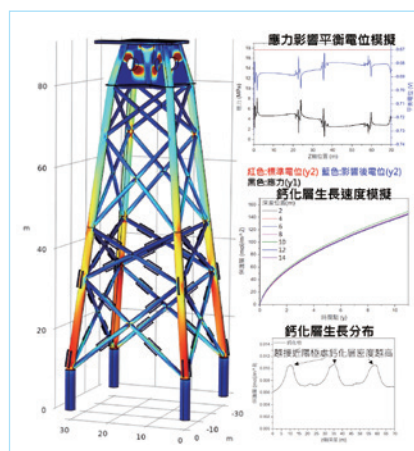
直升機水下逃生

7 離岸風機水下結構腐蝕模擬技術

- 為解決離岸風機水下結構防蝕設計，同時能提供年度防蝕系統電位健檢之比對依據，開發離岸風電水下結構腐蝕模擬技術，模擬鋼樁結構的腐蝕現象，提供運維業者與設計商的參照依據。
- 模擬系統可透過實際海洋環境參數導入，跟不同鋼樁設計結構模擬，經驗海洋大學試驗鋼樁證其防護電位準確率達到 97%，防護電流可達到 98%。
- 該水下鋼樁結構腐蝕模擬系統可搭配水下腐蝕數據監測模組或 ROV 水下防護電位量測結果，提供運維業者快速比對分析。

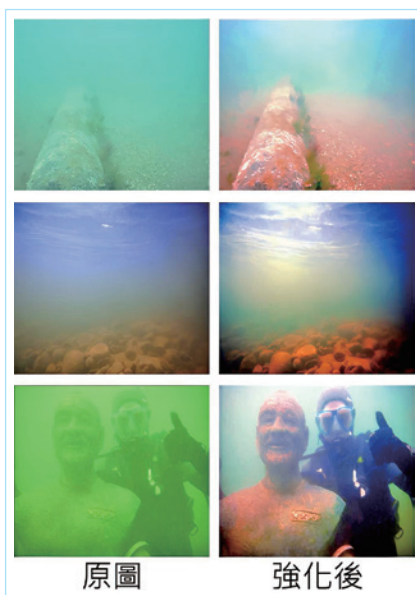


離岸風機水下鋼樁防護電位模擬



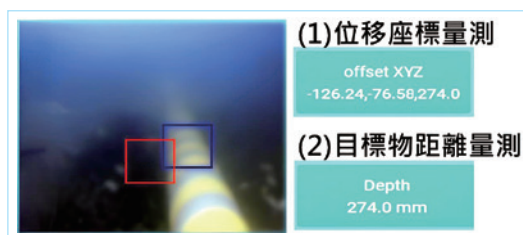
應力腐蝕模擬與鈣化層生長預測

8 影像強化與非固定特徵位移檢測技術



影像強化成果

- 解決傳統技術在水下環境中的應用限制，實現更高效的運維作業，建立非固定特徵影像位移檢測與影像強化技術，以提升水下作業載具的定位精度與作業效率。
- 採用非深度學習模型，透過去霧、色差與飽和度補償手段，使影像清晰度提升 40%~60%，每秒可處理 30 張連續影像，比間國外水下攝影機的 20 張 / 秒處理速度。
- 自訂框選目標物，並結合雙目視覺與慣性數據進行偏移量計算，實現實時校正定位。



非固定特徵物框選與座標位移辨識

1 船體上穩定起降與可持續運作之無人飛

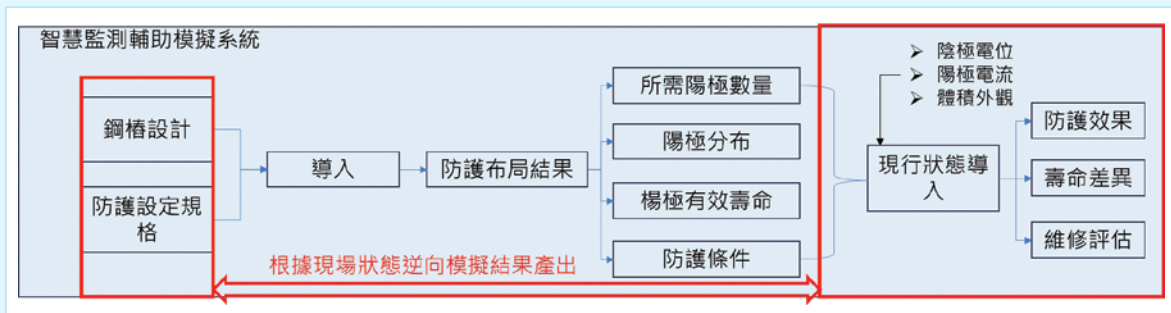
- 提供長時間直接供應電力給無人飛機機構，取代短時效的電池，整合抗浪飛行平台機構，提供離岸船體上穩定起降無人飛機機制。

2 無人飛機智慧起降辨識技術

以無人飛機機器人視覺訓練具方向智慧辨識之起降技術。

3 智慧監測輔助模擬技術

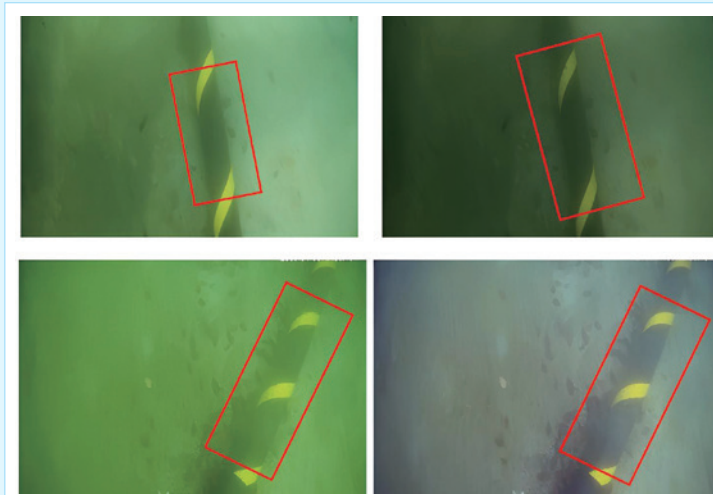
- 腐蝕環境因素差異與考量的全面性是影響模擬結果準確度的持續有效性之關鍵，但以現今的科技難以全面掌握各種影響腐蝕速率的因子，因此未來研究方向對於模擬系統將結合水下監測，開發智慧腐蝕監控管理平台，建構模擬結果進行逆向回推功能，使其能夠在不同時間點進行滾動修正與比對，進而使模擬結果可透過監測結果獲得誤差校正。
- 研究海生物附著影響陰極鋼樁腐蝕現象，在不同海域貝類、藻類生長種類與密度、海水深度關係建立數據庫，可應對不同海域生物附著速度從萌芽期、成長期、飽和期，在不同季節與生物競爭條件下，所生長的種類密度有所不同，在搭配模擬輔助下，未來可提供業者評估海生物去除的依據。



智慧監測輔助腐蝕模擬系統架構

4 電纜影像搜索技術

- 因應嚴苛的水下條件和動態作業需求進行拓展，聚焦於水下電纜等固定特徵物體的辨識，強化雙目視覺辨識系統與多感測器數據融合技術。
- 整合視覺、聲學及磁學，實現對目標物的高精度定位與即時偏移量校正，在動態水下作業場景中，需探索即時動態補償與姿態穩定控制技術，以減少洋流變化對影像穩定性的影響。



深度學習電纜影像辨識



多感測器酬載

航太製程技術

(無人機技術)

在航太製程技術方面，建立自主國產化遠距高資安數圖控與動態調節技術，其傳輸距離可達 30km，可分配的頻率為 900 MHz/2GHz/5GHz 三頻段數圖傳模組，具備單一頻率 / 雙頻及支援熱備援切換及酬載控制器自動調節。也同步開發三光雲台與自適應酬載系統應用介面技術，具備 X30 倍光學變焦能力與熱像分辨率 640*512@10Hz 取樣頻率。未來，將持續數圖控整合模組與一體化天線技術、人工智慧核心運算模組技術等整合開發，可串聯我國無人機零組件、模組、系統、與應用端業者，連結國內外學界與研究單位技術能量，建構無人機韌性供應鏈扣合軍民通用需求，以無人機技術優化及創新應用服務，搶攻國際市場。

研發現況

1 數圖控與動態調節技術

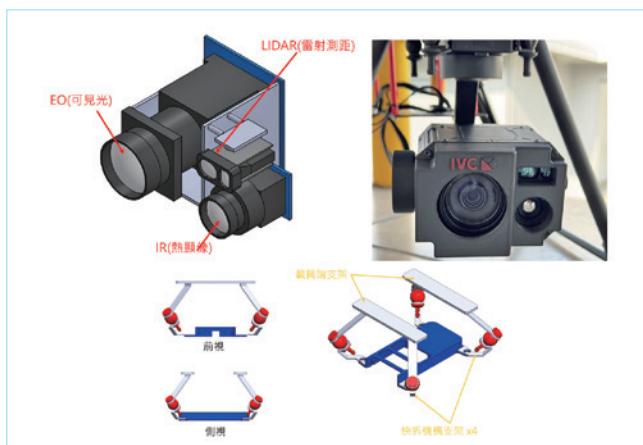
完成微型低功耗的通訊模組，具 900 MHz/2GHz/5GHz 三頻段數圖傳模組，系統工作模式為單一頻率、雙頻及支援熱備援切換，延遲時間 1 秒；而參數動態酬載控制器參數自動調節技術，包含響應速度 0.5 秒，抗晃能力 30 度，震盪次數 1 次，及系統可承受最大傾斜角度 <45 度要求。



三頻段數圖傳模組

2 三光雲台與自適應酬載系統應用介面技術

開發國產化三光雲台與自適應酬載系統應用介面，可應用於巡檢、運補與遠距偵查等需求，藉由分層物理性精密隔震雲台，具快速拆換與酬載減震功能，3 軸抖動量 X 軸 -0.011° / Y 軸 0.042° / Z 軸 -0.012°，達到 X30 倍光學變焦能力 / 熱像分辨率 640*512@10Hz 取樣頻率，支援 Mavlink 與 OSD 應用。



三光雲台與自適應酬載系統

1 數圖控整合模組與一體化天線技術

建立一體化天線之機構設計與開發，導入熱熔接著及嵌入複合材料工藝，透過將天線融合於機體中的不同材料進行開發。開發全域型天線場型設計整體包覆無死角功能，達到姿態改變也不會產生遮蔽現象，後續透過複材與天線系統進行整合達到異質通訊鏈路無死角與遠距等多項效益，相比傳統工藝製造的天線重量降低了 95% 以上，生產成本減少了 20%-25%，並且具備克服風阻與抗干擾等多項特性。

2 人工智慧核心運算模組技術

建構可見光、熱像儀與測距系統三光功能並導入 AI 核心運算模組，進行即時拍攝、即時運算的效能。該 AI 核心運算模組具備快速追焦、光學變焦、三光融合運算、智慧鎖定追蹤與物件判別功能，可降低飛行控制器核心運算負荷且可為獨立運行的產品，並大幅運用各種載體之需求。最大光圈值 F1.5-F3.4，高速熱像分辨率 640*480@30H 及焦距 9.1mm-18.2mm 取樣頻率多光系統。

3 高強度抗噪結構件技術

整合複合材料與淨零低耗能加工製程技術，發展高強度、輕量耐形變及抗噪之關鍵模組暨零組件，補足國內大型槳葉供應鏈缺口，同時建立遠端試作少量多樣零組件試作環境，提供國內業者進行零組件試作，加速國內產業投入航太級零組件產業鏈。





營運概況

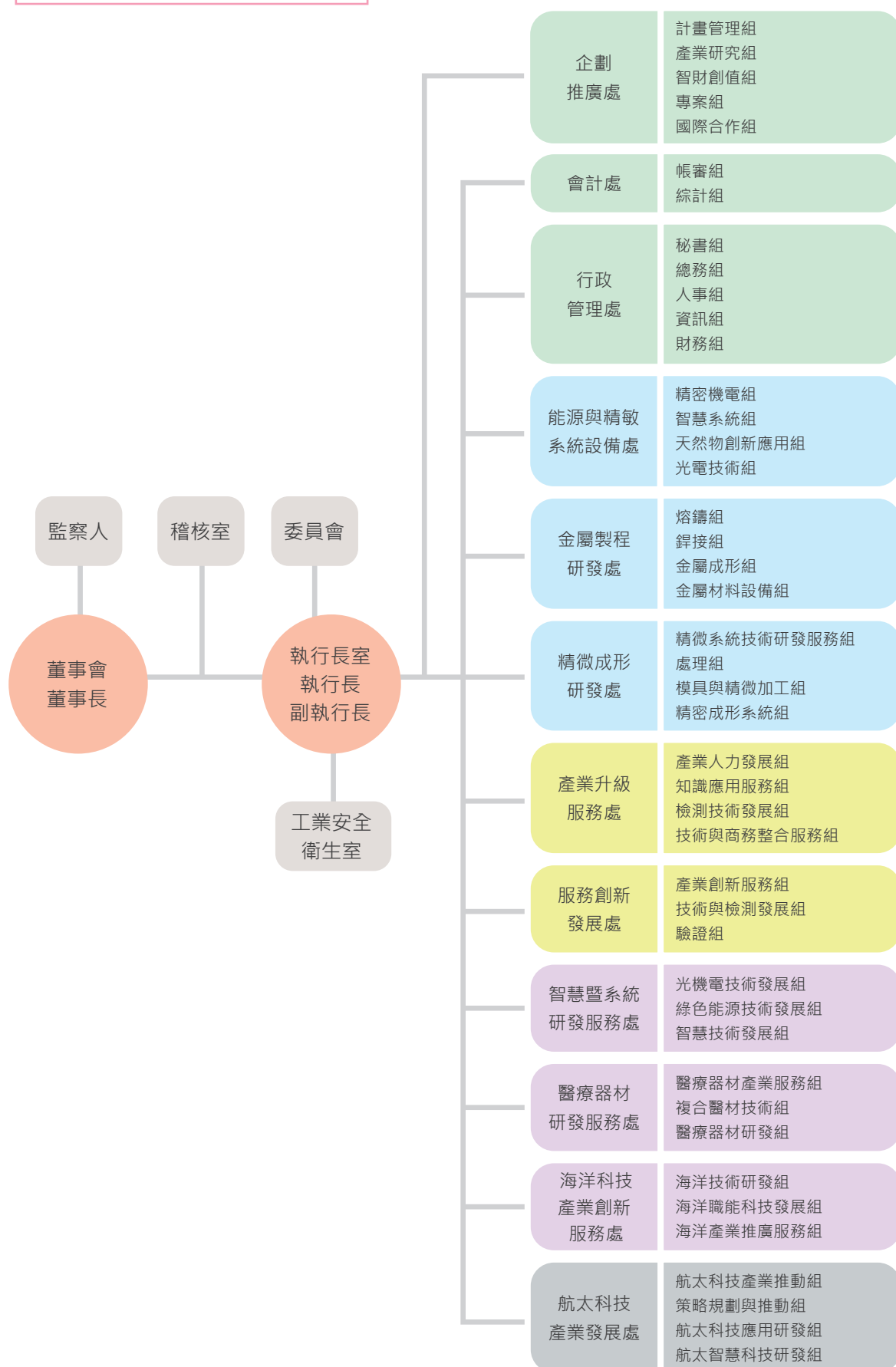
金屬中心的完善組織架構與精細分工機制，確保高效運作及整合各單位專業協作，透過產學研跨領域協作，精準解析產業發展需求，推動產業技術量能持續深化，並構築卓越的人才培育體系，成為連結產業與高端技術人才的重要橋梁。中心持續強化技術創新能量，推動前沿技術研究與高值化應用，並深度鏈結國際資源與產業生態圈，打造國內具韌性的技術體系與全球供應鏈優勢。

第 24 屆董事及監察人名冊

職別	姓名	任職機構及職稱
董事長	林仁益	金屬工業研究發展中心 董事長
常董	周崇斌	經濟部產業技術司 副司長
常董	王俊超	經濟部標準檢驗局檢驗行政組 組長
常董	李君禮	經濟部能源署 副署長
董事	陳瓊華	國家發展委員會產業發展處 副處長
董事	李佳瑾	經濟部中小及新創企業署 主任秘書
董事	馬萬鈞	漢翔航空工業公司 總經理
董事	王錫欽	華新麗華股份有限公司 副董事長
董事	黃正弘	台灣國際造船股份有限公司 董事長
董事	陳月端	高雄市立空中大學 校長
董事	楊慶煜	國立高雄科技大學 校長
董事	詹寶珠	國立成功大學電機工程學系 特聘教授
監察人	馮展華	國立中正大學機械工程學系 教授
監察人	陳雅琳	經濟部會計處 科長
監察人	楊志清	經濟部產業園區管理局 局長

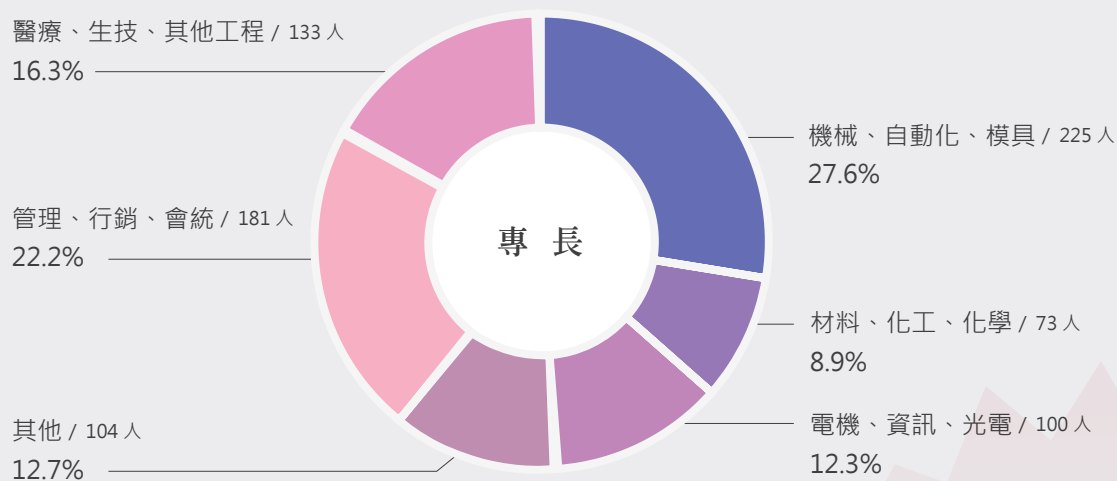
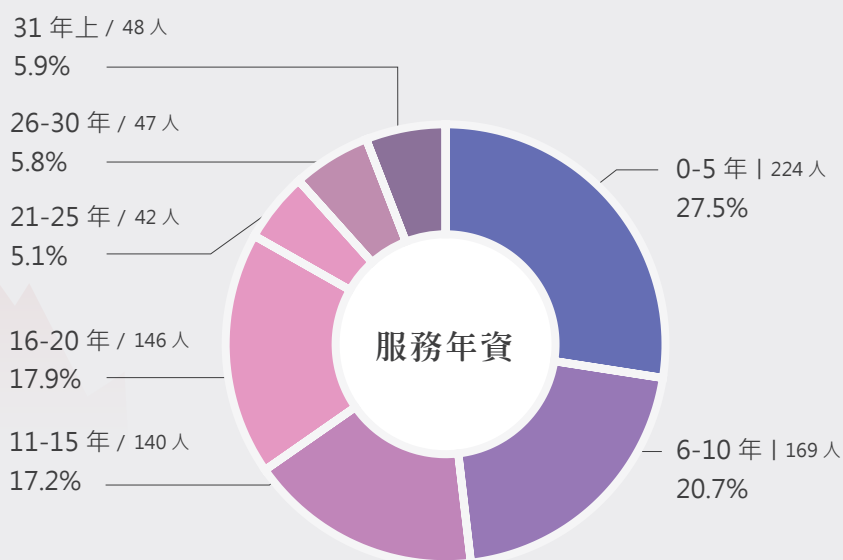
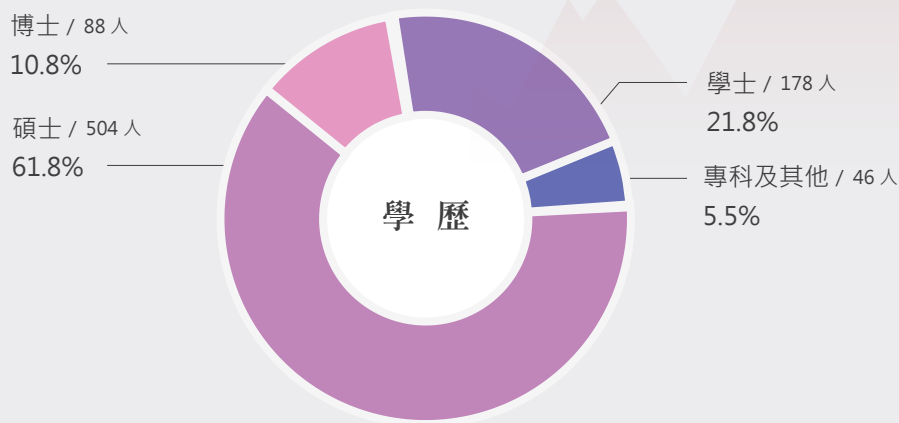
2025.04.21

組織系統圖



人力

員工人數：816 人 / 平均年齡：43 歲



專利獲證數與產業服務

統計日期 2024.01-2024.12



專利獲證數 | 119 件

國內 90 件
國外 29 件



技術服務 | 219 家次



技術移轉 | 162 家次

財務報表

收支餘絀表

單位：NTD

項目	本年度決算		上年度決算		比較增減	
	金額	%	金額	%	金額	%
業務收入	4,669,457,639	100.00	4,342,511,852	100.00	326,945,787	7.53
業務支出	4,495,633,538	96.28	4,174,737,091	96.14	320,896,447	7.69
業務賸餘	173,824,101	3.72	167,774,761	3.86	6,049,340	3.61
業務外賸餘	29,343,931	0.63	32,030,512	0.74	(2,686,581)	-8.39
稅前賸餘	203,168,032	4.35	199,805,273	4.60	3,362,759	1.68
所得稅費用	37,441,601	0.80	37,296,638	0.86	144,963	0.39
年度賸餘	165,726,431	3.55	162,508,635	3.74	3,217,796	1.98

資產負債表

單位：NTD

項目	本年度決算	%	項目	本年度決算	%
流動資產	2,252,615,816	74.94	流動負債	1,071,850,423	35.66
非流動資產	753,430,323	25.06	非流動負債	97,992,006	3.26
投資、長期應收款及準備金	115,604,829	3.84	負債合計	1,169,842,429	38.92
不動產、廠房及設備	537,468,556	17.88			
無形資產	89,002,478	2.96	淨值	1,836,203,710	61.08
其他資產	11,354,460	0.38			
資產總計	3,006,046,139	100.00	負債及淨值合計	3,006,046,139	100.00

獲膺榮耀

研發技術類

編號	項目	獎項
1	不銹鋼耐蝕暨表面硬化系統設備	2024 愛迪生獎銀牌領航獎
2	微型複雜管內鍍膜系統技術	2024 愛迪生獎銅牌
3	電極智慧化 3D 變曲率電化學加工系統	2024 愛迪生獎銅牌
4	用於工業爐之可持久高效節能燃燒系統	2024 R&D 100 Awards
5	精準穿刺電磁定位追蹤技術	2024 德國 RedDot 產品設計獎
6	智慧機器人與製造應用 AI 系統開發計畫 (4/4)	113 年度科專成果表揚獎 - 優良計畫獎
7	植物性飲品加工機具與製程精進研發計畫 (3/4)	113 年度科專成果表揚獎 - 優良計畫獎
8	復甦工業爐之熱交換效率的方法	臺灣創新技術博覽會 - 金牌獎
9	骨填補用組合物及 用於注射該骨填補用組合物的器械	臺灣創新技術博覽會 - 金牌獎
10	交錯光源取像系統	臺灣創新技術博覽會 - 銅牌獎

產學研互動

2/21 台日氫能應用開發合作簽約儀式

規劃推動氫能汽車儲氫零件，特別是閥門、氣瓶等以及檢測技術的研發。此意向書亦涵蓋相關技術的諮詢、研究、開發及培訓等領域的交流與合作，標誌著臺灣氫能產業邁向全球舞台的關鍵一步。

結盟對象 /

茂盛工業股份有限公司 (MOSA)
日本氫能測試研究中心 (HyTReC)

金屬中心代表 /

王俊傑 副執行長



5/27 研發符合產業應用 AI 模組

金屬中心與 AI HAYABUSA 攜手合作，共同研發符合產業應用的 AI 模組，助力臺灣產業在下一個競爭時代中掌握先機，為國家產業升級與轉型注入更強勁的動力。未來雙方將針對物件圖像分析、人工智慧演算法、機器學習、生成式 AI 技術進行合作，並研發製造業自動化產線之辨識、檢測、預測等演算法與相關應用模組技術，尤其關注製造業自動化的演算法與應用。

結盟對象 /

日本 AI HAYABUSA

金屬中心代表 /

林仁益 董事長
賴永祥 執行長



5/28 高效能馬達應用研發合作意向書簽約儀式

高效能馬達開發與商業化的合作計畫，初期鎖定工業節能馬達相關設備，未來再擴展至其它工業馬達應用領域。雙方攜手深度策略合作，共同進行高效能馬達系統相關產品的技術研發、生產製造及終端應用等合作事項。

結盟對象 /

馬達設計製造商尼得科
(Nidec)

金屬中心代表 /

賴永祥 執行長



8/26

推動氫能工業應用安全技術發展簽署合作備忘錄

在經濟部技術司指導下，與加拿大第一氫能輸儲產品研發製造與測試商 Powertech Labs Inc. 共同簽署合作備忘錄 (MOU)，為臺灣氫能輸儲應用提供關鍵的安全檢測技術，並以推動國內供應鏈的發展為目標，進行氫能輸儲應用相關產品研發之國際合作計畫，未來再擴展至其它氫能工業應用領域。

結盟對象 /

加拿大 Powertech Labs Inc.

金屬中心代表 /

賴永祥 執行長

9/13

微粒子噴拋與真空滲碳複合處理設備捐贈暨合作備忘錄簽署儀式

因應全球節能減碳趨勢，松立欣機器有限公司專注於精密粒子鏡面研磨拋光 (SMAP, Shot Machine A.one Polish) 技術的研發。此次攜手合作夥伴東洋研磨，共同捐贈「微粒子噴拋與真空滲碳複合處理設備」予金屬中心，並期待與金屬中心及法國 ECM 公司三方合作，推動精密粒子噴拋技術的應用。該技術可在熱處理前導入噴拋製程，有效提升滲碳擴散能力，顯著縮短滲碳熱處理時間，實現節能減碳效益。



結盟對象 /

東洋研磨材工業株式會社
松立欣機器有限公司

金屬中心代表 /

林仁益 董事長
賴永祥 執行長

10/21

推動再生能源專業領域技術發展簽署合作備忘錄

雙方將針對再生能源專業領域，包括儲能、氫能、海上光電及離岸浮式風電等技術進行深入交流，進一步推動臺灣在再生能源技術上的突破與應用。此次合作的重點包括：雙方將共同探討再生能源領域的最新技術發展，特別是儲能、氫能、海上光電及離岸浮式風電的應用；雙方將透過研析 DNV 國際標準規範，提供技術諮詢、研究和訓練規劃，以協助臺灣產業鏈掌握全球再生能源發展的趨勢與要求。



結盟對象 /

國際知名技術顧問及驗證機構
DNV AS TAIWAN BRANCH (簡稱 DNV)

金屬中心代表 /

賴永祥 執行長

10/23

法國 ECM Technologies 簽署國際合作備忘錄

針對熱處理節能技術為基礎，透過滲碳製程模擬，針對減速機薄形齒輪製程參數進行虛實整合驗證，並聚焦於 SMAP(Shot Machine A.one Polish) 技術的精密粒子介質開發。由金屬中心、法國 ECM 和松立欣的三方合作，共同分析和驗證精密粒子技術對於真空滲碳能力的提升效果。最終希望將此研發成果擴散至全球電動車、半導體領域等具節能效益之精密製造產業。

結盟對象 /

法國 ECM Technologies

金屬中心代表 /

賴永祥 執行長



11/05

推動 JIS 檢測及品質技術發展簽署合作備忘錄

針對日本檢測驗證與品質技術專業領域，包括標準認證流程、檢測計畫制定、驗證申請等技術進行深入交流，進一步推動臺灣扣件產品在國際驗證技術上的突破與應用。此次合作的重點包括：雙方將共同探討日本 JIS 認證最新驗證流程，透過研析日本國際標準規範，提供技術與檢測標準認證制度諮詢，協助國內扣件業者申請認證，以利拓展日本扣件市場。

結盟對象 /

金全益股份有限公司

金屬中心代表 /

林仁益 董事長



12/05

攜手推動 EMBP 治療處方技術國際化

在經濟部產業技術司的支持下，金屬中心展出「自主化 rTMS 重複經顱磁刺激治療系統」，針對重度憂鬱症患者容易共同誘發躁鬱症的問題提出解決方案，創新探頭設計與可調變脈衝主機系統創新技術，可同步刺激多個腦部區域，滿足臨床同時治療多個精神疾病的治療趨勢，縮短 70% 治療時間，提升整體治療效率。

結盟對象 /

國衛院

美國 NoetherTech 公司

金屬中心代表 /

賴永祥 執行長

12/16

國家儲能系統檢測中心開幕暨啟用典禮

由經濟部標準檢驗局規劃指導，金屬中心於苗栗銅鑼科學園區建置「國家儲能系統檢測中心」，於 12 月 16 日舉行開幕暨啟用典禮，由經濟部標準檢驗局謝翰璋副局長、苗栗縣邱俐俐副縣長、金屬中心林仁益董事長等多位貴賓齊聚一堂共同參與。「國家儲能系統檢測中心」啟用後，將成為國內最大儲能系統安全檢測試驗室，已完成防火、燃燒、震動及環境等試驗室建置，擁有最完整檢測項目，並具備 360 kW/360 kWh 儲能系統安全試驗能量，堪稱全球頂級規模的儲能系統安全檢測試驗室。



國際合作

國別	單位	計畫名稱
德國	弗勞恩霍夫協會	適應性自走機器人大型結構銲接技術國際合作推動計畫 (2/2)
加拿大	加拿大國家研究院	液化廢棄生質料源提高電化學甲烷產氣技術國際合作推動計畫 (2/2)
加拿大	英屬哥倫比亞大學	氫能應用薄金屬雙極板之高階製造技術國際合作開發推動計畫 (2/2)
德國	SKYLOTEC	離岸風場高階檢查與維護技術合作與市場開發計畫
丹麥	西門子歌美颯	
日本	Nippon Survival Training Center	
韓國	海事人員培訓中心	
菲律賓	Subnet	離岸風場運維技術創新技術 (智慧化水下無人載具、專業人員操作技術) 國際合作開發計畫
挪威	AKVA Group Sperre ROV Technology	
	SINTEF	
英國	Offshore Wind Innovation Hub	
馬來西亞	雙威大學	水熱液化用於生質能源加速發酵反應前處理技術
	國家能源大學 Malaysian Palm Oil Board Official Portal, MPOB	

技術服務窗口

項 目	聯 絡 人	電 話	傳 真
總窗口	李道林	07-351-3121~2360	07-352-8283
精密機電系統整合技術	林佳賓	07-351-3121~2620	07-353-3982
智慧系統技術	蔡明岳	07-351-3121~2650	07-354-0280
天然物創新應用技術	連培榮	07-351-3121~2630	07-353-9411
光電技術	葉昌鑫	07-695-5510~310	07-695-5512
鑄造技術	郭信宏	07-351-3121~2530	07-355-0961
金屬成形技術	張智銘	07-351-3121~2541	07-353-7530
銲接技術	汪立德	07-351-3121~2510	07-353-3382
金屬材料設備技術	黃聰文	07-351-3121~2450	07-353-1708
產業創新服務	陳伊誠	02-2701-3181~320	02-2325-9806
驗證組	鄭榮燦	02-2701-3181~600	02-2702-9703
金屬產業研究	薛乃綺	07-351-3121~2330	07-353-3978
專利諮詢	魏燕伶	07-351-3121~2392	07-353-4062
海洋職能科技發展	陳碩彥	07-698-8899~7318	07-698-8845
海洋產能推廣服務	余雅蕙	07-698-8899~7102	07-698-8845
海洋技術研發	黃怡慧	07-698-8899~7244	07-698-8845
人才發展、培訓	龔傳智	07-3513121~2440	07-352-0110
ISO 系列制度輔導或產業服務等	胡國信	07-3513121~2410	07-352-7246
金屬檢測技術	高雄 / 陳嘉昌	07-351-3121~2930	07-353-3581
技術與商務整合服務	林原誌	07-351-7167~6235	07-351-3061
電化學加工、精密沖鍛設備開發技術、流體控制技術	姚志宏	04-2350-2169~328	04-2350-1174
綠色能源技術發展	吳文傑	04-2350-2169~8300	04-2359-5935
航太智慧科技研發	楊光勳	07-351-7161~6258	07-351-2981
航太科技應用研發	鄭伊芬	07-351-7161~6666	07-351-2681
策略規劃與推動	呂育廷	07-351-7161~6031	07-351-2681
航太科技產業推動	林承寬	02-2755-6157~25	02-27546157
沖壓與精密成形技術	許富銓	07-351-3121~3510	07-351-1507
模具與精微加工技術	詹家銘	07-351-3121~3530	07-353-3307
處理製程與設備	黃家宏	07-351-3121~3564	07-352-2170
精微系統技術研發服務	陳韋仁	07-351-7161~6336	07-353-7264
醫療器材研發	黃炳峰	07-695-5298~225	07-695-5249
複合醫材技術	曾俊傑	07-695-5298~241	07-695-5247
醫療器材產業服務	陳怡臻	07-695-5298~205	07-695-5627
工業合作小組	賴騰誼	02-2754-0266~126	02-2754-0155

中心據點



1

臺北

服務創新發展處

產品驗證、產業創新服務系統輔導

臺北市信義路三段 162-24 號 6F

TEL : 02-27013181 FAX : 02-27066785

企劃推廣處專案組

政府專案推動、產學研平台

臺北市中正區重慶南路二段 51 號 2 樓

TEL : 02-23918755 FAX : 02-23914822

2

桃園

服務創新發展處

闊類製品國際檢測服務中心

桃園縣龍潭鄉高平村十股寮

(青山院區第 843 館)

TEL : 03-4716753 FAX : 03-4716754

3

臺中

智慧暨系統研發服務處

光機電檢測驗證、智慧系統技術開發

臺中市西屯區工業區 37 路 25 號

TEL : 04-23502169 FAX : 04-23502127

4

嘉義

能源與精微系統設備處

(經濟部嘉義產業創新研發中心)

高值化生技食品與化妝品保養技術研發

嘉義市博愛路二段 569 號

TEL : 05-2919925

5

臺南

金屬科技研究中心

學研合作平台

臺南市東區大學路 1 號

成功大學自強校區 科技大樓 2 樓

TEL : 06-2347256 FAX : 06-2384946

中小型風力發電機測試平台 (七股)

臺南市七股區鹽埕里 66 號

TEL : 06-7801259

6 高雄

高雄總部

金屬二次加工製程、精密機電、自動化等技術研發、
 檢測驗證、管理技術、市場研究、人才培訓
 高雄市楠梓區高楠公路 1001 號
 TEL：07-3513121；07-3535161(代表號)
 FAX：07-3521528

醫療器材研發服務處

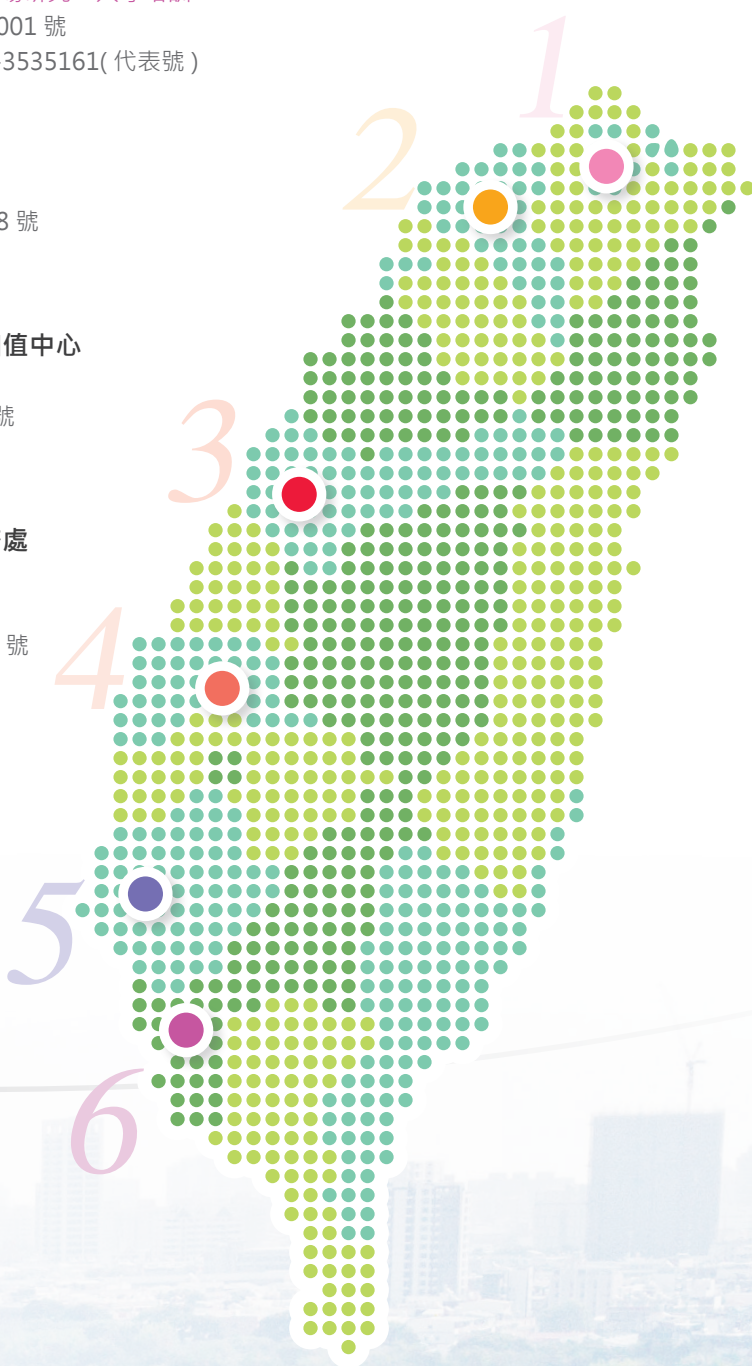
醫療器材及照護輔具
 高雄市路竹區路科五路 88 號
 TEL：07-6955298
 FAX：07-6955246

經濟部傳統產業創新加值中心

航太科技研發及產業推動
 高雄市楠梓區朝仁路 55 號
 TEL：07-3517161
 FAX：07-3512681

海洋科技產業創新服務處

離岸風電人才培訓及
 海洋科技技術研發
 高雄市茄萣區正大路 500 號
 TEL：07-6988899
 FAX：07-6988845



113 年報

財團法人
金屬工業研究
發展中心

MIRDC



發行人 林仁益

總策劃 賴永祥

編輯委員 蘇志強、陳怡芬、劉采純

編輯團隊 尤崇智、古柏元、申凱如、江淑幼、汪立德、
沈峰吉、林志浩、林宜蓁、林恒育、林彥甫、
花瑞銘、邱昭紋、姚志宏、施景祥、胡國信、
江俊霖、馬哲民、唐紹文、商奕杰、張智銘、
梁塘偉、郭信宏、陳兆鈞、陳怡臻、陳宥榛、
陳嘉昌、林怡如、陳怡潔、蔡孟君、黃炳峰、
黃家宏、黃聰文、葉昌鑫、劉軒誠、蔡孟錫、
鄭榮燦、謝松良、顏維成

(依姓氏筆劃順序排列)

中文校對 陳怡芬、劉采純

英文校對 馬偉菁、林奕辰、陳怡芬、劉采純

出版 財團法人金屬工業研究發展中心

地址：811 高雄市楠梓區高楠公路 1001 號

TEL：07-3513121

FAX：07-3521528

<https://www.mirdc.org.tw/>

企劃設計 象田廣告行銷事業有限公司

中華民國 114 年 6 月出版



財團法人金屬工業研究發展中心

