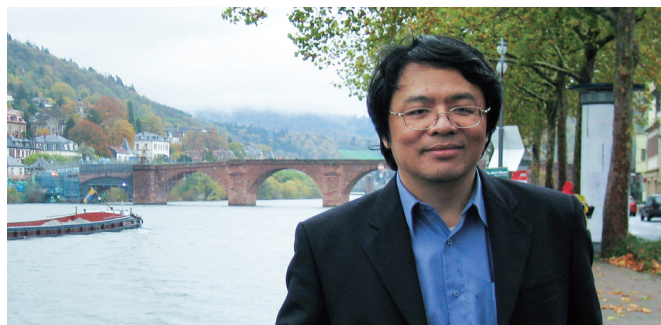


人物報導

羅國輝前主任專訪



羅國輝前主任

編者按：羅國輝前主任在本中心服務逾三十年，從 TLS 的初期建設至 TPS 的圓滿完成，投入了巨大的心力和熱情。他在加速器建設領域的貢獻卓著，不單局限於 TLS 和 TPS，他的豐富經驗亦經常被世界各國所借重，以解決加速器建造過程中的各種挑戰，對全球加速器的發展做出了重要貢獻。在羅前主任的領導下，本中心不僅科技發展蓬勃，他還積極推動各項科普活動，如促成《追光之旅》專書的出版、科普動畫電影《阿卡的冒險》的製作、IC 之音「光耀台灣專題系列」的專訪，以及與國立自然科學博物館的學術交流和科研合作，使本中心被教育部評選為 20 大科普教育基地之一。此外，羅前主任在本中心產業應用制度規劃與推廣上也不遺餘力。感謝羅前主任透過本期專訪，與我們分享他這三十年來的寶貴見解和經驗，以啟發後輩持續前進。

1 您當初自美國威斯康辛大學完成學業，立即返國投入台灣光源的建造，能否請您談談當初進入同步輻射研究中心的因緣際會？

就如你所提到的我是從威斯康辛大學取得電機碩士及博士學位，而在這所大學也曾經是擁有全世界第一座同步輻射研究專用的加速器中心 SRC，曾經運作過 Tantalus 及 Aladdin 加速器。國輻中心第一座同步輻射加速器 TLS 在初期的設計階段所採用的磁格，就是參照 Aladdin 的磁格，而且有多位 NSRRC 的第一批學員到此大學接受同步輻射相關實驗技術的培訓。閻愛德前主任及許貞雄教授也曾經在我就學期間到訪考察 SRC 設施及訪視、慰勞受訓學員，這也許開啟了我與國輻中心專業生涯緣份的重要契機。



閻愛德前主任（右一）、許貞雄教授（左三）、張秋男教授（右四）等人拜訪 UW-Madison 及 SRC。

我的博、碩士論文研究方向，主要與百萬瓦高頻高功率的微波系統相關，主要用於托克馬 (Tokamak) 電漿融合實驗相關及軍艦酬載的脈衝電磁波系統，而在同步輻射電子加速器中也同樣需要用到高功率的微波系統，這也串起來了另一部分的淵源。

回國之前曾與朱國瑞教授聯繫，希望能繼續進行與高頻高功率相關的系統研究，然而在因緣際會之下臺灣大學詹國楨教授提供了一個絕佳的機會，進入了國輻中心儀控小組，主要因為大學物理的專業背景加上研究所電機工程的訓練，對於加速器系統中射束診斷與物理模擬及現象的整合能夠更快速的進入狀況。

2 早期台灣光源籌建過程中，台灣從完全不懂加速器到決定自建，從無到有，您以電機博士的專業串聯起 TLS 加速器各部門，協調不同子系統，這期間是否有特別難忘的經驗？

台灣光源 TLS 硬體的建造安裝工程，在我進入中心之時，儲存環已接近最後安裝完成階段，同時傳輸線正在進行試車中。在詹國楨教授及劉遠中前主任（當時為副主任兼技術組長）的安排之下，直接參與 TLS 儲存環的試車任務，並擔任試車協調的工作。

在試車成功之後，TLS 逐步由加速器的測試優化工作進入運轉的階段，經劉遠中主任指派籌組運轉的工作，繼而成立了運轉小組。也正因為 TLS 是我國自行設計、建造的首座加速器，對於各子系統的穩定度以及介面間的銜接欠缺足夠的經驗，TLS 第一年的加速器可靠度僅勉強達到 ~65%，也算勉強達到及格標準，但是距離世界上其他同步輻射研究設施的可靠度而言，遠遠沒有達標。電子束的穩定度以及用戶等待做實驗的時間都遠低於水準，中心用戶只能耐心等待，加速器同仁則費盡心力的修復系統。畢竟當時全中心共同努力的同仁，充滿了年輕的熱血，並沒有因為經常半夜當機以及不定時的被請到控制室，有所抱怨，而是更認真的想辦法快速修復各個子系統。TLS 在設計建造時即以可置入插件磁鐵的第三代同步輻射設施為設計目標，當時全球只有歐洲 ESRF 及美洲的 ALS 有此全新世代的加速器設計，我們經過 2 年的努力，用戶可用的百分比終於提升到比較穩定的 90% 左右，又經過了 3 年，可用的百分比終於提高到 95% 以上，與世界上其他的同步設施比較毫不遜色。加速器所有同仁的共同努力從無到有，雖然是第三代同步輻射中能量最低的儲存環，但也在世界上佔有一席之地。在這個過程中，經歷立法院大幅度刪減預算，國科會縮減人力，中心

挺過來了，共同的努力及後來用戶快速成長，科學成果逐漸展現。

3. 您自 2007 年起擔任 TPS 建造計畫副總主持人，領導加速器計畫的管理、建造及試車等工作，成功引領台灣光子源成為世界最亮光源。您在加速器領域的專業知識、堅毅的個人特質及領導風格，對台灣光子源計畫的成功，有著關鍵性的影響，也因此於 2016 年榮獲國際加速器界最高榮譽西川哲也獎的肯定。請您談談台灣光子源建造過程的酸甜苦辣。

在我們談到 TPS 之前，應該再稍微說明一下 TLS 穩定運轉後，因陳建德院士擔任主任期間，積極爭取經費，進行一系列的直線段插件磁鐵的安裝、儲存環電子束能量提升、全能量注射、恆定電流注射、電子軌道及亮度穩定、儲存電流以及超導高頻共振腔等升級，力求超越世界水平。這一系列的加速器發展，奠基了中心在世界加速器領域能夠站穩腳步的重要過程與里程，坐實 TLS 雖然能量較低、但也是名符其實的第三代同步輻射光源，更向政府證明了中心有能力再往前邁步。TPS 計畫在設計階段即以必須在 X 光能譜範圍，將其發光亮度推向全球同步輻射光源亮度的領先群，這目標均奠基於 TLS 各項紮實的技術研發。

在 TPS 興建計畫向董事會提案討論時，經費以及建造場地二個重大議題，經過激烈的討論，以及銅鑼園區與竹北璞玉計畫場址現地的會勘，加上國科會所能提供的經費並不如預期的寬裕，會勘後李遠哲董事長強烈希望能在原地規劃，以維持與竹科以及清華、交大兩所重點大學研發能量的互動。陳建德院士銜命於卸任主任之前與國科會達成共識，總經費的上限以不超過 70 億台幣為目標，進行設計，其中土木及機電二子項計畫經費需由經建會另行籌措提供。

個人在擔任 TLS 運轉小組長期間，一直希望能有機會從素地、設計階段開始規劃建造一座新的加速器光源，將那些 TLS 運轉初期的種種問題，在新的加速器上能夠先行預防及解決，在 TPS 計畫被政府同意的那一刻，我知道夢想已經逐漸成型，可以在曾任職或帶領參加的計畫，例如：儀控小組、運轉小組、射束動力小組、能量提升計畫、恆定電流注射計畫及超導高頻腔建置計畫等，再加上在秘書室主任或行政組長累積的長期工作與行政經驗，將夢想逐步實現。

但對於董事會在原地興建 TPS 的決定，確實非常具有挑戰性的思維，場域的限制、TLS 運作不能中斷、各個小組研發預製的所有加速器元件空間的安排及日常行政的不受干擾，均影響著建造的時程進度。陳建德院士靈光閃現之際，峰迴路轉、絕處逢生，在僅拆除舊有餐廳及通道的最少障礙之下，我們有足夠的空間，將 TPS 環館圍繞研光及舊行政大樓，解決原廠址空地有限的困難，而又不需犧牲加速器的相關參數，（例如：周長大小及電子的束散度等）。在竹東



國科會朱敬一主委（左五）等一行主管視察 TPS 計畫竹東廠房（攝於 2012 年 5 月 16 日）。

我們也同時找到了旭光公司即將拆除的舊廠房，當成我們的磁鐵、真空、支架、前端區等系統研製組裝之廠房。

加速器磁格以及週長也曾因為現址以及建物的種種限制，從將近 500 米降為 300 多米，再回復到 518.4 米，幾經波折終於確定了目前 TPS 周長及磁格的最優化設計。丘陵地形的限制，讓我們必須在靠近 TLS 環館附近深挖達 12 米，又必須維持 TLS 的正常運轉，在深挖的過程中又碰到軟爛土層，種種先天的挑戰，只能想方設法一一克服。也許上天有憐，深挖施工的一年多中，一個個颱風閃過新竹地區，只帶來稍微的雨量，否則難以想像在深挖、軟土、若再加上狂風暴雨，若要恢復工地，工程不延宕也難，這也許也佐證了天助自助之人。

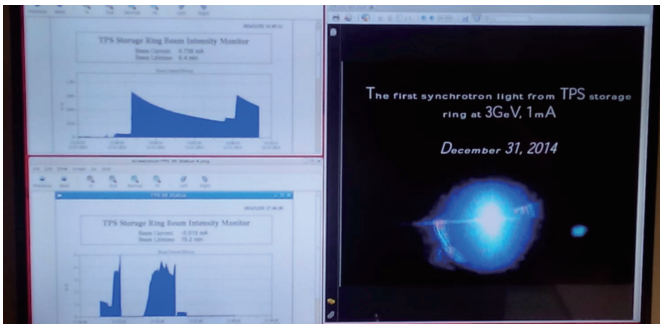
加速器各子系統的設計能力，雖然經過了 TLS 的驗證，但是光源的亮度增加 3 到 5 個數量級，讓各子系統的製造規格及精度大幅提升，有些廠商在樣機的製作過程中就打了退堂鼓；有些製作廠商，在出廠前的量測規格未能達標，最後由中心建立標準的量測設備以及程序，方能順利解決問題；有廠商負責人在合約執行階段病逝，整廠合約另轉他國；也有廠商為節約成本，進用未能符合功能、規格產品，只能拆除、購置新品、重新安裝；為盡力扶持國內廠商，也為提高廠商的技術能力，合約執行階段問題重重，只能秉持「關關難過、關關過」共同面對問題、攜手解決。

而在增能環試車的過程，更具挑戰，在 TLS 時期因為人力的限制以及技術發展考量，將增能環以統包方式購置，中心只具有參與試車及運轉的經驗，並不具有設計、建造及系統整合的能力。TPS 增能環是我們首次的挑戰，從設計、製作、系統整合到試車，而且注入儲存環的電子束散度要比 TLS 增能環再小一個數量級以上。我們在試車初期就碰到了挑戰，首先是電源供應器過載，觸動警報系統。在調束過程亦是艱辛萬苦，電子束的莫名消失，困惑了在控制室調束的所有人。因為管徑很小，強化準直工作持續進行，一直到磁鐵小組的詹智全博士，發現不鏽鋼管壁似乎並沒有進行完全的去磁工作，導致電子束看到的磁鐵強度與理論設計值或量測值間具有相當程度的差異。經過與多位國際專家的諮詢，

均不得要領，最後決定將所有真空腔拆解，進行高溫去磁退火的工作。安裝經過高溫去磁的所有真空腔後，電子束能夠快速的增加能量，達到設計的引出值 30 億電子伏特，也終於在 2014 年 12 月底，在儲存環成功的看到第一道同步輻射光。與當初預計的建造時程，以如期、如質達成 TPS 建造計畫的預定階段目標，歷經 2,500 個日子，同仁在運作 TLS 的同時，也完成 TPS 的設計、建造、整合試車的工作。如果有任何與 TPS 加速器的相關榮耀，都屬於這群共同努力，挑戰極限的工作同仁所共有，包含了 2016 年被全球加速器界認可的西川哲志獎。



TPS 增能環電子束能量達 3 GeV 試車成功慶祝 (攝於 2014 年 12 月 16 日)。



TPS 第一道同步輻射光 (攝於 2014 年 12 月 31 日)。

在興建、試車的過程中，還有許多軼文趣事、心酸苦處，也等著其他同仁一一訴說。試車後的 5 年，回首看 TPS 的統計資料，與加速器技術先進大國相較，我們試車的達標速度、設計目標達成、運轉穩定度及平均當機時間間隔，均優於英國 Diamond 及美國 NSLS-II，套一句陳良基前部長的話：「千萬不要“起了個大早、趕了個晚集”。」。

4. 您曾擔任 KBSI 韓國第四代光源、PAL 韓國浦項光源、HEPS 北方光源、ILSF 伊朗光源及日本 KEK Super-KEKB 國際技術審查委員會等多個國際光源諮詢委員成員，也曾擔任亞太同步輻射研究論壇 AOFSTR 主席，協助推動亞太加速器技術的進步，在參與的過程中是否有可以借鏡中心參考的建議能與我們分享。

雖然已經退休，目前仍然擔任 5 個亞洲國家實驗室的國際加速器及科學諮詢委員會的委員，其中三個為新建同步加速器、一個成熟運轉委員會、以及一個升級計畫臨時性的諮詢委員會。委員會的成員，在各個領域都有特殊的專長，組成委員會後，委員會的主席會依照個人的興趣與專長對於實驗室報告的相關運作、成果、及展望，分組提供諮詢建議。比較挑戰的部分，需要在各實驗室的報告之後，很快速地完成一份綜合性的報告及對各個分組討論的細部報告。因為委員會都是來自全球各知名實驗室的專家、學者，在綜合結論閉門會議過程中，有許多的經驗交流，也可以了解全球科學重要議題研究的走向以及可能需要的研究設備，而總結提供給予的建議常具有非常挑戰以及宏觀的思維。建議中心同仁若有機會受邀參加各種不同的科學諮詢委員會，應該積極的參與，除了可以提供個人的研發經驗，亦可以得到許多意想不到的收穫。

在 AOFSTR 任職及擔任主席期間，由中心承擔亞太地區同步輻射研究設施的相關實驗技術訓練，也在亞太物理年會中舉辦亞太地區同步輻射研討會議。以及推動亞太地區同步輻射實驗儀器技術會議 AOSRI 的舉辦，首屆在日本東北大學舉辦，希望未來每 3 年一次的全球 SRI 會議，能夠逐漸的改變每年舉辦一次，由歐、亞、美三大洲輪流舉辦，以加速同步輻射研究相關儀器的研發推動。

以中心過往均秉持著「遠來的和尚會念經」的理念，不管在加速器的國際諮詢委員會或國際科學委員會，均以國外的專家學者組成，在國內經過 30 多年的經驗累積，應該可以逐漸少量納入國內的專家學者共同組成，讓國內學者加速國際化，並善用國內的資源。

5. 您自 2018 年起出任中心第五任主任，在推動加速器技術，以及協助國內產業技術升級，是否曾遇到甚麼困難？未來中心在推動加速器技術升級與產業應用擴展上，您是否有甚麼建議？

在 TPS 計畫尚未正式推動前，加速器技術在產業應用的推動，就已經持續的列於個人研發關注重要項目，總覺得中心使用了國家大量的經費，建造了 TLS 加速器，也研發了相關技術，有機會就應當積極回饋於社會。其中，質子或重離子加速器在癌症醫療上的應用，更與我們的技術專長息息相關。最先進行接觸的就是張榮發基金會及林口長庚醫院，就長庚醫院而言，當時先協助他們分析迴旋加速器與同步加速器在醫院運作的優缺點，並且在物理年會中特別安排醫療加速器的議題，並邀請國外的專家學者到台灣演講，以提升質子及重離子加速器在台灣醫療的應用與發展，之後也陸續協助錫安生醫、台北榮總等相關醫療院所的技術訓練以及人才的培養。另外也協助磁鐵小組將研發成熟的超導插件磁鐵技術在國際推廣，進而促成了與泰國光源的國際合作，為他們製作超導多極移頻磁鐵。在擔任主任之後，以前面所

提到的產業計畫主持累積的經驗與曾面對執行層面的困難，希望能逐步改變，進一步的推廣中心產業的應用。從而對於產業應用相關的要點辦法進行修改，放寬及獎勵同仁參與產業計畫，希望能夠實質的回饋給真正執行產業計畫的同仁。另外也希望將產業應用小組在中心的整體位階提升，第一步將產業應用小組長納入行政會報的成員，希望其他各大組長能了解產業計畫的執行績效與狀況及需要的協助，也讓產業小組能夠利用行政會議，更深入的了解其他各組的技術研發狀況。此外也敦促當時的產業應用小組小組長許博淵博士完成各項說帖，準備將位階由小組提升為中心的大組，並積極遊說國科會與董事會，進行組織的變革，希望產業應用能夠因為位階的提升而有更大的影響層面。在主任卸任之前，董事會同意產業應用組設立，國科會亦同意組織變革的備查。

除了在行政層面上的位階提升，在技術面，也積極的協助產業小組在光束線上光源時間需求及應變產業須快速釋疑的問題，並收回部分因為功能不彰的光束線時間。另設立產業專用的光束線，並提供經費將實驗站自動化，能快速變換量測儀器，終極目標希望能夠將量測的數據也能夠自動化的分析，以面對業界大量樣品分析的需求；對於需要快速解決問題的樣品，也設立快速樣品分析通道，並訂立另外的收費標準。這一系列的工作在主任卸任之前，已可常規化的執行，希望能對於產業界有更大的助益，同時也極大化中心在產業應用上的收益，以不負納稅人的心血。在整個的推動過程中，要感謝產業應用組同仁的積極配合，以及國科會主管單位能夠積極的接受我們的說帖及所規劃之願景。

對於中心產業應用的長程發展，相信只要將產業需求常放研究人員心中，拿出每位研發同仁的 5-10% 的時間，再配合中心行政作業要點的放寬與獎勵措施，產業界研發量能的提昇必然受益於中心的推動。如若可能、或許可以整合退休同仁的經驗，組織一個以中心為核心的研發服務推廣顧問公司，專業推廣及解決產業與同步輻射相關的研發議題。一切事在人為，有心者無事不克，無心者萬事皆難。

6. 您曾說過「傳承，是最重要的事」，回顧過去與展望未來，您覺得中心下一步該如何才能再創輝煌？該如何讓經驗傳承並訓練年輕人在現有基礎上來開創？

公司若要能夠長期生存於非常競爭的環境，需要有核心的價值，私人的公司如此，研發機構也是如此。就中心而言，前輩輩路藍縷爭取了機會以及經費建造了 TLS，從無到有，其中的艱辛可想而知。在我們這個世代，將 TLS 推向低能量第三代同步輻射光源的極致（六個直線段，安裝九個插件磁鐵，其中五個是超導插件磁鐵，光通量與原設計相較至少成長一倍）。從 TLS 到 TPS 算是這個世代向前輩們的致敬，感謝前輩提供了我們一個在世界同步輻射領域發揮的舞台，老兵逐漸地凋零，攜手傳承新的舞台給年輕的一輩，一定要站穩風頭浪尖的腳跟。也期待願意承擔傳承的高階經理人，

能大肚容忍年輕人謹慎的嘗試錯誤，真知灼見來自於國際間頻繁的互動，相互協助、勝於閉門造車的單打獨鬥。

用戶資訊

實驗計畫申請

■ 2025-2 期實驗申請

2025 年第二期 (2025 年 7 - 12 月) 光束線使用預計 2025 年 1 月初開放申請，截止日期為 2025 年 2 月 17 日 (一)，歡迎計畫主持人踴躍上網 (<http://tpsportal.nsrrc.org.tw/>) 提出計畫申請 (新用戶須先完成註冊)。

■ 實驗計畫申請注意事項

- 每件實驗計畫可申請多條光束線，但須針對個別光束線分別說明實驗需求。勿以相同內容另提計畫申請光束線時程，若經查核屬實，該期不核定時段數。
- 實驗計畫申請為一年兩期，每期 6 個月，計畫有效週期為兩年，請於規定期限內上網申請計畫。(詳請參閱「第 118 期簡訊」或「用戶入口網」：如何寫實驗申請計畫書)

近期開放光束線如下

- TPS 09A2 Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy for Semiconductor (高能 X 光光電子發射能譜 - 前瞻半導體)
- TPS 15A1 Micro-crystal X-ray Diffraction (微米晶體結構解析)
- TPS 25A2 Coherent Diffraction Imaging (同調 X 光影像)
- TPS 27A1 Soft X-ray Nanoscopy (軟 X 光奈米顯微術)
- TPS 32A1 Tender X-ray Absorption Spectroscopy (柔 X 光吸收光譜)

其他資訊

- 配合政府政策，本中心招待所將於 2025 年 1 月 1 日轉型為實驗及公務宿舍 (以下簡稱宿舍)，提供用戶至本中心實驗時休憩場所。敬請於預訂宿舍前先行詳閱新版「宿舍須知」，並使用「宿舍申請系統」預訂。如有任何疑問，請洽宿舍承辦人員 (03-5780281 #4130; dorm@nsrrc.org.tw)。