



Taiwan Electromagnetic  
Industry-Academia Consortium Newsletter

# 臺灣電磁產學聯盟通訊



聯盟業界成員



台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	<b>主編的話</b>	
	<b>演講報導—傑出演講</b>	
3	動靜之間—可重置微波電路的另類思維	中正大學電機工程學系 張嘉展教授
	<b>演講報導—邀請演講</b>	
5	把心放在職場、情場、家場、天場上	國立清華大學半導體研究學院 林本堅院長
7	Some RF Studies and Facilities Related to Wireless Communications at Taiwan Tech	台灣科技大學無線通訊與電磁相容技術研發中心主任 楊成發特聘教授
9	Introduction to SI/PI in System Design 系統之 SI/PI 設計簡介	華碩電腦股份有限公司先進電磁技術處 曾斌祺處長
	<b>活動報導</b>	
11	B5G/6G 產學交流研討會	
15	2022 臺灣電磁產學聯盟 IC-EMC Model SIG 研討會	
18	台灣電磁產學聯盟 2022 年下半年研發半年報—高速傳輸介面設計與測試	
	<b>國際研討會連線報導</b>	
25	天線與傳播國際研討會 (ISAP 2022)	
	<b>人物專訪</b>	
29	專訪暨南大學榮譽教授、前政委 張進福：產業與高教舵手，人生舞台盡情演出	
	<b>企業徵才</b>	
33	奇景光電	
34	欣興電子	
35	台揚科技	
36	耀登集團	
37	華碩電腦	
	<b>動態報導—最新活動 &amp; 消息</b>	
38	最新活動、儀器設備及實驗室借用優惠方案	
39	聯盟會員專區、臺灣電磁產學聯盟 2023 傑出講座	
40	2023 夏季電磁能力認證測驗	



## 主編的話

為促進科技發展與創新，聯盟每年持續推出由學級會員針對企級會員服務的傑出講座（Distinguished Lectures）系列，並特推選台灣科技大學曾昭雄教授、陽明交通大學許恒通教授榮任 2023 年度傑出講座。曾昭雄教授提出「當沉默殺手遇上無形電磁波：談射頻血壓偵測與應用」、「居家照護的醫療快篩利器：談射頻微流體感測的展望」，許恒通教授提出「運用電路技術提升元件高頻增益之可行性分析與實現」、「新型態微型化射頻前端模組開發」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！

台灣電磁產學聯盟於 2022 年 11 月 25 日在龍華科技大學舉行研發半年報，主題為「高速傳輸介面設計與測試」。此次活動邀請了台大電機系吳瑞北教授、教育部 5G 天線及射頻技術聯盟負責人台科大林丁丙教授等學術成員和業界實務人員進行議題研討和意見分享，旨在共同推動科技發展與創新，提高台灣的國際競爭力。而十大科技、中國探針、欣興電子、思渤科技、稜研科技、耀登科技、誠意實業等廠商也贊助支持此次半年報，陳展研發項目和相關應用特色，提供學生產學鏈結和就業機會。開幕式由龍華科大行政副校長林如貞主持，並代表董事會孫道亨董事長歡迎產學界貴賓蒞校，並強調電磁波在 ICT 產業中扮演關鍵角色，5G 時代高速傳輸晶片需求殷切，各類型傳輸介面技術也朝向更高性能規格演進，相關技術人才需求也越來越大。本次半年報成功舉辦，也期待學術和產業間的合作交流能繼續深化。

本期人物專訪有幸於 2023 年 1 月訪問張進福教授，張教授在台灣政界和學術界服務逾 40 年，曾任多所大學的教務長和校長及教育部和行政院職務，並擁有豐富的學校管理和公部門經驗。曾獲得多項學術成就獎，包括國家科學委員會傑出研究獎、教育部工科學術獎、國際電機電子工程師學會（Fellow IEEE）。在專訪中，張教授分享了他的求學經驗、教學研究、學校行政以及公部門服務的心路歷程與體悟，其人生經驗與台灣通訊技術的發展相互映照。

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期季刊廣告頁上，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，敬請鎖定本期季刊！

毛紹綱 



演講  
報導

## 傑出講座

### 動靜之間—可重置微波電路的另類思維

中正大學電機工程學系 張嘉展教授

聯盟特約記者／林孟璇

現今人們生活脫離不了 3C 產品，不僅要多功能整合為一，更對尺寸有極高的要求，例如對 2.4 GHz Wi-Fi 元件又要求同時具有 GPS 功能。在狹小的產品空間中，最好的辦法便是賦予它「切換」的能力。以往都是以半導體元件來達成此目標，如今使用頻段越來越高，高頻效應對於半導體的影響也更為加劇，這便是張教授希望讓電路及機械整合的啟發，使電路的切換更為直觀。

「電路」在一般人眼中僅是冷冰冰的工具，靜靜地完成人們賦予的任務，但在張嘉展教授手中，電路不僅變得「柔軟」甚至可以如同跳舞般的靈活制動。於 10/20 的耀登線上演講題目「動靜之間」簡單四個字，便能詮釋電路的多項面貌更是整合了張教授十幾年來讓電路「動」起來的心路歷程。

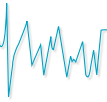
會動的電路直接聯想到微機電路 (Micro-electromechanical systems, MEMS)，這便是演講中的第一個主題。微機電顧名思義是指電路以微製程方式製造具有機械式的 3D 結構甚或動件，在日常生活中的應用隨處可見，如手機中的加速度計、陀螺儀、感測器等，在投影片中教授首先展示了一張 2014 年國家地理雜誌的封面照—由目前任職於美國德州南美以美大學電機與電腦工程系的喬榮治教授團隊，在數年前與台灣穩銀科技合作所設計的 MEMS 微型風力發電機，這項研究發想是希望結合風扇與手機，當手機沒電時可以藉由揮動手機進行風力發電使它起死回生。

張教授講述自己與 MEMS 的首次淵源。當年於美國就讀博士班時，某次演講中看到當時非常創新的研究：MEMS 光學鏡，其特點是當給予不同的偏壓時，光學鏡會改變角度，光便能折射至

不同方向。這使教授當下深受震撼，原來微製程電路可以做到這麼精妙微小，以顯微鏡可以看見其實際物理的制動。

最初研究團隊選擇使用「非等向性蝕刻技術」製作出橋式懸臂架構，礙於這種蝕刻技術需要更多製作程序，學生在無塵室中也常遇到機台需要維修等研究阻力，在多方思考後，決定改變整體架構由垂直橋式懸臂改為橫向切換懸臂，並將設計主軸轉向電路創意，製程則完全仰賴 CIC 國家晶片中心所提供的 CMOS-MEMS 製程來完成。而該如何讓電路動起來呢？張教授給出的答案是靜電力。為了讓電路懸臂可以受到兩側金屬牆吸引而移動，運用平行結構通電產生的多股靜電力，使兩側金屬牆進行吸附以達到所需的形變，由於整體形狀如同魚的骨頭，因此命名為「魚骨式」致動器結構，並利用工字型金屬牆，來確保切換時和其他牆面的緊密結合。致動器連結指叉 (Interdigital) 結構，隨著致動器位移而產生可調式電容的特性，藉此進而設計 45 GHz ~ 58 GHz 的帶阻濾波器 (Bandstop Filter)、W-band 52 GHz ~ 115 GHz 的切換器 (Switch)。最後更是突破 On/Off 兩種狀態的切換，如同操控多組魚骨跳舞般，控制著金屬牆移動的步伐與時機，設計出 7 種頻段的多頻段槽孔天線 (Slot Antenna)，甚至最終研製出高達 9 種狀態的相移器 (Phase Shifter)。

緊接著，張教授介紹一個獨特的材質—「液態金屬」。液態金屬即是在常溫之下具流動性的金屬，其中最常見的為具有毒性的汞，隨溫度不同而形變的特性被廣泛使用在溫度計中。另外，鎘、銦及鉍皆有低溶點、高沸點等特性。本系



列研究以特定比例的鎳與錫合金混製成常溫下呈現液狀的金屬。在演講中的影片裡，張教授展現了許多液態金屬的形變過程，受到「連續電濕潤 (Continuous Electrowetting, CEW)」及「電毛细制動 (Electrocapillary effect)」影響，不同的通電方式會使液態金屬產生延展或移動，進而發想出許多不同的應用。

張教授除展示傳輸線整合液態金屬微流道所實現的 RF 開關電路；還有頻率可控導管型濾波器，將液態金屬灌入不同的貫孔中改變其共振頻率，達到五種狀態的切換。

除了以上應用，由被動 RFID 得到的靈感，將研究應用轉向了編碼器。傳統被動 RFID 是由接收、發射兩組天線及編碼電路所構成，其中編碼電路通常是多組不同頻段的濾波器組成，以達到每個標籤有各自的編碼。取代傳統電路，團隊嘗試利用液態金屬流動的特性，將其灌入不同尺寸的微流道製作可切換四個頻段濾波器，達到可重置編碼效果。最後則將液態金屬可延展特性結合雷達截面積 (Radar cross section) 的概念嘗試達到 AM 調變效果。捨棄傳統控制反射係數的方式，取而代之的是改變實際目標物物理尺寸大小影響反射量。在微流道上設計出多個空腔，空腔內的液態金屬透過偏壓會有擴散、收縮現象，藉此改變電路金屬涵蓋的比例，在結果中可看見調變效果。

演講進入第三個主題，風格一轉，張教授展示出許多摺紙、剪紙藝術品，平凡無奇的紙張，在技師巧手下變成具撓曲性、伸縮性的動件，這便是接下來的主題「摺紙 / 剪紙天線」。傳統日本技藝摺紙現今應用在各行各業中，包含建築、航太都受其架構所啟發。演講當中展示了數種紙藝與天線結合的應用。例如運用剪紙技術設計出雙迴路天線，外圈固定而中間可以有近 360° 的轉動，當內圈轉動時整體天線場型角度隨之轉動。另外，小時候常見的立體卡片 Pop-up card 也被

應用其中，立體卡架構搭配八木天線讓電路張角不同時，場型與頻率跟著等比例變化。讓我們再一次看到了跨領域結合的成功案例。

最後，演講進入最後一個部分，張教授團隊過去在陣列天線與波束合成電路領域著墨甚深，然隨著系統功能越來越複雜，硬體結構也隨之龐大，張教授便開始反思：「是否有更簡單的方式將系統簡化？除了保有陣列天線應有特性，但又能讓天線回歸最原始最簡單的模樣呢？」有了這般起心動念，便開始了透鏡的研究，即便天線特性不理想或是需求改變時，可以簡單使用外掛透鏡增強或是改變天線輻射的特性。

張教授介紹其多年前曾和清大動機系方維倫教授合作，在無塵室中使用晶片蝕刻技術製出微流道，埋入金屬線並用聚二甲基矽氧烷 (Polydimethylsiloxane, PDMS) 填滿，製成一個延展形變的格狀透鏡，隨著拉伸成功使天線輻射波束寬產生變化。接著又受到隨處可見的矽膠保鮮膜啟發，將矽膠保鮮膜與銅箔結合，使其變得「柔軟」，甚至可以貼在家中玻璃上形成強波器，除此之外矽膠保鮮膜的延展性，亦可達到波束塑型的效果。在透鏡的研究中也發現天線與透鏡中心有錯位時，天線主波瓣也有波束轉向的效果，因此將透鏡製作在可轉動的杯體上與球面上，罩在全向性天線時，隨著外殼的機械轉動可以把天線輻射方向「掌握在手中」。

演講最後張教授說：「這一系列的研究很多都是起於不甘於現有思維框架的好奇心與充滿童心的探索，有些結果差強人意，有些成果則超過預期，但這些跨領域結合的研究過程與經驗是無價的，重點是時時保持 Open mind 並享受探索其中的樂趣。」這場演講因疫情關係改為線上，但仍然不減教授與聽眾間的熱絡互動。■■■



## 演講 報導

聯盟特約記者／顏志達

# 邀請演講

把心放在職場、情場、家場、天場上  
國立清華大學半導體研究學院 林本堅院長

## 介紹

林本堅博士自台大電機系學士畢業後，於美國俄亥俄州大學留學，並且取得電機工程學博士學位。於 2000 年回國加入台積電，研發出後來大量使用的浸潤式微影技術。並於 2015 年從台積電副總經理職位退休後，擔任國立清華大學半導體研究學院院長，專注於教育學程，一心培養新一代專業人才，讓學生有世界級的水平，期盼栽培出下一個張忠謀先生。另外，近十年台灣因少子化，使得台灣人才缺少，各大公司紛搶大專院校學生，導致在台攻讀博士生的人數減少，但林院長認為本土博士實力不比海外博士差，期盼透過半導體研究學院能彌補人才短缺問題，進而增加台灣在國際上的競爭力，使半導體產業再發光發熱。

## 八年的學界經驗悟出教學方法

國立清華大學半導體研究學院的宗旨：(1) 透過國內半導體產業合作，共同培養半導體界的領導人物、(2) 畢業生必須具備專才、通才及活才。其中，培養通是相對困難的，林院長於半導體研究學院八年來領悟到有效且靈活的教學方法，打破以往過去抄寫板書及播放富含大量資訊投影片的教學模式，而是使用 32 號字及平均利用 3 分鐘解釋 1 張投影片，彌補少寫板書，並讓學生理解把關鍵重點寫下，同時當場理解消化內容，並且立即發問，使考試複習更有效率。學生在提問時，林院長會逐步引導學生導入正確方向，代替直接提供正解，如此一來能夠讓學生有獨立思考能力，具備清晰的邏輯，達到活才的境界，相信學生未來碰到新的問題，都能夠有自己的一套解決問題的方法。



開場

## 職場的基本心態

在學生時期要與同儕爭分數排名，互相競爭。在職場依然如此，要爭年度考績，加薪和職位升等也要爭排名。但與在學校的時候最大不同的是，這些公司貢獻度及考績，是與同事共同合作，發揮最大的力量。有別於台積電的四大核心價值：Integrity、Commitment、Innovation 及 Customer Trust (ICIC)，林院長提出自己在職場成功之道的五大關鍵字：IICTC，其中 I: Integrity、I: Innovation、C: Commitment、T: Team Player、C: Communication skill。

**Integrity (誠信、正直、操守)**：林院長堅持不說謊、不違法及不賄賂。在公司中人才濟濟，但決定升遷的關鍵不是能力，而是高道德（誠信）。然而在情場及家場上，誠信也非常重要，林院長提到在十幾年前，他的親戚利用商店 30 天內可憑藉發票退貨的機制，將商品當作 1 個月試用，時間一到就無償退貨，林院長認為此行為是相當不恰當。林院長分享自己親身故事，奉勸大家必須以真誠的心態與人相處。



林本堅院長演唱 To Dream the Impossible Dream



學生提問

**Innovation (創新致用)**：科技產業的環境日益月新，故創新對於社會及科技進步是必要的。創意可以是很容易的，往往跟生活需求息息相關，多加留意生活中別人不以為然的現象，並且持續的下苦功。譬如間歇式擋風玻璃雨刷的發明，過去的汽車雨刷只能以固定的速度來回，而美國機械博士 **Robert William Kearns** 在一場意外中導致左眼幾乎看不見，但在某一天，**Robert William Kearns** 在雨天駕車過程中，左眼受到不停擺動雨刷的干擾，他靈光一閃，提出間歇式雨刷系統，並獲得美國發明專利。魔鬼氈的發明來自瑞士工程師 **George de Mestral** 在山區打獵時，經過牛蒡灌木叢後，發現身上沾滿芒刺。經過其研發，魔鬼氈就這樣誕生，至今仍然是生活必備產品。另外於 19 世紀，**King Camp Gillette** 發明了一次性刮鬍刀片，減少刀片與皮膚間的摩擦，使男士在刮鬍時比以往更容易安全。需求無所不在，就充斥在我們的生活中，等待我們發揮創意的機會。林院長提到創新並非侷限於發明，也可以是全新的作法、全新的設計、全新的心態等，只要我們覺得生活一成不變或太平凡時，這就是創新的最佳時機。

**Commitment (委身委心)**：職場如戰場，林院長秉持不經過深思熟慮是不隨便答應對方，但一旦答應必赴湯蹈火，保護公司的智慧財產，不洩漏公司機密。委身心同樣地能用在情場及家場上，將貞操留給委心委身的人，林院長提到願意

宣告婚禮誓詞，遵行婚禮誓詞才是真的委身，並且要有高道德標準。

**Team Player (互尊、互信、互助)**：在職場上，林院長抱持著不要傷害下屬自尊心的原則，並且尊重同儕的工作成果及公司的智慧財產。與人之間的信賴是持續性的，一旦做出不誠信的事，將前功盡棄。林院長引用約翰福音 3 章 16 節：「跨越鴻溝的橋，神愛世人，甚至將他的獨生子賜給他們，叫一切信他的，不致滅亡，反得永生。」神是無私的，即使我們本應該是滅亡的，願意將自己獨子賜給我們，使我們不致滅亡，這就是無私的大愛。

**Communication skill (溝通技巧)**：林院長語重心長地強調外語的重要性，尤其是英文說寫能力，才能有效的表達自己的看法，發揮整體團隊的力量。另外，語言能力也是職涯升等及出差等重要的一環。

## 結語

林本堅院長是一位虔誠的基督徒，在演講中透過聖經中的內容，講述林院長的經歷及期盼我們能運用 IICTC 五大關鍵字於職場、家場、情場。最後，林本堅院長高歌一曲 **Andy Williams (安迪威廉斯)**，作不可成之夢 (**To Dream the Impossible Dream**) 為演講做一個完美的結束。■





演講  
報導

## 邀請演講

### Some RF Studies and Facilities Related to Wireless Communications at Taiwan Tech

台灣科技大學無線通訊與電磁相容技術研發中心主任 楊成發特聘教授

聯盟特約記者／顏志達

#### 介紹

11月14日，台大電信所專題演講很榮幸邀請到台灣科技大學無線通訊與電磁相容技術研發中心主任楊成發特聘教授。楊教授自1983年從台灣大學電機系學士畢業，1992年自美國俄亥俄州大學拿到博士學位，目前在台灣科技大學產學營運處擔任產學長一職。至今，楊教授在微波通訊領域已經有三、四十年，累積非常豐富的研究經驗，在各微波領域皆有涉略，包含天線、電磁波傳播、射頻辨識（RFID）、互聯網（IoT）及電磁相容等領域。另外，楊教授非常注重與業界進行產學合作，一來讓學生在在學期間提早接觸職場，了解業界的工作模式，二來可以讓學生接觸業界最新穎的技術。

無線通訊與電磁相容技術研發中心自2003年8月成立以來，目前已建設了相當完善的微波與毫米波天線及射頻電路量測系統，且具備射頻認證，量測頻率涵蓋100 MHz至95 GHz之間。技術研發中心主旨在於，這些量測設備儀器可提供學校師生與產業界進行研發無線通訊相關技術和產品驗證等工作，同時維持長期緊密產學合作關係，以達成技術創新為目標。楊教授提到，雖然實驗室具備射頻認證規格，但他更期待能提供學生在無線通訊領域的完整量測環境，預期能開發產品的關鍵技術與培育產業界所需的碩博士專業研發人才。

#### 台灣科技大學與業界聯合成立實驗室

高速傳輸研發聯合實驗室：台科大與正凌精密工業公司及春源技研公司共同成立，建立高速高頻連接器之時域（Time Domain）與頻域



（Frequency Domain）電磁模擬與量測技術，應用於精密設計之光電高速連接器、高頻材料背板高速連接器、行動裝置高速連接器與基地台裝置等，特別是針對第五代行動通訊的毫米波頻段（FR2）裝置商品。在毫米波頻段下，波在介質基板傳遞時，能量有顯著的損耗，此實驗室提出超低損耗同軸旋轉式射頻電纜線對基板連接器跳線（Jumper）設計，如Harumoto NRF7跳線，可支援DC-60 GHz，亦兼容於I-PEX MHF7跳線（可支援DC-45 GHz，但目前仍在開發中）。此外，此高速I/O接頭具備高資料容量傳輸及更低的延遲時間，未來將應用於資料伺服器中心、光通訊領域、網路分享器、電動車及工業4.0等領域上。

基地台天線驗證測試聯合實驗室：台科大與財團法人電信技術中心合作成立，主要提供驗證行動通訊基地台天線性能（如天線波束寬、覆蓋率品質等測試）之服務。

微波與毫米波天線效能研究聯合實驗室：台科大與維波科技公司合作成立，主要共同開發高頻天線量測技術及提供學業界天線測試服務，包含4G/5G、DTV及電磁干擾（EMI）等服務。目



前台科大具備完善射頻天線系統的量測實驗室，包含平面近場（1.7 GHz ~ 40 GHz）、柱面近場（1.7 GHz ~ 40 GHz）、球面近場（430 MHz ~ 18 GHz）、遠場（700 MHz ~ 18 GHz）、毫米波（55 ~ 95 GHz）、縮距場（Compact Range, 3 ~ 90 GHz）等 6 間無反射實驗室。

平面近場（Near Field）量測系統：適合量測高指向性（Directivity）、大孔徑（Aperture）的天線，其增益高於 15 dBi，量測最大掃描角度高達 +/-80 度。另外，NSI-MI 系統的平面掃描儀產品線範圍從便攜式、桌面配置到用於衛星或雷達天線的大型精密掃描儀。

柱面近場量測系統：適合測量扇形波束（Fan Beam）之天線、具有寬方位角和窄仰角平面模式的天線、堆疊偶極子（Dipole）陣列、蜂窩基站（Cellular Base Station）和 PCS 天線以及具有更大孔徑的高頻天線。

球面近場量測系統：適合量測高或低增益天線，任何寬波束或全向性式（Omnidirectional）天線皆適用。

縮距場（Compact Antenna Test Range, CATR）系統機制是利用電磁波經反射面（拋物曲面）反射後形成平面波，但是電磁波會在反射面之邊緣產生繞射（Diffraction），故有兩種邊緣設計：(1) 鋸齒狀邊緣（Serrated-Edge），破壞拋物曲面的邊緣形成鋸齒狀，使得繞射波遠離靜區

（Quiet Zone）。其設計是相對容易製作，容易更換小與中等靜區，但缺點是拋物反射面尺寸比靜區大上許多。(2) 捲邊狀邊緣（Rolled-Edge），延伸拋物曲面形成橢圓形狀，減少繞射波的產生。其優勢是能減少反射面面積，繞射波是相對較小，但缺點是高製造成本，且需要大量的吸收體（Absorber）包覆。

除了被動天線，楊老師與維波科技共同開發主動式自動化基地站天線之 OTA（Over The Air）模式近場檢測技術，應用縮距場進行天線系統層級之 OTA 效能驗測。未來，OTA 模式近場測試的評估將針對 6 GHz 以下和毫米波頻段的 AAS（Advanced Antenna System）下進行，包括調變（Modulation）技術。AAS 具有多樣的多波束型態，未來將使用可重構天線（Reconfigurable Antenna）當作接收端，由於可重構天線是利用參考天線動態切換狀態的方式，預期能增強接收信號。

5G/B5G 無線通訊佈建研發中心 /5G 毫米波及低軌道衛星研發聯合實驗室：由台科大、萬旭及佐臻公司共同合作建立，楊老師協助研發操作於 60 GHz 與 77 GHz 車用防撞雷達與物聯網雷達裝置之陣列天線、饋入架構及操作於 Ka 頻段（26.5 GHz ~ 40 GHz）之陣列天線，同時建立了毫米波天線設計與驗證測試技術，未來將應用於低軌衛星、5G 小型基地台等。另外，支援 5G/B5G 發展以獲得更好的覆蓋率及服務，導入室內外實際場景、參考傳輸通道模型、基於光線追蹤（Ray-Tracing）之模擬、材料分析數據、系統發展規劃、天線客制化設計及通訊系統之驗證。

## 結語

楊成發教授建構學界與業界之間橋樑，對於學校而言，學生及教授能使用到業界先進的技術及量測，解決學校資源短缺的問題，同時能培育微波領域專業的人才；對於業界方面，能從得到教授及學生的創新想法，共同開發新技術，達到相輔相成的效果。而彼此能期盼優秀的人才能夠回饋社會。■



演講  
報導

## 邀請演講

### Introduction to SI/PI in System Design 系統之 SI/PI 設計簡介

華碩電腦股份有限公司先進電磁技術處 曾斌祺處長

聯盟特約記者／鄭渝榮

隨著時代的演進，各項無線通訊系統發展快速，像是如今發展中的 5G 通訊網路，而 6G 通訊網路也已隨之佈局規劃；Wi-Fi 每隔三、四年就有新一代現世，而資料傳輸速度也隨著進展越來越高，這使得在有線系統中，電路與系統設計上維持訊號完整性 (Signal Integrity, SI) 與電源完整性 (Power Integrity, PI) 面臨重大挑戰。2022 年 11 月 16 日台大電波組與電磁產學聯盟邀請到的講者為華碩電腦股份有限公司先進電磁技術處的曾斌祺處長為同學們進行演講，了解如何解決在高速電路設計中會遇到的訊號完整性及電源完整性問題。

首先，在高速電路設計中最常遇到的問題就是穿孔 (via) 的設計，會有阻抗不匹配 (Impedance Mismatching) 問題以及串擾 (Crosstalk) 發生。曾斌祺處長表示由於現今技術發展快速，各項製程技術皆有突破，因此穿孔的設計已經不像過往都是通孔 (through via)，而是有許多特殊的穿孔，像是埋孔 (buried via)、盲孔 (blind via)。另外，因為製程技術越來越精密，會有不同的疊構技巧以及板厚，而不是有固定板厚，所以無法依據板厚去判斷阻抗，需要根據疊構、板厚、不同穿孔去計算阻抗。因為要考慮各種立體結構，增加很大的設計難度，也將模擬時間拉長，因此曾斌祺處長的團隊想到了撰寫自動化程序以快速產生立體結構，根據目標阻抗自動產生穿孔的各項設計參數，這部分也是曾斌祺處長接下來提到的第二個議題，以機器學習 (Machine Learning) 進行訊號完整性分析。

承接上述提及問題，曾斌祺處長的團隊以機器學習方法對穿孔設計進行最佳化分析。曾斌祺

處長提到過去的設計皆為現有資料群，並考慮製程技術的限制，再以機器學習方法建立替代模型 (Surrogate Model)，找到設計參數與阻抗，或是 S 參數之間的關係，以此法快速達到設計最佳化的目的。另外，以機器學習建立替代模型，除了可以通過結構參數知道阻抗、S 參數，也可以反向進行，由目標阻抗、目標 S 參數來反向推知結構參數設計；前者為常見的前向模型 (Forward Model)，後者為效率更高的逆模型 (Inverse Model)。透過機器學習，可以減少模擬時間外，也能達到通道設計最佳化，達成阻抗匹配、減少串擾問題，提升訊號完整性，建立更穩健的電路系統。

接下來，曾斌祺處長提到另一個會產生訊號完整性問題的因素，就是纖維編織 (Fiber Weave) 的影響。由於一般來說 PCB 的介電層是以玻璃纖維編織，再以環氧樹脂包覆而成，對於高速差動訊號 (Differential Signal)，若是沿著玻璃纖維編織方向呈 0° 或是 90°，或是走線長度不匹配，可能對於正負訊號會看到不同的介質特性，進而造成差動訊號之間特性阻抗不匹配、傳遞延遲，而影響到訊號完整性與眼圖表現。為了解決上述問題，曾斌祺處長團隊建立纖維編織的 3D 模型，將實際上 PCB 介電層纖維編織對於訊號傳遞的影響進行模擬分析，以利後續設計，進而提升訊號完整性。

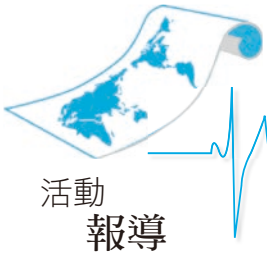
接著，曾斌祺處長講述電源完整性問題，也表示電源完整性問題相較於訊號完整性問題更難去分析與解決，很大原因是因為客戶通常不會提供 PI 電路模型，而巧婦難為無米之炊，沒有電路模型，就無法進行模擬分析。但無論是在時



域還是在頻域，DC-DC 電壓調節模型（Voltage Regulator Model, VRM）是很關鍵的 PI 因素，所以曾斌祺處長的團隊便根據實際量測的波型以及量測相位研究出對應的 PI 電路模型，以此進行電源完整性分析。通常會用電容作為電源完整性問題的解決方案，因為成本較低、效益也高，以達成讓目標阻抗降低的目的，不過曾斌祺處長也有說道，其實只要電源分配網路（Power Distribution Network, PDN）穩健，讓電壓穩定，進而讓 CPU 穩定工作，就不會有問題。

最後，曾斌祺處長提及一個困擾團隊許久的問題，MLCC 的震動傳遞到 PCB 上形成噪音。由於電容壓電特性，造成板子震動，進而自然產生共振頻率，引起電流音，以雷射都普勒儀進行量測，確定是因電流音產生的噪音。因此，曾斌祺處長的團隊藉由模擬預測在哪些節點有共振頻產生，進而去改善 MLCC 的位置，以減少電流音發生，降低噪音產生。曾斌祺處長也向同學們展示了進行改善前後的變化結果。

本次的演講，先進電磁技術處的曾斌祺處長向同學們說明了在業界會遇到的訊號完整性問題、電源完整性問題，也提供了解決問題的方向，從中可以得知，科技發展進步，製程技術越發精密提高設計難度外，資料傳輸速度越高也對高速電路設計產生極大挑戰。隨著通訊系統逐步發展，訊號完整性、電源完整性，或者是電磁干擾等問題也會越來越多，如何解決這些問題，值得同學們投入心力，學習其相關理論知識，提出更具建設性的方法，讓有線通訊系統電路設計更上一層樓，與無線通訊系統相輔相成，進而提升未來科技發展。■



## 活動 報導

聯盟特約記者／張騰

國科會專案計畫「下世代通訊系統關鍵技術研發計畫」致力於厚植研發競爭力、培育無線通訊人才、深耕通訊研發三大目標，集結 8 組國內頂尖計畫團隊共同執行，針對高速行動通訊、智慧三維網路等下世代 6G 技術作為研發主軸，同時此專案計畫當中也有 3GPP 標準制定團隊一起加入，分享最新國際通訊技術與法規的更新以及國際行動通訊情勢。在過去專案辦公室每年皆會舉辦產學交流研討會，除了建立產官學橋樑之外，透過奠定學理基石與認識更多樣性的產品面向，來提升台灣行動通訊產品於未來角逐國際市場的能力。而本次的研討會將由業界的專業人士主講，分享產學合作模式、6G 關鍵技術與產品開發經驗。與會人數包括業界、學界先進，政府單位專業人士與同學共計百餘人，反應熱烈。

### Opening – 吳宗霖教授

吳宗霖教授提到這次的研討會主要邀請業界的菁英來分享產業界專案開發的經驗與對 6G 行動通訊的見解，以產學交流為目的，讓業界與學界有更深入的接觸。同時也提及台灣所有網通產品加總，其產值佔全球 25%，不只是矽島也是網通島，期盼透過此專案計畫能夠使台灣未來的 6G 產品在國際市場發光發熱。

### Opening – 蔡志宏教授

科技政策諮詢專家室主任蔡志宏教授提及台灣也要發展自己的 5G、6G。台灣的強項在系統整合方面，也希望產界學界共同努力，分享彼此經驗來面對未來新穎的行動通訊挑戰，未來的思考面向將會是如何運用衛星來滿足 3D 網路全面涵蓋、在提升產品的性能同時如何降低成本。也提及適當的產品設計也能降低通訊抗爭，像 RIS 的設計開發是未來 6G 的重點項目之一，它具有融入環境的特性，減少基地台數量之外又可以提升覆蓋率，創造通訊無死角的場景。蔡教授也再次提

## B5G/6G 產學交流研討會

到計畫辦公室將會持續培育人才，提供充沛的資源，活絡台灣 6G 的產品鏈，前進國際市場。

### 6G 藍圖下的展業規劃及學涯關鍵技術培養 莊弘毅 資深處長◎仁寶電腦

就 ORAN (Open Radio Access Network, 開放性無線接入網路) 來說開放型智慧型的 RAN 是主軸，並透過 AI 跟通訊的結合來實現 6G，莊處長也提及耗電的部分是未來的挑戰，強調陸海空的通訊及通訊互補的重要性。仁寶電腦目前朝幾個重要指標來前進，包含能源效率的提升、低延遲的傳輸以及智慧 RAN 的布局。在能源效率的部分，莊處長提及可以利用網路最佳化，對基於 AI/ML 的網路節能、負載平衡和移動性最佳化的增強資料收集和信令來支援。在太陽能的運用上，也要格外注意太陽能電池是否支持基站的電力。除此之外提升頻寬，透過 AI 減少能源功耗。在仁寶電腦的諸多產品當中也有像是使用非線性的放大器技術，進而在後端計算時依靠演算法把曲線拉回來，等效線性並達到節能的效果。相較於傳統的 Handover 架構，仁寶電腦也提出新另一款新型，計算速度以指數增加，以利得到更精確的 Handover 管理，對於有高速移動需求的元件開發是相當重要的。而在 5G NR 的應用上，則是使用迷你插槽 (Mini-slots) 的技術，實現攜帶 PDCCHDL 的「自包含插槽」排程)，PDSCH (DL 資料)，PUCCH (HARQ ACK/NACK) 在同一插槽內，這將會很大幅度的減少物理層的延遲。除此之外，仁寶電腦也透過 AI 的導入改善波數偏移的效果，並利用量子的技術來改善 RAN 的效能。仁寶電腦非常重視產學合作，在演講的最後，莊處長也展示了與台科大的合作模式與成果，將一個演算法架在 RIC (RAN Intelligent Controller, 智慧型 RAN 控制器)，當系統發現干擾在移動時，透過在切換 (Handover) 時做頻率切換，避免系統被干擾。換句話說，當一個 Cell

當中有非常嚴重的干擾，甚至如果有新的 Cell 加入的時候，此系統就會將所有的基站切換到不同的頻率，避免它們之間互相干擾。

## 6G, NTN 通訊技術與 MARC 產學合作研發 梁伯嵩 資深處長◎聯發科技前瞻技術平台

梁伯嵩博士畢業於交通大學電子研究所，並且曾獲得中華民國十大傑出青年，三度獲得經濟部的國家發明創作獎金牌，目前於聯發科技前瞻技術平台擔任資深處長。主持人林宗賢教授也提及，梁伯嵩曾設計並開發 32-bit 內嵌式處理器「S+Core™」，無論是科學研究能力亦或是系統開發的經驗，都相當頂尖與成熟。在演講的一開始，梁處長先帶領聽眾一覽行動通訊的演進，並且分成三波來探討，分別是為行動通訊手機來使用的 1G、2G，與因應手機連網與多媒體需求的 3G、4G，以及未來滿足人類之外，像是 AI 設備或是各種物聯網設備來使用的 5G、6G，同時也很有趣地介紹一個圖表，透過 RF 規格書的頁數與行動通訊世代的關係來觀察，我們可以知道未來 5G、6G 的繁複程度不再是一個團隊可以輕易的應付，也是諸多手機晶片廠商無法繼續順利延續開發的原因。在低軌衛星的應用上，聯發科自行開發的非地面網路（NTN）晶片，成功地導入手機，並且打通衛星連線，手機衛星通訊未來可能不再只有 SOS 求救訊息文字的傳輸功能，多媒體的傳輸是聯發科一直努力的重點，讓難以聯網的通訊死角也能享有聯網的服務。梁處長也以台積電因應疫情與荷蘭設備商 ASML 進行遠距設備使用教學為例，強調了高頻寬且具小於 15 ms 的低延遲於雲端 AR 需求的重要性。這場演講的尾聲，梁處長完整陳述了聯發科於

6G 的通訊整合與全覆蓋情境、技術需求、應用端的面向、功能的見解與期盼，並做了詳細的說明。

## B5G/6G 天線系統 OTA 量測挑戰 邱宗文 總經理◎川升股份有限公司

邱宗文總經理於中山大學電機取得博士學業，畢業之後曾擔任第四屆台灣天線工程師學會理事長、中國大陸山東省泰山學者海外特聘專家、大陸移動終端天線工程師協會會長。學術貢獻上也曾於成功大學以及台北大學擔任助理教授。在 2012 年初創立川升，並打著讓天線成為台灣名產的口號，成立「川升學苑」來培育天線設計種子工程師，提升台灣高頻產業的研發與測試能力。這次的演講中也再次提及川升在高雄成立研發中心，讓過往有著通訊產業沙漠稱號的南台灣，注入高頻設計能量的活水。在開發系統展示當中，邱總經理介紹了體驗環境中的多系統共存效應，加入適當的設計，並利用多天線同時激發以模擬像是諸多電信業者提及之衛星與 5G 頻率干擾的問題，讓測試不再只是單純單輸入單輸出的測試，而是更符合實際應用場景。在 RIS（可重置智慧型反射面）的測試，川升使用雙 3D 縮距遠場（CATR）系統，讓待測物可以更方便固定不動地連線控制，此外，此系統可透過波束成形演算法來實現低軌衛星切換的場景測試，以及 UWB 定位。衛星天線測試有幾個挑戰，最後邱總經理也提醒了幾個棘手的測試問題，包含電路板材料參數不均勻，陣列單元天線數量較高進而造成除錯困難，以及熱的問題該如何來面對並克服。在演講尾聲分享與台大的合作，包含共享量測資源與提供在學學生於川升實習的機會。



## 英業達 5G 智慧工廠產學合作成果及 B5G/6G 趨勢企業應用探討

孫守鏢 資深經理◎英業達 5G 研發事業部

孫經理一開始強調英業達是以數位化轉型的角度來講，如何運用一些前瞻技術，幫助一些企業成長，讓製造更有效率，而英業達目前的系統依然仰賴於成熟的通訊協定技術，也不用 Wi-Fi 6E 或 Wi-Fi 6，同時也開門見山地介紹幾個英業達運用 O-RAN 於智慧工廠的應用，像是用於廠區人員管理與工業環境安全防護的電子圍欄、提升安全性的跌倒偵測功能、提升產品的穩定性，確保每個員工的成效是最好的臉部辨識，以及因應疫情必須提供遠端原廠訓練服務的人機整合訓練介面，使用環境的上行傳輸率最高可高達 800 Mbps，下行最高可達 200 Mbps，必具有 18 ms 的低延遲效果，也示範了一個客戶案例：因應同頻干擾的問題，使用不同的天線 n78 n79 來滿足隨時連隨時傳輸通訊。另外，演講當中也提及 5GC 團隊針對不同廠商，以神農嘗百草的精神提供相對應的解決方案。在產學合作方面則是與國立陽明交通大學李大嵩教授團隊合作，協助打造 B5G/6G 垂直應用服務，實現於開放式 5G 移動專網之智慧工廠應用。

## 先期布局邁向 6G 新世代

許冬陽 主任◎工業技術研究院  
資訊與通訊研究所新世代通訊技術推進室

許主任本身畢業於美國加州大學聖地牙哥分校電腦科學研究所，回台後即奉獻所學於諸多電信營運商，像是和信電信、威寶電信與台灣之星，具有豐富的固網、2G、3G、4G 的網路管理

與規劃，系統研發與設計的經驗。目前任職於工業技術研究院，並在資訊與通訊研究所新世代通訊技術推進室擔任主任。演講一開始提及 6G 的時程可能會提早，也預測將會在 2026 即可在世界各地看到 6G 產品的展示。而 6G 具有三個特點，3D 全球覆蓋、原生智慧化網路與節能，應用端需求包含車聯網、高速移動接收、終端裝置、防災備援與能源效率等不勝枚舉，因此 6G 整個應用情境的發想，不再只是以人為出發點，更多的是整合人與機器或機器與機器之間的智慧連結為出發點。演講當中也提及國際 6G 白皮書各國都有關注的一項關鍵技術，THz（兆赫波）通訊技術，關於這項技術，許主任認為工研院屬於法人的角色，將會思考相對應的商業模式，並技轉給業界以利整個商業活絡起來，這部分工研院也還在研議當中。而台灣的 6G 白皮書正在撰寫當中，許主任也邀請學界老師來共同撰寫。

## Pegatron 5G O-RAN 成果及 B5G/6G 趨勢方向

黃嘉淵 資深經理◎和碩聯合科技

關於 O-RAN 市場，在 2021 年全球市場的收入估計 4.2 億美元，2028 年的收入為 213.7 億美元，CAGR 增長率為 83.1%，而全球專用 5G 網路規模估計將達到 142.8 億美元，從 2021 年至 2028 年的 CAGR 為 39.7%，其中私有 5G 網路（private 5G networks）應用包含：智慧工廠、娛樂、智慧醫療、教育與能源，而私有網路數字化轉型和創新需求、多樣化的使用場景與應用領域、針對各種創新應用之不同的上行 / 下行鏈路（Uplink/downlink），時延需求都是這個產業關注





的重點。而黃經理也強調，和碩具有靈活且可靠的端到端解決方案，可以完全依照使用者的場景需求來訂製 5G 專網，其中介紹一款端到端產品包含提供 5G portable（含所有 CU 與 DU，並支援 256 個 UE），另外也舉例台積電或其他企業未來若出現重大災難的話（像是戰爭或天災），和碩可以提供一卡皮箱的方式來跟外界通訊（與微軟、Intel、國際衛星業者 SES 共同開發），進而減少虧損。和碩今年也與台北大學合作，共同開發智慧工廠解決方案，並實現於被動元件生產製造。

### 相位陣列天線的機會與挑戰

蔡忠旺 營運長◎ MEPA Labs Inc.

地面站收發系統的關鍵在於成本控管，每顆衛星的成本必須相當的低才能在價格廝殺戰中存活，另外蔡營運長開頭即提起，低軌衛星的頻寬需求也越來越高，800 MHz 甚至 1 GHz 以上。在相控陣列天線的研發設計上，也有諸多挑戰，像是從晶片端至天線端的介入損耗（Insertion Loss），當一個晶片需支援多個陣列需付出更多的介入損耗代價，蔡營運長也舉例了一個 64 個天線單元的陣列將會有 -18 dB 的晶片端至天線端的介入損耗，若天線單元增加至 1000 個以上，其 PDN Loss 則可能有 -30 dB，甚至有相當可觀的功耗，約略在 300 至 2,000 W 左右，在測試方面，每個晶片也需要做校正，每個掃描角度也需要校正。從市場面來看，目前比較成熟的是 SPACEX。Starlink 的用戶數自 1 萬起，於兩年內達成 50 萬的成長幅度來看，衛星通訊讓隱藏的天線模組成為主要元件。另外，蔡營運長也提及元宇宙的實現，須依賴低延

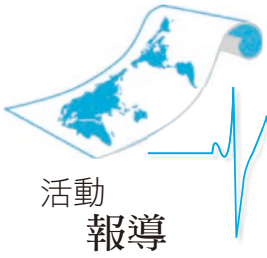
遲的特性來輔助，低軌衛星將可提供低延時 10 ms 以內的效果。而另一個潛在衛星寬頻用戶的市場將會是衛星電視，在中國與印度的用戶數各有 1 億，美歐各有兩千五百萬個用戶。演講的尾聲再次介紹低軌衛星於 6G 的諸多應用場景，這也呼應了前幾位講者所提及 6G 將會是更多元且快速、3D 全球覆蓋的新型態行動通訊。

### B5G/6G 毫米波通訊技術發展趨勢以及挑戰

一 創辦人&董事長◎稜研科技股份有限公司

稜研科技市場端主要分成產品鏈，一個是行動通訊，一個是衛星的研發設計，除此之外，在 OTA 量測也有快速的解決方案，藉由多樣化的測試結果等資料來協助客戶提升製程與良率。張董事長介紹了諸多自家相控陣列天線的開發，像是與杜邦公司合作開發出平整的 12 cm x 12 cm 陣列天線，可塞下 16 x 16 個天線，並利用巧密增加 GaN PA 來提升 EIRP 並具有節能特性進而降低成本。波束偏移的部分，也與友達合作，特別是利用特殊材料的特性，如液晶於不同偏壓條件下的分子轉動進而讓天線輻射產生不同的相位特性。另外講者提及 192 天線單元的產品相較於傳統陣列天線，由 1,600 個天線單元減少至只需要 192 個天線單元，即可有相近的性能，散熱的部分則是採取水冷系統設計來降溫，最終成功交貨給日本客戶。在產學合作的部分是與中正大學電機系張盛富教授合作開發 RIS，透過功率密度與訊號品質的角度來觀看室內收發的效果如何，進而減少基地台的數量，提供更全面無死角的通訊覆蓋率。■





## 2022 臺灣電磁產學聯盟 IC-EMC Model SIG 研討會

逢甲大學 IC 電磁相容研究發展中心／蔡昀珊

開場是由林漢年老師講述應用於 EMI 特性分析之 IC 行為模型，將分為對 IC-EMC 之需求、模擬架構、模型簡介以及模擬應用分析四個部分。

除了 IC 設計，如果能了解他的封裝結構，從被動電路開始，將資料加入產品設計的流線面去做模擬，可以提早預測結果，不用等到原型品完成。有這種特性考量的話在 chip level 出來的雜訊也會低，標準檢驗局 IC-EMC 中心也希望在設計 IC 的時候就已經把 EMC 納入考量，以及對產品在發展階段的時候將 EMC 現象進行模擬。

再來我們提到 SI/PI/EMI 模擬的電子設計輔助模型，模型定義以描述整個 IC 晶片的電氣與電磁行為，而其依據則是基於每個內部功能區塊 (IB) 的行為。PI 是最大的問題，先有 PI 再造成 SI，而 EMC 是一個現象。從外部供電，經過多層板再供電給 Die，在封裝的基板上面，除了要有去耦合電容，可能還會有許多晶元。這種情況下，系統層級的 PI 需要有電力電子廠商提供 VRM、系統廠做的 PCB layout 的特性以及封裝基板與晶元的模型四個主要區塊。

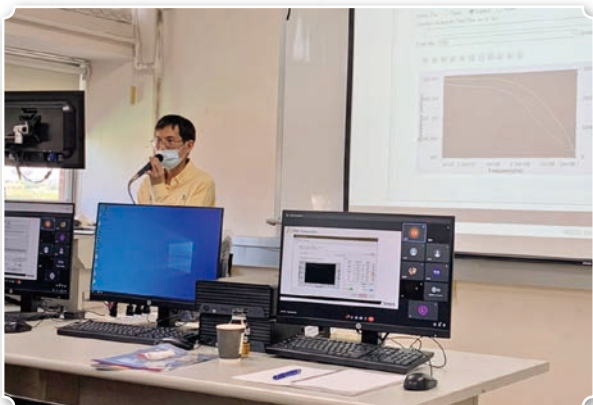
有這樣的模型架構以後，再來談到 IC 行為模型的簡介，若要預測設備的電磁行為，則需要

對 IC 介面的切換動作與其內部動作 (IA) 建模，藉由將內部動作的影響納入考量，因此能夠提供更精準電子設備之電磁放射效應。而此模型提供可用於不同格式 (如：IBIS、IMIC) 中實現分析的通用資料。而雜訊源通常會從三種地方產生，分別是經由電源供應線放射、經由 I/O 連接之雜訊放射以及 IC 直接放射。

最後，我們提到 IC-EMC 模型之模擬應用分析，也介紹了幾個範例像是 IEC 61967-4、車用 Infineon TriCor™ 晶片的試驗設置以及測量 / 模擬比較。而在未來發展趨勢，希望能預測電磁擾度的感受度 / 抗擾能力，有了擾動模型以及 IC 模型最後得到共振產生問題，可能是未來再發展的一個方向。

第二節課由葉丁豪老師來介紹 ESD GUN。EMC 三大要素為 source、Victim、coupling path。法規 IEC-61000-4-2 有一個標準表格，在什麼時間需對應到的電流值為何，只要符合此表的靜電槍都是可以使用的。

下面介紹了 ESD GUN 的量測步驟，首先 target 接收 ESD 打入的電流，經過兩個 attenuator 把電流轉成電壓，衰減因子 = 饋入電流





測量電壓，衰減因子用於校正波形幅度，最後在示波器上測量所產生的電壓。

最後丁豪老師比較了幾種 ESD GUN 不同的 implement。首先用電壓源方式進行，Case1：靜電槍打在一個有接地迴路的 plane 上。Case2：加上一個 slot，從模擬電場可以看到，雖然 slot（寬 0.1 mm）可以阻隔低頻段能量，但還是有部分高頻能量從空間 LC 耦合直接穿過。Case3：只有電壓源沒有接地，也就是沒有電流回流路徑，可以看到磁場分布大小小了兩級，電流不會直接灌入 EUT。Case4：設置一個靜電桌環境，其中包含 ESD source、ESD victim、470k ohm 安全接地，通常用於觀察靜電槍接地纜線產生的寄生效應。再來，用電流源方式進行，CP 值比較高，碰到的問題比較少，比電壓源方式好。設置一個靜電桌環境，可以從結果看到電荷無法散掉，原因是兩顆 470k ohm 的電阻擋著，使能量無法消散，當我們把兩個 470k ohm 的電阻全部 short 掉時，可以明顯地看到能量成功散掉。至於 Hfss 如何做理想接地呢？將地放成上下兩層，中間用 hfss 的 RLC boundary 放入 9 顆很大的電容矩陣，等於是放了一個很大的儲能槽，能近似理想大地情況，或是 plane 只要相對夠大就可以近似理想大地。第三：用等效電路方式進行，等效電路 model 不只一種，但是差異不大。電路沒有充放電開關，而是用 pulse source 取代，等效電路比起上述兩個的方式還要好，週期性結構的抖動消失了。

第三節課葉丁豪老師介紹了 CPM (Chip

Power Model)，CPM 有兩個重要的參數，就是 IC Current 以及 IC PDN，通常 IC 設計公司都有完整的資訊，但如果不是跟大廠合作，就很難獲得這些資訊，不過也可以透過量測取得，雖然沒辦法很精準，但仍可以看到主要的幾個頻率點成分及其量值，那如何將其建成 CPM 呢？

第一個方法，使用 Dipole Antenna 製造電場與磁場源，並利用機器學習將多個小 Dipole Antenna 的近場特性去合成近場源，但會遇到幾個問題，第一個問題，EMI Near-Field Scanner 的掃描結果並不含相位資訊，故只有 IC 上方 1mm 高度的 2D E/H-Field，不足以還原 IC EMI Source，至少要有兩個不同平面高度的近場資訊才能，但由於 IC 是時變的電磁輻射源，所以就算可以量兩個不同高度的平面電磁場資訊，由於不是同一時間取得，也無法還原其相位，第二個問題，此類「IC 輻射源重建」，無法反映出同一顆 IC 放在不同接地條件的板子上（電流迴流條件不同）的 EMI 輻射，第三個問題，電磁場的近場量測技術，在量測靈敏度與空間解析度間是 trade-off 的，第四個問題，真實的 IC EMI 行為，會有多個頻點的不同場強分布特性，也就是 Dipole Antenna 不只是一頻點的能量強度組合。

要解決以上四瓶頸，目前最好的做法就是 CPM (IC Current+IC PDN) +SPICE/IBIS (IO Model) +Package Model (PDN and Signal RLC of Package)，有這些就可以開始模擬 I/O 帶出的 EMI 及 Power/Ground 帶出的 EMI。

第二個方法，也可以從量測到的規格去生成 CPM，第一步是用探棒量測雜訊頻點及強度並輸入轉換軟體，第二步是輸入 RLC 參數（可觀察系統級模擬結果的高頻及低頻分量，判斷是 Die、Package 還是 PCB Level 的 RLC 造成雜訊），第三步則是取得 IC 的 Worst 和 Better Case（有不同的電流電壓特性），即可利用轉換軟體去生成 CPM。

最後一場由子豪老師說明如何運用 ansys 軟體解決 IC 封裝的 PI 這個議題。PI 在電源 power 跟 ground 在設計的過程中會有三個問題。



首先 IC 都希望體積越來越小，但是不能因體積小而把功能切掉，所以原本設計的 I/O pin 腳跟 ground pin 腳都必須同時存在，但前提是導線必須變得細長，電感效應就會非常高。因此當 die 在做快速的切換，必須去抽取電源，那如果中間有一個環節沒有顧及到就會發生什麼問題呢？半導體在設計時很重視 DC 偏壓，偏壓只要不在工作區，電壓不止時可能就會跑到截止區，IC 的功能就會失去作用，變成所謂的溢場，那此時可能就要用軟體的監控來去預防這種情形。

IC 的邏輯閘有數千個邏輯閘在同時切換產生雜訊，會把 Vdd 的電壓下拉，同時它會把 Vss 的參考位準往上升。電壓在做快速的切換時，訊號到達的時間會偏移，這個延遲的現象在 SI 是一個 jitter 的現象，這會使下一個階段的 buffer 在做資料確認時產生誤判，從中了解 PI 沒有設計好的時候，會導致 SI 的問題。再來就是上述有提到導線在高頻的情況下會寄生效應的問題。冷次定律說明當電流在做一個交流流動時會產生一個阻擋它的電感，這個阻擋的電感會和電容產生寄生共振效應，產生輻射導致 EMI 問題，所以 PCB 設計也要考量會不會有 EMI 的問題。



再來老師也提到 power 層跟 ground 層中間會有一個斜振，因為在不同的這個頻段下，整個 PCB 板或是 IC 的每個 layer 層，會有一個諧振現象，這個現象導致原本在低頻的部分會有所謂的串聯諧振或是並聯諧振，這個諧振導致每一個位置的阻抗是會不一樣的。所以一般在跑 SI wave 的時候我們可能會去看一個諧振，然後決定哪一些元件在固定的工作頻段有沒有阻抗值跟著改變，可能一些走高速的 differential pair 配合的線，就盡量不要走那個位置，再看電源完整性的時候同時也要考量 SI 跟 EMI 的問題。■



## 活動 報導

龍華科技大學／劉芮君

### 台灣電磁產學聯盟 2022 年下半年研發半年報 — 高速傳輸介面設計與測試

台灣電磁產學聯盟 2022 年下半年研發半年報，以「高速傳輸介面設計與測試」為主題，於 2022 年 11 月 25 日假龍華科技大學舉行。台灣電磁產學聯盟召集人台大電機系吳瑞北教授、教育部 5G 天線及射頻技術聯盟負責人台科大林丁丙教授等大專校院電磁界重要學術成員、產業界實務人員藉由議題研討及意見分享交流，獲得最新高速傳輸介面應用資訊，期能共同推動科技發展與創新，以吸引更多優秀人才，提升台灣國際競爭力。此外，本次半年報獲十大科技、中國探針、欣興電子、思渤科技、稜研科技、耀登科技、誠意實業等廠商贊助支持、陳展研發項目與相關應用特色或設攤徵才，提供學子產學鏈結與就業機會。

由龍華科大行政副校長林如貞進行開幕，也代表董事會孫道亨董事長歡迎產學界貴賓蒞校並致詞表示，從無線收發晶片、手機天線、物聯網的 RFID 甚至半導體先進 3DIC 連線等，可以說電子資通訊（ICT）產業中電磁波無所不在，愈是先進尖端技術，電磁波就扮演愈關鍵的角色。而隨著 5G 成為新一代通訊標準，因應 5G 龐大數據資料量高速傳輸處理需求，加上現今遠距溝通已經是職場上、學生學習與生活新常態，必須仰賴高速傳輸晶片效能，各類型傳輸介面技術也朝向更高性能規格演進，產業相關技術人才需求殷切。而後也邀請主辦單位台灣電磁聯盟召集人吳瑞北教授及教育部 5G 天線及射頻技術聯盟負責人林丁丙教授進行致詞，為本次半年報揭開序幕，也預祝大會圓滿成功，與會來賓都能滿載而歸。

本次研發半年報中，首先由龍華科大陳逸謙學術副校長分享該校在電子構裝發展現況，也分享該校於明年將完成建置教育部補助 1 億元之「高速傳輸介面電子構裝設計與測試人才及技術



2022 年下半年研發半年報於龍華科技大學法民大樓 3 樓國際會議廳舉行



業界與學界互相分享交流認識



與會人員分享交流最新應用資訊

培育基地」，其深化產學研發成果，為國家高科技發展做出更多貢獻。接著，本次半年報主要活動為專題演講，共邀請 7 位業界代表演講者進行分享，並於每場專題演講都搭配學界代表主持，其演講分上、下午場，上半場規劃設備廠商代表，下午場則為高速傳輸領域相關業界代表，依順序講題排列如下：



台灣電磁產學聯盟召集人台大電機系吳瑞北教授進行貴賓致詞



龍華科大林如貞副校長代表孫道亨董事長歡迎產學界貴賓蒞校



教育部 5G 天線及射頻技術聯盟負責人台科大林丁丙教授進行貴賓致詞



龍華科大陳逸謙學術副校長分享：本校在電子構裝發展現況。

### ➤ 上午場

1. 題目：5G 高速傳輸介面系統分析模擬解決方案  
(High-Speed Transmission System Analysis with Simulation Solution)  
演講者：張閔期產品主任工程師 / 思渤科技股份有限公司  
主持人：吳瑞北教授 / 國立台灣大學電機系
2. 題目：如何高效率量測 Type-C 線材  
(How to test USB type-C cable more efficiently)  
演講者：廖康佑資深專案經理 / 台灣是德科技股份有限公司  
主持人：楊成發教授 / 國立台灣科技大學電機系
3. 題目：高速訊號產品的分析與快速驗證  
(Analysis and Fast Verification of High-speed Signal Products)  
演講者：吳宣祺工程師 / 士盟科技股份有限公司  
主持人：周錫增教授 / 國立台灣大學電信工程研究所

### ➤ 下午場

4. 題目：毫米波陣列天線設計與挑戰  
(Millimeter-Wave Phased Array Antennas Design and Challenges)  
演講者：張書維創辦人暨董事長 / 稜研科技股份有限公司  
主持人：張盛富教授 / 國立中正大學通訊工程學系暨研究所
5. 題目：薄膜重新分佈層技術應用於 Co-Packaged Optics 之高速傳輸研究  
(Study of High Speed Transmission by Thin Film RDL Technology Applied for Co-Packaged Optics)  
演講者：林溥如副部長 / 欣興電子股份有限公司  
主持人：吳宗霖教授 / 國立台灣大學電機系
6. 題目：為何 USB4 高速傳輸通道之差分特性阻抗定義為 85 歐姆非 100 歐姆？  
(Why the differential characteristic impedance is defined 85 ohms instead of 100 ohms in Type C high speed cables and connectors?)



台灣電磁產學聯盟假龍華科大舉辦高速傳輸介面設計測試研討會，以促進研究創新。



產學研各界與會來賓聆聽演講

演講者：張道治教授 / 十大科技股份有限公司  
主持人：林丁丙教授 / 國立台灣科技大學電子系

等主題；未來希望聯盟可多辦招募徵才交流會活動等回饋意見。

7. 題目：系統化高速傳輸線於雲端領域  
(Systematic high speed cable in the cloud field)  
演講者：劉政廷經理 / 十大科技股份有限公司  
主持人：林丁丙教授 / 國立台灣科技大學電子系

### 思渤科技股份有限公司 張閱期產品主任工程師

思渤科技 ANSYS 高頻應用工程師。專職於天線設計、天線陣列設計、大型天線開發等領域已逾十年。其研究專長除了天線外，還包含微波被動電路、數值電磁、電磁干擾及相容與最佳化演算法應用於電磁問題電磁分析等。

本次半年報除了安排 7 場專題演講外，於活動會場共安排聯盟會員廠商及本次贊助廠商進行展攤活動，陳展各公司研發項目與相關應用特色介紹，如十大科技、欣興電子、思渤科技、稜研科技、耀登科技、誠意實業，並且在中午用餐時段舉辦徵才說明會。本次說明會廠商為耀登科技，就公司方向、開發技術、所需人才與薪資概況等，充分和與會人員溝通，希望能為公司招募優秀的新進人才。為了吸引更多學生、相關廠商皆踴躍報名參加本次半年報活動，本次活動舉辦攤位集章抽獎活動，只要集滿 4 枚攤位章就有機會抽中好禮，獎品豐厚吸引很多與會者至廠商攤位集章並留到活動最後，同時帶動攤位人氣，互動交流踴躍。本研發半年報尾聲，邀請 6 家贊助廠商代表、陳逸謙副校長、葛自祥校長以及林丁丙教授，分別抽出共 28 個獎項，最大獎為 iPad air 5，在此愉悅氣氛中圓滿結束本次研發半年報活動。

### 5G 高速傳輸介面系統分析模擬解決方案

當通訊系統演進到 5G 通訊，其裝置設計與思考已不能用傳統方式來進行設計。5G 通訊伴隨著寬頻、高效率與低延遲的特性，對於其傳輸高速介面的分析趨於複雜。因此，模擬分析的方式也漸漸從單元件拓展到系統級的分析方便整合。ANSYS 擁有高速訊號與多重物理分析的完整解決方案，從單一裝置分析到系統級的分析皆有完整的解決方案，可模擬 IC 封裝、連接器與 PCB 板等信號完整性，提供設計者完整且可靠的解決方案。

本次台灣電磁產學聯盟 2022 年下半年研發半年報—「高速傳輸介面設計與測試」，共計 265 位一同共襄盛舉。與會者回饋多對本次研討會議程、講師、展攤、餐點、場地感到滿意，其提供建議如希望每年可持續辦理；主題往後可以有車用電子結構、Terahertz 相關應用與產業發展



思渤科技張閱期產品主任工程師主講：5G 高速傳輸介面系統分析模擬解決方案

## 台灣是德科技股份有限公司 廖康佑資深專案經理

廖康佑現任是德科技公司應用工程部資深專案經理，負責射頻、微波領域技術諮詢、支援與解決方案開發。2001年曾任台達研發工程師，從事交換式電源設計與 EMC 測試；2002年加入台灣安捷倫科技，擔任電子量測儀器事業群技術支援工程部應用工程師、專案經理，並負責射頻、微波領域技術諮詢與支援，包含網絡分析儀、LCR / 阻抗表、半導體測試儀、頻譜 / 信號分析儀、EMC 測試等之教育訓練、技術支援與解決方案開發。

### 如何高效率量測 Type-C 線材

USB Type-C 是突破性技術，提供更高資料傳輸速度、更大功率和連接靈活性。是否能順利將 USB Type-C 纜線或連接器整合入您的裝置，取決用來克服挑戰的儀器、軟體和測試夾具。是德科技專家積極參與 USB 開發者論壇 (USB-IF)，進而開發出領先業界的是德科技 USB 和 USB Type-C 設計與測試解決方案。當您遭遇 USB Type-C 測試挑戰，請選擇可在模擬到相符性測試過程中提供成功結果的測試解決方案。



台灣是德廖康佑資深專案經理主講：如何高效率量測 Type-C 線材

## 士盟科技股份有限公司 吳宣祺工程師

來自於士盟科技的工程師 Job Wu 吳宣祺，畢業於國立台灣大學應用力學研究所。研究生時期主要進行光電相關的研究，並與指導教授、博士學長共同發表過國際期刊。畢業之後到士盟科技服務，並承接了許多顧問案，也主持了多次研討會演講與 CST 應用課程，從中學習到很多。士盟科技的學術背景、知識氛圍濃郁，公司有來自英國的博

士 Phil 與許多資工背景的同事，讓我們在 CST 這套高頻分析軟體的技術、開發上都有完備的經驗。目前研究方向為連接器（高頻分析、天線分析、PCB 佈局與 EMC 分析等領域）。如同學生會面對考試、評量；而業界所開發之產品也不例外，各樣的電子產品在量產前都要接受協會規範、測試單位的評鑑。而模擬軟體能幫助工程師的產品更容易通過規範、實測。倘若同學們未來有意投身業界，模擬軟體是工程師非常好的工具，模擬相關的技術也必定會是未來的熱門技能之一。

### 高速訊號產品的分析與快速驗證

身處於高速訊號世代，各家科技公司無一不是致力於開發出具獨家競爭力的產品及設計。高速通訊的應用面向非常多，包括 5G、Wi-Fi、衛星通訊、伺服器與家用產品。這些應用科技在開發上，一定會需要考慮到許多物理議題，像是結構強度分析、電磁分析、流體力學分析和可靠度分析等。產品從開發到量產，一定會經過多次修改、調整。然而，產品週期越接近量產，設變成本將會大幅上升。模擬軟體是一個在高速產品開發前期快速驗證、分析的優秀工具，可以幫助工程師在開發前期抓出許多問題點。除此之外，要評估一個產品的設計是否精良除了過往經驗之外，各協會所訂立之產品規範也是非常好的參考依據。在高頻高速時代，MIPI、PCIe 與 SATA 等規範，都是高速訊號傳輸上非常受工程領域矚目的參考標準。有鑑於此，在開發前期就針對規範進行大量的模擬驗證，便能幫助最終產品通過協會規範。綜合以上，如何透過 CST 軟體快速、準確地驗證電磁問題，並幫助工程師通過各式協會規範，將會是士盟科技於本次演講中的重點內容。



士盟科技吳宣祺工程師主講：高速訊號產品的分析與快速驗證

## 稜研科技股份有限公司 張書維創辦人暨董事長

2005 年畢業於逢甲大學電機系，隨即進入中央研究院天文所擔任電波望遠鏡接收機工程師，負責國際知名電波天文望遠鏡接收機建造，其間受邀至美國哈佛·史密松研究院協助開發 660 GHz 頻段次毫米波接收機。目前為美國麻州州立大學安默斯特分校電機系博士候選人，專長為毫米波整合電路設計。並於 2014 年創辦 TMYTEK 並擔任董事長一職。

### 毫米波陣列天線設計與挑戰 Millimeter-Wave Phased Array Antennas Design and Challenges

元宇宙、量子計算、5G 科技、低軌道衛星及自動汽車等新科技蓬勃發展，毫米波科技應用於現在和未來至關重要，毫米波頻段具備頻寬更大、傳輸速率快，且低延遲的特性。稜研科技是 5G/B5G 與衛星通訊應用技術的創新者，提供從設計、材料、製造到測試的一站式解決方案。TMYTEK 透過創新的技術改造毫米波射頻前端，擁有最先進的天線封裝 (AiP, Antenna-in-Package) 技術，實踐毫米波陣列天線，打造通訊基礎建設所需的陣列天線模組與主被動元件，以及獨創的毫米波 OTA 測試方案，加快產品開發及量產測試的速度，並研發為 R&D 市場打造的波束成形開發與教學套件，透過毫米波技術加速商品商用化的進程。



稜研科技張書維創辦人暨董事長主講：  
毫米波陣列天線設計與挑戰

## 欣興電子股份有限公司 林溥如副部長

學歷：清華大學電子研究所博士  
清華大學電子研究所碩士  
經歷：欣興電子新事業開發組資深工程師  
純化科技研發處資深工程師  
清華大學博士後研究  
專長：先進封裝載板 (2.1D/2.3D/2.5D, FCBGA, FCCSP)  
熱 / 光微機電元件  
半導體製程  
數值分析  
公開著作：國際研討會 / 期刊論文 (28 篇)  
專利申請：89 件 ~ 2021

### 薄膜重新分佈層技術應用於 Co-Packaged Optics 之高速傳輸研究

傳統的印刷電路板材 FR4 在高頻高速的傳輸下有極大的限制與挑戰，不論是在信號的損耗，傳輸品質都面臨了很大的挑戰。計畫藉由 Ethernet 56Gbps 的 PAM4 的基礎，經由不同的實驗操作變因，例如不同的線距、線寬、線長、介厚，銅厚，以及粗糙度等因子來檢視信號傳輸品質的變異狀況。將來再以 56Gbps 單路架構為基礎進而擴展至 4 路、8 路及 16 路的 200G/800G 信號傳輸，研究在高速傳輸下的信號完整性最佳化問題，其中包含了電磁干擾 (EMI) 以及多路串音 (Crosstalk) 等現象之觀察。200G/400G/800G 傳輸速度應用，大多以 Ethernet 光電收發模組產品為主軸，如何有效地將電信號轉為光信號，是未來信號完整性研究領域上的一大熱門主題。



欣興電子林溥如副部長主講：薄膜重新分佈層技術應用於 Co-Packaged Optics 之高速傳輸研究



## 十大科技股份有限公司

### 張道治教授

張道治講座教授為 IEEE Life Fellow。於 1981 年在美國南加州大學獲得博士學位，獲得博士學位後，於中科院天線部門工作，開發各類反射面天線、各類相列天線、各類開槽天線，及各類天線量測系統供自己開發之各類天線量測之用。1998 年轉到學術界，並為大葉大學首屆工學院院長，2006 年轉到亞東技術學院，擔任講座教授並創立及主持通信研發中心，在通信研發中心時，他先後成立多功能天線近場量測場供大型基地台量測，通信量測場供 3G、4G 之手機 OTA (over the air) 量測，EMC 量測場等，供各產學計畫所研發之天線及通信系統量測之用。除了各類天線研發外，樂榮集團也以多年經費支持張教授團隊開發大型數據中心使用之高速傳輸線，這些成果現也已大量生產。2016 年 8 月起，張教授獲聘為樂榮集團新產品開發研究院院長。2018 年 8 月離開樂榮集團，擔任十大科技首席技術顧問，同時也是亞東技術學院榮譽講座教授。張教授研究領域，從無線之天線，(反射面天線，各類相列天線，各類開槽天線，各類通信天線等) 及 OTA 量測系統 (緊縮場、近場、遠場等)，到有線之高速傳輸線設計及高速傳輸線傳導測試皆有研究，因此張教授除了擁有近 35 項專利外，也發表超過 400 篇技術論文於科技期刊及科技研討會。

張教授於 2001 年創立 IEEE AP-S 台北分會並為第一任會長，於 2000 年至 2002 年張教授也擔任 IEEE MTT-S 台北分會會長及中華民國微波學會理事長。於 2001、2008、2012 也擔任過三屆兩岸四地無線通信研討會，ISAP2008、ICONIC2009、



十大科技張道治教授主講：為何 USB4 高速傳輸通道之差分特性阻抗定義為 85 歐姆非 100 歐姆？

AEM2C2010、PIERS2013、IEEE IMWS-Bio2015 等研討會之大會主席。張教授於 2011 年發起由台灣、香港、大陸、日本等地每年輪流舉辦之 IEEE IWEM 研討會，並擔任多屆大會主席及共同主席。從 1982 年起，由於張教授在各項天線研發及量測技術之貢獻，因此先後獲得多項國內外多項大獎，並赴國內外各地演講及學術交流，並於 2022 年 6 月榮獲 IEEE 終身成就獎。

### 為何 USB4 高速傳輸通道之差分特性阻抗定義為 85 歐姆非 100 歐姆？

對於具有良好信號完整性的高速率傳輸通道，差分傳輸通道之特性阻抗通常定義為 100 歐姆。本次講座將從設計經驗描述為什麼 USB4 通道的差分特性阻抗被定義為 85 歐姆而不是 100 歐姆？

## 十大科技股份有限公司

### 劉政廷經理

學歷：嘉義大學資工系博士

虎尾科技大學飛機工程系學士

經歷：2015 於樂榮工業服務主要從事高速傳輸、電聲、電光研發

2018 於十大科技服務主要從事微波量測系統研發設計規畫與 ISO17025 實驗室輔導培訓



十大科技劉政廷經理主講：系統化高速傳輸線於雲端領域

### 系統化高速傳輸線於雲端領域

本講題將先簡述題目何謂「雲端工業系統化高速線纜」，從高速雲端線纜系統的市場技術需求趨勢進行概覽，其次簡介主要技術規範，最後以產品測試與驗證需求議題為總結。



林丁丙教授精闢總評七場專題演講作為本次半年報會議總結



演講者與與會者進行議題交流，熱烈討論。



現場並有廠商設攤徵才，提供學子產學鏈結與就業機會。



中午用餐同時進行聯盟會員廠商：耀登科技徵才說明會



邀請龍華科大葛校長進行抽獎活動，氣氛順勢進入高潮。



邀請林丁丙教授為活動抽去出最大獎項，在愉悅氣氛中圓滿結束本次研發半年報活動。



## 國際研討會連線報導

聯盟特約記者／張騰

今年 10 月 31 日至 2022 年 11 月 3 日的 ISAPP (天線與傳播國際研討會) 於澳大利亞悉尼達令港悉尼國際會議 (International Convention Centre (ICC), Darling Harbor, Sydney, Australia) 中心舉行, 此次 ISAP 2022 為第 27 屆研討會, 是由悉尼科技大學 (University of Technology Sydney) 與阿德萊德大學 (University of Adelaide) 和其他澳大利亞大學以及 CSIRO 和澳大利亞工業協會共同合作舉辦。另外, 這場研討會也由電氣和電子工程師協會 (IEEE/AP-S) 的天線和傳播協會、歐洲天線和傳播協會 (EurAAP)、電子學會的日本通訓協會, 訊息和通訊工程師 (IEICE)、國際無線電科學聯盟 (URSI)、天線測量技術協會 (AMTA) 以及一些國際公司來協助舉辦並提供贊助。

ISAP 旨在提供一個用於交流有關天線、傳播和電磁波理論研究和開發進展的信息國際論壇。第一屆 ISAP 於 1971 年在日本仙台舉行。該會議每四年在日本舉行直到 2004 年共計九次。從 2005 年起, ISAP 將會議場地擴大到亞太地區, 並成為年度會議。2010 年至 2021 年的主辦城市分別為澳門、濟州 (韓國)、名古屋 (日本)、南京 (中國)、高雄 (台灣)、霍巴特 (澳大利亞)、沖繩 (日本)、普吉島 (泰國)、釜山 (韓國)、西安 (中國)、大阪 (日本)、台北 (台灣), 並且該研討會現已被公認為該技術領域 (天線和傳播領域) 的主要會議之一, 吸引諸多來自世界各地專業產官學人士參與, 提供一個可以分享新科技成果、展示前沿技術、建立且加強天線、傳播、微波電路、電磁理論及無線和網絡通訊與感測器等相關領域的一個專業合作之重要論壇。另外, 雖然主要會議活動將在悉尼現場舉行, 但本次會議考慮到 COVID-19 大流行第三年的不確定性以及因應更大限度的彈性, 主辦

### 天線與傳播國際研討會 (ISAP 2022)

單位委員們研議出一個可以滿足無法順利至當地參加的辦法, 協會特別安排了 14 場線上技術會議, 與主要活動同時進行, 以實現順暢的虛擬會議並提供線上參與者更好的臨場感受, 而本人即以這樣的形式參與這次會議, 體驗具有微幅時差性的跨國線上會議。

筆者這次在 11 月 1 日星期二的台灣時間凌晨 4 點多, 以線上報告的形式代表台灣大學周錫增教授實驗室參與本次會議, 主講內容為任意參考阻抗之非平衡濾波天線與相位控制傳輸線的快速優化調適工具, 我們提出了一種快速設計濾波器的有效合成方法。透過將品質因子、帶通頻寬和階數納入具有聯級相位控制傳輸線之天線設計, 以產生非平衡濾波的特性。我們的工具將能提供設計者更少的設計週期並且能夠幾秒以內預測濾波性能。而該方法也透過設計一個 2.4 GHz 的三階帶通濾波器來實現寬頻帶驗證。模擬結果與商業電磁模擬軟體非常吻合。該技術為濾波天線設計提供了極大的靈活性。演講當中, 也提及我們這個研究與元智大學合作, 開發出手機版濾波天線優化平台, 使用者可以自行定義帶通濾波器的所有參數, 並把 S 參數文件, 比如天線的 S11, 上傳到這個平台, 就可以得到我們





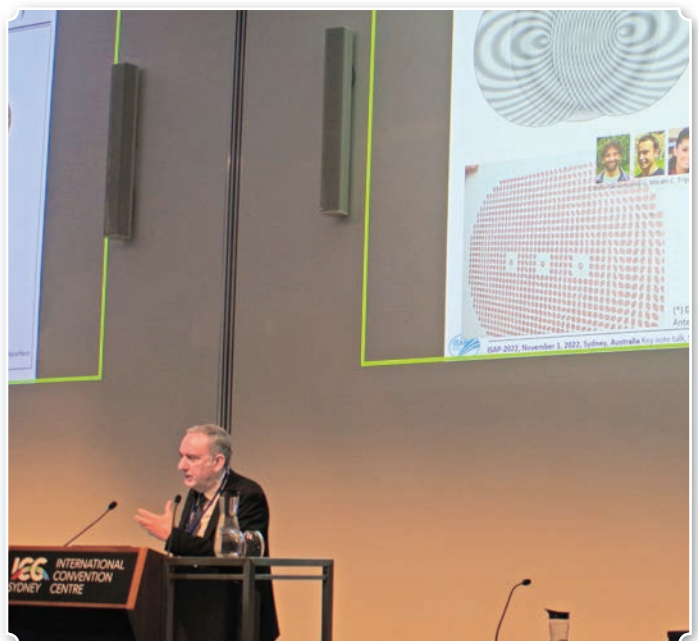
之前提到的結果，除此之外，用戶可以將這個模擬結果分享給任何地方的同事，整體來說相較於 MATLAB 版本的平台，用戶體驗更好。在報告的尾聲，來自南韓 Jeonbuk National University 的 Girdhari Chaudhary 教授，問到此軟體是否有實驗驗證的成果，這部分確實是需要更多的實作驗證，以及如何克服高頻雙傳輸線之間的耦合電容與 Via 之電感特性，都是未來的研究重點。

而關於濾波器的實作部分，本場前面四位演講者都是來自於韓國的學者，包含博士生、碩士生與教授。演講內容包含使用群延遲 (GD) 分析方法設計的三極點耦合線帶通濾波器，所提出的 BPF 的 GD 值是通過調整濾波器的比例頻寬來控制，而其提出的 BPF 實現了 0.8 dB 的插入損耗，比例頻寬為 21.71% (760 MHz)，GD 為 0.92 ns。另外前面提及之 Girdhari Chaudhary 教授也分享了具有任意規定的寬帶平坦相位差和群延遲的濾波差分移相器，所提出的差分移相器由在主支路和參考支路中帶有短路短截線的耦合線組成。為了驗證此特性，作者設計並模擬了 90 度、180 度、270 度和 360 度相位差的差分移相器。模擬結果表明，在通帶比例頻寬為 20% 的

情況下，實現了三反射極點和較為平坦的相位差，其演講非常精彩，令人耳目一新。

此研討會還有諸多其他微波領域的知識分享，其中像是意大利錫耶納大學 Stefano Maci 教授，在主題演講的那場介紹是關於超表面天線的歷史，以 2010 為分水嶺，巧妙的區分出早期與晚期超表面天線於空間的特性演變，進而提及第三代新型態的超表面天線，不再只是在空間的邊界條件上做改變，或透過控制散射場的方式來建構，而是需改變空間與時間兩者的邊界條件，Stefano Maci 教授的演講為 5G 未來的行動通訊開闢了新的視角。

另外一場演講也非常吸睛，美國南加州大學 Gianluca Lazzi 教授分享了關於感測器和神經接口相關的研究 (用於醫療保健的計算和實驗生物電磁學的進展)，他也強調用於感應生理參數 (感測器) 和刺激神經系統 (刺激器) 的無線醫療設備越來越值得被重視，特別是這樣的微波技術可以促進包括癌症、慢性疼痛和神經系統疾病在內的多種疾病的醫學預防、診斷和治療。除此之外，在監控生理訊號的同時，我們還需注意是否符合國際輻射安全規範，像是輻射數據低於特



定吸收率 (SAR) 的國際標準與否，進而確保患者安全。本次演講也以一個振奮人心的願景介紹了微波系統應用於恢復記憶的海馬假體以及恢復盲人部分視力的人工視網膜，透過低頻電磁計算方法的導入，病變視網膜於不同退化階段的連接組將允許產生神經刺激訊號，進而提高視網膜修復的機會。Gianluca Lazzi 教授也提及電磁於生物醫學應用尚有諸多需仰賴各位微波通訊領域的專家學者共同投入，來解決像是天線於生物組織內有高損耗的特性，或是在不影響傳輸性能的情況下如何來微縮化天線，由於身體組織具有頻率響應的特性，材料參數在寬頻的使用場景下是否有隨頻率而降低系統性能的可能性發生以及如何開發出更高分辨率的微波成像技術等。

另外同樣精彩的場次，是充滿許多創意聯想的微波應用：學生獎競賽。其中印象較深刻的是來自於澳大利亞阿德萊德大學電氣與電子工程學院的研究，關於模組化的雙頻可穿戴式紡織貼片天線，該天線可以同時覆蓋 2.45 GHz 與 5.8 GHz 工業、醫療等通訊頻段，其設計是巧妙地透過將兩個公扣式按鈕焊接在一起來製造背對背公扣式按鈕連接器，並使用一對母扣，形成一個

完整的連接，底部母扣式按鈕使用導電線永久縫合到接地面，以增強連接穩健性。其量測結果顯示，這種卡扣式天線頻寬完全覆蓋 2.45 GHz 和 5.8 GHz ISM 頻段，而所有天線的輻射方向都符合預期。其中也能看見此應用需仰賴精密的工業設計，特別是在製造端的加工誤差導致卡扣式按鈕與接地平面和輻射貼片的連接不完善，因此在高頻時卡扣式按鈕的天線增益和效率有降低的趨勢。換而言之，如何提升製作良率也是未來更高頻段，像是毫米波或兆赫波頻段天線設計者需納入思考的重要因子之一。

近期液晶應用於微波領域的研究日益劇增，因其材料特性之特殊性，於不同偏壓情境下具有不同材料特性（例如相對介電係數），而此特性可以應用於波束偏移等場景。在這次的研討會，也有許多液晶於微波領域的相關研究分享，例如韓國浦項工科學校的研究團隊發表了基於液晶的可重構  $1 \times 4$  相控陣列天線，並具有微型（0.02 波長  $\times$  0.23 波長）帶通濾波器，其掃描角度可達 36 度。西班牙馬德里理工大學 Eduardo Carrasco 教授的團隊分析了基於液晶的二維反射陣列的不同尋址技術並講述了它們各自的實際





優點和缺點，特別是在毫米波器件中的具體性能影響，與相關光學元件應用於其中的挑戰與相對應可能的解決對策，以利於滿足未來實際應用場景。而韓國的慶熙大學的 Sanghoek Kim 教授團隊則是提出動態超表面的研究（基於惠更斯原理設計應用於 X 波段電磁波反射之液晶基板的可重構超表面），克服靜態超表面的侷限性。

另外，還有許多微波應用同樣令人驚喜，像是日本北海道研究機構利用 SAR 衛星監測魚群布網的最佳位置，或是新西蘭奧克蘭大學使用非主動式的反射器改善室內環境中的毫米波覆蓋範圍，並針對反射器位置提供優化方法並找出最佳覆蓋的擺放方式。以及韓國首爾國立大學分享了商用智能手機和超表面中使用的鋼化玻璃（康寧提供）來改善波束覆蓋範圍的技術。其中 OCS5 場次當中談論許多用於新興應用的平面毫米波天

線陣列，其中像是手機端的天線設計，中國東南大學提出了一種用於 5G/B5G 場景底下，貼附於手機金屬狹窄邊框架內的智能手機毫米波（mmWave）雙頻  $1 \times 4$  相控陣列天線。天線架構包含一個開槽邊框和一個背腔天線模組。該天線陣列滿足 24.9 ~ 30.4 GHz 和 35.5 ~ 40.7 GHz 頻寬需求，並且覆蓋 5G n257/260 頻段。且其相控陣列在雙頻段具有良好的波束掃描性能。

最後值得一提的是，ISAP 首次連結歐洲 - 澳大利亞天線學院（European - Australian School of Antennas, EASoA），邀請了天線領域的七位世界領先的研究人員擔任講師於 2022 年 11 月 4 日至 6 日在新南威爾士州（New South Wales）標誌性的美麗海灘小鎮 Manly，以教育的形式舉辦 B5G 和 6G 系統天線的新型模擬波束成形技術分享會。ISAP 2022 國際研討會也在此圓滿落幕。 ■■



人物  
專訪

## ■ 專訪 暨南大學榮譽教授、前政委 張進福

# 產業與高教舵手， 人生舞台 盡情演出

聯盟特約記者／陳禹蓁

張進福於台灣政界與學術界合計服務超越四十載，除了教學與研究，張進福擁有豐富的學校管理與公部門經驗：他曾任台大電機系系主任與研究所所長，爾後南漂中壢、埔里、內壢出任中央大學教務長、暨南國際大學校長、元智大學校長。他也三入公門：教育部科技顧問室、行政院國家科學委員會副主任委員、行政院政務委員，並出任台灣省政府主席、工業技術研究院董事長、資訊工業策進會董事長。

張進福的學術成就包含國家科學委員會傑出研究獎、教育部工科學術獎、國際電機電子工程師學會（Fellow IEEE）等。電磁聯盟有幸於2023年1月專訪張進福，張進福知無不談，分享其求學經驗、教學研究、學校行政至公部門服務，他細說人生每個職涯的轉折點與背後的可貴人生際遇，以及他在各單位服務的心路歷程與體悟。歷經無線電視由類比到數位；電信、網際網路與有線電視網融合之數位匯流；推動全民可以使用的免費上網服務 iTaiwn 規劃，張進福的生命經驗與台灣通訊技術的發展相互映照。





## 無心插柳柳成蔭，與通訊技術結緣

張進福於 1948 年出生於新北市鶯歌，在貧窮的年代，把書唸好被認為是擺脫貧窮最有效的途徑，當年國民教育只有小學六年，唸完「鶯歌國民學校」後，張進福初中考進三省中之一的成功中學，他是省辦初中的最後一屆，然後直升高中部，中學六年從鶯歌台北兩地乘火車上學，經過一番苦讀後保送進入台大電機系。當年台大電機系本國學生只收了 70 名，張進福就是其中之一。1970 年取得台大電機系學士學位後，張進福坦言當時很徬徨，「畢業後不知道要幹嘛，同學都去美國，我不是一畢業就過去，算是我們班上最後一批過去的。」張進福回憶當時父親告訴他能讓他唸大學「已經是能力的極限」，言下之意，張進福必須自己尋得財源才能夠出國深造。

服完預備軍官兵役後某天張進福回學校遇到電機系黃鐘洺教授，因而擔任黃鐘洺教授之教學助理，雖然他當時已經有兩個工作機會，有天黃鐘洺問他：「你對於教書有沒有興趣？」張進福並不排斥教學，也是這句話讓他開始考慮以教書作為職涯選項，黃鐘洺更是協助張進福擬定研究題目以及取得公費留學資格。在黃鐘洺的提拔下，張進福獲得行政院國家科學委員會資助，前往美國進修，在國科會 1 年 10 個月補助終止後指導教授研究經費繼續贊助下，於 1977 年取得柏克萊加州大學電機工程及資訊科學系的博士學位。

事實上，張進福鑽研的資訊傳輸在當時是相當冷門的領域，他在柏克萊學習理論通訊，返台後時值網際網路開始發展階段，因此投入電腦通訊網路教學與研究。張進福回憶電腦或電子計算機的發展在製造技術的進步下，從主機、迷你電腦、筆記型電腦、平板到手機，當年必須在冷氣房存放的龐然大物，今日已經是掌上之物。隨著移動通訊的出現，張進福也開始涉略行動通訊領域，並在台大電機系開設相關課程，包括資訊安全。張進福的研究領域為效能分析、通訊技術、行動通訊等，並在這些領域發表超過百篇以上之國際論文。張進福雖曾是不確定未來方向的徬徨者，在學術界的努力耕耘卻冥冥之中，將爾後他在行政院協助台灣推動資訊化產業繫起連結。

## 三入公門，領航台灣產業發展

1987 年，張進福第一次受邀進入政府部門、擔任教育部科技顧問室（1990 年在他任上更名為教育部顧問室）主任，負責開創與教育相關的科技計畫，期間張進福啟動「校園網路」計畫，1980 年代中期，教育部引進 BITNET 大學教學研究網路系統，提供學術界跨國電子郵件、檔案傳輸等應用服務。張進福於 1980 年代末期任內編列經費，委由科技顧問陳文村規劃，供國立大學建立校園與校際網路。1996 年前行政院院長、時任國科會主任委員劉兆玄邀請張進福擔任國科會副主任委員、2008 年張進福再次受劉兆玄邀請加入內閣，前後共有三次政府單位之服務經驗。

張進福認為：「一路走來，當有人找我、有人需要我的時候，即使是辛苦的偏鄉，我就會考慮，雖然政府部門工作辛苦，但對我來說也是另一個方面的學習。」凡事全力以赴、個性又是完美主義的張進福在各個工作崗位上戮力付出，「戰績」無數。

2008 年 5 月 20 日加入劉兆玄內閣後，張進福擔任政務委員兼科技顧問組。行政院科技顧問組由前經濟部、財政部部長，擁有「台灣的科技教父」美譽的李國鼎擔任政務委員時建議時任行政院院長孫運璿設置。時值美國次級房貸引爆全球金融風暴，政府認為除了短期刺激消費的作為也需要從長計議，於是祭出「六大新興產業」，六大新興產業包含生物科技、綠色能源、醫療照護、精緻農業、觀光旅遊、文化創意，張進福回憶，2009 年 2 月的某個周日上午馬英九前總統臨時召開「當前總體經濟情勢及因應對策會議」，結論之一為推動「六大新興產業」，張進福負責統整協調以及監督各部會作業：督導各部會構想、至行政院會報告，並且協調預算配置。

張進福還擔綱負責生物科技的規劃與推動，推出「台灣生技起飛」計畫，擔任推動台灣生技產業旗手，張進福形容自己是「美式足球的四分衛」，透過傳球讓隊員向前推進，就像是科技的發展需要一步一步來。台灣生技起飛計畫以培養台灣生物科技成為繼電子業的下一個產業領頭羊為目標努力。張進福分享，擘劃台灣生技產業發展不僅只是運用行政管理的能力與經驗，更是一頭栽入自己不熟悉



的生技產業，「宛如修了一門通識課」，過程中張進福了解藥物開發過程的嚴謹與困難，需經歷臨床前和一級到四級的臨床試驗，非常費時費錢。

數位匯流是張進福擔任政委期間的另一個力作，2010年張進福在行政院院會提報「數位匯流發展方案」，時任行政院院長吳敦義鏗鏘有力地宣讀張進福所準備的裁示稿，數位匯流正式啟動，張進福召集成立「數位匯流專案小組」，統整各部會推動台灣數位匯流工作。

數位匯流指的是電信、網際網路與有線電視網之匯集合流，隨著數位科技發展，人們可以在不同平台上看到相同內容，張進福認為人們順應科技發展趨勢，推動數位匯流相關產業須將法規重新調整：將經營環境從過去垂直切割變成水平分割，分成傳輸、平台、內容，也就是將相關產業分為網路層、有線電視系統的平台層，以及製播節目的內容。張進福任內協助 NCC 將《有線廣播電視法》、《無線廣播電視法》、《衛星廣播電視法》、《電信法》修改並送進立法院。法案修改牽涉各方利益，最後在張進福離開行政院之後才通過。

在台灣邁入數位時代之際，張進福成功完成無線電視數位化任務，台灣無線電視自 2012 年 7 月全面數位化，因此當年台灣民眾可以在電視機前觀看高畫質的倫敦奧運賽事，這也是台灣數位高畫質電視元年。無線電視數位化對廣電產業的意義重大，由於無線電視為免費收看，許多國家都以無線電視數位化作為廣電產業數位化的火車頭。數位化不僅讓民眾可以欣賞畫質清楚的電視節目，在觀賞體驗提升後更可能創造其他收視需求。同時，類比電視數位化後，因為壓縮技術提升，原先一個通道的頻寬可以容納四個通道，意即民眾可以看更多的頻道，創造畫質與節目數量提升的雙重效果。

擔任政委期間，張進福亦主導「iTaiwan」計畫，在機場、車站、醫院、博物館等大型公共場所提供免費上網服務，iTaiwan 計畫起源於當時台北市已有 Taipei Free 免費無線上網，但其他縣市仍無，為平衡其他縣市與台北的數位落差而始。這項計畫前後張進福共召開 7 次會議，終於成功啟動，時至今日，iTaiwan 仍為所有本國和所有旅客使用，共有超越 1 萬個熱點提供免費無線上網服務，

張進福分享先前搭乘高鐵時還有看到 iTaiwan 的 LOGO，看到自己參與的計畫至今仍為大眾所有，他感到與有榮焉，也許計畫會轉變甚至功成身退，但張進福仍然感念當時自己有幸參與其中。有天張進福在報紙上看到一位陸生寫的文章：「用軟體記錄著每一天，如果沒有遍布各地的 iTaiwan Wi-Fi，那些令我驕傲的足跡點，如今不可能覆蓋了全島。」看到這段文字，心裡也湧上一股熱意。

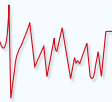
### 學校首長，引入資源打造基礎建設

張進福曾擔任中央大學教務長、元智大學校長學校行政職，其中出任暨南大學校長應是張進福永生難忘的回憶。2002 年 12 月，張進福出任暨南大學第三任校長，直到 2008 年馬英九前總統選舉勝出、張進福出任政務委員，他在暨大，一待就是七年半。

1999 年的九二一地震驚動了所有台灣人，位於南投縣埔里鎮的暨南大學深受其害，大震後暨南大學為避災遷地上課，還引起當地與社會爭議，災害來臨後學校百廢待興。2000 年第一次政黨輪替、國民黨總統大選敗選，張進福卸下國科會副主任委員職務、應暨大友人邀請參加校長遴選，臨危受命接下校長重任，帶領暨大走出地震的傷痕。

張進福自認在公部門累積的豐富人脈與經驗是他的「市場價值」，「在公部門會和不同機關橫向聯繫，不同單位之間的連結對我而言是一個人際網絡的建立。」接任校長後，有次張進福安排到教育部做簡報尋求協助，張進福說明暨南大學為何是國內最偏遠的大學：當時沒有高鐵和國道六號、從南投到台北要搭台鐵、自行開車、或到台中水湳機場搭螺旋噴射機，若是一天往返，需花上八小時以上。當時的教育部部長黃榮村回憶會議上的張進福十分有說服力，「沒有講多久，大家同意了。」

教育部 2005 年起推動「教學卓越計畫」，張進福在計畫的審議會上，直接連線暨大校園即時影響，並且誠懇敦請大家相信他，給暨大一個有希望的明天。黃榮村認為「張進福並不因職位而貴，而是沒有辜負校長治校責任。」張進福在校長任內爭取超越 2 億教學卓越計畫經費，並興建人文大樓、圖書館、管理學院、學生活動中心和體育館。張進福鼓勵學校教師爭取經費，研究為大學的基本功，



不僅以身作則、個人的國科會研究計畫從未失手、研究工作弦歌不輟，還設立學院獎項、鼓勵教師踴躍提出研究計畫。

「我就是那種，反正事情來了，就全力把它做出來！」張進福在擔任元智大學校長期間同樣卯足全力，期間元智大學獲得科技部的深耕工業基礎技術計畫補助、並贏得教育部頂尖研究中心計畫，取得教育部補助成立「大數據與匯流創新中心」。

### 凡事盡力而為，人生舞台盡情演出

退休後張進福並未停止腳步，他擔任教育部「優化技職校院實作環境計畫」主持人，參加技職再造工程。為創造接近產業的學習環境，讓學生進入職場就有「即戰力」，專案補助技專校院成立實驗室，這些實驗室也有很亮眼的表現，張進福以高雄科技大學為例，它在教育部補助下成立「軌道技術中心」，專攻電氣號誌，實驗室和高鐵、台鐵、台北捷運、高雄捷運、桃園捷運皆有合作，2021造成數十人傷亡的太魯閣號列車出軌事件發生後，實驗室協助運輸安全委員會判讀黑盒子，亦支援2022年中秋節連假台鐵號誌故障事件。

其他表現優異的實驗室還有新竹明新科技大學的「封裝測試類工廠」，明新科技大學地理位置鄰近有護國神山之稱的半導體產業，其最近又獲得補助培育「廠務及設備維護」人才，集「封測、廠務、設備」於一身。嘉南藥理大學的「再生水類工廠」則是另一個成功案例：實驗室能將廢水轉換為可以生飲、供半導體廠使用的純水，達到循環經濟的效果。

在計畫張進福時而扮演嚴師角色，督促學校前進，雖然計畫已經告一段落，但張進福還是叮囑實驗室所有學生和教師「店一定要繼續開下去、生意一定要有模有樣！」

張進福擁有工程師務實的天性，任務在身便大刀闊斧執行，不論是學術研究、公部門行政、或是學校領導張進福在每一個工作階段都累積許多戰績。他感念遇到的老師同事和長官：協助他前往美國深造的黃鐘洺教授、留學的指導教授 Goerge Turin、和他亦師亦友、在學術之路相互扶持成長的陳俊雄教授、給予他機會的劉兆玄前院長、劉兆

漢校長。他們在張進福徬徨或不順遂的時候給予協助、因而成就他豐富厚實的人生歷練。

完美主義的個性，驅使張進福在職場盡忠職守、使命必達，「作為人家的『老二』，我非常盡責任的去協助『老大』，在我獨當一面的幾個工作，我也在自己業務和能力範圍內做我該做的事情。」任教時積極投入學術研究與教學、在政府機關擔任「二把手」則盡心協助國科會主委，張進福認為：「對得起人家的託付，這是最重要的。」這彷彿他的人生座右銘一般，在每一個人生階段都盡情的演出。■

#### 張進福教授 簡歷

##### 現任

國立暨南國際大學榮譽教授

##### 學歷

美國柏克萊加州大學 (UC Berkeley) 電機工程及計算機科學博士

國立臺灣大學電機工程學系學士

##### 經歷

資訊工業策進會董事長

元智大學校長

台灣省政府主席

工研院董事長

行政院政務委員 (劉兆玄 > 吳敦義 > 陳冲)

暨南國際大學校長

行政院國家科學委員會副主任委員

中央大學教務長

教育部科技顧問室主任

國立台灣大學電機系主任兼所長

國立台灣大學電機系教授

國立交通大學講座教授

##### 學術榮譽

國際電機電子工程師學會 (IEEE) Fellow (1994)

教育部學術獎 (1990)

國科會傑出特約研究員獎 (2008)

國科會特約研究人員 (2001)

國科會傑出研究獎 (1986, 1988, 1990, 1992, 1994)

中國工程師學會優秀青年工程師獎 (1982)

美國柏克萊加州大學電機工程及計算機科學系傑出系友 (2011)

##### 研究領域

電腦網路 / 效能評估 / 行動通訊 / 保密通訊



職稱	工作地點	科系	工作內容
數位IC設計工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. Develop and implement the timing controller of TFT-LCD panel or relative functions/algorithm 2. 對MOBILE(手持裝置)驅動晶片的數位IC設計工作有興趣者 3. 觸控IC, TDDI or 指紋辨識 IC 開發經驗 4. MCU or DSP IC開發經驗
類比IC設計工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1.SERDES CMOS Circuit Design ( HDMI,DisplayPort, or USB3.0 ). 2.All Digital PLL Circuit Design.
系統軟韌體設計工程師	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. 有電容式觸控韌體開發相關經驗 2. 有電容式觸控演算法開發相關經驗 3. 熟悉8051組合語言,C ,C++ ,C# 4. 有Linux/Android driver開發相關經驗 5. 有MCU(8051/ARM...)相關經驗 6. 熟USB interface 7. 具相關driver開發經驗
前/後端程式設計師(車用)	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. 開發公司內部Web日誌的網頁設計開發及基本UI/UX 2. 後端運作及資料庫存取，串接 RESTful API、Access SQL
演算法設計工程師	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. Image/Video 影像處理演算法設計開發經驗 2. 機器學習(AI)相關開發經驗(ex: tensorflow, keras...) 3. embedded system coding 相關經驗 4. 曾有DSP or GPU coding 相關開發經驗尤佳
硬體研發工程師	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. FPGA與IC硬體PCB系統設計及驗證 2. PCB功能驗證與測試 3. 跟進並解決專案研發至量產階段的問題 4. 製作技術文件，對內部及客戶進行技術分享，教育訓練 5. 客戶端產品Design In技術支援 6. 協助客戶電路開發問題解析與驗證工作
IC系統應用工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. IC 之規格訂定與驗證 2. 具備C# 或 C++ 能力，以開發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
SI/PI/EMC工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. "Chip+PKG+Board" modeling & co-simulation for pre-silicon SI/PI/EMC analysis. 2.Co-work with RD/CAD/SE for chip design-in SI/PI/EMC issue support. 3.Gbps interface SI/PI co-design and validation, such as HDMI, VBO, eDP, MIPI, etc. 4.Provide pkg/board-level SI/PI/EMC design guideline or reference design.

歡迎您將履歷請寄到[resume@himax.com.tw](mailto:resume@himax.com.tw) 更多職缺內容請上104查詢



# Unimicron | 欣興電子 | 職缺欣訊

## 實習預聘

### 實習職缺

高頻高速製程相關  
機械設備自動化相關  
綠能環保相關  
AI智能智慧相關  
程式設計通訊相關  
全面品質管理相關

### 對象與制度

大四、碩博士班在學生，  
讓自己擁有不一樣的體驗！  
另外分成學期制、專案制、  
時薪制，三種制度，依照  
你的課表安排！

### 實習好康

享有正職同仁相關福利  
享受完整訓練培育課程，  
以及專業輔導員引導  
畢業後留任可接續年資，  
薪資與年資雙雙贏在起  
跑點！

## 最新職缺

研發	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 新產品導入之技術開發</li> <li>● 新產品試產及量產導入新材料開發專案執行</li> </ul>	◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理等理工相關科系
電路設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 熟應設計分析、設計佈線模擬、電路設計分析</li> </ul>	◎ 電機/電子/機械/通訊等理工相關科系
製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 製造程序管理、產線問題解決、人員訓練管理品質管控</li> <li>● 生產成本管理與改善</li> </ul>	◎ 工工/材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理等理工相關科系
製程	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 製程設定(兼顧品質與效能)、異常分析與改善良率提升</li> <li>● 新製程/新技術導入</li> </ul>	◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理等理工相關科系
智能工廠 (大數據、自動化)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 評估與規劃機台自動化系統，整合機台資料收集與控制</li> </ul>	◎ 資訊工程/工業工程/電子電機工程/數學統計相關
設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 工廠設備維護、機器日常保養自動化控制PLC設備規劃</li> </ul>	◎ 電子/電機/機械/自動化控制光電/輪機
環工廠務	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 處理廠區電機、機電、空壓設備相關維修保養與規劃。</li> <li>● 工廠廢水/空污/供藥系統操作、管理、改善</li> </ul>	◎ 環境工程/電機/電子/冷凍空調/機械

### 各廠地址

(山鷲廠) 桃園市龜山區山鷲路177號  
(合江廠) 桃園市中壢工業區合江路12號  
(合二廠) 桃園市中壢工業區合圳南路2號  
(新豐廠) 新竹縣新豐鄉中崙村290號

(蘆二廠) 桃園市蘆竹區南山路二段470巷21號  
(蘆三廠) 桃園市大園工業區民權路5號  
(楊梅廠) 桃園市楊梅區新農街二段209巷166-1號



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

加入欣興·成就新星

## + 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

**mti 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



auden<sup>o</sup>  
耀登集團  
Auden Techno Corp



# 加入耀登 捷足先登

- 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

We are looking for you!



耀登官網



加入我們

# 2022華碩電腦徵才職缺資訊

## ASUS INCREDIBLE BEGINS

熱情招募電機電子相關科系同學投遞以下職缺：

1. RF Circuits Talent
2. Antenna Design Talent
3. All Electromagnetic Related Talent
4. SI (Signal Integrity)/PI (Power Integrity) Talent

開始招募時間：即日起～

### -----應徵 3 步驟-----

#### 1 準備申請資料

- 個人履歷與自傳
- 在校成績單

#### 2 履歷投遞

- 至華碩人才招募填寫履歷，並應徵職缺

#### 3 資格審查與面談

- 等候面談安排



➤ 請掃QR Code投遞履歷  
(華碩人才招募網)



➤ 請掃QR Code了解更  
多徵才活動資訊

### 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

<p>徵才媒合服務</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>轉發徵才或實習訊息</li> <li>開放企業會員擺設徵才攤位</li> <li>於季刊中刊登徵才訊息</li> <li>可邀請聯盟教授於徵才說明會中致詞</li> <li>相關說明：<a href="http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=208">http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=208</a></li> </ul>	
<p>會員邀請演講</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>會員自行邀請聯盟教授前往演講</li> <li>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)</li> <li>相關說明：<a href="http://temiac.ee.ntu.edu.tw/news/news.php?Sn=203">http://temiac.ee.ntu.edu.tw/news/news.php?Sn=203</a></li> </ul>	
<p>會員舉辦季報</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>每次補助上限 8 萬元 (補助金額由召集人決定)</li> <li>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。</li> <li>相關說明：<a href="http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=202">http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=202</a></li> </ul>	



# 台灣電磁產學聯盟 2023傑出講座

台灣科技大學電子工程學系  
曾昭雄 教授

講題：

- 1.當沉默殺手遇上無形電磁波：  
談射頻血壓偵測與應用
- 2.居家照護的醫療快篩利器：  
談射頻微流體感測的展望



陽明交通大學  
國際半導體產業學院  
許恒通 教授

講題：

- 1.運用電路技術提升元件高頻增益之  
可行性分析與實現
- 2.新型態微型化射頻前端模組開發

演講摘要及申請辦法請洽聯盟網站：[temiac.ee.ntu.edu.tw](http://temiac.ee.ntu.edu.tw)

講座申請窗口：沈妍伶小姐 Tel: 02-3366-3713

E-MAIL: [temiac02@ntu.edu.tw](mailto:temiac02@ntu.edu.tw)



# 2023夏季電磁能力認證測驗

- 一、測驗宗旨：建立全國普遍認同之基本電磁能力認證機制，協助學生就業或升學時，能為企業或教師統一評估學生程度之管道。此測驗對於考研究所的學生將成為重要有力證明，且已有大學採計此測驗為有利審查資格。
- 二、參加對象：全國大專院校理工相關科系大學部學生，以大三、大四學生為主。
- 三、報名日期與方式：線上免費報名，網址為 <http://iempt.emedu.org.tw>，於**2023年4月21日(五)至2023年5月21日(日)**期間開放報名，額滿為止。
- 四、測驗日期：**2023年6月3日(星期六)上午10至12時**
- 五、測驗方式：分為初級及中高級測驗。  
統一線上測驗，詳細測驗地點請於報名期間上報名網站查詢。
- 六、命題範圍：電磁學基礎課程。

初級測驗	向量分析、靜電學、靜磁學、Maxwell's Equations
中高級測驗	向量分析、靜電學、靜磁學、Maxwell's Equations、平面波、頻域傳輸線、時域傳輸線、史密斯圖等電磁教學聯盟中心教材模組題庫(不含天線及波導) <a href="http://em.emedu.org.tw/">http://em.emedu.org.tw/</a>

- 七、成績寄發日期與方式：預訂於**2023年6月12日(一)**前以E-mail方式通知。

## 注意事項

1. 請自行參閱各大學的防疫措施與校園出入口管制說明，以免無法進入該考場應試
2. 參加測驗請配戴口罩
3. 報名考場如未達一定報名人數而未開放，將移轉考生至其他考場參加測驗
4. 主辦單位保有隨時修正、補充說明及解釋本活動之權利
5. 活動詳情與日程，請參閱網站資訊

聯絡人：國立臺灣大學電信所 邱小姐  
電話：02-33669094；E-mail：[tingyc@ntu.edu.tw](mailto:tingyc@ntu.edu.tw)

主辦單位：臺灣電磁產學聯盟

協辦單位：國立臺灣大學電機系、國立臺灣科技大學電機系、國立臺灣科技大學電子系、國立臺灣海洋大學通訊與導航工程系、國立中央大學電機系、國立中央大學通訊系、元智大學電機系、國立交通大學電機系、國立清華大學工程與系統科學系、國立中興大學電機系、東海大學電機系、逢甲大學通訊系與電機系、國立暨南大學電機系、國立彰化師範大學電子系、國立高雄科技大學電訊工程系、國立屏東大學電腦與通訊學系、國立澎湖科技大學電信工程系、財團法人國家實驗研究院國家高速網路與計算中心

立即前往報名



## 編輯小組

發行人 吳瑞北  
總編輯 毛紹綱  
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](mailto: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 [dnecy@gmail.com](mailto:dnecy@gmail.com)



0 4 9



臺灣電磁產學聯盟通訊

Taiwan Electromagnetic Industry-Academia Consortium Newsletter

