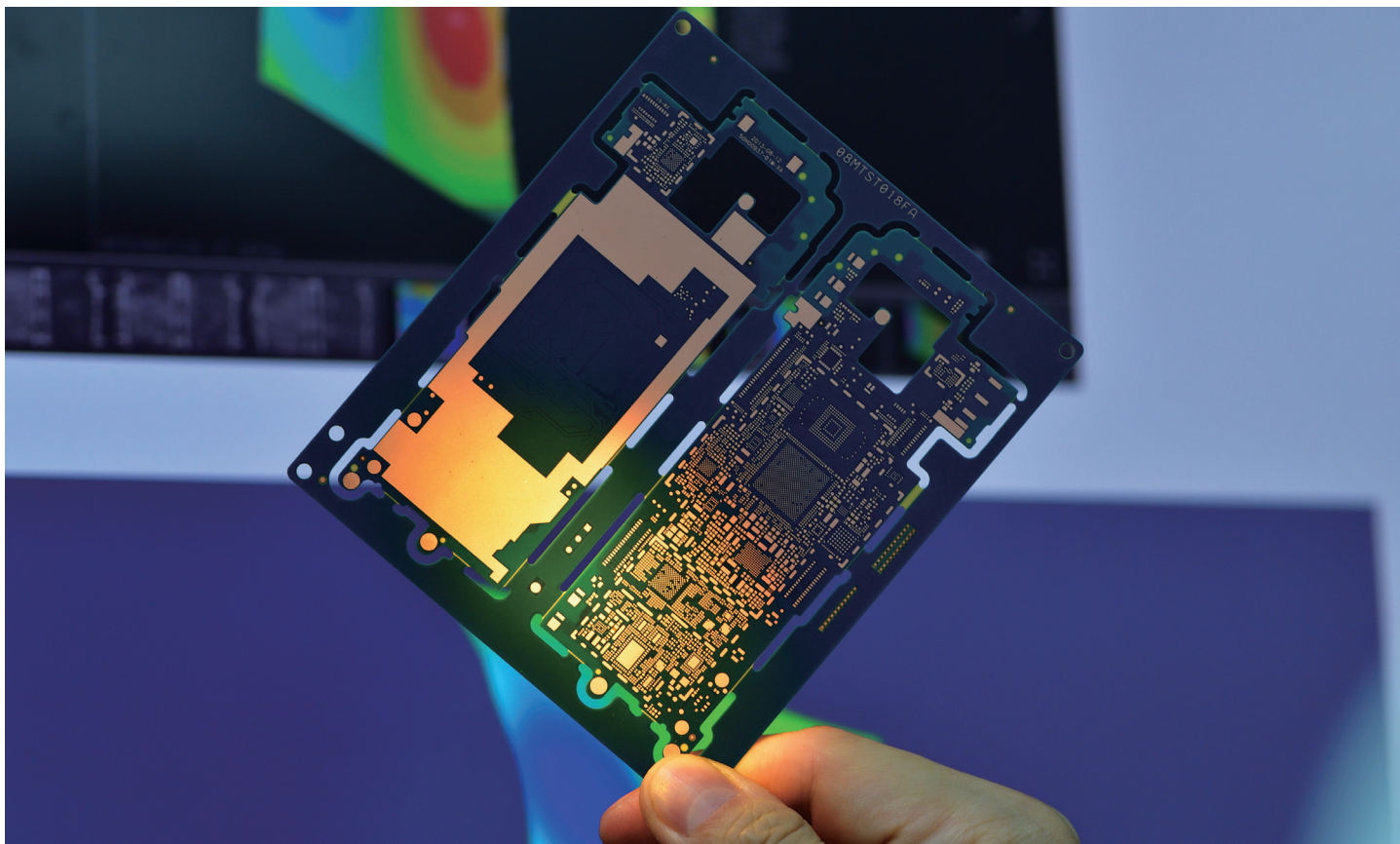




## 三大技術助智慧製造再升級

# 電路板產業智慧製造服務應用平台

作為全球電路板（PCB）的龍頭，臺灣PCB產值已突破兆元。即使擁有完整的上中下游產業鏈，但PCB產業仍面臨勞動人口老化、缺經驗與檢測品質的挑戰。榮獲工研院產業化貢獻獎金牌的「電路板產業智慧製造服務應用平台」，透過三大關鍵技術加值，協助產業數位升級，助攻PCB產值邁向下一個兆元。



榮獲工研院產業化貢獻獎金牌的「電路板產業智慧製造服務應用平台」，透過三大關鍵技術加值，協助產業數位升級，助攻PCB產值邁向下一個兆元。

撰文／陳怡如

所有電子產品必備的基底板材「印刷電路板」（PCB），堪稱電子產品之母。臺灣PCB產業已發展超過40年，在去年正式邁入「兆元產業」，產值達1.04兆元，更連續10年搶下全

球龍頭寶座，市占率達31.4%，在臺灣是僅次於半導體及顯示器的第三大產業。

在輝煌成果背後，挑戰卻悄然而至。工研院機械與機電系統研究所組長王裕銘直指，「臺灣



團隊以SECS/GEM為基礎，依照PCB產業需求，重新定義格式並制定訊息封包結構，與台灣電路板協會（TPCA）合作制定全球第一個專屬PCB產業的國際通訊協定。

電路板產業正面臨缺有經驗人力，以及檢測品質不均的問題。」根據統計，高達95%的臺灣電路板製造商聘請外勞抄表、操作設備，凸顯人力不足的急迫性。且電路板產線長，有多達2、30道製程，許多設備操作和參數調整，都須仰賴有經驗的員工。

此外，現有生產和檢測人力的比例約為1：2到1：4，也就是說一個生產人力要配合2到4個檢測人力。目前業界都以人力檢測，判讀品質因人而異，誤判率也會隨著工時增加、人眼疲憊而升高，影響生產效率及企業商譽。

為了解決產業迫切的挑戰，工研院早在4、5年前，便開始打造「電路板產業智慧製造服務應用平台」，以三大核心技術，協助產業朝先進技術、智慧製造升級。

### 領先國際 建構專屬通訊協定

邁入智慧製造的第一步，首先要建立產業專用的「PCBECI通訊協定」。工研院機械所副所長周大鑫表示，過去PCB的設備和工廠缺乏統一的通訊協定，就像沒有共通語言，設備聯網時資料格式不一，也無法統整傳輸，一直是產業智慧化的瓶頸。

目前國際上最成熟的通訊標準，是半導體業行之有年的SECS/GEM通訊協定。團隊以SECS

/GEM為基礎，依照PCB產業需求，重新定義格式並制定訊息封包結構，與台灣電路板協會（TPCA）合作制定全球第一個專屬PCB產業的國際通訊協定，包含機台時間設定、事件回報、機台常數資料、遠端控制命令、終端訊息傳送等。在設備聯網時，達到資訊及生產履歷可視化，無須人力抄表。除通訊協定外，工研院也領先全球開發驅動程式，安裝後就能連結通訊，協助產業快速導入，估計縮短30%的安裝時程，降低20%的維護費用和40%的整體成本。

「能夠成為全球第一個推動PCB通訊協定的最大原因是，臺灣PCB產業夠團結！」周大鑫說。PCB產業很早就已看到半導體產業制定標準後帶來的效益，加上臺灣又執PCB產業牛耳，TPCA很早就透過產業白皮書來推動智慧製造，因此在2016年，工研院和TPCA攜手，成立「PCBECI制定小組」，也希望這個標準能適用於全球PCB產業，隔年再跟國際半導體協會（SEMI）提案，經過3次全球投票，終於在2019年9月通過。

### 肇因分析更聰明 AI檢測更好用

第二項關鍵技術是「整合式肇因分析模組技術」。透過整合式分析，當產品發生瑕疵時，可回推在生產過程中，造成良率下降或瑕疵的關鍵因子，提供校正建議，或是讓設備自主修正，降



低對資深人力的依賴。

「傳統的肇因分析，多僅用單一模型，但是每一種模型都有其條件限制，恐讓判讀失準，」王裕銘表示，這項技術最大的特色是，同時採用多個模型分析，得出每項關鍵因子的排序和占比，讓操作人員在第一時間就能掌握調整的優先順序。

第三項關鍵技術是「AI影像重繪缺陷分類技術」。將自動光學檢測（AOI）系統拍出來的高畫質影像，經AI重繪、濾掉雜質後，直接跟原始設計圖做比對，能更快判斷缺陷，解決人眼判讀品質不均的問題。王裕銘指出，過去要判讀某種缺陷需要千百張、甚至是數萬張的資料去訓練AI模型，才能確保準確度，該技術用影像融合方式，所需資料數量可降低40%，準確率仍可達到98%。

### 建立平台 發揮整合優勢

周大鑫表示，過去PCB產業導入智慧製造的意願不高，主要在於電路板產業毛利相對半導體

業低，投資傾向保守；其次也因為電路板生產流程長，來回修正時，用人力銜接更快。但如今少子化問題嚴重，自動化是必然的路。

「為了提高廠商導入意願，在成本控制上就要更精準，優先選擇廠商最大痛點，讓效益更快浮現，才會擴大導入。」周大鑫補充，在軟體操作上，使用方式及介面也要更友善，尤其中小企業普遍缺乏IT能量，以建構平台方式，讓廠商能快速得到軟體支援。

不過這個跨領域整合的平台，初期也面臨不少難題。周大鑫透露，為了整合PCB製程、材料、設備、資通訊的人才，「讓大家用共同的語言，的確花了很多時間。」但這個技術最大的優勢也在於「整合」，「我們提供的方案不只是解決某一特定問題，而是建立一個平台，讓不同產業的需求都可以整合輸入，更加全面！」

### 促成臺灣第一條跨供應鏈的軟板智造產線

完整的平台技術，就像為產業打了強心針，創造亮眼的產業化成效。在制定產業通訊



將自動光學檢測（AOI）系統拍出來的高畫質影像，經AI重繪、濾掉雜質後，直接跟原始設計圖做比對，能更快判斷缺陷，解決人眼判讀品質不均的問題。

協定上，不僅領先國際，也跟TPCA合作促成「PCBECI設備聯網示範團隊」，成功導入聯策等15家設備廠，與嘉聯益等4家製造商，累計應用套數超過1萬套；而電路板產業的設備資訊串聯比例，也由2017年的23.5%，大幅躍升至2019年的48.3%。

該平台還促成兩大研發聯盟，首先是臺灣第一條跨供應鏈的先進軟板智造產線。以垂直產業供應鏈的概念，促成國內軟板大廠與上游材料廠、系統整合商成立研發聯盟，透過設備聯網，讓生產品質資訊跨廠區交流、校正策略分析及缺陷修補。

最終高階軟板良率從70%提升至90%以上，出貨速度則從5天縮短至0.5天。相較傳統生產流程，至少可降低40%的成本，提高企業獲利能力30%，並帶動每年約10億元的投資，與31億元的高階軟板產值。

### 催化國際級數位智造中心誕生

另一研發聯盟則是促成電路板打樣廠，與設備廠攜手合作。過去國外大廠下單時，會先由廠商打樣，確定設計出來的電路板符合規格再生產，產業特性屬於少量多樣。透過設備智慧化、生產資訊肇因分析、智慧排程等技術，讓打樣廠的交期準確率從50%提升至80%，進而讓打樣業者成為「國際級數位智造中心」，協助多家國際大廠試製，也帶動國產設備廠的設備智慧升級。

王裕銘指出，這兩大聯盟的意義不僅在於讓技術落地，更產生示範效果。他透露，許多廠商看到良率、交貨速度、成本節省都大幅躍進後，紛紛表達合作意願，目前已陸續有載板廠、半導體封測廠、電路板廠前來接洽。

### 突破日韓壟斷 切入國際供應鏈

這個平台不僅已帶動國內超過15家電路板設備廠數位升級，更讓臺廠切入國際供應鏈。傳統印刷設備廠妙印精機，導入PCBECI通訊標準



平台以垂直產業供應鏈的概念，促成國內軟板大廠與上游材料廠、系統整合商成立研發聯盟，透過設備聯網，讓生產品質資訊跨廠區交流、校正策略分析及缺陷修補。

和設備數位升級，不良品發生排除時間縮短6成以上，同時生產成本也降低超過6成、良率增至96%。為此，妙印更建立智慧製造新創技術部，帶動公司由傳統設備商升級為系統整合廠。

由於生產品質更好、成本更低，讓妙印成功在2020年取得泰國第二大電路板廠商的訂單，突破長期被日本及韓國大廠壟斷的困境，搶占新南向市場。未來其他廠商也有機會透過數位升級拿下國際大單。

事實上，除電路板產業外，三大核心技術中，「整合式肇因分析模組技術」與「AI影像重繪缺陷分類技術」也已實際導入半導體、光學和天線產業，帶動更多產業數位升級，進而扶植臺灣智慧機械產業聚落。

「未來這個平台還會更精進，」王裕銘說，首先，肇因分析目前是生產完了再做回饋，未來希望在生產前就能預測到可能發生的瑕疵；其次，是希望達到設備與設備間的橫向溝通、分析、校正，進一步提升良率。智慧製造是產業趨勢，在疫後5G、電動車、智慧終端產品需求大增之際，電路板產業產值可望持續增溫，有工研院紮實的技術力做後盾，產業將更具產業韌性與競爭籌碼，持續穩坐全球龍頭寶座。