

# 人物報導

磁鐵小組  
黃清鄉博士



黃清鄉博士與 Dr. J. Le Duff 等人合影 (左起分別為林克剛、郭錦城、黃清鄉、J. Le Duff、張正祥、樊台清)。

## 踏入中心，發展磁鐵量測

八〇年代讀理工的人工作很好找，我畢業時台灣的半導體產業正要起步，工研院也在擴張徵才，尤其缺物理領域方面的人才。而中心剛好要招物理領域的人，就來中心。來到中心加入磁鐵量測小組，一開始沒有成熟商品化的標準量測方法與系統，我們也甚麼都不懂，所以要一直找資料、查相關文獻。鄭伯昆老師帶領我們 2 - 3 個年輕人，從無到有，自行摸索開發磁場量測系統與分析方法。那時候國外的量測技術精度只能用在第二代光源，因為第二代光源對磁鐵精度的要求沒有那麼高。但是第三代光源對磁鐵精度要求很高，相對就要發展更精準的自動化量測系統。加速器其他子系統也一樣，大家對加速器都完全陌生，甚麼都要摸索，也都是由學校的教授帶領，他們對中心的加速器設施的發展都貢獻很多，他們除了在學校教書研究以外，其他的時間、心力都奉獻給了中心。

有關磁場量測系統的發展，那時候在量測技術的選擇上也曾有過爭議，鄭老師主張用半導體技術的霍爾探頭 (Hall probe) 做磁場量測，但受到很大的反對，認為不可行，因為霍爾探頭容易受溫度、平面霍爾效應與磁阻等效應影響，但鄭老師堅持用此方法，所以我的第一個任務就是發展霍爾探頭量測系統，自己動手。那時的要求就是磁場量測系統的精度 (precision) 與準確性 (accuracy) 必須都要達到 0.01%。當時 TLS 磁鐵是由一片片鐵片塗膠組合而成，如果排不平，磁場就會有不均勻的問題，因此我們將鐵片由沖模板沖成一定的輪廓後塗膠、再用組裝治具來黏貼整齊。在九〇年代初 TLS 開始大量生產的磁鐵，就是用這種方式。那時中心請了很多人來「協助做手工」，例如塗膠、黏貼鐵片，再把線圈

(大同公司製造) 組裝到鐵蕊上成一完整的電磁鐵，這樣把 TLS 儲存環所需要的磁鐵完成；而近年來的技術則是先用有鍍膠膜的鋼片加熱黏好之後再加工成所要的輪廓，像台灣光子源 (TPS) 的磁鐵就是這樣完成的，這樣做的磁鐵會更精準；未來的 TPS 儲存環升級計畫可能都會用永久磁鐵再配合部份的精準加工鐵蕊來取代大電流的線圈。

回想過去學習加速器技術主要是靠四方面：查文獻資料、請教國外顧問、參加國外加速器訓練課程以及參加與加速器相關的重要國際會議，順便參訪世界先進的加速器相關設施。我從外國顧問 Dr. Joel Le Duff (上圖左四) 及 Prof. Wiedemann 身上學到東西最多，他們對加速器物理的了解對我在磁鐵的磁場分析上有很大的助益。說實話那時候大家做事的態度，都是以研究的心態去執行任務，不在意是否有加班費，都是責任制，而中心也很自由地讓每位同仁自由發揮，整體的士氣跟氛圍都很好。大家抱持的心態比較像是研究生，由一位指導教授帶著大家完成任務。也有一些同仁就以這個技術研發為論文主題，我也是用這個研究成果拿到博士學位。

## 技術大躍進，讓磁鐵技術走出中心

自從 TLS 完成後，磁場量測小組與磁鐵製造小組合併為一組，在運作上更為順暢，研發能量及效率皆提昇，除了開始自己研發插件磁鐵 (包含聚頻磁鐵及超導磁鐵)，也開始發展各式各樣的磁場量測系統與分析方法。當我們掌握這些技術後，在李世元教授的介紹下，美國印第安納大學委託我們製造一特殊有梯度場的阻尼增頻磁鐵 (gradient damping wiggler)；之後又幫泰國同步輻射中心 (SLRI) 建造一座

超導增頻磁鐵 (superconducting wiggler)；國內則有高磁場二極磁鐵以及永磁 MRI 磁鐵等。其實各個領域都需要磁鐵，所以我覺得科技部的方針很好，鼓勵產學研間積極合作。中心的任務就是負責研發加速器的各種元件技術，若產業界需要這些技術便可以推廣及技轉給業界；反過來說，當中心需要這些量產元件時，國內業界就可以提供給我們，節省我們找外國公司購買的時間與金錢，這是國家、中心與產業界三贏的局面。

## 在中心最佩服與尊敬的人

我覺得陳建德院士當主任的時候對中心貢獻很大，是中心最輝煌的時期。他對中心的整體大方向、技術、研究與行政領導上都很有遠見，很正確且不官僚。他都找最有挑戰性的任務且願意放手讓我們自由發揮，並且相信我們，這是最佩服的地方。而我最感謝和最尊敬的人是鄭伯昆老師，當時他扛下所有不可預測的技術壓力，讓底下的人放手去做。鄭老師懂的很廣，也很願意傳授我們相關物理的知識。此外，他也時刻教導我們做儀器及實驗都要親力親為，要隨時寫技術及實驗報告，這對我往後的研究生涯影響很大。雖然大家都說鄭老師很兇，但我覺得他是一位很仁慈且友善無邪的長者，非常照顧我們，所以他是我在中心最尊敬的人。

## 在工作上最值得回憶與得意的事情

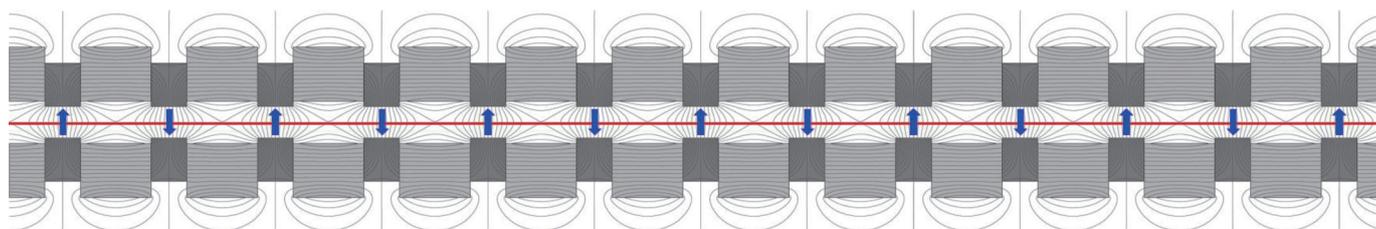
在中心工作最值得回憶與得意的事有兩件：一件是參訪國外先進的加速器設施。記得當時的主任陳院士交待 TLS 要安裝超導多極增頻磁鐵 (superconducting multipole wiggler) 來產生硬 X 光，那時 MAX-lab 正在建造這類型的超導磁鐵，於是我就跑去 MAX-lab 一個星期。負責人 Prof. Eriksson 就拿技術報告跟我說只能看不能抄，我只好努力的背一星期，把所有的設計技術及使用的材料全記在腦中帶回中心，後來跟 Wang NMR 雙方互相合作與討論，就這樣完成第一座超導多極增頻磁鐵。後來 TLS 的另外三座超導磁鐵，就由中心獨立設計建造。另一件就是我們為了未來 TPS 的升級，磁鐵小組同仁開始發展精準的自動量測系

統與分析機制，2019 年那一次我們幾位同仁出國參加國際磁鐵量測會議，上台發表的同仁後來還被紐西蘭公司挖角。

## 經驗傳承，管理階層該有的眼光

早期靠國外顧問幫我們規劃五年計畫，其中與磁鐵相關的就是發展插件磁鐵與超導磁鐵。大家就照著計畫走。現在經驗多了，技術也更純熟，中心就該開始規劃更長期且有遠見的發展計畫，重視國際觀；向國際徵才，走向國際；各小組要積極參加國際各種領域的加速器相關會議，爭取會議的主辦權以及委員會的委員；常與同行進行技術上的交流，如此中心的技術才不會落後。記得在九〇年代時 APPLE-II 橢圓極化聚頻磁鐵的概念剛提出來時，國際會議上有人在討論這種結構是否能提供所有的極化光源，我回國後就一直想這個問題，後來某天在修車廠修理車子時，沒事就拿出紙筆繼續導公式。最後終於找出其產生各種角度的極化光機制，並將結果發表在加速器相關的期刊，後來這篇文章被引用的次數是最多的。我這裡要表達的一點是我們都要執行中心的任務，但要從任務中再去想開創一些新技術新方法，這樣不但可以完成中心所要的任務，還可以有成果發表在國際期刊，當有人會引用你的新方法時，你也會覺得很有成就感。

我覺得管理階層應該在大計畫結束後要設定另一個大方向，若沒有一個大的研發技術方向讓同仁依循，就會讓各小組變成只會維護加速器但在技術進步方面沒有進展。我的感覺是中心早期的管理是興利方式，經費很充裕、研究很自由、研發能量很強，所以工作效率很好。但是現在中心的規模愈來愈大，而經費也年年縮減，管理上就會慢慢偏向官僚防弊，研發能量就會受限，效率也會變差。所以管理階層在興利與防弊上要能再優化調整一下，同時對於勇於任事，願意扛重大任務責任，以及成果表現優秀的人，要有很明確的獎賞鼓勵，不管是薪水、升等還是獎狀。而在經驗傳承上我建議，每一小組在每星期能固定舉辦技術討論會，大家互相交流的同時，還要把研究成果寫成技術報告。如此老、中、青三代的技術與經驗就能傳承下去。



插件磁鐵磁力線分布圖

發行人 / 羅國輝  
 總編輯 / 許火順  
 編輯委員 / 吳恆良 王俊杰 鄭有舜 劉振霖 鍾廷翊  
 鄧碧雲 蘇慧容  
 執行編輯 / 李宛萍 范雯雯 林音谷

國家同步輻射研究中心 版權所有  
 National Synchrotron Radiation Research Center  
 300092 新竹市科學園區新安路101號  
 TEL: +886-3-578-0281 FAX: +886-3-578-9816  
<http://www.nsrc.org.tw>