



運用消防安全檢查於高科技廠 火災預防成效之研究

報告者：姚慧玲

指導教授：徐啟銘 老師

報告日期：2008/11/05



國立雲林科技大學環境與安全衛生工程學系研究所



運用消防安全檢查於高科技廠 火災預防成效之研究

- 一、前言
- 二、現行消防安全檢修法規
- 三、國內高科技廠火災事件回顧
- 四、高科技廠消防安全防護究
- 五、某廠區消防檢查結果與分析
- 六、結論與建議
- 七、參考文獻

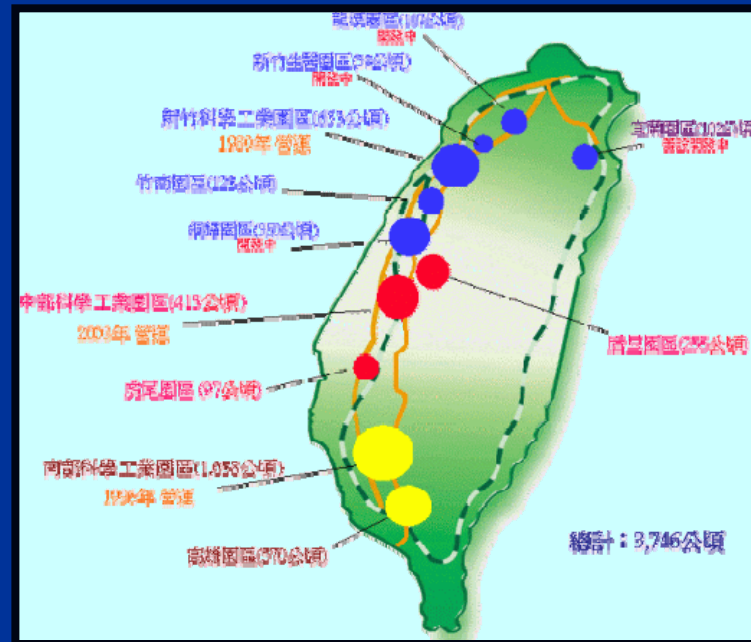


➤ 高科技產業發展沿革

高科技產業界定，源自 1982 年政府訂定策略性工業，配合獎勵投資實行，於 1991 年以促進產業提昇條勵取代獎勵投資條例，經建會依促進產業提昇條例為基礎，在六年國建中訂定十大新興工業，作為國內發展工業的主要政策目標。

➤ 產業類別

- 通訊工業
- 資訊工業
- 消費性電子工業
- 精密器械與自動化工業
- 半導體工業
- 高級材料工業
- 特用化學品與製藥工業
- 航太工業
- 醫療保健工業
- 污染防治工業





➤ 高科技廠房定義

廠房中所生產的產品其高科技技術含量較高，或製程需用較多高科技專業知識或專業技術，而製程中需較多高科技技術或設備，且周邊環境的控制條件亦較高。

➤ 特性

大量使用可燃性、毒性與腐蝕性液體或氣體、空間樓層高大、人員分佈密度小、機台設備遍布、管線複雜佈局、24 hr 連續生產…。

➤ 風險

火災、爆炸、墜落、化學品洩露、游灘輻射…





科學工業園區營業額				
年度	93 年	94 年	95 年	96 年
新竹科學工業園區	10,859.0	9,855.0	11,209.0	11,462.0
中部科學工業園區	0.5	608.9	1,785.2	2,657.3
南部科學工業園區	2,594.3	3,527.9	4,516.1	5,588.7
總額	13,453.8	13,991.2	17,510.3	19,708.0
成長率(%)	32.8	4.3	24.9	12.6

單位：億元

園區近三年核准廠商家數				
年度	竹科	中科	南科	小計
95	422	74	144	640
96	440	83	155	678
97年1到7月	444	90	157	691

資料來源：國科會



科學工業園區管理局組織架構

(竹科有消防隊編制，中科、南科由地方消防局協助救災)

竹科

科學工業園區管理局組織架構

行政院國家科學委員會

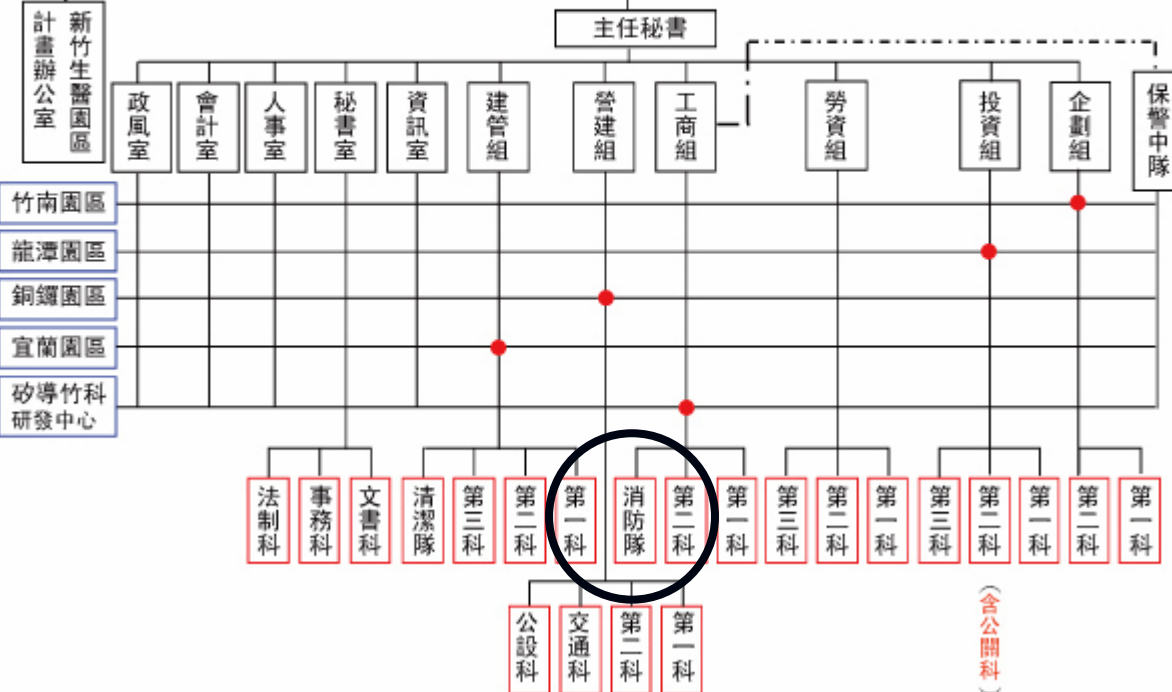
局長

副局長

副局長

主任秘書

..... : 為任務編組
- - - - : 指揮監督關係
● : 協調、聯繫



中科

局長

副局長

副局長

主任秘書



南科

行政院國家科學委員會
南部科學工業園區管理局

局長

副局長

主任秘書





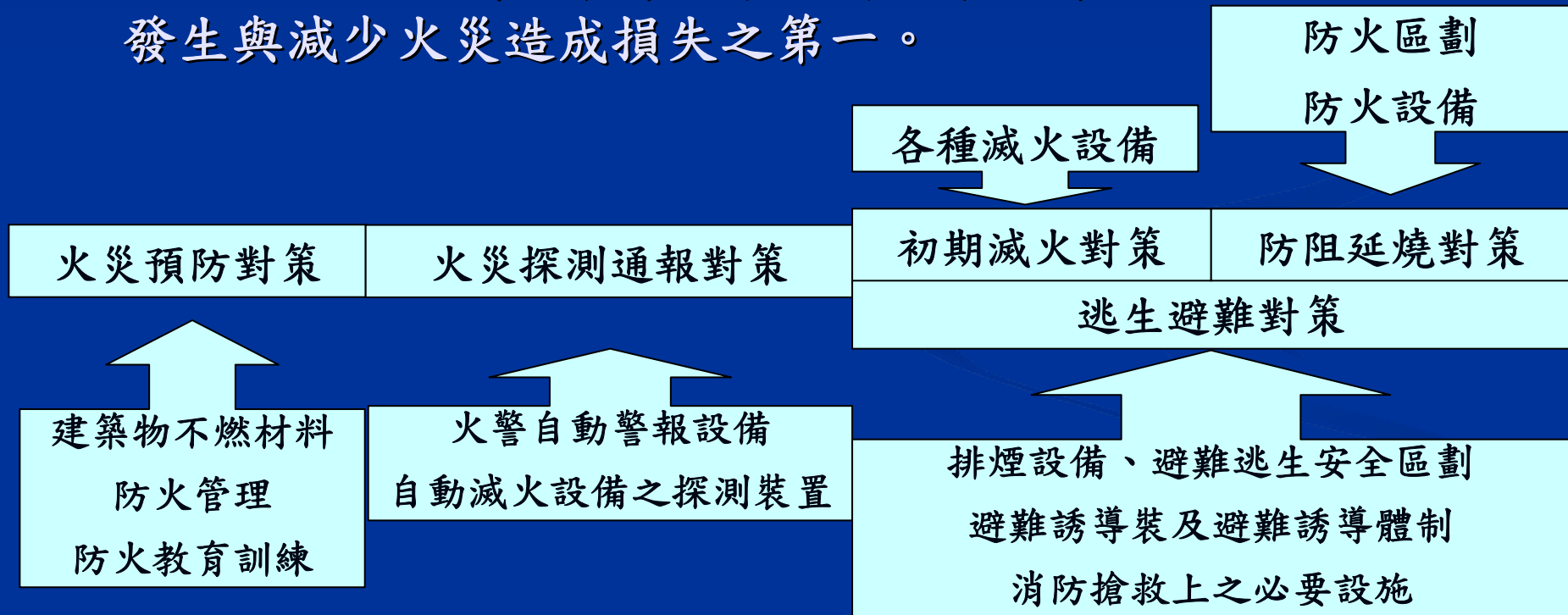
民國 90-96 年國內高科技廠房火災理賠統計

序號	被保險人	出險日期(年.月.日)	出險原因	損失金額(百萬)
1	橡榮電子	90.01.18	不明	50
2	汐止東科	90.05.12	油燈火種引起火警	5,000
3	瀚宇、博德	90.05.31	不明	100
4	仁寶電腦	90.06.28	不明	60
5	華寶通訊	90.06.28	不明	150
6	先豐、頤基科技	91.02.25	不明	800
7	英群電子	91.02.26	電線走火	30
8	同亨科技	91.08.22	不明	77
9	金像電子	91.09.01	機器損壞	730
10	鑫悅實業	91.11.24	不明	131
11	中德電子	91.12.10	機器故障	350
12	欣興電子	92.10.02	不明	450
13	宏業新技	92.10.03	不明	170
14	宏葉科技	92.12.03	—	100
15	益興電子	93.01.10	機器過熱	150
16	米輯科技	93.06.10	機器過熱	15
17	精碟科技	93.08.25	不明	147
18	藍天電腦	93.09.19	電線走火	37
19	東元電機	93.10.15	不明	342
20	力特光電	93.06.11	化學物品起火	300
21	華生科技	93.07.17	製程加熱	1,100
22	日月光	94.05.01	鍋爐過熱引燃管線	830
23	茂迪科技	94.11.23	矽甲烷洩漏火災	不明
24	綠能科技	95.12.17	長晶爐爆炸	不明



消防安全設備檢查與維護之重要性

建築物火災發生時的緊急應變機制，仰賴火災應變硬體設施及火災應變組織；維持建築物消防系統有效性，是防止火災發生與減少火災造成損失之第一。



消防安全計劃體系的角色定位關係圖



二、現行消防安全設備檢修法規 (1/6)

現行國內消防設備檢修申報作業，係依內政部消防署民國八十四年八月修正消防法時參酌美、日等國立法，在消防法第九條明訂應設消防安全設備場所之管理權人應定期委託消防專業技術人員或檢修專業機構檢修所設消防安全設備，檢修結果依限報請當地消防機關備查之規範；並於民國八十六年十二月發布「各類場所消防安全設備檢修及申報作業基準」，希望以消防安全設備檢修預先發現問題，使火災發生時消防安全設備能發揮應有之預警與保護功能。

類別	檢修頻率	申報時間	備註
甲類場所	每半年一次	每年六月三十日及十二月三十一日前申報	每次檢修間隔不得少於五個月
甲類以外場所	每年一次	每年十二月三十一日前申報	每次檢修間隔不得少於十一個月

消防法第三十八條第二項規定，經通知限期改善逾期不改善者，處其管理權人一萬元以上五萬元以下罰鍰；經處罰鍰仍不改善者，得連續處罰。



各類場所消防安全設備檢修及申報流程

檢查類別	檢查基準	申報流程
外觀檢查	<p>取得使用執照或營利事業登記證時，經核定之消防安全設備圖說為主。</p> <p>未依使用執照用途或未申領營利事業登記證之違規使用場所，亦仍應以其實際用途，依現行消防法令標準設置消防安全設備並辦理檢修申報。</p>	
性能檢查		
綜合檢查		



各類場所消防安全設備檢修項目

滅火設備	滅火器、消防砂、室內消防栓設備、室外消防栓設備、自動撒水設備、水霧滅火設備、泡沫滅火設備、二氧化碳滅火設備、乾粉滅火設備。
警報設備	火警自動警報設備、手動報警設備、緊急廣播設備、瓦斯漏氣火警自動警報設備。
避難設備	標示設備：出口標示燈、避難方向指示燈、避難指標。 避難器具：指滑台、避難梯、避難橋、救助袋、緩降機、避難索、滑杆及其他避難器具。 緊急照明設備。
消防搶救上之必要設備	連結送水管、消防專用蓄水池。 排煙設備(緊急昇降機間、特別安全梯間排煙設備、室內排煙設備)。 緊急電源插座、無線電通信轉助設備。
其他	經中央消防主管機關認定之消防安全設備



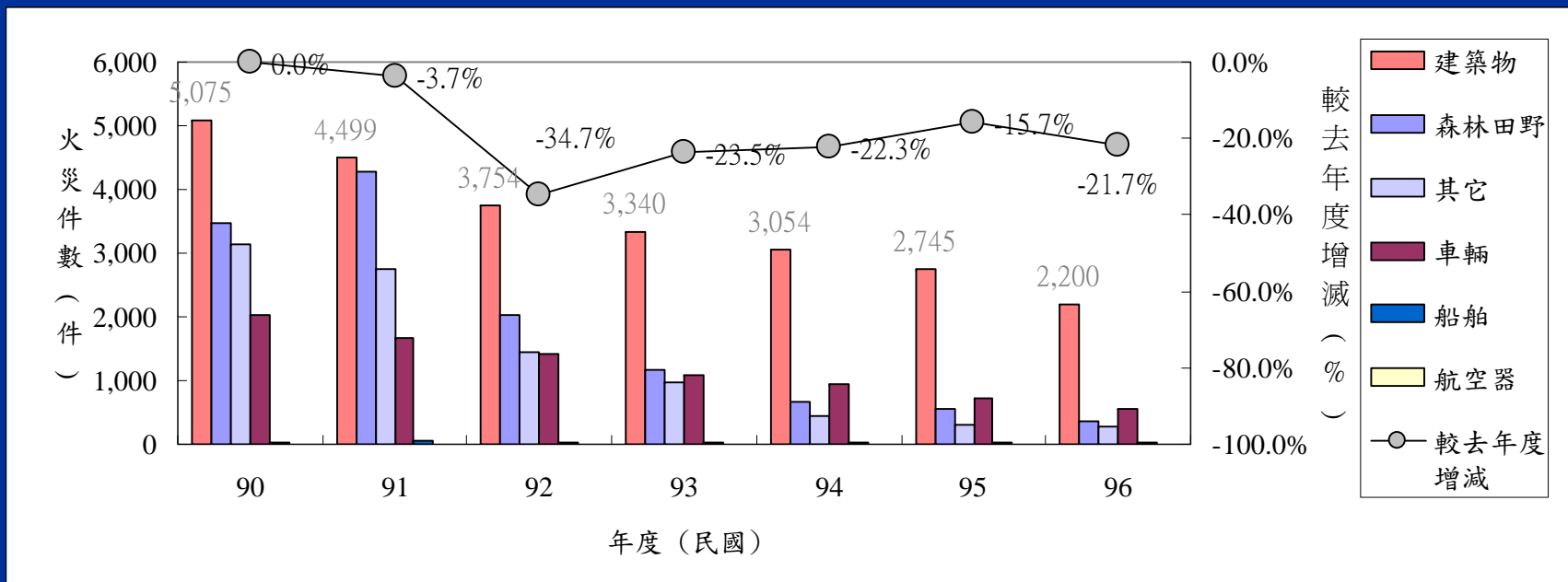
民國 90-96 年檢修申報統計

類別 年度	甲類場所 應申報家數	甲類場所 已申報家數	甲類場所 申報率 (%)	甲類以外場所 應申報家數	甲類以外場所 已申報家數	甲類以外場所 申報率 (%)
90	24,254	20,178	83.20	72,429	53,340	73.60
91	27,824	22,043	78.20	79,643	57,087	71.70
92	28,346	24,767	87.40	80,751	69,663	86.30
93	28,525	25,131	88.10	83,274	72,199	86.70
94	30,797	26,187	85.00	94,012	74,337	79.10
95	30,782	27,854	90.50	94,524	81,952	86.70
96	29,058	27,096	93.20	97,524	86,757	89.00



民國 90-96 年各類火災發生統計

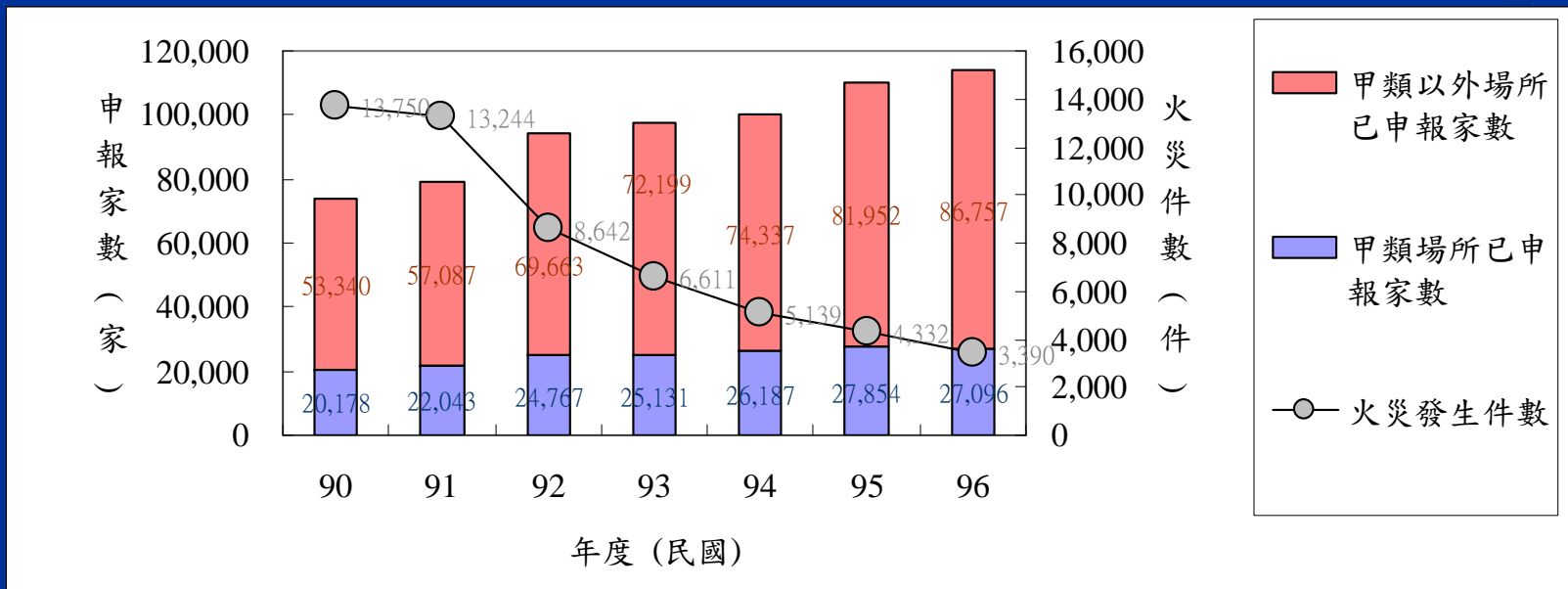
依內政部消防署資料統計顯示，火災發生件數呈現逐年下降趨勢，如下圖所示。





民國 90-96 年檢修申報與火災發生趨勢

以火災發生件數與檢修申報數據並列比較，火災發生件數逐年遞減，而檢修申報卻呈現逐年增加趨勢。





➤ 案例一：東方科學園區大樓火災

1.過程描述：台北汐止東方科學園區 26 層鋼骨大樓，屬營業、住宅、工廠...等複合用途之大型高樓層建築物，該棟建築物於民國 90 年 05 月 12 日發生火災。火災起因為三樓住宅用火不慎引起火災，大量高溫濃煙經由管道間流竄，造成二次燃燒並向上蔓延；因該棟建築物消防泵浦故障，故火災發生時建築物自動撒水設備無法發揮功能，且建築物高度超出雲梯車救援能力，致火災延燒了 43 小時。

2.改善對策：落實建築物公共安全與消防設備整檢修、申報與改善，並加強內部人員之防災應變能力





➤ 案例二：中壢日月光半導體火災

1. 過程描述：桃園中壢工業區日月光半導體廠房，於民國 94 年 05 月 01 日發生火災，造成新台幣 100 億元以上損失。火災起因疑似為一樓鍋爐不正常進水，造成鍋爐內部燃燒不完全形成過熱，而引燃鍋爐上方管線，並經管線及通道向其它空間擴大燃燒，由一樓竄燒至整棟樓，延燒近 6 小時，火勢才能得以控制。

2. 改善對策：加熱設備應有完善之超溫與洩漏自動關閉之設備，並落實各區劃間防火填塞、防火閘門等設施。





高科技廠之消防防護，係依據我國消防法「各類場所消防安全設備設置標準」、美國國家防火協會 (National Fire Protection Association, NFPA) 之 NFPA 318 與美國工廠互保協會 (Factory Mutual Engineering and Research) 之 FM 7-7 等規範來設置消防防護系統。

各家高科技廠之設置選擇及防護程度上見解略有所不同，但大部份業者於建造高科技廠時仍會以優於法令標準及符合保險公司、再保公司之要求以設計與規劃消防防護系統。



(一)滅火系統

1.滅火器、消防栓

滅火器與消防栓設置以人員可輕易取得數量及距離為規劃；針對較危險區域，增設 100 磅輪架式大型滅火器。

2.自動撒水設備

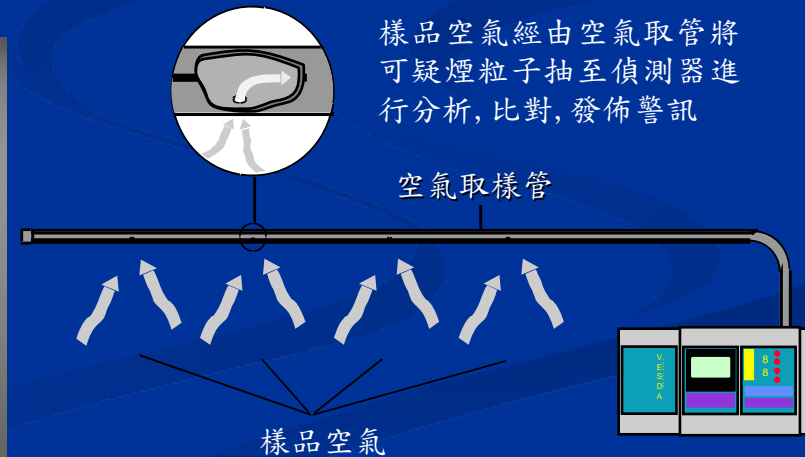
依據 NFPA 318 「無塵室的防護標準」規定無塵室應設置密閉濕式自動撒水設備，消防水源符合泵浦運轉 90 分鐘撒水量且撒水效能於 278.8 m^2 放射區域應達 8.15 l/min-m^2 撒水密度量，位下風處者另採用合格快速反應撒水頭。使用水系統滅火設備會造成環境的污染及機台設備水損，針對貴重機台、精密儀器、電腦等設備，另會使用 CO_2 、海龍替代品等氣體滅火系統。



(二) 警報與偵測系統

警報動作時應連動至 24 小時有人值勤之受信機並與地區及生產警鈴連結。

高科技廠於重要生產區域增設極早期煙霧探測系統 (Very Early Smoke Detector Action, VESDA) 以協助或監控火災是否發生，以達到及早發現火災發生之功能或降低火災發生之機率，並於火災初期及時控制成效。



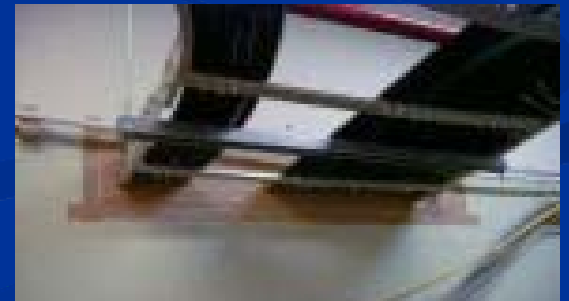


(三) 防火區域

高科技廠房無塵室隔間，是採用經過認證且具有防火時效之耐燃材料構築；為了避免火災發生時煙流迅速擴散造成煙損，往往以防煙垂壁或防煙隔間方式，以單一防煙區劃面積 500 m^2 以下為參考基準作防煙區劃分界阻絕。

避免防火牆遭管線貫穿原來之防火區區劃，開口處尚須佐以防火填塞加以保護。

無塵室配合製程或隔間作變更時，應須注意防火區域是否因此遭到破壞，而喪失應有之防火功效。





(四) 廢氣排放設備

高科技廠製程使用含酸、鹼、腐蝕性氣體，故廢氣處理系統所使用管線材質必須具耐酸、鹼、抗蝕性，甚至耐高溫及防火性。

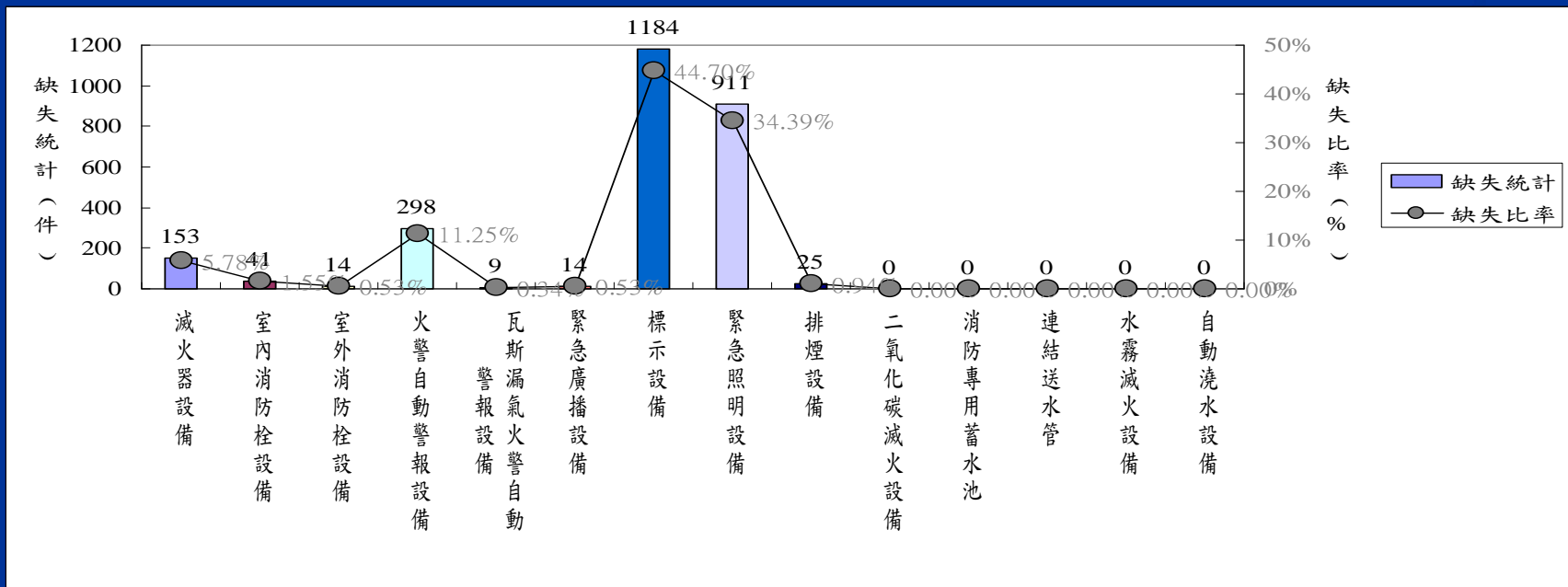
半導體產業一般所使用的製程排氣管路材質種類

廢氣種類	廢氣成份	廢氣處理方法及設備	風管材質
酸性氣體	H_2SO_4 , HCl, HNO, H_3PO_4 , HF, Cl_2 , BOE, H_2O_2 , M_1 , M_2	Acid Scrubber	SUS316 + Coating
毒性氣體	NH_3 , SiH_4 , NF_3 , HBr, CH_3F , SF_6 , C_4H_8 , CHF_3 , SiH_2HC_{12} , BCl_3 , ClF_3 , WF_6 , $POCl_3$, PH_3 , AsH_3 , B_2H_6 , BF_3	Local Scrubber	SUS316 + Coating
鹼性氣體	NH_4OH	Ammonia Scrubber	SUS316 + Coating
有機氣體	Thinner1,2, DEV1,2 ACT 690, IPA, NMP	Act 690 Condenser + 沸石濃縮轉輪	SUS304
熱氣、空氣	Hot gas, Air	General Fan	鍍鋅螺旋風管



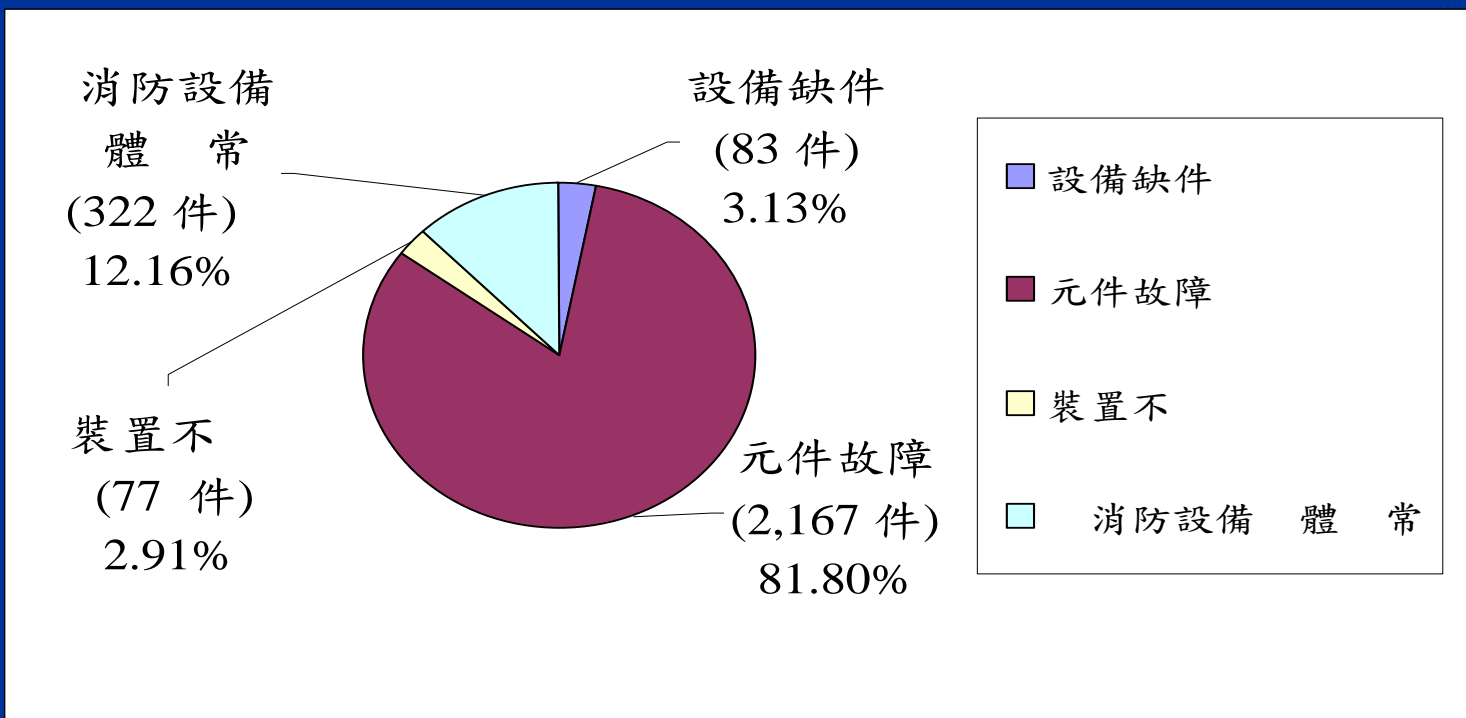
五、消防檢查結果與分析 (1/4)

從某高科技廠台中廠區消防安全設備檢修記錄為統計分析研究依據，依檢修缺失統計共 2,649 件缺失，前三位分別為標示設備 1,184 件占 44.74%、緊急照明設備 911 件占 34.39%、火警自動警報設備 298 件占 11.25%，累計缺失比率達90.38%。





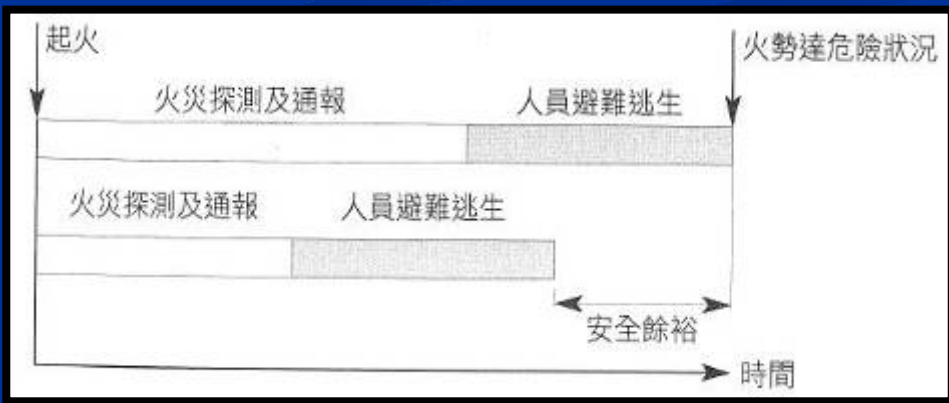
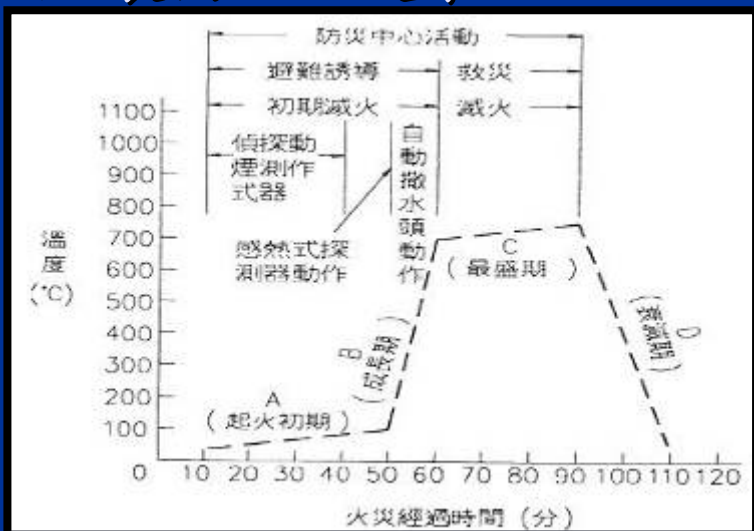
缺失統計數據顯示，元件故障 計2,167 件占 81.80%、設備缺件 83 件占 3.13%、裝置不 77 件占 2.91%、；由累計結果得知，屬於消防設備 體故障者 占 2,327 件，比率累計已達 87.84%。





五、消防檢查結果與分析 (3/4)

此次消防安全設備檢修尚查 到火警自動警報設備 25 處訊號未回、探測器 134 故障，出口標示燈與避難方向指示燈故障 1,012 且 14 處方向指示，瓦斯漏氣火警自動警報設備回路故障 9 件，緊急廣播分層 動一樓層不，25 處防煙垂壁被破壞防煙區劃。



火災成長與安全設備 用

探測通報時間與人員安全逃生關係圖



動一 防災對策之火車頭

(火警自動警報設備)

火災參數(煙、熱、光、輻射)

人員 認火警

探測器 應(偵煙、偵熱、偵輻射)

火警發信機發信

火災數達到探測器設定值

受信總機

1. 地區 動
2. 標示燈 (時 、火警時)
3. 人員開 避難
4. 啟動緊急廣播設備
5. 啟動自動撒水設備
6. 啟動消防、排煙設備



(一) 增加消防設備 檢與 核頻率

1. 符合法令要求每年經合格專業機構檢查規定外，應另 訂消防安全設備 檢計劃並執行檢測，以 廠區消防安全設備 。
2. 啟動廠區 核單位 檢機制，將日常顯見缺失預先報請修 ，使 正火災發生時消防安全設備能發揮應有功能。
3. 消防設備系統回路 常問題， 可 由消防設備 檢發現，亦可委請設備廠商於系統維護保 時查 常並解 。



(二) 控廠區生產變更

1. 由於該廠區產線持續擴充，權責單位於生產機台變更增設時應報請廠務及環安部門現勘，針對變動區域的消防安全及人員疏散動線重新規劃，避免因變更致原有之消防設計。

2. 現場執行各項工程，權責單位應於完工對施工區域作安全檢查，發現到因工程需求而需新增消防設備或防火區劃者，應於工程結尾完成現場安全檢查。



(三) 人員教 與訓練

1. 教導從業人員，消防安全設備周遭不應 放生產
機具將之阻 或 ；屬於部門的消防安全設備
產， 時應有專員維護保 並注意有無被人 位或
遭人取用導致 失、缺件 發生。
2. 使員工 解作業現場的危 因 並學 基 的消
防安全知識，對於緊急事故發生時應會正 作消
防安全設備、應變通報及 散 結至指定地 。
3. 針對廠區緊急應變人員，每年應 辦一次大型
練，並不定期廣播 結及實施回訓溫 消防安全設
備與緊急應變器材的使用。



(四) 其它預防火災發生機制

1. 由公司廠區間或其它同業 廠等消防設備 常或 實案例分 ，以預作檢查防範事故重複發生可能性。
2. 運用 外線測溫儀器，定期量測會發生高溫熱源的設備，針對產生 常高溫者重新檢 並列案持續 。

使用 外線熱像儀檢測案例



外線熱像儀

檢測機台	STK-62_HP-1	檢測部位	右下白色電線	
檢測結果	<input type="checkbox"/> 立即改善 <input checked="" type="checkbox"/> 定期改善 <input type="checkbox"/> 注意			
				
熱像圖 F030		可見光圖 F030		
Result Table				
ITEM	TYPE	AVG TEMP	MAX TEMP	DiffMax
R Whole Image	Image	35.2	84.8	49.6
R01	Area	47.1	84.8	49.6
檢測結果說明		改善建議		
1. PVC、RB 絕緣電線容許溫度為 60℃。耐熱 PVC、PE、SBR 容許溫度為 75℃。交連 PE 電線容許溫度為 90℃。		線路溫升異常，檢查負載量，若負載為常態，電流超過電線絕緣之容許值，應更換適當線徑電線。		
2. 可能原因為電流計算設計不良、負荷過大、線路絕緣不良等。一般經驗 PVC 材質超過 60℃ 有軟化現象，約 80~90℃ 時外觀會變色，120℃ 以上時會產生熔解現象，150~180℃ 以上即可能起火。				
負責人		改善日期		
改善結果				



- (1)行政 國家科學委員會 ， <http://web1.nsc.gov.tw> 。
- (2)內政部消防署 ， <http://www.nfa.gov.tw> 。
- (3)內政部消防署，「2008 消防 」，2008。
- (4) ，「消防月 」，2007。
- (5)行政 災 防救委員會，「公共安全管理 — 科技廠房安全管理」，2004。
- (6) ，「高科技廠房建築物防火安全 與風險改善之研究」，2008。
- (7)美國國家防火協會，NFPA 318，Standard for Protection of Cleanrooms，NFPA 2000 Edition。
- (8) ，「半導廠增設極早期煙霧偵測系統對緊急應變之 」，2007。
- (9)林 國，「TFT-LCD 高科技廠房火災損 防阻對策之研究」，2006。
- (10) 、周 法、 動、 榮 ，「 室通風與排氣管路之防護」，2003。



報完

Thank You for Your Attention !