以理性探勘生活中的感性 黃國楨

－淡江學術圈：學術研究人員專題報導

以理性探勘生活中的感性 黃國楨

■研究緣起

本校化材系教授黃國楨是主導「先進過濾技術產學聯盟」的主持人，談到為什麼會以「過濾技術」作為研究的題材，黃國楨說：「『過濾』這項技術看似很簡單，其實內容卻很複雜，而一開始我比較著眼於應用的層面。」

自遠古以來，人類為了更方便舒適，便發展出許多便利的巧思，生活總脫離不了過濾。所謂「過濾」，黃國楨解釋：「用一多孔介質將某些物質阻擋，而讓另外一些通過，就稱過濾。」看記者無法全然理解的樣子，黃國楨進一步解釋，其實過濾是一個簡單的操作，例如我們要喝豆漿，將黃豆煮熟、磨碎後，經過紗布過濾即是。

黃國楨愉快地說：「由於過濾的對象、目的與可以使用的裝置相當多樣性，過濾的分析變得相當有彈性，有時候甚至沒有標準答案，所以在研究的過程中充滿挑戰性，甚至可以視為是一種藝術。」他總是在研究過程中打開心胸、擴大視野，試著探究各種可能性，因此這樣的研究過程也變得很有樂趣，這正是支持他繼續下去的動力。

■研究主軸

黃國楨的研究專長遍及固液分離、薄膜分離技術、粉粒體技術、薄膜生物反應器、儲氫材料等專業技術。黃國楨在學校教授化工熱力學和薄膜技術特論等課程，常埋首於實驗室中研發探究，在國際相關領域上已經發表許多的期刊、研討會論文。他提到，由於製作薄膜技術的精進，薄膜過濾技術隨之突飛猛進，能夠應用的範圍跟著拓展，可以研究的領域也變得更加寬廣。

黃國楨說到過濾技術的難處時表示：「以數學或工程的眼光來看，過濾是很難分析的系統，因為過濾是個自由邊界的問題，是一個非穩態的問題，也是多相、多成份的系統，在數學上幾乎無法得到解析解。」那為何要以困難的手法分析簡單的操作呢？黃國楨舉出他過去上課的例子說明，他在課堂上經常用聚對苯二甲酸 (PTA) 的製造流程當例子，經由最佳化的分析，可以使用2個高壓過濾機取代傳統上需要4步驟的分離程序，且只需要原來8分之1的佔地面積，10分之1的能源消耗，2分之1的清洗用水，以及30%的投資成本。由此可知過濾技術對工業的發展、生產的成本與環境的維護都扮演著非常重要的角色。

黃國楨歷年來的研究主題都有些不同，他娓娓地說道，最早他專注於次微米粒子的過

濾與濃縮，可應用於水及廢水處理，以及一些高價值微細粉粒的分離純化；接著研究微生物細胞與多孔軟膠體的過濾分離；並拓展至生化製程中發酵槽產品的分離與純化，例如將細菌與其生產的蛋白質或多醣體分離，或將蛋白質或多醣體純化：近年來的研究主題多與薄膜過濾有關，並延伸至生質燃料或海水淡化程序中的過濾操作，例如研究纖維素、酵素與酒精之透析過濾；酵母菌與酒精之微過濾與超過濾；微藻之過濾濃縮；海水淡化的前處理等。

■研究歷程

化學與材料工程師本來就是師法大自然的，黃國楨從探討生活小事物的角度切入，談到自己的想法，一開始與大部分的人一樣，認為過濾實在是再簡單不過，做柳橙汁沒有果汁機、榨汁機，頂多就是用手壓一壓，用紗布過濾就可以了。但是一顆、兩顆可以，如果幾千顆、幾萬顆呢？而目前有些大量生產柳橙汁的公司採用高效率薄膜過濾的方法，就是經過了小規模的試驗、數據分析、裝置改進，研發多年的成果。

當黃國楨投入這方面的研究，才發現要分析一個過濾的系統不只需用上所有化學工程的專業知識，例如質能均衡、流體力學、熱傳學、質傳學、熱力學、動力學，還包括粉粒體技術、膠體科學、微生物學等，有時候還需要工程數學的技巧或應用數值方法進行模擬，幾度感到「研無止盡」，但是他的想法非常積極，認為如果能夠學有所用，進而發揮所長，一定能從中收穫良多。

此外，在研究過程中，非常需要能與相同領域的學者互相切磋、擷長補短，藉以廣收事半功倍的成效。目前在臺灣的研究夥伴以及世界其他國家的好朋友們除了藉由參加學術研討會外，多以電子郵件連繫，這是自己及團隊的研究能跟上世界潮流的重要因素。

黃國楨自信地介紹自己的合作夥伴，目前除了與日本名古屋大學及廣島大學在研究上有實質合作之外，與美國、英國、德國、法國的學者也有密切的來往，這都是他研究上的重要助力。

■研究成果

黃國楨不但是主導「先進過濾技術產學聯盟」的主持人，還率領團隊成功爭取到2016年第12屆世界過濾會議(WFC12)的主辦權。研究上除了許多相關論文的發表之外，目前在濾餅濾性質、薄膜結垢機制的解析已受到世界上相當的肯定，多次受邀演講。

此外，在次微米粒子的微過濾解析方面，還曾經榮獲日本粉體工學會「2006 APT賞」。而在薄膜過濾的主題方面，亦曾經榮獲臺灣化工學會2009、2011兩次「傑出論文獎」。本年度並以「薄膜結垢機制」為主題的論文榮獲臺灣化工學會「石延平教授論文獎」。

■未來展望及契機

談到未來的發展，黃國楨持續希望能積極推廣產學合作，他主張要將學術界的研發能量與核心技術，作為產業界開發新產品與提升競爭力的後盾。同時，持續地進行國際交流也相當重要，除了可以知己知彼，更能相輔相成、倍增研發能量。

此外，強化研發團隊，即是強化研發能量。目前臺灣已經有相當不錯的過濾技術研發團隊，他將持續領導這個團隊進行學術研究，執行國科會產學聯盟計畫，推展產學合作。並將在2016主辦 「第12屆世界過濾會議」，盼能藉由這4年一度的盛會，將臺灣的過濾領域推上國際，提高學術的能見度。

淡江時報社