

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：業務洽談)

推動智慧園區發展與應用計畫 暨台中園區污水處理廠改建工程 設備廠驗

服務機關：國家科學及技術委員會中部科學園區管理局

姓名職稱：中科管理局營建組 組長 謝東進

中科管理局營建組 科長 廖春國

派赴國家/地區：法國及德國

出國期間：113 年 11 月 5 日至 113 年 11 月 13 日

報告日期：114 年 1 月

摘要

中部科學園區台中園區污水處理廠刻正進行改建，工程因導入薄膜生物反應器(MBR)，有關搭配該程序之主要設備如離心式鼓風機及微篩機，有必要先行於製造廠域進行測試及性能驗證，以確保工程後續順利推動。經會同第三方公證單位進行廠驗後，離心式鼓風機及微篩機皆符合契約規範要求。

又鑒於我國近年推動能源轉型及淨零排放目標勢在必行，於節能、創能及儲能議題，科學園區將受到外界以更高規格的要求與檢視，本次安排參訪國家為德國，主要觀摩環保之都佛萊堡之弗班生態社區在推動建築節能、光電綠能方面的策略與經驗，及柏林國會大廈自然節能設計。

藉由參訪先進國家開發及設計經驗，可作為科學園區後續在推動節能、再生能源利用及智慧管理方面的建設參考，達到加速淨零排放及提升園區整體服務品質服務目的。

目次

摘要.....	2
壹、目的.....	4
貳、過程.....	5
參、心得與建議	21

壹、目的

中部科學園區台中園區污水處理廠為配合台中園區整體發展需要，遂於 112 年初展開改建工程，以提升處理效能，並預訂於 114 年 8 月竣工啟用。由於在生物處理單元將採用薄膜生物反應器(Membrane bioreactor, MBR)程序運作，故配合該程序需更新既設離心式鼓風機(採購組數共 2 部)及增設微篩機與附屬設施(採購組數共 5 組)，為確保所採購之設備符合規範需求，有必要先行赴原廠確認與進行測試，以利後續工程執行。同時考量近年極端氣候及環境變遷的影響，政府已宣示目標於 2050 年達成淨零排放，能源轉型的重要性不言而喻，且後續隨科學園區發展，除廠商建廠外尚包含多項公用建築設施，如管理服務大樓、員工宿舍及標準廠房建物等，故參考先進國家德國之建築經驗及技術，作為科學園區在推動建築節能、再生能資源利用及管理方面的建設參考依據，有助於達成淨零排放目標。

貳、過程

一、行程概述

本次出國業務由國家科學及技術委員會中部科學園區管理局營建組謝東進組長擔任領隊、廖春國科長會同參加，並函請參與台中園區污水處理廠改建工程設計與監造之台灣世曦工程顧問股份公司等同仁共同參加，日期自民國113年11月5日至11月13日止，共計9日。

本次共有單段離心式鼓風機及微篩機等兩項主要設備需進行廠驗測試，其所在國家分別位於法國及德國，故搭配廠驗所在地，主要觀摩德國佛萊堡及德國柏林之節能建築。廠驗測試部份，依據施工規範主要包含 6 大項目如下：

- (一)製造工廠介紹及製造流程說明。
- (二)核對設備數量、規格及附件。
- (三)設備出廠前製造廠之檢驗程序及檢驗報告。
- (四)功能測試。
- (五)設備運轉查驗及測試報告分析與檢討。
- (六)廠驗總結說明。

在參訪部份，弗萊堡（Freiburg）被譽為「德國的綠色首都」，更有「歐洲太陽能之都」美譽，曾獲第 1 屆「歐洲城市交通規劃獎」及第 1 屆「德國永續發展大城市獎」，更於 1992 年及 2004 年兩度獲選為德國環保及永續城市，市區內隨處可見再生能源/太陽能裝置設備；柏林則為德國現今首都，根據 2023 年的全球目的地永續指數（Global Destination Sustainability Index, GDSI），柏林在全球最永續的大都會中排名第六，於 2024 年最新排名中，更進一步進入全球前五，僅次於新加坡、雪梨、巴黎與墨爾本。

二、行程說明

日期		項目	內容	地點
11/5	二	移動(台北=>法國巴黎)	赴歐行程	法國巴黎
11/6	三	移動(法國巴黎=>里昂)	1.由機場移動至鼓風機廠 驗地點 2.廠驗流程確認及事前準備	法國里昂
11/7	四	鼓風機廠驗	針對鼓風機進行數量、規格 查驗與性能測試	法國里昂
11/8	五	鼓風機廠驗 移動(法國里昂=>德國佛萊堡)	1.設備查驗及測試報告分 析與討論 2 由里昂移動至佛萊堡	法國里昂 德國佛萊堡
11/9	六	休息日 移動(德國佛萊堡=>德國柏林)	弗萊堡綠能設置場域參訪	德國佛萊堡 德國柏林
11/10	日	休息日	柏林綠建築參訪	德國柏林
11/11	一	微篩機及附屬設施廠驗	針對微篩機進行數量、規格 查驗與性能測試	德國柏林
11/12	二	微篩機及附屬設施廠驗 移動(德國柏林=>義大利米蘭)	設備查驗及測試報告分析 與討論	德國柏林 義大利米蘭
11/13	三	移動(義大利米蘭=>台北)	返國	台灣

三、廠驗及參訪內容

(一)、鼓風機廠驗

本次鼓風機廠驗地點位於巴黎里昂北方約 30 公里之艾因地區，其設備製造商為 CONTINENTAL INDUSTRIE，具有超過 40 餘年之經驗，全球設有 29 處分部，超過 80%之銷售額來自產品出口，為一間跨國型企業。

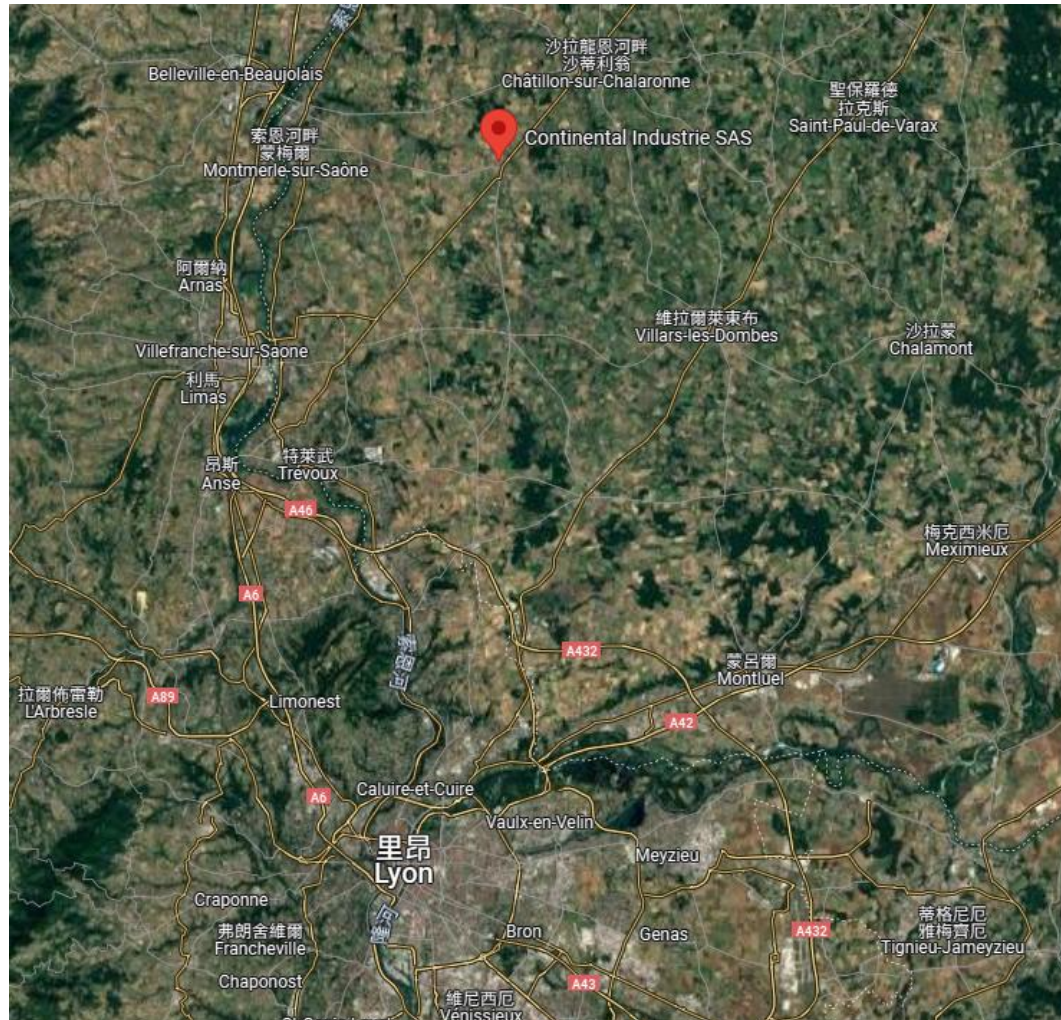


圖 2-1 鼓風機廠驗位置圖

本次離心式鼓風機採購台共為 2 部，搭配第三方公證公司(SGS)，於製造廠依照施工規範及廠驗計畫書，從設備編號、外觀檢視及尺寸檢核等開始著手，後續上機進行吐出風量及風壓之性能測試，並藉由所產出性能曲線，判定是否符合規範需求。經確認整體檢測結果皆符合規範內容，相關現場照片如圖 2-2 至 2-5，現場檢測之相關成果文件，後續將由承包商依據契約另行報局核備。



圖 2-2 離心式鼓風機編號



圖 2-3 離心式鼓風機外/內部構造



圖 2-4 離心式鼓風機檢查

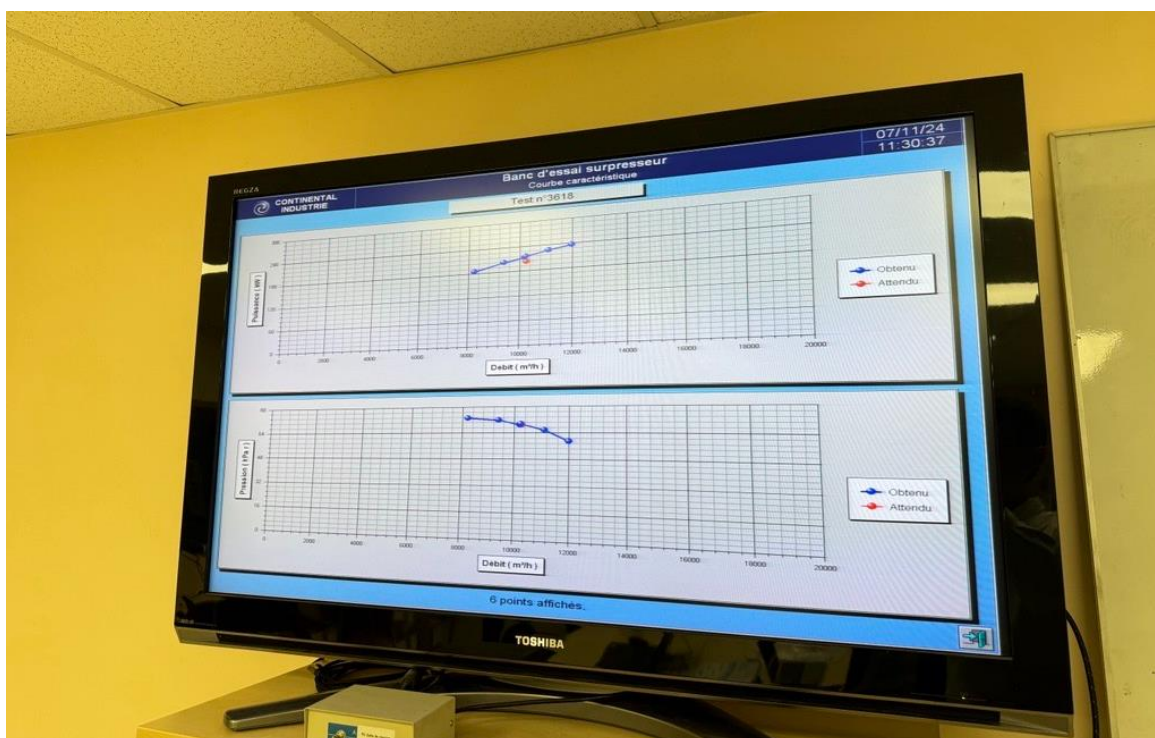


圖 2-5 離心式鼓風機性能曲線

(二)、微篩機廠驗

微篩機之廠驗地點位於德國首都柏林北方約 145 公里之瓦洛地區，其設備製造商為 FSM Frankenger，該公司自 1970 年起就開始生產污水處理相關設備，具有超過 50 餘年之經驗，在歐、美、亞等地皆設有分部，並擁有如 ISO 9001 等品質證書，是一間專精於污水處理技術之企業。

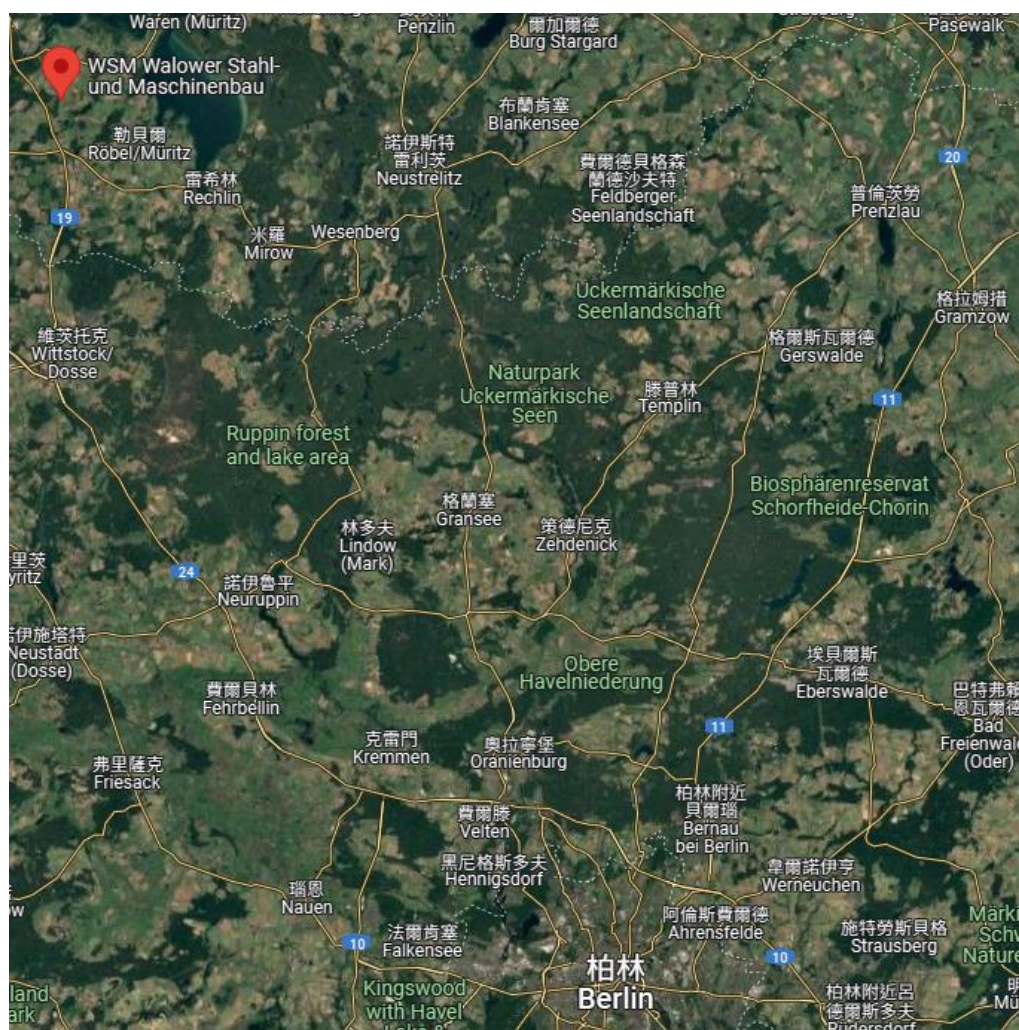


圖 2-6 微篩機廠驗位置圖

本次微篩機採購台共為 5 組，除此之外，尚包含搭配微篩機運作時輸送篩除物之螺旋輸送機(5 組)及篩除物壓榨機(2 組)，如同離心式鼓風機廠驗程序，搭配第三方公證公司(SGS)，於製造廠依照施工規範及廠驗計畫書，由設備編號、外觀檢視及尺寸檢核等開始著手，後續進行運轉之電壓/流測定，判定是否符合規範需求。經確認整體檢測結果皆符合規範內容，相關現場照片如圖 2-7 至 2-10，現場檢測之相關成果文件，後續將由承包商依據契約另行報局核備。



圖 2-7 微篩機外觀



圖 2-8 微篩機檢查



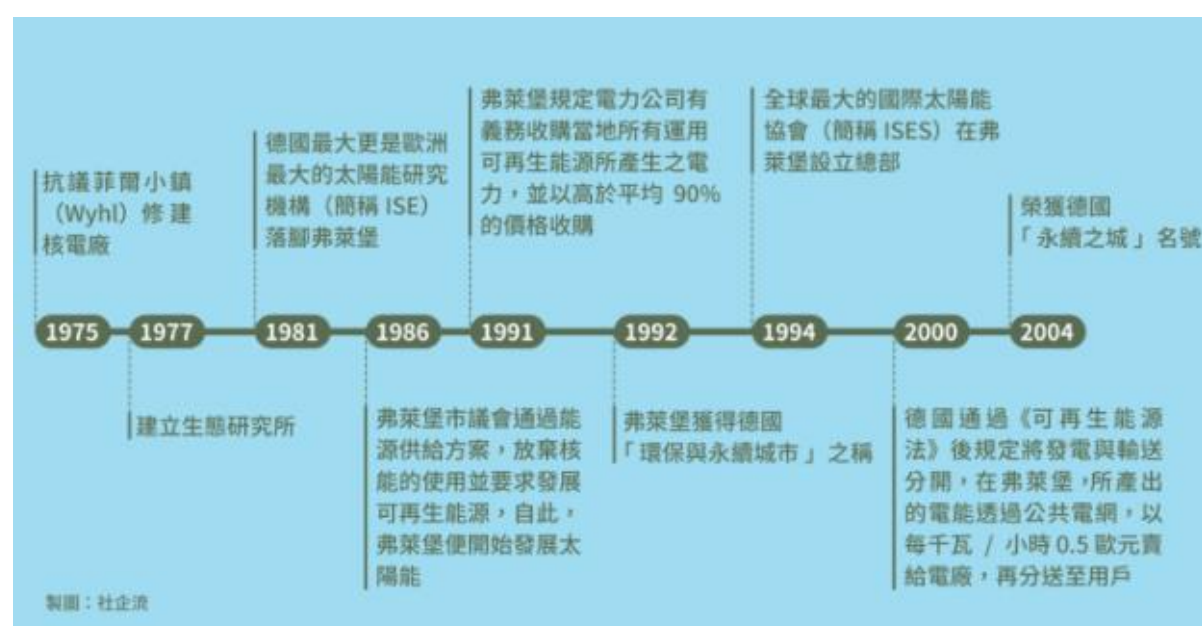
圖 2-9 螺旋輸送機外觀/內部構造



圖 2-10 壓榨機外觀

(三)、佛萊堡參訪

佛萊堡位於德國西南部之巴登-符騰堡州(Baden-Württemberg)，被譽為「綠色之城」，是全球可再生能源和環境可持續性發展的典範，已獲得如歐洲能源獎(金牌級別)、全球可持續城市獎、氣候保護領袖城市、聯合國教科文組織學習城市獎等多種獎項。其永續相關作為係始於 1970 年代於鄰近佛萊堡地區之核電廠興建計畫(Wyhl)，引發當地民眾抗爭及反核運動，故自 1980 年即開始能源轉型行動，結合其年平均日照時數超過 1,800 小時之先天條件，積極展開太陽能技術開發。相關發展大事紀如圖 2-11 所示。



圖片取自社企流

圖 2-10 佛萊堡太陽能技術發展記要

而佛萊堡之所以能成功，主要在於前瞻完善的政策制訂及規劃、深入結合公民及社區參與以及強大太陽能科技產業支持，簡要說明如下：

(一)完善的政策制訂及規劃

佛萊堡自 1970 年代反核運動後由制訂政策著手，首要以吸引太陽能產業投資，後續更因 1986 年車諾比核災，市議會旋即通過能源供給方案，逐步廢止核電，並提出節能、提高能源效率與發展再生能源等 3 大供應面向，進而加速相關產業發展。後續為麗瑟菲爾德 (Rieselfeld) 及弗班(Vauban)社區開發，於 1992 年制訂低能耗建築標準(65kWh/m²，一般建物約為 100)，後於 2009 年進一步制

訂佛萊堡高能效建築建造標準，更於 2014 年市議會通過決議，2030 年二氧化碳至少減排 50%，2050 年佛萊堡將成為一座碳中和城市，100%使用再生能源。

此外，為鼓勵民眾參與及投入太陽能設施建設，地方政府除以教育及宣導手段增加民眾對於再生能源認識外，更採取優惠獎勵措施，以高於平均 90% 的價格收購太陽能，所有願意在自家屋頂上裝設太陽能設備的居民，可獲 10 年 20 年不等的 3~4% 低息貸款，補助相關建設成本，更可擁有 20 年內保證收購太陽能的優惠電價措施，達成個人與城市能源雙贏局面。



圖片取自於 Stadt Freiburg

圖 2-11 市內隨處可見之太陽能發電設施

(二)結合公民及社區參與

除前述優惠獎勵措施外，佛萊堡更以公民實際參與社區規劃及治理與採「能源合作社」制度，推動居民參與可持續發展之社區計畫與能源投資計畫，建立社區型太陽能及能源循環系統。以主要部份於 2007 年完成之著名生態社區-弗班社區(Vauban)為例，自 1993 年開發規劃初始，即成立社區組織「弗班論壇」(Vauban Forum)，除具備民眾溝通、教育、社區開發、資訊及技術供給分享等機能，更讓有意參與社區規劃或決策過程的公民有機會將個人想法提出討論，此舉不但增加在地居民的互動性及凝聚力，更讓後續社區推動其他規範時，居民更願意犧牲個人的便利性，以獲得公眾最大利益。而在能源部份，在

地居民透過共享合作的途徑擁有能源生產能力，取得能源系統中的自主地位，其不僅僅為一種對於再生能源的選擇，帶來實際的經濟收益而得以回饋到個人與社區，更是與在地價值與生活模式共存共榮的方式。



圖 2-12 佛萊堡著名弗班(Vauban)社區之正能源建築太陽船（Sun Ship）

(三)太陽能科技產業支持

佛萊堡於 1981 年即吸引當時歐洲最大之太陽能研究機構(ISE)即落腳市內，更於 1995 年讓全球最大的國際太陽能協會於該市設置總部，主要原因在於法規、政策的制訂及在地民眾的認同與參與，如通過佛萊堡太陽能經濟特區，讓相關產業得以蓬勃發展。在結合建築部份，除鼓勵興建被動式節能屋（Passive House）（ 15kWh/m^2 ）與正能源屋，其中最著名的為建築師 Rolf Disch 所設計之可追日旋轉的太陽能正能源屋- Heliotrop，該建築裝設的太陽能板，可隨太陽照射角度旋轉，其所產生能源是自身能源需求的 3 倍。另外如 2013 年開始營運之 Green City Hotel Vauban，亦為具備相關節能及太陽能的綠色建築，更因其可持續性設計和經營模式，獲得了多項環保和綠色旅遊獎項。

整體而言，佛萊堡因時空背景因素及先天條件開始了太陽能技術發展，更重要的是地方政府更以前瞻性思維制訂妥善的政策及法規、當地居民具備捨棄石化能源，擁抱再生能源的勇氣，才得以造就佛萊堡成為今日的太陽能之都。



圖 2-13 臨近 Vauban 社區之永續飯店-Green City Hotel Vauban



圖片取自於 Wikipedia

圖 2-14 佛萊堡著名正能源建築-Heliotrop Rotating House

(四)、柏林參訪

柏林位於德國東北部，為現今德國首都及最大的城市，是德國政治、文化與經濟中心，其戰後發展時引入了花園城市的理念，城鄉發展特別注重生態結構系統之完整性。本次因行程時間有限，故以參訪著名綠建築，也是德國聯邦議會所在地之德國國會大廈(Reichstag)為主，該建築以結合歷史建築保護與現代技術聞名。



圖片取自於 Deutscher Bundestag

圖 2-15 國會大廈外觀



圖 2-16 國會大廈大門及圓頂內部

國會大廈初始建於 1894 年，惟後於 1933 年遭遇縱火，更於二戰期間遭受嚴重損害，冷戰期間亦未完全修復。直至 1990 年東、西德統一，政府於 1991 年決定將政府及議會遷回柏林，並選定將國會大廈改造成聯邦議會所在地，始進行重建。整體改造設計由英國建築師諾曼·福斯特（Norman Foster）主導，改造重點在於結合現代設計和技術，並保留建築歷史元素，更重要的是必須擁有顧及生態之節能設計。因此，建築師於保留原有的建築外牆同時，於建築頂部增加一座玻璃圓頂，代表透明、民主和開放的政治原則，完工後更成為建築的主要特徵。現今主要可參訪區域，即為此玻璃圓頂，內部結構是以兩座螺旋狀的混凝土步道構成，一條步道向上，另一條向下，確保參訪動線妥適。整體節能設計之重點，分述如下：



圖片取自於網路

圖 2-17 國會大廈玻璃圓頂

(一)自然採光及通風

在採光部份，國會大廈頂端之玻璃圓頂，係設計位於建築物正中央，除提供採光功能外，尚具有供暖與取能作用。圓頂的核心位置懸吊圓錐狀之玻璃反光體，從圓頂上方一直往下延伸到國會會議廳，共運用 360 片稜形鏡面組合而成，以於白天時反射室外日光至廳內，減少人工照明的需求，達成節省電力消耗的目標。此外為避免陽光直射所造成的眩光及熱，除充分使用具抗紫外線與隔熱效果的複層玻璃外，又設置可 360 度移動的智慧式遮陽板，可自動追隨太陽行進路線而移動。

在通風部份，國會大廈以促進自然空氣對流，無需依賴傳統空調系統為設計目標，故建築內設有多個可自動控制啟閉的窗戶，管控室內外自然對流狀態，本座圓頂並配合採用半開放式設計，於此使室內熱氣及廢氣自然上升並達到外氣交換之目的。此外，熱空氣在抽出室外前，會透過熱交換機來回收熱源，同時引入之新鮮空氣，由建築底部構造過濾後進入室內，除達成低速的自然通風，更可降低機械通風的能源需求及噪音干擾。

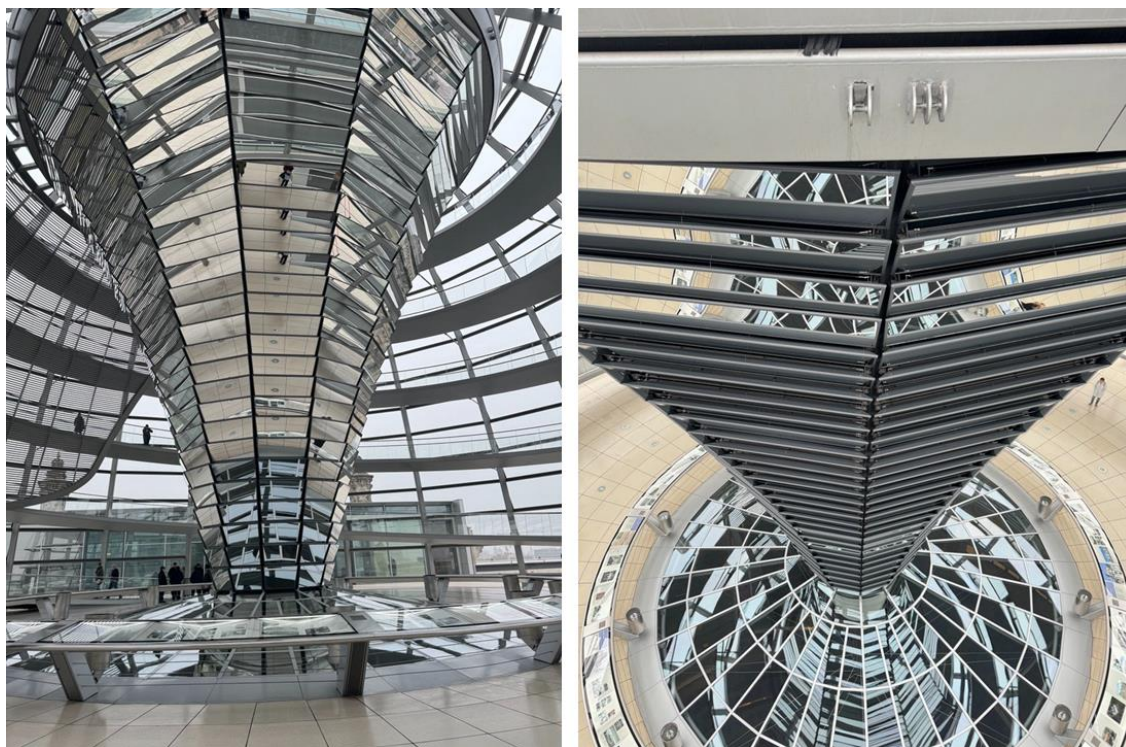


圖 2-18 玻璃圓頂內部圓錐狀反光體



圖 2-19 玻璃圓頂內部採光及通風構造

(二)使用可再生能資源

國會大廈之南面屋頂共設置約 300 平方公尺的太陽能板，主要提供照明和通風系統運作，並提高國會大廈之能源自給率，經統計其能源系統約 80%來自再生能源。此外另於圓頂和屋頂設置了雨水收集系統，將雨水儲存後用於建築內的沖廁和灌溉，降低自來水的使用量。

(三)低耗能設計

由於柏林冬季平均氣溫約為 0 至 5 度，夏季也僅為 18 至 21 度左右，建築消耗的能源極高，因此建築節能設計極其重要，特別是建築之絕緣保溫及設置低耗能的冷暖空調系統。國會大廈設有馬達熱電廠系統(MHKW)，使用油菜花籽製造的生質柴油做為燃料，可將夏天常溫攝氏 20 度左右的溫水，以及生質柴油發電機廢熱產生的熱水，儲存在地下 300 公尺的溫水層，留到冬季抽出來當熱水或暖房使用。而寒冬低溫的冰水，則儲存在地下 60 公尺的地下水層，於夏日艷陽高照，再抽出來作為冷氣。透過結合發電機之廢熱及地下蓄水層之使用，國會大廈的暖氣系統遠較於一般建築物更有效率，估算每年二氧化碳的排放量低於 1,000 噸，遠低於傳統建築每年 7,000 噸的排放量。

整體而言本建築以自然照明、空氣自然循環、再生能源利用及節能設計為出發點，讓德國國會大廈成為德國生態建築的重要象徵，更成為世界知名綠建築典範。

參、心得與建議

一、廠驗為工程主辦機關品質督導機制之落實

廠驗目的在確保工程所採用設備及材料在進入工地前，能先進一步於製造廠進行品質、規格及功能測試，查驗是否符合契約規定，以降低瑕疵品進入工地機率及工程延宕風險，同時透過廠驗過程直接與製造廠工程師進行技術及經驗討論與交流，對於提升公共工程施工品質與日後操作維護，有相當大的助益，建議重要關鍵設備及材料均應確實執行廠驗制度。

二、建構新世代科學園區的策略

綜觀德國佛萊堡弗班區、柏林國會大廈在推動低碳、減碳策略及措施，大致可歸納為生態綠化、建築節能、設備節能、再生能源、綠色運輸、資源循環及低碳生活等七大面向，因此未來園區開發及公有建築物的興建，建議可以依據不同園區的環境資源條件，從以上七大面向，選擇適合優先推動的項目，採因地制宜的專業方式進行規劃設計，提升建築能效，加速低碳轉型，以逐步建構新世代的科學園區，達成台灣 2050 淨零排放目標。

三、多方觀摩及擷取先進國家經驗及技術

我國推動再生能源發展尚未滿 10 年，相較歐洲各國早早即推動使用再生能源，在經驗及技術上雖領先台灣，但我國具備良好科技實力及資源利用潛力，建議可多方觀摩參考其他先進國家發展經驗及技術，擷取當中適合我國的政策及措施，以作為本局及其他政府機關及相關單位推動再生能源使用或節能設計的參考及借鏡。