**第二十三章 循環水系統**

壹、概述：

循環水系統之主要功用為供給冷卻水至主冷凝器，用以冷卻汽機之低壓排汽，使凝結為水。此系統之水源取自大海，海水經由循環水泵輸送到汽機冷凝器之管側，吸收汽機排汽潛熱後，排至循環水排水渠道，再回到大海。此系統另有二個附屬系統，其功用如下：

一.水箱真空系統

循環水泵起動時，用以幫助主冷凝器水箱充水。正常運轉中，則用來抽取冷凝器出口水箱、NCCW熱交換器出口水箱、TPCW熱交換器出口水箱及正常冷凍水冷凝器出口水箱之頂端集結的空氣，使水箱都充滿水，以減少輸水系統阻力及增加冷凝器的冷凝效果。

二.外部循環水系統

正常運轉中，此附屬系統供給冷卻水至核機冷卻水系統(NCCW)熱交換器、汽機廠房冷卻水系統(TPCW)熱交換器以及正常冷凍水系統冷凝器。反應爐停機時，此系統供給冷卻水經RHR升壓泵至RHR熱交換器。

貳、設計標準

一.循環水系統須能供給足夠的冷卻水至主冷凝器，以冷凝汽機之排汽，其流量依下列情況設計：

1.主汽機在最大負載情況運轉。

2.循環水進口溫度為72.4℉。

3.85％之主冷凝器洗淨因素。

4.主冷凝器背壓在2.0"Hg之絕對壓力。

二.過量海水漏洩至主冷凝器時，循環水系統必須能夠自動隔離。

三.應設置防止海水飄流雜物流入的設備。

四.應設置循環水化學處理設備，以減少海生物滋生。

五.水箱真空系統，須能保持主冷凝器水箱的真空度。

六.電廠正常運轉中，外部循環水系統須能供給足夠的冷卻水至NCCW系統、TPCW系統以及正常冷凍水系統。正常停機時，此系統須能供給RHR系統足夠的冷卻水。

七.循環水排水渠道出口水溫依環保規定，在排釋到出水口時須有連續之溫度偵測，設置紀錄器及警報監視，不得運轉超過420C。

參、系統說明

一.循環水系統包含下列裝置(每部機)：

1. 四台循環水泵。
2. 兩條循環水輸水渠道。
3. 兩個主冷凝器，每個冷凝器各有兩個水箱。
4. 循環水排水渠道。
5. 每台循環水泵前，有二部迴轉攔污柵
6. 三台攔污柵清洗泵

7. 兩台備用軸承潤滑水泵.

.

二.海水泵室

海水泵室是鋼筋混凝土結構，有四座水泵進水池，每座水泵進水池配置二部迴轉攔污柵和一台循環水泵。另有固定攔污柵、刺網、細網、攔污柵清洗泵、軸承冷卻封水設備和海水電解設備及泵室壓縮空氣系統等。

1.固定攔污柵─安置在迴轉攔污柵之上游，用來阻擋大件的海水飄浮雜物，以免堵塞或損傷迴轉攔污柵。

2.刺網─裝置於固定攔污柵及迴轉攔污柵之間，用來攔截塑膠袋及海草等小件雜物流入循環水渠道，預防因清洗泵出口水壓不足或噴嘴阻塞，而使塑膠袋等雜物集結於冷凝器水箱內而阻塞冷凝器。

3.迴轉攔污柵─裝置在每座水泵進水池中，用來篩濾海水

，防止雜物流入，以免損傷水泵動輪葉片或堵塞冷凝器。

4.細網─兩道細網裝置於循環水泵與迴轉

攔污柵之間，保證進入水泵之海水無雜質存在。

5.清洗泵─當迴轉攔污柵兩端差壓高時，自動起動運轉，用高速度之噴水，沖洗附著在迴轉攔污柵濾網上的各種雜物或碎片。

6.海水電解設備─由循環水泵出口引水，經海水電解系統產生次氯酸鈉，並引至迴轉攔污柵前，以阻止海生物的滋生。

7.泵室壓縮空氣系統─提供儀用空氣至迴轉攔污柵自動起動設備，及廠用空氣供保養工作用。

三.本廠每部機組有四台循環水泵，水泵是直立混流式，每兩台水泵共用一條渠道，兩條渠道有連通，各渠道分別供水至一個主冷凝器。

1.說明如下：

* + 1. A或B水泵共一正方形混凝土輸水渠道，到達廠房分為兩支進入冷凝器A之兩個進口水箱。
    2. C與D水泵共一正方形混凝土輸水渠道，到達廠房後也分為進入冷凝器B之兩個進口水箱。
    3. 上述兩條輸水渠道有一連通渠道相連。
    4. 海水通過冷凝器後進入四個出口水箱，排入一個正方形混凝土排水渠道，流回大海中。
    5. 循環水泵跳脫原因：

1. 潤滑水流量低＋(30分鐘)的時間延遲。
2. 泵出口閥未開啟＋30秒時間延遲。
3. 泵馬達過電流。
4. 泵馬達接地。
5. 匯流排電壓低於10％額定電壓。
6. 汽機廠房淹水。
7. 手動跳脫。
8. 下列任一情況發生，如果泵運轉A台則跳脫B台，如果泵運轉C台則跳脫D台。
9. 發生LOCA且外來電源由起動變壓器供給。
10. 外來電源由緊急起動變壓器供給。
11. 兩個同組冷凝器水箱進口閥之其中一個開度小於50％。

四.正常停機時，循環水系統仍保留繼續運轉，供水給NCCW和TPCW各熱交換器。RHR升壓泵可由任一機組的輸水渠道取水，俾充分供給RHR熱交換器之冷卻水。

五.水箱真空系統，包括兩台各100％容量之水箱真空泵，一個水箱真空槽及必要的管路和閥。正常運轉中，真空泵一台置起動位置以抽出水箱內積留空氣；另一台備用。

六.CWP 軸承潤滑水以生水為第一使用，SWP出口分流海水為第一優先備用，二台備用潤滑水泵置於自動為第二備用，CWP出口分流自給式潤滑水為第三備用。

肆、連鎖

一、出口電動閥的連鎖:

1、假使出口閥沒有全關則循環水泵無法啟動。

2、當水泵停止後則出口閥將自動關閉。

3、當出口電動閥被關閉後，循環水泵將跳脫。

二、冷凝器之水箱進出口閥連鎖:

1、冷凝器當相對水箱之出口閥未全開時則進口閥無法開啟。

2、當相對水箱進口閥全關時，則水箱出口閥才可以關閉。

3、當相對之水泵運轉中時，則屬相同冷凝器的二個水箱進口閥不

能同時關閉。

**伍**、**安全評估**

一.每兩台循環水泵供給一個主冷凝器，各水泵出口都有個別的蝶形閥，容許隔離任一台水泵。一台水泵故障或管路漏水時，若真空無法維持，值班人員可稍降負載，使用三台循環水泵仍可繼續運轉。

二.目前A與B渠道已連接，同一渠道之二台循環水泵及其附屬設備故障，只要稍降負載使用較少的循環水泵，機組仍可繼續運轉。

陸、外部循環水系統

一.經常供水流程─兩條輸水渠道，引出主幹管一條，再分別供水至NCCW和TPCW熱交換器以及正常冷凍水系統冷凝器，冷卻後再排至循環水系統排水渠道，流回大海。整個流程中，有粗細不同的管路，但沒有水泵設備(由循環水泵供水)。

二.附屬流程─此流程各閥在正常時為關閉狀態，供給備用設備冷卻用。水源來自各機組主幹管，引出支管送水至兩部機組共同設備之NCCW熱交換器和TPCW熱交換器，冷卻後再排至循環水系統排水渠道，流回大海。

三.兩台RHR升壓泵可由#1或#2機組之外部循環水之幹管取水，必要時可以供給正常停機時RHR熱交換器之冷卻用水。

柒、 自動反應

一.當循環水泵A 和B 停止後，電動閥將自動關閉。

二.當循環水泵C 和D 停止後，電動閥將自動關閉。

捌、冷凝器水箱真空系統

用以抽取水箱上方區與NCCW/TPCCW熱交換器的不凝結氣體，以維持冷凝器水箱與NCCW/TPCCW熱交換器內的滿水

* 設備：

一個水箱真空槽兩個各100%容量的水箱排氣泵用以抽取水箱真空槽中的空氣正常一台泵保持運轉另一台備用兩部機水箱真空系統能相互連通

玖、水箱真空系統設計考量

一.當排氣泵的水份分離器 水位低時, 補水閥會自動開啟補水至正常水位.

二.水箱真空系統，須能保持主冷凝器水箱的真空度

三.當水箱真空槽壓力大於 11.0 吋水銀柱絕對壓力時，會有警報.

四.當四個中有任何一個冷凝器水箱水位低於頂部 1 吋時，會有警報.