

### 第三章 火災模擬

火災危害事故長久以來一直是政府/產業界/保險單位/...在安全工作上的主要議題，雖災害的風險可藉由管理手段與工程手法加以控制，然殘存風險猶存，因此必須建立緊急應變系統，針對不同性質的災害情境(Scenario)如火災、爆炸、毒性、洩漏、...等，訂定適用於廠內之應變計畫書。故此，系統化辨識火災危害發生的地點、過程及防護設備之有效性，並將後果模擬應用於應變軟硬體設備之改善，期望能將應變程序更符合現況。

本論文於火災模擬執行重點如下：

1. 高風險事件分析
  - a. 定義研究範疇
  - b. 基本資料收集/分析
  - c. 危害辨識與風險分析
  - d. 決定高風險發生情境
2. 災害發生情境分析評估
  - a. 建立可接受基準
  - b. 定義熱釋放率曲線
  - c. 火災後果模擬及危害分析

#### 3.1 化學品供應室火害等級評估

火災的定義是指「火」違反了正常的用途，因燃燒作用而發生不可控制之行為。在工廠裡，引起火災爆炸的原因有很多，除了設備缺陷、錯誤操作與管理不良外，最重要的還是原物料本身的物質特性，所以我們將從化學品本身的閃火點、燃燒熱、蒸氣壓及存量等幾部分著手，並參考 Dow Index 在物質燃燒性方面的分級做法，來評估一、二廠 Chemical Room 之相對火災爆炸危害區域，以作為執行火災後果模擬分析之依據。

##### 3.1.1 化學品清單及物質特性

根據廠內的資料顯示，一、二廠 Chemical Room 所使用的主要物質原料共計有二十七種(如表 4)，並將 MSDS 等相關資料及閃火點、燃燒熱與蒸氣壓等資料整理如表 5。而各化學品的儲存位置如圖 3、圖 4 及圖 5。

表 4 Chemical Room 之物質清單

SiH <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH (IPA)	HNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
HCl	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	HF	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	NH <sub>4</sub> OH
NH <sub>3</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> (PGMEA)	NH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O- CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NCHO (ELM-C30)	(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> NOH (TMAH)
C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub>	SiH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (DCS)	PH <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> F <sub>6</sub>	CH <sub>3</sub> F
Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	He/N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> /Ar	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	NH <sub>2</sub> OH

表 5 物質相關特性

化學品名稱	閃火點	蒸氣壓	化學品存量	其他
SiH <sub>4</sub>	-	>760mmHg	0.059m <sup>3</sup> (40kg)	比重 0.68
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH (IPA)	53.6°F	33mmHg	12m <sup>3</sup> (9420kg)	比重 0.785
HNO <sub>3</sub>	本身不燃	5.5mmHg	0.567m <sup>3</sup>	-
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	本身不燃	0.03mmHg	0.567m <sup>3</sup>	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	本身不燃	<0.3mmHg	9m <sup>3</sup>	-
HCl	本身不燃	100mmHg	0.567m <sup>3</sup> <	-
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	本身不燃	22mmHg	12m <sup>3</sup>	-
HF	本身不燃	12.4mmHg(50%)	6m <sup>3</sup>	-
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> (PGMEA)	118.4°F	3.8mmHg	6m <sup>3</sup> (5760kg)	比重 0.96
NH <sub>4</sub> OH	-	-	9m <sup>3</sup>	-
NH <sub>3</sub>	-	7.76atm	0.567m <sup>3</sup>	-
(0.7*C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O+0.3* C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> ) (EBR)	94.1°F	760mmHg	9m <sup>3</sup> (8370kg)	比重 0.93
EKC265™	>212°F	0.33mmHg	3m <sup>3</sup> (3225kg)& 6m <sup>3</sup> (6450kg)	比重 1.085
SiH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (DCS)	-37°C	1230mmHg	5kg	
PH <sub>3</sub>	-	>760mmHg	5kg	比重 0.75
C <sub>4</sub> F <sub>6</sub>	-	-	5kg	-
CH <sub>3</sub> F	-	-	5kg	-
SI <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-	-	5kg	-
He/N <sub>2</sub>	-	-	5kg	-
CH <sub>4</sub> /Ar	-	-	5kg	-
CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	-	-	5kg	-
(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> NOH	TMAH	13mmHg	12m <sup>3</sup>	-
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NCHO	ELM-C30	15-25mmHg	0.567m <sup>3</sup> (573kg)	比重 1.01

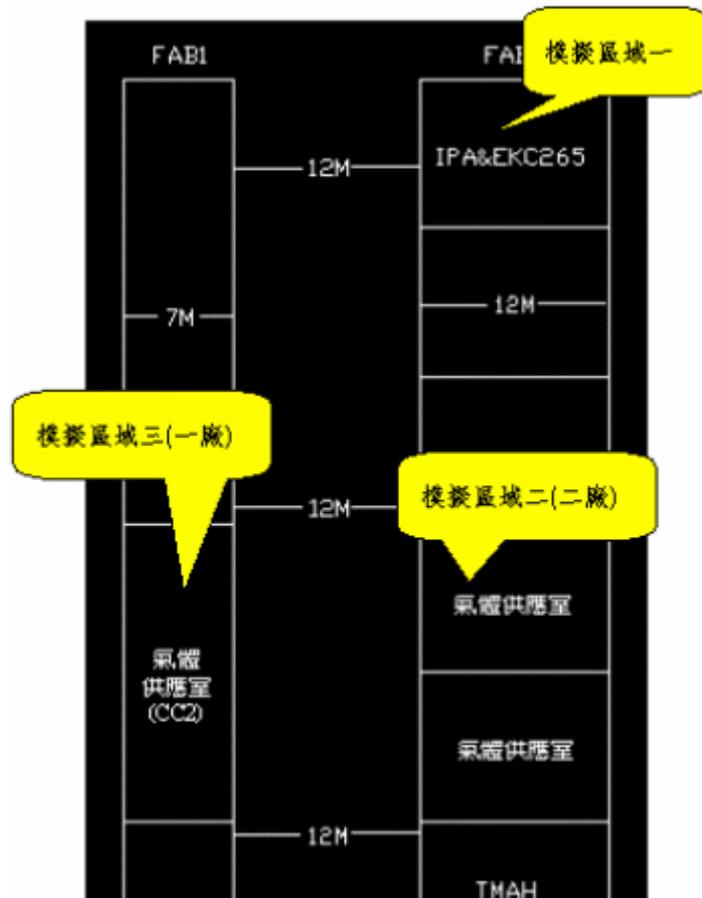


圖 3 化學品儲存位置圖一

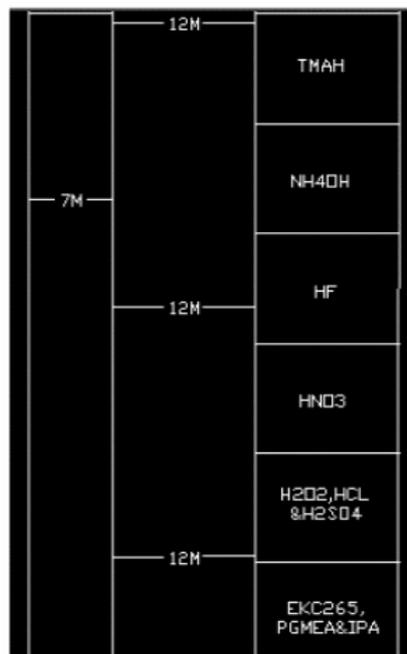


圖 4 化學品儲存位置圖二



圖 5 化學品儲存位置圖三

### 3.1.2 火害等級判定方法

接下來我們利用 Dow Index 與環安中心之「半導體機台相對危害等級分析法」中有關於 NFPA 危害等級中 Nf(易燃性)值之判定方法來決定上述 Chemical Room 中所有物質之可燃燒性。判定方法如下表 6 所示：

表 6 Nf(易燃性)值之判定方法

Nf 值	條件
4	1. 易燃性氣體 2. 自然性物質 3. 閃火點 < 22.8°C(73°F)且沸點 < 37.8°C(100°F)之物質 4. 閃火點 < 0 °F
3	1. 閃火點 < 22.8°C(73°F)且沸點 ≥ 37.8°C(100°F)之液體 2. 閃火點 ≥ 22.8°C(73°F)且沸點 < 37.8°C(100°F)之液體 3. 0 °F < 閃火點 < 100 °F 之物質
2	100 °F < 閃火點 < 200 °F 之物質
1	閃火點 > 200 °F 之物質
0	非可燃性

利用表 6 將表 5 改寫為表 7，並加入燃燒熱與存量以作為是否執行火災後果模擬之依據。

表 7 各類物質之 Nf 值

化學品名稱	Nf 值	說明(來源)	燃燒熱	存量
SiH <sub>4</sub>	4	自然性物質	45kJ/kg	0.059m <sup>3</sup> (40kg)
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH (IPA)	3	閃火點 53.6°F 沸點 82.4°C	1.67*10 <sup>6</sup> kJ/kgMole	12m <sup>3</sup> (9420kg)
HNO <sub>3</sub>	0	本身不燃	-	0.567m <sup>3</sup>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0	本身不燃	-	0.567m <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	本身不燃	-	9m <sup>3</sup>
HCl	0	本身不燃	-	0.567m <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0	本身不燃	-	12m <sup>3</sup>
HF	0	本身不燃	-	6m <sup>3</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> (PGMEA)	2	閃火點 118.4°F	3.149*10 <sup>6</sup> kJ/kgMole	6m <sup>3</sup> (5760kg)
NH <sub>4</sub> OH	1	NFPA 網站	-	9m <sup>3</sup>
NH <sub>3</sub>	1	NFPA 網站	-	0.567m <sup>3</sup>
(0.7*C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O+ 0.3* C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> ) (EBR)	3	閃火點 94.1°F	2.27*10 <sup>6</sup> kJ/kg Mole& 3.149*10 <sup>6</sup> kJ/kg Mole	9m <sup>3</sup> (8370kg)
EKC265™	1	閃火點>212°F	-	3m <sup>3</sup> (3225kg)& 6m <sup>3</sup> (6450kg)
SiH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	3 → 4	閃火點 98.6°F(鋼瓶 室)	*	5kg
PH <sub>3</sub>	4 → 4	易燃性氣體(鋼瓶 室)	*	5kg
C <sub>4</sub> F <sub>6</sub>	→4	鋼瓶室(此處以箭頭 表示之 Nf 值以同在鋼瓶室 之物質之最大 Nf 值為主)	*	5kg
CH <sub>3</sub> F	→4		*	5kg
SI <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	→4		*	5kg
He/N <sub>2</sub>	→4		*	5kg
CH <sub>4</sub> /Ar	→4		*	5kg
CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	→4		*	5kg
(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> NOH (TMAH)	0		本身不燃	-
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NCHO (ELM-C30)	3	易燃性液體	-	0.567m <sup>3</sup> (57 3kg)

對於易燃性物質的區域，因在勞動檢查法中即有列管之危險物部分的最大存量，故存量自然安全因素而需採小量儲存，若我們以火害風險等級的評分標準(N<sub>f</sub><sup>2</sup> × 燃燒熱 × 存量)來看，氣體供應室的小量儲存根本無法與其他的化學品儲槽動輒數千百公斤的存量相比，有鑑於此，凡儲存自燃性氣體或高度易燃性液體(N<sub>f</sub>值為 4)之區域，因其高度易燃性，我們不考慮其存量因素，直接列為高火災風險等級(以\*表示)。由表 3.4 中可得知 N<sub>f</sub> 值為 3 的物質共有三個，其中 ELM-C30 因存量相對於 IPA 與 EBR 顯得較少，故

暫不予考慮之，而 $N_f$ 值為 2 之 PGMEA 其燃燒熱則較 IPA 與 EBR 小且其存量也幾乎為 IPA 的一半，從 $(N_f^2 \times \text{燃燒熱} \times \text{存量})$ 所得之 Ranking 來看，儲存 IPA 儲槽區域之火害分析等級最高為 2357，EBR 次之為 1845 然後是 PGMEA 的 548，至於 $N_f$ 為 1 的物質則因在此等風險等級評分標準中至少需有較 IPA、EBR 或 PGMEA 兩三倍的量方具有火害等級區分的必要性，所以在此處我們並不考慮 $N_f$ 值為 1 的物質，茲將火害評估結果整理於表 8。

表 8 二廠 Chemical Room 火災風險評估結果

化學品名稱	$N_f$ 值	燃燒熱	存量	Ranking
SiH <sub>4</sub> SiH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> PH <sub>3</sub> C <sub>4</sub> F <sub>6</sub> CH <sub>3</sub> F SI <sub>2</sub> H <sub>6</sub> He/N <sub>2</sub> CH <sub>4</sub> /Ar CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (鋼瓶 室)	4	*	0.059m <sup>3</sup> (40kg) 5kg	*
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH (IPA)	3	1.67*10 <sup>6</sup> kJ/ kg Mole	12m <sup>3</sup> (9420kg)	2357
HNO <sub>3</sub>	0	-	0.567m <sup>3</sup>	-
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0	-	0.567m <sup>3</sup>	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	-	9m <sup>3</sup>	-
HCl	0	-	0.567m <sup>3</sup>	-
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0	-	12m <sup>3</sup>	-
HF	0	-	6m <sup>3</sup>	-
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> (PGMEA)	2	3.149*10 <sup>6</sup> kJ/ kg Mole)	6m <sup>3</sup> (5760kg)	548
NH <sub>4</sub> OH	1	-	9m <sup>3</sup>	-
NH <sub>3</sub>	1	-	0.567m <sup>3</sup>	-
(0.7*C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O+0.3* C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> ) (EBR)	3	2.27*10 <sup>6</sup> kJ/ kg Mole & 3.149*10 <sup>6</sup> kJ/kg Mole	9m <sup>3</sup> (8370kg)	1845
EKC265™	1	-	3m <sup>3</sup> (3225kg)& 6m <sup>3</sup> (6450kg)	-
(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> NOH (TMAH)	0	-	12 m <sup>3</sup>	-
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NCHO (ELM-C30)	3	-	0.567m <sup>3</sup> (573kg)	-

### 3.1.3 火害等級及火場模擬對象

經由前二節的分析，得到表 8 的危害等級評分，其中以 IPA 儲存供應區的危害等級最高，因此將 IPA 儲存供應區列為火場模擬對象，另外由於易燃性氣體房所儲存之物質雖然量少但相當易燃，一旦有洩漏即有可能起火，因此亦有必要將易燃性氣體房列為火場模擬對象。此外，WP 棟、AP 棟之濕式清洗機，因為使用易燃液體(IPA)、塑材(PVC)及加熱裝置，亦評估為高風險區域，本廠內分析高風險區域計有以下 10 個主要區

域：

- 1、二廠 IPA 儲存供應區火災
- 2、二廠易燃性氣體房(CC2)火災
- 3、一廠易燃性氣體房(CC1)火災
- 4、WP 棟 Wet Bench 濕式清洗機台火災
- 5、AP 棟 Wet Bench 濕式清洗機台火災
- 6、WP 棟 1F IPA Tank 火災
- 7、WP 棟 1F IPA Cabinet 火災
- 8、WP 棟 1F 廢液儲存桶火災
- 9、AT 棟 1F 廢液儲存桶火災
- 10、特高壓變電站

本論文將以 WP 棟 Wet Bench 濕式清洗機台火災、AP 棟 Wet Bench 濕式清洗機台二個危害評估較為嚴重區域，作為火災後果模擬對象並參考其模擬結果，修正緊急應變程序之參考依據。

### 3.2 火災後果模擬

#### 3.2.1 模擬程序建立：

場模擬需蒐集下列資料程序並可說明如下：

1. 收集模擬廠區資料：模擬區域平面配置圖、機台設備平面配置圖、機台尺寸（以公分為單位，誤差±5 公分）、機台材料、機台使用原料種類及數量、模擬區域之通風及排氣設備、煙霧偵測器數量及分佈、灑水裝置數量及分佈、可燃物、隔間牆使用材料等。
2. 收集化學品清單及物質特性：根據廠內所提供的資料顯示，濕式清洗機台所使用的主要化學原料與可燃電纜共計七種(如表 9)，表中並列出各原料之 MSDS 相關資料及閃火點、燃燒熱與蒸氣壓等資料。所模擬之清洗槽各化學品的儲存位置與數量則於列表 10 中。

表 9 原料相關特性

化學品名稱	閃火點	蒸氣壓	燃燒熱
C3H7OH (IPA)	53.6°F	33mmHg	1.67*106 kJ/kgMole
PVC	20kW/m2		4900kJ/kg
H2SO4	本身不燃	<0.3mmHg	
HCl	本身不燃	100mmHg	
H2O2	本身不燃	22mmHg	
HF	本身不燃	12.4mmHg(50%)	
NH4OH	不燃	-	

表 10 儲存槽化學物質存量

化學沖洗槽	槽內成分/數量	加熱釋出之可燃、助燃物
IPA Purging	IPA/500 mL	IPA vapor
CQDR	H2O mist	
HPM	HCl/3L, H2O2/3L	O2, H2
POU(M/S)	HF/2L, HCl/2L	H2
APM(M/S)	NH4OH/3L, H2O2/3L	O2
HQDR	H2O mist	
SPM	H2SO4/Facility, H2O2/3L	O2, H2

研究顯示，高火災風險製程單元主要集中於使用易燃性化學品之機台(如濕式清洗台)，而由模擬分析發現，潔淨室的空調模式(垂直層流)，會助長火勢及引發煙霧的漫延，故在火災發生時宜儘早關閉。而設有撒水之區域，其火災危害相對其他較低；其對於火場溫度具有控制(Fire Control)的效能，但是抑制(Suppression)效能並未顯現。此外，排氣風管與潔淨室上方之空氣艙(Truss 區)，在發生火災時有延燒之風險，故除了起火點週遭外，也應注意上述區域之防護。至於平時應有一些預防策略，例如降低化學品存量、增設撒水系統、採用極早偵測系統以及加強應變演練與教育等，以降低一旦發生災害事故時之損失。

### 3.2.2 WP 棟 WET BENCH 區火場模擬資料分析

根據所收集之資料得知其 WET BENCH 機台乃是採用易燃性之 PVC 塑膠材料所製成並具有加熱設備，對於使用低閃火點的 IPA 為清洗液的清洗台而言，其發生火災的機率應較其他製程區為大；且依美國 Factory Mutual 保險公司於 1977 年至 1997 年間對美國半導體廠內機台意外事件調查統計，其中就有 50% 以上的災害是由濕式清洗設備(WET BENCH)所引起的。不論是從現場危害檢視的角度或以歷史資料統計數字來看，濕式清洗設備確屬於高火害區域，所以我們以 WET BENCH 區為本火場模擬的主軸。

在本火場模擬的規格與條件設定中，我們以長、寬、高均為 3m 的立方體為燃燒機台(如圖 6)，單機燃燒總面積約為 36m<sup>2</sup>(四個面)，風管(Solvent Exhaust)抽氣速率為 2~3m/Sec，MAU 整體下吹氣流平均風速在 0.8m/Sec~1.2m/Sec 之間，隔間板防火時效設定為半小時，撒水頭作動溫度設定為 68°C、RTI 值為 50，撒水頭間距為 2~2.5m。

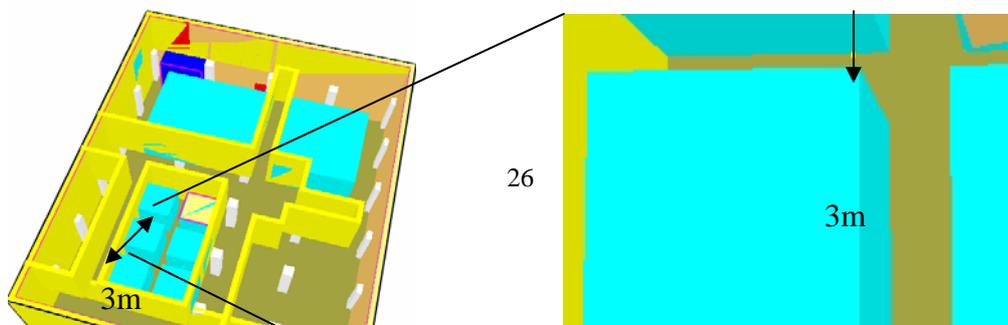


圖 6 WET BENCH 區模擬機台區域規格

### 3.2.3 WP 棟 WET BENCH 區火場模擬情境設定

在模擬火勢發展初期，我們以IPA在機台內部洩漏燃燒為起火點，並進而引燃機台本身。為了瞭解機台內部之火勢發展行為，以及Solvent Exhaust的作動與否對火場的影響，我們特地設計了一個單一的WET BENCH機台模型(如圖 7)，以 IPA的Pool Fire燃燒針對FFU進氣、CO<sub>2</sub>滅火設備及Solvent Exhaust相互間之關係，來評估火勢大概多久會突破機台而開始對潔淨室的潔淨度與鄰近機台造成影響，情境設定如表 11。在外部火災部分，根據整體潔淨室空調操作特性，針對迴風、垂直層流以及撒水相互間之關係，設定如表 12 之模擬情境。又因為垂直層流與迴風裝置是同時啟閉，故可簡化為四種情境。由於燃燒的WET BENCH機台周遭具有數部同性質之機台，所以在本區劃(具半小時防火時效)內具有延燒的顧慮，在情境的設定上我們須先評估在怎樣的情況下單一機台之燃燒會引燃鄰近之機台。由於一廠濕式清洗台外殼係採用PVC製成，引燃之臨界輻射熱通量為 20KW/M<sup>2</sup>，所以在表 12 的模擬情境下，只要其熱通量超過 20KW/M<sup>2</sup>即視為延燒，並需要重新設計並放大可燃燒的區域來模擬之。

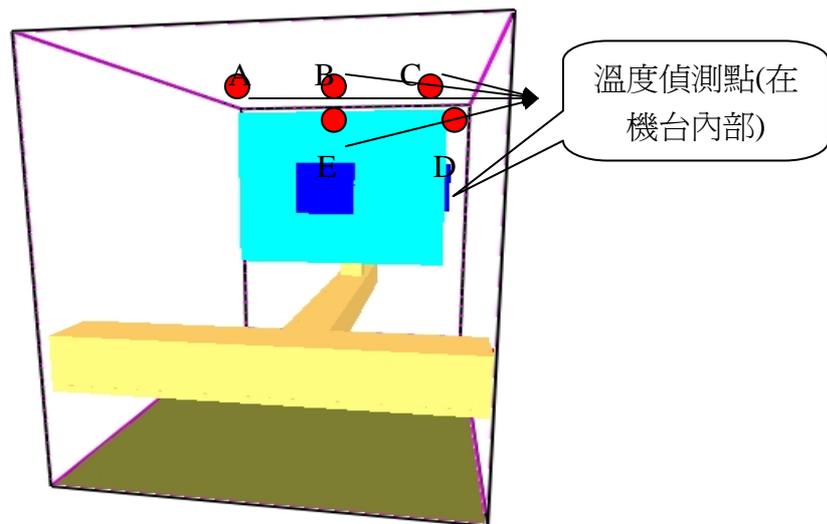


圖 7 機台內部火災火場模型

表 11 內部火災情境設定

燃燒情形	情境編號	FFU 進氣	CO <sub>2</sub>	Solvent Exhaust
------	------	--------	-----------------	-----------------

機台內部 燃燒 (僅 IPA 洩漏 燃燒)	情境 1	✓	×	✓
	情境 2	✓	×	×
	情境 3	×	×	×

表 12 外部火災情境設定

燃燒情形	情境編號	垂直層流	撒水	迴風
機台外部燃燒 (機台整體燃 燒)	情境 1	✓	✓	✓
	情境 2	✓	×	✓
	情境 3	×	×	×
	情境 4	×	✓	×

### 3.2.4 WP 棟 WET BENCH 區火場模擬熱釋放率設定

在整個 WP 棟 Wet Bench 區的火場模擬，我們先從機台內部燃燒開始著手，然後再根據所模擬出來的結果來延伸火場的燃燒情境。關於機台內部燃燒部分的熱釋率我們以約 300KW (相當於 0.25 M<sup>2</sup> IPA Pool Fire) 左右的火源來點燃 WET BENCH 機台，而 60 升的異丙醇在以 300 KW 熱釋率燃燒的情況下可以維持 20 分鐘以上。在 Wet Bench 濕式清洗台之外部火災模擬燃燒部分，我們則設定第一部燃燒的機台為 MW001 機台，之所以選擇 MW001 機台的原因是若火勢有延燒的風險時，接近 MW001 機台的可延燒機台數較多，即是屬於較嚴重的情境，而我們在模擬的情境挑選上就是以嚴重性較高的情境為主。依據 FMRC 對濕式清洗台所做的燃燒試驗，其最大熱釋放率約在機台燃燒後 280~300 秒時到達 10MW，我們即利用此一實驗數值曲線(如圖 8 所示)來作為 Wet Bench 濕式清洗台之外部火災模擬的熱釋放率基準。

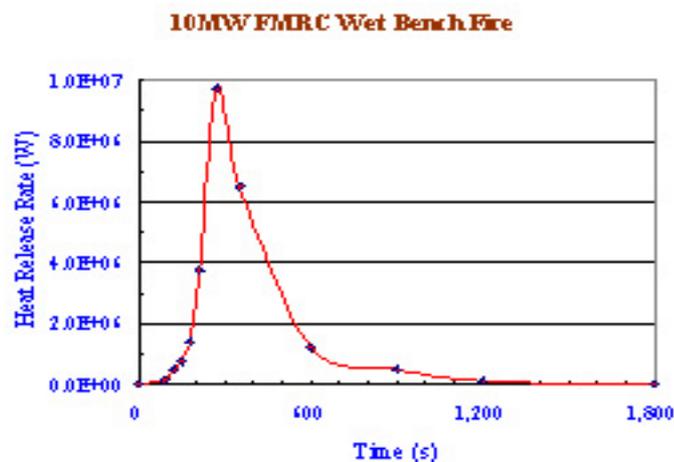


圖 8 Wet Bench 濕式清洗台熱釋基準

### 3.2.5 WP 棟機台 WET BENCH 內部火災火場模擬分析

#### 3.2.5.1 機台內部火場溫度分析

由於我們假設機台是由內部之 IPA 洩漏燃燒所引燃，並在持續燃燒加熱的情況下突

破機台構造之PVC板，所以在火勢初期機台內部各項影響火勢發展的條件便是決定煙、熱蔓延的重要因素。在Solvent Exhaust開的情況下，由圖 9 與圖 10 可以發現PVC機台在大約 76 秒時會被燒穿(或融化)，圖 11 為機台內部火場的時間—溫度歷程圖，共畫出五點取其代號分別為A、B、C、D及E，其偵測點位置，在時間軸 70 幾秒處火場平均溫度約為  $400^{\circ}\text{C}$  左右，此時的溫度已超過PVC材質之熔融點  $212^{\circ}\text{C}$  及閃火點  $391^{\circ}\text{C}$ ，距PVC自燃溫度  $454^{\circ}\text{C}$  也只有  $50^{\circ}\text{C}$  左右的差距，故在此火場溫度之下PVC機台會被火勢加以破壞形成外部火災。而如果將Solvent Exhaust關閉的話則機台燒穿的時間約晚了 15 秒左右(圖 12 與圖 13)，這是因為Solvent Exhaust開了之後會將原本蓄積於上層的高溫高熱略為往下帶，因而使得較無法承受高溫高熱的兩旁PVC結構會提早被破壞，加速了外部火災的發生，圖 14 為在此情況下之火場時間—溫度歷程圖。

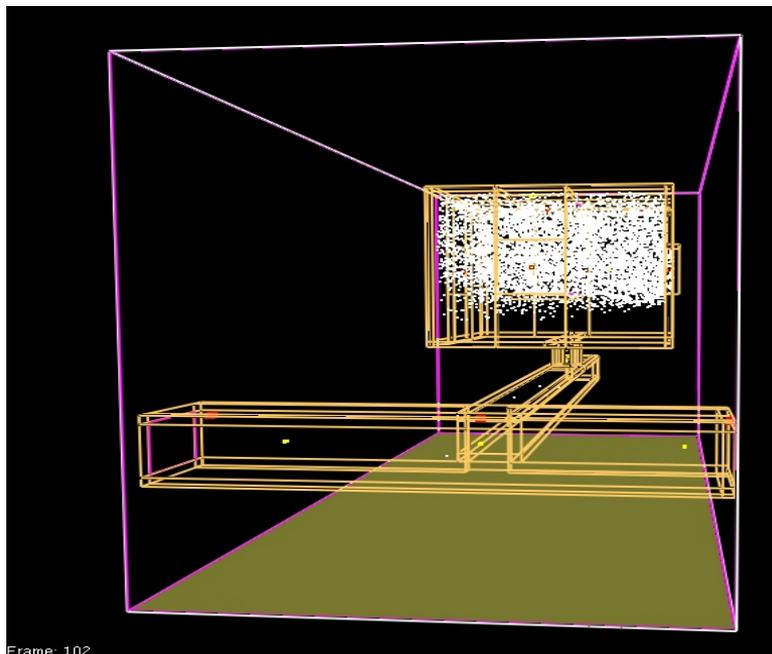


圖 9 燃燒時間 20 秒

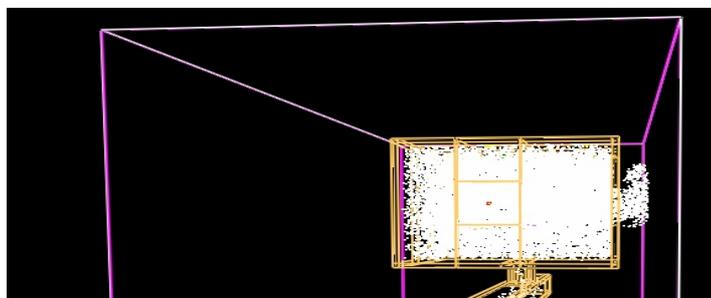


圖 10 燃燒時間 76 秒

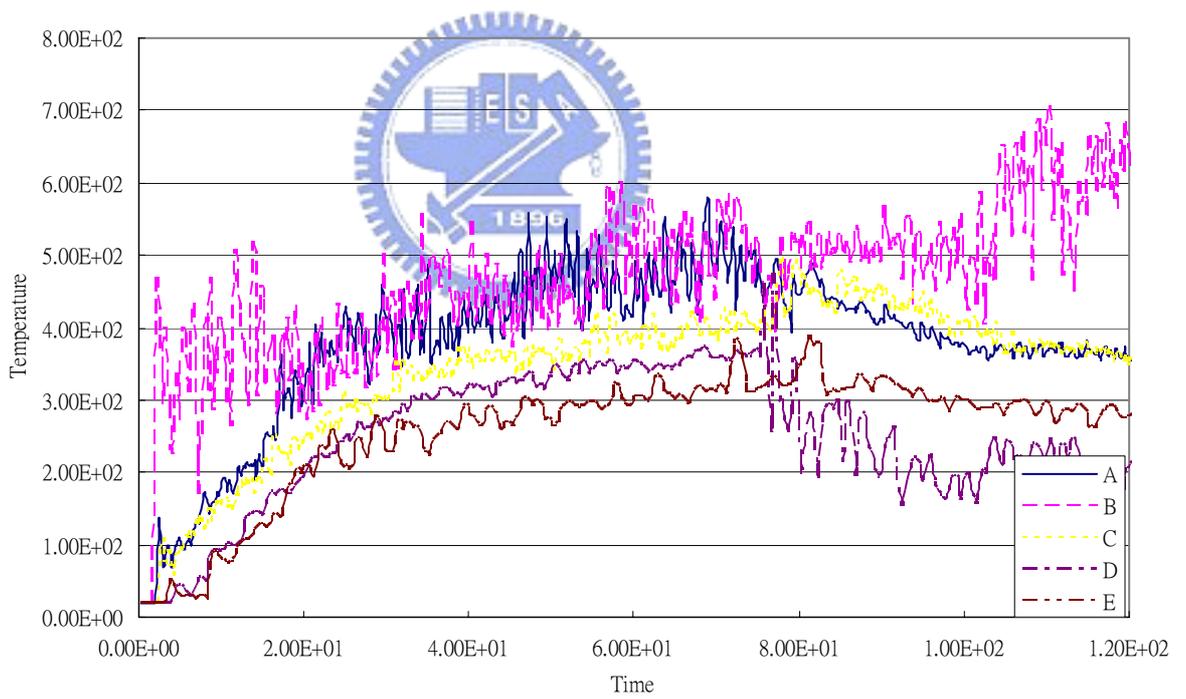


圖 11 機台內部火場時間--溫度歷程圖

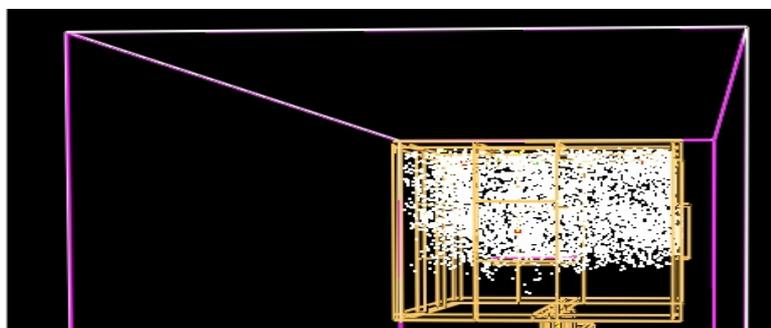


圖 12 燃燒時間 20 秒

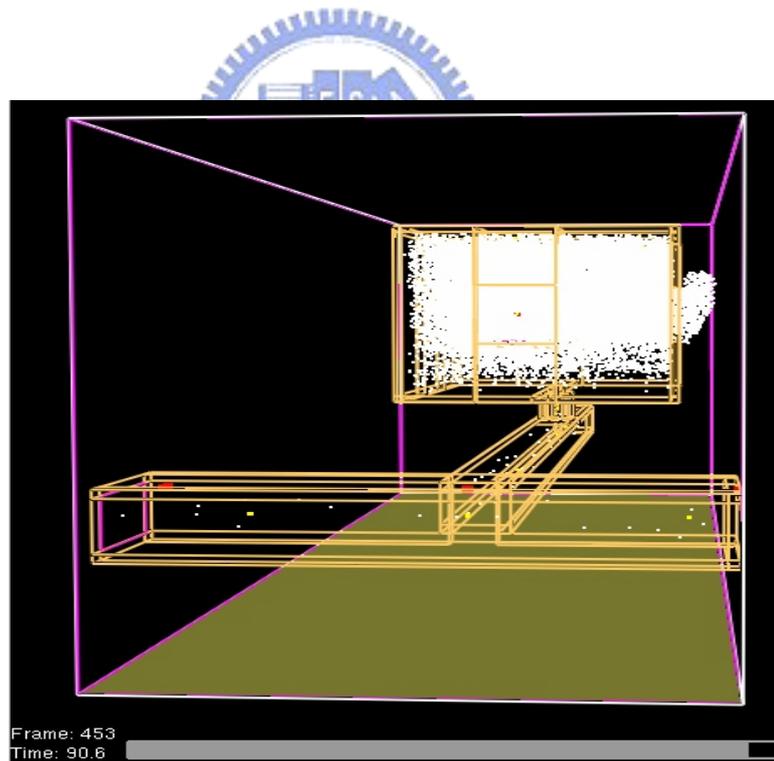


圖 13 燃燒時間 91 秒

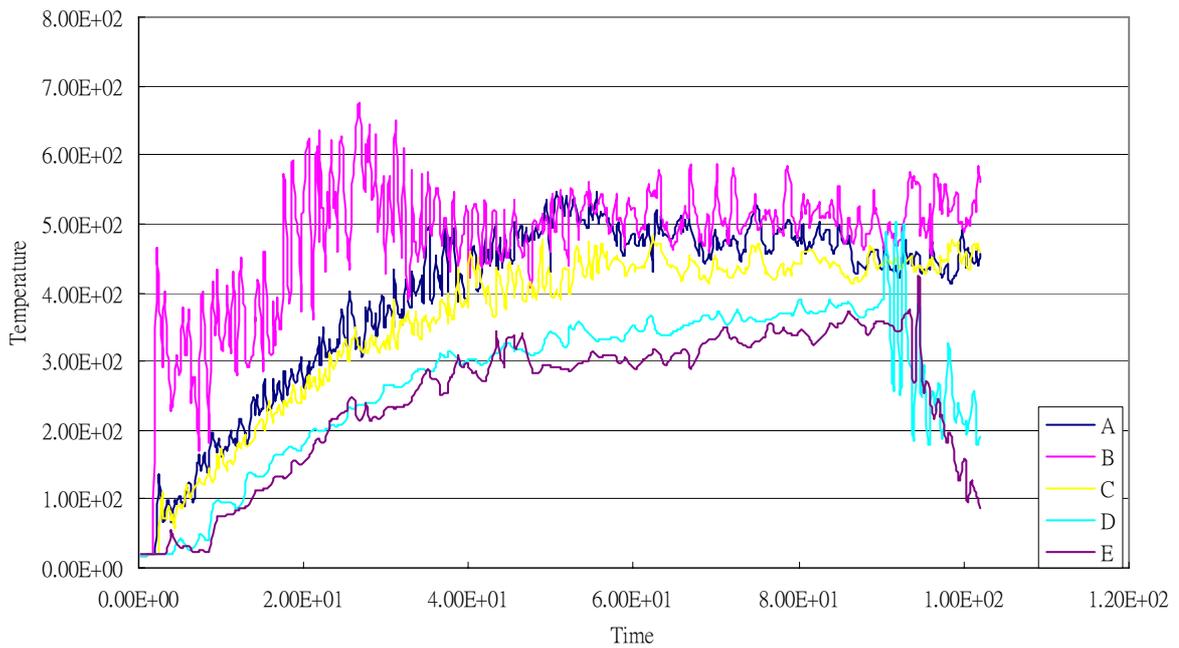


圖 14 機台內部火場時間--溫度歷程圖

### 3.2.5.2 Solvent Exhaust 溫度分析

開啟 Solvent Exhaust 雖然可以在機台結構尚未被破壞前將少許煙熱排出，但對降低整個火場溫度的貢獻並不大，不論是在 A、C、D、E 任何一點的時間溫度歷程，在相同的條件下排風開啟與否並不會有太大的溫度改變(除了溫度偵測點 B 由於是在機台內部 FFU 下吹氣流的附近，所以當下吹氣流與風管關閉時在火勢初期會有較大的溫度變化)。

圖 15-圖 17 為風管分別在 30 秒、60 秒及 90 秒時的溫度變化圖(Solvent Exhaust 開)，由於在本情境下機台會於 76 秒左右被燒穿，故圖 32 的風管溫度會急速地減低，這是因為此時火場煙熱往外部突破的上升浮力會大於 Solvent Exhaust 的吸力，而將煙熱往上帶所造成的結果。圖 18 為佈置於風管中溫度偵測點所紀錄之溫度曲線圖，偵測點位置如圖 19 所示，圖中由於 Solvent Exhaust 開的關係，在時間軸 76 秒之前溫度是屬於上升趨勢，直至火場煙熱往外部突破。從主管溫度曲線來看，在煙熱突破機台前溫度可大到達約 80°C，假如在此管中殘留有易燃性氣體如 IPA 蒸氣，則在此處很有可能會形成第二個起火點並加速火勢的蔓延。

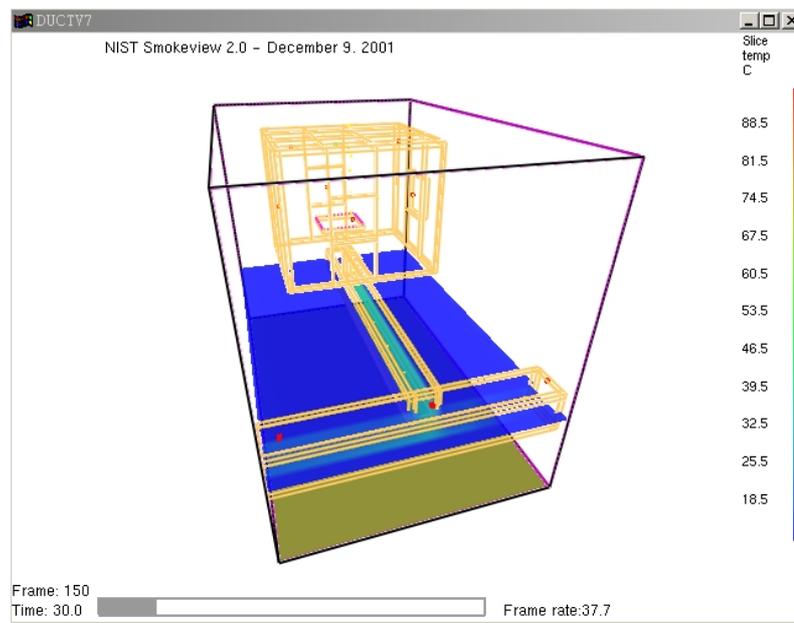


圖 15 燃燒時間 30 秒時之風管溫度圖

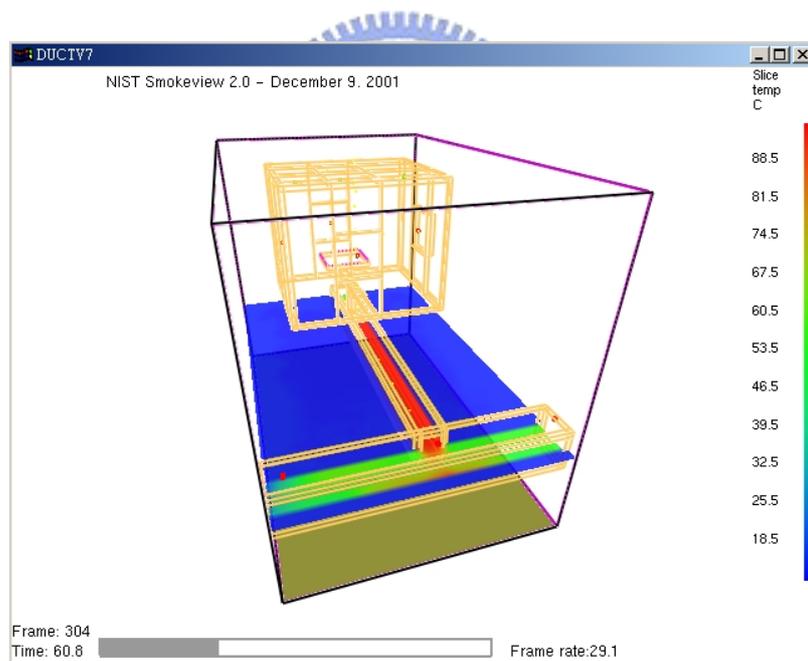


圖 16 燃燒時間 60 秒時之風管溫度圖

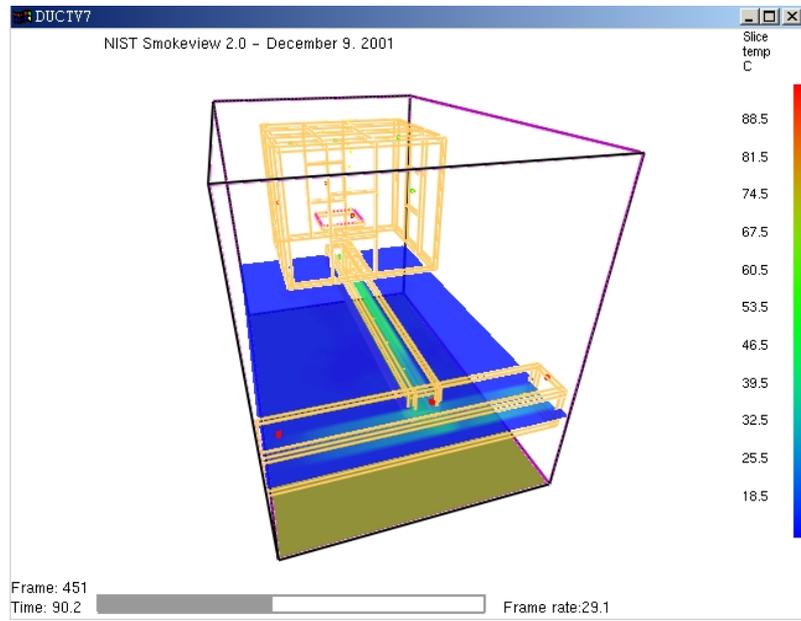


圖 17 燃燒時間 90 秒時之風管溫度圖

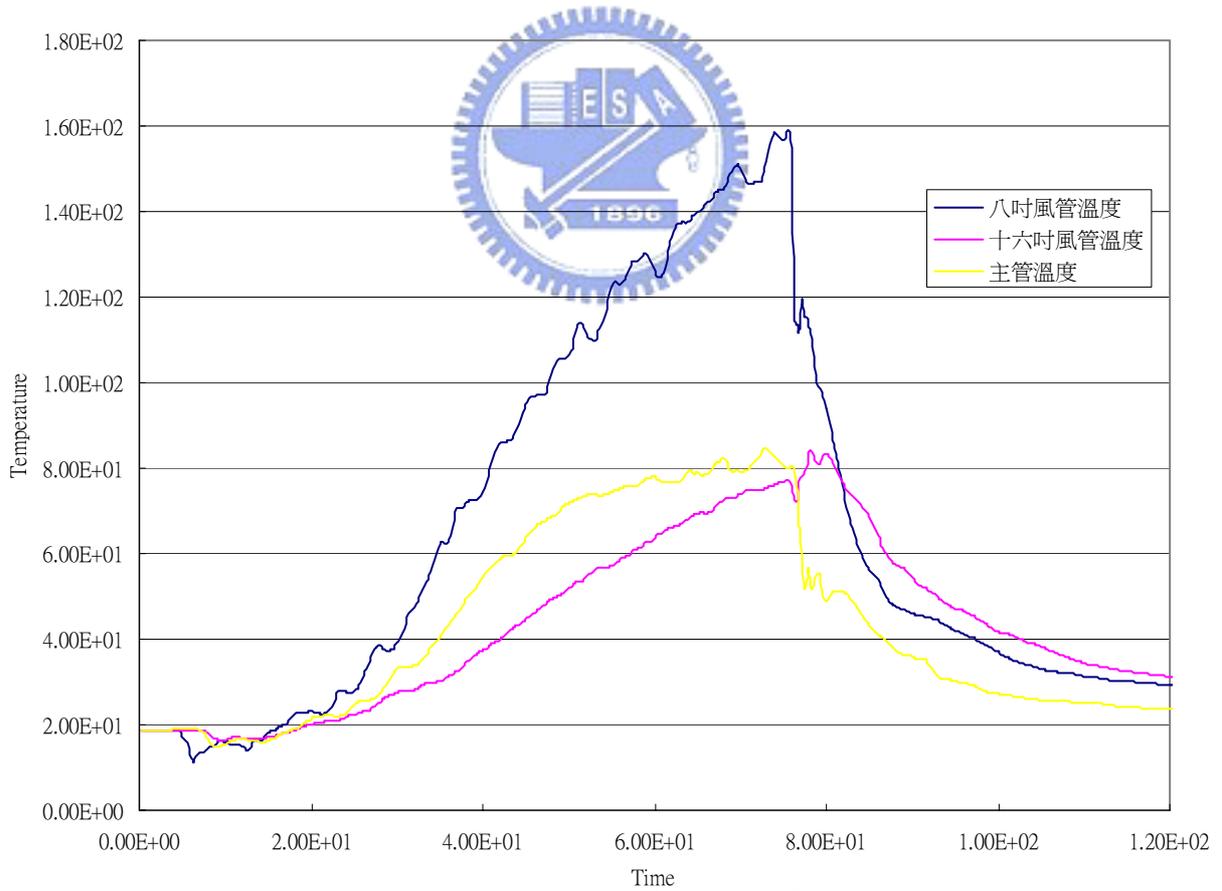


圖 18 風管溫度曲線圖(Solvent Exhaust 開)

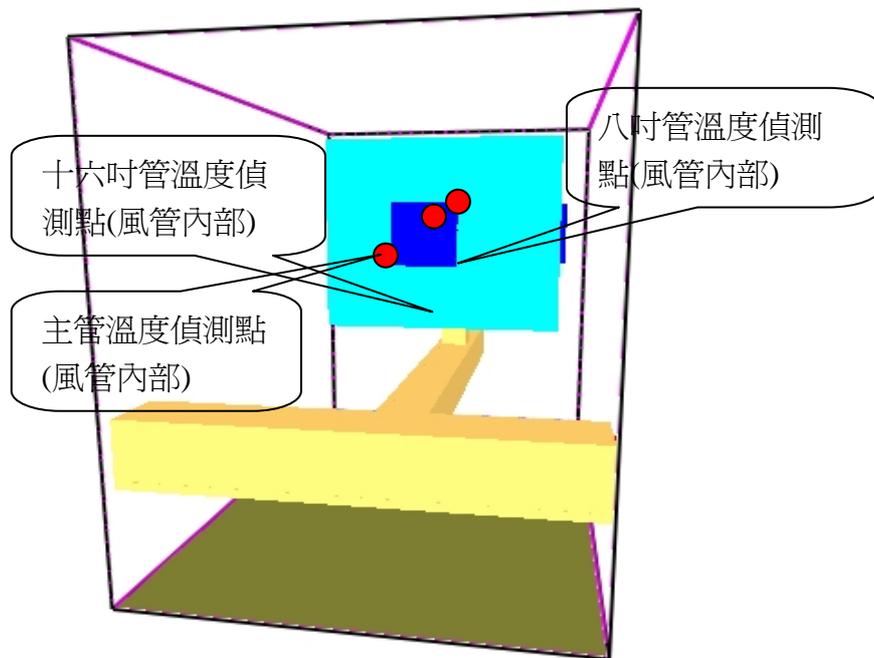


圖 19 溫度偵測點示意圖

圖 20-圖 22 為風管分別在 30 秒、60 秒及 90 秒時的溫度變化圖(Solvent Exhaust 關)。風管內之溫度較 Solvent Exhaust 開時來的低(如圖 23)，溫度累積也較慢，對於風管的影響相對減小。所以在風管排氣對降低機台內部溫度的功用不明顯的情況下，由於風管排氣開啟導致火勢在風管內蔓延的機會較高，故建議廠內在火災發生時能將 Solvent Exhaust 風管關閉。

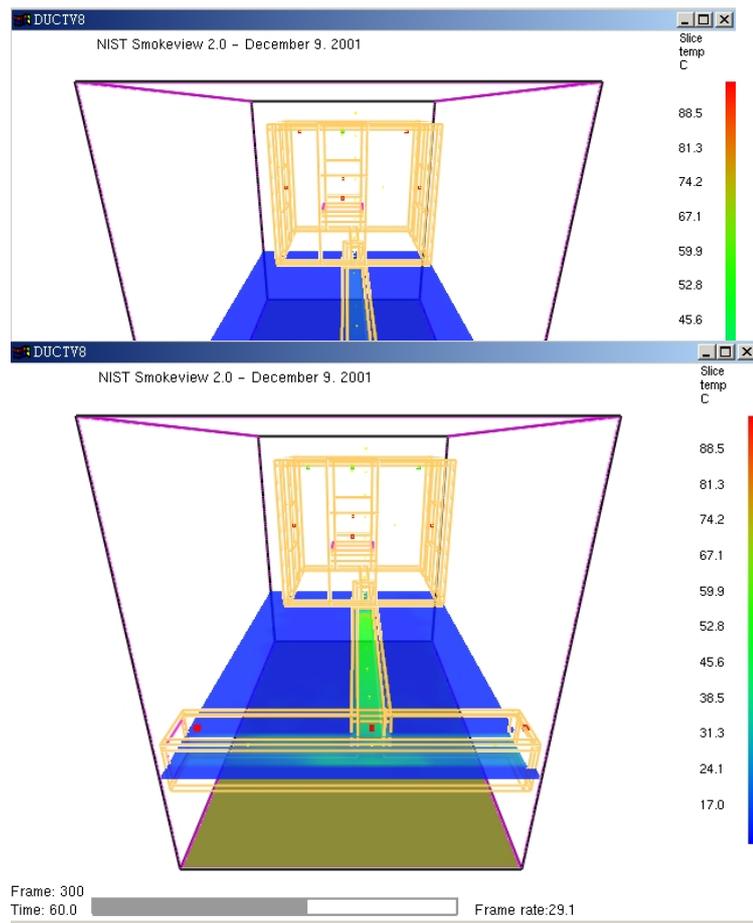


圖 20 燃燒時間  
溫度圖

30 秒時之風管

圖 21 燃燒時間 60 秒時之風管溫度圖

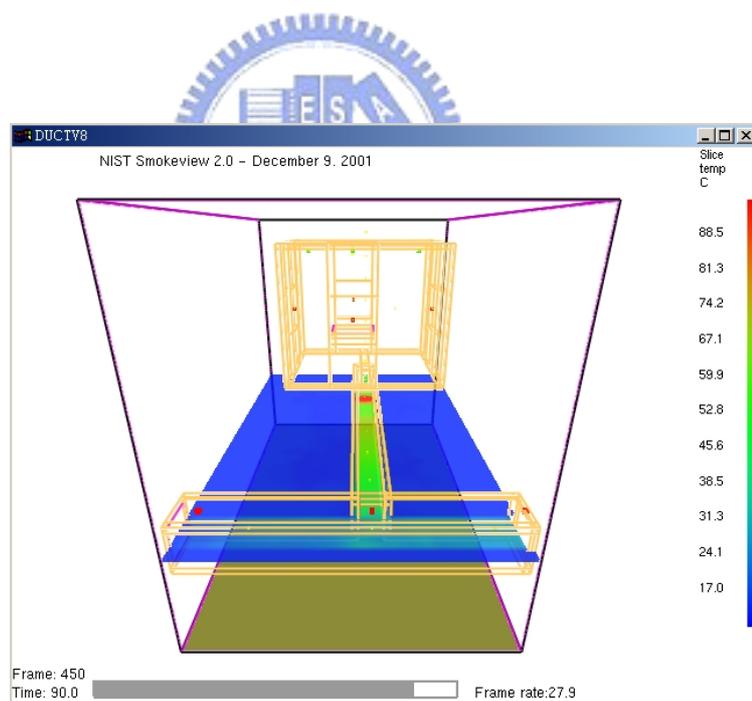


圖 22 燃燒時間 90 秒時之風管溫度

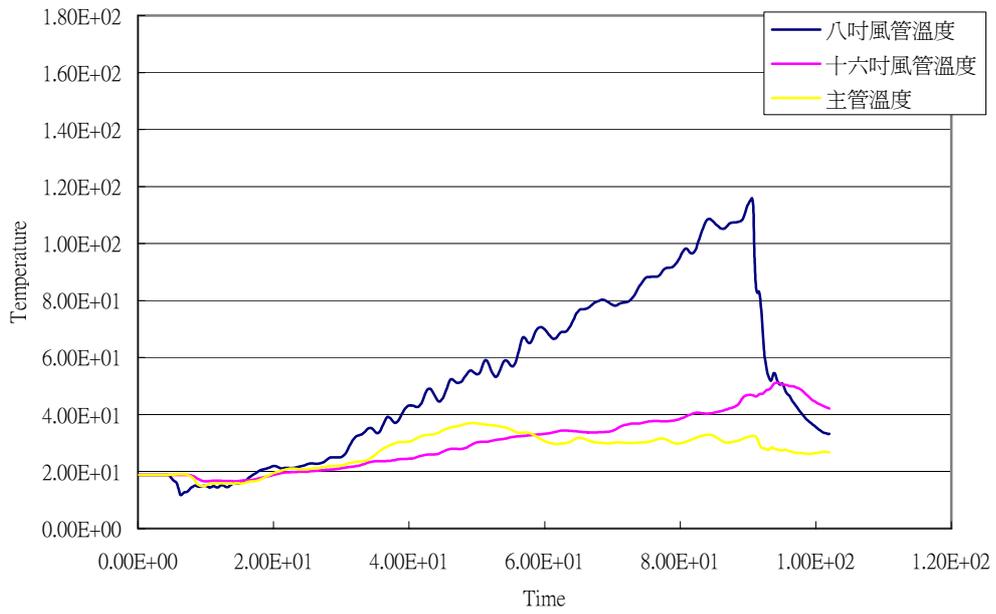


圖 23 風管溫度曲線圖(Solvent Exhaust 關)



### 3.2.6 WP 棟 WET BENCH 機台外部火災火場模擬分析

#### 3.2.6.1 機台延燒行為判定

當火勢自機台內部擴散至機台外部並開始影響整個無塵室時，火場觀察的重點便從機台本身放大至Wet Bench區機台位置之最小區劃，由於在此區劃內共有六部機台，所以機台間的延燒與否攸關整個火場發展的趨勢。判斷機台是否會延燒的條件即是如前所述之PVC引燃臨界輻射熱通量( $20\text{KW}/\text{M}^2$ )，而在鄰近機台上所佈之輻射熱偵測點位置如圖24所示。根據模擬結果(如圖25與圖26)顯示，不論迴風與撒水是否正常運作，在單機的燃燒過程中，其餘機台的PVC殼壁均有可能會達到引燃之臨界值  $20\text{KW}/\text{M}^2$ ，而發生的時間大約是在燃燒到達最大熱釋放率左右( $10\text{MW}$ ,  $280 \sim 300\text{sec}$ )。因此模擬結果，一旦一廠WP棟之濕式清洗台發生火災時，如果沒有撒水等消滅措施之外的反制動作，則在火勢發展三分鐘有可能引燃周圍機台，造成全面性的火災。

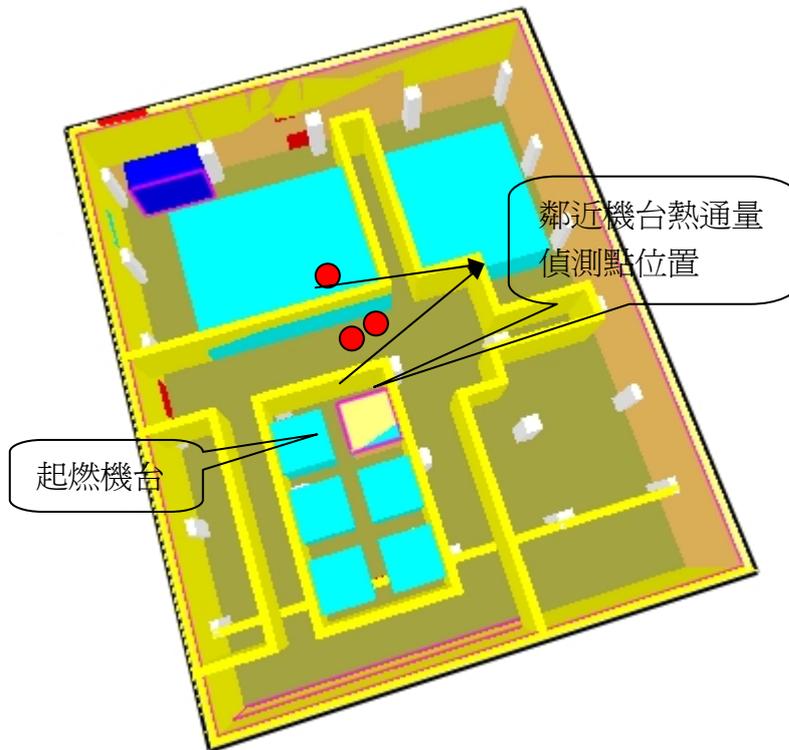


圖 24 鄰近機台熱通量偵測點位置圖

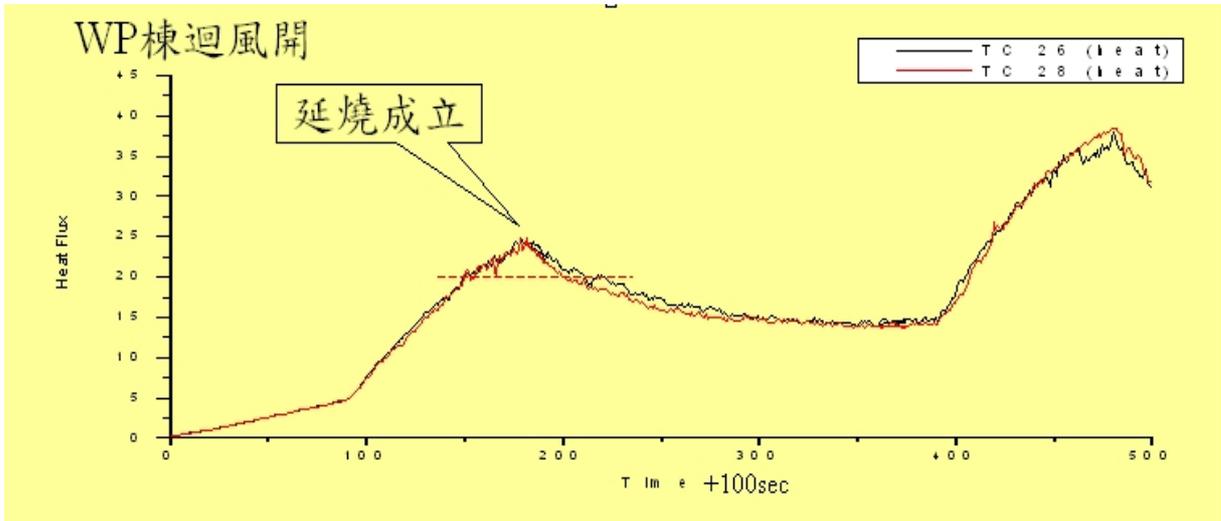


圖 25 迴風開撒水關鄰近機台受熱圖

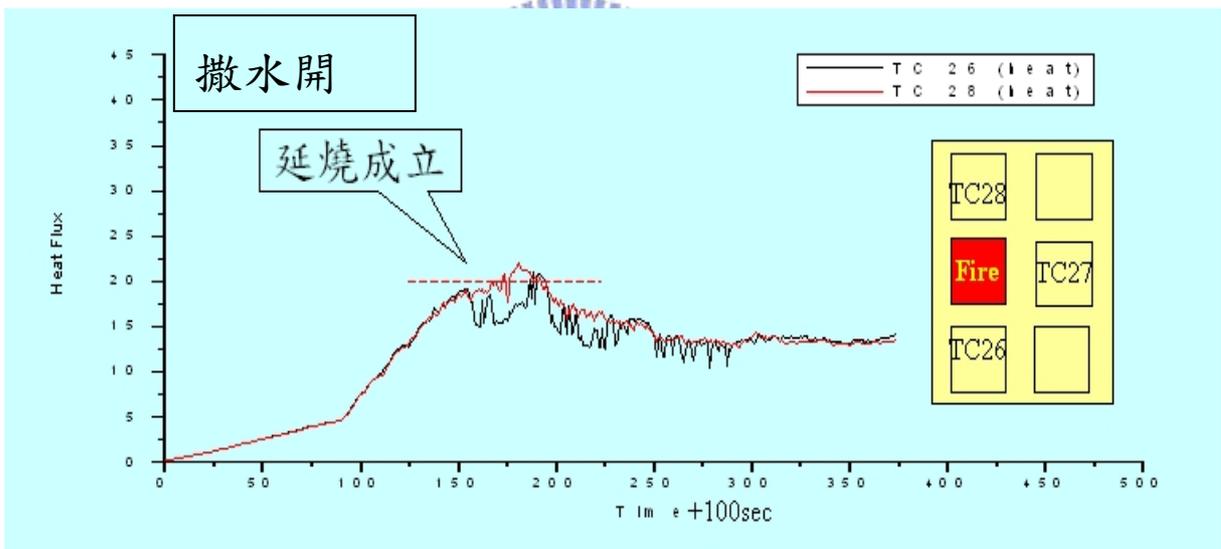


圖 26 迴風關撒水開鄰近機台受熱圖

### 3.2.6.2 火場溫度分析

在正常的操作狀態下，無塵室的下吹氣流與迴風機制在火災發生時會將部份往頂樓(Truss 區) 擴散的煙與熱或已經累積於頂樓(Truss 區)的煙與熱往下帶，加速煙與熱往其他區劃擴散，除了會增加設備的煙損外，也提高了其他區劃的潛在危害，如圖 27~圖 29 所示。整個火場的最高溫應該是發生在火源的正上方，根據偵測點(火源正上方)在時間歷程上所紀錄的溫度顯示，在撒水頭沒有作動的情況下溫度會到達 527°C 左右，如撒水頭正常運作的話則可以有效地將溫度降至 300°C 左右並減低火場到達機台延燒臨界值的機會(如圖 30)。倘若在火勢一開始即將無塵室的下吹氣流與迴風機制關閉，從圖 31~圖 32 可以發現煙熱均往頂樓(Truss 區)蔓延，且其在火源正上方的溫度不論是在有撒

水或沒撒水的情境下，也較下吹氣流與迴風機制作動時來的低(約 25°C 左右)，時間溫度歷程如圖 33 所示。

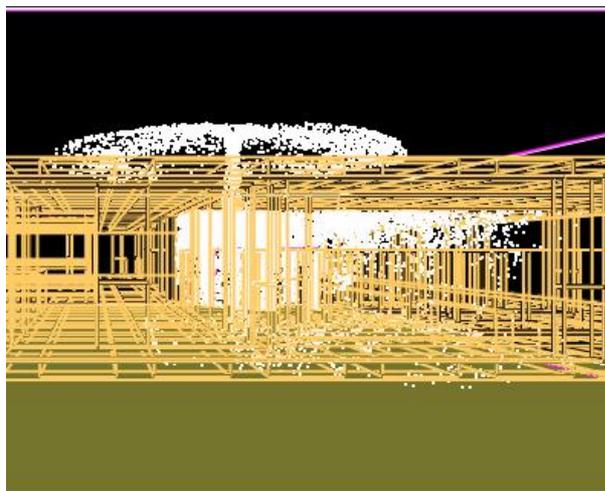


圖 27 40 秒煙擴散圖



圖 28 60 秒煙擴散圖

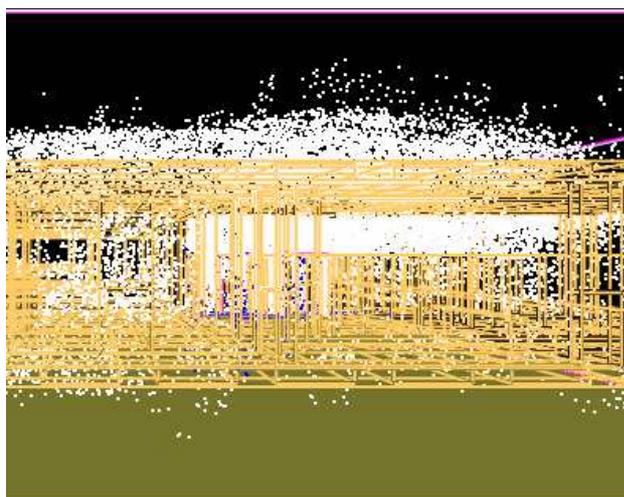


圖 29 100 秒煙擴散圖

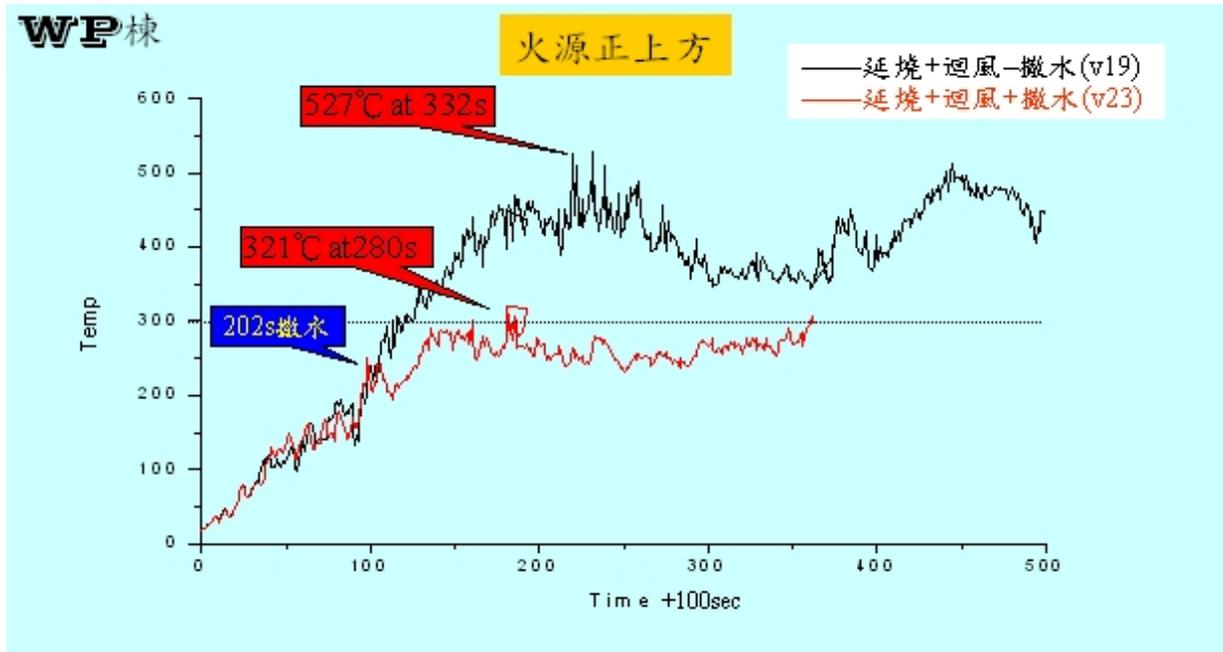


圖 30 撤水開關與否之溫度變化圖(迴風開)

下吹氣流與迴風機制的啟動會讓煙流上升到 Truss 區，隨著 MAU 吹送與冷卻作用，煙熱越過火場區隔再度進入潔淨室，造成其他區域的煙損，在此強烈建議在火災發生時關閉 MAU 空調系統。因為在層流迴風開啟時其火災後果是最嚴重的，包括火場溫度與煙熱擴散面積。最佳的策略是立即關閉 MAU 空調系統，迅速作動撤水系統或以消防水柱滅火，並且有人員在 Truss 區及 RAP 區留守警戒，避免復燃。



圖 31 40 秒煙擴散圖

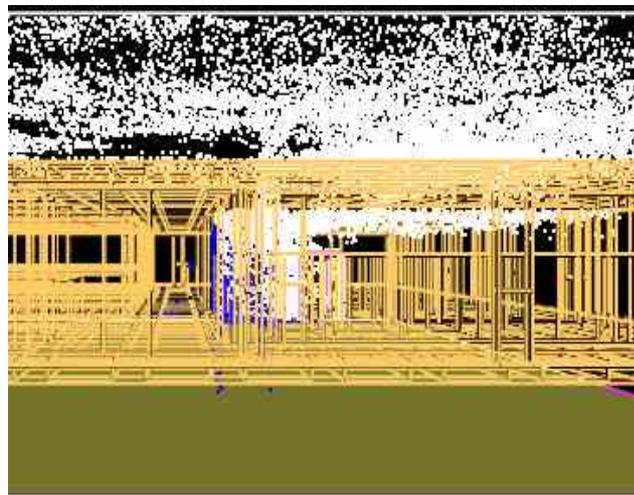


圖 32 100 秒煙擴散圖

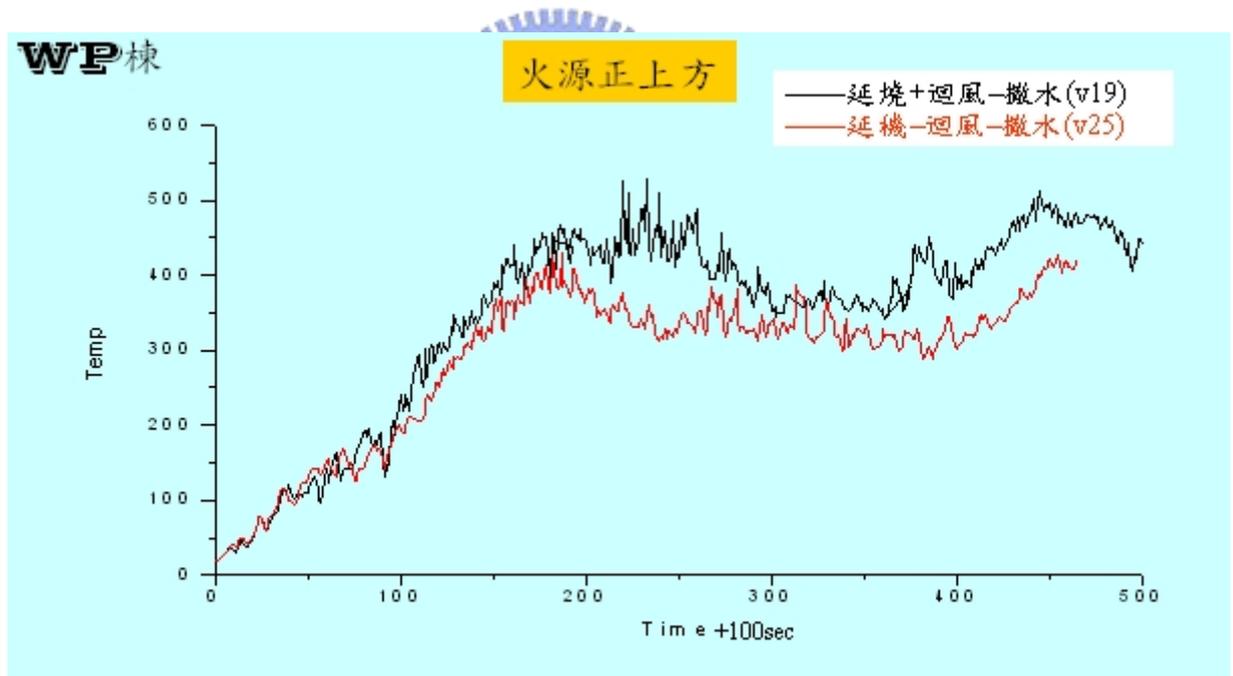


圖 33 迴風開關與否之溫度變化圖(撒水關)

### 3.2.7 WP 棟排煙設備效能分析

#### 3.2.7.1 WP 棟排煙設備位置與條件

在本次 Wet Bench 區火場模擬中，我們還有一個需要考慮的消防設備：排煙系統，並評估排煙設備對火場的實質影響與排煙效果。在此次 WP 棟 Wet Bench 區火場模擬的最小區劃中其排煙口位置如圖 34 所示，開口面積約 2m<sup>2</sup>，排煙量設定約為 450m<sup>3</sup>/Min。

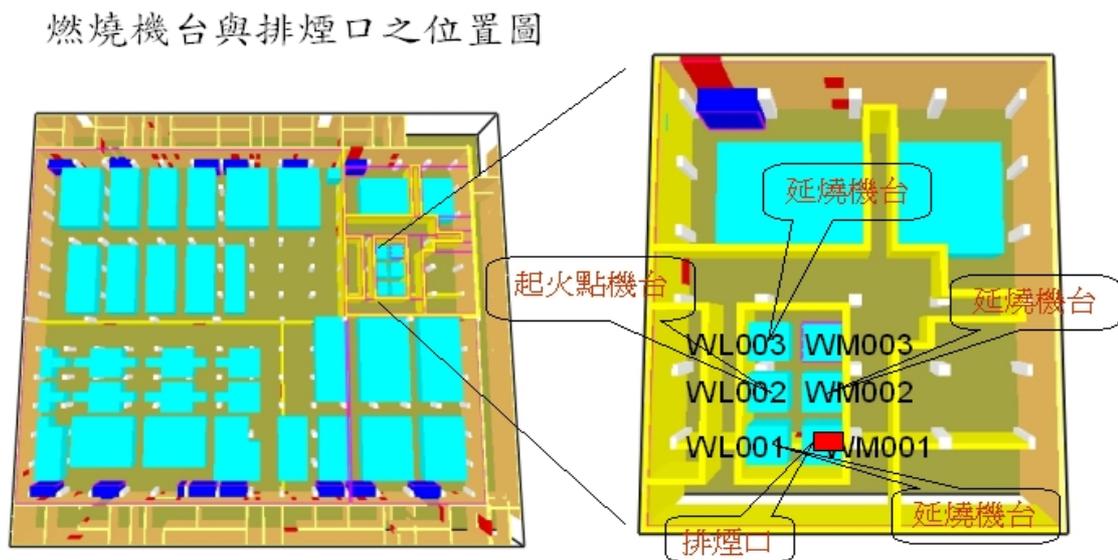


圖 34 排煙口位置圖

#### 3.2.7.2 WP 棟模擬排煙設備情境設定

在排煙設備的模擬中，影響煙、熱走勢的重要因素為火場的氣流流動方向，所以我們以 MAU 進氣系統的啟動或關閉為主要的情境變化條件，至於撒水則是屬於抑制火勢的防護措施，跟排煙設備的啟動與否並沒有直接性的關係，所以在本節的情境設定並不考慮撒水的作動情況，共僅設定兩個情境(如表 13 所示)來評估排煙設備的有效性。表 13 設定情境評估排煙設備的有效性

表 13 WP 棟設定情境評估排煙設備有效性

情境編號	MAU 進氣	迴風系統	撒水系統	排煙設備
情境 1	✓	✓	×	✓
情境 2	×	×	×	✓

### 3.2.7.3 WP 棟排煙設備有效性分析

首先先從情境 1 的模擬結果來進行分析，圖 35 - 圖 37 為在 MAU 及迴風系統開的情況下，有無排煙在不同溫度偵測點下的溫度變化圖，從圖中發現在不同的偵測點位置對於排煙設備的啟動有著截然不同的結果呈現出來，就 WM002 機台而言，由於排煙口較為接近的關係，除了將部分火場的煙、熱往排煙口帶，增加 WM002 機台的受熱溫度與煙損之外，藉著煙囪效應也會使得 WM002 機台的受熱溫度上升，至於 WL001 與 WL003 機台在溫度的表現上則沒有太大的差異。

若從圖 38 - 圖 40 等煙濃度的變化圖來看，排煙設備對不同偵測點所表現出來的煙濃度行為與溫度的表現差不多，同樣是增加了 WM002 機台偵測點所接受的煙濃度，且在 WL001 與 WL003 機台的部分並沒有太大的變化。

不論是溫度或是煙濃度，也不管排煙設備是開啟或關閉，在燃燒時間 450 秒-600 秒的時候溫度與煙濃度都會急劇地上升，根據所設計的火場燃燒情境而言，這樣的溫度與煙濃度變化應該是正常的，因為從 Wet Bench 濕式清洗台的熱釋基準圖與延燒判定標準圖來看，第一台機台燃燒以至於延燃至其他機台的時間約是在 250 秒-300 秒左右，而其他延燃機台的最大熱釋率時間我們也是將其設在約 250 秒-300 秒左右，亦即在大約燃燒時間 550 秒時可達在 Wet Bench 區火場模擬的最大熱釋點，所以在此時間點的前後，不論是溫度或煙濃度的曲線都應該會有較大的斜率變化。

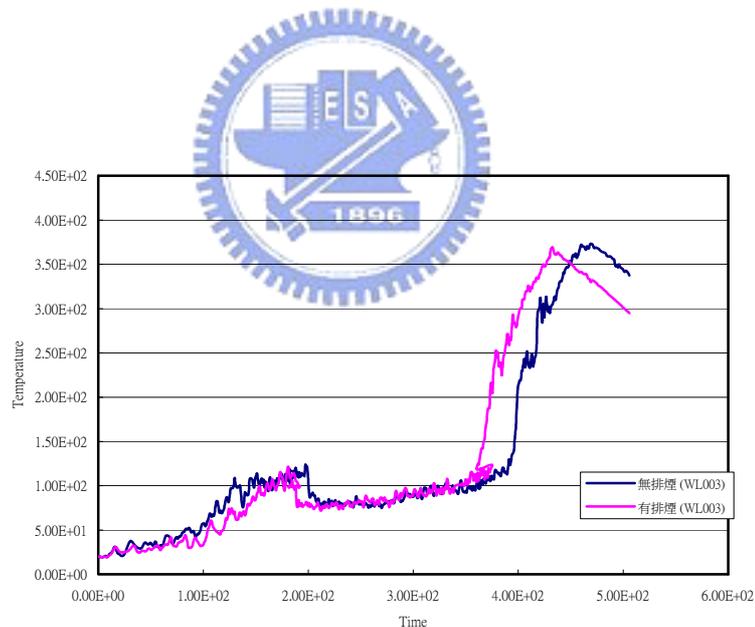


圖 35 WL003 機台溫度變化圖

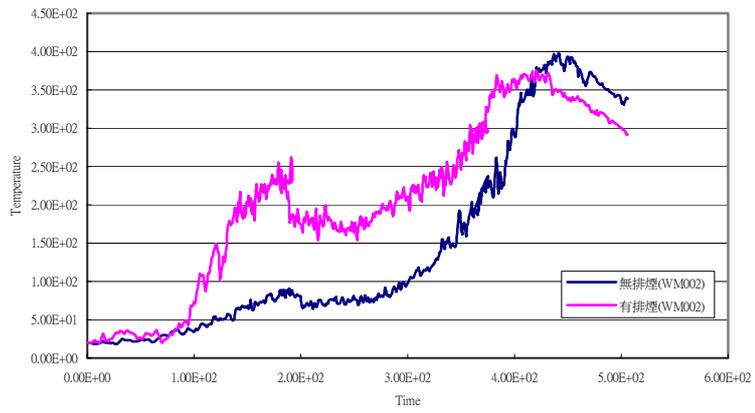


圖 36 WM002 機台溫度變化圖

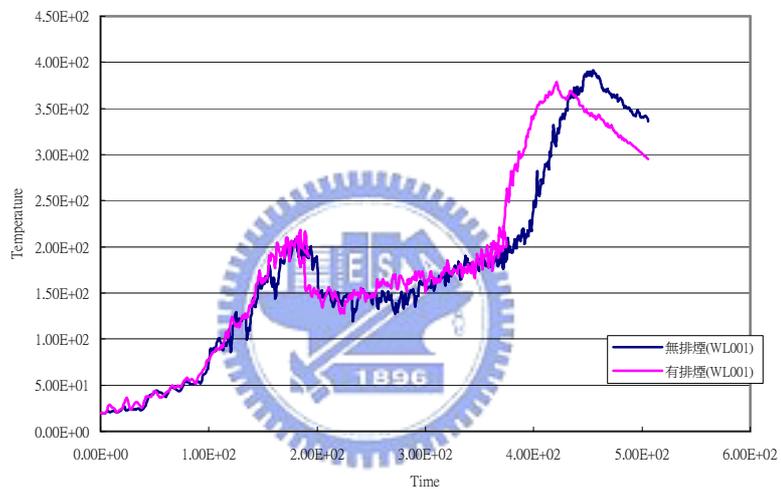


圖 37 WL001 機台溫度變化圖

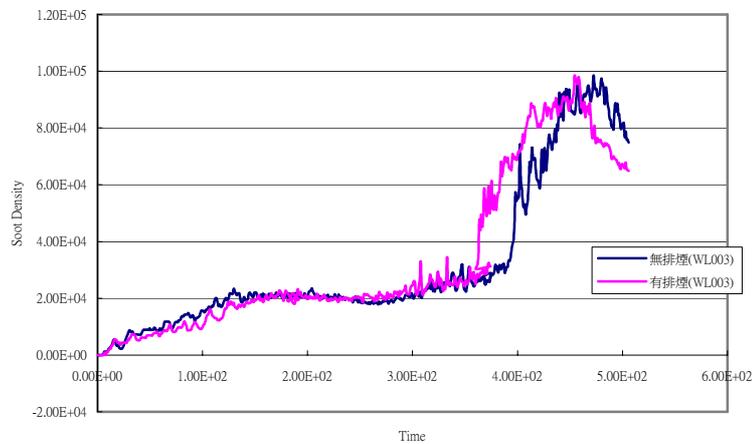


圖 38 WL003 機台煙濃度變化圖

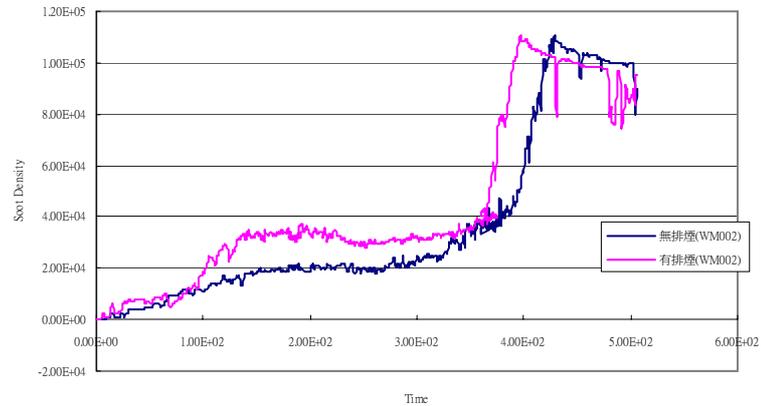


圖 39 WM002 機台煙濃度變化圖

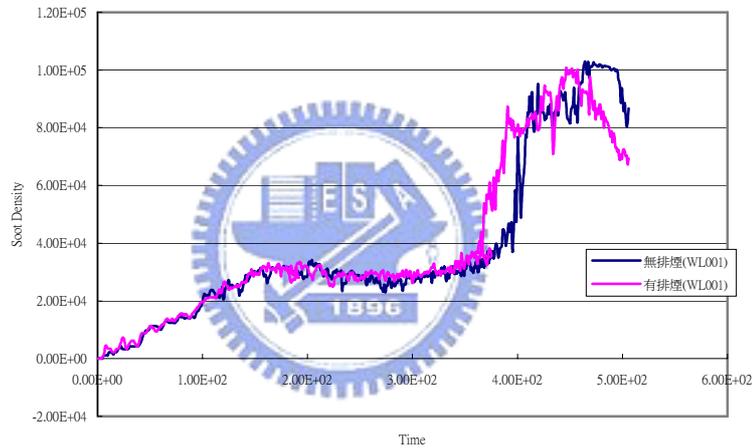


圖 40 WL001 機台煙濃度變化圖

概括看來，WP 棟 Wet Bench 區的排煙設備在 MAU 開與迴風系統開的情況之下，似乎並沒有辦法達到設置排煙設備的預期效果，不但無法有效地降低火場煙濃度，對火場的溫度影響也實屬有限。因此，嘗試在 MAU 與迴風系統都關閉的情況之下，評估排煙設備對整個火場是否會有較佳的影響。

圖 41 - 圖 43 為情境 2 的溫度變化圖，不論是在那一偵測點位置，在 MAU 進氣與迴風系統關閉的情況下，排煙設備的開關與否對火場溫度的變化均沒有太大的影響。而在煙濃度變化方面，有排煙與無排煙的濃度變化在相同的偵測點也是相差無幾。換句話說，排煙設備在 MAU 進氣與迴風系統都關閉的情況下，並無法達到設備設置的預期效果，其原因除了排煙口離設置的火源有一小段距離之外，更重要的因素是由於煙、熱在不須抵抗下吹氣流的情況下，可迅速地蓄積於天花板處，並在短時間內竄升至 Truss 區，此時位在潔淨室天花板處的排煙設備自然無法有效地排出煙熱，而使得所佈設的溫度與煙濃度偵測點所測得的值與無模擬排煙設備時所測得的值差距不大。

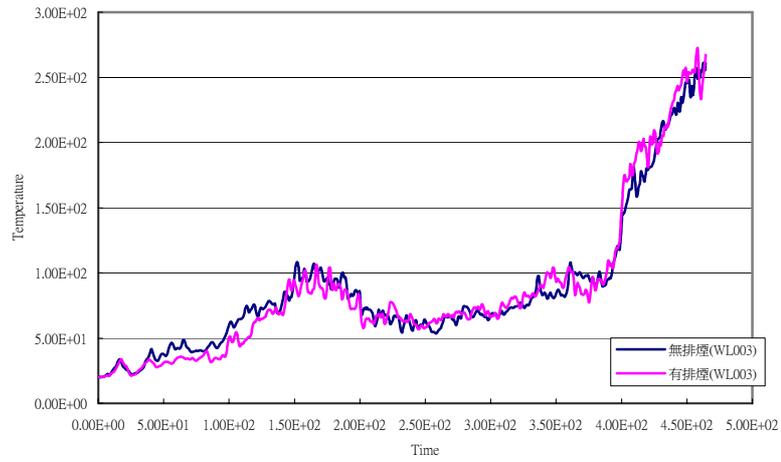


圖 41 WL003 機台溫度變化圖

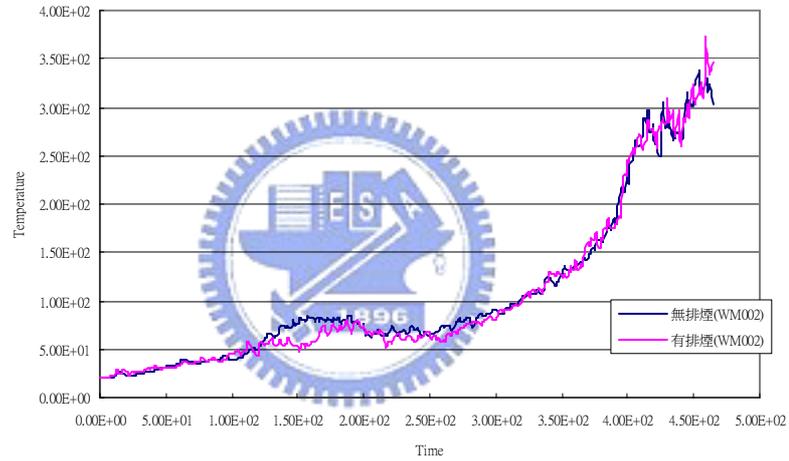


圖 42 WM002 機台溫度變化圖

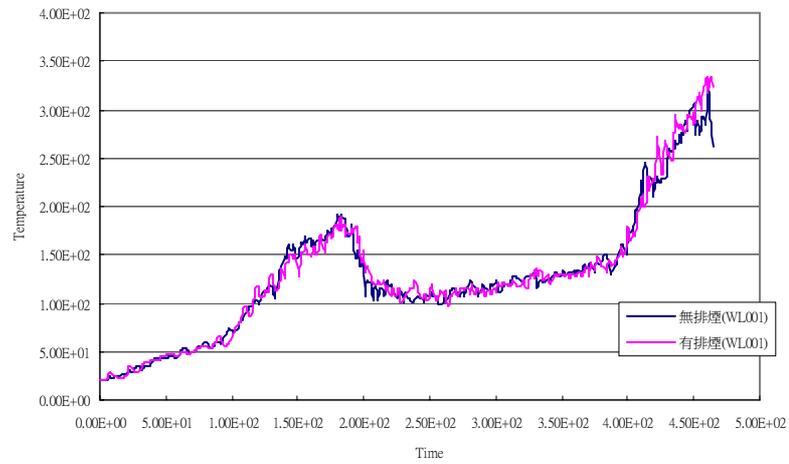


圖 43 WL001 機台溫度變化圖

### 3.3 AT棟潔淨室 Wet Bench 火災模擬

#### 3.3.1 AT棟 WET BENCH 區火場模擬資料分析

AT棟 WET BENCH 區機台設備與 WP棟 WET BENCH 區相同，都是採用易燃性之 PVC 塑膠材料所製成，並具有加熱設備與易燃性液體 IPA，本區與 WP棟 WET BENCH 區不同的地方在於本區的最小防護區劃較 WP棟大上許多，從常理推斷，在溫度的累積上應該會比 WP棟少許多，但同屬高火害之濕式清洗設備還是須加以進行火害檢視。

本區濕式清洗設備的機台規格與條件設定為：長 4m、寬 1.5m、高 3m（如圖 44），單機燃燒總面積約為  $34.5\text{m}^2$ （四個面），風管(Solvent Exhaust)抽氣速率為  $2\sim 3\text{m}^3/\text{Sec}$ ，FFU整體下吹氣流平均風速在  $0.8\text{m}/\text{Sec}\sim 1.2\text{m}/\text{Sec}$ 之間，隔間板防火時效設定為半小時，撒水頭作動溫度設定為  $68^\circ\text{C}$ 、RTI值為 50，撒水頭間距為  $2\text{m}\sim 2.5\text{m}$ 。

December 3, 2007

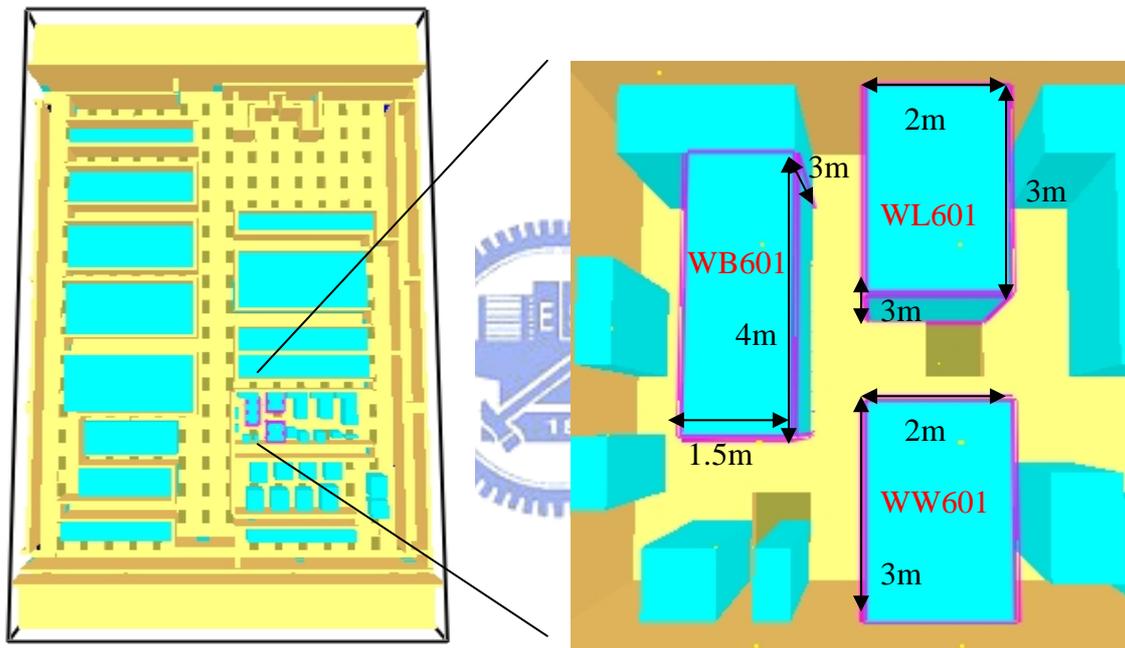


圖 44 濕式清洗設備模擬機台規格

#### 3.3.2 AT棟 WET BENCH 區火場模擬情境設定

前一節將火災的發生歷程分成機台內部與外部火災，唯本節所模擬之機台與前一節相同，故機台內部火災在本節並無再討論的必要，所以本章僅就機台外部火災來進行評估。依據空調操作特性，針對迴風、垂直層流以及撒水相互間之關係，可以設定出四種情境(如表 14.)。

表 14 AT 棟潔淨室情境模擬

燃燒情形	情境編號	垂直層流	撒水	迴風
機台外部燃燒 (機台整體燃燒)	情境 1	✓	✓	✓
	情境 2	✓	×	✓
	情境 3	×	×	×
	情境 4	×	✓	×

### 3.3.3 AT 棟 WET BENCH 區火場模擬熱釋放率設定

由於 AT 棟與 WP 棟 Wet Bench 區的差別僅在於空間區化的大小，與機台位置的設計差別，故沿用 FMRC 所做燃燒試驗之熱釋數值曲線(如圖 4.4.3)來進行火場之模擬。

### 3.3.4 AT 棟 WET BENCH 機台延燒行為判定

本次 AT 棟潔淨室之模擬，為編號 WB601 之機台，相鄰之機台為 WW601 及 WL601，在機台左側有區劃隔間，右側則無，屬半開放空間。模擬顯示這種空間開放的特性使得煙熱較不致於過度集中，因此火場最高溫度比 WP 棟模擬結果來得低(以火源上方為例，如圖 45)。因此，在機台延燒的機率上或許有減少的可能。經由實際之模擬顯示(如圖 46)，鄰近機台還是有機會在火災發生後約 5 分鐘內造成延燒，究其原因可能是由於機台延燒的判別是以機台單位面積所接受到的熱量為依據，所以在近距離處之機台基本上與 WP 棟的模擬結果應該會相同，即延燒的時間大約都是會發生在單機燃燒到達最大熱釋率左右的時間(280 ~ 300sec)。

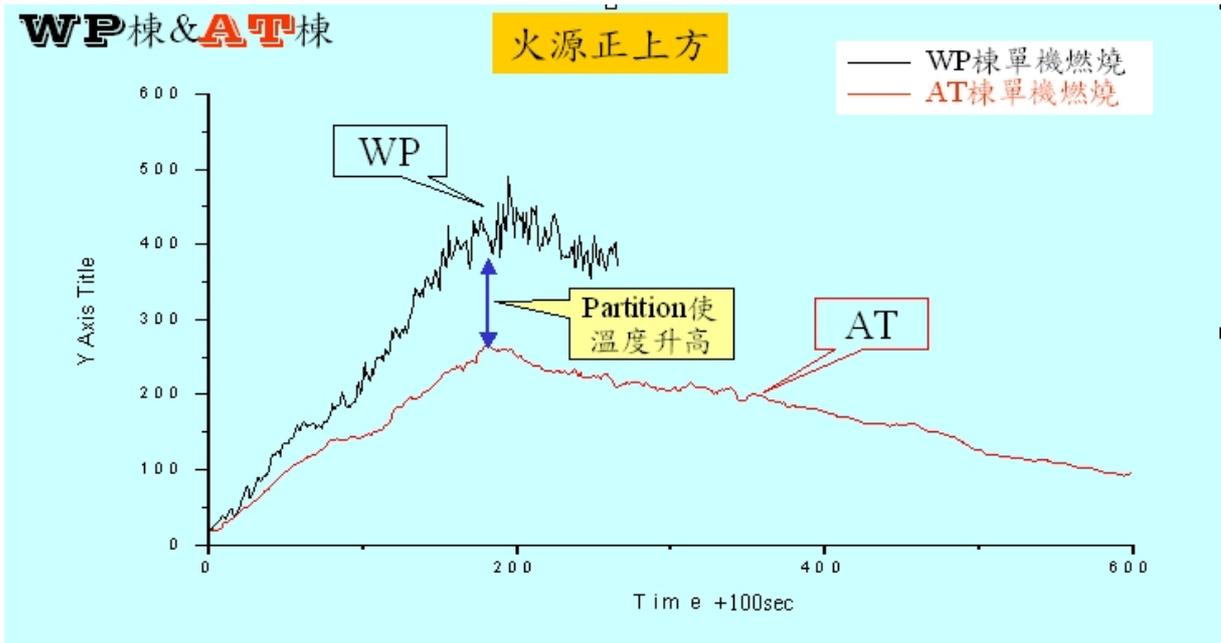


圖 45 AT 棟與 WP 棟模擬燃燒溫度比較圖(一)

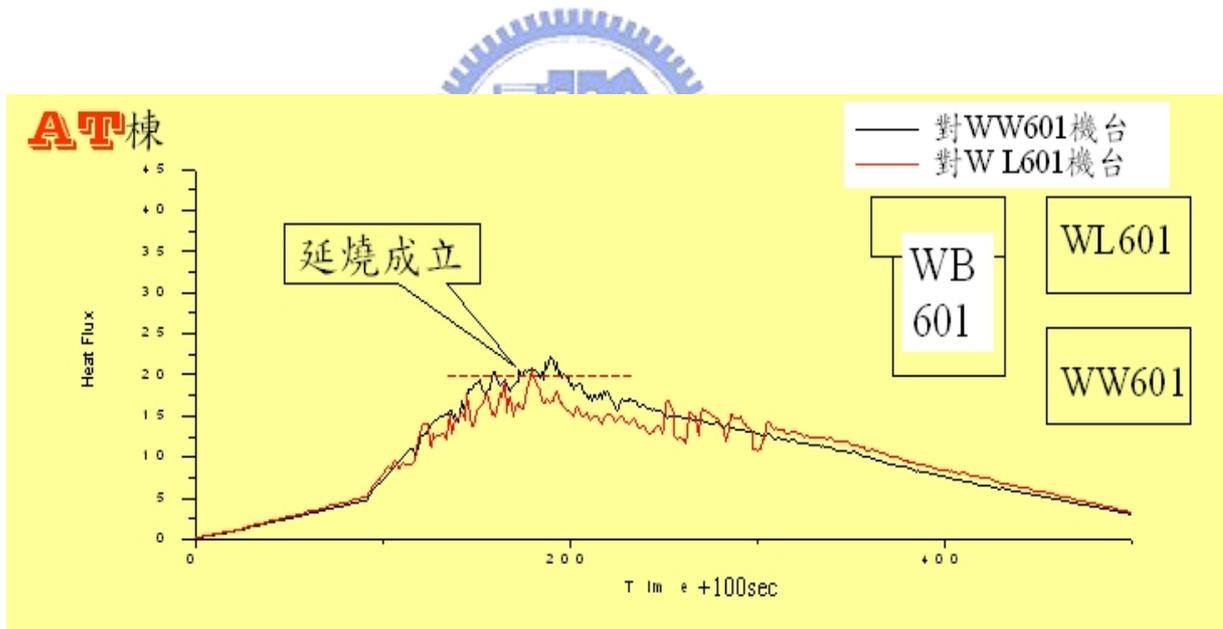


圖 46 AT 棟與 WP 棟模擬燃燒溫度比較圖(二)

### 3.3.5 火場溫度分析

在前節的溫度比較中，可以發現 WP 棟在火源正上方的火場溫度高於 AT 棟甚多，最高溫度相差約有 200°C 之距，這是因為 WP 棟的火場最小區劃面積較 AT 棟來的小，

有較多的煙熱會被侷限在隔間板內，所以單就溫度而言，WP 棟的危害是較 AT 棟來的高的。

雖然 AT 棟火場的溫度不若 WP 棟高，但從另一方面來看，隨著流場擴散的不單只是熱，煙也會隨之擴散，意味著有較大的煙損，需要投入的人力物力較多，值得注意。圖 47 - 50 為 AT 棟在迴風開撤水關的情況下煙粒子在不同時間軸的擴散程度。在圖 47 中，當火災發生後 122.5 秒內(起算時間為機台內部燃燒開始之時)煙層會突破 FFU 進氣系統並進入 Trust 區，而在 FFU 進氣系統持續開啟的情況下，煙粒子又會被 FFU 進氣系統給帶入其他區劃之潔淨室(如圖 48 及圖 49)，最後造成全區域的煙損(如圖 50)。

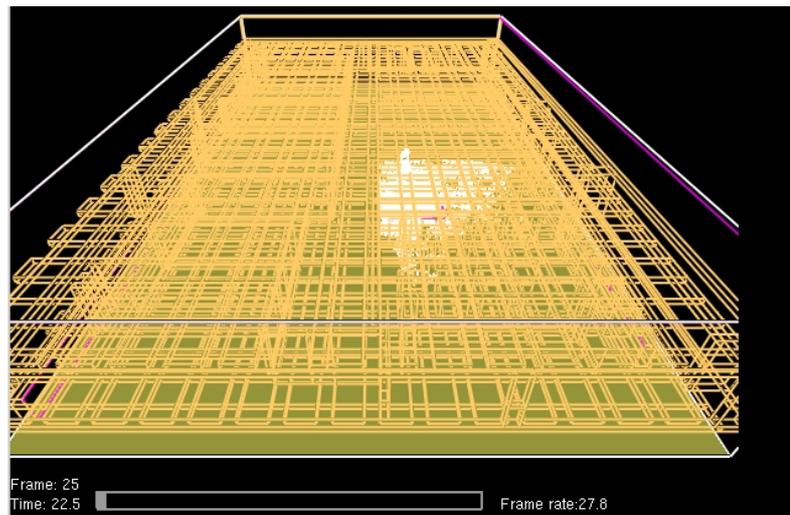


圖 47 火災發生後 122.5 秒煙粒子擴散範圍圖

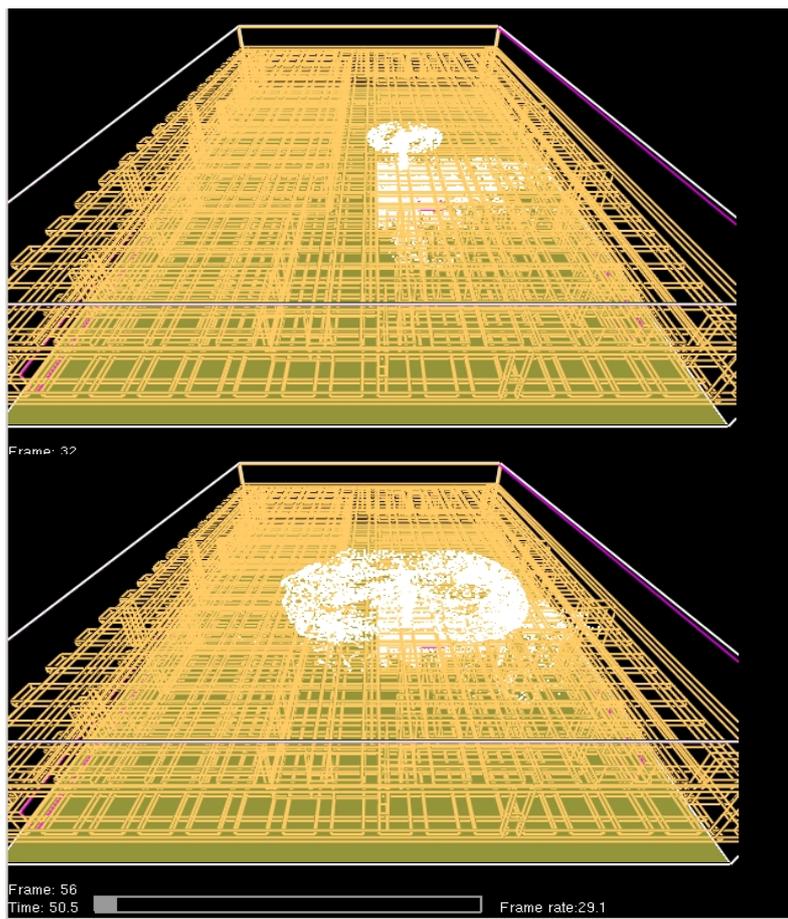


圖 48 火災  
秒煙粒子擴

發生後 128.8  
散範圍圖

圖 49 火災發生後 150.5 秒煙粒子擴散範圍圖

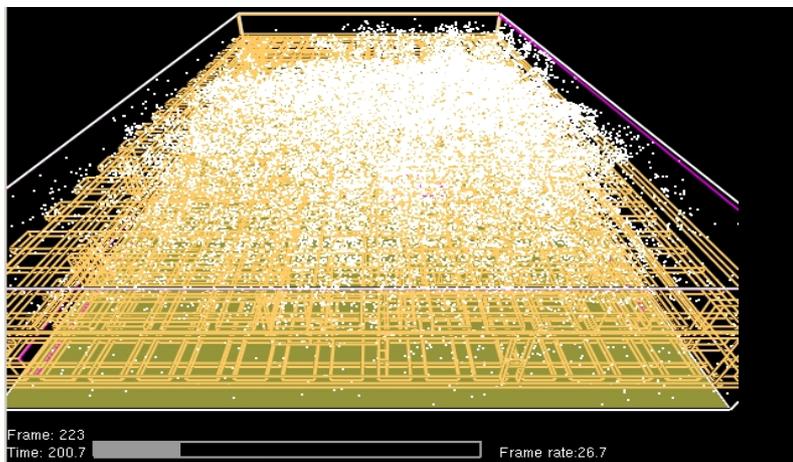


圖 50 火災發生後 200.7 秒煙粒子擴散範圍圖

圖 51 - 圖 53 為 AT 棟在迴風關撤水關的情況下煙粒子在不同時間軸的擴散程度。在圖 51 中，雖然當火災發生後僅 110 秒煙層即突破 FFU 進入 Truss 區，但因為 FFU 進氣系統與迴風系統關閉的關係，所以煙粒子會一直蓄積在 Truss 區，直到整個 Truss 區累積足夠之煙與能量之後，才會再往其他區劃之潔淨室蔓延(如圖 52)，其發生時間大約是在火災發生 250 秒 - 300 秒後，而此時也正達到鄰近機台的延燒時間點附近。所以，一旦 AT 棟 WetBench 區發生了機台火災，則務必在此火災發生後五分鐘內將火勢控制住，否則將造成潔淨室的嚴重煙損(圖 53)。

此外，本區採 FFU 系統之空調架構，意味著在空氣艙中有較多的電氣佈置，一旦火勢向上竄燒，將會使搶救與復原變得更為困難。形成多線作戰，對應變指揮官而言是一大挑戰。所要面對的兩大危害包括火熱與煙害，區域則涵蓋了空氣艙、潔淨室、排氣管路(Exhaust)及廠務供應系統等。

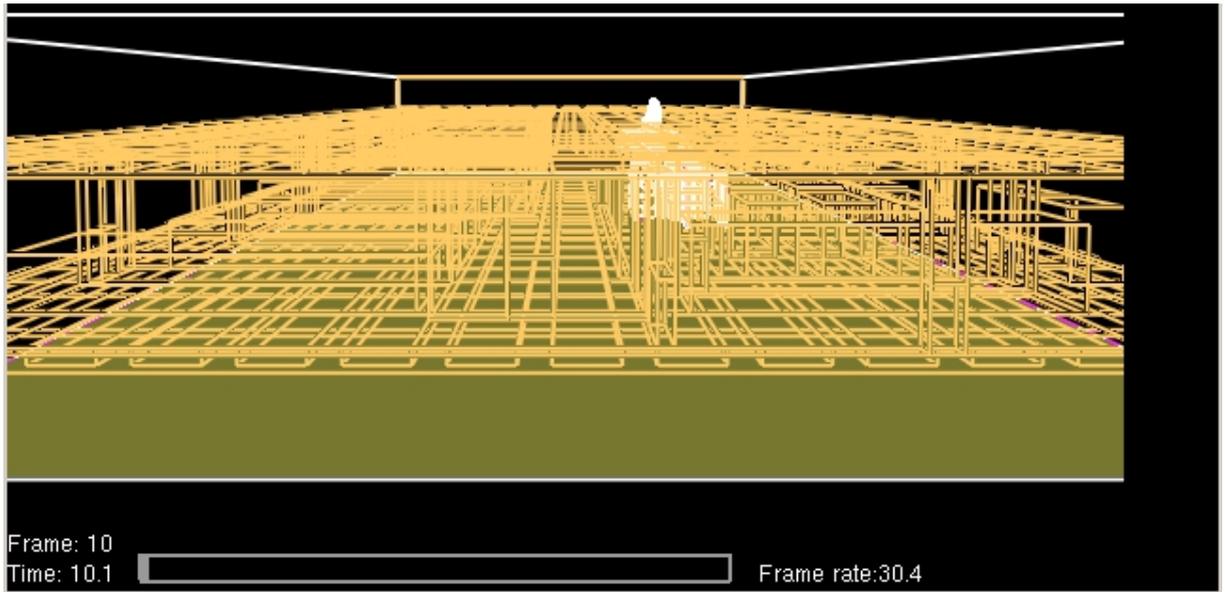


圖 51 火災發生後 110.1 秒煙粒子擴散範圍圖

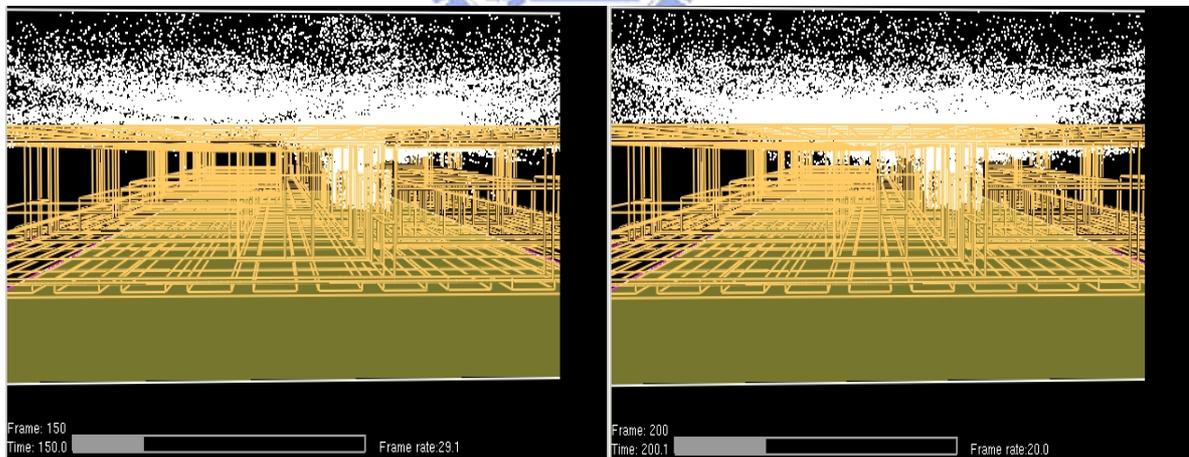


圖 52 火災發生後 250 秒- 300 秒煙粒子擴散範圍圖

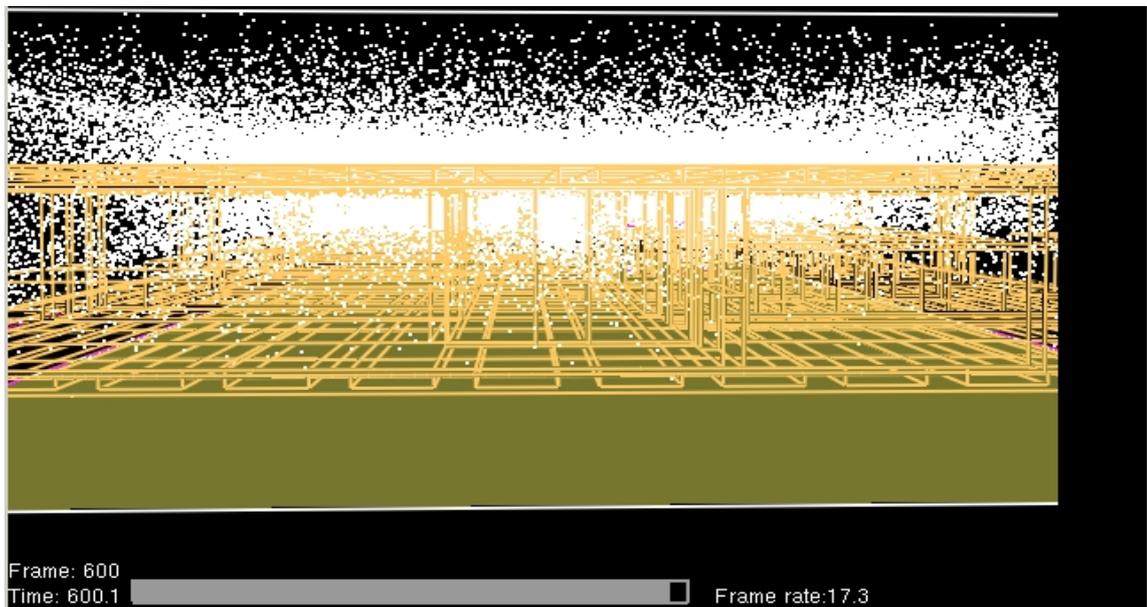


圖 53 火災發生後 700 秒煙粒子擴散範圍圖

### 3.3.6 AT 棟排煙設備效能分析

#### 3.3.6.1 排煙設備位置與條件

同樣地，在AT棟也是須考量到排煙設備對火場的實質影響以及排煙效果，圖 54 為此次AT棟Wet Bench區的排煙口位置示意圖，從廠內圖面來看，此處的排煙口面積較WP棟Wet Bench區之排煙口面積小，開口處僅長寬各一米，面積為  $1\text{M}^2$ ，唯排風量之設定值也是設定為  $450\text{M}^3/\text{Min}$ 。

燃燒機台與排煙口之位置圖

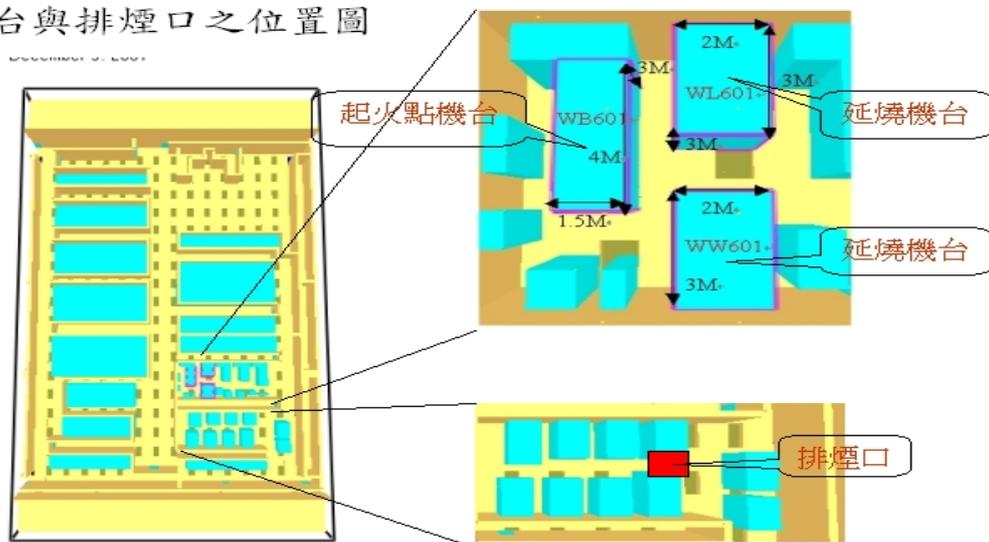


圖 54 排煙口位置圖

3.3.6.2 模擬排煙設備情境設定

火場氣流為影響煙、熱擴散的重要因素，而模擬的區域又是具有垂直層流的潔淨室，對整個火場來說無疑會產生十分紊亂的氣流，與 WP 棟之潔淨室是相同，所以此一部分的情境設定僅以進氣系統的啟動與否來分類(如表 15)

表 15 AT 棟設定情境評估排煙設備有效性

情境編號	MAU 進氣	迴風系統	撒水系統	排煙設備
情境 1	✓	✓	×	✓
情境 2	×	×	×	✓

3.3.6.3 排煙設備有效性分析結果與討論

從 WP 棟 Wet Bench 區之排煙設備有效性分析的經驗，我們可以得知在潔淨室的排煙口如果不是剛好位於起火點的上方，則其排煙效果並不明顯，然而在本區的排煙模擬中，排煙口距離起火點位置卻有一段更遠的距離(如圖 54 所示)，所以，可以預見的是此處的排煙設備對整個火場的影響應該會更小。

圖 55 為 WL001 與 WW001 機台在情境 1 的情況下，排煙開啟與否的溫度變化圖，圖 56 則是介於 WL001 與 WW001 機台間之偵測點所紀錄之煙濃度變化圖，從圖中很明顯的可以發現在進氣系統與迴風系統開的情況下，溫度並不會受到排煙的啟動而將些許的熱帶走，反而會因些許的煙囪效應導致溫度的上升，而在煙濃度方面則可因排煙的啟動而略為減低。

當進氣系統與迴風系統關閉，其溫度與煙濃度的表現如圖 57 及圖 58 所示，與 WP 棟所得的結果是相同的。雖然排煙設備對潔淨室火場的影響並不大，但這是由於情境設定上的結果使然，倘若假設高效能過濾器不會因火災而被破壞的話，則排煙應該會有較佳的效果。

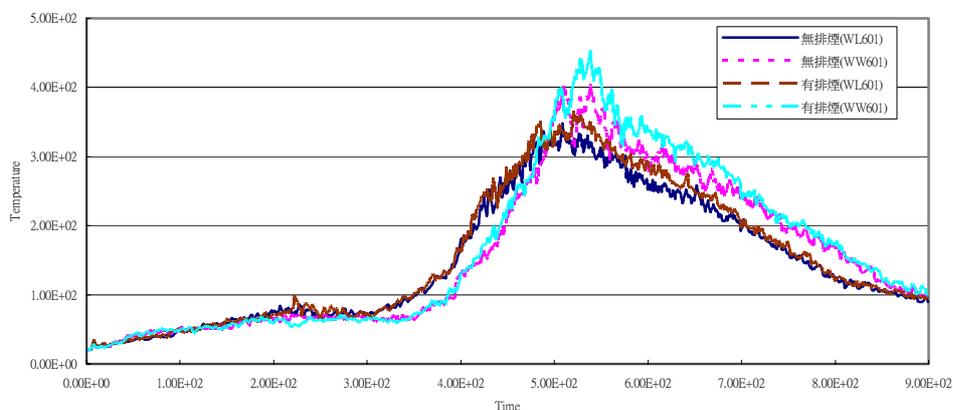


圖 55 情境 1 溫度變化圖

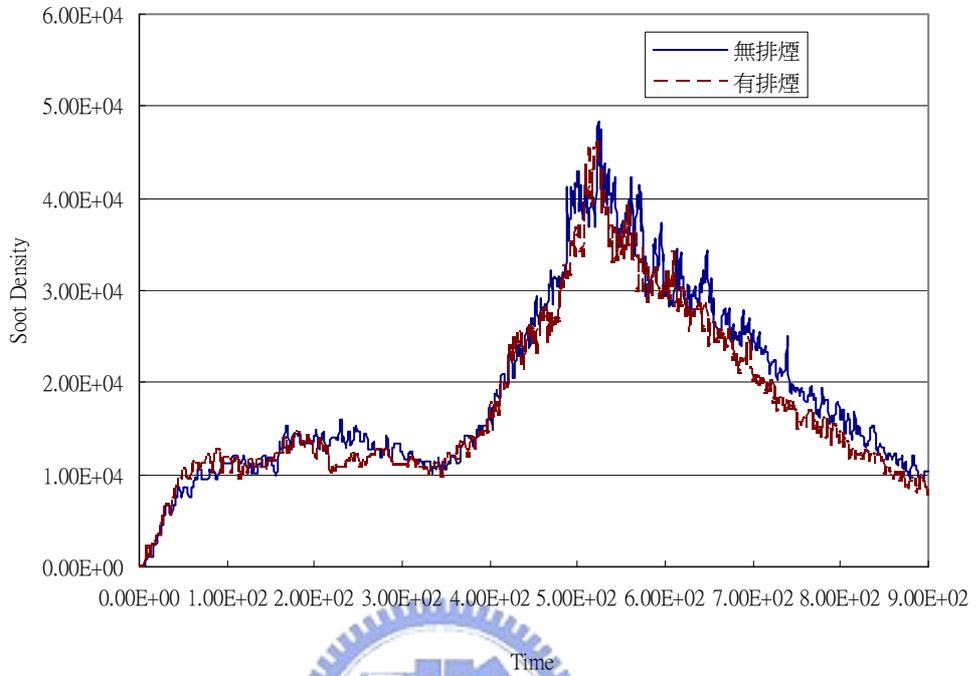


圖 56 情境 1 煙濃度變化圖

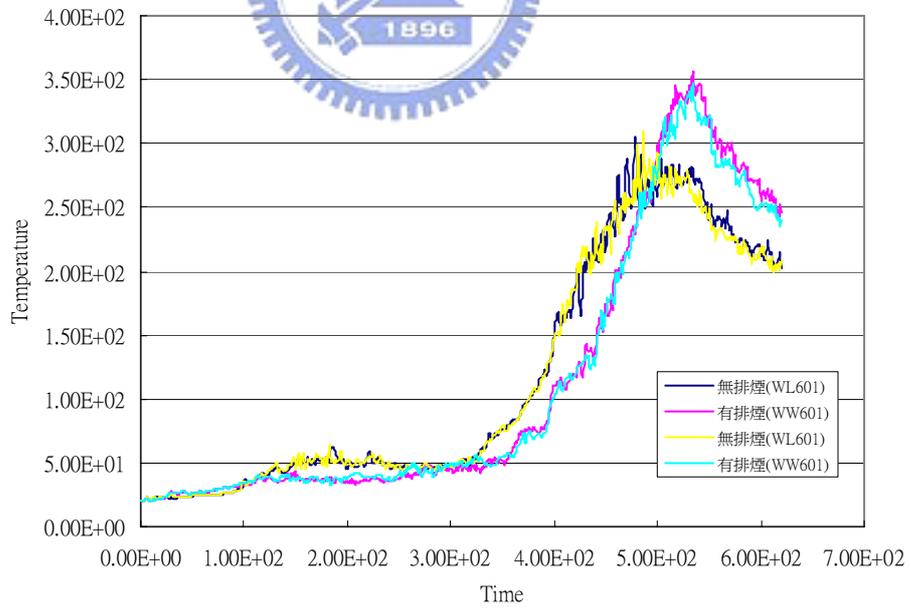


圖 57 情境 2 溫度變化圖

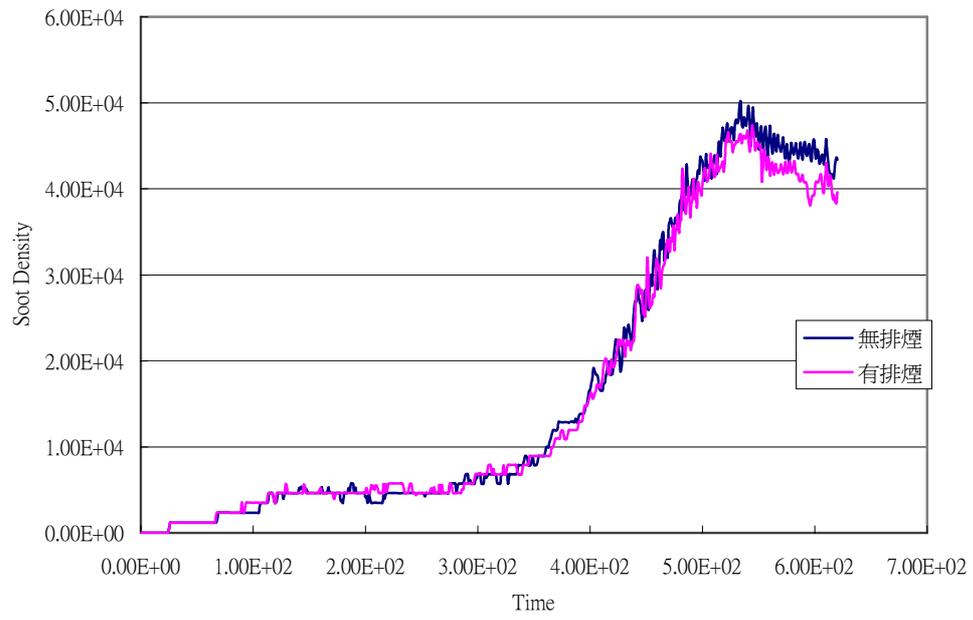


圖 58 情境 2 煙濃度變化圖



### 3.4 WP 棟潔淨室 Wet Bench 區火場模擬結論與建議

#### 3.4.1 機台內部火災

燃燒情形	情境編號	FFU 進氣	CO <sub>2</sub>	Solvent Exhaust
機台內部 燃燒 (僅 IPA 洩漏 燃燒)	情境 1	✓	×	✓
	情境 2	✓	×	×
	情境 3	×	×	×

機台內部 IPA 60 升、燃燒面積 0.25m<sup>2</sup>、熱釋率約 300KW、可維持燃燒 20 分鐘以上在情境 1(FFU 進氣開、Solvent Exhaust 開)的情況下：

	危害度	建議
機台內部火場 溫度概況	機台內部火災約 76 秒左右會燒穿 兩側機殼溫度約可到達 400°C，燒穿之後煙熱隨即 往機台外部擴散	確保 CO <sub>2</sub> 設備滅火 功能
Solvent Exhaust 對火場 的影響	無法有效地降低機台內部溫度 Solvent Exhaust 主管處溫度可達 80°C，形成另一 起火點的機會較 Solvent Exhaust 關大 火勢可能藉由此排氣管路蔓延	使用不可燃材質之 排氣管 ◇將排氣管關閉

在情境 3(FFU 進氣關、Solvent Exhaust 關)的情況下：

	危害度	建議
機台內部火場 溫度概況	機台內部火災約 91 秒左右會燒穿 兩側機殼溫度約可到達 400°C，燒穿之後煙熱隨即 往機台外部擴散	確保 CO <sub>2</sub> 設備滅火 功能
Solvent Exhaust 對火場 的影響	無法有效地降低機台內部溫度 Solvent Exhaust 主管處最高溫度不到 40°C，相對 Solvent Exhaust 開時溫度到達 80°C 而言，形成危害 的機會顯著降低 火勢藉由排氣管路蔓延的機會較小，如果發生則發 生的時間也會較慢(因為煙熱大多蓄積在機台上方)	使用耐燃材質之排 氣管，以爭取更多 的應變時間 ◇將排氣管關閉

### 3.4.2 機台外部火災

燃燒情形	情境編號	垂直層流	撒水	迴風
機台外部燃燒 (機台整體燃燒)	情境 1	✓	✓	✓
	情境 2	✓	×	✓
	情境 3	×	×	×
	情境 4	×	✓	×

機台材質 PVC、內容物 IPA、熱釋率最大值 10MW(約燃燒時間 280 秒時)

在情境 1(迴風系統開、撒水開)的情況下：

	危害度	建議
火場溫度	火場溫度可達 321°C 左右(時間在火災發生後約 280 秒左右)	確認撒水系統作動
濃煙擴散狀況	火場濃煙會於火災發生後約 110 秒-120 秒之間突破空氣濾網進入 Truss 區 濃煙會隨著迴風系統快速地擴散至潔淨室其他區域	由於濃煙擴散速度快速，故應及早決定應變措施 ◇將迴風系統關閉
對鄰近機台的影響	撒水可有效地降低延燒的機會 其可能延燒的時間約為火災發生後 280 - 300 秒	確認撒水系統作動

在情境 4(迴風系統關、撒水開)的情況下：

	危害度	建議
火場溫度	火場溫度可達 314°C 左右(時間在火災發生後約 279 秒左右)	確認撒水系統作動
濃煙擴散狀況	火場濃煙會於火災發生後約 110 秒-120 秒之間突破空氣濾網進入 Truss 區 濃煙會隨著迴風系統快速地擴散至潔淨室其他區域	由於濃煙擴散速度快速，故應及早決定應變措施 ◇將迴風系統關閉
對鄰近機台的影響	撒水可有效地降低延燒的機會 其可能延燒的時間約為火災發生後 280-300 秒	確認撒水系統作動

在情境 2(迴風系統開、撒水關)的情況下：

	危害度	建議
火場溫度	火場溫度可達 527°C 左右(時間在火災發生後約 332 秒左右)	確認撒水系統作動
濃煙擴散狀況	火場濃煙會於火災發生後約 110 秒-120 秒之間突破空氣濾網進入 Truss 區(由於在迴風關的程式設定上是在火災發生後兩分鐘後迴風才關閉,故濃煙突破空氣濾網進入 Truss 區的時間在此處的四個情境設定的情況下應該是相同的) 濃煙會隨著迴風系統快速地擴散至潔淨室其他區域	由於濃煙擴散速度快速,故應及早決定應變措施 ◇將迴風系統關閉
對鄰近機台的影響	迴風開關對延燒並無太大影響 機台在燃燒時間 280-300 秒時可能會延燒	確認撒水系統作動

在情境 3(迴風系統關、撒水關)的情況下：

	危害度	建議
火場溫度	火場溫度可達 425°C 左右(時間在火災發生後約 285 秒左右)	確認撒水系統作動
濃煙擴散狀況	火場濃煙會於火災發生後約 110 秒-120 秒之間突破空氣濾網進入 Truss 區 由於迴風關閉,故濃煙會先蓄積於 Truss 區直到飽和才會慢慢地擴散至其他區域	將迴風系統關閉 可考慮在此處加裝排煙設備
對鄰近機台的影響	迴風開關對延燒並無太大影響 機台在燃燒時間 280-300 秒時可能會延燒	確認撒水系統作動

### 3.5 AT 棟潔淨室 Wet Bench 區火場模擬結論與建議

燃燒情形	情境編號	垂直層流	撒水	迴風
機台外部燃燒 (機台整體燃燒)	情境 1	✓	✓	✓
	情境 2	✓	×	✓
	情境 3	×	×	×
	情境 4	×	✓	×

在情境 1(迴風系統開、撒水開)的情況下：

	危害度	建議
火場溫度	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 火場溫度可達 214°C 左右(時間在火災發生後約 285 秒左右)</li> <li>◆ 由於本區屬於半開放空間，較不易溫度的蓄積，所以測量到的溫度也較 WP 棟低</li> </ul>	◇ 確認撒水系統作動
濃煙擴散狀況	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 火場濃煙會於火災發生後約 125 秒左右突破空氣濾網進入 Truss 區</li> <li>◆ 濃煙會隨著迴風系統快速地擴散至潔淨室其他區域</li> </ul>	◇ 由於濃煙擴散速度快速，故應及早決定應變措施 ◇ 將迴風系統關閉
對鄰近機台的影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 撒水可有效地降低延燒的機會</li> <li>◆ 其可能延燒的時間約為火災發生後 280 - 300 秒</li> </ul>	◇ 確認撒水系統作動

在情境 4(迴風系統關、撒水開)的情況下：

	危害度	建議
火場溫度	◆ 火場溫度可達 212°C 左右(時間在火災發生後約 269 秒左右)	◇ 確認撒水系統作動
濃煙擴散狀況	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 火場濃煙會於火災發生後約 125 秒左右突破空氣濾網進入 Truss 區</li> <li>◆ 濃煙會隨著迴風系統快速地擴散至潔淨室其他區域</li> </ul>	◇ 由於濃煙擴散速度快速，故應及早決定應變措施 ◇ 將迴風系統關閉

對鄰近機台的影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 撒水可有效地降低延燒的機會</li> <li>◆ 其可能延燒的時間約為火災發生後 280-300 秒</li> </ul>	◇ 確認撒水系統作動
----------	--	------------

在情境 2(迴風系統開、撒水關)的情況下：

	危害度	建議
火場溫度	◆ 火場溫度可達 296°C 左右(時間在火災發生後約 282 秒左右)	◇ 確認撒水系統作動
濃煙擴散狀況	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 火場濃煙會於火災發生後約 125 秒左右突破空氣濾網進入 Truss 區</li> <li>◆ 濃煙會隨著迴風系統快速地擴散至潔淨室其他區域</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 由於濃煙擴散速度快速，故應及早決定應變措施</li> <li>◇ 將迴風系統關閉</li> </ul>
對鄰近機台的影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 迴風開關對延燒並無太大影響</li> <li>◆ 機台在燃燒時間 280-300 秒時可能會延燒</li> </ul>	◇ 確認撒水系統作動

在情境 3(迴風系統關、撒水關)的情況下：

	危害度	建議
火場溫度	◆ 火場溫度可達 262°C 左右(時間在火災發生後約 291 秒左右)	◇ 確認撒水系統作動
濃煙擴散狀況	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 火場濃煙會於火災發生後約 125 秒左右突破空氣濾網進入 Truss 區</li> <li>◆ 由於迴風關閉，故濃煙會先蓄積於 Truss 區直到飽和才會慢慢地擴散至其他區域</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 將迴風系統關閉</li> <li>◇ 可考慮在此處加裝排煙設備</li> </ul>
對鄰近機台的影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 迴風開關對延燒並無太大影響</li> <li>◆ 機台在燃燒時間 280-300 秒時可能會延燒</li> </ul>	◇ 確認撒水系統作動

\* 排煙設備在上述任一種情境之下並無法有效地達到有效排煙的效果