

國家同步輻射研究中心
出國報告書

出國人姓名：梁成志

出國日期：民國 106 年 12 月 19-27 日

目的地 (國家、城市)：中國、上海

參加會議名稱或考察、研究訓練地點：上海光源

一、目的：考察上海光源(SSRF)的實際運轉情況及 SXFEL 設施。

二、行程

12/19 下午抵達浦東國際機場，搭乘磁浮列車及地鐵至上海光源與本次考察行程的聯絡人陳建輝博士、鄧海嘯博士會面。

12/20 上午 10:00 受邀報告(invited oral) 台灣光子源的運轉現況並與上海光源物理組、運行組等成員進行討論。下午至 SSRF 控制室聽取孫啟龍博士上海光源運行簡報並討論。

12/21~12/22 上午，由谷端先生引導進行 SXFEL 設施的參訪，硬體設備及軟體介紹，並由張猛博士引導至隧道區參觀。

12/22 下午~12/25，進行上海光源控制室、設備區、實驗站的參訪考察，由現場運行組輪值人員徐毅、王振、李昌亮、邵斌、焦廣為等員協助說明及討論。

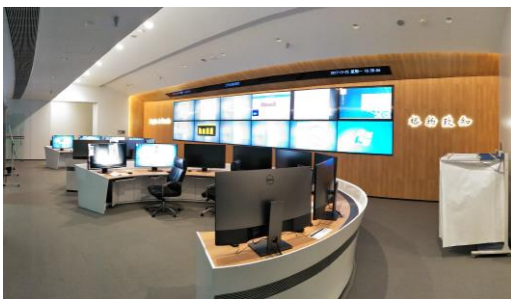
12/26~12/27 休假行程，至浦東國際機場返台。

三、內容摘要：

- 考察上海光源的實際運行方式例如注射、停機等程序、安全控管、填充模式、設備、運轉上常遇到的問題，以及使用的軟體介面及診斷方式。

上海光源(以下簡稱 SSRF)的運行自 2009 年開始運行，較台灣光子源(以下簡稱 TPS)為早些，控制系統與 TPS 同樣採用 EPICS 的軟體架構，硬體則以 VME 為主，能量為 3.5GeV，儲存環周長 432 米。許多的方面與 TPS 都很接近。

上海光源目前常態運行在 260~262mA Top-up 模式，lifetime 為 8~11 小時，填充圖樣如下方右圖：



SSRF 控制室



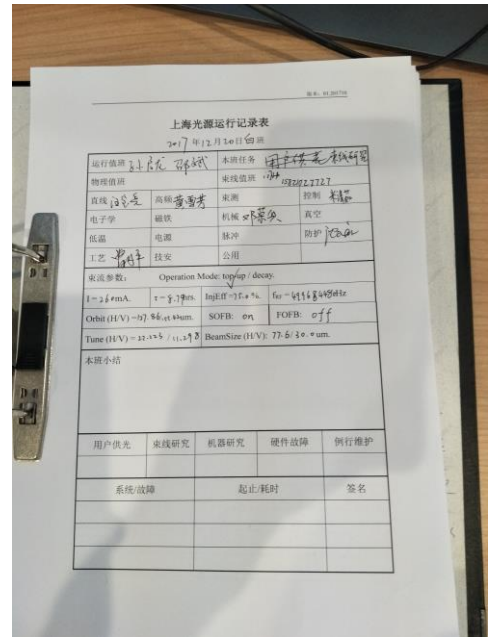
SSRF 運行填充圖樣

SSRF 運轉紀錄的登載，以紙本及網頁的方式進行，網頁的登載方式可以圖文並茂的呈現，說明上可以十分清晰，只要具備帳號密碼可以隨時在外部登入觀看。使

用上的便利性很高。但 SSRF 也仍保留紙本登載的原因是其他單位，例如物理組、防護組等輪班人員的簽到之用，同時登載部分重要參數，另有一本手寫本記載事件綱要。



SSRF e-log



SSRF 紙本紀錄表

運行操作介面上，以 EDM 作為主要平台，開始介面以樹狀目錄結構呈現進行點選。

軌道修正及射束參數量測等，使用 Matlab 介面的 MML 為主。這一塊與 TPS 使用的方式幾乎完全一樣，故不多作介紹。

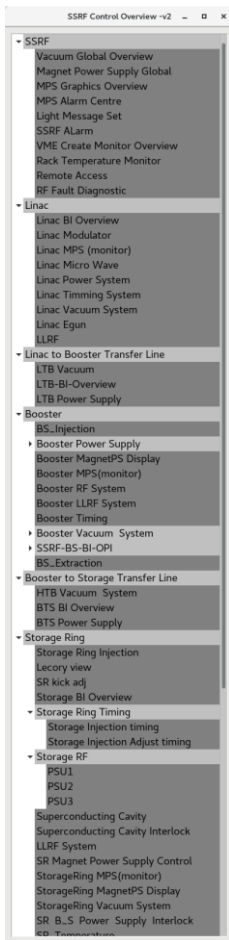
Data archive 介面為控制組所開發的軟體為主，資料皆為永久保存。

運行的輔助系統上，一樣有橫向回饋系統及軌道回饋、RF frequency 回饋等，目前軌道回饋使用的是 Slow orbit feedback。

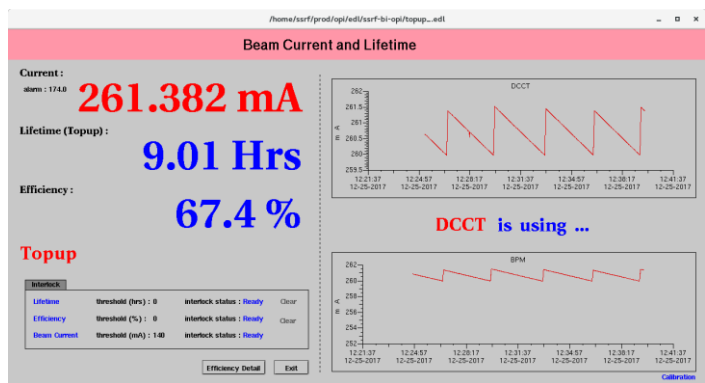
Alarm 的介面上，有分成數套，SRF 及其他系統的 alarm 為分別設置。

運轉時間每年預計約 5000 小時。在 machine study 上，有分為光源的與光束線的 machine study 時間。每年大概會有 8~10 周因高溫和春節需要放假，進行停機檢修和安裝新設備等。

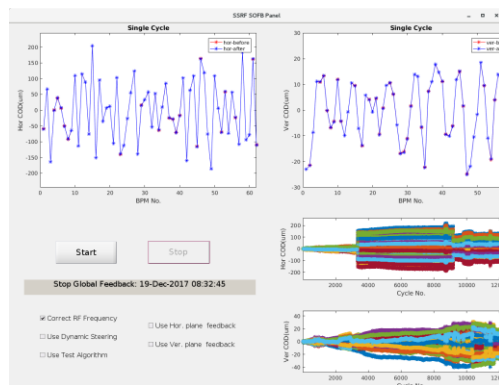
執行 Beam base aliment 的頻率與 TPS 相同，大約也是每個月進行一次。



SSRF 控制介面入口選單

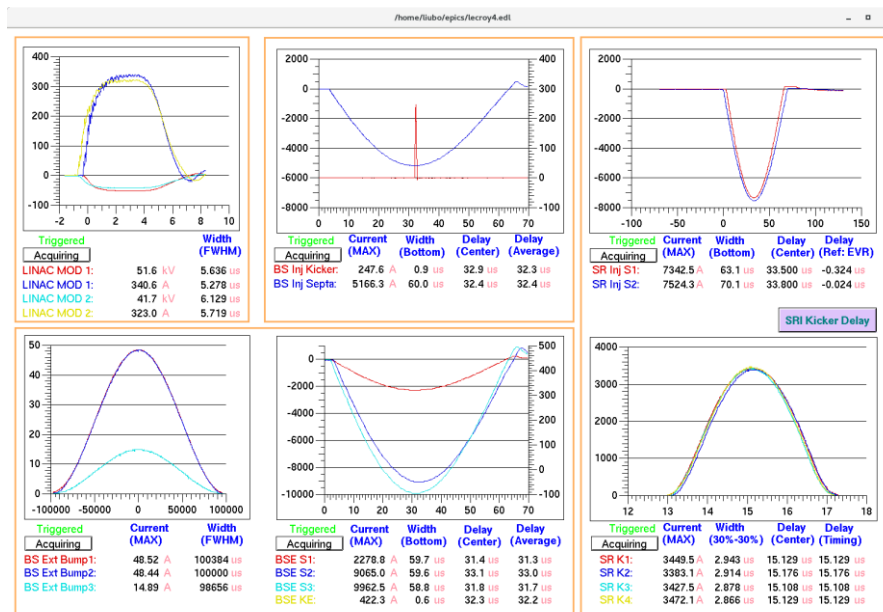


SSRF 主要的監控頁面之一



SSRF 軌道回饋系統介面

Pulse magnet 的波形上，kicker 一樣使用 half sine wave 的形式。



Pulse magnet waveform at SSRF

在運行管理上，除非緊急狀況可以由運轉人員提供一組 VNC 的臨時密碼，使子系

統的人員可以暫時登入到控制電腦中修改系統或更新，否則所有的控制軟體如果要進行變動，都需要直接到控制室中操作。SSRF 的控制介面大部分由控制組、物理組及束測組開發，高頻系統則由射頻技術部門開發，軟體有完整的操作手冊提供運轉人員參考；甚至機櫃的擺設，機櫃內的設備都有製作專門的手冊提供運轉人員使用。

常見的跳機(掉束)原因其中一項為壓降，較令人驚訝的是壓降幅度通常達到 70~80%。而新竹這邊 TPS 及 TLS 過去的壓降紀錄，通常降幅只有 15~25%，較少達到 50% 以上的程度。

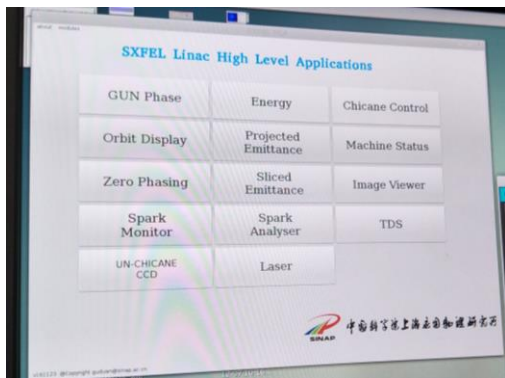
● 瞭解目前中國科學院上海應用物理研究所的 SXFEL 設施近況。

Soft XFEL 也是上海應用物理研究所的重點項目之一，目前的進展十分快速，具有獨立的部門在處理。裡面又分為直線加速器組、FEL 物理組和光學診斷組。

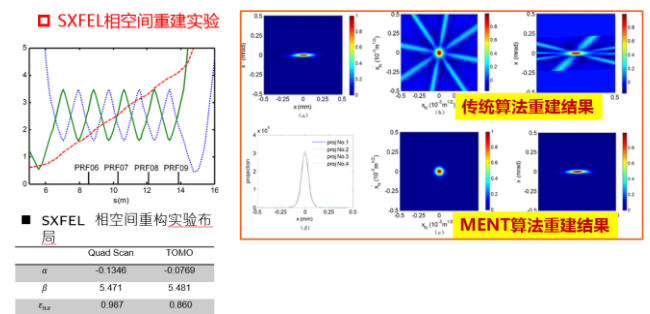
在這個項目中，控制介面以 EDM 為平台，常用的診斷軟體(或 High level applications)由線型加速器組的谷端以 python 2.7 進行開發。Database 採用 PostgreSQL 並以 CSS 為 data archive 介面使用。

微波系統方面使用包含了 C-band, S-band 及 X-band 的頻帶，klystron 多使用日本 Toshiba 及三菱的設備，而 LLRF 的設備使用 0.5 度 C 溫控機箱置放，據其表示這是使電子束較為穩定的秘訣之一。

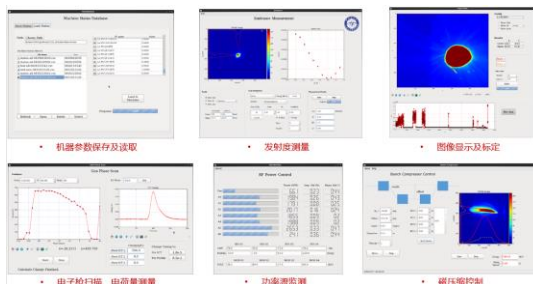
BPM(beam position monitor)使用兩種，一種是 cavity BPM，另一種為 stripline BPM。射束診斷的工具軟體主要由谷端先生進行開發，可以進行多種參數調控及計算。並於現場觀看研究人員劉濤使用這些軟體進行調束及診斷。



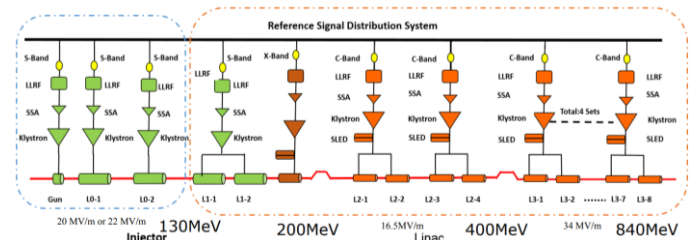
High level applications



Phase space rebuild experiment

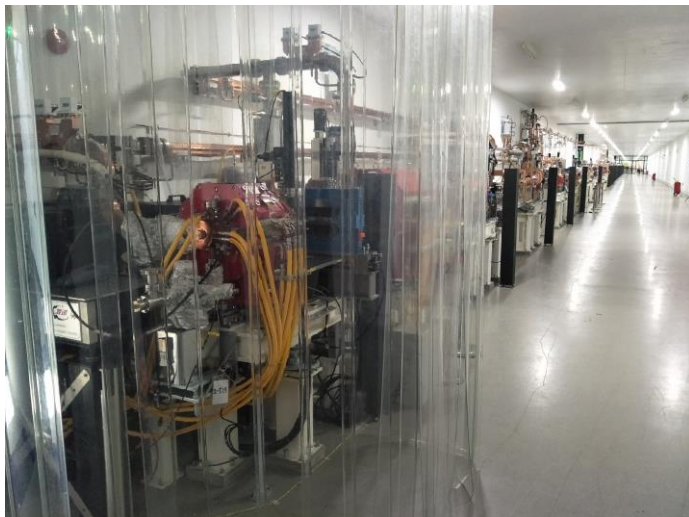


High level applications



Layout of SXFEL RF system

參訪期間也正正在進行參數量測，12/22 上午恰有機會進入隧道區參觀，由張猛博士協助說明。較為令人印象深刻的除了複雜的微波系統之外，還有兩種可調式的 chicane，分別使用可調式關節與加大真空腔與磁塊的方式達到可調。



Tunnel 內部



Klystron(Toshiba)



Adjustable chicane(type1)



Adjustable chicane(type2)

SSRF 與 SXFEL 的設備大多由中國自製，例如 cavity BPM 本體、undulator、LINAC、真空系統的幫浦(由三井真空 JJJ 製造)，而 klystron、回饋系統、雷射等才由國外採購。

四、心得概述與建議

- 本次參訪非常感謝上海應用物理研究所陳建輝博士、孫啟龍博士、張文志組長、姜伯承博士、鄧海嘯博士、張猛組長、谷端先生、劉濤先生、所有的 operators 等員的安排、引導、討論及其領導們的同意，使我有機會可以現場了解上海光源及 SXFEL 的現況。也十分感謝中心高層同意本次的出訪行程。礙於篇幅的限制無法一一將所學列舉，但確實獲益良多。
- 本次是個人第一次有機會出訪台灣以外的加速器光源設施，看到了很多平時看 paper 無法看到的運轉實務，以及現場處理問題的方式與流程。透過這樣的實際接觸，得以反思在台灣光子源如何避免及改善，也透過交流雙方都得到了一些提高運作效率的想法。建議中心可多提供具備實際運轉經驗的 operator 至其他加速器光源參訪交流，對雙方都是助益。

註：

1. 本報告須於回國後 30 日內上網繳交，文字篇幅約 2~4 頁。
2. 回國後之口頭報告可為附件，但不得替代報告本文。