

PowerSAC 投入運作 滿足數據中心算力需求

港產創新研發⑥



人工智能時代下，算力基礎建設成為本港重點發展的基建，與算力息息相關的電能，其需求與日俱增。由香港科技大學牽頭、與香港城市大學共同組成核心團隊的香港功率半導體芯片及應用研發中心（PowerSAC），是InnoHK資助計劃下成立的研發平台之一，致力研發新一代功率半導體及電能轉換系統相關技術。

PowerSAC主任陳敬近日接受《大公報》專訪時指出，電力需求正在增加，惟數據中心機櫃空間有限，單靠擴大物理空間並不現實，應思考如何提升功率密度，使同樣空間的設施能承載更多電能。而新一代功率半導體的研發，正是提升電能轉換系統效率與密度的關鍵。陳敬透露，團隊正研發一種「中極」寬禁帶半導體開關器件，原材料為氮化鎵和碳化硅，相信在未來能更好地滿足數據中心對高功率密度的需求。

大公報記者 柯慕蓉、湯嘉平（文） 麥潤田（圖）

「電力和半導體是什麼關係？電力需要半導體做處理，轉化成設備可以使用的電能，這就是功率半導體的作用。」陳敬解釋，功率半導體在整個電能轉換系統中有着舉足輕重的作用。陳敬預計，未來五年內，作為承載功率半導體的設施——機櫃的功率需求將由現時的100至200千瓦增至1兆瓦，增幅達5至10倍。

不需無限量增加機櫃

以往傳統增加電力的模式，是增加更多的機櫃，惟香港土地資源有限，科學家們不得不去思考其他的辦法。「所以我們希望資料中心的配電及電力轉換系統，在體積不變的前提下，可以承載十倍以上的電能，實現高密度供電，同時不降低轉換效率。這個挑戰難度非常大。」陳敬說。

為了突破這個瓶頸，陳敬表示，業界的其中一種思路是提高功率開關的切換頻率。這一方式雖可令儲能元件體積縮小、系統更輕巧，但往往要犧牲轉換效率，令功率轉換過程中的能量損耗增加。目前，傳統矽基半導體經過多年發展，幾乎所有能想到的改進方法都已嘗試過，效率提升卻有一定上限；因此研究團隊從底層邏輯入手，直接改用性能更強的新材料——氮化鎵和碳化硅，去研發新一代的功率半導體，而整個器件工藝，包括使用、驅動及保護方式，都要隨之重新設計。

陳敬在PowerSAC的工作便是針對此主導涵蓋氮化鎵及碳化硅兩種材料的核心元器件研究。他透露，目前團隊在高壓側已完成概念驗證，將氮化鎵與碳化硅兩種材料混合，製成一款「中極」寬禁帶半導體開關器件，期望更好滿足數據中心對高功率密度的需求。

「這只是其中一個例子，我們幾乎所有的研究項目，都是源自系統應用端提出的問題和需求，這正是我們創新的源泉。」

除了研究功率半導體器件，陳敬指出，PowerSAC更是一個高度整合的研究中心，總共涉及四個研究方向，即最頂層是各類系統應用，由系統應用來牽引整體研發，往下分為三大研究支柱：研究功率半導體器件、電能管理芯片及系統、設計方法論和設計工具。其中，設計方法論和設計工具領域將引入AI，料會大大加快設計周期。

助力北都數據中心建設

陳敬亦提到，科大本身的研發基礎並不分散，器件、電路、系統應用及新材料等項目原本已有緊密聯繫，納入中心架構後，可串連成更具關聯性、合作更緊密的研發鏈。對於現時北部都會區全力建設AI基礎設施，陳敬表示，PowerSAC的核心硬件研發是AI基礎設施建設的一環，期望團隊研發出來的技術，未來可應用於北部都會區數據中心等建設之中。「電力的應用規模極其龐大，哪怕只是微小的效率提升，都可以轉化為巨幅的節能效益。不單是北都，也希望能支援香港2050年實現碳中和的目標。」

陳敬表示，在政府支持下，PowerSAC已於今年九月起投入運作，實體基地設於科學園，預計明年農曆新年後正式啟用，屆時將設有系統應用實驗室，以及器件和集成電路測試實驗室兩個先進實驗室。

還擁有非常優質的製造合作方。PowerSAC現時主力負責研發工作，包括搭建設計流程，之後在中試線上開展試產，做小批量試跑、測試。至於大規模晶片生產的環節，則需要與下游企業緊密合作，發揮各自所長，構築完整的供應鏈。

大公報記者 湯嘉平



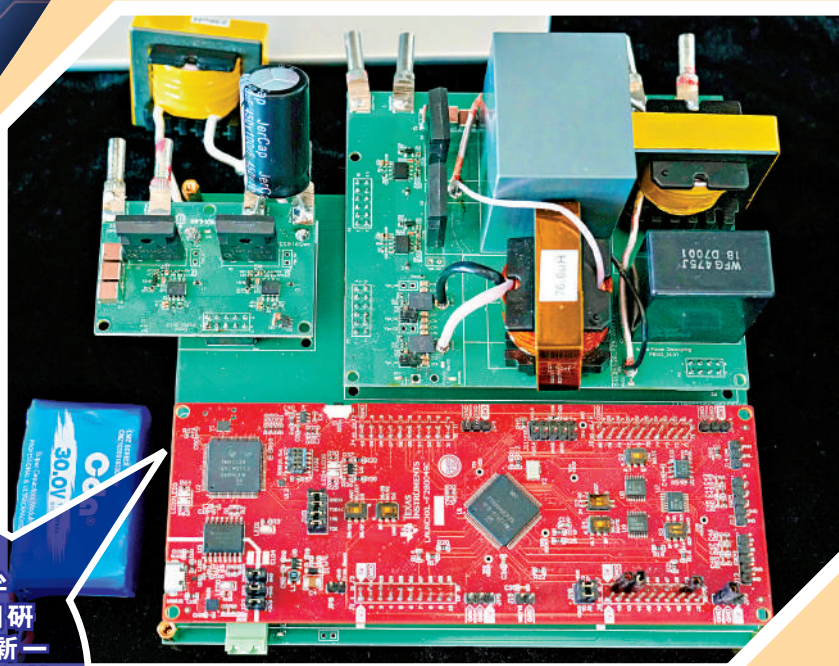
▲InnoHK 香港功率半導體芯片及應用研發中心（PowerSAC）主任陳敬（右）與業界夥伴飛銳半導體創始人周永昌。

科大研新型功率半導體

高密度供電突破瓶頸



▲陳敬展示香港功率半導體芯片及應用研發中心研發的低壓氮化鎵技術。



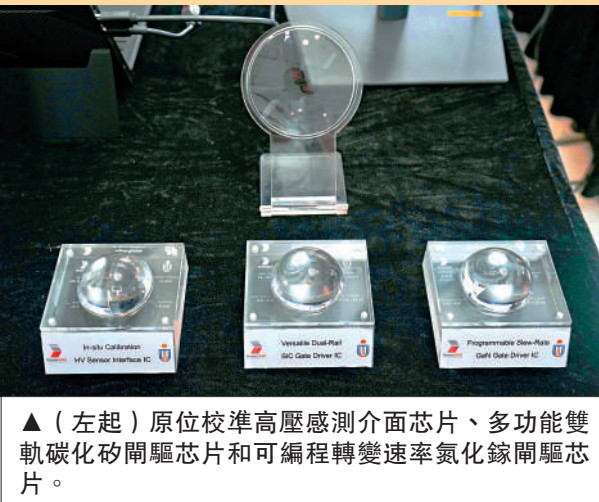
▶香港功率半導體芯片及應用研發中心致力研發新一代功率半導體及電能轉換系統。圖為中心研發的AI數據中心功率轉換器。

PowerSAC 三大研究支柱

- 核心功率半導體：旨在充分釋放寬禁帶功率半導體的潛力
- 電源管理集成電路與系統：讓半導體的使用更友善、更可靠
- 先進設計工具的開發：令設計周期更可靠、更易於使用

PowerSAC 四個研發方向

方向	研發內容	落地願景
器件	功率器件如同系統的「肌肉」，研發開關速度更快、效率更高的器件，使功率轉換系統「高效高密」，在同等體積下處理更多電力	製造更高、更快、更強的器件
電能管理芯片及系統	在高電流、高電壓的嚴苛工作環境下，電能管理芯片可以驅動及保護核心功率開關器件，確保系統可靠	開發有特色的管理芯片，加快寬禁帶功率半導體進入市場
設計方法和工具	器件、電路和系統設計均需複雜工具，現時設計流程繁瑣、依賴高端人才，近年有望藉AI加快設計流程	開發對設計者真正有用的工具
系統應用	系統應用端提出的新工況和新需求，促使研究者思考新的創新方案	智能電動出行，如馬達電驅控制系統、高功率無線充電，以及氮化鎵在電動車車載充電器的應用等；數據中心供電系統，如供電系統高壓側如何做得更快、更強、更緊湊，低壓側如何對功率需求變化的快速回應



▲（左起）原位校準高壓感測介面芯片、多功能雙軌碳化矽開關驅芯片和可編程轉變速率氮化鎵開關驅芯片。

諾獎得主加盟 打造國際交流平台

強強聯手

PowerSAC 由科大牽頭，與香港城市大學共同組成核心團隊，並與香港微電子研發院（MRDI）、深圳平湖實驗室，以及科大另一個InnoHK中心「智能晶片與系統研發中心」合作；海外合作夥伴則包括洛桑聯邦理工學院、多倫多大學、北京大學、清華大學及名古屋大學。陳敬評價指，城大團隊在功率電子系統應用方面建樹甚多，將領軍智能電動出行這一應用方向，包括馬達電驅控制系統、高功率無線充電，以及氮化鎵在電動車車載充電器的應用等。



主年◀諾貝爾物理學獎得主天野浩是二〇一四網絡圖獎片得四

港半導體研發獲國際認可

對於中心能夠吸引多個世界領先團隊作為國際夥伴合作，陳敬認為，一方面由於科大往績和國際認可有目共睹，另一方面則因為香港及大灣區在關鍵半導體的研發強度和密度，可

能達到全球最高水平。他指出，香港政府投放大量資源支持大學研發，並建設先進的工藝研發平台，讓技術創新可以更快做成原型、推進中試，而深圳同樣設有類似平台，兩地具一定互補性，而且是雙向國際交流的平台。

此外，中心的合作對象之一、名古屋大學教授天野浩，是2014年諾貝爾物理學獎得主。陳敬透露，對方是中心項目的重要參與者，主要涉及材料和器件技術方面研究，其團隊亦對相關技術應用層面的系統級驗證甚感興趣。

大公報記者 柯慕蓉

優勢互補

與工業界緊密合作 科研落地對接市場

除了與科研機構的合作，PowerSAC在產業落地方面亦有緊密合作的工業界夥伴，包括飛銳半導體（Alpha Power Solutions，簡稱APS）。APS是香港首家專注於碳化矽（SiC）功率器件研發的企業，陳敬稱，APS是用碳化矽作為電力驅動核心模組裏的關鍵器件，這在數據中心場景也同樣適用。「我們實驗室做很多研發，現在也高度關注產業落地和市場應用，但做產業化並不是我們的主業，我們對市場的理解會存在局限。工業界就可以和我們形成雙向互動，充當對接市場的橋樑。」

陳敬續介紹，除了香港，PowerSAC在大灣區

科大納米製造實驗中心 提供技術支援

功不可沒

陳敬指出，PowerSAC基礎器件方向的研究，高度仰賴科大的中央研發平台「羅泰秦博士納米系統製造實驗中心」（NFF），他和團隊多年來從中受益不少。NFF始建於1991年，是香港首間設於高等學府內的納米製造實驗室，旨在為微米、納米器件及系統的研究與教學提供設備及技術支援，除服務科大全體教員外，亦支持本地其他院校從事相關研究的人員，並與內地和海外研究

單位及商業機構合作。平台下設羅泰秦博士納米系統製造實驗中心第二期、創新科技中心、深硅刻蝕工藝中心、納米製造演示實驗室及工藝實驗室五個獨立實驗室，為不同工藝提供一系列設備。

表面鈍化技術助業界發展

陳敬自2000年加入科大，現兼任NFF主任，一直專注氮化鎵、碳化硅等核心元器件研究。他表示，現時市面上的功率開關器件，例如手機快

速充電頭，相比五、十年前體積更小、充電時間更短，不少產品都標示「GaN inside」，即以氮化鎵材料製成；當中大概一半左右的器件，其製作過程上使用了科大開發的表面鈍化技術，大幅提高了器件可靠性。他形容，表面鈍化是半導體功率器件製造的關鍵步驟之一，業界廣泛採用其實驗室研發成果，顯示科大成果真正影響了業界技術發展，並表示對此相當自豪。

大公報記者 柯慕蓉