

汽機控制和保護(EHC數位化)

壹.概述

貳.高液壓油供給系統組件

參.閥控制

肆.EHC數位化控制系統

伍.保護系統

陸.系統運轉

壹.概述

本廠汽輪發電機組，採用GE公司電子液壓控制系統 (Electro hydraulic Control System, 簡稱E.H.C) 控制。由英維思數位化液壓控制器和高液壓防火液體所組成，用作汽機閥的控制和速率調節。本E.H.C數位化系統不但保護汽機且調節速率、加速率、負載、加載率和蒸汽流量；做為汽機初次起動、熱機、正常運轉、負載控制、停機和冷機時之控制。同時提供高液壓油，以滿足在穩態和負載控制暫態時之各種需求。可概分成下列幾個部份分別討論：

- 一.高液壓油供給系統。
- 二.E.H.C三個控制單元和控制系统。
- 三.閥的控制。
- 四.EHC數位化控制系统。
- 五.保護系統。
- 六.系統運轉。

貳.高液壓油供給系統組件

- A. 本供油系統是控制系统的一部份，用來調節閥位以控制汽機。此系統直接供給高壓油至動作器 (Actuator) 的伺服閥 (Servo Valves)、測試電磁閥 (Test Solenoid Valve)、快速動作電磁閥 (Fastacting Solenoid Valve) 以控制蒸汽閥和跳脫機構。它主要由下列組件構成：
1. 液壓油儲存槽。
 2. 兩個完全獨立且並聯的泵送系統。
 3. 兩個液壓油冷卻器。
 4. 一個空氣乾燥器。
 5. 五個活塞型蓄壓器 (Piston Type Accumulator)。
 6. 電加熱器和風扇(核三廠現場未使用)。
 7. 內藏式流體傳送和過濾單元。
 8. 內部附有差壓警報開關的流體過濾器。
- B. 液壓油儲存槽擁有防火液壓油，並附有油位指示計，高、低油位警報和高、低溫警報。油的補充及洩放，由流體傳送和過濾單元為之。
- C. 各自獨立的液壓油泵送系統；由一馬達帶動的可調節活塞泵、網狀匣式進口濾網和可抽換匣式出口過濾器 (Cartridge Filter) 所組成。各泵備有壓力補償器維持各傳送過程於預設壓力。隨著油系統需求的變化，泵可自動調節其衝程，維持系統所需求的流量和壓力。此兩泵電源分別來自NG-S08和NG-S01 (60HP)。當泵出口壓力超過 140.8kg/cm^2 (2000psig) 時，高壓液油可經一釋放閥回流至儲存槽。泵進口前的濾網可由指示錶顯示出濾網的情況為 (1) 清潔 (2) 需清洗 (3) 未使用(Bypass)。在各泵出口均有兩個過濾器，每個過濾器都設有差壓開關，設定在 $7.0 \pm 1\text{kg/cm}^2$ ($100 \pm 15\text{psia}$) 時動作，平常只用一個過濾器另一個備用。當這差壓持續30秒以上時，提供控制室警報。如果未適當處理，則液壓油系統壓力漸降(1300psig)，備用的高液壓油泵自動起動且控制室警報出現(1300psig)，表示備用濾網差壓太高。當高液壓油系統壓力降至 77.46kg/cm^2 (1100psig) 且持續3秒時，現場壓力開關(2/3)邏輯成立動作緊急跳脫系統 (Emergency Trip System) 跳脫汽機。
- D. 有兩個熱交換器用來冷卻高液壓油。冷卻器管側為抗高腐蝕的鈦 (Titanium) 金屬製成。冷卻水來自TBCCW，自動維持油溫在 $43 \sim 49$ ($110 \sim 120$) 間。正常情況下，一組冷卻器即足夠；而另一冷卻器閥和管路則經常置於備用狀態。在兩冷卻器間有一彈簧負荷的旁通釋放閥，預防暫態、熱交換器堵塞、冷卻閥故障等情況下高壓油系統洩油管路過壓，當洩油管壓力高至 3.5kg/cm^2 (50psig) 時自動排放至儲存槽。
- E. 空氣乾燥器主要是移除油槽與空氣面接觸所產生的水汽。進入乾燥器的空氣，經多層的活性鋁、木炭和矽膠片過濾處理。乾燥器底部有一玻璃窗，窗內的活性鋁正常情況下為藍色，如果水份漸增，逐漸變為紫色。最後呈現淡紅色表示水份已達飽和，需要加以活化或更換。
- F. 在儲油槽下方有五個活塞型蓄壓器，共同連接於液壓集管。提供立即可用高液壓油，以補償快速的壓力暫態。這些末端封閉的蓄壓圓筒均充以70.4

- kg/cm² (1000psig) 的氮氣，同時備有關斷閥，允許蓄壓器成組使用。
- G. 兩組電加熱器和風扇裝置，當液壓油槽環境溫度低於40 時，溫度控制器會動作，加熱器將油槽週圍空間加熱，避免液壓油溫度過低。
- H. 內藏式傳送和過濾單元由一馬達帶動泵、過濾器、釋放閥〔壓力設定於5.28kg/cm² (75psig)〕、過濾器壓力錶（顯示過濾器前的管路壓力）、進出口管路、流體取樣閥等組成。當此液壓槽在補油或洩油過程中，使用傳送過濾單元維持液體中之小粒子含量於最低。在機組正常運轉中，本系統亦可間歇性的旁通部份液壓油。
- I. 本槽裝有一永久性的漂白土過濾器（Fullers Earth Filtering System）。藉以降低液壓油的化學活性，使其維持中性。在過濾運轉中，將液壓油泵送經流量控制閥至Fullers Earth Cartridge本體和後備過濾器，而後回流至液壓油儲存槽。
- J. 在機組正常運轉時，由液壓油儲存槽抽取高壓油經網式過濾器，再由馬達帶動的液壓泵送經釋放閥，一、二次過濾器和止回閥進入液壓集管，且分別供油至：
1. 各伺服閥的噴射管接頭。
 2. 各伺服閥的操作液壓接頭。
 3. 各不可調節閥的操作液壓接頭。
 4. 緊急跳脫系統。

如果運轉中的液壓油泵無法提供所須油壓，則備用的一部即可自動起動。當液壓油系統有過高的洩漏時，而兩部液壓油泵仍無法維持正常的液壓時，則機組會自動跳脫。

參.閥控制

- A. 蒸汽控制閥為一可調節型，開或關是以前其控制組件的單一動作液壓唧筒來操作。當它受推力時即開，同時壓縮一承受反衝力的彈簧。
1. 在推力衝程，伺服閥將液壓流體引入圓筒的下端；在回程時伺服閥控制液壓流體的排放。活塞（或閥）位置由附在圓筒上，且提供回饋信號至控制系統的線性傳送器來探測。
 2. 這些蒸汽控制閥除了可調節位置外，必須能在棄載或汽機跳脫時快速關閉。在接受到ETS信號時，盤形排放閥(disk dump valve)將圓筒內的液壓快速排放。
 3. 活塞本身有一小限流孔在運轉中允許少量液壓油循環，經冷卻器流回儲油槽，以降低液壓油溫度。
- B. 在EHC系統，伺服閥主要是將EHC數位程式輸出的電流低功率信號轉換 為功率液壓輸出信號，以調節蒸汽控制閥開度。
1. 伺服閥由下列元件組成：
 - a. 一具永久磁性定子的轉矩馬達電磁鐵和一帶動噴射管的電樞。由噴射管操作液壓供油，另有一回饋彈簧連接至第二段短管。
 - b. 從第一段噴嘴至第二段短管末端，有一連接管做為噴射管油壓所生差壓之調節位置用。
 - c. 第二段短管控制液壓流體的流量，安全失效偏壓彈簧裝置於末端蓋。
 2. 在操作時，少量的液壓流體流經具伸縮性的管路，連接至轉矩馬達的電樞。然後由噴射管嘴流出，經兩接收管連接至第二段短管的兩端。
 3. 在正常平衡位置時，約有½的管路壓力，建立在各接收管。因此沒有差壓存在，也沒有淨力存在於活塞。當電流流經轉矩馬達時，產生一轉矩；因而電樞旋轉一小角度。
 4. 假設電樞向反時針方向旋轉，噴射管將偏向右邊。因此更多的液壓油，將流向右側接收管，壓力隨之增高。反之，只有較小的壓力建立在左側接收管，因此造成差壓和淨力，使短管向左移動。
 5. 當活塞移動時，有一反作用力藉著應力回饋彈簧傳送至噴射管，應力回饋彈簧介於噴射管與短管間，短管繼續向左移動直至回饋彈簧所產生的力和轉矩馬達建立的力相等時為止。此時，噴射管的輸出對稱分佈於兩個接收管間；沒有差壓也沒有淨力作用於短管。如果電流反向時，則第二段短管有一假想位置，正比於轉矩馬達的輸入電流和方向。此時短管的移動方向將傾向另一側。
 6. 連接第二段短管至噴射管的回饋彈簧，可用來調整蒸汽閥開度。當蒸汽閥失去伺服閥線圈的電氣信號時關閉。
 7. 介於第二段短管和末端蓋間的偏壓彈簧，在噴射管失去液壓流體時，提供力量促使短管移動的方向，正好趨向關閉蒸汽閥。如果此液壓源由於濾網堵塞而失去時，彈簧將移動短管，將液壓流體自引動器洩放。
- C. 盤形排放閥（Disc Dump Valve）附在控制組件圓筒內。當 ETS探測到跳脫信號時，快速關閉蒸汽閥。它由一圓盤、一導銷、彈簧和在閥支架的兩個同心座所組成。

1. ETS液壓油可由圓筒進入盤形排放閥支架。當ETS壓力建立在圓盤底下時，盤形排放閥將固定於兩個同心座，且封住來自圓筒的大量軸向出口油壓。因為座落在圓盤底下的液壓，比起圓盤上方的液壓座落在更大的面積，固持圓盤所須的ETS壓力是由附在現場的快速動作電磁閥來控制。
2. 當ETS壓力被移去時，圓盤將受圓筒壓力被推向下，圓筒內流體將往下流向圓盤；再轉180度，向上流至洩放環層。大部份的液壓流體將經環層，再向上流經洩放管，進入圓筒活塞上方的空間。當活塞向下移動時，它使得圓筒上方可用空間的變化，幾乎以同一速率於圓筒下方被排斥空間的變化。當然，排斥率將因進入圓筒的活塞桿體積而有差異。與此差異相同的流量率將被驅至洩放管。

D. 斷止閥控制

1. 主斷止閥位於主蒸汽進汽管上，汽機與控制閥之前。它主要用在緊急情況下，快速關斷進入汽機的蒸汽。NO.2斷止閥附有內部旁通閥，可以控制汽機的預熱。其餘三個則不含內部旁通閥；為全開或全關型。
2. 動力引動器（Power Actuator）是彈簧支架組件和控制包封組件的組合，軀為彈簧支架組件的一部份。提供閥殼和彈簧支架內部組件間的隔離。軀的上板鎖在閥殼上，控制組件則鎖固在彈簧支架。彈簧支架組件，包括操作彈簧和活塞桿的導引部份。
3. 控制包封組件（Control Package Assembly）包括液壓圓筒、操作活塞、盤形排放閥、快速動作電磁閥、關斷閥和測試電磁閥。二號斷止閥的控制包封組件是以伺服閥來代替電磁操作測試閥。
4. 在四個斷止閥中，只有No.2斷止閥可以連續調節內旁通閥開度，其餘的三個均受役於NO.2。NO.1、3、4斷止閥都可在NO.2內部旁通閥全開以後再開啟。No.2斷止閥的調節信號係來自加熱率(Warming Rate)程式，以控制NO.2斷止閥之內旁通閥的開度。
5. 主斷止閥一號、三號、四號，中間閥三號、四號及所有的中間斷止閥等非控制型閥，均無調節單元，它將隨跳脫程式的反應而動作。在汽機機殼暖機過程，主斷止閥一號、三號、四號及中間斷止閥都保持關閉。

E. 控制閥操作

1. 四個控制閥閥殼都各別焊在各斷止閥出口，且四個斷止閥都彼此連接在閥後座的平衡管，蒸汽由各斷止閥供給至控制閥。所有四個控制閥和斷止閥焊在一起成單一組件，此整套組件又和汽機分開。來自控制閥的各自獨立蒸汽接頭直接與高壓汽機進口相連。
2. 控制閥相對於本身的撬開壓力（Cracking Pressure）都有足夠的尺寸，使得它們能部份平衡。它是在閥盤部份鑲入襯板滑進平衡室而成。在閥開之際，首先打開內導閥以降低平衡室的壓力；之後閥桿頂起，主圓盤打開。這些閥都由各自的液壓圓筒來操作。
3. 操作機件是利用彈簧組件，直接作用於閥桿。將閥固持於關閉位置。這些閥以液壓圓筒的機械力頂起槓桿的末端而打開，槓桿的另一端固定 栓在彈簧支架上。連桿從槓桿延伸至下槓桿；下槓桿的外側端固定於液壓圓筒，槓桿的內側端栓在閥桿的交錯接頭。此種槓桿系統可防止任何扭力作用於閥座，亦可自動補償閥對於液壓圓筒的膨脹位移。
4. 控制閥實際開度信號經LVDT（Linear Variable Differential Transformers）回饋與閥需求開度比較。再將此誤差信號放大去控制伺服閥而動作操作連桿。具有調節功能的MSV#2/IV#1&2/CV#1~4設置有三支LVDT供指示與控制，其他閥門只設置一支LVDT提供指示用，各CV的三支LVDT皆故障時，該閥之伺服馬達將接受到-0.2mamp電流，閥將緩慢關至全關。

F. 複合中間閥

1. 複合中間閥實際上是中間閥和中間斷止閥裝置於同一組件上。
2. 在汽機-發電機有載的正常運轉情況下，複合中間閥全開。此閥主要是關斷蒸汽流量，將低壓汽機與再熱系統隔離。以防止當發電機失載時，儲存於再熱系統跨接管內的大量蒸汽，驅使汽機超速。同時中間閥具有在最大跨接管壓力時再開啟的能力，亦可在汽機棄載時提供汽機速率之控制。（其中兩只可調節可控制）。
3. 在ETS復歸後中間斷止閥全開，在正常運轉中亦保持全開。但將因緊急調速裝置的動作或主跳脫按鈕動作而跳脫關閉。其主要功用是針對阻止閥故障無法關閉或正常控制裝置提供第二線之保護。這些斷止閥在正常停機時或由某些特定反應器和電氣跳脫所引發的緊急跳脫動作時關閉。其動力引動器適當配合使它在蒸汽差壓約為最大(再熱跨接管)壓力的15%內仍有能力再打開。
4. 中間斷止閥頂部插入一導引套管，導引套管內部末端有一蒸汽封環座。此環在閥全開時提供閥桿座上的肩狀機械物一密封面。閥座則提供一良好汽封防止蒸汽洩漏。此閥在開關行程中未加封，因此高壓蒸汽將沿閥桿送過去。
5. 動力引動器由一彈簧支架組件和一控制組件所組成。控制組件由液壓圓筒、操作活塞、活塞桿、盤形排放閥和相關控制閥組成。
6. 中間閥和中間斷止閥的彈簧支架，在設計上很類似。唯一不同的是附著在閥桿和閥殼的方式。這些不同可由各閥圖面上明顯得知。中間斷止閥動力引動器直接至閥桿的偶合處。而中間閥動力引動器直接連接在引動器和閥操作槓桿連接棒的偶合處。彈簧支架組件的功能，除了容納閥關閉彈簧外，還提供控制組件活塞桿的關閉導桿。
7. 中間閥調節單元在汽機跳脫後，能夠瞬間動作快速的控制汽機速率。當大的關閉誤差信號出現時，快速的關閉NO.1、NO.2中間閥以控制汽機速率，此調節單元類似於控制閥調節單元。

A. 第一部份汽機六種狀態分別為跳機復歸速率控制速率追隨併聯超速跳脫測試：

一、狀態0：跳機(Turbine Tripped)

1. 進入狀態0的狀態/條件：

- a. 汽機緊急跳脫按鈕被壓下。
- b. AMSAC動作。
- c. 來自SSPS的反應器跳脫信號。
- d. 發電機跳脫。
- e. 喪失發電機定子冷卻水。
- f. 止推軸承磨損(來自ATSI)。
- g. 主軸油泵出口低油壓。
- h. 軸承高振動(來自ATSI)。
- i. 控制液壓油低油壓(延遲3秒)。
- j. MSR高水位(2/3 in any MSRA/B/C/D)。
- k. 低軸承油壓(2/3)。
- l. 低真空跳脫(2/3)。
- m. 排汽室高溫(2/3)。
- n. 超速跳脫(當發電機併聯時，本項旁通)。

2. 當處於狀態0時將有下列動作會產生：

- a. Quad Voter電磁閥失電。
- b. AB-HV491關閉。
- c. 加熱器洩水泵AF-P021/22跳脫。
- d. 速率控制器輸出固定於全關，目標設定值與參考值追隨實際轉速。
- e. 負載目標設定值(Load Target)與參考值(Load reference)自動設定於2%。
- f. MSV/CV/CIV設定於全關位置。
- g. 快速動作電磁閥激磁30秒後再失磁。
- h. 若液壓油壓力 $<40\text{Kg/cm}^2$ ，則所有測試電磁閥失磁，當液壓油壓力 30Kg/cm^2 ，將再激磁。當主汽機處於狀態0時，可以進行閥行程(Stroke)或校正(Calibration)，進入校正模式後程式會使QUAD VOTER電磁閥激磁受電以提供動力，此時CV /MSV (可以同時測試)/IV 可以個別手動開啟進行動作校正，若偵測轉速 $> 80\text{RPM}$ 或 液壓油油壓(PT978, PT979, PT980)喪失，或汽機被復歸至狀態1(VALVE CLOSE)，則此校正功能自動失效/中止(Disable/Abort)。

二、狀態1：復歸(Valve Closed)

1. 進入狀態1的狀態/條件：

- a. 來自汽機跳脫的狀態0：
 - i. 汽機已處於停機狀態至少10秒。
 - ii. 所有跳脫信號已清除。
 - iii. 所有MSV/CV/CIV皆關閉($<1\%$ 開度)且轉速 $<80\text{rpm}$ 。
 - iv. 所有控制閥位信號正常且具連鎖旁通功能。
 - v. 獨立超速跳脫(Woodward)保護系統正常(無跳脫/故障信號之警報)。
 - vi. 發電機輸出斷路器(GCB3540/3550)皆開啟。
 - vii. 所有伺服線圈回授信號正常。
 - viii. DC電源正常，無Tricon與人機介面(HMI)傳輸警報存在。
 - ix. 無Tricon硬體部份警報存在。
 - x. Quad Voter跳脫壓力大於 150psig ，且所有傳送器皆正常。
 - xi. 連鎖旁通(Interlock Bypass)頁面之各允許項目皆具連鎖旁通功能。
- b. 來自速率控制的狀態2：
操作員於人機介面(HMI)上選擇CLOSE VALVES按鍵時。

2. 當汽機進入狀態1時，下列動作會產生：

- a. Quad Voter四只電磁閥皆激磁通電。
- b. 最先出示(First Out)邏輯自動復歸。
- c. IVs維持關閉(IV #1/2由伺服閥需求信號關閉，IV #3/4由本身的測試電磁閥受電予以關閉)。
- d. MSV維持關閉(MSV #2由伺服閥需求信號關閉，MSV #1/3/4由本身的測試電磁閥受電予以關閉)。

- e. CV維持關閉(由伺服閥需求信號關閉)。
- f. ISV開啟(測試電磁閥失電，由液壓動力開啟)。
- g. 快速動作電磁閥失電。
- h. 機殼(Shell)加熱或汽櫃(Chest)加熱可以在此時進行操作。

三、狀態2：速率控制(Speed Control)

1. 進入狀態2的狀態/條件：

- a. 來自汽機復歸(Valve Closed)的狀態1：
所有 MSVs/CVs/IVs皆關閉，且所有ISVs皆開啟，且機殼(Shell)加熱及汽櫃(Chest)加熱已完成，且操作員於人機介面(HMI)左下方SET TURB. STATUS的SPEED CONTROL 壓下該按鍵。
- b. 來自汽機速率追隨(Speed match)的狀態3：
當汽機額定轉速，且發電機尚未併聯前，速率追隨(Speed match)正使用中，運轉員壓SPEED CONTROL 鍵或壓按MAN SPEED CONTROL下方的RAISE/LOWER按鍵，則汽機狀態將由狀態3回到狀態2。
- c. 來自發電機併聯(Generator Parallel)的狀態4：
當發電機併聯中，將輸出斷路器開啟，則汽機狀態將由4回到2(速率控制)。但一般而信，若發電機因保護信號跳脫將引動汽機跳脫，而汽機狀態將由4回到O(汽機跳脫)。
- d. 來自汽機超速跳脫測試(Overspeed Test)的狀態5：
當汽機處於狀態5，正進行超速跳脫測試時，操作員將超速跳脫測試以予中止(Disable/Abort)。

2. 當汽機進入狀態2時,下列動作會產生：

- a. MSV #2 在10 秒內會Ramp 至全開，當 MSV #2 開至95% 時，MSV #1/3/4 將因為其測試電磁閥失電而全開。
- b. IV #1/2 在10 秒內會Ramp 至全開，當 IV #1/2 開至95% 時，IV #3,4 將因為其測試電磁閥失電而全開。
- c. CV #1/2/3/4 將由速率控制器 (Speed Controller) 根據其設定及測量值的誤差信號來決定其開度。
- d. 當轉速達1800 rpm 時，允許做 MSV及CIV 測試。

3. 速率控制操作方式：

- a. 選擇目標轉速(Target Speed)：100RPM、800RPM、1500RPM或 1800RPM。
- b. 選擇升速率(進入狀態2的初始設定為SLOW)：SLOW(60 rpm/min)、MEDIUM(90 rpm/min)、FAST(180 rpm/min)。
- c. 速率控制器的設定值 (speed reference) 會朝向目標轉速(Target Speed)以SLOW升速率開始升速，升速過程中可隨時改變升速率，直到轉速設定值與目標轉速相同。
- d. 當轉速到達1790 RPM ~1810 RPM 之間“ RAISE ” / “ LOWER ” 按鍵才可以開始使用，該兩按鍵僅設計為供發電機併聯前運轉員小量改變汽機轉速之用，每按一次，則設定值改變1RPM。
- e. 當設定值(Speed reference)到達1500 RPM (臨界轉速) 時，設定值會自動加入+/- 50Rrpm、周期為 6min、變化率為 33.3 rpm / min 的變量。

4. 離開狀態2的狀態/條件：

- a. 至狀態4(發電機併聯)：
若於狀態2時偵測到發電機輸出斷路器為關閉狀態，且轉速大於1790rpm時。
- b. 至狀態5(超速跳脫測試)：
若實際轉速高於 800rpm且人機介面(HMI)的超速跳脫測試已被選擇。
- c. 至狀態3(速率追隨)：
當人機介面 (HMI)的速率追隨(Speed Match)被選擇時。
- d. 至狀態1(復歸：Close Valves)：
當於人機介面 (HMI)上選擇Close Valves時。

四、狀態3：速率追隨(Speed match)

1. 進入狀態3的狀態/條件：

- a. 當汽機狀態在狀態2(Status 2)時且：
 - i. 汽機轉速介於1790和1810 RPM之間。
 - ii. 系統頻率換算之相當轉速亦介於1790和1810 RPM之間。
 - iii. 人機介面的速率追隨(SPEED MATCH)已被選擇。在速率追隨(Speed Match)狀態下，轉速設定目標值是追蹤由頻率轉換之速率訊號之數值，程式會加一個微量的偏置量(Bias) 到程式計算之轉速值，以致相角迴轉方向為正向(Positive)，例如頻率為60Hz時，轉速控制器的設定值為1801.2 RPM。

2. 離開狀態3的狀態/條件：

- a. 至狀態2(速率控制：Speed control)：運轉員由人機介面
 - i. 左下方SET TURB. STATUS的SPEED CONTROL 按鍵壓下，汽機即由狀態3回到狀態2，或

- ii. 當汽機於速率追隨狀態3時，壓按MAN SPEED CONTROL下方的RAISE/LOWER按鍵。
- b. 至狀態4(發電機併聯)：
當發電機輸出斷路器關閉時。

五、狀態4：併聯(Generator Parallel)

1. 進入狀態4的狀態/條件：

當汽機狀態處於2或3時，且發電機輸出斷路器關閉時，且轉速高於1790rpm。

- a. 正常操作方式：
 - i. 發電機初始負載目標值(Load Target)預設為7.0%(約相當50MWe)，操作員可輸入的範圍為0~100%
 - ii. 升載率有四種模式可選擇：0.5%/Min、1%/Min、3%/Min、10%/Min，也可以輸入xx %/HR 然後壓按“GO”按鍵。(註：HOLD按鍵按下可以使Load reference停止變動，GO按鍵可以解除HOLD，HOLD按鍵可以解除GO)。
 - iii. 轉速設定值(Speed reference)自動設為1800RPM。
 - iv. 在併聯的狀態下即使所有的速率偵檢器(Speed Pickup)都失效，仍不會導致跳機(除非偵測到發電機輸出斷路器皆開啟，速率偵檢器都失效才會跳機)。
 - v. 同樣的在併聯的狀態下速率偵檢器都失效，因超速跳脫無法偵測也不會導致跳機。但獨立保護超速跳脫機制仍可正常運作，除非偵測到發電機輸出斷路器皆開啟才會跳機。
- b. 汽機回退(runback)：
當回退條件成立時，負載會以133.3%/分的速率由目前值往下降，直到回退狀況消失或是負載到達下限2%時，才停止繼續降載，該2%為Tricom的下限值，實務上，係由上游信號值管控，若發電機回退信號，則無冷卻水之負載回退值為23.5%。
- c. 設定值回退(setback)：
當回退條件成立，且負載大於80%(768MWe)時，負載目標值(Load target)設定至80%，負載會以1%/秒的速率往下降，若當時的負載已小於80%，則負載目標值(Load target)與負載參考值(Load reference)不受影響。
- d. 阻斷升載(stop loading)(C-16)：
當停止升載條件成立時，負載參考值(Load reference)將HOLD，不再改變，唯操作員可以手動調降負載目標值(Load target)，但無法手動調升，直到停止升載信號(stop loading)消失。
- e. 功率/負載不平衡(PLU)：
請參閱模組10之說明。
- f. Droop(發電機併聯中之速率調整)：
當汽機轉速高於1800rpm，且高達設定之無效帶範圍(Deadband = 15 rpm)外時，CV開始由目前的開度往下關閉，當轉速達1800rpm+5%時，CV全關，若汽機轉速高於1800rpm+5%時，IV #1/2由目前開度開始往下關閉，若汽機轉速仍然上升，至1800rpm+7%時，IV #1/2將全關；IV #1/2開度小於50%或DEMAND <70%時，IV #3/4開始關閉。
- g. 線上閥門關閉測試(on line valves test)：
條件：必須是發電機併聯中，且無抑制指示(Override indicators)(如PLU/Runback/Setback等)存在，或是狀態2，且汽機轉速為1800rpm時，人機介面(HMI)上會顯示TEST PERMISSIVE，表示允許測試。當測試步驟成功時，該步驟會亮燈，若失敗，則會有警報，人機介面上會顯示Test Failed，測試進行中，人機介面上會顯示"TEST IN PROGRESS"。
 - I. MSV #1/3/4測試：
 - i. MSV #1,3,4 藉由其相對的測試電磁閥激磁通電來使其關閉。
 - ii. 當關閉至閥位回饋訊號LVDT = 8% 時，快速動作電磁閥(FASV)即激磁通電，2秒後，快速動作電磁閥(FASV)失磁斷電，若閥位回饋訊號LVDT 於8% 降至2% 時間不超過0.3 SEC，即表示快速動作電磁閥動作正常，否則將有警報出示且測試會中止(ABORT)，該斷止閥(MSV)即自動開啟至全開。
 - iii. MSV #1/3/4 再藉由其相對的測試電磁閥失磁斷電來使其向上漸漸開啟。
 - II. MSV #2測試：
 - i. MSV #2 由控制器下關閉指令動作伺服閥，使其逐漸關閉。
 - ii. 當關閉至閥位回饋訊號LVDT = 8% 時，快速動作電磁閥(FASV)即激磁通電，2秒後，快速動作電磁閥(FASV)失磁斷電，若閥位回饋訊號LVDT 於8% 降至2% 時間不超過0.3 SEC，即表示快速動作電磁閥動作正常，否則將有警報出示且測試會中止(ABORT)，該斷止閥(MSV)即自動開啟至全開。
 - iii. MSV #2 再由控制器下開啟指令至伺服閥，使其逐漸開啟。
 - iv. 當偵測到MSV #2 閥位回饋訊號LVDT 達到100%時，測試會自動結束，HMI上顯示"TEST COMPLETED"。
 - v. 操作員也可以手動停止測試，若下達"ABORT TEST"指令時，快速動作電磁閥(FASV)即失磁斷電，測試電磁閥亦會失磁斷電，該MSV即漸漸開啟至全開。
 - III. CIV(IV部份)測試：
 - i. Master intercept valves #1/2由控制器下指令動作伺服閥，使其逐漸關閉。
 - ii. Slave intercept valves #3/4則藉由其相對的測試電磁閥激磁通電來使其關閉。
 - iii. 當關閉至閥位回饋訊號LVDT = 12% 時，快速動作電磁閥(FASV)即激磁通電，2秒後，快速動作電磁閥(FASV)失磁斷電，若

閥位回饋訊號LVDT 於 8% 降至2% 時間不超過0.3 SEC, 即表示快速動作電磁閥動作正常, 否則將有警報出示且測試會中止 (ABORT), 該中間斷止閥與中間閥(CIV)即自動開啟至全開。

- iv. 當中間閥關至全關時, 其相對的中間斷止閥之測試電磁閥激磁通電, 閥開始往下關閉。
- v. Master intercept valves #1/2再由控制器下指令至伺服閥, 使其逐漸開啟。
- vi. Slave intercept valves #3/4再藉由其相對的測試電磁閥失磁斷電來使其向上漸漸開啟。

IV. CIV(ISV部份)測試:

- i. ISV係藉由其相對的測試電磁閥賦能通電來使其關閉。
- ii. 當關閉至閥位回饋訊號LVDT = 8% 時, 快速動作電磁閥 (FASV)即激磁通電, 2秒後, 快速動作電磁閥 (FASV)失磁斷電, 若閥位回饋訊號LVDT 於 8% 降至2% 時間不超過0.3 SEC, 即表示快速動作電磁閥動作正常, 否則將有警報出示且測試會中止 (ABORT), 該中間斷止閥與中間閥(CIV)即自動開啟至全開。
- iii. ISV #1/2/3/4 再藉由其相對的測試電磁閥失磁斷電來使其向上漸漸開啟。
- iv. 當中間斷止閥開啟至100%時, 中間閥之快速動作電磁閥與測試電磁閥失磁斷電, 此時中間閥會開至全開。
- v. 當偵測到中間閥之閥位回饋訊號LVDT 達到100%時, 測試會自動結束, 人機介面(HMI)上顯示 " TEST COMPLETED "。
- vi. 當閥體往下關閉的過程中, 操作員隨時可以手動停止測試, 若下達 " ABORT TEST " 指令時, 此時快速動作電磁閥將失磁斷電, 測試電磁閥(IV3,4)亦 會失磁斷電, 中間斷止閥將漸漸開啟至100%, 隨後中間閥亦漸漸開啟至100%(若測試中斷且中間斷止閥因故無法開啟至100%, 則中間閥將無法開啟, 會維持在關閉的狀態)。

V. CV測試:

- i. CV允許測試(Test Permissive)的條件有:
 - a. 汽機處於狀態4
 - b. 第一級蒸汽壓力感測器(PI-49)運作正常且數值大於20%(9.3Kg/cm²)功率。
 - c. 節流蒸汽壓力(PI-27)大於等於95%(63.17Kg/cm²)。
 - d. 無Override限值存在(SB、RB、SL、PLU、TPL、DROOP)。
 - e. 至少一只LVDT是正常的。
 - f. 無其他控制閥正進行測試中。
 - g. LD REF < 88%。
- ii. CV 測試時, 為了補償單一CV關閉的蒸汽流量損失, 第一級壓力控制器(補償邏輯)將會自動加入控制系統中, 當測試結束或中斷, 就停止補償, 測試時程式記錄該CV當下的開度。
- iii. 當控制閥關至開度低於4%時, 快速動作電磁閥 (FASV)即激磁通電, 控制快速閥關至全關, 2秒後, 快速動作電磁閥 (FASV)失磁斷電, 控制閥逐漸打開至測試前的開度, 測試會自動結束, 人機介面(HMI)上顯示 " TEST COMPLETED "。
- iv. 若閥位回饋訊號LVDT 於 4% 降至1% 時間不超過0.2 SEC, 即表示快速動作電磁閥動作正常, 否則將有警報出示且測試會中止 (ABORT), 該控制閥(CV)即自動開啟至測試前的開度。
- v. 當Droop 產生時(當Speed > 1800RPM + 15 RPM Droop Deadband), 測試會自動結束, 該CV 逐漸回復至測試前的開度。
- vi. 操作員也可以手動停止測試, 若下達 " ABORT TEST " 指令時, 此時快速動作電磁閥失磁斷電, 控制閥逐漸打開至測試前的開度。

六、狀態5: 超速測試(Overspeed Test)

1. 進入狀態5的狀態/條件:

當汽機處於狀態 2 時, 且:

- a. 獨立超速跳脫裝置(Woodward)無故障警示存在。
- b. 人機介面已選擇超速跳脫測試。
- c. 操作員選擇速度設定選項在800RPM。

2. 操作方式:

a. Triconex超速跳脫機制(後備超速跳脫機制: BOST, 110.5%):

- i. Triconex超速跳脫裝置為後備跳脫機制, 正常之設定值為1989rpm, 但執行超速跳脫測試時, 該超速跳脫機制設定值已預設, 當選擇POST時, 設定值預設為900rpm, 當選擇BOST時, 設定值預設為880rpm, 當欲執行正常跳脫設定(1989rpm)之測試時, 需由操作員於人機介面(HMI)手動調整速率目標值(Speed Target)。
- ii. 人機介面上的超速跳脫測試選擇開關, 需轉速於800rpm或低於800rpm始能操作, 當選擇BOST時, 該超速跳脫裝置預設值為880rpm, 操作員選擇1500rpm速率設定及升速率後, 汽機轉速即開始升速。
- iii. 當實際轉速高於880rpm時, 汽機跳脫, 系統會記錄跳脫時的實際轉速。
- iv. 汽機跳脫後, 汽機回復狀態O, 人機介面的超速跳脫測試選擇開關自動跳回中間位置, 該跳脫機制之跳脫設定值自動回復為1989rpm。

b. 獨立超速跳脫(Woodward)(Protech.G)機制(前置超速跳脫機制: POST, 110%):

- i. 為一個僅負責執行超速跳脫的獨立機制, 正常設定值由JP076盤手動設定為1980rpm, 但當執行超速跳脫測試, 運轉員將人機介面(HMI)超速跳脫測試選擇開關置於POST位置時, 該超速跳脫機制之設定值需由運轉員於JP076盤設定為870rpm, 操作員選擇1500rpm

速率設定及升速率後，汽機轉速即開始升速。

- ii. 當實際轉速高於870rpm時，汽機跳脫，系統會記錄跳脫時的實際轉速。
- iii. 汽機跳脫後，汽機回復狀態O，人機介面的超速跳脫測試選擇開關自動跳回中間位置，該運轉員需於JP076盤將該超速跳脫機制之跳脫設定值手動調回1980rpm。

B. 第二部份：控制模組

模組一：速率控制

1. 控制方式：

Triconex升速率有三種：分別為Slow (60 rpm/min)、medium (90 rpm/min)、Fast (180 rpm/min)，本系統之初始升速率設定於Slow，運轉員選定後列任一速率目標值(Speed Target)，計有100rpm、800rpm、1500rpm和1800rpm後，汽機即以Slow加速率升速，過程中，運轉員可隨時改變升速率，速率設定值(Speed Reference)將由目前之速率設定依照所設定的升速率朝速率目標值(Speed Target)改變，直到速率設定值等於速率目標值才停止。速率控制單元之Wobblator程式的功用為當汽機參考速率1495~1505rpm時，Wobblator自動加入額外參考速率，使汽機在1450~1550rpm緩慢變速運轉，避免汽機轉速固定在所謂的臨界速率(Critical Speed)上。當發電機要併聯時，可使用速率匹配器(Speed Matcher)，該程式以系統頻率X30rpm+1.2rpm來變動汽機轉速以達到同步所須的轉差頻率，使得汽機轉速和系統頻率相互匹配。

2. 注意事項：

- a. 在狀態O及1時，速率設定值及速率目標值追隨實際轉速。
- b. 在狀態2及5時，其操作模式為正常速率控制之操作。
- c. 在狀態4(併聯)，速率目標值與速率設定值皆設定為1800rpm。
- d. 速率控制器為一個PI控制器，當控制器置於手動時，設定值追隨量測值，狀態O及1時，其輸出固定於全關位置，在狀態4(併聯)時，其輸出將保持最後數值，不再改變。
- e. 當發電機輸出斷路器開啟時，速率控制器會使其輸出固定在全關位置二秒鐘，以確保輸出確實為全關。

模組二：負載控制

1. 操作方式：

- a. 操作員選定升載率，計有1/2%/分、1%/分、3%/分、10%/分，或手動輸入0~30%/小時，再輸入負載目標值(Load Target)，或壓按微量升/降載按鈕，每壓按一次，將改變+/-0.3%或+/-0.02%，操作員欲開始升/降負載時，按"GO"按鈕，實際負載即開始升/降。負載設定值(Load Reference)將依所設定的升/降載率朝負載目標值改變，當達負載目標值，則停止。操作員也可隨時按"HOLD"按鈕停止負載變動。
- b. 緊急降載模式:區分為手動緊急降載(Manual EMLD)與自動緊急降載(Auto EMLD)兩種操作模式，由數位化畫面右上角之EMG LD DOWM按鈕點按後，出現本緊急降載模式畫面：
 - i. 自動緊急降載模式下方有各台主飼水泵運轉狀況(跳脫或運轉)，及自動緊急降載功能狀況顯示目前係處於賦能或失能(Enable/Disable)，另設計有可手動將前述各功能賦能或失能(Enable/Disable)之按鈕。
 - ii. 手動緊急降載模式下方有最終負載目標值(Load Target)顯示燈號:計有80%/45%/15%/23.5%四種，及前述之四個負載目標值之手動按鈕，與四個對應之降載率(80%對應60%/分，45%對應15%/分，15%對應15%/分，23.5%對應24%/分)，當壓下負載目標值按鈕及GO後，本手動緊急降載模式即自動以對應的降載率快速降載到負載目標值，過程中，可隨時按HOLD按鈕暫停，當緊急降載過程中，若壓按另一負載目標值壓鈕，本手動緊急降載模式即暫停，需再壓按一次GO，才能再繼續自動降載。
 - iii. 當手動與自動緊急降載(EMLD)模式下，若產生汽機override信號(PLU or Setback or Runback)，override信號會優先執行，override信號解除後，負載目標值(LDTGT)會追隨當下的負載參考值(LDREF)，負載降載率(LDRR)則會追隨緊急降載前所選擇的負載降載率(LDRR)。
 - iv. 自動緊急降載模式:當兩台主飼水泵跳脫時，Auto EMLD即動作，此時值班無法按HOLD停止緊急降載，需先Disable Auto EMLD，再改用Manual EMLD模式緊急降載或以正當模式降載。於HMI Disable Auto EMLD後，選擇Manual EMLD模式，須按GO才會開始ramp。該模式降載方式:第一階段降載模式採：LDREF：100% 80%，RAMP RATE：60%/MIN，第二階段降載模式採：LDREF：80% 45%，RAMP RATE：15%/MIN。

2. 注意事項：

- a. 負載目標值於發電機解聯中預設為2%，發電機輸出斷路器剛併聯入台電系統時，預設為7%。
- b. 負載目標值可輸入之範圍為2%~120%。
- c. 發電機輸出斷路器剛併聯入台電系統時，升載率預設為10%/分。
- d. 升載率可輸入之範圍為0~30%/小時。
- e. 當設定回退(Setback)發生時，降載率為1%/秒，回退(Runback)發生時，降載率為133%/分，當Setback或Runback信號消失後，降載率恢復為原設定值。
- f. 負載設定值(Load Reference)之輸出值範圍為-5%~120%。
- g. 當不是在狀態4(併聯)時，負載設定(load Reference)之輸出值設定追隨速率控制器輸出值。

模組三：5% CV調速邏輯(Droop Speed Override)(5% CV Regulation)

1. 併聯後，當系統頻率過高(轉速高於1815rpm)時，為保護汽機，CV開始Droop，閥開始往下關。
2. 在狀態4(併聯)時，若至少有一支速率檢拾器(Sensor)是正常的，則可以偵測Droop狀態，若所有的速率檢拾器皆故障，則無法偵測及執行Droop功能。
3. Droop的計算值將會加到負載設定(Load Reference)上，滿載時，當轉速達105%額定值時，CV將全關，待CV全關後，轉速達107%時，IV將全關，但負載低於100%時，前述的設定值將降低。

模組四：第一級壓力控制(FSPC)

1. 使用於CV測試時，作為壓力變動的補償，當CV測試前，記錄當時的第一級壓力，作為控制器的設定值，當測試期間，壓力變動，控制器將會增/減負載設定(Load Reference)值來改變另外三只控制閥(CV)開度，以達成維持壓力穩定。
2. 本控制器平常機組運轉中停用，僅當CV測試時，自動置入使用。
3. 本控制器的設定值設定與線上CV測試初始時的第一級壓力測量值相同，平常當控制器離線停用時，設定值追隨量測值。
4. 本控制器為一個PI控制器，輸出值範圍為-20~+20%，當控制器失能(Disable)時，輸出值將以1%/秒的速率回復至0%。

模組五：節流壓力限制器(T.P.L)

1. 本限制器之功用為防節流蒸汽壓力異常下降，導致高濕度的蒸汽進入高壓汽機，造成高壓段葉片沖蝕，本限制器之保護機制為當節流壓力降至90%的額定值時，CV開始關下，當節流壓力降至80%額定值時，CV全關，節流壓力信號取自斷止閥與控制閥間的汽櫃 (Steam Chest) 再和預設壓力信號比較，節流壓力限制器的位置顯示在EHC人機介面(HMI)上，可以手動調整其預設壓力，當節流壓力降至較設定點為低時，此時控制閥自動節流關小以升高汽櫃的壓力。
2. 當進入狀態2(速率控制)且設定目標轉速，確認後，當二號關斷閥(MSV)開至全開後，本限制器即自動使能(Enable)，另有兩個連鎖條件：分別為至少一支節流壓力傳送器控道正常及汽機狀態為1(Valve Close)以上。即若三支節流壓力傳送器控道(AC-PT27/27A/27B)皆故障異常時，或汽機跳脫，或汽機於狀態2或3時被按下VALVE CLOSE鍵，則節流壓力限制器即自動失能(Disable)。本限制器於正常使用，提供保護時，係選擇三支節流壓力傳送器控道的中值，當一支控道故障，則選擇低值控道，當二支控道故障，則選擇剩下的那一支好的控道。
3. 當節流壓力限制器失能(Disable)時，輸出值將以1%/秒的速率上升至120%，以防止低值選擇程式(Low Value Gate)選到該限制器的輸出信號。

模組六：負載需求

負載需求 (Load Demand)的輸出值(限制於-5%~120%)為控制CV開度的需求值，為低值選項，計算式如下：

$$r1LDDMD = \text{MIN}((r1LDREF1 + r1SPDCO + r1FSPCO), r1TPLOUT)$$

r1LDDMD：最終負載需求命令輸出給CV作為需求值。

r1LDREF1：負載設定值(來自模組2)+Droop加入之信號值(來自模組3)。

r1SPDCO：速率控制器輸出，該數值於併聯後就固定不再變動，為一定值，來自模組1。

r1FSPCO：第一級壓力控制器輸出，用於CV測試時的壓力補償，當測試結束後輸出值為0，來自於模組4。

r1TPLOUT：節流壓力限制器輸出，來自模組5。

模組七：額外節流壓力控制器/最終蒸汽流量需求信號

1. 本模組之功用係當汽機處於低載且節流壓力高於額定壓力(相當於滿載時之壓力)，提供一蒸汽流量需求信號的再補償信號，以防過高壓力，當節流壓力增加至高於額定壓力時，將依過壓之比例產生一額外節流壓力係數(r1ETPCO)。

$$r1ETPCO = (k1ETP_CEL_LIMIT - 0.0) \times (r1PI27_SEL - k1ETPRATED) / (k1ETPNLD - k1ETPRATED)$$

k1ETP_CEL_LIMIT係由下列公式計算的上限值：

$$((k1ETPNLD / k1ETPRATED) - 1) \times 10$$

下限值為：0.0

故額外節流壓力係數限制於0.0至k1ETP_CEL_LIMIT

額外節流壓力係數(r1ETPCO)使用於下列公式，以獲得最終蒸汽流量信號(r1LDDMD1)，當節流壓力過壓時，將關閉控制閥。

k1ETPNLD：無載節流壓力值(76.7Kg/cm²)

k1ETPRATED：額定節流壓力值(66.5Kg/cm²)

模組八：控制閥邏輯

CV的需求信號來自模組6(負載需求的輸出),若四個CV皆使用中,則為總負載需求的輸出除以4,再經轉換曲線,得到個別CV需求信號,當一個CV測試關閉時,非測試的三個CV,其需求信號為總負載需求的輸出除以3,再經轉換曲線,得到個別CV需求信號,所以個別CV需求信號是相同的。

注意事項:

1. CV全開的時間限制為10秒,全關的時間限制為30秒。
2. CV測試時會加入第一級壓力信號補償,測試初期會記錄CV開度,當測試某CV開關時,程式會計算出相對開度變化量改變之前饋偏壓量(Bias),來補償該CV開度改變可以產生之主蒸汽量改變。
3. 在狀態O時,允許執行閥開關校正,此時,可輸入閥開度需求,但若發生跳脫狀況,則閥開關校正自動停止。
4. 每個CV均有雙套的伺服閥控制線圈,總電流輸出之上下限為-16mA(關)~+16mA(開),當兩個控制線圈皆正常時,每個控制線圈電流輸出的上下限為-8mA(關)~+8mA(開),若一個控制線圈不正常時,正常的控制線圈電流輸出之上下限放寬為-16mA(關)~+16mA(開)。
5. 若該CV的三個LVDT均故障(Fail),則該CV伺服電流會預設為無偏壓狀態(OmA),將使該CV緩慢關至全關。

模組九：主關斷閥邏輯

主關斷閥(SV)全關及全開的時間均限制為10秒。

1. 二號主關斷閥：
 - a. 在狀態O(汽機跳脫),該閥全關。
 - b. 在狀態1(Valve Close),進行機殼/汽櫃暖機時,該閥將依需求開至特定開度,若三個LVDT均故障,則機殼/汽櫃暖機將自動停止。
 - c. 在狀態2(速率控制),該閥將以10%/秒之速率開至全開,若此時,三個LVDT均故障,該閥仍將維持全開。
2. 一/三/四主關斷閥：

這些閥受令於二號主關斷閥,當二號主關斷閥開至95%以上時,這些關斷閥之測試電磁閥將失磁斷電,使這三個關斷閥打開,這三個關斷閥僅於狀態O及狀態1時全關,當個別測試開關時,將不必受制於二號主關斷閥開啟之連鎖。

模組十：中間關斷閥與中間閥邏輯

1. Master IV(IV #1/2):
 - a. 在狀態O及狀態1,IV #1/2為全關。
 - b. 在狀態4(發電機併聯)滿載時,若系統頻率高於105%額定速率時,IV開始關閉,當高至107%額定速率時,IV全關。
 - c. 當狀態2以上(狀態2/3/4/5),IV #1/2之需求計算式開始運算:
$$\text{TEMP} = k1\text{SPSYNC} * ((\text{LOAD} * k1\text{DROOP} / 10000.0) + 1.0) + k1\text{DRPDB}$$
$$\text{TEMP1} = 100.0 - (\text{r1SPEED} - \text{TEMP}) * 10000.0 / (2.0 * k1\text{SPSYNC})$$
$$\text{r1IVTGT} = \text{LIMIT} (0.0, \text{TEMP1}, 100.0)$$
$$k1\text{SPSYNC Sync speed} = 1800 \text{ RPM}$$
$$k1\text{DROOP Droop} = 5\%$$
$$k1\text{DRPDB Droop deadband} (15 \text{ RPM})$$
$$\text{r1SPEED Selected turbine speed}$$
 - d. 若IV三個LVDT均故障,閥將維持全開。
 - e. IV #1/2均有雙套的伺服閥控制線圈,總電流輸出之上下限為-16mA(關)~+16mA(開),當兩個控制線圈皆正常時,每個控制線圈電流輸出的上下限為-8mA(關)~+8mA(開),若一個控制線圈不正常時,正常的控制線圈電流輸出之上下限放寬為-16mA(關)~+16mA(開)。
2. Slave IV(IV #3/4): 1.IV #3/4受令於Master IV #1/2,當IV #1/2之開度回饋信號LVDT達到95%以上時,IV #3/4測試電磁閥將失磁斷電,使IV #3/4開啟,直到當IV #1/2開度下降至50%以下或Demand < 70%時,IV #3/4測試電磁閥即賦能受電,使IV #3/4開始關閉。

模組十一：汽機功率/發電機輸出不平衡(PLU)

1. 當汽機功率與發電機出力差異過大時,PT-38-發電機出力 $\geq 40\%$,且發電機出力於190ms卸載達 $\geq 40\%$ 。
2. 若PT-38故障,則設定Fail Hi到190。
3. 發電機出力取發電機三相CT,經EHC(JP076)變壓器轉換及整流後取平均值。
4. 當PLU發生時,IV #1/2/3/4快速動作電磁閥(FASV)激磁受電直到PT-38-發電機出力 $< 40\%$ 或發電機於190ms內卸載已 $< 40\%$ 之信號成立,延遲1秒後,IV #1/2/3/4快速動作電磁閥(FASV)失磁斷電。
5. IV #1/2伺服閥需求信號降至零,直到PLU信號復歸,IV #1/2伺服閥需求信號才又回升至100%,IV #3/4則追隨IV #1/2開啟至全開100%。
6. CV #1/2/3/4快速動作電磁閥(FASV)激磁受電,直到PLU信號復歸。當PLU信號復歸後,延遲1秒後,CV #1快速動作電磁閥(FASV)失磁斷電以10%/秒速率開啟,延遲2秒後,CV #2快速動作電磁閥(FASV)失磁斷電以10%/秒速率開啟,延遲3秒後,CV #3快速動作電磁閥(FASV)失磁斷電以10%/秒速率開

啟，延遲4秒後，CV #4快速動作電磁閥(FASV)失磁斷電以10%/秒速率開啟。

7. CV #1~4伺服閥需求信號降至零，直到PLU信號復歸，CV #1~4伺服閥需求信號則追隨負載設定值(Load Reference)。

8. 負載設定值(Load Reference)以133.3%/分回退至2%，負載目標值(Load Target)保持最後值(Hold)。過程中，若PLU信號復歸，則回退動作即停止，Load Target信號追隨負載設定值。

C. 第三部份：暖機(機殼與汽櫃)

1. 允許條件：

- 發電機輸出斷路器開啟。
- 汽機處於狀態1：閥關閉(Valve Closed)
- 所有主汽機控制閥，關斷閥與中間閥皆關閉。
- 慢車迴轉運轉中(Engaged)。
- 汽櫃暖機未正執行中。
- MSV #2需求開度小於0.1%且三只MSV #2閥位回授信號(LVDT)正常使用中，且至少一只SV的COIL為正常。
- 控制閥內表面溫度感測信號(TI033)正常。
- 控制閥外表面溫度感測信號(TI030)正常。
- 主蒸汽溫度感測器(TI427)正常。
- 第一級機殼內表面溫度感測信號(TI048)正常。
- 高壓汽機排汽壓力傳送器(PT049)正常。
- 差額膨脹(GDE920)正常。

2. 機殼暖機(Shell Warming)：

當上述條件均成立時，"Shell Warming Permissive Met"燈號亮起，則操作員可以藉著按下"START"來執行Shell Warming，四個CV將開啟至25%開度。人機介面設計了手動與自動兩種操作模式，機殼暖機(Shell Warming)進行中，按一下Raise/ Lower改變 $\pm 0.1\%$ ，並逐步開啟MSV #2，以30psig/Hr的壓力變化率加熱機殼，直到壓力達64psig(4.5Kg/cm²，對應機殼溫度大於121)，之後，即進入Soaking階段，但MSV #2的開度不能超過上限10%，機殼暖機(Shell Warming)進行中，若慢車迴轉脫離(Disengage)，若置於自動模式，則會自動暫停(HOLD)，待慢車迴轉耦合(Engage)後，機殼暖機(Shell Warming)自動再進行(GO)，若慢車迴轉脫離達30分鐘，則自動終止機殼暖機，機殼暖機(Shell Warming)期間有下列各抑制(Override)連鎖保護及警告：

- 抑制連鎖1(OVR 1)：PI049>7Kg/cm²
 - 抑制連鎖2(OVR 2)：汽機轉速>80rpm
 - 抑制連鎖3(OVR 3)：差膨脹GDE920>17mm
 - 警告(WARNING)：高壓汽機機殼溫度TI048>165
 - 警告(WARNING)：CV內側溫度TI033>165
- 如果抑制連鎖達上限，當於自動預熱模式下，將會跳至手動模式，且MSV #2將會以1%/分速率自動關閉。

3. 汽櫃暖機(Chest Warming)：

- 汽櫃暖機需求條件：CV內側溫度(TI033) < 270 或 Tcv < 40
- 按一下《Raise/ Lower》：改變 $\pm 0.1\%$
- 控制器目標值75Kg/cm²，預設升壓率為16Kg/cm² /Hr
- 主蒸汽溫度(TI427)-CV內側溫度(TI033) T s
- CV內側溫度(TI033)-CV外側溫度(TI030) T cv
- 由曲線圖找出之溫差限制 T Lim(即最受限的CV內/外側溫差)

$$T \text{ Lim} - T_{cv} \quad T_m$$

- 當TI 427/TI 030/TI 033任一故障時將閉鎖抑制連鎖1/2/3(OVR1/2/3)且會將汽櫃暖機跳回手動模式
- 汽櫃暖機(Chest Warming)置自動模式期間有下列各抑制(Override)連鎖保護：
 - 抑制連鎖1(OVR 1)：2.8 < T m 3.9，停止控制器設定值再緩開啟(Ramp)直到大於5。(屬第一階保護)
 - 抑制連鎖2(OVR 2)(CV 差溫低出限值)：當 T m 2.8 時，停止控制器設定值再緩開(Ramp)，且跳回手動模式操作，及MSV #2將會以1%/分速率自動關閉。(屬第二階保護)
 - 抑制連鎖3(OVR 3)(節流壓力過高)：當(CV外側溫度(TI030)+ T Lim)對應之飽和壓力 節流壓力 (PT27)時，信號HOLD，OVR 3消失 (<0.5 Kg/cm²)後再GO，期間不會Ramp down MSV-2。(屬第二階保護)(Chest Warming Parameter畫面最下方之Saturation Press Margin係指對應飽和壓力減去節流壓力後的值)

伍. 保護系統

- 本QUAD VOTER保護系統主要是偵測汽機，發電機的不正常或危險運轉情況而採取適當的跳脫措施，並將上述偵測情況和應採取的行動提供操作員，同時允許可線上測試該保護設備。

B. 急跳脫系統 (Emergency Trip System簡稱E.T.S) : QUAD VOTER高液壓跳脫系統 :

本 QUAD VOTER保護跳脫機制, 分上/下兩串, 各包含兩個電磁閥(SV84/85/86/87), 每個電磁閥均安裝壓力傳送器(PT80/81/82/83), 當電磁閥激磁受電時, 壓力讀值為0Kg/cm², 當電磁閥失磁斷電時, 壓力讀值為112Kg/cm², 汽機正常運轉中, 兩串共四個電磁閥皆為激磁受電狀態, 所有蒸汽閥皆經由EHC數位系統控制。但當任一串的兩個電磁閥皆失磁斷電時, 由於已無油壓壓住各蒸汽閥油壓控制的盤型洩放閥(Disk Dump Valves), 所有蒸汽閥(主斷止閥, 控制閥, 中間閥, 中間斷止閥)將快速關閉。另經由空氣電驛排放閥(Air Relay Dump Valve)關閉抽汽止回閥, 保護系統的主要功能即在控制緊急跳脫系統(E.T.S)。

本 QUAD VOTER保護機制分為四種測試模式 :

1. 電磁閥個別測試(SV84/85/86/87)。
2. 上半串電磁閥測試(UPPER QUAD VOTER TEST) : 測試SV84及SV85。
3. 下半串電磁閥測試(LOWER QUAD VOTER TEST) : 測試SV86及SV87。
4. 全迴路測試(FULL QUAD VOTER TEST) : 測試SV84及SV85之後再測試SV86及SV87, 操作員可於任何時間中斷測試。

以個別電磁閥測試為例說明如下 :

1. 操作員於人機介面切換至QUAD VOTER TEST控制圖面
2. 選擇欲測試之電磁閥, 按下ENABLE鍵
3. 程式將令該電磁閥失磁斷電, 則該電磁閥壓力將上升, 當程式判斷壓力大於112Kg/cm², 延遲3秒後, 程式再令該電磁閥激磁受電, 則該電磁閥壓力將下降至0Kg/cm², 程式判斷通過該電磁閥之測試。
4. 當測試過程中, 發生非預期狀況時, 例如壓力未如預期上升, 則程式會判斷該電磁閥測試失敗, 若是SV84或SV85測試失敗, 則UPPER FO亮起紅燈, 操作員可以按此按鍵查看細部發生原因。
5. 若是SV86或SV87電磁閥測試失敗, 則LOWER FO亮起紅燈, 若測試過程中, 有電磁閥測試失敗, 則其他電磁閥無法繼續測試, 該測試失敗的電磁閥可以再次測試, 測試過程中, 可以隨時按下ABORT鍵, 中斷測試。

B. 二個空氣電驛排放閥是以E.T.S操作, 它供給空氣至抽汽止回閥的空氣筒, 當E.T.S釋壓時, 空氣電驛排放閥將空氣釋放至大氣, 抽汽止回閥關閉。

C. 跳脫信號與警報 (Trip&Alarm)

1. 跳脫信號有 :

- a. 喪失發電機定子冷卻水 (Loss of Stator Coolant Trip)。
- b. 主軸油泵出口低油壓(2/3) (Low Shaft Pump Discharge Pressure Trip)。
- c. 汽機高振動 (Turbine Supervisory Instrument Trip (High Vibration))。
- d. 排汽室高溫(2/3) (High Exhaust Hood Temperature Trip)。
- e. 低ETS供給壓力(Trip Header Low Pressure)(PT918/918A/918B)。
- f. 控制液壓低油壓(2/3) (Low Hydraulic Pressure Trip) (PT978/979/980)。
- g. MSR高水位(2/3) (Moisture Separator Reheater Trip)。
- h. 低軸承油壓(2/3) (Low Bearing Oil Pressure Trip)。
- i. 低真空跳脫(2/3) (Vacuum Trip)。
- j. 主跳脫按鈕 (Master Trip Button)。
- k. 發電機跳脫 (Generator Trip)。
- l. 反應爐跳脫/蒸汽產生器高-高水位/安全注水信號
- m. 止推軸承磨損 (Thrust Bearing Wear)。
用 近接式距離偵測感測器, 拉到ATSI盤內。1支備用, 其餘 3支輸出接點訊號到EHC做2/3 警報跳脫的動作。TBWD接線到ATSI盤不同 Rack、不同位置的卡片, 避免單一元件故障造成汽機跳脫。當偵測感測器(sensor)斷線或Hi-Hi Alarm時會partial trip。
- n. AMSAC
- o. 失能趨向安全跳脫(Fail Safe Trip):即汽機開始轉動後, 於300秒未達80rpm, 主汽機即自動跳脫。
- p. 超速跳脫:前置超速跳脫及Triconex之後備超速跳脫。
- q. 速率信號消失且發電機輸出斷路器開啟:係指Triconex的三支速率信號(SE-904/905/906)皆消失。

2. 最先動作之跳脫信號 (First Out Alarm) :

係提供造成跳脫的第一個動作信號警報於人機介面(HMI), 以藍色背景閃爍, 並動作JP009A-21"EHC URGENT ALARM", 該警報需待主汽機復歸後, 警報才會復歸, 主汽機復歸前, 要確認所有紅底黑字的"ACTIVE TRIP"警報均已復歸消失了。

3. 緊急警報(Urgent Alarm)(JP009A-21) :

將造成汽機跳脫的信號部份動作 (Partial Trip)時, 或將造成汽機暫態的信號部份動作時, 提供該警報出示, 提醒運轉人員先行採取行動。

4. 一般警報(General Alarm)(JP009A-22) :

該警報出示, 係不致造成汽機跳脫或暫態之信號動作。

- A. 在所有跳脫信號都已清除且冷凝器真空大於25"Hg時，機組才可以復歸，在復歸時必須將復歸按鈕固持3~5秒，直至復歸指示燈亮。系統復歸時，中間斷止閥全開。按下復歸按鈕亦能復歸超速跳脫機構和真空跳脫線路，當真空回升至23.4"Hg以上時，低真空跳脫信號即可消除(Arm Vacuum Trip)，但如真空降至22.4"Hg以下即會跳脫機組。
- B. 在人機介面有兩種暖機選擇 模式，分別為：機殼加熱(Shell Warming)：允許蒸汽進入高壓機殼，及汽櫃加熱(Chest Warming)：只允許蒸汽進入閥櫃，且以Raise或Lower按鈕控制馬達帶動電位計來控制蒸汽流量，當暖機過程中，汽機轉速高於慢車迴轉速率時，速率控制單元將控制轉子速率。
- C. 節流蒸汽壓力限制器(TPL)現階段仍置於"OFF"位置。
- D. 汽機在給予適當暖機後 選定狀態2(速率控制)之速率設定及加速率後，汽機即開始加速，中間閥(IV)和斷止閥(MSV)緩緩打開。四個控制閥逐漸打開，蒸汽進入汽機，當汽機開始加速後，加速回饋線路感測加速率，並由起動率按鈕限制其加速率。在加速過程中，當Target Speed大於Speed Ref達5rpm時，"速率漸增" (Speed Increasing) 指示燈亮，當Target Speed小於Speed Ref達5rpm時，"At Set Speed"指示燈亮，汽機將維持在該轉速，直至再選擇另一設定速率為止。
- E. 汽機已達額定速率(1800rpm)時，關閉磁場斷路器，再手動將發電機輸出端電壓調升至額定電壓後，選擇適當的發電機輸出斷路器來執行併聯操作，將同步開關ON，啟用速率匹配器(Speed Match)，當同步儀以慢速順時針方向轉至近於12點中央位置時，即可將所選定的斷路器關閉。
- F. 併聯後，E.H.C數位化程式將自動以最高的加載率(10%/min)提升負載至50MWe(7%)，此後運轉員手動改變加載率至較低階位，然後根據程序書204(升載)程序步驟之指示，適當起動相關的輔助設備，依序加載直到滿載。