

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

碩 士 論 文

高科技廠房先進救災設備配合緊急 應變程序之研究

A Study on Advanced Rescue Equipments of High
Technical Industry involve in Emergency Response
Procedure

研 究 生：洪 傳 譜

指 導 教 授：陳 俊 勳 教 授

中 華 民 國 九 十 四 年 七 月

高科技廠房先進救災設備配合緊急應變程序之研究
A Study on Advanced Rescue Equipments of High Technical
Industry involve in Emergency Response Procedure

研究生：洪傳譜 Student：Chuan-Pu Hung
指導教授：陳俊勳 Advisor：Chiun-Hsun Chen

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程



Submitted to Degree Program of Industrial Safety and Risk Management
College of Engineering
National Chiao Tung University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master of Science
in
Industrial Safety and Risk Management
July 2005
Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 九十四 年 七 月

高科技廠房先進救災設備配合緊急應變程序之研究

學生：洪傳譜

指導教授：陳俊勳

國立交通大學工學院產業安全與防災碩士班

摘 要

本論文研製之目的主要針對高科技廠先進救災設備配合緊急應變程序之研究。一般論及救災設備，主要以政府之消防單位為主。然而高科技廠成長速度快過救災單位，且更多新的化學物質與製程被使用或創造出來，使得高科技廠救災風險相對增加。在高科技廠投資成本屢創新高之際，對於安全亦愈加重視，更期望於災害發生時能以最快之速度控制災情。

本研究首先探討高科技廠自我救災能力，了解其災害原因、安全與防護、緊急變應組織與運作概況。其次探討高科技廠先進救災設備，研究其用途、效益與特性，分為火災搶救設備、氣化災處理設備、個人防護裝備等。為提升高科技廠消防戰力，規劃適合高科技廠救災之高效能化學消防車，包括高低壓幫浦滅火系統、泡沫系統、救災輔助系統、搭載之附屬裝備等。然後，以高科技廠較常發生之災害，主要為火災、氣體與液體化學物質洩漏，討論先進救災設備選用與配置，擬定緊急應變程序配合方案，將高科技廠先進救災設備融入其中，並探討對緊急應變程序產生之變化。

最後，以業界實務經驗，提出改善指導方針，全面提昇緊急應變訓練、改善救災方式與救災設備，供強化高科技廠緊急應變能力之參考，並希望能提升高科技廠房救災水準。

A Study on Advanced Rescue Equipments of High Technical Industry involve
in Emergency Response Procedure

student : C P Hung

Professor : Dr. Chiun-Hsun Chen

Submitted to Degree Program of Industrial Safety and Risk Management
College of Engineering
National Chiao Tung University

ABSTRACT

The purpose of the thesis is to study the advanced rescue equipments of high technical industry involve in emergency response procedure. Generally, the major rescue equipments are in the government's fire protection departments. However, the high technical facilities are faster than government's fire protection capacities. New chemicals and manufacturing process are used or created. So, the risk of rescuing high technical facilities is more dangerous. With the increase investments of the factory, the request of safety is more and more important. We hope to use the minimum time to control the condition when a disaster happens.

At first, we studied the factory rescue capability by itself in high technical industry; understand the cause of disasters, safety and protection, the situation of emergency response organization and drill. Secondly, we discussed the advanced emergency response equipments in high technical industry, study the application, benefit and characteristics. The items of equipments are fire fighting equipments, gas & chemical handle equipments, and personal protect equipments, etc. For upgrade the fire fighting capacity of high technical factory, we planed the suitable high-tech chemical fire truck, including high-low pressure pump system, foam system, assisted rescue system, and arranged the auxiliary rescue equipments, etc. Then, we used the frequency disasters in high technical industry, fire disaster, gas and liquid chemical leakage, to draft the combinative programs of emergency response procedure. These procedure was contained the advanced rescue equipments of

high technical industry. And, we discussed the chance of response procedure.

Finally, base on realistic experiences; provide some guidelines for improvement, including total strength emergency response training, the progress of rescue equipments, etc.. The information may provide and strength the emergency response capability in high technical industry. Hopefully, these will bring some progress for upgrade the disaster rescue level.



誌 謝

自從交大機械系畢業後，離開母校十年，很慶幸能有機會重返母校再度攻讀碩士，回想來時路，首先感謝幫我撰寫推薦函的李教授文亮、蔡部長清旭，使我能順利取得入學的敲門磚。於通過碩士入學筆試後，感謝碩士專班入學口試評審教授的賞識，使我有機會進入此學習殿堂，得以重啟學業之門，實現多年的夢想。

本論文撰寫期間，最感謝引領我的指導教授 陳教授俊勳，由於不嫌棄懵懂無知的我，在百忙之中抽空悉心指導與教誨，無論從觀點的啟發、研究方向的導正、觀念的釐清、架構的修正與結果分析，使我畢生受用無窮，在學習的路上承蒙恩師的栽培與教導，讓我感受到是最幸福的學生了，在此謹致最高的敬意與謝意。並感謝計畫書口試與畢業口試時，陳校長俊瑜、蔡教授春進、邱教授晨瑋、曾博士偉文，費心的對本論文提出精闢的見解與指正，惠蒙賜予寶貴意見使論文更臻完整，在此對恩師們致上由衷的謝忱。

特別感謝聯華電子消防隊鍾隊長玉慰、黃國勇及同仁們，在各方面的鼓勵、幫忙與協助，提供我撰寫期間重要的知識與建議。還有感謝消防署、新竹市消防隊、科學園區消防隊、工商組、園區科技公司聯防組織的長官們提供的寶貴資料與協助。並感謝在寫作期間，器材裝備廠商、學長、同學、摯友提供的資料、意見與經驗，要感謝的人太多太多，有大家的鼎力幫忙，才能使論文研究能夠順利完成，在此致十二萬分的謝意。

真心感謝深愛我的太太 欣慧，使我的工作與學業能無後顧之憂。感謝父母的栽培，以及家人的關心與支持，使我一路走來都能順順利利的。最後，再次感謝所有幫助過我的人，僅將此喜悅與大家共享，祝福大家永遠健康快樂、幸福美滿。

洪傳譜 僅誌於交通大學
中華民國九十四年七月

目 錄

中文提要	.....	i
英文提要	.....	ii
誌謝	.....	iv
目錄	.....	v
表目錄	.....	vii
圖目錄	.....	ix
第一章	緒論.....	1
1.1	研究動機與目的.....	1
1.2	文獻回顧.....	3
1.3	研究範圍與限制.....	5
1.4	研究方法與流程.....	6
第二章	高科技廠自我救災能力探討.....	9
2.1	高科技廠災害特性.....	9
2.2	高科技廠安全與防護.....	24
2.3	高科技廠緊急應變組織及運作.....	31
第三章	高科技廠先進救災設備探討.....	45
3.1	火災搶救設備.....	47
3.2	氣化災處理設備.....	61
3.3	個人防護裝備.....	72
3.4	高科技廠消防車與裝備規劃.....	85
第四章	緊急應變程序配合方案研究討論.....	105
4.1	先進救災設備之選用與配置.....	107
4.2	火災緊急應變程序之擬定與配合.....	112
4.3	毒性氣體洩漏緊急應變程序之擬定與配合.....	123

4.4	液體化學品洩漏緊急應變程序之擬定與配合·····	130
4.5	科學工業園區緊急應變程序討論·····	137
4.6	先進救災設備對傳統應變程序產生之變化·····	142
4.7	緊急應變訓練之改善與提升·····	146
第五章	結論與建議·····	149
5.1	結論·····	149
5.2	建議·····	150
參考文獻	·····	153
附錄一	直轄市、縣(市)消防機關消防裝備表·····	155
附錄二	消防車輛之定義及應備裝置·····	157
附錄三	行政院重大災害通報與任務分工·····	161
附錄四	科學工業園區緊急應變程序·····	165



表目錄

	頁次
表 1 高科技廠重大火災事故-----	9
表 2 半導體製程主要使用之氣體與化學品-----	22
表 3 晶圓廠製造常用之酸液與潛在健康危害-----	23
表 4 機台火災危害辨識(PHA)與風險分析(HAZOP)-----	23
表 5 各類型 ERT 動員方式-----	37
表 6 高科技廠房所需傳統消防搶救器材-----	46
表 7 一般消防瞄子與細水霧水量比較-----	50
表 8 防護裝備級數-----	82
表 9 消防車輛種類-----	85
表 10 適用高科技廠救災之消防車-----	86
表 11 消防車附屬裝備一覽表-----	100
表 12 應變等級與指揮職掌-----	106
表 13 先進救災設備適用之災害類型-----	108
表 14 先進救災設備主要採購原因與需求-----	109
表 15 先進救災設備配置方式-----	111
表 16 火災搶救之器材整備-----	116
表 17 火災搶救之狀況模擬-----	116
表 18 毒性氣體洩漏搶救之器材整備-----	126
表 19 毒性氣體洩漏搶救之狀況模擬-----	127
表 20 液體化學品洩漏搶救之器材整備-----	133
表 21 液體化學品洩漏搶救之狀況模擬-----	134
表 22 各類型液體洩漏所需使用之洩漏密封器材-----	135
表 23 配合科學園區災害防救作業之火災支援器材-----	138
表 24 配合科學園區災害防救作業之毒化災支援器材-----	138

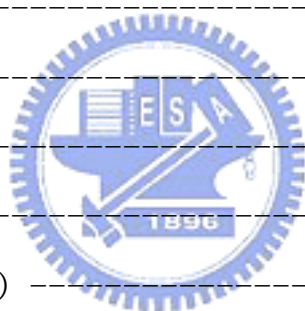
表 25 聯電專屬消防隊支援園區救災所需時間-----	139
表 26 高科技廠專屬消防隊與政府機關消防隊之救災互補性-----	139
表 27 先進搶救設備改善救災方式-----	142
表 28 傳統與先進救災設備之應變程序比較-----	144
表 29 應變人員需具備先進救災設備操作技能-----	146
表 30 全面提升緊急應變訓練-----	148
表 31 先進救災設備對緊急應變之影響-----	149



圖目錄

	頁次
圖 1 研究流程圖-----	8
圖 2 世大積體電路股份有限公司火災-----	14
圖 3 晶圓廠平面設施圖例-----	15
圖 4 無塵室空間立面圖例-----	16
圖 5 廢氣管燃燒後之陷阱-----	16
圖 6 wet bench 圖示-----	19
圖 7 製程中之機台設備與使用化學品-----	21
圖 8 高科技廠營運延續計畫-----	26
圖 9 緊急應變組織架構例-----	35
圖 10 緊急應變演練流程-----	38
圖 11 緊急應變平面示意圖例-----	41
圖 12 先進救災裝備-----	46
圖 13 移動式細水霧滅火設備示意圖-----	48
圖 14 移動式細水霧滅火設備-----	52
圖 15 多功能移動式細水霧設備-----	53
圖 16 多段式移動式細水霧滅火設備-----	54
圖 17 背負式細水霧滅火器-----	55
圖 18 輪架式細水霧滅火器-----	56
圖 19 熱影像頭盔與影像傳輸器-----	58
圖 20 發光線圈-----	59
圖 21 火焰偵測儀-----	60
圖 22 吸酸車、洩漏處理筒、洩漏處理車-----	61
圖 23 鋼瓶堵漏器材-----	62
圖 24 ERCV 各單元-----	63
圖 25 ERCV 外觀-----	64

圖 26	洩漏密封槍、小型洩漏密封袋	66
圖 27	洩漏排流袋	66
圖 28	長條形洩漏密封袋	67
圖 29	管路密封蓋	68
圖 30	密閉充氣式除污站	69
圖 31	六氟靈與敵腐靈	72
圖 32	個人用救命警報器與主機	74
圖 33	自攜式空氣呼吸器	77
圖 34	歐式消防衣、帽	80
圖 35	A 級化學防護衣與抗高溫化學防護衣	83
圖 36	高效能化學消防車	87
圖 37	車頂砲塔	90
圖 38	高壓水管捲輪	91
圖 39	渦輪式瞄子	92
圖 40	移動式砲塔	93
圖 41	泵浦控制系統(一)	94
圖 42	泵浦控制系統(二)	95
圖 43	緊急發電機	97
圖 44	車輛左側器材儲放位置圖	103
圖 45	車輛右側器材儲放位置圖	104
圖 46	火災緊急應變處理流程	112
圖 47	氣體洩漏處理流程	123
圖 48	液體化學品洩漏處理流程	130
圖 49	福國化工廠爆炸	141
圖 50	遙控正壓式細水霧滅火系統	152
圖 51	攜帶式化學物質鑑定儀	152



第一章 緒論

1.1 研究動機與目的

工欲善其事，必先利其器，精良的裝備乃是成功的必備要件。在工安意識日漸抬頭的今日，社會大眾都知道安全的重要，而安全系統是由軟體的人與硬體的設備組成的。救災設備是在於事故發生後，為控制及減少災害擴大所需之器材。訓練有素的緊急應變組織，必需要有優良先進的搶救設備，相輔相成，才能發揮最大的救災成效。救災人員有足夠裝備及技術，在重大事故發生時，才能在自身安全的情況下，以最短的時間控制災害，將生命財產損失減至最低。

新竹科學工業園區內，半導體、光電工業及生物科技業等高科技產業進十年內蓬勃發展，為我國經濟作了絕大的貢獻，截至 92 年 12 月底累計總營業額新台幣 8,578 億元；累計實收資本額新台幣 9,941 億元。這些高科技產業不但是一項尖端科技的產業，也是一項需要龐大資金以便能維持其繼續發展的高風險性產業。然因這些高科技產業製造技術愈趨複雜化，所潛在的職業危害與財產損失也愈來愈複雜。舉凡半導體製程中的磊晶、擴散、離子植入、化學氣相沈積、蝕刻和微影等製程單元所常使用的化學品，雖然儲存量與使用量皆遠小於化學或石化工業所處理與使用量，但是由於具有著火性、可燃性、毒性、腐蝕性等本質危害特性，故其廠房中充滿了火災、爆炸、中毒等潛在危害，製程單元一旦發生洩漏或操作異常，由於廠房中無塵室的密閉效果，除了導致人員傷亡外，甚至可能造成重大財產損失。

TFT-LCD 光電廠之 array 製程需使用多種的有機光阻劑/剝離劑與特殊氣體，與半導體廠使用物質雷同，不同的是製程機台 Chamber 的大小，半導體廠目前的最大的晶圓尺寸為 12 吋，其大小遠較於目前 3.5 代 TFT-LCD 廠所需玻璃基板尺寸為 620×750mm² 至 4 代廠的 680×880mm² 及 5 代廠的 1100×1300 mm² 基板面積相差甚遠，故在 TFT-LCD 光電廠單批次所使用的化學原物料自是比半導體廠用量大，而且隨著玻璃基板的不斷放大，原物料的用量將與日俱增，當然各項危險物及有害物儲存量與使用量亦增加了安全管理之風險考量。

在生物科技工業包括工業產品的生產製程中，至少有一步驟應用到生

物或製藥技術者，其範圍包括生物技術方法之研發、製造原料、藥品、疫苗、生物晶片、生物高分子、檢驗試劑、檢驗儀器、生物性農藥、特用化學品、食品、科學化中草藥、及生化環保，另外因生物技術衍生的週邊工業，如臨床試驗等，皆可納入生物技術之範疇。從研究結果發現，純粹以生產為主之公司只佔 10.5%，89.5%公司具有實驗室。其人員可能暴露於一般較少見之安全衛生傷害，若因傷害造成工時的損失，則對於生物科技產業所造成實質上的損失，亦較一般之工業傷害或職業疾病影響為大。生物性危害(biological hazards)可被定義為對成年人或動物可造成傷害之任何生物或其所產生之毒素，這些物質經由直接方式感染人、畜或間接的危害環境。

由於設備投資金額日益龐大，廠商對災害之緊急應變日益重視，加上近期之事故，常感覺科學園區消防力之不足，在追求搶救時效的考量下，各高科技公司莫不紛紛強化自身之救災能力，採購此類先進裝備，來保障自身財產及降低營運風險。相對於高科技廠的投資金額，為保護公司之搶救設備成本，就顯得便宜許多。現行國內消防法規「直轄市縣市消防車輛裝備及其人力配置標準」對於搶救裝備設置雖有明確規定，但訂定基礎是以縣市總人數來決定，屬條例式規定，並無考量到某些特殊建築物（如無塵室廠房）的特性與要求。

隨著技術的演進，科技的日新月異，更多先進救災裝備一一被研發應用出來，而政府救災單位採購設備需經過冗長的行政作業程序，不若高科技廠快而明確。現行高科技廠普遍具備緊急應變組織，配備各式各樣搶救應變裝備與器材，為維護公司營運與生命財產安全，多會按照自身需要，量身訂做緊急應變組織與裝備，較消防機關有配備彈性，其中較為不同的為一些特殊先進裝備，此類裝備經常是國內首次嘗試使用，透過本文探討裝備用途與特性，提供實務面之參考。

因此，計畫針對高科技廠之先進救災設備，配合緊急應變程序運作，進行探討。本研究欲達成之目的如下：

- (1)了解高科技廠房自我救災能力，包括災害特性、安全防護措施及其應變組織運作模式。
- (2)探討高科技廠救災所需之特殊先進救災設備，進一步規劃建立高科技廠消防車與附屬配備。
- (3)以高科技廠緊急應變程序，探討高科技廠消防隊與救災設備配合參

與救災，並發揮其價值。

1.2 文獻回顧

國內消防法規[1]對消防設備、防火區劃、防火管理、公共危險物品設置管理、消防車輛裝備及其人力配置有明確基本規範。王鈺[2]將搶救破壞器材分類整理介紹。舒碧霞[3]報導國內某高科技公司，成立國內第一支高科技廠消防隊，為我國高科技廠緊急應變典範。某公司網站[4]報導高科技廠消防隊成果。新加坡防衛軍訓練機構[5][6]為距台灣最近之國外大型消防訓練基地，國內公機關與高科技廠皆曾派員受訓，學習火災與毒化災應變相關技能與器材運用，高科技廠除配置基本緊急應變器材外，皆會參考國外先進國家作法。

陳俊勳[7][8]檢討我國政府對高科技廠房安全管理相關法規、措施、緊急應變程序、督導稽核等，並審視現行科學園區災害防救機制，建議後續改善作法。黃國勇[9]說明半導體廠建築物空間特性，探討火災煙流與排煙動作程序。NFPA1600[10]說明災害緊急管理與營運延續計畫，國內大部份高科技廠除依據現行法規外，也依此制定完整的緊急應變、危機管理、營運復原計畫。蕭銘德[11]以緊急應變指揮系統為主，整合法令、應變程序、沙盤推演、應變表單，做一範例並扼要說明。科學園區管理局[12][13]制定有各項災害應變手冊，為園區緊急應變之準則，並定期實施演練。許嘉興[14]探討半導體工廠火災特性、火災初期應變體制及消防搶救戰術。環保署[15]對毒性化學物質災害防救之計畫、緊急事故指揮系統、應變作業、事故善後有詳細做法。勞工委員會[16]參酌北美應變指南，對危險物質分成 77 種應變方式。工業技術研究院[17]對危險性工作場所製程安全評估，有一整套完整作法，亦涵蓋緊急應變計畫。

NFPA600[18]說明工業消防隊設置標準，裝備乃依據廠房環境與特殊危害，選用需要之設備，國內高科技廠選用緊急應變救災設備，會先行考量自身特殊場所環境而選用，並於緊急應變搶救訓練課程中，加入救災器材介紹與使用，強化緊急應變能力。NFPA750[19]說明細水霧滅火設備相關規範標準，並提供相關分類用途、設置場所規定與保養標準。陳俊勳[20]規劃研發細水霧滅火系統技術，建立實際模型進行細水霧滅火效能分析。鄭維金[21]研究半導體製程排氣風管細水霧防火效能，將細水霧用於製程排氣風管的損害防阻。松大資訊[22]及川圓科技[23]，分別引進與研發高

效能移動式細水霧設備，使其更輕便、更實用、用水量少，使其能夠普遍用於一般消防搶救。消防署裝備櫥窗[24]介紹更輕便之背負式細水霧滅火器，類似背架式噴灑器，另有發光線圈與個人警報救命器。八益貿易[25]代理熱影像頭盔，熱影像頭盔將熱顯像技術結合於頭盔內，使搶救人員於火災濃煙密佈之空間內視野清楚，雙手可靈活運用，更容易找尋火點予以撲滅，達到迅速有效之應變目的。

三福化工[26]訓練教材，說明鋼瓶洩漏處理車之操作與注意事項。世荃實業[27]之化學品洩漏處理器材，能處理管路、桶槽等液態危險物品洩漏，是利用密封加壓原理，將其塞住或堵住。Patrice Josset, et al. [28]說明六氟靈處理人體遭受氫氟酸傷害時，可有效減輕人體受傷程度。永百實業[29]說明敵腐靈處理人體遭受酸或鹼等腐蝕性液體傷害時，可有效減輕人體受傷程度。王鈺[30]對各類供氣式呼吸器有完整報導，振瑋實業[31]、晉齊實業[32]、台灣杜邦[33]，在先進的個人防護裝備，代理相關產品，包括自攜式空氣呼吸器、歐式消防服、化學防護服。陳鴻翔[34]介紹攜帶式傅立葉轉換紅外線光譜儀，分為氣體鑑定儀與化學物質鑑定儀。荃運公司[35]介紹高效能化學消防車規格資料，消防署裝備櫥窗[36]對化學消防車、渦輪式瞄子、車頂砲塔、移動式砲塔、緊急發電機亦有介紹。

1.3 研究範圍與限制

1. 範圍：

本研究主題為高科技廠房先進救災設備配合緊急應變程序之研究，高科技廠房主要是指具有無塵室，在製程上使用大量有毒易燃化學物質之科技產業，如：半導體、光電工業及生物科技業。其中以晶圓廠較具代表性，其特殊環境包括有大型密閉空間(無塵室)、易燃易爆庫房、有毒氣體化學品供應室、電氣室、發電機室...等。且歷年來發生之重大事故皆發生在半導體晶圓廠。

本研究以國內某高科技公司設立之消防隊為主要研究對象，由於半導體晶圓廠火災事故損失日益龐大，工安防災已蔚為一股潮流，而有進一步成立專屬消防隊之需求。與一般消防隊不同的是，高科技廠消防隊著重在工廠火災、氣災、化災應變，具備高科技廠之高人力素質、先進搶救設備與國內外專業訓練。有強化工廠緊急應變能力、提昇廠房防護功能、確保企業及同仁生命財產安全，更有提升保險公司承保意願與降低保險費之功效。

2. 限制：

本研究對於搶救設備與緊急應變組織之成本效益，受限於資料收集不易，無可供對照之樣本，難以比較量化。隨著生活水準提升、投資日益龐大、企業全球競爭，對安全的需求與價值較高，而願意投入的成本與人力也愈多。最直接的效益為保險費立刻下降，而保險費是各公司機密，難以取得；另外，尚有無形與間接的效益，包括客戶的安心下單、企業形象的提升、員工安全意識提升、重大事故的減少、應變能力提升、營運不易中斷...等。

國內外設有專屬消防隊的企業，通常為石化產業，乃由於其廠區幅員面積寬廣，且危險物品存量極大，災害對周邊民眾與環境影響甚鉅，其消防隊編制以撲滅大型石油化學火災為主。高科技廠為資本密集產業，其易燃、易爆、毒化物種類繁多，存量較小，幅員面積亦小，緊急應變程序主要有火災、氣災、化災三類型，其專屬消防隊特色為小而美，救災配備較精緻、先進而昂貴。設有高科技消防隊之企業，以國內某世界級公司為首例，其他公司亦有類似進階救災組織，但規模較小，故依此為研究對象。

1.4 研究方法與流程

1. 研究方法：

- (1)文獻回顧：確立研究目標，並依此目標廣泛收集資料，包括設備資料、政府出版品、國內外法規、論文、書籍、雜誌…等。
- (2)個案研究：以高科技廠消防隊作為主要研究對象，探討先進救災設備、高效能化學消防車、救災案例、事故案例。
- (3)訪視調查：就本身實務經驗，實地了解高科技廠應變器材、緊急應變組職運作、安全管理、防護措施與作法，參觀消防器材展覽，掌握業界現況。
- (4)比較分析：依收集之先進救災設備資料加以分類比較分析，加以篩選整理，使用照片、圖表說明。
- (5)歸納整理：規劃建構高科技消防隊所需的器材設備，依火災、氣災、化災，擬定緊急應變程序配合方案。
- (6)推論：從研究結果，推論未來改善發展方向。

2. 研究流程：

如圖 1 所示，各流程單元說明如下。

(1)高科技廠自我救災能力探討：

- ①高科技廠災害特性：分析重大災害案例，探討廠房結構空間特性，與一般建物救災有何不同，並討論其潛在危害因素與火災原因。
- ②高科技廠房安全與防護：探討高科技廠營運延續計畫與其相關的安全防護設施設置狀況，以了解其災害預防能力。
- ③高科技廠緊急應變組織及運作：探討高科技廠緊急應變之法規規定、組織成員執掌、動員方式、應變演練概況。

(2)高科技廠先進救災設備探討：

有別於傳統救災設備，探討高科技廠有哪些先進救災設備，進一步了解其設置用途、效益與特性。

- ①火災搶救設備：移動式細水霧滅火設備、熱影像頭盔與影像傳輸器、發光線圈、火焰偵測儀。
- ②氣化災處理設備：氣體鋼瓶洩漏處理車、液體化學品洩漏密封器

材、除污站、六氟靈與敵腐靈。

③個人防護裝備：人員救命器、歐式消防衣、自攜式空氣呼吸器、A級/抗高溫化學防護衣。

(3)高科技廠消防車規劃：

探討適合高科技廠救災之消防車，其性能與附屬配備。

①泡沫聯用滅火系統：消防幫浦、泡沫系統、特殊噴水裝置、控制裝置。

②救災輔助系統：電力設備、破壞設備。

③消防車搭載之附屬裝備規劃：火災搶救裝備、氣化災處理器材、輔助設備。

(4)緊急應變程序配合方案：

探討高科技廠先進救災設備可配合之緊急應變程序與作業要領，高科技廠消防隊之效益與角色。

①高科技廠緊急應變程序：火災、氣體洩漏、酸、鹼、有機溶劑洩漏。

②科學工業園區緊急應變程序：火災、毒化災。

③高科技廠消防隊之效益與角色。





圖 1 研究流程圖

第二章 高科技廠自我救災能力探討

新竹科學工業園區二百公頃有限空間內，現有各式高科技產業座落於其中，其中包括了現行於世界知名的半導體公司與光電產業公司，其散佈之密度可居世界之冠。因空間限制使這些公司只能在有限的土地空間內盡量設置密閉性高、空間大的無塵室廠房，並於其內設置精密且昂貴的設備。這些產業在生產製造中，大量使用到可燃性 (Combustible)、易燃性 (Flammable) 之化學品 (如 H_2 、 SiH_4 、 AsH_3 、Isopropyl Alcohol、Acetone、光阻劑等)。因為這些產業之特性 (如高投資成本、高危害與高火災事故發生風險等)，所以一旦其發生火災意外時，損失狀況勢必將非常嚴重。

近幾年來，半導體工業發生了數起的火災事故，造成相當大的財物損失。尤其 1996 及 1997 年分別發生華邦與聯瑞大火，總損失高達約二百多億台幣，同時對我國半導體產業工業安全形象造成很大的負面影響。許多有規模的高科技廠商也痛定思痛紛紛成立風險管理處(部)，將相關的業務納入管理。經過數年的努力，高科技產業未曾再聞有嚴重的工安事件出現，尤其是火災。在保險公司壓力下，大部分高科技廠商均依據保險公司要求來改善現有防火措施，並強化緊急應變組織，提升廠房安全與形象。由於半導體製程為高科技廠中最複雜，投資成本最高之產業，使用於製程的氣體化學品、毒化物、易燃易爆物種類也最多，且國內高科技廠重大事故皆為半導體廠所發生，截至目前為止，單一火災損失金額，仍以半導體晶圓廠為最高。故以半導體晶圓廠為例，從高科技廠災害特性談起，再探討營運延續計畫與廠房安全防護設施，並以緊急應變動員與演練說明高科技廠自我救災能力現況。

2.1 高科技廠災害特性

根據美國 FMRC (Factory Mutual Research Corporation) 機構於 1977 至 1997 年災害統計，全世界半導體廠工安事故主要災害為火災 (佔 46.9%)，國內半導體工廠火災主要原因，在無塵室內為易燃液體著火及矽甲烷外洩，在無塵室外為發電機過熱，其中華邦與聯瑞火災，皆發生於無塵室，前者起源於濕式清洗台之易燃性液體，後者起源於製程排氣風管 (Exhaust) 之易燃性氣體所引起 (表 1)。本節探討高科技廠災害特性，主

要內容有災害案例、建物空間特性、火災原因與潛在危害。

表 1 高科技廠重大火災事故

日期	公司名稱	損失	原因
85/10/14	華邦電子	78 億	濕式清洗台 IPA 起火
86/10/03	聯瑞積體	120 億	SiH ₄ 燃燒
86/11/11	天下電子	3 億	濕式清洗台 IPA 起火
88/6/23	力晶半導體	-	化學原物料倉庫起火
88/9/22	世大積體	4 仟萬	發電機起火
89/3/31	聯茂電子	5 仟萬	鍋爐間重油噴出起火
89/12/25	聯華電子	3 仟萬	發電機起火
91/8/22	同亨科技	1 仟萬	變電器燒毀
92/10/29	建興電子	-	變電器燒毀
94/5/01	日月光	100 億	危險物品油料起火

2.1.1 災害案例分析

1. 聯瑞積體電路公司火災

(1) 事故基本資料：

- ①發生時間：1997/10/3，17:40。
- ②事故類型：火災。

(2) 事故資料描述：

目擊者看到火苗由抽風口竄出；17:45 分報警求援，共動員義消一百八十餘人，華邦、德基、元太，旺宏在十分中內 支援上百具呼吸器材等救援器材，因風管中仍有廢氣，四處流竄，因此火勢數度復燃，火警在 3 日晚間經過搶救，消防人員檢查火場已無火苗後，即行離去，現場繼續抽風，讓煙霧飄散。當天 9:00 左右又發現冒出火苗，消防隊再趕到把火撲滅，4 日凌晨 1:20 現場又有復燃現象，所幸無擴大跡象，4 日上午消防人員以雲梯車架人在二、三、四樓破窗排煙，一時現場充滿刺鼻化學藥物味，14:15 消防人員確定現場安全無虞，消防車才撤崗，僅部份消防及工安人員繼續

留守，17:00 左右火場悶燒再起，消防車迅速趕往現場，此次復燃延續十小時，5 日凌晨 3:00 左右，才將火勢完全撲滅。大火在延燒兩天後方可進入，1997/10/6 新竹縣消防對與警察局進行司法程序檢查。根據園區管理局、消防署、新竹市消防隊在 17 日所作成的火場鑑定與救災檢討報告指出，起火點雖在一樓，但火勢在密閉的廠房內卻循管道間，排風管延燒，因此三日晚間，從外部觀看是五六樓著火，但各樓層內部已受到波及。

(3)財物損失金額：NTD 120 億元。

損失清單：無塵室全毀。

(4)災因分析：

- ①事故類型：火災。
- ②基本原因：原因不明。
- ③火源：自發反應。

(5)改善對策：

半導體化學酸毒管應設自動防護系統，使用不可燃材質風管，並加裝化學異常偵測器和防洩、防爆設備。設置媒體公關發言人，由高階主管統一發言，讓外界隨時可清楚了解廠內火災處理進度，管道間、排風管、煙毒管等頂樓出口應標記清楚，並裝設高壓式自動滅火系統，化學生產機台和氣體閥應裝設遙控關閉開關，落實提報生產機台使用特性及化學物品間之相關性，建築物閉免採用封閉式外牆，並應在外牆逃生窗口標示位置。

2. 天下電子公司火災

(1)事故基本資料：

- ①發生時間：1997/11/11，8:50。
- ②事故類型：火災。

(2)事故資料描述

8:05 發生火災。

8:20 園區消防隊接獲報案，立即出動消防車，園區化學災害應變小組成員陸續支援器材到場。

10:30 控制火勢，並繼續作室內降溫及火場清理工作，11:00 火勢撲滅，園區及埔頂消防小隊人員在確定現場無復燃顧慮後撤離。

13:30 火災鑑試人員到場進行市鑑識。天下電子火災現場為二層樓標準廠房，火災主要為一樓約 300 坪的廠房，無塵室約 60 坪，廠方人員報案指稱是在潔淨室蝕刻區清洗槽發現火苗，燃燒面積多侷限在此區，其餘為濃煙籠罩。園區消防隊與新竹市消防隊共出動化學車 2 部，雲梯車 3 台，水庫車 2 台，器材車 1 部，水箱車 5 部，救護車 3 部，及 200 多名消防人員救火。

(3)財物損失金額：NTD 3 億元。

損失清單：300 坪廠房, 60 坪無塵室。

(4)災因分析：

- ①事故類型：火災。
- ②基本原因：原因不明。
- ③火源：不明火源。
- ④事故設備：蝕刻區酸洗槽。
- ⑤立即原因：化學因素。
- ⑥可燃源：易燃貨品、化學品。

(5)改善對策：

加強人員專業訓練及應變能力，排除可燃物及環境測定，排除可燃物或加強防護措施，規劃化學品之儲存及防護，設立消防栓及消防系統，進行原物料之火災爆炸特性分析及製程分析。

3. 世大積體電路股份有限公司火災

(1)事故基本資料：

- ①發生時間：1999/9/22。
- ②事故類型：火災。

(2)事故資料描述：

新竹科學園區世大積體電路公司傍晚突然發生大火，火勢是由一處變電站引發的。由於大火引發的煙霧可能含有毒素，園區緊急疏散所有人員，不過由於火勢實在太大，除了科學園區本身的消防隊，以及各家廠商的防火小組都投入救援外，還緊急調來附近鄉鎮的消防車協助救火，幸好暫時將火勢控制在這間變電站裡，並沒有波及到世大積體電路的生產設備，說起來，這場火災也是地震惹的禍，世大由於要趕交全世界都缺貨的積體電路，在科學園區停電

後，自行發電趕工，沒想到因此引發大火。雖然在各方的搶救下，這場大火並沒有波及公司的生產設備，不過由於濃煙帶來大量的煙塵，這些煙塵經由空調進入世大公司的無塵生產室，污染了裡面所有的產品，估計要恢復產能可能還要一兩個禮拜。

世大於昨（22）日下午 4 點 45 分發生火警，起火原因主要是該公司廠務建築中的一台柴油發電機運轉過熱所造成，並非晶圓待工廠產生火警，因此損失輕微。發電機起火的原因是由於園區大停電後，機器持續運作所造成，並非是今早由新宇汽電開始供電所造成的影響。該公司目前有 4 台動態不斷電系統及 2 台發電機，引起這次火警的其中一台發電機，並未影響其它發電機，將災情控制在一個區域，使得損失降到最小。這次火警損失金額約新台幣 2,000 萬元左右，主要損失項目是發電機，這座機器造價約 1,000 多萬元，因此加上其發廠房重整的費用，整體損失金額不大。世大發言人張秉衡表示，該公自有的電力供應有 9,000 千瓦，而損失的這座發電機約提供 2,000 瓦，但由於今早新宇汽電所供應的電力，對公司維持無塵室的清淨並不會造成損失。

(3) 損失情形：財物損失金額 NTD 2000 萬元。

損失清單：倉庫。

(4) 災因分析：

- ① 事故類型：火災。
- ② 基本原因：原因不明。
- ③ 火源：不明火源。
- ④ 事故設備：發電機(generator)。

(5) 改善對策：

加強人員專業訓練及應變能力，加強工作員工之操作訓練，設立消防栓及消防系統，進行原物料之火災爆炸特性分析及製程分析，落實動火許可制度。



圖 2 世大積體電路股份有限公司火災

2.1.2 高科技廠廠房空間特性

高科技廠房多設有無塵室，為一大型無開口樓層，內為挑高大空間維持正壓空調，使用大量可易/燃化學品、各式毒化物與高精密機台設備，安全方面也設置相關消防防護系統。以晶圓廠為例，廠區概分為無塵室、支援棟、廠務棟、化學庫房（圖 3），其中無塵室大部分為貫穿的三層式結構，加一層非無塵室相連通結構組成（圖 4）。三層式無塵室包括最上層 SAC 區（Supply Air Chamber）、中間層 Fab 區（Fabrication Area）與下層 RAP 區（Return Air Plenum）或稱為 Clean-SubFab 區。非無塵室結構為 Dirty Fab 區，其位於 RAP 區下方。SAC 區內只有少數管路，如消防管、風管等。Fab 區為主要生產區域，內部設置價值昂貴機台（化學清洗機、化學/物理氣相植入機、離子植入機、蝕刻機等。RAP 區主要放置機台附屬設備與氣瓶櫃等。Dirty Fab 主要放置機台尾氣處理設備（Local Scrubber）與廠務系統設備。

一般半導體廠房無塵室內部氣流循環方式，是空氣是由外氣與內部循環氣體混和，進入風車設備，再到空調箱而產生潔淨氣體，再供應到各潔淨區。而供應方式為從較潔淨區域流向潔淨度較差區域，以減少內部所需氣流量達節能效果。新式半導體廠房，多採用 FFU 系統進行通風循環，空氣由 FFUs（Fan Filter Units）吸入後以垂直層流方式向下到 Fab 層，穿過表面有孔洞高架地板到 RAP 層，再經回風道加入補充外氣回到 SAC 區，形成一正壓循環穩態氣流。

依高科技廠空間特性與危害，其搶救上與一般建築物不同，可歸納為下列幾點：

1. 無塵室建築空間特性：

- (1) 無塵室大都無窗壁與外界隔壁，出入多關卡，災害時外界救援難。
- (2) 機具充斥，災害發現慢，逃生不易。
- (3) 大量空氣循環，有毒或易燃氣體洩漏，擴散快難發現(易被稀釋)。
- (4) 製程中使用太多化學品，許多具有毒、自燃性…等，易發生事故。
- (5) 內部裝潢及路面平滑，行走不易，易跌倒造成災害發生。
- (6) 操作人員因作業性質不同，應變能力差異大。

2. 無塵室與一般建築物火災不同處：

- (1) 意外損失極高之高風險行業。
- (2) 製程中使用高毒性、腐蝕性、易燃性氣體與液體。
- (3) 使用大量可燃素材，提高火災風險。
- (4) 密閉作業環境及迴風系統，有害物不易排出。
- (5) 發生災害，搶救困難。

3. 無塵室與傳統救災不同處：

- (1) 濃煙密佈，視線不良，不易找火點。
- (2) 無開口樓層，搶救困難，形成高溫悶燒。
- (3) 無塵室貫穿 2~4 樓，樓層廣闊，容易延燒。
- (4) 毒化物極多，救災人員處於極大風險。
- (5) 障礙物多、陷阱多(圖 5)，不易安全撤離。

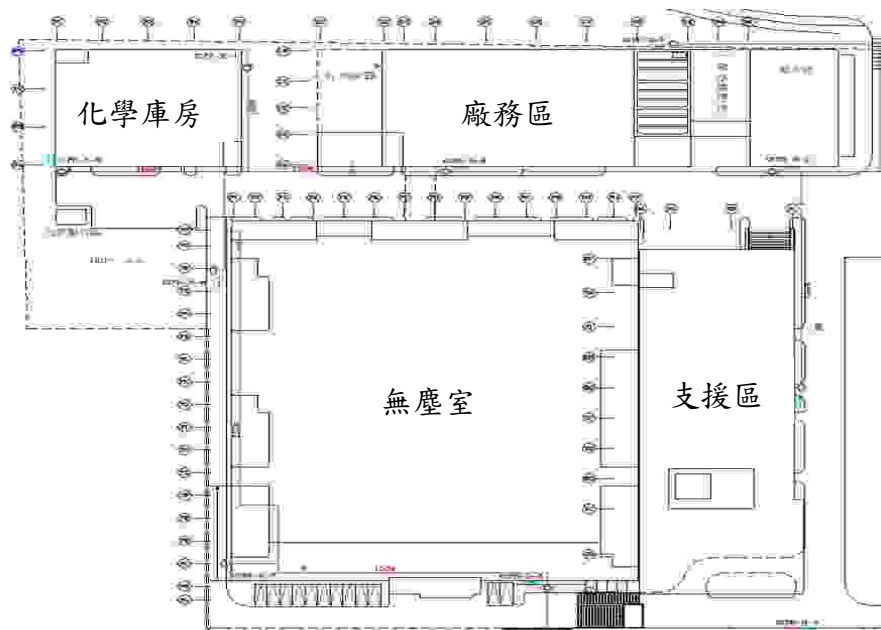


圖 3 晶圓廠平面設施圖例

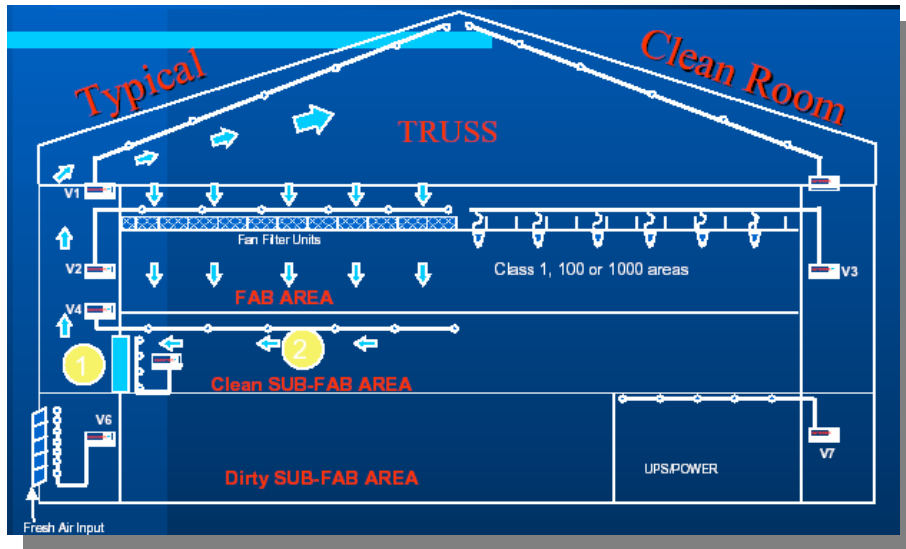


圖 4 無塵室空間立面圖例



圖 5 廢氣管燃燒後之陷阱

2.1.3 高科技廠火災原因

根據 FMRC 資料，高科技廠發生火災原因，主要為易燃易爆氣體洩漏、電子元件失效、製程流體加熱器異常，其他還包括使用可燃性材質。無塵室內機台的火災發生機率，以製程區的濕式清洗台(Wet Bench)為最高(佔 52%)，其他還包括高溫爐管、步進機、蝕刻機台、離子植入機等。美國無塵室災害八成以上為通風排氣系統方面，包括製程排氣系統、空調系統、氣體鋼瓶櫃、Local Scrubber。日本電子協會(JEITA)針對日本半導體產業從 1988 至 1997 年災害統計，其無塵室火災幾乎皆為矽甲烷引起。高科技廠火災主要原因歸納如下。

1. 製程大量使用易燃性液體化學品：

半導體製程中，使用各種性質不同的酸、鹼、有機溶劑、特殊氣體等化學品，其含腐蝕、爆炸、劇毒、自燃、窒息等物理、化學特性。其中易燃性液體災害是無塵室火災機率中排名最高者，常見半導體火災為低燃點的可燃性液體發火而引燃周邊可燃性物質設備，造成火勢延燒與擴大。例如 85 年華邦電子及 86 年天下電子火警，起火點皆為濕式清洗台(Wet Bench)，其中化學氣象沉積(CVD—Chemical Vapor Deposition)之清洗台經常使用丙酮、異丙醇、過氧化氫等易燃性液體來清洗製程中殘留的化學物質，而且製程中的承載物、濕洗台等皆是以高分子塑化材料製程以避免腐蝕，再加上製程中經常需要加熱或高溫，若發生機械性故障造成溫度監控裝置失效或異常加溫加熱，都可能造成低燃點的可燃性液體發火，進而藉由高分子塑材之延燒而擴大火勢。另外，可燃性液體導電性較差，易蓄積靜電而與高分子塑料容器間產生靜電火花，增加潛在火災危險的可能性。

2. 製程大量使用易燃性氣體：

晶圓或其他電子製程中常使用大量可燃性氣體，其中有些氣體在常溫常壓下便會自然發火燃燒。如果發生管路破裂外洩或異常加熱狀況，便很容易引起火災。例如製程中經常使用到的矽甲烷(SiH_4)、氫氣(H_2)與磷化氫(PH_3)等，矽甲烷暴露在常溫常壓下便會發火燃燒，最容易發生矽甲烷燃燒災害的地方即是廢氣排放管，通常排放管是由聚丙烯(PP)所製造，以避免管路腐蝕，然而排放管路中多屬易燃性氣體，若遇火源或外洩，將使管路陷於火焰之中，同時高分子塑料之排放管燃燒迅速並產生大量濃煙，更加影響救災活動進行。氫氣如外洩時也容易產生爆炸火災。一般無

塵室常用易燃性氣體有： SiH_4 、 PH_3 、 AsH_3 、 GeH_4 、 SiH_2Cl_2 、 B_2H_6 、 Si_2H_6 、 NF_3 、 CO 、 H_2 、 CH_3F 、 CH_2F_2 與 NH_3 。

除了易燃的性質外，氣體還可能產生毒害，或具有腐蝕性的猛毒性氣體，稍一不慎致其洩漏，便會對人命安全造成嚴重威脅。因此在處理易燃性氣體或廢氣時，除了注意其燃燒性質及特性外，也應了解對於人體的影響，方能做最周全的處理。

3. 使用易燃性材料塑膠材質：

半導體無塵室內塑膠材質(如 PVC、PP、FRPP 等)，常使用到作為機台設備外殼或排氣風管。因該材質高分子之塑膠特性，材質如被引燃，容易產生大量的濃煙、腐蝕性酸氣等有害氣體，且如經滅火後依然有復燃機會，一般常用塑膠材質之器材有廢氣及廢液排放管、濕式清洗機、晶圓盒、電線等皆為可燃性物質，造成火載量增加，也隱含著火災的危機。另空調(冰水系統)之保溫絕緣材料與 AHU 濾網等易燃性材料，也提供火災燃料來源。

4. 電器設備火災危害：

製程中的監控裝置故障、電器短路、靜電、電力不足及異常斷電時用以輔助電力的發電機過熱等，造成易燃性液體及氣體發火燃燒，或是機器設備及高分子塑材的延燒，都使高科技無塵室廠房充滿危機。如製程中氣體沉積應用大量高壓電力、加溫等。

5. 煙害：

無塵室中的設備多為高分子塑化材料，一經燃燒將產生大量濃煙，同時為了使潔淨度符合製程標準，其通風換氣設備將不停的運作，若產生大量煙霧，超過換氣設備過濾設備所能處理的量，將使煙霧瀰漫在整個無塵室密閉空間內，造成潔淨度破壞，使製程中斷，並延長搶救時間及威脅人命安全。

6. Wet Bench (圖 6)

半導體廠的濕式清洗台(Wet Bench)之材質大多為聚丙烯 PP 或聚氯乙烯 PVC，皆為易燃、高燃燒熱且燃燒會產生大量煙的材質，機台內有加熱器及可燃性有機溶劑，故其發生火災的機率相當高，因此各廠均將濕式清洗台區域設定為火災防護重點對象。因其內部有低液位及高溫的連鎖安全控制裝置，當其失效時，將造成製程化學加熱設備引燃可燃性材質及化學

物。另如電流過載、元件破損、電弧接地不良造成放電、靜電放電等將可引燃內部可燃性液體、氣體或造成導體溫度上升達到塑膠引燃溫度。

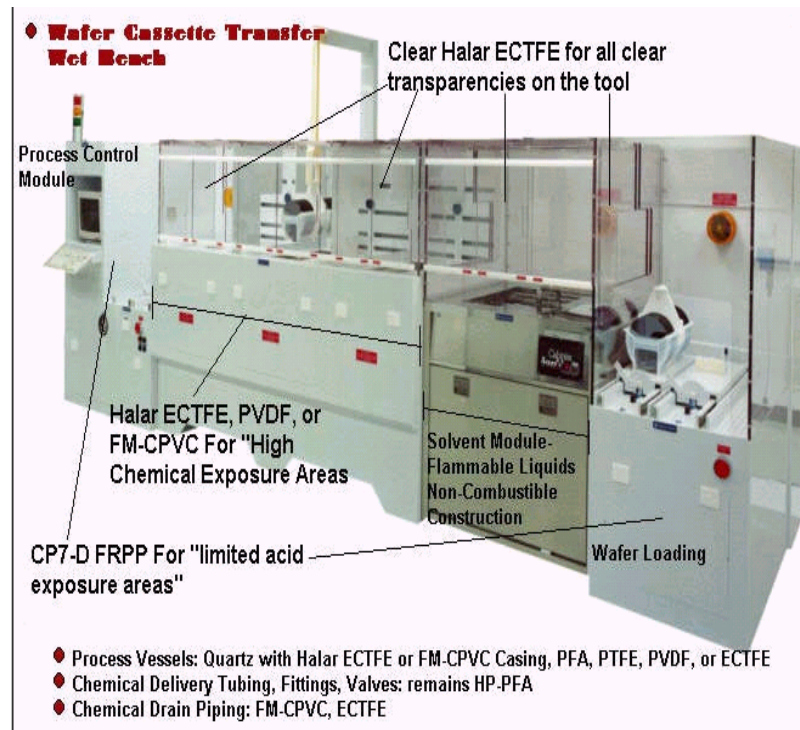


圖 6 Wet Bench 圖示

2.1.4 高科技廠潛在危害因素

科技廠房災害發生的原因種類相當多，可以將其概分為人為因素、設備因素、環境因素，以及其他等，其中人為因素所佔比例最高。各因素發生原因包括：

- (1)人為因素：人的動作錯誤、安全衛生管理缺失、不正確的動火程序、不安全動作、個人因素、判斷錯誤、防護設備使用不當、工作機具使用錯誤、未能確實執行工作前之安全檢查、操作程序錯誤等，此多屬於不安全的動作或行為。
- (2)設備因素：機械故障、破裂/腐蝕、儀錶控制系統故障、壓力過高、過熱、異常反應、未能定期實施檢查維修工作、設計不良等。
- (3)環境因素：則包括外界氣候、溫度、溼度等影響所造成之災害，以及不充分或不適當的照明、通風不良、機器設備佈置不當等不安全的環境因素。
- (4)在設備所引起之災害中，又以製程機台、化學品供應系統、製程廢氣排放系統所佔比例最高

科技廠房安全管理之落實，首先必須事業之高階主管建立安全第一的觀念，進而在安全管理面及安全設施面予以強化，管理面可由工廠建置職業安全衛生管理系統予以提昇，而設施面則須配合科技之進步引用本質較安全之設備予以防護。

以晶圓廠為例，一般積體電路之製造，主要是將晶圓表面氧化，產生一層墊氧化層後，隨即依電路設計需求，反覆進行蝕刻、黃光、薄膜、擴散、化學機械研磨等不同之模組操作，經由數百道步驟、費時數十天後始完成，期間使用各式半導體製程機台設備加入各式化學物質進行製程反應，其間生產原料會使用不同性質的酸、鹼、有機溶劑和各種特殊氣體之化學品，其中多含有腐蝕、劇毒、窒息、易燃、自燃及爆炸等危害特性，因此在輸送、供應至機台操作過程上均隱藏著高度潛在風險。製程中之機台設備與使用化學品參考圖 7 與表 2。

<u>Process Flow</u>	<u>Equipment</u>	<u>Gas/Chemical</u>
清洗	RCA-A清潔機,晶片清潔機 酸鹼清潔機,SO清潔機	H2O2, HF, HCl, NH4OH, IPA, H2SO4, NMP, Accton
↓		
氧化	各式爐管 高溫快速處理機	SiH4, PH3, 矽乙烷, 三氟化氯 SiH2Cl2, O2, H2
↓		
低壓沈積	氮化矽/複晶系沉積爐管 氣壓式化學/鎢氣相沈機 高密度電漿化學氣相沈機	SiH4, PH3, 矽乙烷, 三氟化氯, O2, TEOS H2, 三氟化氮, He, SiH4, SiF4, Ar O2, NH3, N2O, PH3, C2F6
↓		
氧化層沈積	氧化矽沈積爐管 基礎氧化層爐管	Cl2, HBr, N2O, SiH4, NH3
↓		
離子植入	高電能/流離子植入機 中電流離子植入機	Ar, PH3, AsH3, BF3
↓		
金屬濺鍍	AL/Ti金屬濺鍍機 TiN金屬氣相濺鍍機	He, Ar, TDMAT
↓		
光阻覆蓋	光阻塗佈機 光阻顯影機	Photo Resist, Develop, HMDS
↓		
曝光	Deep UV, scanner	F2/Kr/Ne
↓		
顯影	溶劑光阻去除機,顯影機 掃描式電子顯微鏡	Stripper, IPA, PSR
↓		
預烤	預烤機 紫外光硬化機	
↓		
濕蝕刻	氧化層化學機械研磨機 金屬層化學機械研磨機 氮化矽去除清潔機	Slurry, NH4OH, HF 20:1 H2O2, H3PO4, IPA,
↓		
乾蝕刻	氮化矽乾式蝕刻機 金屬/氧化層/覆晶蝕刻機	Cl2, He, HBr, CF4, SF6, CHF3, C2H3F6 C4F8, CO, Ar, CHF3, He, S2F6, CF4
↓		
電漿清洗	乾式光阻去除機	CF4, H2
↓		
去光阻	光阻去除清潔機	H2SO4, H2O2, NH4OH IPA, BOE, HCl, HF
↓		
最終清洗	溶劑光阻去除機 晶片對準自動量測儀	Stripper, PSR, IPA
↓		
積體電路成品	融合爐管	H2, O2

圖 7 製程中之機台設備與使用化學品

表 2 半導體製程主要使用之氣體與化學品

製程	化學品			氣體			
	酸	鹼	溶劑	毒性	腐蝕性	易燃性	助燃性
擴散	HCl H ₂ O ₂ H ₃ PO ₄ HF HNO ₃ CH ₃ COOH H ₂ SO ₄ PME	NH ₄ OH NaOH	IPA	PH ₃ AsH ₃ BF ₃ Trans_LC	Trans_LC	SiH ₄ SiH ₂ Cl ₂	O ₂
薄膜	HF H ₃ PO ₄ HNO ₃ H ₂ O ₂	NH ₄ OH NaOH	IPA SOG PSR-2	PH ₃ ClF ₃ SiF ₄ TMP TMB TEOS WF ₆		SiH ₄ SiH ₂ Cl ₂ H ₂ TDMAT	O ₂ NF ₃
微影		顯影液	光阻液 EBR NMP 丙酮	F ₂ (1%)			CDA
蝕刻	H ₂ SO ₄ HCl NH ₄ F HF H ₂ O ₂	NH ₄ OH	ACT935 EKC800 PF5080 IPA	Cl ₂ BCl ₃ HBr CO	Cl ₂ BCl ₃ HBr	CO	O ₂

晶圓廠氣、化災災害發生機率較火災為高，發生規模不若火災猛烈。氣災大部分為毒性或窒息性氣體洩漏，造成人員傷亡，對廠房機台設備損失較小，如氯氣、氮氣。液體化學品災害，大部分為酸、毒、腐蝕性液體洩漏，以管路或桶槽爆裂、洩漏為大宗，如硫酸、氫氟酸、酸鹼廢液。表 3 為常用之酸液與潛在健康危害。

表 3 晶圓廠製造常用之酸液與潛在健康危害

物質名稱	製程步驟	容許濃度	IDLH 限值	潛在健康危害
醋酸	蝕刻	10ppm 25mg/m ³	1000ppm	具刺激性產生肺水腫
鹽酸	蝕刻	5ppm 7.5mg/m ³		對皮膚具刺激與腐蝕性
硝酸	蝕刻、清洗	2ppm 5.2mg/m ³	10ppm	對皮膚、呼吸系統、眼等具刺激與腐蝕性
磷酸	蝕刻	(1mg/m ³)		對皮膚、上呼吸道、眼等具刺激
硫酸	蝕刻、清洗	1mg/m ³	80mg/m ³	對皮膚具刺激與腐蝕性
氫氟酸	蝕刻、清洗	3ppm 2.6mg/m ³	20ppm	其強腐蝕性引起潰瘍及骨骼傷害

半導體機台相對危害等級分析(表 4)，根據過去意外事故的統計，造成半導體廠損失的最主要因素為化學物質外洩，而化學物質外洩所造成之火災爆炸及毒性危害，用以評定各機台之相對危害等級大小，作為確立後續所需評估頻率和深度的基礎。

表 4 機台火災危害辨識(PHA)與風險分析(HAZOP)

機台設備	Fammable Chemical	Nf(易燃性)值物質之 NFPA 危害等級	危害及可操作性分析 HAZOP 危害等級
Implantation 、CVD、Poly	SiH ₄ 、AsH ₃ 、PH ₃ 、H ₂	4	5，高度
Wet Bench、 Furnace	IPA、CH ₃ OH、 ACT-N-396、TEOS、 TMB、TEOA	3	3，中度
Photo	TEOS/TMB/TMPO/TEOA 顯影液和光阻液等	3	2，中度
Etching	CO	4	2，中度

(資料來源：86 甲類工作場所審查報告、NFPA 易燃危害等級；分析對象：僅列評估機台使用化學品部分。)

2.2 高科技廠安全與防護

園區高科技產業蓬勃發展，已不僅是我國經濟發展與提升國際競爭力之命脈，更是與國際高科技發展接軌之火車頭。它是知識密集與資本密集產業的結合體，國科會、科學工業園區管理局與園區事業無不全力投入以確保消防與工業安全之防護工作，期使高科技產業之投資環境更為完善。

2.2.1 高科技廠營運延續計畫

做好科技廠房安全管理，不僅保障勞工的基本生存權與工作權，保障企業持續發展與永續經營，更能維護社會安定及人力資源，增進經濟發展及國際競爭力。但也不可否認不管天災或人為的意外災害，皆有發生的機率，尤其在園區內高科技廠林立工作人口密集，不但意外發生事故機率高，而且不幸一旦發生損失就非常慘重，前述所舉的火災案例即可證明。以往不論政府部門、學界與社會大眾均有將緊急事故視為突發的單一事件之趨勢，有人甚至將其作為，明顯侷限於消防救災等技術活動上。然衡諸實際，將緊急事故視為單一事件進行緊急事故管理，其所能發揮的效果有限。因此，現在較新的風險管理觀念是摒除將緊急事故視為單一突發的觀念，認為緊急事故係一持續發展的過程，緊急事故作為不僅是單純的救災等控制或處理活動，而是全面性、長期性的管理政策之規劃與執行過程。

以美國聯邦緊急事故管理署(Federal Emergency Management Agency，簡稱 FEMA)與作為該署運作基礎的「整合性緊急事故管理體系」(Integrated Emergency Management System，簡稱 IEMS)內容與運作架構為例來看，可知緊急事故管理體系是基於緊急事故演化(Emergency Evolution)的概念，將緊急事故管理過程分為四階段的管理：

- (1) 減災階段(Mitigation)
- (2) 整備階段(Preparedness)
- (3) 應變階段(Response)
- (4) 復原階段(Recovery)

在緊急事故管理對策與活動的四階段演化過程中，緊急事故的緊急應變管理主要是著重於應變階段，雖各階段皆相互具有關聯性，但緊急事故緊急應變管理的演化過程中，當事件(event)發生後，即面臨到危機管理，透過救災指揮體系的運作，如災害應變中心、救災行動與策略等，反映出

損失或是災難的情況。

高科技廠對於風險管理，普遍皆會建立營運延續計畫(圖 8)，簡稱 BCP(Business Continuity Plan)，以避免或降低營運中斷所造成的損失，因應災害後的危機應變，以維持企業永續經營、維持企業價值及優勢，進而擴大市場占有率。BCP 計畫有三個階段，各階段則建立流程圖與細項說明。

1. 緊急應變(Emergency Response)

此階段執行時機為事故發生後 1 小時內所採取的行動，如人員傷亡、火災爆炸、化學物品外洩、毒性氣體洩漏、水災、地震等事故。事件發生後的數分鐘內所採取的行動，是決定災害損失大小的最重要關鍵因素。先就各種預期災害擬定緊急應變行動綱領，評估相關現場環境、人力、器材、消防設施等可用資源，並對員工施與訓練及演練，使緊急應變小組(ERT)能確實發揮救災功能。

2. 危機管理(Crisis Management)

此階段執行時機，事故發生後 1 小時~2 天所採取的行動，為緊急應變後 2~5 天內，溝通協調為本階段最重要的工作，包含所有的對外聯絡、如何應付媒體、主管官署以及股東，如何與所有員工以及員工家屬溝通？這些都是危機處理小組必須具備的能力。一個有效的危機處理計畫，可以幫助企業主管，縱使身處緊急壓力下，亦能迅速有效做決定，並能與社會大眾做好有效的溝通，以保持公司的正面形象。

3. 營運復原(Business Recovery)

執行時機，事故發生後 1 天~1 個月所採取的行動，為危機管理後實施，視狀況延長或縮短。先制定一系列復原流程，依照流程即時而有效的執行，逐步恢復企業運作，以降低對企業的衝擊。復原計畫應包括：

- (1) 確認恢復企業營運所需的重要資源及能源，如：電力、通訊、原物料、供應商、電腦軟體、技術文件等。
- (2) 各種營運替代方案及風險評估，至少需多少時間恢復。
- (3) 企業營運復原的策略與執行步驟。

復原工作所需的資源詳細載入正式的復原計畫中，建立文件與備案，各相關部門充分溝通，予以演練測試並修正，以確保在災難發生時能夠有

效執行。

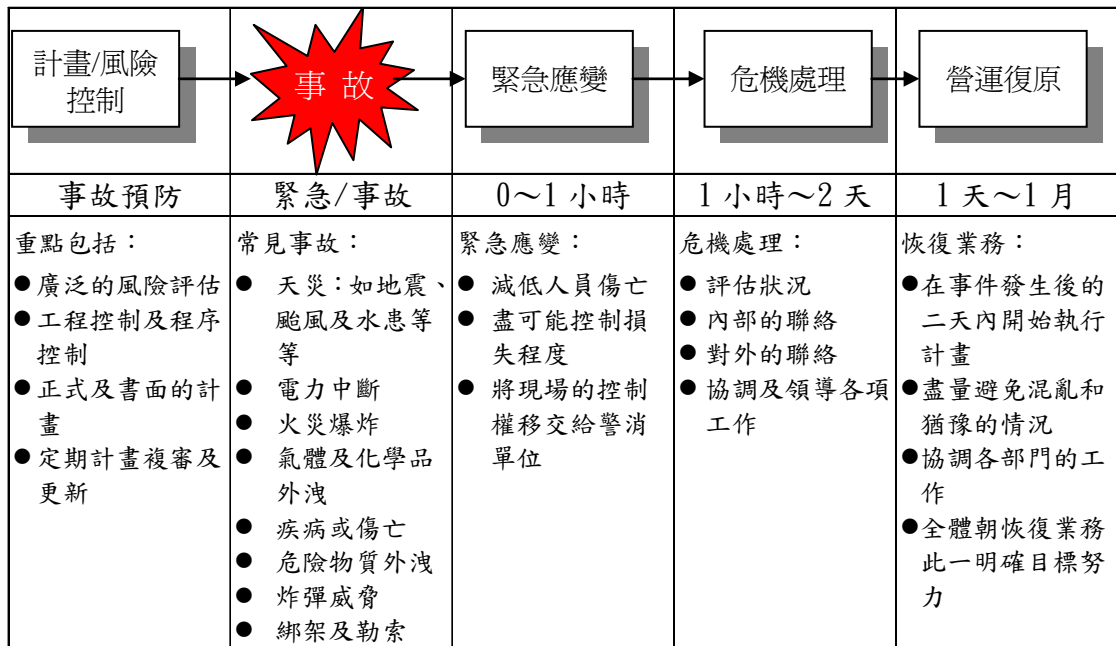


圖 8 高科技廠營運延續計畫

2.2.2 高科技廠防護設施 (Facility Description)

近年來因科技快速創新發展，使產品往微小化與高精密化方向設計。如超大型積體電路 (VLSI, Very Large Scale Integrated Circuit) 及極大型積體電路 (ULSI, Ultra Large Scale Integrated Circuit) 之研究製造。然此精密產業，對於空氣中之浮游粒子、粉塵等之污染極為敏感，且對於產品之品質、可靠性及良率高低有著極大之影響，需要在工作環境內，需要大量氣流循環來排除污染塵粒，以維持工作區的潔淨度。產品須在較潔淨環境中製造生產，方能獲得較佳品質。所以具潔淨效果無塵室 (或無菌室) 已成為半導體、光電、生技、醫療與食品界等高科技業不可或缺之設施。

而國際標準組織 (International Organization for Standardization; ISO) 也有訂定其標準，在 ISO-14644 內容定義無塵室為『一可控制室內懸浮微粒濃度房間，建構目的是使室內微粒之生成、帶入與滯留最小化，並依應用上之需求，可控制其它相關參數，如溫度、溼度與壓力等』。另 ISO 其潔淨度等級劃分，首先定義了微粒的粒徑是從 0.1mm 到 5mm，在此範圍之外就不列入等級表，但是另定義有超微粒子與

超大粒子針對範圍外粒子。ISO 等級本身歸類為 ISO Class 1 到 ISO Class 9，其允許上限的定義是大於等於該粒徑的微粒數，數目字如下表，單位是每立方公尺的微粒數（表 2-3，ISO-14644）

無塵室為一密閉式作業空間，內部有許多機具設備與多人於內部作業。如果發生火災事故，將對無塵室內部機器設備、建築結構與工作人員造成相當大損害與傷亡。所以無塵室於設計階段時，多會依據國內外消防法規或基準，於內部設置消防防護系統。無塵室進行消防防護系統設計時，常參考基準或法規有台灣消防法規、美國防火協會 NFPA (National Fire Protection Association) 與工廠互保協會 FM (Factory Mutual) 等相關法規。

無塵室內各系統有空調及循環系統、消防防護系統、電力系統、監控系統及內部裝修等項目。無塵室設置消防防護系統時，一般依據國內消防法規設置，但因其特殊環境需求與保險公司要求，也多會參考國外先進基準或設備，增設其防護系統。依現行所設置系統區別概分為，自動撒水系統 (Automatic Sprinkler system)、消防水系統 (Hydrant Extinguish system)、二氧化碳滅火系統、火警系統 (Fire alarm system)、極早期火警偵測系統 (Very Early Sampling fire detection system)、緊急排煙系統 (Dedicated smoke extraction system) 與被動式防火系統 (Fire Stop system)。

1. 自動撒水系統 (Automatic Sprinkler system)：

無塵室內之自動撒水系統依 NFPA13 安裝，如果設計面積大於 3000ft² (278.8m²)，水力設計之密度為 0.2gpm/ft² (8.15 Lpm/m²) 設計，且採用濕式 (Wet type) 撒水方式，水量設計多依照 NFPA 318 規定。無塵室之氣流為向下流式 (down-flow) 設計，所以除天花板上層區域可使用一般型撒水頭外，其餘皆採用 FM 認證快速反應型撒水頭，並外加防撞保護蓋。快速反應型灑水頭反應時間指標 (RTI) 則必須在五十以下，一般型灑水頭 RTI 為八十以上。

各撒水分區均設有獨立之警報逆止閥，並延伸至回風區、夾層區 (Plenum)、可燃性材質結構 (如 PP、PVC、FRP 等) 之濕洗槽 (使用易燃性溶劑或有熱源供應者)、晶元暫存倉內 (stocker) 等。為避免可燃性氣體於風管輸送時發生火災，風管自動灑水系統多設置於管路直徑大於 10 inch 且使用塑膠材質之可燃性排氣管內，以防止排氣管廢氣燃燒，另內裝易燃性

氣體氣瓶櫃如放置於無塵室內者其內部也會裝設撒水頭。撒水管路之管路防震固定均依照 NFPA13 之規定設置。

2. 氣體自動滅火設備

氣體自動滅火系統使用之藥劑種類包括有二氧化碳、FM200 及海龍替代品等滅火藥劑。設置氣體自動滅火系統之設備及場所，如各式機房、電腦房、控制室、濕洗槽等場所(設備)及其他不適用灑水系統之密閉式空間。

氣體自動滅火系統應考量之重要配套設施，如系統延遲啟動裝置(人員撤離及警訊確認時間)，另啟動探測器應採偵煙及差動型連動設置，避免發生誤動作。火警探測器及氣體動滅火系統儘可能延伸至設有高架地板之夾層內。氣體噴灑動作應連動關閉所有開口、門窗及空調等設施，避免氣體無法蓄積於密閉空間而影響滅火效能。氣體鋼瓶起動閥應設定於自動位置。

因無塵室內設置許多容易發生火災高風險機台，所以設置製造商多會為此機台設置其附屬二氧化碳自動滅火系統(CO₂ Extinguish system)，當機台發生火災，內部偵測器偵測到火災訊號時，立即可自動啟動其附屬 CO₂滅火系統滅火，常見設有附屬動 CO₂滅火系統機台如 Wet Bench、semi-tool、wafer stock 與光阻櫃等。

3. 火警系統：

火警系統主要需具有偵測、監視、控制、連動等功能。一般於應變中心設置智慧型火警受信總機進行監控作業，當現場發生火災時，由現場火警探測器偵測後，將火警訊號傳回受信總機進行應變動作，如火警警鈴鳴動、緊急自動語音廣播、連動防火門、排煙閘門、啟動排煙風車等。無塵室內探測器多採用偵煙式感知器，主要安裝區域包含室內生產區域天花板上層區域、各獨立房間及迴風道內。所有管線之配置均須依照國內建築法規之“屋內線路裝置規則”及相關消防法規施工，多配置 EMT 管或金屬軟管，防止各類干擾及必要之保護措施，電纜耐燃等級需滿足國內法規規定。

火燄(光電)式探測器會應裝設於矽烷等自燃性及易燃性氣體之氣瓶櫃或製程機台內。火警受信總機會裝設於於 24 小時有專人監視之場所，常設置於廠務值班室、警衛室或無塵室監控室。

4. 極早期火警偵測系統：

因無塵室內特殊氣流運作狀況，一般傳統式偵煙探測器可能無法於火

災發生時立即偵測發現，所以能夠於火災初期發生即可偵測到之及早期火警偵測系統普遍被設置於無塵室環境內。極早期火警偵測系統（Very Early Smoke Detector Active；VESDA）（或另稱為High Sensitive Smoke Detection system；HSSD），其多以定時主動抽氣取樣分析的方式，分析空氣中煙霧粒子的濃度，以判定是否有火災發生。極早期火警偵測系統於無塵室內多安裝於回風口(道)之新鮮空氣混合點前處、高架地板下、電力電盤內、零件清潔室與高風險機台內部或周圍（如Wet Bench、Stepper、Stocker、Furnace、Ion Implanter）。

5. 緊急排煙系統：

為排出火災發生時產生之濃煙，以達延長人員逃生時間之目的。排煙風量採 Performance Base Design 需求進行設計，但亦需至少滿足國內法規之規定。所有設備均需符合 FM、UL 或 JIS 等認證標準。一般多於 Fab 層設置專用排煙系統，另再加入正負壓區劃煙控方式，即某區劃中發生火災時則關閉該區的空調且打開該區的排煙閘門排煙以形成一負壓區，但非火災區的區劃內空調持續運作形成正壓狀態。

6. 消防栓與滅火器：

依各類場所消防安全設備設置標準，任一點至室內消防栓箱接頭水平距離不得超過二十五公尺。因無塵室特殊環境，所以多將室內消防栓箱設置於無塵室四週接近緊急逃生安全門明顯易見處，方便應變人員容易取用。室內消防栓箱內部設有長度 15 公尺口徑 38 公厘附快式接頭之水帶兩條、口徑 38 公厘直線水霧兩用水瞄、出水口與手動報警機。

因潔淨度需求，無塵室內部只能使用潔淨氣體滅火，最常用為 CO₂ 滅火。一般多設置手動滅火器於無塵室內，其設置方式多依國內消防法規計算所需滅火效能值與規定距離設置。一般多設置 201b 手提式 CO₂ 滅火器，但為能提供較大滅火效能，會於高火災風險機台附近設置 501b、1001b 輪架式 CO₂ 滅火器。

7. 被動式防火系統：

無塵室的設計應有適當的防火區劃及防火門的區隔，當災害發生時能將火勢侷限在一定範圍內，以防止烈火及濃煙波及其他地方。無塵室與一般作業場所應以耐火時效至少達一小時以上之建材區隔，危險性作業場所則應設置於遠離無塵室外之獨立建築物內。一般多將無塵室視為一防火區

劃，所以其須至少有一小時以上防火時效。另無塵室中多用不可燃的次分隔牆來限制意外事件發生時的火、煙或其他污染物擴散，這些次分隔牆是從屋頂下方至 subfab 的地板。另在黃光區與所鄰近區域之間、產品線之間、及濕式清洗與鄰近區域之間等處設此分隔牆。內部所有鋼構材料於建廠時即進行防火塗佈使其具有防火時效。空調、排氣管路皆使用金屬管材質或 FM 認證產品 (FM4922)。濾網外框、百葉窗、天花板格子架皆應是不可燃的，或是由符合 FMRC Clean Room Materials Flammability Test Protocol 測試的材質製成。潔淨室中用的 HEPA 與 ULPA 過濾模組應是 FMRC 認可的。

無塵室內部隔間應採耐火時效達一小時以上之材料建造，當意外事故發生時，以限制火勢漫延，防阻濃煙及污染物所造成之擴大損失，而黃光、蝕刻等區與其他區域之內部隔間應貫穿地板(含回風區)通達至上層樓板(含夾層區)。無塵室之牆、地板與及內部裝潢均應以不燃材料建造。無塵室回風區(夾層區)與其他樓層之地板應採實心不燃材料建造，當設備配管貫穿該樓板或具耐火時效之牆壁時，應以耐火時效達一小時以上之材料填充其孔隙。

無塵室內部各防火區劃間有晶圓傳送系統，多會設置自動關閉閘門，並與該位置之牆壁具有同樣防火時效。公用設施(水、電、空調管、化學品供應管等)的穿越處應以認可 1 小時防火等級的防火填塞材料緊密地密封。

8. 內部裝修：

內部裝修項目主要有天花板系統、隔間牆板 (Partition Wall)、高架地板 (Raised Floor)、表面塗裝 (Epoxy Coating)、空氣緩衝區及浴塵機 (Air Lock & Air Shower)、潔淨梯、貓道 (Catwalk)。

- (1) 天花板系統主要功能為承載 FFU、燈具、盲板、火警偵測器、灑水頭、廣播器、排煙風門等相關設施。
- (2) 隔間牆板主要功能為區隔特殊功能區域，或區隔無塵室與非無塵室區。
- (3) 高架地板主要功能為，承載無塵室區內機台與人員、提供 Utility 管路行走及配置空間、配合 FFU 調整室內氣流，以帶走微粒子及熱量。

- (4)表面塗裝主要功能為，防止水泥表面微粒子發散、具防塵、防水、抗壓力及耐酸鹼腐蝕之特性。
- (5)空氣緩衝區設置於無塵室與非無塵室交接入口處，避免室壓直接洩漏及污染物進入無塵室內。浴塵機為吹除操作人身上之微粒子。
- (6)潔淨梯為提供 FAB 各層樓間之交通用。貓道為提供廠務維修人員於特殊區間內之聯絡通道，主要設置於 SAC 及回風道內。

2.3 高科技廠緊急應變組織及運作

緊急應變是工廠防救災之最後一道防線，當工廠遇到緊急事件時，如果有緊急應變組織迅速的進行，可以減低災害的負面影響。高科技廠主要災害為火災、爆炸、氣災、化災、震災、跳電、空污，其中加以歸納後，需要成立動員緊急應變小組，概分為火災、氣災、化災三種。在應變過程中，由於化學品種類繁多，須配備查詢用參考資料，如緊急應變指南與物質安全資料表(MSDS)，此為高科技廠一大特色。更由於科技發達，此類資料更進一步轉化為電腦查詢軟體，以使運作方式能更正確而快速。運作方式多會根據化學物質的不同，將災區劃分為熱區、暖區、冷區。



2.3.1 國內相關法規規定

1. 現行法令要求緊急應變組織之規定如下：

(1) 消防法第十三條：

一定規模以上供公眾使用建築物，應由管理權人，遴用防火管理人，責其制定消防防護計畫，報請消防機關核備，並依該計畫執行有關防火管理上必要之業務。地面樓層達十一層以上建築物、地下建築物或中央主管機關指定之建築物，其管理權有分屬時，各管理權人應協議制定共同消防防護計畫，並報請消防機關核備。防火管理人遴用後應報請直轄市、縣(市)消防機關備查；異動時，亦同。

(2) 災害防救法第十四條：

災害發生或有發生之虞時，為處理災害防救事宜或配合各級災害應變中心執行災害應變措施，災害防救業務計畫及地區災害防救計畫指定之機關、單位或公共事業，應設緊急應變小組，執行各項應變措施。

(3) 毒性化學物質管理法第八條：

第三類毒性化學物質之運作人，應依中央主管機關規定，檢送該毒性化學物質之毒理相關資料、危害預防及應變計畫，送請當地主管機關備查，並公開供民眾查閱。

(4) 民防法第四條第一項第三款：

機關(構)、學校、團體、公司、廠場工作人數達一百人以上者，應編組防護團。但其人數未達一百人，而在同一建築物或工業區內者，應編組聯合防護團。

(5) 危險性工作場所審查暨檢查辦法第五條：

事業單位向檢查機構申請審查甲類工作場所，應填具申請書，並檢附下列資料：安全衛生管理基本資料、製程安全評估報告書、製程修改安全計畫、緊急應變計畫、稽核管理計畫。

(6) 特定化學物質危害預防標準第六條：

為防止特定化學物質引起職業災害，雇主應致力確認所使用物質之毒性，尋求替代物之使用、建立適當作業方法、改善有關設施與作業環境並採取其他必要措施。

2. 為因應上述法規有關緊急應變之規定，且須符合工廠本身防災需求，緊急應變組織建置時，考量項目如下：

(1) 整合並滿足各法規要求項目。

(2) 將消防、工安、民防之各項組織、職責合一，使應變時不致混淆。

如消防之滅火班即工安之救災班，消防之通報班即工安之聯絡班，消防之避難引導班與安全防護班即是工安之安全管制班。

(3) 消防部份之應變演練依規定每年至少兩次，與工安部份之每年至少一次，合併舉辦。

(4) 工安、消防、環保之緊急通報合而為一。

(5) 整合性文件中增加災害種類及危害等級之相關文件與表格，以鑑別出危害原因。

2.3.2 高科技廠緊急應變組織

高科技廠設置緊急應變組織 ERT (Emergency Response Team)，參

照消防法規並強化其功能，期使各廠依不同狀況採取有效之應變措施，使災害得以迅速控制，降低對人員及環境之衝擊及降低財務損失、防止災害擴大。其組織含指揮官、助理、災害搶救組、後勤支援組、通報管制組及醫護組。運作為指揮官依災害類型召集各組成員，集合在事故應變指揮中心，在進行各組緊急應變作業，包括受傷人員優先搶救及災害撲滅。並將指揮系統隨發生時間與規模區分成不同期段之指揮系統。

自衛編組各組或成員由廠區內相關工程師或主管擔任，此功能性組織有其明確之任務職掌。平時各組成員定期接受各式相關訓練與模擬演練，透過不預警方式進行演習，以提升整體應變能力與熟練救災技能。整體包括指揮體系、救災救人、救災防護器材提供與傷患救護等工作分派與執行。訓練員工進行事故先期事故應變。透過對員工加強潛在危害的認識，救災應變訓練，並定時舉行實地演習訓練，爭取時效侷限火勢，減低潛在損失。各成員執掌如下：

1. 聯合指揮中心

(1) 聯合指揮官：

- ①由總經理(或代理人)擔任，負責緊急應變災害處理統籌指揮及調度之相關事宜。
- ②聽取報告下達正確緊急應變措施。
- ③指揮災後復建工作。

(2) 安全官：

- ①由環安衛主管擔任，具專業知識，了解事件可能對救災人員的威脅，並建議行動策略。
- ②監督與評估是否有安全上的危害或不安全的情形。
- ③協助緊急事故發生時現場之應變。
- ④若災害造成死亡事件或罹災人數達3人以上，則應於24小時內報告檢查機構。若放流水質有嚴重危害人體健康、農漁業、飲用水及水源時，應於3小時內通報環保主管機關。

(3) 連絡官：

- ①由管理部主管(或代理人)擔任，成立協調中心，受總指揮之命，負責公司內外救災人力之調配與協調。
- ②協助現場指揮官指揮現場救災工作。
- ③協調多個支援機構聯合運作。

(4)資訊官：

- ①負責對外向政府有關單位發佈事故原因或應變對策訊息(透過媒體發佈新聞稿或口頭報告)。
- ②媒體、來賓人員之招呼/接待。
- ③隨時瞭解災情。

(5)現場救災指揮官：

- ①由受過ERT訓練之主管或資深人員擔任。成立廠區ERT小組，實際指揮災害現場救災工作。
- ②隨時向總指揮官報告災害處理狀況及傷亡情形，並依總指揮官之指示下達現場緊急應變措施。

2. 搶救組：

- (1)利用滅火器、室內消防栓等消防設備從事滅火活動。滅絕可(易)燃危害物質。
- (2)傷患救離災區。
- (3)化學物質外洩偵測、氣體洩漏偵測、處理後環境偵測。
- (4)外洩物發生源處理、對洩出物之緊急處理及危害殘留物處理。以各種洩漏處理器材/裝備防止洩漏之擴大。

3. 後勤支援組：

- (1)負責廠務電氣、消防、水、排風系統之控制。
- (2)救災器材之供給管理。
- (3)友廠提供救災器材之清點交接。
- (4)支援救災工作、堆高機駕駛操作。
- (5)重要文件及物品之搬運搶救及財產保管。

4. 醫療救護組：

- (1)傷患送醫前之急救、傷患搬運。
- (2)傷患之送醫途中隨同之醫護。
- (3)統計傷亡人數。

5. 通報管制組：

- (1)交通管制
 - ①指揮救護、消防、檢查人員車輛進出。
 - ②維持災區外之人車秩序。
- (2)人員疏散

- ①引導人員疏散。
- ②清點人數並將結果報告指揮官。
- (3)門禁管制：阻止與救災無關人員進入災區，並負責災區警戒。
- (4)通報聯絡
 - ①承指揮官之命令通知外界支援單位前來協助救災。
 - ②依規定時間向相關主管機關報備。
 - ③通知廠區附近民眾、工場、軍方之人員疏散及其他相關外界單位。

進入火場時，需至少兩人以上為一小組，一為瞄子手，一為副瞄子手，個人防護裝備佩帶齊全；例如消防衣、帽、鞋、手套、空氣呼吸器，進入前須先探測門窗溫度，並且觀察煙霧顏色，以判斷是否安全。如為氣體災害或化學災害，則依狀況不同，配備不同的防護衣、防護鞋、偵測器及相關器材。除此之外，現場狀況判斷與掌握，亦是重要一環，高科技廠由於化學物品種類繁多，廠區複雜，將救災相關資料整合於電腦 ERT 查詢系統，使緊急應變能力更上一層樓。人是應變組織的軟體，應變器材是硬體，兩者息息相關，空有緊急應變組織而無應變器材，是無法完成災害處理的，而先進救災器材可縮短應變時間，並可強化處理效果。

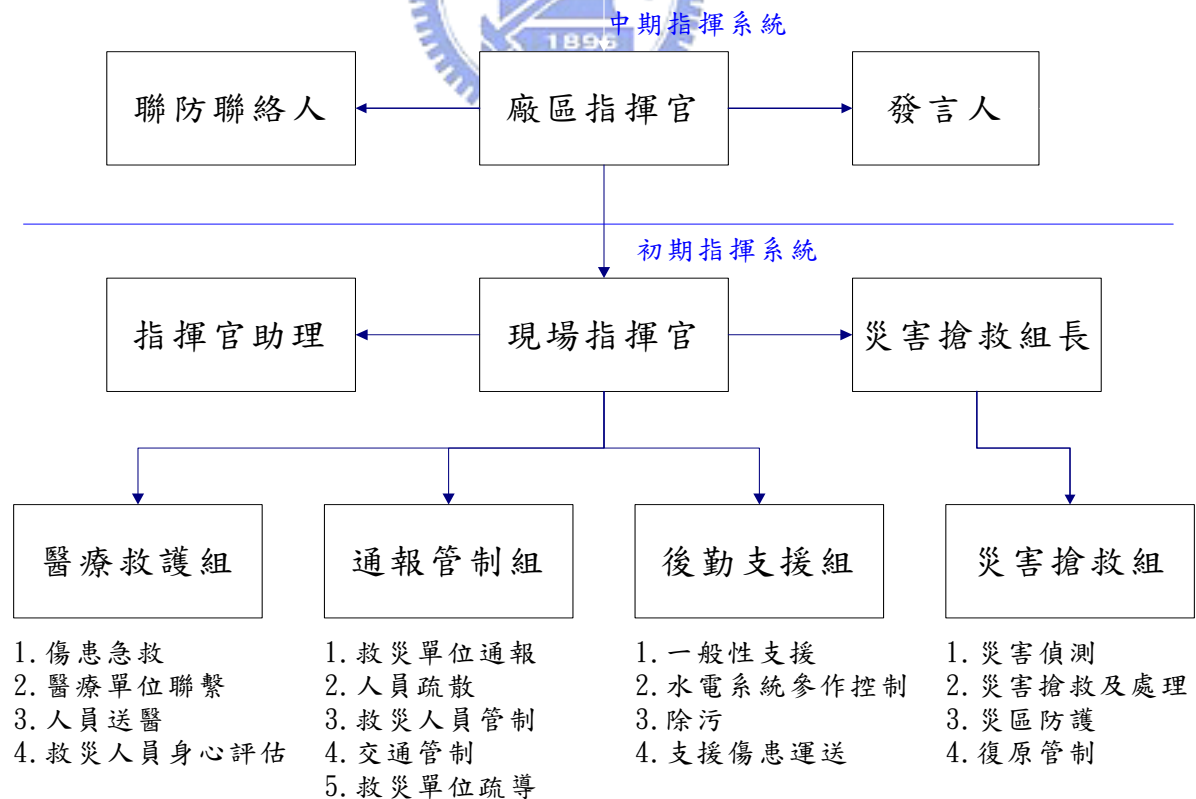


圖 9 緊急應變組織架構例

2.3.3 高科技廠緊急應變動員方式

廠內員工必須充份了解緊急事故的通報程序，若通報遲延，可能會造成人員、財產、營運或環境的重大損失。緊急事故通報，應注意下列事項：

- (1) 建立事故通報專線號碼，並標示於每一電話機上。
- (2) 員工均應熟記專線號碼及緊急應變啟動人員及組織。
- (3) 建立廠內人員緊急疏散之廣播系統與操作訓練。
- (4) 確認緊急通報送達相關單位。

緊急應變中心接獲事故通報，便立即前往確認，若事故無法立即控制，且有擴大之虞，則迅速通知應變中心並廣播成立緊急應變小組，緊急應變小組之動員人力方式，主要有下列三種：

1. 第一種方式：

廠務值班室為應變中心，現場發現災害人員執行第一時間應變與通報；或偵測器動作時，由部門值班人員立即至現場做確認與應變。若災害擴大無法處理，則以廠為單位，動員全廠各部門有受過緊急應變訓練人員，成立 ERT，廠長為最高指揮官，現場指揮官為資深主管或工程師。其裝備由廠內工安人員保管維護。

2. 第二種方式：

廠務值班室以外，另設有緊急應變中心(ERC)，發生事故時，由 ERC 人員至現場確認與應變。若災害擴大無法處理，由發生災害地點之責任部門為單位成立 ERT，該區附近其他部門為第二線支援協助單位，必要時動員全廠。廠長為最高指揮官，現場指揮官為責任部門主管或資深工程師，ERC 人員為指揮官幕僚。其裝備由責任部門保管維護。

3. 第三種方式：

各棟別(區域)設有 ERT 專門人員，以發生災害棟(區域)之 ERT 成員為搶救隊伍，其他人員不必參予，第二線搶救人員為其他棟(區域)之 ERT 人員。現場指揮官為事故區域 ERT 專門人員。其裝備為個人專屬。

表 5 各類型 ERT 動員方式

動員方式	第一種	第二種	第三種
動員人力	全廠 ERT 人員。	區域責任部門，週邊部門支援。	該區專門人員，他區專門人員支援。
現場指揮官	廠內資深主管或工程師	責任部門主管或資深工程師	事故區域 ERT 專門人員。
應變中心	廠務值班室	另設有 ERC。	廠務值班室
防護裝備	共用，由工安保管維護。	責任部門保管維護。	個人專屬。
優勢	動員人力較多	除了廠務值班室外，另設專屬 ERC	專門人員負責應變。
弱點	應變人員對現場熟悉度較不足。	增加 ERC 設置之設備與人力成本。	應變人力較不足。

各種 ERT 動員運作方式，各公司視廠區特性進行規劃，各方法皆有其優點，以第一種方式來說，其動員人力較充裕，但現場熟悉度較不足；第二種方式則另設有 ERC 之設備與人力，另兩種方式之廠務值班室則兼有 ERC 功能；第三種方式採行各區 ERT 專門人員，較專業，但恐有人力不足之虞。

2.3.4 高科技廠緊急應變演練

高科技廠除了具備高科技廠除了具備高科技廠本身除了具備緊急應變組織與人力外，仍應定期實施模擬演練，以熟悉應變模式，防止災害發生時之混亂現象。緊急應變演練包括通報、疏散、應變組織運作、災區管制、傷患救護、事故處理、廠外支援、事故控制、除污、偵檢、狀況解除、檢討，緊急應變演練程序如下圖。

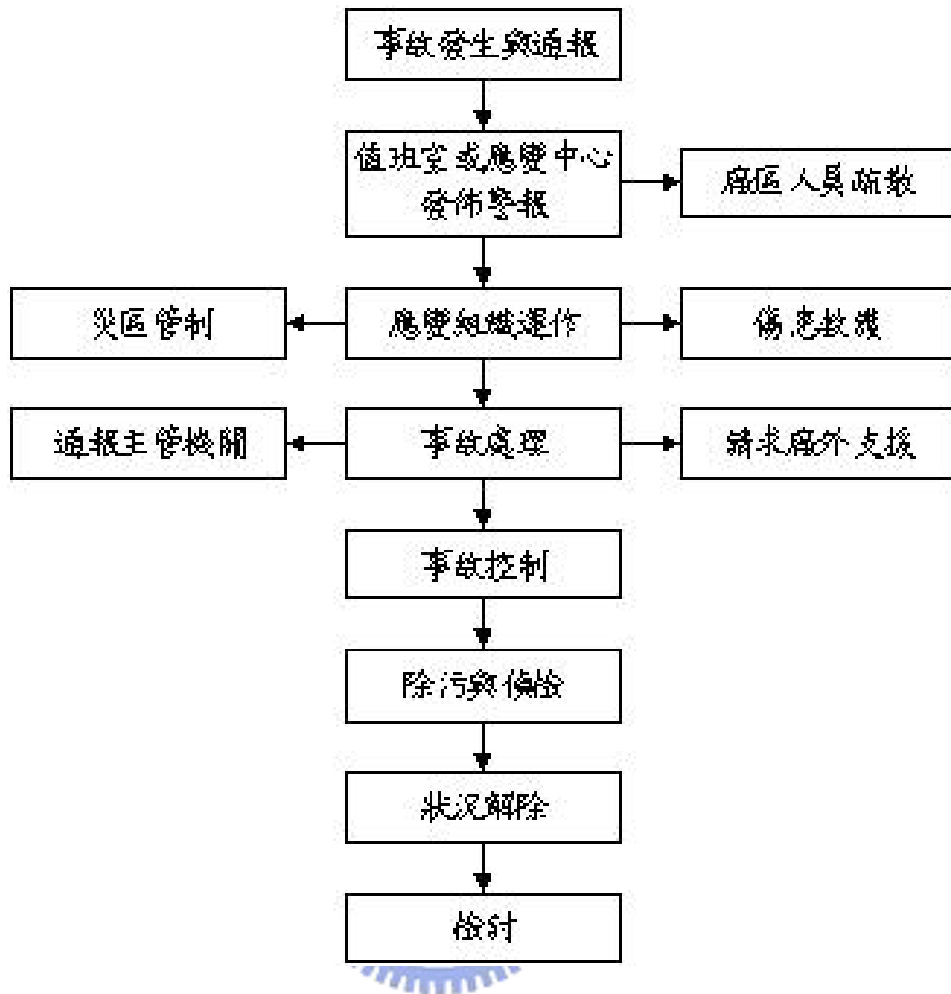


圖 10 緊急應變演練流程

緊急應變演練之目的，為模擬災害發生時，動員緊急應變組織，進行一連串之搶救動作，以減少災害損失。包括使應變成員熟悉現場中危害之辨識與災情評估、擬定應變行動方案、災區安全管制方法、建立緊急應變管理組織、執行應變之步驟、應變資源取得與分配及災後復原等。各演練步驟之情形如下所述。

1. 事故通報：事故發生時，正確的經由事故通報系統啟動火災緊急應變組織。事故現場人員或目擊者應立即以廠內火災或工安專線，通報至應變值班人員，以期立即做適當之處置。通報內容應力求簡明扼要，但應至少包含下列項目：
 - (1)人：通報人單位、姓名、分機。
 - (2)事：事故狀況描述，為火災、氣體或液體洩漏…等。

- (3)時：事故發生時間。
- (4)地：事故發生地點。
- (5)物：人員傷害與財產損失狀況。
- (6)其他：緊急處置情形、需要之協助。
2. 緊急應變組織集結：應變值班中心發佈緊急廣播，緊急應變編組人員依廣播內容，迅速攜帶必要裝備至指定地點集合待命。非應變編組人員則疏散至安全地帶。
3. 人員疏散：依事故層級疏散事故危險區域內不必要之人員。
- (1)運用視覺上及聽覺上的緊急廣播系統，安全疏散非必要人員。
- (2)生產單位主管引導危險區域內的員工，依疏散方向由逃生梯疏散至指定之安全區域。
- (3)各疏散集合點清點人數，確認人員安全撤離，並回報指揮中心。
- (4)若有人員受困危險區域，須立即向指揮中心報告。
4. 指揮中心設置：並選擇適當位置成立指揮中心，設置地點以不受災害之影響或波及且通信無障礙之地點為原則，最好在上風或獨立而能掌控現場之位置，並保持安全距離，一旦風向或狀況有改變時能有撤退之空間與間。指揮中心位置有安全顧慮或事故擴大有危險之虞時，應撤離至安全地區。指揮中心應備有下列資料或設備：
- (1)緊急應變計畫。
- (2)災區配置圖、消防系統配置圖、通風/緊急排煙系統配置圖。
- (3)廠內各區緊急應變小組人員名單。
- (4)廠內、外緊急救助單位電話清單。
- (5)物質安全資料表(MSDS)與緊急應變指南。
5. 災情評估：指揮官先對災害實施災情評估，可用望遠鏡觀察災區狀況，依現場標示判斷物質危害種類、洩漏原因、面積、大小、人員傷亡狀況，並查明物質危害特性、毒性、火災特性，並由安全官建議安全距離與適當的救災方式。其作業要領如下：
- (1)災情了解：
- ①災害種類(火災、爆炸、毒氣洩漏、化學品洩漏)。
- ②災害程度(是否可控制，是否會影響廠外)。
- ③詳細災害位置。
- ④受傷人數及傷勢狀況。

⑤洩漏源(儲槽, 容器, 管線)及洩漏物名稱。

(2)火災危害判斷：

①火災型態(氣體、液體或固體火災)。

②火源附近是否有易燃物(溶劑、鋼瓶)，數量多少。

③救災程序其優先順序為：人員之生命→環境之污染→設備或財產損失→生產或作業之干擾或中斷→其他。

(3)氣化災危害判斷：

①液體或氣體之品名。

②危害型式(毒性、易燃性、爆炸性、腐蝕性、窒息性)。

③相關毒害性及其他危害性(揮發性, 閃火點)。

④洩漏量和殘存量。

⑤洩漏源附近是否有不相容物質。

6. 初步災害控制策略：現場救災指揮或搶救組組長評估災情後，依狀況先擬訂初期應變搶救策略，直接對各組組長下達命令，將災區區分為熱區、暖區、冷區。

(1)受困人員與傷患的搶救措施。儘快將傷患搬離災區，搬動前要先了解受傷部位及傷勢。

(2)應變前的安全措施，如：緊急停機、關斷危險性物質供應系統、重要文件等。

(3)當火災與化學品洩漏時，以火災為優先處理。

(4)火災控制：

①移除附近之易燃物可燃物。

②關閉所有氣源，化學品供應源。

(5)氣化災控制：

①關閉供應源，阻止繼續洩漏。

②洩漏物加以圍堵防止擴散。

③加強排風降低危害蒸氣濃度及擴散。

④如是易燃物洩漏則須準備滅火器材防止火災。

7. 人員管制/災區警戒：管制組依指揮官指示，將事故區域予以圈圍並駐守，禁止任何人車進入，必要時得請示調撥人力，輪流看守，以免再次造成不必要之損傷。其作業要領如下：

(1)消防救災及醫護救人車經與指揮中心連絡後，引導進入災區，協助救災。

- (2)對新聞媒體採訪及非救災人員，禁止其入內採訪、洽詢、找人及報導。指揮官另指派人員帶至安全地點，另行召開記者會發布新聞。
- (3)有關事故調查之主管機關人員或前來協助救災人員，如需進入事故區域，請其稍作等候，通知指揮官指派人員陪同之。

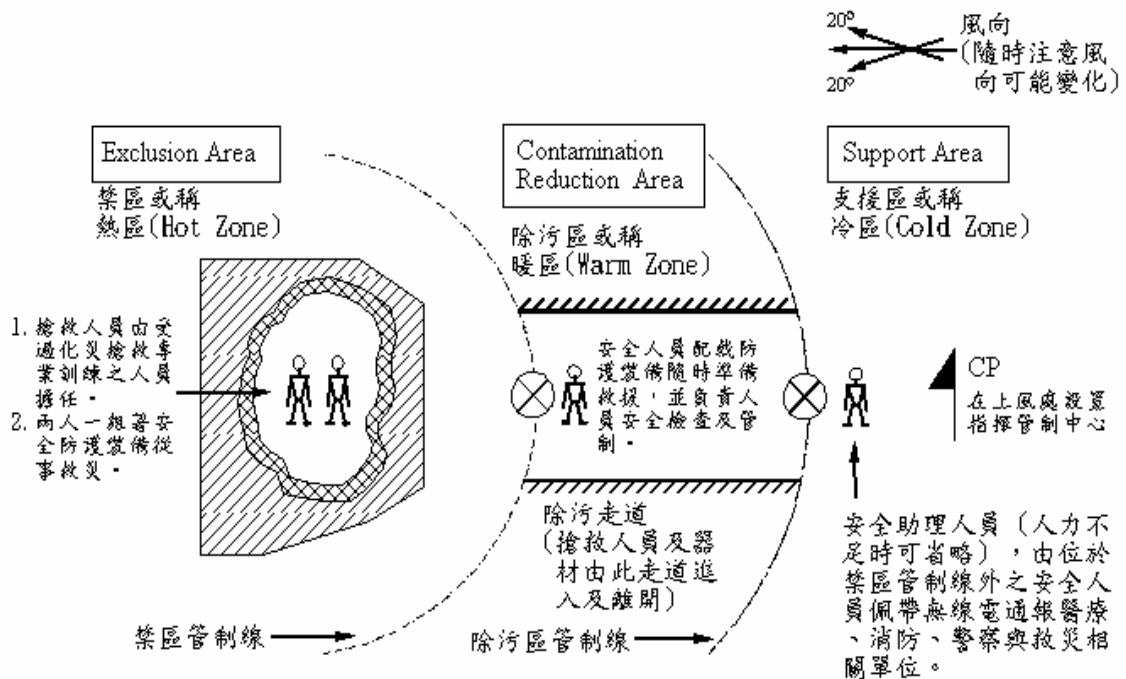


圖 11 緊急應變平面示意圖例

8. 事故控制：搶救組長依指揮官下達之任務分派人員進入災區，隨時將最新處理狀況回報指揮官。並請後勤組提供必要之器材支援。於指揮中心內離災區最前端，有足夠活動空間處設置搶救前哨站，方便搶救人員活動。其作業要領如下：

(1)集結地點：

- ①先到達之人員立即著裝待命，不必等其他組員到齊才下令。火災著自給式空氣呼吸器(SCBA)及消防衣，氣化災著SCBA及化學防護衣。
- ②對進入災區人員說明災區情形、設備位置、危險點、可用器材位置，最好使用Layout圖。
- ③指示災情控制策略，有無危險點須先隔離。考慮相關設施之動作，如自動灑水等消防設備，開關閥門、風管Damper、上下游設備、廠務設施等。

- ④進入災區以2~3人為一小班，要求同進同出，須至少有一名熟悉環境之資深人員擔任班長，配備通訊器材隨時與搶救組長聯繫。
- ⑤指派一人負責登記進入災區之人員，並檢查其裝備是否穿戴正確，記錄空氣鋼瓶壓力。

(2)火場控制：

- ①一般小火使用滅火器、消防沙、防火毯覆蓋。剛起火視線清楚，無須防護裝備。
- ②大火使用多支滅火器、滅火器推車、水龍帶。搶救時以多支滅火器同時滅火，必要時用大型滅火器滅火。
- ③廚房、瓦斯、易燃物質火災須先將供應源關閉再行滅火。
- ④機台設備本身設有自動滅火系統者，如自動CO₂、海龍滅火系統，應先啟動之。
- ⑤使用水龍帶滅火時，注意是否將電源關閉，並注意是否有禁水性物質，以兩條以上水龍帶互相掩護搶救。
- ⑥搶救時若發現傷患或同伴發生危險應立即帶出災區。

(3)氣化災控制：

- ①氣化災須派一偵測班，洩漏處理1~3班，一防護班噴水霧阻絕毒氣擴散。
- ②通報指揮中心現場實際狀況，請求後續支援相關氣化災處理設備。若供應系統未關閉，要求廠務停掉前端供應系統。
- ③針對洩漏源作隔離、圍堵、吸收、中和、稀釋、密封、通風換氣。
- ④伴隨火災發生時不可著化學防護衣進入火場。

9. 後勤支援：後勤支援主要任務為器材支援管理、架設除污站、協助搶救人員著裝、消防與廠務設備運轉。集合地點選於近災區上風處、無搬運障礙之位置。其作業要領如下：

(1)成立器材管理站

- ①包含器材運送、調度、分類、登記、更換。依不同器材予以分類擺放，要整齊有序，不要造成指揮中心混亂及通路受阻。
- ②組長備有各類防護救災器材一覽表、器材供應商聯絡電話/傳真，以供聯絡器材調用。所取器材須適合故事所需。
- ③所有支援器材要分開，並標示登記，確實記錄廠別/攜帶者/器材名稱/器材廠牌型號/數量/器材外觀狀況。接收器材時要檢查外觀，有破損者勿收。

④空氣鋼瓶之實瓶與空瓶要確實分開,更換後要確實鎖緊接頭與固定帶。

⑤受污染與換下之器材須另行清潔整理,須檢查有無破損。

(2)成立除污站:

①設於指揮中心到氣化災區動線上,一般為一倍TLV值處或化災前哨站前緣(暖區)。

②所有自災區出來的人員與設備皆要先除污。人員由上而下雙手張開轉圈除污,必要時用試紙測PH值。

③自災區帶出之廢棄物收集於除污站,或包裝好帶至安全處所。

10. 災害通報:通報組通報廠外單位之時機如下。

(1)消防隊:火災發生且無法立即控制或撲滅時。

(2)環保局:

①固定污染源排出大量污染物時(1小時內通報)。

②排出廢水有害人體健康,農漁生產,或飲用水水源之虞時。

③毒性化學物質(毒性氣體CL2)發生污染環境或危害人體健康時。
(需於1小時內通報)

(3)管理局勞資組:

①發生死亡災害。

②罹災人數3人(含)以上。

③氨、二氧化硫、硫化氫、氟化氫、氯等化學物質洩漏,發生1人以上住院治療者。(需於24小時內通報)

(4)醫療單位:有人員受傷且廠內無法處理。

(5)附近友廠:毒性物質外洩至廠外,或器材不足須廠外支援協助時。
尋求整個園區地區鄰近友廠之應變援救單位予以支援。

11. 緊急救護:

(1)救護地點:在指揮中心旁,不影響救災動線,方便傷患搬運及救護車進出點,位於上風安全處所。(冷區)

(2)傷患送醫前之急救:

①檢傷分類:將傷患依傷勢檢傷分類(紅色→黃色→綠色→黑色),完整紀錄姓名、受傷部位及送醫時間。

②人員救護:傷患分組作初步急救,設法減輕傷勢,搬運傷患,記錄傷患之病況。

(3)傷患送醫之安排:

①救護車調度：依傷患人數傷勢調度救護車，協助指揮救護車停靠與現場交通流暢。

②追蹤送醫情況，並通知家屬，回報指揮中心。

12. 警戒與偵檢：

(1)火災撲滅後，留一組人持水帶警戒，並派人巡視其他區域。應持續警戒至無復燃危險為止，並得指揮官同意始可撤離。警戒時若發生復燃，應即時撲滅並回報指揮中心。

(2)氣化災警戒區應定時量測污染物濃度，直到狀況完全解除。

13. 狀況解除：各組清點人員與器材，並向指揮中心報告任務完成，指揮官確認災害無復發之虞，無危險顧慮後，宣佈狀況解除。廣播演習結束，所有人員恢復正常。殘存化學物質之清除、回收及設備之清理、恢復工作，應於災後立即展開。

14. 演練後檢討：演習結束後，各單位檢討改善方案，以使應變過程更加流暢，針對提出之缺點予以強化改善。檢討報告作成書面資料供下次參考。

災害可能在任何時刻發生，狀況也各不相同，所有的訓練成效是否實用，在災害發生時，即可獲得驗證。半導體產業的救災特性，比一般廠房災害更加凶險，現場中更存在著許許多多未知的變數。因此，實際狀況的模擬演習則是不容忽略的訓練課程。藉由各種災害的模擬演習，來檢驗救災通報體系是否完整。加強相關應變能力，並促進不同單位間的彼此合作默契，進而使災害損失降至最低。

第三章 高科技廠先進救災設備探討

高科技廠房之無塵室對潔淨度要求極高，業者均相當擔心滅火藥劑造成環境污染，需選用適合滅火藥劑。加上無塵室乃是一個超大型之密閉空間，高達每小時四百至六百次的換氣量，一但起火，容易延燒擴大，形成高溫悶燒，不易找到火點，建物結構易被破壞。無塵室內設備管路複雜擁擠，有毒易燃之氣體與化學品極多，行成多處救災陷阱，對搶救人員生命安全，產生極大威脅。此種特殊環境，需有良好的裝備與經過訓練之人員，才能有效達成救災目的。

緊急應變救災裝備種類繁多，依直轄市縣市消防車輛裝備及其人力配置標準之消防裝備表(附錄一)，計有數百種，共分成八大類，計救火裝備、救生裝備、救災裝備、照明裝備、勤務(輔助)裝備、個人防護裝備、體能訓練器材、圖表等。此範圍以外者，筆者視為先進救災裝備、特殊救災裝備。其中與高科技廠房相關救災裝備如表 6，種類雖多，卻不能完全滿足高科技廠搶救需求，尤其氣化災搶救裝備相當欠缺，因此，高科技廠進一步採購與研發先進救災器材，以滿足救災需要。先進搶救設備大部分從國外引進，在國內很少見，源自於軍事用途居多，較不同於一般消防單位所用之器材。國內第一支高科技廠消防隊，為提升高科技廠救災能力，率先引進使用與研發先進救災設備，提升了我國救災裝備水準，並供業界觀摩學習。

本文探討之先進救災設備涵蓋下列器材：

(1)火災搶救設備：

移動式細水霧滅火設備、熱影像頭盔與影像傳輸器、發光線圈、火焰偵測儀。

(2)氣化災處理設備：

氣體鋼瓶洩漏處理車、液體化學品洩漏密封器材、除污站、六氟靈與敵腐靈。

(3)個人防護裝備：

人員救命器、歐式消防衣、自攜式空氣呼吸器、A 級/抗高溫化學防護衣。

表 6 高科技廠房所需傳統消防搶救器材

<p>一、救火裝備：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 水帶。 2. 瞄子。 3. 乾粉噴嘴。 4. 乾粉滅火藥劑。 5. 泡沫瞄子。 6. 泡沫發生器。 7. 泡沫原液。 8. 分水器。 9. 消防栓開關。 10. 轉換接頭。 11. 各型滅火器。 12. 進水管。 13. 空氣呼吸器。 14. 化學防護衣。 15. 消防衣、帽、鞋。 16. 耐高溫消防衣、帽、鞋。 	<p>二、救生裝備：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 緩降機。 2. 拋繩槍(筒)。 3. 救生氣墊。 4. 救助袋。 5. 救助吊帶。 6. 排煙機。 7. 雙節梯。 8. 乙炔切割器。 9. 圓盤切割器。 10. 鍊鋸。 11. 滑輪組。 12. 破壞器材組。 13. 火鈎。 14. 救生繩。 	<p>三、其他裝備：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 發電器(機)。 2. 照明燈組。 3. 手電筒。 4. 空氣壓縮機。 5. 擴音喊話器。 6. 收音機。 7. 通訊設備(含有、無線電設備、衛星電話、傳真機等)。 8. 攝錄影、照相器材。 9. 水帶橋。 10. 水壓表。 11. 望遠鏡。 12. 火源(點)探測器。 13. 斧頭。 14. 車輛、裝備器材維護保養設備。 15. 防毒面具。 16. 勾環。 17. 救助衣、帽、鞋。
--	--	--



圖 12 先進救災裝備

3.1 火災搶救設備

一般常見的火災搶救設備，包括水帶、瞄子、泡沫瞄子、泡沫原液、分水器、轉換接頭、各型滅火器、排煙機…等，此類設備為搶救火災的基本配備，不可缺少，但是卻無法滿足高科技廠救災需求，故科學園區各高科技公司，甚或一般百貨賣場，也朝此方向努力。在經費許可下，皆會另行購置先進救災設備，強化本身自衛編組的戰力，而在保險公司立場，也相當認同，使得保險費有很可觀的降幅，節省的保費金額皆比購置的設備還多。本節探討目前高科技廠較常見的設備，包括移動式細水霧滅火設備、熱影像頭盔與影像傳輸器、發光線圈、火焰偵測儀。

3.1.1 移動式細水霧滅火設備：

無塵室火災除了救災之外，由於傳統撒水及消防栓消耗大量的水，易造成二次水損，此為救災必須考慮的課題；又如使用氣體滅火設備如氬、鹵化烷與二氧化碳，對人體有害(如窒息)且會造成臭氧層的流失及溫室效應；使用其他不當的滅火設備，反而會擴大損失的層面。在高科技廠救災之特殊環境，為防止水源不足，以及潔淨、輕便等需求，因而引進細水霧滅火系統，這種系統滅火不僅是冷卻，而且窒息起重要作用，具有滅火速度快、滅火劑用量省、水漬損失小等特點。此系統發展初期皆為固定式，主要用於設備保護，其重量及配管方式皆無法滿足救災需求，國內聯電消防隊於1999年首次研發新形式移動式系統(圖13)，適合使用於無塵室等特殊場合使用的滅火系統，並獲得國內專利。由於細水霧運用範圍相當廣泛，晶圓廠可依需求設於廠內重要區域，如：無塵室、柴油發電機房、易燃液體供應室與庫房、化學品供應室與庫房、氣體供應室、機械室、鍋爐房…等區域。

美國國家防火協會(NFPA)出版的NFPA750細水霧滅火系統規範中，對細水霧系統作了明確定義，細水霧滅火系統係一種噴撒滅火系統，在系統中設置有一個或數個噴頭，可放射細微水霧，用以控制、壓制、撲滅火源，在最小設計操作壓力下噴出之水霧滴，距噴頭1米處，累積體積分布99%之水粒子粒徑小於1000微米(粒徑 $Dv0.99 \leq 1000 \mu m$)。故細水霧系統是藉由壓力、特殊粒徑噴頭設計，經水加壓噴撒之極微小的水霧滴，產生懸浮微霧，來冷卻火焰及煙層溫度、隔絕降低氧氣持續供應，減少熱輻射效應等，以控制或消滅火源。細水霧滅火系統經火場測試驗證對噴射氣體火

災、可燃性及易燃性液體、一般可燃物、電氣火災及精密電器設備，均能發揮其滅火效果。

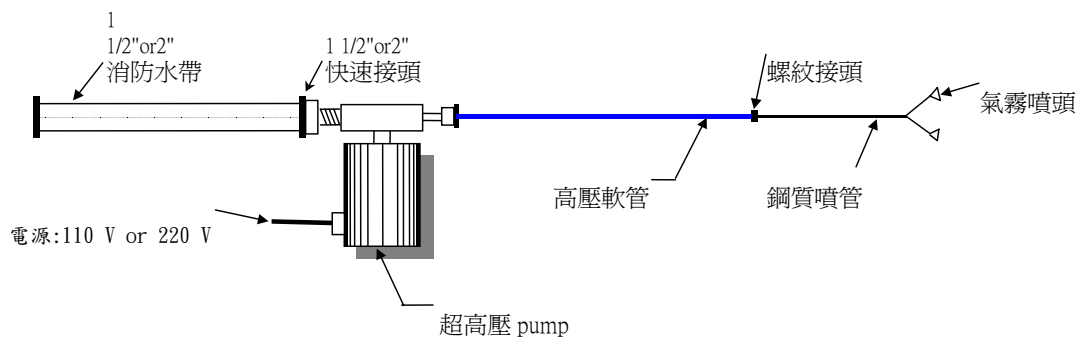


圖 13 移動式細水霧滅火設備示意圖

1. 細水霧滅火原理：

(1) 冷卻作用：

高壓純水經由細水霧頭，激化為顆粒極小之水霧，因水霧粒子極小、密度高，增加了水分子接觸表面積質量體積比，使熱能移轉速度加快，水分子蒸發吸熱汽化成氣體水蒸氣時又急速吸收熱量，降低火源周圍溫度，火焰的氣相溫度低於維持燃燒所需溫度，則燃燒過程因而停止。

(2) 氧氣置換作用：

細水霧吸熱後迅速汽化，體積膨脹 1760 倍，如果蒸發速度快速，水蒸汽會排擠原先火場中空氣所佔的空間。如在一高溫區劃中，水蒸氣將劇烈蒸發，使得維持燃燒所需之氧氣，降低到無法再作燃燒反應的程度，燃燒效率不佳，因此能達到滅火效果。

(3) 降低輻射熱：

隨著細水霧粒徑減小，細水霧密度增加，燃燒物表面受細水霧包圍，阻止火場燃燒熱輻射傳進之熱量，降低燃料表面分解及揮發速度，並可阻擋火場熱輻射，來防護人員及物體免於輻射熱傷害，阻絕火場延燒至未引燃物表面具有很重要關鍵因素。

(4) 其他次要滅火機制：

次要滅火機制包括水蒸汽/空氣稀釋、流場動態效應、區劃效果。細水霧動作時，水蒸汽及空氣會被帶入燃燒區域，稀釋原有可燃性蒸

氣與空氣混合至燃燒下限(如柴油)，進而達到滅火。水滴撞擊液體燃料表面造成潑濺現象，因而增加揮發速度，會有負面滅火效果。區劃內位於天花板的熱氣體，被水霧蒸汽冷卻擠至地面，降低燃燒效率。

2. 移動式細水霧效益：

(1)可滅A、B、C類火災：

較其他水滅火系統能控制易燃性液體火災，在短距離外噴撒不具導電性，在未斷電前可發揮其初期滅火效能。

(2)用水量需求少，水損降低：

水量需求小，約室內消防栓用水量的1/8~1/30，降低水損等二次災害，水源較不易發生問題。表7為某一細水霧頭耗水量比較表。

(3)滅火迅速，效果佳：

可迅速降低災區溫度，對隱藏火源的滅火能力佳，噴頭可藉由鋼質噴管的銜接深入火源，故救災人員可不需深入火源以增加搶救人員之生命安全。

(4)抑制濃煙，避免復燃發生：

去除空氣中之煙霧、有毒、腐蝕性等化學物質，避免人員之危害，方便辨識火源位置達快速救災目的。能夠撲滅氣體藥劑較難撲滅的通風狀態火災。

(5)管徑小、重量輕、省空間：

可單人使用、重量輕、操作簡單易於攜帶、機動性強。

(6)不具毒性，可兼顧環保：

系統使用純水等做為水源，無毒性，故使用時對人體不會造成傷害，也不會造成環保問題。

(7)清洗成本低、復原時間快：

復原成本低，降低設備損壞，強化救災的成效，期以最少的水量達到滅火目的，將災害損失降至最低。

表 7 一般消防瞄子與細水霧水量比較

使用水量	每分鐘水量(公升)	假設使用時間(分鐘)	水量消耗(公升)	水損程度	8.5噸水箱消防車可噴灑時間(分鐘)
消防栓	130	20	2600	高	65
移動泵浦	130	20	2600	高	65
消防車水柱	350	20	7000	嚴重	24
移動水霧單頭	10	20	200	極少	850(≒14小時)
移動水霧雙頭	15	20	300	極少	566(≒9小時)
移動水霧三頭	25	20	500	較輕	340(≒5.5小時)

資料來源：川圓科技

3. 用途：適用範圍廣泛，A、B、C 類場所均可，尤其下列場所。

- (1) 高精度潔淨室：醫院、展覽場所、高科技電子及生技廠。
- (2) 易燃場所：倉庫、製造廠、石化工廠、氣體及易燃液體等。
- (3) 交通工具：船舶、艦艇、飛機、車輛。
- (4) 電信設備：電信、電機設備等電器火災。
- (5) 文化遺產（圖書館、博物館、廟室等）。
- (6) 隧道火災。
- (7) 市區狹小巷弄，消防車不易到達之場所。

4. 細水霧滅火系統的禁用範圍

細水霧滅火系統的主要滅火物質為水，因此不能直接用於會與水產生劇烈反應或生成大量危險產物的物質上，根據 NFPA750 所規範，這些物質包括：

- (1) 活性金屬，如鋰、鈉、鉀、鎂、鈦、鋯、鈾、鈷。
- (2) 金屬鹼氧化物，如甲基氧化鈉(CH₃ONa)。
- (3) 金屬氮，如氨基鈉(NaNH₂)。
- (4) 碳化物，如碳化鈣(CaC₂)。
- (5) 鹵化物，如氯化鋁(AlCl₃)。
- (6) 氫化物，如氫化鋰(LiH)、氫化鋁(AlH₃)。
- (7) 鹵氧化物，如三溴氧化磷(POBr₃)。

- (8)矽烷類，如三氯甲基矽烷(CH_3SiCl_3)。
- (9)硫化物，如五硫化二磷(P_2S_5)。
- (10)氰酸鹽，如異氰酸甲酯(CH_3OCN)。
- (11)低溫的液化氣體，如液化天然氣，以避免該液化氣體因受水的擾動而產生劇烈的沸騰現象。

細水霧高速噴口能把極度微細的、氣體一般的水霧送入火中，這種噴口又能深入穿透火上的材料，即使深陷的凹穴都能悶住，杜絕這種部位繼續冒火。水量中有極高的比例用來有效撲滅，不會流失無用。結果所得到的，不但極度的高效率，同時耗用的水量又很少。隨著科技進步，有更先進之移動式細水霧研發出來，能用來使煙道的氣體顆粒有效沈澱，洗滌各類氣體；可以當作高壓清潔系統使用，使灰塵沈澱、洗車、洗地、清洗設備與油汙；作為環境冷卻或建立障礙水霧。可依需求配置一顆至多顆細水霧頭，或變換不同噴射方式，其效能更佳，重量更輕，用水量更少。

1. 高科技廠細水霧滅火設備(圖14為例)：

細水霧配置方式分為固定電動式、移動汽油引擎發動式兩類型。聯電消防隊於1999年設計之移動式細水霧設備，為國內之先驅，專為潔淨室密閉空間滅火而設計，為首次將移動式細水霧滅火設備運用於高科技廠。

(1)特性與效益：

- ①為達潔淨室密閉空間瞬間強力壓制火勢，迅速滅火需求，於噴槍上設計有九顆細水霧頭。
- ②需求水量：約 $5\sim 10\text{GPM}@150\sim 300\text{kg}/\text{cm}^2$ ，極少於室內消防栓放水量(約 $80\sim 180\text{GPM}@3.5\sim 5\text{kg}/\text{cm}^2$)。
- ③水源：採用DI或ROR做為水源。避免造成二次污染、人員觸電及降低救災時對機具、人員及環境的衝擊等危害及困擾。
- ④高壓軟管連接Pump與細水霧頭之間，軟管視場所需求長度30~100公尺機動調配。

(2)規格簡介：

- ①電力來源：固定幫浦使用3相220V、50A、15HP(ATS)以確保電力供應不予中斷。移動幫浦之使用95無鉛汽油引擎。
- ②水源入口：固定幫浦使用管徑3/4英吋， $2.5\text{kg}/\text{cm}^2 @20\text{LPM}$ 。移動幫浦之使用1.5英吋或2.5英吋消防水帶快速接頭，另裝過濾器防止細水霧頭堵塞。

- ③超高壓幫浦：300bar/ 20Lpm，附噴槍控制板機，採快速接頭。
- ④引擎：20HP/ 14.9KW/ 614cc.。
- ⑤整組重量含幫浦約80~120公斤，可由救災人員機動調配使用。



圖 14 移動式細水霧滅火設備

2. 多功能移動式細水霧設備(圖15為例)

針對國內普遍存在的都會區域巷弄型火災，由國內外產學共同合作研發，兼具輕便機動與操作簡單，可自行搶救以抑制火災成長初期，進一步控制火勢，防止蔓延。

(1)特性與效益：

- ①動力來源為電力或汽油引擎發動。
- ②操作簡易迅速，可單人操作或結合托車架、機車或汽車運行。
- ③具 70 公升水箱容量，設有捕水用浮球開關，避免水滿溢出。
- ④可注入各種混合液體，如添加泡沫滅火劑、清洗劑、除蟲劑。
- ⑤除消防用途外，亦提供多元化生活用途，平時用於住家社區或工廠的環保清潔維護，如清洗巷弄道路油污、動物糞便、房門牆柱廣告貼紙、建物外牆門窗、車輛污漬、機具設備、澆花、消毒殺菌等，使平時操作熟能生巧

(2)規格簡介：

- ①泵浦出水壓力 100 公斤以上，水量每分鐘為 30 公升以上，可配置細水霧頭 1~3 顆。
- ②引擎馬力 13HP，使用 92/95 無鉛汽油，油箱連續使用時間 1.5 小時。

- ③手拉輪架高壓水帶盤，每捲 20 公尺，可適用 1~4 盤。
- ④總重量 104 公斤，車身長、寬、高分別為 107 公分、73 公分、91 公分，四輪式車架。



圖15 多功能移動式細水霧設備

資料來源：川圓科技

3. 多段式移動式細水霧滅火設備(圖 16 為例)

新式移動式細水霧滅火設備搭載水箱，可加泡沫液，與泵浦、引擎合併成更輕便設備，用水量更省。利用單位 100 巴的高壓細水霧科技，透過高壓泵浦將水打成細小的細水霧 50micro-100micro 大小，使水達到最佳的滅火特性。噴槍可變換 5 種不同的噴霧，可隨意調整以適應不同類型的火災。

(1)噴口特性與效益：可變換 5 種不同的噴霧。

- ①極細水霧（範圍：6.5 公尺）用於撲滅燃燒中的液體，無噴濺之虞。用於人員著火時的撲滅。用於控制小空間內的火勢。水霧噴口若與槍軸垂直，槍放在臉部的高度，防熱效果很好。
- ②極細水霧搭配中心的寬面水霧噴口（範圍：10.5 公尺）用於 A 級火警（尤其室外火警），即使風的條件不利，極細水霧皆能有效撲滅。只要在中心水霧噴口後方 20 公分，噴頭可安心放開，任何人被噴頭打中都沒有危險。雖然水滴還是很小，但出水速度非常的快，因此水霧可以精確地直接運用。
- ③極細水霧搭配中心的窄面水霧噴口（範圍：14 公尺）與上述的組合類似，但中心噴口的速度更快，表示噴得更遠。
- ④中心水霧噴口（範圍：14.5 公尺）用於撲滅後的作業，或者悶熄

深層凹處的餘燼。這種噴頭不用極細水霧，表示水流更慢，污染的滅火用水量可盡量減少。

- ⑤全開噴口（範圍：16 公尺）這種噴口射程最遠，因此適用於向火逼近時，同時也適合將小物體清除，或用於損害造成後的清除工作。

(2)規格簡介：

- ①泵浦以 120 公斤的壓力每分鐘泵浦流量為 25 公升，附有壓力調節及外接水源的簡便連接頭容易自消防栓或消防車上引水使用。
- ②引擎為汽油燃燒 2 門氣缸，4 衝程 18 馬力，透過 12V 蓄電池來按鈕啟動，電池無電時還可以用拉繩方式來啟動。
- ③水箱 100 公升，附有液位顯示裝置。滅火用水應為飲用水的品質，每 2 個月更換，以防藻類生成。
- ④水的耗用
 - 極細水霧噴口：12 支共計 6.5 公升/分
 - 中心水霧噴口：13.5 公升/分
 - 最大總消耗量：20.0 公升/分
- ⑤泡沫液可從附裝的 20 公升箱盒內打進泵浦，以便撲滅特殊火災。
- ⑥噴霧用軟管 50 公尺(DN10 耐火耐壓軟管)。
- ⑦噴霧槍由 12 個極微小的水霧噴口及中心處的 1 個水霧噴口。瞬間接合式連接頭，扳機形式的開關閥，附安全把鎖。
- ⑧控制面板上有點火開關、啟動電器按鈕、緊急停止鈕、壓力停止鈕、壓力表、蓄電池顯示狀態、引擎油燈、調整汽化拉桿及使用時數表
- ⑨整台機組尺寸為 120 公分×78 公分×105 公分。重量 178 公斤。



圖 16 多段式移動式細水霧滅火設備

資料來源：松大資訊

4. 背負式細水霧滅火器(圖 17 為例)

(1) 特性與效益：

- ① 體積小、效率高、攜帶方便，可隨車裝置。單人操作，可迅速抵達現場，有效滅火。無水管及其他配備不需浪費時間安裝消防水帶或接通電源。
- ② 特殊噴槍設計，可任意控制出水量。因射出極細水霧，遇熱即蒸發，故無水損或水漬之虞。
- ③ 可用於 A、B 類型火災，細微化水分子射入火場瞬間蒸發，急速降低火體溫度。
- ④ 補水、換及充氣簡單，使用者可自行補充水及藥劑，灌充或換裝氣瓶，重複使用。通常只使用水及壓縮空氣滅火，無污染等環保問題。
- ⑤ 由於不能同時背負空氣鋼瓶，故不適合密閉空間救災。較適合不需空氣呼吸器之室外火災。

(2) 規格簡介：

- ① 可單次(可調式)或連續擊發
- ② 單次擊發量可達一公升以上
- ③ 高壓噴槍：34bars
- ④ 高壓空氣瓶：200bars
- ⑤ 射程：12 公尺
- ⑥ 總量：25 公斤



圖 17 背負式細水霧滅火器

資料來源：內政部消防署

5. 輪架式細水霧滅火器(圖 18 為例)

(1)特性簡介：

- ①附輪子，放於現場，緊急時可單人操作，有效滅火。無水管及其他配備不需浪費時間安裝消防水帶或接通電源。
- ②特殊噴槍設計，射出極細水霧，遇熱即蒸發，故無水損或水漬之虞。
- ③可用於 A、B 類型火災，細微化水分子射入火場瞬間蒸發，急速降低火體溫度。
- ④補水、換及充氣簡單，使用者可自行補充水及藥劑，灌充或換裝氣瓶，重複使用。通常只使用水及壓縮空氣滅火，無污染等環保問題。

(2)規格簡介：

- ①可單次(可調式)或連續擊發。
- ②容量 35/50 公升，總重 95/115 公斤。
- ③高壓噴槍：重 1.9 公斤，7.5bars。
- ④高壓空氣瓶：容量 6 公升，壓力 300bars。
- ⑤射程：18 公尺。



圖 18 輪架式細水霧滅火器

資料來源：正德防火

3.1.2 熱影像頭盔與影像傳輸器(圖 19)

火災現場的搶救及搜索，經常都是在黑暗的環境中進行，為了確保搶救人員能在安全的條件下進行搶救工作，藉由高科技熱顯像頭盔的幫助，使搶救人員可以在缺乏光線的環境中，進行搶救及搜索的任務，而不會因現場漆黑造成人員生命的威脅及傷害。

1. 用途與效益：

- (1)熱影像頭盔為一體成型設計，提供穿戴者頭部完整保護，整體含頭盔、防毒面罩、通訊裝置、正壓呼吸保護裝置、熱影像裝置。
- (2)頭盔頂部的熱影像攝影機，將影像顯示在頭盔內的目視鏡上，使用時不需手持操作，不僅提供最佳保護，不受約束及無需派專人操作，更讓消防員完全掌握火場情況。
- (3)使消防人員可快速有效的在黑暗及濃煙中進出火場或遂行其他搶救工作，利用其熱影像探測功能，在火場內可偵測大範圍有溫度物體。快速準確地找到建築物內燃燒位置、燃燒範圍，掃描出火場確定真正的熱負載及進入火場內可能產生的危險；透視濃煙層找尋受困的民眾及隱藏的熱源。
- (4)可迅速掃描火場內天花板熱蓄積及火勢漫延的情況，進一步研判潛在閃燃及其他危險的情況發生，預作防備及攻擊。

2. 各元件特性說明：

(1)頭盔殼帽：

- ①一體成型玻璃纖維外殼，由防火樹脂膠著。外殼塗上第一等級防火膠漆完成表層防護功能，能承受 1000°C 的高溫侵襲達 10 秒。
- ②不銹鋼的內部固定栓緊壓平，面罩交接處以合成橡膠環固定，具防水及絕緣密封之作用，固定夾固定面罩位置。

(2)熱影像攝影機：

- ①自動光圈設計能保護攝影機，避免高熱物體造成影像輸出超載，當鏡頭物體過熱，光圈會自動關閉以保護偵測器，鏡頭移開過熱物體，光圈會自動恢復。
- ②影像箝位電路將整個顯像的平均亮度自動調整為最大亮度的 30%，即使環境溫度變化不定，依舊能從顯像中分辨出熱的物體與冷的物體。

③目視鏡自動顯示熱影像，不需手持操作。操作時，以左手按下頭盔左下方黑色按鈕，啟動熱影像系統，約 20 秒後，影像即會投射於目視鏡上。

④攝影機使用一般無線電的標準電池組，可持續運作約 1.25 小時。

(3)通訊及發音器：

①頭盔內的麥克風及一對耳機，與大多數的雙向無線電系統相容。

②外殼附膜式按壓對講開關鈕。

③耳墊有效隔離外界噪音，提供更好的通訊品質；在遭受撞擊時，能吸收來自側邊的衝擊。

④若要發射無線電訊號，按壓頭盔前下方位在呼吸閥門旁的黑色按鈕，持續至訊號發射完畢才放開按鈕，若要再發射則重複此動作。若僅接收無線電訊號，則無須任何動作。

(4)頭盔面罩及配件：

①橡皮罩由柔軟的合成橡膠製成，提供舒適完整的正壓力氣密性。

②廣角面罩為 4mm 厚耐用抗磨的材質，提供眼部及臉部可靠保護。

③具備吸氣閥門及正壓呼氣閥門，外接閥門相容於大部分呼吸器。

④頸罩為防火材質，具安裝滑溝。

⑤頭帶配有軟墊為頸部保護罩，後方支撐帶可調整鬆緊。

(5)傳輸系統：

①接收機含頻率調整器、顯示面板、錄放影設備與影音輸出入功能。

②具無線影像發射機組及天線，救災人員攜帶發射機可將火場內影像傳送出來，經由天線將訊號傳入接收器。

③亦可利用有線傳輸，連接影像頭盔與接收器，訊號將更清晰。



圖 19 熱影像頭盔與影像傳輸器

資料來源：八益貿易

3.1.3 發光線圈(圖 20)

1. 用途與效益：

- (1)火災現場密佈的濃煙，會使人員無法辨識方向，以致延誤搶救先機或人員受困，而發光線圈則可清楚的指引搶救人員。
- (2)消防主要用途，消防人員於光線不足、視線不清之救災環境中，如建築物內部等，可使用照明索，提供全方向性及蜿蜒延伸的照明光源，作為遵循方向之路徑指標，在搶救上及撤退時，可供消防人員前進或抵達安全區域的明亮指標。

2. 元件特性說明：

- (1)PVC 材質製作，具防水功能，所有燈泡皆包覆在 PVC 材質內。照明索並可捲收並存放於手提袋內，便於攜帶使用
- (2)藉由不同燈色之設計，綠色往外，紅色往火場，供目視辨認逃生及進入火場之方向。
- (3)使用發電機或建築物中 110V ~120V 交流電源，照明索二端接頭為一公一母之三叉式接頭與附防水罩插座，在作業需要時可一條連接一條延長使用，接頭與罩插座並須具有旋轉扣鎖以防脫落，惟應避免當作救生繩索般拖拉使用。



圖 20 發光線圈

資料來源：內政部消防署

3.1.4 火源偵測儀(圖 21)

1. 用途與效益：火焰偵測儀(FLAMETRONICS)使用於偵測火苗、火點，協助消防人員於火場找尋火點。

2. 元件特性說明：

(1)以UV/IR探測火源，使用時將鏡頭對準火苗或熱源，即會產生音響，當發現火點時，立即警報聲響。隨溫度越高，聲響愈大。距火點愈近，警報愈大聲。

(2)靈敏度可測得20ft遠處，1 ft²大小，溫度200°F之物體。反應時間為偵測到火點，於0.1秒內警報。



圖 21 火焰偵測儀

3.2 氣化災處理設備：

氣體與液體化學災害處理戰略及戰術，有圍堵、中和、封蓋、填補、塞住、加壓隔離、吸回等方式，其中洩漏處理車、洩漏處理筒、吸酸車(圖 22)、偵檢設備(氣、液及固體)、鋼瓶堵漏器材(圖 23)為高科技廠較常用之應變器材。洩漏處理車內有吸液棉(片狀、索狀、枕狀)、中和劑、吸收劑、封填膠泥、洩漏袋…等液體洩漏處理裝備。洩漏處理筒則是用來裝各式洩漏有毒液體、固體，其設計大小恰可將洩漏的 50 加侖桶裝入。吸酸車使用時機，當化學物品洩漏或其他液體大量漏出時，可利用吸酸車快速收集及排放。其原理乃利用吸塵器負壓及管路吸取頭，將液體吸入至內槽後再運至處理水槽排放液體。

由於高科技廠發生的事故，大多為氣體或液體化學品洩漏，次數較火災頻繁，其規模與危險性均較火災為小，目前此方面之應變器材亦經過許多改良，以方便、快速、安全為主要訴求，本節探討的設備包括氣體鋼瓶洩漏處理車、液體化學品洩漏密封器材、充氣式除污站、六氟靈與敵腐靈。



圖 22 洩漏處理車、洩漏處理筒、吸酸車

資料來源：振偉實業股份有限公司



圖 23 鋼瓶堵漏器材

3.2.1 氣體鋼瓶洩漏處理車

氣體鋼瓶洩漏處理車(ERCV: Emergency Response Containment Vessel)俗稱砲車，是一般高科技廠房常見之搶救器材(圖 24、25)。最早設計用於 SCI 緊急應變小組處理高壓鋼瓶洩漏，於 1989 年開始導入民間使用，符合美國 DOT E-10504 洩漏鋼瓶運送規範、ASME 壓力容器規範(Section 8, Div 1)。鋼瓶洩漏處理車為目前高科技廠處理鋼瓶洩漏之主要裝備，配置於氣體鋼瓶庫房或供應室旁，消防機關無此配備。

1. 用途與效益：

- (1) 適用 9 成以上的特殊氣體鋼瓶洩漏，包括高壓氣體(如： CO 、 H_2 、 NF_3 、 BF_3)、液化氣體(如： Cl_2 、 HBr 、 NH_3 、 AsH_3 、 SO_2)、混合氣體(如： PH_3 、 F_2 、 B_2H_6)。
- (2) 可快速完成止漏功能，快速將洩漏鋼瓶載離災害現場。較舊有鋼瓶堵漏器材(圖 23)，使用上更方便快速，運送時更安全。

2. 元件特性說明：

- (1) 容器材質 SA106 Grade C 碳鋼(或不銹鋼材)，符合 ASME Section VIII Division I，容器內徑 11.75"，操作溫度 -20°F ~ 130°F ，最大處理鋼瓶 50L，內容積 34.6 加侖(131 L)。
- (2) 具有快速開啟門，雙栓設計使法蘭全開，方便進出容器內部。使用雙層 O-ring(Outside-Buna-N; Inside-Viton)。
- (3) 沖吹動線流暢設計，三個頂閥作為惰性氣體沖吹用。
- (4) 氣壓胎，選擇性實心胎，具碟式煞車，常態下為煞車固定。
- (5) 鐵氟龍鋼瓶滑軌，鋼瓶運送使用鍊條固定。

(6)其他規格：

- ①操作壓力 1100 psig 、水壓測試壓力 1680 psig 。
- ②空重：945 Lbs 。
- ③長 x 寬 x 高為 79x 28x 38 英吋。

3. 注意事項：

(1)下列情形禁止使用：

- ①強氧化物(純): F_2 、 ClF_3 、 NO 、 N_2O 、 O_2 。
- ②自燃性氣體: SiH_4 、 Si_2H_6 、 PH_3 、 B_2H_6 。
- ③乙炔(Acetylene)。
- ④具爆炸性混合氣體。
- ⑤經歷火災或爆炸波及之鋼瓶、著火中之鋼瓶。
- ⑥液態過充填鋼瓶(Liquid full)。
- ⑦非金屬容器，如玻璃或塑膠。

(2)容納外洩鋼瓶時，不可放入任何包裝物質，以免帶入空氣，不可有水不可再加入中和劑，不可超過一個月。

(3)一次僅能放一支鋼瓶，洩漏氣體鋼瓶需有適當之標示，使用後需清潔並使用惰性氣體沖吹保壓。

(4)洩漏鋼瓶須加蓋，以避免運送過程閥門損壞。需使用特定之卡車運送，運送時需將 ERVC 固定妥當，後續再依特性慢慢處理。

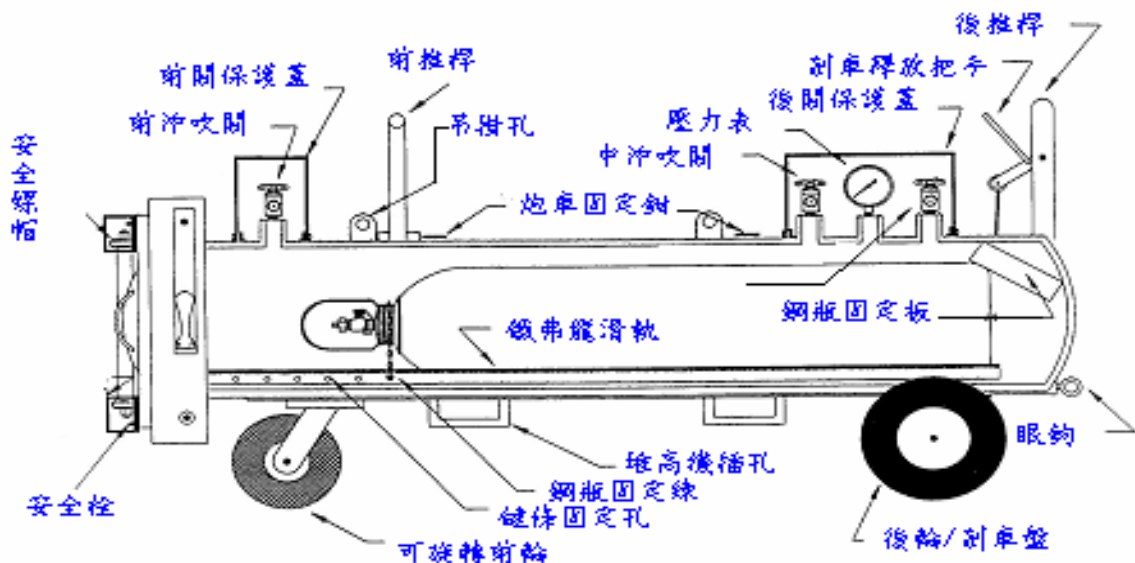


圖 24 ERVC 各單元

資料來源：三福化工



圖 25 ERCV 外觀

3.2.2 液體化學品洩漏密封器材

1. 洩漏密封槍(圖 26)

(1)用途與效益：

- ①當儲存罐、油罐車及液罐車出現小裂縫，需緊急處理。只需單人即可使用並處理洩漏，可立即制止上述損害。
- ②密封袋可插入與放置在直徑 1.5~6 公分的裂縫裡面和下面，以及直徑 3~9 公分的漏孔內，迅速密封裂縫。

(2)元件特性說明：

- ①密封袋 4 個：由高柔性材質製成，有防滑齒痕。鋒利的破孔邊緣會傷害密封袋，使用完畢取出時，須先將密封袋內空氣排出，才不致傷害密封袋。

形狀(cm)	方錐形袋	方錐形袋	方錐形袋	圓錐袋
長 x 寬 x 高	23x6x5	23x8x5.5	23x11x7	23x7
最高操作壓力(巴)	1.5	1.5	1.5	1.5
需氣量(L)	1.5	3.5	7.8	3
重量(kg)	0.24	0.28	0.42	0.16
適用裂縫(cm)	直徑 1.5~4.5 寬 6~8	直徑 1.5~4.5 寬 8~11	直徑 3~6 寬 11~17	直徑 3~9

- ②密封用桿子 4 支，長 35cm，其中一支附鏈子排氣接頭，可視現場環境需要而延長。
- ③輻射噴灑用圓片 1 片。
- ④截流器 1 個。

⑤腳踏氣泵(附安全閥)1個。

2. 小型洩漏密封袋(圖 26)

(1)用途與效益：

- ①主要密封小型的罐、管道、容器，以及圓柱鐵桶的裂縫 10~90cm，會造成極大危害的微細裂縫。
- ②固定時，拉伸延長帶有附魔鬼粘，使用上方便快捷。

(2)元件特性說明：

①小型洩漏密封袋 3 片：

形狀	正方形	長方形	正方形
長 x 寬 x 高(cm)	15x15x1.2	15x31x1.2	25x25x1.2
密封面積(cm)	9.5x9.5	9.5x25.5	19.5x19.5
最高操作壓力(巴)	1.5	1.5	1.5
密封壓力(巴)	1.4	1.4	1.4
需氣量(L)	1.4	3.5	7.5
重量(kg)	0.5	0.8	1.0

- ②藍色拉力延伸帶，長 300cm，附魔鬼粘，3 條。
- ③藍色拉力延伸帶，長 150cm，附魔鬼粘，2 條。
- ④腳踏氣泵 1 個，附安全閥。
- ⑤具化學耐抗性、抗靜電、抗油、抗臭氣，耐熱性達 115°C(短時間)，或 95°C(長時間)。

3. 洩漏排流袋(圖 27)

(1)用途與效益：

- ①針對油罐車、液櫃車、儲存罐與其他大型容器的內容物為劇毒性或易爆液體，可密封較大裂縫或洞口。
- ②將排流袋凹面覆蓋住裂縫處，可將有害液體抽吸與安全排流。

(2)元件特性說明：

①洩漏排流袋 1 個，附優質鋼接口截流器，內扣式 D 型。

形狀	長方形	最高操作壓力(巴)	1.5
長 x 寬 x 高(cm)	62x30x5	密封壓力(巴)	1.0
密封面積(cm)	50x30	需氣量(L)	15.8
排流箱(cm)	40x20x3.5	重量(kg)	7.6

- ② 拉力延伸帶 2 條，長 10m，附定位拉伸把手。
- ③ 充氣軟管 1 條，長 10m，附鏈條及排氣接頭。
- ④ 供應源可使用腳踏氣泵，與其他有此項配件產品共用。
- ⑤ 具化學耐抗性、抗靜電、抗油、抗臭氧，耐熱性達 115°C (短時間)，或 95°C (長時間)。



圖 26 洩漏密封槍、小型洩漏密封袋
資料來源：世荃公司



圖 27 洩漏排流袋
資料來源：世荃公司

4. 長條形洩漏密封袋(圖 28)

(1) 用途與效益：

- ① 整條包紮於管道上裂縫處，可用於地形複雜，空間狹窄的管道。
- ② 表層有增強、低延伸性，密封面可伸縮。包紮加壓，減少洩漏量。

(2) 元件特性說明：

- ① 密封袋 2 條，附定位拉伸把手及聚酯帶。供應源可使用腳踏氣泵，與其他有此項配件產品共用。

形狀，長 x 寬(cm)	長條形，98x21	長條形，177x21
密封面寬(cm)	19	19
最高操作壓力(巴)	1.5	1.5
密封壓力(巴)	1.4	1.4
需氣量(L)	2.13	2.63
重量(kg)	0.93	1.1

②具化學耐抗性、抗靜電、抗油、抗臭氧，耐熱性達 115°C(短時間)，或 95°C(長時間)。

5. 管路密封蓋(圖 29)

(1)用途與效益：

- ①適用管徑 0.5~2.5 吋之危險管路洩漏，微細裂縫洩漏。
- ②利用機械式密封加壓原理，加壓堵注洩漏裂縫，減少洩漏量，密封性能達 100%，操作壓力達 16 巴。

(2)元件特性說明：

①密封蓋 7 個，附橡膠內套：

規格(吋)	0.5	0.75	1	1.25	1.5	2	2.5
管道直徑(cm)	2.13	2.63	3.37	4.24	4.83	6.03	7.61
重量(kg)	0.93	1.1	1.2	1.38	1.5	1.73	2.55

②L 型與 T 型六角螺絲釘扳手各 1 個。

③具化學耐抗性、抗靜電、抗油、抗臭氧，耐熱性達 115°C(短時間)，或 95°C(長時間)。



圖 28 長條形洩漏密封袋

資料來源：世荃公司



圖 29 管路密封蓋
資料來源：世荃公司

6. 洩漏密封膠

(1) 用途與效益：

密封閥門套管接頭和管道系統連接處、桶邊、運輸管道、石油、氣油、碳氫化合物、酸鹼溶液、清潔劑等石油化學產品管道狹窄連接處，所出現的微小裂縫。

(2) 特性：

- ① 密封膠可承受 0.4 巴的反壓。
- ② 可溶於水，建議不要使用於水管破裂處。
- ③ 使用方法：取適量密封膠，黏貼於洩露處，壓緊即可。

3.2.3 充氣式除污站(圖 30)

除污的目的在於安全區域內人員/環境免於被污染，除污站應設置於進入災區之動線上，設置地點選擇，氣災為 TLV 值處、化災為前哨站前緣。所有自氣化災區出來的設備/人員皆要先除污。除污時由上而下請搶救人員雙手張開轉圈除污。除污完成後應以 PH 試紙檢測除污是否確實。自災區攜出之廢棄物應暫時收集於除污站。除污人員應視情況穿著相關防護具以免污染受傷。緊急設置除污站可考慮直接使用消防栓(水霧噴灑)。

1. 用途與效益：

- (1) 毒化災緊急應變時，設於暖區，針對離開熱區之傷患、救災人員進行除污。除去沾在人體或防護衣上的污染物，減少化學品對傷患的持續暴露及接觸，並避免造成搶救及醫療人員的二次污染。
- (2) 架設時僅需充氣即可，不需骨架支撐，充氣/洩氣時間一分鐘內均

可完成。簡便、快速、有效。

(3)沖淋之受污染水源，可另行收集，防止二次污染環境。

2. 元件特性說明：

(1)外觀尺寸：L 200cm x W 200cm x H 300cm；四周以 30cm 管柱至頂端連接。重量：35 公斤。

(2)底座尺寸：25cm x 140cm x 140cm。底座材質：與本體相同，四周以魔術氈與本體連接。可拆卸式底座、方便清潔與保養。

(3)充洩壓閥：閥口可與 SCBA 空氣瓶連接，將氣體填充至除污站本體內部；內建式手動雙洩壓閥，可將本體內部空氣壓力由此處洩出。

(4)充氣壓力：1.8—2.5 psi。超壓安全洩壓閥於充填壓力高於 2.5 psi 時將自動洩壓。

(5)進水口：2” 高壓軟管外接連結器，可與消防栓軟管快速連結。並且附有止水閥開觀，可自行控制出水量大小。

(6)噴嘴：單邊 3 個，四周共 12 個灑水器，與進水管連接固定於四支管柱上。

(7)排水口：兩個 4” 橡膠排水管，可加裝污水導流管。

(8)兩側共 4 個 D 型環及固定繩，基座兩側具有雙提把設計，可利於手提移動及將固定繩固定於周圍以防強風吹移，方便充氣後移動位置使用。

(9)前進後出之雙門設計，確實達到除汙原則。



圖 30 充氣式除污站

3.2.4 六氟靈與敵腐靈(圖 31)

氫氟酸俗稱化骨水，廣泛用於晶圓製造過程中，常用於清洗、蝕刻、去光阻等製程。氫氟酸的物理化學性質使它成為最可怕的酸。在同一個 PH 值下氫氟酸與鹽酸(HCl)相比，它的濃度總是比較高(從 2 到 100 倍)。且它的腐蝕性使得它非常危險。在半導體廠事故中，為最可怕之災害。氫氟酸是一個雙重劑，可由不同及互補的方式攻擊人體組織，HF 雙重危害，來自氫離子(H⁺)的腐蝕攻擊，及氟離子(F⁻)的滲透。HF 在 NFPA 危害等級為 4，較其他強酸(硫酸、硝酸為 3 級)，更為可怕。受氫氟酸暴露時，易侵入深部組織，導致快速嚴重深部組織或骨頭壞死。當氟離子深入底層時，極易引起鈣的不平衡，即使不就化學的觀點來看，它們也會導致非常嚴重的生理循環改變。一個普通的失調產生往往會造成血鈣過少的惡化。

截至目前傳統最佳氫氟酸急救處置為，用水清洗後再以鈣為基礎的治療(如：葡萄糖鈣)，水會快速地將氫氟酸自皮膚表面清除。當清洗過程執行後，鈣的治療能將氟離子束縛住，鈣治療的特性是非常重要的，理論上添加鈣能夠對抗血鈣過少現象。用水沖洗僅是將 HF 從表皮沖去，但是並無法阻止腐蝕性溶劑部分滲入人體組織。六氟靈(HEXAFLUORINE) 為最新對抗氫氟酸的急救清洗藥劑，可彌補傳統急救方式之不足。

化學灼傷是由腐蝕性及刺激性的產品所引起的，這些十分特殊的傷害是由已知的機構所形成的結果，是介於侵略物與皮膚或眼部的交互反應，往往經由下列反應：酸-鹼、氧化-還原、螯合作用，以及水和離子。這些反應將引起細胞環境的變化，由試劑種類所產生的變化程度主宰了受傷的方式。當刺激物產生了可逆的交換，腐蝕物則偶爾是重要的記號及不可逆的交換。灼傷的嚴重性明顯地取決於試劑的種類(例如：酸或鹼)、濃度、溫度、以及接觸時間。每個因素都導致灼傷嚴重性“次方”地增加。高科技廠使用最新的敵腐靈(DAP)清洗劑，來阻止此類灼傷的急救。

1. 用途與效益：

(1)六氟靈：

遭受氟酸類化學物侵襲，包含氫氟酸(對任何濃度皆有效)、單純的酸(H⁺)、含氫氟酸之混酸、有機氟化物類(對具有氟自由基的任何組織皆適用)。六氟靈與氫氟酸作用，可抑制腐蝕及刺激性物的作用、快速剔除毒性體、抑制化學灼傷產生，減低化學事故的二次影響。在遭受化學品濺灑後即刻使用，才能澈底除污並避免後遺症，可用

於沖洗被氟酸類化學物污染的眼睛或皮膚，並對腐蝕性物質引起之灼傷及疼痛有立即舒緩之效果。

(2) 敵腐靈：

遭受酸、鹼等腐蝕性及刺激性的化學物質而產生灼傷之急救。能藉由牽引組織外部物質來束縛侵略劑的活動部位及抑制它的侵蝕及刺激性活動。可有效處理酸類、鹼類、氧化劑、還原劑、刺激物、烷基化物、放射核化物(銻、銻等)、硫黃、有機磷酸鹽等之化學品，至少包含氯、氨、丙烯腈、苯胺、苯、四氯化碳、氯仿、硫酸、硝酸、醋酸、氫氧化鈉、次氯酸鈉、酚、亞硝酸鈉、乙醚、環氧乙烷等 300 種以上。可用於沖洗被毒性、腐蝕性化學品污染的眼睛或皮膚，並對腐蝕性物質引起之灼傷及疼痛有立即舒緩之效果。

2. 特性說明：

(1) 六氟靈：

六氟靈是一種包含兩性及螯合分子的水溶液，具有高滲透壓的特性，同時預防表皮層被破壞。氟離子的螯合作用足使氫氟酸於表面上被捕集。它會在第一次清洗過程中馬上吸附，並阻止 HF 的滲入，具有清洗及吸收這兩種功能。藥劑不會產生放熱而加重患部的傷勢，是目前清洗氫氟酸濺觸最快速而有效的方法。它吸引 H⁺ 的能力是葡萄糖酸鈣的 100 倍，可在接觸氫氟酸的瞬間同時捕集氫離子及氟離子。

(2) 敵腐靈：

① 一種多用途的吸收性分子：

敵腐靈分子至少有一個解藥位置可對付這五個腐蝕及刺激性反應中的任一個（酸、鹼、螯合、氧化、還原）。此種勢能行為機制在溶劑的清洗是間接的，以致能阻止水和離子效應。這使敵腐靈的微弱張力足以鎖定溶劑的流動。

② 抑止腐蝕性及刺激物的行動之產物：

當清洗開始時，腐蝕物或刺激物的攻擊部分會被敵腐靈的解毒部分所吸引，並在完成後鏈結。此種束縛方式制止了危害劑的作用。

③ 迅速去除危險劑：

敵腐靈及侵害劑間束縛藉由清掃作用而去除，這個導致傷害化合物的去除是利用其低張力之特性。

④阻止灼傷的惡化：

與侵入物的中和效果及其快速排出，並移除有害化學反應的基本化合物。另外易激動物質的缺少，使灼傷的惡化迅速停止。

⑤降低化學意外的二次傷害：

化學化合物從皮膚及眼睛的快速去除，確保迅速地抑止灼傷並降低二次護理及後作用之需要。敵腐靈低的張力卻使滲透壓控制儘可能地回歸生理正常的水平。



圖 31 六氟靈與敵腐靈

資料來源：永百實業股份有限公司

3.3 個人防護裝備

在個人防護裝備方面，防護種類分為頭部、耳部、眼部、呼吸、手部、腳部、防護衣等，器材涵蓋安全帽、耳塞、安全眼鏡、護目鏡、濾毒罐、防毒面具、空氣呼吸器、手套、防護鞋、化學防護衣、消防衣、帽、鞋。

針對搶救人員使用之裝備，經過許多改良，以單一種類簡單化為主，須顧及安全性，避免過於繁雜。全套自攜式空氣呼吸器可保護眼部、臉部、呼吸，不需擔心防毒面具與濾毒罐過濾功能，在空氣瓶材質上已使用碳纖維聚合物取代厚重鋼瓶，所攜帶空氣增加且重量減輕，並增加人員救命警報、耐熱功能。在火災場合使用之消防衣、帽、鞋、手套、頭罩則具備全身性防護，與自攜式空氣呼吸器一起搭配使用；非火災時則使用 A 級化學防護衣，若有化學災害有潛在引火風險，則使用抗高溫化學防護衣。

3.3.1 個人用救命警報器(圖 32)

個人用救命警報器 G. E. M. S. (Grace Industries Inc., Employee Monitoring System)，設計為靜止不動超過 30 秒，則救命器本身會發出刺耳的警報聲音，並發出求救訊號傳至收訊主機，運用於人員深入救災區域，可掌握人員生命跡象，避免救災人員的損傷。符合 NFPA1982 標準。

1. 用途與效益：

- (1) 緊急應變搶救人員進入災區時佩帶使用。
- (2) 救命器的佩帶人員，於災區內靜止不動，或超過 30 秒未曾移動時，則救命器本身會發出刺耳的警報聲音，通知同伴協助。
- (3) 救命器發出第一段聲響仍未移動，再過 15 秒即會啟動第二段更刺耳的聲音，並立即發出求救訊號傳至指揮中心收訊主機，指揮官可依此判斷搶救人員的狀況，並迅速派出後續支援人員搶救。
- (4) 每一台個人警報器均有編號，當警報響起時主機會接收到訊號而顯示在螢幕上。主機接收到警報訊號後會立即發出聲響及不斷的重覆求救聲音。

2. 監控預警功能：

- (1) 具有人員靜止警報功能：開機靜止30秒不動時，警鳴自動啟動。關機時只需將鑰匙板掛回機體，並按下機體兩側按鈕即可復歸。
- (2) 具有高溫偵測警報功能：(視機種而定)
 - ① 當溫度達到93°C(或200°F)以上時，12分鐘以後警鳴會自動啟動。
 - ② 當溫度達到121°C(或250°F)以上時，10分鐘以後警鳴會自動啟動。
 - ③ 當溫度達到148°C(或300°F)以上時，8分鐘以後警鳴會自動啟動。
 - ④ 當溫度達到176°C(或350°F)以上時，6分鐘以後警鳴會自動啟動。
- (3) 於開機監控中或停機狀態下，按下緊急鳴響警報按鈕，可立即發出連續性求救信號聲，LED燈會轉成紅色之閃光。
- (4) 具有可儲存鑰匙板來控制開關，鑰匙一端按扣在機體上端凸緣，一端以尼龍帶連結掛勾，可吊掛或置於消防車、空氣呼吸器及消防衣上。使用時，只需一拉鑰匙即脫落自動將警報器推進「ON」(開機)狀態，機體內以閃光左右晃動，發出間續聲響。可確保消防人員於救

災時發生危難，發出緊急聲響，報知其他救災人員，俾使以最快速度了解受困位置，迅速救援。

3. 元件特性說明：

(1) LCD主機系統：

- ① ABS耐衝擊外殼，
- ② 長14吋、寬10.5吋、厚6.25吋，重21 LBS。

(2) 個人用救命警報器：

- ① 長x 寬x 高約 5.3x 8.1x 4.1公分。
- ② 警報器重量：不含鑰匙約200克。
- ③ 警報聲響：3公尺範圍內98分貝以上。
- ④ 移動感測：超過30秒未曾移動時，會發出刺耳的警報聲音。
- ⑤ 外殼：耐高溫、抗衝擊及透明聚碳酸酯塑膠。
- ⑥ 電池：使用9V鹼性電池，偵測狀態時可連用300小時
- ⑦ 安全防爆：Class 1, Division 1, Group A, B, C, D Hazard Locations.



圖 32 個人用救命警報器與主機

資料來源：消防署、振瑋實業股份有限公司

3.3.2 自攜式空氣呼吸器

自攜式空氣呼吸器(SCBA：Self-Contained Breathing Apparatus)可分為空氣呼吸器與氧氣呼吸器。使用時機為缺氧環境、污染物濃度過高有立即致死的危險、劇毒物質或環境不明狀態。一般救災常用的為壓縮空氣開放式呼吸器，使用者自行攜帶壓縮空氣瓶呼吸，供應作業期間呼吸所需的空氣，呼出的氣體則經由呼氣閥排出大氣；另一種為氧氣發生循環式循環式呼吸器，利用呼氣與所攜帶的化學反應，降低二氧化碳，產生氧氣，供使用者呼吸，但使用時須注意化學反應會產生熱的問題。新的自攜式空氣呼吸器以碳纖維材質製作空氣鋼瓶，降低搶救人員背負之重量，增加更多安全裝置，攜帶更多空氣量。

本節主要探討的為救災單位常用的壓縮空氣開放式呼吸器。

1. 用途與效益：

- (1) 搶救有大量濃煙迷漫之樓梯通道、密閉空間、高溫黑暗、地下室火警或高層火災使用。
- (2) 可使用於地下涵洞、蓄水池井、陰溝等沼氣易蓄積或空氣顯有嚴重不足之處所。
- (3) 對於化災現場或有毒氣產生刺眼、鼻之災區惡劣環境下。
- (4) 新型空氣瓶為全包碳纖維複合氣瓶，質輕(60分鐘僅重8.9公斤)，有效降低人員背負重量。
- (5) 空氣瓶容量大，空氣容易取得，可重複灌充使用。

2. 分類：

- (1) 六十分鐘：高壓式，空氣瓶體積8L，最高壓力4500psig(300bar)，可攜空氣量約2400L(8L x 300Bar)。
- (2) 四十五分鐘：高壓式，空氣瓶體積6L，最高壓力4500psig(300bar)，可攜空氣量約1800L(6L x 300Bar)。
- (3) 三十分鐘：低壓式，空氣瓶體積8L，最高壓力2216psig(153bar)，可攜空氣量約1200L(8L x 150Bar)。

3. 元件特性說明：

- (1) 空氣瓶：

- ①全包碳纖複合氣瓶，質輕(60分鐘僅重8.9公斤)，耐化學藥劑、防爆。
- ②可使用時間：以一般人慢跑時消耗量約30~50L/min(取40L/min)計算，分為30/45/60分鐘三種，依個人狀況而定。
- ③具有雙面壓力錶及夜光顯示。
- ④開關具有在使用中防止誤關之安全裝置。
- ⑤空氣瓶栓具有防爆洩壓閥(約1.6倍氣瓶壓力)之安全設計。
- ⑥氣瓶頭具防撞安全設計。

(2)高壓軟管：

- ①警報裝置：空氣存量剩25%時會立即發出警報(NFPA要求：30分鐘為510~600psig;45/60分鐘為1035~1215psig)。有振動、聲響、金屬鈴聲，三重警告。同時於壓力表上亦會發出閃光紅燈警告。
- ②壓力錶：位於右前胸與警報裝置連為一體，可360度旋轉清楚辨識。防水型，錶體橡膠護套防止碰撞，具有夜光顯示，壓力管採不銹鋼材質設計。
- ③遇難警報器：NFPA要求人員在不動狀況下，20秒以內警報器動作。具立即警報功能，90分貝警報聲響，防水防爆結構。
- ④第一段減壓閥：直接位於氣瓶閥上，將氣瓶壓力減至約100psig，若壓力大於200psig時，會立即釋放壓力並發出警報。
- ⑤第二段減壓閥：與面具接合或拆卸採360度無方向性。具有可調式緊急流量控制扭(紅色)。若自動供氣發生故障時，可立即按下手控開關繼續使用。

(3)背架：

- ①背板架為超輕抗酸鹼及抗高溫纖維材質製成，兩側有攜行孔設計。兩條肩帶及一條快扣式腰帶，可單手迅速鬆脫。
- ②輕量化合金材質，氣瓶可直接更換不需脫下背架，人體工學設計，分散空氣瓶重量，大部分重量由骨盆支撐，減輕肩部不適。

(4)面罩：

全矽膠材質，鏡面有防霧及防刮傷設計，廣角視野，緊急狀況下可直接配戴眼鏡使用，可加裝無線電傳聲裝置。

4. 空氣呼吸器使用注意事項：

- (1)使用者須受過專業訓練，未經訓練而使用空氣呼吸器有可能發生致

命的危害！

- (2)使用前應檢查空氣存量(至少3000psi)，檢查殘壓警報裝置之警報功能是否正常，檢查空氣鋼瓶是否確實固定於背架上。
- (3)面罩穿戴需確實，並測試是否漏氣，必要時關閉氣瓶開關，再測試是否漏氣。
- (4)使用時注意從安全區至工作區時間，以計算回程所需空氣量。避免空氣鋼瓶遭受重摔或劇烈碰撞。
- (5)進入災區應組成至少二人以上一組之搜救小組，配合搜救器材進行救災、救生等工作任務，不可單獨自行行動，以免萬一發生危險。
- (6)勿任意自行調整殘壓警報裝置，當殘壓警報器音響動作，立即退出火場。若空氣鋼瓶氣體用盡，可暫用組員呼吸器之Y型接頭呼吸。
- (7)重量較重，需考量配戴者的體力負荷，特別是高溫、重力勞動。



圖 33 自攜式空氣呼吸器

資料來源：振瑋實業股份有限公司

3.3.3 歐式消防衣(圖 34)

國內消防隊所使用之消防衣、帽、鞋，以日、美、歐系品牌居多，高科技廠早期係以日式消防衣為主，其特性為輕便，但卻不耐高溫，無法符合高科技廠火災之密閉空間高熱救災環境；隨即，美規消防衣符合 NFPA 安全性需求，遂成為高科技廠配備主流，然經過一段時間使用後，過於笨重的特性，以東方人體型來說，對消防人員戰力卻是一大負荷，尤其亞熱帶氣候，經常未進入火場前，卻已汗流夾背。近年來引進歐規產品，加強其舒適性，各產品可由顏色明顯分辨出來，如：日規產品為銀色；美規產

品為土、黃、紅色；歐規產品為深藍色。

美規產品強烈訴求產品的安全性，因此裝備往往過重，歐規產品則以動態功能訴求，以消防員不用長時間待在火場中為由，強調著裝後仍能行動便捷的功能性。美規消防衣為符合美國 NFPA-1971(美規消防衣)之規範，防護效果佳，消防衣的設計，外層當防火防焰之用，中間層達透氣防水之功能，內層則必須有耐高溫之功能，上衣平均重量約為 5~8 公斤。新版 NFPA(2000 年)之標準已考慮舊標準之缺點加以改善，特別強調中層結構之舒適性，並以濕阻抗(Ret)作為舒適指標。

歐式消防衣產品的特性為適度的保護消防員，但不提供過度的保護。強調舒適、透氣、適應之彈性與重量輕的特性。融合傳統的抗機械、抗熱、抗化學等被動保護觀念，與主動的迅速不費力、反應靈敏、輕易脫離危險、避免內材熱量累積等防護觀念。歐洲高溫防護服係以 EN 規範產品安全性與舒適性，其服裝設計乃結合外層防焰與中層透氣防水及內層隔絕輻射熱之整體考量，三層合併設計，以減輕整體服裝重量(平均整套服僅 2.5~3 公斤)，並以 HT 值作為防火指標，各備件均須符合不同的規範。操作時與美式消防衣主要的差異是：重量、材質及操作靈活度，在密閉空間搜索、攀爬、爬行、鑽洞，更能感受到其舒適特性。歐式消防帽因包覆面積較大，在遭到碰撞後也不易鬆脫，而觸感好的手套及皮靴使得施力容易，行動迅速；消防衣褲在經過多次的操作後，磨損輕微，耐用度佳，質輕穩定性高，隔熱效果佳，抗熱縮，抗火焰溫度達 1000°C 以上，抗紅外線，整體上能比美式消防衣發揮更大的戰力。

1. 歐式消防服效益：

- (1)重量輕：平均衣褲重量不超過2.5kg。
- (2)化學防護性佳。
- (3)外層防焰布採用Ripstop材料抗撕裂強度高。
- (4)隔水層採用防水透氣薄膜，可防護人員不被蒸氣灼傷。
- (5)散熱效果良好，提昇穿著的舒適性。
- (6)隔幅射熱層已全面採用纖維氣管，(隔熱系數達500°C)
- (7)消防頭套採用防焰布料。(抗熱系數可達600°C)
- (8)消防手套除具防火、防焰、隔熱之功能外。外層增加：

- ①化學品著火阻燃。
 - ②防止血液滲透(有效阻隔AIDS患者救護時之風險)
 - ③特殊處理，保證一年內正常使用不變硬，不龜裂
- (9)限氧指數(LOI)：50~60，為不燃材質(LOI>35)。
- (10)火焰阻抗溫度：1000°C以上，抗紅外線，受熱收縮率小，可抵抗熱融化之金屬，近火保護功能。

2. 元件特性說明：

(1)消防頭盔：

- ①符合EN443、EN166標準。
- ②外殼為高溫一體成型，全覆Kelver強化纖維。
- ③面罩可藏於帽內，黃金色透明薄膜可耐幅射熱，具有防焰效果及防刮傷處理，附有安全護目鏡。
- ④頭盔後部有調整內盔大小之調整齒，有後頸部防火材質護套。安全護墊與帽內支架搭配使用，可吸收撞擊力，附有水平及垂直方向調整帶及可調式顎帶。
- ⑤重量1.5公斤以下。

(2)消防衣、褲：

- ①符合EN469標準。
- ②防護：由防焰層、防水透氣層及隔熱層所組成，具耐焰、隔水、隔熱效果，耐焰層可抗1000°C以上，經潑水處理，耐撕扯力45N以上。隔水層為非紡織物，防水透氣Gore-Tex Airlock 纖維，可抗水及液體、血液滲透，抗汽油、消防泡沫、鹽酸、硫酸、鹼的穿透，並可耐高強度撕裂。
- ③重量：總重3.5公斤以下。
- ④外觀型式：中央拉鍊式深藍色長袖上衣，有護領，喉部位有防風護襟。消防衣共有兩個外袋(210*250mm)，置於上衣下部；有一個上口袋，可置無線電機；有一位於左方之內袋，開口約170mm。上述外袋之下部有排水孔，並有魔鬼氈。魔鬼氈為兩截段，可快速開啟外袋。領口可用喉部護襟上之魔鬼氈帶調整尺寸。袖口手腕處有不可燃材質之鬆緊帶。長褲膝蓋處有補強設計。
- ⑤防火反光條：寬50mm黃底銀條色。單排位於前後胸、前後衣擺處摺邊之上、兩袖子口摺邊之上、褲管兩側膝蓋部至褲角摺邊之上。

(3)消防鞋：

①符合EN345-S3標準。

②防護：鞋面外層為經防火處理之皮革，內層有隔水層。前端有防撞鐵片，鞋底亦附有防刺穿鐵片，鞋底可抗溫、抗油滑、抗化學物料、防靜電。鞋高度28cm以上。

(4)消防手套：

①符合EN659標準。

②防護：防火、防焰、防水、防血液滲透。外層為2.4mm防火處理之皮革，虎口處以Kevlar補強。

(5)頭部護套：

①符合EN533標準。

②防護：外層為耐焰層，裏層為耐焰紡料，雙層防火彈性針織布。

③外觀：米黃色套筒式，長度18英吋。面部摺空位展開5.5英吋以下，展開時15英吋以上，配戴空氣呼吸器面罩時，面部開口可完全撐開以便穿戴。



圖34 歐式消防衣、消防帽

資料來源：晉齊實業

3.3.4 A 級/抗高溫化學防護衣

化學防護衣係以具有特殊防護作用之膜材 (foil) 或織品 (woven) 塗以彈性高分子聚合物 (elastomer) 所製成。織層又稱為基層 (carrier)，其目的為加強防護衣之物理性能，其材料為聚酯 (polyester)、聚醯胺 (polyamide) 或其他纖維織品。塗佈層又稱為阻隔層 (barrier)，為防護衣之主要部分，防止有害物之功能端賴阻隔層，塗佈材料一般以聚氯乙稀 (PVC)、紐普勤 (neoprene)、丁基橡膠 (butyl rubber)、hypalone、viton 等俗稱之橡膠或塑膠類為基礎，再添加特殊配方所製成。

美國環境保護機關(EPA)把危害分成 A、B、C 和 D 四個等級，根據不同危害狀況建議適用的防護措施。危害等級 A 級會使人員呼吸系統及皮膚造成立即危害的狀況，有害物濃度高達立即致死濃度、立即致病濃度或造成影響逃生能力的傷害時；B 級危害是當氧氣濃度低於 19.5% 或存有之物質會對人體呼吸系統造成立即性傷害，但是對皮膚則無顯著的傷害；C 級為有污染物存在，會有液體飛濺，但不會因暴露皮膚造成傷害或經由皮膚吸收；D 級為無危害狀態。因此在不同危害等級上應選用適當的防護衣。美國職業安全衛生局(OSHA)再依此四種環境狀況分類成 A、B、C 和 D 四種等級之防護具 (表 8)。

A 級與 B 級最大不同點，在於 A 級防護衣需要作到氣密性，B 級防護衣則不需要。在 A 級危害的狀況下，因為會傷害到呼吸系統，因而必須使用空氣呼吸器，防護衣具及手套為氣密式。若不氣密，高濃度的有毒氣體就有可能從縫隙中透過防護衣，而傷害到人體。B 級危害對皮膚不會造成傷害，如以人員進入密閉空間(缺氧)為例，即進入涵洞、反應爐甚至下水道等，所需防護具以能供給空氣者為主，防護衣具不必要是氣密式的。在使用 A、B 級防護衣具尚得考慮所使用的材質，若材質結構和外洩出來的物質相近，防護衣會在短時間內破出，甚至被溶解而失去防護的功效，而被破出的防護衣，已不能再使用於原可防護外洩出來之物質，必須汰換。使用過的 A 級防護衣皆需做氣密性檢測，通過檢測才可再次使用，以確保人員安全。

表 8 防護裝備級數

級數	實際暴露	防護裝備
A 級	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高濃度蒸氣、氣體或懸浮微粒的已知有害物存在下，對皮膚、眼睛及呼吸系統需要最好的防護。 2. 有害蒸氣、氣體或懸浮微粒存在的工作環境中，可能產生未預期的噴濺、浸泡或其他暴露狀況，已知此有害物對皮膚有危害性或可能經由皮膚吸收。 3. 已知對皮膚有很大危害性的物質存在或可能存在，且可能接觸至皮膚。 4. 通風不良區域，或空氣中含氧量小於 19.5%。 5. 未知污染物種類及濃度的作業環境。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 正壓全面式的自給式空氣呼吸器，含面罩。 2. 氣密式連身防護衣 (A 級化學防護衣)。 3. 防護手套、防護鞋。
B 級	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已知作業環境中有害物質的種類及濃度，對呼吸系統需要最好的保護，對皮膚次之。 2. 空氣中含氧量小於 19.5%。 3. 由有機氣體監測器讀出有不明蒸氣或氣體存在，但此蒸氣或氣體對皮膚不會造成嚴重傷害或經由皮膚吸收。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 正壓全面式的自給式空氣呼吸器，含面罩。 2. 非氣密式連身防護衣 (B 級化學防護衣)。 3. 防護手套、防護鞋。
C 級	<ol style="list-style-type: none"> 1. 空氣中有污染物存在，會有液體飛濺或其他方法接觸，但不會對暴露之皮膚造成傷害或經由皮膚吸收。 2. 已知作業環境中有害物質的種類及濃度，並可由空氣濾清式口罩達到過濾污染空氣效果。 3. 對人體呼吸系統及皮膚不會造成傷害。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 全面式或半面式的空氣濾清式口罩 (防毒面具)。 2. 一件或二件式化學防護衣。 3. 防護手套、防護鞋、安全眼鏡、面罩。
D 級	<ol style="list-style-type: none"> 1. 空氣中無污染物。 2. 無飛濺、無浸泡、無吸入或接觸上之危害。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工作服、手套、防護鞋、安全眼鏡、面罩、安全帽、簡易型口罩。 2. 通常無需呼吸防護具。

資料來源：美國職業安全衛生局



圖 35 A 級化學防護衣與抗高溫化學防護衣
資料來源：台灣杜邦股份有限公司

新型的 A 級抗高溫化學防護衣(圖 35)，除了具備 A 級防護衣特性外，可耐高溫至 800°C，適用於有潛在引火閃燃風險的有害化學物質環境，具阻燃、防化學品、防輻射熱功能。具備防止瞬間引火產生的危險，防止人員燒傷，在高科技廠惡劣救災環境，對救災人員提供了更強大保護。但因其並非消防衣，若不幸發生火災，仍應盡速撤退，著消防衣先行滅火，再行處理氣體化學洩漏。

1. 用途與效益：

- (1)適用於火災以外之各類型毒化物的惡劣環境，對救災人員作全身性氣密式的保護，進入災區時不需再考慮其其他類型防護衣。
- (2)若有潛在引火閃燃風險的有害化學物質環境，則使用 A 級抗高溫化學防護衣，提供救災人員更進一步的保護。一但發生火災，仍應盡速撤退，以消防衣先行滅火。

2. 元件特性說明：

(1)A 級化學防護衣：

- ①符合 NFPA1991 標準。
- ②全罩式防護服，針對有毒和腐蝕性氣體、液體、蒸汽和固體化學

物提供有效的防護。

- ③對 260 多種化學物質能完全阻隔。21 種工業化學品(ASTM F1001 規定之氯氣、氯化氫、氨水、丙酮、硫酸、50%氫氧化鈉…等)滲透時間達 8 小時以上。
- ④適用於工業有害物質災害、緊急應變和國內戰備。
- ⑤防護材質耐用、質輕的多層隔離膜、防刺破、抗撕裂。由一層高強度、耐撕扯 100%不織布和二層非鹵化的薄膜組成三層衣料結構。
- ⑥面罩為單層(40mil 的 PVC)、雙層(40mil 的 PVC/ 5mil 的 Telfon)、或三層(40mil 的 PVC/ 5mil 的 Telfon/ 20mil 的 PVC)。
- ⑦氣密式拉鍊封口、雙重膠條貼合縫口。
- ⑧雙層手套(內部 Barrier 防護/外層 Viton)

(2)A 級抗高溫化學防護衣：

- ①符合 NFPA1991 標準。
- ②全罩式防護服，除了 A 級防護外，增加防大量化學物質飛濺閃燃。同時能阻燃、防化學物、防輻射熱。
- ③適用於在有閃燃危險的有害物質處理。
- ④單件多層結構、三重膠帶貼口。
- ⑤三層手套(Viton/FR 阻燃銀色膜/Kevlar 針織手套)。
- ⑥高可見度銀灰色。

3.4 高科技廠消防車與裝備規劃

國內新竹科學園區於前幾年發生過幾次嚴重之半導體廠房火災，鉅額保險理賠金使保險公司不願承保。各公司無不提升自我防災救災能力，以達國際水準，甚或超越標準。在過去消防車輛之打造，限於技術及消防任務單純等因素，多以單一功能之設計及打造，在外觀上依不同消防車種，而有著明顯之差異。惟隨著車輛製造技術之進步、火場救災等各項勤務需求及靈活調度、人員使用之經驗、安全性及便利性等，在車輛外觀之差異性已有所降低。另限於經費預算之影響、使用單位需求及廠商所提供之種類等因素，有關配置車上之火災搶救及救助功能裝備器材亦有所差異。

依據直轄市縣市消防車輛裝備及其人力配置標準，消防車輛種類共計四大類 25 種(表 9)，各消防車輛之定義及應備裝置詳(附錄二)。高科技廠消防車選用條件，須考量能處理火災、氣災、化災，且當廠區停電與幫浦失效時，該消防車需具備緊急發電機與幫浦加壓裝置。故高科技廠所需之消防車可選用化學消防車、泡沫消防車、幫浦消防車、化學災害處理車等(表 10)。而化學消防車依其配備情形區分為高效能化學車與一般化學消防車，由於民營企業預算有限，又需將資金發揮至最大效用，高科技廠消防隊之消防車以高效能化學消防車為首選，再利用其空間增加化學災害處理配備，並配有緊急發電機與中繼泵浦，使消防車同時具備處理火災、氣災、化災功能。整合化學消防車、泡沫消防車、幫浦消防車、化學災害處理車等功能。

表 9 消防車輛種類

類別	車種
1. 消防車	雲梯消防車、水塔消防車、化學消防車、水箱消防車、水庫消防車、泡沫消防車、幫浦消防車
2. 救災車	救助器材車、排煙車、照明車、空氣壓縮車、救災指揮車、水陸兩用車、災情勘查車、化學災害處理車、火災現場勘驗車、消防警備車。
3. 勤務車	消防後勤車、消防查察車、災害預防宣導車、地震體驗車、緊急修護車、機車、高塔訓練車。
4. 直昇機	消防直昇機

資料來源：內政部消防署

化學消防車以泡沫、乾粉或其他滅火劑，執行化學物質火災等救火任務之車輛。車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。同時具備下列二項或其中一項：(1)消防泵浦、水箱及泡沫原液槽、泡沫產生器。(2)乾粉或其他滅火劑儲槽、高壓驅動氣體壓力槽。

化學消防車車體尺寸長約 6.5~7 公尺、寬約 2.3~2.5 公尺、高約 3~3.6 公尺。種類依驅動方式可區分為(1)全輪驅動：適合崎嶇不平路面區域之行駛。(2)後輪驅動：即為一般的驅動方式，適合一般路面之行駛。依乘載人數可分為(1)單艙單排座。(2)單艙雙排座。(3)雙艙。另依實際配備情形可區分為高效能化學車或一般化學消防車。

表 10 適用高科技廠救災之消防車

名稱	定義	應備裝置
化學消防車	以泡沫、乾粉或其他滅火劑，執行化學物質火災等救火任務之車輛。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 2. 同時具備下列二項或其中一項： <ol style="list-style-type: none"> (1)消防泵浦、水箱及泡沫原液槽、泡沫產生器。 (2)乾粉或其他滅火劑儲槽、高壓驅動氣體壓力槽。
泡沫消防車	儲存水源及泡沫原液，加壓送水、射水及施放泡沫，執行救火任務之車輛。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 2. 消防泵浦、水箱。 3. 泡沫原液槽、比率混合器。
幫浦消防車	加壓送水、射水，執行救火任務之車輛。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 2. 消防泵浦。
化學災害處理車	進行化學物品災害偵檢、圍堵止漏、除污、安全防護之車輛。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 2. 化學災害搶救必要之氣體、液體及固體偵檢設備。 3. 化學品應變資訊查詢軟體。 4. 個人安全防護裝備。 5. 化學物品圍堵、止漏及除污設備。 6. 災害現場指揮管制設備。

資料來源：內政部消防署

高效能化學消防車(圖 36 為例)具備消防泵浦、水箱及泡沫原液槽、泡沫產生器，驅動方式為後輪驅動，雙艙分別為駕駛艙與人員座艙。車輛允許總重量 15 公噸，最大馬力為 280HP/2300rpm，總排氣量為 6370cc，煞車系統為雙迴路全空壓煞車，附 ABS 煞車系統。長 6.89 公尺，寬 2.5 公尺，高 3.53 公尺，能源種類為柴油。上部結構為整體設計方式，即人員座艙、貯藏室、水箱、泡沫箱及幫浦室整合為一體。人員座艙能與駕駛室整合為一體而相通，含駕駛共 9 個座位，其中人員座艙有 3 個座位椅背後各裝有一套空氣呼吸器固定架。在人員座艙之後水箱左右兩側，各有二個位置對稱且大小尺寸相同之貯藏室，可做為存放器材之用。幫浦室在結構後部，容納有全部幫浦及水管捲輪裝備；幫浦室後方裝有一向上掀起式拉門。



圖 36 高效能化學消防車
資料來源：內政部消防署

本章探討高科技廠配置高效能化學消防車之救災功能與配備如下：

- (1) 高低壓幫浦與泡沫滅火系統：
 - ① 消防幫浦：中繼加壓幫浦、真空幫浦、水箱。
 - ② 泡沫系統：泡沫產生器、泡沫原液槽。
 - ③ 特殊噴水裝置：車頂砲塔、高壓水管捲輪、渦輪式瞄子、移動式砲塔。
 - ④ 控制裝置：車後主控制盤、進/出水遮阻閥。
- (2) 救災輔助系統：
 - ① 電力設備：緊急發電機、軸流排煙機、照明燈塔、燈光號誌。

②破壞設備：汽油引擎驅動油壓供給組、油壓鉗(撐開器)、油壓剪、圓盤切割機、手動式撐剪兩用油壓破壞工具。

(3)消防車搭載之附屬裝備規劃：

- ①火災搶救裝備(包括先進救災設備)。
- ②氣化災處理器材。
- ③輔助設備。

3.4.1 高低壓幫浦與泡沫滅火系統

高效能化學消防車需同時具備下列二項或其中一項：(1)消防泵浦、水箱及泡沫原液槽、泡沫產生器。(2)乾粉或其他滅火劑儲槽、高壓驅動氣體壓力槽。高科技廠由於潔淨室需求，以泡沫系統優於乾粉系統。本節探討之泡沫聯用滅火系統，分為消防泵浦、泡沫系統、特殊噴水裝置、控制裝置等四部份。

1. 高低壓消防幫浦：

(1)中繼加壓幫浦

①型式：

後置式高低壓離心式幫浦，一段低壓三段高壓，由同一幫浦軸驅動。可作為中繼加壓幫浦，提高消防水揚程。

②幫浦出水量：

常壓出水量，在壓力10bar時，最大出水量每分鐘2,800公升；在壓力40bar時，最大出水量每分鐘400公升。

③幫浦進水口：

- 車後一個5吋吸水口，專用5吋管吸水，作為河川吸水幫浦充灌。
- 二個消防栓／中繼供水進水口附2.5吋快速接頭，在車身後左右兩側各有一個。連接水帶一端至中繼供水接頭，一端到「消防栓」或「中繼供水車」之2.5吋出水口。

④幫浦出水口：

- 四組65公厘低壓幫浦出水口管路，於車後左右兩側各有二個2.5吋常壓出水口。
- 二組25公厘或以上高壓幫浦出水口管路，分別供給高壓水管捲輪，及右側高壓出水口。



- 一組80公厘或以上低壓幫浦到車頂砲塔管路，附同尺寸氣動控制遮阻閥，為車頂砲塔專用。
- 一組25公厘或以上低壓幫浦充灌水箱管路，附同尺寸氣動控制遮阻閥，可接一般室內消防栓1.5吋水帶使用。

(2)真空幫浦：

全自動雙活塞式，能自動啟動和停止。在 30 秒內真空度可達 650mmHg 或以上。密封真空度在一分鐘內從 0.8bar 降到 0.7 bar(降低 $< 0.1\text{bar}$)合格。

(3)水箱：容量3,000公升。

- ①裝置直徑400公厘人孔，人孔上裝設不用工具即可單手快速開啟式圓形人孔蓋附超壓釋放裝置；1吋溢流管附負壓透氣孔。
- ②二個2.5吋充灌接頭附遮阻閥。
- ③一組125公厘(5吋)水箱到水幫浦吸水管路，附氣動控制遮阻閥。
- ④一組25公厘消防幫浦到水箱充灌管路附氣動控制遮阻閥。
- ⑤一組25公厘或以上排水閥裝於水箱底部。

2. 泡沫系統：

(1)泡沫產生器：

①型式：

全自動環泵式泡沫混合比例系統，其輸出量為200公升/每分鐘。

②混合方式：

為完全機械式，其可吸引正確比例之泡沫液到水中，而不受幫浦壓力及／或輸出量影響；在幫浦啟動後，將泡沫系統打開，泡沫液即會自動以正確比例混合，不須做任何手動調整，且混合比例能做 3%及 6%之設定。泡沫混合比例系統能同時低壓出水口射水，高壓出水口射泡沫；或所有出水口全部射水；或所有出水口全部射泡沫。泡沫混合比例系統可經泡沫吸管，從外面吸取泡沫筒內泡沫液操作，車後裝有泡沫吸入口，附1吋或以上遮阻閥及接頭。

(2)泡沫原液槽：容量900公升。

- ①裝置不銹鋼製覆蓋；空氣溢出口。
- ②一組25公厘泡沫箱充灌管路，附同尺寸遮阻閥及接頭於車後側。
- ③一組25公厘泡沫箱到泡沫混合系統吸取管路附氣動控制閥。
- ④圓盤指針式電子容量指示錶。



3. 特殊噴水裝置

(1) 車頂砲塔(圖37)：

- ①位置：車頂一座射水/泡沫兩用旋轉砲塔。配置於消防車輛頂部，利用水、輕水或泡沫進行火災等災害搶救之瞄子。
- ②型式：單筒式，附變流裝置；為可拆卸式，附砲塔管路出水口封板。質料為輕合金製成。輸出量在 10bar 壓力時，能做每分 800 ~ 2,400 公升無段式調整。射出種類水全流柱及霧狀之間無段式調整、泡沫全流柱及扇形變化。最大射程水全流柱時為 65公尺或以上(無風狀態時)；水霧時為 25公尺或以上。
- ③操作：以可調整角度之U型手把來控制砲塔方向；可水平 360°無限旋轉，垂直 -5°至 +80°移動。出水量刻度有每分鐘 400/ 800/ 1200/ 1500/ 1800/ 2400公升。
- ④控制裝置：壓力錶、變流裝置調整桿、砲塔射水及泡沫箱供給閥開啟組合開關，並有水平及垂直移動鎖固器、砲筒支撐架、砲筒位置切換固定裝置及車引擎轉速控制器。



圖 37 車頂砲塔

資料來源：內政部消防署

(2) 高壓水管捲輪(圖38)：

- ①電動水管捲輪一具，裝置於幫浦室內；電動馬達裝置於捲筒內。
- ②型式：水管捲輪上裝有長 60公尺或以上，口徑 25公厘或以上之高壓硬管，連接到高壓幫浦出口，並裝有附液壓遮阻器之高壓噴槍，輸出量在 40 bar 壓力時為每分鐘 200公升，可從全流量直線到霧狀連續調整，並可加裝泡沫膨脹筒射泡沫。



圖 38 高壓水管捲輪

資料來源：內政部消防署

(3) 渦輪式瞄子(圖 39)：

- ① 附遮阻閥及握把，後座力小，三段式開關，具直射、噴霧、暫停等三段出水功能，扳機式開關可瞬間放水及停止。火場濃煙密佈，濃煙中具有可燃性氣體、有毒氣體，常蓄積於上方，此時救災人員利用「渦輪式瞄子」朝天花板作「點放式射水」，降低溫度防止閃燃發生，並減少可燃性氣體蓄積濃度，減低就災人員危險。
- ② 瞄子頭可分段調整出水量 125-150-200-250 加侖/分。瞄子頭出水量轉輪可單手操作調整射水噴霧量及大小，射水攻擊濃煙層，有效降低煙層溫度及驅散可燃性氣體、防止火場閃燃發生，並可以水霧方式向戶外射水排煙。
- ③ 接頭：分為 2.5 吋及 1.5 吋快速母接頭。瞄子前方套上泡沫管，可噴射泡沫。
- ④ 對有發生爆炸之虞或室內溫度極高人員無法進入及其他危險之火場，可採直線遠距離射水。
- ⑤ 材質：耐蝕鋁合金；背帶：可調式 PVC 合成帶。



圖 39 渦輪式瞄子

資料來源：內政部消防署

(4)移動式砲塔(圖40)：

- ①構造：此消防水瞄係由2.5吋雙入水口(快速母接頭入口)連結底座彎管，再經過迴轉彎管、半圓彎管、出口彎管而接瞄子，入水口與底座彎管由5支支撐桿可展開及收藏，利用調整螺絲固定於地面，迴轉彎管藉鋼珠槽裝置可令瞄子360度水平迴轉，瞄子藉手輪及導螺絲及鋼珠槽裝置可令瞄子由水平仰角 0° 調到 75° 裝置水柱水霧噴射瞄子。各展開尺寸長度700mm、寬度670mm、高度550mm。重量17kg。
- ②材質：入水口、彎管、支撐桿等材質為鑄鋁合金(AC4C)，快速母接頭為鑄鋁合金(520.0/AC7B)，螺栓、操作桿、螺帽及其零件為不銹鋼(SUS304)。
- ③噴塔：
 - 雙入水口：2 1/2快母接頭入口。
 - 出水口徑：65mm水柱水霧噴嘴調節。
 - 測試壓力：21kgf/60分鐘。
- ④功能：測試壓力21kgf/cm²。使用壓力入水口在2.5~10kgf/cm²水壓下，其瞄子水柱最大出水量可達1500 l/min，水柱射程可達40~52公尺，另可以窄、寬水霧之方式射水。



圖 40 移動式砲塔

資料來源：內政部消防署

4. 控制裝置(圖41、42)：

(1)車後主控制盤：裝設於幫浦室後端。

①操作部份：二個高壓出水口遮阻閥、泡沫箱供應閥遙控開關、泡沫系統暨泡沫混合比選擇桿、P. T. O. 及水箱供水閥同步啟動開關、電動引擎轉速微調開關、水管捲輪捲回開關、幫浦管路排水閥及真空幫浦測試選擇開關、照明燈塔昇降開關及照明燈塔照明燈開關。

②儀錶及指示燈：低壓壓力錶、高壓壓力錶、聯成錶、水箱容量錶、泡沫箱容量錶、車引擎冷卻水溫度錶、幫浦轉速及幫浦工作計時錶、燃油容量錶、引擎機油壓力過低警示燈、貯氣瓶壓力過低警示燈、幫浦操作指示燈、水箱充灌閥打開指示燈、泡沫箱供應閥打開指示燈。

(2)出水遮阻閥：

①在幫浦室左右兩側下方貯藏室內各有二個低壓出水口，附2.5吋遮阻閥及快速公接頭，可接一般室外消防栓2.5吋水帶使用。

②右側有一個高壓出水口，附1.5吋(38公厘)遮阻閥及高壓接頭。

(3)進水遮阻閥：

①在幫浦室後側下方裝有二個65公厘或以上進水管路，各附有遮阻閥及2.5吋快速母接頭，其可做為消防栓／中繼供水給「消防幫浦」或「充灌水箱」之用。

②在幫浦室後側裝有一個可從車外操作之切換閥，用來切換為消防栓／中繼供水給「消防幫浦」或「充灌水箱」，且在切換閥切換到此兩種用途時，水箱供水到消防幫浦之遮阻閥會自動關閉。

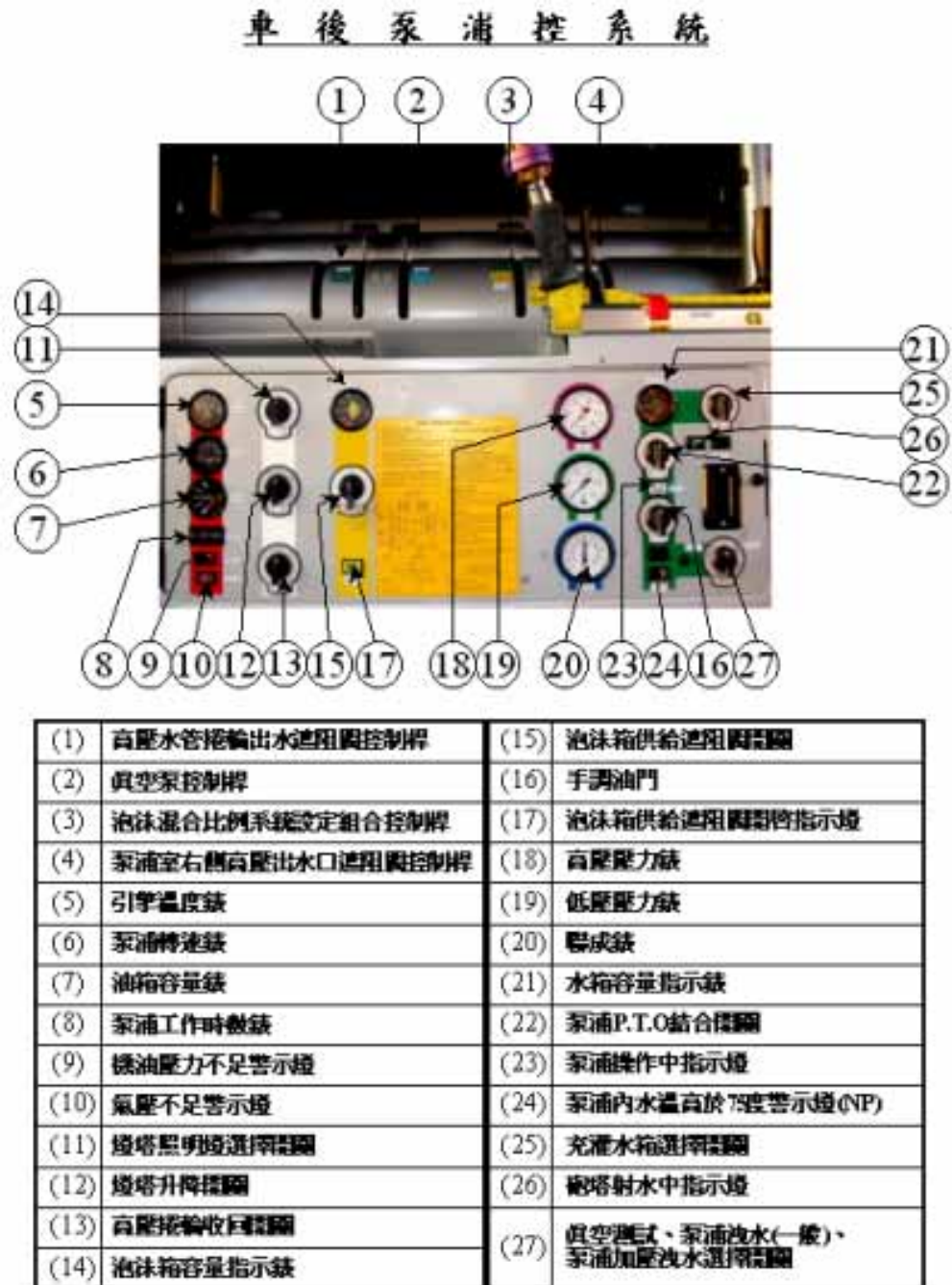


圖 41 泵浦控制系統(一)

資料來源：內政部消防署

車後泵浦控制系統

泵浦下方



泵浦左側



泵浦右側



(28)	供水選擇控制閥	(31)	外部泡沫吸取/泡沫管路清洗口接頭
(29)	中繼供水及充灌水箱進水口	(32)	2吋常壓出水口接頭
(30)	充灌泡沫箱排放接頭	(33)	1吋高壓出水口接頭

圖 42 泵浦控制系統(二)

資料來源：內政部消防署

3.4.2 救災輔助系統

救災輔助設備，如緊急發電機、照明設備、軸流排煙機、圓盤切割機、撐剪破壞器材等，均為一般救災常用必備的輔助設備，可協助排除火場障礙，也是高效能救災消防車所必須之設備，本單元分為電力設備與破壞設備二部份探討。

1. 電力設備

(1) 緊急發電機(圖 43)：

- ①使用時機：消防單位為執行或支援多種災害、意外事故等之救災、救助所需，對於供應各式救火、救災或救生等裝備器材、包括固定配置消防車輛上抑或可移動使用裝備器材之電力來源，可規劃於消防車輛上配置緊急發電機，以充分運用消防車輛有限之車廂空間，提高災害現場之救災效能。
- ②規劃配置情形：配置於消防車輛上之緊急發電機，因應需求情形之不同及該消防車輛設計之功能，而配置不同發電量之機型。購置單位依需求情形規劃配置於消防車輛或其他載具上，可分為下列幾種規劃方式：
 - 固定於消防車輛特定位置，而無法移動使用。
 - 配置於消防車輛之移動平台（或架）上，使用時可以滑軌或滑輪移至車體外側。
 - 配置於消防車輛之平台（或架）上，使用時可搬運離開原載運車輛，置於接近供應電力之裝備器材處使用。
- ③系統性能：
 - 由獨立汽油引擎驅動，可由電動及手動啟動。
 - 發電量為 13.2 KVA 以上，輸出電壓為110 V及220 V。
 - 油箱容量13 L，可連續使用約2 hr。
 - 重約149 kg。
 - 可配線至車輛其他車廂作為電力來源，或供應車輛上或外部其他電氣設備之電力。



圖43 緊急發電機

資料來源：內政部消防署

(2) 電動馬達驅動的防爆型軸流排煙機：

- ① 排煙須由 220V / 2.5 KW 以上電動馬達驅動的。
- ② 排煙機口徑須為 40 公分以上。排氣量須為 6,000 m³/h 以上。
- ③ 排煙機本體重量為 130 公斤以下，尺寸為長 70 公分、寬 70 公分、高 70 公分以下。

(3) 照明燈塔：

- ① 照明燈塔所需電力是由車上裝配之發電機供應。
- ② 照明燈塔由控制盤來控制升降，以氣動方式來操作升降，並可停
在任何高度。
- ③ 當照明燈塔完全伸展時，最大高度離地面 5.5 公尺。
- ④ 塔上照明配有四盞 1000W / 220V 鹵素照明燈，各呈 90° 方向；
照明燈從車尾控制盤來開關。
- ⑤ 照明燈能縮回到車身內，照明燈頂部保護蓋會隨著照明燈一起昇
降；在駕駛室內附有照明燈塔未完全縮回指示燈。

(4) 燈光號誌：

① 車身四周燈光號誌：

- 車頂四個角落各一盞紅色閃光燈，附開關及指示燈於駕駛室內。
- 車前中間左右兩側二盞紅色閃光燈，附開關及指示燈於駕駛室
內。
- 車身左右兩邊頂欄外側凹槽內裝有三盞長條氙氣燈管，其可做
為車頂地板照明之用，附開關於駕駛室內。
- 車尾端幫浦室門上方裝有指示來車遵行方向大型指示燈，附開
關於駕駛室內。

- 在人員座艙二組階梯及四面門板左右邊側上，分別裝設一盞黃色警示燈，共十二盞。

②駕駛室：

- 駕駛室左右兩側圍欄內鑲有二盞照明燈，附開關於駕駛室內。
- 人員座艙艙門內側下方裝有照明燈，附開關於駕駛室內。
- 附有照明燈塔未收回警示燈於駕駛室內。
- 附有貯藏室及幫浦室門未關警示燈於駕駛室內。
- 一套電子警報器（100W）附喊話裝置。
- 駕駛室內裝有三用警報音響及喇叭。

2. 破壞設備：

破壞設備可做撐、頂、剪、拉多種功能，包含油壓剪、油壓撐開器、破壞槍、切割機。油壓剪斷器於火場、車禍等災害現場可供破壞搶救障礙物，進行救助、救生等任務，可剪斷鋼筋、鋼管等類似障礙物(如鐵窗、鐵門等)，以利各項救援工作之進行。油壓剪斷器可依廠牌、剪斷能力高低之功能性，分為多種型式，以適合使用者所需用途。如以驅動方式區分，可分為：引擎驅動（獨立引擎驅動並以油壓延伸管供給動力，或與剪斷器本體合成一體設計）、電動驅動、手動式油壓驅動等種類。各種不同剪斷功能型式或驅動方式之設計，各有設計之目的，相對的成為所謂的優、缺點，端看需求者之使用目的及考量因素為何。以手動式剪斷器為例，係考量以最少人力需求，於火災搶救現場，以單人進行剪斷器之操作，破壞如：鐵窗、鐵門等障礙物，以利其他人員救災任務之遂行。同時因剪斷器本體所佔空間不大，可隨時調整配賦於各式小型救災車輛上，機動使用；惟限於上述考量因素，其性能亦相對的受到一定程度之限制。

(1)汽油引擎驅動油壓供給組：

- ①由馬力為 2.5kW 以上，四行程汽油引擎驅動油壓供給組，油壓泵之工作壓力為 630±20bar。
- ②油壓泵輸出裝有二套快速接頭附開關閥，能同時聯結二套油壓破壞工具，而可同時供應二套油壓破壞工具使用，且油壓泵為二段輸出量自動切換式。
- ③液壓油箱容量為 4~5 公升，整組重量 30 公斤。
- ④油壓管長 10 公尺，耐壓為 2000bar，具快速公母聯結之接頭。

(2)油壓鉗（撐開器）：

- ①可由一人操作，而能做撐及拉等功能，工作壓力為 630 ± 20 bar。
- ②最大撐開力 7,000 公斤；最大拉力 5,000 公斤；頂頭最大張開寬度 600 公厘。
- ③在整支撐開臂上均可用來做為撐開之用，且兩支撐開臂內側均有長為 80 公厘辣齒，可用來夾扁空心管。
- ④工具上裝有一只口型手把，能讓人易於持用；另在工具尾端裝有圓形手把；手把上裝有一組開閉控制按鈕；尾端裝有二條油壓管附快速接頭。
- ⑤油壓鉗之長 800 公厘(不含油壓管)、寬 300 公厘；重量 20 公斤。

(3)油壓剪：

- ①可由一人操作，工作壓力為 630 ± 20 bar。
- ②油壓剪最大剪力為 27,000 公斤，可剪斷 30 公厘圓鋼棒；且在剪刀張開時尖端寬度須為 180 公厘。
- ③工具重心適當位置裝有一只口型手把，此手把能依據作業方向而做 360° 調整；另在工具尾端裝有圓形手把；手把上裝有一組開閉控制按鈕；尾端裝有二條油壓管附快速接頭。
- ④油壓剪長 700 公厘(不含油壓管)、寬 240 公厘、高 120 公厘(口型手把取下時)；工具(含油壓管)重量 15 公斤。

(4)手動式撐剪兩用油壓破壞工具：

- ①可由一人操作，裝有一只口型手把，能將工具均衡提起，在工具尾端裝有二個口型手把，能讓操作人員把持工具及搖動油壓泵。
- ②頂剪部分能做 360° 轉動，頂剪頭張開時頂端寬度為 250 公厘。
- ③油壓工具之最大剪力為 21,000 公斤(或可剪斷 20 公厘圓鋼棒)；最大撐開力為 8,000 公斤，在閉合位置時撐開力為 3,000 公斤。頂剪頭張開時尖端距離為 250 公厘。
- ④依負重情況而自動切換二段輸出量，使操作油壓泵搖桿力量不會超過 35 公斤；在工具上裝有頂剪葉片開閉切換開關；油壓泵之工作壓力為 630 ± 20 bar。
- ⑤油壓工具長 700 公厘、寬 300 公厘、高 200 公厘；重量 11 公斤。

(5)圓盤切割機：

- ①以小型二衝程氣冷式的汽油引擎為動力，使圓盤形鋸片旋轉，並可藉更換鋸片來切斷鋼鐵混凝土、木材等器具。

- ②整體重量並不重，且攜帶方便，隨處可供作業，故於火災搶救、車禍救助及人員、物品受困無法脫離時，得以切割營救。
- ③使用時機為消防人員欲執行緊急救護，搶救車禍受困傷患，火場破壞入屋，架設消防梯暨擔任火場內部搜索與通風排煙任務時，用以排除障礙物工作時使用。

3.4.3 消防車搭載之附屬裝備規劃

消防車搭載之附屬裝備規劃，以本身廠區特性為主，考量高科技工廠最常發生之災害(火災、氣體洩漏、液體化學品災害)，將先進之救災設備儲放於適當空間，輔以必要之通訊設備、偵測設備、照明設備、除污設備、個人防護裝備。運用有限空間作最佳之配置，以備隨時出動。此外，高科技公司所用之化學物品琳琅滿目，物質安全資料表與緊急應變指南亦不可或缺，表 11 為高科技廠救災消防車附屬裝備規劃參考表。

本表依下列三部份規劃：

- (1)火災搶救裝備(包括先進救災設備)。
- (2)氣化災處理器材。
- (3)輔助設備。



表 11 消防車附屬裝備一覽表

附屬裝備名稱	數量	附註	
一、火災搶救裝備			
1	熱顯像頭盔	2	
2	影像傳輸器	1	
3	歐式消防衣	8	含頭盔、衣、褲、鞋、防火頭套
4	自給式空氣呼吸器	8	含背架、全面式面罩，簡稱SCBA
5	備用空氣鋼瓶	8	
6	人員救命器	20	
7	救命器主機	1	
8	移動式砲塔	1	
9	2.5 吋水帶	20	長20公尺，附2.5吋快速公母接頭
10	1.5 吋高壓水帶	6	長10公尺，附1.5吋高壓接頭
11	2.5 吋渦輪式瞄子	4	直線／噴霧兩用，附遮阻閥及2.5吋快速

			母接頭
12	1.5 吋渦輪式瞄子	2	直線／噴霧兩用，附遮阻閥及1.5吋快速母接頭
13	1.5 吋高壓噴槍	2	直線／噴霧兩用，附遮阻閥及1.5吋高壓接頭
14	2.5 吋泡沫瞄子	2	附2.5吋快速母接頭，輸出量為每分800公升，膨脹比例為 1:15
15	2.5 吋中膨脹泡沫瞄子	2	附2.5吋快速母接頭，輸出量為每分400公升，膨脹比例為 1:65
16	2.5 吋分流器	1	1只2.5吋快速母接頭，分為2只2.5吋快速公接頭，附遮阻閥
17	1.5 吋分流器	1	1只2.5吋快速母接頭，分為2只1.5吋快速公接頭，附遮阻閥
18	泡沫吸取幫浦	1	泡沫吸管長2公尺，附1吋或以上接頭
19	水帶橋	2	
20	各式開關板手	1	四角五角、高壓接頭板手、吸水管接頭用板手
21	5 吋吸水硬管	4	長2公尺，附5吋接頭
22	吸水濾籃	1	附5吋接頭
23	乾粉滅火器	2	
二、氣化災處理器材			
1	鋼瓶洩漏處理工具	1	
2	管路洩漏處理工具	1	
3	桶槽洩漏處理工具	1	
4	吸液棉片、棉條	1	
5	洩漏處理桶	1	處理25加侖桶洩漏
6	除污站	1	
7	五用氣體偵測器	1	
8	抗高溫化學防護衣	2	
9	A 級防護衣	4	
10	C 級防護衣	8	
11	半面式面罩	6	需配合濾毒罐使用
12	濾毒罐	6	每套含酸、鹼、有機溶劑，共3種
13	防酸鹼手套	6	
14	防酸鹼鞋	6	
15	六氟靈	1	(選配)

16	敵腐靈	1	(選配)
17	物質安全資料表	1	
三、輔助設備			
1	應變查詢系統	1	
2	衛星電話	1	(選配)
3	車用無線電	1	
4	手提無線電中繼台	1	
5	無線電手機	10	
6	無線電連接器	8	
7	發電機	1	5KW 或以上
8	發光導引繩	2	
9	防爆手電筒	8	
10	探照燈	1	
11	電動吸排煙機	2	附軸流風管
12	手動油壓撐剪器	1	撐剪兩用破壞工具
13	避電剪	1	(選配)
14	圓盤切割器	1	
15	破壞槍	1	(選配)
16	引擎油壓幫浦	1	
17	油壓撐剪器組	1	含油壓鉗、油壓剪、10m油壓管
18	火斧	1	
19	十字斧	1	
20	火鈎	1	
21	三叉翹棒	2	
22	7公尺鋁梯	1	二節式伸縮鋁梯
23	攝影機	1	
24	數位相機	1	
25	手提擴音器	1	(選配)
26	指揮官袋	1	含廠區圖、應變指南、物質安全資料(MSDS)
27	醫藥箱	1	(選配)
28	燙傷急救包	1	(選配)
29	攜帶式氧氣組	1	(選配)
30	攀爬裝備	1	(選配)
31	延長線	1	(選配)

各種器材貯放位置介紹



左側前貯藏室

探照燈三腳架
探照燈連接桿
泡沫瞄子
發電機



左側前貯藏室內測

探照燈
延長線捲輪



左側中貯藏室

2½英吋及
1½英吋水帶



左側後貯藏室

中膨脹瞄子
油壓絞盤
輪擋器
1½英吋高壓水帶

圖44 車輛左側器材儲放位置圖

資料來源：內政部消防署

各種器材貯放位置介紹



右側前貯藏室

- 避電剪
- 十字斧
- 3公斤鐵鏈
- 安全帶切割器
- 火斧
- 三叉撬棒
- 5公斤鐵鏈



右側前貯藏室內測

- ABC滅火器
- 各類鋼索
- 乾粉滅火器



右側中貯藏室

- 2½英吋及
1½英吋水帶



右側後貯藏室

- 直線噴霧
兩用瞄子
- 1½英吋高壓水帶
- 1½英吋水帶

圖45 車輛右側器材儲放位置圖

資料來源：內政部消防署

第四章 緊急應變程序配合方案研究討論

行政院重大災害通報與任務分工(附錄三)，警政署與消防署可動員警察、消防、義消、民間消防救難志工團體相關人員、裝備、器材實施人命搶(搜)救、救助及火災搶救工作。故一但重大災害發生，需要高科技廠消防隊支援時，會將人員與先進救災裝備投入救災工作。本章主要討論項目為先進救災設備之選用與配置、高科技廠緊急應變程序配合方式與討論、高科技廠消防隊之效益與角色。

目前新竹科學園區最主要的消防戰力為園區消防隊，民力運用方面主要為聯電高科技消防隊，此兩消防隊於科學園區多次救災與演習中，均充分表露其動員之戰力，尤其聯電高科技消防隊可動員之義消可達八十多人，可彌補園區消防隊救災人力之不足。科學工業園區管理局已將聯電高科技消防隊，納入園區消防救災體系中，以有效整合運用園區民力，並強化園區救災能力。高科技廠消防隊除了園區內配合救災支援外，也進一步支援鄰近縣市火災、毒化災方面演習與搶救。

高科技廠緊急應變計劃不僅要符合相關法令規定，更重要的是能依據企業本身的風險管理程序，如危險認知、危險衡量、危險分級及危險控制等步驟，再針對無法完全排除之主要危險制定緊急應變計劃以降低損失，並加速營業復原計劃的執行。

各類事故依其嚴重程度可區分為三種階段(表 12)：

- (1)第一階段：事故部門本身及相關部門可以獨力控制者。此階段為災害初期，若能儘早發現控制，損失愈輕微，此時不需要先進救災設備，為一般的消防應變。
- (2)第二階段：須動員區域緊急應變小組人員協助才得以控制者。廠區 ERT 成立，此時災害無法由少數人控制，或現場無足夠應變裝備，需要更多人與裝備的投入，此時先進救災設備即可投入救災。
- (3)第三階段：須動員廠外緊急救助單位協助支援者。廠區 ERT 無法控制，且有擴大影響廠外之虞，需動員政府消防力實施搶救。

表 12 應變等級與指揮職掌

應變等級	執掌		指揮運作要領
	工廠	廠外	
第一階段應變： 單位內小型之火災 或小量洩漏事故	指揮		<ol style="list-style-type: none"> 1. 事故指揮官由單位主管擔任(單位主管未到前，先由領班或類似階層人員代替，夜間則由值班主管代理)。 2. 動員部門內第一時間應變人員。
第二階段應變： 單位內大型之火災 或洩漏事故，需動員 全廠甚至請求廠外 支援，才得以控制 災情。	指揮	支援	<ol style="list-style-type: none"> 1. 現場指揮官報告廠長，請求支援，並暫代指揮權直到廠長接管，而後現場指揮官應與廠長隨時聯繫，以提供相關問題之答覆或說明。 2. 廠長擔任廠應變總指揮官指揮救災工作，並召集相關主管成立指揮中心，動員全廠可用人員。 3. 請求廠外支援協助救災，並通知相關單位。
第三階段應變： 全廠性事故，或災害 已擴及廠外，對廠 外造成嚴重影響。	配合	指揮	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依循第二階段應變模式，由政府機關指揮人員取代指揮。 2. 由政府指揮人員協調政府單位、軍警等系統聯合救災。

4.1 先進救災設備之選用與配置

以往高科技廠發生重大災害時，均依賴公機關消防戰力，尤其當自己廠房遭遇火災時，常覺得消防隊太慢到達，面對損失擴大，一分鐘都等不及。許多廠商已自覺到強化自衛消防編組的重要，若有自設專屬消防隊，當然能於第一時間到達，各公司紛紛借鏡設立類似組織，然礙於各公司預算限制，僅採購部份先進設備，以配合公司的緊急應變程序。

高科技廠為使災害發生時，能依不同狀況採取有效之應變措施，以迅速控制災害，降低對人員及環境衝擊，降低財務損失，防止災害擴大，均量身訂作符合本身的應變程序，主要有下列事故狀況。

- (1)火災。
- (2)爆炸。
- (3)毒氣(有害氣體)洩漏。
- (4)液體化學品洩漏。
- (5)天然災害(地震、水災、風災)。
- (6)跳電、壓降。
- (7)環境污染(空氣污染、廢水、廢棄物)。
- (8)人員傷亡。

其中，爆炸乃瞬間產生強烈反應，爆炸之後多伴隨著持續火災、氣災、化災；而天然災害，尤其地震影響較大，在地震發生後，則產生許多破壞效應，因而伴隨著前四種狀況。故高科技廠先進救災設備運用之緊急應變程序主要為火災、氣體洩漏與化學品洩漏三種。

1. 先進救災設備適用之災害類型

為了更清楚探討先進救災設備適用之災害，火災方面可細分為侷限空間火災、爆炸與大型火災、密閉空間搜救等，氣災方面主要處理毒性氣體洩漏，化災方面主要處理酸、鹼、有機溶劑洩漏。各救災場合所須運用之高科技搶救設備不同，如下表所列，其詳細運作模式於後面章節說明。

表 13 先進救災設備適用之災害類型

災害類型 先進救災設備	侷限 空間 火災	爆炸與 大型火 災	毒性 氣體 洩漏	液體化 學品洩 漏	密閉 空間 搜救
高效能化學消防車	V	V	V	V	V
移動式細水霧滅火設備	V				
熱影像頭盔	V				
發光線圈	V				V
火源偵測儀		V			
鋼瓶洩漏處理車			V		
液體洩漏處理器材				V	
充氣式除污站			V	V	
六氟靈與敵腐靈				V	
個人救命警報器	V	V			V
自攜式空氣呼吸器	V	V	V	V	V
歐式消防衣	V	V			V
A 級化學防護衣			V	V	

2. 救災裝備採購原因與需求：

採購先進救災裝備，多以強化自身救災能力、縮短搶救時效、保障自身財產、降低災害損失為主，參考過去相關災例，依廠區災害與空間特性來評估自身需求，選用最符合自身效益之裝備，由於各公司經費預算限制，對損害防阻的看法不同，購買之種類與數量亦會不同。於購入先進設備後，保險費的降低也是考量點之一，當投資成本愈大時，對安全需求愈高，相對的願意投入的經費也會更多。下表為歸納本論文討論之先進救災設備主要採購原因與需求。

表 14 先進救災設備主要採購原因與需求

裝備名稱	主要採購原因與需求
高效能化學消防車	<ol style="list-style-type: none"> 1. 具化學消防車、Pump 消防車、泡沫車、水箱車、化學災害處理車等多功能需求。配備有高低壓 Pump、泡沫液、水箱、砲塔、高壓水霧。 2. 可作機動的臨時指揮中心，備有緊急發電機、照明設備、衛星電話、通訊器材。另行放置應變資訊查詢電腦、化學物質資料表、緊急應變指南。 3. 可搭載各式火災、氣災、化災等應變裝備，平時放於車上。
移動式細水霧滅火設備	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水源用量少、潔淨、輕便。 2. 可用於 A、B、C 類火災。 3. 噴出極細之細水霧顆粒，使接觸熱之表面積擴大，水霧汽化成水分子氣體吸收更多的汽化熱。 4. 體積膨脹 1760 倍，產生氧氣置換的窒息滅火效果。
熱影像頭盔	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在黑暗及濃煙的密閉空間火災中，偵測有溫度的物體，快速準確地找到燃燒位置與範圍。 2. 頭盔戴於頭上，可空出雙手從事其他救災工作。
發光線圈	對黑暗及濃煙的空間，可清楚的指引搶救人員方向。
火焰偵測儀	輔助尋找高溫物體用，可偵測火苗、火點。
氣體鋼瓶洩漏處理車	<ol style="list-style-type: none"> 1. 適用 9 成以上的特殊氣體鋼瓶洩漏 2. 可快速完成止漏功能，將洩漏鋼瓶載離災害現場。

液體洩漏密封器材	可用於快速處理各類型液體化學品洩漏，包括 50 加崙桶、大型槽體、各式管路、槽車、裂縫之密封與堵漏。
充氣式除污站	1. 針對離開災區之傷患與救災人員，除去沾在人體或防護衣上的污染物。 2. 不需骨架，僅需充氣即可於 1 分鐘內完成架設。
六氟靈、敵腐靈	1. 六氟靈：針對氟酸類化學物，進行急救。 2. 敵腐靈：針對被毒性、腐蝕性化學品污染的眼睛或皮膚，進行急救。
人員救命警報器	1. 救災人員於災害現場沒有動靜時，即會發出刺耳的警報聲通知同伴協助。 2. 可發出訊號給指揮中心主機，掌握人員狀況。
歐式消防衣	對於火災，提供適當的全身保護，舒適、透氣、適應之彈性與重量輕，操作靈活，不會過於厚重。
自攜式空氣呼吸器	使用質輕的碳纖複合氣瓶，空氣瓶容量大，並可降低人員背負重量。
A 級/抗高溫化學防護衣	1. A 級化學防護衣：適用於各類型毒化物的惡劣環境，對救災人員作全身性氣密式的保護。 2. 抗高溫化學防護衣：適用於潛在引火閃燃風險的氣、化災害。

3. 先進救災設備配置方式

人員、器材、訓練是搶救隊伍成功的三要素，高科技廠之進階救災組織除了配備有先進器材外，人員對於廠內危害物質的位置與化學特性、各類型救災器材、緊急應變程序須加以了解。搶救設備配置須視場所必要性與特殊性需求來配置，依照各高科技廠自行規劃，無硬性規定，一般較精密貴重設備採集中保管，個人防護裝備則放於廠內各緊急應變器材櫃，下表為一配置參考。

表 15 先進救災設備配置方式

保管配置方式 先進救災設備	集中 保管	各廠 配置	應變器 材櫃
高效能化學消防車	V		
移動式細水霧滅火設備		V	
熱影像頭盔	V		
發光線圈	V	V	
火焰偵測儀	V	V	
鋼瓶洩漏處理車		V	
液體洩漏處理器材		V	
充氣式除污站	V	V	
六氟靈與敵腐靈		V	
個人救命警報器	V		
自攜式空氣呼吸器			V
歐式消防衣			V
A 級化學防護衣			V

註：發光線圈、火焰偵測儀、除污站之保管配置方式可採集中保管或配置於廠區。

4.2 火災緊急應變程序之擬定與配合

4.2.1 火災緊急應變處理流程

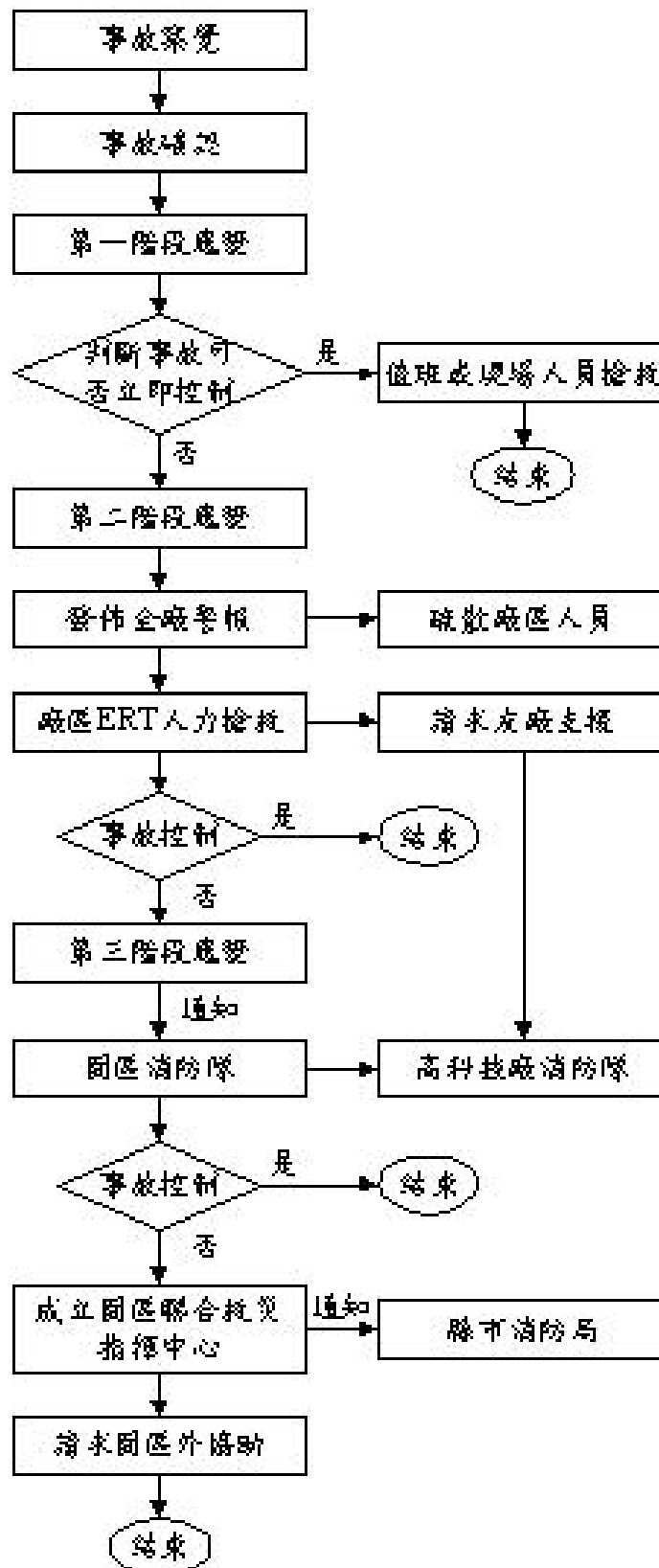


圖 46 火災緊急應變處理流程

1. 各階段成立時機

- (1) 第一階段：局部區域小火，可立即撲滅，通知附近人員合力滅火。
- (2) 第二階段：局部區域大火，無法立即撲滅或會影響人員安全，附近人員須立即疏散，成立緊急應變小組(ERT)。
- (3) 第三階段：本身 ERT 無法控制火勢，須仰賴外界消防戰力。

2. 救災單位於火場救災策略：

(1) 注意火場之危害：

- ① 溫度太高而濃煙蓄積可能造成閃燃。
- ② 易燃物、強氧化性物質可能造成爆炸或瞬間擴大火勢。
- ③ 大火時風管可能燒融而造成地上有孔。
- ④ 大火時上方可能掉落物體或漏酸。
- ⑤ 濃煙造成嗆傷及失去方向感、視線。
- ⑥ 熱度造成流汗、身體不適。

(2) 滅火策略：

- ① 搶救電器火災時須先關閉電源或緊急停機。
- ② 配有自動滅火器的設備或場所，若自動滅火器未自動啟動，先以手動啟動後再進行滅火。
- ③ 風管火災須先停排風車，將滅火器或水龍帶往風管持續噴入，注意有無延燒情形。
- ④ 無法立即撲滅火災時，應移走可燃物或噴水冷卻阻絕防止擴大。
- ⑤ 滅火時由近而遠，左右掃射，沿火的周圍滅火。若無水損疑慮，儘可能多條水線搶救。高處火災使用梯子爬高或水龍帶射水。
- ⑥ 滅油火時，應使用水霧或泡沫，避免直接噴衝油面，會使其濺出，並注意勿造成空隙使其回火。
- ⑦ 密閉空間或地下室濃煙密佈，使用排煙機排煙。
- ⑧ 化學廠房火災務必先了解災區化學品種類及位置，查閱物質安全資料表及緊急應變指南，了解危險性及搶救注意事項，擬定搶救方法。
- ⑨ 易燃性和爆炸性物質之管線及槽體，在遠處以採低姿勢水霧降溫，避免過於靠近。保護其他未受波及之危險物質防止災情擴大。
- ⑩ 瓦斯火災應先關閉瓦斯閥後滅火。如瓦斯筒在火中燒，應於遠處

堅固物體後面向瓦斯筒噴水降溫防止爆炸。

(3) 災區行動要領：

- ① 到達後立即進行搶救。
- ② 進出火場切忌單獨行動，每組2~3人，兩組互相掩護。最後1名應保持路徑之暢通並注意環境變化，遇有危險立即通知撤退。
- ③ 使用水龍帶前應先注意有無觸電危險，須先要求斷電。並應注意是否有禁水性物質或其他遇水會起激烈反應之物質。
- ④ 火場嚴禁搭乘電梯。
- ⑤ 開門前先以手背觸摸，感覺熱度很高時，應以身體頂住門將門慢慢開啟，或從別處進入。應注意樓梯安全門之自動閉鎖裝置，以免遭反鎖受困。
- ⑥ 進火場採低姿勢，必要時以跪姿前進，以減少煙、熱危害。火場視線不良，先以水束向上方掃射，再以水霧前進，降低周圍溫度，並防止閃燃發生。遇有火球竄出時立即轉身撲倒以免灼傷。
- ⑦ 易燃物品供應及存放區火災時有爆炸危險，切忌冒然靠近。先設法隔離危險物，避免火勢擴大，增加危險性及搶救困難度。
- ⑧ 若無法確實看到地板時以滑步方式前進，隨時注意地板是否塌陷。
- ⑨ 上下樓層方式布置水線，必須將水帶以繩索固定防止接頭脫落。
- ⑩ 火滅後須觀察以防復燃。

3. 事故單位於第三階段作業要領：

- (1) 指派專人於大門口接應消防隊，並引導至火災區域，確認消防車能到達火災現場位置。將救火指揮權交給消防隊長並配合其指揮救災，告知目前災區狀況，提供所需資料，配合帶領救災。
- (2) 管理局與環保局長官則接應至指揮中心。將記者安排於安全場所，隨時將現況透過公司發言人發布消息給他們。其他支援單位支援人員編入救災體系，支援器材點收加入救災。
- (3) 確認所有的消防設備均正常運作：確認消防泵浦正常運轉，消防管線上之控制閥、警報逆止閥等均在正常位置，並正確使用各種消防設備。指派專人看守各消防管線之控制閥、警報逆止閥，在緊急情況下需要有人現場操作。
- (4) 災區管制措施：進出火場登記進出時間、人名、同組人名、公司、空氣鋼瓶壓力。當火災熄滅後，救災人員仍須待命，直到可排除復

燃之危險。

4. 災害撲滅後之任務安排：

- (1)再進入災區前，指揮中心再確認是否有危害氣體或化學品殘留、脆弱槽體、危險建築或火災復燃可能等潛在危害，判定災區安全無危險顧慮後始得下令人員復歸。建立災區巡邏，並預防復燃。
- (2)殘存物質之清除、回收及設備之清理、恢復工作，應於災後立即展開，但重大事故應待政府主管機關或保險公司勘察者，應保持現場之完整。儘速通知保險公司損害防阻單位。
- (3)管制進出，確保災害現場，避免證據被破壞，尤其是重要區域(如控制室、電腦設備及公共設施)。如果現場環境無法管制人員進入，則應設警戒，儘速修復防護設備，並加強安全措施。
- (4)儘速復原所有消防設備，依照消防設備中斷程序進行消防設備中斷。對未能恢復消防設備防護之區域，指派守衛或巡邏。
- (5)經調查災害發生原因及損失後，除依法令規定辦理廠外通報外，其他對外發佈新聞由公司發言人統一對外發佈消息，及接待各機關人員、媒體、群眾之查訪。

4.2.2 高科技廠消防隊配合火災搶救之程序

高科技廠火災緊急應變於第二階段成立緊急應變組織(ERT)，此時事故為單一廠區之人力即可處理，視需要請求同公司之鄰近廠區或附近友廠支援裝備。但若達到第三階段，單一廠區無法處理，即會通知園區消防隊與高科技廠消防隊(進階救災隊伍)支援更多的人力與裝備器材。下表為高科技廠消防隊於火災搶救之器材整備，此類器材平時放於消防車或器材車上，一但需出勤時，節省整備時間，即可於第一時間出發。

表 16 火災搶救之器材整備

器材類別	器材名稱
防護器材	<u>人員救命器</u> 、 <u>自攜式空氣呼吸器(SCBA)</u> 、 <u>歐式消防衣</u> 、 <u>抗高溫化學防護衣</u> 、 <u>防火毯</u> 、 <u>備用空氣瓶</u> 。
滅火器材	<u>移動式細水霧滅火設備</u> 、 <u>各類水瞄</u> 、 <u>水龍帶</u> 、 <u>泡沫原液</u> 、 <u>移動式消防泵浦</u> 、 <u>軸流排煙機</u> 。
偵測器材	<u>熱影像頭盔與影像傳輸器</u> 、 <u>火源偵測儀</u> 。
照明器材	<u>發光線圈</u> 、 <u>防爆手電筒</u> 、 <u>螢光棒</u> 。
通訊器材	<u>無線電對講機</u> 、 <u>衛星電話</u> 、 <u>行動電話</u> 。

註：底線為本文討論之先進救災設備。

由於園區絕大部分公司並未設置進階救災隊伍(專屬消防隊)，故高科技廠消防隊出勤時機通常位於應變程序的第三階段，亦即單一廠區無法處理時，才通知高科技廠消防隊前往支援。若公司本身設有專屬消防隊，其支援時間會較其他公司提早。下表以科學園區因強烈地震發生停電，各公司須啟動發電機供電，其中某公司因發電機柴油管路洩漏引發火災，說明其應變模式。

表 17 火災搶救之狀況模擬

時間	災害狀況	事故單位	高科技廠消防隊	先進裝備
0~10 min	某公司發電機房發生火災，其ERT初期滅火，無法控制火勢。	事故單位通報柴油發電機房發生火災，請求園區消防隊及鄰近廠商支援。	接獲通報，立即發佈簡訊，通知隊員與義消攜帶消防衣於事故地點集結。隨即駕駛高效能化學消防車前往事故地點。	高效能化學消防車
10~15 min	由於事故單位擔心生產中斷，並未關閉緊	事故單位以大量滅火器與消防水線滅火。	到達現場後，立即向現場指揮官報到，成立指揮所，確認風向，並作	消防衣、SCBA、

	急發電機。 現場濃霧瀰漫。		災情評估，立即要求關閉緊急發電機，並立刻啟動消防車中繼泵浦與發電機，佈水線連接公共消防栓作為水源。消防隊員立即著全套消防衣、SCBA、無線電接近火場。	
15~20 min	同樓層發電機三部已著火，危及日用油槽，火勢猛烈。	配合消防隊指揮救災，說明現場環境，引導救災人員進入火場。	持續作火場降溫，以水線防護其他建物與樓層，使用泡沫滅火。進入室內配掛救命器。	救命器
20~25 min	火勢猛烈，消防車水帶、空氣瓶仍不足。	聯絡鄰近友廠支援。 	現場隊員以無線電呼叫本部支援 1.5" 與 2.5" 水帶各 10 條，空氣瓶 15 支。本部待命人員準備所需器材，另發車送至事故地點。	
25~30 min	火勢已控制，但建物內部持續火舌竄出，濃煙密布。	以平面圖配合說明建物內部狀況。	派遣一組人員，戴熱影像頭盔配合水線進入建物內部滅火，另派一組佈置發光線圈。	熱影像頭盔、發光線圈
30~35 min	建物內部持續濃煙冒出。		以熱影像頭盔、火源偵測儀尋找火點，進行排煙與殘火處理。	火源偵測儀
35~40 min	火勢撲滅	污水與泡沫截流收集，現場善後，隔離災區。	現場警戒，確認無復燃之虞，環境偵測。	
40min	狀況解除	事故調查，保險理賠，災後復原	收拾與清點裝備。	

4.2.3 侷限空間火災之先進搶救設備運用

有機溶劑供應室、危險氣體供應室、化學品供應室、化學品庫房、發電機房、S-Fab 區域、電氣室…等，一但發生火災，則侷限於某區域或某機台，火勢不易波及他區，非大型或開放式空間，使用細水霧可達瞬間氣化冷卻，並達到窒息滅火效果。此類型火災較一般廠房與民房火災不同，亦為高科技廠配置先進救災設備時之主要考量，此時期所應用之特殊配備說明如下。

1. 高效能化學消防車

高科技廠進階救災隊伍主要戰力來自高效能化學消防車，搭載高科技廠所需之救災配備，宛如戰鬥團隊的航空母艦一般，具相當強的救災能力，於侷限火災主要應用如下。

- (1) 臨時指揮中心：消防車具備無線電中繼站、無線電手機、衛星電話、擴音機等通信裝備，備有物質安全資料表、各廠區平面圖、應變指南、電腦查詢系統等應變參考資料，尚有緊急發電機與照明燈塔，本身不需外來支援即可獨立作業，為一個機動的臨時應變指揮所。
- (2) 應變查詢系統：因應電子數位化，將各項資訊轉成強大的電腦資料庫，配備於車上，隨時可查詢公司內各廠區資料，包括各廠區平面圖、各廠危害物配置位置、物質安全資料表、應變作業程序、各廠機台位置、各廠應變器材…等資料，使應變指揮官充分掌握各項資訊，作為決策參考。
- (3) 高低壓 Pump 系統：消防水線之主要動力來源，控制各水線之出水壓力及水量，可用高壓噴槍作強力水柱遠距離射擊，或調成水霧作近距離防護；低壓系統供應一般消防水線。當一火災廠區發生斷電，其緊急發電機損毀或故障時，該廠區之消防 Pump 系統則無用武之地，此時消防車即可作為臨時的加壓送水裝置；或當該廠區水壓不足時，可作為中繼加壓站。
- (4) 泡沫原液：由於製程中使用許多有機溶劑(Solvent)，且有大型柴油儲槽供應緊急發電機使用，故須使用抗酒精型泡沫原液(AR-FFFP)來處理有機溶劑、油類等易燃液體火災。侷限空間火災中以溶劑供應室、溶劑儲存室、柴油發電機房最適合使用泡沫滅火。配合消防車上之高壓泡沫瞄子、低壓泡沫渦輪式瞄子，以每 3 人一組，佈置

泡沫水線滅火、一般水線防護周邊，可達最佳功效。

- (5)火災裝備：由於消防車機動性強，故可搭載各式火災裝備，除了基本的水帶、瞄子外，密閉侷限空間火災所需裝備有熱顯像頭盔、排煙機、發光線圈、破壞器材，尚有全套歐式消防衣、防爆手電筒、自攜式空氣呼吸器、救命器等個人裝備。

2. 移動式細水霧滅火設備

移動式細水霧滅火設備之所以會設於高科技廠，主要著眼於將水霧化成極細顆粒，使水分接觸火源之表面積擴大，容易吸熱，吸熱後汽化成水分子氣體，需要吸收更多的汽化熱，且水分子液體變氣體體積膨脹 1760 倍，可產生氧氣置換作用，降低氧濃度，產生窒息滅火效果，類似將一種不燃氣體壓縮了 1760 倍再噴射出來，故可代替許多氣體滅火藥劑，再加上水源廉價且容易取得，可不斷的供給，災後現場容易清理，無環保問題，作業方式與一般消防水帶類似，進入火場須著消防衣，每三人一組進入火場，分瞄子手、輔助手、小組長。位置設於鄰近對象物之室外，不易受火源波及之處，供應管路儘可能可配置已過濾雜質之純水。主要應用如下：

- (1)危險品供應室與庫房：有機溶劑室供應室與庫房(Solvent room)、化學品供應室與庫房(Chemical room)、特殊氣體供應室與庫房(Gas room)，取代泡沫與氣體滅火藥劑，作有效與立即性的搶救。操作時較泡沫滅火方便，災後現場容易清理，無環保問題；相對於氣體滅火設備，可不斷的供給，水源廉價且容易取得。
- (2)侷限區域火災：附屬機台設備區(S-Fab)、生產區機台、機台附屬滅火設備，以單一機台設備發生火災為主，火勢不易擴大波及，不需大量水源予以灌救，現場較不會因水量使用過多而造成水損。發電機房與日用油槽旁配置移動式細水霧滅火設備，滅火時需先行關閉燃料供應閘門，發電機亦需停止運轉，若無法馬上制壓火勢，可搭配消防、泡沫水線，交互運用。
- (3)密閉空間火災：無開口樓層、無塵室等室內型態火災，因其開口極少，通風不佳，室內氧氣供應較不足，利用細水霧滅火系統，液態水分子遇熱蒸發成 1760 倍的氣態水分子，降低室內空間中的氧氣濃度，達到窒息滅火效果。滅火時需使細水霧接觸火源，效果較佳，讓所噴出之細水霧顆粒在空氣中遇熱蒸發才有膨脹窒息效果，若細水霧噴出後未接觸火源而落於地板，則復原與一般消防水相同狀

態。火災已擴大或充滿無塵室空間，則不適合使用細水霧滅火。

- (4)電氣火災：考量細水霧顆粒極細，本身具有絕緣效果，遇熱膨脹後取代空氣中的氧氣，與氣體滅火藥劑滅火原理相同，故可用於電氣室、電盤、變壓器等火災。但滅火時仍應儘可能先行切斷電源，也不應噴射過多細水霧，因細水霧若未被火的熱度汽化，若於物體表面而凝結，仍有導電的危險。

3. 熱影像頭盔

熱顯像頭盔之優點，除了與一般紅外線儀器類似，可將暗處有熱度之物體顯示出外，本身可依環境亮度而調節視野內對比明暗，分辨環境障礙物與高低溫，另一優點為戴於頭上，接自攜式空氣呼吸氣(SCBA)保護人的安全，空出雙手仍可作其他事項。倘限火災時，由於滅火人員無法看清火源位置，配合滅火水線一起進入火場，其中一位戴熱顯像頭盔，指揮各組水線運作。主要應用為：

- (1)無塵室：無塵室(或稱為潔淨室)為一大型密閉空間，機台與管路密佈，一但火災發生濃煙密佈，就會造成視野不明、能見度差的惡劣環境，其樓層間經常有大缺口，會造成搶救人員不慎墜落意外。熱顯像頭盔可克服此一難題，在伸手不見五指的環境中，看清火源與火場地形地物，作為救災人員的眼睛。
- (2)居室火災：任何居室火災，包括密閉空間、無開口樓層、辦公室、危險物品供應房、採光通風不足之居室，火災時濃煙密佈、不易找火點，一般需配合排煙設備，或使用破壞器材製造通風排煙開口，以增加能見度。高科技廠房為維持潔淨度，建物很少設計窗戶等開口，針對此種環境，需要熱顯像頭盔進入火場，協助救災人員尋找火點，並快速撲滅。
- (3)殘火處理：倘限空間火災受到控制撲滅後，在可燃物深層溫度仍高，常會造成復燃，此時需使用熱顯像儀器找尋高溫物體，予以噴水降溫，防止復燃。

4. 發光線圈

若需深入火場撲滅火源，由於濃煙密佈，會使人員無法辨識方向，尤其密閉空間，需使用發光線圈，從出入口佈置人員動線，深入火場，可清楚的指引搶救人員，在搶救上及撤退時，可供消防人員前進或抵達安全區

域的明亮指標。

5. 個人救命警報器

由於火場為密閉空間，充滿濃煙與有毒物質，救災人員一但沒有任何動靜，或暈倒、或受困、或窒息，是不會有人發現的，故進入局限或密閉空間時，每人均需佩帶一只個人救命警報器，當有任何異常或失去聯絡，而沒有動靜時，即會發出訊號給主機，且現場會發出刺耳的警報聲，並迅速派出後續支援人員搶救。

6. 自攜式空氣呼吸器

局限空間火災為一缺氧之環境，人呼吸火場內空氣，會立即致命，故須使用自攜式空氣呼吸器。特別於搶救有大量濃煙迷漫之樓梯通道、密閉空間、高溫黑暗、地下室火災或高層火災使用。進入火場之人員均需佩帶，且須每組三人同進同出，若災區中其中一人空氣不足發出殘壓警報聲響時，三人需即刻同時離開火場，並以無線電回報請求支援，回到後勤補給站後，由後勤人員協助更換已充飽之空氣瓶，始可再度進入火場。進入火場前，後勤人員須檢查裝備是否良好，並記錄搶救人員姓名與空氣瓶壓力，依其空氣量預估離開火場時間，一但超過時間，須立即回報異常。面罩可加裝無線電傳聲裝置，因須深入火場，空氣瓶以選用質輕之 60 分鐘碳纖複合氣瓶為佳。

7. 歐式消防衣

由於台灣地處亞熱帶，美式消防衣過於厚重、日式消防衣對於高科技火災顯得防護不足，故使用歐式消防衣，適當防護，非過分防護，舒適性易佳。全套歐式消防衣包括消防頭盔、頭部護套、消防衣、消防褲、消防手套、消防鞋，均需依規定穿著，確保人員安全。進入火場時，後勤人員須再確認其防護是否有任何漏洞，消防衣與自攜式空氣呼吸器為高科技廠救災人員基本配備。

4.2.4 爆炸與大型火災之先進搶救設備運用

此類型災害為劇烈爆炸之火災、鍋爐爆炸、危險品爆炸、空曠區域火災、通風採光良好之室內火災，此類型火災不適合用細水霧滅火，以消防栓、高壓噴槍、砲塔等多條水線，較易達到滅火制壓效果，或以泡沫來撲滅有機溶劑等 B 類火災。但對於自燃性氣體(如矽甲烷 SiH_4)等無法撲滅之物質，或撲滅後有閃然爆炸危險之物質，除了關閉洩漏源外，則須以防

護冷卻方式控制火勢，不可撲滅。此類型火災較大型，有二次爆炸之危險，高科技廠皆會將可能引發爆炸或大型火災之危險物品，置於較空曠區(如氫氣、柴油)，故此類火災較不需要熱顯像頭盔與發光線圈。其所應用之先進救災設備包括高效能化學消防車、火源偵測儀、救命器、自攜式空氣呼吸器、歐式消防衣等，以下說明其運用方式。

1. 高效能化學消防車

高效能化學消防車於此類型場合，除了與侷限火災相同應用特性，如臨時指揮中心、應變查詢系統、高低壓 Pump 系統、泡沫原液、各式火災裝備外，其車頂砲塔、移動式砲塔與水線可交互運用，尤其車頂砲塔與渦輪式瞄子皆可噴射泡沫，來控制有機溶劑、油類火災，移動式砲塔以水霧作為防護後方人員安全。此類火災須有一定的安全距離，救災人員應儘可能於掩護物體後方，以防止二次爆炸之災害。

2. 火源偵測儀

火源偵測儀與熱顯像頭盔最大不同點為適用於能見度較佳時，為輔助尋找高溫物體用，可偵測火苗、火點，當火災後期進行殘火處理時使用，防止複燃。此儀器隨溫度越高，聲響愈大，距火點愈近，警報愈大聲。使用時著消防衣，與瞄子手配合滅火。

3. 個人救命警報器

由於火場仍具有二度爆炸與崩塌危險，一但救災人員沒有任何動靜，即會發出訊號給主機，且現場會發出刺耳的警報聲，並迅速派出後續支援人員搶救，建議每位進入災區人員均需佩帶。

4. 自攜式空氣呼吸器

此類火災雖不是缺氧環境，但火場仍有不明的有毒物質，對人的呼吸系統會有傷害，故須使用自攜式空氣呼吸器。進入火場之人員均需佩帶，且須每組三人同進同出。進入火場前，後勤人員檢查裝備，並記錄搶救人員姓名與空氣瓶壓力。若經測定環境有毒物質低於標準，始可拆下面罩呼吸。

5. 歐式消防衣

此類型火災仍須著歐式消防衣作全身式的保護，以防止燒傷、燙傷，若未著呼吸器，則應盡量選擇於上風處或通風良好位置，外圍防護水線之人員，消防衣穿著可省略頭套。

4.3 毒性氣體洩漏緊急應變程序之擬定與配合

4.3.1 毒性氣體洩漏處理流程

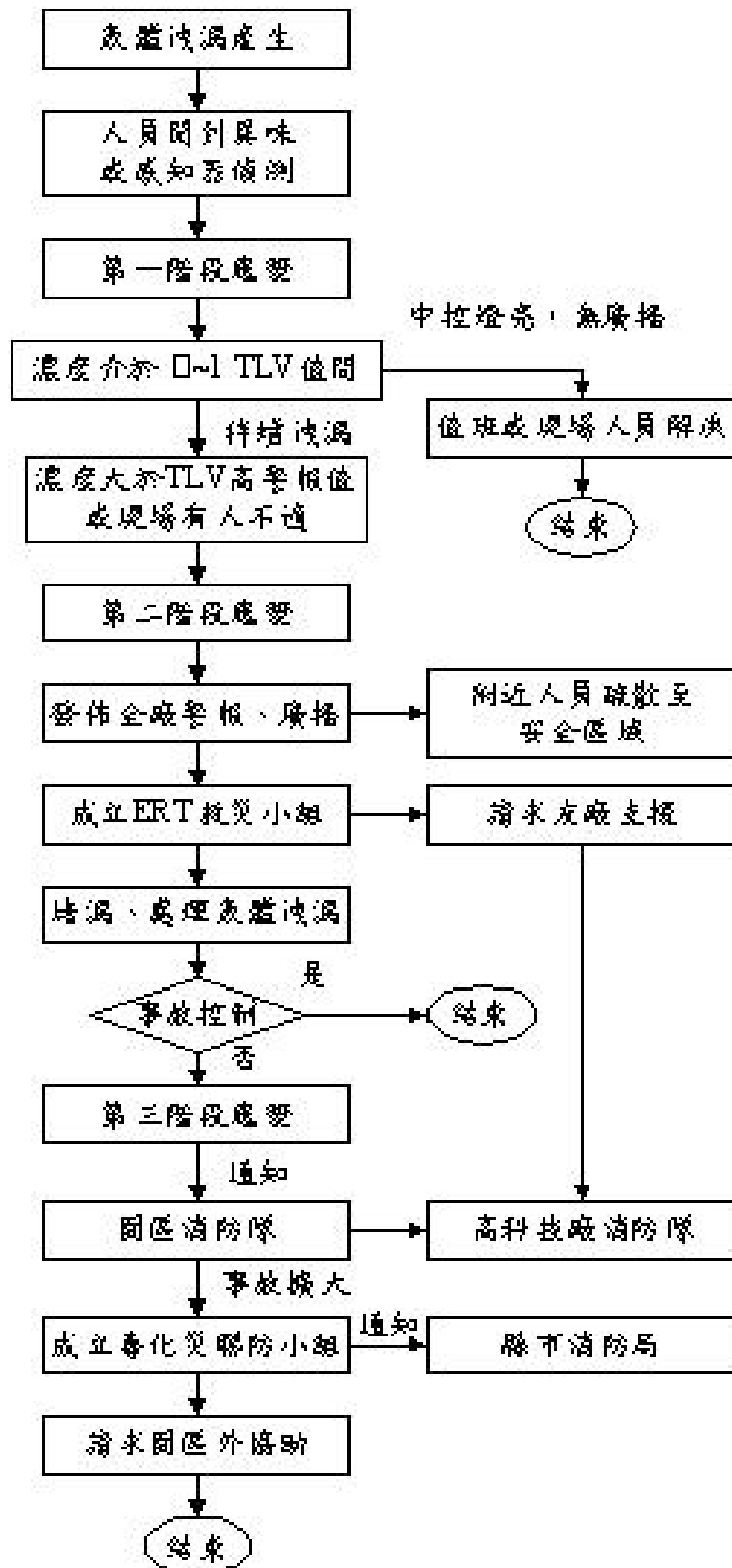


圖47 氣體洩漏處理流程

1. 各階段成立時機

- (1) 第一階段：區域異味或氣體偵測器警報，人員無不良症狀。若異味難聞，先局部疏散至無異味處。
- (2) 第二階段：區域異味或氣體偵測器警報，人員有不良症狀(頭暈、嘔吐)，或有毒或危險氣體洩漏，則須立即疏散並成立 ERT。
- (3) 第三階段：災害擴大，本身救災能力不足，或影響廠外環境與人員安全。

2. 救災單位氣災救災策略：

(1) 氣災之危害：

- ① 易燃物、強氧化性物質可能因接觸電氣或火源造成起火或爆炸。
- ② 大量洩漏可能影響廠外空氣品質。
- ③ 液氧液氮洩漏可能造成凍傷。

(2) 氣體洩漏阻斷策略：

- ① 先了解氣體種類，取適合之儀器偵測，於1倍TLV處作管制線。
- ② 關閘或堵住洩漏口及關斷源頭停止洩漏。通知值班室做遠端遙控，或以目視或儀器偵測找到洩漏點，往供應源方向找到離洩漏點最近最方便可關斷的閘。
- ③ 無法以上述方法處理時，鋼瓶則以鋼瓶洩漏處理車(ERCV)止漏。儘量使洩漏物侷限在密閉空間，避免污染擴大。
- ④ 避開直接接觸洩漏點，以免防護衣受損。
- ⑤ 堵漏後應以目視或氣體偵測器測漏。

(3) 災區行動要領：

- ① 到達後立即了解災區氣體種類及位置，查閱物質安全資料表及緊急應變指南了解危險性及搶救注意事項，擬定搶救方法。
- ② 救災人員務必穿著適當防護衣，出發前須詳細檢查。裝備不夠時，立即通報待命人員，或請後勤單位協助補充。
- ③ 著裝完成立即帶必要裝備進行搶救。進出災區切忌單獨行動，應每組2-3人，處理人數儘量不要太多，但須有人著裝待命。氣體鋼瓶洩漏處理車須3-4人一組。
- ④ 如知道洩漏點，在室內應從最近點進入，在室外應從上風處接近。
- ⑤ 洩漏源位於室內，儘可能洩將漏源侷限在小空間內，將洩漏有毒

氣體收集，經由酸毒排氣系統過濾與稀釋排至戶外。室內需作通風換氣，並設法降低危害物濃度。

⑥室外需注意風向，集結區設於上風處，用水霧隔離災區與安全區域，確保冷區以外人員安全。若擴散濃度增加或風向改變，則須將指揮中心等集結區移往安全地帶。

⑦遇有危險務必立即整組撤出。搶救完畢，應留一組人警戒，確認不會再洩漏。

3. 事故單位於第三階段作業要領：

(1)指派專人於大門口接應消防隊，並引導至氣災區域，確認消防車能到達災害現場位置。將救災指揮權交給消防隊長並配合其指揮救災，告知目前災區狀況，提供所需資料，配合帶領救災。

(2)管理局與環保局長官則接應至指揮中心。將記者安排於安全場所，隨時將現況透過公司發言人發布消息給他們。其他支援單位支援人員編入救災體系，支援器材點收加入救災。

(3)監控廠務設備運作，確認消防系統、排氣系統、電力系統、空調系統、氣體供應系統狀況，緊急情況下需要有人現場操作。

(4)災區管制措施：進出災區登記進出時間、人名、同組人名、公司、空氣鋼瓶壓力。

4. 災害解除後之任務安排：

(1)再進入災區前，指揮中心再確認是否有危害氣體殘留、脆弱槽體等潛在危害，判定災區安全無危險顧慮後始得下令人員復歸。

(2)殘存化學物質之清除、回收及設備之清理、恢復工作，應於災後立即展開，但重大事故應待政府主管機關或保險公司勘察者，應保持現場之完整。儘速通知保險公司損害防阻單位。

(3)經調查災害發生原因及損失後，除依法令規定辦理廠外通報外，其他對外發佈新聞由公司發言人統一對外發佈消息，及接待各機關人員、媒體、群眾之查訪。

4.3.2 高科技廠消防隊配合毒性氣體洩漏搶救之程序

高科技廠毒性氣體洩漏緊急應變於第二階段成立緊急應變組織，視需要請求同公司之鄰近廠區或附近友廠支援裝備。但若達到第三階段，單一廠區無法處理，即會通知園區消防隊與高科技廠消防隊支援更多的人力與裝備器材。下表為高科技廠消防隊於毒性氣體洩漏搶救之器材整備，平時放於消防車或器材車上，一但需出勤時，即可於第一時間出發。

表 18 毒性氣體洩漏搶救之器材整備

器材類別	器材名稱
防護器材	<u>自攜式空氣呼吸器(SCBA)</u> 、 <u>A/B/C 級化學防護衣</u> 、 <u>抗高溫化學防護衣</u> 、 <u>歐式消防衣</u> 、 <u>防毒面罩</u> 、 <u>濾毒灌</u> 、 <u>防酸鹼手套/鞋</u> 、 <u>備用空氣瓶</u> 。
止漏器材	<u>鋼瓶洩漏處理車(ERCV 砲車)</u> 、 <u>洩漏處理工具組</u> 、 <u>各類水瞄</u> 、 <u>水龍帶</u> 、 <u>軸流排煙機</u> 。
偵測器材	<u>五用氣體偵測器</u> 、 <u>瓦斯/氫氣偵測器</u> 。
除污器材	<u>充氣式除污站</u> 、 <u>中和劑</u> 。
通訊器材	<u>無線電對講機</u> 、 <u>衛星電話</u> 、 <u>行動電話</u> 。
照明器材	<u>防爆手電筒</u> 。

註：底線為本文討論之先進救災設備。

一般少量毒性氣體洩漏，可由單一廠區處理完成，若單一廠區無法處理時，已是大量洩漏或影響廠區以外環境，通常位於應變程序的第三階段，需通知高科技廠消防隊前往支援。下表以化工廠特殊氣體車於科學園區運輸途中發生車禍，導致有毒氣體鋼瓶散落，有洩漏情形，說明其應變模式。

表 19 毒性氣體洩漏搶救之狀況模擬

時間	災害狀況	事故單位	高科技廠消防隊	先進裝備
0~10 min	特殊氣體車於園區運輸途中發生車禍，導致有毒氣體鋼瓶散落，毒氣洩漏。	事故司機依規定通報，並請求消防隊及毒化聯防小組支援。事故司機以三角錐示警，至上風處等候救援。	接獲通報，立即發佈簡訊，通知隊員與義消攜帶消防衣於事故地點集結。隨即駕駛高效能化學消防車前往事故地點。	高效能化學消防車
10~15 min	現場有毒煙霧瀰漫。	化工廠應變組織前往救災。	到達現場後，立即向現場指揮官報到，成立臨時指揮所，確認風向，並作災情評估，啟動消防車中繼泵浦，消防隊員著消防衣，以水霧隔離防護安全區域。	消防衣
15~20 min	洩漏持續。	配合園區消防隊指揮救災。	派一組著 A 級防護衣與 SCBA，攜帶偵測器，進入確認污染物及濃度，以紅色警示帶標示“熱區”，黃色警示帶標示“暖區”。一組著 C 級防護衣與 SCBA，架設除污站於“暖區”。	SCBA、A 級化學防護衣、充氣式除污站
20~25 min	多支鋼瓶洩漏，ERCV 不足。	以毒性偵測器逐一測漏，確認洩漏物之種類、數量、位置。 聯絡公司與鄰近友廠支援。	現場隊員以無線電呼叫支援 ERCV 2 具。本部待命人員準備所需器材，另發車送至事故地點。	ERCV
25~35	移除洩漏源。	將洩漏鋼瓶裝入	著 A 級防護衣，推 ERCV	

min		ERCV。	進入熱區，將洩漏鋼瓶裝入 ERCV。
35~40 min	洩漏鋼瓶已處理完成。	環境偵測，現場善後。	人員除污，現場仍以水霧作災區隔離。
40min	狀況解除	確認現場已無毒化物讀值，事故調查，保險理賠，災後復原。	停止水霧噴灑，收拾與清點裝備，進行廢棄物、污水處理。

4.3.3 毒性氣體洩漏之先進搶救設備運用

在高科技廠氣體洩漏災害中，洩漏方式主要分為管路洩漏與鋼瓶洩漏兩種類型，其物質包括腐蝕性、毒性(如氯氣 Cl₂、SiF₄)、窒息性(如 AsH₃)、氧化性(如 ClF₃)、易燃性(如 PH₃)等有害氣體較為特殊，瓦斯洩漏亦為常見災害。其發生地點以供應端與機台端最易發生，原因多半為元件故障與人為疏失。其所應用之先進救災設備包括高效能化學消防車、鋼瓶洩漏處理車、除污站、自攜式空氣呼吸器、A 級防護衣等，以下說明其運用方式。

1. 高效能化學消防車

高效能化學消防車於此類型場合，仍可作為臨時指揮中心，使用應變查詢系統，運用低壓水線作阻隔防護。與火災所使用裝備最大不同的為化學防護裝備、五用氣體偵測器與除污站。其化學防護裝備包括 A 級化學防護衣、抗高溫 A 級防護衣、C 級化學防護衣、防護鞋、防護手套、濾毒灌、半面式面罩等。五用氣體偵測器可同時測 VOC、O₂、LEL、H₂S、CO 等。除污站運用於毒化災之除污。

2. 鋼瓶洩漏處理車(ERCV)

在高科技廠特殊氣體供應管路，於適當地方皆會設置閥門，若管路發生洩漏，立即關閉相關閥門來阻止持續洩漏，並開啟通風換氣，降低污染濃度。氣體鋼瓶洩漏無法用此方法，故氣體鋼瓶洩漏處理車(ERCV)，是目前最有效控制鋼瓶洩漏的方法。實施鋼瓶洩漏處理時，以三人為一組，須著 A 級防護衣作全身保護。平時 ERCV 放於最容易發生氣體洩漏之特殊氣體供應房旁，最容易快速取得之位置，縮短救災動線，一但有任何氣體鋼

瓶洩漏，可立即處理洩漏鋼瓶，爭取時效。

ERCV 適用 9 成以上的特殊氣體鋼瓶洩漏，包括高壓氣體(如： CO 、 H_2 、 NF_3 、 BF_3)、液化氣體(如： Cl_2 、 HBr 、 NH_3 、 AsH_3 、 SO_2)、混合氣體(如： PH_3 、 F_2 、 B_2H_6)。現場完成止漏後，連同砲車將洩漏鋼瓶載離災害現場。對於無法以 ERCV 處理之氣體，將其放入氣體供應之防爆櫃內，將洩漏氣體利用製程排氣系統(Exhaust)排至洗滌塔(Scrubber)處理。ERCV 無法處理之氣體包括強氧化物(如： F_2 、 ClF_3 、 NO 、 N_2O 、 O_2)、自燃性氣體(如： SiH_4 、 Si_2H_6 、 PH_3 、 B_2H_6)、乙炔、具爆炸性混合氣體，禁止將經歷火災或爆炸波及、著火中、液態過充填之鋼瓶裝入 ERCV。

3. 充氣式除污站

除污的目的在於使安全區域(冷區以外)之人員/環境免於被污染，由後勤組架設除污站，設置於進入災區之動線上，氣災為 TLV 值處(暖區)。所有自災區(熱區)出來的傷患、救災人員、設備皆要除污，除污時由上而下請搶救人員雙手張開轉圈除污，除污完成後以 PH 試紙檢測除污是否確實。自災區攜出之廢棄物應暫時收集於除污站。除污人員應著 C 級以上防護衣，並配戴濾毒罐，穿著適當防護具以免污染受傷。除污站可考慮直接使用消防栓(水霧噴灑)。

架設時僅需使用空氣瓶充氣即可，不需骨架支撐，充氣/洩氣時間約一分鐘可完成。沖淋之受污染水源，應另行收集，防止二次污染環境。

4. 自攜式空氣呼吸器

由於有毒氣體散佈於災害現場空氣中，對人的呼吸系統會有傷害，故須使用自攜式空氣呼吸器，穿於 A 級化學防護衣內。進入熱區之人員均需佩帶呼吸器，且須每組三人同進同出。行動前亦須由後勤人員檢查裝備，並記錄搶救人員姓名與空氣瓶壓力。

5. A 級化學防護衣：

應用於火災以外之各類型毒化物的惡劣環境，對救災人員作全身性氣密式的保護，進入災區時不需再考慮其他類型防護衣。若有潛在引火閃燃風險的有害化學物質環境，則使用 A 級抗高溫化學防護衣，提供救災人員更進一步的保護。一旦發生火災，仍應盡速撤退，以消防衣先行滅火。

4.4 液體化學品洩漏緊急應變程序之擬定與配合

4.4.1 液體化學品洩漏處理流程

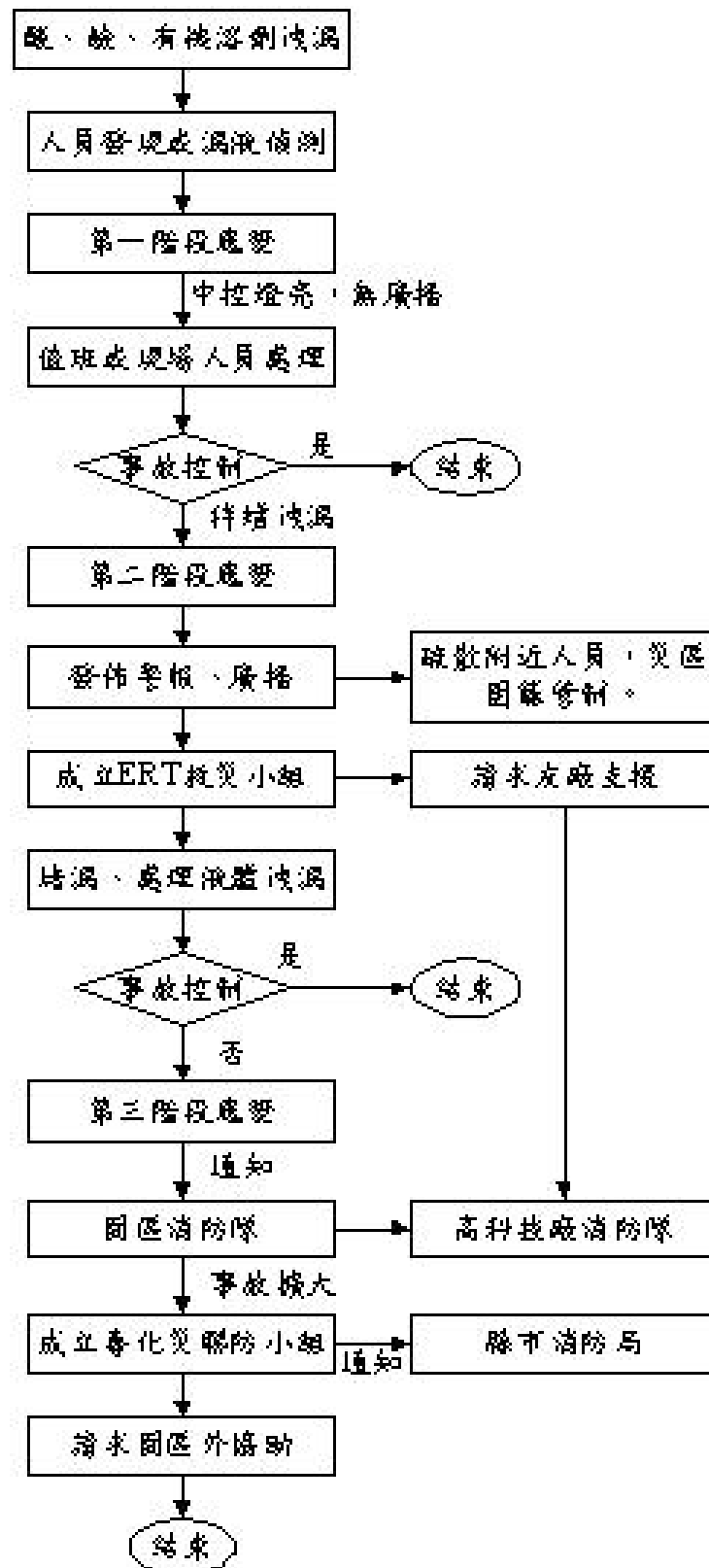


圖 48 液體化學品洩漏處理流程

1. 各階段成立時機

- (1) 第一階段：液體化學品少量洩漏，或漏液警報，不會產生難聞氣味或人員不適，附近現場人員或值班人員可立即控制。
- (2) 第二階段：液體化學品大量洩漏，或漏液警報，對人員、設備有危害，無法立即控制。須疏散附近人員並成立 ERT。
- (3) 第三階段：災害擴大，本身救災能力不足，或影響廠外環境與人員安全。

2. 救災單位化災救災策略：

(1) 化災之危害：

- ① 易燃物、強氧化性物質可能因接觸電氣或火源造成起火或爆炸。
- ② 不相容化學品相混可能造成劇烈放熱反應。
- ③ 大量洩漏可能影響廠外空氣品質或流入排水溝影響廢水及雨水品質。

(2) 液體化學品洩漏阻斷策略：

- ① 最好的方法就是關閥或堵住洩漏口及關斷源頭停止洩漏。通知值班室做遠端遙控，或以目視或儀器偵測找到洩漏點，往供應源方向找到離洩漏點最近最方便可關斷的閥。
- ② 無法以上述方法處理時，化學桶(槽)則以液體洩漏處理箱之工具或止漏吸盤、止漏充氣帶處理。儘量使洩漏物侷限在密閉空間，避免污染擴大。
- ③ 避開洩漏點直接接觸，以免防護衣受損。
- ④ 堵漏後應以目視或儀器測漏液。

(3) 災區行動要領：

- ① 到達後立即了解災區化學品種類及位置，查閱物質安全資料表及緊急應變指南了解危險性及搶救注意事項，擬定搶救方法。
- ② 務必穿著適當防護衣，出發前須詳細檢查。裝備不夠時，立即通報待命人員，或請後勤單位協助補充。
- ③ 著裝完成立即帶必要裝備進行搶救。進出災區切忌單獨行動，應每組2-3人，處理人數儘量不要太多，但須有人著裝待命。
- ④ 如知道洩漏點，在室內應從最近點進入，在室外應從上風處接近。
- ⑤ 儘可能將災區洩漏源圍堵在小區域內，室內需作通風換氣，設法

降低其蒸氣濃度。有毒物質排至戶外時，須先經過過濾與稀釋，以免汙染環境。

- ⑥ 室外需注意風向，集結區設於上風處，用水霧隔離災區與安全區域，確保冷區以外人員安全。若擴散濃度增加或風向改變，則須將指揮中心等集結區移往安全地帶。
- ⑦ 除阻止洩漏外，應防止液體蔓延影響設備或流入排水溝再處理。
- ⑧ 處理多種液體洩漏時，應儘量防止其混合，吸附棉也應分開，以防止造成二次危害。吸附棉若吸附不相容混合液，應儘快泡水稀釋。
- ⑨ 遇有危險務必立即整組撤出。搶救完畢，應留一組人警戒，確認不會再洩漏，殘餘污染物須妥當包裹，再帶出室外。

3. 事故單位於第三階段作業要領：

- (1) 指派專人於大門口接應消防隊，並引導至化災區域，確認消防車能到達災害現場位置。將救災指揮權交給消防隊長並配合其指揮救災，告知目前災區狀況，提供所需資料，配合帶領救災。
- (2) 管理局與環保局長官則接應至指揮中心。將記者安排於安全場所，隨時將現況透過公司發言人發布消息給他們。其他支援單位支援人員編入救災體系，支援器材點收加入救災。
- (3) 監控廠務設備運作，確認消防系統、排氣系統、電力系統、空調系統、氣體供應系統狀況，緊急情況下需要有人現場操作。
- (4) 災區管制措施：進出災區登記進出時間、人名、同組人名、公司、空氣鋼瓶壓力。

4. 災害解除後之任務安排：

- (1) 再進入災區前，指揮中心確認是否有危害化學品殘留、脆弱槽體等潛在危害，判定災區安全無危險顧慮後始得下令人員復歸。將救火指揮權交給消防隊長並配合其指揮救災。
- (2) 殘存化學物質之清除、回收及設備之清理、恢復工作，應於災後立即展開，但重大事故應待政府主管機關或保險公司勘察者，應保持現場之完整。儘速通知保險公司損害防阻單位。
- (3) 經調查災害發生原因及損失後，除依法令規定辦理廠外通報外，其他對外發佈新聞由公司發言人統一對外發佈消息，及接待各機關人員、媒體、群眾之查訪。

4.4.2 高科技廠消防隊配合液體化學品洩漏搶救之程序

高科技廠液體化學品洩漏緊急應變程序，於第二階段成立緊急應變組織，視需要請求同公司之鄰近廠區或附近友廠支援裝備。但若達到第三階段，單一廠區無法處理，即會通知園區消防隊與高科技廠消防隊支援更多的人力與裝備器材。下表為高科技廠消防隊於液體化學品洩漏搶救之器材整備，平時放於消防車或器材車上，一但需出勤時，即可於第一時間出發。

表 20 液體化學品洩漏搶救之器材整備

器材類別	器材名稱
防護器材	<u>自攜式空氣呼吸器(SCBA)</u> 、 <u>A/B/C 級化學防護衣</u> 、 <u>抗高溫化學防護衣</u> 、 <u>防毒面罩</u> 、 <u>濾毒灌</u> 、 <u>防酸鹼手套/鞋</u> 、 <u>備用空氣瓶</u> 。
止漏器材	<u>液體化學品洩漏密封器材</u> 、 <u>洩漏處理桶</u> 、 <u>吸液棉</u> 、 <u>吸酸車</u> 、 <u>各類水瞄</u> 、 <u>水龍帶</u> 、 <u>軸流排煙機</u> 。
偵測器材	<u>五用氣體偵測器</u> 、 <u>PH 試紙</u> 。
除污器材	<u>充氣式除污站</u> 、 <u>中和劑</u> 。
通訊器材	<u>無線電對講機</u> 、 <u>衛星電話</u> 、 <u>行動電話</u> 。
急救器材	<u>六氟靈</u> 與 <u>敵腐靈</u> 。

註：底線為本文討論之先進救災設備。

一般少量液體化學品洩漏，可由單一廠區處理完成，若單一廠區無法處理時，已是大量洩漏或影響廠區以外環境，通常位於應變程序的第三階段，需通知高科技廠消防隊前往支援。下表以園區某公司載運氫氟酸之槽車與堆高機發生車禍，造成氫氟酸洩漏，說明其應變模式。

表 21 液體化學品洩漏搶救之狀況模擬

時間	災害狀況	事故單位	高科技廠消防隊	先進裝備
0~10 min	氫氟酸槽車於園區運輸途中與堆高機發生車禍，導致氫氟酸洩漏。	事故司機依規定通報，並請求消防隊及毒化聯防小組支援。事故司機以三角錐示警，至上風處等候救援。	接獲通報，立即發佈簡訊，通知隊員與義消攜帶消防衣於事故地點集結。隨即駕駛高效能化學消防車前往事故地點。	高效能化學消防車
10~15 min	氫氟酸被堆高機支架刺破。	化工廠應變組織前往救災。	到達現場後，成立臨時指揮所，向現場指揮官報到，確認風向，並作災情評估，提供六氟靈作傷患急救，啟動消防車中繼泵浦，消防隊員著消防衣，以水霧隔離防護安全區域。	六氟靈、消防衣
15~20 min	持續洩漏。	配合園區消防隊指揮救災。	派一組著 A 級防護衣與 SCBA，攜帶偵測器，進入確認污染物及濃度，以紅色警示帶標示“熱區”，黃色警示帶標示“暖區”。一組著 C 級防護衣與 SCBA，架設除污站於“暖區”。	SCBA、A 級化學防護衣、充氣式除污站
20~30 min	進行化學品堵漏，吸液棉不足。	聯合救災，聯絡公司與鄰近友廠支援。	以洩漏密封器材進行堵漏，以吸液棉進行吸附、圍堵。現場隊員以無線電呼叫支援吸液棉 2 箱。本部待命人員準備並送至事故地點。	液體化學品洩漏密封器材

30~35 min	槽體堵漏完成。	環境偵測，現場善後。	人員除污，現場仍以水霧作災區隔離。	
35min	狀況解除	確認現場已無化學品讀值，事故調查，保險理賠，災後復原	停止水霧噴灑，收拾與清點裝備，進行廢棄物、污水處理。	

4.4.3 液體化學品洩漏之先進搶救設備運用

液體化學品洩漏類型主要有管路、50 加崙桶、大型槽體等三種，其物質以揮發性(如有機溶劑)、腐蝕性、毒性(如氫氟酸、硫酸)、氧化性(如過氧化氫)為主。其發生地點以供應端與機台端最易發生，原因多半為元件故障、施工、機台保養造成。其所應用之先進救災設備包括高效能化學消防車、液體化學品洩漏密封器材、除污站、六氟靈與敵腐靈、自攜式空氣呼吸器、A 極防護衣等，以下說明其運用方式。

1. 高效能化學消防車

高效能化學消防車於此類型場合，與毒氣洩漏時之功能相似。最大不同處為處理液體洩漏之裝備，並配備有六氟靈與敵腐靈。

2. 液體化學品洩漏密封器材

下表為各類型液體洩漏所需使用之洩漏密封器材。

表 22 各類型液體洩漏所需使用之洩漏密封器材

特殊災害類型	50 加崙桶	槽體	大管路	小管路	接縫
先進救災設備					
洩漏密封槍	V	V			
小型洩漏密封袋	V				
洩漏排流袋		V			
長條形洩漏密封袋			V		
管路密封蓋				V	
洩漏密封膠					V

- (1)洩漏密封槍：當 50 加崙儲存罐、油罐車、槽體，因外力或不明原因出現小裂縫(1.5~6cm)或漏孔(直徑 3~9cm)。直接將適當形狀的密封槍塞入洩漏處，再打氣加壓，單人操作即可處理洩漏。
- (2)小型洩漏密封袋：主要密封小型的罐、管道、容器，以及圓柱鐵桶的裂縫 10~90cm，會造成極大危害的微細裂縫。固定時，拉伸延長帶有附魔鬼粘。
- (3)洩漏排流袋：針對油罐車、液櫃車、儲存罐與其他大型容器的內容物為劇毒性或易爆液體，可密封較大裂縫或洞口。將排流袋凹面覆蓋住裂縫處，可將有害液體抽吸與安全排流。
- (4)長條形洩漏密封袋：整條包紮於管道上裂縫處，可用於地形複雜，空間狹窄的管道。表層有增強、低延伸性，密封面可伸縮。包紮加壓，減少洩漏量。
- (5)管路密封蓋：適用管徑 0.5~2.5 吋之危險管路洩漏，微細裂縫洩漏。利用機械式密封加壓原理，加壓堵注洩漏裂縫，減少洩漏量，密封性能達 100%，操作壓力達 16 巴。
- (6)洩漏密封膠：密封閥門套管接頭和管道系統連接處、桶邊、運輸管道、石油、氣油、碳氫化合物、酸鹼溶液、清潔劑等石油化學產品管道狹窄連接處，所出現的微小裂縫。

3. 充氣式除污站

設置於進入災區之動線上，化災為前哨站前緣(暖區)。所有自災區(熱區)出來的傷患、救災人員、設備皆要除污，除污時由上而下請搶救人員雙手張開轉圈除污，除污完成後以 PH 試紙檢測除污是否確實。自災區攜出之廢棄物應暫時收集於除污站。除污人員應著 C 級以上防護衣，並配戴濾毒灌，穿著適當防護具以免污染受傷。

4. 六氟靈與敵腐靈

- (1)六氟靈：遭受氟酸類化學物侵襲，包含氫氟酸(對任何濃度皆有效)、單純的酸(H⁺)、含氫氟酸之混酸、有機氟化物類(對具有氟自由基的任何組織皆適用)。在遭受化學品濺灑後即刻使用，能澈底除污並避免後遺症，可用於沖洗被氟酸類化學物污染的眼睛或皮膚，並對腐蝕性物質引起之灼傷及疼痛有立即舒緩之效果。

(2)敵腐靈：遭受酸、鹼等腐蝕性及刺激性的化學物質而產生灼傷之急救。可有效處理酸類、鹼類、氧化劑、還原劑、刺激物、烷基化物、放射核化物(鋨、銻等)、硫黃、有機磷酸鹽等之化學品，至少包含氯、氨、丙烯腈、苯胺、苯、四氯化碳、氯仿、硫酸、硝酸、醋酸、氫氧化鈉、次氯酸鈉、酚、亞硝酸鈉、乙醚、環氧乙烷等 300 種以上。可用於沖洗被毒性、腐蝕性化學品污染的眼睛或皮膚，並對腐蝕性物質引起之灼傷及疼痛有立即舒緩之效果。

5. 自攜式空氣呼吸器

由於空氣中有液體蒸氣散佈於災害現場，對人的呼吸系統會有傷害，故使用自攜式空氣呼吸器，穿於 A 級化學防護衣內。進入熱區之人員均需佩帶呼吸器，且須每組三人同進同出。行動前亦須由後勤人員檢查裝備，並記錄搶救人員姓名與空氣瓶壓力。

6. A 級化學防護衣：

各類型液體化學品洩漏，對救災人員作全身性氣密式的保護。若有潛在引火閃燃風險的有害化學物質環境，如低燃點之有機溶劑，則使用 A 級抗高溫化學防護衣，提供救災人員更進一步的保護。一但發生火災，仍應盡速撤退，著消防衣先行滅火。



4.5 科學工業園區緊急應變程序討論

新竹科學工業園區高科技產業以半導體為主，竹南、龍潭、竹北等基地以 TFT-LCD、生物及生醫為主。管理局『科學工業園區災害防救作業手冊』（九十三年十二月修訂），為防範及處理園區各事業及機關緊急發生天然災害或重大危安事件，由管理局成立救災及復建緊急應變小組。手冊內容包含緊急應變小組作業要點、緊急應變小組任務編組表、事故連絡系統圖、支援連絡電話表、主要災害防救作業程序及要領。

4.5.1 先進救災設備配合園區災害搶救工作

園區主要災害作業程序計有毒化災、水災、電力供應異常、風災、火災、行政大樓火災、電腦大當機、民眾抗爭、旱災、生化災害、污水處理廠災害、Sars 疫情。以上緊急應變程序中，高科技廠消防隊能配合緊急應變搶救，以火災與毒化災為主(附錄四)，其發生之次數也最多，需要先

進救災設備配合緊急應變搶救，園區民力運用中，已將聯電消防隊納入科學園區高科技廠緊急應變的一環。災害搶救所需配合之裝備如表 23 與 24，支援園區救災所需時間如表 25：

表 23 配合科學園區災害防救作業之火災支援器材

器材類別	器材名稱
消防車	高效能化學消防車、器材車
防護器材	<u>人員救命器</u> 、 <u>自攜式空氣呼吸器(SCBA)</u> 、 <u>歐式消防衣</u> 、 <u>抗高溫化學防護衣</u> 、 <u>防火毯</u> 、 <u>備用空氣瓶</u> 。
滅火器材	<u>移動式細水霧滅火設備</u> 、 <u>各類水瞄</u> 、 <u>水龍帶</u> 、 <u>泡沫原液</u> 、 <u>移動式消防泵浦</u> 、 <u>軸流排煙機</u> 。
偵測器材	<u>熱影像頭盔與影像傳輸器</u> 、 <u>火源偵測儀</u> 。
照明器材	<u>發光線圈</u> 、 <u>防爆手電筒</u> 、 <u>螢光棒</u> 。
通訊器材	<u>無線電對講機</u> 、 <u>衛星電話</u> 、 <u>行動電話</u> 。

註：底線為本文討論之先進救災設備。

表 24 配合科學園區災害防救作業之毒化災支援器材

器材類別	器材名稱
消防車	高效能化學消防車、器材車
防護器材	<u>自攜式空氣呼吸器(SCBA)</u> 、 <u>A/B/C 級化學防護衣</u> 、 <u>抗高溫化學防護衣</u> 、 <u>防毒面罩</u> 、 <u>濾毒灌</u> 、 <u>防酸鹼手套/鞋</u> 、 <u>備用空氣瓶</u> 。
止漏器材	<u>鋼瓶洩漏處理車(ERCV 砲車)</u> 、 <u>液體化學品洩漏密封器材</u> 、 <u>洩漏處理桶</u> 、 <u>吸液棉</u> 、 <u>吸酸車</u> 、 <u>各類水瞄</u> 、 <u>水龍帶</u> 、 <u>軸流排煙機</u> 。
偵測器材	<u>五用氣體偵測器</u> 、 <u>PH 試紙</u> 、 <u>瓦斯/氫氣偵測器</u> 。
除污器材	<u>充氣式除污站</u> 、 <u>中和劑</u> 。
通訊器材	<u>無線電對講機</u> 、 <u>衛星電話</u> 、 <u>行動電話</u> 。
急救器材	<u>六氟靈與敵腐靈</u> 。

註：底線為本文討論之先進救災設備。

表 25 聯電專屬消防隊支援園區救災所需時間

廠區	所需時間	備註
園區一期(日)	10min 內	
園區二期	12min 內	
園區三期	5min 內	
園區一期(夜)	15min 內	0:00~6:00 管制進出。

4.5.2 高科技廠專屬消防隊與政府機關消防隊之救災互補性

隨著高科技廠產能的成長、規模的擴大、新建廠房的增加，已漸漸形成產業群聚或園區，其消防應變能力與戰力亦必須隨之提升，但政府機關常因冗長預算與採購程序，不能馬上滿足產業需求，則產業就有成立高科技廠專屬消防隊(或進階救災隊伍)之必要，可由某一大型公司或多家公司聯合成立。此專屬消防隊之功能不僅限於救災，因其對高科技廠的環境、潛在危害、毒化物知識均較政府機關熟悉，可進一步交流以彌補政府機關對此方面之不足；對內並可執行各項災害預防業務、訓練宣導服務、應變訓練與演練…等。下表說明高科技廠專屬消防隊與政府機關消防隊之互補性。

表 26 高科技廠專屬消防隊與政府機關消防隊之救災互補性

	高科技廠消防隊	科學園區消防隊	縣市政府消防隊
優勢	<ol style="list-style-type: none"> 1. 專門處理高科技廠各類災害。 2. 先進裝備採購較快且運用積極。 3. 有熟悉現場的義消編制。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 處理園區火災與毒化災為主。 2. 較熟悉高科技廠環境與危害。 3. 裝備以園區災害為主。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 各種災害類型皆能處理。 2. 消防車與裝備種類與數量較多。 3. 人力較多，可動員各分隊支援。
弱點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 僅一輛高效能化學消防車。 2. 高科技廠以外的救災經驗不熟。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無義消編制，人力較缺乏。 2. 先進救災裝備較不足。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 對高科技廠危害環境較不熟悉。 2. 毒化災搶救經驗與知識較弱。

4.5.3 高科技廠消防隊之效益與角色

近年園區內數次火災，皆可見到園區高科技廠消防隊(進階救災隊伍)前往救援之蹤跡，尤其附近廠房火災，更可相互快速支援，可見高科技廠成立專屬消防隊可保障自己，更可搶救鄰近廠房，強化園區災害應變與控制。

1. 高科技廠自救：

2000年年底科學園區停電，多家高科技廠均起動緊急發電機以維持生產線不致中斷，啟動緊急發電機，某高科技廠其中一具發電機輸油管路在運轉時發生洩漏，而引燃發電機主體，值班人員立即以滅火器撲救無效，火勢進而波及同樓層發電機。當時一度危及上層發電機與柴油桶槽，所幸該高科技公司立即動員專屬消防隊，在未依靠任何外力支援下，火勢立即控制，並於二十多分內撲滅，否則將一發不可收拾，高科技廠自備消防隊之效益立即展現。財物損失約台幣三千萬，當時若未即時控制，不但整棟發電機房損失將超過億元，若柴油桶槽過熱爆炸波及附近庫房與潔淨室，其損失將超過十億以上。

2. 鄰近公司受益：

1999年新竹科學園區力晶半導體，存放易燃化學物質之庫房發生火災。由於火災地點鄰近聯電高科技消防隊，便立即前往救災支援，為當天最先到達現場之搶救隊伍，火災於初期便立即獲得控制，並迅速加以撲滅，損失輕微。

3. 先進設備縮短救災時間：

2002年，科學園區高層廠辦大樓同亨科技發生火災，火災地點為六樓倉庫，內部存放大量易燃物質，火場濃煙密佈形成悶燒，不易發現火點。園區消防隊與新竹市消防隊出動雲梯車等十多輛消防車前往灌救，火災立即獲得控制，高科技廠消防隊亦前往支援，使用熱顯像頭盔進入尋找火點，加快搶救速度，進一步縮短救災時間。

4. 可動員更多高科技救災人力：

不論科學園區發生事故或進行救災演習時，由於高科技廠消防隊本身具有各廠工程師組成之義消救災團隊，可動員更多高科技救災人力，對園區救災人力缺乏，可於最短時間內動員高科技廠專業的搶救人力，是園區聯防體系之中最強的陣容。

5. 科學園區外協同救災：

2001年5月18日，鄰近的湖口工業區福國化工廠鍋爐爆炸，工廠某一個六公噸之反應槽，正在進行混合作業因產生不正常溫度升高現象，產生一連續爆炸。並波及周圍兩百公尺內多家工廠嚴重受創導致停工，令一般住、商家玻璃也遭受嚴重震碎並導致許多民眾輕重傷。聯電高科技消防隊接獲通知，立即至現場，了解危害物後，立刻建議圍觀民眾遠離災區，並擴大災區警戒安全範圍，以保持安全距離。並提醒警消與義消救災人員不得過於靠近鍋爐，以免二次爆炸造成消防人員傷亡。現場有毒物質瀰漫，另提供氣化災防護裝備協助救災。



圖 49 福國化工廠爆炸

6. 提供毒化災害搶救設備與知識：

由於高科技廠毒化物種類繁多，為因應救災需要，所配備之氣化災搶救設備較齊全，如新竹市舉辦聯合演習，均會邀請高科技廠消防隊示範化學物質洩漏處理。又如某高科技公司發生化學廢液排放管爆裂，現場具有刺激異味，主要化學物質為 H_2SO_4 。 H_2SO_4 特性清澈無味，蒸氣會刺激眼睛、鼻子及喉嚨，具強腐蝕性，此兩物質混合容易起劇烈反應。高科技廠消防隊獲報立即前往支援，並提供除污站、堵漏設備、防毒面具、防護衣、物質安全資料等相關應變器材與知識，協助清除洩漏物質。

4.6 先進救災設備對傳統應變程序產生之變化

各類先進救災設備對於傳統應變程序之變化，不盡相同，有些設備運用了先進而正確方法救災，如熱顯像頭盔在濃煙的密閉空間中快速找到火點、細水霧滅火設備減少水損；有些設備可縮短救災時間，如氣體鋼瓶洩漏處理車、密閉式充氣式除污站；有些設備強化人的安全與舒適，如人員救命警報器、歐式消防衣、具碳纖複合氣瓶之自攜式空氣呼吸器。若自備專屬消防隊而有高效能消防車，其應變器材充足，應變能力足夠，幾乎所有災害皆可自救。先進搶救設備改善救災方式詳如表 27，傳統與先進救災設備之應變程序比較詳如表 28。

表 27 先進搶救設備改善救災方式

應變程序	搶救設備	救災方式
火災	移動式細水霧滅火設備	運用危險區域附近之移動式細水霧滅火設備，作第一時間滅火。ERT 成立後，補一般消防水線之限制。
	高效能化學消防車	ERT 成立時，立即通報專屬消防隊，以高效能化學消防車作充分的支援。並立即發布簡訊集結義消。
	歐式消防衣, 人員救命器, SCBA	救災人員進入火場之標準配備為歐式消防衣、SCBA、人員救命器。
	熱顯像頭盔	進入無塵室或濃煙之密閉空間滅火時，使用熱顯像頭盔陪同各水線進入火場，以利尋找火點與進行人命搜救。未找到火點前，應進行點放冷卻火氣射水，降溫煙層。
	發光線圈	於密閉空間佈署發光線圈，以確保操作經過之路徑。
	火源偵測儀	光線充足時，使用火源偵測儀尋找高溫與火源，協助水線滅火，或進行殘火處理。

毒性氣體 洩漏	高效能化學消防車	ERT 成立時，立即通報專屬消防隊，以高效能化學消防車作充分的支援。並立即發布簡訊集結義消。
	A 級防護衣與 SCBA	救災人員處理氣災之標準配備為 A 級防護衣與 SCBA；若需深入密閉空間，加配人員救命器；若有潛在閃燃引火風險，改用 A 級抗高溫化學防護衣。
	氣體鋼瓶洩漏處理車	鋼瓶洩漏一律使用 ERCV 作止漏處理，對 ERCV 禁止之氣體，則使其侷限於鋼瓶防護櫃內，由製程排氣系統處理，於附近作防護。
	細水霧滅火設備	以移動式細水霧滅火設備配合一般消防栓水霧，清洗與隔離空氣中毒物。
	充氣式除污站	於暖區快速架設密閉充氣式除污站。
液體化學品洩漏	高效能化學消防車	ERT 成立時，立即通報專屬消防隊，以高效能化學消防車作充分的支援。並立即發布簡訊集結義消。
	六氟靈與敵腐靈	使用六氟靈與敵腐靈，對化學品灼傷進行急救，強化以往使用大量清水之方式。
	A 級防護衣與 SCBA	救災人員處理氣災之標準配備為 A 級防護衣與 SCBA；若需深入密閉空間，加配人員救命器；若有潛在閃燃引火風險，改用 A 級抗高溫化學防護衣。
	液體洩漏密封器材	使用液體化學品洩漏密封器材進行堵漏，防止持續洩漏擴大。
	細水霧滅火設備	以移動式細水霧滅火設備配合一般消防栓水霧，清洗與隔離空氣中毒物。
	充氣式除污站	於暖區快速架設密閉充氣式除污站。

表 28 傳統與先進救災設備之應變程序比較

救災設備	傳統方式	運用後
高效能化學消防車	<p>僅以本身 ERT 救災，支援不足，經常需依靠外力協助。一但 Pump 故障、緊急發電機故障，則搶救陷於停擺癱瘓。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 作為臨時指揮所，可隨時使用及移動，不需架設。 2. 備有各種應變資料可供查詢，指揮官不必另行攜帶。 3. 高低壓中繼 Pump，在廠區 Pump 失效或水壓不足時，確保供應來源。 4. 緊急發電機，確保電氣類搶救設備供電無虞。 5. 搭載泡沫原液，不必另行準備與混合。 6. 平時即已搭載各式火災、氣災、化災等應變裝備，可隨時出發，有效支援補給。
移動式細水霧滅火設備	<p>以水柱滅火造成較多水損，以氣體藥劑滅火無法持續供應，以乾粉或泡沫滅火，災後清理不易。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 輕便，可單人操作，節省搶救人力。 2. 水源用量較消防栓少很多，減少水損。 3. 可取代氣體滅火藥劑對抗 B、C 類火災的功能。 4. 設於重要危險區域附近，用於第一時間滅火，彌補現場滅火器與機台滅火系統之不足。
熱影像頭盔	<p>濃煙中找不到火點而以水柱盲目灌救，水損多而無效率。人員看不清火場環境，易造成傷亡。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 戴熱影像頭盔人員，隨同滅火人員進入黑暗及濃煙的密閉空間火災中，指揮各水線瞄準火源，快速撲滅。 2. 減少密閉空間滅火之困難，並減少水損，縮短應變時間。 3. 可清楚辨認火場內部狀況與陷阱，避免人員傷亡。
發光線圈	<p>濃煙中易迷失方向。</p>	<p>增加搜救動線亮度與指示，從出入口往內佈置，搜救人員不易迷失方向。</p>
火焰偵測儀	<p>以目視尋找火點。</p>	<p>協助滅火人員，快速尋找高溫物體與火源。</p>

氣體鋼瓶洩漏處理車	速度慢，仍有二次災害之虞。	1. 三人一組進行救災，快速將洩漏鋼瓶放入筒內，完成止漏。 2. 方便快速載離災害現場。
液體洩漏密封器材	圍堵、吸收，無法完全止漏	三人一組進行救災，快速阻止各類型液體化學品洩漏，減少化學品洩漏擴大。
充氣式除污站	速度較慢或未架設。	1. 後勤組可於1分鐘內快速完成架設。 2. 具導流管容易收集污染水源。
六氟靈、敵腐靈	以葡萄糖酸鈣或清水大量沖洗。	1. 六氟靈：取代葡萄糖酸鈣，傷者受氟酸類侵襲之快速急救。 2. 敵腐靈：遭腐蝕性灼傷之快速急救。
人員救命警報器	難以掌握人員生命跡象。	1. 著裝後進入災區前佩帶。 2. 掌握人員生命跡象，發現沒有動靜時，立刻支援，降低傷亡。
歐式消防衣	防護不足或過於厚重。	對火場救災人員有足夠的防護，不會厚重過熱。
自攜式空氣呼吸器	舊有鋼瓶重且空氣量少。	1. 具碳纖複合氣瓶，背負重量較輕。 2. 裝載空氣量較舊鋼瓶多。
A級/抗高溫化學防護衣	防護不足或無防護。	1. 任何毒化災，不分等級，穿A級防護衣即可。 2. 潛在引火閃燃風險使用抗高溫型。

4.7 緊急應變訓練之改善與提升

1. 應變人員需具備先進救災設備技能

一般高科技公司之自衛消防編組，以搶救組、後勤組、急救組為主，進階救災隊伍更強化自衛消防編組，配備有消防車與專業消防隊員，其消防戰力類似縣市消防分隊。搶救設備訓練依照各高科技廠就本身需求自行規劃，配合廠區的緊急應變組織運作，因部分先進設備較精密，不易操作，故以另設進階救災隊伍來運作會較佳，以本論文為例，除了本隊必須具備技能外，配屬各廠區之進階救災編組(如：義消)亦須具備操作技能，下表即為一參考。

表 29 應變人員需具備先進救災設備操作技能

需具備技能 先進救災設備	進階救 災隊伍	搶救 組	後勤 組	急救 組
高效能化學消防車	V			
移動式細水霧滅火設備	V			
熱影像頭盔	V			
發光線圈	V			
火焰偵測儀	V			
鋼瓶洩漏處理車	V	V	V	
液體洩漏處理器材	V	V	V	
充氣式除污站	V	V	V	
六氟靈與敵腐靈	V			V
個人救命警報器	V			
自攜式空氣呼吸器	V	V	V	
歐式消防衣	V	V	V	
A 級化學防護衣	V	V	V	

2. 全面提升緊急應變訓練

全員消防觀念與第一時間應變為高科技廠最新的課題，這是一種全民皆兵，人人工安之觀念，使全體員工皆有基本救災知識，以便於災害發生時做好第一時間應變。期望於災害尚未成型時，即立刻加以控制或撲滅，其推展與落實是有賴高階主管的支持與重視，但仍有許多高科技公司，以生產製造或沒空為藉口，而忽略其重要性，一旦發生事故而後悔莫及。

由於高科技廠房中存在著許多危險易燃的化學溶劑及特殊氣體。如有發生意外或處置不當，而造成的二次災害，都會產生嚴重的人員與財產損失。因此，在緊急應變處理過程中，不能疏忽或不當的處理。特殊危害處理訓練涵蓋特殊氣體及化學品洩漏之緊急應變流程，及相關器材的操作及運用。教導所有相關器材的正確使用方法外，並透過實際狀況模擬，進而達到最佳的訓練成果。為進一步強化救災技能，高科技廠派遣人員至國外接受完整之實地救災模擬訓練。國際知名訓練機構如：新加坡防衛軍訓練機構(SCDF)、美國德州農工大學消防訓練中心(TEEX)、歐洲奧地利國家消防學校，具有完善的訓練設施，實際感受粉塵火災、禁水性物質火災、電器火災、溶劑爆炸、回火、閃燃、油槽火災，並進行最新式正壓送風滅火訓練。下表可作為全面提升緊急應變訓練之參考

表 30 全面提升緊急應變訓練

項目	提升方向
一般員工訓練	包含消防常識、危害通識、滅火器使用、疏散訓練。而為提昇員工消防意識。更進一步訓練如：第一時間應變、緩降機訓練、濃煙體驗室...等。
ERT 訓練	包含個人防護衣穿戴使用訓練、指揮官訓練、火災搶救訓練、氣體化學災害處理訓練、通報管制訓練、後勤支援訓練、急救訓練、緊急應變演習...等。更進一步訓練如：閃燃體驗、模擬火場訓練。
進階救災訓練	包含火場實際滅火訓練、搜救訓練、救助訓練、國外大型火災與化災訓練。更進一步訓練如：專屬高科技消防隊之專業訓練，包含先進救災設備訓練、禁水性物質火災、電器火災、溶劑爆炸、回火、閃燃、油槽火災、正壓送風滅火訓練。
綜合演練	廠內演習時，使用先進救災設備配合演練，並藉由工安聯防體系進行聯合演練。平時針對防火之資訊及技術交流，事故發生時，提供人力及設備支援。

消防及救災工作，除了搶救人員的訓練以外，最重要的莫過於災害的預防，安全的設備及工作環境才是追求的目標，而不是事故發生後的處理，高科技廠藉由人員的教育訓練，能將所有災害的發生因子消滅於無形，提供一個安全舒適的生活及工作環境。

第五章 結論與建議

本章將研究成果進一步作成結論，並提出改善建議，期望能提昇國內高科技廠之緊急應變能力。

5.1 結論

1. 先進救災設備對緊急應變之影響

先進救災設備旨在強化緊急應變程序，故原有應變程序之流程順序與組織架構不需變更，主要影響在於方法正確而有效率、縮短救災時間、減少人員傷亡、減少財物損失、減少廠外支援、防止災害擴大。而根據本研究，相關的先進救災設備對緊急應變之影響整理於表 31。

表 31 先進救災設備對緊急應變之影響

緊急應變要素	影響
1. 搶救方式	方法正確而更有效率。
2. 時間	縮短救災時間，快速完成災害處理。
3. 人員	減少人員傷亡，對人員安全考量更加周延。
4. 器材	使應變能力足夠，減少廠外支援。
5. 災害損失	減少財物損失、防止災害擴大。
6. 流程順序	不需變更，但可提前於第二階段應變完畢。
7. 組織架構	不需變更，但其整體搶救能力增強。

2. 改善應變方法，使救災更有效率

有效整合各法規之緊急應變計畫，使作業體系單純，演練及災害防制對策應以廠區內人員最少、最不利之情境時為考量。若某一公司內一小區域發生小疏失，而其他區之員工對其視若無睹，則可能釀成巨災，致公司產生重大的損失。因此，強化緊急通報管道及災情監控，縮短災情確認、回報及應變小組集合時間。評定災害等級狀況，建立指揮層級模式，實施

緊急應變小組演練。必要時擴大緊急應變組織與人力，盡量使本身不需外力支援即可控制災害。園區內之各廠商，不論規模大小，都應重視防災。尤其是對於內部緊急應變小組的規劃設置、教育、訓練及運作，以及標準作業流程的製定與運用，都是刻不容緩的。惟有必要將現行相關標準作業程序予以整合，以提升整體防災能力，發揮整合作戰之綜效。

5.2 建議

1. 強化安全管理與防護系統：

預防重於事後救災，加強危險物品儲存區之安全管理及防護，皆設置專屬庫房儲存，依化學品性質如易燃性物質、有機溶劑等分類存放。實施製程作業安全評估，事先評估可能之危險(火災、爆炸等)所在，並做預防、改善措施。針對危害區域與危險製程，擬定應變計畫，並加以演練與抽測。廠房具備完善的消防設備，本身即具有較強的自救能力，可輔助與強化救災成效，與救災設備相輔相成。故整合消防系統與救災設備，為目前高科技廠房重要之課題，良好的消防系統，當能於火災初期即能達到壓制火勢之效果，或至少已將災害風險降低許多，提高搶救人員安全性。運用廠務系統整合，強化遠端監控，控制洩漏源。

2. 研製更先進之救災設備：

救災設備的演進，為便於救災人員行動，在不降低救災人員安全條件下，救災設備漸漸趨向於輕薄短小。以往，海龍(Halon)是公認之最佳滅火藥劑，具備多項優點，但由於環保的關係而被禁用，有更多新的海龍替代品一一被研發出來，如：滅火手榴彈是由插鞘啟動，插鞘拉出後，消防人員有 10 秒時間將手榴彈投入火場，釋放出氣態的海龍替代品滅火藥劑，藥劑主要成分為含有鉀元素(K)，可迅速中斷燃燒之連鎖反應，對於猛烈或複雜危險之火場，提供更安全之救災滅火方式。此外，更多太空與軍事方面之科技，也被應用出來，如滅火快砲，著眼於都市高樓林立，用途複雜，火載量高，造成高樓搶救困難，便以直升機先行於火災樓層，將大量海龍替代品以極短時間注入火場，可在短期內達到壓制火勢之目的，減少人員進入火場之危險，確保高樓結構安全，協助消防人員救災。

在搶救設備演進的同時，傳統的搶救方式漸漸被修正，以往認為將新鮮空氣送入火場會助長火勢，但最新之正壓式送風滅火戰術，則強調運用

排煙與送風方式，使火場濃煙降低，一方面降低火場溫度，防止閃燃發生，確保搶救人員安全；另一方面增加火場能見度，使消防人員迅速找到火源，立刻撲滅火災。由於細水霧科技被廣泛運用於高科技廠救災，於是正壓式送風滅火戰術與細水霧設備結合技術的綜合運用(圖 55)，直接將細水霧以送風機送入火場，伴隨著降溫與滅火，提昇救災成效，而且可以遠端遙控，消防員不需靠近火場，目前已運用於地下鐵與隧道救災。



圖 55 遙控正壓式細水霧滅火系統
資料來源：鼎澄實業有限公司

由於高科技廠氣體、液體、固體化學物質種類繁多，針對工廠內化學物質洩漏，若發生未知的不明化學物質洩漏，經常會帶著多台不同種類偵測器進行檢測，嘗試偵測出洩漏物質，現有偵測器無法滿足需求，此一方面存在著很大的困擾。拜新科技之賜，更先進的偵測器(圖 56)利用傅立葉轉換紅外線光譜儀，可鑑定超過 3400 種固液態化學物質，與超過 5500 種氣態化學物質，協助氣化災處理人員於最短時間內確認要面對的化學物質種類，並採取最正確的處理措施。



圖 56 攜帶式化學物質鑑定儀

資料來源：明美科技股份有限公司

目前的先進救災設備，運用了高科技技術，去強化與彌補傳統救災設備之不足，或許今日的先進配備，將會是日後的標準配備，也或許被另一項技術取代。然而，救災的原理是不變的，如何保障人員安全，減少財物損失，以最少救災資源達到最大救災目的，也是先進救災設備之所以存在的價值。



參考文獻

1. 財團法人消防安全設備中心基金會，消防安全法令彙編，台北，中華民國九十二年五月。
2. 王鈺，「搶救破壞器材產品特寫」，消防與防災科技雜誌，第16期，41~44頁，Jan./Feb. 2005。
3. 舒碧霞，「聯電消防隊打火高科技-國內首家民營企業設立的救災團隊」，數位周刊，第39期，56~57頁，民國90年6月2日。
4. 聯華電子股份有限公司，「聯電集團消防隊舉行第二屆隊員暨南科分隊成軍大會」，UMC網站-新聞中心，Apr. 27, 2001。
5. Singapore Civil Defence Force (SCDF)，Fire Fighting Course for Emergency Response Team，Singapore，March，2000。
6. Singapore Civil Defence Force (SCDF)，Hazmat Course for Emergency Response Team，Singapore，March，2000。
7. 陳俊勳，公共安全管理白皮書-科技廠房安全管理(草案)，新竹，民國92年10月。
8. 陳俊勳，園區緊急應變機制建立規劃，新竹，民國94年。
9. 黃國勇，「半導體廠排煙系統設計及動作程序之有效性研究」，國立交通大學，碩士論文，民國93年6月。
10. NFPA1600，Standard for Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs，2000。
11. 蕭銘德，緊急應變指揮系統技術手冊，初版，台北，經濟部工業局，民國93年9月。
12. 科學工業園區管理局，科學工業園區災害防救作業手冊，新竹，民國93年12月。
13. 科學工業園區管理局，91年度科學工業園區工安環保月緊急應變演練手冊，新竹，民國91年9月。
14. 許嘉興，「半導體工廠火災搶救之研究」，國立中央警察大學，碩士論文，民國89年。
15. 行政院環境保護署，毒性化學物質災害防救體系講習班講義，民國92年7月。

16. 行政院勞工委員會，緊急應變指南，民國 84 年 10 月。
17. 工業技術研究院，危險性工作場所製程安全評估半導體班訓練教材，再版，新竹，民國 87 年 12 月。
18. NFPA600, Standard on Industrial Fire Brigades, 2000.
19. NFPA750, Standard on Water Mist Fire Protection Systems, 2000
20. 陳俊勳，陳浩然，水系統火災控制技術之研究(II)細水霧滅火系統技術研發之規劃研究，內政部建築研究所，台北，民國 92 年 12 月。
21. 鄭維金，「半導體製程排氣風管細水霧防火效能評估之研究」，國立交通大學，碩士論文，民國 93 年 1 月。
22. 松大資訊工業股份有限公司，Fotec 移動式細水霧滅火設備規範，2004。
23. 川圓科技股份有限公司，多功能移動式細水霧滅火設備，2004。
24. 內政部消防署，「裝備櫥窗」，消防電子報，第 35、40、62 期。
25. 八益貿易有限公司，SOLO 頭盔式影像系統，1999。
26. 三福化工股份有限公司，ERCV 操作訓練，2004。
27. 世荃實業有限公司，Vetter 洩漏密封產品操作手冊，1999。
28. Patrice Josset, et al., 氫氟酸灼傷的理論及實驗的判定-使用六氟靈的好處，永百實業股份有限公司譯，2002。
29. 永百實業股份有限公司，敵腐靈阻止腐蝕物與刺激物對眼睛及皮膚的作用，2002。
30. 王鈺，「缺氧環境最後一道防護罩-供氣式呼吸器」，消防與防災科技雜誌，第 17 期，101~109 頁，Mar./Apr. 2005。
31. 振瑋實業股份有限公司，自攜式空氣呼吸器，2001。
32. 晉齊實業有限公司，歐式消防服，2001。
33. 台灣杜邦股份有限公司，適合各種環境的防護服，2004。
34. 陳鴻翔，「毒化災害現場最佳鑑定工具」，消防與防災科技雜誌，第 16 期，45 頁，Jan./Feb. 2005。
35. 荃運股份有限公司，Rosenbauer TLF 3000/900 AT 型高效能化學消防車規格，2001。
36. 內政部消防署，「裝備櫥窗」，消防電子報，第 7、34、36、38、52 期。

附 錄 一

直轄市、縣(市)消防機關消防裝備表：

一、救火裝備：		
1. 水帶。	2. 瞄子。	3. 乾粉噴嘴。
4. 乾粉滅火藥劑。	5. 泡沫瞄子。	6. 泡沫發生器。
7. 泡沫原液。	8. 雙雄(雌)接頭。	9. 合水器。
10. 分水器。	11. 消防栓開關。	12. 消防立管。
13. 轉換接頭。	14. 各型滅火器。	15. 進水管。
16. 空氣呼吸器。	17. 化學防護衣。	18. 消防衣、帽、鞋。
19. 耐高溫消防衣、帽、鞋。		20. 其他救火裝備。
二、救生裝備：		
1. 緩降機。	2. 拋繩槍(筒)。	3. 救生氣墊。
4. 救助袋。	5. 救助吊帶。	6. 排煙機
7. 梯(折疊梯、雙節梯、掛梯等)。		8. 乙炔切割器。
9. 圓盤切割器。	10. 鍊鋸。	11. 滑輪組。
12. 破壞器材組。	13. 避電剪。	14. 火鈎。
15. 救生繩。	16. 頂舉氣袋。	17. 生命探測器。
18. 救生艇。	19. 其他救生裝備。	
三、救災裝備：		
1. 橡皮艇。	2. 船外機。	3. 救生圈。
4. 救生衣。	5. 浮水編織繩。	6. 潛水用裝備。
7. 其他救災裝備。		
四、照明裝備：		
1. 發電器(機)。	2. 照明燈組。	3. 手電筒。
4. 其他照明裝備。		
五、勤務(輔助)裝備：		
1. 空氣壓縮機。	2. 擴音喊話器。	3. 收音機。
4. 通訊設備(含有、無線電設備、衛星電話、傳真機等)。		
5. 攝錄影器材(照相器材)。		6. 水帶夾鉗。
7. 水帶護套。	8. 水帶吊具。	9. 水帶橋。
10. 水壓表。	11. 鏟子。	12. 望遠鏡。
13. 火源(點)探測器。	14. 瓦斯測定器。	15. 漏電檢知器。

- | | | |
|---|---------------------|------------|
| 16. 斧頭。 | 17. 鎚。 | 18. 流量表。 |
| 19. 鋼尺(皮捲尺)。 | 20. 火警探測檢知器。 | 21. 音量檢查器。 |
| 22. 警笛。 | 23. 旗語器材(含揮旗及各式臂章)。 | |
| 24. 車輛、裝備器材維護保養設備。 | 25. 勤務指揮資訊設備。 | |
| 26. 衛星定位儀。 | 27. 充氣式帳篷。 | 28. 雨衣。 |
| 29. 夜間指揮棒。 | | |
| 30. 現場勘查鑑識器材及現場採樣器材箱(含火場封鎖帶、三用電錶、指南針、碳化針及採證、包裝容器等)。 | | |
| 31. 其他勤務(輔助)裝備。 | | |

六、個人防護裝備：

- | | | |
|---------------|---------------|-----------|
| 1. 防毒面具。 | 2. 護身繩。 | 3. 水壺。 |
| 4. 勾環。 | 5. 避電手套(皮手套)。 | 6. 登山鞋。 |
| 7. 雪衣。 | 8. 救助衣、帽、鞋。 | 9. 救護工作鞋。 |
| 10. 其他個人防護裝備。 | | |

七、體能訓練器材：

- | | | |
|-----------------|-----------|---------|
| 1. 單槓。 | 2. 雙槓。 | 3. 跑步機。 |
| 4. 仰臥起坐背板。 | 5. 槓鈴。 | 6. 啞鈴。 |
| 7. 爬竿。 | 8. 綜合健身組。 | |
| 9. 其他各項體技能訓練器材。 | | |

八、圖表：

- | | |
|--------------------|---------------|
| 1. 組織系統表。 | 2. 轄區概況表。 |
| 3. 轄區水源分布圖。 | 4. 救災相互支援圖。 |
| 5. 轄區重要路線圖。 | 6. 火災次數及損失統計圖 |
| 7. 消防責任區圖。 | 8. 體能教育示範圖。 |
| 9. 戰時消防部署防護計畫圖。 | 10. 颱風動向標示圖。 |
| 11. 人員車輛救災任務派遣編組表。 | 12. 甲乙種搶救圖。 |
| 13. 高危險對象搶救部署計畫圖。 | |

資料來源：內政部消防署

附 錄 二

消防車輛之定義及應備裝置：

一、消防車：

項目	名稱	定義	應備裝置
一	雲梯消防車	執行高空救生及救火任務之車輛。	一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、裝置在旋轉臺上的動力延伸梯或屈折升降臺。 三、可搭載人員並可執行救生及救火之籃架
二	水塔消防車	執行高空救火任務之車輛。	一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、裝置在旋轉臺上的動力伸延梯或屈折升降臺。 三、可於高空救火之裝置。
三	化學消防車	以泡沫、乾粉或其他滅火劑，執行化學物質火災等救火任務之車輛。	一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、同時具備下列二項或其中一項： 1. 消防泵浦、水箱及泡沫原液槽、泡沫產生器。2. 乾粉或其他滅火劑儲槽、高壓驅動氣體壓力槽。
四	水箱消防車	儲存一萬公升以下水量、加壓送水、射水，執行救火任務之車輛。	一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、消防泵浦。 三、一萬公升以下之水箱。
五	水庫消防車	儲存超過一萬公升水量、加壓送水、射水，執行救火任務之車輛。	一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、消防泵浦。 三、超過一萬公升之水箱。
六	泡沫消防車	儲存水源及泡沫原液，加壓送水、射水及施放泡沫，執行救火任務之車輛。	一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、消防泵浦、水箱。 三、泡沫原液槽、比率混合器。
七	幫浦消防車	加壓送水、射水，執行救火任務之車輛。	一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、消防泵浦。

二、救災車：

項目	名稱	定義	應備裝置
一	救助器材車	於災害現場破壞障礙物，提供其他救災裝備動力來源，並配置必要之救災裝備，執行搶救及救生任務之車輛。	<ul style="list-style-type: none"> 一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、獨立或引擎驅動可供其他裝備器材使用之動力來源(如發電機等)。 三、固定設置之強力照明燈。 四、其他必要之救災裝備(如破壞器材、圓盤切割器、鏈鋸、小型發電機、照明燈組等)。
二	排煙車	於災害現場執行排煙及送風任務之車輛。	<ul style="list-style-type: none"> 一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、獨立或引擎驅動之專供救災使用排煙機
三	照明車	於災害現場執行燈光穿透及照明任務之車輛。	<ul style="list-style-type: none"> 一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、獨立或引擎驅動之發電機。 三、裝置於車頂伸展桿之強力照明燈。
四	空氣壓縮車	於災害現場大量安全快速填充空氣呼吸器鋼瓶，並提供壓縮空氣之車輛。	<ul style="list-style-type: none"> 一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、獨立或引擎驅動之空氣壓縮機。 三、高壓空氣儲槽。 四、大量安全快速填充空氣呼吸器鋼瓶裝置
五	救災指揮車	災害發生時作為臨時指揮站之車輛。	<ul style="list-style-type: none"> 一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、通訊設備。 三、具備必要搶救資訊之轄區街道圖。
六	水陸兩用車	可行駛於一般陸地、湖泊及河川專供消防搶救使用之車輛。	<ul style="list-style-type: none"> 一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、水中行駛及推進裝置。
七	災情勘查車	進行地理資訊查詢，於災害現場監視及攝影，並充作臨時災害搶救指揮站之車輛。	<ul style="list-style-type: none"> 一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。 二、通訊設備。 三、災情監視及攝影裝置。
八	化學災	進行化學物品災	<ul style="list-style-type: none"> 一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器

	害處理車	害偵檢、圍堵止漏、除污、安全防護之車輛。	<p>及消防標識，車身為紅色。</p> <p>二、化學災害搶救必要之氣體、液體及固體偵檢設備。</p> <p>三、化學品應變資訊查詢軟體。</p> <p>四、個人安全防護裝備。</p> <p>五、化學物品圍堵、止漏及除污設備。</p> <p>六、災害現場指揮管制設備。</p>
九	火災現場勘驗車	執行火災現場火災原因調查與鑑定之車輛。	<p>一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。</p> <p>二、固定式之影像傳輸、錄放影及輸出設備</p> <p>三、固定之火場證物存貯櫃。</p>
十	消防警備車	可進行防制縱火、滅火，執行消防巡邏及警戒任務之車輛。	<p>一、車體須具備固定式閃光燈、警鳴器及消防標識，車身為紅色。</p> <p>二、乾粉滅火器或必要之滅火器具及裝備。</p> <p>三、以鐵絲網或其他方式區隔之隔離區。</p> <p>四、通訊設備。</p>



三、消防勤務車

項目	名稱	定義	應備裝置
一	消防後勤車	能載運人員、物資，具後勤支援功能之車輛。	一、車體具備消防標識。 二、通訊設備。
二	消防查察車	執行消防安全檢查及水源查察之車輛。	一、車體具備消防標識。 二、通訊設備。
三	災害預防宣導車	配有基本消防安全設備及救災裝備，以防災宣導為目的之車輛。	一、車體具備消防標識。 二、基本消防安全設備及救災裝備模型或圖表、宣導資料。
四	地震體驗車	備有地震體驗設備，能使民眾實際體驗地震感覺，進而採取正確應變防範措施之車輛。	一、車體具備消防標識。 二、地震體驗設備。
五	緊急修護車	備有修護工具，具支援消防、救災車輛或裝備緊急修護功能之車輛。	一、車體具備消防標識。 二、通訊設備。 三、修護工具組。
六	機車	供消防機關人員執行勤務使用之機器腳踏車。	一、車體具備消防標識。 二、勤務工具箱。
七	高塔訓練車	模擬高樓環境，用以實施消防救災訓練之車輛。	一、車體具備消防標識。 二、供訓練用高塔，護欄及消防立管。

四、消防直昇機

名稱	定義	應備裝置
消防直昇機	能執行滅火、救災救生、緊急救護或災情觀測蒐報等任務之直昇機。	一、消防水袋（水箱）、救災救生裝備、緊急救護設備、觀測設備。 二、導航設備、通訊設備。

附 錄 三

行政院重大災害通報與任務分工

一、行政院災害防救委員會—重大災害規模及通報

1. 災害規模分級：

- (1) 甲級災害規模：通報至本院及本院災害防救委員會。
- (2) 乙級災害規模：通報至內政部消防署及中央災害防救業務主管機關。
- (3) 丙級災害規模：通報至直轄市、縣（市）政府消防局及災害權責相關機關（單位）。

2. 通報聯繫作業：

(1) 消防通報體系：

- ① 直轄市、縣（市）政府消防局（一一九）接獲民眾或有關單位報案後，應依權責規定出動救災或轉報所屬政府權責機關（單位），並視災害規模將災情及應變措施通報所屬地方行政首長及內政部消防署。
- ② 內政部消防署接獲災害訊息後，應視災害規模將災情及應變措施陳報內政部、中央災害防救業務主管機關、本院新聞局、本院災害防救委員會及本院。

(2) 災害權責機關通報體系：

- ① 直轄市、縣（市）政府災害權責機關（單位）或中央機關所屬機關（單位）接獲民眾或有關單位報案後，應依權責規定採取必要之應變措施，並視災害規模將災情及應變措施通報所屬地方行政首長、消防局或中央災害防救業務主管機關。
- ② 中央災害防救業務主管機關接獲災害訊息時，應依權責規定採取必要之應變措施，並視災害規模將災情及應變措施通報本院新聞局、本院災害防救委員會及陳報本院。

- (3) 直轄市、縣（市）政府非消防及非災害權責機關（單位）接獲災害訊息時，應立即轉報直轄市、縣（市）政府消防局（一一九）及災害權責機關（單位）；中央非消防及非災害權責機關（單位）接獲災害訊息時，應立即轉報內政部消防署及中央災害防救業務主管機

關。

- (4)災害發生人員傷亡且達乙級災害規模時，直轄市、縣（市）政府災害權責機關（單位）或消防局應通報衛生局，辦理傷患後續追蹤事宜；若達甲級災害規模，直轄市、縣（市）政府衛生局應將傷患後續追蹤情形通報本院衛生署。

二、行政院重大災害事件各單位任務與分工

1. 內政部任務與分工

- (1)視災害規模簽陳中央災害防救會報召集人(行政院院長兼任)成立重大火災中央災害應變中心並成立緊急應變小組，啟動緊急應變作業機制(消防署)。
- (2)運用民政、警政、消防系統人員，進行災害傳達、災情蒐集，並依行政院函發「災害緊急通報作業規定」進行通報作業(民政司、警政署、消防署)。
- (3)動員警察、消防、義消、民間消防救難志工團體相關人員、裝備、器材實施人命搶(搜)救、救助及火災搶救工作(警政署、消防署)。
- (4)協助地方政府徵調專技人員實施建築物緊急鑑定，並做緊急防處(營建署)。
- (5)協助地方政府徵調(用)各類專技人員及相關機具進行建築物搶修工作(營建署)。
- (6)實施交通管制、疏導措施，確保救災人員及救災物資順利運送(警政署)。
- (7)實施災區警戒、治安維護，防止危害社會秩序情事發生(警政署)。
- (8)督導地方政府對於具有危險潛勢區域，執行勸導或指示驅離；或依指揮官劃定一定區域範圍，執行限制或禁止人民進入或命其離去措施事宜(民政司、警政署、消防署)。
- (9)協助地方政府辦理民生必需品及相關物資之調度、供應(社會司)。
- (10)協助地方政府設置臨時收容所相關事宜(社會司)。
- (11)保護弱勢族群，必要時協助地方政府尋找確保適合其生活環境之臨時收容所，並提供生活所需事項(社會司、兒童局)。

(12)督導地方政府辦理死亡、失蹤者家屬及受傷者救助、慰問事宜(社會司)。

(13)協助地方政府辦理罹難者遺體放置有關冰櫃、屍袋等之調度、供應及殯葬事宜(民政司)。

2. 國防部任務與分工

(1)視參與救災情況需要成立緊急應變小組。

(2)適時投入國軍部隊攜相關裝備、機具執行災害搶救及人命搜救工作。

(3)運用現有軍醫設備，適時支援災區執行傷患緊急救護醫療。

(4)督導憲兵單位協助執行災區治安維護。

(5)協助災害防救機關(單位)處理災害緊急應變工作。

3. 經濟部任務與分工

(1)視情況成立緊急應變小組。

(2)災害發生時，迅速掌握災害狀況，即時搶救，並依通報程序傳達災情。

(3)對於公用氣體與油料、自來水管線、輸電線路等公民營事業維生管線受損洩漏，即時修復或緊急供應。

4. 交通部任務與分工

(1)視情況成立緊急應變小組。

(2)災害發生時，迅速掌握災害狀況，即時搶救，並依通報程序傳達災情。

(3)督導各電信業者全力進行受損電信設備線路之修復。

(4)督導相關機關執行受損之公路、鐵路、橋樑、航空、海運、捷運等交通運輸系統損害緊急搶修工作。

(5)督導相關機關掌握交通運輸工具及路線，確保救災人員、傷病患及物資運送通暢。

5. 行政院新聞局任務與分工

(1)視情況成立緊急應變小組。

(2)協助中央目的事業主管機關，透過大眾傳播媒體加強報導重大火災

災害應變措施及傳達最新訊息予社會大眾。

6. 行政院衛生署任務與分工

- (1)視情況成立緊急應變小組。
- (2)督(輔)導地方衛生單位責成醫療機構加強急救用藥品、醫材之儲備整備，並編成救護隊因應大量傷患之緊急應變。
- (3)督導各級衛生單位加強防救消毒藥品、器材、設備之儲備整備。
- (4)提供受災地區醫療藥品及簡易醫療器材。
- (5)隨時掌控各醫療機構可用病房數目、醫療資源，以適切且即時處理遭受不同程度傷害之傷病患醫療事宜。

7. 行政院環境保護署任務與分工

- (1)視情況成立緊急應變小組。
- (2)迅速掌握災害狀況，即時通報災情。
- (3)加強廢棄物清理、環境消毒及飲用水水質管制事項。
- (4)對於毒性化學物質污染區實施隔離及追蹤管制。
- (5)監測並防止毒性化學物質及大量空氣污染物外洩。

附錄四

科學工業園區防救作業程序及要領(節錄火災、毒化災)

一、火災

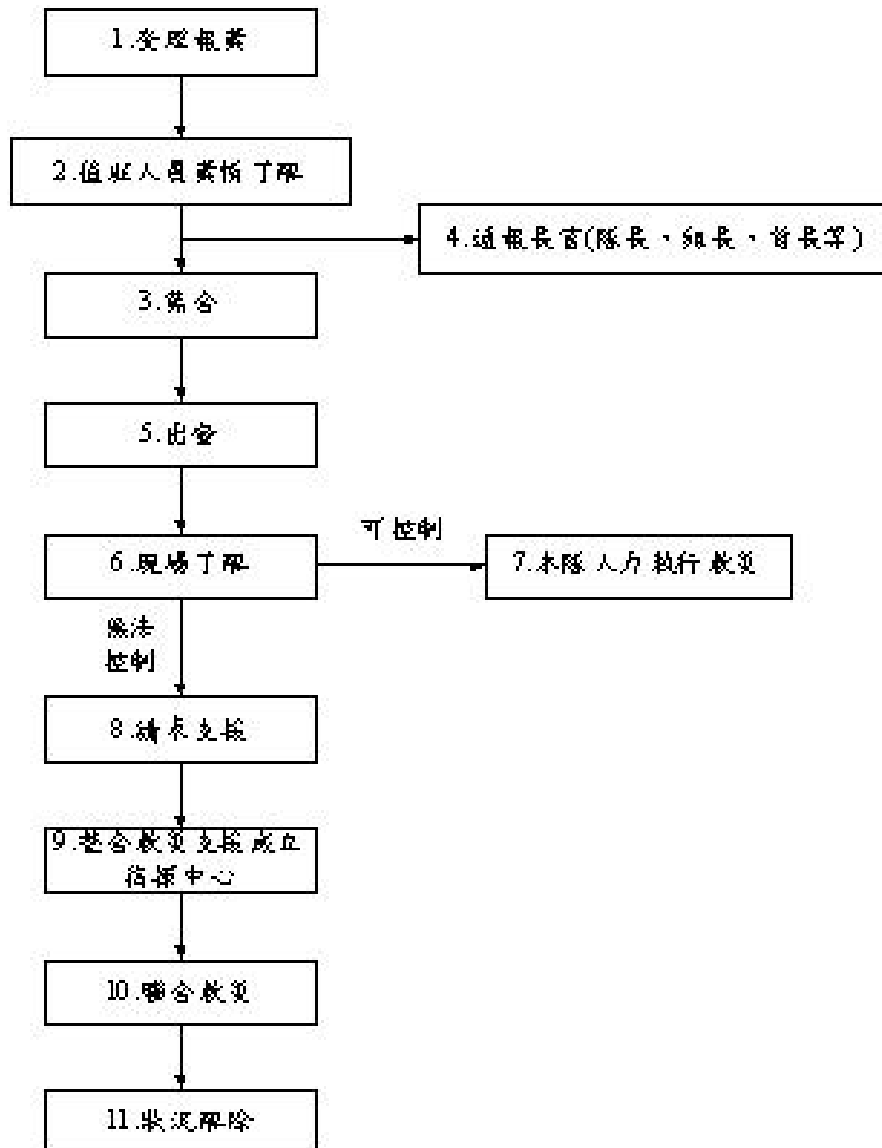
1. 災害處理單位：園區消防隊。

2. 救災標準作業程序(SOP)：

(1) 成立緊急應變小組後必要防災工作：

劃定災區冷、暖、熱區之警戒線，並通知警戒區內之人員儘速疏散，請警力支援災區之交通、人員管制。

(2) 救災作業程序：



3. 作業要領：

- (1)受理報案：當火警發生時立即撥 03-5776666 或 119 報案。
- (2)值班人員案情了解：詢問報案人，火災地點、火勢大小、燃燒物品等相關資料。
- (3)集合：
 - ①幹部隨時掌握救災組成員動態。
 - ②隨時保持消防車輛、器材堪用狀況。
 - ③交代火災地點、火勢大小、燃燒物品等相關資料。
- (4)通報長官：值班人員填具火災處理摘要表，馬上通報隊長、組長及本局首長。
- (5)出發：
 - ①上車前即應著裝完畢，嚴禁行進中著裝。
 - ②車輛出動前應再確認成員均已上車就定位，並先開啟警示燈及警報器，提醒人、車注意避讓。
 - ③行經十字路口若遇紅燈需闖越時，應先減速確認左右兩方來車已停車避讓方可通過。
- (6)現場了解：(車輛佈署時)
 - ①停放應注意土質、坡道、電線等因素，以策安全。
 - ②應與火場保持安全距離，以防火勢突然擴大燃燒時，車輛撤退不及而遭焚燬。
 - ③應注意可能因爆炸、燒斷、廣告物或電線掉落等造成車輛、人員之傷害。
 - ④調度車輛時須有人員指揮，防止意外事故發生。
- (7)消防隊人力執行救災：(可控制)
 - ①射水佈線時：
 - a. 應先確認已斷水、斷電、斷瓦斯等，準備災害事故現場圖。
 - b. 水帶橫越馬路時應架設水帶護橋或指派專人看守，以防遭車輛壓過而破裂或造成水槌作用致幫浦損壞。
 - c. 屋外佈線應注意有無高壓電以免觸電危及個人安全。
 - d. 入室佈線須以兩線一組，攻擊防護相互掩護，採同進同出為原則，以策安全。

- e. 入室佈線時，應先以手背測試門把，門板，確認無異常高溫，始可入室部署。
- f. 應先以直線水柱向室內高處、天花板及四周掃射，將可能掉落物品掃落，並注意高壓電。
- g. 起火樓層內部有人員進入搶救時，應配合室內人員改以防護射水，防止往上層延燒，或射水排煙協助通風。

②搶救高層建物火警時：

- a. 應逐層部署搶救，不可跳層搶救以免受困，另進入複雜樓層需注意退路，可循繩索或水帶退出火場。
- b. 預先由消防搶救圖了解內部隔間、結構、出入口及消防設備設置情形。
- c. 進入搶救時應分兩線互相配合，分別以直線及噴霧射水實施掩護及降溫、排煙。

③搶救化學工廠火警時：

- a. 到達現場後查訪廠房人員探知災情，並了解化學工廠儲存之化學物是否有毒性、爆炸性、危險性等相關特性後，選擇最有效滅火方法降低傷害。
- b. 從事危險物品災害消防作戰，應加強防範發生爆炸或有毒氣體外洩，造成人命損傷。
- c. 搶救人員應戴上空氣呼吸器或防護衣以免發生危險。
- d. 如無法確認化學物品之特性，可通報相關單位提供正確資訊或專業人士指導搶救應變，並利用化災專技人員資料，初期搶救宜選擇上風處，保持適當距離作防堵戰術。
- e. 參照緊急應變指南、危害通識及相關法令作業。

(8)請求支援：火勢無法控制，請求新竹縣、市勤務指揮中心支援。

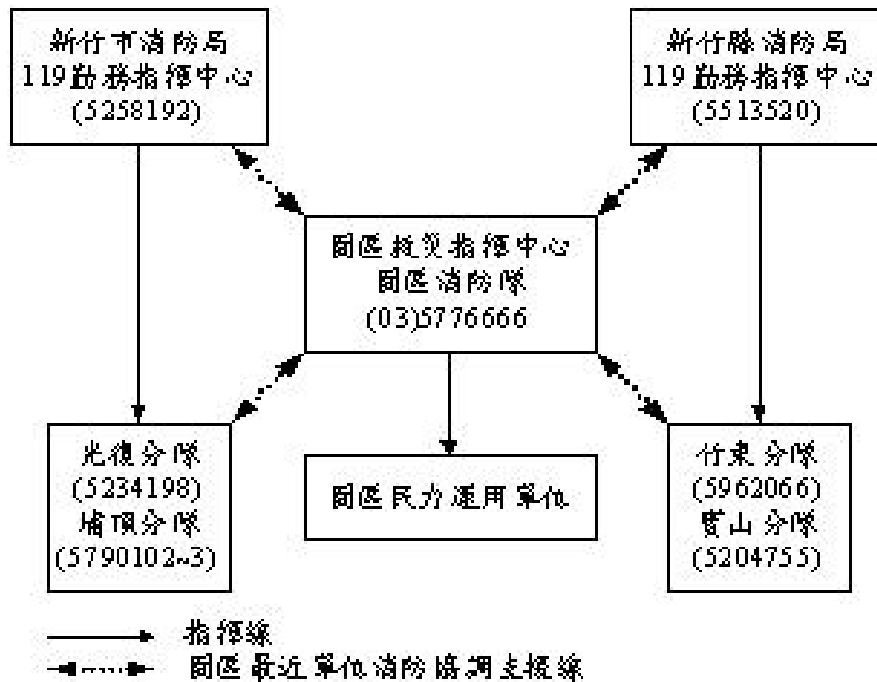
(9)整合救災資源、成立指揮中心。

(10)聯合救災：由園區最高指揮官統籌指揮聯合救災部隊及支援事項。

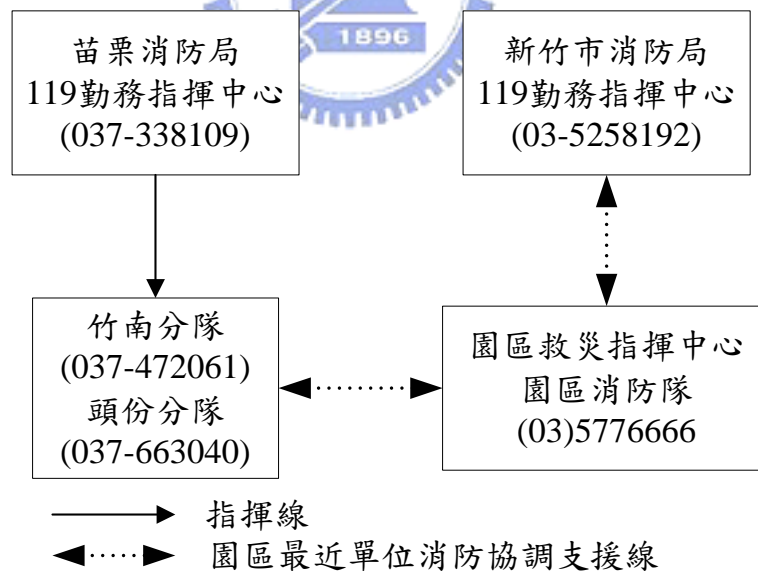
(11)狀況解除：清理火場，確認無復燃跡象後，解除狀況各自返隊。

4. 火災通報支援作業系統：

(1) 新竹園區



(2) 竹南園區



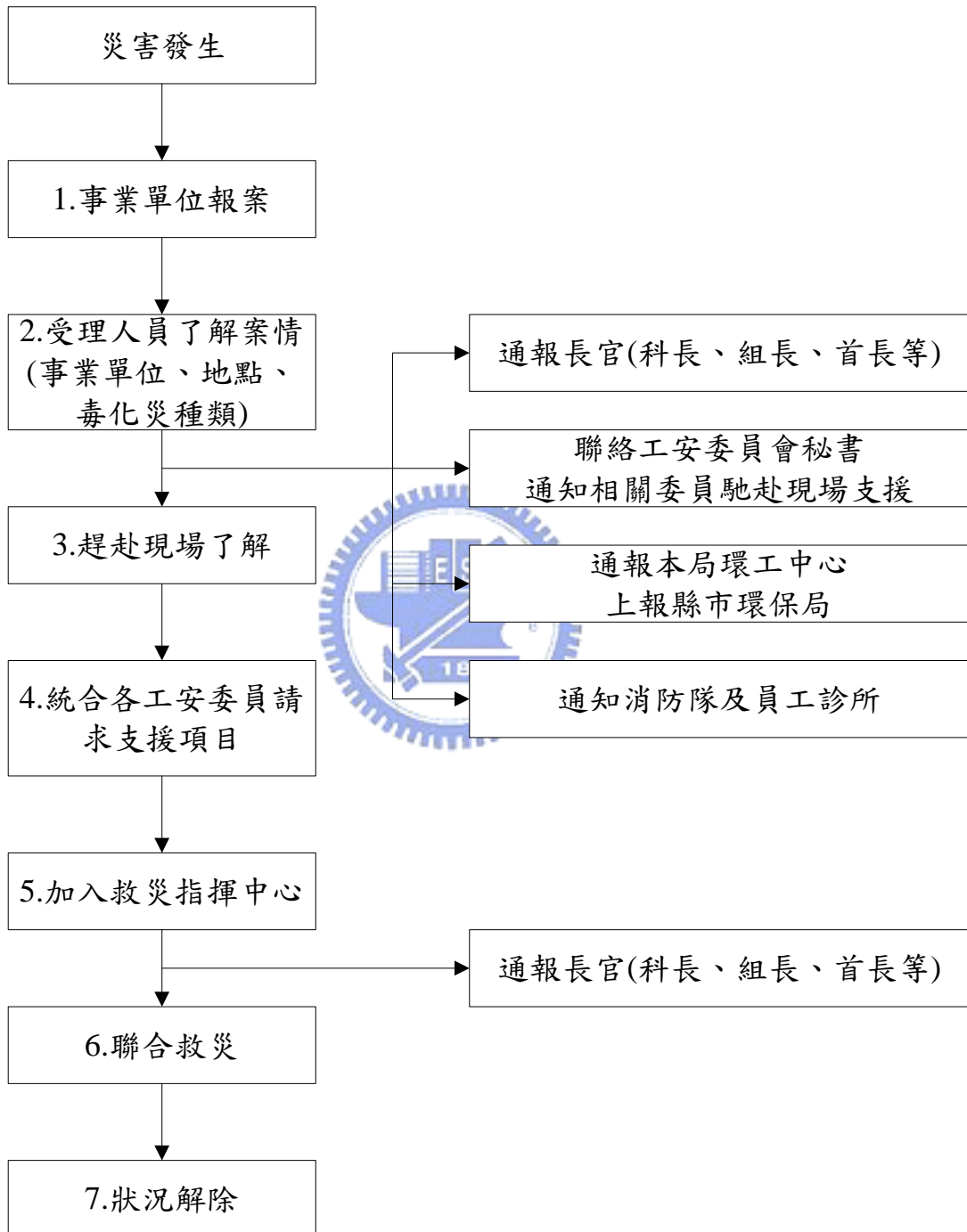
5. 其他單位配合事項：

- (1) 保警中隊協助災區交通指揮管制。
- (2) 員工診所協助大量傷患後送。
- (3) 環保單位、勞資組、工安衛中心協助有關毒化災處理指導。

二、毒化災：因有毒、有害氣體外洩、爆炸所引起的各種災害

1. 災害處理單位：勞資組。

2. 救災標準作業程序(SOP)：



3. 作業要領：

當園區事業單位發生有毒、有害氣體外洩、爆炸，而引起各種危害時，依此流程處理。

- (1) 報案人員以人、事、時、地、物方式，登錄報案內容。
- (2) 受理報案之人員，了解案情後，立即告知科內其他人員，分別通知：
 - ① 局內長官（科長、組長、首長等）
 - ② 工安委員會（轉知各工安委員）
 - ③ 環工中心（上報縣市環保局）
 - ④ 消防隊及員工診所，請求立即至現場支援
- (3) 抵達事故現場，由科長或組長，先了解案情，再回報局內首長。
- (4) 統合工安委員會成員、請求支援各項緊急搶救器材及人員協助。
- (5) 加入救災指揮中心後，應即辦理：
 - ① 協助現場各項支援器材及人員之管理。
 - ② 提供相關資訊（物質安全資料表(MSDS)等資料）予現場最高指揮官，以利狀況掌握及判別。
- (6) 統合急救、醫療及救護車等緊急救援系統，協助罹災、受傷人員緊急醫療、救護、送醫。
- (7) 狀況解除時，應實施下列管制作業：
 - ① 要求事業單位實施現場管制，非相關人員經過登記，穿戴相關安全防護具，不得進入管制區。
 - ② 做好現場管制，實施各項環境測定，防止二次災害發生。

4. 毒化災通報支援作業系統：

