(　　)電返國報字第　　號出國報告

行政院所屬各機關因供出國人員出國報告書

(出國類別：實　　習　)

服務機關：台灣電力公司

出國人：職　　稱：土木工程監

姓　　名：趙　偉　業

(姓名代號)：071504

行政院研考會/省(市)研考會編號欄
G3/C0890502

出國地點：英國、法國

出國期間：89 年 11 月 25 日至 89 年 12 月 22 日

報告日期：90 年元月廿九日

出國計劃：　89　年度第　114　　號

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、試驗及驗証。

三、參觀 SAL 貨樞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、試驗及驗証。 ----------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。

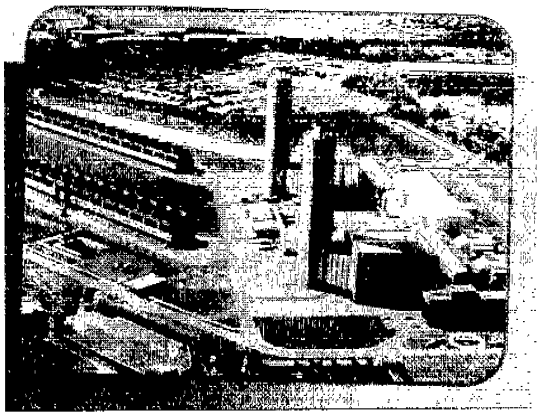
五、研習電廠噪音控制及研發。

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；

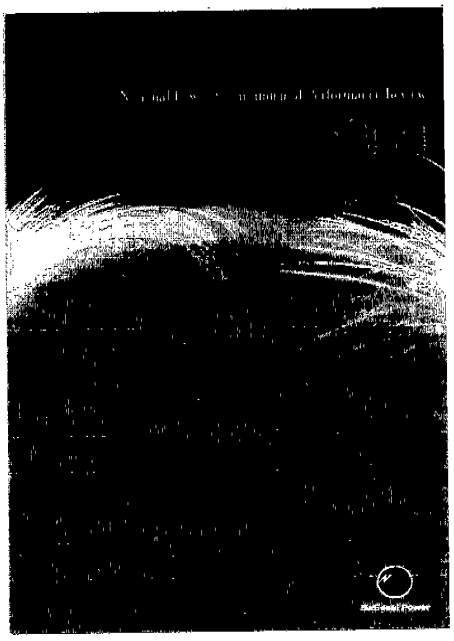


Didcot"B" 鳥瞰圖

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 。

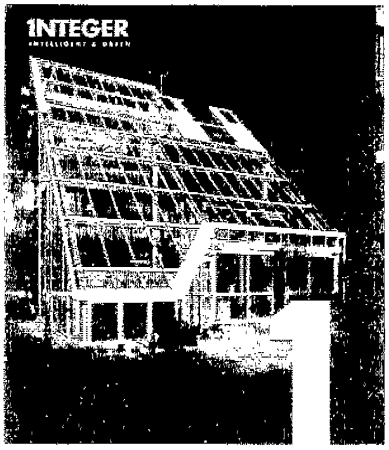


環保專刊封面

貳、研發、試驗及驗証

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証工作。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。）。

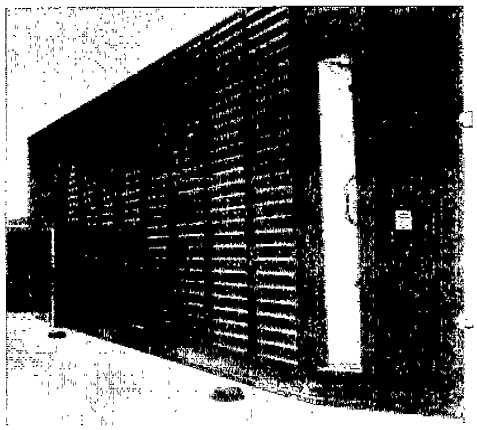
BRE 公司曾擔負起英國防火法規草案研擬之重要責任，並居於國際學術界及科技領域之樞鈕。

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　CodeAL1 ： 鍍鋅鋼板為主之標準產品。



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

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。

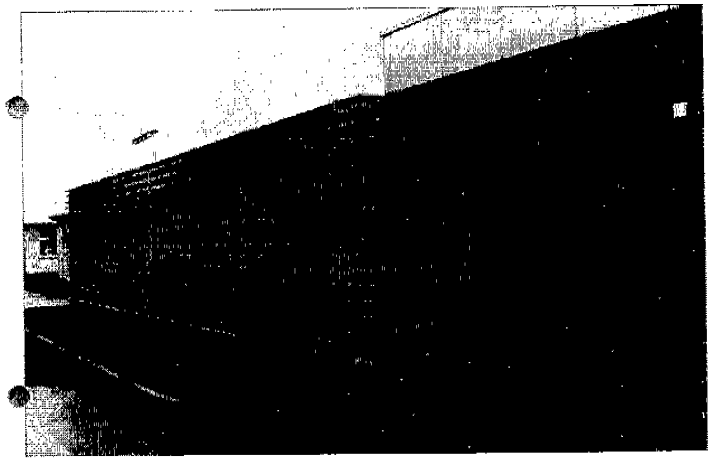
3. 標準消音鋁百頁 Code AL1A ：主要構架為鋁擠型料而標準如同 Code AL1。

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。

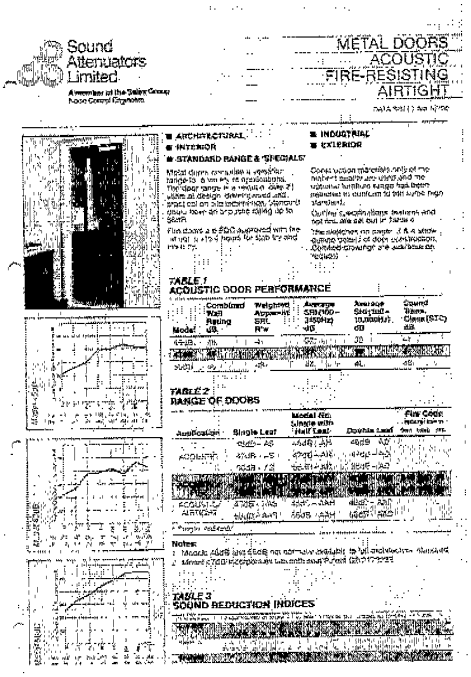
（3） 發電廠。

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：

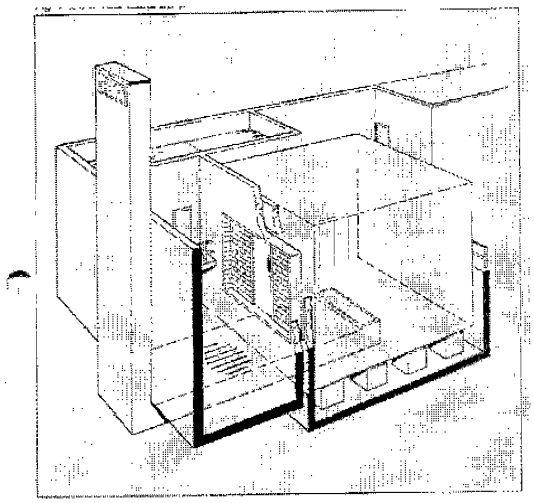
Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
db	20	22	29	38	47	52	55	50

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 $4m^3/hour/m^2$ 以下之流失，則其隔性為熱"U"值為 $0.28watts/m^2/^0C$。 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。

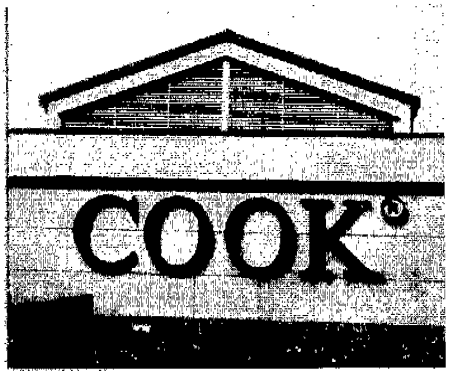
LBJ Ltd. 公司針對不同建築及工廠之需求，其百頁產品系統如下：

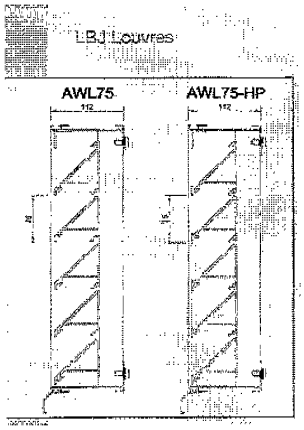
AWL75 Component Louvre System

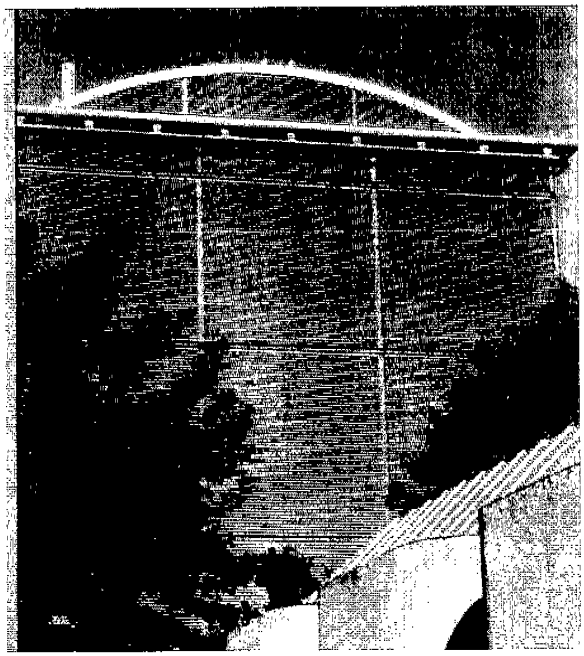
一、 AWL75 組合式建築專用百頁系統： 建築專用百頁系統係採用組合式，其特點為富於安裝性及調整性。可符合高標準建築設計之嚴格需求。如：百頁安裝、頁框及百頁片之支架自外觀瞧不出其

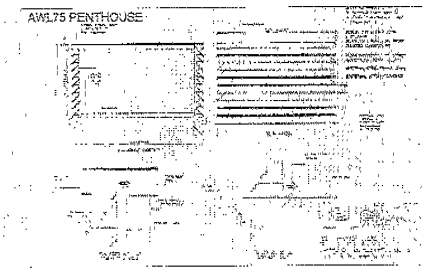
接縫，而致建築外表之線條表現。O 在其製作之寬度及長度甚具彈性而不受太多限制。據 HEVAC 試驗其特殊氣候效率可達 98.5% 。其獨具創意而巧妙的尼龍百頁接合夾，可簡易讓百頁片及接合夾與百頁框組合。無論這型百頁有多巨大，都可在現場安裝而陳現在大眾面前。（主要構架為鋁料擠壓成型）。

AWL Architectural Louvre Range



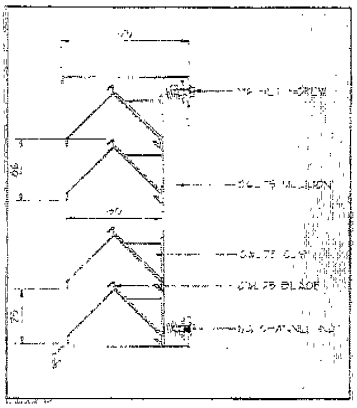


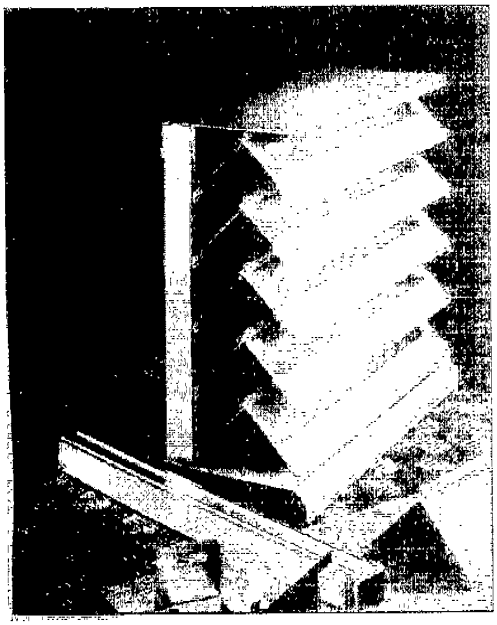




AWL75 Component Louvre System

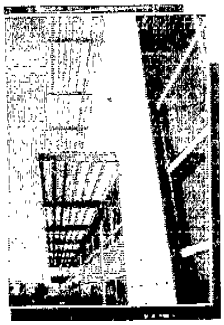
二、 CWL75 組合式百頁系統：

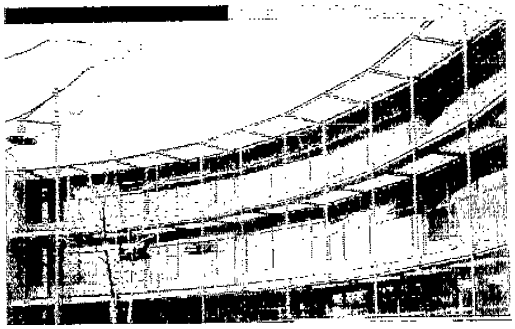




三、 CWL75-HP 組合式百頁系統：

四、 AAL 遮陽百頁（Brise Soleil）：



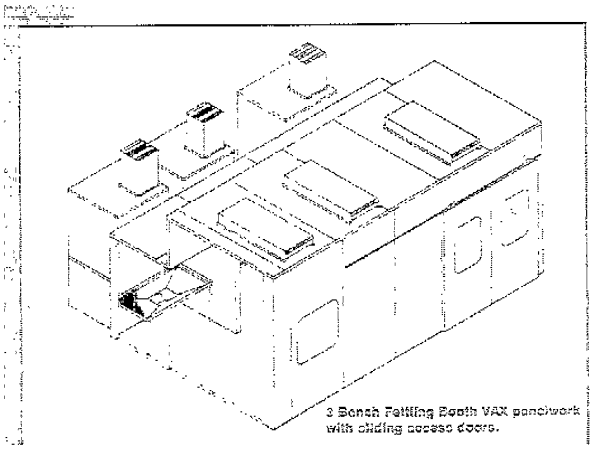


五、 VS 式方型消音器：

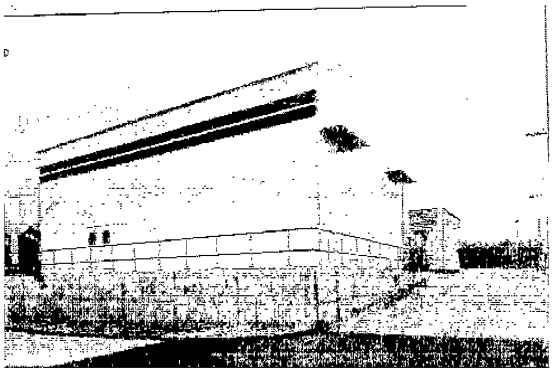
六、 VS-C 式 可清理消音器：

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。

七、 VAX 模矩式消音封圍室 (Enclosure)：



八、 VAC-S 式組合式消音封圍室 (Enclosure)：



九、 VAC 單件式消音封圍室 (Enclosure)：

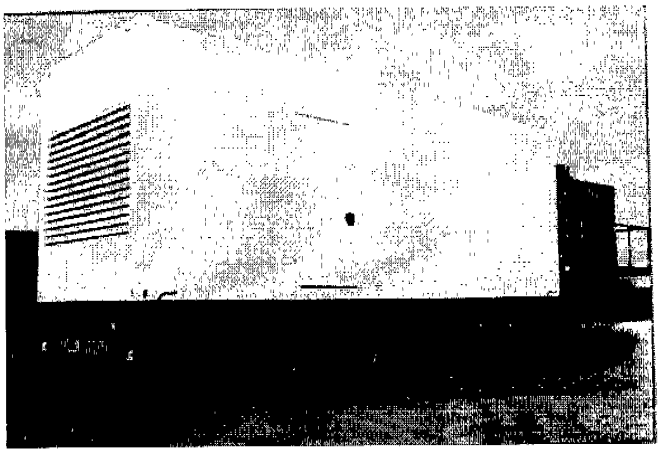
發電廠之發電機組噪音控制：

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）。

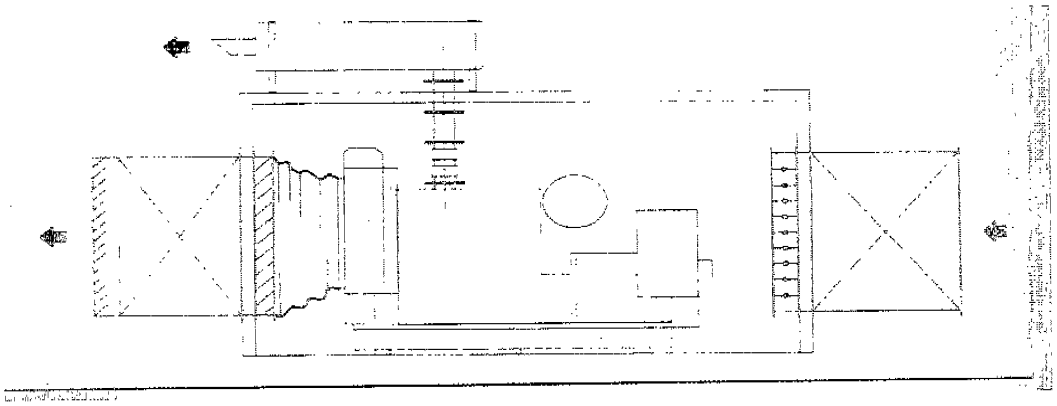


（二） 室內部分：

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。

附　　　　　　頁

附件 i

Environmental **policy**

[illegible]

National Power environmental performance review 2000

Our policy

To integrate environmental factors into our business decisions wherever we operate:

- by making cost effective investments which continue to improve our environmental performance;
- by assessing, managing and controlling environmental risks associated with our current and planned activities.

To ensure compliance with environmental regulations and, where appropriate, to perform better than they require:

- by continuing to monitor, control and minimise the impacts of emissions;
- by establishing clear measurable environmental targets across the Company, including biodiversity.

To improve continuously our environmental performance:

- by raising employees' awareness so that they can carry out their environmental responsibilities effectively;
- by demonstrating our commitment to sound environmental management;
- by minimising environmental incidents and complaints;
- by using energy, materials and natural resources efficiently and in a more sustainable way.

To work with our customers, partners and suppliers to improve continuously efficient use of energy and environmental performance:

- by consulting, listening and responding to our customers' needs;
- by promoting more sustainable use of energy with our customers, partners and suppliers;
- by promoting the adoption of good environmental management practices by our partners, contractors and suppliers.

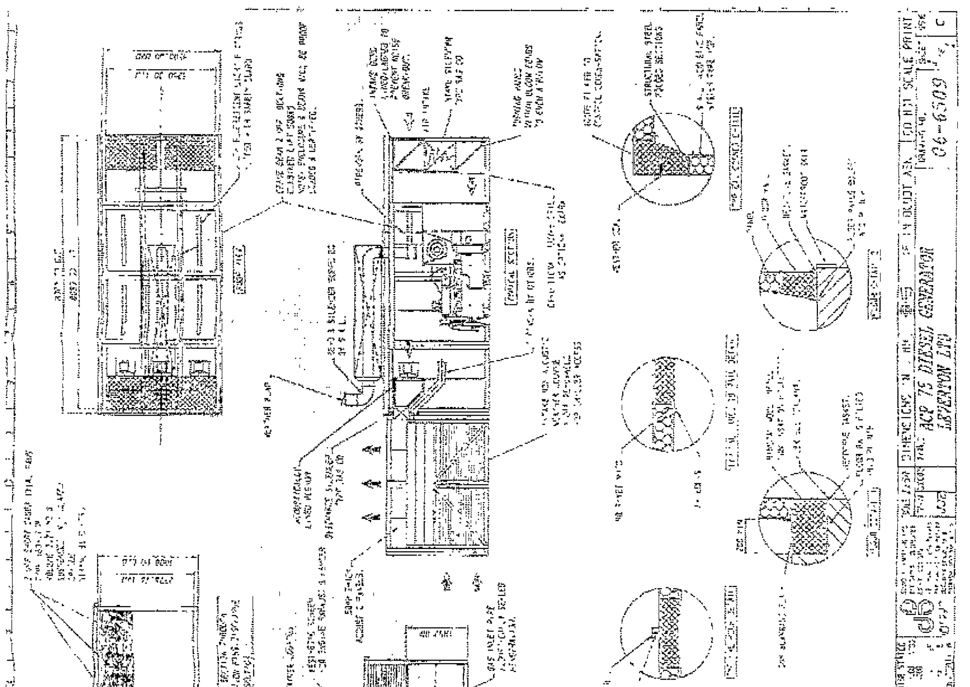
To review regularly at Board level, and to publish our environmental performance:

- by annually reviewing the implementation of policy;
- by setting high standards in open and transparent reporting at a corporate and operational level.

To maintain our reputation for effective environmental management:

- by remaining in the forefront in the development of best practice environmental management systems;
- by establishing and maintaining effective environmental management systems consistent with ISO 14001 and, where appropriate, EMAS;
- by developing a positive and constructive relationship with local communities, regulators and authorities;
- by best practice management of habitats and green areas within our stewardship.

附圖 ii



附件 iii

LBJ Fabrications Ltd — *Enclosure Calculations*

Our Ref Global Centre East India Dock *Cust Ref* J Barnes *Engine Type* [illegible] No CAT 3516B DITA LA[illegible]

Calculation of Noise within a Enclosure

Calculation of Enclosure Correction

Width	=	12	m
Height	=	4.15	m
Length	=	12	m
Total Area	=	487.2	m2
Wall Area	=	151.14	M2 S1
Floor Area	=	144	m2 S2
Roof Area	=	144	m2 S3
Attenuator Area	=	48.05	m2 S4

Directivity Factor (Q)	=	2					
Distance to inlet (r1)	=	5.3	m	Inlet 2	4.8	Inlet 3	5.9
Distance to outlet (r2)	=	5.2	m	Outlet 2	3.65	Outlet 3	5.7
Area of inlet opening	=	8.82	m2				
Area of outlet opening	=	7.2	m2				
Specification distance	=	1	m. from I/L				
Specification distance	=	1	m. from O/L				
No of Inlets	=	3					
No. of Outlets	=	3					

Reverberant Component

Octave Band Centre Frequencies Hz.

Absorption Coefficients (alpha)		63	125	250	500	1K	2k	4k	8k
Walls	lined	0.15	0.3	0.4	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
Floor	concrete	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04
Roof	lined	0.15	0.3	0.4	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
Attenuators		0.2	0.3	0.25	0.15	0.1	0.1	0.1	0.05
S1	Walls	22.671	45.342	60.456	120.912	136.026	136.026	136.026	136.026
S2	Floor	1.44	2.88	2.88	2.88	4.32	5.76	5.76	5.76
S3	Roof	21.6	43.2	57.6	115.2	129.6	129.6	129.6	129.6
S4	Attenuators	9.612	14.418	12.015	7.209	4.806	4.806	4.806	2.403
S Total		55.323	105.84	132.951	246.201	274.752	276.192	276.192	273.789
Average Absorption Coefficients		0.113557956	0.217241	0.272886	0.505339	0.563941	0.566897	0.566897	0.561964
R (Room Constant)		62.40981946	135.2141	182.548	497.7183	630.0797	637.7045	637.7045	625.0381
4/R (Reverberant Component)		0.064092478	0.029583	0.021876	0.008037	0.006348	0.006272	0.006272	0.0064
Room Correction (10log4/R)		-12	-15	-17	-21	-22	-22	-22	-22

Calculation of Generator Noise to Air Inlet/Air Outlet

Air Inlet

Room Reverberant Sound Pressure Level

Octave Band Centre Frequencies Hz.

		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Generator Set Noise Levels SPL dB @ 1 m		92	101	105	105	104	103	100	98
Reference Area =	110								
SWL correction	10logA	20	20	20	20	20	20	20	20
Generator Sound Power Level (SWL)		112	121	125	125	124	123	120	118
Room Correction		-12	-15	-17	-21	-22	-22	-22	-22
No /Sets =	3	5	5	5	5	5	5	5	5
SPL Reverberant		105	111	113	109	107	106	103	102

Air Inlet Noise Level

The direct sound component at the air inlet/outlet to the room is derived by applying the factor 10log (Q/4TTr2) to the set sound power level

The correction is	-17 Set 1
The correction is	-15 Set 2
The correction is	-17 Set 3

附件 iv

		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Direct SPL at Inlet	Set 1	95	104	108	108	107	106	103	102
Direct SPL at Inlet	Set 2	97	106	110	110	109	108	105	104
Direct SPL at Inlet	Set 3	95	104	108	108	107	106	104	102
Reverberant SPL at Inlet		105	111	112	109	107	106	103	102
Total SPL at 1m		106	113	115	115	114	113	110	109
SWL corr. (10logA-8)		3	3	3	3	3	3	3	3
SWL at Inlet		109	116	119	118	117	115	113	112
Inlet Attenuator Insertion Loss		20	-28	-50	-53	-55	-55	55	-55
Contribution from other inlets		3	3	3	3	3	3	3	3
End Reflection		0	0	0	0	0	0	0	0
SWL at Inlet Louvre		92	91	72	69	65	64	61	60
Distance Correction		11	-11	-11	-11	-11	11	11	-11
Directivity (Junction 2 surfaces)		7	8	8	8	9	9	9	9
SPL at specification distance		88	88	69	66	63	62	59	58
A Weighting		-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1
A Weighted SPL		62	72	60	63	63	63	60	57

Equivalent dBA Level = 74 dBA

Attenuator Code . VS ES 300/90/1650

<u>Calculation of Generator Noise to Air Inlet/Air Outlet</u> Air Outlet

Room Reverberant Sound Pressure Level

	Octave Band Centre Frequencies Hz.							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Generator Set Noise Levels SPL dB @ 1 m	92	101	92	105	104	103	100	99
Reference Area = 110								
SWL correction 10logA	20	20	20	20	20	20	20	20
Generator Sound Power Level (SWL)	112	121	112	125	124	123	120	119
Room Correction	12	-15	17	-21	-22	-22	-22	-22
No. of sets 3	5	5	5	5	5	5	5	5
SPL Reverberant	105	111	100	109	107	105	103	102

Air Outlet Noise Level

The direct sound component at the air inlet/outlet to the room is derived by applying the factor 10log (Q/4ΠR2) to the set sound power level

The correction is -15 Set 1
The correction is 13 Set 2
The correction is -15 Set 3

		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Direct SPL at Outlet	Set 1	96	105	96	109	105	107	104	103
Direct SPL at Outlet	Set 2	99	108	99	112	111	110	107	106
Direct SPL at Outlet	Set 3	96	105	96	109	108	107	104	103
Reverberant SPL at Outlet		105	111	100	109	107	106	103	102

附件 V

A
附件 V

SWL corr (1DegA &)	1	1	1	[illegible]	[illegible]	1	1	1
SWL at outlet	115	120	113	120	115	116	116	113
Outlet attenuator insertion loss	-21	-29.5	-57	-55	-55	-55	-55	-55
SWL at outlet louvre	95	90.5	50	65	64	63	61	58
Partial Screening from Chiller House	3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	3
Distance Correction 40m	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43
Directivity (Junction 2 surfaces)	7	8	5	9	9	9	9	9
SPL at specification distance	60	59.5	29	34	34	33	31	28
A Weighting	-26	-16	-9	-3	0	1	1	[illegible]
A Weighted SPL	30	43.5	20	31	34	34	32	2

Equivalent dBA Level = 15 dBA

Attenuator Code = VE BS 200/20-1500 1900mmW x 2700mmH x 1800mmL

Calculation of Noise Breakout from Plant Room

A (Wall)

Wall Area= 120

	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5
Distance to wall	[illegible]	5	7	15	20
SPL correction	-25	27	-25	32	34

Hz		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Reverberant SPL @ Wall		112	115	114	110	105	107	105	107
Direct SPL @ Wall	Set 1	57	50	82	85	81	85	80	77
Direct SPL @ Wall	Set 2	93	90	85	88	87	85	83	80
Direct SPL @ Wall	Set 3	97	90	82	85	83	82	90	77
Direct SPL @ Wall	Set 4	30	87	75	75	76	76	[illegible]	70
Direct SPL @ Wall	Set 5	77	[illegible]	73	75	74	72	[illegible]	68
Total SPL @ Wall		112	115	114	110	108	107	105	107
SWL corr. @ Wall	(10LOG A m)	15	15	15	15	15	15	16	15
SRI panels		-22	-24	36	45	-52	-55	-55	55
Add Septum plate		-10	-10	9	10	-16	-13	-15	-16
Distance Corrn	plane source 40m	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43
A Weighting		26	16	-9	-3	0	1	1	1
A Weighted SPL		25	37	32	30	31	12	8	2

Equivalent dBA level 39

VAC 100 10mwg plus 25mm plasterboard Septum plate

Combined Noise Level at site boundary (40m from facia) with walls and roof lined = 45dBA
Excludes contribution from mezzanine floor which should be minimal provided that all flanking paths are treated, such as riser ducts, floor slabs etc

Combined Noise Level at site boundary (40m from facia) with walls only lined= 50dBA.
Excludes contribution from mezzanine floor which should be minimal provided that all flanking paths are treated, such as riser ducts, floor slabs etc

If the walls are left unlined then the noise level at the site boundary would be 55 dBA
Excludes contribution from mezzanine floor which should be minimal provided that all flanking paths are treated, such as riser ducts, floor slabs etc

NB In all cases the front plant room wall must be lined with insulating panels as specified

附件 vi

LBJ Fabrications Ltd — *Plant Room Calculations*

Our Ref 7042   Cust Ref FSAT Telecom Dubai   *Engine Type*   5 No. Of Sets   FAT3516

Calculation of Noise within a Room

Calculation of Room Correction   Room treated

Width	=	30	m
Height	=	4	m
Length	=	12.5	m
Total Area	=	1020	m2
Wall Area	=	290.14	M2 S1
Floor Area	=	375	m2 S2
Roof Area	=	375	m2 S3
Attenuator Area		49.86	m2 S4

Directivity Factor (Q)	=	2	
Distance to inlet (r1)	=	6	m
Distance to outlet (r2)	=	5	m
Area of inlet opening	=	29.34	m2
Area of outlet opening	=	6.13	m2
Specification distance	=	50	m from IL
Specification distance	=	40	m from OIL
No of Inlets	=	1	
No. of Outlets	=	4	

Inlet 2	5	Inlet 3	6
Outlet 2	3	Outlet 3	9
		Inlet 4	14
		Outlet 4	12
		Inlet 5	20
		Outlet 5	19

Reverberant Component

Octave Band Centre Frequencies Hz

Absorption Coefficients (alpha)		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Walls	lined	0.15	0.3	0.4	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
Floor	concrete	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04
Roof	lined	0.15	0.3	0.4	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
Attenuators		0.2	0.3	0.25	0.15	0.1	0.1	0.1	0.05
S1	Walls	43.521	87.042	116.056	232.112	261.126	261.126	261.126	261.126
S2	Floor	3.75	7.5	7.5	7.5	11.25	15	15	15
S3	Roof	56.25	112.5	150	300	337.5	337.5	337.5	337.5
S4	Attenuators	9.972	14.958	12.465	7.479	4.986	4.986	4.986	2.493
S Total		113.493	222	286.021	547.091	614.862	618.612	618.612	616.119
Average Absorption Coefficients		0.104477018	0.20367	0.262405	0.501918	0.564084	0.567534	0.567534	0.565247
R (Room Constant)		126.6835455	278.7798	387.7749	1098.350	1410.551	1430.429	1430.429	1417.17
4/R (Reverberant Component)		0.03157474	0.014348	0.010316	0.003642	0.002836	0.002796	0.002796	0.002823
Room Correction (10log4/R)		-15	-18	-20	-24	-25	-26	-26	-26

Calculation of Generator Noise to Air Inlet(Air Outlet)   Air Inlet

Room Reverberant Sound Pressure Level

Octave Band Centre Frequencies Hz

		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Generator Set Noise Levels SPL at 1 m		99	105	106	105	105	105	103	99
Reference Area =	124								
SWL correction	10logA	21	21	21	21	21	21	21	21
Generator Sound Power Level (SWL)		120	126	127	127	126	126	124	120
Room Correction		-15	-18	-20	-24	-25	-26	-26	-26
No. Sets =	5	7	7	7	7	7	7	7	7
SPL Reverberant		112	115	114	110	108	107	105	101

Air Inlet Noise Level

The direct sound component at the air inlet/outlet to the room is derived by applying the factor 10log (Q/4TTr2) to the set sound power level

The correction is	-14	Set 1
The correction is	-19	Set 2
The correction is	-18	Set 3
The correction is	-25	Set 4
The correction is	-28	Set 5

		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Direct SPL at inlet	Set 1	102	108	109	109	108	108	106	102
Direct SPL at Inlet	Set 2	104	110	111	111	110	110	108	104

附件 vii

		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Direct SPL at Inlet	Set 3	102	105	109	109	108	105	100	102
Direct SPL at Inlet	Set 4	95	100	107	102	101	10	99	95
Direct SPL at Inlet	Set 5	92	95	99	99	98	95	96	92
Reverberant SPL at Inlet		112	115	114	110	108	107	105	102
Total SPL at I?		112	117	119	115	115	113	113	109
SWL corr (10logA 6)		9	9	9	9	9	9	9	9
Duct Loss		-1	-1	0	0	0	0	0	0
SWL at Inlet		121	125	128	125	124	124	122	118
Inlet Attenuator Insertion Loss		-8	11	-18	-25	-28	22	-20	-18
Bend Loss		-7	-7	5	-3	-3	3	3	3
Sound Power in one face of Penthouse		-3	2	2	2	3	2	-3	-2
SWL at Inlet Louvre		100	104	110	95	90	95	95	94
Distance Correction 50m		-45	45	-45	-45	-45	-45	-45	-45
Building Screen Effect path diff =0.6m		-10	-11	13	15	-19	21	-24	-30
Directivity 90deg		2	1	1	1	0	0	0	0
SPL at sensitive distance		50	49	49	34	25	30	27	19
A Weighting		26	16	9	3	0	1	1	1
A Weighted SPL		24	33	34	31	20	31	26	18

Equivalent dBA Level – 39 dBA

Attenuator Code – VSS ES 300/300/1800 M 1200W x 1800W x 3500 D in penthouse louvre

Calculation of Generator Noise to Air Inlet/Air Outlet　Air Outlet

Room Reverberant Sound Pressure Level

		Octave Band Centre Frequencies Hz.							
		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Generator Set Noise Levels SPL dB @ 1 m		99	105	99	106	106	103	103	99
Reference Area = 134									
SWL correction	10logA	21	21	21	21	21	21	21	21
Generator Sound Power Level (SWL)		120	126	120	127	126	126	124	120
Room Correction		-15	18	20	24	-24	-25	-24	-25
No. of sets 5		7	7	7	7	7	7	7	7
SPL Reverberant		112	115	107	110	109	107	106	102

Air Outlet Noise Level

The direct sound component at the air inlet/outlet to the room is derived by applying the factor 10log (Q/4πr2) to the set sound power level

The correction is -18 Set 1
The correction is -17 Set 2
The correction is -18 Set 3
The correction is -19 Set 4
The correction is -20 Set 5

		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Direct SPL at Outlet	Set 1	104	110	104	111	110	110	108	104
Direct SPL at Outlet	Set 2	105	111	108	115	114	114	112	108
Direct SPL at Outlet	Set 3	104	110	104	111	110	110	108	104
Direct SPL at Outlet	Set 4	103	107	101	106	107	107	105	101
Direct SPL at Outlet	Set 5	97	103	97	104	103	103	101	97
Reverberant SPL at Outlet		112	115	107	110	109	107	105	102
Total SPL at outlet		115	119	112	119	118	117	115	112

附件 viii

SWL corr (10logN) B	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
SWL at outlet	[illegible]	120	113	120	[illegible]	113	116	113
Outlet attenuator Insertion Loss	-21	-29.5	-53	-56	-55	-55	-55	-55
SWL at outlet louvre	95	90.5	50	65	54	55	51	58
Number of outlets = 5	[illegible]	[illegible]	7	[illegible]	7	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Partial Screening from Chiller House	3	3	-3	-3	-3	-3	-3	[illegible]
Distance Correction 40m	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43
Directivity (louvres in 2 surfaces)	7	9	5	8	5	8	0	[illegible]
SPL at specification distance	63	65.5	29	34	34	33	31	28
A Weighting	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1
A Weighted SPL	37	49.5	20	31	34	34	32	27

Equivalent dBA Level = 49 dBA

Attenuator Code – VT ES 100/70 1500 1900mmW x 2700mmH x 1500mmL

Calculation of Noise Breakout from Plant Room

A. Walls

Wall Areas 120

	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5
Distance from wall =	1	5	7	15	20
SPL correction =	-25	22	25	32	32

Hz		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Reverberant SPL @ Wall		112	115	114	110	105	107	105	102
Direct SPL @ Wall	Set 1	97	90	92	95	93	87	83	77
Direct SPL @ Wall	Set 2	90	90	95	56	85	85	83	80
Direct SPL @ Wall	Set 3	87	90	92	85	83	82	80	77
Direct SPL @ Wall	Set 4	80	83	75	78	78	76	73	70
Direct SPL @ Wall	Set 5	78	[illegible]	73	75	74	73	71	68
Total SPL @ Wall		112	115	114	110	108	107	105	102
SWL corr. @ Wall	(10LOG A 6)	15	15	15	15	15	15	15	15
SRI panels		-27	-24	-38	-43	-52	-55	-55	-45
Add Section able		-10	-10	9	16	-15	-15	-15	-10
Distance Corr.	plane source 40m	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43
A Weighting		26	16	-9	-3	0	1	1	1
A Weighted SPL		25	37	32	18	11	12	8	2

Equivalent dBA level 39

VAC 100 10swg plus 25mm plasterboard Septum plate

Combined Noise Level at site boundary (40m from facia) with walls and roof lined = 45dBA
Excludes contribution from mezzanine floor which should be minimal provided that all flanking paths are treated, such as riser ducts, floor slabs etc

Combined Noise Level at site boundary (40m from facia) with walls only lined = 50dBA
Excludes contribution from mezzanine floor which should be minimal provided that all flanking paths are treated, such as riser ducts, floor slabs etc

If the walls are left unlined then the noise level at the site boundary would be 58 dBA
Excludes contribution from mezzanine floor which should be minimal provided that all flanking paths are treated, such as riser ducts, floor slabs etc

NB in all cases the four plant room wall must be lined with insulating panels as specified

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