

### 第三章 功率提升之初始狀態分析

#### 3.1 初始設定

本章主要是使用 MAAP4.0.4 模擬馬鞍山電廠在 100% 功率正常運轉下與爐心功率提高至 120% 正常運轉下之狀態，以各種參數變化的差異來進行系統情況的分析。而本篇報告的設定基礎建立在基本的能量守恆觀念上，來進行程式的參數變更，進而模擬爐心功率提升後的系統狀況。爐心功率提升 120% 之下，MAAP4 輸入檔參數的更改如下：

(1) 爐心功率由預設的 2775MW 提升至 3330MW。

(2) 單一冷卻水泵的最高流量由 4451.2 Kg/sec 更改為 5341.44 Kg/sec。

(3) 飼水的最大允許流率由 774.48 Kg/sec 提高至 929.376 Kg/sec。

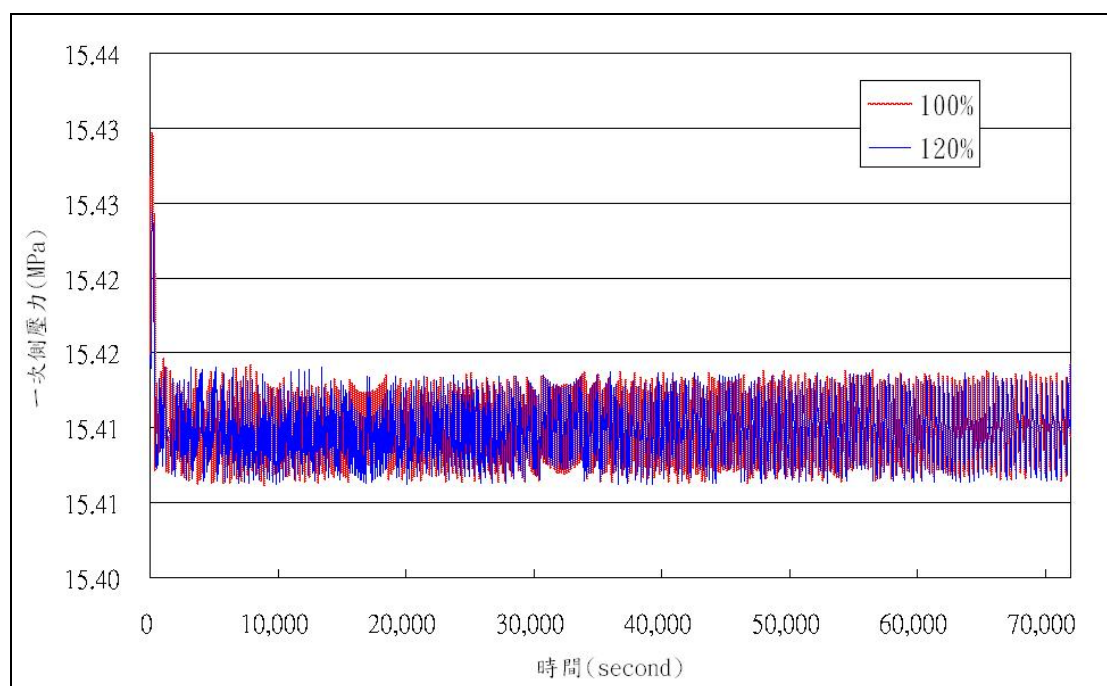
本報告是分析電廠執行 EPU 後的影響，所以將爐心熱功率提高了 120%。為了達至能量守恆，根據  $Q = \dot{m} C_p \Delta T$  的守恆式，藉由提高冷卻水泵的全功率運轉最高流量來提高  $\dot{m}$ ，使得可由冷卻水流率的增加來移走爐心因功率提升而提高的熱功率。二次側系統是將熱能轉換為機械能的重要設備，在 MAAP4 的計算邏輯上，程式運算上會將根據一次側冷卻水所攜帶的熱量來計算調整二次側飼水的流率，以達至熱平衡。因此，關於飼水流率的參數設定，在 MAAP4 中只需輸入飼水的最大允許流率，其設定基礎是著重於安全方面，並非熱流平衡方面。模擬結果顯示，在正常全功率運轉之下，二次側飼水流率尚未達至參數所設定的最大允許流量(774.48 Kg/sec)；即使將爐心熱功率提高至 120% 後，二次側飼水流率也不會升高至預設值的最大允許流量(774.48 Kg/sec)。因此，在二次側飼水流率的設定上，仍留有足夠餘裕予爐心功率提升至 120%。而在 EPU 的模擬上，參數設定還是會將二次側飼水的最大允許流率提高 120% 來維持其餘裕。

另外，電廠在執行功率提升時會涉及到許多系統參數的調整，諸如釋壓閥的開啟設定點、安全注水系統的注水流率或是蒸氣產生器的熱交換效率之類的變更。關於以上之設定議題，在沒有明確的資訊前，以不變更任何安全設施的系統參數為原則，來模擬功率提升後的電廠事故序列。

### 3.2 一次側壓力

事故發生時，一次側壓力是評估電廠狀況的重要指標，在 MAAP4 程式中，一次側的初始壓力為可設定之參數。許多安全閥的開啟設定及安全注水系統的啟動設定都是以一次側壓力的數值來做為其動作與否的信號，因此，若更改正常運轉時一次測壓力的數值，則必須變動許多系統的信號設定。而安全度的評估必須以較保守的立場來做分析，所以本篇報告在功率提升後對於一次測壓力參數仍保留功率提升前之預設壓，避免更動到安全系統的各項設定。

參照以上，100%的全功率正常運轉之下，輸入一次側壓力設定值為 15.415 MPa，功率提升至 120% 後仍然採用 15.415 MPa 來進行模擬。〈圖 3.1〉所示為在無任何干擾或事件狀態下的一次側壓力狀態，因為 MAAP4 的計算上沒有考慮動量平衡的項次，所以程式所計算的一次側壓力變化會有震盪情形，而震盪幅度皆小於 6 Kpa(約 $<0.04\%$ )。在尚無進一步的功率提升後之一次側壓力設定資訊時，暫時不討論正常運轉之下的一次側壓力對於事故時的演變影響。



〈圖 3.1〉MAAP4 計算之下，一次側壓力的初始狀態。

### 3.3 爐心溫度與主蒸汽管流率

MAAP4 模擬結果顯示於<表 3.1>，120%運轉之下的燃料最高溫度約為 1108 K，而 100%功率運轉之下的燃料最高溫度約為 1022K，20%的功率提升使得燃料最高溫度升高了 86 K；然而，爐心冷卻水的平均溫度卻在 20%的功率提升之後約略降低了 0.4 K。爐心熱功率提升之下，除了爐心平均水溫有降低的情形外，相同地，蒸汽產生器的平均水溫也約略降低了 0.2 K。歸納上述參數可知，在功率提升後，經過 MAAP4 的計算，蒸汽產生器裡的二次側飼水為了提高對一次側冷卻水的熱傳功率，飼水流率會隨著冷卻水流率的增加而提升。最後，一次側與二次側處於另一個穩定關係，而達至熱平衡狀態，此新平衡狀態會使得爐心水溫略為降低。以上可由<表 3.2>觀察出。此外，也可發現二次側流率的增加量幾乎和爐心功率的提升呈線性關係。

<表 3.1>功率提升與爐心最高溫、一次側冷卻水平均溫度及蒸汽產生器平均水溫(Broken Loop)之關係。

爐心功率 (%)	爐心最高溫度 (K)	爐心平均水溫 (K)	蒸汽產生器平均 水溫(K)
100	1022.2	577.0	543.5
105	1044.0	576.8	543.5
110	1065.2	576.7	543.4
115	1086.4	576.7	543.4
120	1107.9	576.6	543.3

<表 3.2>功率提升與主蒸汽流率(Broken Loop)之關係。

爐心功率 (%)	主蒸汽流率 (Kg/s)	主蒸汽管流率增加之百 分比(%)
100	514.9	100.0
105	540.8	105.0
110	566.4	110.0
115	592.1	115.0
120	617.5	119.9