

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

氣浮式輸煤帶機及超臨界電廠供煤系統規劃

(裝訂線)

服務機關：台灣電力公司
出國人 職 稱：主管火力
姓 名：廖鴻徹
出國地區：日本
出國日期：92年12月15日至24日
報告日期：93年1月

G3/
/ 09>0558/

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：氣浮式輸煤帶機及超臨界電廠供煤系統規劃

頁數 40 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/陳德隆/23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

服務機關：台灣電力公司 23651234

單位：電源開發處

出國人：廖鴻徽

職稱：主管火力

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他（開會）

出國期間：92年12月15日至92年12月24日 出國地區：日本

報告日期：93年1月

分類號/目

關鍵詞：燃煤電廠、氣浮式輸煤帶機（AFC/FDC）、傳統式與垂直式輸煤皮帶機

內容摘要：（二百至三百字）

鑑於本公司電廠使用的傳統式輸煤皮帶機因係採滾輪設計，運轉噪音較大，常導致民情問題，而歐美日近年來使用之氣浮式輸煤皮帶機（簡稱FDC：Flow Dynamics Conveyor，或稱AFC：Air Floating Conveyor），摩擦及噪音均較小，外觀體積亦僅約為傳統式輸煤機的一半，且為密封式，不但可防止煤塵逸散，減低對環境影響，更可配合周遭環境景觀之需漆以搭配之顏色。而本公司已規

劃自民國 100 年起興建數座燃煤火力發電廠，為節省工程投資、減緩民情抗爭與景觀規劃之需，爰有需要深入了解 AFC 或 FDC 輸煤皮帶機之使用現況與未來發展目標，及超臨界燃煤電廠供煤系統之規劃考量與相關設施之配套方式，俾供本公司未來引進該技術之參考。

本次參訪之日本電力公司及廠家，包括電源開發株式會社(J-POWER)、KHI、IHI、UBE 等及 J-POWER 公司的磯子電廠與東京電力公司的常陸那珂電廠。兩電廠的供煤系統設計，除充份使用氣浮式輸煤皮帶機外，更將傳統式皮帶機、氣浮式皮帶機及垂直式輸煤機三者搭配使用。由於外觀體積的縮小，再加以景觀規劃配合，令人一掃燃煤電廠髒亂的印象，取而代之的是乾潔整齊的外觀。全世界氣浮式皮帶機的製造廠家約有 10 家，其中日本有三家。在日本電廠所看到的設計性能與電廠實際運轉可靠度等皆令人滿意，值得評估引進。

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

氣浮式輸煤帶機及超臨界電廠供煤系統規劃

出國報告

目 錄

壹、出國緣由	3
貳、出國行程	4
參、參訪紀要	5
肆、研習心得	
一、氣浮式輸煤帶機原理與評估	15
(一) 基本原理	
(二) 設備差異	
(三) 操作方式	
(四) 投資與運維費用	
(五) 對環境影響	
(六) 其他	
(含消防、皮帶斷裂、可靠性、 國內實績等)	
二、使用實績	18
(一) 製造廠家	
(二) 日本實績	
(三) 實績特點	
三、供煤系統的規劃	22
伍、結論與建議	
一、結論	25
二、建議	25

附圖 1	磯子電廠佈置	27
附圖 2	磯子電廠 SILO 煤倉	28
附圖 3	磯子電廠一號機供煤系統	29
附圖 4	東京電力常陸那珂電廠佈置	30
附圖 5	常陸那珂電廠一號機供煤系統	31
附圖 6	橘灣電廠供煤系統	32
附圖 7A&B	氣浮式皮帶機原理	33/34
附圖 8	氣浮式皮帶機種類	35
附圖 9	垂直式輸煤機	36
附表 1	AFC 與傳統皮帶機比較	37
附表 2	各種輸送帶 CONVEYOR 綜合比較表	38
附件 1	FDC 操作方式	39
附件 2	氣浮式使帶機的清潔方式	40

壹、出國緣由

本公司使用的傳統輸煤皮帶機因採滾輪設計，運轉噪音較大，常導致民情問題，而歐美日近年來研發之氣浮式輸煤皮帶機（簡稱 FDC：Flow Dynamics Conveyor，亦稱 AFC：Air Floating Conveyor），摩擦及噪音均較小，外觀體積亦僅約為傳統式輸煤機的一半，且為密封式，不但可防止煤塵逸散，減低對環境影響，更可配合周遭環境景觀之需塗以搭配之顏色。此外，本公司基於環保考量，煤場規劃將逐步室內化。近年來日本設置不少 Silo type 室內煤倉，因其具有煤堆自然重力壓實，儲煤與空氣接觸面少，及各煤種可分倉儲存管理等優點，不僅能有效防止儲煤自燃，且對於燃煤營運調度亦較為便利。為因應未來煤種多元化之趨勢及規劃中彰工、林口、大林、深澳、台北及利澤等燃煤電廠供煤規劃之需，實有需要深入了解 AFC 或 FDC 輸煤皮帶機之使用現況與未來發展目標，及超臨界燃煤電廠供煤系統之規劃考量與相關設施之配套方式，俾供本公司未來引進該技術之參考。

本次出國案依 92 年 12 月 10 日電人字第 9212-0441 號函，於民國 92 年 12 月 15 日出國，同年 12 月 24 日返國，共計 10 天。

貳、出國行程

15 日（星期一）

往程（台北-東京成田機場-橫濱）

16 日（星期二）

拜會電源開發株式會社（J-POWER）並討論氣浮式煤帶機之規劃、施工、營運經驗、投資與運維費用等。

17 日（星期三）

參訪 ISOGO 超臨界燃煤電廠，討論供煤系統之設備規劃與營運實績。

18 日（星期四）

拜會 UBE 公司，討論氣浮式煤帶機之規劃、施工、營運經驗、投資與運維費用等。

19 日（星期五）

參訪東京電力公司常陸那珂 HITACHINAKA 超臨界燃煤電廠，討論供煤系統之設備規劃與營運實績。

20 日（星期六）、21 日（星期日）例假日

22 日（星期一）

拜會 IHI 公司，討論供煤系統設備，氣浮式煤帶機之規劃、施工、營運經驗、投資與運維費用等。

23 日（星期二）

拜會 KHI 公司，討論供煤系統設備，氣浮式煤帶機之規劃、施工、營運經驗、投資與運維費用等。

24 日（星期三） 返程（東京-台北）

參、參訪紀要

為充份了解日本燃煤電廠供煤系統與相關設施之規劃與使用現況，本次行程除拜會具豐富規劃與使用經驗的 J-POWER 電力公司外，另亦安排與 MHI、IHI、KHI 及 UBE 等廠家討論相關事宜，並實際參訪 J-POWER 所屬的 ISOGO 超臨界燃煤電廠及東京電力公司最近才開始商業運轉的 HITACHINAKA 超臨界燃煤電廠。

一、J-POWER（電源開發株式會社，EPDC）

日本政府於 1952 年創設國營電源開發株式會社 (Electric Power Development Company, EPDC)，以配合日本政府之能源政策與國內用電成長之需求，於國內各地開發新電源並興建輸電線路，再將其生產之電力躉售予日本 10 家電力公司。自 1960 年起，EPDC 即參與海外火力及水力發電計畫之規劃、設計、建廠管理等工作，並對 IPP（民營發電廠）提供環保方面之技術支援。1997 年日本國會要求 EPDC 於 5 年內完成民營化，因此 EPDC 遂進行改組以加強其管理效率，並將公司的經營目標多元化，除了增強現有火力、水力及核能等機組之經營績效外，並加強再生能源發電之研發工作。此外，EPDC 亦積極推展海外電力市場業務，以擴大利基並鞏固其永續經營之基礎。

自 2002 年 4 月起，EPDC 將公司名稱改為 J-POWER 以表示公司對民營化之承諾與決心，其意義代表一個充滿活力的公司準備在全球與能源及環保有關的領域中振翅高飛。

2003 年 6 月日本國會通過相關法案，解除 EPDC 國營事業之階段性任務並完成民營化作業。其主要業務包括：電力銷售、能源開發、投資海外 IPP、環保工程及技術服務等五

大部門，至 2003 年 6 月底，該公司擁有 59 座水力電廠總發電容量 8.6 百萬瓩，8 座火力電廠總發電容量 7.8 百萬瓩，輸電線路 2,404 公里。

J-POWER 火力電廠所需用煤，約 20% 為國產煤，80% 為進口煤。目前每年需自國外進口約 1600 萬噸煤料。J-POWER 因自己擁有 2 艘 12 萬噸級及 8 艘 6.6 萬噸級煤輪，故在最近航運費調漲近三倍的情況下，僅受輕微影響。

二、石川島播磨重工 (IHI)

IHI 公司創設於 1853 年，以造船業起家，自 1960 年正式採用 IHI 名稱，該集團包括六大部門：營建與後勤支援、造船、航太、能源與電力、工業機械及行銷與服務。員工總數約 2 萬 3 千餘人。迄今已生產發電用鍋爐達 233 座以上，總發電容量超過 50GW，近 5 年（1998-2002 年）來該公司生產 6 部貫流變壓再熱式燃煤鍋爐（超臨界機組），約占日本市場之 55%，J-POWER 公司的橘灣電廠#1 機及磯子電廠#1 機均採用該公司鍋爐。

尤其是該公司所設計的舞鶴燃煤超臨界電廠第四號機（Tomatoh-Atsuma #4 機，70 萬瓩）在不加輔助燃料情況下，純燒煤在 15% 負載下仍可維持穩定運轉，殊屬不易。一般來說，燃煤機組的最低負載約在 30% 左右（本公司台中電廠燃煤機組的最低負載約在 45%~50% 間）。

該公司的產品雖以各類型鍋爐見長，但在大容量的煤炭輸儲設備仍有相當的實績。包括：

1、連續式卸煤設備

新型大容量，低噪音低重量 4000 噸/時的連續式卸煤設備 (unloader)，其重量僅約與舊式 1500 噸/時卸煤設備相當。

2、貯煤設備

煤倉出口，設計有容量 1000 噸/時至 4000 噸/時回轉式切出設備 (類似 scraper)，稱做 arch breaker，可靠性高。

3、運煤設備

-垂直式皮帶機：

容量達 2000 噸/時，揚程高達 80 公尺以上。

-急傾斜式皮帶機

容量達 4000 噸/時，揚程高達 80 公尺以上，傾斜角度可達 45 度。

-氣浮式皮帶機

低噪音，無煤塵，容量高達 4000 噸/時的 Air Floating Conveyor。

三、三菱重工 (MHI)

三菱公司的歷史最早可追溯到 1884 年，當年創辦者租用日本長崎造船廠成立造船及機械公司，已造船為主其後逐漸擴及飛機引擎、鋼鐵、重電機等事業，於 1964 年正式更名為 MHI。員工數達 3 萬 5 千餘人，至 2001 年止，該公司已生產 1,439 部汽輪發電機，總發電容量約為 161 百萬瓩；至 2002 年已生產發電用鍋爐 2,836 座 (約佔全球 20%)。本次拜訪地點為橫濱技術中心，該建築為橫濱地區的地標之一，該公司主要技術包括：各類型火力機組之主要及其附屬設備之

設計與製造，空氣污染防治設備之設計與製造，電廠之規劃與施工，大宗物料如煤等之卸儲運設施。

四、KHI

此次拜會 KHI 公司的目的，主要是討論該公司在大宗物料輸儲設施與設備，及運轉維護經驗。該公司可提供之硬體設備，從岸邊卸料、運送、儲存、取料，到船邊裝貨等都有。從電廠的使用需求來看，可提供的服務與設備包括工程規劃設計、連續式或抓斗式大型卸煤機器、傳統式/氣浮式/垂直式輸煤帶機、室外煤場的堆取煤機與室內式的 A-Frame 煤場/SILO/DOME（含儀控設備）之規設與相關設備、等等皆有。

以本次參訪的主題：氣浮式輸煤帶機而言，該公司雖僅有 8、9 年的經驗，卻有全世界最多的運轉實績。以氣浮式輸送帶（FDC）的大宗物料實績包括石灰石/煤灰/煤/石膏/鐵礦/廢渣/合金鋼料等，其中以煤料的輸送佔最大宗，輸送能力自 80T/H 至 3000T/H 不等。

五、UBE

UBE 公司自 1995 年即開始生產氣浮式輸送帶(Air Floating Conveyor，簡稱 AFC)，至 2003 年 12 月止已售出 34 套 AFC 設備，總長度約 5600 公尺。輸送能力小至 15T/H，大至 5000T/H 都有。安裝於常陸那珂電廠的 AFC 系統，輸送速度高達每分鐘 300 公尺（氣浮式輸送帶的速度一般約在 50 公尺/分鐘~250 公尺/分鐘之間）。使用 AFC 設施輸送的物料包括有砂石、

煤、石灰石、飛灰、底灰、廢棄塑膠等等。

六、磯子 (ISOGO) 電廠 (附圖 1)

磯子電廠，位於日本橫濱市郊根岸灣，隸屬於電源開發株式會社 (J-POWER)。磯子電廠原有二部 26.5 萬瓩次臨界燃煤機組，改建為二部各 60 萬瓩超臨界燃煤機組，其中第一部機已於 2002 年 4 月商轉，第二部機預訂 2009 年開始商業運轉。目前舊有機組主輔設備等相關設施已完全拆除，即將進行第二部機建廠工程。

煤源：

本電廠規劃之煤源計有 1 種國內煤，16 種進口煤。惟因電廠內僅規劃四個 SILO 煤倉，且每個煤倉儲存一種煤料，故同時間僅貯存 4~5 種煤料，再利用拌煤方式維持所需的煤質。

儲煤：

新建 60 萬瓩燃煤機組，每部機年需煤量約 133 萬噸，兩部機每年共約 266 萬噸。由於廠區狹小，佔地僅約 13 公頃，所以採用四個 SILO 儲煤倉並以”四葉苜蓿形狀 (Cloverleaf Type)”設計，每個儲煤倉可貯煤 2.5 萬噸煤，四個共計 10 萬噸 (詳附圖 2)。依目前經驗，供煤相當可靠，不虞斷煤。

供煤：

既有一席碼頭除可供 5000 噸級煤輪泊卸外，亦可供將來煤灰船及油輪泊靠。另新建一席卸煤碼頭，可供

7000~10000 噸級自航自卸煤輪泊靠。據電廠人員告知，該廠機組運轉所需用煤係向一煤公司(供煤中心)購入，非自行以煤輪進口燃煤。煤料自駁船卸下後，即以輸煤帶送往 SILO 及 BUNKER。ISOGO 電廠的輸煤帶全長共約 1500 公尺，其中採用”氣浮式輸煤帶”長約 800 尺，其餘為傳統式輸煤帶及垂直式輸煤帶。本廠之氣浮式輸煤帶為 KHI/Sumitomo 公司設計製造，稱作 FDC (Flow Dynamic Conveyor)。

ISOGO 電廠一號機供煤系統設備：(如附圖 3)

(BC：Belt Conveyor，FDC 或 AFC：氣浮式輸煤帶機)

受煤端 (receiving)：

煤輪→傳統式 BC (能力 1000T/H，133.8 公尺長)

→連絡台→FDC (1000T/H，長 70 公尺)

→連絡台→FDC (1500T/H，55.6 公尺長)(計量器)

→連絡台→垂直式 BC (1500T/H，高 52.1 公尺)

→SILO 上方的分配台→FDC (1500T/H，長 30 公尺)

→SILO 儲存。

供煤端(discharging)：

SILO 煤倉→傳統式 BC (600T/H，75 公尺長)(計量器)

→連絡台→FDC (600T/H，長 60 公尺)(計量器)

→連絡台→垂直式 BC (600T/H，高 39.3 公尺)

→連絡台→FDC (600T/H，長 36.8 公尺)

→取樣分析→SCREEN (異物排出) 及 CRASH

→傳統式 BC (600T/H，8.2 公尺長)

→連絡台→垂直式 BC (600T/H，高 10.6 公尺)

- 連絡台→FDC (600T/H, 長 40.3 公尺)
- 連絡台→FDC (600T/H, 長 277.5 公尺)
- 連絡台→FDC (600T/H, 長 78.6 公尺)
- 連絡台→垂直式 BC(600T/H, 高 44.5 公尺)
- 連絡台→傳統式 BC(600T/H, 長 38.3 公尺)
- 連絡台→煤倉 (BUNKER) →粉煤機。

七、常陸那珂 (HITACHINAKA) 電廠 (如附圖 4)

常陸那珂電廠，位於日本東京都北方之茨城縣那珂郡海邊，隸屬於東京電力公司 (TEPCO)，佔地面積約 141 公頃。由東京上野搭乘火車約 90 分鐘即可到達。本廠址全由填土而成，廠址的北邊為一商業港 (日立港)。該電廠第一部機甫於 2003 年 12 月 12 日開始運轉。

設備概要：

一號機：容量 100 萬瓩，自 1998 年 12 月開工，2003 年 12 月 12 日開始商業運轉。

二號機：容量 100 萬瓩，預定 2010 年以後商轉。

蒸汽條件：24.5Mpa，600°C/600°C

廠效率：43.1% (發電端，GROSS)

環保設備：濕式 FGD (排出濃度 39ppm 以下)

SCR (排出濃度 34ppm 以下)

EP (排出濃度 8mg/NM3 以下)

煙囪高 230 公尺

儲煤：

電廠旁設有一席煤碼頭，可供 13 萬噸級煤輪泊靠。新建的 100 萬瓩燃煤機組，每部機年需煤量約 230 萬噸。由於廠區夠大，所以儲煤採用”露天煤場”方式設計，容量約 80 萬噸。煤場除設有灑水裝置外，周圍並設置防風柵網，以防煤塵逸散飛揚。

煤源：

本電廠全燒進口煤，煤源有十餘種。

供煤：

煤料自駁船以連續式卸煤機 (2200T/H*2) 卸下後，即以氣浮式輸煤帶 (AFC, 5000 T/H*2) 送往煤場儲存及送往粉煤機上方之煤倉 (BUNKER)。常陸那珂電廠的自碼頭至機組煤倉之輸煤帶全長共約 7500 公尺，其中採用”氣浮式輸煤帶”長約 4500 公尺，其餘為傳統式輸煤帶及垂直式輸煤帶。本廠之氣浮式輸煤帶為 UBE 公司設計製造，稱作 AFC (Air Floating Conveyor)。

HITACHINAKA 電廠一號機供煤系統設備：(如附圖 5)

(BC：Belt Conveyor，AFC：氣浮式輸煤帶機)

受煤端 (receiving)：

煤輪→傳統式 BC (C-1A，能力 5000T/H，335.9 公尺長)

→連絡台→傳統式 BC (C-2A，能力 5000T/H，80.1 公尺長)

→連絡台→AFC (C-3A，5000T/H，269.5 公尺長)(計

量及取樣分析)

→連絡台→AFC (C-4A, 5000T/H, 長 107.2 公尺)

→連絡台→AFC (C-5A, 5000T/H, 61 公尺)

→露天煤場分堆儲存。

(上開各連絡台內皆設有集塵設備)

供煤端(discharging)：

露天煤場→堆取煤機→AFC(C-21A 能力 1100T/H, 669
公尺長)

→連絡台→傳統式 BC (C-22A, 600T/H, 長
103 公尺)(計量器)

→連絡台→AFC (C-23A, 1100T/H, 230 公尺
長)

→取樣分析/Screen/Crusher

→傳統式 BC (C-24A, 1100T/H, 長 83 公尺)

→連絡台→AFC (C-25A, 1100T/H, 494 公尺
長)

→連絡台→傳統式 BC (C-26A, 1100T/H, 長
53.1 公尺, 升高 13 公尺)

→連絡台→垂直式 BC (C-27A, 1100T/H, 高
47 公尺)

→連絡台→傳統式 BC(1100T/H, 長 61 公尺)

→煤倉 (BUNKER) →粉煤機。

八、橘灣 (TACHIBANAWAN) 電廠

***：本次行程因時間緊湊，無法安排參訪 J-POWER 公
司的橘灣 (TACHIBANAWAN) 電廠，惟依 KHI 公司

人員所提供有關該廠 FDC 系統之資料，摘要如下：
(J-POWER 的橘灣電廠設有兩部各 105 萬瓩機組與
四國電力公司一部 70 萬瓩機組毗鄰而設。分別設
有八個 SILO 及四個 SILO，由同一卸煤系統供煤)

機組容量：105 萬瓩*2+70 萬瓩*1，共 280 萬瓩。

輸煤帶系統 (接受端 receiving)：(如附圖 6)

計 FDC 285 公尺*2+傳統式 45 公尺*2+FDC 250 公尺*2。
不論 FDC 或傳統式煤帶機，其輸送能力皆為 3000T/H。

肆、研習心得

一、氣浮式輸煤帶機 (AFC 或 FDC) 原理與評估

氣浮式輸煤帶機 (AFC, Air Floating Conveyor 或 FDC, Flow Dynamic Conveyor), 以下簡稱 AFC。

(一) 基本原理

氣浮式輸煤帶機與傳統輸煤皮帶機並無太大差別。其最大差別在於傳統皮帶機是以滾輪支撐皮帶，而 AFC 或 FDC 是用鼓風機產生的空氣壓力來支撐皮帶。其基本構造詳如附圖 7A&B。氣浮式皮帶機，約可分成三種 (如附圖 8)：

1、槽型 (trough type)

適用於輸送量小於 100 噸/時之場合，皮帶寬約 300~650mm，所需空間小。

2、直立雙管型 (vertical twin-pipe type)

適用於輸送量在 100 噸/時~1500 噸/時之場合，皮帶寬約 400~1200mm。

3、U 型管 (U-pipe type)

適用於輸送量在 1000 噸/時~5000 噸/時之場合，皮帶寬約 1000~1600mm，大容量燃煤機組常用之。

(二) 設備差異

氣浮式輸煤帶機是以大型鋼管做為主要結構。AFC 是以空氣壓力來支撐皮帶，故無滾輪，須設置鼓風機以產生所需空氣壓力 (約 500mm Aq，即約相當于 1/20 的大氣壓力 (註：一大氣壓力 \approx 10m 水柱高))。由於 AFC 是以空氣支撐皮帶，

故摩擦力很小，因此驅動皮帶機所需馬力較小，惟再加上鼓風機馬力，則與傳統式皮帶機馬力相當（附表 1）。一般來說，若皮帶機較長則總馬力可較小；若皮帶機較短，則所需馬力較大。AFC 的頭端及尾端設備與傳統皮帶機沒有太大差別。

（三） 操作方式

氣浮式輸煤帶機的操作與傳統皮帶機並無太大差別。起動時，鼓風機須起動，提供空氣壓力支撐起皮帶後，再起動皮帶機馬達。停車時，皮帶機馬達先停止再停鼓風機，其餘與傳統皮帶機的操作模式一樣。詳如附件 1。

（四） 投資及運維費用

由於 AFC 係用鋼管做為主要結構體，因此外形較小、重量較輕、費用較低，同樣的土木基礎費用也可較低。另外，AFC 的皮帶速度較快，皮帶寬度較小（即皮帶輪較小），中間不需滾輪，但須加鼓風機，故總投資費用與傳統式皮帶機差異不大（詳附表 1）。

AFC 系統皆設計有空氣清潔系統與水洗系統（附件 2）。據電廠人員告知，運轉至今 AFC 設備的運維費用與傳統式者差異不大。

（五） 對環境影響

AFC 因沒有滾輪，故皮帶機的振動與噪音皆降低

許多。加以是以鋼管密封皮帶，因此不易產生煤塵及逸散現象。

就同一輸送量而言，AFC 的外觀體積約僅有傳統式皮帶機的一半，加以鋼管可外漆任何顏色，故給人的感覺相當簡潔，毫無傳統式那如黑色巨龍般的壓迫感。

在東京電力的常陸那珂電廠裏，AFC 的下面即為人車的常用道路，地面乾淨無洩煤。

(六) 其他

1、消防安全設計

AFC 由鼓風機引進新鮮空間，有冷卻及降低粉塵之作用，故較不易引起火災。故目前日本在實際使用上並沒有設置自動消防系統，只沿著皮帶機設置消防栓箱。此與傳統皮帶機的消防系統相同。日本電廠人員亦稱到目前為止，尚無發生火災的案例。若有需要，日本公司建議本公司可考慮設置線型測熱器及消防撒水頭在 AFC 的鋼管內側上端，但仍不建議設置自動消防系統。

2、皮帶斷裂處理

當 AFC 皮帶斷裂時，通常是在該處先作一臨時性機械式接合，再將該臨時性接合處移到皮帶機的兩端再進行加硫接合。若斷裂時皮帶上有煤，則須將該斷裂處上的煤料先清除，再進行上述加硫接合，此與傳統式皮帶機斷裂時之處理方式並無多大差異。

3、可靠性

依據 ISOGO 電廠人員表示，該廠 AFC 系統自 200 年 4 月運轉以來並無故障發生；而 HITACHINAKA 電廠雖於 2003 年 12 月 12 日才開始商業運轉，但據電廠人員告知，該廠之 AFC 系統早自 2002 年 12 月已代其他公司卸儲煤料迄今尚無故障發生。也就是說，可靠度 100%。不過未來是否仍如此，仍有待長時間觀察。

4、國內實例

國內”中國鋼鐵公司 (China Steel Corporation)”已引進 KHI 公司的 FDC 輸煤系統，於 2003 年交貨，目前已完工測試中 (under commissioning)。該系統將用來輸煤，共兩條，每條輸煤能力皆為 500t/h，皮帶寬 900mm，皮帶速度 270m/min，長度分別為 328 公尺及 234 公尺。

二、使用實績

(一) 製造廠家

氣浮式輸送帶發展迄今已有 30 餘年歷史。目前世界上發展 FDC 或 AFC 氣浮式輸煤帶機之廠家如下：

1、美國三家

Air Conveyor Express, Ltd.

Grisley Inc.

Power System Services Ltd.

2、荷蘭二家

Air Conveyors International

Sluis-Kodra B.V.

3、日本三家

KHI

IHI

UBE

4、南非一家

Aero-conveyors (Pty) Ltd.

5、英國一家

AS-C Materials Handling Ltd.

(二) 日本實績

以下僅分析本次所參訪日本公司的氣浮式皮帶機實績：

1、KHI 公司

該公司雖起步較晚，但已有較多的實績。自 1994 年至今，KHI 公司已得到超過 100 個 FDC 合約（在 KHI 公司，氣浮式輸煤皮帶機稱為 FDC，Flow Dynamics Conveyor）1，並已提供 70 套氣浮式系統使用在電廠、鋼鐵廠及其他工業用途上（詳附件一）。設計容量有 400T/H、600T/H、1000T/H、1500T/H 及 3000T/H。最大設計容量為 3000T/H（橘灣電廠）。

2、UBE 公司

1995 年 UBE 公司第一套 1400T/H 的 AFC 系統開發推出（在 UBE 公司，氣浮式輸煤皮帶機稱為

AFC, Air Floating Conveyor), 1997 年賣出第一套設備。至 2000 年, 成功開發出 5000T/H 系統。截至 2003 年底已有 34 套設施運轉中(詳附件二)。所設計的 AFC 系統, 小至 15T/H, 大至 5000T/H (使用在常陸那珂電廠, 為 2003 年底止世上輸送能力最大的氣浮式輸煤帶機); 水平長度最小為 10.9 公尺, 最長為 670 公尺。

3、IHI 公司

到 2003 年底為止, 該公司氣浮式輸煤皮帶機的實績僅有三套:

- (1) 日本中部電力公司的大崎 (OHSAKI) 電廠, 容量 2000 噸/時, 長 571 公尺, 於 2000 年完成。
- (2) 日本關西電力公司的舞鶴 (MAIDURU) 電廠, 容量 850、1700 及 4400 噸/時, 總長度 1624 公尺, 目前試運轉中, 將於今年 (2004) 交貨。
- (3) 日本東京電力公司的広野 (HIRONO) 電廠, 容量 420 及 4000 噸/時, 總長度 589 公尺, 目前試運轉中, 將於今年 (2004) 交貨。

(三) 實績特點

使用氣浮式輸煤皮帶機的 ISOGO 電廠及 HITACHINAKA 電廠, 其廠區內皮帶機的規劃具有下列幾個特點:

- (1) 使用垂直式輸煤帶 (如附圖 9)。

兩廠已使用之垂直式輸煤機最高長度雖僅 50 餘公尺，但可減少傳統式或氣浮式皮帶機的長度，減少視覺景觀的衝擊，增加廠區內皮帶機的佈置彈性。

(2) 混合使用傳統式及氣浮式皮帶機。

在船邊卸煤、SILO 底下及送往機組煤倉 (BUNKER) 等三個地段，皆使用傳統式輸煤皮帶機，其餘則使用氣浮式皮帶機。主要原因是在該三個地段將煤置入皮帶機時大都有某種衝擊力，為保護氣浮式皮帶機，所以仍採用傳統式皮帶機，以確保整個供煤系統的可靠性。

(3) 受煤端及供煤端的輸送容量不一樣。

受煤端及供煤端所使用的氣浮式皮帶機，輸送容量不一樣。在受煤端通常規劃大容量的皮帶機(每條皮帶每小時可送 3000 噸~5000 噸，一般皆設兩條)，可配合船邊卸煤設備 (Ship Unloader) 之能力，節省卸煤時間，節省港內滯船費用。而在供煤端的輸送容量則合每部機每小時的耗煤量而設計。如常陸那珂電廠，在受煤端的能力為 5000 噸/時*2 條，而在供煤端則為僅約 1100 噸/時。

(4) 獨立的控制室。

(5) 機組間及煤倉間皆有互通的可逆式皮帶機。

(6) 一般氣浮式皮帶機設置的高度並不高，約在成年男人至一層樓高之間。外觀顏色則配合周遭景觀彈性運用，通常以淺色為主，俾減少壓迫感及視覺衝擊。皮帶機下方則供作人車通行之用。

(7) AFC 或 FDC 適用任何煤質，因煤放在皮帶機上的時間並不長。

三、供煤系統的規劃

燃煤電廠供煤系統之規劃，所涵蓋的範圍包羅甚多。從世界各地煤源的探討，煤質的比較、運距長短、運費高低、可用之煤質規劃，燃港選擇、卸煤設施、儲煤方式、供煤設備、等等皆包括在內。

就本公司而言，煤源分析及購煤由「燃料處」主政，煤質與設備規劃由「開發處」主政，相關設備系統之設計與施工由「核火工處」主政，「發電處」則將購入之煤料燃燒發電，「工環處」則負責煤料燃燒後污染物排放濃度之規劃與監測。各單位間由於主管業務的不同，對整個供煤系統的規劃與最終目標自有不同的看法。依以往的「彰工 IGCC 可行性研究」、「彰工火力第一二發電計畫可行性研究」、「林口發電廠更新擴建計畫可行性研究」等的規劃經驗，煤質的選定，往往需花費相當多的時間討論始能取得各單位間共識，與日本 J-POWER 規劃之方式不同。J-POWER 所屬燃煤電廠所使用的燃煤，其煤質規範範圍通常不會很大，即非 wide-range 煤質。某些電廠甚至使用特定煤料，如竹原電廠以澳洲煤為主（80%），搭配 20% 的印尼煤，輔以拌煤方式，確保煤質。如此可確保機組的燃燒效率，降低發電成本，排放符合環保規定。另以 ISOGO 電廠為例，進口煤源雖有 16 種之多，惟因煤質規範並不大，各煤源之煤皆很相近，故同時間由供煤中心的煤種最多僅有 5~6 種，再利用拌煤系統拌煤，確保燃燒的品質。

日本電廠由於適當使用垂直式輸煤帶與氣浮式

皮帶機，所以電廠內予人的景觀印象極佳。主要是因垂直式輸煤帶的應用，不但可配合空間之需，減少傳統上輸煤帶橫跨空間之醜感，更增加傳統式或氣浮式輸煤帶的配置彈性，減少輸煤的長度，並可增加廠區內景觀規劃配置彈性。而氣浮式輸煤帶的引用，更大大縮減了輸皮帶機的外觀體積，不但降低噪音，對電廠之景觀改善亦有極大的貢獻。氣浮式輸煤帶亦可應用到煤碼頭與電廠之間的煤料輸送。以本公司為例，規劃中擬由台北港以輸煤帶送到林口電廠的地下廊道輸煤方案，若考慮捨棄傳統式的皮帶機，改用氣浮式皮帶機，因所需之地下廊道寬度可由 8 公尺縮減為 2 尺左右，可大大降低工程費用及工程難度；甚或設置於海邊以明渠方式佈設，亦不致對景觀造成的衝擊。

為吸收國外經驗，有關煤源、卸運儲系統之規劃宜有新作法。

煤源：

為提高燃煤電廠未來在電力市場的競爭力，本公司宜考慮將用煤規範予以窄小化(此點，總經理亦曾於「大林電廠整體改建會議」中指示評估辦理)。各電廠間，甚或同一電廠各機組間亦可考慮燃用不同煤質的煤(如台中電廠可為兩個不同煤質群)，惟需規劃有精準的拌煤系統，俾確保燃燒效率。同一區域的燃煤電廠，宜規劃供煤中心，統一進口煤料(可避免專用煤碼頭的重覆投資)，各廠之間再以一萬噸側二萬噸間之駁船轉運，降低大型煤輪航道浚深之需求。

卸運儲系統：

混合使用傳統式皮帶機、氣浮式皮帶機與垂直式輸煤機之供煤方式，減少輸煤皮帶機予人巨大笨重的視覺衝擊，若再配合適當的景觀規劃，應可一掃以往一般外界對燃煤電廠的髒亂印象。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 依日本目前超臨界燃煤廠的鍋爐的設計，均以煙煤為主，用煤規範與本公司相當，但種類較少，容易拌煤。其儲煤規劃，通常僅在廠區狹小或環保考量時才採用 SILO 式或 DOME 式儲煤設施，若空間足夠則大多採露天或 A-Frame 煤場來貯煤。如：

- 1、J-POWER 的磯子電廠，因空間不足，採四個各 2.5 萬噸容量的 SILO 式儲煤倉。
- 2、TEPCO (東京電力) 的 HITACHINAKA 電廠，因廠區大，故煤場採”露天煤堆”四周圍以欄風柵網。
- 3、J-POWER 的橘灣電廠，因位於國家公園範圍，採八個各 7 萬噸容量 SILO 式儲煤倉。

(二) AFC 或 FDC 氣浮式輸煤皮帶機具有大容量，低噪音，體積小，乾淨，結構緊密 (compact)，施工容易，工期短等優點，值得引進。

(三) 垂直式輸煤機可減少傳統式或氣浮式皮帶機的佈設長度，增加景觀規劃彈性，宜適度引用。

(四) 鄰近地區的燃煤電廠，可考慮設置供煤中心，統一進煤，減少專用煤碼頭的重覆投資，增加燃煤的調度彈性。

二、建議

本公司民國 100 年起電源開發規劃以慣常燃煤汽力機組為主，未來燃煤需求量甚大。鑑於本公司採購燃煤

須依政府採購法規定，定期合約為選擇性招標，現貨為公開招標。目前燃煤供應來源以印尼煤佔大宗（約60%），熱值約在 5500~6000kcal/kg，而根據相關資訊指出未來燃煤熱值將趨向 5500kcal/kg 以下者（且內含水分高），即低熱值亞煙煤將佔大宗，而且亞煙煤不適合長期貯存，否則易自燃。為因應此種趨勢，宜先針對熱值降低與內含水分增加將導致鍋爐效率降低及增加鍋爐設備成本等缺點加以評估。為求得燃煤單純化，以增加競爭力與煤源多樣化間之平衡，實宜就煤源的調查、燃煤的採購策略、煤輪-煤港-卸煤-供煤中心-燃煤電廠、電廠貯存方式（dome 或 silo 或 A-Frame）、拌煤方式，及相關的鍋爐/環保設備等之規劃配合、副產品處理、等進行一完整的規劃與評估。

鑑於日本電源開發株式會社（J-POWER）在煤源的分析評估、煤港的設置、煤料的輸送與電廠內的卸運儲系統規劃具有豐富的經驗，為減少發電計畫規劃期間的各單位間異議，與因應未來燃煤市場的變化趨勢，建議仿「系規處」委請東京電力辦理「北部地區高密度輸電系統評估研究」之方式，委請日本電源開發株式會社（J-POWER）辦理「未來煤源與供煤系統之規劃」。至於主政單位，則可以指定主辦單位及協辦單位方式辦理。

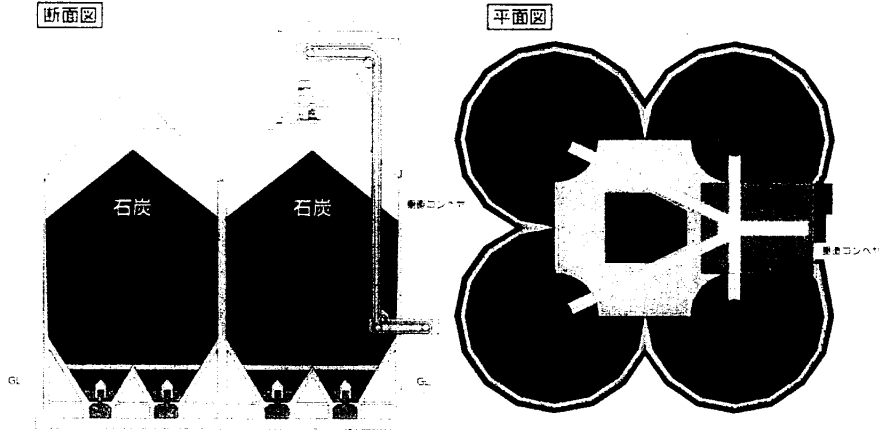
(5) クローバー型屋内式貯炭サイロの採用(新1・2号機共通設備)

発電所の主燃料である石炭を貯蔵する設備として、4つの分離された部屋を四つ葉のクローバー形に一体化した屋内式貯炭サイロ(貯炭容量:2万5千t×4室=10万t)を採用します。

1室当たりと同容量のサイロを個別に4基、または2倍の容量のサイロを個別に2基設置する場合に比較して、設置スペースが少なくて済みます。

また、屋内式のため石炭粉じん飛散防止ならびに騒音防止にも効果的となります。

10万t4室分離クローバー型貯炭サイロ概略図

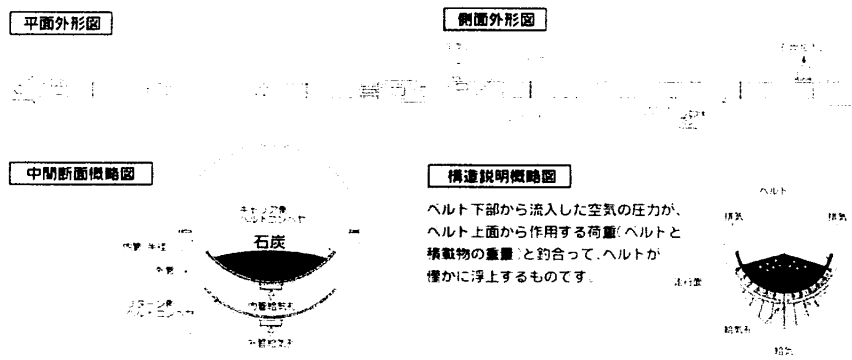


(6) 空気浮上式運炭コンベヤの採用(一部新1・2号機共通設備)

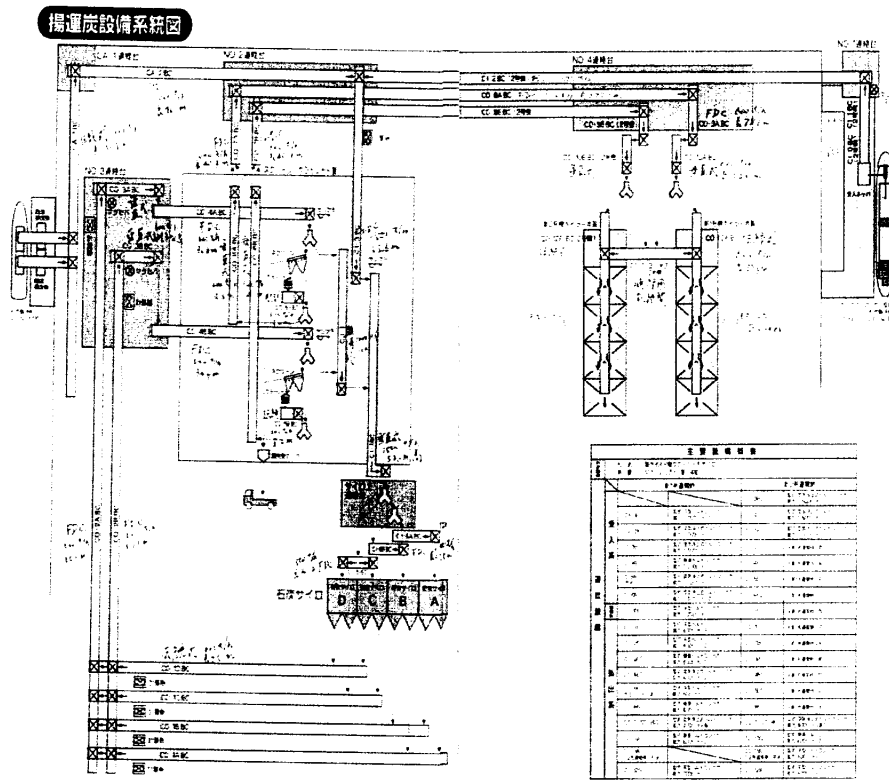
石炭の受け入れ・払い出し搬送用コンベヤとして、水平部や傾斜部には、従来型コンベヤのキャリアローラーやリターンローラーおよびキャラリーフードなどが不要な、密閉パイプ内に供給される空気でベルトを浮上させて搬送する空気浮上式のコンベヤ(FDC)を採用します。

コンパクトなパイプ内部に組み込まれたコンベヤ方式のため、従来型に比較して設置スペースが少なく、キャラリーフードを設置しなくても石炭粉じん飛散防止ならびに騒音・振動の低減に効果的となります。

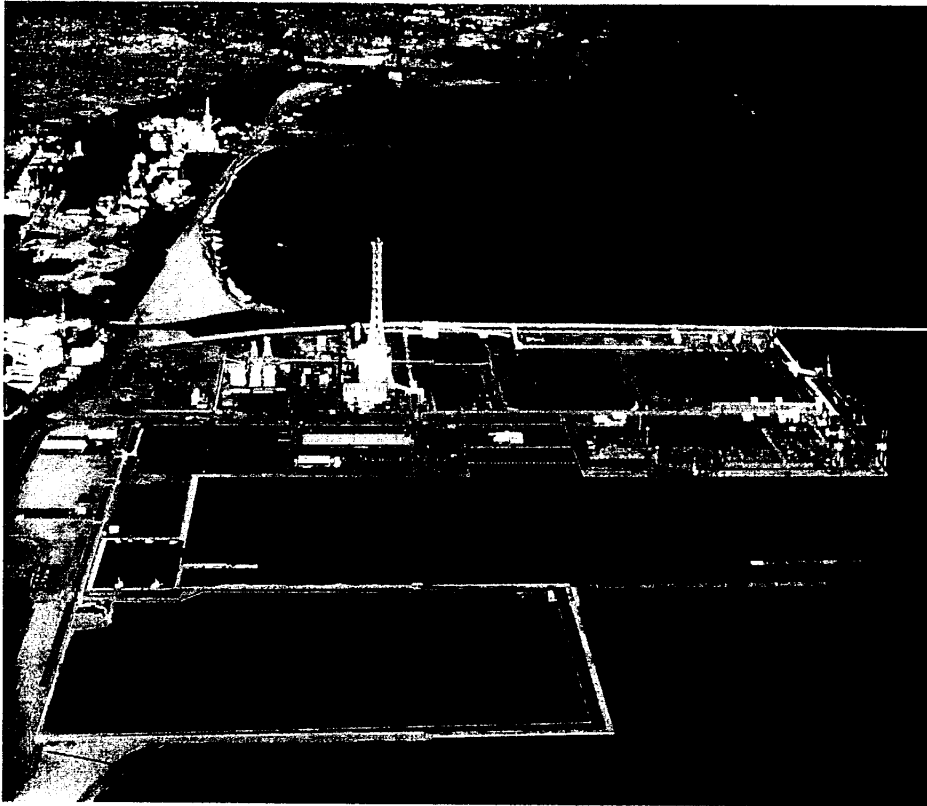
空気浮上式ベルトコンベヤ概略図



附圖 2 磯子電廠 SILO 煤倉圖



附圖 3 磯子電廠一號機供煤系統圖

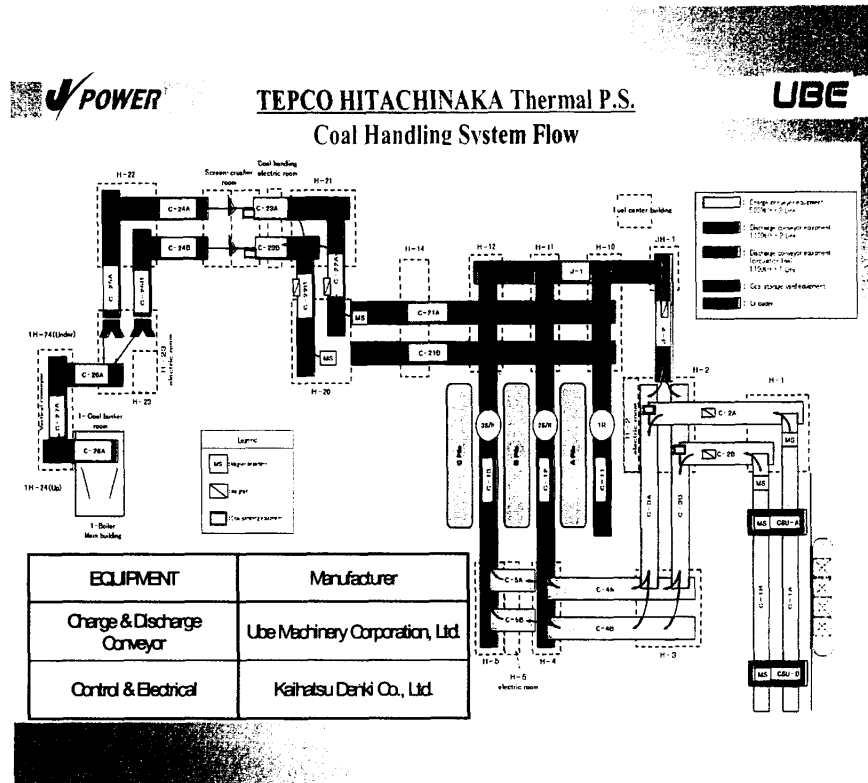


附圖 4 東京電力常陸那珂電廠佈置

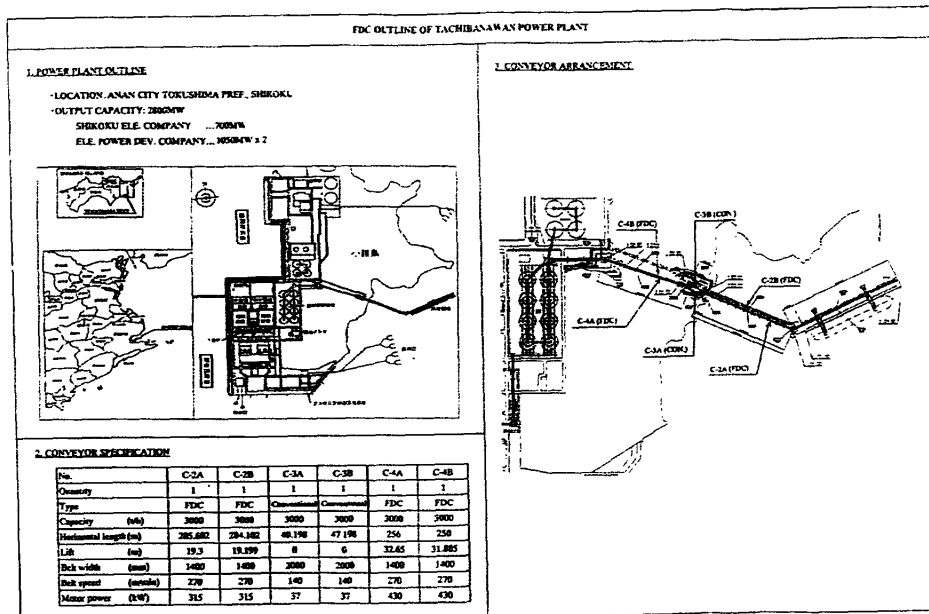
東京電力公司

常陸那珂 HITACHINAKA 超臨界電廠

進口煤卸儲供系統



附圖 5 常陸那珂電廠一號機供煤系統

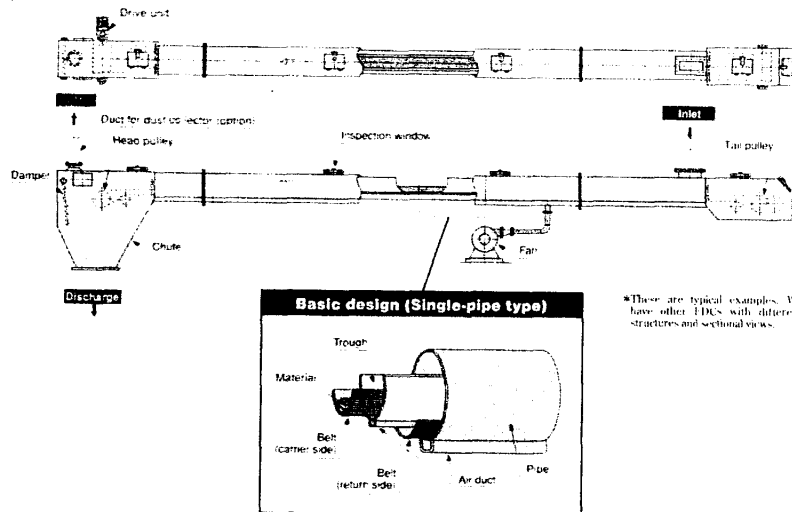


附圖 6 橘灣電廠供煤系統圖

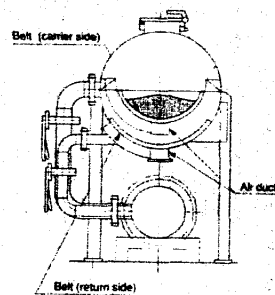
Flow Dynamics Conveyor

Structure

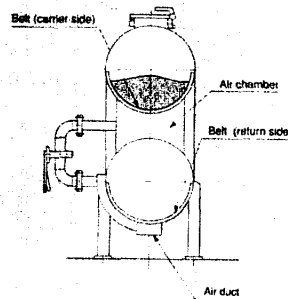
The figures below show the configuration and sectional views of two types of flow dynamics conveyor (FDC): the single-pipe type, with the carrier and the return belts installed in the same pipe; and the separate-pipe type, with the belts installed in two separate pipes.



Single-pipe type



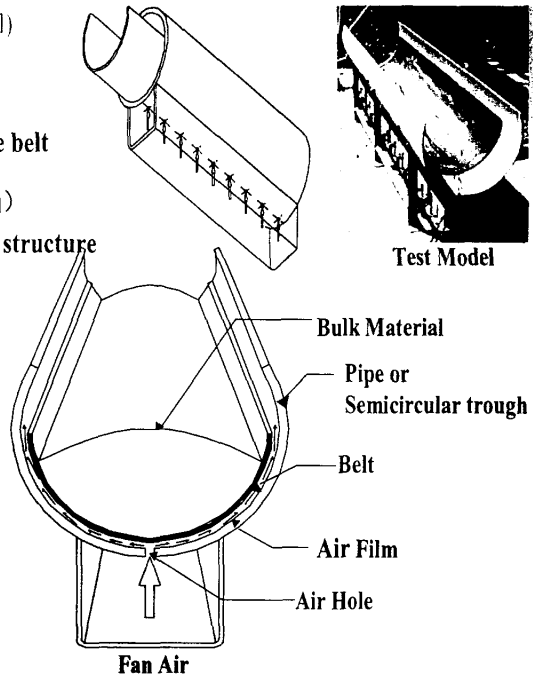
Separate-pipe type



附圖 7A 氣浮式皮帶機原理

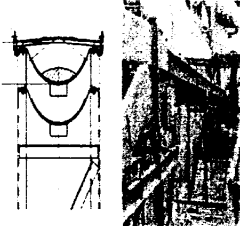
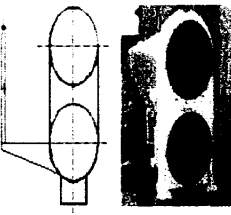

POWER STRUCTURE
(between head & tail)

- No roller is required
- Continuous air film supports the belt
(Air pressure 200~800mmAq)
- The belt runs in totally enclosed structure

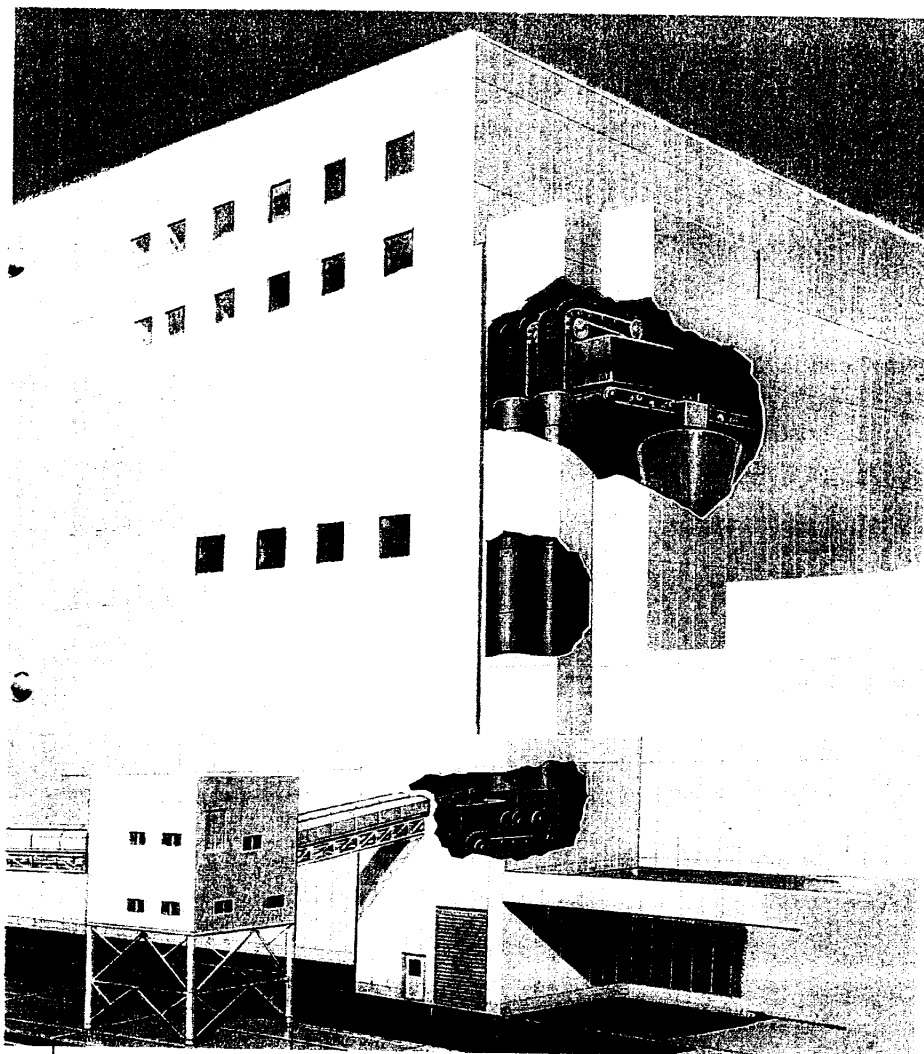


附圖 7B 氣浮式皮帶機原理

Model choice according to conveying capacity

Type	MT series (small size) trough type	WP series (middle size) vertical twin-pipe type	BU series (Large size) U-pipe type
Cross section			
Bulk material	Coal, Limestone, Gypsum, Cement, Sand, Ore etc.		
Capacity Specific Gravity 0.8	~100 t/h	100~1500 t/h	1000 ~ 5000 t/h
Belt width	300~650 mm	400~1200 mm	1000~1600 mm
Pipe Dia.	—	300 A~900 A	750 A~1200 A
Advantages	Small space	Distance between supports is long.	Large capacity

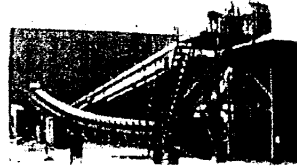
附圖 8 氣浮式皮帶機種類



附圖 9 垂直式輸煤機

Comparison (Ex.)

- Coal – Capacity 1000t/h.
- Horizontal length 200m. Lift 25m.
Support Span 20m (Slope angle 7°)

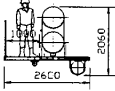
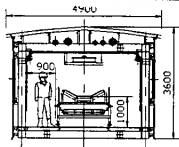


	Air Floating Conveyor	Flat Belt Conveyor (Gallery Type)
Belt width (m)	0.75	1
Belt speed (m/min)	265	180
Power (kW)	110 + 22 (Fan) = 132	132
Friction Coefficient	0.01	0.02
* Initial cost	60~70	100
* Maintenance Cost	30	100

* Our company provisional calculations

POWER Comparison (General)

UBE

Type		Air Floating Conveyor	Flat Conveyor (gallery)
Item	Cross Section		
	Structure between head & tail	None	Necessary
Environment between head & tail	Weight (t)	60	100
	Belt width	70~80	100
	Space (t)	30~50	100
	Maintenance Platform	One side (optional)	Both sides
Maintenance	Maximum slope angle (°)	19~20°	15~16°
	Noise level	Low	Medium
	Vibration	Least	Medium
Spillage	Dust	None	Dusty
	Spillage cleaning work	Unnecessary	Necessary
	Roller exchange	Unnecessary	Necessary

* Our company provisional calculations

附表 1 AFC 與傳統皮帶機比較

附表 2 各種輸送帶 CONVEYOR 綜合比較表

(以輸煤量 1000t/h 為比較基準)

種類	氣浮式輸送帶 (FDC)	傳統式皮帶機 (廊道式 gallery type)	傳統式皮帶機 (桁架式 truss type)	管路式皮帶機 (pipe conveyor)
一般 截面寬	1500mm	3000mm	2800mm	2200mm
皮帶機 規範	帶寬:800mm 速度:300 米/ 分	帶寬:1000mm 速度:240 米/ 分	帶寬:1000mm 速度:240 米/ 分	帶寬:1600mm 速度:240 米/ 分
皮帶線	*直式/彎曲 *外觀佳 *安裝空間小	*直式	*直式	*直式/彎曲
運轉 維護	頭尾端之間不 需維護	運轉時或超出設計裕度時需調整滾輪		
環境 影響	*不會溢洩 *無煤塵 *噪音低	*需安裝防洩 裝置 *洩料需定時 清除 *整個輸送帶 需密封才能 減低噪音	*需安裝防洩 裝置 *洩料需定時 清除 *會產生煤塵 及噪音	*不會溢洩
投資 費用	100	160(封閉式)	105(有覆蓋)	120

附件 FDC/AFC 操作方式

Operation of FDC

1. Operation Mode

To achieve FDC operation including brake and fans, operation mode shall be selected at each LCB as listed below.

Operation Method	Operation Place	Equipment	FDC	BRAKE	FAN 1 & 2
		CONVEYOR	CONVEYOR		
Automatic operation at CCR (AC)	OPS		REMOTE	REMOTE	REMOTE
Automatic operation at Local (AL)	LCB for FDC CON.		LOCAL	REMOTE	REMOTE
Individual operation at Local	Each LCB		LOCAL (*1)	LOCAL	LOCAL

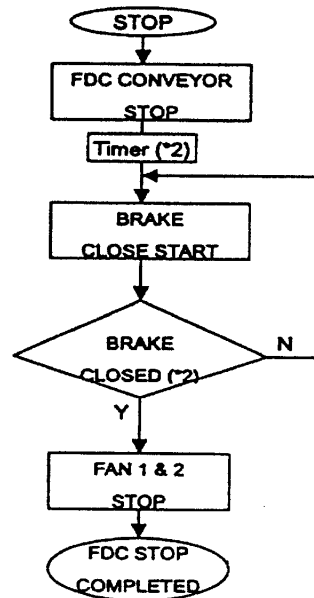
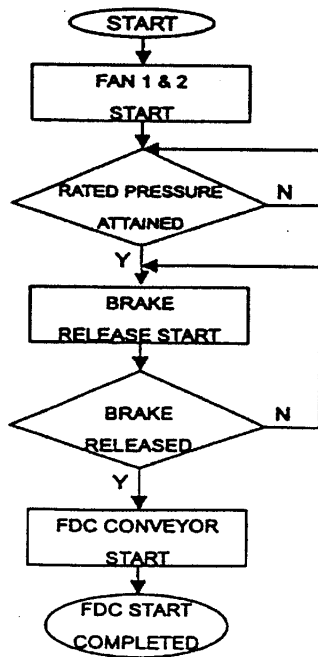
Note : OPS means "Operation Screen"

LCB means "Local Control Box"

(*1) Available with fans being operated.

2. Operation Flow in AC or AL mode

Start and stop operation flow is shown as below.

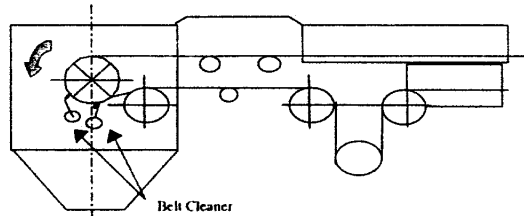


(*2) To be equipped only in AC mode

附件 1 FDC 操作方式

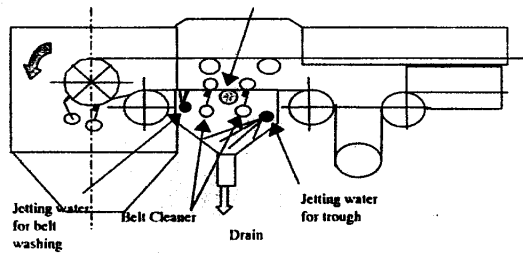
Belt cleaning device

1. Use Belt Cleaner



2. Use Belt Water Washing Device

- Washing the surface of belt by jetting water from nozzles
- Installation is decided by Bulk material.



附件 2 氣浮式使帶機的清潔方式