

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

台中九、十號機煤灰處理系統
運轉及維護相關技術研習

服務機關：台灣電力公司

職 稱：主辦汽機審核員

姓 名：花 敬 翰

派赴國家：澳大利亞

出國期間：94.10.17 ~ 94.10.28

報告日期：94.12.13

出國報告審核表

出國報告名稱：台中九、十號機煤灰處理系統運轉及維護相關技術研習

出國人姓名	職稱	服務單位
花敬翰	主辦汽機審核員	核能火力發電工程處

出國期間：94年10月17日至94年10月28日

報告繳交日期：94年12月16日

出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整（本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」） <input checked="" type="checkbox"/> 3.內容充實完備。 <input checked="" type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> （1）不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> （2）以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> （3）內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> （4）電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> （5）未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 8.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input checked="" type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 9.其他處理意見及方式：
--------------	--

層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分_____（填寫審核意見編號） <input type="checkbox"/> 退回補正，原因：_____（填寫審核意見編號） <input type="checkbox"/> 其他處理意見：
----------	---

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

報告人： 單位主管： 主管處主管： 總經理： 副總經理：

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：台中九、十號機煤灰處理系統運轉及維護相關技術研習

頁數 25 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

花敬翰/台灣電力公司/核能火力發電工程處/主辦汽機審核員/(02)2322-9562

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：94 年 10 月 17 日至 94 年 10 月 28 日 出國地區：澳大利亞

報告日期：94 年 12 月 16 日

分類號/目

關鍵詞：煤灰處理系統、飛灰、底灰、灰漿泵

內容摘要：（二百至三百字）

台中發電廠次臨界 55 萬瓩燃煤火力發電機組之主要燃料為進口煤炭，為符合日漸嚴格之環保要求，妥善地收集及回收燃燒後的大量煤灰，將可有效降低對自然環境所造成之衝擊。煤灰處理系統不僅對環境保護而且對電廠能否正常運轉關係甚巨，煤灰處理系統由飛灰傳送系統、底灰輸送系統及出灰轉換系統所組成，各項設備性能的優劣對節省維護人力、耗能及提升全廠可用率之影響甚巨，為燃煤機組重要設備之一，需充分掌握運轉、維護上應注意的事項，可讓設備停用之機率降至最低，將使得機組順利發電及安全穩定運轉。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

目 錄

頁次

壹、國外公務之內容與過程	5
貳、國外公務之心得與感想	6
參、出國期間所遭遇之特殊事項	22
肆、對本公司之具體建議	23

壹、國外公務之目的與過程

本次出國係前往澳大利亞雪梨的 Warman Pump，任務主要目的為研習及觀摩台中九、十號機煤灰處理系統運轉維護相關技術，研習期間並與 Eraring energy 公司的現場工程師討論煤灰處理系統的設計理念，分享其豐富的運轉維護經驗，研習將來若於運轉中遇到煤灰處理系統故障及維護保養情況之因應對策。

本次公務出國期間共計十二天，其行程為：

94 年 10 月 17~18 日 ： 往程，台北往澳大利亞。

94 年 10 月 19 日至 94 年 10 月 27 日 ： 在澳大利亞雪梨研習煤灰處理系統之運轉及維護作業相關技術，由德邁克(Demech)公司 Mr. A. V. Laad 及 Eraring energy Mr. Michael Mortiss 安排研習事宜。

94 年 10 月 28 日 ： 返程，澳大利亞回台北。

貳、國外公務之心得與感想

根據經濟部能源局的統計，93 年全台灣總共進口 5,161 萬公噸煤炭，台電進口量約佔全國的一半，共計 2,445 萬公噸煤炭為台電燃煤發電機組的主燃料。由於台電燃煤火力發電機組均採用粉煤燃燒 (Pulverized Coal Combustion) 方式，將煤炭碾碎研磨成細粉後再噴入鍋爐燃燒，爐膛內的溫度常高於 1200°C，甚至高達 1600°C，煤粉在燃燒過程中會將大部分含碳可燃物質耗盡，剩下的未燃碳及無機礦物成份則成為灰燼，少部份較重的熔融灰燼或燃燒不完全的顆粒會沉降在鍋爐底部的底灰斗成為「底灰」(約佔 10%~20%)，大部份輕質不燃物及少量未燃碳，則會隨著煙氣道排放至煙囪，流經靜電集塵器時，煙氣的灰燼幾乎都會被吸附下來，稱為「飛灰」(約佔 75%~85%)，底灰與飛灰二者總稱為煤灰，此發電後所產生的副產品將由煤灰處理系統傳送至灰塘或者以卡車裝運出廠。目前台電產生的煤灰中，約有 4/5 的飛灰，其餘 1/5 則為底灰，據 93 年統計，全年度發電後產生約 153 萬公噸的煤灰中，飛灰量為 123 萬公噸(佔 80.4%)，底灰則為 30 萬公噸(佔 19.6%)。

煤灰的形成始於送進鍋爐燃燒器之細粉煤，點燃的粉煤會隨著高溫氣流上升，而後經鍋爐的過熱器，最後到達空氣預熱器時，溫度已降至 200°C~350°C，在降溫過程中熔融灰燼會因迅速冷卻固化而形成顆粒狀，由於表面張力的作用，飛灰大部分表面光滑呈球狀，部分在熔融狀態下互相碰撞，會形成表面粗糙、稜角較多的蜂窩狀組合粒。燃煤鍋爐底部灰斗之熔灰經過水淬、冷卻及軋碎的煤灰渣，其顆粒較粗。一般煤灰的粒徑在 0.005mm~2mm 之間，90%以上小於 0.1mm，底灰粒徑約 0.1mm~2.0mm，細底灰的與砂相當 (0.1mm~5mm) 約佔 50%~70%，粗的則與碎石相當，一般煤灰的 pH 值呈鹼性，其化學成份以礬土、砂石、氧化鐵及氧化鈣含量佔多數。

台中火力發電廠 84 年底灰之 C、H、N 元素分析值比為 5.02 : 0.31 : 0.21。

台灣電力公司試驗所 89 年曾對台中火力發電廠煤灰成分進行分析，各化學組成百分比如下表所示。

台中火力發電廠煤灰之成份及 pH 值分析表

樣品組成 (%)	中一機飛灰	中二機飛灰	中三機飛灰	中四機飛灰	中五機飛灰	中六機飛灰	中七機飛灰	中七機底灰	中八機飛灰
Al ₂ O ₃	27.75	24.53	25.27	24.94	26.43	25.35	23.01	20.36	23.90
CaO	6.38	3.33	4.31	3.17	4.83	3.54	1.67	11.85	3.21
Fe ₂ O ₃	4.88	5.43	6.21	5.90	4.21	7.14	6.59	6.82	8.09
K ₂ O	1.44	2.20	2.39	2.32	1.54	2.15	2.16	1.40	2.30
MgO	2.08	1.78	2.19	1.85	1.72	1.86	1.51	1.62	2.06
Na ₂ O	0.49	0.76	0.83	0.65	0.36	0.49	0.41	0.67	0.47
SiO ₂	47.21	57.74	54.93	54.64	47.20	50.18	53.71	53.36	51.98
TiO ₂	1.41	0.95	1.04	1.00	1.27	1.03	0.91	0.97	0.97
SO ₃	0.95	0.69	0.76	0.71	0.58	1.18	0.71	0.21	0.67
pH值	9.72	8.40	8.51	8.54	11.98	8.49	8.60	8.92	9.87

資料來源：台灣電力公司試驗所試驗報告，2000。

飛灰本身不會吸水結成硬塊，必須與水及鹼物質三者共存情況才會結成硬固體，這種性質特稱為”卜作嵐 (Pozzolan)”，當煤粉燃燒達 1000°C~1200°C 以上時，其中所含的粘土等礦物呈熔融狀態，經急速冷卻而成非結晶質或玻璃質之細顆粒飛灰，始具有卜作嵐活性；冷卻速度愈快，玻璃質含量愈高，活性愈佳，對混凝土性質的增進效果愈顯著。飛灰中含有豐富之氧化矽 (SiO₂)、氧化鋁 (Al₂O₃) 以及氧化鐵 (Fe₂O₃)，其結構為玻璃質球狀物，粒徑約在 0.4μm~100μm 之間，比重為 2.0~2.2。當卜作嵐反應發生時，飛灰中的 SiO₂ 與 Al₂O₃ 與水泥漿體中之氫氧化鈣 (Ca(OH)₂) 反應，再形成水化矽酸鈣、水化矽鋁酸鈣、水化鋁酸鈣等鈣鋁鹽類 (C-A-H) 以及低密度的鈣矽膠體 (C-S-H)，

可填塞混凝土中微小的孔隙，並提高骨材介面鍵結強度，改善工作性，添加的飛灰亦會影響新拌混凝土的用水量、稠度與膠結特性。

飛灰由於煤碳的來源不同，所生產的飛灰根據美國 ASTM C618 及我國 CNS 3060 標準規範可分為 C 類 (Class C) 及 F 類 (Class F) 兩種，C 級飛灰為燃燒褐煤(lignite)或次煙煤 (sub-bituminous) 所產生，又稱為高鈣飛灰，呈淡褐色，若赤鐵礦含量較高則褐色愈明顯，而未燃碳的存在則是煤灰顏色呈現黑色的原因，燒失量 (LOI) 較大的煤灰，目視可見到許多黑色碳粒，這些煤具有活性碳吸附性，會影響煤灰的使用性。其化學組成中 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 > 50\%$ ，一般含鈣質 (CaO) 高於 10% 以上，除具有卜作嵐性質外，也具有若干膠結性，常溫下遇水會起水化作用，而自行硬化結塊。F 級飛灰主要為燃燒無煙煤 (anthracite) 或煙煤 (bituminous) 產生，一般呈淺灰或灰色，其化學組成中 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 > 70\%$ ，一般含鈣質較低，其僅具卜作嵐活性。台電燃煤火力發電廠所使用的煤源有澳洲煤、南非煤、加拿大煤、印尼煤及阿拉斯加煤等，所生產的飛灰除了阿拉斯加煤是 C 級飛灰外，大部份屬於 F 級。

煤灰於 85.11.05 起屬於環保署公告之「一般事業廢棄物再利用之類別」，為可再利用之物質，以飛灰作為混凝土的礦物摻料，有降低水泥生產成本、提升混凝土防水效能、減少膨脹收縮與裂縫、增加混凝土長期強度、抗彎強度、工作度及抗硫酸鹽、氯鹽與海水之化學腐蝕能力等優點，同時可避免飛灰棄置所可能造成的環境污染問題，近年來，經濟部工業局積極地輔導發展事業廢棄物資源化產業，並制定資源化產品品質或技術相關規範等，目前各電廠所有飛灰幾乎都是採用灰罐車裝運出電廠，快速而且裝卸方便，已廣泛應用於水泥製造、預拌混凝土及土木建築工程等。

台中第 9、10 號機之煤灰處理系統 (合約編號 8198911M0051)，係由印度德邁克(Demech)公司供應，每部機各有一套煤灰處理系統，每套煤灰處理系

統由「飛灰傳送系統」、「底灰輸送系統」及「出灰轉換系統」三個子系統所組成。

一、飛灰傳送系統

飛灰是以乾灰的形式傳送至飛灰倉，每部機之靜電集塵器 (ESP) 共有 64 個灰斗可收集飛灰。每部機各有兩台馬力 315kW 的吹灰鼓風機 (blower) 來提供輸送飛灰用的空氣，另有兩台擾動鼓風機和兩台空氣預熱器用來提供鼓動空氣供給灰斗用。

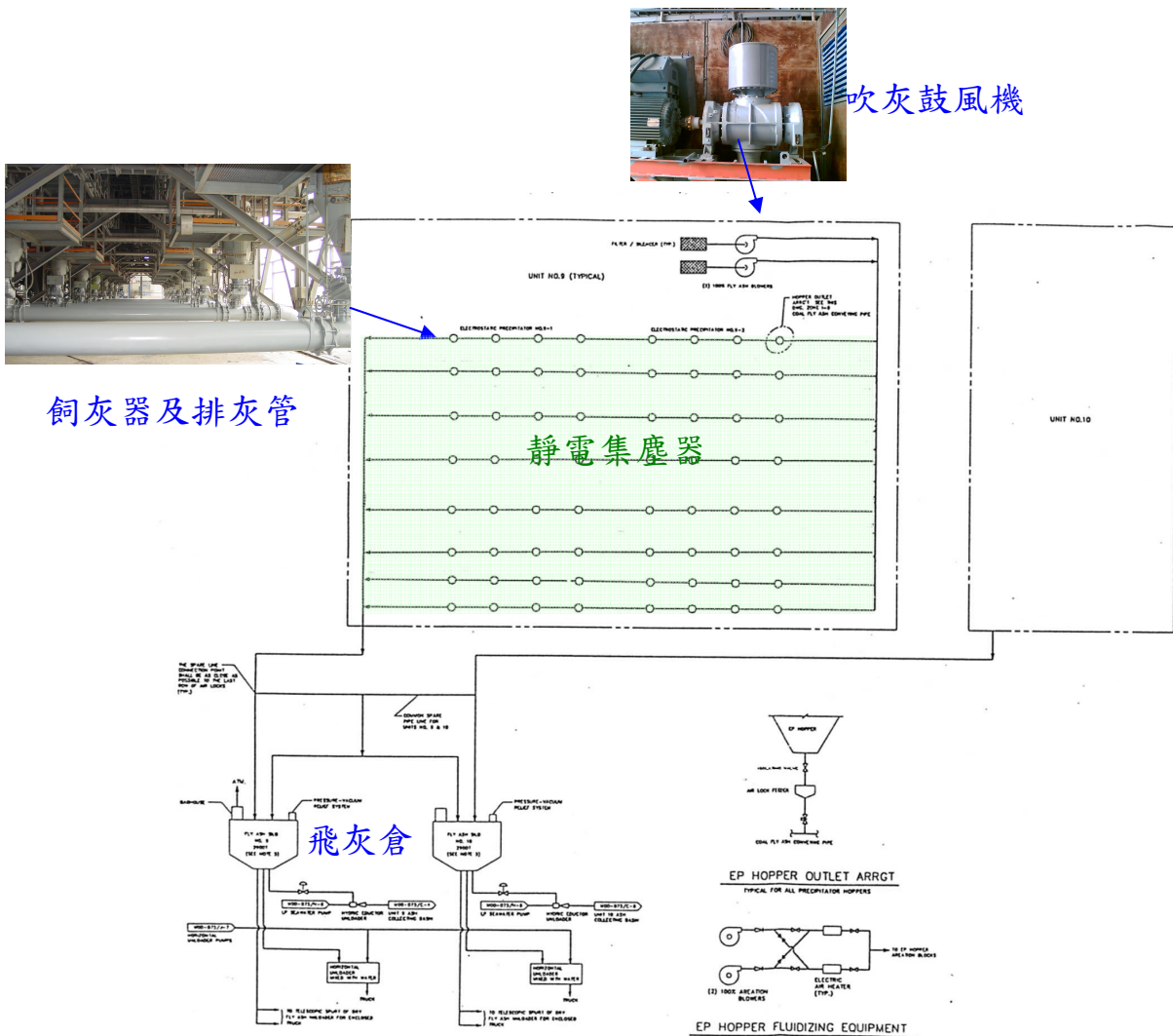


圖 1：飛灰傳送系統架構

每部機各有一座灰倉，每座灰倉可儲存的灰容量為 2,900 噸，每座灰倉各有四個卸灰點，兩個伸縮管卸灰機可將乾灰卸進兩部封閉式的灰罐車中載走，一個水力引灰器用來傳送灰漿至轉換區收集槽，一個臥式卸灰機將飛灰混入海水攪拌後，以卡車運載出廠。

每部機組之靜電集塵器有 64 個集灰斗（共分為 8 列，每列 8 個），每一個靜電集塵器集灰斗下方皆有一個氣鎖餵灰器，設有餵灰器本體、進口閥、壓力閥、通氣閥、出口閥及灰位開關。飛灰傳送系統將每列區分為 2 組，每組含有 4 個氣鎖餵灰器（以編號 1、3、5、7 及編號 2、4、6、8 之氣鎖餵灰器編成 2 組）同一時間僅允許其中一組氣鎖餵灰器出灰，管路的壓力則藉由輸灰管路上之壓力傳送器顯示在電腦工作站上，飛灰傳送系統可透過自動、手動及現場三種方式操作模式來控制：

自動操作模式要求飛灰傳輸管線與灰倉通氣系統需在正常狀態，其次為輸灰之空氣系統需達一定之壓力，且達到必要之溫度。系統提供的 2 台飛灰吹灰鼓風機，其中一台可預設為”優先”，另一台則自動成為”備用”，當”優先”之吹灰鼓風機故障時，”備用”的那一台可自動取代運轉，且工作站上亦會有警報產生。此外，每一台吹灰鼓風機有”LOCKOUT”、”STOP”、”AUTO”及”START”等四種運轉操作模式可供選擇。當系統由 CRT 工作站接收到啟動的命令後，系統將檢查下述幾個系統連鎖狀態：

- 1.靜電集塵器鼓風機已經啟動，且輸送的空氣已達到預設之溫度。
- 2.被選擇之灰倉尚有可裝灰之空間。若灰倉剩餘之空間不足時，則系統將會檢查另一只灰倉是否有足夠之空間，若有，將會切換至空的灰倉，而系統亦會在一段時間後再次檢查原選擇之灰倉，並將結果顯示在工作站上。
- 3.所有指向被選擇灰倉之輸灰管管路上之控制閥閥位，皆已到達開啟的位置。
- 4.灰倉氣袋式過濾器通氣扇已啟動（氣袋式過濾器系統會在飛灰輸送前啟動，在飛灰停止輸送後氣

袋式過濾器才會停止運轉)。5.灰倉氣袋式過濾器系統已正常運轉，無異常信號回傳。6.管路空氣壓力正常。7.飛灰吹灰鼓風機出口閥已達開啟位置。

若上述之連鎖狀態皆成立無異常，系統將啟動飛灰吹灰鼓風機。並進行下述之飛灰排灰程序：a.第1列第1組（4個氣鎖餵灰器）將開始裝灰，此時被選擇之空氣傳送管路控制閥將打開。b.氣鎖餵灰器無高灰位信號（若有高灰位信號，則工作站上會有警報指示），氣鎖餵灰器先開始裝灰程序。c.氣鎖餵灰器出口閥關閉。d.通氣閥打開。e.進口閥打開，並開始計算裝灰時間。f.系統將等餵灰器高灰位信號傳回或達預定之裝灰時間，若已達預定裝灰時間，而餵灰器高灰位信號尚未傳回，則將有一警報產生提醒運轉人員。g.關閉進口閥。h.關閉通氣閥。i.系統將等到四只氣鎖餵灰器全部完成上述之裝灰程序，才會繼續進行氣鎖餵灰器之排灰程序。j.開始計算排灰時間（即啟動記數器）。k.打開壓力閥。l.打開排灰出口閥。m.飛灰排放輸送將一直持續到管路上的壓力開關（設定值為管路無灰時之管路壓力）動作或已到排灰記數器之預設時間（若排灰記數器之預設時間先到，則工作站上將會有警報產生，若壓力開關先動作，則記數器將歸零，代表本組四只氣鎖餵灰器內之飛灰已全部清空排放完成）。n.在完成步驟d之排灰動作後，關閉壓力閥，o.關閉排灰出口閥，p.打開通氣閥，q.若記數器仍在記數，則歸零。

當一組餵灰器在排灰時，同一列上之另一組餵灰器則進行裝灰程序，不管在任何時間僅允許一組餵灰器進行排灰程序。若在排灰過程中管路上之壓力開關（設定值為管路正常輸灰時積灰之壓力）動作，則工作站上將有“管路阻塞”之警報產生，同時氣鎖餵灰器之出口閥將關閉，系統將等另一只壓力開關（設定值為管路無灰時之管路壓力）動作，表示管路阻塞現象已排除，如此系統才會再次開啟餵灰器之出口閥，繼續未完成之程序。在排灰過程中，若發生上述“管路阻塞”之狀況，此列氣鎖餵灰器之飛灰排放程序將再重複一次。不同列之氣鎖餵灰器其裝灰及排灰循環次數有所不同，其循環次數如下：第一種出

灰順序：第一列氣鎖飼灰器8次循環（裝灰及排灰）、第二列氣鎖飼灰器3次循環（裝灰及排灰）、第三列氣鎖飼灰器2次循環（裝灰及排灰）、第四、五、六、七列氣鎖飼灰器各1次循環（裝灰及排灰）、第八列氣鎖飼灰器0次循環（裝灰及排灰）。第二種出灰順序：第一列氣鎖飼灰器8次循環（裝灰及排灰）、第二列氣鎖飼灰器3次循環（裝灰及排灰）、第三列氣鎖飼灰器2次循環（裝灰及排灰）、第四、五、六、七、八列氣鎖飼灰器各1次循環（裝灰及排灰）。

在飛灰自動排放過程中，第一種及第二種出灰順序將會輪流運作出灰，以達到系統使用之最大效率。在自動順序操作模式時，在緊急情況下亦可以將一只特定之氣鎖飼灰器或一組飼灰器予以隔離（跳過），這些被隔離（跳過）之飼灰器將可透過手動方式個別出灰。

手動操作模式：在輸灰傳送空氣及通氣空氣系統皆已起動時，每一列氣鎖飼灰器皆可利用手動的模式起動，操作人員在工作站上選擇特定之氣鎖飼灰器再按下螢幕面板啟動鈕後，被選擇之飼灰器即會依自動模式的運作方式裝灰與排灰，在完成整個裝灰、排灰程序後，將在工作站上顯示一訊息，通知操作人員。手動操作模式下飛灰吹灰鼓風機皆須經由工作站上螢幕面板選擇”START”鈕啟動，且由選擇螢幕面板上之”STOP”鈕停止運轉。

現場操作模式：此種操作模式必須經由工作站選擇。第一列及第二列氣鎖飼灰器可透過工作站選擇現場操作，且在輸灰傳送空氣及通氣空氣系統皆已起動且正常工作的情形下時，進行裝灰及排灰的操作。前兩列氣鎖飼灰器各有一只現場控制盤，當運轉人員在工作站上選擇此兩列飼灰器時，相對應之現場控制盤上的指示燈即會亮起，現場操作人員即可透過現場控制盤上之選擇開關，選擇想要出灰之飼灰器，系統會在現場控制盤上顯示被選擇的飼灰器的燈號，這些飼灰器相對應之靜電集塵器集灰斗，若有高灰位信號，系統會顯示在現場

控制盤上。現場操作人員可透過現場控制盤上之按鈕開關及選擇開關來操作氣鎖飼灰器上之設備，以完成裝灰及排灰的工作。在操作的過程中，若有任何操作錯誤或警報發生，現場控制盤上之共同警報燈號將會亮起，以提醒操作人員。若想將現場操作模式切換至手動操作模式或自動操作模式，則僅能透過工作站來操作。

每座飛灰倉設有兩台灰倉通氣鼓風機及加熱器，在任何操作模式下，若灰倉有高灰位信號時，系統將啟動鼓風機，反之若灰倉出現低灰位信號，則鼓風機將會停止運轉。在鼓風機運轉前，系統會先確認灰倉之氣袋式過濾器系統運轉正常，確保空氣流通。其中一台鼓風機可預設為"優先"，另一台則自動成為"備用"，當"優先"之鼓風機故障時，"備用"的那一台會自動取代運轉，加熱器則繼續運轉，工作站上亦會有警報產生。此外每一台鼓風機在工作站上

有"STOP"、"AUTO"及"START"等三種運轉操作模式可供選擇。在手動模式下可在工作站上選擇"START"模式啟動鼓風機。任何一台加熱器可預設為"優先"，另一台則自動成為"備用"，當由溫度傳送器偵測到運轉之加熱器故障時，系統可自動切換適當之進、出口閥，使"備用"的加熱器可立即替代運轉。若系統偵測兩只灰倉間（九號機及十號機）任一灰倉之氣袋式過濾器堵塞，兩只灰倉間之壓力平衡閥即會打開，使灰倉內之空氣壓力保持正常狀態。

二、底灰輸送系統：

底灰輸送系統會先將黃鐵礦渣、省煤器及空氣預熱器積灰收集起來，經兩具高壓海水泵以海水混合成漿狀後輸送到轉換區收集槽，黃鐵礦渣係從 5 台粉煤機之黃鐵礦渣暫存箱收集而來，每個黃鐵礦渣暫存箱容量有 0.5 立方公尺，其下方各有一個水力引灰器。省煤器積灰（乾灰）從 7 只省煤器灰斗收集後，儲存在灰斗下方的兩個輔助儲存槽，約可儲存運轉 12 小時的灰量，每一個輔助儲存槽下方各有一個水力引灰器。空氣預熱器積灰（乾灰）直接收集並儲存在灰斗下方的輔助儲存槽（共 12 只）中，每個輔助儲存槽可儲存 12 小時的灰量，每個輔助儲存槽下方各裝有一個水力引灰器。

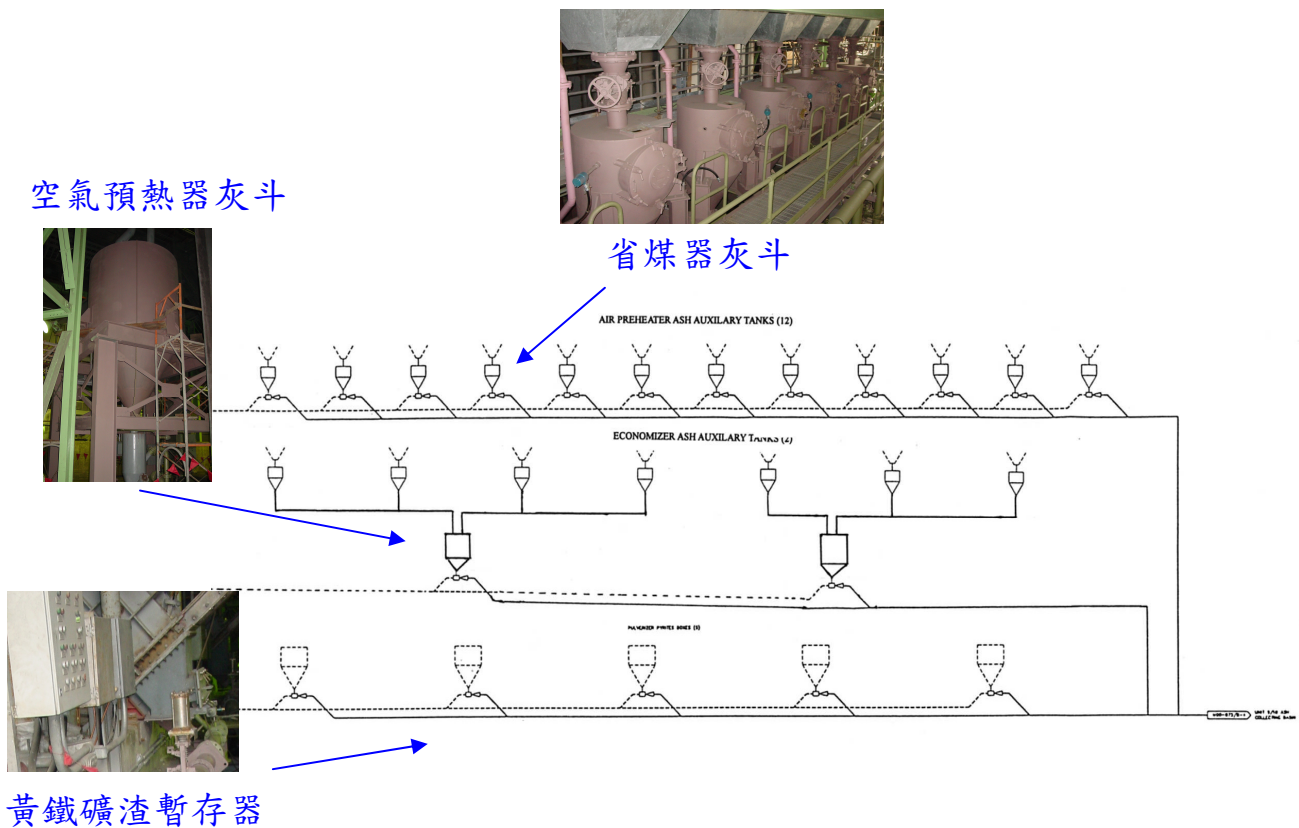


圖 2：底灰系統架構

述三個子系統皆是透過高壓水泵經共同之傳輸管路，以海水將礦渣、煤灰

輸送至轉換區收集槽。底灰系統之操控與飛灰系統一樣，可透過控制室之工作站以遙控的方式，進行自動操作及手動操作的運轉模式，亦可透過工作站切換至現場操作模式，在現場以現場控制盤操作出灰程序。系統可在自動操作模式下達到最大之出灰量，而透過手動操作模式及現場操作模式，則可對個別的輔助儲存槽出灰。

底灰系統主要的設備及用途：

- 1.黃鐵礦渣水力引灰器：用以運送濕灰，位於黃鐵礦渣暫存箱下方，每部機五只，入口尺寸 150mm。
- 2.省煤器及空氣加熱器水力引灰器：用以運送濕灰，位於輔助儲存槽下方，省煤器有 2 只，空氣預熱器有 12 只，入口尺寸 150mm。
- 3.高壓海水泵：用以提供濕灰運送用之海水，靠近靜電集塵器，每部機兩台，流量 260 立方米/每小時，驅動馬達額定功率 150KW、頻率 60Hz、電壓 460V，轉速 1,780rpm。
- 4.真空泵：用以引發高壓海水泵打水，靠近高壓海水泵，每部機 1 台，驅動馬達額定功率 7.5KW、頻率 60Hz、電壓 460V，轉速 1,730rpm。
- 5.引發槽：用以引發高壓水泵，靠近高壓海水泵，每部機 1 台，外徑 800 mm，入口嘴管一只。
- 6.省煤器輔助儲存槽：在省煤器灰斗下方，每部機兩只（一只給 3 個灰斗用，另一只給 4 個灰斗用），灰儲存量 5.1 噸（3 個灰斗的輔助槽）、6.9 噸（4 個灰斗的輔助槽），內徑尺寸 2,200 mm及 2,500 mm，入口嘴管 2 只，出口嘴管 1 只。
- 7.空氣預熱器輔助儲存槽：在空氣預熱器灰斗下方，每部機 12 只，灰儲存量每只 1 噸，內徑尺寸 1,000 mm，入口嘴管 1 只，出口嘴管 1 只。
- 8.灰漿輸送管：輸送灰漿從水力引灰器到轉換區收集槽。

三、出灰轉換系統：

出灰轉換系統包括轉換區收集槽、污水坑、灰漿泵、低壓海水泵、水封泵、臥式灰漿泵、沉水污水泵、排灰管路等，每小時出灰處理能力約 50TPH。每部機各有一個收集槽，緊鄰飛灰倉，用以收集從底灰系統及飛灰系統輸送過來的灰漿。飛灰系統之灰漿主要來源為灰倉，經由其下方的水力引灰器傳送。底灰系統來源有三：1.黃鐵礦渣系統的五只水力引灰器 2.省煤器系統的二只水力引灰器 3.空氣預熱器系統十二只力引灰器。

上述水力引灰器將會依序動作，在同一時間只能有一只水力引灰器動作，將灰漿排放至轉換區收集槽。每部機各有專屬的收集槽（Collecting Tank），但若遇設備檢修或故障時亦可經由另一部機之收集槽經由排灰管路傳送至灰塘棄置，排灰管路中間設計有交互的連接，可讓三組灰漿泵互換排灰路徑。

台中第九、十號發電機組兩部機共裝設三組灰漿泵，每一組由兩台灰漿泵串列使用，每部機各有一組專屬的灰漿泵，另有一組灰漿泵是同時做為兩部機的備用，這組備用的灰漿泵可隨時接替將灰漿傳送至灰塘排放。在污水坑中有兩台沉水泵，收集槽溢流出來的水流入污水坑中後，再抽回收集槽。

出灰轉換系統主要的設備及用途：

1、收集槽

用以暫時儲存灰漿，設於兩座飛灰倉（Ash Silo）旁，每部機各一座離地面約 2 層樓高之加強型混凝土結構（RCC）收集槽，每個收集槽之設計工作容量（Active Volume）為 150 立方米，至溢流之最大容量（Gross Volume）為 180 立方米，尺寸約 17m×5m×9m（L×B×H），每槽各有兩根外徑 250DN 之出口排放管，另預留一排放管，每槽配置一根外徑 250DN 溢流管，由一只超音波灰位傳送器及灰液位開關來偵測灰液位，灰液位設定點共有”High

High”、”High”、”Normal”、”Normal Low”、”Low”5種。



出灰轉換系統灰漿收集槽內及外觀

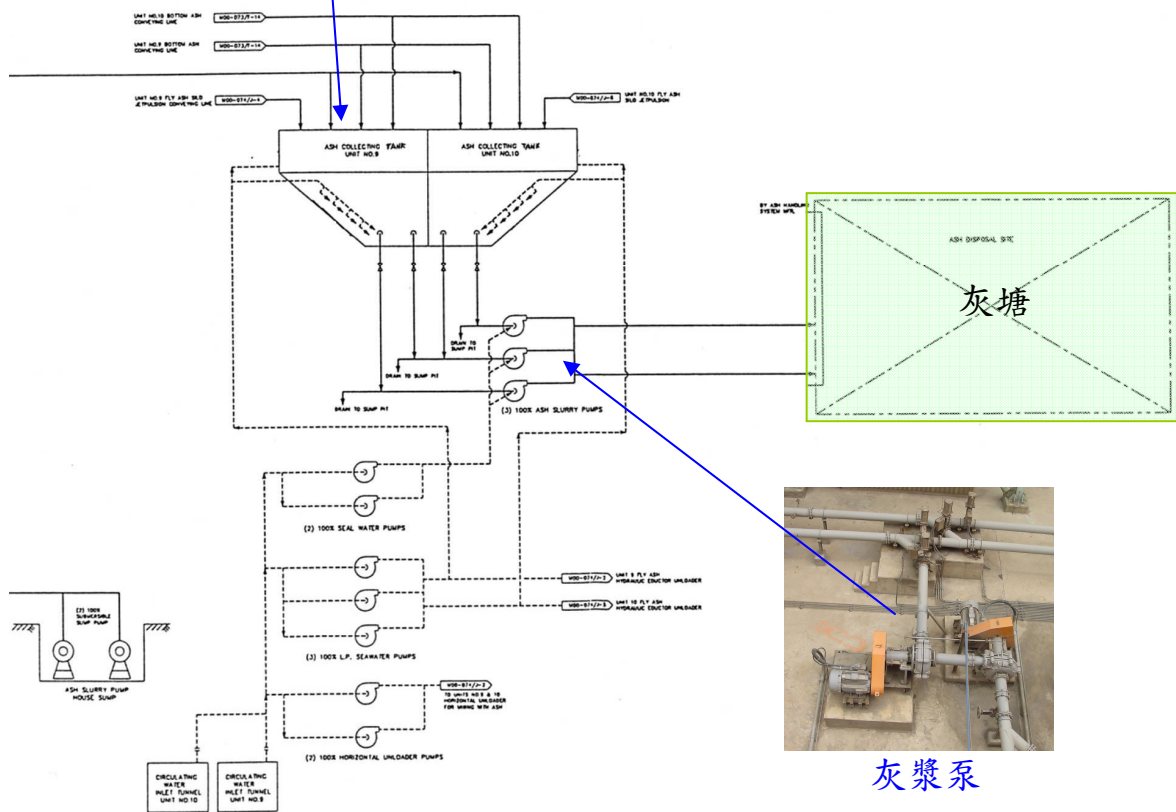


圖 3：出灰轉換系統架構圖

2. 灰漿泵 (Ash Slurry Pump)

一般處理 8~400Mesh 且重量百分率 10%以下之混合液之泵稱為泥漿泵，多

採用開放型葉輪。台中發電廠全廠使用的灰漿泵均為 Warman Pump 所提供，係設計用來輸送轉換區收集槽內的灰漿到灰塘，位置靠近轉換區收集槽，第一~十號機數量均設計為 3 組，第一~四及九、十號機每一組由兩台臥式灰漿泵串列使用，第五~八機則因為距離灰塘較遠，採三台臥式灰漿泵串列使用，第九、十號機灰漿泵的出口壓力為 35mLC，流量 340 立方米/每小時，每台灰漿泵重量 1,648Kg，採屋外形設計，屬 Warman 8/6、AH 型、ZV-DRIVE 型式灰漿泵，驅動馬達為 Alstom 公司之 75KW，轉速 1,760rpm，頻率 60Hz、電壓 460V。

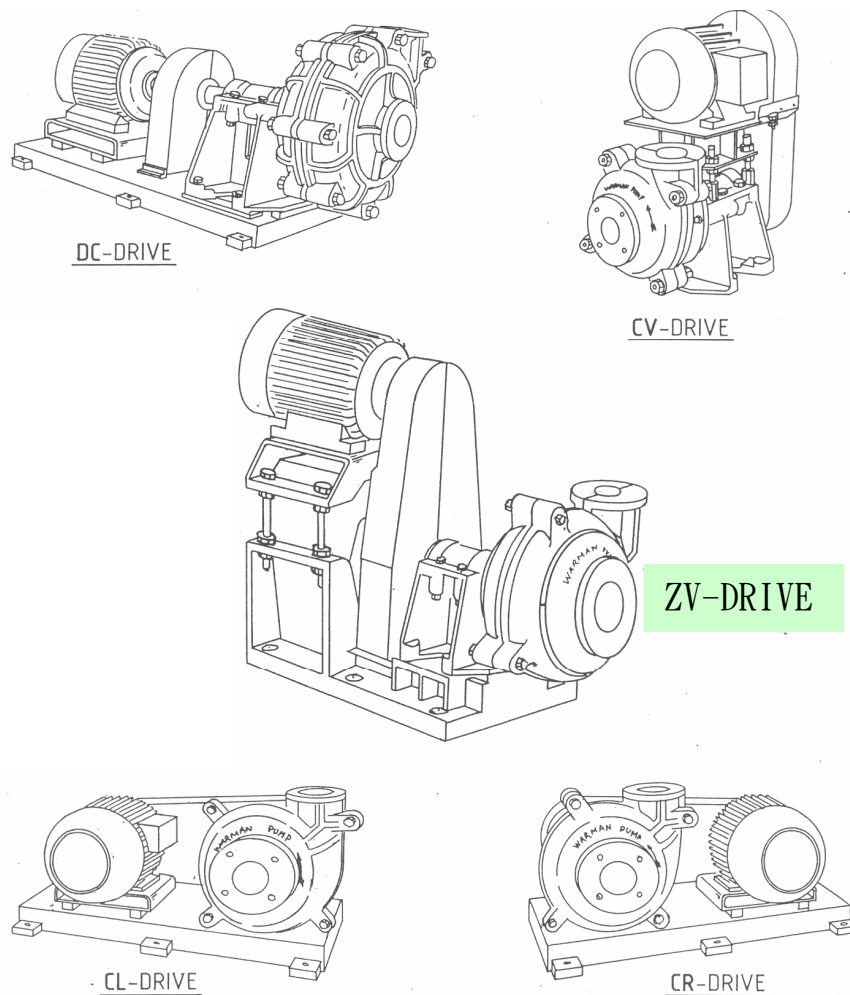


圖 4：Warman Pump ZV-DRIVE 型式灰漿泵



圖 5：Eraring 電廠第一級灰漿泵

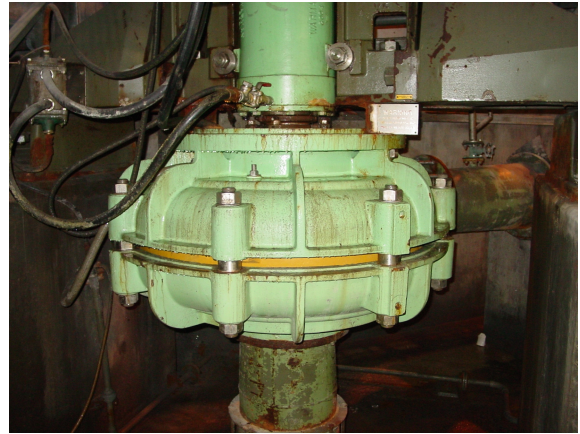


圖 6：Eraring 電廠第二級灰漿泵



圖 7：Warman 立式灰漿泵軸承



圖 8：灰漿泵葉輪及維修手推車



圖 9：Eraring 電廠排灰管線

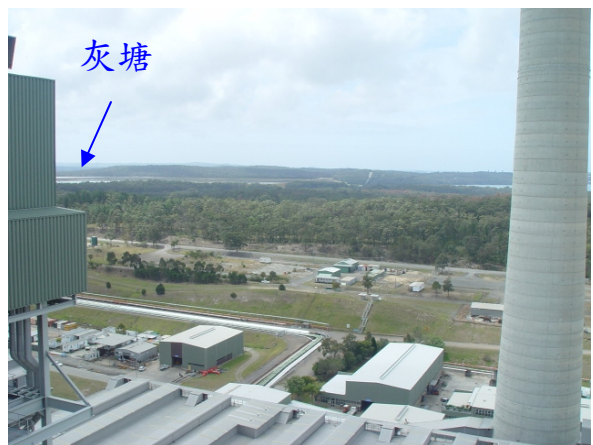


圖 10：Eraring 電廠灰塘及排灰管線

澳洲 Eraring 電廠的設計則是將立式灰漿泵安置於地下樓層，採屋內型設計，於天候不佳時有利現場工作人員運轉及維護，電壓 3,300V、頻率 50Hz、355kW 的馬達則置於地面層，此種設計是因為灰漿泵的入口需要有一經常的推力作用來將灰漿送入泵中，可有較大之淨正吸引高度 NPSH(Net-Positive Suction head)，一般泵的 NPSH 值係以泵之軸心為基準點常以液柱來表示，泵的另一種推力為泵正常運轉所須之推進力，稱為”必須淨正吸引高度”，當離心泵之阻抗損失如吸入口至葉輪入口之通路減損落差與葉片入口之衝擊損失等與必須淨正吸引高度之推進力若不足時，液體將會受張力作用而無法持續推進，將產生渦漩真空 (Cavitation) 現象，使泵產生噪音、振動等問題，嚴重將影響泵的壽命甚至造成故障。因該廠之棄灰塘距離機組較遠，故採 755rpm 低轉速灰漿泵並以串列方式來提升揚程。惟該廠運轉人員表示，大型之立式灰漿泵(Warman 12/10, AH 型)因對心較臥式泵困難度高，其泵與馬達之間的軸承經常損壞，不建議本公司採用。

3. 沉水污水泵：傳送污水坑灰漿到轉換區收集槽，位於污水坑內，兩台（一台同時為兩部機工作，另一台同時為兩部機 STAND-BY），流量 25 立方米/每小時，驅動馬達 7.5KW，轉速 1,730rpm，頻率 60Hz、電壓 460V。

4. 封水泵：提供封水給灰漿泵及沉水污水泵，位於海水抽水機房，兩台（一台同時為兩部機工作，另一台同時為兩部機 STAND-BY），流量 25 立方米/每小時，驅動馬達 15KW，轉速 3,480rpm，頻率 60Hz、電壓 460V。

5. 低壓海水泵：提供清洗及攪動水給收集槽，沖激水給灰漿泵，位於海水抽水機房，3 台（兩台工作，另一台同時為兩部機 STAND-BY），流量 315 立方米/每小時，驅動馬達 75KW，轉速 1,775rpm，頻率 60Hz、電壓 460V。

6. 臥式卸灰機泵：提供海水給臥式卸灰機，用以將灰混合成灰漿，位於海水抽水機房，2 台（一台同時為兩部機工作，另一台同時為兩部機 STAND-BY），

流量 35 立方米/每小時，驅動馬達 3.7KW，轉速 1,725rpm，頻率 60Hz、電壓 460V。

7.引發海水泵用真空泵：用來引發所有的海水泵，位於海水抽水機房，每部機一台，驅動馬達 7.5KW，轉速 1,730rpm，頻率 60Hz、電壓 460V。

8.引發槽：引發所有的海水泵用，位於海水抽水機房，每部機一台，外直徑 800 mm。

9.灰漿排放管路：灰漿從收集槽到灰塘之傳送距離約 1,350 公尺，由內襯黑陶瓷鑄造管路 (cast basalt Lined pipe) 來傳輸。

參、出國期間所遭遇之特殊事項

- 一、由於每年澳大利亞生產出約 280 億澳元的農產品，其中超過 220 億澳元的農產品會出口，佔農產品產值約 80%。澳洲出口的農產品為了能夠和世界上危險的疾疫病害隔離，遂要求所有國外班機飛抵澳大利亞目的機場之前必須消毒，藉以保護該國家畜、農作物、樹木和其他動植物等之安全。首先空服員會於即將降落前廣播飛機艙內要消毒，接著便會看到空中小姐戴著口罩手上拿著噴霧消毒器來回噴灑，據聞這種消毒方式是用來殺死機內的飛行昆蟲，因為昆蟲有可能會把外來疾病及害蟲帶進澳大利亞。
- 二、在進入境海關區前，所有的入境者需備妥護照及填妥一張個人資料的入境卡以備檢查。由於澳洲規定禁止攜帶各種煮熟及未經烹調的食物及食物材料、製乾、鹽醃及新鮮魚類及海鮮包括元貝、魚翅、魷魚及魚肚/花膠、製乾的水果及蔬菜包括猴頭菇、龍眼乾、荔枝乾、陳皮、話梅、乾人參、麵條和米飯、包裝膳食包括飛機上的食物、湯包、香草及香料、草藥及傳統藥物、治療、補藥及香草茶(陳皮、菊花、樹皮、靈芝、黨參)、零食(銀杏、落花生、瓜子、肉鬆)、餅乾、糕點及糖果、茶、咖啡和其他用牛奶沖調的飲品、茶和柑橘類香料、植物種子、奶類、蛋類、乾燥植物進入該國(詳參 www.affa.gov.au/corporate_docs/publications/pdf/quarantine/executiv/whatcanti_take.pdf)，吾人親眼看見澳洲海關沒收的蛋卷，可將大型垃圾筒裝的滿滿，若真的需要帶食物進入，則最好在申報單上填寫以接受檢驗，千萬不要貿然一試闖關，檢查人員會先用口頭尋問：“Anything to declare? (有無任何東西申報嗎?)”，如果沒有物品須申報，可回答：“No, sir (沒有)”，走無申報物品路線接受 X 光機檢驗入關。一般情況下澳洲海關對海外遊客入關檢查標準不一，某些禁止帶入澳洲的物品可走須申報物品路線先以口頭徵詢海關的方式再決定是否丟棄，常會有等令人驚訝的回答，不過還是儘可能不要攜帶危害該國的物品進入始為上策。

肆、對本公司之具體建議

Eraring 電廠為澳大利亞新南威爾斯省 (New South Wales) 國營的電廠，距離雪梨約 150 公里的 Toronto 鎮附近，共有 4 部 660 MW 的燃煤 (Black Coal) 次臨界機組，自 1977 年開始興建，於 1982 至 1984 年間完成商業運轉，總裝置容量為 2,640 MW，採用日本東芝 (Toshiba) 公司 3,000rpm 的汽輪發電機組，鍋爐產汽量為 2,016 噸/小時，壓力 16.55Mpa，溫度 540°C，臨近東澳的負載中心，為當時全澳洲發電量最大的電廠，約聘用 365 個全職員工。4 部機每年消耗臨近的 5 處煤礦共約 5.2 百萬~6 百萬噸低硫份煤炭。其競爭對手有維多利亞省 (Victoria) 東南部的低成本 brown coal 電廠及昆士蘭省 (Queensland) 北部幾座新的 Black coal 超臨界電廠。

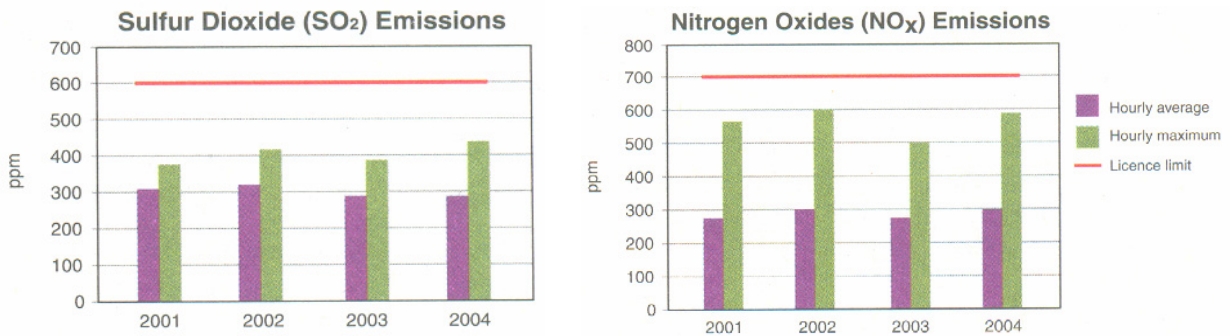
本公司未來林口超臨界計畫可行性研究報告及澳洲 Eraring 電廠空氣污染物排放濃度如下排放量濃度一覽表所示。

空氣污染物	粒狀污染物	硫氧化物	氮氧化物
林口超臨界計畫 排放濃度	25 mg/Nm ³	50 ppm	50 ppm
Eraring 電廠每小時 平均(最大)排放濃度	19 (58)	290(420) ppm	300(595) ppm

1. 粒狀污染物：林口電廠燃煤機組有裝設高效率靜電集塵器，以控制排煙之粒狀污染物，Eraring 電廠因燃燒低硫煤，未裝設靜電集塵器，燃氣溫度則控制在 120°C 以下，每部機組以 40 組 Fabric filter Cell 之袋式真空法，每組 Cell 含 1200 纖維袋，共 47,360 丙烯酸袋 (acrylic bags)，將飛灰量從 46g/m³ 降至 0.05g/m³，效率 99.89%。
2. 硫氧化物：林口電廠將裝設排煙脫硫設備，以控制排煙之硫氧化物濃度在

50 ppm，遠低於法規排放標準 200 ppm，Eraring 電廠因燃燒低硫煤（含硫 0.5%以下），未裝設排煙脫硫設備。

3. 氮氧化物：林口電廠將採用低氮氧化物燃燒器及裝設選擇性觸媒還原系統以控制排煙之氮氧化物濃度在 50 ppm，遠低於法規排放標準 250ppm，Eraring 電廠未裝設選擇性觸媒還原系統。



由 Eraring energy 公司 2005 Community & Environment Report 空氣污染物排放濃度統計表顯示，其排放量無論是”每小時最大值”或者”每小時平均值”均未超過該國政府之許可標準，且粒狀污染物及氮氧化物排放之每小時最大值幾乎高於每小時平均值近一倍以上，經詢問該公司專案工程師表示，由於該廠機組屬大型發電機組，於夜間常會停機及降載運轉，空氣污染物排放量之控制會因負載不同而有所變化。此情形與本公司大潭等燃氣複循環發電機組相似，惟大潭電廠於燃天然氣時的氮氧化物排放標準依電力設施空氣污染物排放標準為 40ppm，85 年 10 月之可行性研究報告及 87 年 3 月之環境影響評估報告書之敘述僅為 25ppm（15%含 O₂ 量）以內，得標廠商僅保證機組於 70%~100%負載可控制在 25ppm 以下，日後若須配合系統需求降載至 70%以下之調度空間將因而受限。

根據民國九十二年四月九日，環保署最新發佈的電力設施空氣污染物排放

標準第二條專有名詞之規定，本標準及符號定義如左：十、mg：毫克，相當於○．○ ○ 一公克。十一、Nm³：在凱氏溫二七三度(273K)及標準一大氣壓下之立方公尺體積。十二、ppm：百萬分之一。十三、Q：排氣量，單位為立方公尺/分鐘(Nm³/min)。十六、Cs：依照測定方法測得之污染物排放濃度，單位為 mg/Nm³ 或 ppm。另第七條各種污染物濃度之計算均以凱氏溫度二七三度及一大氣壓下未經稀釋之乾燥排氣體積（簡稱乾基）為計算基準。

附表二：氣渦輪機組、複循環機組、柴油引擎機組與燃油引擎機組空氣污染物排放標準（續二）

空氣 污染物	排 放 標 準		施 行 日 期		備 註
			81年4月12日以後 設立之污染源	81年4月11日以前 設立之污染源	
氣 氧 化 物 (NO _x , 以NO ₂ 表示)	氣體燃料	(1)80ppm (2)40ppm	標準(2)自發布日施行。	標準(1)自發布日施行。	1.燃燒設備熱輸入2.64x10 ⁶ Kcal/hr以上者 2.混合燃料以下列公式計算其排放限值 排放限值=AX+BY+CZ A：氣體燃料之NO _x 排放標準 B：液體燃料之NO _x 排放標準 C：固體燃料之NO _x 排放標準 X：氣體燃料佔總熱輸入量之百分率 Y：液體燃料佔總熱輸入量之百分率 Z：固體燃料佔總熱輸入量之百分率 排氣體積以乾基計算 3.台灣本島以外地區之柴油或燃油引擎機組，於本標準發布後設立者應於設立前檢具相關證明文件報請主管機關核定其排放濃度限值。依法需經環境影響評估者，以依環境影響評估法審查結果作為氮氧化物之排放濃度限值。未依規定報核者依台灣本島地區標準限值。
	氣渦輪機組、複循環機組	(1)250ppm (2)120ppm			
	液體或固體燃料	台灣本島	235ppm	自發布日施行。	
	柴油引擎機組、燃油引擎機組	台灣本島以外地區	以空氣品質估結果符合當地空氣品質標準之相當排放量相對排放濃度		

由於更嚴峻的排放管制已經成為環保新趨勢，本公司未來新建大林等超臨界火力發電機組與擴建通霄、大潭複循環機組勢必面臨日趨嚴格之空氣污染物排放濃度承諾值，建議於撰寫可行性研究報告、環境影響評估報告時審慎評估是否亦採用”每小時最大值”或”每小時平均值”之表示方式，以利機組起停及配合調度升降載時均可符合電力設施排放標準及環境影響評估報告承諾之規定。