

提升電源十倍工作頻率， 帶領臺灣電力電子革新

文字／鸞九辰 攝影／汪忠信

臺灣在半導體領域的實力眾所周知，尤其是護國神山台積電（TSMC），更吸引全球投資者目光。然而，鮮少人提及臺灣在電力電子領域亦居於主導地位——全球十大電源供應製造商中，有多家來自臺灣。其中，穩居龍頭之位的台達電子（Delta Electronics），更已從傳統電源供應器製造商，成功轉型為先進電源管理解決方案之提供者；長年與之合作的第七屆國家產學大師獎得主、臺灣科技大學電子系所特聘教授邱煌仁，正是幕後重要推手之一，他憑藉高效節能的電源轉換技術，確保臺灣在人工智慧（AI）競賽中繼續扮演舉足輕重的關鍵角色。

過去十餘年來，邱煌仁率領團隊與業者積極合作，從能源、電動車到當前炙手可熱的AI領域，主要聚焦在電力電子的前瞻技術開發，尤其是化合物半導體的應用。以往是矽（Silicon）為主，如今則以氮化鎗（GaN）與碳化矽（SiC）為代表的寬能隙（Wide Band Gap）半導體最富潛力，而這些新興材料在高效電源領域的應用尤為關鍵。

他進一步解釋：「以AI產業為例。AI是吃電怪獸，隱藏在智慧運算的背後是以大量電力作為支撐，使得高效能電源管理技術變得至關重要。」

致力提升電能轉換效率，以確保臺灣產業維持強大競爭力

「臺灣不只有台積電，還有許多『護國群山』，譬如電源

產業巨擘台達電、全球排名第四半導體儀器測試大廠致茂電子等；但臺灣若想繼續保持技術領先與產業優勢，就必須仰賴產學的緊密合作，」邱煌仁深有體悟地說。

「我們的核心目標是提升電能轉換效率，為產業創造更高價值。當臺灣能在高功率密度電源技術、寬能隙半導體應用、智慧電池管理等領域維持領先地位時，便可有效應對來自全



邱煌仁

電資領域

第七屆國家產學大師獎

臺灣科技大學電子系所特聘教授

技術與人才雙軌進行，助企業布局三至五年的未來發展

球市場與對岸的競爭壓力。」邱煌仁身負使命感地說。

邱煌仁的研究方式與純學術研究者迥然不同，他專注於產業未來三至五年內所需的關鍵技術，既可填補企業無暇顧及前瞻技術開發的缺口，又能避免學界常見的兩難——一方面，老師若過度投入產學合作，可能影響學術研究；另一方面，若只專注於論文發表，則難以與企業產生實質連結。他與致茂電子及台達電的合作，就是相當成功的產學合作案例。

回溯十多年前，第三代化合物半導體剛開始受到關注之際，邱煌仁即向致茂電子提議使用碳化矽（SiC）功率模組設計新系統。這在當時是一個大膽的建議，因為一顆碳化矽模組的成本高達九百美元，而且還需要使用多顆。

邱煌仁回憶：「客戶最初的反應是對成本卻步，但因為我有學術底氣，知道這個方向是正確的，加上我們觀察到德國已率先採用；後來致茂也確認德國競爭企業已大量使用碳化矽技術，進而意識到國際企業敢用，代表技術已具備競爭優勢，尤其德國的研發與人力成本遠高於臺灣，既然他們都能採用，臺灣企業更不應該裹足不前。」

結果證明，儘管元件成本較高，但相較傳統元件，碳化矽

模組具高效能與高頻化潛力，既可顯著提升系統效率，還因為散熱需求減少、被動元件體積縮小，從而降低總成本，致茂電子也因提升產品價值，獲得了更大的利潤和競爭力。

這次的成功經驗，促成雙方日後展開更深入的合作，不僅於二〇一五年共同成立「致茂臺科大研發中心」，促使企業持續投入四千萬元於產學合作，另捐贈兩千萬元的儀器設備，提升臺科大的研究與教學能力。

類似的合作經驗也發生在約五年前。當時台達電的電信電源技術已達到一千瓦與九四%效率，但他們希望進一步突破至更高規格，卻因業務繁重，難以自行研發，於是轉而尋求邱煌仁團隊協助，並將目標設定在三千瓦輸出與九六%效率。

「我們迅速展開文獻與專利調查，三個月內提出可行方案。台達電一看便知方向正確，且訝異我們僅花三個月就找出解決方案。最後，我們的提案不僅可行，還超標達成三千瓦、九七%效率，遠超出預期，」邱煌仁引以為豪地分享，並表示對企業而言，他們省去摸索與試錯的成本；對學校而言，學生能在實戰中成長，落實人才培育目標，也讓學術研究有了更具體的產業應用價值與論文發表的舞臺。

他深有所感地說：「當學校與業者建立長期互信、展現實質成效後，企業就不會只著眼於短期成本，也更願意回饋教育與研發，樂於提供優秀學生獎學金與簽約金，確保

人才的培育與延續，這才是真正的雙贏，也是產學合作最理想的模式。」

讓電源轉換器變得更小、更高效

目前，邱煌仁已擁有五十多項專利，對業界的貢獻主要在電源端與負載端的節能設計，其代表作就是團隊投入十餘年，成功將電源供應器的工作頻率，從業界標準的100~200 kHz（千赫）提升至1MHz（兆赫），整整提高了五至十倍，這亦是他獲選為二〇一五年國際電機電子工程師學會會士（IEEE Fellow）的主因之一。

邱煌仁解釋，更高的頻率意味著電源轉換器的體積可以大幅縮小，尤其是被動元件，如變壓器、電感、電容器等都能隨之微縮；「簡單來說，當產品體積可縮小至原本的三分之一甚至五分之一，這就是競爭力。」

不僅如此，雖然電動車、AI或消費電子等產業對功率密度與效率的需求各異，但高頻化技術提供靈活的解方，企業可依市場需求調整規格、迅速落地；尤其現在恰逢AI與節能浪潮，臺灣電源產業在全球舞臺上將能更具話語權。

「從國家基礎設施到口袋裡的智慧手機，統統都會應用到我們的專業，加上電子產業是臺灣的經濟命脈，技術不斷地推陳出新，這也是電子電力領域既穩定、不過時，又

富前景的魅力所在，」邱煌仁道出自己投身數十年仍樂在其中的原因。

學生，他最引以為傲的成就

儘管技術成就斐然，但邱煌仁最引以為傲的還是學生。他認為，老師的名聲來自學生：「五年、十年、二十年後，當學生們在業界擁有好名聲，老師自然也有好的口碑。」此外，邱煌仁迄今選派超過二十名博士生前往美國加州大學柏克萊分校（UC Berkeley）、瑞士蘇黎世聯邦理工學院（ETH）等頂尖學府進行至少一年的研究交流。

他解釋：「在臺科大做研究與在 UC Berkeley 有什麼不同？就電子技術而言，架構和元件可能沒有太大差別，而且我們有業界支援；但在 UC Berkeley，同樣的技術可能應用在美國太空總署（NASA）或星鏈（Starlink）計畫，對學生而言，他們能看到在臺灣看不到的應用場景，拓展自己的視野。」

如今身為國家產學大師，他更將傳承視為重心，冀望為年輕的研究團隊及同仁爭取更多「柴火」；邱煌仁說：「多年來，我堅持以學術研究作為底氣，將產學合作視為應用方案，人才培育方是核心目標。但願後浪推前浪，期盼臺灣學界與業界都能因傳承而生生不息。」

