

行政院及所屬各機關出國報告

出國類別：實習

報告題名：發電廠主廠房建築結構噪音防制設計及實例

出國人服務機關：台灣電力公司

職稱：主管設計

姓名：趙偉業

出國地區：英國、法國

出國期間：八十九年十一月二十五

日至十二月廿二日

報告日期：九十年一月廿九日

行政院及所屬各機關出國報告

出國報告名稱：發電廠主廠房建築結構噪音防制設計及實例

頁數卅一頁 含附件：是

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/郭俊惠總經理/2365-1234

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

趙偉業/台灣電力公司/營建處/主管設計/2366-6950

出國類別：實習

出國期間：89.11.25~89.12.22 出國地區：英國、法國

報告日期：九十年一月廿九日

分類號/目：

關鍵詞：

內容摘要：

依據行政院核定之八十九年度出國計畫，奉派至英國研習「發電廠主廠房建築結構噪音防制」，經英國貿易文化辦事處安排赴英國拜會各相關單位及公司。本出國報告涵之如下：

前言：簡介出國之緣起及訂定本次研習對噪音處理明確方向。

主要研習內容：

- 一、研習 CCGT 發電廠廠內、外環境噪音處理。
- 二、研習 BRE 研發、試驗及驗證。
- 三、參觀 SAL 貨櫃型柴油發電機組生產線設施。
- 四、參觀 LBJ 百頁窗及消音百頁窗研發。
- 五、研習 EDF 法國巴黎變配電所發展。

對台灣電力公司具體建議，計四項建設性及前瞻性建議。

出國報告目錄

前言

- 壹、 CCGT 發電廠廠內、外環境噪音處理。 -----P6
- 貳、 研發、試驗及驗證。 -----P8
- 參、 參觀貨櫃型柴油發電機組生產線設施。 ----- P10
- 肆、 參觀百頁窗及消音百頁窗研發。 -----P11
- 伍、 法國巴黎變配電所發展。 -----P21
- 陸、 對台灣電力公司具體建議。 -----P22

附頁：

附件 i.....Environmental policy

附圖 ii.....ACP 75 DIESEL GENERATOR DRAWING

附件.iii.....Enclosure Calculations

附件 vi.....Plant Room Calculations

附件：LBJ Ltd.百頁設計圖磁碟片乙片

前 言

自八十九年三月廿日國內總統大選至今，核能四廠之興建與否，一直為國人及公司同仁所關心。除核能電廠外，其他國內電力建設極易造成執行困難之瓶頸，主要在興建電力設施附近之鄰居，常感受到環境保護之要項之威脅，尤其噪音為極易被鄰居厭惡者。

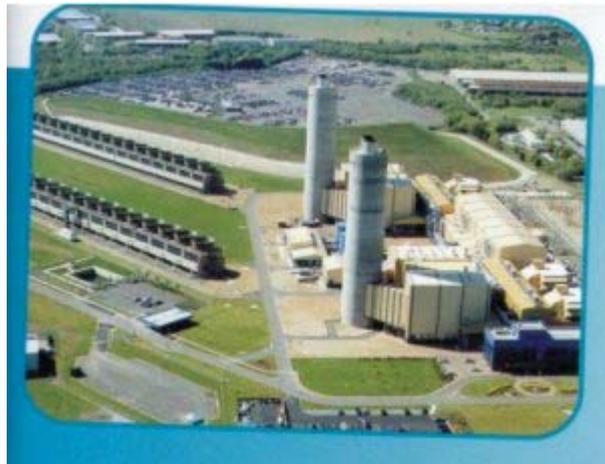
依據行政院核定之八十九年度出國計畫，奉派至英國研習「發電廠主廠房建築結構噪音防制」，經英國貿易文化辦事處安排赴英國拜會各相關單位及公司。此行之主要目的：

- 一、研習電廠裝置設備之相關噪音及振動處理策略及參觀實驗室。
- 二、研習建築結構及環境噪音之設施及製造工廠。
- 三、研習電廠發電設備相關消音箱及生產工廠。
- 四、研習建築工程及舊有建物噪音處理。
- 五、研習電廠噪音控制及研發。
- 六、研習電廠及變電所環境噪音之控制。

故本次之研習，即針對噪音之處理作出明確方向。

壹、CCGT 發電廠廠內、外環境噪音處理

大潭發電廠正方興未艾，而 Combined cycle gas turbine 係大潭電廠之主要發電設備。經由英國方面之安排，介紹 Innogy company 所屬位於 Didcot 的 National Power Station 作為借鏡，其包含 Didcot“A” & Didcot“B”，新舊兩座發電廠，正式員工僅五十多人。Didcot“B”發電廠，係由 Siemens 負責製作及安裝最新 IGCC 機組，發電容量為 1,370MW；

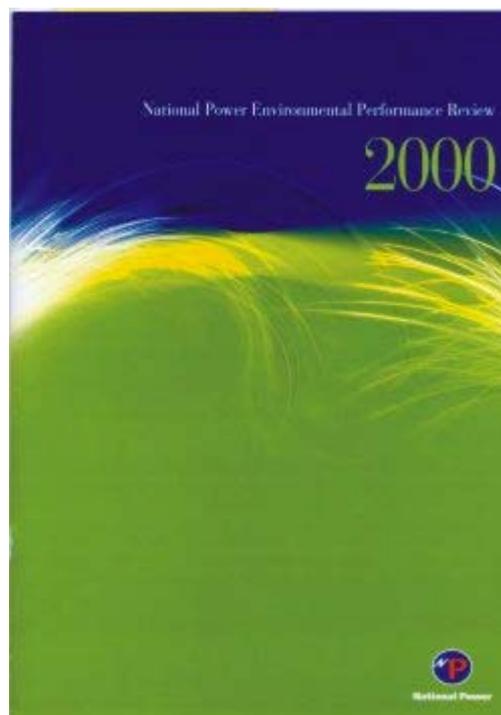


Didcot“B”
鳥瞰圖

Didcot A 係以 coal/gas 為主要燃料，發電容量為 2,020MW。該發電廠員工僅負責操作及運轉，至於維護及修護方面則由 Siemens 派專業人員前來作業。對於廠內、外之環境防止噪音作業甚為自然，甚至配合當地居民抗爭，採用 Landscape 之造山計畫，以取代隔音牆，為達到敦親睦鄰的

目的。並於廠外適當距離（因英國在廠外 100 公尺處不得超過 70 分貝，而尖山發電計畫邊界為 50 分貝），選擇兩位置點，設噪音監測資料收集站，供當地居民參考。

發電廠操作、運轉及監控發電機組之營運，全在發電廠控制室之電腦作業、電腦程式及儀表板之顯示，而電腦螢幕之使用僅對附近主要道路作監控。這對本公司尖山發電廠之監督發電機現場之 monitors，其觀念有甚大區別。而委託 Siemens 訂造發電機時，已要求作適當防制噪音振動之設計，以爭取發電效率。尤其該發電廠常年致力於環保工作之績效，每年皆出專刊（如下圖）顯現其成效及策略（附件 i），其精神甚為令人欽佩。

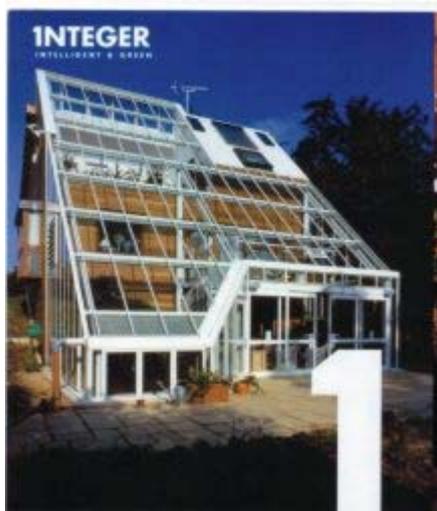


環保專刊封面

貳、研發、試驗及驗證

而在研發方面，BRE Ltd.，其前身為國營事業，於轉型民營化之後，以其原有國營事業之優勢及學術研究權威地位，重新出發，除投入英國國內市場與建築工程及相關法規之研發外，且進軍歐盟市場、日本及東南亞市場。

BRE 設有許多試驗室，如：能源節約實驗辦公大樓、太陽能示範住宅、噪音試驗室及音響試驗室（國內甚多廠商認為無法執行的試驗，在此不但可行，接受國際間之委託噪音測試工作）等，具備室外環境噪音測試之執行實力及具接受委辦實績。尤其自行研發之噪音測試軟體，亦為其特色？這些試驗室都是民營化後之主要營利的單位，可仿效之。



太陽能示範住宅（隔音性佳）

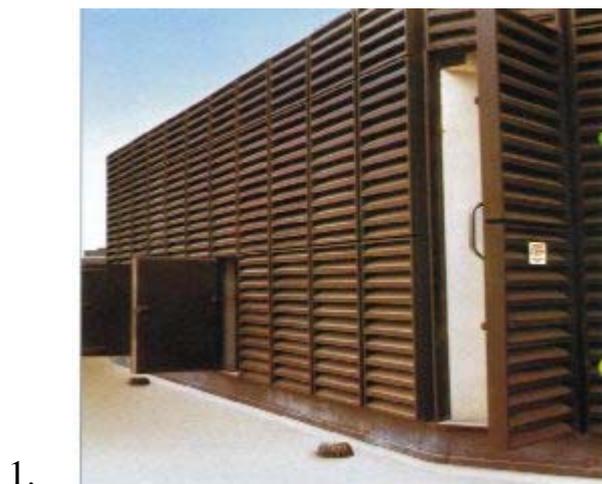
2000 年三月卅一日，LPCB (The Loss Prevention Certification Board) 驗證公司併入 BRE (BRE Certification Ltd.) 公司，雖採合併，但不影響兩公司之驗證業務。其業務執行範圍係自營造工程、防火及災害預防及安全工業的個別工業產品、安裝技術、人事業務與品管系統驗證等。BRE 公司也從事國際上尚無任何規範的技術驗證工作。驗證是對符合標準規範之產品、系統、人事業務、服務等向世人提出保證的一種的途徑，只要符合標準規範之產品、系統、人事業務、服務等，經過驗證而其也是依照標準規範執行者，即在國際上皆可行之，執行時可省去許多工程契約之紛爭及手續。而因其具有前述之多種試驗室，故可對隔音及消音產品、設備及設施作實驗，並提出令人安心之驗證簽證文件（BRE 公司也具 Independent Inspector 資格，故其簽證具法律性。）

BRE 公司曾擔負起英國防火法規草案研擬之重要責任，並居於國際學術界及科技領域之樞紐。

參、參觀貨櫃型柴油發電機組及相關噪音處理設施

在台灣，電力公司致力於離島電力建設，貨櫃型柴油發電機設施乃目前電力工程進行之重點，英國官方也安排赴 Sound Attenuator Ltd. (SAL) 公司研習。當身臨其境，從該公司之自有工廠作業線配合貨櫃型柴油發電機組(附圖 ii) 之噪音處理設計及設施如消音百頁、消音器、消音箱等(此三者皆作八音程音壓插入損失之試驗)，可見其實力，惟未容許攝影紀錄，甚為可惜。值得一提，係其專業在 QC 及 QA 兩方面確比台灣方面之廠商，無論工作態度及精神，皆高出很多。這是台灣電力公司於土木處、設計處、營建處時代所擁有。

SAL 公司針對不同建築及工廠之需求，其百頁系統如下：



1.

標準消音百頁

SAL acoustic louvers can be used to create a very effective acoustic enclosure .

CodeAL1 : 鍍鋅鋼板為主之標準產品。

2. 高效率消音百頁 Code AL2 : 結構與材料如 Code AL1 而採兩組標準百頁 back to back 所組成。
3. 標準消音鋁百頁 Code AL1A : 主要構架為鋁擠型料而標準如同 Code AL1。
4. 一般百頁 Code AL : 配合建築外觀及氣候條件之需。
5. 一般鋁百頁 Code A : 配合建築外觀及氣候條件之需。
6. 連續線形百頁 : 主要目的為配合建築師，並搭配基地之環境設計建築物之外表及以達色彩變化效果，以達成建築造形特色。其每一單元之最大寬度為 1500 mm。係大型之百頁設計及應用。
7. 斜面百頁 : 其百頁安裝角度自垂直傾斜約十度。



上述百頁之應用多在：

1. 進氣及排氣之場合：

- (1) 具空調設備之工廠。
- (2) 電子工廠。
- (3) 通風性工廠。
- (4) 待命狀態柴油發電機組。
- (5) 自然通風之工作場所。
- (6) 地下室停車場或封閉型停車場。

2. 隔音牆之場合：

- (1) 冷卻水塔。
- (2) 空調主機房
- (3) 冷凍機庫。

3. 具通風性密封體之場合：

- (1) 空調機工廠。
- (2) 電子工廠。
- (3) 發電廠。

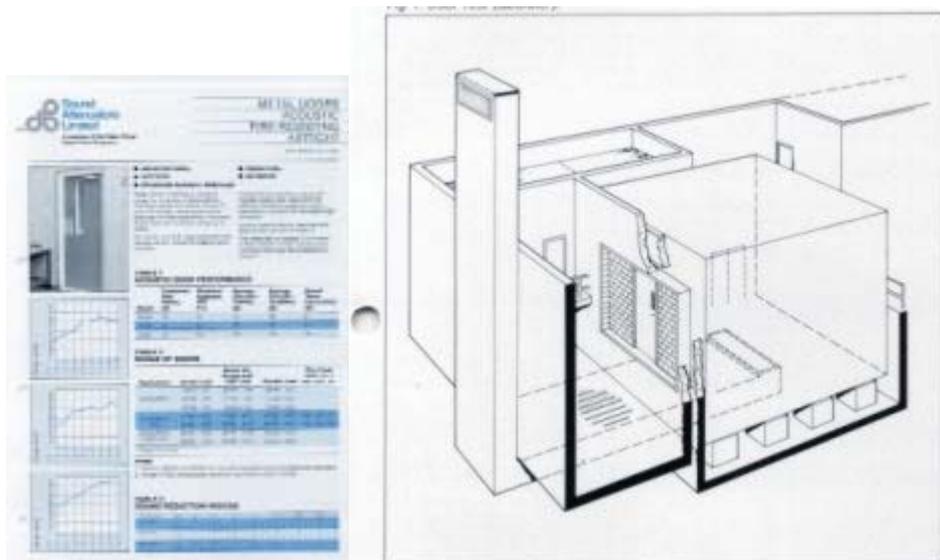
SAL 公司本身研發之 AEX 消音封圍室(Enclosure)，曾在自己工廠、英國及海外之實驗室，依照英國 Code 或國際之 Code 規定作試驗。主要試驗程序為先將一組噪音源和標準

音壓計設備置於迴響室，再將同樣品質標準音壓計設備置於消音封圍室 (Enclosure)，以量測其音壓插入損失。其在八音程中之典型音壓插入損失 (國外測試範圍自 63db~8kdb，而國內某些廠商只想作 500 Hz 之單一測試。)，示之如下表：

Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
db	20	22	29	38	47	52	55	50

八音程音壓插入損失

其他如振動方面之避震設施、空氣溢流在其 AEX 消音封圍室(Enclosure)安裝時為 1500 Pa 壓差之下，其表面之空氣 $4\text{m}^3/\text{hour}/\text{m}^2$ 以下之流失，則其隔性為熱”U”值為 $0.28\text{watts}/\text{m}^2/^\circ\text{C}$ 。而填充隔音材料須符合英國 BS 476 : Part 5、Part 6、Part 7 之一級火焰燃燒試驗。



Metal Doors
Acoustic、Fire-resisting、Airtight

Door Test Laboratory

肆、研習百頁窗及消音百頁窗研發

在隔音工程及消音工程方面，常見於建築及土木結構工程中者，莫若消音百頁窗及消音箱。而在百頁窗及消音百頁窗方面，英國專業公司 LBJ Ltd.，因主持人對百頁窗之研發熱誠及努力於噪音之控制，發展出具特色之百頁窗設計電腦使用軟體，不知國內之相關專業機構及專業廠商，是否具類似之經驗，研發其自有之噪音隔音百頁窗之應用電腦軟體。因事涉 LBJ Ltd 智慧財產權，無法要求其提供程式軟體，只取得其作業結果（附消音封圍室（Enclosure）及電廠室內之計算電腦列印結果詳附件 iii 及附件 vi）與該公司百頁設計圖之磁碟片乙片（附件）供公司同仁參考及閱歷之用。

LBJ Ltd. 公司針對不同建築及工廠之需求，其百頁產品系統



AWL75 Component
Louvre System

一、AWL75 組合式建築專用百頁系統：建築如下：

專用百頁系統係採用組合式，其特點為富於安裝性及調整性。可符合高標準建築設計之嚴格需

求。如：百頁安裝、百頁框及百頁片之支架自外觀瞧不出其接縫，而致建築外表之線條表現。

AWL Architectural Louvre Range

其製作之寬度及長度甚具彈性而不受太多限

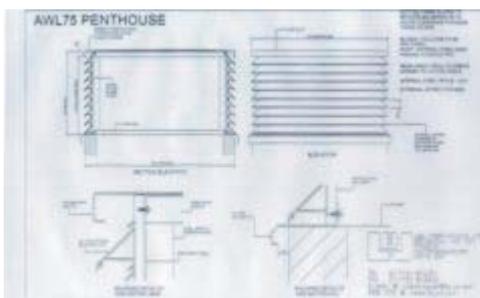
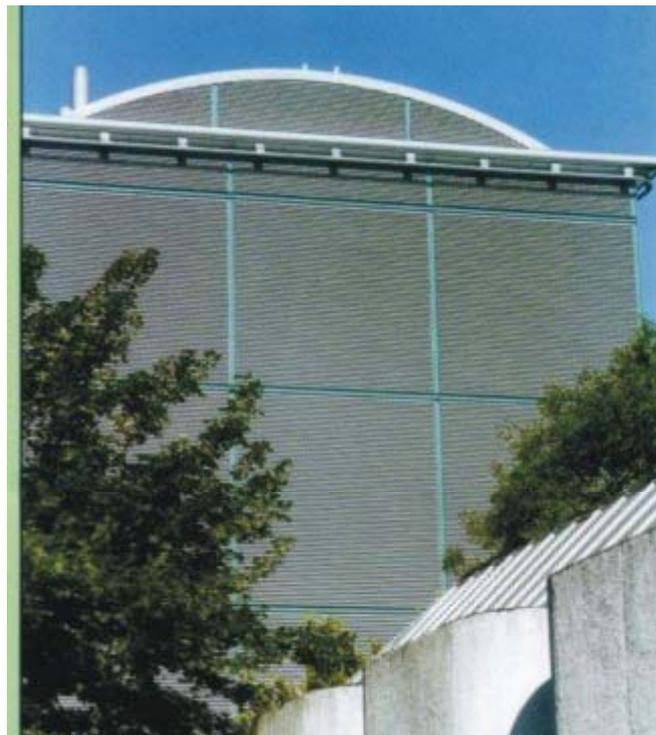
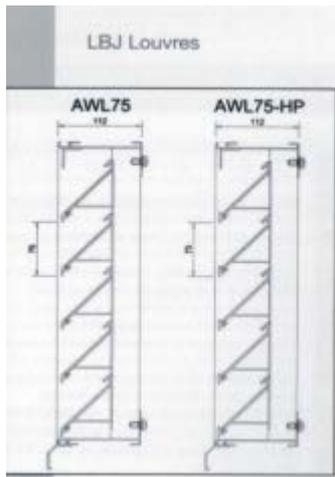
據 HEVAC 試驗其特殊氣候效率可達 98.5

其獨具創意而巧妙的尼龍百頁接合夾，可簡

百頁片及接合夾與百頁框組合。無論這型百

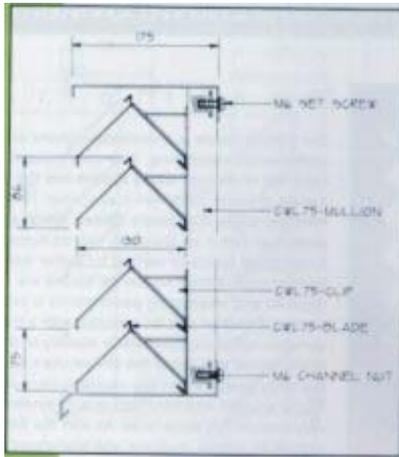
多巨大，都可在現場安裝而陳現在大眾面

前。(主要構架為鋁料擠壓成型)

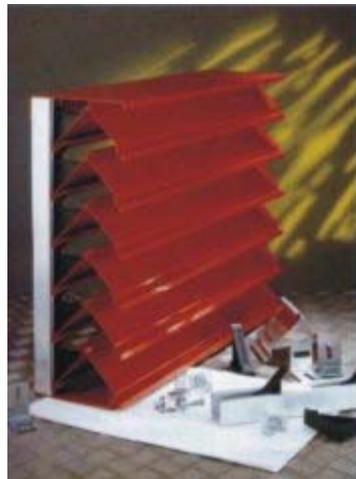


AWL75 Component Louvre System

一、 CWL75 組合式百頁系統：



二、 CWL75-HP 組合式百頁系統：



三、 AAL 遮陽百頁 (Brise Soleil)：



四、 VS 式方型消音器：

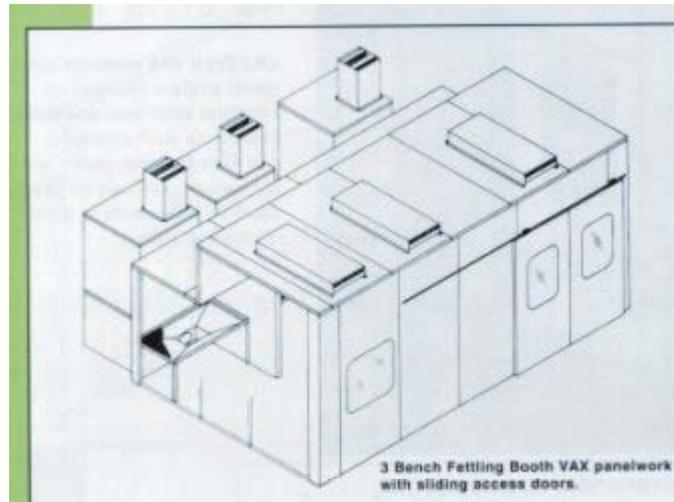


五、 VS-C 式 可清理消音器：

主要在空氣流動管道系統中有些含有如灰塵、濕氣、油氣等會發生阻塞及降低傳統消音器之效率。本式消音器可以預先設計之活動式 panel 及空間供清潔及換裝之用。



六、 VAX 模矩式消音封圍室 (Enclosure) :



七、 VAC-S 式組合式消音封圍室 (Enclosure) :



八、 VAC 單件式消音封圍室 (Enclosure) :



發電廠之發電機組噪音控制：

無論柴油、天然氣、CHP、地熱發電或汽渦輪機組，都會有與天具來的令人不悅之副產品-噪音。尤其在高速運轉或待命柴油機之運轉噪音更是重要的環保設計考慮因素。

對此之解決之道，在 LBJ Ltd.係採兩個方向進行：

(一) 室外部分：

利用具全天候特性之通風消音系統及廢氣排放消音器，符合法規及設計規範要求。如具消音性之VCN貨櫃，配合發電機組及VAC單件式消音封圍室 (Enclosure)。



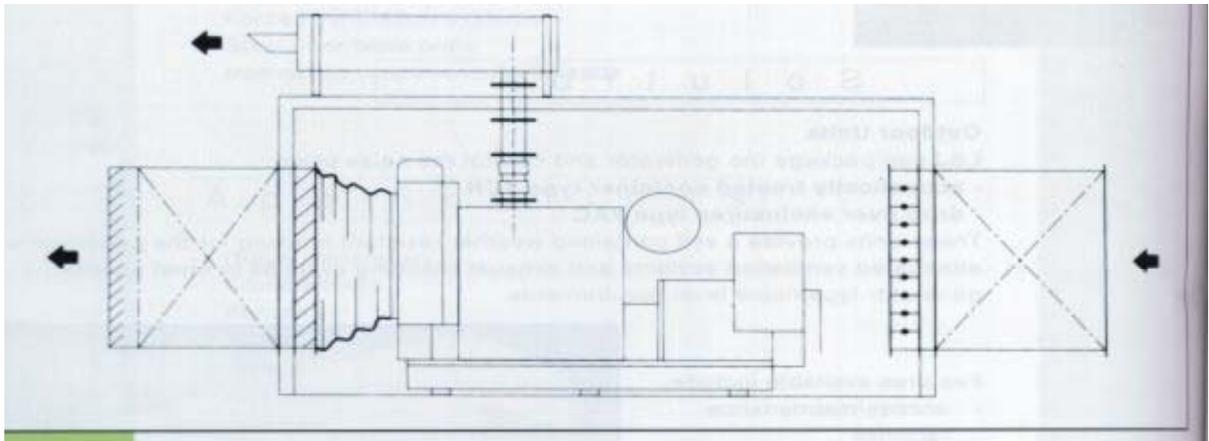
(二) 室內部分：

可採用 VS 式方型消音器，配合百頁/阻滯器/不可迴轉之面板。

或採用 VAX 模矩式消音封圍室

(Enclosure)。

或採用 VAD 消音門。



(Enclosure)

前述消音系統可應用在：

- 一、待命狀態發電機組。
- 二、CHP 機組 (在休憩場合或醫院)。
- 三、高運轉機組之發電廠。
- 四、地熱發電機組之發電廠。
- 五、廢氣發電機組之發電廠。
- 六、Gas Turbine 機組之發電廠。

伍、法國巴黎變配電所發展

在 EDF 法國電力公司安排下，瞭解在都市中變電所之網路系統，如巴黎（由於輸配線路之設計圖未經授權，只能看不能攜回參考）市內各區之供電饋線、變配電所設置位置及其噪音處理方式（如設置消音器及消音百頁）之設施。為減少民眾抗爭及加強都市景觀，詳探之策略，如地下變配電所配以地上公園、地下變配電所配以地上停車場、多用途使用變電所（即地上為住宅而地下室為變電所）等，實適合國內之政策與公司之發展。

但是，巴黎其市內供電多為 22,000 kw 以下之系統，甚少高壓系統，可作國內供電系統之參考。尤其最近世界衛生組織將輸電線路及變電所有關電磁場之規定，電磁場電磁波由 1000 毫高斯改為 833 毫高斯，本國環保署也於九十年元月十二日提出建議值以 833 毫高斯為原則。但其變電所建築之形體不似台灣地區有如龐然大物，故較不易引起爭端。

陸、對台灣電力公司具體建議

自歐洲返國，一直希望將所見所聞的心得，貢獻給台灣電力公司作為未來經營之參考。建議如下：

- 一、澎湖尖山發電廠自第一至四號機發電計畫到第五至十二號機擴建計畫中，主廠房內安排兩座 1000KW 全黑啟動緊急柴油發電機。由於室內之柴油發電機也可採用貨櫃式發電機組置於室外。而多餘空間，一方面可配合未來之擴建計畫之彈性需求，另一方面也可供電廠營運之用。而貨櫃式發電機不須作建築基地之容積率及建蔽率之檢討（因不屬建築法規之範圍）。

尖山發電計畫距國家公園甚近，故其西南角可採 Landscape 造山，以配合當地之秀美景觀。

- 二、桃園大潭發電廠已正在趕工中，其發電機組設計宜採 Enclosure（消音封圍罩）或內部噪音處理室處理方式，可減低噪音之困擾。這在國外 Innogy Ltd. 已在使用中。且其在廠內外之防止噪音之環境保護作業也頗為細密，甚至採用 Landscape 配合防止噪音之需以取代隔音牆。有關發電廠運轉操作及其對發電機組營運之監控，全在控制室之電腦作業、電腦程序。Monitor 之使用僅對廠內外附近主要道路監控。

三、 消音設備之試驗設備，在國外皆依各國或國際之 code 作試驗，而其結果也是經過獨立檢驗機構或人員之簽證核可。而各國之 code 似大同小異，而 CNS 與其他國家不同，或為國內規定、設備及實驗室不足之故，台灣電力公司也可設合乎國際水準之噪音試驗室，供國內專業使用。噪音處理及採購宜由具專業廠商資格者為之。

四、 建議台灣電力公司電力綜合研究所另派專人及專責單位負責噪音電腦軟體之研發及管理，務必不可發生斷層。

感謝台灣電力公司派趙偉業至歐洲，能有機會與歐洲之菁英們討論及學習，真是難能可貴。

最重要的是獲得英國貿易文化辦事處之規劃及細心之安排，受到該國各界人士之禮遇及指導，特在此申謝。

這次出國計畫得以執行，全有賴台灣電力公司內部如人事處、財務處、會計處等各單位長官及同仁之大力支持與即時協助，在此本人謹致上誠摯謝意。

參考書目

AIR HANDLING AND NOISE CONTROL PRODUCTS

(ENGINEERED FOR EFFICIENCY) By LBJ FABRICATIONS

Louvre Systems—Acoustic,Architectural,Industrial & Sunscreen

(ENGINEERED FOR EFFICIENCY) By LBJ FABRICATIONS

METAL DOORS ACOUSTIC FIRE-RESISTING AIRTIGHT

By Sound Attenuators Limited

DOORS ACOUSTIC FIRE-RESISTING AIRTIGHT

By Sound Attenuators Limited

Noise and Vibration Control for Industry (RANGE OF PRODUCTS)

By Sound Attenuators Limited

Frameless Acoustic Enclosures By Sound Attenuators Limited

Type RAS Attenuators By Sound Attenuators Limited

Acoustic Louvres By Sound Attenuators Limited

Integer Progress By B.R.E

National Power Environmental Performance Reviews By National Power