

受辛樂克颱風影響設備之復原現況

（第三屆核能四廠安全監督委員會第3次委員會議）

龍門施工處

98/01/21



報告內容

- 一、前言
- 二、淹水設備清單
- 三、檢修狀況
- 四、後續追蹤
- 五、檢修範例
- 六、結語



一、前言

- 辛樂克颱風造成二號機反應廠房最底層（標高-8200）淹水約2公尺，受影響的設備經本公司全力修復，除液壓控制泵（CRD Pump）、液壓控制單元（HCU），因需採購備品、零組件以致尚未檢修完成外，其餘設備均已完成檢修工作。
- 淹水設備檢修過程及日後維護保養作業均已制定嚴謹之程序加以管控，並留存相關紀錄以供追溯。
- 受淹水設備檢修完成後，可恢復原來安全功能，並經由定期保養及特別管制程序，應可確保該等設備日後運轉之可靠性，不會對機組之安全造成影響。

二、淹水設備清單

- 核四廠二號機因辛樂克颱風侵襲，而致淹水之設備包括：馬達、泵及電動閥、氣動閥等，其中安全系統（RHR、HPCS）等大型馬達，因屬於直立式，未曾淹水。
- 詳細淹水設備清單，如附件。



三、檢修狀況 (1/3)

事前規劃：

- 參考國外文獻，如美國電力研究所（EPRI）的安全級馬達修復指引，搭配本公司修護處的維修經驗，進行安全級馬達之修護工作。
- 編訂「辛樂克颱風淹水設備檢修計畫」，並發行相關執行之程序書/工作說明書，據以辦理修復及檢查作業。

三、檢修狀況 (2/3)

檢修方式：

- 以不影響一號機進度為前提，調集龍門施工處、電力修護處、核四廠、核三廠、核二廠等各單位人力全力修復。
- 分工原則：
 - MOV. AOV.：龍門施工處主辦、核三廠、核四廠及修護處協辦。
 - 馬達：修護處主辦（拆卸送至電力修護處電機工場檢修，以確保品質）。
 - 泵浦：修護處主辦（就地檢修）。



三、檢修狀況 (3/3)

■重要設備如CRD pump、HCU等，依廠家建議處理：

- 97/10/07~08日立公司廠家人員蒞臨核四工地，針對CRD pump及HCU進行檢視，檢視結果提供檢修建議。

- 龍門施工處即以該項建議進行檢修工作。

■馬達、泵之軸承，依美國電力研究所（EPRI）建議，更換滾珠軸承。



重要設備如CRD pump、HCU等檢修概況

■CRD pump

- 泵就地進行拆解檢修、清潔，消耗性材料，如O型環、盼更等，更換新品。

■馬達：

- CRD pump馬達及輔助油泵馬達送修護處進行維修。

■HCU：依廠家建議處理。

四、後續追蹤

- 檢修後之設備執行功能測試以確保其運轉之可靠性：
 - AOV.：執行功能測試。
 - 馬達、MOV.：量測馬達絕緣值，並執行運轉測試。
 - 泵：執行拆解檢查，俟系統可執行測試時，再執行功能測試。
- 依程序書（LMP-QLD-022）規定，每個月進行一次維護保養。
- 另訂定一維護管制程序（WP-QLD-058），每三個月對該等設備進行一次檢測及環境濕度監測，並由品質人員加以查證及留存相關紀錄，直到設備移交電廠進行試運轉為止。
- 設備移交電廠後，電廠將依預防保養及定期偵測程序書進行維護保養及偵測試驗，持續追蹤該等設備之運轉情形。



五、檢修範例（1/2）

2K15-P-0001B RWCU Backwash
Transfer Pump檢修



RWCU Backwash Transfer Pump 1B淹水情形

將馬達拆到修護工廠維修



台灣電力公司

用除礦水將**Pump**外表清洗乾淨



台灣電力公司

量測Pump Shaft End Play



分離Pump Casing與 Bearing Frame& Adapter



台灣電力公司

將Bearing Housing油洩出



Bearing Housing油與積水



台灣電力公司

Pump Impeller及Gasket



拆下 Pump Impeller



取出Mechanical Seal



抽出Pump Shaft



台灣電力公司

清潔Mechanical Seal



換新Bearing



Key Way及Impeller應力集中點做PT



Pump Shaft 撓曲度檢查



五、檢修範例（2/2）

馬達檢修



馬達拆卸



馬達拆卸



馬達清洗



台灣電力公司

馬達烘乾



台灣電力公司

靜態測試

線圈絕緣電阻量測



測試設備：高阻計

接受標準： $100^{+}M\Omega$



台灣電力公司

靜態測試



測試設備：突波試驗器

測試電壓： **$2E+1000$**

E =額定電壓

線圈層間絕緣測試



台灣電力公司

靜態測試



測試設備：功因測定器

測試電壓： **$AC\ 2E+1000$**

E =額定電壓

線圈耐壓測試

靜態測試



線圈電阻量測



測試設備：低阻計

軸承更換

新品更換



預熱、回裝



台灣電力公司

馬達回裝



無載測試

量測啟動電流



量測溫升



無載測試參數



台灣電力公司

振動測試



測試設備：振動測試計



台灣電力公司

運回工地



台灣電力公司

六、結語

- 辛樂克颱風造成龍門二號機反應器廠房淹水事件對龍門是一個痛苦的經驗，龍門藉由此次事件教訓，全面檢討並引以為鑑，防止類似事件再度發生。
- 淹水設備經由嚴謹的檢修程序，可恢復原來之安全功能;且設備回裝後，將繼續執行每月定期保養及每三個月特別管制程序，除可確保該等設備日後運轉之可靠性，亦不會對機組之安全造成影響。
- 設備移交電廠後，電廠將依預防保養及定期偵測程序書進行維護保養及偵測試驗，持續追蹤該等設備之運轉情形，以確保運轉安全。



A photograph of a park with a winding path, palm trees, and white lamp posts. The path is made of reddish-brown bricks and curves through a green lawn. Several white lamp posts with white lampshades are scattered throughout the scene. In the background, there are more trees and a dense forest. The text "報告完畢，敬請指教！" is overlaid in red on the image.

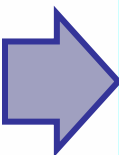
報告完畢，
敬請指教！

辛樂克颱風機械設備淹水清單

設備編號	設備名稱	品質分類	數量	Location	備註
2E11-HX-0001A/B/C	餘熱移除系統熱交換器	S	3	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2G31-HX-0002A/B	反應器爐水淨化系統非再生熱交換器	R	2	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2K11-HX-0002	反應器廠房低導電度廢水集水坑冷卻器	R	1	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2E11-P-0001A/B/C	餘熱移除泵	S	3	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2E11-P-0002A/B/C	餘熱移除系統管路充水泵	S	3	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2E22-P-0001B/C	高壓爐心注水泵	S	2	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2C12-P-0001A/B	控制棒驅動泵	R	2	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2C12-FLT-0001A/B	控制棒驅動泵進口端過濾器	R	2	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2C12-FLT-0002A/B	控制棒驅動泵出口端過濾器	R	2	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2G31-P-0001A/B	反應器爐水淨化泵	R	2	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2K15-P-0001A/B	爐水/燃料池冷卻、淨化逆傳送泵	R	2	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2E51-P-0001	反應器爐心隔離冷卻主泵	S	1	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2E51-TRB-0001	反應器爐心隔離冷卻渦輪機	S	1	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2E51-P-0003	反應器爐心隔離冷卻系統充水泵	S	1	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2E51-P-0004	反應器爐心隔離冷卻洩水泵	R	1	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2E51-TNK-0001	反應器爐心隔離冷卻洩水槽	R	1	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2G51-P-0001	抑壓池淨水泵	R	1	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2K11-P-0002A1～ 0004E2	輻射洩水集水泵	R	14	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2K11-P-0005A/B	反應器廠房雨水集水泵	R	2	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2C12-HCU-0001～0103	液壓控制單元	S	103	#2 R/B EL.-8200	汽源組

辛樂克颱風機械設備淹水清單

設備編號	設備名稱	品質分類	數量	Location	備註
2C12-ACC-0001	控制棒充氮蓄壓器	R	1	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2C12-SKD-0001	HCU 氮氣充填單元	R	1	#2 R/B EL.-8200	汽源組
2B21-SPRG-0001A～S	主蒸汽系統抑壓池冷卻器	S	18	#2 R/B 濕井 EL.-8200	汽源組
2E11-STR-0001A/B/C	餘熱移除系統抑壓池過濾器	S	3	#2 R/B 濕井 EL.-8200	汽源組
2E22-STR-0001B/C	高壓爐心注水系統壓池過濾器	S	2	#2 R/B 濕井 EL.-8200	汽源組
2E51-STR-0001	反應器爐心隔離冷卻壓池過濾器	S	1	#2 R/B 濕井 EL.-8200	汽源組
2T41-AHU-0101	空調箱	R	1	#2 R/B EL.-8200	輔機組
2T41-AHU-0102B/C	空調箱	S	2	#2 R/B EL.-8200	輔機組
2T41-AHU-0103A/B/C	空調箱	S	3	#2 R/B EL.-8200	輔機組
2T41-AHU-0104	空調箱	S	1	#2 R/B EL.-8200	輔機組
OK11-P-8003A/B	廢料廠房化學洩水集水泵	R	2	#2 RW/B EL.-4340	輔機組
OK11-P-8004A/B	廢料廠房化學洩水集水泵	R	2	#2 RW/B EL.-4340	輔機組
----	廠房臨時抽排風機(2 台)	-----	2	#2 R/B EL.-8200	輔機組
----	廠房臨時抽排風機(12 台)	-----	12	RT 隧道	輔機組
----	電動閥/氣動閥		25		電氣組/儀控



附件二

辛樂克颱風淹水設備檢修計畫

一、目的：建立核四工程因辛樂克颱風淹水設備檢修計畫，完成淹水設備必要之檢修、測試，以驗證其設備構造及功能正常，符合原設計。

二、適用範圍：本計畫適用範圍為核四工地二號機因辛樂克颱風淹水之設備。詳淹水設備清單。

三、依據文件

1. 核四工程品質保證方案。
2. EPRI NP-6407 Guidelines for the repair of nuclear power plant safety-related motors (NCIG-12)。
3. LMP-QLD-001 不符合狀況及通報管制作業程序書。
4. LMP-QLD-003 檢驗辦法作業程序書。
5. LMP-ELD-013 高低壓馬達安裝檢驗作業程序書。
6. 閥類程序書。
7. 核四廠 PCT-RPP-007 迴轉機施工後測試作業程序書。

四、通則說明定義

本計畫所指之迴轉機，包含馬達及泵浦兩部分，馬達部分送電力修護處檢修測試，泵浦及其他設備則以開立 NCR 方式，由施工處、核一、二、三廠及修護處所組成檢修小組，在工地現場進行檢修及測試，其中 RCIC、CRD 設備檢修，依照廠商 TA 指示辦理。

五、權責區分

1. 龍門品保小組：執行淹水設備檢修及測試之巡查與見證作業，以及審查檢修、測試紀錄。

2. 龍門施工處品質組：執行淹水設備拆裝檢修之見證、停留檢驗點查驗及全程參與測試作業。
3. 各主辦組及檢修小組：執行淹水設備之拆裝、檢修、測試檢驗作業。
4. 電力修護處：執行淹水馬達之拆裝、檢修和測試作業，以及協助其他淹水設備之檢修。

六、作業程序

1. 泵檢修依據核四廠程序書

704.PMP.103/106/111/112/122/151/152/701/705/712 等辦理。

2. 熱交換器檢修依據核四廠程序書 704.HEX.111/702 辦理。

3. 液壓控制單元檢修依據核四廠程序書 704.HCU.101/102 辦理。

4. 馬達檢修依據龍門施工處二號機淹水馬達修護作業工作說明書辦理。

5. 儀器檢修依據龍門施工處 WP-ICD-008 工作說明書辦理。

七、見證及停留點之查驗

依據權責區分，執行相關程序書及工作說明書內檢驗項目之查證檢驗，及依據檢驗辦法作業程序書(LMP-QLD-003)辦理。

八、紀錄保存

依據龍門施工處品保紀錄管制作業程序書(LMP-QLD-007)相關規定辦理。



依據美國電力研究所（EPRI）建議，更換滾珠軸承（1/4）

Tag.No	Equipment Name	Manufacturer	Bearing Model
2E11-P-0002A	RHR Keep Fill Pump 2A	Ingersoll-dresser	pump: SKF#7311 BECBM , SKF #6212 C3 motor: SKF#6206C3, SKF#6208
2E11-P-0002B	RHR Keep Fill Pump 2B	Ingersoll-dresser	pump: SKF#7311 BECBM , SKF #6212 C3 motor: SKF#6206C3, SKF#6208
2E11-P-0002C	RHR Keep Fill Pump 2C	Ingersoll-dresser	pump: SKF#7311 BECBM , SKF #6212 C3 motor: SKF#6206C3, SKF#6208
2E11-P-0001A	RHR Pump 1A	WEIR	Pump: SKF#7317BECBM×2
2E11-P-0001B	RHR Pump 1B	WEIR	Pump: SKF#7317BECBM×2



依據美國電力研究所（EPRI）建議，更換滾珠軸承（2/4）

Tag.No	Equipment Name	Manufacturer	Bearing Model
2E11-P-0001C	RHR Pump 1C	WEIR	Pump: SKF#7317BECBM×2
2E22-P-0001C	HPCF Pump 1C	WEIR	Pump: SKF#7221BECBM×2
2C12-P-2002A	CRD Auxi. Oil Pump 2A	Hitachi	Motor: SKF#6205-2RS1
2C12-P-2002B	CRD Auxi. Oil Pump 2B	Hitachi	Motor: SKF#6205-2RS1

依據美國電力研究所（EPRI）建議，更換滾珠軸承（3/4）

Tag. No	Equipment Name	Manufacturer	Bearing Model
2K15-P-0001A	RWCU/ FPCU Backwash Transfer Pump 1A	San Tai	pump: SKF#6309, #3309 motor:#6312C3, #6312C3
2K15-P-0001B	RWCU/ FPCU Backwash Transfer Pump 1B	San Tai	pump: SKF#6309, #3309 motor:#6312C3, #6312C3
2E51-P-0003	RCIC Keep Fill Pump	Ingersoll- dresser	pump: SKF#7311 BECBM SKF #6212 C3 motor: SKF#6306Z, #6304Z
2E51-P-0004	RCIC Drain Tank& Pump	WEIR	motor:SKF#6211C3, SKF#7306

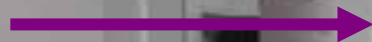


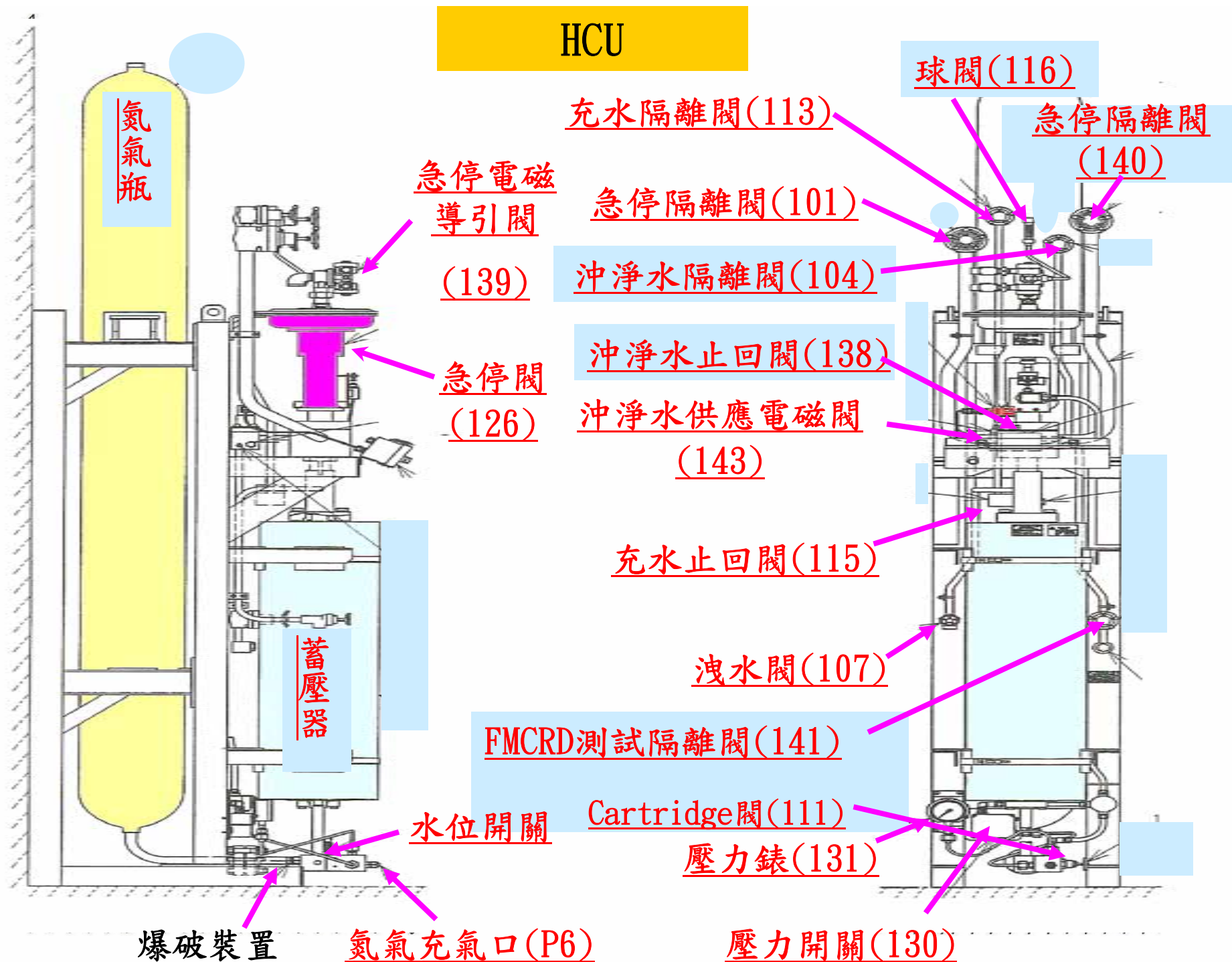
依據美國電力研究所（EPRI）建議，更換滾珠軸承（4/4）

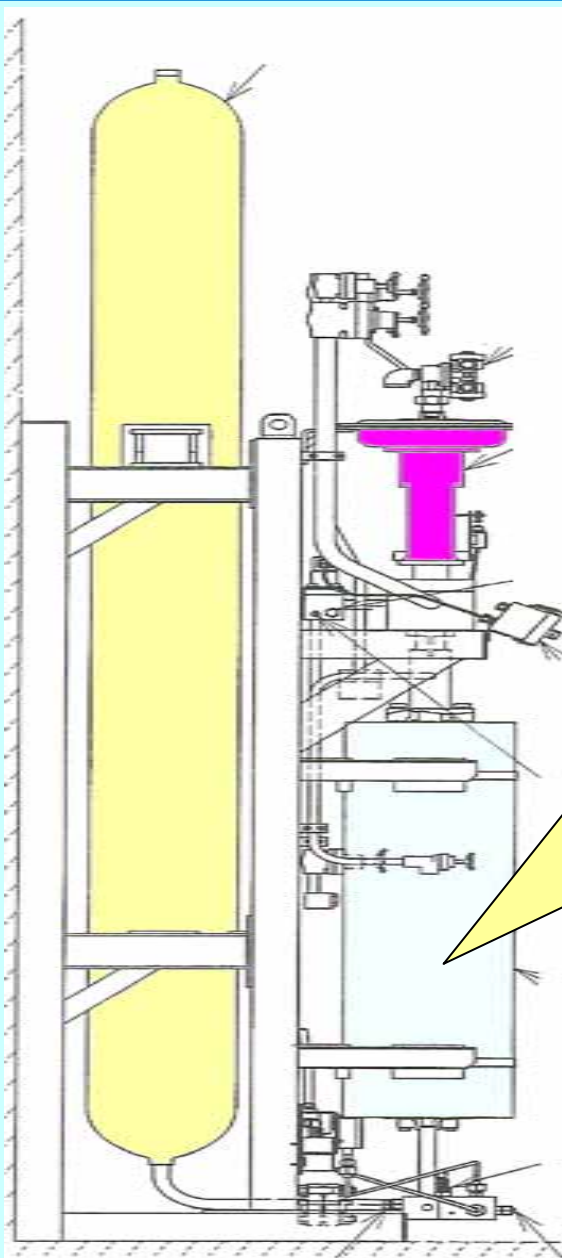
Tag.No	Equipment Name	Manufacturer	Bearing Model
2T41-AHU-XXXX	AHU	Ellis & Watts	Motor : SKF# 6203, SKF# 6205, SKF#6309Zx3 , SKF#6311Zx7, SKF#6308Zx2
0K11-P-8003B	RW/B Chemical Drain Sump Pump B	San Tai	Pump : SKF #6211Z、SKF #51309。 Motor : SKF6308zz、SKF 6208zz。
0K11-P-8004A	RW/B Detergent Waste Sump Pump A	San Tai	Pump : SKF #6211Z、SKF #51309。 Motor : SKF6308zz、SKF 6208zz。
0K11-P-8004B	RW/B Detergent Waste Sump Pump B	San Tai	Pump : SKF #6211Z、SKF #51309。 Motor : SKF6308zz、SKF 6208zz。



淹水高度



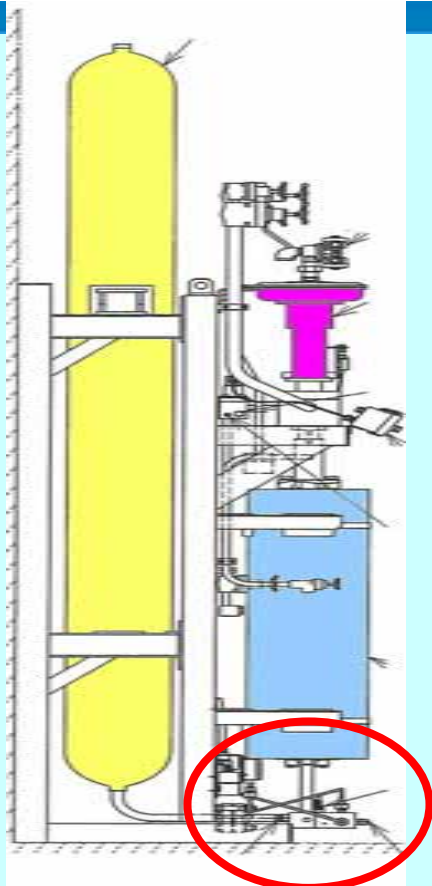




Accumulator：拆開
局部用水沖淨、擦
拭檢驗Chloride含
量符合後回裝；另行
採購備品，俟試運
轉前再行更換新
品。



台灣電力公司



Pressure Gauges：壓力錶已泡水，依廠家建議全部換新。

Pressure Switch：遭淹水之壓力開關共**12**個全數換新，已淹水並未滲水部份，須編號並拍照存證，且經功以測試正常者，繼續使用。

Rupture units：依廠家建議全數換新



PHOTO 7.6. Instrumentation Unit (side view).

正視圖

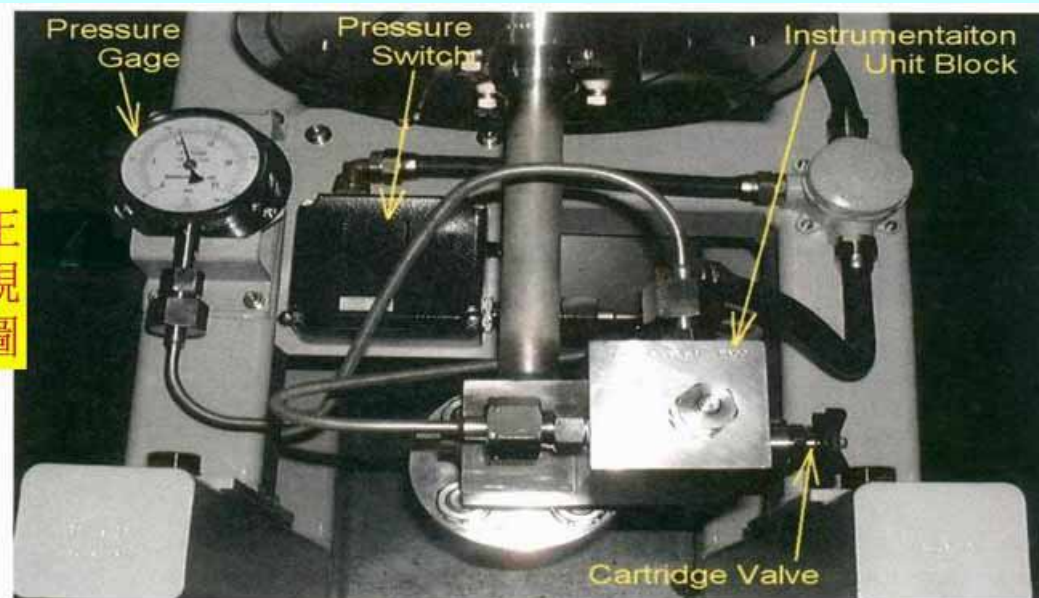
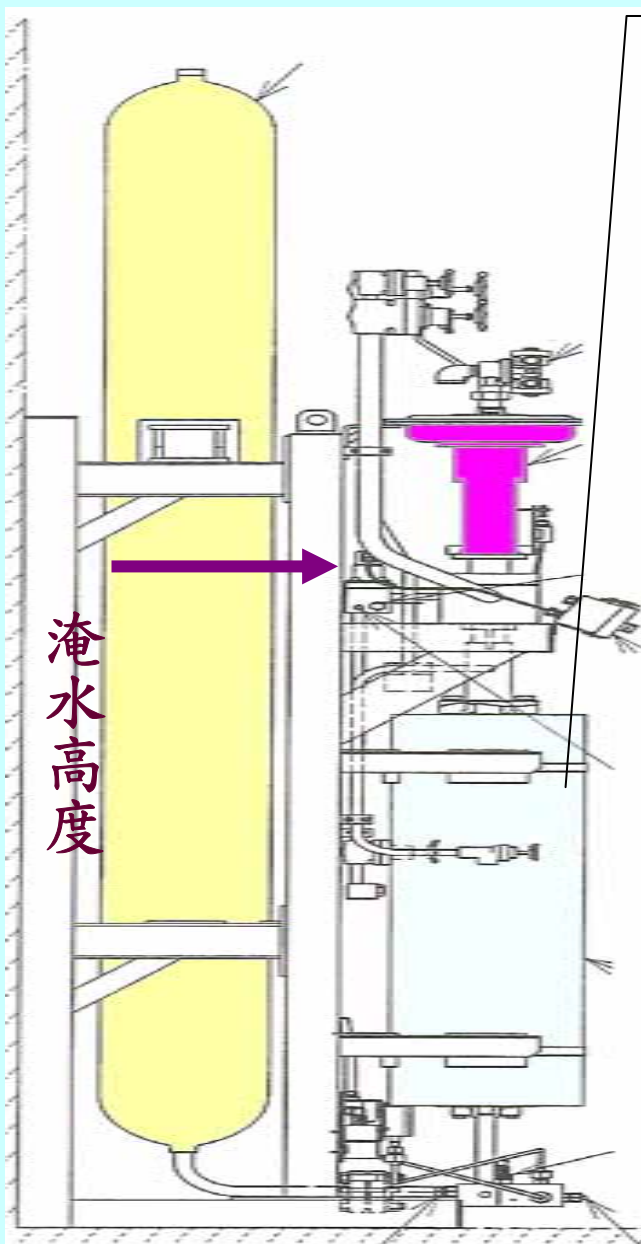


PHOTO 7.5. Instrumentation Unit (front view).



台灣電力公司



台灣電力公司

Electrical components：電線導管、電纜、電纜接頭，只要發現內部浸水則予以更換新品，並對該等電氣設備進行絕緣及性能測試，確認功能正常。

Other HCU components：浸水之零組件均需拆解檢查，對於如螺絲、墊片等，如發現生鏽則予以更換新品，所有耗材如O型環、盼更等均需更換新品。

注意事項：以上所有的拆解工作均需在清潔室內進行。

