



Taiwan Electromagnetic
Industry-Academia Consortium Newsletter

臺灣電磁產學聯盟通訊



聯盟業界成員



GARMIN



MEDIATEK



合揚科技股份有限公司
MICROELECTRONICS TECHNOLOGY INC.



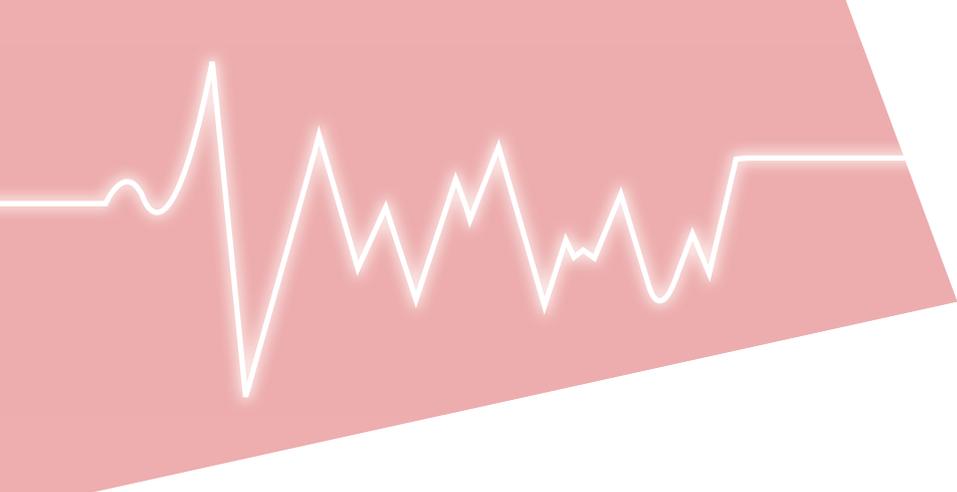
Quanta Computer



國家中山科學研究院
NCSIST NATIONAL CHUNG-SHAN INSTITUTE
OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Unimicron
欣興電子

2	主編的話	
	演講報導	
3	傑出講座 — 高速傳輸介面電子構裝的趨勢及挑戰	龍華科技大學 陳逸謙副校長
5	邀請演講 — 5G ORAN RU Technology	台揚科技股份有限公司 凌閣博士
	電磁園地	
8	電資學院未來願景	台大電資學院院長 吳宗霖
11	Garmin 創辦人高民環捐贈 2000 萬美金助台大留才攬才提升國際學術聲望	台大電機系
	活動報導	
13	2024 年台灣電磁產學聯盟第二次研發半年報	
	國際研討會連線報導	
19	歐洲電磁相容國際研討會 (EMC Europe 2024)	
24	2024 歐洲微波週 (2024 EuMW) 2024 The European Microwave Week	
	企業參訪	
28	電磁產學聯盟企業參訪活動 — 明泰科技股份有限公司	
	人物專訪	
31	創威訊共同創辦人 李中旺：網通老兵的毫米波探險	
	企業徵才	
35	奇景光電	
36	欣興電子	
37	華碩 ASUS	
38	耀登集團	
39	台揚科技	
	動態報導—最新活動 & 消息	
40	《最新活動、儀器設備借用優惠方案》	
	《聯盟會員專區》	



主編的話

為促進科技發展與創新，聯盟每年持續推出由學界會員針對企業會員服務的傑出講座（Distinguished Lectures）系列，並特推選陽明交通大學紀佩綾教授以及龍華科技大學陳逸謙教授榮任 2024 年度台灣電磁產學聯盟傑出講座講師。紀佩綾教授提出「多功能一體化可重構智慧型表面（RIS）實現」，陳逸謙教授提出「轉化微 / 毫米波電路設計的困難之處為潛在優勢」、「高速傳輸介面電子構裝的趨勢及挑戰」作為新年度與會員分享的講題。傑出講座主講人將彙整其寶貴研究經驗為專題演講，提供至聯盟企業面對面諮詢交流之機會，藉此共同提升國內產業競爭力！

本年度第二次半年報主題為：「雷達系統與衛星通訊的前瞻天線應用」。此次研討會的演講內容涵蓋了電磁技術的多個前沿領域，包括衛星天線設計、材料技術以及高頻段通信系統的最新發展。從超表面在衛星天線中的應用，到 300 GHz 太赫茲天線設計與毫米波雷達技術的創新，講者們展示了這些技術如何在現代通信系統、隱形技術與智能監測等應用中發揮關鍵作用。內容充分展現了台灣在全球電磁技術創新中的重要地位，並為未來技術的進一步發展奠定了堅實基礎。無論是超表面的創新應用，還是毫米波雷達的精準監測，各項技術的進步都為未來智慧城市、國防工業及物聯網的發展提供了強有力的支持。與會者們的研究成果不僅具有學術意義，還展現了廣泛的產業應用前景。

而不過幾年前，大多數人可能都沒聽過低軌衛星。然而，5G、6G 和低軌衛星等通訊新趨勢的出現，正在翻轉通信產業，乃至影響人們的日常生活，戰爭和救災的方式也因此有了新的樣貌。台灣是資訊科技相關產業的製造重鎮。在全球通訊產業的供應鏈中，台灣的關鍵零組件與系統製造同樣也扮演重要角色。新的時代來臨，通訊科技需要的技術與產業知識突飛猛進。怎麼銜接？本次人物專訪將透過耕耘網路通訊產業近四十年的李中旺分享，如今投入這個「未來產業」以及在毫米波的未來，需要怎樣的人才，該裝備什麼知識。

動態報導除了介紹聯盟近期相關活動外，為提供更有效益的徵才媒合方式，聯盟於每次季報中，開放企業會員免費擺設徵才攤位及徵才說明會，以服務各企業會員，無徵才需求之會員也得以儀器產品展示設攤。另外，聯盟新增企業會員徵才單元，將提供會員將最新徵才訊息免費刊登於每季季刊廣告頁上，歡迎企業會員多多利用。

於 2020 年開始，聯盟季刊也新增了「電磁園地」單元，本單元收錄內容包含對電磁相關、時事、教學等相關之意見分享，希望聯盟會員也能夠踴躍投稿，協助提供好文以供出版，分享給更多電磁領域的產學各界同仁。

台灣電磁產學聯盟通訊為提供聯盟伙伴們一個訊息傳播及意見分享的園地，惠請不吝賜稿。也盼望讀者繼續給予支持，並將本刊分享給相關領域的舊雨新知。

以上精彩活動內容，敬請鎖定期季刊！





高速傳輸介面電子構裝的趨勢及挑戰

龍華科技大學 陳逸謙副校長

聯盟特約記者／廖英廷

計算裝置與人造大腦

在古代，人類發明了各式各樣的計算工具來應對日常生活中的數學需求。古埃及、古羅馬及古中國等早期文明使用類似算盤的工具進行簡單的加減運算。更為特殊的是，古希臘人在西元前 87 年製造了著名的安提基特拉機械，這是一種早期的天文計算裝置，用來預測天體的運行。

與這些古代工具不同，現代電腦的核心特點是「可程式化」。這一概念最早可追溯至 1801 年，由約瑟夫·瑪麗·雅卡爾發明的織布機引入。雅卡爾的織布機透過打孔卡片來控制織布的圖案，為程式控制的自動化設備奠定了基礎。

隨著計算理論和技術的不斷發展，計算設備經歷了持續的演變。在 19 世紀後期至 20 世紀中期，繼電器、真空管、電晶體和積體電路等相繼出現，這些突破性的發明使計算機從笨重的機械裝置轉變為如今微型化、高速且高效的數位計算機：電腦。1936 年，英國計算機科學家艾倫·圖靈在其開創性的論文中提出，一台電腦可以通過操作簡單的符號「0」和「1」來模擬任何複雜的數學推理

過程。這一理論在控制論、資訊理論和神經生物學等領域逐步發展，進而引發了人們對「電子大腦」的想像，並為「人工智慧 (Artificial Intelligence, AI)」的發展奠定了理論基礎。

AI 發展的關鍵

人工智慧的發展以 1956 年的達特茅斯會議為起點，當時許多與 AI 相關的技術已被提出。然而，為何直到近 70 年後，人工智慧的廣泛應用才真正出現？這主要歸因於「計算速度」的提升。

高速的計算能力使得訓練大型神經網絡成為可能。早期的人工智慧技術受到硬體和計算資源的限制，許多複雜的演算法當時無法實際運行。例如，神經網絡和深度學習需要大量的計算能力和記憶體支援，但在 20 世紀中期，電腦的性能遠遠無法滿足這些要求。現在，借助先進的硬體，訓練一個包含數百萬個參數的模型只需數小時或數天。



計算速度的提升也降低了人工智慧應用的成本。隨著摩爾定律的推進，晶片性能以指數級增長，而成本卻逐漸下降。雲計算和分散式計算的普及，使得企業和研究機構可以以相對低廉的價格獲取強大的計算資源，這讓更多的組織和個人有能力參與 AI 的開發與應用。

突破關鍵技術的挑戰

為了實現更強大的計算能力，運算伺服器必須朝著更高的運算速度發展。這一目標的實現，涉及 IC 設計、積體電路製程、傳輸線設計、訊號完整性以及微波工程等領域的密切合作。

傳統封裝技術往往引入寄生電感和寄生電容，這些效應在高頻環境下會導致訊號衰減、失真甚至反射，影響訊號的完整性。現代設計採用覆晶封裝、晶圓級封裝（WLP）和三維堆疊封裝等先進技術，縮短訊號傳輸路徑，減少寄生效應，提升傳輸品質。

然而，隨著系統整合度的提升，僅依靠封裝技術的改進已無法完全滿足需求。因此，多晶片模組封裝（MCM）成為一種發展趨勢。這種技術將多個晶片整合於單一封裝中，不僅提高系統效能，還能有效減小體積。但這也帶來了新的挑戰，如訊號干擾、熱量累積和製程複雜度的增加。設計者必須精心規劃晶片的佈局，並使用先進的材料和製程技術來應對這些挑戰。此外，封裝的可靠性在高速運算系統中至關重要。隨著尺寸縮小和系統複雜度提升，確保封裝在各種環境下的長期穩定性變得更加困難，因此，材料選擇與可靠性測試變得尤為重要。

除了封裝與整合度外，訊號完整性也是影響系統穩定運行的核心因素。在高速環境中，干擾與失真更加明顯，可能導致數據傳輸錯誤。其中，串音干擾是主要問題之一，設計者需通過增加訊號線間距、採用差動傳輸或添加隔離層來降低其影響，這對電路板設計與製造提出了更高要求。同時，阻抗不匹配也可能引發訊號反射、損害訊號完整性。透過精確的阻抗匹配、優化連接器和導通孔設計，可以有效減少反射現象。此外，電源完整性同樣不可忽視。高速切換時產生的電源電壓波動可能引發系



統錯誤，設計穩健的電源分配網絡並使用去耦電容和濾波器，有助於提升電源穩定性。

隨著工作頻率的提升，傳輸線設計變得愈加複雜且關鍵。訊號衰減與失真是首要問題，高頻環境下傳輸線的損耗增大。為了保持訊號完整性，必須選用低損耗材料並精心設計傳輸線結構，如微帶線與共平面波導。阻抗匹配可確保訊號無反射地傳輸，設計者需精確計算傳輸線的阻抗，使其與系統相匹配，這要求運用精確的模型與模擬工具。

當訊號頻率進入微波與毫米波段時，材料特性的控制成為關鍵因素，介電常數、介電損失、磁導率都將影響元件性能。選擇合適的材料並精確控制其特性，有助於提高電路效率與穩定性。此外，封裝與互連技術在微波頻段面臨的挑戰更為嚴峻，寄生電感和寄生電容在高頻下的影響尤為顯著。為此，採用特殊的封裝技術、精密的互連方式與高品質連接器，可以有效減少寄生效應，提升系統的整體表現。

AI 於電磁設計領域的未來展望

未來，AI 有望顯著提升電磁（EM）設計的效率與精度。傳統的 EM 設計通常依賴大量數值模擬和計算資源，然而，AI 能夠通過學習過往數據，自動預測電磁行為，從而減少對繁瑣模擬的依賴。AI 輔助系統還能快速探索設計空間，優化設計方案，並實時檢測與修正問題，進一步提升設計效率。其應用範圍廣泛，涵蓋天線、毫米波及太赫茲等領域。未來，AI 將縮短設計週期、降低成本，並推動 5G/6G 及物聯網等高科技產業的快速發展。■



5G ORAN RU Technology

台揚科技股份有限公司 凌閣博士

聯盟特約記者／張庭瑜

在科技迅速進步的今天，5G 技術正引領著通訊領域的一場革命。凌閣博士在最近的演講中深入探討了 5G 技術的全貌，包括其網絡架構、關鍵特性以及開放式無線接入網絡的發展。他分析了傳統宏觀無線單元與大規模多輸入多輸出（Massive MIMO）無線單元的演變，並強調這些創新如何推動更快、更穩定的網絡體驗。隨著 5G 技術的成熟，未來的通訊方式將面臨前所未有的變革，為各行各業的發展注入新的活力。

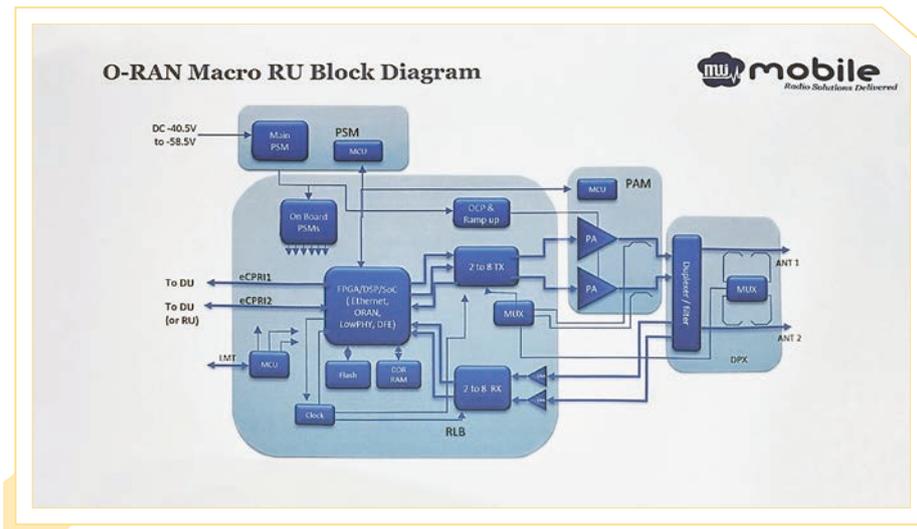
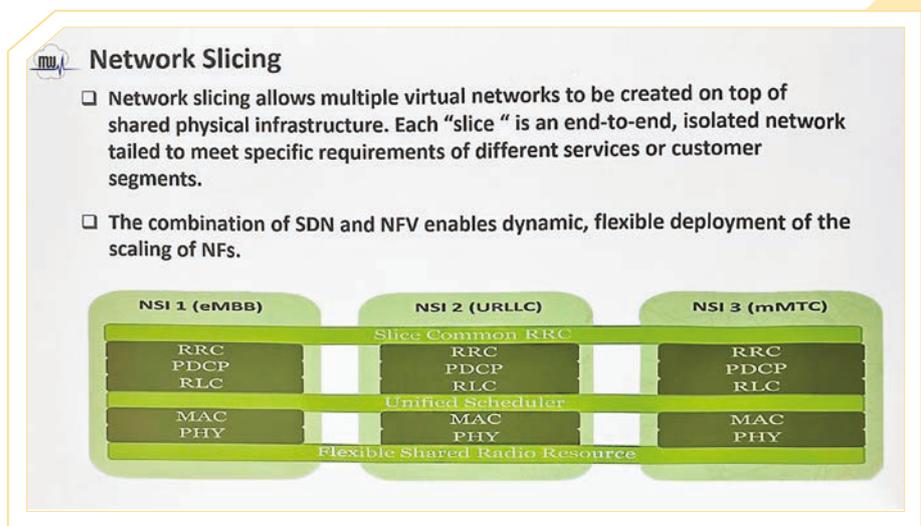
本次演講的一大重點為展示了 5G 技術的三大應用案例及其特性，包括增強型行動寬頻（eMBB）、超可靠低延遲通訊（URLLC）和大規模機器類型通訊（mMTC），每個應用場景都有特定的優勢與用途。

首先，增強型行動寬頻（eMBB 強調 5G 在數據傳輸速度上的飛躍，達到每秒 10 Gbps，使 4K/8K 影片的無縫串流以及虛擬實境（VR）和擴

增實境（AR）等高需求應用成為可能。此外，5G 技術能支援更多設備同時連接，每平方公里內能容納更多設備，這對於人口稠密地區或需要大量連接設備的場景尤為重要，確保所有使用者都能享有穩定的連線體驗。

其次，超可靠低延遲通訊（URLLC）的關鍵優勢在於極低的延遲，低至 1 毫秒的回應時間，這對於即時性要求極高的應用至關重要。例如，自動駕駛車輛、遠程手術以及工業自動化都依賴於這樣快速且可靠的通訊技術，確保在關鍵時刻提供穩定且一致的性能。





最後，大規模機器類型通訊（mMTC）主要應用於物聯網（IoT）領域，能夠支持每平方公里多達 100 萬個設備的連接，這對於智慧城市和工業物聯網的發展至關重要。mMTC 特別針對小型、間歇性數據傳輸進行優化，確保感應器和智慧設備能以更高效的方式傳輸數據，推動能源效率和系統可靠性的提升。

總結來說，5G 技術的這三大應用場景顯示出其在速度、連接數量與可靠性上的優勢，為未來的數據密集型應用和物聯網發展奠定了技術基礎。

演講者接著解釋網路切片（Network Slicing），說明了網路切片技術及其應用。網路切片允許在共用的實體基礎設施上建立多個虛擬網路。每個「切片」是端到端的隔離網路，根據不同服務或客戶需求量身定制，滿足特定應用的需求。網路切片技術透過資源的彈性分配，為不同的 5G 應用場景提供了專用且高效的網路解決方案。

然而，在現今的通信技術發展中，O-RAN（開放式無線存取網路）作為一種新興的網路架構，正逐漸受到關注。由 O-RAN 聯盟制定的 O-RAN 標準，旨在提升無線網路的靈活性、可擴

展性和互操作性。其主要特點包括開放性、虛擬化與集中化，以及硬體與軟體的分離。

首先，**O-RAN** 的開放性意味著其架構允許不同廠商提供兼容的硬體和軟體元件，這不僅促進了創新，也加強了市場競爭。虛擬化和集中化的設計則使得所有 **Layer 3** 和 **Layer 2** 的功能可以在 **O-CU**（集中單元）和 **O-DU**（分佈單元）上進行，並集中化運行在雲端。這種方法不僅提高了資源的使用效率，還能實現更靈活的網路管理。此外，**O-RAN** 強調硬體與軟體的分離，這使得運營商能根據需求選擇不同的硬體供應商，而不會對軟體層的靈活性造成影響。

在 **O-RAN** 的架構中，前傳接口扮演著至關重要的角色。這些接口遵循 **O-RAN** 聯盟工作組 4 的標準，涵蓋了管理、控制、用戶及同步平面的功能，並進行互操作性測試。這些平面確保了不同層級的訊息能在網路中流通，並確保 **O-RAN** 系統的協同運作。而同步平面則在不同網路節點間提供時間和頻率同步，對於保持穩定的通信連接至關重要。此外，**O-RAN** 系統中的設備和模塊必須通過互操作性測試，以確保來自不同廠商的設備能在同一網路架構下無縫協作。

傳輸技術是 **O-RAN** 架構中另一個重要的組成部分。**O-RAN** 中的數據傳輸主要涵蓋 **X-hauls**（前傳、回傳和中傳）傳輸技術，這些技術可以通過有線（光纖）或無線（如固定無線接入，**FWA** 或衛星）實現不同節點之間的數據通信。光纖網路提供了高速穩定的數據傳輸，適合於需要大容量且延遲敏感的應用場景。而無線傳輸，包括 **FWA** 和衛星通信，則適合在偏遠地區或無法佈設有線基礎設施的地方使用。

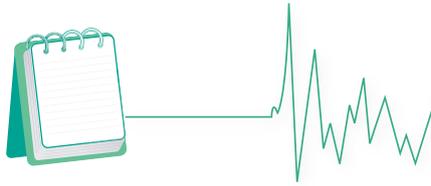
衛星通信技術的引入，為 **O-RAN** 系統提供了更廣泛的覆蓋範圍，特別是在前傳、回傳和中傳方面。**O-RAN** 系統可以通過與低地球軌道（**LEO**）、中地球軌道（**MEO**）和地球同步軌道

（**GEO**）的衛星連接，實現廣泛的網路覆蓋和即時通訊。這些應用包括物聯網設備（**IoT**）和用戶設備（**UE**）可以直接與 **LEO** 衛星上的 **O-RU** 進行通信，從而實現低延遲且高效的數據傳輸。此外，使用 **Bent-pipe** 技術的衛星主要用於回傳、物聯網和機器對機器（**M2M**）通信，通過衛星實現設備之間的數據轉發。

O-RAN 中的 **Massive MIMO RU**（大規模多輸入多輸出無線電單元）技術是實現高效無線通信的重要組件。**O-RAN Massive MIMO RU** 的中頻 **FR1** 包含 **n41** 頻段（2496 ~ 2690 MHz）和 **n77** 頻段（3300 ~ 4200 MHz），特別適合需要大容量和大範圍覆蓋的應用。這些 **RU** 支持 **16T/16R**、**32T/32R** 和 **64T/64R** 的配置，能夠滿足不同需求的應用場景。其 **32T** 配置的輸出功率為 **10W/Tx**，而 **64T** 配置為 **5W/Tx**，並具備 **24 dBi** 的天線增益，**EIRP** 可達 **79 dBm**，適合大型部署。透過支持下行 **16** 層和上行 **8** 層的數據傳輸，這些技術允許同時處理多個用戶的數據流。

展望未來，**O-RAN** 技術的應用範圍將不僅限於傳統的電信網路，還涵蓋物聯網、智慧城市及工業自動化等多個領域。其開放性、虛擬化及硬體與軟體分離的特點，使其在 **5G** 及未來網路技術中占有重要地位。尤其在與衛星通信技術的結合下，**O-RAN** 將進一步拓展網路的覆蓋範圍，實現偏遠地區、海上及航空等傳統網路難以覆蓋的區域的高速數據傳輸。

總結來說，**O-RAN** 技術不僅代表了一種全新的無線網路架構，更為 **5G** 及未來的網路技術帶來了新的可能性。隨著前傳、回傳及中傳技術的進步，**O-RAN** 在提升現有網路性能的同時，亦將為未來的物聯網及智慧城市應用提供強有力的支持。■



電資學院未來願景

台大電資學院院長／吳宗霖

首先要感謝大家和校長對我的信任，將院長的重責大任交付給我，讓我有這個機會服務大家！

電機資訊學院自 1997 年成立以來，聚集了許多傑出的教授，在歷任院長及教授們齊心努力下，電機及資訊兩大學群在人才培育、研究創新、產學合作方面的成就，不僅在台灣學界拔得頭籌，更在國際間的學術聲望及影響力享有盛名。近三年我們電機及資工領域在 QS 的世界排名為 50 ~ 60 名上下，在亞洲約為 10 ~ 15 名附近，名列前茅。能有今日的成果，優秀的學生、頂尖的教授群及傑出校友優異的表現為三個關鍵因素。然而，近年來亞洲及歐美頂尖大學無不在

高等教育投入大量資源，加上半導體、AI 等產業的蓬勃發展，對電機資訊高科技領域更是求才若渴；在少子化效應及國家挹注資源逐年遞減之下，也面臨諸般挑戰。如大學部招生受到香港、大陸、新加坡強勢的競爭而造成人才流失，博士班招生更面臨無法足額錄取的挑戰，導致論文的發表也從多年前的高峰飽和而不再成長，更甚者是未來幾年電機及資訊兩大學群將有許多資深教授退休，新聘教授的招募也受到全世界的大學及企業的人才磁吸競爭而面臨困難。雖有過去幾十年來扎下穩固基礎，但面對未來嚴峻的挑戰，除了維持現有優勢外，更要積極擘畫未來，朝世界頂尖邁進。未來的願景及執行策略為：



左起新任吳宗霖院長、監交人陳銘憲教授、張耀文院長



吳宗霖院長（左）、張耀文院長（右）

願景

1. 基礎與應用研究並重，跨域合作緊密的世界頂尖電資學院。
2. 世界一流人才匯聚，扎根與創新風氣鼎盛的國際化學術環境。
3. 推動產學鏈結，強化國際合作，深耕校友網絡。
4. 孕育能引領科技進步，增進人類福祉的領導人才。

策略

要達到上述願景，頂尖的師資、優秀的學生、一流的環境此三個要素，為成就卓越的電資學院的關鍵。

伯樂相馬：延攬全球頂尖師資

具市場競爭力的薪資福利及優秀的學生資源，是吸引頂尖師資到電資學院任教的關鍵，然而近幾年 AI 及半導體產業蓬勃發展，對高階人才給予相當高的薪資，對我們吸納優秀師資形成挑戰，各系所已經有相當完善的延攬師資制度，但面對全球的競爭，我們需要更積極，設立優秀師資搜尋委員會，透過校友、產業或國際合作的管道，聯繫招募潛在的優秀師資。薪資部分，可以從教育部的（大/小）玉山學者計畫，台大 Garmin 講座/學者做為攬才的基礎，透過學院的募款將資源整合，能在招募第一時間由學院來保證優於或等同玉山學者的薪資，讓系所可以放手招募頂尖師資人才。另外，對於各領域的國際級大師，學院可和各系所聯合邀請，給予高度禮遇，讓他們願意在台大停留一季或半年，透過密切長期的互動，以大師風範感染全院師生，引導未來教學研究方向，激勵學院同仁及學生的士氣。

領航躍升：建立教授激勵制度，讓研究教學及服務傑出表現皆受到鼓舞

目前校內已經有特聘加給、彈性加給及新聘特殊優秀人才獎勵金給予有研究成果或極具研究

潛力的同仁，但因政府經費有限，只有約 30% 院內同仁有機會獲得，通常也是較資深的同仁較有機會，但其實同仁們的表現都相當傑出多元，所以院內能夠自訂可行的中期多元指標及電資學院留才激勵制度，針對研究、教學及服務傑出的同仁，以學院的募款財源設立青年學者獎座，產業冠名講座或院學術貢獻獎等榮譽獎項，來強化留才的力道。如無法獲得特聘或彈性加給機會，但有持續傑出期刊論文發表或傑出產學合作成效者，皆應該給予實質鼓勵，獲得教學傑出獎、教學優良獎及在國際競賽中獲得大獎或擔任重要職位者應該也要給予實質支持。

明日之星：建立年輕學者俱樂部，加強教授職涯經驗分享

學術職涯的發展經常需要時間的積累。方向及觀念的正確對年輕老師就更加重要。為了協助年輕教授的職涯發展，打造明日之星，學院可以成立年輕學者俱樂部，以輕鬆的方式定期聚會，邀請資深老師參加互動，分享在教學、研究、國際影響力、產學合作等方面的過來人經驗，讓年輕學者能快速獲取經驗及傳承，如引導或推薦其參與國際組織的各類學術服務工作，增加其國際能見度，成為學院閃亮的明日之星。

璞玉渾金：討論招生策略，協助系所招募國內外優秀學生

雖然招生是各系所的任務，但若能有學院推動策略討論，思考招生策略，協調資源，相信能更有效率的精準攬才。目前我們面對最大的挑戰是博士班人數招收不足，而博士班是教授們研究很重要的人力，如何招募優質的博士班學生應該是各主管的重要任務。過去幾年，教育部及國科會都意識到高額獎學金有機會吸引國內頂尖學生來攻讀博士，目前都有提供相關博士班獎學金，民間也贊助台大一些博士班獎學金，惟金額及年限都不一樣，大部分都是入學博士班後才能申請，有其不確定性。電資學院可以募款取得一個博士菁英獎學金的儲備額度，統一各類獎學金的

差異及年限，更重要的是讓系所教授在招募博士班階段，就能確定獎學金額度，增加招生的力度及吸引力。招募國際優秀博士班學生也是一條我們必須踏上的道路，除了一樣有博士菁英獎學金的儲備額度外，我們也要將產業一同連結進來，共同赴國外招募人才，台灣的資通訊及電子產業都是世界級規模，在世界各地都需要大量人才，讓企業和學院來共同培育碩博士班國際生，並讓企業保證就業，將可以創造雙贏，也增加國際生來台大就讀的意願。

眾志成城：籌建電資產學大聯盟，以提升學院研發環境

台灣的電子及資通訊產業已經在世界供應鏈扮演舉足輕重的角色，創新及前瞻研究對企業的長期競爭力提升將至關重要，若能和學院組成產學合作聯盟，在學院下設立研發中心，就近和頂尖學院師生互動合作，將是企業、教授、學生的三贏組合。受邀參與電資產學大聯盟的企業，除了可以在院內設立聯合研發中心外，也希望企業能捐助電資學院發展基金，和學院一起招募國際優秀學生，保證就業，延攬頂尖師資、冠名講座教授，延聘企業顧問或董事，邀請大師來院訪問等，讓企業的資源能挹注電資學院，提升院內整體研發環境，也讓學校的創新研發有落地應用的出口。

薪火相傳：協助各系所，建立校友資料庫，深耕校友網絡

校友是大學最重要的資產之一，尤其電機及資訊兩大學群畢業校友在世界各地皆頗具成就也深具影響力，藉由電資學院的協調整合，希望能協助各系所強化與校友的聯繫，建立校友資料庫，定期舉辦校友聚會，也汲取校友對學院發展的建議，讓校友了解學院發展的挑戰及問題。同時，也可藉此網絡進行小額募款或是大型募款為更重要的目標。

星際領航：電資學院國際化，連結世界頂尖大學，催生全方位合作

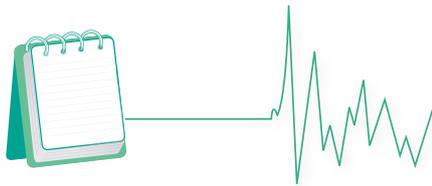
營造電資學院國際化友善環境，如提升英文授課比例，行政流程英文化等等。並整合院內資源，和系所一同努力加強國際交流，落實全面合作，如和歐盟及亞洲一流大學建立碩士雙聯學位及交換實習制度，讓電資學院優質的外籍生比例能提高，更重要的是，可以透過教授學生或博士後的互訪及共同學位指導，一起探討前瞻研究主題，建立跨國研究團隊。

百年樹人：守護電資學院的師生，身心靈健康

院內教職員工長期為學院的教學研究奉獻服務，尤其是老師們日以繼夜的帶領學生探索新知及創新科技，著作論述，時常輕忽自身的身心健康。學院可以和系所一起努力，提供醫療保健演講，安排同仁定期健檢，鼓勵老師參與各類體育或休閒活動，強化身心靈健康。院內有近4千位學生，也經常身陷在課業研究及人際關係的壓力中。因此，我們結合現有的導生制度及心輔中心服務，強化資源及普及性，讓學生受到更好的照顧及培育。電資學院需要青青樹苗（學生），殷實農夫（老師），良田沃土（環境），才能成就累累果實。十年樹木百年樹人，希望能跟大家一起努力。



吳宗霖院長



Garmin 創辦人 高民環 捐贈 2000 萬美金 助台大留才攬才提升國際學術聲望

台大電機系



高民環董事長（右中）於 113 年 1 月 26 日回母系參訪

台大電機系系友、Garmin 創辦人高民環捐贈台大 2,000 萬美元（約新台幣 6.3 億元），用以建立「Garmin 講座教授暨學者獎金基金」和「Garmin 教師宿舍興建暨維修基金」，旨在協助電資學院及工學院吸引並獎勵優秀教師，提升台大的國際學術聲望。

這次的捐贈旨在提升台大電機系的國際競爭力。校方計畫設立 22 個 Garmin 講座教授和學者席位，每年提供 3 萬美元的獎勵金，並使用 625 萬美元興建教師宿舍。高民環董事長表示，台大是台灣的指標性大學，其電資和工學院的畢業生是台灣長期經濟發展和競爭力的重要推動力。面對科技的快速變遷，除了獎勵現有的傑出教師外，吸引國內外頂尖新血的加入更能夠強化學術

實力與國際接軌。師資是大學的核心競爭力，而薪資水平更是一個關鍵因素。因此，透過永續的方式設立多達 22 個 Garmin 講座和學者席位，並提供新穎且地理位置優越的宿舍，成為了完整的人才引進方案。



張耀文院長介紹系所近況



高民環董事長於 1971 年畢業於台大電機系，役畢後前往美國深造，於 1977 年獲得美國田納西大學電機博士學位。1989 年，他與 Gary Burrell 共同創立了 Garmin，起初以航空與航海的衛星導航與通訊技術為核心，逐步擴展至車用、戶外運動與健身等領域，公司員工遍佈全球超過 2 萬人。高民環董事長於 1 月 26 日回到母校電機系參訪，由李建模主任介紹了電機系的現況與發展。隨後，在同學李學智教授（電機系退休教授）、電資學院院長張耀文、副院長吳宗霖、電機系主任李建模、以及吳瑞北教授、鄭宇翔助理教授的陪同下，參觀了電機二館、電機一館和學新館的實驗室、教學空間，並與教授們進行交流分享。

這次的捐贈不僅是高民環董事長對母校的回饋，更是對電機系未來的支持與鼓勵。高董事長的捐款將為電機系的發展注入新的動力和活力，並進一步拉近系友與母系之間的聯繫，共同為台大電機系的輝煌未來而努力。



吳宗霖副院長展示電機系發展近況



張院長及電機系教授一行歡迎高民環董事長到訪

◀文章出處：台大電機之友第 83 期 <https://alumni.ee.ntu.edu.tw/?p=7227> ▶



2024 年台灣電磁產學聯盟第二次研發半年報

國立台北科技大學／李冠緯

此次研討會的演講內容涵蓋了電磁技術的多個前沿領域，包括衛星天線設計、材料技術以及高頻段通信系統的最新發展。從超表面在衛星天線中的應用，到 300 GHz 太赫茲天線設計與毫米波雷達技術的創新，演講者們展示了這些技術如何在現代通信系統、隱形技術與智能監測等應用中發揮關鍵作用。內容充分展現了台灣在全球電磁技術創新中的重要地位，並為未來技術的進一步發展奠定了堅實基礎。

講座 1：中央大學電機工程學系歐陽良昱助理教授

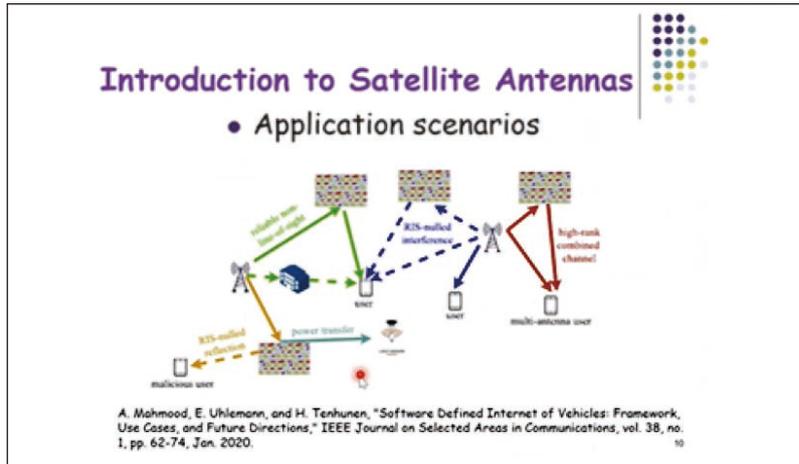
第一場講座由國立中央大學電機工程學系歐陽良昱助理教授分享了「超表面於衛星天線之應用」技術的前沿發展，此演講涵蓋了從理論基礎到實際應用的多層次內容，展示了超表面技術在現代通信系統中的廣泛應用潛力。首先，低地球軌道衛星（LEO）技術的發展在全球通信網絡中扮演了至關重要的角色。LEO 衛星技術的優勢在於其廣泛的覆蓋範圍和穩定性，特別適用於地面基礎設施難以觸及的偏遠地區。隨著互聯網技術的快速發展，LEO 衛星已成為全球通信的重要組

成部分，為跨越長距離的高效通信提供了可靠支撐，並在全球通信系統中占據不可替代的地位。相比傳統的地面基礎設施，LEO 衛星能夠提供更穩定的通信覆蓋，從而提升了全球通信的效率與質量。

歐陽教授深入介紹了超表面技術的理論基礎，特別是在電磁波控制方面。超表面由亞波長尺度的單元結構組成，這些單元結構作為共振器，能夠調控入射電磁波的振幅、相位和極化。這些單元結構經過精密設計，能夠展示特定的電磁響應，從而在亞波長尺度上應用。超材料和超表面技術極大地擴展了天線設計的可能性，尤其是在提升性能和減小尺寸方面具有顯著效果。通過利用單元共振效應，超材料可實現負折射率，從而應用於超透鏡、隱形裝置以及緊湊型天線結構。這使得天線的物理尺寸能在不犧牲性能的前提下顯著縮小，這對於空間有限的應用場景（如移動通信設備、無人機和衛星）至關重要。

在波束成形與波束掃描方面，反射陣列技術展示了顯著的優勢。傳統反射天線在固定方向的信號傳輸中效率較高，但當需要動態調整信號





方向時，性能往往會下降。而基於超表面原理的反射陣列，通過在單元結構中精確調控相位來實現波束靈活操控。這一技術依賴於精確調節反射波的相位，進行波束重新定向，無需移動部件，從而提高了系統的靈活性與穩定性，這在相控陣列天線中尤為重要，尤其在衛星通信中，動態波束掃描對於跟蹤移動目標或補償衛星運動至關重要，確保了通信鏈路的穩定性。

在毫米波和太赫茲波段的通信系統中，透射陣列技術顯示出顯著的應用潛力。透射超表面能夠在電磁波穿過超表面時進行調控，有效控制傳輸波的相位、振幅和極化，從而減少功率損耗並提升系統效率。這一技術對於高頻通信系統如 5G 和 6G 尤為關鍵。透射超表面可被設計為聚焦電磁波，類似於傳統透鏡，但體積更小。這些超表面透鏡可應用於緊湊的無線裝置中，實現更有效的信號傳輸，同時保持小巧的體積。此技術在下一代通信網絡、智能城市以及物聯網中有廣泛應用，能夠有效提高數據傳輸的效率與可靠性。

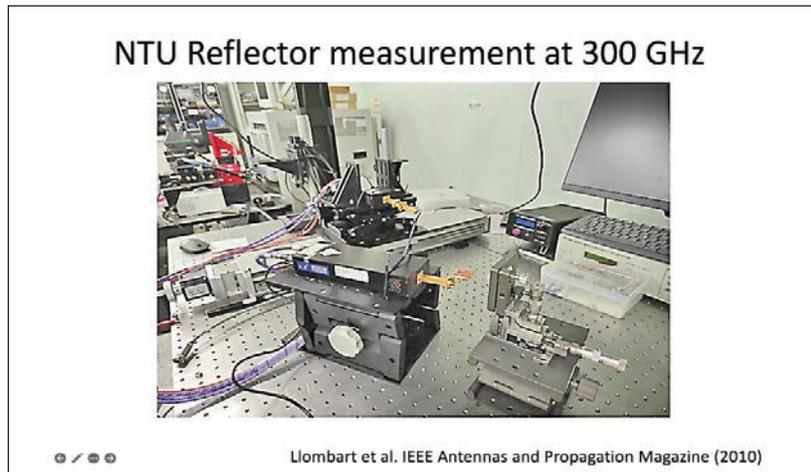
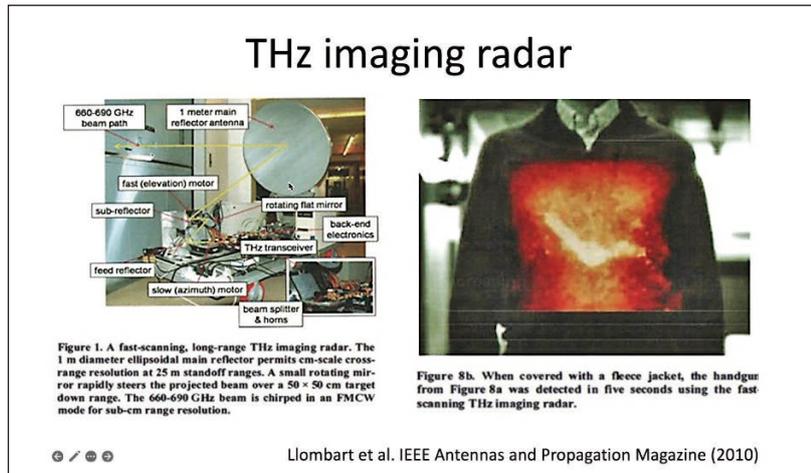
此外，歐陽教授還介紹了多種類型的超表面技術，包括反射型、折射型及編碼型超表面的具體設計與應用。反射型超表面通過調整單元結構的幾何參數，實現對反射波相位的精確控制，從而實現波束的精確操控與聚焦。折射型超表面則類似於透鏡，能夠在波穿過表面時實現彎折，從

而聚焦或發散波束，應用於廣泛的頻率範圍。編碼型超表面通過數位編碼技術動態控制每個單元的電磁特性，從而實現實時可重構天線。這對於未來的自適應通信系統尤其有前景，這類系統需要在動態環境中進行波束整形與調制。

超表面技術為解決現代通信系統中的諸多挑戰提供了關鍵解決方案，例如提高數據傳輸速率、降低延遲及穩定連接。通過在奈米尺度上精確操控電磁波，超表面技術使得通信系統的效率得到了前所未有的提升。這些進展對於應對全球通信網絡不斷增長的需求至關重要，特別是隨著 5G 和 6G 技術的快速演進。隨著智能城市、無人駕駛與物聯網的發展，超表面技術預計將成為下一代通信系統的核心組成部分。

講座 2：台灣大學電機工程學系鄭宇翔助理教授

第二場講座是由國立台灣大學電機工程學系鄭宇翔助理教授分享了「300 GHz 天線設計與量測」的技術內容。鄭教授首先介紹了太赫茲 (Terahertz, THz) 技術，其頻率範圍介於 100 GHz 至 10 THz 之間，這段頻率也可以被稱為「太赫茲間隙 (THz Gap)」。太赫茲頻段的優勢在於其晶片所需的天線功率較低，運作效率高。根據向農理論 (Shannon Theory)，當頻率從 30 GHz 提升至 300 GHz 時，頻寬和數據速率 (data rate)



可以相應增加十倍。但太赫茲技術也非常有挑戰，例如在 300 GHz 頻率下，大氣損耗（atmospheric loss）非常顯著，每 1 公里會損失約 5 dB，因此不適合遠距離傳輸。然而，在無大氣干擾的太空環境下，太赫茲技術則顯得格外適用。

根據弗里斯傳輸方程（Friis Equation），當天線面積固定時，太赫茲頻段相較於毫米波，可以容納更多的陣列天線，從而提升增益。然而太赫茲波長短使的天線尺寸較小，因此製程難度高，所以研究此技術的學者相對較少。但還是有一些太赫茲技術的應用案例，例如機場海關使用的人體熱像儀，可用於探測人體隱藏物品或進行高分辨率的安檢掃描。

鄭教授在量測部分，介紹了遠場量測（Far field）與縮距遠場（Compact Antenna Test

Range, CATR）量測技術。遠場量測是天線設計和測試中的常見方式，要求天線與測試設備保持足夠的距離，以確保波前近似為平面波。對於 300 GHz 頻率的天線測試，遠場量測距離需要達到 20 米以上，這對許多實驗室而言是一項挑戰，但縮距遠場量測技術使用了特殊設計的反射板，讓天線不需要太長的距離就可以形成平面波，透過這項技術讓電波暗室（Chamber）僅需 20 至 70 公分的距離便可進行精確的量測。

由於國內可以量測太赫茲頻段的電波暗室並不多，因此鄭教授的研究團隊也有與川升股份有限公司合作研發太赫茲電波暗室。太赫茲天線的尺寸因為很小，所以天線測試時需要使用探針座來饋入信號，但探針座的物理結構會導致場型無法被完整量測，因此這是未來量測技術的一個改進方向。

此外，鄭教授還展示了其團隊所設計的多款天線，包括貼片陣列（Patch array）天線、韋瓦第陣列（Vivaldi array）天線、八木陣列天線（Yagi-Uda array）、槽孔陣列（Slot array）天線及半開式號角天線（Semi-open horn antenna）。這些天線通常需要使用高精度的製程技術（10 μm ）進行製造，但考慮到成本因素，鄭教授的團隊成功運用一般的製程（125 μm ），仍能使天線具備優異的電氣性能和輻射場型。特別是鄭教授團隊設計的 1 × 4 韋瓦第陣列天線，該設計不僅具有低成本優勢，頻寬表現也優於其他文獻中的太赫茲天線設計，展現了極大的應用潛力和優越性能。

講座 3：台灣科技大學謝松年助理教授

第三場講座則是由國立台灣科技大學謝松年助理教授所發表的學術演講，他探討了毫米波雷達在微小震動測量中的應用，並分享了他在這個領域的研究成果。演講的主題集中在利用 FMCW（頻率調變連續波）雷達技術來進行手指輕敲的偵測。

謝教授首先簡單介紹了毫米波雷達的原理，指出毫米波在高頻段中，能夠有效地偵測細微的物體動作。他提到，他曾在緯創工作，與其他公司合作研究 FMCW 技術，特別是應用在 6 ~ 8 GHz 頻段的雷達系統上，來觀察家庭內的動態活動，例如人的走動或呼吸。這些技術對於預防家庭危險事件，特別是老人家摔倒或健康問題的監控，具有顯著的潛力。

在手指偵測應用方面，謝教授深入探討了如何利用毫米波雷達來捕捉手指的運動軌跡、開合大小以及敲擊的頻率。他強調，這些細微的震動訊號可以用來判斷患者的健康狀況，即使在患者無法表達不適的情況下，系統也能通過微小動作的變化來進行有效的監測。

他還講解了如何透過 RF 訊號的接收，並結合程式碼和模型來進行預測和分析。在這個過程

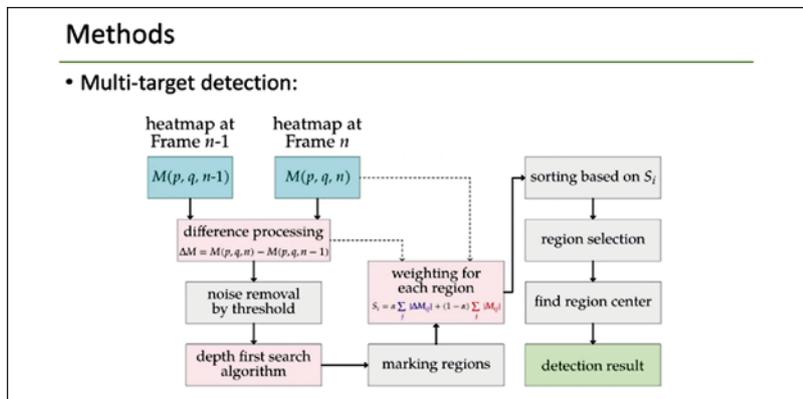
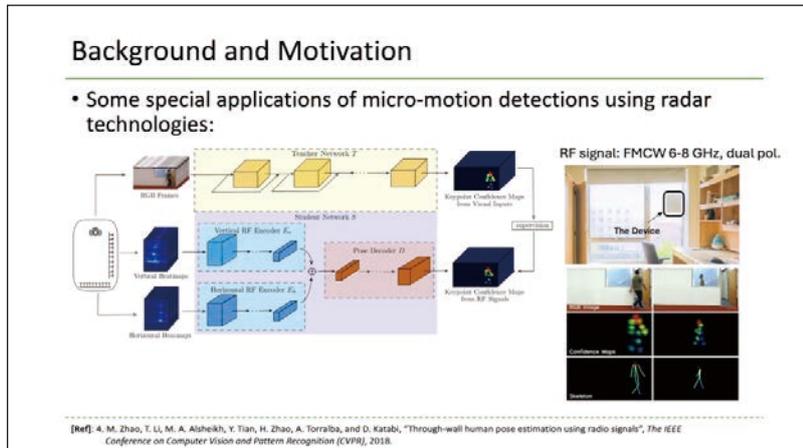
中，雷達系統不僅能夠檢測手部的動作，還能夠預測動作的意圖或狀態變化。最後，謝教授展示了這套雷達模擬系統的實際應用，並強調了這項技術在醫療保健領域，尤其是遠程健康監控中的潛在價值。此外，他還提到未來可以將這項技術應用於更複雜的手勢識別系統和人體健康監測裝置，從而進一步提升智慧生活的品質。

整場演講不僅展示了毫米波雷達技術的強大功能，還凸顯了其在日常生活中的多種應用，尤其是在健康監測和預防方面，這為未來技術的發展提供了廣闊的可能性。

此次演講的另一個主題圍繞著 FMCW（調頻連續波）毫米波雷達技術在多目標震動檢測中的應用，特別是將這項技術融入工業 4.0 的智能工廠中，以實現設備狀態的實時監測和預防性維護。這項技術的最大亮點在於它能夠精準、非接觸式地測量多個目標的震動，從而替代傳統的加速度計或攝像機等設備，並且在工業環境中展示了更強的適應性和靈活性。

演講中首先介紹了震動監測技術的核心原理。傳統的震動檢測通常依賴於加速度計或光學系統，需要直接接觸設備才能獲得準確的數據。而毫米波雷達則提供了一個更為先進的解決方案，它可以實現非接觸式的測量，從而避免傳統技術中的一些侷限。毫米波雷達能夠在不受工業現場環境影響的情況下，對設備進行實時監測，並且通過雷達信號的處理來識別震動的頻率和幅度。這樣的技術優勢使得它成為智能工廠中設備狀態監控的理想工具。

演講中進一步強調了該系統的多目標檢測和跟蹤能力。透過熱圖差分算法，雷達系統能夠區分不同的震動源，並對每一個目標進行精確的時間序列數據提取。這意味著，即使在複雜的工業環境中，毫米波雷達也能夠同時處理多個物體的震動數據，為操作人員提供更清晰的設備狀態信息。



總結來看，演講強調了 FMCW 毫米波雷達技術的廣泛應用潛力，尤其是在多目標震動檢測中展示了強大的技術優勢。它的非接觸式檢測方式不僅能夠消除對傳統加速度計和攝影機的依賴，還能夠在各種工業環境中實現更高效的監測。未來，這項技術有望成為智能工廠中的核心工具，幫助工廠實現早期預警和自動化設備管理，進而提升生產效率並降低維護成本。

講座 4：宜蘭大學侯元昌助理教授

在今日活動的尾聲，國立宜蘭大學的侯元昌助理教授進行了一場關於「寬頻與廣角雷達截面減少結構技術」的精彩報告。侯教授的研究集中在雷達截面（RCS）減少技術以及電磁材料的設計與應用。在這次演講中，侯教授詳細介紹了他團隊最新研發的基於堆疊均勻介電板結構的雷達截面減少技術，並展示了相關的數值模擬與實驗

結果。此次演講讓 RCS 技術在隱身材料設計與軍事應用中的潛力有了更多的發現。

侯教授首先介紹了 RCS 的基本概念。RCS 是描述物體與雷達波交互作用時所產生的散射現象，常被用來衡量物體在雷達波探測下的可偵測性。在軍事領域中，減少 RCS 是實現隱形技術的關鍵之一，特別是在飛機和船艦的設計中。侯教授指出，傳統的 RCS 減少方法往往依賴於吸收材料和設計改變散射模式，但這些技術的挑戰在於需要在不同的頻率和角度上都能保持有效的隱形效果。因此，開發出一種在廣泛的頻率和角度範圍內都能顯著降低 RCS 的材料結構成為一個重要的研究課題。

接下來，侯教授詳細介紹了雙層和多層介電板結構的設計與反射率計算。他們提出的雙層介電板結構，通過準確的數學模型，計算不同層的厚度與材料介電常數，來實現廣角的雷達截面減

Expanding solution for N-layered dielectric plate structure

$$A^1 = T_{12} T_{23} \frac{(A^2 + \Gamma_{34}) e^{-2\gamma_2 d_2}}{1 - (A^2 + \Gamma_{34}) \Gamma_{32} e^{-2\gamma_2 d_2}}$$

$$A^n = T_{N,N-1} T_{N-1,N} \frac{\Gamma_{N,N-1} e^{-2\gamma_N d_N}}{1 - \Gamma_{N,N-1} \Gamma_{N,N-1} e^{-2\gamma_N d_N}}$$

$$A^{n+1} = T_{n,n+1} T_{n+1,n} \frac{(A^n + \Gamma_{n+1,n+2}) e^{-2\gamma_n d_n}}{1 - (A^n + \Gamma_{n+1,n+2}) \Gamma_{n+1,n} e^{-2\gamma_n d_n}}$$

$$\Gamma_{total} = \Gamma_{12} + T_{12} T_{21} \frac{(A^1 + \Gamma_{23}) e^{-2\gamma_1 d_1}}{1 - (A^1 + \Gamma_{23}) \Gamma_{21} e^{-2\gamma_1 d_1}}$$

國立宜蘭大學
National Ilan University · www.niu.edu.tw

Introduction

- In our previous research, using ray-tracing method to calculate the reflectivity for the RCS reduction design and rapidly for understanding the performance of scattering suppression is performed.

Dielectric-Loaded Structure

Radome and Antenna

國立宜蘭大學
Your Dreams Start Here · National Ilan University · www.niu.edu.tw

少效果。這在多層介電板結構中，使用不同厚度與介電常數的材料來進行反射波的相位抵消，是一個非常有效的方法。圖像中展示的方程式解釋了這些結構的反射率計算過程，這些複雜的數學模型精確地捕捉了不同層之間的多次反射現象。此外，侯教授還提到了他們提出的一個加權反射係數和（WRCS）模型，該模型通過綜合考慮不同層間的反射和傳輸效應，來計算總體反射率。這一創新性的算法能有效地預測不同材料和層數下的 RCS 減少效果，為設計更具隱形能力的結構提供了科學依據。

侯教授強調，這種寬頻與廣角雷達截面減少技術不僅能應用於軍事隱形技術，還可以在其他領域中發揮作用。例如，無人機、通訊系統甚至是電磁相容設計中，都可以使用這類技術來減

少電磁波的干擾與影響。此外，隨著材料科學的進步，這種結構的設計有望變得更加輕便、低成本，從而具備更廣泛的應用潛力。

結論

此次研討會強調了電磁技術在現代通信、隱形技術與智慧工廠中的核心價值。無論是超表面的創新應用，還是毫米波雷達的精準監測，各項技術的進步都為未來智能城市、國防工業及物聯網的發展提供了強有力的支持。與會者們的研究成果不僅具有學術意義，還展現了廣泛的產業應用前景。隨著技術的持續進步，台灣電磁產學聯盟將在全球電磁技術領域中扮演愈加重要的角色，推動產業創新與技術變革。■



歐洲電磁相容國際研討會（EMC Europe 2024）

聯盟特約記者／吳亮言

歐洲電磁相容國際研討會（EMC Europe 2024），全名為 International Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility。今年的議程於 2024 年 9 月 2 日至 5 日在比利時布魯日舉行，作為電磁相容性（EMC）技術領域的全球性學術和產業平台，本次會議再度吸引了來自全球 500 多名專家學者、產業技術人員以及政策制定者共襄盛舉，探討 EMC 的最新技術應用及研究成果。EMC Europe 自 1972 年創立以來，持續推動著全球電磁相容技術的進步與發展，並逐漸成為此領域最具影響力的國際會議之一，本次會議由比利時魯汶大學（KU Leuven）主辦，並由許多業界知名廠商及歐洲各大學協辦。

隨著現代科技的迅速發展，特別是電動汽車、自動駕駛技術、5G/6G 無線通信技術及可再生能源技術的應用，EMC 技術變得越來越重要。本次會議中的討論和研究報告主要聚焦於如何解決這些領域中的 EMC 挑戰，並展示了來自全球範

圍內的技術突破和解決方案。與會者在會議中分享了全球各地在應對電磁干擾（EMI）問題、優化設計、法規合規、測試技術等方面的最新突破。會議包括 22 場口頭報告、10 場專題討論、以及 18 個技術工作坊與海報展示，為與會者提供了豐富的技術信息交流平台。

歷史與背景

EMC Europe 的歷史可追溯至 1972 年，當時在波蘭弗羅茨瓦夫舉辦了首屆 EMC 研討會。隨後，歐洲和蘇黎世兩地的會議交替舉行，1994 年開始，EMC Europe 成為年度盛會，固定在歐洲不同城市舉行，涵蓋了來自學術界和產業界的廣泛技術話題。這些年來，EMC Europe 會議在電磁相容性技術推廣和標準制訂過程中，扮演了重要角色，為 EMC 法規、測試方法及設計優化提供了強有力的支持。過去的幾十年間，該會議為全球的 EMC 技術發展做出了極大貢獻，推動了汽車電子、無線通訊、醫療器材等多個行業的技術進步。





主題演講與開幕儀式

EMC Europe 2024 的開幕儀式由本屆的主席，比利時魯汶大學 (KU Leuven) 的 Davy Pissoort 教授主持。他在開幕致辭中強調了 EMC

技術對於當前全球科技發展的重要性，並指出此次會議不僅是展示最新技術研究成果的平台，還將促進產業界與學術界的緊密合作。隨後，來自歐盟研究執行機構 (European Research Executive Agency, REA) 的 Ioannis Bitsios 發表了主題演講，講述了歐盟在推動電磁相容性技術創新中的作用，並強調了通過 Horizon 2020 科研資助計畫推動的技術突破，特別是在電動車、無線通信設備和醫療設備領域。

Bitsios 表示，歐洲研究資助計畫極大地促進了新技術的應用，並推動了全球電磁相容標準的提升。他強調，未來歐盟將繼續加強在 EMC 技術領域的投資，尤其是針對智能交通系統、自動駕駛技術和可再生能源管理系統的研究，這些技術的快速發展要求更高的 EMC 標準和測試技術。



另一位主題演講者，來自 Philips Medical Systems 的 Rob Kleihorst，則專注於醫療設備中的電磁干擾 (EMI) 問題。他指出，隨著醫療設備的複雜性日益增長，特別是在醫院等高 EMI 環境中運行的設備，設計者必須平衡設備性能、患者安全和合規需求。他在演講中展示了如何通過優化醫療設備設計來降低 EMI 風險，並強調了風險管理在醫療設備設計中的重要性。隨著醫療技術的進步，未來 EMC 在醫療設備中的應用將變得更加關鍵。

汽車電子中的電磁相容性挑戰

隨著電動車技術的飛速發展，車用電子系統的複雜性也日益增加，汽車電子系統的電磁干擾 (EMI) 問題成為了當前車輛設計中的關鍵技術



挑戰之一。電動車的電動驅動系統、電池管理系統以及車內複雜的通信網絡，使得車用電子設備的 EMI 風險大幅增加，這對於車輛的穩定運行和駕駛安全帶來了新的挑戰。本次會議中的多場報告深入探討了汽車電子系統中的 EMI 問題，特別是電動驅動系統、充電系統中的電磁干擾以及其解決方案。

在來自中國研究團隊的報告中，他們提出了針對「電動驅動系統的傳導電磁干擾建模技術」。該技術基於對不同運行條件下的 EMI 行為進行詳細模擬，這能夠幫助設計人員提前識別和減少潛在的電磁干擾問題。這種預測模型不僅能提高電動車的設計效率，還能大幅降低產品測試時的失敗風險。

另一篇來自日本的論文展示了「電動車內部 DC-AC 轉換器的電磁干擾測量技術」。隨著車內電子設備日益增多，電磁環境變得更加複雜，高頻段的干擾問題尤為突出。這項研究提出了一種高效的測量技術，能夠精確捕捉轉換器在運行過程中的電磁干擾行為，為後續優化設計提供了重要依據。

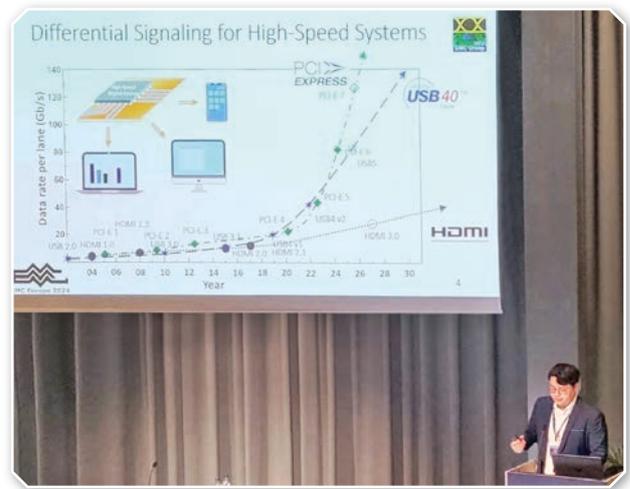
這些技術突破表明，電動車在應對電磁干擾問題上仍有許多研究空間，特別是隨著車內電子設備的不斷增多，EMC 技術在未來車輛設計中將扮演更加重要的角色。

能源系統中的 EMC 問題與技術應用

在能源系統領域，隨著可再生能源技術的廣泛應用，能源管理系統中的電磁相容性問題變得日益複雜。本次會議中的一篇論文探討了「新能源系統中的電磁干擾測試技術」，特別是在太陽能發電系統中，如何解決高頻電磁干擾問題。作者展示了一種新型的測量方法，能夠準確地識別並測試高頻段下的電磁干擾，為提高能源系統的電磁相容性能提供了有效的驗證及討論。

此外，來自德國的研究團隊展示了他們在「風力發電系統中 EMC 設計優化」的最新進展。該團隊針對風電系統中的逆變器設計進行了深入研究，提出了優化後的設計方案，顯著降低了系統運行中的電磁輻射問題。他們還展示了如何通過使用屏蔽材料來提高整個系統的電磁相容性，這為未來大型新能源項目中的 EMC 設計提供了參考。另外，還有一個來自日本的論文中提到，他們針對「太陽能發電系統中的高頻干擾測量技術」，提出了一種新型的測量方法，該方法能夠更準確地捕捉高頻干擾，並對系統設計提供了重要的數據佐證。





無線通信中的電磁相容技術與 AI 應用

隨著 5G 技術的快速發展，無線通信設備的 EMC 問題成為了技術討論的熱點之一。此次會議中，專家們討論了毫米波技術中的電磁干擾問題，並展示了多項針對 5G 系統的 EMC 解決方案。來自瑞典 KTH 皇家理工學院的研究團隊展示了「5G 毫米波段通信設備中的 EMI 測試技術」，這項技術能夠在高頻通信環境中進行精確測試，並且能夠模擬設備在不同場景中的電磁行為。並幫助設計者能夠在較早的研發階段發現潛在的干擾問題。這提供了未來設計高頻通信設備在多變的環境下能夠穩定運行的可能。

在專題討論會中，人工智能 (AI) 技術在 EMC 設計中的應用也是此次會議的亮點之一，大會設置了一個專題集中探討了 AI 在 EMC 領域中的應用。隨著 AI 技術的迅速崛起，在近年更是議題的當紅炸子雞，所有過去的研究及討論，都需要思考或引進不論是使用 AI 技術進行研究，或是找尋有關 AI 技術的新思路，越來越多的設計者開始利用機器學習和數據分析工具來優化 EMC 設計。美商安矽思科技 (Ansys) 的技術專家展示了如何利用 AI 技術來預測電磁干擾問題，並對 PCB 板進行自動優化設計。這種方法能夠顯著縮短設計時間，並提高產品的合規性和穩定性。相信隨著 AI 技術在工程設計中的廣泛應用，未來無線通信設備的 EMC 設計將能夠更加高效並符合全球市場的 EMC 標準。

法規測試技術的最新進展

法規測試技術是全球電磁相容性領域中不可或缺的部分。隨著各國對產品 EMC 標準的要求日益嚴格，產品需要經過更為嚴苛的測試才能進入市場，這不僅確保了產品在不同應用場景中的穩定性，也保證了其安全性和合規性。來自歐洲的多個研究團隊展示了最新的法規測試技術，特別是在車用電子和醫療設備領域的合規挑戰。例如，一項針對「汽車充電系統的 EMC 測試技術」展示了如何在實驗室環境下模擬車輛充電過程中的電磁行為，並提前檢測出潛在的電磁干擾問題。該技術的應用為未來電動汽車的 EMC 測試提供參考。在會議中許多團隊提出了一系列新穎的測試方法，這些方法能夠幫助產品在進入市場之前通過嚴格的 EMC 測試，並確保符合全球各地的法規標準。

其中一個技術亮點是來自德國的團隊展示的「全波模擬工具應用於 EMC 測試中的實踐」。該技術能夠模擬產品在不同環境下的電磁行為，並且能夠在早期設計階段預測產品可能出現的 EMI 問題。這種工具的應用大大縮短了產品的開發周期，並提高了設計的準確性和合規性。

海報展示與技術工作坊

為了促進與會者之間的深入技術交流，EMC Europe 2024 還設立了多場海報展示和技術工作坊，展示了來自全球研究團隊的最新研究成果。例



如，來自美國的研究團隊展示了他們針對高頻無線設備的 EMI 測試技術，該技術不僅能夠應對高頻段的電磁干擾問題，還能夠應用於未來的 6G 技術中。

技術工作坊的討論則集中於如何在不同應用場景中解決電磁干擾問題，特別是在車用電子和可再生能源系統中，這些討論為參與者提供了實際案例和技術解決方案，並進一步促進了跨領域的技術合作。

結論與展望

EMC Europe 2024 為全球電磁相容領域的專家學者提供了一個全面且深入的技術交流平台。通過各種技術報告、討論會和展示活動，本次會議展示

了全球最前沿的 EMC 技術成果，並探討了未來技術發展面臨的挑戰與機遇。特別是在電動車、可再生能源和 5G 技術的快速發展下，EMC 技術的重要性日益提升，這與過去在亞洲常探討的電子系統裝置不同，歐洲的研究團隊更多注重於車用安全、合規規範、能源等問題對 EMC 造成的研究課題。

隨著全球對電磁相容性的要求越來越高，EMC 技術的發展將在未來持續推動產業技術創新，不論是電子零件、電子系統、高速數位傳輸系統或是車用、能源、安全規範等。EMC Europe 作為全球 EMC 技術的核心平台，將繼續在未來的技術進步中發揮關鍵作用，促進全球電磁相容性標準的提升和技術合作。 ■■



2024 歐洲微波週 (2024 EuMW) 2024 The European Microwave Week

聯盟特約記者／陳士允

2024 歐洲微波週 (2024 European Microwave Week, 2024 EuMW) 於法國巴黎 (Paris, France) 舉行，會期由 2024 年 9 月 22 日至 9 月 27 日，為期六天。今年的歐洲微波週 (2024 EuMW) 由第 54 屆歐洲微波會議 (The European Microwave Conference, EuMC)、第 19 屆歐洲微波積體電路會議 (The European Microwave Integrated Circuits Conference, EuMIC)，以及第 21 屆歐洲雷達會議 (The European Radar Conference, EuRAD) 等三個會議組成，為歐洲最重要聚焦於無線、微波和射頻積體電路之專業論壇及展覽。此盛會由歐洲

微波協會 (The European Microwave Association, EuMA) 舉辦，並同時被電機電子工程師學會社群 (IEEE MTT-s, AP-s)、英國工程技術學會 (The Institution of Engineering and Technology, IET) 和歐洲天線與傳播協會 (EurAAP) 共同贊助。

總計今年歐洲微波週三個會議共有 798 篇論文投稿，來自 59 個國家，並有 506 篇論文被接受。而此會議為歐洲地區微波相關最重要之會議，其接受論文內容包括所有微波、射頻及雷達相關之研究，涵蓋眾多技術領域，大致分類包括微波、毫米波及亞毫米波系統、天線與傳播、無



2024 歐洲微波週會場—巴黎凡爾賽門展覽中心

線技術與前後端應用、電信應用（射頻、微波和光學）、積體電路與半導體材料及封裝、雷達架構與系統、傳感器與遠程系統、微波測試與測量。

今年歐洲微波週會議發表包含 85 場口頭報告會，以及 6 場海報展示會，另有 28 場工作坊、短期課程以及為學生開設的設計課程學校。在會議期間於會場中也舉辦大型微波相關設備、軟體、元件、產品之廠商博覽會，預估超過 300 家廠商及協會參展，供與會者交流討論，也舉辦青年學子徵才活動，是微波產業及學界合作交談的良好機會。總計博覽會參展者與參與會議及發表者預估超過 4 千 8 百人，並且在今年特別聚焦在 6G 及太赫茲技術、連網環保車輛、智慧感測、全球衛星覆蓋以及智慧城市和工廠的發展。接下來筆者將摘要幾個會議發表主題作介紹。

第六代行動通訊與同頻全雙工技術 (In-Band Full-Duplex)

在今年的歐洲微波積體電路會議開幕式上，主辦方邀請了華盛頓大學的 Jacques Christophe Rudell 教授，分享他對現代系統中智能自我干擾抑制架構的研究。自我干擾（self-interference）是微波系統所面臨的一個重大挑戰，尤其在高度整合和複雜的晶片系統中，不同通道之間的數據和信號串流耦合亟需進一步探討。Rudell 教授指出，自我干擾的消除與抑制（SI cancellation）在許多系統中具有廣泛的應用潛力，包括雷達、聲納系統、次世代無線通訊，甚至是對雜訊極為敏感的量子應用與核磁共振成像等領域。在未來第六代行動通訊的架構中，同頻全雙工技術（in-band full-duplex, FD）被視為能提升頻帶效率的關鍵技術。與傳統的分頻雙工（frequency-division duplexing, FDD）系統將接收與發射信號分頻不同，同頻全雙工技術則同時使用相同的頻段進行收發。然而，由於接收端與發射端的頻段相同，這在晶片系統中帶來了更多挑戰，包括對接收端雜訊和線性度更高的要求、環境中的多重洩漏或反射路徑，以及系統中的自我干擾。這些因素使得更寬頻的干擾消除技術及信號追蹤成為值得深入研究的課題。在演講中，Rudell 教

授總結了近年來學界對將自我干擾消除電路整合進前端微波電路的無線系統的研究。這些系統通常使用多通道的有限脈衝響應濾波器（finite impulse response filter, FIR）和連續時間複數濾波器（continuous-time complex-tap filter）來連接發射端與接收端的前饋消除路徑，並運用梯度下降（gradient descent algorithm）或貪婪演算法（greedy algorithm）來追蹤和調整濾波器的係數。Rudell 教授提出了一種新的自我干擾消除電路架構，除了貪婪演算法外，還結合了機器學習輔助的方法作為初步的干擾消除。在收發機架構中，他還整合了高線性度的開關來調整射頻干擾消除濾波器。實驗結果顯示，這種新架構能實現更快的連續干擾消除收斂時間（successive interference cancellation, SIC, convergence time）。他相信，自我干擾消除技術將是一個值得深入探索的新領域。

在非互易電路元件（non-reciprocal devices and circuits）的口頭報告會中，也有數個針對同頻全雙工技術的應用進行了發表。來自 Polytechnique University 的吳柯教授（Ke Wu）^[1] 介紹了一種具備可調自我干擾消除功能的雙模態旋轉器和雙極化天線系統。在同頻全雙工架構中，從發射端到接收端的類比信號洩漏必須至少抑制 60 dB，才能避免使接收端的類比數位轉換器飽和。在被動連續干擾消除架構中，無論是使用兩個天線或是磁性循環器，都存在隔離效果、頻寬和應用場域的限制。在現有的主動式自我干擾消除技術中，整合於前端積體電路的文獻記錄僅能在 80 MHz 頻寬中達到 63 dB 的隔離度。吳教授在報告中提出了一個創新的架構，通過使接收端和發射端通道的模態及天線極化方向正交，自然提高天線的反射干擾問題和循環器的隔離度。其雙模循環器使用反對稱偏壓雙鐵氧體負載的基板整合波導（antisymmetrically-biased twin-ferrite loaded substrate integrated waveguide, SIW），並結合基板整合波導腔的雙極化平板天線（SIW cavity-backed patch），達成高隔離度和低交叉極化效果。該系統還整合了附加的被動式



自我干擾消除路徑，進一步減少洩漏，並實現可調的效果，整體隔離度在 100 MHz 頻寬中超過 70 至 80 dB。

衛星通訊及相關應用

除了第六代無線通訊，低軌衛星通訊系統也是今年的一個熱門主題，許多團隊在報告中展現了他們日益成熟的研究成果。來自德國聯邦國防軍大學 (Universität der Bundeswehr München) 的 Stefan Lindenmeier 教授團隊發表了一種專為低地球軌道衛星 (LEO-orbit) 設計的 K/Ka 頻段多波束天線系統^[2]，計畫在明年將其裝載至發射衛星，並在太空中執行為期五年的工作任務。由於太空中的極端環境，這個天線及其前端收發系統需要能夠承受震動、超過 200 度的溫度變化、真空條件以及宇宙輻射等各種挑戰。該系統利用 32 個中空波導技術的鏡面羅特曼透鏡，實現對天底方向正負 60 度的波束掃動範圍。通過雙向分配電路、雙工器和收發系統，他們完成了初步鏈路預算的驗證，為未來的太空任務奠定了基礎。

除了衛星上的天線與收發機設計，Lindenmeier 教授團隊的計畫也包括了地面端的小型高增益雙頻圓極化天線設計^[3]。這款天線是為了實現地面與衛星之間的通訊，滿足在 L1 和 L5 頻段同時達到左手和右手圓極化的需求。發表團隊在原本高效率、圓極化的雙頻聖甲蟲天線 (dual-band scarabeus antenna) 的基礎上進行了改進，增添了雙頻導向環 (double-band director rings) 來提升天線的指向性與增益。他們還改進了輸入端的阻抗匹配電路，並調整了天線傾角，以減少天線之間的耦合。透過這些簡單且結構堅固的改進，最終實現了增益提升，與之前版本相比增益提高了超過 3 dB。

在法國資訊技術電子研究所 (Laboratoire d'électronique des technologies de l'information, CEA-Leti) 與 Kinéis 公司的合作發表中^[4]，探討了衛星通訊與地面物聯網的結合。與傳統通訊系統不同，此類應用場域更注重透過衛星通訊實現訊號的全面覆蓋、物聯網在室內及室外的持續服

務能力，以及降低衛星容量飽和等問題。因此，在地面物聯網端，需求主要集中於長時間自主運作、低數據速率，且適用於各種環境和背景的小型傳感器。這些小型傳感器的設計重點包括在滿足圓極化要求下的輻射效率、頻寬、品質因子 (quality factor)，以及對近距離環境的敏感性。在此篇論文中，發表團隊提出了一個四片半環形天線的微縮陣列，透過最大化電流分布以及用離散式射頻電容作為口徑電抗負載來達到天線微縮的設計。最終這個交織的反 F 結構天線的體積為 5 cm × 5 cm × 3 cm，在 400 MHz 附近達到約 50% 的效率，並達到正負 70 度半功率波束寬 (HPBW) 的扇形場型。他們將此天線與市售天線比較，透過與衛星系統連結，平均訊號雜訊比 (signal-to-noise ratio, SNR) 增加了 1.6 dB，而接收訊號強度指示 (received signal strength indicator, RSSI) 增加了 2.6 dB。儘管頻寬低於目標規格，提出的小天線達到了極輕的重量，並增加了雙工圓極化天線的敏感性。

低溫微波電路與量測系統

近年來，隨著量子計算與量子加速器的發展，以及其在天文觀測中的應用，低溫微波積體電路與元件的研究越來越活躍。來自芬蘭科技研究院 (VTT Technical Research Center of Finland) 的團隊設計了一種工作頻率範圍為 100 kHz 到 1 GHz 的多通道低溫低雜訊放大器，採用了 SiGe 130-nm BiCMOS 製程^[5]。他們首先對 SiGe 130-nm BiCMOS 元件進行了低溫直流 (DC) 與射頻 (RF) 的 π 模型分析，然後基於這些結果設計了兩個版本的低溫低雜訊放大器。這種設計不僅功耗低，還具有良好的可擴展性，適合用於探測器陣列。發表團隊還針對多通道放大器進行了低溫雜訊測量，利用冷衰減器方法 (cold attenuator method) 和後級放大器來提高高頻測量的增益。通過多個並聯的低溫低雜訊放大器，該研究顯著提升了 100 像素陣列超導奈米線單光子探測器的訊號雜訊比。

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg 的團隊發表了他們在 millikelvin 溫

度下對印刷電路板材料特性的測量與分析^[6]。在低溫環境中，微波元件與射頻同軸線的衰減與電長度會因降溫而變化。為了提取這些元件與材料的低溫特性，文獻中常使用 TRL (Thru-Reflect-Load) 多埠校正技術來獲得在低溫恆溫器 (cryostat) 中元件的真正高頻響應。然而，這通常需要多次降溫和回溫，或者使用低溫電動機械式切換器，以在多個校正器與待測物之間切換。前者耗時較長，而後者則使實驗架構變得複雜且龐大。發表團隊在論文中提出了一種新方法，能在不進行高頻低溫校正的情況下測量印刷電路板材料的電氣特性。他們設計了一組待測物，包括微帶線環狀共振器 (microstrip ring resonator) 和兩條不同長度的微帶傳輸線。微帶線環狀共振器的共振頻率在文獻中有已知解析解，透過在不同溫度下的共振頻率變化，可以萃取印刷電路板材料的相對介電常數 (permittivity) 變化。為了進一步排除低溫恆溫器中射頻同軸線與轉接器的響應影響，團隊將測得的微帶傳輸線響應作為系統背景，從共振器響應中進行消除。考慮到低溫環境下共振器可能出現的微縮現象，發表團隊對待測物進行了三維雷射掃描，並利用已知的銅與材料的熱膨脹係數 (coefficient of Thermal Expansion) 計算出環形共振器在低溫下的結構，以調整共振頻率的計算。最終，他們將測量結果與等校模型進行模擬，發現 millikelvin 溫度下基板材料的相對介電常數幾乎不變。為了獲得材料在低溫下的衰減係數，團隊採用了多傳輸線方法來分析兩條微帶傳輸線的響應，結果顯示 RO4350B 板材在 millikelvin 溫度下的衰減係數相比於室溫時減少了約 44%。這項研究僅使用了兩次降溫循環，且未透過任何低溫校正手法，其結果可應用於量子電腦相關系統建設，也將有助於其他低溫微波系統的設計。

與會感想

此次在法國巴黎舉行的歐洲微波週是筆者首次前往歐洲參加並發表報告的國際會議。今年的會議中，眾多發表專注於第六代通訊的發展，特別是如何同時使用相同頻段作為發射和接收

端，以實現全頻段雙工操作，從而更有效地利用頻帶。基於這一核心概念，多種通訊架構的硬體元件和系統設計在會議上展出。例如，為了解決發射端與接收端之間的耦合問題，許多研究提出了寬頻射頻消除器的設計，並探討了循環器和隔離器的特殊設計及新型消除原理的發展。此外，會議上也有關於陣列天線和波束合成晶片系統設計的多場報告，以及應用於定位、心跳監測系統和智慧反射面收發系統等各類微波系統設計的討論，讓筆者受益匪淺。綜觀而言，本屆歐洲微波週參加的台灣團隊較少，期望未來能有更多團隊投稿參加，齊聚於這個歐洲最具規模的微波盛會，共同交流與分享最新的研究成果。

參考文獻

1. Amir Afshani, Ke Wu, "Operational Aggregation of Dual-Mode Circulator and Dual-Polarization Antenna with Built-in Tunable Self-Interference Cancellation for Full-Duplex," in Proc. 54th European Microwave Conference.
2. Andreas Krause, Stefan Lindenmeier, Engelbert Tyroller, "A Front End Design in K- and KaBand for a Hybrid Steerable MultiBeam Satellite Antenna Array," in Proc. 21st European Radar Conference.
3. Maximilian Holzner, Azat Meredov, Stefan Lindenmeier, "HALO Antenna – A High Gain Directive Circularly Polarized Antenna for Space-Ground Applications," in Proc. 54th European Microwave Conference.
4. Serge Bories, Jean-Francois Pintos, M. Jadid, Christophe Delaveaud, V. Gamonal, C. Gracia, "Ultra-Miniature Reactive-Loaded Antenna Micro-Array on Metallic Context for Sat-IoT," in Proc. 54th European Microwave Conference.
5. Mikko Varonen, Dristy Parveg, Lassi Lehtisyryjä, Hannu Sipola, Jan Saijets "Cryogenic Single-Chip MultiChannel LNA," in Proc. 19th European Microwave Integrated Circuits Conference.
6. Nicole Zoher, Tim Pfahler, Martin Vossiek, Christian Carlowitz, "Printed Circuit Board Material Characterization at Millikelvin Temperatures for Cryogenic Microwave Circuit Design," in Proc. 54th European Microwave Conference. ■■■



電磁產學聯盟企業參訪活動 — 明泰科技股份有限公司

聯盟特約記者／林致翰

台灣電磁產學聯盟為服務產業界及學界的行政組織，自 2010 年草創至今已發展至超過 180 位全國各地教授、600 多位研究生及 8 家企業和 1 家研究法人的產、學、研合作聯盟，電磁聯盟每年都會舉辦業界參訪活動以促進產學之間交流。而於 2024 年 8 月 22 日（四）舉辦教授至企業參訪活動，本次參訪的單位為台灣目前最具規模之專業網路設備廠商—「明泰科技股份有限公司」。此次活動將由明泰科技同仁做詳細介紹，並將開放相關實驗室讓參訪老師們有機會一窺先進的儀器設備。

關於明泰

明泰科技於 2003 年迄今在網路通訊產業諸多耕耘，傾注心力在網通核心技術，積累近三十年經驗。成立之初即完成全球第一個具 IPv6 功能之寬頻無線整合接入設備，入選數位時代雜誌所評選之台灣科技 100 強企業。於台灣，大陸及美國皆設有研發中心，主要製造基地布局於東南亞，積極投入產業技術與新品研發，立足亞太，放眼國際市場。明泰產品線橫跨移動寬頻、無線路由、居家多媒體、工業級有線通訊與交換器，甚至近年來較為熱門之工業 4.0 IoT 和毫米波智能雷達系統皆有涉獵。

廠區實驗室參觀

在敖世芳處長和李宜津經理的帶領下，我們首先前往位於五樓的 5G 實驗室進行參觀。映入眼簾的便是由數座大型機櫃所構成，一整面企業級級多通道交換機產品。明泰在 fronthaul/backhaul 以及數據中心等級傳輸頻寬 100/200/800G 的交換器產品有著大量成熟





另外一個十分有趣的量測項目便是家用消費級無線通訊產品的實景屋內量測（Rental House Test）。一項無線產品在開發的過程當中，除了主要 RF 組件和 PCB 裸板樣品在無反射室的特性量測以外，最終加上外殼與各種硬體外設整合後的成品在貼近消費者使用環境中的效能表現也不容忽視。明泰為了建立具備公信力的第三方測試環境而購置了一個 4 層樓多房型的獨棟建築來進行無線產品的吞吐量測試（wireless throughput test）和信號涵蓋率測試（signal coverage test）。為了提升量測效率，明泰也導入無人自走車系統取代傳統人工量測方式，用更短的時間獲得更加可靠的量測數據。

OEM/ODM 設計經驗，在有線骨幹通訊技術領域累積諸多高速信號傳輸的開發經驗是明泰近年來發展高速 5G 無線通訊不可或缺的堅實基礎。

進入行動網路無線實驗室後，可以看到許多獨立測試中的無線通訊系統，當中最為奪目的便是來自台灣東海岸火車站的 4K 畫質即時串流影像。透過明泰家用型互動型多媒體 IP CAM 來擷取原始廣角畫面，之後再通過明泰自家產品線 PoE 交換機和 5G SA CPE，all-in-One gNB 一體化 5G 小型基站將訊號由有線轉換至無線訊號後上傳至雲端伺服器，最終經由本地端個人電腦接收影像。在新竹實驗室中同樣也展示了一套架構的 5G 小基站的原型電路讓參觀者可以更加容易了解小基站系統層級 PCBA 設計的精妙之處。這樣的系統也可以佈建成雙向互動式，結合戶內與戶外環境的資訊傳遞，能充分詮釋當代 5G 通訊系統所強調的高傳輸頻寬，低延遲與多連結性，可以預見這樣的應用在數年內會隨著電信基建的迭代更新更多的出現在一般人的生活之中。





產學交流座談

本次參訪的台灣電磁聯盟成員包含台灣大學吳瑞北教授、鄭宇翔教授、台灣科技大學林丁丙教授以及文化大學電機系李克怡教授。在整個活動過程蔡文濬技術長熱情地向在座來賓分享明泰科技在網路通訊設備耕耘多年中獲

於活動尾聲，在楊威處長的帶領下我們參觀進行各項無線產品量測的中大型無反射室，走過一座又一座造價不斐的電波隔離腔，映入眼簾的是一部又一部造價數以百萬計的昂貴量測設備，從中不難體會出明泰科技在三十餘年從事通訊產品開發的歷程中究竟投入了多少資源，為了達成下游品牌商與系統廠的在規格與品質要求逐一建立起完整且肩負彈性的 RF 測試環境。與專司研發的明泰工程師彼此交流暢談之餘更是深深體會到他們的熱忱與專注，對於當前 5G 通訊環境硬體與軟體方面的發展態勢有了更深的理解。在展區參觀之後，蔡文濬技術長於活動最後的交流時間帶領黃仁聖副處長以及劉蕙穎副理分享明泰科技當前的產品戰略部署與市場看法，讓與會的學界同仁和年輕學子更能理解當今市場偏好以及迫切需要投入心力解決的諸多技術難題。

得的寶貴經驗，如何透過堅實的基礎在未來 5G/6G 世代搶先布局並推出適合下游合作夥伴的 OEM/ODM 產品線，若能成功建立起 ORAN (Open Radio Access Network) 生態系將會提升台灣通訊產業界的市場動能。會後吳瑞北教授也極力邀請蔡文濬技術長與明泰傑出的工程團隊有機會能將今日精闢的產業分析內容與技術發展脈絡帶到學校系所與莘莘學子分享來吸引更多年輕人才投入通訊產業。明泰科技在產品設計開發量產中系統層級面臨到的高速傳輸多介面的 De-sense (Degradation of Sensitivity, 接收感度惡化) 議題也可透過邀請本年度電磁聯盟特約講座陽明交通大學紀佩綾教授與龍華科技大學電機工程系陳逸謙教授來進行學理討論與數值模擬等不同程度的合作來推升自身研發動能。於學界近年來強力推展的無人機關鍵技術前瞻計畫也有機會與明泰科技過去投入大量資源研發之成熟通訊產品相結合，未來透過創新，自主化的產學合作一同打造核心功能模組，為台灣國防盡一份心力。■



創威訊共同創辦人 **李中旺**

網通老兵的毫米波探險

聯盟特約記者／袁兆遠

才不過幾年前，大多數人可能都沒聽過低軌衛星。然而，5G、6G 和低軌衛星等通訊新趨勢的出現，正在翻轉通信產業，乃至影響人們的日常生活，戰爭和救災的方式也因此有了新的樣貌。

台灣是資訊科技相關產業的製造重鎮。在全球通訊產業的供應鏈中，台灣的關鍵零組件與系統製造同樣也扮演重要角色。新的時代來臨，通訊科技需要的技術與產業知識突飛猛進。怎麼銜接？耕耘網路通訊產業近四十年的李中旺，如今投入這個「未來產業」，他與我們分享他的經驗，以及在毫米波的未來，需要怎樣的人才，該裝備什麼知識。



從全村只有一支電話到通訊產業的大飛躍

1973年李中旺進入台大電機系就讀的時候，全宿舍只有一支裝在福利社的電話。有人打電話來，老闆還要大喊名字叫人來接；當時台灣社會中，電話非常珍貴，要撥接電話有時需要排隊。設立電信工程科系的學校不多，相關科系開設的通信課程也不夠豐富。他在所裡讀的是電子電路組，通訊科技當時還是一片尚待開拓的領域。

退伍後，他加入國際電話電報公司（ITT，歐科電信 Alcatel 的前身），擔任交換機測試工程師。1980左右，家家戶戶裝起電話。情況急速改變，台灣的通訊產業開始起飛。1981年回到台大電機研究所就讀，適逢全球個人電腦（PC）開始野蠻生長。由於大部分 PC 主機與週邊設備都是採用標準或開源的規格，隨著經濟規模的擴大，電腦的軟硬體一一被解鎖、複製或抄襲，大量製造的結果是產品之間的差異性變小，產業淪為價格戰。還好網路相關產品一時之間沒有開源的產業標準可以參考，網通廠商必需提供完整的軟體硬體解決方案，還不易被模仿複製。

1986年，李中旺的前老闆高次軒，帶著他與其他幾位同事，創立了友訊科技。李中旺便一腳踏入網路通訊的世界，一做就是將近四十年。

友訊科技耕耘數十載

網路通訊產品雖然需求暢旺，但當時很多技術都還在起步階段。李中旺回憶，印象中最深刻的是 DN-001 網路卡，它的規格與美商繁星公司 Corvus Systems 為蘋果二號（Apple II）電腦做的網路卡相當，每秒可傳輸一百萬位元，速度超出當時市面上數據機（Modem）數十倍。到了 1985 年左右，「乙太網路」逐步成為工業標準，相關的產品開始統一市場。李中旺的團隊被啟發，決定投入乙太網路卡的研發。基於對電子零件和規格的熟悉，李中旺先將一個個離散的小晶片兜起來，湊成一個完整的網路卡，驗證了它的功能，再採用當時流行的閘排列（Gate Array）技術，將全部的零件功能集中到一顆閘排列晶片裡，讓介面卡的面積大幅縮小、成本也大幅降低。

為了突破技術門檻，團隊歷經了辦公室睡袋

級的苦熬，淬鍊出前瞻的軟硬體技術，他們發表了 DE-100 網路卡，成為國產乙太網路卡的開拓者。DE-100 插進 PC 之後，電腦就擁有了每秒 10M（即一千萬）位元的網速，是 Corvus 網路的十倍。這個開創性的產品，甫出就大賣，每張卡出廠成本大約 30 美元，售價可達 300 美元。高利潤和巨額銷量，立頃刻帶動了友訊業績的大幅成長。

雖然網路卡後來被整合進了主機板中，不再有單獨販售的市場，但電腦算力的指數型增長讓電腦相互之間通訊的需求火速升溫。區域網路（Local Area Network）和廣域網路（Wide Area Network）交織出了全球網際網路（Internet），將全球的人和物全部連接在一起。友訊研製出乙太網路交換機，來高速匯集區域網路信號，也推出對外連至廣域網路的路由器，以 D-Link 品牌銷售至全球各地並大獲成功。從無到有，友訊成為推動台灣網通產業的重要推手，李中旺也從研發黑手，歷經辦公室睡袋工程師，一步步成為董事長。

李中旺認為「網路通訊」和「電腦主機」兩個產業，是推動科技進步的雙引擎。1980 年代個人電腦的崛起，促使通訊需求增加，1990 年則進入了網際網路時代，讓電腦主機的算力能夠透過網路奔流綻放。接著，Wi-Fi 出現、智慧型手機的普及，讓網路通訊與電腦主機算力進一步交融。進入 2020 年代，AI 成為運算的主力，而 5G 與兆（Tera）級乙太網路則承載著全球協作算力的任務。台灣固然以半導體產業聞名世界，但通訊業同樣是推動半導體與科技應用的關鍵領域。

回首在友訊的三十餘載，以及科技的發展，李中旺引用王國維的「人間詞話」來映照自己的心境。「昨夜西風凋碧樹，獨上高樓，望盡天涯路」是第一境界，形容在新的世界出現之前，試圖找出一條可行的道路。「衣帶漸寬終不悔，為伊消得人憔悴」，一旦選定了這條路，就無怨悔、不計得失地押注下去，就如同他曾經帶領團隊，奮不顧身地投入網路通信。「暮然回首，那人就在燈火闌珊處」，埋頭苦幹不知多久後，有一天猛然抬頭，卻發現技術與商機就已經在眼前。一樣的心境寫照，將為他的職涯下半場高峰拉開序幕，那就是毫米波時代的來臨。

毫米波的時代來了

隨著 5G 技術快速發展，毫米波 (mmWave) 成為提升網路效能的關鍵。毫米波頻段位於 30 ~ 300 GHz，能支援超高速的資料傳輸，滿足龐大的數據需求。然而，毫米波傳播距離短，容易受建築物或天候影響。這帶動了小型基地台和波束成形 (beamforming) 技術的發展，讓訊號能更準確地傳給使用者，減少延遲、提高穩定性。

此外，無線通信的頻譜資源有限，而較低頻段的資源已經被大量分配，因此使用更高頻率的毫米波，是未來的必然趨勢。

毫米波更是低軌衛星滿足高速數據需求的理想頻段。以馬斯克的星鏈 (Starlink) 為首的低軌衛星，掀起了一場革命。星鏈的目標是在距離地面 500 至 2,000 公里的地球低空軌道，部署上萬顆小型衛星，提供全球覆蓋的高速網路，能讓偏遠地區也接入網際網路，有效的彌平數位落差。這些低軌衛星藉由低延遲與毫米波高容量的技術特性，讓無線接入走出了傳統基地台的覆蓋範圍。

在戰爭和災害等非常時期，更能凸顯出低軌衛星無比的重要性。兩年多前，東加王國海底的火山噴發，震斷對外的唯一海底光纜，星鏈的低軌衛星適時補足了通訊缺口。俄烏戰爭初期，星鏈就提供烏克蘭衛星通訊系統及用戶終端設備，維持網絡和通訊的連續運作。

低軌衛星和毫米波，正在打破國界，改寫既有網路規則，使全球加速進入一個無遠弗屆的高速互聯時代。然而台灣不是聯合國國際電信聯盟的成員，很難參與全球衛星頻譜的管理。此外，馬斯克與中國的密切關係，也讓台灣必須與星鏈保持距離。台灣在這場革命中，能扮演什麼角色？

這次創業，要翻轉外太空

友訊大紅大紫的年代，台灣在通信關鍵零組件的製造中佔有一席之地。然而進入毫米波，技術的難度也更上層樓。李中旺分享，毫米波產品除了設計困難，還有兩個難以克服的門檻。第一是傳輸距離短，必需將電磁波的波束凝聚，像手電筒一樣集中發送出去。第二是散熱難，毫米波晶片效率不高，會產生多餘的熱量，要在有限的空間將熱量散發出去，往往需要特殊的技巧。

過去台灣的地面通訊技術很強。進入毫米波時代，雖然未來所需關鍵晶片仍待自主開發，但已能充分掌握由數十或數百個小型天線組成的「相控陣列天線」(Phased array antenna) 技術，它是解決毫米波問題最關鍵的設備。

同樣畢業於台大電機系、從在美國就學時就開始研究天線的周錫增，目前任教於台大電信工程學研究所，是台灣少數深耕毫米波天線領域的學者。早在二十多年前，就以相關技術獲獎無數。雖然過去聽過低軌衛星通信的人不多，但這項冷門的技術，五年來已被馬斯克的星鏈實證與應用成功，全球颯起了低軌衛星的旋風。「望盡天涯路」已了然於心，讓周錫增決定出來創業。

周錫增找來李中旺，成立了創威訊，其英文名字 SWART 中的「W」，一方面象徵著接收訊號的衛星，另一方面也是 M 的倒寫，回應了公司的願景「翻轉外太空」。周錫增的強項在毫米波與相控陣列天線，但將毫米波的信號轉為中低頻供地面使用，便是李中旺的拿手領域。

創威訊的拿手絕活，就是解決毫米波實際應用的困難，包括相控陣列天線昂貴的成本和訊號距離、干擾、與散熱等問題等。

用於毫米波的相控陣列天線，晶片、基板、導線、連接器等電子零件非常昂貴。由於電磁波也是一種光，在透鏡中，其表現與光一樣。周錫增利用這個原理，在天線中引入透鏡，讓電磁波在透鏡中，做出和光一樣的表現，透鏡集中波束提高天線的增益，同時大幅省下材料成本與減少發熱。

另外，相控陣列天線的特點，是要能經由控制天線的相位，快速追著目標跑。低軌衛星的運行速度高達每小時 27,000 公里，相當於每小時繞地球 0.7 圈。這代表每隔幾分鐘，下一顆衛星就會進到追蹤範圍內，因此天線不僅需要集中，還必須能夠準確追蹤快速移動的衛星。

除了低軌衛星外，相控陣列天線也應用在無人機領域。無人機在地面通信中斷時，可以承載行動基地台升空，到災區發揮緊急通信功能。但無人機體型較小，易受天候影響搖晃或翻滾，因此也需要相控陣列天線來做快速準確的追蹤。

創威訊更將天線拆解成多個標準化的「模組」(modules)，可以像積木一樣自由組合、替換或擴展，以滿足不同客戶的需求，適應各種應用場景。

創威訊的定位是以「毫米波關鍵模組」，為所有網通產業，包括通信系統公司、交通載具公司、無線通信晶片設計公司等潛在客戶與夥伴，提供毫米波電路與天線解決方案。

校長兼撞鐘

迎來職涯第二波奮鬥，「衣帶漸寬終不悔，為伊消得人憔悴」。這次帶領的團隊更年輕，要完成的任務更艱鉅。李中旺形容自己在創威訊的角色是「校長兼撞鐘」，什麼都要做。

他引聯想集團創始人柳傳志著名的管理三步驟：定策略、搭班子、帶隊伍來說明。

首先明定策略，打破毫米波產品「高貴很貴」的價格迷思，就是做出符合需求，且價格親民的相控陣列天線。與友訊初期的網路卡經驗類似，創威訊做的也是一個通信系統的關鍵模組。不同的是，這次創新的技術門檻很高，發展的策略也不同。

曾將小新創做成大企業的李中旺，談及創威訊的未來，卻認為會走另一種模式：被併購，或被其他企業注資，形成策略結盟。他說：「就如海軍陸戰隊打不了大規模的戰爭，攻下灘頭之後就要把成果交給正規軍隊。自己再去進攻下一個灘頭」。

另外，低軌衛星的市場才在起步。曾待過大企業的他，深知現在還不是組織快速擴張的時機。現階段的使命是：以精英部隊將產品最精巧、最難以取代的部分呈現出來，和下游系統客戶搭配，透過客戶的銷售管道，迅速佔有市場。

創威訊的研發班子，是由台大和台科大畢業的工程師搭起來的。雖然在台灣，頂尖的工程人才大多流向半導體的設計和製造，毫米波技術的人才很難培養，但團隊的成員已陸續到位。李中旺笑稱這群人在創威訊是「臭味相投」，一起被毫米波通訊的夢想所吸引，即使再多的困難也不怕，就像是在友訊體驗過的，「望盡天涯路」後，義無反顧的投入，直至「衣帶漸寬、人憔悴」。周錫增和李中旺正帶著工程師們「蹲苦窯」，追尋那肉眼看不見，卻正在翻轉世界的天線夢。

毫米波技術艱澀，但要投身其中，高學歷並不是第一要素。他曾看過一個毫米波 IC 設計公司，成員們擁有美國博士學位，也拿到了資金，卻無法成功，因為團隊內部互不相讓。相反，創威訊用願景讓成員同心打拼，就能一起摸索著往前，這就是「帶隊伍」的秘訣。

那什麼樣的知識背景足夠呢？他指出，雖然產業快速的迭代發展，諸如電子學、電磁學、數學和物理等基礎科學至關重要。李中旺舉例在大學畢業時的預官考試，要考學校沒教過的真空管，同學們在短時間內就掌握了這項技術並通過考試。他也提到電機系的林百里學長說過：「問題都是自己去找答案解決，畢業以後就沒有再回系裡學習。」台大電機系所開出的課程足夠扎實，讓每位系友在面對未來的挑戰時能夠得心應手。雖然毫米波是條窄路，但具備學科基礎，加上熱忱和傻勁，熬出頭的日子不算遙遠。

李中旺屢次參與台灣科技產業最關鍵的轉型，他卻宣稱自己並非天縱英明，沒有預知趨勢的能力，只是看到了願景，靠著一次次的苦熬，迎來甜美的果實。在剛起步的毫米波時代，李中旺再次捲起袖子，開創無人走過的新路，在「燈火闌珊處」，他將再次找到答案。■

李中旺董事長 簡歷

現任

創威訊科技董事長

學歷

國立臺灣大學電機系碩士

經歷

友訊科技集團總裁

友訊科技董事長及執行長

明泰科技董事長

核心業務

網通產品研發、解決方案規劃



奇景光電股份有限公司（納斯達克代號：HIMX）為一個專注於影像顯示處理技術之IC設計公司。本公司係全球顯示器驅動IC與時序控制IC領先廠商，產品應用於電視、筆記型電腦、桌上型電腦、手機、平板電腦、數位相機、汽車導航、虛擬實境裝置以及其他多種消費性電子產品。

奇景光電設立於2001年，總部位於台灣台南，目前員工人數約為2,200人，分布於台南、新竹、台北、中國、韓國、日本與美國。至今為止，奇景光電在三大洲已取得超過 3,000 項專利，產品應用於全球各種消費性電子品牌產品，技術領先並維持影像顯示處理技術半導體解決方案領導廠商的地位。

精選職缺介紹 (電子/電機/資工相關科系)

類比IC設計工程師

1. 觸控IC, TDDI或指紋辨識IC 開發
2. ADC或sensor IP 開發
3. TFT-LCD 或 OLED Display 驅動IC開發
4. Charge pump/LDO/Source driver/ Gate driver/High speed interface / OSC/BGR相關開發

數位IC設計工程師

1. 開發TFT-LCD面板相關時序控制器
2. Functions/Algorithm相關
3. TFT-LCD或OLED Display驅動IC開發
4. 觸控IC, TDDI或指紋辨識IC 開發
5. MCU或DSP IC開發

演算法設計工程師

1. Image/Video 影像處理算法設計開發經驗
2. 機器學習(AI)相關開發經驗 (ex: tensorflow, keras...)
3. Embedded system(嵌入式系統) coding相關經驗
4. 曾有DSP或GPU coding相關開發經驗尤佳

系統軟韌體設計工程師

1. 觸控韌體開發與維護
2. 觸控IC驗證
3. 觸控演算法開發
4. 專案客製化韌體開發及修改
5. 產品問題分析、溝通及解決
6. 熟悉C, C++, C#

IC系統應用工程師

1. IC 之規格訂定與驗證
2. 具備C# 或 C++ 能力,開發IC驗證軟體與IC驗證系統
3. FPGA系統設計與驗證
4. 客戶端車載/筆電/手機與面板模組 Design In技術支援

招募窗口

公司網站: www.himax.com.tw

職缺查詢: 104人力銀行

履歷投遞: resume@himax.com.tw、104人力銀行



公司網站



104職缺查詢

加入欣興 成就新星



■ 欣興電子 ■

成立於1990年，是積體電路板 IC Carrier 及印刷電路板 PCB 的世界級供應商。
創新與品質為欣興的競爭力來源，多年來持續突破技術並在全球快速擴張。

■ 全球生產基地 ■

- 臺灣 桃園廠區：山鶯廠 合江廠(中壢) 蘆竹廠 楊梅廠
- 德國 Unimicron Germany
- 新竹廠區：新豐廠
- 日本 Clover Electronics
- 興建新廠：桃園楊梅II 新竹湖口
- 大陸 蘇州群策 欣興同泰 昆山鼎鑫 黃石欣益興 深圳聯能
- 泰國 UMTH

■ 員工福利 ■

- 獎金類：分紅、調薪制度、達成獎金、績效獎金、年終獎金、年節獎金、專利獎金
- 訓練類：內外部教育訓練、輔導員制度、海外派訓
- 生活類：餐費補助、宿舍、員工餐廳、健身房、停車場、免費體檢、廠醫駐診、孕期關懷
- 休閒類：社團活動、家庭日活動、年終聯歡會
- 保險類：勞健保、團保、眷屬團保、退休金提撥、出差與海外派駐保險

還有更多!!



招募中心：03-3500386 #26800
招募信箱：recruit@unimicron.com

招募網站



Facebook



LinkedIn





INCREDIBLE FUTURE

加入華碩 極致未來

熱烈招募中

SI/PI 工程師

- 負責華碩產品訊號/電源完整度模擬
- 提供EE與Layout團隊電路設計建議
- 與國內外學界/業界合作研發電磁創新關鍵技術

華碩人獨享

- 彈性上下班工時
- 優於法令的帶薪事病假、幸福假
- 三節獎金、績效獎金、午餐補助、生日禮金
- 員工餐廳、免費健身房、多元社團活動

加入我們!

- 立即掃描右方QRcode進行履歷投遞

welcome!

應屆畢業生

具碩士以上學歷
電機電信相關系所尤佳



更多資訊 MORE INFO 華碩人才網

auden 耀登集團
Auden Techno Corp



- 天線研發工程師
- 軟韌體研發工程師
- 射頻電路研發工程師
- 溫室氣體盤查輔導師

加入耀登
捷足先登

📍 334桃園市八德區和平路772巷19號

☎ 886-3-3631901



耀登官網



加入我們

+ Job Opportunities

世界的距離有多遠，由身懷絕技的您來做主~
歡迎加入我們的行列! 詳細職缺內容請至104網站。

軟體工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢
- + 熟悉C/C++程式語言，有Linux開發經驗者尤佳
- + 未來負責前端網頁及IoT嵌入式系統開發

RF/電子產品工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢
- + 熟悉AutoCAD, Circuit Design, OrCAD
- + 未來負責微波電路設計/無線充電電路設計

產品工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢/熟悉RF
- + 未來負責新產品NPI, 環境驗證測試, 量產前準備/測試站問題分析與改善



+ Our Company

- + 國內首家專業的微波及衛星通訊公司
- + 製造基地：台灣新竹科學園區、中國江蘇省無錫市
- + 研發中心：美國California、丹麥Hillerød
- + 積極投入虛擬化無線接入網 (vRAN) 及低軌衛星(LEO)商機
- + 北美高階衛星電視接收高頻頭市占率第一供應商

+ Benefits

激勵與肯定

- + 三節獎金及年度盈餘分紅
- + 提供激勵措施獎勵績優
- + 專利獎金/績優表揚/資深獎勵
- + 內部晉升調遷制度



保障與關懷

- + 勞保、健保、退休金提撥及團保
- + 結婚、喪葬、生育、傷病住院給付
- + 提供醫療保健服務/定期員工健檢
- + 急難救助及重大災變補助

訓練與發展

- + 海外專業工作歷練及集團內培訓
- + 多職能及多能工培育
- + 工作授權、任務指派、專案參與
- + 全額補助內/外訓練課程

生活與休閒

- + 設有員工休閒中心及圖書室
- + 年度旅遊補助、家庭日活動、多元化社團
- + 生日禮金、三節賀禮、特約廠商優惠
- + 員工餐廳

mtg 台揚科技股份有限公司

若有任何招募事宜，歡迎來電洽詢人力資源部招募任用組
Tel : 03-5773335 Fax:03-5777121

新竹市科學園區創新二路1號
招募信箱：talents@mtigroup.com
公司網址：www.mtigroup.com



最新活動

自聯盟成立以來，一直希望能提供更好的會員服務。初期曾設立產學聯盟徵才媒合網，由於操作及註冊程序較為繁瑣，效益不侷專業的人力銀行網站，因此希望能調整運作方式。我們知道各位會員很希望每年都能招募到各大專院校優秀傑出的畢業生，因此調整聯盟可協助項目如下：

• 轉發徵才或實習訊息：

如您需要聯盟代為轉發相關徵才或寒暑假實習訊息，惠請將訊息內容告知我們，聯盟將協助轉發相關訊息給全國 170 多位聯盟教師及 8 校學生。

• 開放企業會員擺設徵才攤位：

為提供更有效益的媒合方式，聯盟擬於每次的季報中，免費開放企業會員擺設徵才攤位、徵才集點活動及徵才說明會。

• 於季刊中刊登徵才訊息：

聯盟每季除紙本發行外，亦同時發行電子版本，寄送對象包括聯盟會員、教師以及電磁相關單位，電子季刊寄送對象則為聯盟企級會員、研級會員、聯盟 170 多位教師、聯盟 8 校學生（超過 600 名研究生），以及先前活動參與者（上千位），開放每位會員可於每次季刊中刊登 1 頁 A4 之徵才訊息，出刊前將詢問各位會員是否提供徵才稿件，敬請踴躍報名。

• 可邀請聯盟教授於徵才說明會中致詞：

會員在各校的徵才說明會中，如需邀請聯盟教授撥冗出席簡短致辭，歡迎不吝告知，聯盟會協助後續安排。

電磁產學聯盟儀器設備及實驗室借用優惠方案 ~ 歡迎會員踴躍申請

為了確實落實跨校產學合作及資源共享的目標，聯盟彙整各校微波儀器及實驗室的借用辦法及收費標準，並特別訂定「電磁產學聯盟廠商申請使用儀器設備及實驗室優惠方案」，歡迎聯盟會員踴躍申請利用，詳情請上聯盟網站查詢（網址：<http://temiac.ee.ntu.edu.tw> → 關於聯盟 → 聯盟實驗室）。

聯盟會員專區

徵才媒合服務	<ul style="list-style-type: none">轉發徵才或實習訊息開放企業會員擺設徵才攤位於季刊中刊登徵才訊息可邀請聯盟教授於徵才說明會中致詞相關說明：http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=208	
會員邀請演講	<ul style="list-style-type: none">會員自行邀請聯盟教授前往演講聯盟可提供演講部分補助 (聯盟補助上限 3,000 / 次，每位會員一年至多申請 2 次)相關說明：http://temiac.ee.ntu.edu.tw/news/news.php?Sn=203	
會員舉辦季報	<ul style="list-style-type: none">補助各界申請辦理季報，初期希望能以 IEEE MTT 支會、AP 支會、EMC 支會為主每次補助上限 8 萬元 (補助金額由召集人決定)申請案以彈性提出方式申請，下一年度請於前年度 9 月底之前將申請提交聯盟辦公室，俾利於年度委員會議提出審查。相關說明：http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=202	

編輯小組

發行人 吳瑞北
總編輯 吳宗澤
執行編輯 沈妍伶
發行單位 臺灣電磁產學聯盟



臺灣電磁聯盟季刊中，特別設置「電磁園地」專欄，歡迎聯盟業界成員及聯盟師生投稿發表電磁相關文章，以促進產學研多方交流意見。若您欲惠賜稿件，請與臺灣電磁產學聯盟辦公室聯繫！

聯絡人 沈妍伶
電話 +886-2-3366-3713
傳真 +886-2-3366-5599
e-mail temiac02@ntu.edu.tw
地址 10617 台北市大安區羅斯福路四段一號
(國立臺灣大學電機系博理館 7 樓 BL-A 室)

美編印刷 麥田資訊股份有限公司
地址 10055 台北市中正區仁愛路二段一號四樓一六八室
電話 +886-2-2322-1930
傳真 +886-2-2396-4260
e-mail dnecyy@gmail.com



0 5 6



臺灣電磁產學聯盟通訊

Taiwan Electromagnetic Industry-Academia Consortium Newsletter

