

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：) 實習

興達發電廠卸煤改善計畫連續式卸煤 機統包工程機械電氣儀控設計運轉及 維護

(裝訂線)

服務機關：台灣電力公司
姓名職稱：簡芳典/輸煤機械課長
林衍森/煤運課長
柯建隆/電機工程師
呂東軒/儀電工程師
出國地區：瑞典
出國日期：96年7月1日至96年7月15日
報告日期：96年9月3日

出國報告審核表

出國報告名稱：興達發電廠卸煤改善計畫連續式卸煤機統包工程機械電氣儀控設計運轉及維護

出國人姓名 (2人以上，以1人為代表)	職稱	服務單位
林衍森等三人	煤運課長	台電核火工處

出國期間：96年07月01日至96年07月15日 報告繳交日期：96年09月03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"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 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)，與同人進行知識分享。 <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"/> 1. 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"/> 2. 退回補正，原因： _____ 3. 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：


宗信


王廣仁


王大琪

單位主管：


林衍森


呂東軒


柯建隆

主管處主管：


葉錦明


王寧強


尤宗憲

總經理：  呂宇義

副總經理：  蔡英久

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：興達發電廠卸煤改善計畫連續式卸煤機統包工程機械電氣儀控設計運轉及維護。

頁數 62 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/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

簡芳典/台灣電力公司/核火工處興達施工處/輸煤機械課長/07-6912510 分機 255

林衍森/台灣電力公司/核火工處/煤運課長/02-23229535

柯建隆/台灣電力公司/核火工處/電機工程師/02-23229552

呂東軒/台灣電力公司/核火工處/儀電工程師/02-23229528

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：96. 07. 01 ~ 96. 07. 15

出國地區：瑞典

報告日期：96. 09. 03

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

瑞典 MacGREGOR 公司 ST-940 DOB 型連續式卸煤機(CSU)

一、結構設計：

所有的鋼結構組件均依 FEM 法規，分別歸於四種不同類別事例 (Case) 再予以核驗；MacGREGOR 公司並依其在卸船機專業領域之多年經驗與知識，界定了各事例各自的安全限度 (safety margin) 要求。四種事例分別為主負載、額外負載、特殊負載及疲勞負載，再依據自重、卸料重量、其他荷重、風力以及卸船機各主要組件之角度 (含垂直方向、水平方向及旋轉等)，予以細分為多種子事例，再利用自行開發之強度計算程式電子軟體，檢驗各應力集中點之負載是否在其設計強度安全範圍之內。

二、運轉方式：

採定速之螺旋葉片以及可自動調速之進料頭(Inlet Head)伸入貨艙煤堆中，自煤堆表面下方 1.5m 取料，將煤炭經由進料頭送入垂直螺旋

輸送機(VSC)中，由旋轉的螺旋葉片將煤炭往上提昇，至垂直螺旋輸送機頂端之反螺旋葉片，使煤流轉成水平方向，進入水平螺旋飼料機(HSC)，再將煤炭穩定的轉運到水平皮帶輸送機(HBC)，煤炭經由水平皮帶輸送機運送之後，導入旋轉塔(Turret)中的卸料槽，進入機台可移動頭輪式皮帶輸送機(GBC)，在卸料(出料口)處將煤炭轉送至碼頭皮帶輸送機(Quay Conveyor)上。

運轉動作具有行走移動(traveling)、迴旋轉動(Slewing)、水平俯仰(Luffing)與垂直擺錘(Pendulum)四種功能。

三、電力系統：

CSU 高壓電氣室(HV Room)有一 4.16KV VCB(1600A)，它可以說是 CSU 的電源總開關，可兼做電氣維修隔離使用。4.16KV 系統經過一只乾式變壓器(4.16KV/480V 3500KVA)降壓後接至 ACB(4500A)提供給電氣室(Elhouse)裡的 MCC、UPS、照明、加熱器及插座等負載使用。480VAC BUS 上另有兩回路提供給不同電壓等級負載使用，一者是經由(480/220V, Δ - Δ , 90KVA)乾式變壓器提供 3 Φ 3 線作為 220VAC 加熱器電源、220VAC 電焊機插座及 220VAC UPS 使用。另一者是經由(480-208/120V, Δ -Y, 25KVA)乾式變壓器提供 120VAC 電源給空間加熱器、照明系統及 120VAC UPS 使用。

四、控制系統：

使用 PLC 來控制整部卸煤機的運作，一台觸控式人機介面 PC 置於操作室及一台桌上型 PC 置於電氣室皆使用 Ethernet 與卸煤機 PLC 通訊，PLC 與現場設備間則使用 DevicNet 作通訊。卸煤機 PLC 系統介面信號使用 Modbus RS-485 及硬線，經由卸煤機上之線輪(Cable wheel)連接至卸煤碼頭電氣設備室(EER #2)內之岸邊煤場控制系統 PLC #4 remote I/O 單元，以傳送及接收卸煤機運轉狀態及控制訊號，構成完整的控制系統

五、維修保養：

卸煤機大多數潤滑部位如進料頭驅動齒輪、水平螺旋飼料機軸承、水平輸送機滑輪軸承、機台之迴轉軸承，均配管連結到潤滑油脂單元，採自動潤滑系統，定期添加油脂。

主要磨耗件為進料頭、底端螺旋葉片(Wear section)、套筒(Lower transport tub)、O-D 軸承及垂直螺旋桿組，需定期檢修。

垂直螺旋輸送機由 6 支垂直螺旋桿連結而成，長達 30 m，中間有 5 個 O-D 軸承支撐，需定期檢查與調校螺旋葉片與調整板之間隙，以維持螺旋桿組之垂直度，使螺旋轉動不偏離中心。

興達發電廠卸煤改善計畫連續式卸煤機統 包工程機械電氣儀控設計運轉及維護

目 次

壹、目的	1
貳、過程	1
參、實習內容	1
一、結構設計	1
二、機械設備介紹	13
三、電氣設備介紹	25
四、控制系統介紹	35
肆、心得	61
伍、建議事項	62

壹、目的：

爲了改善興達發電廠運轉使用之燃煤需求，特別在興達煤輪專用碼頭增設兩部公稱容量 2,000 T/H 連續式卸煤機(CSU)，專供運煤輪船卸煤使用。興達煤輪專用碼頭增設連續式卸煤機，係瑞典 MacGREGOR 公司設計及製造，依據合約規定應派工程師，前往設計製造廠家接受相關機械設計、安裝及運轉維護等訓練，以進一步瞭解其設計原理並擷取國外裝機及維護之實務經驗，做爲日後機組改善、維護及技術轉移之參考。

預期成果爲使接受實習人員，能清楚瞭解製造廠家之設計準則、理念及連續式卸煤機製造、安裝、測試要領，俾便日後協助機組安裝、測試及試運轉，使機組如期完工，加入系統運轉。

貳、過程：

自 96 年 7 月 1 日至 7 月 15 日共 15 天，在瑞典 MacGREGOR 公司接受連續式卸煤機設計、運轉、電氣設備、儀控系統及維修等訓練，並就地請教原廠設計工程師有關設計演進、裝機程序、品質要求及檢驗等技術。

參、實習內容：

一、CSU 結構設計：

設計所遵循之法規標準 (Codes & Standards)

其主要設計及結構計算均符合『FEM – De la federation europeenne de la manutention』 section I , Rules for the design of hoisting appliances,1987 與 section II , Rules for the design of mobile equipment for continuous handling of bulk materials,1997，少部分以上法規不適用的部分，則依瑞典或一般國際標準，諸如 ISO5049-1 與 IKH4.30 以及工程常識。

負載條件

所有的鋼結構組件均依 FEM 法規分別歸於四種不同類別事例 (Case) 再予以核驗；MacGREGOR 公司並依其在卸船機專業領域之多年經驗與知識，界定了各事例各自的安全限度 (safety margin) 要求。

此四種事例的規範並經挪威船級社 (DNV-Det Norske Veritas) 認證完全符合 FEM 法規之規定。

這四種事例分別爲：

主負載 (Main loads) — 定義爲涵蓋一般工作條件、狀況，分級爲 FEM CASE I 。

額外負載 (Additional loads) — 定義爲涵蓋工作中的異常條件、狀況，分級爲 FEM CASE II 。

特殊負載 (Special loads) — 定義爲涵蓋偶而在極端的條件、狀況下才會發生的，分級爲 FEM CASE III 。

疲勞負載 (Fatigue loads) — 定義為保證鋼結構有足夠的使用壽命。

除了上述四種負載事例外，MacGREGOR 另外自行定義了一種所謂基礎負載事例 (Basic load cases)，特別用於深入瞭解卸船機在各種狀態下之負載大小以及用於協助對各不同之機構組件之設計與調整。本事例將不用於查驗鋼結構，因鋼結構的查驗已涵蓋於前述之四種事例。除了上述的各種事例外，部分鋼構組件亦應完全符合其特殊設計準則要求。這些要求都會記載餘個組件之相關文件中。

依計算主體之不同 FEM 法規要求之安全係數亦有不同，例如供強度計算之材料屈服強度之安全係數即分別為：

- FEM CASE I = 1.5，
- FEM CASE II = 1.33，
- FEM CASE III = 1.2。

負載事例之細分：

前述之各種負載事例再依據自重、卸料重量、其他荷重、風力以及卸船機各主要組件之角度 (含垂直方向、水平方向及旋轉等)，予以細分為多種子事例，再利用自行開發之強度計算程式電子軟體，檢驗各應力集中點之負載是否在其設計強度安全範圍之內。各負載事例及其子事例列表如下：

基礎負載事例 (Basic load cases)：

Load case	Loads	Arm positions		
		Vertical	Horizontal	Slewing
DEFO 1	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● No load in conveyors 	0°	0°	±60°
DEFO 2	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● No load in conveyors 	+30°	0°	±60°
DEFO 3	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● No load in conveyors ● No vertical screw assembled 	-19°	-35°	±110°
BASIC 1	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Normal load in the conveyors 	-30°	+18.3°	±60°
BASIC 2	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Normal load in the conveyors 	+30°	0°	±60°
AUXH	<ul style="list-style-type: none"> ● Auxiliary hoist load 	-30°	0°	±110°
MAXUP	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads 	-5°	-35°	±110°

主負載 (Main loads) FEM CASE I

Load case	Load combination (FEM CASE I)	Arm positions		
		Vertical	Horizontal	Slewing
WORK 1.1	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● No digging forces ● Normal load in the conveyors 	0°	0°	±60°
WORK 1.2	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Normal digging forces (FX=+30kN,FZ=+30kN) ● Normal load in the conveyors 	0°	0°	±60°
WORK 1.3	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Normal digging forces (FX=-30kN,FZ=-30kN) ● Normal load in the conveyors 	0°	0°	±60°
WORK 1.4	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Normal digging forces (FX=+30kN,FZ=-30kN) ● Normal load in the conveyors 	0°	0°	±60°
WORK 1.5	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Normal digging forces (FX=-30kN,FZ=+30kN) ● Normal load in the conveyors 	0°	0°	±60°
AUXH 1.1	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Auxiliary hoist load with an addition of 15% due to dynamic effects 	-30°	0°	±110°
MAXUP 1.1	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads 	-5°	-35°	±110°
MAXF 1.1	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Extreme load in the conveyors 	-30°	+18.3°	±60°

額外負載 (Additional loads) FEM CASE II

Load case	Load combination (FEM CASE II)	Arm positions		
		Vertical	Horizontal	Slewing
MAXW2.1	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local 	-30°	+18.3°	±60°

	<ul style="list-style-type: none"> ux, uz) ● Normal load in the conveyors ● Max active pushing pendulum cylinder force ● Max counteracting slewing moment (+MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from right 			
MAXW2.2	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uz) ● Normal load in the conveyors ● Max active pushing pendulum cylinder force ● Max counteracting slewing moment (-MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from left 	-30°	+18.3°	±60°
MAXW2.3	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uz) ● Normal load in the conveyors ● Max active pulling pendulum cylinder force ● Max counteracting slewing moment (+MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from right 	-30°	+18.3°	±60°
MAXW2.4	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uz) ● Normal load in the conveyors ● Max active pulling pendulum cylinder force ● Max counteracting slewing moment (-MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from left 	-30°	+18.3°	±60°

MAXW2.5	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uz) ● Normal load in the conveyors ● Max active pushing pendulum cylinder force ● Max counteracting slewing moment (+MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from right 	+ 30°	+ 18.3°	±60°
MAXW2.6	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uz) ● Normal load in the conveyors ● Max active pushing pendulum cylinder force ● Max counteracting slewing moment (-MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from left 	+ 30°	+ 18.3°	±60°
MAXW2.7	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uz) ● Normal load in the conveyors ● Max active pulling pendulum cylinder force ● Max counteracting slewing moment (+MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from right 	+ 30°	+ 18.3°	±60°
MAXW2.8	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uz) ● Normal load in the conveyors ● Max active pulling pendulum cylinder force ● Max counteracting slewing moment (-MY) 	+ 30°	+ 18.3°	±60°

	<ul style="list-style-type: none"> ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from left 			
AUXH 2.1	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Auxiliary hoist load with an addition of 15% due to dynamic effects ● Clean-up unit (if applicable) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from right 	-30°	0°	±110°
AUXH 2.2	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Auxiliary hoist load with an addition of 15% due to dynamic effects ● Clean-up unit (if applicable) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from left 	-30°	0°	±110°
MAXUP 2.1	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from right 	-5°	-35°	±110°
MAXUP 2.2	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from left 	-5°	-35°	±110°

特殊負載 (Special loads) FEM CASE III

Load case	Load combination (FEM CASE III)	Arm positions		
		Vertical	Horizontal	Slewing
EXTR3.1	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uy, uz) ● Extreme load in the conveyors ● Max counteractive pulling pendulum cylinder force ● Max active pulling luffing cylinder force ● Max counteracting slewing moment (+MY) ● Normal wind force during service 	-30°	+18.3°	±60°

	(20 m/s) acting from right			
EXTR3.2	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uy, uz) ● Extreme load in the conveyors ● Max counteractive pulling pendulum cylinder force ● Max active pulling luffing cylinder force ● Max counteracting slewing moment (-MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from left 	-30°	+18.3°	±60°
EXTR3.3	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uy, uz) ● Extreme load in the conveyors ● Max counteractive pushing pendulum cylinder force ● Max active pushing luffing cylinder force ● Max counteracting slewing moment (+MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from right 	-30°	+18.3°	±60°
EXTR3.4	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uy, uz) ● Extreme load in the conveyors ● Max counteractive pushing pendulum cylinder force ● Max active pushing luffing cylinder force ● Max counteracting slewing moment (-MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from left 	-30°	+18.3°	±60°
EXTR3.5	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads 	+30°	+18.3°	±60°

	<ul style="list-style-type: none"> ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uy, uz) ● Extreme load in the conveyors ● Max counteractive pulling pendulum cylinder force ● Max active pulling luffing cylinder force ● Max counteracting slewing moment (+MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from right 			
EXTR3.6	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uy, uz) ● Extreme load in the conveyors ● Max counteractive pulling pendulum cylinder force ● Max active pulling luffing cylinder force ● Max counteracting slewing moment (-MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from left 	+ 30°	+ 18.3°	±60°
EXTR3.7	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uy, uz) ● Extreme load in the conveyors ● Max counteractive pushing pendulum cylinder force ● Max active pushing luffing cylinder force ● Max counteracting slewing moment (+MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from right 	+ 30°	+ 18.3°	±60°
EXTR3.8	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Inlet hooked in ships hold (local ux, uy, uz) 	+ 30°	+ 18.3°	±60°

	<ul style="list-style-type: none"> ● Extreme load in the conveyors ● Max counteractive pushing pendulum cylinder force ● Max active pushing luffing cylinder force ● Max counteracting slewing moment (-MY) ● Normal wind force during service (20 m/s) acting from left 			
PARK	<ul style="list-style-type: none"> ● Dead loads ● Wind force during non-operating (55.6 m/s average wind speed) ● Otherwise according to drawing 7001594 	0°	-26.5°	90°
EARTHQ3.1	<ul style="list-style-type: none"> ● Earthquake loads according to local regulations acting perpendicular to rail 	0°	0°	0°
EARTHQ3.2	<ul style="list-style-type: none"> ● Earthquake loads according to local regulations acting parallel to rail 	0°	0°	0°

疲勞負載 (Fatigue loads)

DIG 1	<ul style="list-style-type: none"> ● Nodead loads ● No load in conveyors ● Equivalent digging force (FX= +30kN, FZ= +30kN) 	0°	0°	0°
DIG 2	<ul style="list-style-type: none"> ● Nodead loads ● No load in conveyors ● Equivalent digging force (FX= +30kN, FZ= -30kN) 	0°	0°	0°

以上所使用的各項負載，簡單說明如下：

自重與物料重量 (Deadweight & Live load)：

由於計算係與卸船機之設計同時進行，最後實物之實際重量可能與計算所引用之數據會有些許之差異，然此差異很小，並不會超出安全裕度；尤以配重 (Counterweight) 為例，為了整體的平衡幾乎到最後階段才會得出實際應用的重量。

垂直輸送機部分物料之重量係取充滿狀態之 50%，而極端情況則取 80%。

	部位	重量 (mts)
自重	Vertical	78.8
	Horizontal	154.0
	Overbeam	82.1
	CW (counter weight)	230.0
	Upper Turret, Tower and Cabin arm	95.8
	Deadweight slewing system	640.7
物料重	Normal live load in vertical	7.3
	Extreme live load in vertical	11.7
	Normal live load on horizontal	7.1

推、拉力 (pushing & pulling force) 與力距 (moment) :

推、拉力或力距 (kN/m)	大小
Max active pendulum cyl force (pushing)	143 bar
Max counteracting pendulum cyl force (pushing)	164 bar
Max active pendulum cyl force (pulling)	149 bar
Max counteracting pendulum cyl force (pulling)	171 bar
Max active luffing cylinder force (pushing)	124 bar
Max counteracting luffing cylinder force (pushing)	143 bar
Max active luffing cylinder force (pulling)	51 bar
Max counteracting luffing cylinder force (pulling)	59 bar
Max slewing moment ($-30 < VA < -10$)	1518 kN/m
Max slewing moment ($-10 < VA < +10$)	1347 kN/m
Max slewing moment ($+10 < VA < +30$)	1166 kN/m

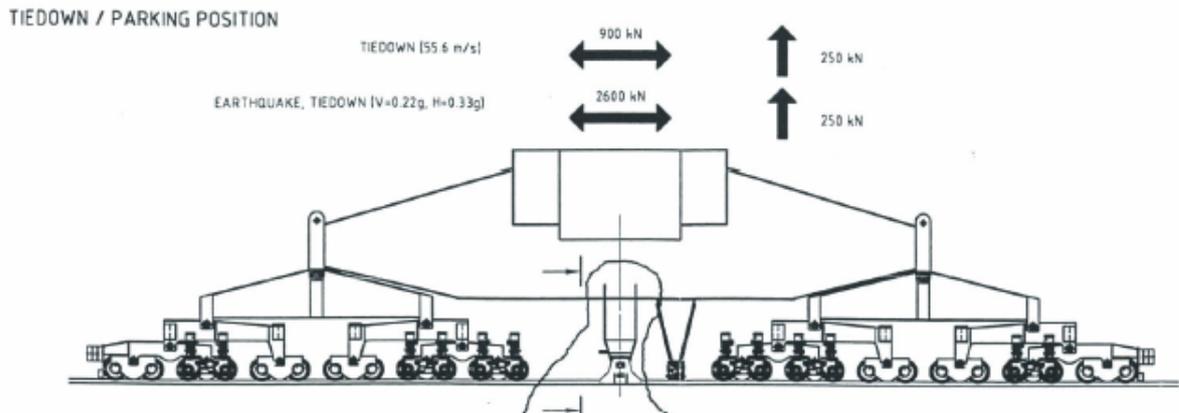
風力負載 (Wind loads) :

係依據合約規範規定之正常運轉下風速 18m/s 以及非運轉狀況下之風速 55.6m/s 規定，再參照 FEM 法規與 ISO 5049/1 規定計算之。原則上假設風係水平方向常速並以最不利之角度 (同時正面迎擊) 吹向卸船機，雖然卸船機之外型已經配合考量流線之設計，然為簡化計算其外型係數 (Shape factor) 通常以 1.5 帶入，遠高於實際經驗值。受風面積則為所有外曝面之總和 (包含了各縱樑、扶手…等等)。

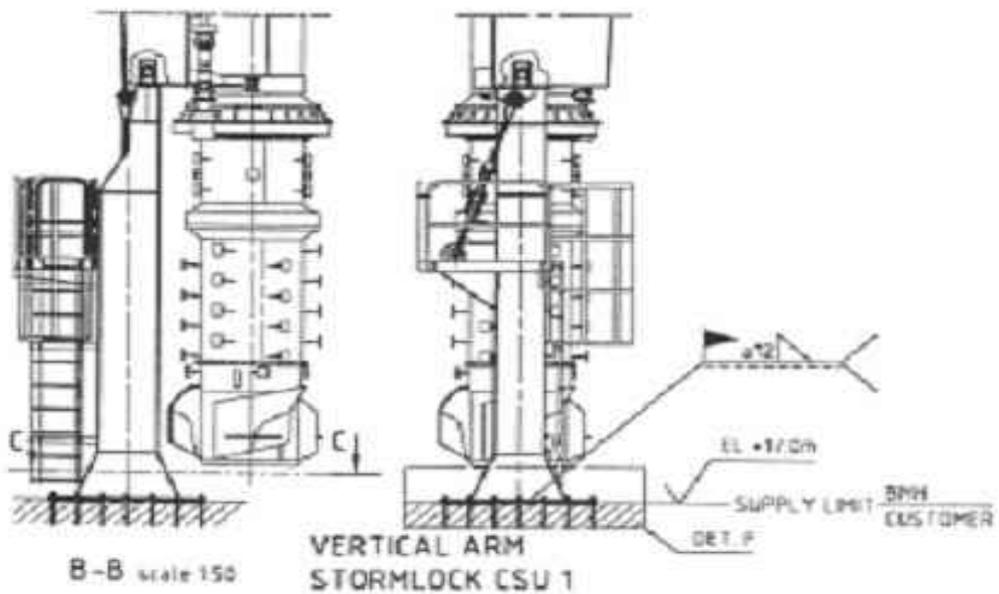
事實上 MacGREGOR 公司依據該公司之標準程序，正常運轉下之考量風速係採更高之 20m/s 計算，如此可有更高之裕度保障。

駐車負載 (Parking loads) :

爲了應付非運轉狀況下之風速 55.6m/s 所產生之外力不致傾倒，MacGREGOR 公司配合其公司之傳統設計及依其經驗提供了基座以及直立段卸煤機構之駐車機構，能保障卸船機的安全。



TIEDOWN / PARKING POSITION



動態負載 (Dynamic loads) :

由於卸船機運轉時機體位移之加、減速很低 ($<0.2 \text{ m/s}^2$)，可以忽略不計，且各計算事例均有安全裕度，能涵蓋這微小之負載力；不過在迴旋與行進中之緊急停車以及輔助吊車使用中之力距負載對上臂 (Overbeam) 與塔座 (Tower) 之影響，均做了詳細的檢驗計算。

地震負載 (Earthquake loads) :

鋼構對應地震力的強度係利用頻譜響應分析 (response spectrum analysis) 以驗證之，此分析工作係由瑞典一家高科技的船廠 Kockum AB 執行，分析後的結果顯示能符合合約規範的要求。

應力評估 (Stress evaluation) :

為便利應力情況之評估，整台卸船機被分成了多個鋼構組件，諸如：垂直臂 (Vertical arm)、內、外端水平臂 (inner-and outer end of the horizontal arm)、上轉台 (upper turret)、駕駛艙懸臂 (cabin arm)、起重台架與下轉台 (gantry and lower turret) …等，同時並盡可能的檢驗局部穩定性 (是否扭曲變形)。

利用MacGREGOR公司 (其前身Siwertell) 自行開發的應用軟體 ASCGAN，依前述之各負載事例來計算各樞紐 (hinges)、驅動液壓缸 (cylinder) 及折角 (corner) 之負載以及整體之穩定度。而前述的各鋼構組件並藉著建立有限元素模型 (finite element models) 以業界廣泛使用的ANSYS —— 為泛用型有限元素分析軟體 (general-purpose finite element software)，利用有限元素法 (finite element method, FEM) 求解，廣泛被應用於學術界與工業界，領域包括了結構應力、振動、動態、熱傳、流體、電磁場、聲場、耦合場等分析電腦輔助工程分析 (computer-aided engineering, CAE) —— 予以解析，以該公司長久以來的經驗，對追蹤可能的局部問題點，其結果非常可靠。

標準組件 (Standard components) :

至於一般標準組件，例如車輪 (wheels)、車台架 (boggies)、皮帶機控制台 (conveyor consoles) …等，因為已有過去無數的經驗數據，除非為新設計之型式外，不再重複分析檢驗。

二、機械設備介紹：

MacGREROR(最前身是 A.B. Siwertell)D-type 連續式卸船機，是重型螺旋式卸煤機，卸煤方式藉由垂直螺旋取煤上昇，轉換成皮帶機水平輸送之技術，卸貨能量大，適用範圍廣，諸如裝載粉狀物，豆類或塊狀煤之大型輪船，均可卸貨，目前最大卸貨能量為 2,400 t/hr.，興達卸煤碼頭購買的是 2,000 t/hr.，廠家型號為 ST-940 DOB。

控制系統採 Simon HMI(觸控式人機界面)system，提供一個簡單、直觀的界面，供監控與操作者使用。

保證能力 80,000DWT 船舶 公稱能量(Nominal capacity) 2,000t/hr.。

全船平均卸煤能量(Through-the-ship average capacity) 1,350t/hr.。

總重量： 987 t(含鋼構 420 t，機械設備 271 t，電氣設備 45 t，配重 251 t)

(一)、主要設備：

1. 垂直進料頭(Inlet head)：

由安裝於垂直臂上頭之馬達，減速機帶動連桿來驅動，作反時鐘方向迴轉，是無段變速，外部銲接 T-型桿，藉由轉動力來鬆動煤層，底部有三個開口，狀如鳥翼(Vanes)以控掘並聚集煤塊進入垂直螺旋輸送機。

(1)Inlet head 材料：S 235 JR + 耐磨表面層

表面硬化：Min60 HRC

(2) Inlet tube (lower transport tube) 材料：

硬化鋼 (Hardened steel)

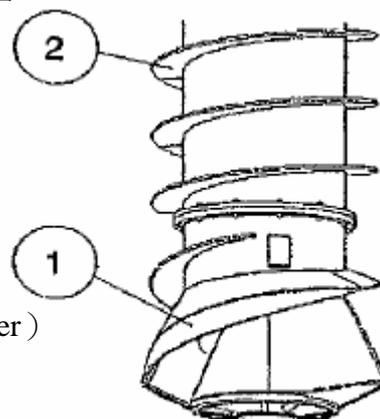
表面硬化處理：470 HB

(3)可變速率： 0~45 r/min

(4) 驅動馬達： 184 kw

(5) 速率控制：變頻器 (Frequency converter)

(6) 單向轉動



2. 垂直螺旋輸送機(VSC)：係密閉式傳動其螺旋桿，由安裝於垂直臂上馬達(3 台)、減速機驅動，作順時針方向迴轉，承接垂直進料頭給煤，使煤垂直上昇，由 6 支螺旋桿(含套管)與連結軸承組合而成，固定於箱型鋼構垂直臂上，型式：VST-940 OD，總長度 30.75m。

(1) 螺旋外徑： ϕ 925 mm，轉速： 290 r/min

(2) 公稱能量： 2000+10% t/hr.

(3) 驅動馬達(Kwxset) 575x3(60Hz)

(4) 雙螺旋：pitch 780 mm，材料 Hardened steel(硬化鋼或淬硬鋼)，

厚度 15m/m，表面硬化：Min 370Hb。

(5) 螺旋軸 材料 S-355 直徑 $\phi 323.9\text{m/m}$

(6) 套管(tube) 材料：硬化鋼，厚度：15 m/m，表面硬化：Min470 Hb。

(7) O-D 軸承：

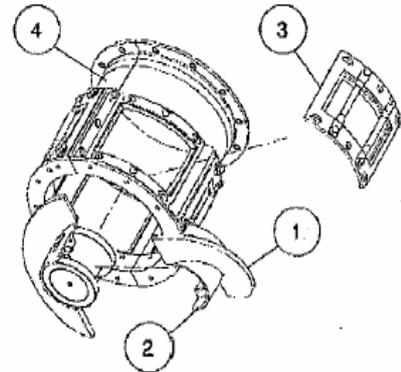
①螺旋葉片：硬化鋼，外緣與套管

接觸部份箔入硬質金屬(碳化鎢)。

②軸套：硬化鋼

③封蓋(套)：碳化鉻，墊片：不銹鋼。

④本體：硬化鋼



3. 水平螺桿(旋)飼料機(HSC)：由固定於水平桁臂上之馬達、減速機驅動，接收 VSC 來煤(VSC 最上頭部位是反螺旋，促使煤流由垂直轉成水平方向)，輸送到皮帶輸煤機(HBC)，HSC 套管分成上半部與下半部，上半部套管裝有握把，為可掀開式，易於檢修。

(1)型式 HST-1250 ；螺旋外徑 $\phi 1250\text{ m/m}$ ， 長度： 6.0m

(2) 能力： 2000+10% t/hr.

4. 水平皮帶輸送機(HBC)

座於水平鋼構桁臂上，由桁臂上之馬達帶動，承接 HSC 來煤，橫向輸送到裝於迴轉塔(狀如砲塔)內之卸料槽，導入往復式皮帶機(Shuttle conveyor)，型式 Belt-1800，長度 31.5m，為防止回程皮帶煤渣溢漏，頭端裝有刮泥器，採全線密閉，以減低煤塵污染。

型式：皮帶

能量：2000±10% t/n，寬度：1800 m/m，皮帶速度：156 m/min

Trough 槽角：35°

頭輪： $\phi 630\text{ m/m}$ 外護橡膠

包膠材料：橡膠，厚度最少 15m/m

尾輪： $\phi 630\text{ m/m}$

長度：31.5 m

驅動設備馬達+減速機，驅動馬力：103kw

5. 門型構架皮帶輸送機(GBC)

GBC 安裝於門型構架上，將來自於砲塔內卸料槽的煤，輸送到碼頭皮帶機 C-28 A/B，為防止煤碳溢流，下游 GBC 之設計輸送能量大於上游 HBC，由於卸料槽落料點與 C-28 A/B 間距少，無法安裝轉向閘門(Diverted

gate)及卸料管，故 GBC 設計為可移動頭輪式皮帶機(Shuttle head conveyor)，往復卸料到 C-28 A/B，頭輪上頭有磁力分離器，以吸取鐵質物件，回程皮帶裝有刮泥器，以防煤渣掉落，型式 Belt-1600，長度 14m。

型式：皮帶

能量：2000±10% t/h，皮帶寬：1600 m/m，長度 14m，皮帶速度：160 m/min
槽角：30°

往復移動速度：最大 3 m/min

頭輪直徑：φ630 m/m，尾輪直徑：φ630 m/m

驅動設備馬達+減速機，驅動馬力：34 Kw

6. 卸煤(出料口)裝置

卸煤機出料口位於 GHC 落料斜槽正下方，由耐衝擊床和滾輪組合而成，倒懸掛於門型構架上，碼頭皮帶機 C-28 A/B 皮帶穿過出料口，將來自 GHC 的煤帶出。

密封皮帶兩端固定於 C-28 A/B 頭尾，中間部位跨越出料口，隨著卸煤機移動，將帶出的煤護蓋，以防煤塵四散污染，雨天時，防止大量雨水滯留 C-28 A/B 皮帶上，避免煤泥四溢，影響輸煤。

密封皮帶

a.滑輪直徑 φ500m/m

b.滑輪與導輪之材質 SST 304

(二)、運轉動作：

1. 垂直臂擺動(Pendulum)：

由裝置於水平桁臂上的液壓缸系統來傳動液壓活塞，使活塞桿動作，推動垂直臂作±30°搖擺，使進料頭向外伸展取料，可及於船艙隱蔽處(死角)。

2.水平臂俯仰(上揚下俯)：

由裝置於迴轉塔(砲塔)上的兩組油壓缸系統來傳動液壓活塞，使活塞桿動作，頂升水平桁臂作上升下降動作，以配合船舶上下浮動，使進料頭伸入艙內深處取煤。

卸載(煤)狀態：水平臂上揚 / 下俯 +18° / -18.3°

空(無)載狀態：水平臂上揚 / 下俯 +35° / -18.3°

俯仰速度 7.5m/m

圓柱形液壓缸 2pcs

保護裝置 過載保護開關

3. 迴轉動作：迴轉軸承(Slewing gear ring)聯結機台架與迴轉塔台，由安裝於機台架上之 3 台 gear motor 帶動迴轉塔台，做 $\pm 110^\circ$ 旋轉，使進料頭水平扇形位移取料，檢修垂直螺旋之 O-D Bearing 或防颱固定時，使垂直臂旋轉到碼頭面上。

迴轉速度：0~0.15 r/min，迴轉角度： $\pm 110^\circ$

驅動型式：電動，3 台 gear motor，動力/每台 12.6 kw

迴轉軸承廠牌 Rothe Erde 德國，滾子軸承

安全裝置 機械式剎車

4. 行走(前進 / 後退)動作：機台架海側有 12 組車輪，陸側有 4 組車輪，每組車輪，一個是驅動輪由馬達、減速機及剎車裝置作動，另一個為連動輪，使卸船機行走於軌道上，無卸煤狀態，行走速度可加快。

車輪架台為一平衡橫樑，將卸煤機重量，分散於每一車輪上，四個角落裝置有緩衝器與清潔用橡膠，以防撞及清潔軌道上之落煤用，車輪組中間位置設有垂直插銷與軌道夾緊器(Clamp)以制止車輪轉動，作為防颱與臨時固定用，以極限開關做安全保護裝置。

車輪：海側 12 × 2，陸側 4 × 2，總輪數：32

直徑： $\phi 710$ mm，材料：1C45 Euronorm 83-70

表面硬度：34~38 HCR

負荷：

垂直負荷（每車輪）

1. 卸煤在風速達 40m/s

(1) 海側每個車輪受力 500 KN

(2) 陸側每個車輪受力 500 KN

2. 防颱鎖定狀態

(1) 海側每個車輪受力 600 KN

(2) 陸側每個車輪受力 500 KN

長距離移動之驅動設備：

1. 移動速度

(1). 卸載時 0~15 m/min

(2). 未卸載狀況 0~20 m/min

2. 驅動輪數 16pcs

3. 驅動馬達 16pcs

4 馬達型式：A-C 馬達附加剎車

5. 馬達：6.3 kw

6. 馬達轉速控制型式：變頻

7. 剎車型式：碟剎

(三)、輔助系統：

1.自動潤滑系統：卸煤機大多數潤滑部位如進料頭驅動齒輪、水平螺桿(旋)飼料機軸承、水平輸送機滑輪軸承、機台之迴轉軸承，均配管連結到潤滑油脂單元，定期自動添加或更換油脂。潤滑油脂單元之包括泵，油脂桶、管路(閥)及電控設備等安裝於小型鐵箱內。

2.液壓油系統：有兩大液壓油系統作動垂直臂擺動與水平臂上揚下俯功能。液壓油單元包括馬達、管路(閥)及附屬電控裝置等，全部組裝於小型鐵箱內，出廠前已測試完成，作動作垂直臂擺動與水平桁臂上升下俯動作。

油壓缸位置：水平臂

使用範圍：水平臂之俯仰，垂直臂之搖擺

工作壓力：250 bar

液壓油流量：192 L/min，液壓油儲槽：650 L

最高操作油溫：70°C，持續超過 70°C，液壓油會劣化，形成氧化物質，使黏度變化導致潤滑不當。

廠牌：Vickers or Parker

型式：Vickers PVH，Parker PV

能量：油壓控制系統流量 0-240 L/min

液壓油：礦油系

型式：依 ISO VG 46 and ISO 3448

閃火點：230°C

維持系統溫度：低於 60~65°C

出油管濾網：10u，回油管濾網：10u

3.緊急備用電源啓動系統：上述箱內尚有輕油或柴油發電機，當卸船機電源中斷時，緊急備用電源啓動，使進料頭不致卡在船艙內。

4.煤塵抑制系統：

全部煤流轉換點，均有水霧噴灑裝置，以抑制煤塵飛揚。

(四)、附屬設備：

1.單軌固定式吊車：一台 20T 單軌固定式吊車安裝於水平桁臂上，供吊起來清艙或漏斗形裝煤槽到船艙底部。

一台 5T 單軌固定式吊車(塔吊)，裝於 VSC 上頭，供馬達減速機維修用，另一單軌吊車或 Winch，裝於門型架上頭，供吊卸廢鐵收集桶、磁鐵分離器或往復式皮帶機維修用。

2.防颱裝置：

防颱時，機台車輪組中間位置，裝置有垂直插銷，將插銷置入地面開口（孔），制止車輪轉動，鎖定機座，插銷有電控裝置，要插銷拔出，觸動極限開關，卸煤機才會移動。

另一端將垂直臂上岸固定於立式柱台上。

3.移動式操作室：內有操作台，旋轉座椅空調設備，窗戶為強化玻璃，內附百葉窗，外有電動雨刷。

4.可攜式無線控制器：包括二組發射器，提供操作者遠離操作台（最遠距離 200 公尺），就船艙頂部位置操作，以挖掘艙內隱避處煤堆，備有 50 公尺長緊急用電源線。

5.軌道夾緊器(Clamp)：海、陸側各有一只，
當卸煤機停止運轉，夾緊器自動鎖住軌道。

6.磁鐵分離器：安裝於可移動頭輪皮帶機上頭，以吸取鐵質物件。

廠牌：IFE

型式：MEQL 1800 X-P

消耗電力：11+5.5 Kw（50Hz）

7.皮帶磅秤機：安裝於水平皮帶機上，為具有連續秤重功能。

廠牌：Ransey

型式：0-22-1

精確度：+/- 0.5%

8.防撞系統：採雷射探測，防止垂直臂撞及船艙或兩台卸船機互撞。

9.柴油發電機：為可移動式緊急備用電源，當電源中斷時，供啟動行走、擺動、仰舉及迴轉動作用。

10.電梯：安裝於門型構架上，供操作及維修人員搭乘，載重 400kg，揚程 8m。

(五)、設計負荷：

1.自重：總重 987 公噸。

迴轉部份 643 公噸（含垂直臂 77 公噸、水平臂 223 公噸、配重塊 251 公噸、砲塔連平衡桁架 92 公噸）。

門型機台 344 公噸。

2.碼頭面承載重量：海側最大輪重 42 公噸※，最小輪重 29 公噸，斜角最大荷

重 504 公噸。

陸側最大輪重 42 公噸※，最小輪重 23 公噸，斜角最大荷重 168 公噸。

※ 以 10 分鐘平均風速 18m/sec 或 2~3 秒瞬間颶風 25.7 m/sec 計算。

(六)、表面處理：

- 1.鋼材外表 (密閉空間除外)經噴砂處理，符合 SIS Sa 2 1/2(SSPC-SP-10) 標準以上，噴塗無機鋅粉底漆、中間漆、環氧樹脂底漆及兩道面漆。
- 2.密閉空間外表，以手工或電動工具除秀，符合 SSPC-SP-1,3 標準以上，塗抹一道環氧樹脂底漆。
- 3.螺旋桿外塗一道 40 umAlkyd primer
- 4.格子板、電纜托架、導管及支架，須熱浸鍍鋅處理。
- 5.花紋鋼板、安全鍊條、爬梯及護籠，須不銹鋼製品。
- 6.變壓器、齒輪箱、馬達、集塵器等設備，依供應廠商規範塗漆。

(七)、組(安)裝計畫：

1.工廠製作：

所有設備如馬達、減速機、液壓油缸、液壓單元、潤滑油單元、電動吊車、垂直螺旋桿、套筒、進料頭、皮帶機驅動馬達(含液壓聯軸器煞車裝置)、滑輪、磅秤機、磁力分離器、電氣設備、儀控系統等先在製造工廠組裝測試完成，預計 10 月底陸續海運到興達港。

所有鋼構如門型機台、砲塔、水平桁架、垂直箱型支柱、平衡桿、樓梯、走道、平台扶手等在士敏公司機械廠製作、假組立完成，配合道路運輸，須拆成數個組零件。

2.興達港組裝測試：

鋼構、機器設備、電氣設備、電力信號電纜配管拉線、儀控系統、油壓管路、潤滑油管路，預計 12 月初在興達港組裝，97/3 月加壓受電，進行功能及動作(砲塔迴旋、水平臂俯仰、垂直臂拉伸等)測試，測試完成，將整台卸船機拆成六大組零件，以駁船載運到外海碼頭吊裝區域。

3.現場(外海碼頭)安裝：

將 800 T 吊車固定於自浮式平底貨船之平台上，吊裝作業前，先將平台頂升，到與碼頭面齊，接著進行一件一件吊裝，碼頭面另須使用 180 T 吊車協助安裝，預計 5 月初開始機械安裝，兩台卸船機須 2~3 週，接續儀電電纜、保護開關等安裝，每台卸煤機須 1~2 週，之後試運轉，每台卸煤機須 3~4 週。

(八)、維修保養：

主要磨耗件為進料頭、底端螺旋葉片、套筒、O-D 軸承及垂直螺旋桿組，需定期檢修、添加油脂及更換潤滑油：

- 1.進料頭：卸料作業時，飼料翼或 T 型 Bar 因撞及硬塊狀物如鐵件而變形，需藉由加熱矯正或切割銲補。
- 2.底端螺旋葉片(wear section)：該三節葉片因在煤流入口處，最易磨損(耗)，現場以銲接耐磨銲條修補，若更換備品，步驟如下：
將垂直臂直立(90⁰)，拆下進料頭，鬆開銜接螺栓，卸下磨耗葉片，更換新備品。
- 3.底部輸送套筒(Lower transport tub)：其最底端管節，位於進料翼處約 300m/m 長，最易磨耗變短，會使煤塊隨煤流往上，擠入進料頭與套筒間隙，導致進料頭轉動受阻。
定期從翼口處檢查，若發現該處管節有變短，需進行銲補增長，步驟如下：
將垂直臂直立(90⁰)，拆下進料翼，從法蘭面下方約 40m/m 處切斷，銲接新管節，若該處管節已耗盡，需整支套筒，拆回工廠進行分解修理。
- 4.O-D 軸承：垂直輸送機之螺旋，由六支垂直螺旋桿聯結，長達 30 m，中間有五個 O-D 軸承支撐，需定期檢查與調校螺旋葉片與調整板之間隙，以維持螺旋桿組之垂直度，使螺旋轉動不偏離中心。
定期調校方法：
 - (1)將垂直臂直立於岸邊檢查平台或高空作業車(Cherry picker)。
 - (2)從最上頭之 O-D 軸承開始，往下調校。
 - (3)拆下 No.1 調整板(每個 O-D 軸承，有四塊調整板，每塊註記編號與安裝方向)，使開口全開。
 - (4)量測螺旋葉片與 No.2、No.4 調整板之間隙，增加或減少墊片(每塊 Shim 1~2m/m 厚，材質不銹鋼片)，使間隙小於 4m/m。
 - (5)復裝 No.1 調整板。
 - (6)拆下 No.2 調整板，需確認墊片數與安裝方向。
 - (7)量測螺旋葉片與 No.1、No.3 調整板之間隙，增加或減少墊片，使間隙小於 4m/m。
 - (8)螺旋桿空載轉動測試，若有異常振動，需將間隙再減小。
進行上述調校時，若 O-D 螺旋葉片有磨薄或去角，需銲接耐磨銲條修補，並加以整修，否則煤流經過，會有不順或間斷，導致效率降低。
5. 垂直螺旋桿組拆卸：共有六支，包括 Top screw 一支，Intermediate screws 四支，Bottom screw 一支，設計上垂直輸送機以配重方式做平衡，故拆卸作業前，需先將垂直臂直立，以鍊條拉吊器或鋼索懸吊於防颱腳柱上，防止垂直臂往上翹。拆卸步驟：
 - (1)拆下進料頭。

- (2)將底部第一個 O-D 軸承之 No.1、No.3 調整板鬆開卸下，橫放二支方形鋼棒做支撐，鋼性強度需足以支撐六支垂直螺旋桿重，再以鍊條拉吊器固定螺旋，防止轉動。
- (3)開頂部螺旋桿之聯結螺栓。
- (4)使垂直臂往上提升，離地面約 5.5m 高，等於最長一支螺旋桿外加 50cm 長度。
- (5)將堆高機刀叉撐住底部螺旋桿下方(支撐部位墊上橡膠或木質材料，防止損傷葉片)，然後移除第 2 項之鋼棒與鍊條拉吊器。
- (6)堆高機刀叉降下，底部螺旋桿露出套筒。
- (7)於第一個 O-D 軸承處，放回方形鋼棒。
- (8)分解 O-D 軸承之螺旋葉片。
- (9)使用移動式吊車懸吊螺旋桿上方。
- (10)拆掉聯結螺栓。
- (11)吊起第一支螺旋桿。
- (12)重覆第 5~11 步驟，將全部螺旋桿卸下檢修。

6.垂直螺旋桿組復裝：是拆卸作業的反向，第六支螺旋桿先復裝，接續第五~第一支螺旋桿，最後進料頭安裝。

定期保養時程：

首次卸煤前：

保養位置	組件名稱	保養方式
1C	進料頭齒輪箱	清潔通氣孔

每次換班前

保養位置	組件名稱	油脂	備註
1I	底部軸承	E	使泵灌入油脂，直到乾淨油脂流出。

首次運轉 100 小時後：

保養位置	組件名稱	保養方式
2E	O-D 軸承	間隙檢查

每月或每次運轉 100 小時後

保養位置	組件名稱	油脂	備註
1D	進料頭滾珠軸承	E	
1F	驅動連桿軸承座	E	使泵灌入油脂，直到乾淨油脂流出。
保養位置	組件名稱	保養方式	
1C	進料頭齒輪箱	檢查潤滑油、清潔通氣孔	

每 6 個月或運轉 250 小時後：

保養位置	組件名稱	潤滑油	數量(l)	備 註
1B	進料頭驅動端齒輪箱	B4	551	檢查油位， 不足須添加。
1C	進料頭齒輪箱	A2	191	同上
2B	垂直螺桿驅動端齒輪箱	B3	1701	同上

保養位置	組件名稱	保養方式
1B	進料頭驅動端齒輪箱	檢查潤滑油液位
1l	底部軸承	檢查螺栓、帽之鎖緊度
2	垂直螺旋桿	檢查轉動狀態，是否順暢
2E	O-D 軸承	檢查螺栓、帽之鎖緊度

每年或運轉 500 小時後：

保養位置	組件名稱	保養方式
1	進料頭	檢查銲道磨損
2E	O-D 軸承	間隙檢查與調整

保養位置	組件名稱	潤滑油	數量(l)	備 註
1B	進料頭驅動端齒輪箱	B4	551	檢查油位， 不足須添加。
1C	進料頭齒輪箱	A2	191	同上
2B	垂直螺桿驅動端齒輪箱	B3	1701	運轉 300-500 小時後，潤滑 油全部更換， 然後每兩年更 換一次。

每兩年或運轉 1000 小時後：

保養位置	組件名稱	油脂/潤滑油	數量(l)	備 註
1D	進料頭滾珠軸承	E		更換油脂。
2B	垂直螺桿驅動端齒輪箱	B3	1701	更換潤滑油。

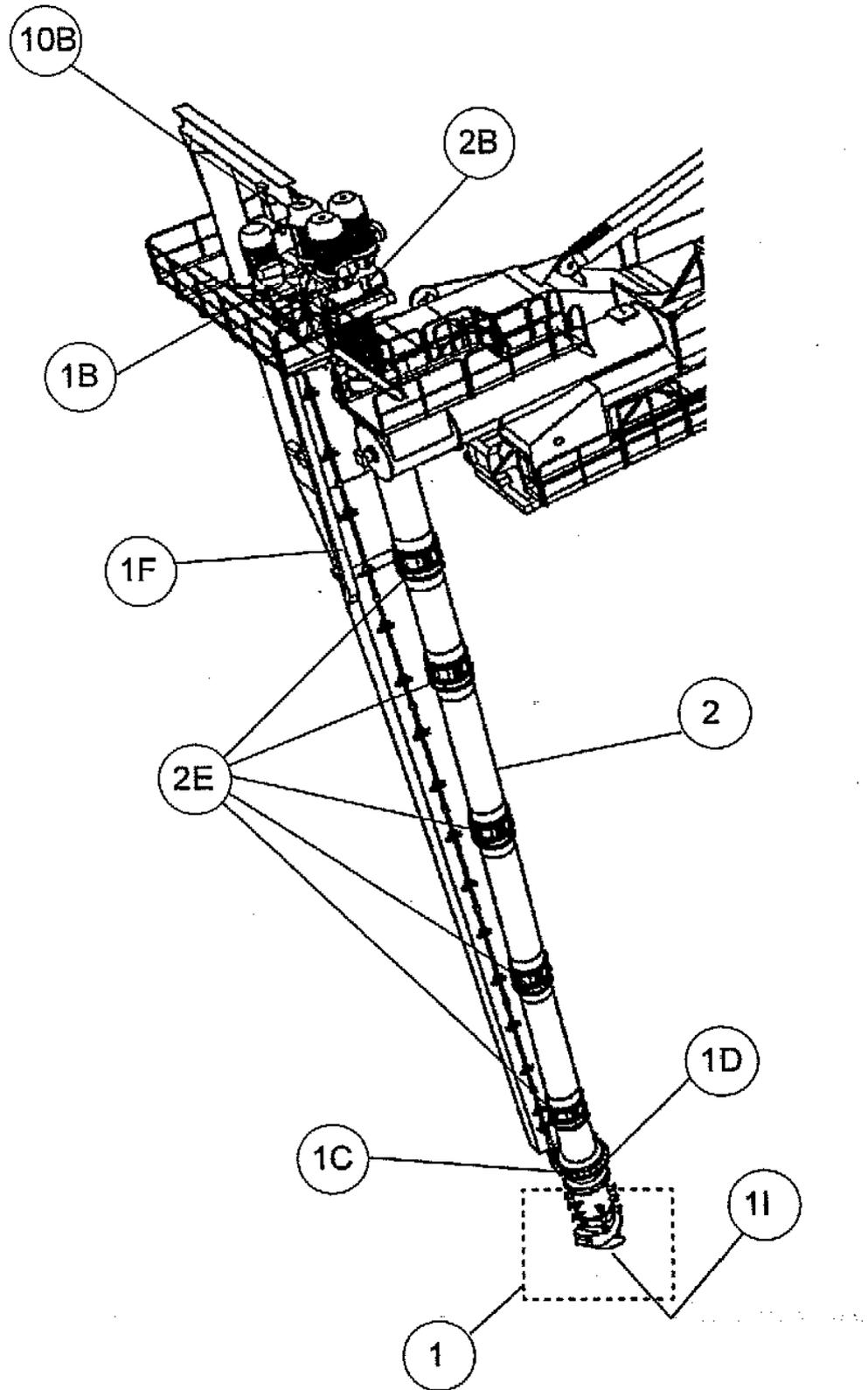
每次更換潤滑油數量：

保養位置	組件名稱	潤滑油	數量(l)	備 註
1B	進料頭驅動端齒輪箱	B4	551	
1C	進料頭齒輪箱	A2	191	
2B	垂直螺桿驅動端齒輪箱	B3	1701	
10B	單軌吊車	B4	0.41	

註：1.保養位置參考附圖一 垂直螺旋桿輸送機組件。

2.油品種類參考附圖二 油脂、潤滑油一覽表。

附圖一 垂直螺旋桿輸送機組件



附圖二 油脂、潤滑油一覽表

Lubrication characteristics

OIL TYPE	GREASE TYPE	For the lubrication of SIWERTELL ship unloader the following lubrications or other fully comparable types are recommended	
A1		Enclosed gear units	Mineral oil with EP-additives (extreme pressure oil) Viscosity 150 cSt ±15 at 40°C. (85 cSt at 50°C), according to ISO VG 150 and ISO 3448. Pour point max. -15°C. Max operating temp. 85°C.
A2			Mineral oil with EP-additives (extreme pressure oil) Viscosity 220 cSt ±22 at 40°C. (125 cSt at 50°C), according to ISO VG 220 and ISO 3448. Pour point max. -15°C. Max operating temp. 85°C.
A3			Mineral oil with EP-additives (extreme pressure oil) Viscosity 320cSt ±25 at 40°C. (160 cSt at 50°C), according to ISO VG 320 and ISO 3448. Pour point max. -15°C. Max operating temp. 85°C.
B1			Special oil of synthetic type. May not be mixed with mineral oil. Viscosity 68 cSt ±7 at 40°C. (45 cSt at 50° C), acc. to ISO VG 68 and ISO 3448. Pour point max. -40°C. Shall stand for operating temp. up to 100°C.
B2			Special oil of synthetic type. May not be mixed with mineral oil. Viscosity 100 cSt ±10 at 40°C. (75 cSt at 50°C), acc. to ISO VG 100 and ISO 3448. Pour point max. -40° C. Shall stand for operating temp. up to 100°C.
B3			Special oil of synthetic type. May not be mixed with mineral oil. Viscosity 150 cSt ±15 at 40°C. (90 cSt at 50°C), acc. to ISO VG 150 and ISO 3448. Pour point max. -30°C. Shall stand for operating temp. up to 100°C.
B4			Special oil of synthetic type. May not be mixed with mineral oil. Viscosity 220 cSt ±22 at 40°C. (150 cSt at 50°C), acc. to ISO VG 220 and ISO 3448. Pour point max. -30°C. Shall stand for operating temp. up to 125°C.
B6			Special oil of synthetic type. May not be mixed with mineral oil. Viscosity 460 cSt at 40°C. acc. to ISO VG 460 and ISO 3448. Shall stand for operating temp. up to 100°C.
C		Hydraulic oil	High index of viscosity (min 100) and between 15-30 cSt at operating temp. At cold start max 400 cSt and at max temp 10 cSt. At extreme low ambient temp, the user is recommended one summer oil and one winter oil. The oil must contain antiwear additives.
	D	Open spur gears Wire	Gear grease for heavy loads and with good adhesive capacity. Can be used at ambient temp. down to -30° C.
	E	Ball & roller bearings Slide bearings	Grease with extreme-pressure additive for heavy loads and bearings which are occasionally splashed with water. Operating temp. -30°C to +100°C. Consistence: acc. to NLGI 2. NOTE: Make sure Main Barrel not is damaged when installed !

Operating temperature = ambient temperature +(15 - 20°C), preheating not included

- C** ISO VG22: The visc is between 15-30 cSt at a op. temp.=30-50°C. Rec at ambient temp. down to -30°C
 ISO VG32: The visc is between 15-30 cSt at a op. temp.=40-65°C. Rec at ambient temp. down to -20°C
 ISO VG46: The visc is between 15-30 cSt at a op. temp.=55-80°C. Rec at ambient temp. down to -10°C
 ISO VG68: The visc is between 15-30 cSt at a op. temp.=60-90°C. Rec at ambient temp. down to -5°C

三、電氣設備介紹：

(一) 連續式卸煤機電源

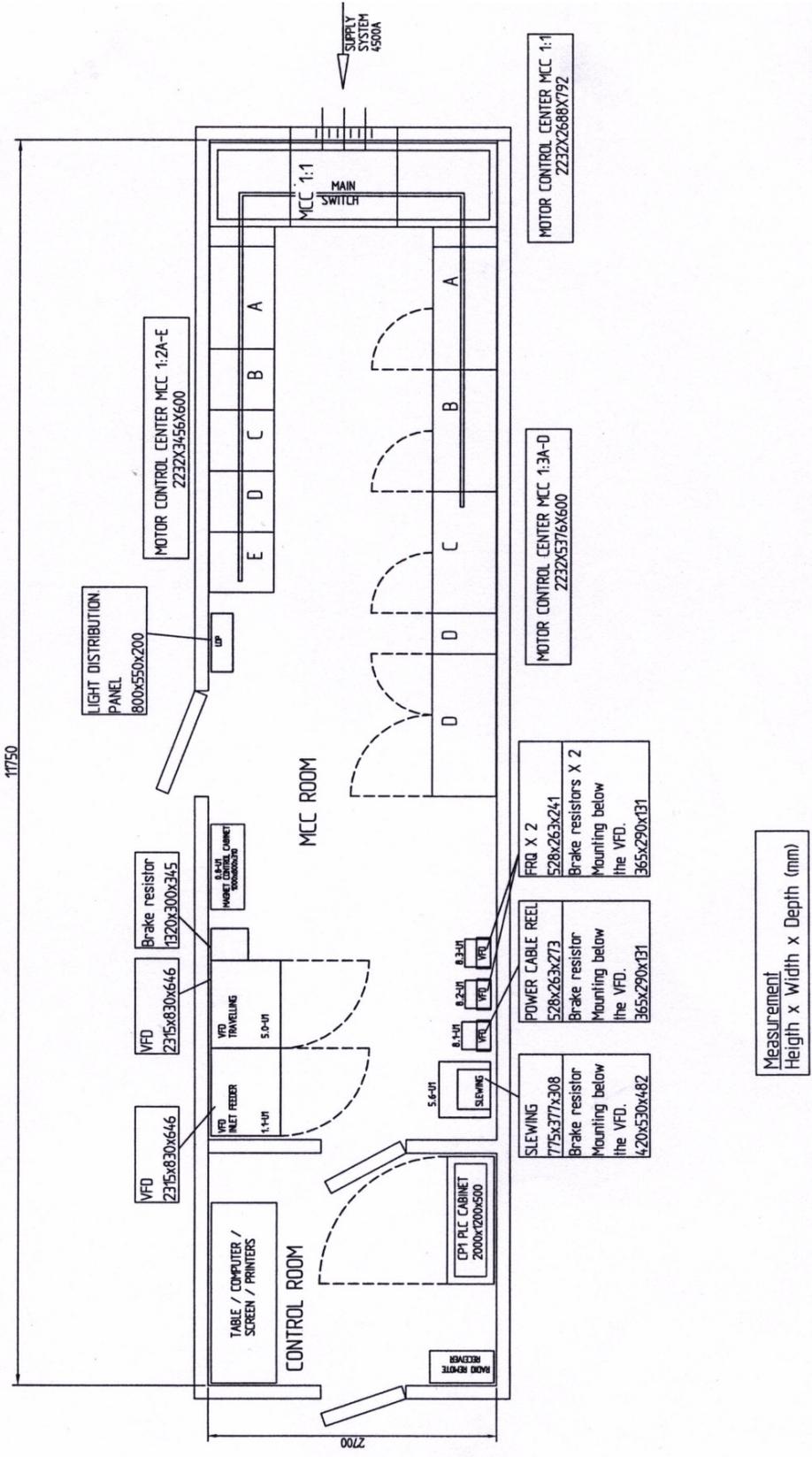
兩台連續式卸煤機所需電源來自碼頭作業電氣室(EER-2) 4.16KV SWGR 之兩只 feeder，分別提供給每一台 CSU 使用，該 VCB 二次側以後開始屬廠家責任範圍，透過 6KV power cable 將外界電源連接至 CSU 高壓電氣室(HV Room)。由於 CSU 在碼頭進行作業時，電纜長度會隨 CSU 作業位置而改變，因此它須藉由一只電力電纜捲軸來調整電纜長度(Signal cable 亦有另一電纜捲軸來做調整)，CSU 高壓電氣室(HV Room)有一 4.16KV VCB(1600A)，它可以說是 CSU 的電源總開關，可兼做電氣維修隔離使用。4.16KV 系統經過一只乾式變壓器(4.16KV/480V 3500KVA)降壓後接至 ACB(4500A)提供給電氣室(Elhouse)裡的 MCC、UPS、照明、加熱器及插座等負載使用。480VAC BUS 上另有兩回路提供給不同電壓等級負載使用，一者是經由(480/220V, Δ - Δ , 90KVA)乾式變壓器提供 3 Φ 3 線作為 220VAC 加熱器電源、220VAC 電焊機插座及 220VAC UPS 使用。另一者是經由(480-208/120V, Δ -Y, 25KVA)乾式變壓器提供 120VAC 電源給空間加熱器、照明系統及 120VAC UPS 使用。本系統可以連接來自外界之柴油機等電源作為緊急電源使用，惟該電源須以手動方式來做投入，正常電源與緊急電源間設有連鎖保護控制，以避免正常電源復電後兩電源同時投入 Busbar。緊急電源僅提供給小型及重要負載如控制電源、PLC、緊急油壓系統等作緊急 shutdown 使用。相關電源架構請參閱電氣單線圖如附圖所示。

(二) 連續式卸煤機電氣室介紹

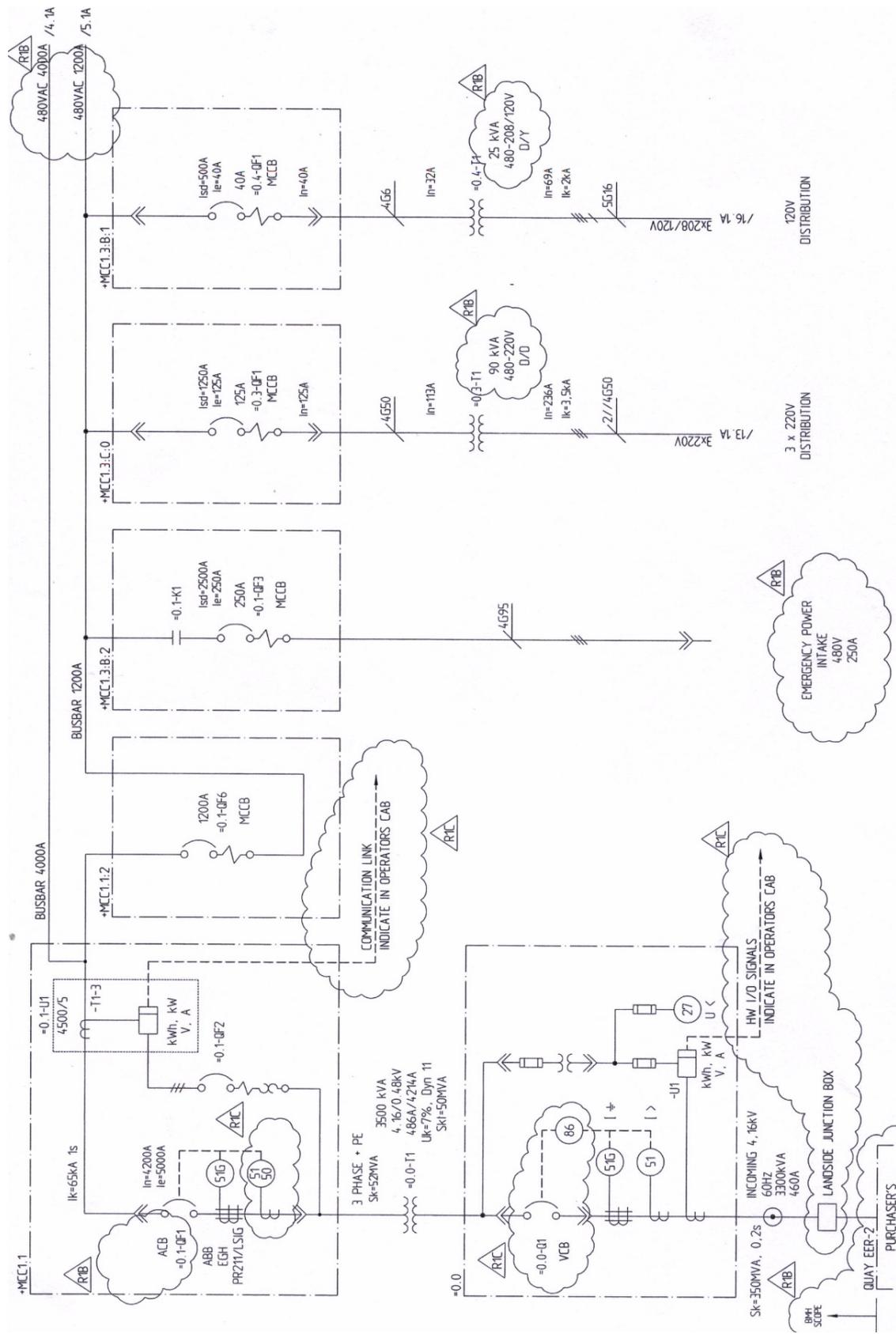
電氣室本身為絕緣設計，內設有 3 盤 MCC 分別為 MCC1-1、MCC1-2、MCC1-3、可程式控制器 PLC 盤及人機界面裝置 HMI。有關電氣室設備配置詳如附圖所示。

PLC 盤負責控制及監測 CSU 所有的系統並提供連續式卸煤機各種“動作”功能，PLC 的組成包括有：輸入/輸出模組、CPU 中央處理模組、通訊模組及電源供應模組，前述三項模組採 redundant 設計以確保 CSU 操作過程中資料不會遺失。

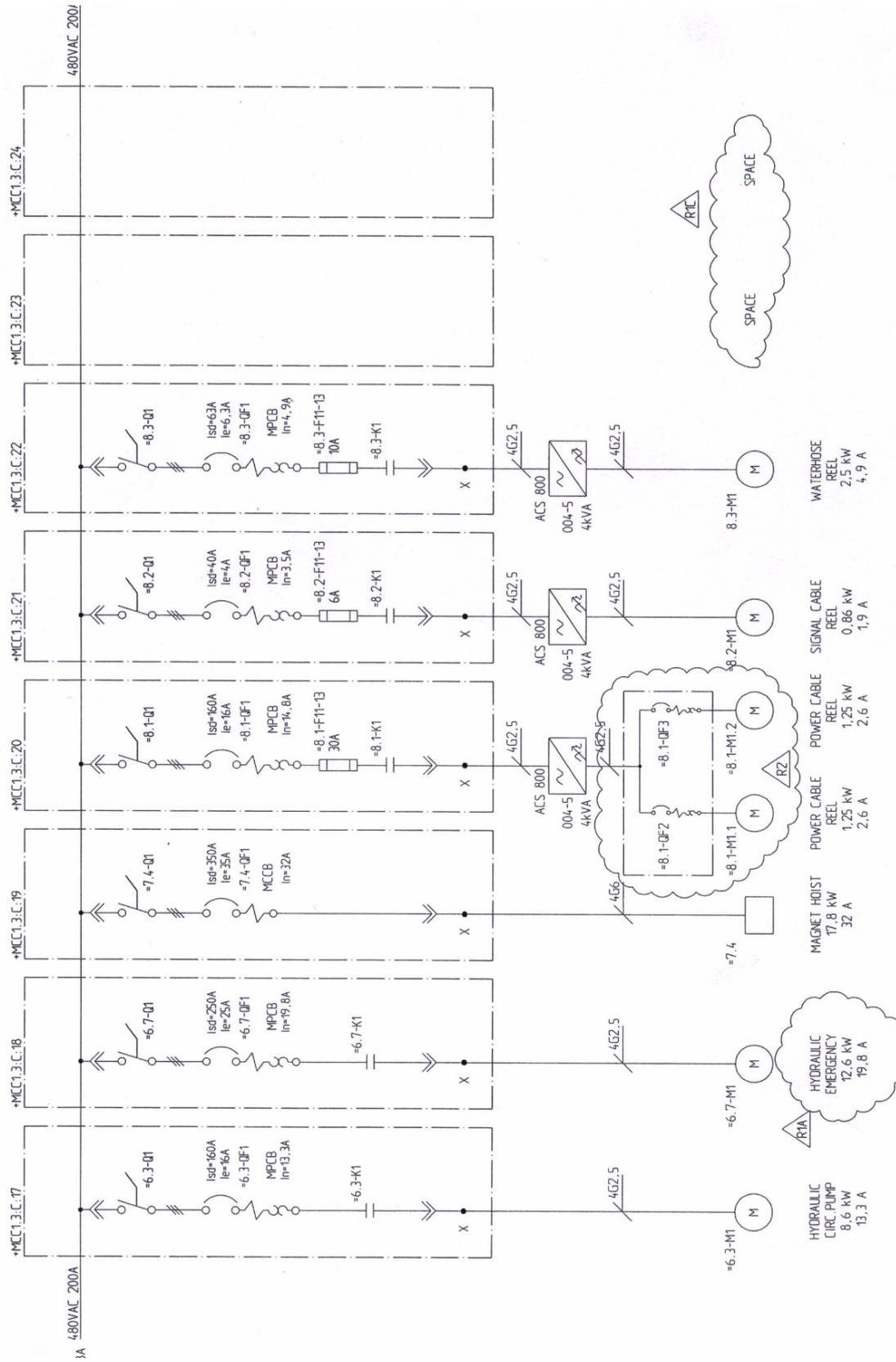
CSU 本身另裝有高聲電話系統方便不同地方的使用者與煤場控制等地相互聯絡，其通訊設備設置地點如操作室、電氣設備室、電梯、ground elevation 及高壓電氣室之外側等區域。本系統當然也包含高聲喇叭，安裝於 End-Carriage 面海側及操作室外側。高聲電話系統所需電源來自 UPS 供電系統，以避免電源中斷時遇緊急事件無法聯絡。



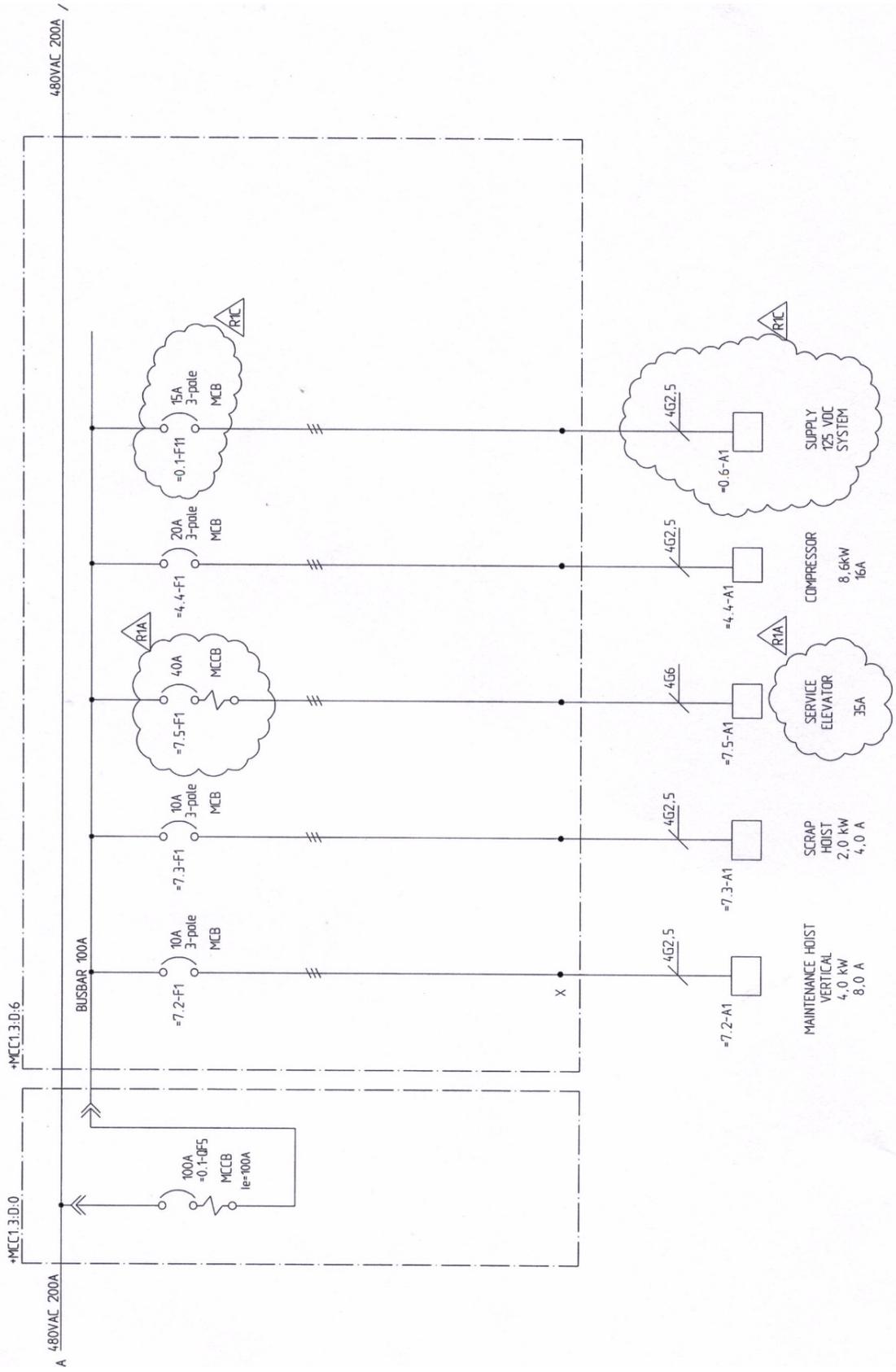
電氣室設備配置圖



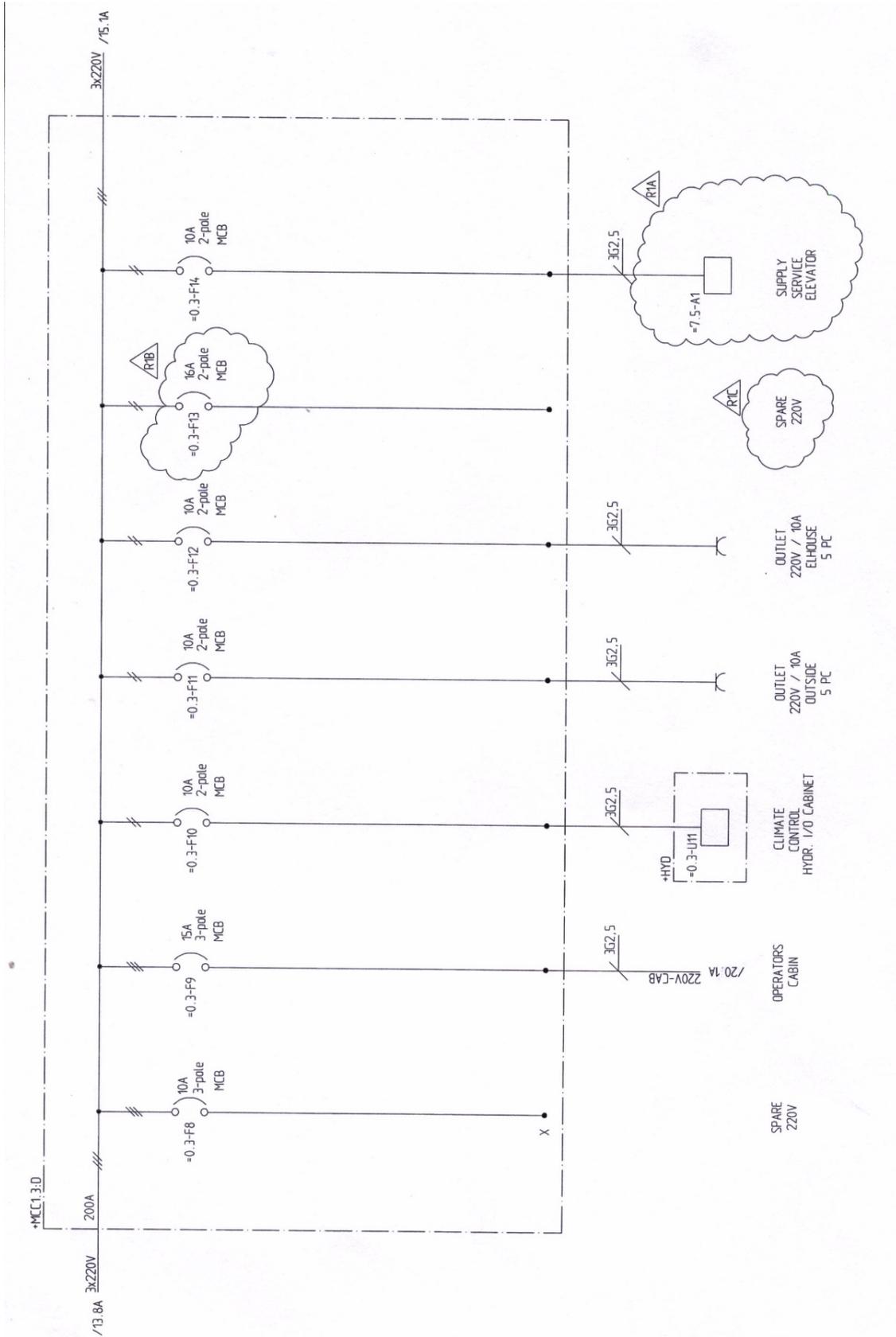
電氣單線圖 1/4



電氣單線圖 2/4



電氣單線圖 3/4



電氣單線圖 4/4

(三)馬達種類、規格及數量如下表所示:

電氣負載中以馬達占最多數，雖然馬達之額定功率並不大但種類數量繁多

驅動設備名稱	額定電壓	額定功率	起動方式	數量
卸煤進料器	460V/3Φ/60Hz	184 KW	Inverter	1
垂直輸送機	460V/3Φ/60Hz	600 KW	Soft start	3
垂直輸送機(冷卻風扇)	460V/3Φ/60Hz	0.86 KW	Direct start	1
水平輸送機(Feeding Screw)	460V/3Φ/60Hz	184 KW	Soft start	1
水平輸送機(輸送帶)	460V/3Φ/60Hz	103.5 KW	Direct start	1
水平輸送機(Scrap Conveyor)	460V/3Φ/60Hz	6.3 KW	Direct start	1
機台輸送機	460V/3Φ/60Hz	34.5 KW	Direct start	1
粉塵收集器(水泵)	460V/3Φ/60Hz	3.4 KW	Direct start	1
粉塵收集器(壓縮機)	460V/3Φ/60Hz	4.6 KW	Direct start	1
機身旋轉驅動(Slewing)	460V/3Φ/60Hz	12.6 KW	Inverter	3
機身行進驅動(Travelling)	460V/3Φ/60Hz	6.3 KW	Inverter	14
潤滑油泵	460V/3Φ/60Hz	0.29 KW	Direct start	1
油壓系統(主馬達)	460V/3Φ/60Hz	103 KW	Direct start	1
油壓系統(循環泵)	460V/3Φ/60Hz	8.6 KW	Direct start	1
油壓系統(油冷卻器)	460V/3Φ/60Hz	2.5 KW	Direct start	1
緊急油壓系統	460V/3Φ/60Hz	12.6KW	Direct start	1
輔助吊車	460V/3Φ/60Hz	46 KW	Direct start	1
電纜捲軸(Power cable)	460V/3Φ/60Hz	1.25 KW	Inverter	2
電纜捲軸(Signal cable)	460V/3Φ/60Hz	0.86 KW	Inverter	1
水管捲軸	460V/3Φ/60Hz	2.5 KW	Inverter	1
Winch unit 1	460V/3Φ/60Hz	4.0 KW	Direct start	1
Winch unit 2	460V/3Φ/60Hz	2.0 KW	Direct start	1

驅動設備名稱	額定電壓	額定功率	起動方式	數量
Service elevator	460V/3 Φ /60Hz	8.6 KW	Direct start	1
Shuttle conveyor	460V/3 Φ /60Hz	6.3 KW	Direct start	1
Maintenance Hoist	460V/3 Φ /60Hz	4.0 KW	Direct start	1
Scrap Hoist	460V/3 Φ /60Hz	2.0 KW	Direct start	1
Compressor	460V/3 Φ /60Hz	8.6 KW	Direct start	1

螺旋式連續式卸煤機運轉原理:

連續式卸煤機依其運轉方式可分為三種: 鏈斗式(Bucket Elevator)、輪斗式(Bucket Wheel)及螺旋式(Enclosed Screw), MacGREGOR 公司以專門生產螺旋式連續式卸煤機為主, 其運轉原理係將旋轉的進料頭(Inlet Head)伸入貨艙煤堆中, 並由煤堆之表面以下開始取料, 然後將煤炭經由進料頭送入垂直輸送機(Vertical Conveyor)之中。在煤炭被送入垂直螺旋機之後, 再由旋轉的螺旋葉片將煤炭提昇至垂直螺旋機頂端。在垂直輸送機頂端與水平輸送機(Horizontal Conveyor)銜接處則設置一小段的水平輸送機(Feeding Conveyor), 用以承接垂直輸送機所運送之煤炭, 並將煤炭穩定的轉運至水平輸送機之上。煤炭經由水平輸送機運送之後, 再藉由旋轉塔(Turret)中的卸料槽而進入機台輸送機(Gantry Conveyor)之中, 最後再經由機台輸送機將煤炭轉運送至碼頭輸送機(Quay Conveyor)上。

各式連續式卸煤機之優缺點比較:

項目	螺旋式 (Screw type)	刮斗式 (Bucket type)	說明
1.卸載方式	採用螺旋葉片以及直徑約 1M 之旋轉進料頭取料。自煤堆表面下方約 1.5M 取料。	採用鏈條帶動煤斗取料。自煤堆表面逐層刮料。	螺旋式卸煤機係採用定速之雙螺旋葉片以及可自動調速之進料頭自煤堆中取料。斗式卸煤機採用鏈條帶動煤斗自煤堆表面逐層刮料。
2.適用船型	同一卸煤機適用於卸載大、小不同船型。	同一卸煤機不適用於卸載大、小不同船型。	螺旋式卸煤機之進料頭較小, 操作時容易進出船艙, 適用於大小不同船型。操作時進料頭可前後擺動, 船艙

項目	螺旋式 (Screw type)	剷斗式 (Bucket type)	說明
			中可觸及範圍較廣大，操作死角較少。斗式卸煤機之進料頭較大，不適用於大小不同船型。操作時進料頭無法前後擺動，船艙中可觸及範圍較小，操作死角較多。
3.卸載效率	整機之運轉及傳動零件較少，所以故障率較低且操作時較無死角，故其整船之平均卸載率較高。	整機之運轉及傳動零件較多，所以故障率較高且操作時死角較多，故其整船之平均卸載率較低。	較高之平均卸載率可節省船舶租金、碼頭停泊時間及相關勞務支出，並增加碼頭使用率。
4.操作安全性	操作室設置於獨立之水平臂，操作時位於船艙口上方。可用遙控器於船舶甲板上操作。	操作室設位於進料頭旁，操作時操作人員位於船艙之中。可用遙控器於船舶甲板上操作。	螺旋式卸煤機之操作室設置於獨立之水平臂，操作時具有良好的視野，操作人員可同時掌握船艙底、甲板上的狀況，由於操作人員不在船艙中，當煤炭崩塌時不會產生危險。
5.污染之防護	自進料頭至碼頭輸送機為完全密閉之設計。	進料頭自表面取料，非完全密閉式之設計。	螺旋式卸煤機由於在煤炭表面以下取料，故自進料頭到卸載至碼頭輸送機為完全密閉之設計，操作時不會造成煤灰飛揚或溢漏現象。斗式卸煤機係用煤斗於煤層表面括料，非完全密閉式之設計，操作時可能產生

項目	螺旋式 (Screw type)	剷斗式 (Bucket type)	說明
			煤灰飛揚或煤斗溢漏等現象且產生之煤灰亦對艙底中之操作人員的視視野及健康產生影響。
6.維修保養	較易	較費時	螺旋式卸煤機操作時僅有進料頭、螺旋葉片、馬達、軸承等運轉件，且採自動潤滑系統，所以維修保養較易。斗式卸煤機操作時有較多的運轉件，包含煤斗、鏈條、鏈導引件、滾輪、軸承、旋轉件的餵料器等，且大都須採人工潤滑，所以維修保養較費時。
7.耗電量	較高	較低	螺旋式卸煤機較耗電。
8.維修成本及磨耗零件更換	相似	相似	螺旋式卸煤機磨耗零件成本較高，但其輕巧設計使其維護費用及人工成本較低。鏈斗式卸煤機之煤斗成本較低，但須考慮其他如鏈條、鏈導引件、滾輪、軸承、旋轉件的餵料斗器及液壓系統等零件之磨耗費用及維護之人工成本。
9.設備重量	較輕	較重	螺旋式卸煤機設備重量較輕，可減低碼頭之負荷。

註: Bucket type 包括 Bucket Elevator Type 及 Bucket Wheel Type

四、儀控設備介紹：

(一) 螺旋式卸煤機控制系統簡介

本計畫卸煤機主要功能為將煤輪上的煤運送至卸煤碼頭上的皮帶機(C-28A/C-28B)上，再經由皮帶機(C-29A/C-29B)運送至岸邊皮帶機再將煤運送至室內煤場儲放。每一部卸煤機使用 PLC 來控制整部卸煤機的運作，一台觸控式人機介面 PC 置於操作室及一台桌上型 PC 置於電氣室皆使用 Ethernet 與卸煤機 PLC 通訊，PLC 與現場設備間則使用 DevicNet 作通訊。卸煤機 PLC 系統介面信號使用 Modbus RS-485 及硬線，經由卸煤機上之線輪(Cable wheel)連接至卸煤碼頭電氣設備室(EER #2)內之岸邊煤場控制系統 PLC #4 remote I/O 單元，以傳送及接收卸煤機運轉狀態及控制訊號，構成完整的控制系統其控制架構如圖 1 所示。

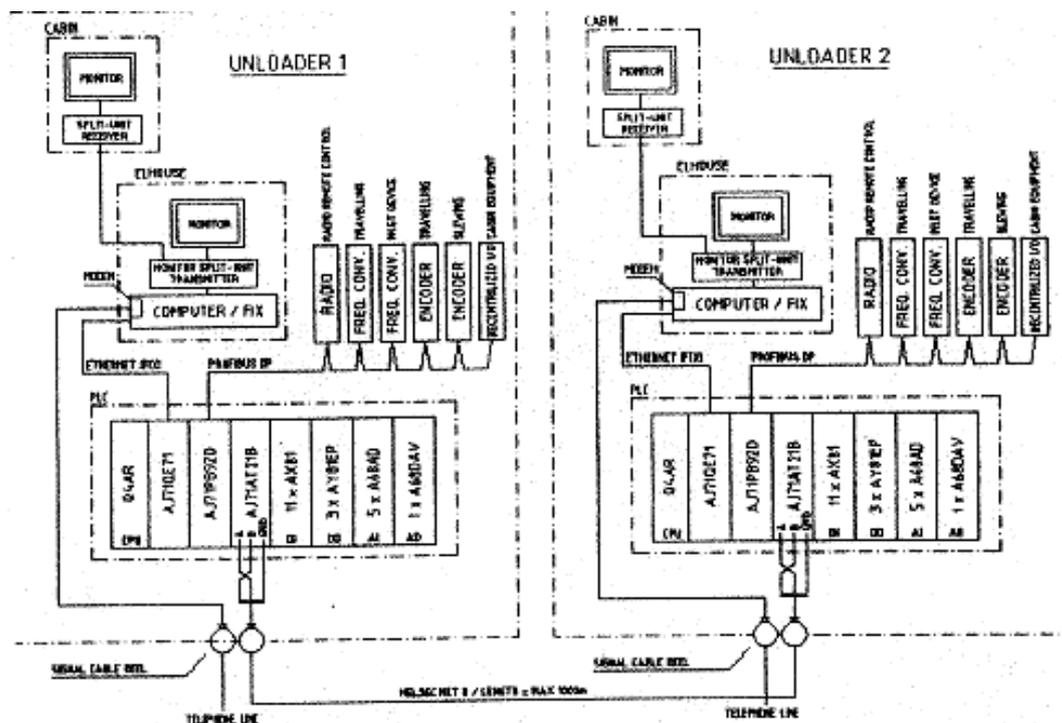


圖 1 卸煤機控制系統架構圖

(二) 螺旋式連續卸煤機控制器概述

1、可程式控制器系統(PLC system)概述

PLC 可程式控制器位於電氣室內，監視及控制所有連續式卸煤機系統。PLC

具有輸入/出模組、資料處理單位、通訊模組及電源單元，其中 PLC 之 CPU、電源模組、及通訊模組皆為複式模組確保運轉時資料不會遺失以提高運轉的穩定度，PLC 的 CPU 一為 ON-Line 狀態，另一 CPU 為 Standby 狀態。Standby CPU 會監視所有的輸入輸出但不會執行任何的 control 功能，如果 ON-Line CPU 發生故障，Standby CPU 會自動擔任 control 功能且在此兩個 CPU 轉換期間不會中斷卸煤機的運作。輸入/出模組具有即插即用的功能，增加運轉與維修的便利性。每一台 PLC 採用快閃記憶體(flash ROM)或備援電池以防因電源失效時，所造成的記憶流失。

2、網路(Network)概述

卸煤機之遙控單元與 slewing 及 travelling 之位置感測器、馬達控制中心的過載電驛、及變頻器間的通訊方式使用 Devicenet 1756-DNB 為 PLC 上的通訊模組之一，Devicenet 是採用 CIP(Common Industrial Protocol)通訊協定架構。在人機介面系統與 PLC 之間的通訊則是使用乙太網路 TCP/IP 通訊協定。人機介面系統至 PLC 間為複式網路架構，並有二個交換機(Switch)及二個網路卡。與卸煤碼頭電氣設備室(EER #2)內之岸邊煤場控制系統 PLC #4 remote I/O 單元則是以 Modbus RS-485 雙絞線方式通訊，Modbus 網路卡為複式架構為 PLC 模組之一，並設定為 Slave 模式，與設為 Master 的卸煤碼頭上 Remote I/O 單元通訊。

3、無線遙控(Radio remote control)概述

無線遙控單元包含一個具有備援電池的傳送器、50 公尺長的緊急電纜線、充電器、具 DeviceNet 功能與 PLC 作通訊的接收器。本無線遙控器最大的操作範圍為 200 公尺。在卸煤機運作同時，位於操作室的選擇開關可以在無線遙控器及操作室之間切換接管控制卸煤機的運作而不用停止卸煤機的運作。當操作室的選擇開關切至”RADIO”位置時，無線遙控器會接管整個卸煤機的操作同時也可在二個無線遙控器之間作切換而不用停止卸煤機的運作。在駕駛艙內的操作人員可在任何時間，將選擇開關切至”Cabin”位置接

管卸煤機的操作。每一台卸煤機皆配備有二台無線遙控器具相同的無線電波頻率但不同的標識碼。不同的卸煤機則為不同的無線電波頻率。

(三) 螺旋式連續卸煤機控制模式

1、手動模式(Manual mode)

位於操作室控制盤上的開關選擇卸煤皮帶機(C-28A 或 C-28B)及接收到岸邊煤場控制系統送出之允許信號後，即可按各個相關卸煤設備的啟動鈕啟動設備運轉或按各個相關卸煤設備的停止按鈕停止設備。在手動模式中所有的卸煤設備例如進料器(Inlet feeder)、垂直輸送帶(vertical conveyor)、水平皮帶機(Horizontal belt conveyor)、梭動皮帶機(shuttle conveyor)等從最下游設備依序手動起動，其中每個設備間啟動時間會延遲大約 5 秒鐘，不論是個別按下按鈕大約 5 秒鐘或按下按鈕保持不動直到設備如上述程序順序啟動後。Belt scale 及磁性分離器(magnetic separator)可以從操作室內被啟動/停止或被 Bypass。在螺旋式連續卸煤機運動系統(Unloader movement equipment)方面，移動(traveling)、轉動(Slewing)、上下擺動(Luffing)、擺錘(Pendulum)之功能皆可由操作室內的控制桿來手動運作。當進料器(Inlet feeder)移動卸煤時，此時卸煤機的水平臂會自動作上下擺動(luffing)的動作以保持進料器(Inlet feeder)在固定的深度取煤。

2、半自動模式(Semi-automatic mode)

當防撞系統啟動時，卸煤機可切換為半自動操作模式，此時 PLC 會控制卸煤機的動作，依預先設定的程序卸煤。卸煤機半自動操作模式須由岸邊煤場控制系統下達許可信號後方可切換為半自動操作模式。在所有卸煤設備起動前，警報會依預先設定的時間長度響起，設備起動從最下游設備依序起動，例如所有的輸煤設備皆在挖掘(Digging)之前起動。低速區域限定了半自動卸煤的工作區域範圍，也就是說卸煤機在每一次到達低速區時會改變方向。此卸煤程序規畫使用移動(Travelling)當為運動的第一選擇，即當卸煤機到達低速區域的左邊或右邊，在卸煤機移動到相反方向之後其會重新擺錘

(Pendulum)至另一列(Row)位置。當卸煤機移動到海邊或岸邊的低速區域時，其會重新上下擺動(Luffing)至新的高度(Level)。在列(Row)與高度(Level)之間的距離可由 FIX-computer 所設定。

假使操作人員移動控制桿或將開關切換到中斷模式則此程序會被立即中斷。操作人員可在任何的時間移動卸煤機至新的位置或調整取煤的深度，而卸煤機會從新的位置開始繼續運作。此半自動操作模式是用來作自由掘煤的操作(free-digging)，操作人員仍必須待在卸煤機上。根據 PLC 控制器內的演算法，卸煤機的移動速度由進料器(Inlet feeder)的轉矩大小決定，如果速度變的太快，位於垂直輸送帶頂端的 tension sensor 會減低速度。

(四)螺旋式連續卸煤機控制功能

1、螺旋式連續卸煤機控制流程

卸煤機主要功能從煤輪上將煤運送至卸煤碼頭上的皮帶機(C-28A/C-28B)上，再經由皮帶機(C-29A/C-29B)運送至岸邊的室內煤場儲放或舊有露天煤場停放。卸煤機啓動程序為從最下游設備依序起動梭動皮帶機(shuttle conveyor)→臺架皮帶機 Gantry belt conveyor →水平皮帶機(Horizontal belt conveyor)→水平進料螺旋輸送帶(Horizontal feeding screw)→垂直(螺旋式)輸送帶(Vertical conveyor)→進料器(Inlet feeder)。以下就卸煤機主要控制程序煤處理設備(coal handling equipment)及卸煤機運動設備(unloader movement equipment)之互鎖信號控制邏輯作簡介。

(1) 煤處理設備(coal handling equipment)

a. 臺架皮帶機(Gantry belt conveyor)

臺架皮帶機(Gantry belt conveyor)啓動前須先由控制室/遙控裝置設定卸煤皮帶機(C-28A/C-28B)，梭動輸送帶(shuttle conveyor)運轉，俟接受到岸邊煤場控制系統(Coal handling control system)的信號”Belt C28-A Running”/”Belt C28-B Running”，此時按控制室/遙控裝置 Conveyor ON，臺架皮帶機(Gantry

belt conveyor)啓動。其詳細邏輯圖如圖 2 所示。

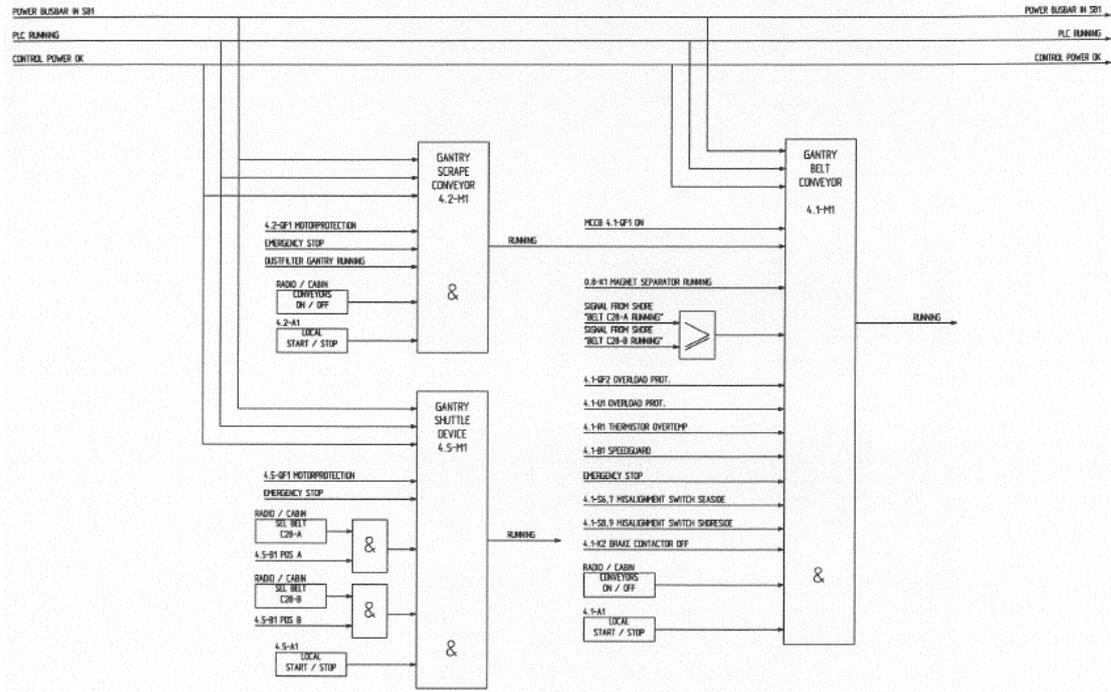


圖 2 臺架皮帶機(Gantry belt conveyor)邏輯圖

b. 水平皮帶機(Horizontal belt conveyor)

當臺架皮帶機(Gantry belt conveyor)轉動後會將運轉信號送至水平皮帶機(Horizontal scrap conveyor)，此時按 Conveyor ON，Horizontal scrap conveyor 運轉信號送至水平皮帶機(Horizontal belt conveyor)，水平皮帶機(Horizontal belt conveyor)啓動運轉。如圖 3 所示。

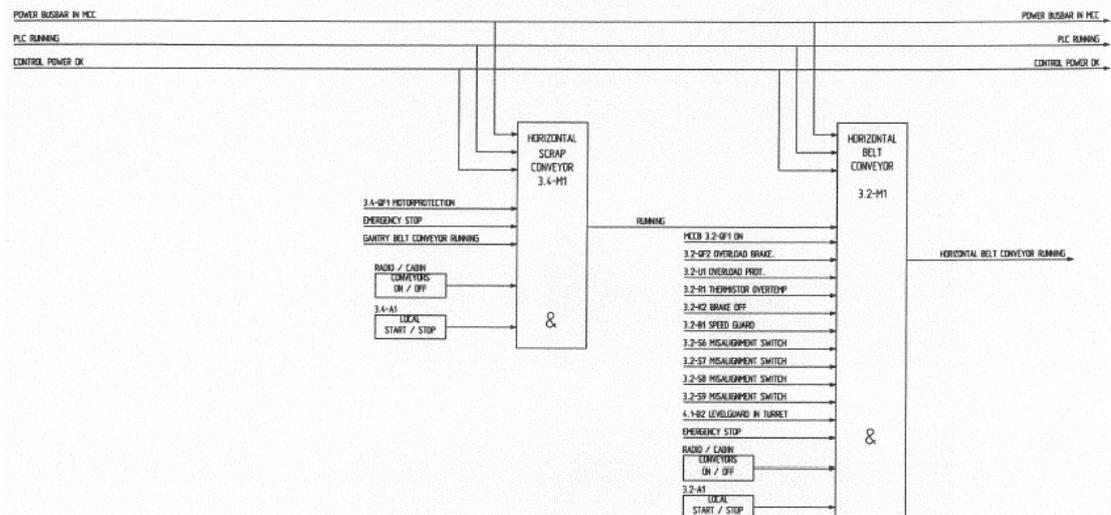


圖 3 水平皮帶機(Horizontal belt conveyor)

c. 水平進料螺旋輸送帶(Horizontal feeding screw)

當水平輸送帶(Horizontal belt conveyor)啓動後經 5 秒鐘的延遲後會將運轉信號分送至潤滑泵浦(Lubrication pump)及水平進料螺旋輸送帶(Horizontal feeding screw), 按 Conveyor ON 後潤滑泵浦油(Lubrication pump)啓動, 5 秒鐘後水平進料螺旋輸送帶(Horizontal feeding screw)馬達啓動運轉, 如圖 4 所示。

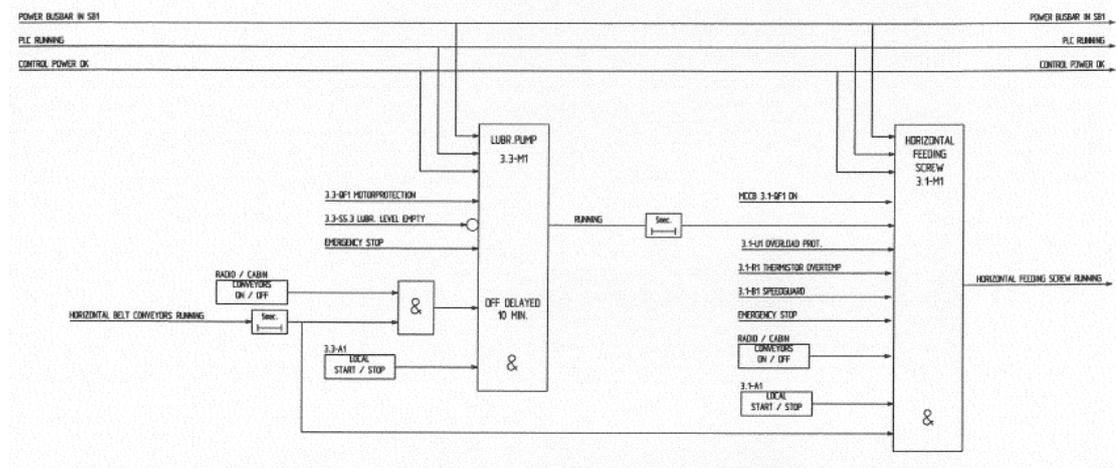


圖 4 水平進料螺旋輸送帶 Horizontal feeding screw

d. 垂直輸送帶(VERTICAL conveyor)

當水平進料螺旋輸送帶(Horizontal feeding screw)啓動後經 5 秒鐘的延遲後會將運轉信號分送至 Cooling fan vertical gearbox motor 及 Vertical conveyor motor No.1, 此時按 Conveyor ON, Vertical conveyor motor No.1 正轉啓動運轉, 每隔 0.5 秒依序正轉啓動 Vertical conveyor motor No.2 及 Vertical conveyor motor No.3。若此時按 Vertical conveyor stop, 一分鐘後按 Vertical conveyor reverse, Vertical conveyor motor No.1 反轉啓動, 其作用是為清空皮帶機的煤。如圖 5 所示。

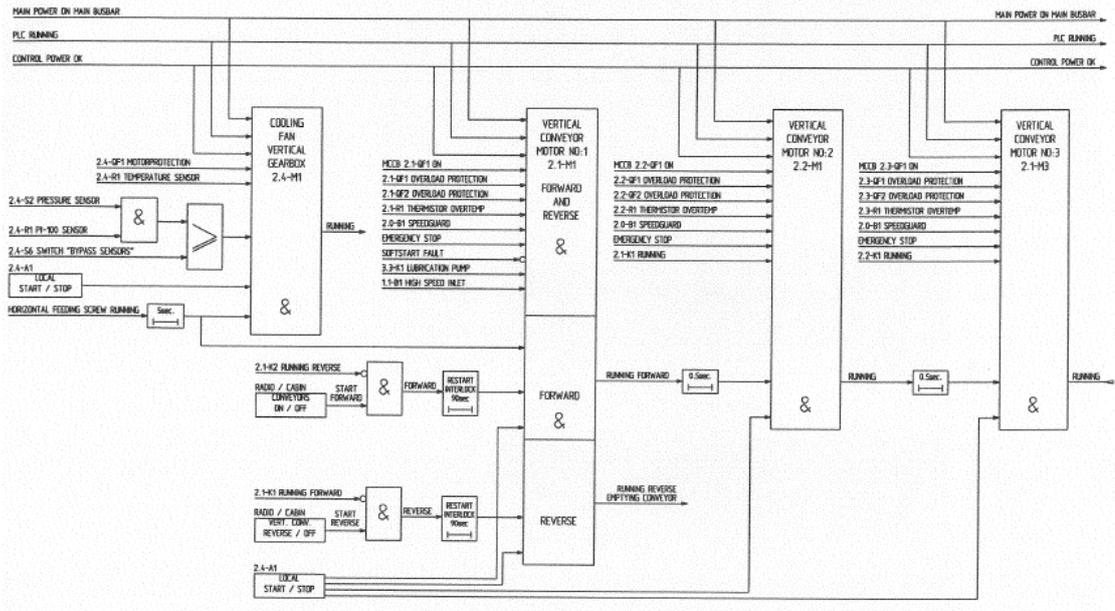


圖 5 垂直輸送帶 (Vertical conveyor)

e. 進料器 (Inlet feeder)

當垂直輸送帶 (Vertical conveyor) 啟動後經 3 秒鐘的延遲後會將運轉信號送至進料器 (Inlet feeder)，按 Conveyor ON 後，進料器 (Inlet feeder) 啟動，卸煤機開始卸煤。此外進料器 (Inlet feeder) 的速度控制有手動控制及自動控制二種，自動模式時，其速度由 PLC 自動調整，如圖 6 所示。

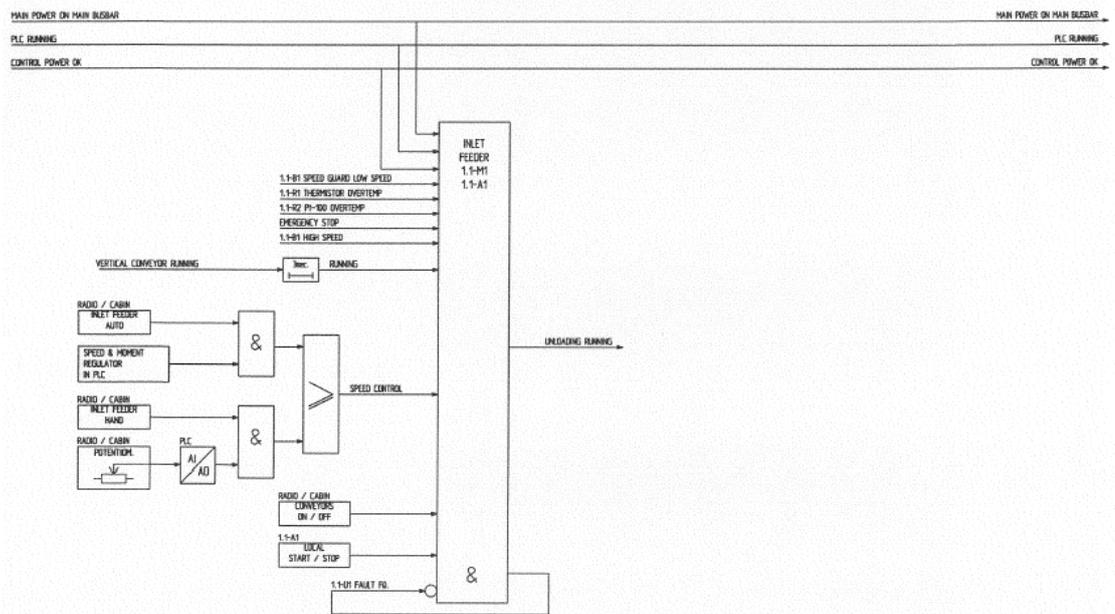


圖 6 進料器 (Inlet feeder)

(2) 運動系統(Motion system)

螺旋式連續卸煤機之運動系統具有移動(traveling)、轉動(Slewing)、上下擺動(Luffing)、擺錘(Pendulum)四種運動功能其動作示意圖如圖 7 所示。

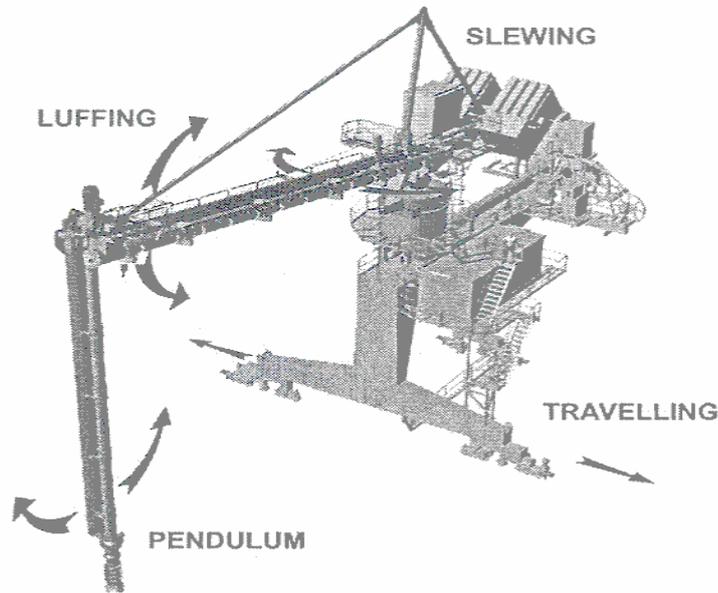


圖 7 卸煤機運動系統(Motion system)示意圖

a. 轉動(Slewing)

卸煤機的上半部可以旋轉使進料器(Inlet device)可以到達較大的水平區域，最大的旋轉角度為 ± 120 度。其控制邏輯如圖 8 所示，當接收到碰撞保護(collision protection)的信號後，水平臂可由控制室的控制桿及無線遙控器控制向左/向右旋轉或半自模式時自動控制轉向，PLC 的 AI 模組會接收絕對式編碼器(absolute encoder)的角度信號，並比較是否超過設定值旋轉角度 ± 120 ，此時馬達才會被啓動達到轉動(Slewing)的目的地。

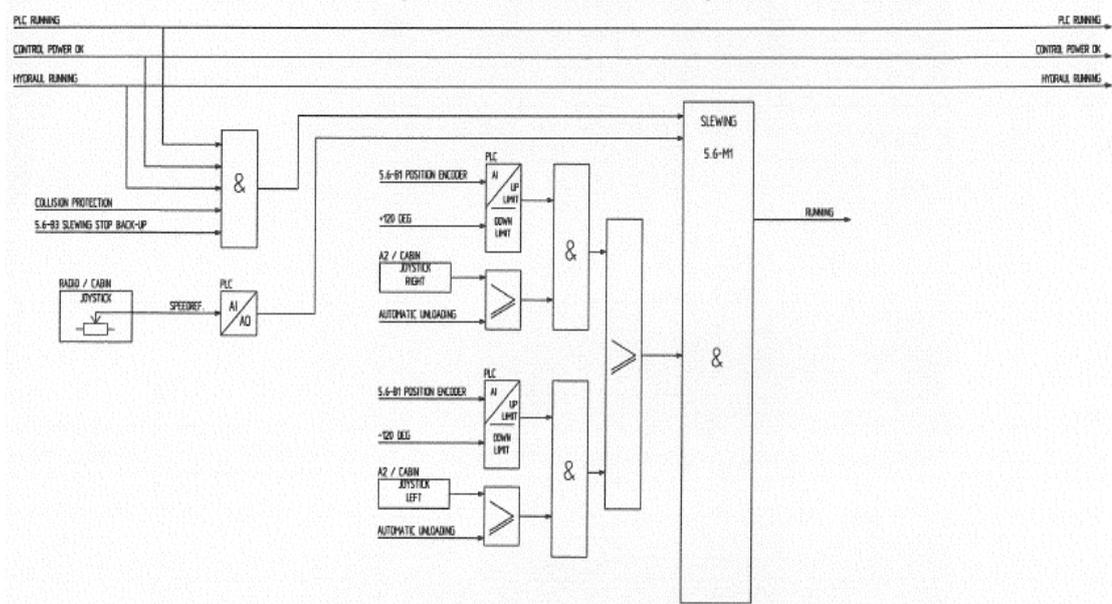


圖 8 轉動(Slewing)邏輯圖

b. 上下擺動(Luffing)

上下擺動(Luffing) 位移動作可使水平臂向上或向下移動，克服煤輪在海平面上的垂直移動。上下擺動(Luffing)向上仰升的角度為水平面 18 度，向下降升的角度為水平面 35 度，其控制邏輯如圖 9 所示，水平臂的向上/向下移動是由水壓設備趨動達成，因此上下擺動(Luffing)之前，必須先接收到水壓運轉(Hydraulic Running)的信號及裝置在水平臂上的雷射感測器(laser sensor)其用來監測碰撞區域並將信號傳送到 PLC 以確保水平臂不會發生碰撞。此外 Luffing 的角度感測器會將信號送到 PLC 之類比信號模組，並與設定參考值比較是否在設定範圍內使水平臂操作在限制角度內。

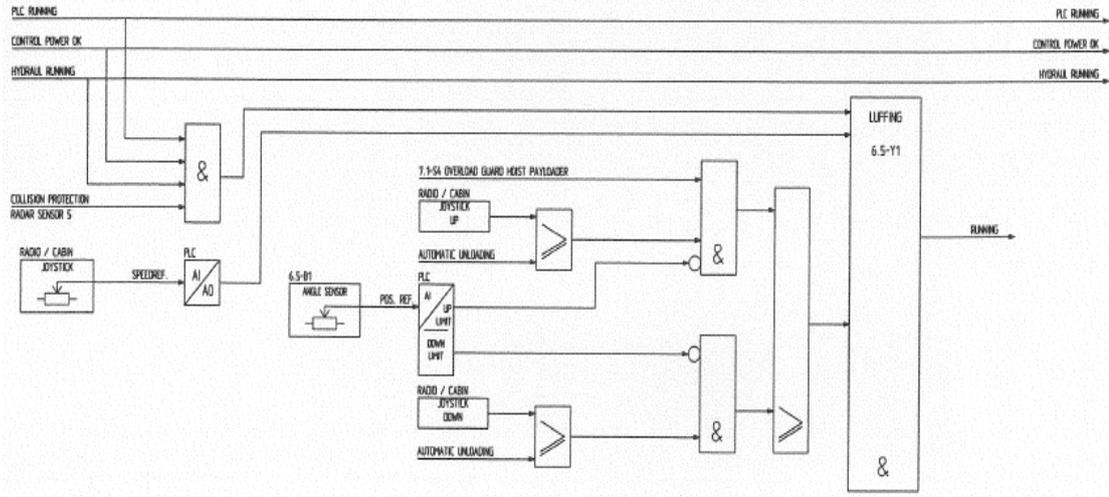


圖 9 上下擺動(Luffing)邏輯圖

c. 擺錘(Pendulum)

擺錘(Pendulum)位移動作可使垂直臂向外或向內移動，使進料器(Inlet device)在船的水平區域移動並可移動到艙底較隱蔽的區域。向外或向內移動的角度為垂直面約+18 度至-35 度之間，其控制邏輯如圖 10 所示，擺錘(Pendulum)之前，必須先接收到水壓運轉(Hydraulic Running)的信號及裝置在垂直臂上的雷射感測器(laser sensor)其用來監測碰撞區域並將信號傳送到 PLC 以確保垂直臂不會發生碰撞，此外擺錘(Pendulum)的角度感測器會將信號送到 PLC 之類比信號模組，並與設定參考值比較是否在設定範圍內使垂直臂操作在限制角度內。

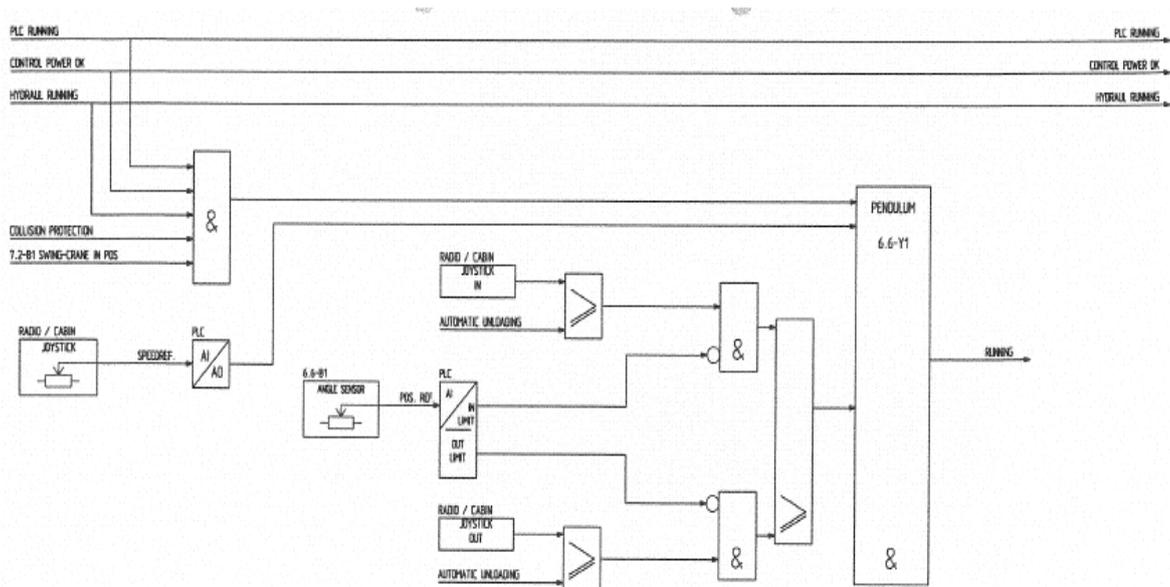


圖 10 擺錘(Pendulum)邏輯圖

d. 移動(traveling)

移動(traveling)位移動作可使卸煤機沿著軌道移動到不同的船艙位置。當卸煤機在無卸煤時可以在軌道上加速行駛以縮短行駛時間，Travelling 移動速度受防碰撞系統控制(anticollision system)，其控制邏輯如圖 11 所示，當接收到 collision protection 的信號後，可由控制室的控制桿及無線遙控器控制卸煤機向左/向右移動或半自模式時自動控制轉向。

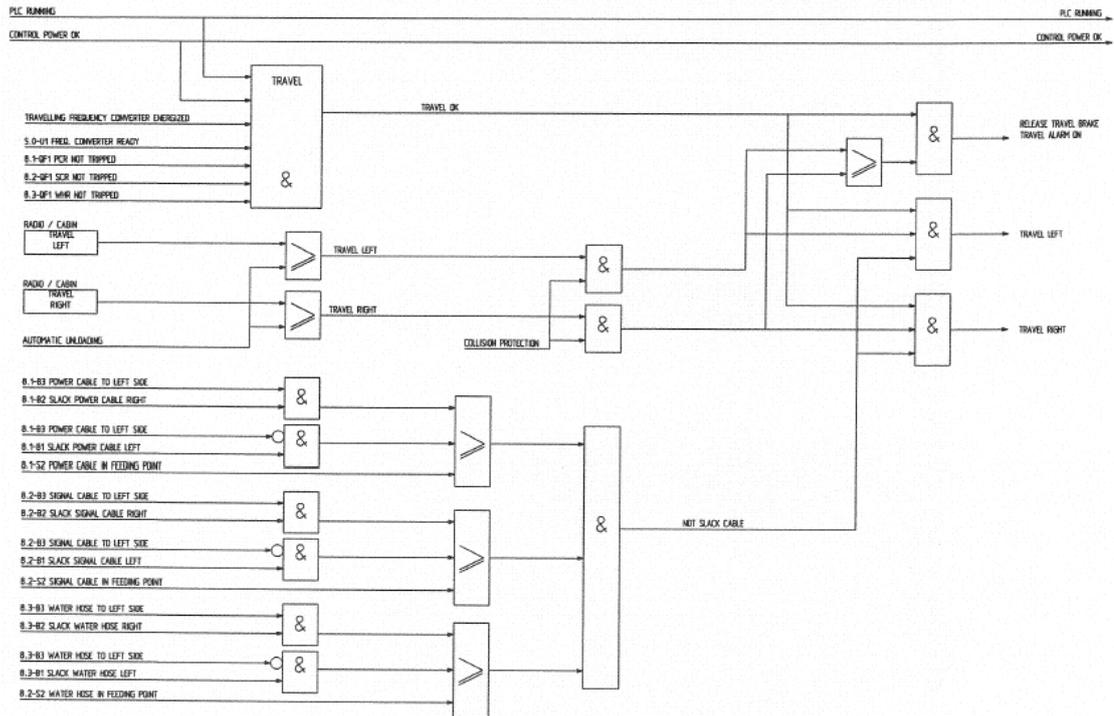


圖 11 移動(traveling)邏輯圖

2、防碰撞系統(Anticollision system)

碰撞系統可以防止卸煤機的垂直螺旋臂碰撞到船上的物件，防止撞到別台卸煤機的水平臂，以及防止在移動(Traveling)過程中撞上另外一台卸煤機。有 4 個雷射感測器(laser sensor)安裝在垂直臂的每一邊，第五個雷射感測器安裝在水平臂的下方，當水平臂上下擺動(Luffing)的角度太大時這個雷射感測器用來防止水平臂撞上船艙口。每一個雷射感測器會感測三個區域，一為碰撞偵測，其餘二個為卸煤機到達碰撞前的低速偵測。在低速區時，卸煤機的所有方向的移動(Travelling)及轉動(Slewing)速度會被減慢至參考設定值，一直到卸煤機離開低速區為止。而水平臂的上下擺動(Luffing)速度及垂直臂擺錘(Pendulum)速度則不受此減速的限制。每個雷射感測器有三個輸出埠連接到 PLC 系統的輸入埠，將三個區域的數位信號傳送到 PLC。為預防這些雷射感測器因振動遭受損害，另有安裝振動感測器(Vibration sensor)，當振動幅度太大時，時此動感測器會動作產生警報信號送到 PLC 顯示在 HMI。防撞區域規畫有 1 到 2 公尺的安

全距離，考量操作安全性，低速區在 2 公尺前就會被啓動。當卸煤機進入到碰撞區時在操作室的指示燈會亮起，所有在碰撞區的活動皆會被互鎖，反之亦然，當進入到低速區時，指示燈會閃爍亮起，同時警報在 HMI 會顯示卸煤機進入到那個區域。另碰撞系統可以被在操作室內的開關所啓閉。

兩部卸煤機間的防撞(anticollision system between unloaders)

每一部卸煤機皆備有角度感測器(angle sensor)及絕對編碼器(absolute encoder)，可使 PLC 得知卸煤機及水平臂的位置，這些位置資訊在二個卸煤機之間會作通訊以得知彼此之間實際的位置，可預防二台卸煤機之間發生互撞。

轉動(Slewing)位置感測器

Slewing 位置感測器為絕對式編碼器形式，其可從定義的零點量測出位置。在此例子中，零點定義為從水平臂的中心點垂直穿越至海面，也就是從中心線(center line)向外轉 90 度的位置，其轉動範圍為 ± 110 度。

上下擺動(Luffing)位置感測器

上下擺動(Luffing)位置感測器為角度感測器安裝在水平臂上。當水平臂在水平位置上時為零度，向下移動的角度為正值，反之向上移動的角度為負值。最大的上移動角度為-35 度，最大向下角度為+18 度。

擺錘(Pendulum)位置感測器

擺錘(Pendulum)位置感測器為角度感測器安裝在垂直臂上，當垂直臂在垂直位置上時為零度，向外移動為負值，向內移動為正值。最大的向外移動角度為-37 度，最大向內角度為+30 度。

移動(Travelling)位置感測器

移動(Travelling)位置感測器為絕對式編碼器，其可從定義的零點量測出位置，此零點對所有卸煤機而言必須在同一個地方，即使所有的卸煤機皆可到達此零點。

如圖 12 所示，由圖示中穿越旋轉中心的中心線零點可以計算出 A1，前端點可以是水平臂的末端點，也可以是垂直臂的末端點，依上下擺動(Luffing)及擺錘

(Pendulum)感測器角度值而定。後端點則為秤錘(counterweight)的末端點。A1 會與下一台卸煤機的 A1 作比較，根據這二個值及卸煤機移動的位置可以計算出 B1。當 B1 值小於零則碰撞系統會被啟動。假使卸煤機所在的位置使得轉向架(boogie)值 C1 大於 A1 則 C1 會被用來計算出 B1。當卸煤機在碰撞區時，只能移動(Travelling)，而轉動(Slewing)，上下擺動(Luffing)，及擺錘(Pendulum)皆不能動作。可在每一部卸煤機操作室上切斷碰撞系統。

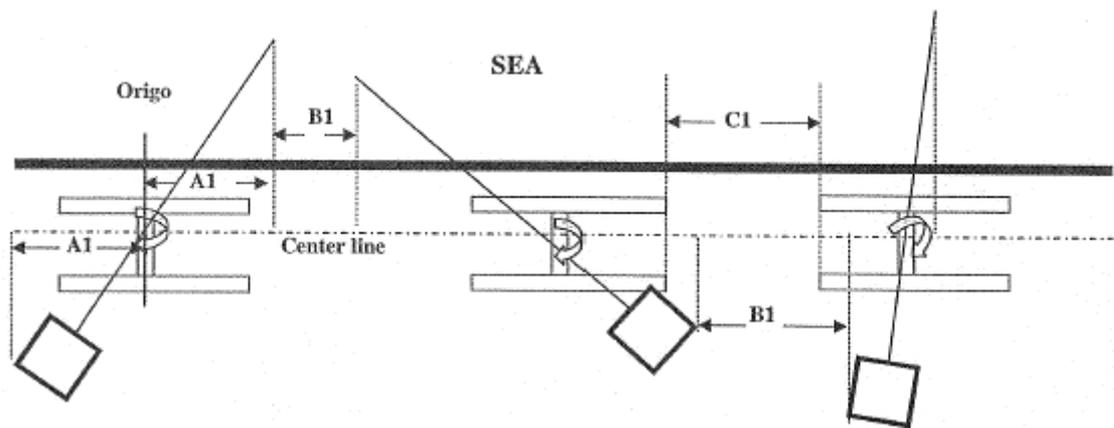


圖 12 卸煤機間碰撞保護示意圖

(五) SIMON HMI system 概述

SIMON(Siwertell Monitoring System)是 PC based 的 HMI 系統在 iFIX Intellution 軟體之基本架構下由 BMH Marine 公司所發展並可在 Windows 作業平台上執行，SIMON 系統是設計來滿足卸煤機及岸邊終端單元的需求。對於 Siwertell 之卸煤機而言 SIMON 系統不只用來作為人機介面工具也可用來當作維修工具。SIMON 系統可以與所有主要的 PLC 作通訊，系統資訊存取取決於連結到 PLC 的信號數量。SIMON 系統可被連結到網路或是經由 Modem 及 Internet 存取 SIMON 系統的資料。

完整卸煤機的概觀及所有主裝置的詳細資訊，例如：馬達的溫升、齒輪箱的溫度、壓力、電流、功率消耗以及容量全部都完整的呈現在友善的使用者環境，此外對

於疑難排解更有高先進的輔助系統可以用來幫助使用者決解問題。警報清單、歷史警報、歷史趨勢圖等皆為標準功能之一，使用手冊、運轉日誌、維護報告都提供在系統中有助於卸煤機的維護排程同時具有將圖面及指導手冊列印功能。

SIMON 程式作為 Siwertell 卸煤機之主要的優點為：

- 簡易起動卸煤機
- 預防性的維修
- 問題解決的分析工具
- 降低故障追蹤時間
- 歷史資料的儲存
- 線上指南

SIMON 系統由主要的三個成份所構成

- FIX VIEW - 於卸煤機正常的操作下用來呈現選單及緊報用
- ON LINE MANUALS - 線上指南的顯示
- HISTORICAL DISPLAY - 用來檢視系統的紀錄值

以下為 SIMON 人機介面控制軟體功能概述

1、主畫面(MAIN VIEW)

主畫面(MAIN VIEW)畫面提供卸煤機簡要的功能概觀，選擇不同的功能鍵 F3 至 F6 可快速進入不同的顯示功能畫面如圖 13 如示此功能鍵位於駕駛室左手邊的盤面上。假使有故障發生時，則功能按鈕上的字體顏色會轉變為紅色，使用者可藉由點擊亮紅色的字體直接進入到故障點。Main view 畫面也提供捷徑可直接點擊圖片中物件進入物件選單。

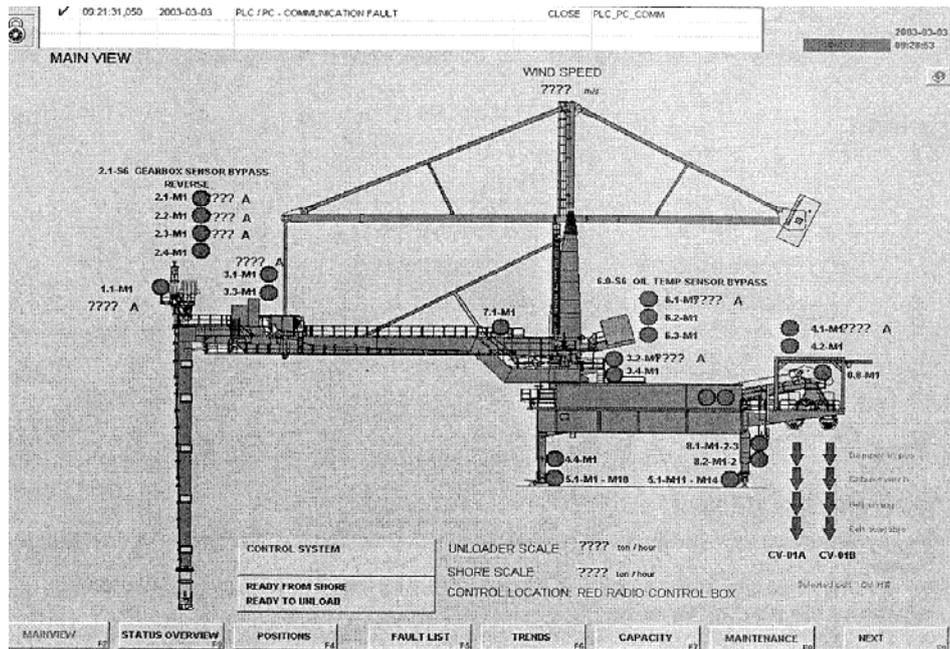


圖 13 主畫面(MAIN VIEW)

2、狀態顯示(STATUS OVERVIEW)

如圖 14 所示此顯示畫面是卸煤機的物件狀態群組畫面可藉由選擇“F9” Next，則新指定的功能鍵“F2-F5”可分別進入四個物件顯示組群。如下

選擇 “F2” 進入控制(CONTROL) 組群畫面

選擇 “F3” 進入 輸送帶(CONVEYORS)組群畫面

選擇 “F4” 進入 運動(MOVEMENTS)組群畫面

選擇 “F5” 進入 附屬設備(AUXILIARY EQUIPMENT)組群畫面

例如選擇“F3” CONVEYORS 則可進入到臺架輸送帶(Gantry conveyor)狀態畫面

如圖 15 所示，此畫面為 CONVEYORS 狀態選單的第一個畫面。此顯示稱為物件選單。

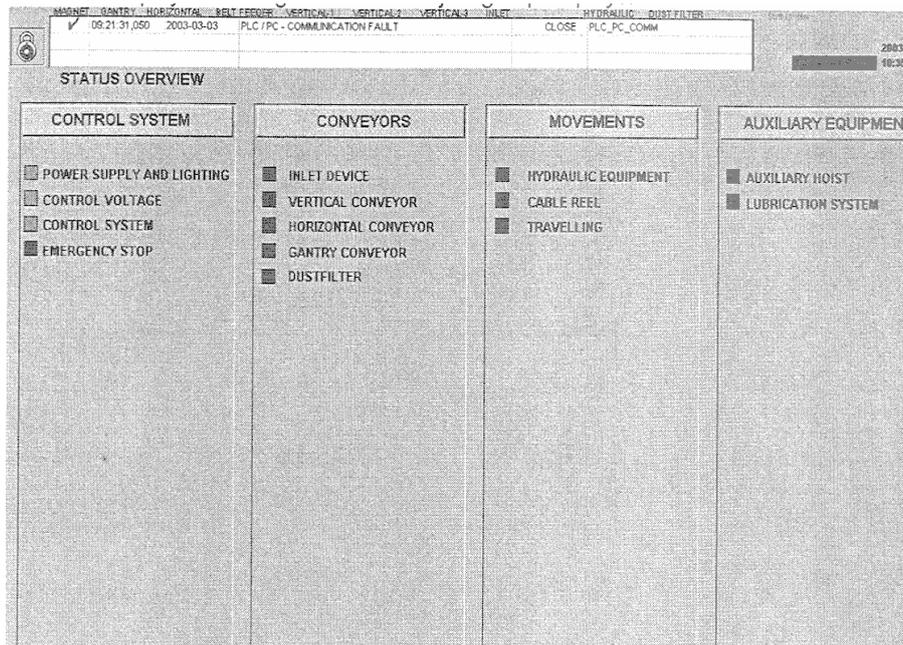


圖 14 狀態顯示(STATUS OVERVIEW)

此顯示層級稱作物件選單，物件選單項內容如下：

- Power supply
- Control voltage
- PLC and System
- Emergency stop
- Dust collector
- Gantry conveyors & magnet
- Horizontal conveyors
- Vertical conveyor
- Inlet device
- Hydraulic valves
- Cable reels
- Traveling
- Hoist

所有物件狀態(Object status)間之顯示操縱原則皆相同。

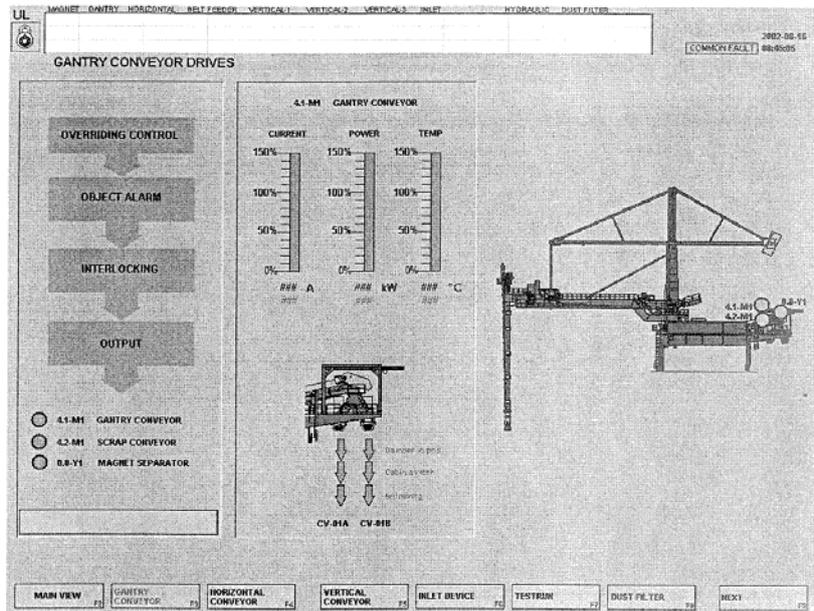


圖 15 物件狀態(Object status)

圖 15 為臺架輸送帶(Gantry conveyor)物件狀態(OBJECT STATUS)畫面

選擇 “F4” 進入 Horizontal conveyors 畫面

選擇 “F5” 進入 Vertical conveyor 畫面

選擇 “F6” 進入 Inlet device 畫面

選擇 “F7” 進入 Test run 畫面

選擇 “F8” 進入 Dust Filter 畫面

選擇”F9” Next，則新指定的功能鍵”F2-F5”功能如下

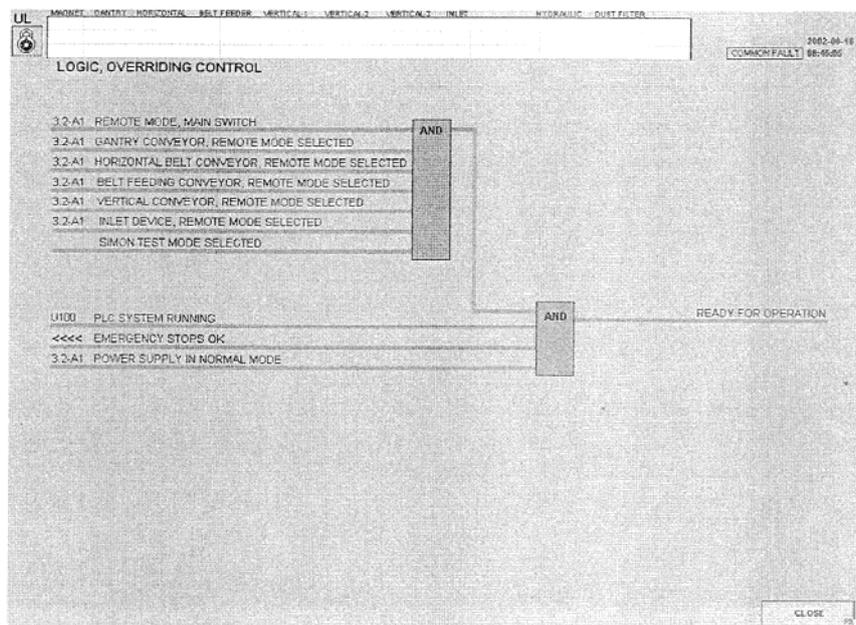
選擇 “F2” 進入 Overriding control 畫面

選擇 “F3” 進入 Object fault 畫面

選擇 “F4” 進入 Object interlocking 畫面

例如選擇”F9” Next 後，再選擇 “F2” 進入越權控制(Overriding control)畫面如

圖 16，利用邏輯方塊圖作越權控制狀態，可快速導覽卸煤機互鎖信號概觀



如圖 16 越權控制(OVERRIDING CONTROL)

選擇 “F3” 進入物件故障 Object fault 畫面如圖 17 所示

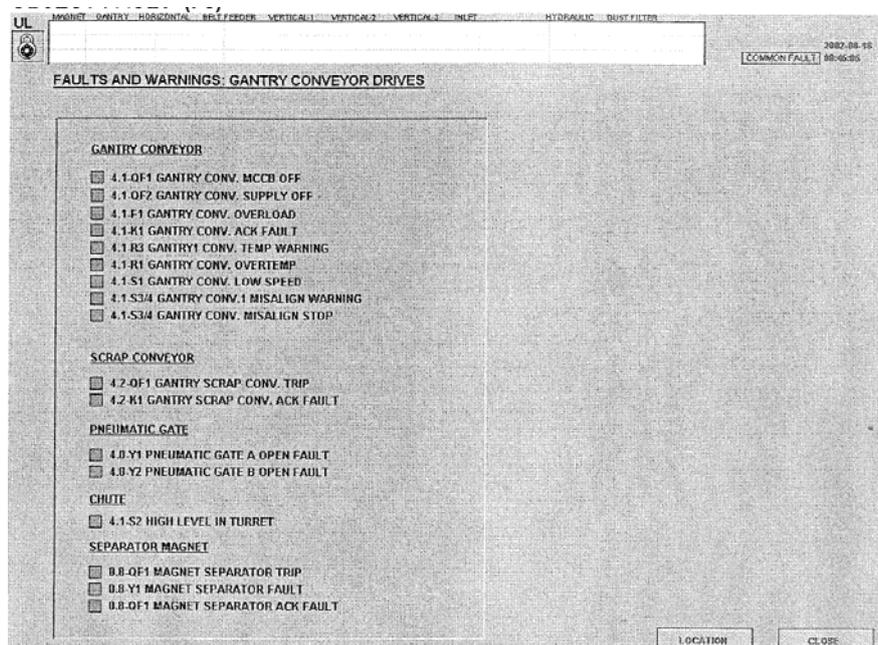


圖 17 物件故障(OBJECT FAULT)

每一個物件皆有特定的項目作為故障追蹤用。如故障發生，顏色由綠色轉變成紅色，同時也會顯示在警報清單及位於畫面頂端的警報欄位中。大部分的警報點，

可直接點擊故障選單上描述文字，顯示相關資訊，此相關訊息為電腦內部檔案對這些特定的故障的特有的檔案，此視窗只提供操作人員讀取訊息，無法作刪除或編輯等功能。當操作人員被要求新增文字時，如操作人員按 YES，則操作人員可增加自己的資訊，例如日期及所採取的行動。這些已輸入的資訊無法在 SIMON 程式中作編輯。下一次再點擊此故障文字，此新增資訊會被顯示在視窗的最後一行。如果操作人員按 NO，則只會顯示已存在的資訊且不會有選項去增加任何的文字。此外從此畫面選擇按鈕”LOCATION”(F8)則可顯示故障發生的位置，如圖 18 所示。圖 18 物件位置畫面可幫助操作者知道故障產生的地方及故障復歸的地方。

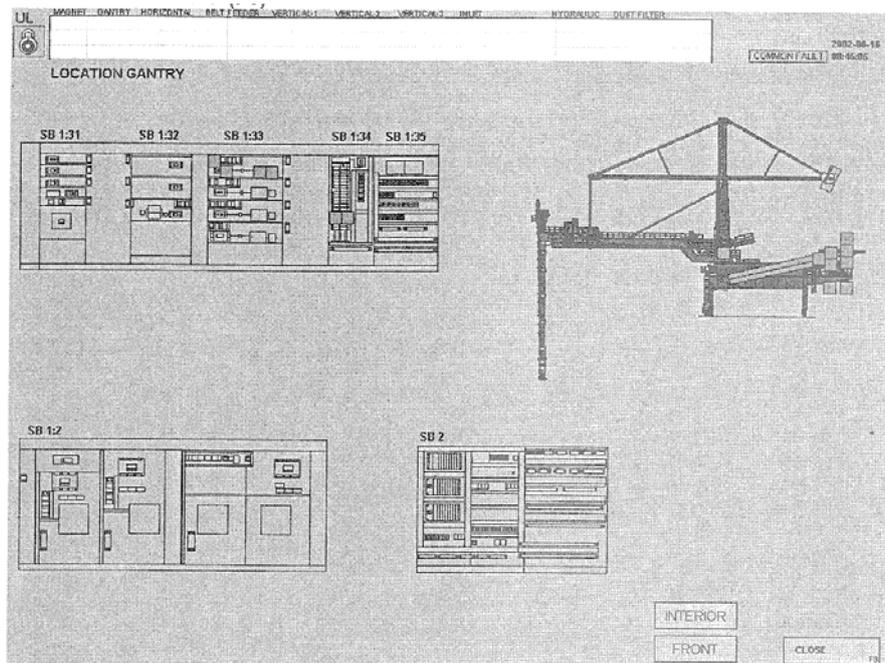


圖 18 物件位置(OBJECT LOCATION)

選擇 “F4” 進入物件互鎖(Object interlocking)畫面如圖 19，此畫面為簡化的邏輯方塊圖，顯非每一物件之互鎖信號與信號狀態。

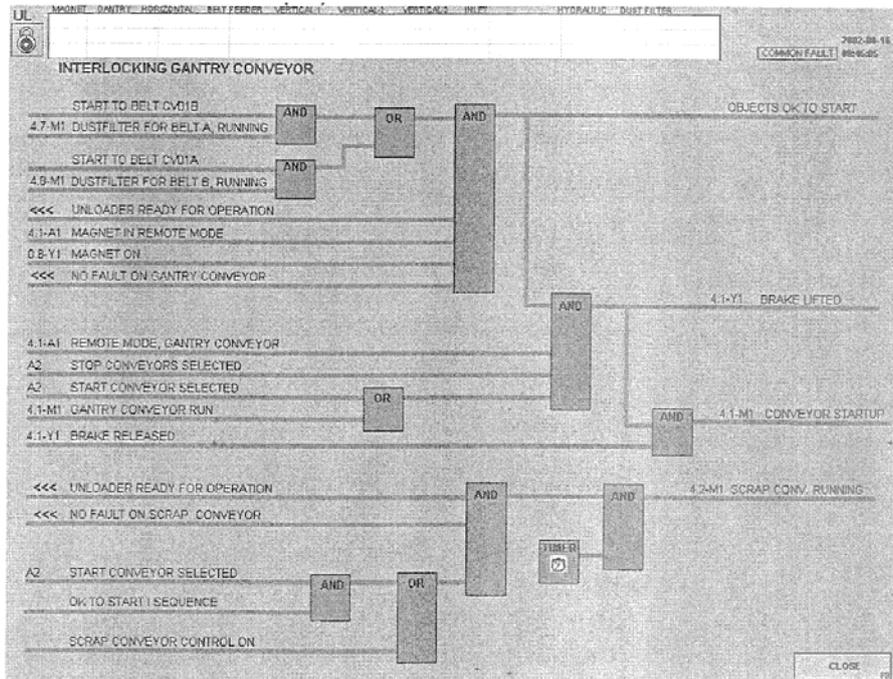


圖 19 物件互鎖(Object interlocking)

3、位置(PPOSITIONS)

圖 20 顯示水平臂及垂直臂的角度，實際的角度也同時顯示在畫面上。圖 21 為俯視圖，其顯示卸煤機在軌道上移動的位置，及旋轉的角度。

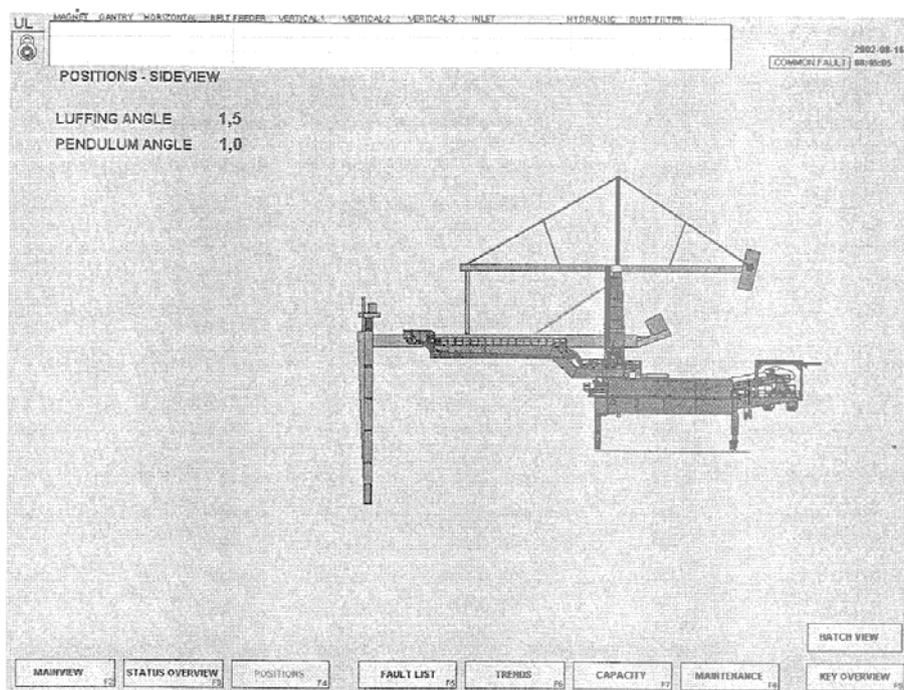


圖 20 位置(PPOSITIONS)

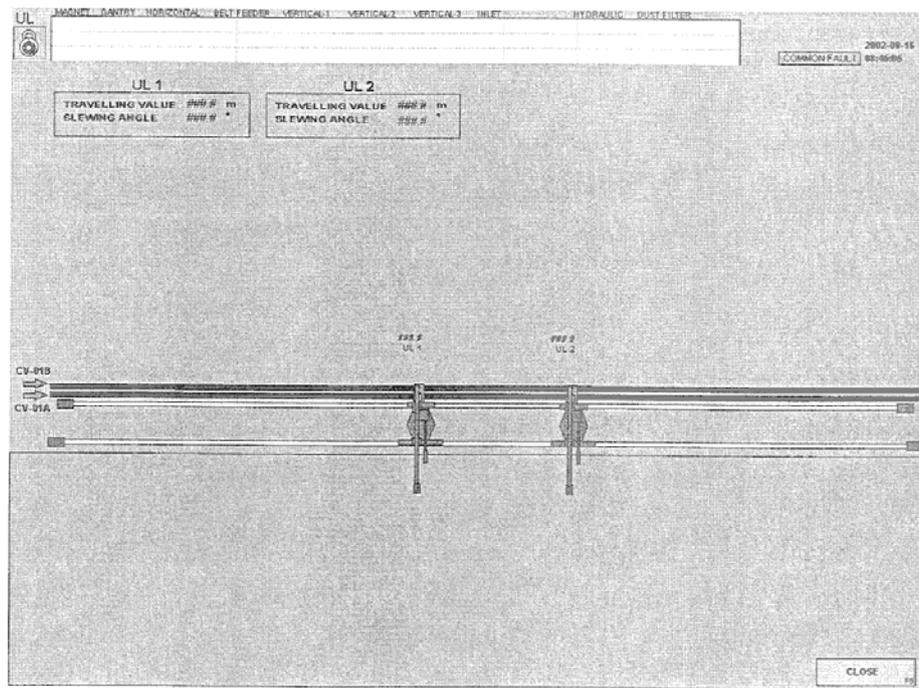


圖 21 移動及轉動角度俯視圖

4、故障清單(Fault List)

圖 22 為故障清單顯示故障狀態，當警報事故被清除及按下警報復歸鈕後警報點會從此清單上移除。點擊 ALARM HISTORY 鈕，可顯示過去的警報清單。從清單中選擇任一日期，則該天發生的所有故障警報、發生時間、及復歸時間皆會顯示在視窗上。

WONET - GENIEY - HORIZONTAL - BKT FEEDER - SECTION 1 - VERTICAL 3 - VERTICAL 3 - INLET - HYDRAULIC - DUST FILTER						
11:49:30,080		2003-03-03	PLC / PC - COMMUNICATION FAULT	CLOSE	PLC_PC_COMM	2003-03-03 17:05:00
FAULT LIST						
ALARM HISTORY						
Ack	Time In	Date In	Description	Value	Topology	
1	✓	11:49:30,080	2003-03-03	PLC / PC - COMMUNICATION FAULT	CLOSE	PLC_PC_COMM
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						

圖 22 故障清單(FAULT LIST)

5、趨勢圖(TRENDS)

圖 23 為趨勢圖可選擇趨勢圖的持續期間，此趨勢圖一被打開即立即顯示。將滑鼠在趨勢圖上點擊二下，會開啓功能表，可在此功能表上選擇要顯示在趨勢圖的標籤。標籤的選定須鍵入 UL : xxxx.F_CV 其中 xxxx 是所選擇的標籤，UL 及 F_CV 為系統的參數。按 OK 鈕之後然後按”Change pen”即可，並且確定顯示的高底值是否在所需的區間。

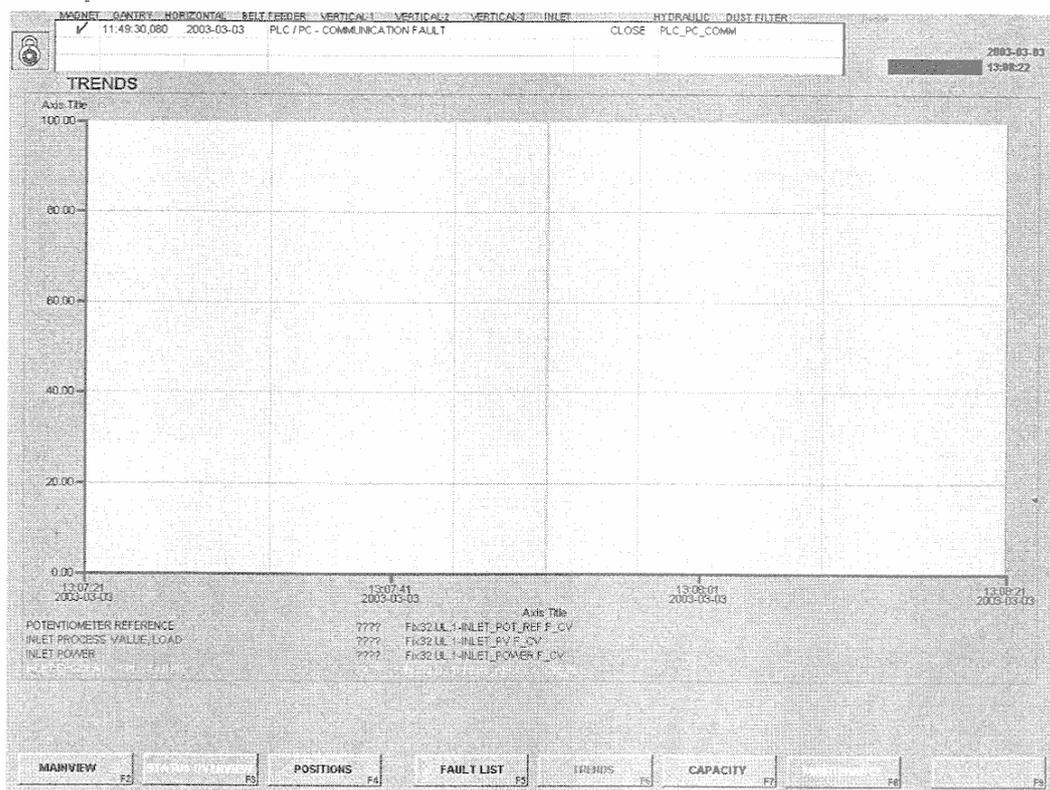


圖 23 趨勢圖(TRENDS)

6、容量(CAPACITY)

圖 24 為容量選單畫面，顯示皮帶機之有效功率及電流值及卸煤量。從此容量選單畫面按”HISTORICA DISPLAY”顯示歷史曲線，如圖 25 所示它可從歷史記錄中取回類比訊號，一些重要的類比訊號皆被儲存在電腦硬碟中。一般這些值可儲存 30 天，可選擇範圍為 1 至 200 天。

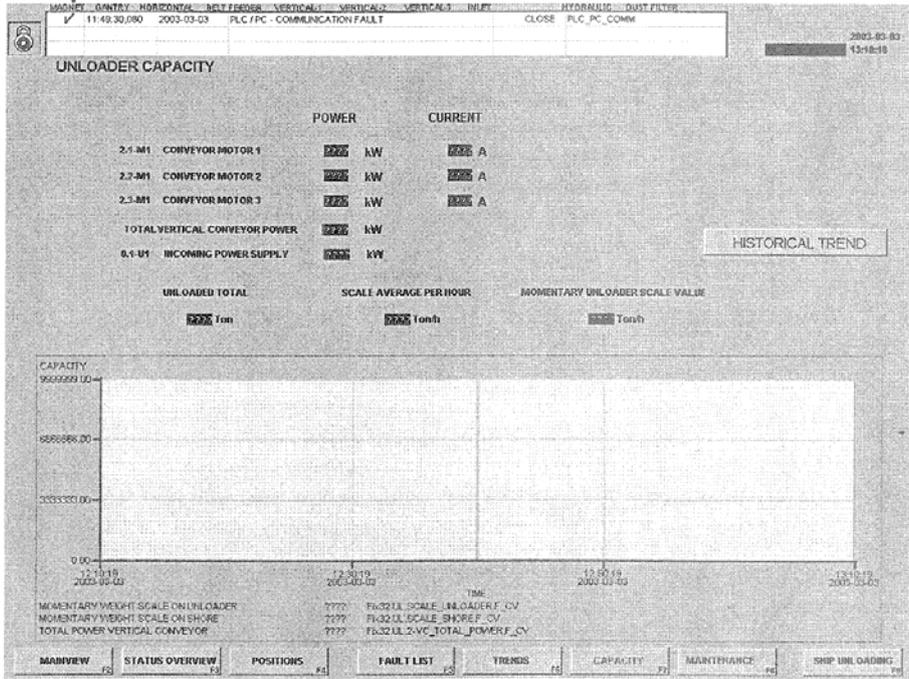
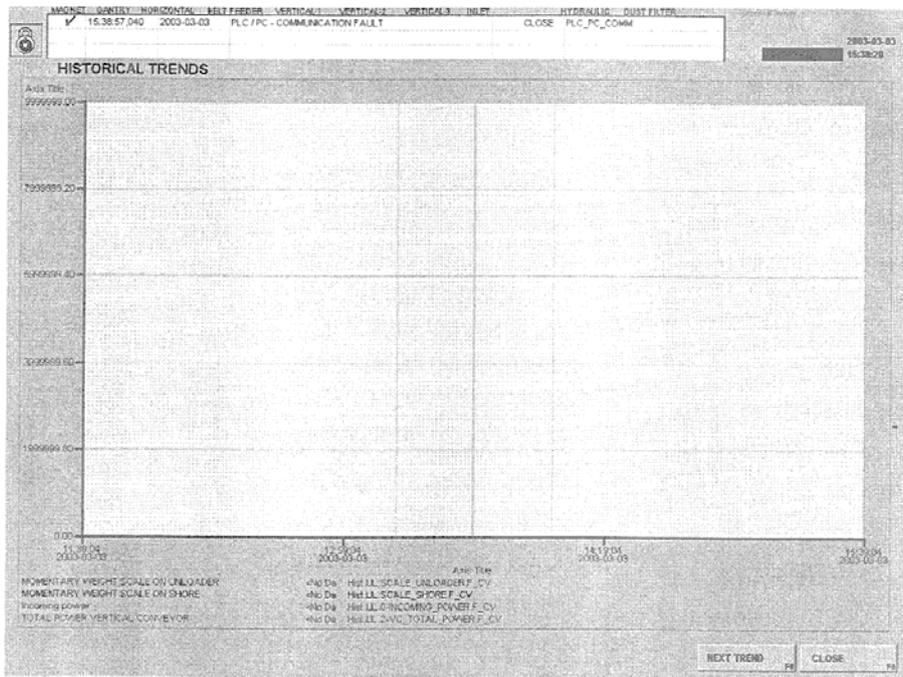


圖 24 容量(CAPACITY)



如圖 25 歷史趨勢圖(HISTORICAL DISPLAY)

6、 維護(MAINTENANCE)

圖 26 為維修保養選單，此畫面顯示至上次維修保養時間至今的天數及小時數。當某一個事件發生，警報會被設定。欲解除此警報則需選擇”RESET”(F8)打開 reset menu 來解除警報。

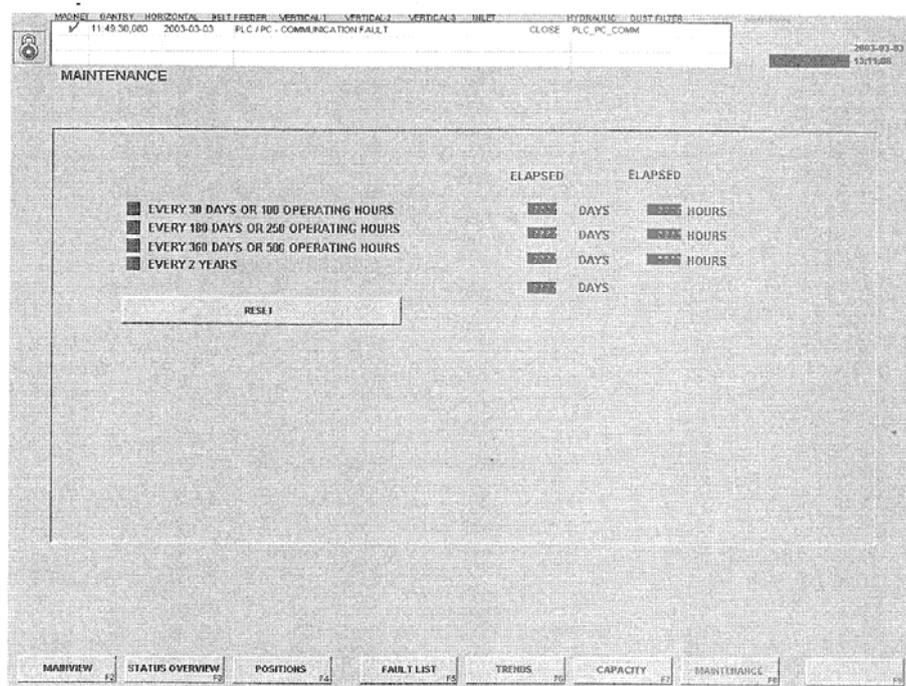


圖 26 維護(MAINTENANCE)

肆、心得：

本次前往廠家 MacGREGOR，接受卸煤機之設計、運轉及維護訓練，該公司設計人員多，藉由售後服務，回饋現場經驗，不斷的研發，了解其設計改進如下(與興達駁船卸煤機比較)，對日後裝機、檢驗、試運轉及維修助益不少。

一、垂直螺旋輸送機(VSC)：含 top tube(screw) 一支，intermediate tubes(screws) 四支，lower transport tube(screw) 一支。

1. 垂直進料頭(Inlet head)：

原設計為二翼(two wings)，現改為三翼(three wings)，可避免進入 Inlet head 之煤再被甩出，以提高及維持穩定之卸煤量，並減少振動。

底部原設計為球狀(with bulb)，現改為平底(with flat bottom)，使艙內殘留煤量少，降低了清艙工作量。

2. 套筒管材：

原採用硬度 120HB 之碳鋼管，此材質適用於輕度磨損之物料如水泥，當初在設計駁船卸煤機時，顯然低估煤炭對管壁之磨耗程度，致垂直螺旋輸送機經卸煤 20 萬噸，管壁磨損穿孔造成嚴重落煤，之後 B 台改為管壁厚 10mm，硬度 370HB 之硬化鋼，現改為管壁厚 15mm，硬度 470HB 之硬化鋼。

3. 螺旋葉片：

原設計厚度 8 mm，底部易磨耗之三個葉片厚度，增為 12 mm，廠家曾於葉片易磨耗處銲接耐磨材料，但因兩種不同材料銲接困難，容易脫落，且價格昂貴，已不採用，現改為硬化鋼，厚度 15 mm，硬度 370HB。

4. O-D 軸承：

本體(house)與調整板(shims)：原設計為二個調整開口(opening)，現改為四個，定期檢修時，藉由增減 shims，調校螺旋桿之垂直度，使螺旋桿組轉動順暢(無阻狀態)。

軸承部位(holder)：原設計為二個支撐臂(左右)，角度 30°，因銲道磨耗嚴重，導致軸承脫落，之後設計改為 45°，與煤流方向一致，現改為螺旋葉片(左右兩片組合而成，外緣銲入耐磨碳化鎢)，承接上下螺旋桿葉片，使煤流通行無間斷。

二、水平皮帶輸送機(HBC)：

原設計為直徑 1,000 mm 之螺旋式輸送，由於管壁磨耗，造成 end bearing 下陷，導致 HSC 偏心，振動大，現改為 BW-1,800 mm 之皮帶輸送。

三、門型構架皮帶輸送機(GBC)：

原設計為直徑 1,000 mm 之螺旋式輸送，如上述原因，現改為 BW-1,600 mm 之可移動頭輪式皮帶機(Shuttle head conveyor)。

四、防撞系統：

原設計無此安全防護，現增設雷射探測系統，以防止兩台卸煤機互撞或 VSC 撞及船艙。

五、控制系統採 SIMON HMI(觸控式人機界面)system，提供一個簡單、直觀的圖面，供監控與操作者使用，例如：運轉狀態、馬達的溫升、齒輪箱的溫度、壓力、電流、功率消耗及維修排程等。

目前 MacGREGOR 設計製作之連續式(螺旋)卸煤機，最大公稱卸煤量 2,400 t/hr.，全船平均卸煤效率高於 70%，且重量輕，僅抓斗式卸煤機一半重，由其煤流在垂直提升和水平輸送過程，係在封閉空間進行，落煤量甚少，符合環保需求。

伍、建議事項：

一、高效率(全船平均卸煤效率 $\geq 70\%$)、低污染連續式卸煤機，是未來發展趨勢，此次奉派出國實習，安排在機電裝機工作之前，有充裕時間學習設計技術，返回工作崗位，即可學以致用在現場裝機上，故建議爾後新建工程之國外實習，應儘量在裝機工作之前。

二、此次國外訓練除在廠家工場內參觀實習之外，也特別請了幾天的特休於公畢後自費順道在瑞典、丹麥等國觀光，讓我也進一步機會能在北歐的一些小鎮、城市等觀光地區參觀。前陣子新聞媒體曾報導本公司有些路段的人孔蓋因包商鋪設與路面間距過大，常造成用路人危險；這次的參觀中我也特別注意到北歐等國街道上的人孔蓋不但鋪設平整，甚至有些小鎮行人徒步區的人孔蓋在圖案設計上更加入巧思，配合當地觀光特色所特鑄成的人孔蓋圖案，平凡不起眼的東西融入巧思，竟也能成為觀光客駐足拍照的地標。本公司如能在某些重點觀光區人孔蓋圖案上，配合各地方獨有的特色來設計，相信也會有不錯的廣告效果，有助於公司形象的提昇。

