

# 國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

## 碩士論文

緊急應變訓練模式設計與探討

Emergency response training mode design and discussion

研究生：徐孝璋  
指導教授：傅武雄 教授

中華民國 102 年 8 月

# 緊急應變訓練模式設計與探討

Emergency response training mode design and discussion

研究生: 徐孝璋      Student : Hsiao-Chang Hsu

指導教授: 傅武雄      Advisor : Wu-Shung Fu

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

碩士論文

A Thesis

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

Aug 2013

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 102 年 8 月

# 緊急應變訓練模式設計與探討

學生：徐孝璋

指導教授：傅武雄 教授

國立交通大學工學院產業安全與防災學程

## 摘 要

本論文研製之緊急應變計畫中編列之緊急應變小組(Emergency Response Team, ERT)，在發生事故時擔任人員搜救、異常事故處理及設備、物資搶救之重責大任。成員緊急應變的基本能力、安全防護的認知及基礎救災能力，有賴於平時的訓練，訓練的落實度及成效，將直接影響搶救組成員在執行搶救任務時自身的安全保護及救災的能力。如何落實並有效的規劃緊急應變人員教育訓練、實施定期或不定期的應變演練以及提升緊急應變人員的應變能力為當下最實際的課題。期使能提升應變的本質學能，使訓練與演練達到效果，進而增進員工注重安全的工作態度、強化對緊急應變的認知以及緊急應變知識與事故處理的能力。

因此本研究以某二十四小時持續運作生產的半導體廠為例，探討廠內緊急應變組織架構及運作，並分析各製程階段之潛在危害，規劃設計出一套標準的訓練流程及驗證機制，以落實緊急應變人員之教育訓練，使緊急應變人員能在保障自身安全的前提下，順利執行救災任務。

# Emergency response training mode design and discussion

Student : Hsiao-Chang Hsu

Advisors : Wu-Shung Fu

Degree program of Industrial Safety and Risk Management

College of Engineering

National Chiao Tung University

## **ABSTRACT**

In Emergency Response Plan, the Emergency Response Team is designed to save people, to treat unusual event and to save equipment when emergency event happened. The basic ability of emergency response, the knowledge of safety protection, and the ability of disaster relief of the crews are relying on the routine training. Practices and results of the training will directly affect crew's ability on self-protection and disaster relief when conducting mission. Therefore, matters, for example, how to implement and effectively organize the educational training, practicing emergency response exercises, and enhancing response ability, are the very critical to the current circumstance. From those trainings, we expect to increase basic response ability, safety awareness, acknowledge, knowledge of emergency response, and ability of emergency response of the crews in the Emergency Response team.

This study take 24 hours running of semiconductor factory as the example to discuss the emergency response organization structure and its whole process, then, analyze potential hazards of every stage of the process. In this study, we expect to design a standard training process and authentication mechanism to help emergency response team members can really protect their safety when executing disaster relief mission.

# 誌 謝

時光飛逝，轉眼間研究生求學生涯即將結束，還記得剛決定要回歸校園生活的矛盾與不安，當時有多位長官、學長的支持與鼓勵，讓我更堅定奮發，往碩士研究所生涯前進。

首先要感謝我的指導老師 傅武雄教授對我的細心指導讓我在學業及為人處事上有正面思考的思維。再來要感謝曾慶祺老師、黃奕孝老師、黃建平老師於論文撰寫期間給予指教評點，使本研究能更完整而嚴謹。

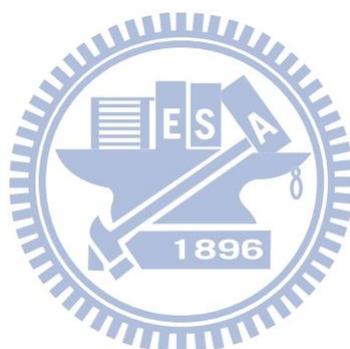
這段修業求學期間也要感謝我工作上的主管 丁力文處長、劉棋彬經理、汪政宏課長，時時關心我的課業學習狀況，鼓勵我積極努力完成學業；感謝我的家人與老婆給我支持，讓我無後顧之憂地專心求學。

如今能順利畢業非常感謝大家一路的陪伴、支持與勉勵，也很高興能與大家分享我求學的喜悅與這份榮耀，期許自己未來能繼續成長，對社會有所貢獻。最後，僅以本文獻給所有支持我的師長、長官、家人、朋友們，祝福大家健康快樂、平安順心。

# 目 錄

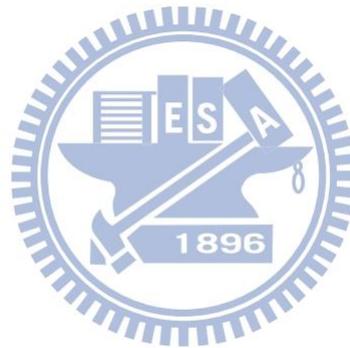
中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	vi
圖目錄	vii
一、 緒論	1
1.1 研究動機與背景	1
1.2 研究目的	2
1.3 文獻回顧	3
1.4 研究方法與架構	7
二、 半導體製程危害	9
2.1 全面平坦化製程	9
2.2 洗淨製程	9
2.3 蝕刻製程	14
2.4 黃光製程	14
2.5 薄膜製程	18
2.6 擴散製程	18
三、 半導體廠應變組織	25
3.1 廠區緊急應變組織及運作	25
3.2 法源依據	25
3.3 廠區緊急應變組織	26
3.4 區域緊急應變小組	29
3.5 區域緊急應變小組組長權責	33
3.6 緊急事故通報	34
3.7 緊急應變動員	42
3.8 各類異常事故緊急應變處理流程	42
3.9 緊急疏散	52
3.10 疏散決定權責	52
3.11 疏散集合地點	52
3.12 災後復原	53
四、 緊急應變訓練模式設計	55
4.1 教育訓練	55
4.2 認證制度	62
4.3 成員回訓管理	62
4.4 應變演練	62

4.5	防護裝備	66
4.6	緊急應變器材	76
4.7	歷年異常事故統計	86
4.8	異常事故案例	88
五、	結論與建議	90
5.1	結論	90
5.2	建議	90
	參考文獻	92
	附錄一：毒災聯合應變演練計畫	94



## 表目錄

表 1-1	半導體製造業各製程潛在危害暴露·····	4
表 1-2	歷年高科技廠化學物質洩漏事故彙整·····	5
表 2-1	平坦化製程化學品危害·····	10
表 2-2	洗淨製程化學品危害·····	11
表 2-3	蝕刻製程化學品危害·····	15
表 2-4	黃光製程化學品危害·····	17
表 2-5	薄膜製程化學品危害·····	19
表 2-6	擴散製程化學品危害·····	21
表 3-1	區域緊急應變小組編制表·····	30
表 4-1	各廠訓練模式比較表·····	56
表 4-2	各作業類型之個人防護具使用建議表·····	67
表 4-3	防護裝備等級分類表·····	74
表 4-4	歷年異常事故統計·····	87



## 圖 目 錄

圖 1-1	研究架構	8
圖 3-1	廠區緊急應變組織圖	28
圖 3-2	區域緊急應變小組組織圖	31
圖 3-3	區域緊急應變小組責任區域圖(A/B 廠)	31
圖 3-4	區域緊急應變小組責任區域圖(C 廠)	32
圖 3-5	緊急救助服務單位電話	32
圖 3-6	異常事故通報流程圖	35
圖 3-7	火災及消防警報通報流程圖	36
圖 3-8	水/氣體/化學品洩漏通報流程圖	37
圖 3-9	人員受傷通報流程圖	38
圖 3-10	停電/壓降通報流程圖	39
圖 3-11	地震通報流程圖	40
圖 3-12	防制設備故障/污染物異常大量排放通報流程圖	41
圖 3-13	事故緊急應變處理一般流程	43
圖 3-14	火災緊急應變處理流程(第一階段)	44
圖 3-15	火災緊急應變處理流程(第二階段)	45
圖 3-16	化學品洩漏緊急應變處理流程(第一階段)	46
圖 3-17	化學品洩漏緊急應變處理流程(第二階段)	47
圖 3-18	氣體洩漏緊急應變處理流程(第一階段)	48
圖 3-19	氣體洩漏緊急應變處理流程(第二階段)	49
圖 3-20	停電/壓降應變處理流程	50
圖 3-21	地震應變處理流程	51
圖 4-1	緊急應變訓練魚骨圖	56
圖 4-2	應變區域訂定及應變組織分佈圖	58
圖 4-3	應變演練流程圖	64
圖 4-4	自攜式空氣呼吸器	69
圖 4-5	SCBA 備用鋼瓶	69
圖 4-6	歐式消防服	72
圖 4-7	A 級防護服	75
圖 4-8	無線通訊設備	77
圖 4-9	渦輪式瞄子	77
圖 4-10	移動式水砲塔	78
圖 4-11	各型滅火器	80
圖 4-12	紅外線熱影像儀	80
圖 4-13	氣體鋼瓶洩漏處理車	81
圖 4-14	洩漏處理車	83

圖 4-15	洩漏處理桶·····	83
圖 4-16	堵漏工具·····	84
圖 4-17	移動式除污站·····	84
圖 4-18	酸(鹼)吸液車·····	85
圖 4-19	手持式偵檢設備·····	85
圖 4-20	歷年異常事故統計·····	87



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

半導體產業製程技術持續發展，近年來英特爾、三星電子與台積電等世界大廠紛紛投入龐大的資金致力於研發 450mm 積體電路製造，原因是晶圓尺寸愈大，則積體電路的製造成本越能有效降低。450mm(18 吋) 晶圓所產出的晶粒數是 300mm(12 吋)晶圓所能產出的 2.25 倍，而且大尺寸的晶圓不僅可降低每一顆晶片的生產成本，機台設備和原物料更能被有效利用。但是新製程所會用到的機台和原物料，或許會比現在大家所認識到的更複雜、更危險，未來定會對安全、衛生和環保等議題造成風險和衝擊。18 吋廠的佔地面積是 12 吋廠的兩倍以上，所花費的金額更高達 100 億美元，是 12 吋廠的三倍以上，但是因為製程的進步與投資的壓力，建廠期程必須與建一座 12 吋廠差不多的時間來完成。這樣高度壓力下與時間賽跑的建廠工程，必須投入更多的人力和物力，安全衛生的管理以及異常事故發生之緊急應變處理必定是一項艱鉅的任務。

高科技產業的生產流程大都採用自動化連續性的一貫作業系統，生產設備精密而且產品價值高，在產品製造過程中使用到大量具有易燃性、毒性及腐蝕性等危害之特殊氣體或化學品，一旦發生洩漏事故可能導致設備損壞、產能中斷、環境污染，嚴重時更可能造成人員受傷或死亡而付出相當大的代價。

為防止工作場所因各種災害類型所引起之意外事故，國內有相關法源依據要求事業單位制訂緊急應變計畫，如勞委會所訂定危險性工作場所審查暨檢查辦法[1]第五條、環保署所訂定毒性化學物質危害預防及應變計畫作業辦法[2]、消防法[3]第十三條及消防法施行細則[4]第十五條所要求之消防防護計畫等，以預防並消弭災害可能造成人員、設備及財產之損失。

緊急應變計畫中編列之緊急應變小組(Emergency Response Team, ERT)，在發生事故時擔任人員搜救及設備、物資搶救之重責大任。成員緊急應變的基本能力、安全防護的認知及基礎救災能力，有賴於平時的訓練，訓練

的落實度及成效，將直接影響搶救組成員在執行搶救任務時自身的安全保護及救災的能力。若搶救組訓練效果不彰，當緊急事故發生時，往往無法在第一時間集結成立應變小組，錯失搶救的時效性；成員知識、技能訓練不足，在事故發生之初期未能立即的有效處理，還可能造成人員受傷甚至死亡等職業災害。如[5] 2007年2月高雄大發工業區某電子化學品製造廠勞工在從事25%氫氧化四甲基銨溶液（tetramethylammonium hydroxide，簡稱TMAH）供應異常排除作業時，勞工自身安全防護不足，造成兩名勞工被TMAH溶液噴濺，經醫院搶救無效。[6] 2007年5月帝盟科技股份有限公司從事廢液回收作業因誤混合不相容之化學物品以致產生高濃度硫化氫，搶救人員未著防護具，造成2死4傷。[7] 2009年3月，友達光電台中廠2名勞工維修顯影液儲槽，作業時發生意外而昏迷，另3名員工進入救援也中毒，該案釀成兩死三傷。這些事故都是因為應變訓練及本身安全防護不足，貿然搶救而身陷危機，導致人員受傷、死亡等嚴重之事故。緊急應變若能確實的落實人員的訓練才能提升應變的本質學能，使訓練與演練達到效果，進而增進員工注重安全的工作態度、強化對緊急應變的認知以及緊急應變知識與事故處理的能力。

## 1.2 研究目的

緊急應變計畫內的各項異常事故處理應變流程，並不一定是符合實際需求與實用的，應變演練若只是按照劇本來實施演練，演練後也沒有進行缺失的檢討和改善，不切實際的模擬演練，將會造成人員對於各種異常事故應變流程不熟悉，缺乏自身安全保護的知識；而緊急應變人員的處理能力，與異常事故發生時是否能有效的被控制，使災情不再擴大，將傷害損失降至最低有著直接的關係。如何落實並有效的規劃緊急應變人員教育訓練、實施定期或不定期的應變演練以及提升緊急應變人員的應變能力為當下最實際的課題。

因此本研究將以某二十四小時持續運作生產的半導體廠為例，探討廠內緊急應變組織架構及運作，並分析各製程階段之潛在危害，預期規劃設計出一套標準的訓練流程及驗證機制，以落實緊急應變人員之教育訓練，使緊急應變人員能在保障自身安全的前提下，順利執行救災任務。

### 1.3 文獻回顧

半導體產業廠房與設備機台投資金額龐大，同時有數千名員工集中於晶圓廠無塵室空間內作業，並使用各項種類繁多且危害性高的可燃性與毒性化學物質，雖然製程單元所使用的化學品，其儲存量與使用量皆遠小於化學或石化工業，但是由於使用之化學品具有著火性、可燃性、毒性、腐蝕性等本質危害特性，加上廠房中無塵室的密閉效果，製程單元一旦發生洩漏或操作異常，除了導致重大財產損失外，甚至可能造成人員傷亡。而半導體廠依不同的製程區域，其所使用的化學品，依其危害性及可能具有的製程潛在危害風險，如表 1-1 所示[8]。所以對於高科技廠而言，火災爆炸、可燃性氣體、毒性氣體洩漏、腐蝕性液體、易燃性液體洩漏等事故的處理都是最需要被重視的[9]。

蔡衍真[10]提到國外保險機構，曾針對過去幾十年裡全世界各地所發生過且造成重大損失的一百件工安事故進行分析，其中設備故障佔 44%、操作錯誤佔 22%、不明原因佔 12%、製程異常佔 11%、天然災害佔 5%、設計錯誤佔 5%、人為破壞佔 1%。

陳彥夫[11]在半導體廠及光電廠緊急應變能力調查研究中提到，執行緊急應變訓練與緊急應變的演練前，工廠必須要先進行評估以下要點：(1)應變計畫中每位任務執行者的角色、任務為何？(2)執行這些應變作為所需的技能、知識與態度。

鍾百朋[12]在半導體廠火災事故之緊急應變電腦軟體規劃與實例分析，研究中針對應變資源整合、建立事故區域應變人員、應變器材、個人防護具、器材運送方式、及器材緊急供應廠商及其聯絡方式等資訊。

張項凱[13]的高科技廠特殊氣體洩漏之緊急應變程序，研究中統計出歷年高科技廠化學物質洩漏事故，如表 1-2 所示，並指出高科技廠化學品發生洩漏時，因應發生區域的不同，狀況評估搶救處置作為與人員應變處理程序亦有所差異。

洪傳譜[14]在高科技廠房先進救災設備配合緊急應變程序之研究，討論到對應異常事故的類型而選用先進救災設備，擬定緊急應變配合方案，將高科技廠先進救災設備融入其中，提升緊急應變訓練、改善救災方式與救災設備，強化高科技廠緊急應變能力。

Kowalski[15]認為緊急事故應變過程中，成員在面對半導體廠複雜的廠

表 1-1 半導體製造業各製程潛在危害暴露

危害 製程	化學性危害				物理性危害					人因工 程危害
	刺激性/ 有害氣 體	金屬	酸/鹼 溶液	有機 溶劑	游 離 輻 射	射 頻	紫 外 線	高 溫	噪 音	
光阻/ 顯影	--	--	--	◎	--	--	--	--	◎	◎
曝光	--	--	--	--	--	--	◎	--	◎	◎
乾蝕刻	--	--	◎	--	--	◎	--	--	◎	◎
濕蝕刻	--	--	◎	◎	--	--	--	--	◎	◎
高溫 爐管	◎	--	◎	--	--	--	--	◎	◎	◎
氣相 沉積	◎	◎	◎	--	--	◎	--	--	◎	◎
離子 植入	◎	◎	◎	--	◎	--	--	--	◎	◎

資料來源：參考文獻[8]



表 1-2 歷年高科技廠化學物質洩漏事故彙整

發生時間	化學物質名稱	公司名稱	發生原因	人員傷亡
1996/10/14	易燃性化學品	華邦電子	濕式清洗機台易燃性化學品外洩	無
1997/11/11	易燃性化學品	天下電子	濕式清洗機台易燃性化學品外洩	無
2000/07/04	氯化氫	鴻源電路板	因閥件故障導致酸氣外洩	33 人受傷
2000/06/09	矽甲烷	麗嘉半導體	氣體外洩造成爆炸	13 人受傷
2000/09/10	矽甲烷	耀華電子	氣體外洩造成爆炸	無
2003/12/04	氫氧化四甲基銨	奇美電子	機台未先停機維修造成化學品外洩	1 人死亡
2005/01/25	砷化氫	台積電	無塵室內維修管線造成毒氣體外洩	21 人就醫
2005/11/23	矽甲烷	茂迪科技	矽甲烷氣體外洩引爆	1 人死亡
2006/02/01	氫氟酸	茂德科技	人為疏失導致氫氟酸外洩	2 人受傷

資料來源：參考文獻[13]

區環境和化學品供應系統，在搶救時因龐大的壓力而造成人為因素的失誤，常是造成應變小組傷害的主因之一。

Ford[16]的研究提到，緊急應變人員接受完整的緊急應變訓練，好讓應變人員可以進行災害救援、通訊、醫療服務、災後復原等特殊及不可取代性的工作與服務。緊急應變任務的因應與決策都是不可預設的，事故狀況的演變具有高度的不確定性，所以緊急應變訓練的目的，應該使應變人員有準備的去面對事故，並分析它的需求以及作最有效的緊急處理。而在學習的過程中，可以透過經驗的傳遞來建立緊急應變的專業知識、應具備的態度與技能。針對緊急應變的教育訓練的規劃應有系統性的訓練來增加訓練的廣泛度與深度。Ford 指出通常緊急應變訓練有三個不容易的困難點：

1. 訓練所學得的知識與技能容易忘記：人員雖然有經過緊急應變訓練或是學習其他的知識技能，但是如果不常遇到緊急狀況，即使是有經驗緊急應變專家，當再次遭遇需應變的緊急狀況時，也會慌張並感到手忙腳亂。
2. 知識與技能歸納應用的困難：與自己原本工作無關的緊急應變訓練，學習者較無法去掌握自己的學習狀況，人員對所學的緊急應變知識與技能一知半解，不能將所學習的技術與專業知識應用於實際的狀況中，尤其是半導體廠常用到一些特殊禁水性的化學物質，如果發生火災，搶救人員不瞭解化學品的特性，卻用水灌救的話，只會讓災情更加嚴重。
3. 團隊合作的默契問題：緊急應變重視的除了個人專業能力外還需要團隊合作，因為緊急應變小組的成員，都是來自不同的部門或區域，而團隊的合作及默契卻是影響緊急應變處理成敗的重要因素。例如設備機台發生化學品洩漏，除了現場控制圍堵的緊急應變人員，廠務應在第一時間將供應端遮斷，通報聯絡在這裡就顯得格外重要，才能在最短時間將異常事故控制排除，如果緊急應變小組成員之間無法建立良好的默契、共同語言、了解彼此的作業任務，這個團隊將無法完成應變任務。上述三點對於緊急應變訓練來說是感到不足的，所以緊急應變訓練需要靠策略去克服那些困難，也應考量緊急應變人員的心理因素。

馮宣皓[17]在半導體廠緊急應變人員訓練落實度調查中發現，緊急應變人員的應變能力與訓練時數、應變經驗、對公司的認同度與歸屬感有密切

的關連性；受訪者普遍認為目前的緊急應變演練方式及形態，都按照劇本來實施緊急應變演練，而演練所犯的缺失改善情形未能有效加強及改善。

## 1.4 研究方法及架構

由過去的文獻中，可以知道一般的緊急應變訓練程序，僅以概略呈現，並無考慮到不同的公司文化、不同的廠區特性及產業類別，應有不同的訓練模式及應變作為。因此本研究主要針對二十四小時持續生產運作的半導體廠，並透過歷年來異常事故資料統計、彙整，探討廠區意外事故的類型，規劃設計出一套標準的訓練流程及驗證機制，以落實緊急應變人員之教育訓練，設定之研究方法說明如下，架構如圖 1-1。

1. 研究範圍及對象：本研究主題以某二十四小時持續運作生產，在製程上使用大量的毒性或易燃性化學品的半導體廠為研究對象。
2. 文獻回顧：確定研究方向後收集國內外論文、期刊、書籍、政府出版品或研究計畫等資料，彙整相關書面研究資料及論文發表，並整理緊急應變中心應變程序含相關緊急應變技術手冊、法規規範。
3. 製程化學品危害：透過資料彙整及資料庫分析，研究探討該半導體廠各製程階段使用之化學品危害，來加強應變人員之教育訓練。
4. 緊急應變組織架構：調查該公司緊急應變的組織架構及成員組成，並瞭解緊急應變組織成員對於應變人員基礎訓練及異常處理之應變方法。
5. 緊急應變計畫運作：瞭解目前該公司緊急應變計畫如何制定，計畫訂定後現行運作方式，並針對異常事故通報、應變程序、災後復原。
6. 緊急應變訓練模式設計：依照產業類別及廠區特性，規劃設計出一套標準的訓練流程及訓練成效之驗證機制。
7. 結論與建議：統計近五年內，該廠發生異常事故之類型及種類，並針對重大異常事故之實際案例檢討應變人員處理程序，以驗證緊急應變教育訓練方式之成效，並對行政管理措施提出改善與建議。

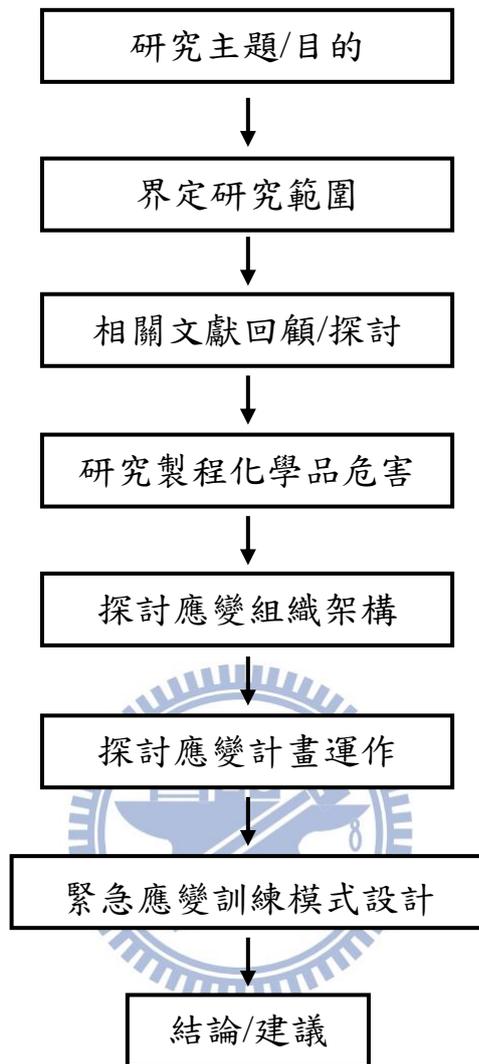


圖 1-1 研究架構

## 第二章 半導體製程危害

半導體製程中，大量使用酸、鹼、有機溶劑、特殊氣體、毒化物以及過氧化物，這些化學品具有火災、爆炸、腐蝕、劇毒、自燃、窒息等物理、化學特性，並且半導體廠屬於二十四小時不停的運作生產，使得其內部幾乎是處處暗藏危機，不僅如此，倘若災害事故一發生，大量危險的化學物質便可能迅速外洩，進而危害到現場作業人員及第一線的搶救人員之人身安全，並對廠區周邊環境污染構成威脅。以下將介紹該半導體廠製程上使用了那些化學品，並對這些化學品探討所具有的危害；了解這些危害才能制定出一套適合且有效的訓練模式及方法。

### 2.1 全面平坦化製程

化學機械研磨技術（Chemical Mechanical Polishing, CMP），可移除晶圓表面的材質，讓晶圓表面變得更平坦，兼其有研磨性物質的機械式研磨與酸鹼溶液的化學式研磨兩種作用，可以使晶圓表面達到全面性的平坦化，以利後續薄膜沉積之進行。使用之化學品有：研磨液、過氧化氫、氫氟酸、硫酸、異丙醇、氫氧化鉀、氨水等，其危害特性及危害警告訊息如表 2-1 所示。

### 2.2 洗淨製程

由於積體電路內各元件及連線相當微細，因此製造過程中，如果遭到塵粒、金屬的污染，很容易造成晶片內電路功能的損壞，形成短路或斷路等，導致積體電路的失效；除了要排除外界的污染源外，許多的積體電路製造步驟如高溫擴散、離子植入前均需要進行濕式清洗工作。濕式清洗工作乃是在不破壞晶圓表面特性的前提下，有效地使用化學溶液清除殘留在晶圓上之微塵、金屬離子及有機物之雜質。使用之化學品有：混酸、二甲基甲醯胺、清洗劑、氫氟酸、過氧化氫、硫酸、磷酸、鹽酸、硝酸、異丙醇、氫氧化鈉、氨水、四(乙基甲基氮)鉛等，其危害特性及危害警告訊息如表 2-2 所示。

表 2-1 平坦化製程化學品危害

名稱	危害警告訊息	毒化物	腐蝕	毒性	易燃	氧化性	加壓氣體	自反應	禁水性
研磨液 slurry	1. 造成眼睛刺激 2. 造成輕微皮膚刺激		★						
氫氟酸 HF	1. 腐蝕金屬 2. 吸入致命 3. 長期或重複暴露會對器官造成傷害 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					
過氧化氫 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1. 加劇燃燒；氧化劑 2. 腐蝕金屬 3. 吸入有害 4. 長期或重複暴露可能對器官造成傷害 5. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★		★			
硫酸 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1. 腐蝕金屬 2. 吞食有害 3. 吸入致命 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					
異丙醇 IPA	1. 吞食有害 2. 高度易燃液體和蒸氣 3. 造成眼睛刺激 4. 造成輕微皮膚刺激		★	★	★				
氫氧化鉀 KOH	1. 腐蝕金屬 2. 吞食有毒 3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					
氨水 NH <sub>4</sub> OH	1. 腐蝕金屬 2. 吞食有害 3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					

	4. 對水生生物毒性非常大								
--	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--

表 2-2 洗淨製程化學品危害

名稱	危害警告訊息	毒化物	腐蝕	毒性	易燃	氧化性	加壓氣體	自反應	禁水性
P 混酸 P-MIXE D ACID ETCHA NT	1. 可能加劇燃燒；氧化劑 2. 腐蝕金屬 3. 皮膚接觸有毒 4. 吞食致命 5. 吸入可能導致過敏或哮喘病症狀或呼吸困難 6. 吸入有毒 7. 長期或重複暴露會對器官造成傷害 8. 造成嚴重皮膚灼傷和眼睛損傷 9. 會對器官造成傷害		★	★		★			
二甲基 甲醯胺 ELM -C30	1. 可能對生育能力或對胎兒造成傷害 2. 皮膚接觸有害 3. 如果吞食並進入呼吸道可能致命 4. 吞食有害 5. 吸入有害 6. 造成眼睛刺激 7. 造成輕微皮膚刺激 8. 避免吸入、食入或皮膚直接接觸	★	★	★					
清洗劑 EKC 270	1. 可能造成皮膚過敏 2. 吞食有害 3. 吸入可能導致過敏或哮喘病症狀或呼吸困難 4. 長期或重複暴露可能對器官造成傷害 5. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴		★	★					

	重眼睛損傷 6. 會對器官造成傷害 7. 懷疑致癌 8. 懷疑對生育能力或對胎兒造成傷害								
氫氟酸 $\text{HF}$	1. 腐蝕金屬 2. 吸入致命 3. 長期或重複暴露會對器官造成傷害 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					
過氧化氫 $\text{H}_2\text{O}_2$	1. 可能加劇燃燒；氧化劑 2. 腐蝕金屬 3. 吸入有害 4. 長期或重複暴露可能對器官造成傷害 5. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★		★			
硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4$	1. 腐蝕金屬 2. 吞食可能有害 3. 吸入致命 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					
磷酸 $\text{H}_3\text{PO}_4$	1. 腐蝕金屬 2. 吞食有害 3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					
鹽酸 $\text{HCl}$	1. 腐蝕金屬 2. 吞食有害 3. 吸入有毒 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					
硝酸 $\text{HNO}_3$	1. 可能引起燃燒或爆炸；強氧化劑 2. 腐蝕金屬 3. 長期或重複暴露可能對器官造成傷害 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					

	重眼睛損傷								
異丙醇 IPA	1. 吞食可能有害 2. 高度易燃液體和蒸氣 3. 造成眼睛刺激 4. 造成輕微皮膚刺激		★	★	★				
氫氧化鈉 NaOH	1. 腐蝕金屬 2. 皮膚接觸有害 3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					
氨水 NH <sub>4</sub> OH	1. 腐蝕金屬 2. 吞食有害 3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷 4. 對水生生物毒性非常大		★	★					
四(乙基 甲基氮) 鎂 TEMAH	1. 高度易燃液體和蒸氣 2. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷 3. 遇水放出可能自燃的易燃氣體		★		★				★



## 2.3 蝕刻製程

在半導體製程中，蝕刻被用來將某種材質自晶圓表面上移除。蝕刻技術可以分為『濕蝕刻』(wet etching)及『乾蝕刻』(dry etching)兩類。在濕蝕刻中是使用化學溶液，經由化學反應以達到蝕刻的目的，而乾蝕刻通常是一種電漿蝕刻(plasma etching)，電漿蝕刻中的蝕刻作用，可能是電漿中離子撞擊晶片表面的物理作用，或者可能是電漿中活性自由基(Radical)與晶片表面原子間的化學反應，甚至也可能是這兩者的複合作用。使用之化學品有：三氯化硼、四氟甲烷、二氟二甲烷、氯氣、一氧化碳、六氟丁二烯、硫化碳、氫氟酸、過氧化氫、氫氣、溴化氫、氮氣、三氟化氮等，其危害特性及危害警告訊息如表 2-3 所示。

## 2.4 黃光製程

黃光主要功能係將光罩上的圖形轉印在塗佈有機光阻(photo resist)薄膜的晶圓上，經過穿過光源的照射及顯影處理，光阻層便可呈現出與光罩上相同圖形結構，並可將圖形尺寸適當地縮小，以便在晶圓上製造出許多相同電路結構的積體電路產品。本製程是為了形成阻擋蝕刻或阻擋離子佈植之罩幕層，以選擇性的進行蝕刻或植入。利用光的能量使受光照的光阻性質改變，因而在顯影時被溶解掉，未受光照部分則形成圖案作蝕刻之阻擋，這是正光阻。反之，感光後變成不溶解的光阻稱為負光阻光學顯影是在光阻上經過曝光和顯影的程序，把光罩上的圖形轉換到光阻下面的薄膜層或矽晶上。光學顯影主要包含了光阻塗佈、烘烤、光罩對準、曝光和顯影等程序。使用之化學品有：光阻液、洗邊劑、顯影液、1%氟/氫/氬氣、異丙醇、氮氣/氬氣等，其危害特性及危害警告訊息如表 2-4 所示。

表 2-3 蝕刻製程化學品危害

名稱	危害警告訊息	毒化物	腐蝕	毒性	易燃	氧化性	加壓氣體	自反應	禁水性
三氯化硼 BCl <sub>3</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 吸入有毒 3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★			★		
四氟甲烷 CF <sub>4</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 可能造成呼吸道刺激或者可能造成困倦或暈眩			★			★		
二氟二甲烷 CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 可能造成呼吸道刺激或者可能造成困倦或暈眩 3. 極度易燃氣體			★	★		★		
氯氣 Cl <sub>2</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 可能造成呼吸道刺激或者可能造成困倦或暈眩 3. 可能導致或加劇燃燒；氧化劑 4. 吸入致命 5. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷 6. 對水生生物毒性非常大 7. 避免吸入、食入或皮膚直接接觸	★	★	★		★	★		
一氧化碳 CO	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 可能造成遺傳性缺陷 3. 吸入有毒 4. 會對器官造成傷害 5. 極度易燃氣體			★	★		★		
六氟丁二烯 C <sub>4</sub> F <sub>6</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 可能造成呼吸道刺激或者可能造成困倦或暈眩 3. 吸入致命 4. 造成輕微皮膚刺激		★	★	★		★		

	5. 極度易燃氣體								
硫化碳 COS	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 吸入有毒 3. 極度易燃氣體			★	★			★	
氫氟酸 HF	1. 腐蝕金屬 2. 吸入致命 3. 長期或重複暴露會對器官造成傷害 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					
過氧化氫 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1. 可能加劇燃燒；氧化劑 2. 可能腐蝕金屬 3. 吸入有害 4. 長期或重複暴露可能對器官造成傷害 5. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★			★		
氫氣 H <sub>2</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 極度易燃氣體				★			★	
溴化氫 HBr	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 吸入致命 3. 長期或重複暴露會對器官造成傷害 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★				★	
氨氣 NH <sub>3</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 吸入有毒 3. 易燃氣體 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷 5. 對水生生物毒性非常大		★	★	★			★	
三氟化氮 NF <sub>3</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 可能導致或加劇燃燒；氧化劑 3. 吸入有害 4. 長期或重複暴露會對器官造成傷害 5. 造成眼睛刺激		★	★			★	★	

	6. 造成輕微皮膚刺激								
	7. 會對器官造成傷害								

表 2-4 黃光製程化學品危害

名稱	危害警告訊息	毒化物	腐蝕	毒性	易燃	氧化性	加壓氣體	自反應	禁水性
洗邊劑 PGMEA	1. 易燃液體和蒸氣 2. 造成眼睛刺激		★		★				
光阻液	1. 可能造成呼吸道刺激或者可能造成困倦或暈眩 2. 可能對生育能力或對胎兒造成傷害 3. 如果吞食並進入呼吸道可能致命 4. 易燃液體和蒸氣 5. 造成嚴重眼睛損傷		★	★	★				
顯影液 TMAH	1. 腐蝕金屬 2. 皮膚接觸致命 3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					
1% 氟/ 氬/氪 F2/Kr/Ne	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 可能導致或加劇燃燒；氧化劑 3. 吸入有毒 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷	★	★	★		★	★		
異丙醇 IPA	1. 吞食可能有害 2. 高度易燃液體和蒸氣 3. 造成眼睛刺激 4. 造成輕微皮膚刺激		★	★	★				
氬氣/ 氪氣 Kr/Ne	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 可能造成呼吸道刺激或者可能造成困倦或暈眩			★			★		

## 2.5 薄膜製程

薄膜是將層數不等且材質厚度均不同的薄膜，覆蓋在晶片上的技術。薄膜沈積依據沈積過程中，是否含有化學反應的機制，可以區分為物理氣相沈積（Physical Vapor Deposition，簡稱 PVD）通常稱為物理蒸鍍及化學氣相沈積（Chemical Vapor Deposition，簡稱 CVD）通常稱為化學蒸鍍。

PVD 顧名思義是以物理機制來進行而不涉及化學反應的製程技術，所謂物理機制是物質的相變化現象，如蒸鍍(Evaporation)，蒸鍍源由固態轉化為氣態，濺鍍（Sputtering），蒸鍍源則由氣態轉化為電漿態。

CVD 反應的環境，包括：溫度、壓力、氣體的供給方式、流量、氣體混合比及反應器裝置等等。基本上氣體傳輸、熱能傳遞及反應進行三方面，亦即反應氣體被導入反應器中，藉由擴散方式經過邊界層(boundary layer)到達晶片表面，而由晶片表面提供反應所需的能量，反應氣體就在晶片表面產生化學變化，生成固體生成物，而沈積在晶片表面。

使用之化學品有：AZ spinfil、三氟化氯、乙炔、氫氣、過氧化氫、一氧化二氮、氮氣、三氟化氮、臭氧、磷化氫、丙烯、二氯矽烷、四氫化矽、硼酸三乙酯、四乙氧基矽烷、三乙基磷酸、四氯化鈦、二甲基胺鈦、六氟化鎢等，其危害特性及危害警告訊息如表 2-5 所示。

## 2.6 擴散製程

擴散及離子植入是用來控制半導體中雜質量的關鍵程序。擴散方法是使用植入雜質或雜質的氧化物作氣相附著，將雜質原子植入半導體晶圓的表面附近區域。雜質濃度由表面成單調遞減，雜質的分佈固形取決於溫度及擴散時間。離子植入程序中，雜質是以高能呈離子束植入半導體中。植入雜質的濃度在半導體內存在一高峰，雜質的分佈圖形取決於離子的質量與植入能量。離子植入程序的優點在於雜質量的精確控制，雜質分佈的再重整，以及低溫下操作。使用之化學品有：磷化氫、三甲基化鋁、砷化氫、三氯化硼、三氟化硼、三氟化氯、正辛烷、20% 氟氣/氮氣、四氫化鋇/氫氣、氫氣、氟化氫、三氟化銻、碘化銻、一氧化二氮、氮氣、一氧化氮、臭氧、TRANS-LC、四(甲基乙基氮)鎢等，其危害特性及危害警告訊息如表 2-6 所示。

表 2-5 薄膜製程化學品危害

名稱	危害警告訊息	毒化物	腐蝕	毒性	易燃	氧化性	加壓氣體	自反應	禁水性
AZ spinfil	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可能造成呼吸道刺激或者可能造成困倦或暈眩</li> <li>2. 易燃液體和蒸氣</li> <li>3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷</li> <li>4. 對水生生物有害</li> </ol>		★	★	★				
三氟化氯 ClF <sub>3</sub>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸</li> <li>2. 吸入致命</li> <li>3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷</li> </ol>		★	★			★		
乙炔 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸</li> <li>2. 可能對生育能力或對胎兒造成傷害</li> <li>3. 吞食可能有害</li> <li>4. 易燃液體和蒸氣</li> <li>5. 長期或重複暴露會對器官造成傷害</li> <li>6. 造成眼睛刺激</li> <li>7. 造成輕微皮膚刺激</li> <li>8. 極度易燃氣體</li> <li>9. 避免吸入、食入或皮膚直接接觸</li> </ol>		★	★	★		★		
氫氣 H <sub>2</sub>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸</li> <li>2. 極度易燃氣體</li> </ol>				★		★		
過氧化氫 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可能加劇燃燒；氧化劑</li> <li>2. 腐蝕金屬</li> <li>3. 吸入有害</li> <li>4. 長期或重複暴露可能對器官造成傷害</li> <li>5. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷</li> </ol>		★	★		★			
一氧化	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸</li> </ol>			★		★	★		

二氮 N <sub>2</sub> O	2. 可能造成呼吸道刺激或者可能造成困倦或暈眩 3. 可能導致或加劇燃燒；氧化劑								
氨氣 NH <sub>3</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 吸入有毒 3. 易燃氣體 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷 5. 對水生生物毒性非常大		★	★	★			★	
三氟化氮 NF <sub>3</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 可能導致或加劇燃燒；氧化劑 3. 吸入有害 4. 長期或重複暴露會對器官造成傷害 5. 造成眼睛刺激 6. 造成輕微皮膚刺激 7. 會對器官造成傷害		★	★			★	★	
臭氧 O <sub>3</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 可能導致或加劇燃燒；氧化劑 3. 吸入致命 4. 造成眼睛刺激 5. 對水生生物有害 6. 懷疑對生育能力或對胎兒造成傷害		★	★			★	★	
磷化氫 PH <sub>3</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 吸入致命 3. 極度易燃氣體 4. 避免吸入、食入或皮膚直接接觸	★		★	★			★	
丙烯 C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 極度易燃氣體				★			★	
二氯矽烷 SiH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 吸入致命 3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★	★			★	

	4. 極度易燃氣體								
四氫化矽 SiH <sub>4</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 造成眼睛刺激 3. 造成輕微皮膚刺激 4. 極度易燃氣體		★		★		★		
硼酸三乙酯 TEB	1. 吞食有害 2. 吸入有害 3. 高度易燃液體和蒸氣 4. 造成眼睛刺激		★	★	★				
四乙氧基矽烷 TEOS	1. 可能造成呼吸道刺激或者可能造成困倦或暈眩 2. 易燃液體和蒸氣 3. 造成眼睛刺激		★	★	★				
三乙基磷酸 TEPO	1. 吸入有害 2. 造成皮膚刺激 3. 造成眼睛刺激		★	★					
四氯化鈦 TiCl <sub>4</sub>	1. 吞食有害 2. 吸入致命 3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					
二甲基胺鈦 TDMAT	1. 造成嚴重皮膚灼傷和眼睛損傷 2. 造成嚴重眼睛損傷 3. 極度易燃液體和蒸氣 4. 遇水放出可能自燃的易燃氣體		★		★				★
六氟化鎢 WF <sub>6</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 皮膚接觸致命 3. 吸入致命 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★			★		

表 2-6 擴散製程化學品危害

名稱	危害警告訊息	毒化物	腐蝕	毒性	易燃	氧化性	加壓氣體	自反應	禁水性
----	--------	-----	----	----	----	-----	------	-----	-----

磷化氫 PH <sub>3</sub>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加壓氣體;遇熱可能爆炸</li> <li>2. 吸入致命</li> <li>3. 極度易燃氣體</li> <li>4. 避免吸入、食入或皮膚直接接觸</li> </ol>	★		★	★		★		
三甲基 化鋁 TMA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 遇水放出可能自燃的易燃氣體</li> <li>2. 暴露在空氣中會自燃</li> </ol>							★	★
砷化氫 AsH <sub>3</sub>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可能致癌</li> <li>2. 吸入致命</li> <li>3. 長期或重複暴露會對器官造成傷害</li> <li>4. 會對器官造成傷害</li> <li>5. 極度易燃氣體</li> <li>6. 對水生生物毒性非常大並具有長期持續影響</li> </ol>			★	★				
三氯化硼 BCl <sub>3</sub>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加壓氣體;遇熱可能爆炸</li> <li>2. 吸入有毒</li> <li>3. 造成嚴重皮膚灼傷和眼睛損傷</li> <li>4. 造成嚴重眼睛損傷</li> </ol>		★	★			★		
三氟化硼 BF <sub>3</sub>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加壓氣體;遇熱可能爆炸</li> <li>2. 吸入致命</li> <li>3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷</li> <li>4. 會對器官造成傷害</li> <li>5. 避免吸入、食入或皮膚直接接觸</li> </ol>	★	★	★			★		
三氟化氯 (ClF <sub>3</sub> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加壓氣體;遇熱可能爆炸</li> <li>2. 吸入致命</li> <li>3. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷</li> </ol>		★	★			★		
正辛烷 C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 吞食並進入呼吸道可能致命</li> <li>2. 高度易燃液體和蒸氣</li> <li>3. 造成皮膚刺激</li> <li>4. 造成眼睛刺激</li> <li>5. 會對器官造成傷害</li> </ol>		★	★	★				

	6. 對水生生物毒性非常大								
20% 氟氣/氮氣 F <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	1. 加壓氣體;遇熱可能爆炸 2. 可能導致或加劇燃燒;氧化劑 3. 吸入致命 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷 5. 避免吸入、食入或皮膚直接接觸	★	★	★		★	★		
四氫化鋇/氫氣 GeH <sub>4</sub> /H <sub>2</sub>	1. 加壓氣體;遇熱可能爆炸 2. 吸入致命 3. 極度易燃氣體			★	★		★		
氫氣 H <sub>2</sub>	1. 加壓氣體;遇熱可能爆炸 2. 極度易燃氣體				★		★		
氟化氫 HF	1. 腐蝕金屬 2. 吸入致命 3. 長期或重複暴露會對器官造成傷害 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★					
三氟化銦 InF <sub>3</sub>	1. 長期或重複暴露會對器官造成傷害			★					
碘化銦 InI	1. 長期或重複暴露會對器官造成傷害			★					
一氧化二氮 N <sub>2</sub> O	1. 加壓氣體;遇熱可能爆炸 2. 可能造成呼吸道刺激或者可能造成困倦或暈眩 3. 可能導致或加劇燃燒;氧化劑			★		★	★		
氨氣 NH <sub>3</sub>	1. 加壓氣體;遇熱可能爆炸 2. 吸入有毒 3. 易燃氣體 4. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷 5. 對水生生物毒性非常大		★	★	★		★		
一氧化氮	1. 加壓氣體;遇熱可能爆炸 2. 可能導致或加劇燃燒;氧		★	★		★	★		

NO	化劑 3. 吸入致命 4. 長期或重複暴露會對器官造成傷害 5. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷								
臭氣 O <sub>3</sub>	1. 加壓氣體；遇熱可能爆炸 2. 可能導致或加劇燃燒；氧化劑 3. 吸入致命 4. 造成眼睛刺激 5. 對水生生物有害 6. 懷疑對生育能力或對胎兒造成傷害		★	★		★	★		
TRANS-LC 反 1,2-二氯乙 烯	1. 可能對水生生物產生長期持續的有害影響 2. 高度易燃液體和蒸氣 3. 對水生生物有害	★		★	★				
四(甲基 乙基氮) 鎘 TEMAZ	1. 可能會對器官造成傷害 2. 可能腐蝕金屬 3. 吞食有毒 4. 長期或重複暴露可能對器官造成傷害 5. 高度易燃液體和蒸氣 6. 造成嚴重皮膚灼傷和嚴重眼睛損傷		★	★	★				

## 第三章 半導體廠應變組織

### 3.1 廠區緊急應變組織及運作

緊急應變為工廠保護層的最後一道防線，目的為使廠區於緊急狀況發生時，能以正確而有效的應變處理程序，將意外事故所引發之人員傷害、財產損失及對環境造成的衝擊，減低至最低程度。所以當廠區遭遇到緊急事件時，如果有緊急應變組織迅速且有效的處理，可以減低災害所造成的影響；緊急應變處理程序適用範圍包括：人員受傷、火災、化學品洩漏、有害氣體洩漏、因防治設備發生異常，造成異常污染排放行為，且影響附近人、事、物以及因為停電、颱風、地震等天然災害，所導致上述事件。

### 3.2 法源依據

現行國內相關法規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，責其製定消防防護計畫，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，各管理權人應協議製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[18]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[19]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. 毒性化學物質危害預防及應變計畫作業辦法第二條：

第一類至第三類毒性化學物質運作人除輸出、廢棄者外（以下簡稱運作人），其運作總量達大量運作基準，應於申請毒性化學物質許可證或登記文件前，檢具危害預防及應變計畫，報請直轄市、縣（市）主管機關備查。第一類至第三類毒性化學物質所有人，自行或委託他人運送毒性化學物質符合毒性化學物質運送管理辦法第二條規定者，應檢具運送之危害預防及應變計畫，報請直轄市、縣（市）主管機關備查。

5. 民防法[20]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。

6. 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。

7. 特定化學物質危害預防標準[21]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。

### 3.3 廠區緊急應變組織

半導體廠編制緊急應變組織 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。組織編制包含指揮官、幕僚、搶救組、急救組及安全管制組；運作時指揮官進駐應變指揮中心，依災害類型召集各組成員，集結在指定集合地點，再進行各組緊急應變作業，並隨發生時間與規模區分成不同階段之指揮系統。緊急應變編制之各組成員由廠區內主管或相關工程師擔任，並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，透過預警及無預警方式進行演習，以提升整體應變能力與熟練救災技能。各類事故依其嚴重程度可區分為下列三種等級：

- 第一階段事故：事故部門或權責部門可以獨力控制之事件。
- 第二階段事故：須動員區域緊急應變小組人員協助才得以控制之事件。
- 第三階段事故：須動員廠外緊急救助單位協助支援之事件。

廠區緊急應變組織架構：如圖 3-1。

1. 總指揮中心：

總指揮中心由總經理、財務、公關、廠務、總務、風險管理處等幕僚人員所組成，指揮中心位置建議設於各廠區監控中心，若指揮中心因事故擴大有危險之虞時，應予撤離至其他安全地點成立臨時指揮中心。  
職掌：

- (1) 管控災害流程。
- (2) 主管機關、媒體接待及發佈新聞稿。
- (3) 通知保險公司。
- (4) 評估後續影響及損失。
- (5) 提供董事會相關資訊。
- (6) 聯絡、協調內外部救援單位進行救災。

2. 行政支援組：

行政支援組由廠務工程部、風險管理處及總務部之人員所組成。  
職掌：

(1) 各廠廠務工程部

- A. 電力/空調遮斷。
- B. 緊急電源提供。
- C. 氣體/化學品供應管線遮斷。
- D. 提供廠區各類管線 layout 圖。

(2) 風險管理處：

- A. 工安救災設備之提供。
- B. 廠區外圍之人、車交通管制。
- C. 協助受傷人員之救傷處理。
- D. 外部單位之連絡及通報。
- E. 引導友廠及其他廠區支援器材及人員。
- F. 協助災後廢棄物處理。
- G. 協助災後復原清理。

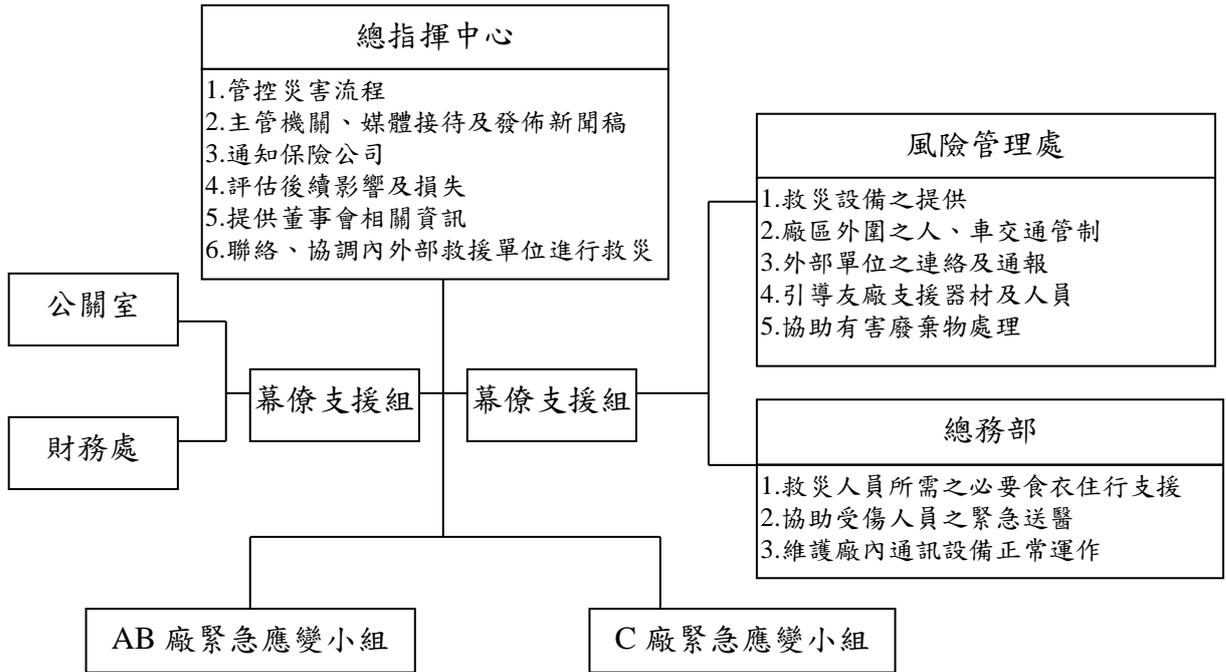


圖 3-1 廠區緊急應變組織圖



(3) 總務部：

- A. 救災人員所需之必要食、衣、住、行支援。
- B. 協助受傷人員之緊急送醫。
- C. 維護廠內通訊設備正常運作。

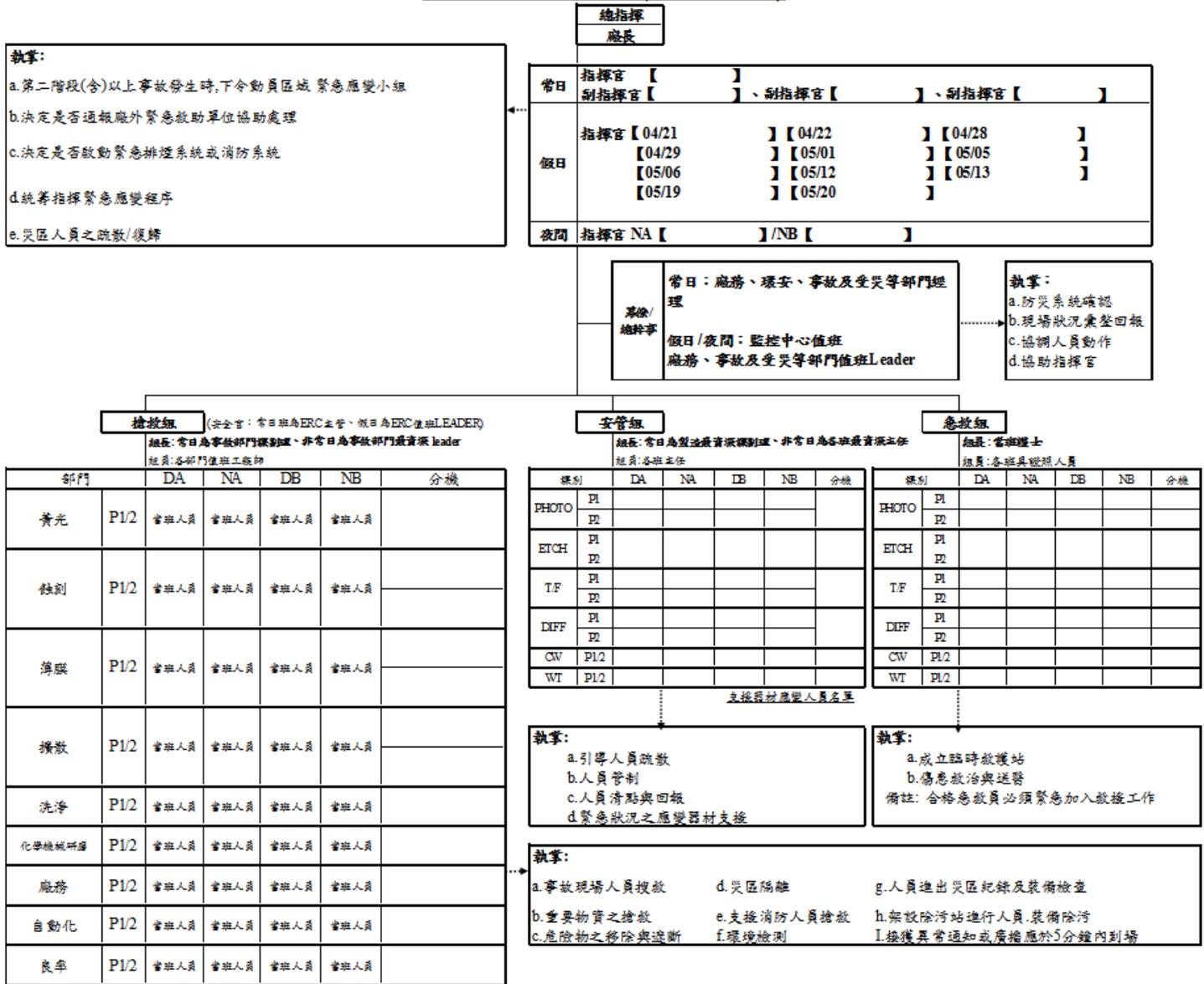
### 3.4 區域緊急應變小組

為應變第二階段(含)以上事故，該半導體廠於總指揮中心下，除設有行政支援組外，並於各廠區設置區域緊急應變小組。各區域緊急應變小組編制如下，成員至少每月定期修訂其成員名單，如表 3-1。區域緊急應變小組架構，如圖 3-2。區域緊急應變小組責任區域，如圖 3-3、3-4。

1. 指揮中心：設指揮官、副指揮官各 1 人，參謀(幕僚)數人。區域緊急應變小組動員後，依事故實際狀況，將緊急應變小組之指揮中心設立於廠務監控室或監控中心；若原指揮中心因事故擴大有危險之虞時，應予撤離至其他安全地點成立臨時指揮中心。指揮中心或臨時指揮中心應備有下列資料或設備：廠區災變緊急應變辦法、廠區配置圖及鄰近地區地圖、消防系統配置圖、廠區各類管線配置圖、通風/緊急排煙系統配置圖、廠內各區緊急應變小組人員名單、物質安全資料表(MSDS)、緊急應變器材清單、廠內/外緊急連絡通訊設備、廠外緊急救助單位電話清單，如圖 3-5。
2. 搶救組：設組長、副組長各 1 人，組員數人。  
執掌：
  - (1) 事故現場人員搜救。
  - (2) 事故現場之搶救與圍堵。
  - (3) 危險物之移除與遮斷。
  - (4) 重要物資之搶救。
  - (5) 支援消防人員搶救。
  - (6) 環境檢測。
3. 急救組：設組長、副組長各 1 人，組員數人。  
執掌：
  - (1) 成立臨時救護站。
  - (2) 傷患救治與送醫。

表 3-1 區域緊急應變小組編制表

101年緊急應變小組(04/21~05/20)



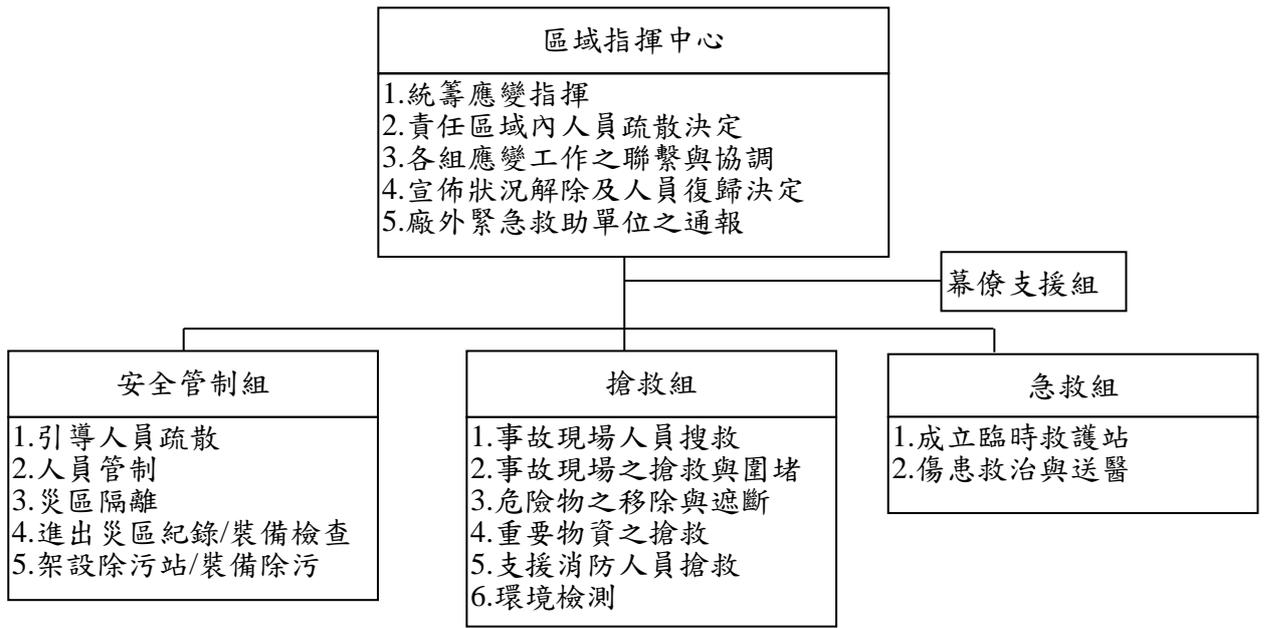


圖 3-2 區域緊急應變小組組織圖



圖 3-3 區域緊急應變小組責任區域圖(A、B 廠)

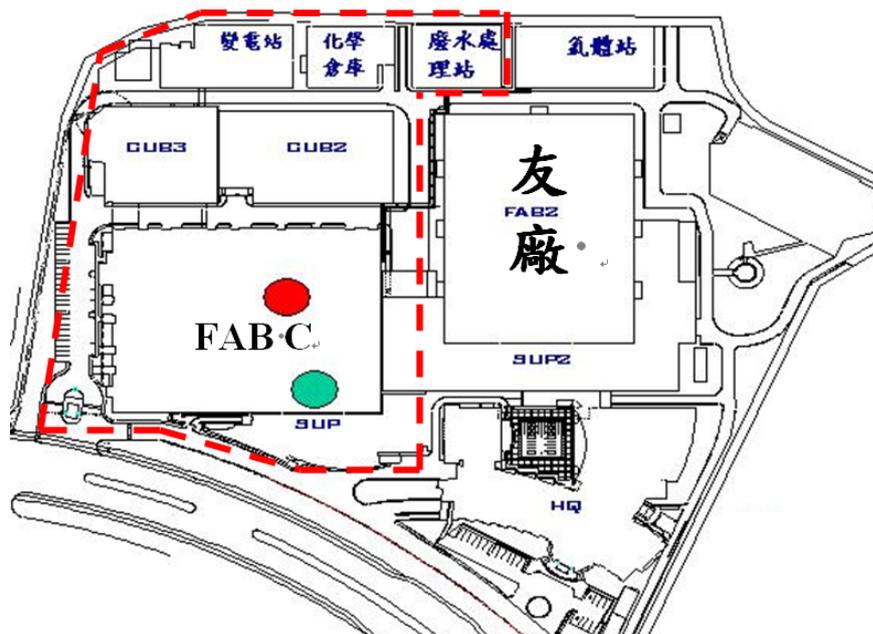


圖 3-4 區域緊急應變小組責任區域圖(C 廠)

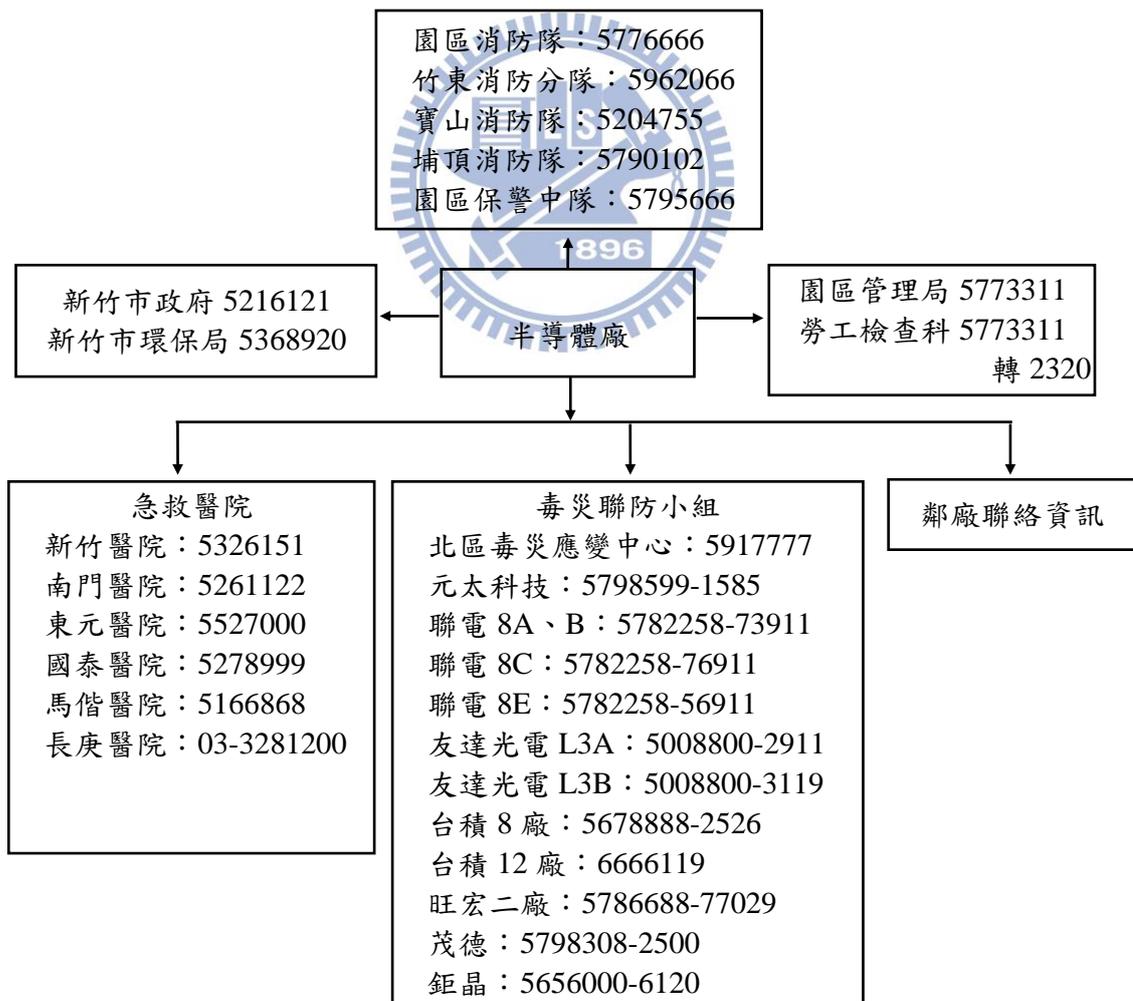


圖 3-5 緊急救助服務單位電話

4. 安全管制組：設組長、副組長各 1 人，組員數人。  
執掌：
  - (1) 引導人員疏散。
  - (2) 人員管制。
  - (3) 災區隔離。
  - (4) 搶救人員進出災區紀錄及裝備檢查。
  - (5) 架設除污站協助搶救人員及裝備除污。
5. 參謀(幕僚)及各組組員之人數依各區域緊急應變小組責任區域之規模及性質決定。

### 3.5 區域緊急應變小組組長權責

1. 指揮官/副指揮官：
  - (1) 第二階段(含)以上事故發生時，下令動員區域緊急應變小組。
  - (2) 決定是否通報廠外緊急救助單位協助處理。
  - (3) 決定是否啟動緊急排煙系統或消防系統。
  - (4) 統籌指揮緊急應變程序。
  - (5) 災區人員之疏散、復歸，事故狀況解除之決策。
2. 參謀(幕僚)：
  - (1) 協助統籌應變指揮。
  - (2) 提供應變資訊供指揮官決策。
  - (3) 各組間應變工作之聯繫與協調。
  - (4) 廠外緊急救助單位之聯絡、通報。
3. 搶救組組長/副組長：
  - (1) 搶救工作之指揮調度。
  - (2) 搶救組組員之救災安全。
4. 急救組組長/副組長：
  - (1) 急救工作之指揮調度。
  - (2) 廠外醫療單位之通報。
5. 安全管制組組長/副組長：
  - (1) 人員疏散及管制調度。
  - (2) 向指揮中心回報人員清查狀況。
  - (3) 緊急狀況之應變器材支援。

(4) 選定除污站架設地點。

6. 安全官：

(1) 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。

7. 現場救災指揮官：

(1) 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。

### 3.6 緊急事故通報

廠內人員(含承攬商)均應熟記專線號碼及緊急應變啟動人員及組織，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。事故種類包含人員受傷、火災、化學品洩漏、氣體洩漏、停電、因防治設備發生異常，造成異常污染排放行為，且影響附近人、事、物以及颱風、地震等天然災害所導致上述災害發生時，事故現場人員或目擊者應依部門通報程序通報至廠區監控中心，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. 通報人單位、姓名、分機。
2. 事故發生時間。
3. 事故發生地點。
4. 事故狀況描述(事故類別)。
5. 需要之協助。

承攬商於廠內發現事故時，應立即通報承攬商工安或直接聯絡負責工程師，而員工發現或收到承攬商通報事故時，應立即通知部門主管、權責部門人員及各廠區監控中心，監控中心再將狀況回報 ERT 權責主管並依實際狀況請求保健中心、廠務部或其他部門協助。詳細通報程序如圖 3-6~圖 3-12 所示。若事故影響範圍擴及廠區外或發生異常污染排放行為時，依法必須報備主管機關。

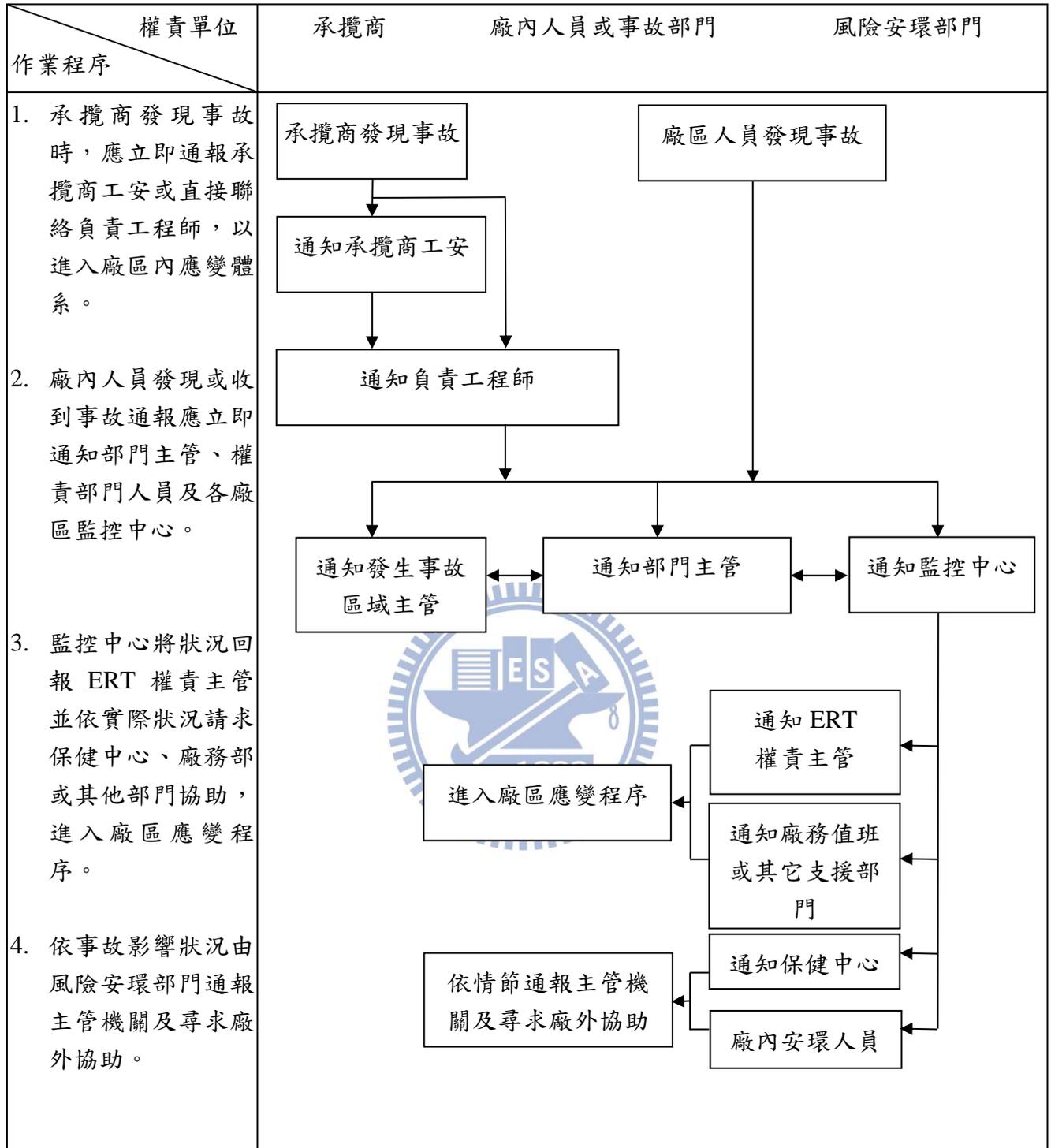


圖 3-6 異常事故通報流程圖

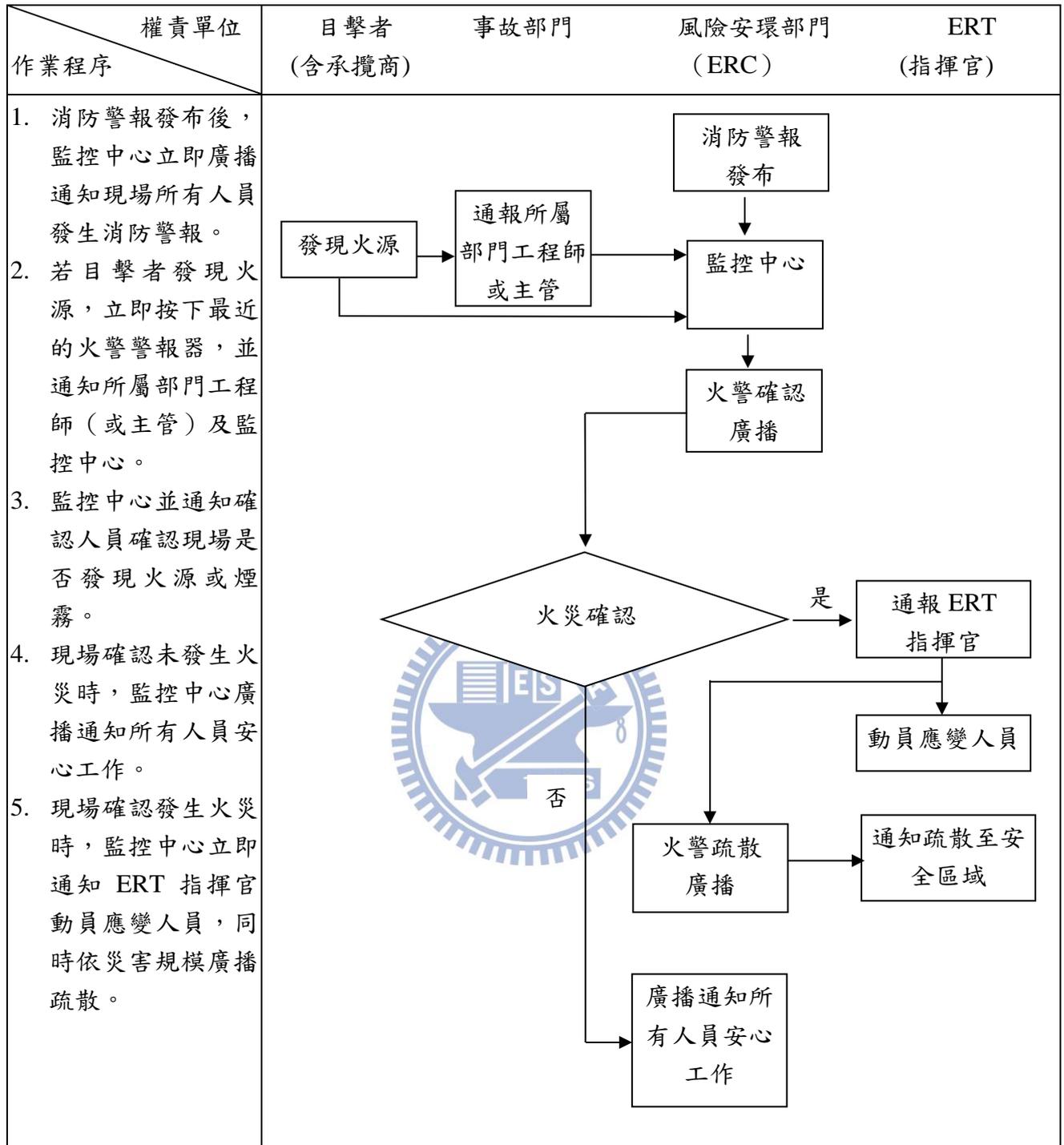


圖 3-7 火災及消防警報通報流程圖

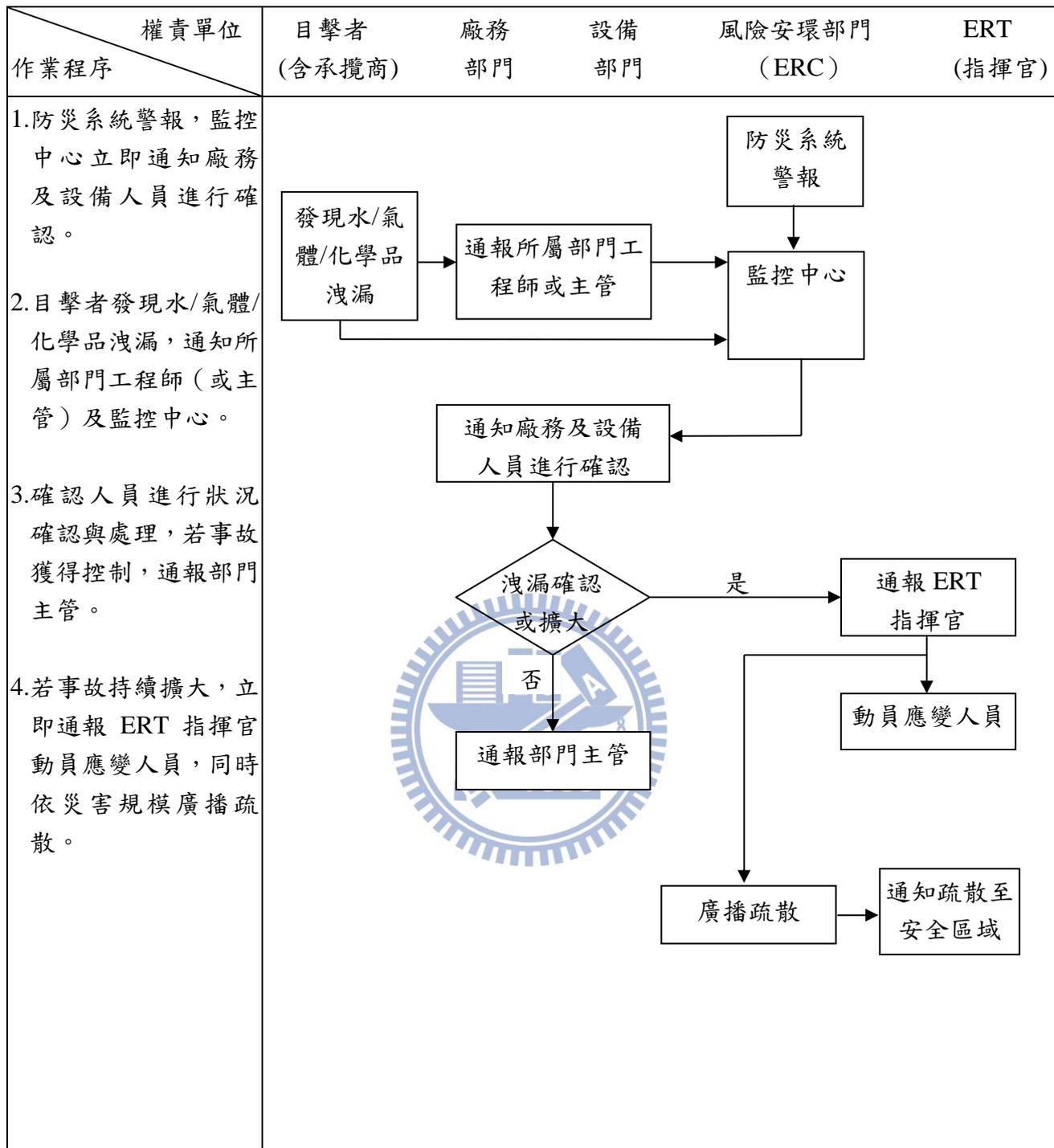


圖 3-8 水/氣體/化學品洩漏通報流程圖

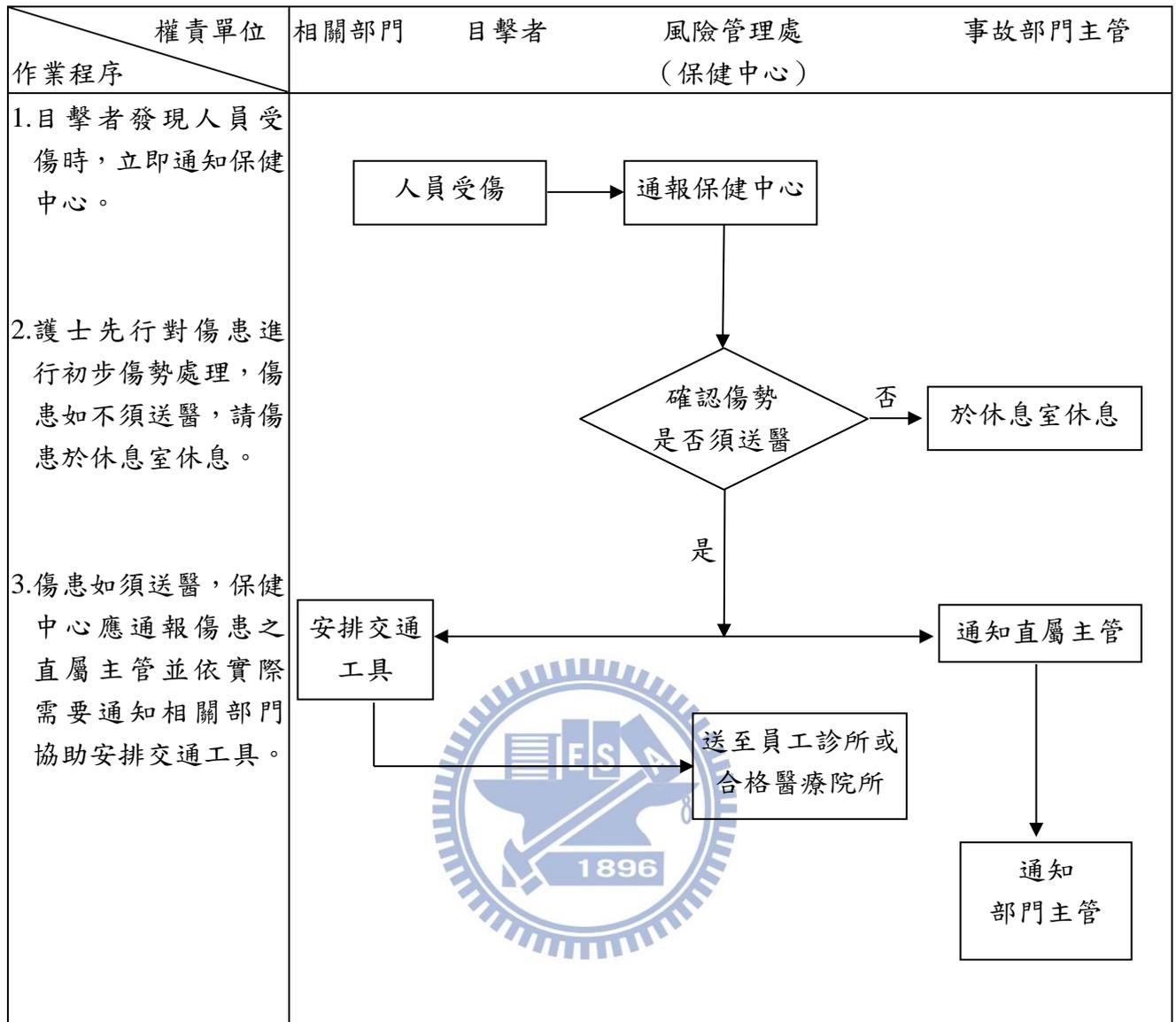


圖 3-9 人員受傷通報流程圖

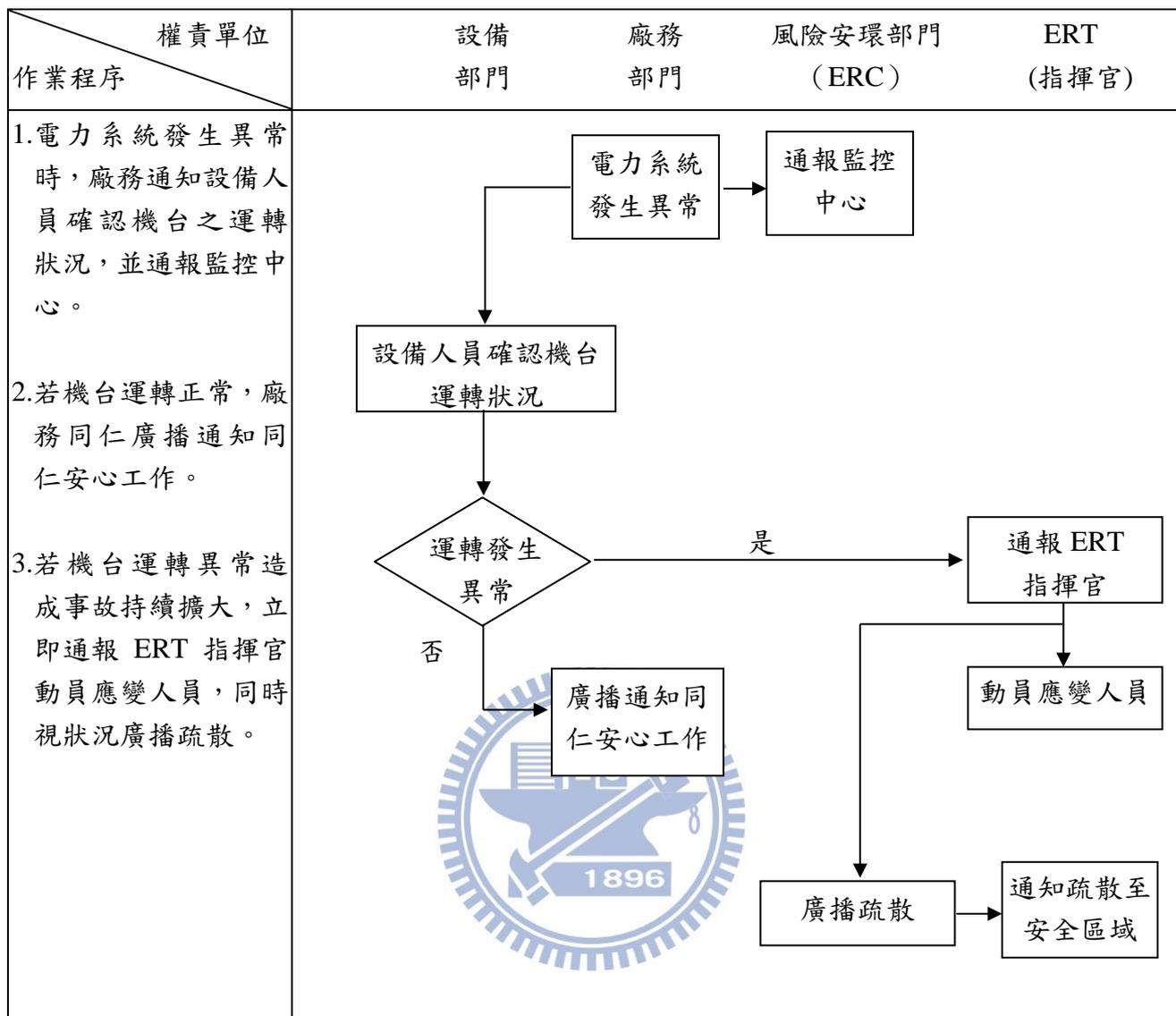


圖 3-10 停電/壓降通報流程圖

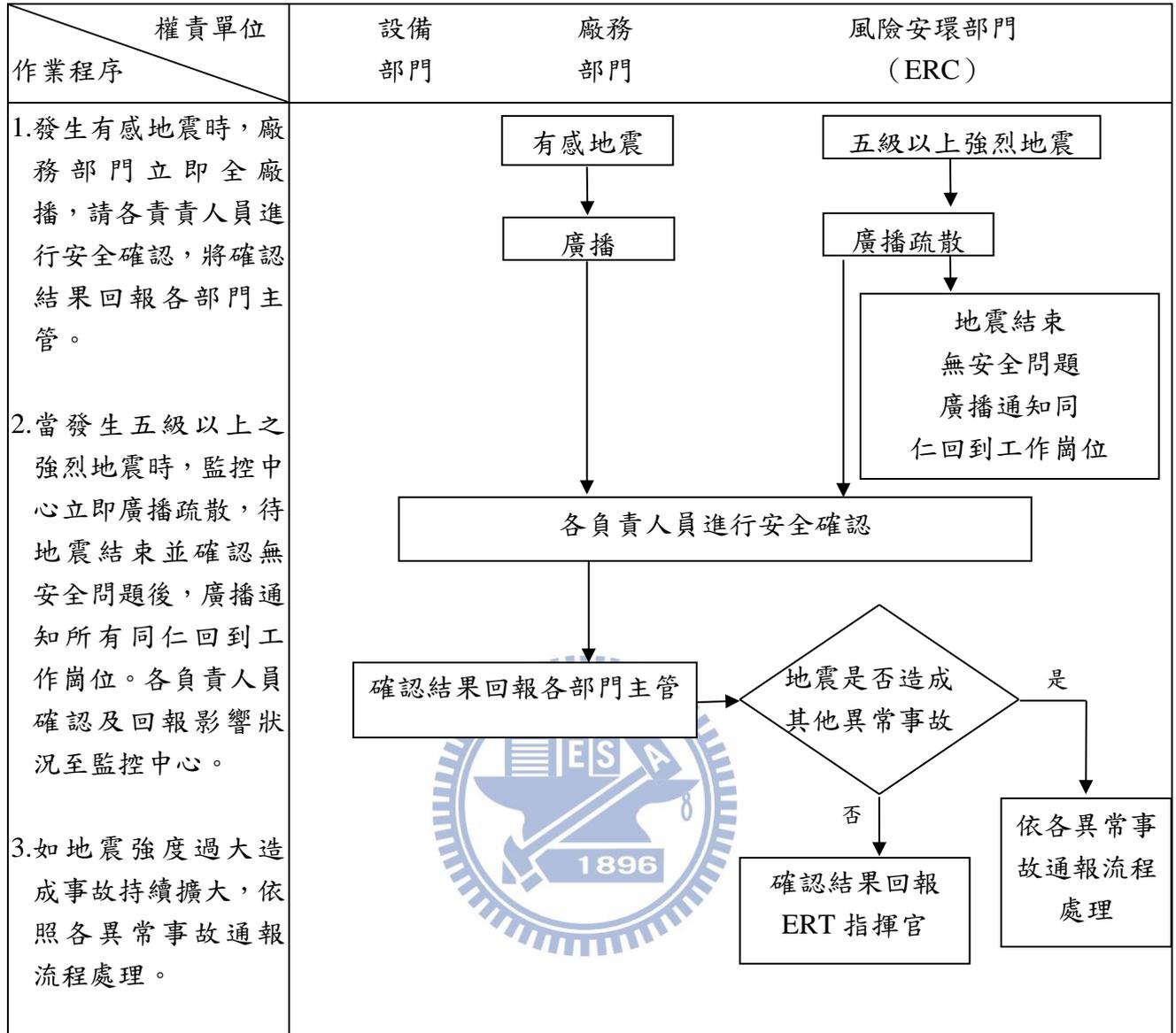


圖 3-11 地震通報流程圖

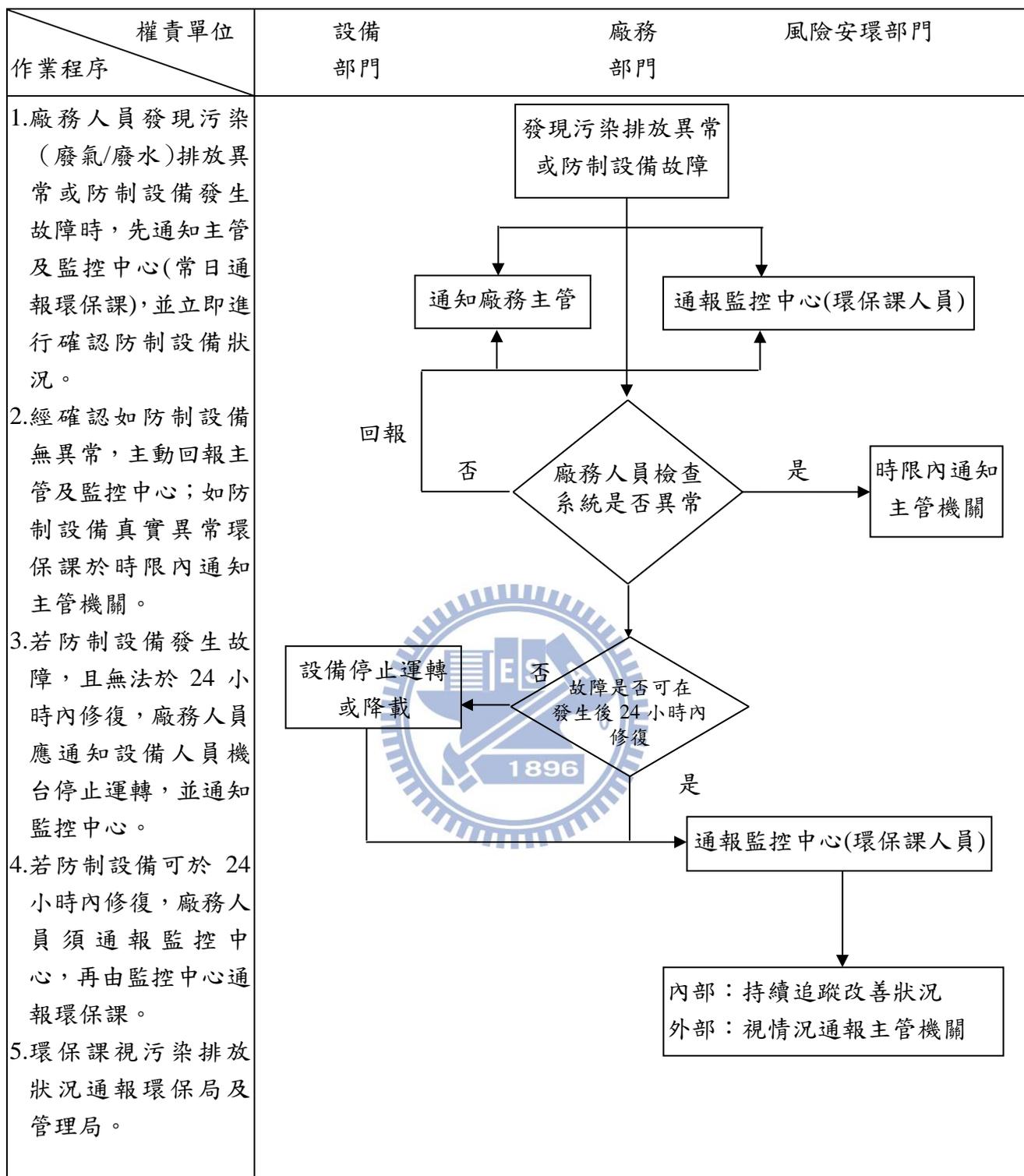


圖 3-12 污染防制設備故障/污染物異常大量排放通報流程圖

### 3.7 緊急應變動員

區域緊急應變小組指揮官決定動員該區緊急應變小組時，應立即通知監控中心，使用全廠緊急廣播系統下令動員；緊急應變小組成員於接獲緊急動員通知時，應立即暫停手邊工作至指定地點集合；若有必要時，指揮官可通知其他區域緊急應變小組指揮官動員協助處理。當災害演變至第三階段事故時，應變總指揮權待廠外緊急救助單位成立指揮中心後，交由廠外應變指揮官，但本廠人員之調度仍由區域緊急應變小組指揮官負責。

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，應迅速通知應變中心並廣播成立緊急應變小組，如果事故發生在廠務棟區域，則就近以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，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。如果事故發生在無塵室廠房區域，另設有緊急應變中心 (Emergency Response Center)，當發生事故時，由緊急應變專責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。動員全場成立 ERT 時，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，風險安還部人員為指揮官幕僚，ERC 人員為事故現場安全官。

### 3.8 各類異常事故緊急應變處理流程

廠內發生異常事故時，各類事故依其嚴重程度可區分為下列三種等級。第一階段事故：事故部門或權責部門可以獨力控制者。第二階段事故：須動員區域緊急應變小組人員協助才得以控制者。第三階段事故：須動員廠外緊急救助單位協助支援者。火災、化學品洩漏、氣體洩漏、停電、壓降等各類異常事故緊急應變處理流程，如圖 3-13~圖 3-21 所示。

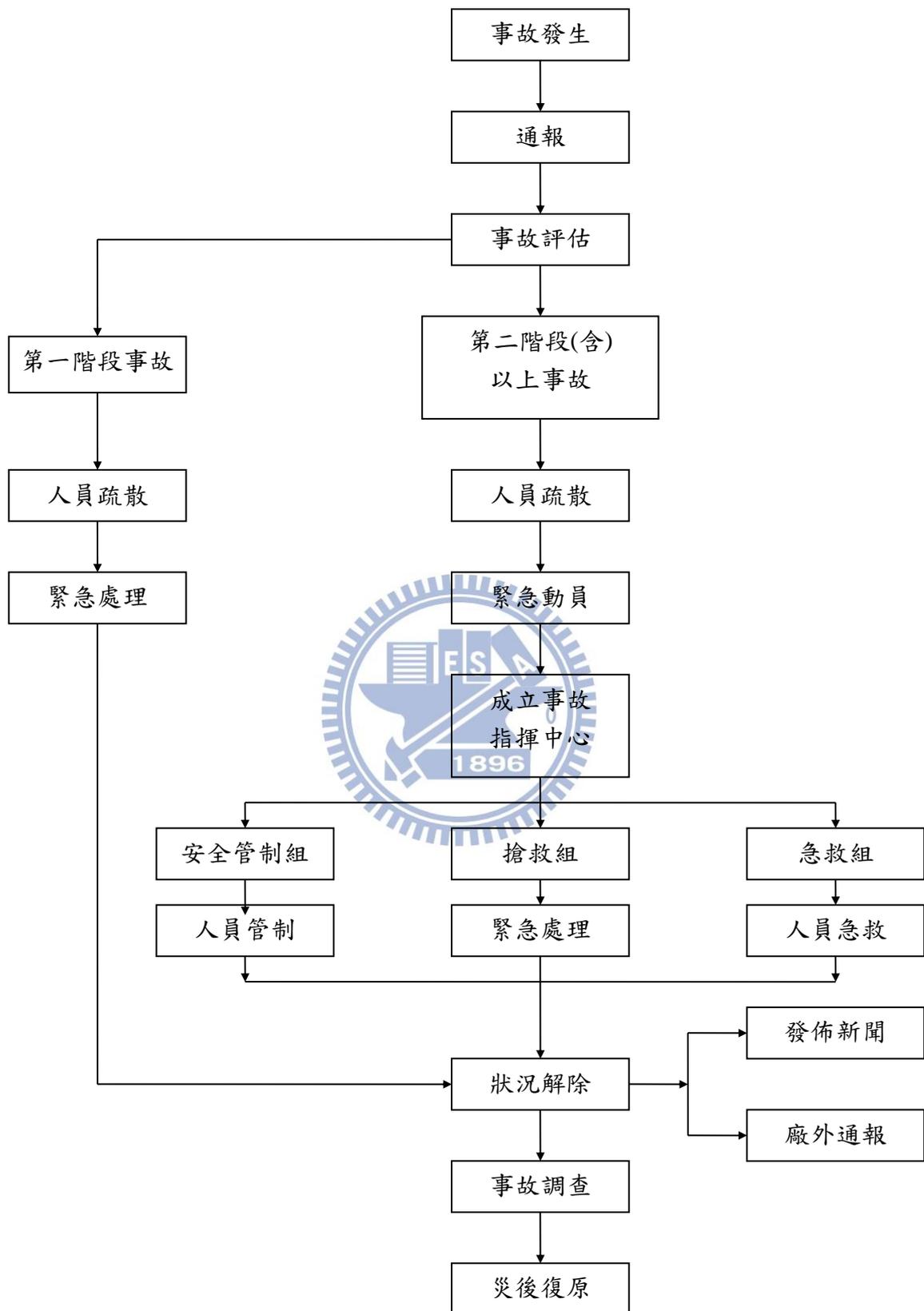


圖 3-13 事故緊急應變處理一般流程

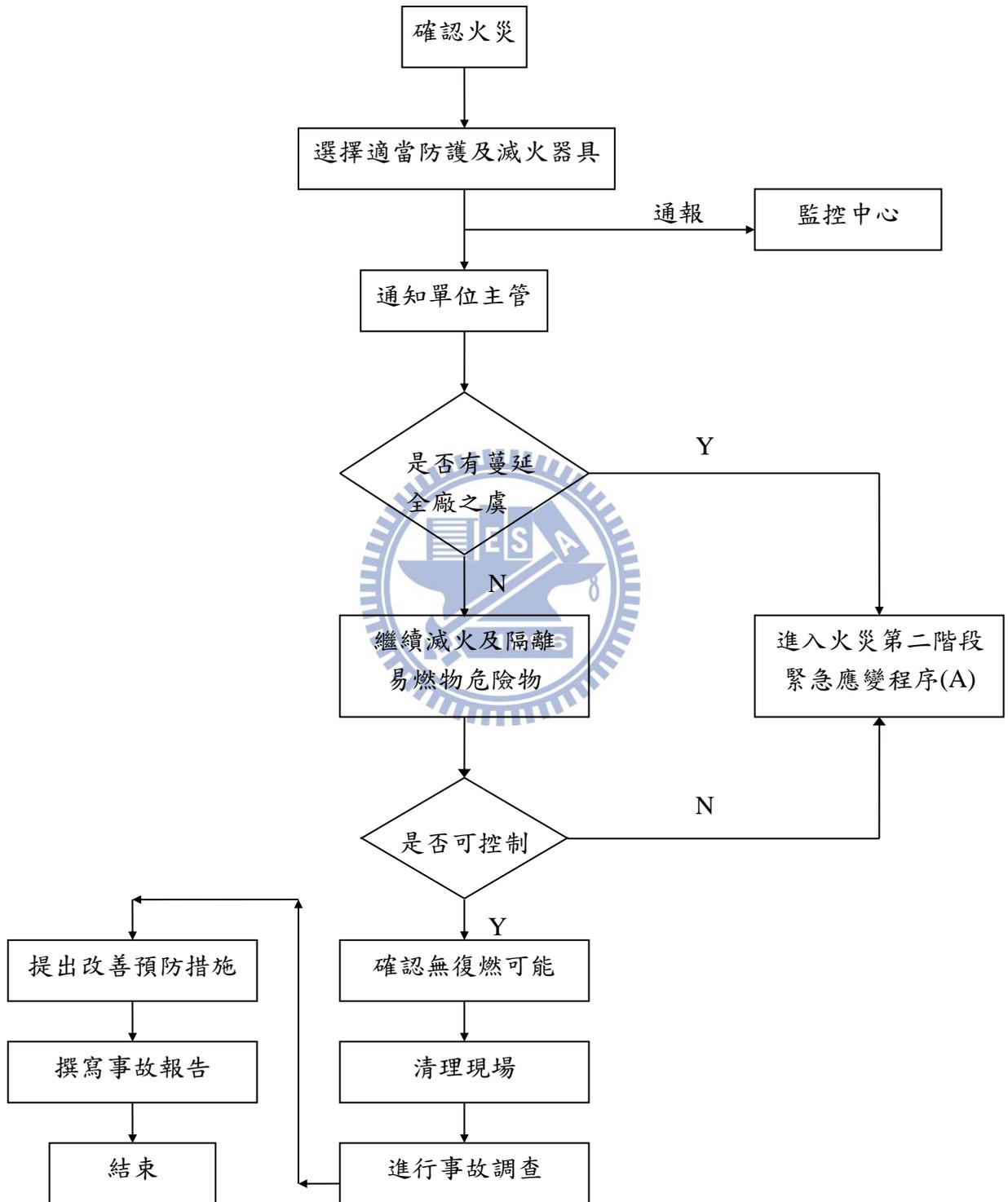


圖 3-14 火災緊急應變處理流程(第一階段)

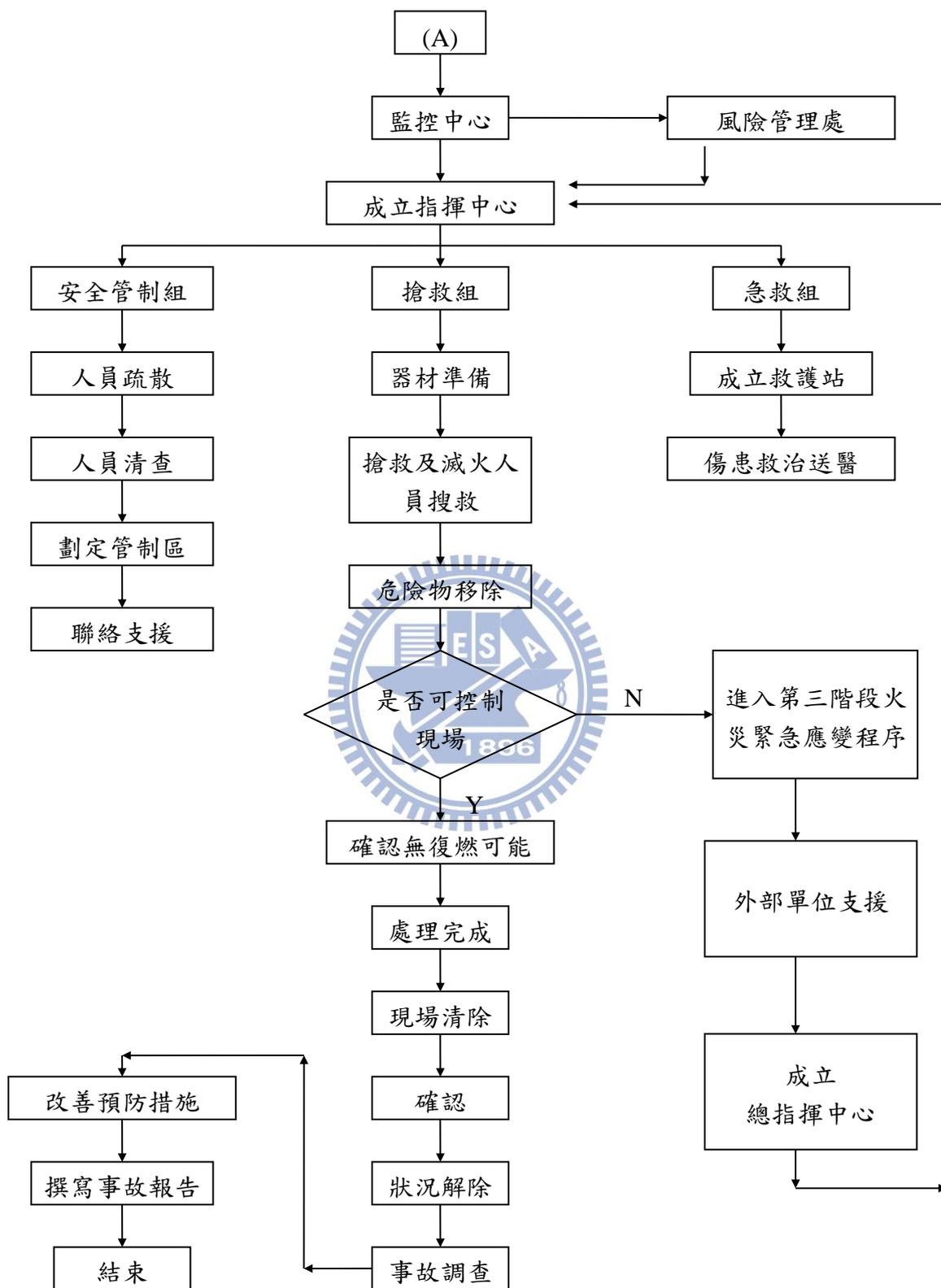


圖 3-15 火災緊急應變處理流程(第二階段)

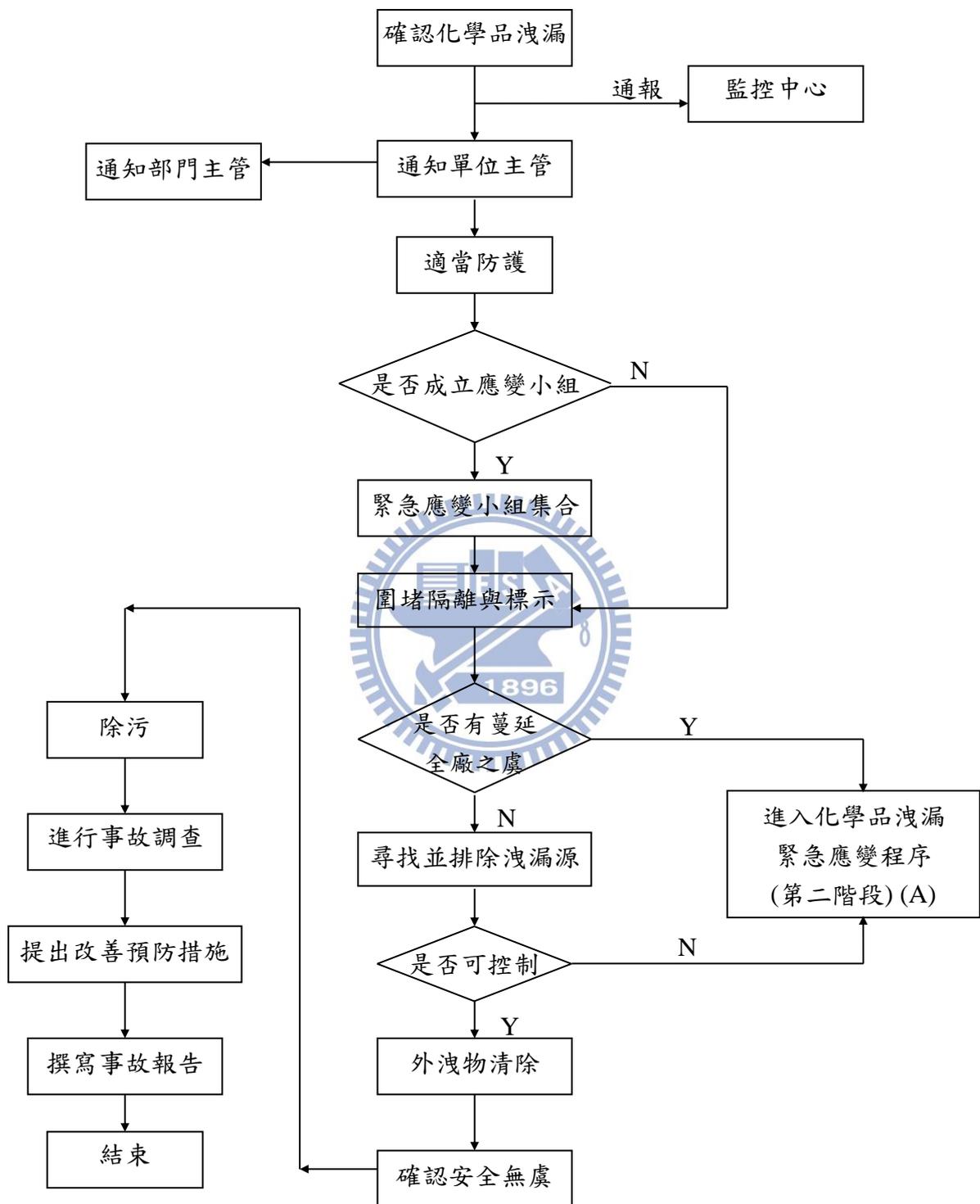


圖 3-16 化學品洩漏緊急應變處理流程(第一階段)

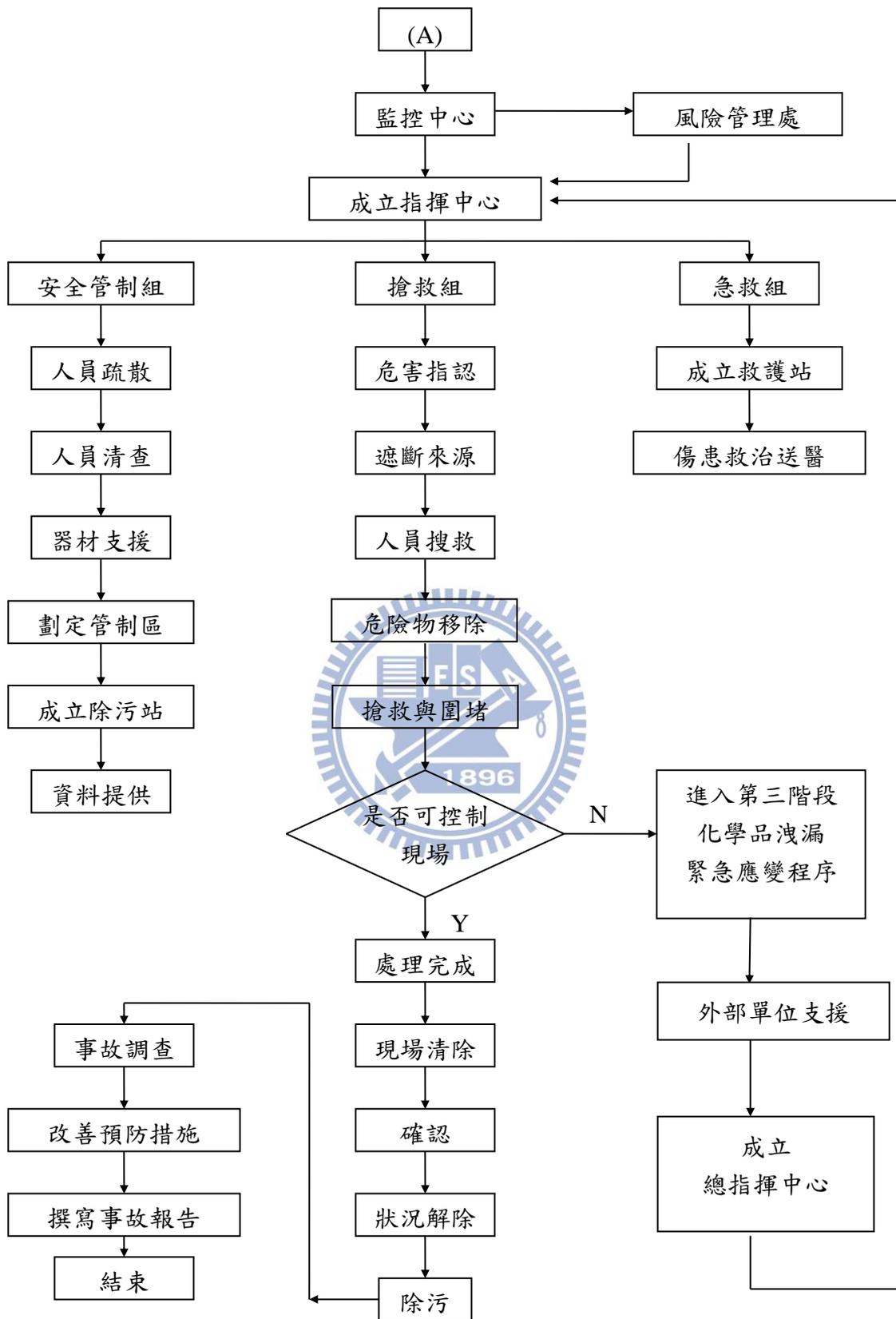


圖 3-17 化學品洩漏緊急應變處理流程(第二階段)

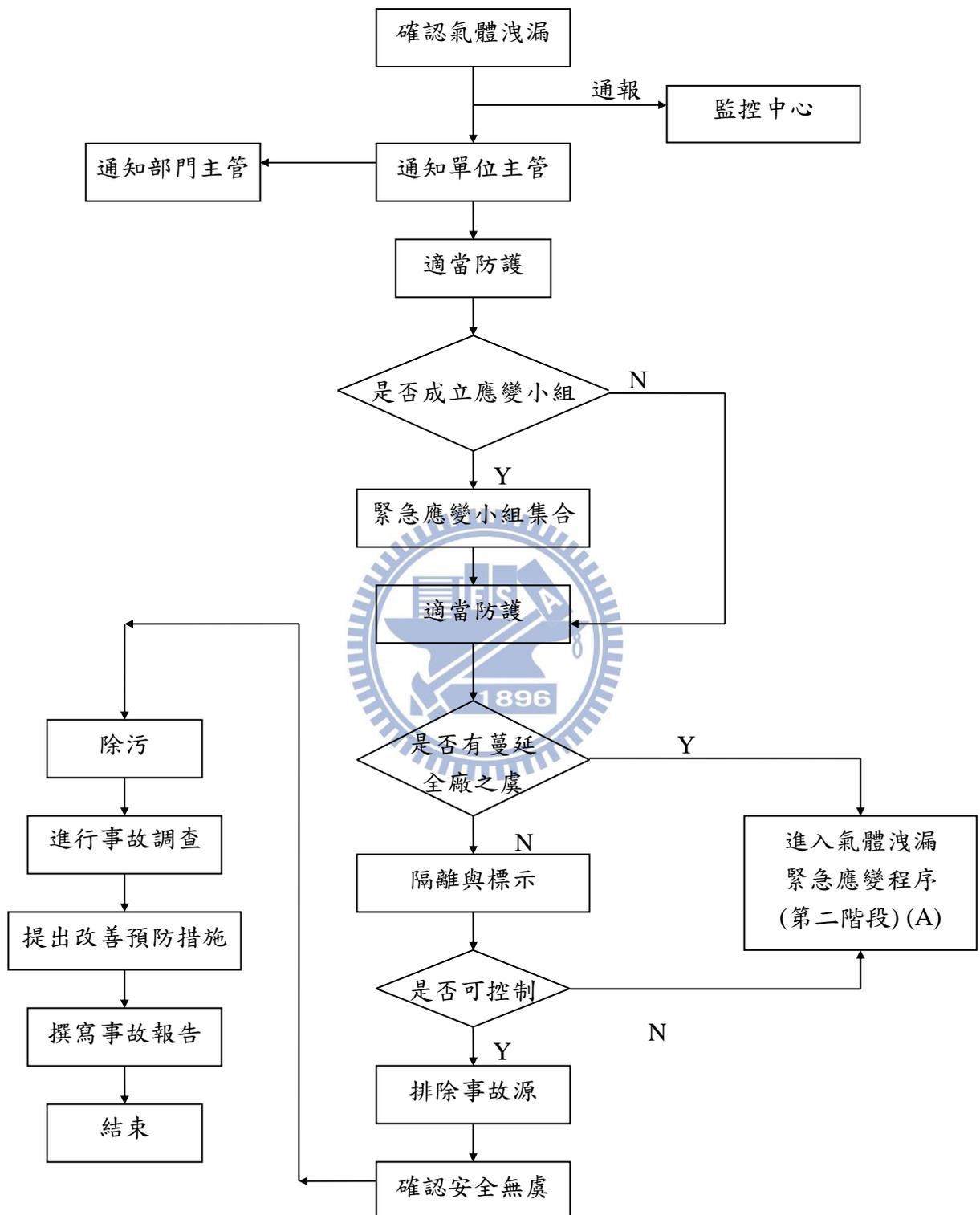


圖 3-18 氣體洩漏緊急應變處理流程(第一階段)

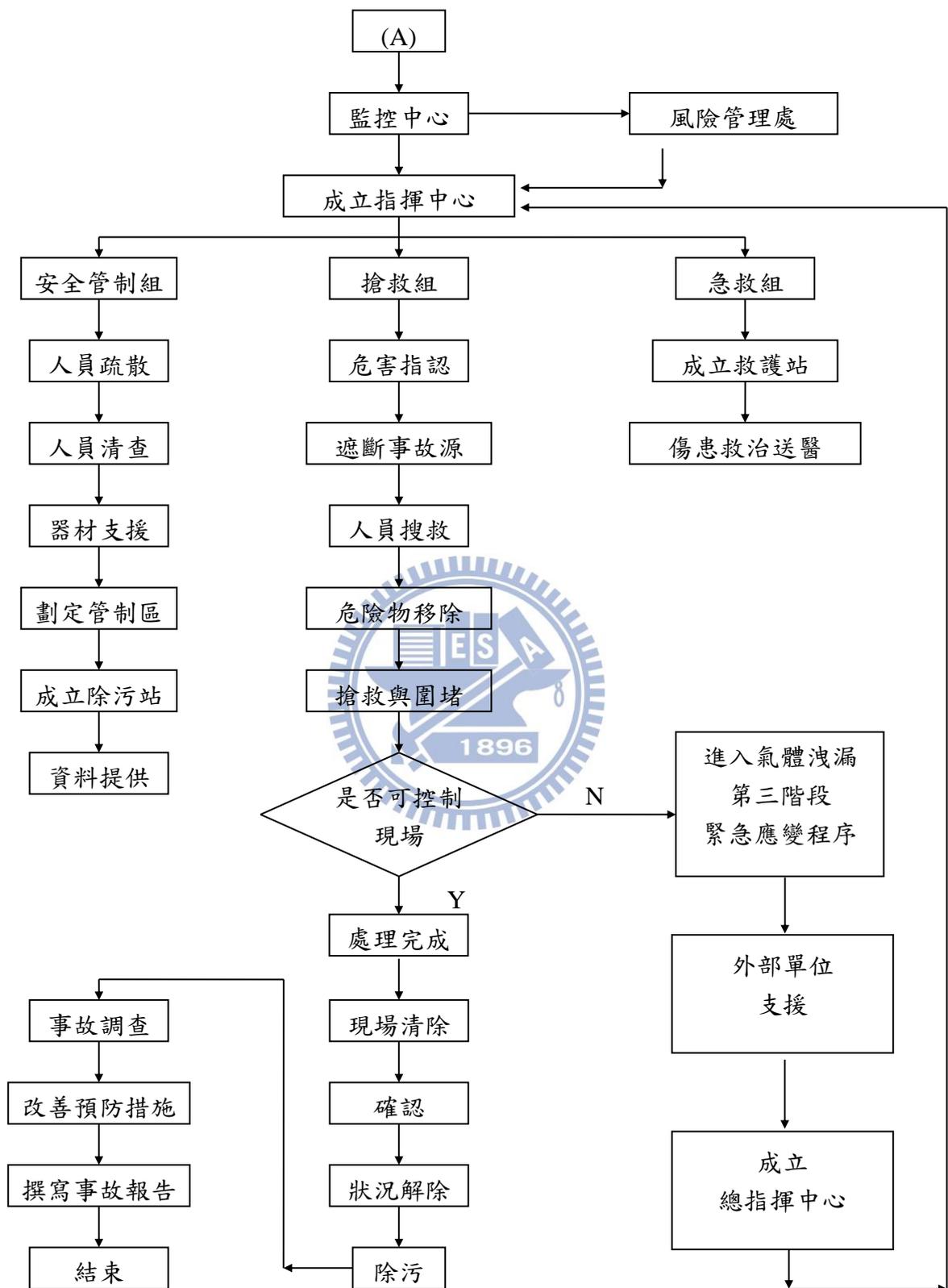


圖 3-19 氣體洩漏緊急應變處理流程(第二階段)

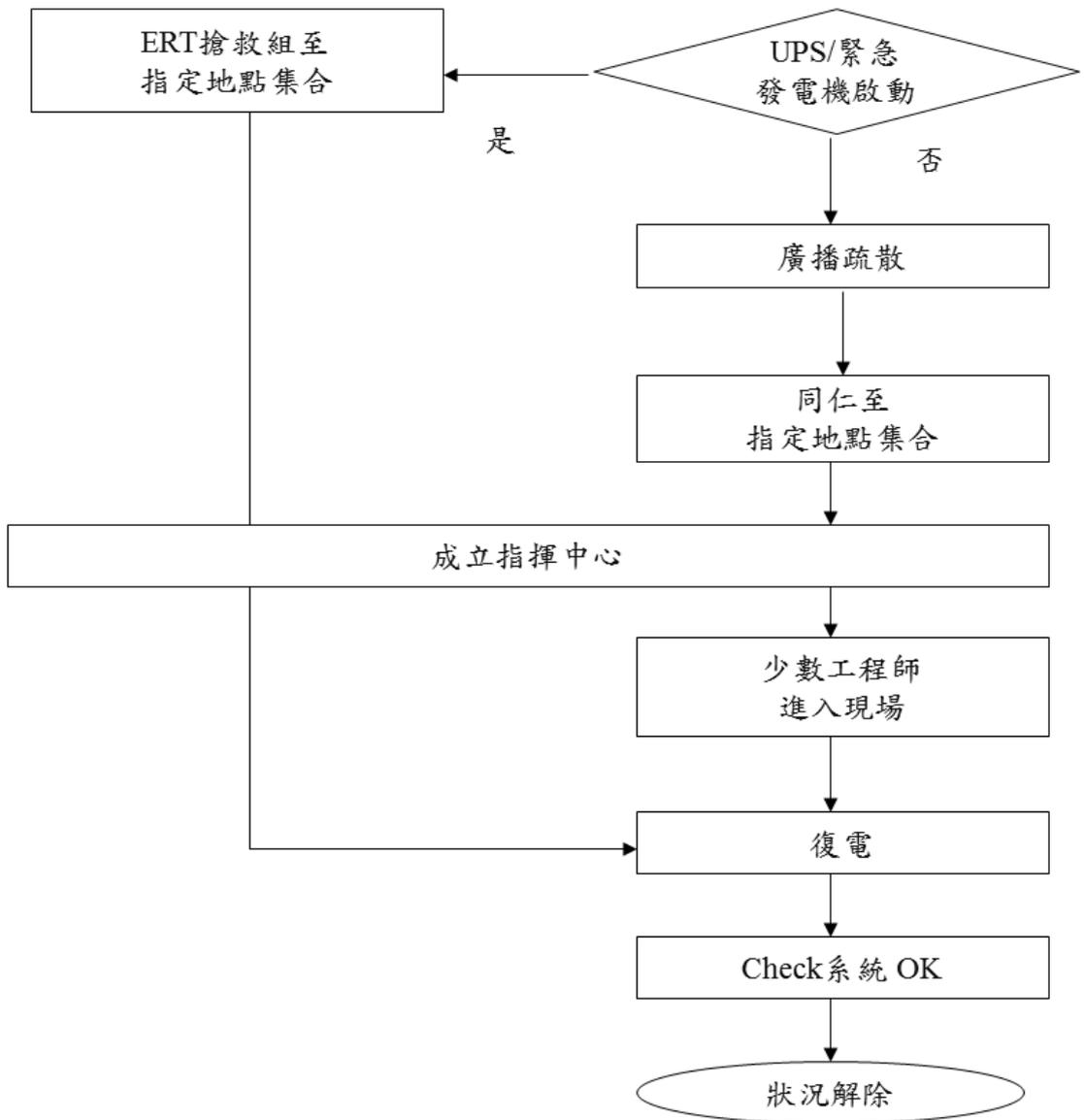


圖 3-20 停電/壓降應變處理流程

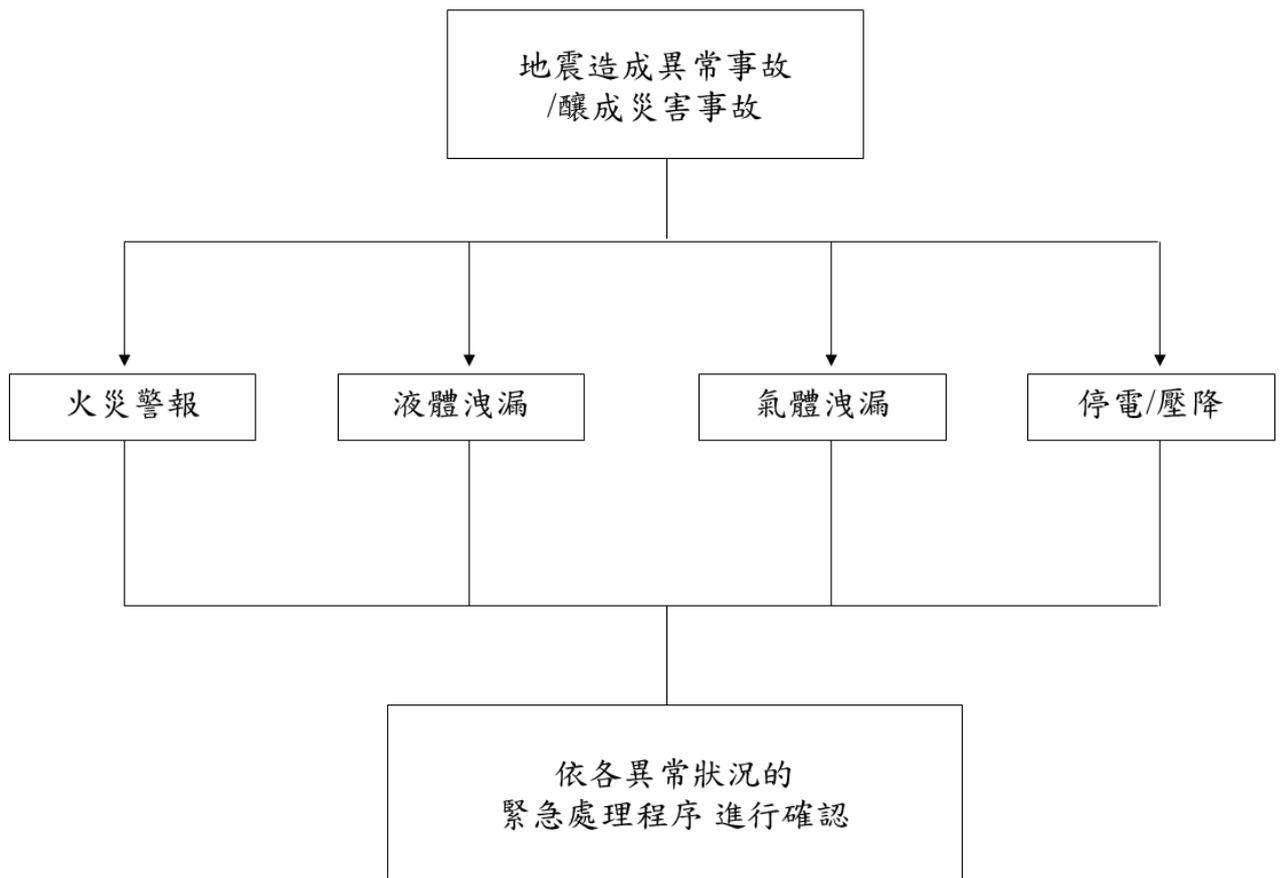


圖 3-21 地震應變處理流程

### 3.9 緊急疏散

當異常事故發生，可能導致人員身體不適、疾病、傷害、殘廢或死亡時，指揮官或其代理人決定事故管制區域範圍，並對可能造成影響之區域人員進行疏散及管制(含來賓、訪客及承攬商)。在人員管制方面，當發生事故時，為避免非救災人員誤進入災區而導致人員受到傷害，由區域緊急應變小組安全管制組負責災區管制工作；除緊急應變小組人員外，非經指揮官核准，任何人不得進入，與救災無關人員須立即疏散至安全地點集合，並且實施人員清查。疏散權責主管人員應負責該單位所屬人員之清查工作，若事故災害為第二階段(含)以上之事故，應以部級為單位，向區域緊急應變小組安全管制組組長回報人員清查狀況；如遇廠區緊急疏散時，疏散區域含有來賓、訪客或承攬商時，需主動向安全管制組報備人數及公司名稱。

為使所有人員熟悉疏散動線及指定集合地點，能於緊急異常狀況發生時，迅速安全的離開危險區域，固定每半年實施一次疏散演練，並每次模擬不同狀況，期使發生各類異常事故時，同仁皆能冷靜、從容面對。

### 3.10 疏散決定權責

#### 1. 第一階段事故

##### (1) 常日班上班時間內

- A. 生產區域：事故現場經理（含）以上主管人員。
- B. 非生產區域：事故現場主管人員。

##### (2) 常日班上班時間外

- A. 生產區域：事故現場主任（含）以上主管人員。
- B. 非生產區域：事故現場人員自行決定。

#### 2. 第二階段事故：各區之人員疏散時機及地點統由區域緊急應變小組指揮官或其代理人決定。

#### 3. 如遇發生事故擴大之狀況時，監控中心得依事故現場人員之確認並經現場指揮官同意後，由監控中心進行疏散廣播。

### 3.11 疏散集合地點

#### 1. 第一階段：疏散集合地點由疏散權責主管人員決定，原則上可暫時遠



離事故災害區域，例如疏散至不受影響之其他作業區域，等候事故處理完畢，即可立即回到工作崗位。

2. 第二階段：為避免事故發生區域鄰近各廠區指定疏散集合地點，各廠區皆律定兩處以上安全場所，以備不時之需；如變更集合地點，安全管理組組長得視現場之狀況，報經指揮官同意後變更之。當進行疏散時，需將部門內來賓及訪客一同引導至各廠區疏散集合地點。

### 3.12 災後復原

災後復原計畫之執行時機，依事故嚴重程度，可能為事故發生後的數天至數個月內；在事故發生區域，也就是受到災害所波及到的廠區，必須進行復原工作，階段任務包含現場勘查評估、清除作業、廢棄物處理、設備損害評估、設備試運轉等。災後復原工作中的人員、環境、物料、設備仍可能具有潛在危害，故在此階段亦不得馬虎，可依下列所定作業程序處理。

1. 作業前的計畫和規劃：建立作業的組織架構並制訂作業時程表，復原計畫依時程表所定期限內完成。
2. 事故區域現場勘查：了解可能遭遇到的危險與障礙及事故發生所在區域還存有那些危害，進行災後復原的人員必須依危害類型穿著適合之防護器具。
3. 事故區現場評估：評估建築物結構安全並進行環境監測，持續量測氧氣濃度、一氧化碳濃度、可燃性氣體、有毒氣體、現場溫度等。
4. 現場準備：作業區域應準備水電供應、照明設備、控制化學品洩漏及圍堵設備、通風換氣設備、通訊聯絡設備、區域劃分並對高危險區域做隔離的準備。設置除污站，所須工具、防護器具須事前準備好並擬定適當除污方法；除污地點應設置在上風處、排水不污染水源處、靠近供水及其他必要設施、緊急救護單位能快速到達的地方。
5. 緊急醫療救護：安排合格救護人員設置規劃救護站、緊急沖淋設備，並對接觸化學物質或特殊作業人員進行特殊健康檢查。
6. 現場管制：界定管制區範圍並管制人員進出，非作業人員禁止進入管制區，並須標示清楚現場物品攜出。
7. 災後處理：對洩漏區域進行通風換氣，安全許可下，移開所有易燃物及危險物；設法阻止或防止洩漏，以不會和外洩物反應之泥土、沙、

吸收劑或其他惰性物質來圍堵外洩物，或將外洩物導入洩漏槽中，避免外洩物進入下水道。

8. 清除作業安全：搬離廢棄物後清洗設備和作業環境，回收可再使用之資源和設備，清除作業後所殘存的廢水必須統一收集至廢水廠處理。清除前須先關閉所有設備閥件，並確定阻斷危害物來源後，將設備內殘存之酸、鹼、溶劑、氣體等移至適當空桶、空鋼瓶內或適當排放後才可進行設備及管線內殘留化學品或氣體之清除，清除時應採用不生火花及防靜電或防爆的器具。
9. 廢棄物的處理安全：廢棄物須分類存放至廢棄物倉庫，並進行內容物標示，以避免不相容物接觸。有害廢棄物應委託合格處理廠商運送及處理。
10. 作業人員復歸：現場作業人員若是暫時遠離事故災害區域，疏散至不受影響之其他作業環境時，當事故處理完畢，可依疏散權責主管人員決定，回到工作崗位；如果事故影響範圍較大，疏散權責主管人員決定全員疏散至廠外安全集合地點時，當事故處理完畢，必須指派專責人員進行作業環境監測、採樣，確認安全狀況無虞後進行作業人員復歸。平時廠內需備妥兩套以上乾淨之無塵衣物，以防全廠區疏散後人員無法回復工作崗位，使生產線不能在最短時間恢復正常運作。

## 第四章 緊急應變訓練模式設計

半導體廠二十四小時持續的運作生產，為達到全時段廠區內皆有應變人員隨時待命，首先必須選擇適當人選再進行訓練，以求事半功倍。廠區內最適合的人選，莫過於廠務部門及設備工程部門，這些人員不但熟悉供應設備、生產機台之構造及運作原理，而且二十四小時皆有輪班人員出勤，統計黃光工程部、蝕刻工程部、薄膜工程部、擴散工程部、洗淨工程部、化學機械研磨部、良率工程部、自動化工程部及廠務部等九個部門，每天日、夜間值班人數約在 74 人左右，若是一般常日時段，則有更多人力可協助事故的應變處理，將此部門人員編列至搶救組再適合不過。

緊急應變訓練分為軟體層面及硬體層面，軟體層面主要為教育訓練、認證制度及應變演練，是以行政管理的手法，將緊急應變的訓練項目融入，成為平時工作的一部份；硬體層面則分為防護器材和緊急應變器材，這類工具、器材都是針對處理異常事故所設計，使用上不但方便而且有效率，更是保護自己和其他成員生命安全的必須裝備。將教育訓練、認證制度、應變演練、防護器材、緊急應變器材等大項再細分為若干小項目，整合成為一套有系統的訓練模式，架構如圖 4-1；各廠訓練模式比較如表 4-1 所示。

### 4.1 教育訓練

辦理教育訓練目的為使緊急應變之工作人員，瞭解緊急應變的基本概念，必須在自身安全無虞的前提下執行事故處理的任務，避免事故災情擴大、降低受災人員傷亡及減少財物損失，而搶救/保護的優先順序為：生命、環境、財產設備損失、營運中斷。在訓練課程中說明廠內緊急應變計畫、廠區應變能量、異常事故應變處理程序，並且利用廠內及友廠曾經發生的實際案例，說明應變中常見的缺失，例如：應變程序錯誤、現場管制缺失、通訊器材失效、防護具選用及穿戴完整性錯誤、搶救作業運作的不協調等，使受訓練之人員能了解課程中的理論及注意事項，如何應用在實際案例。

訓練的對象包含了廠務及設備人員，總數約有 620 人，而各部門所負責業務及工作繁忙，加上如此龐大的人數，想要協調出統一的時間進行訓練著實不易，若要增加場次分批訓練，又遭遇人員流動率高的問題，剛完

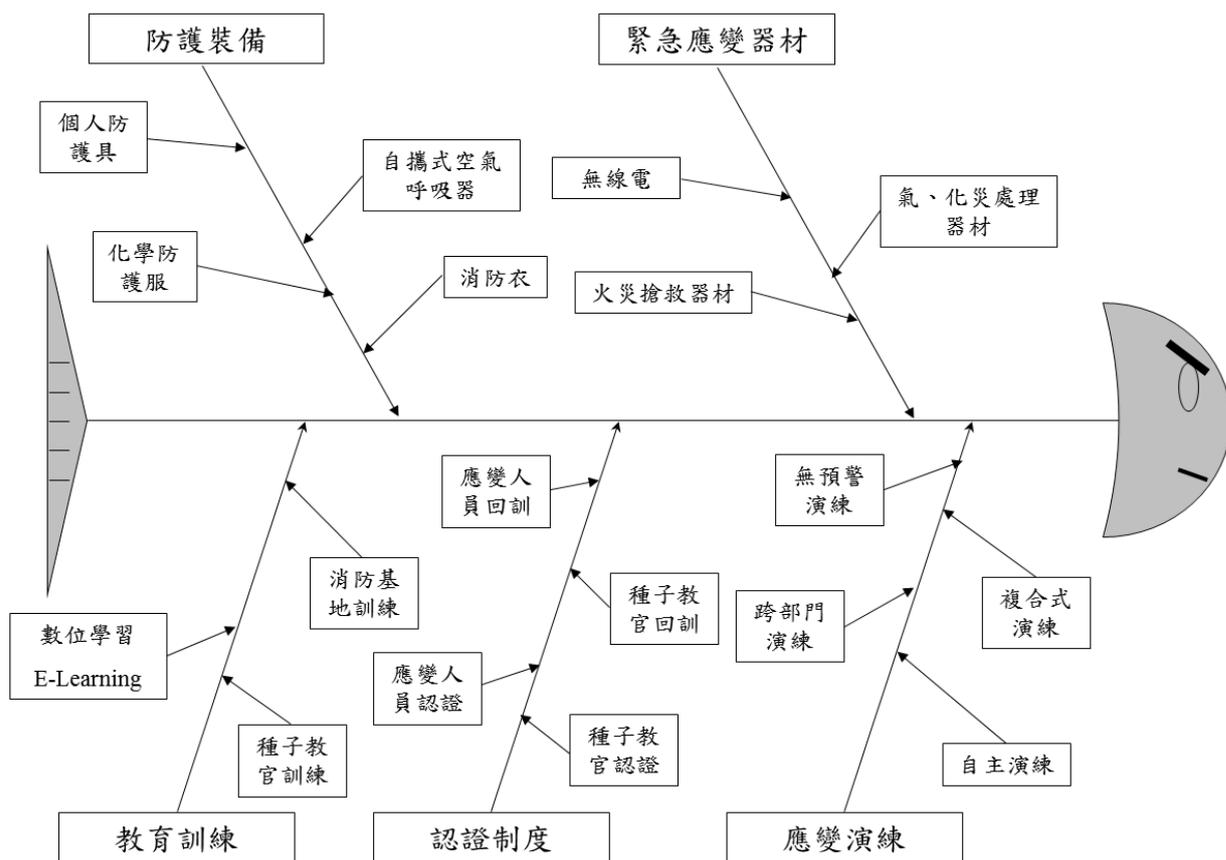


圖 4-1 緊急應變訓練魚骨圖

表 4-1 各廠訓練模式比較表

項目	本廠	友廠A	友廠B
緊急應變專責人員	有設置	無	有設置
ERT教育訓練	新進人員即執行訓練	每年一次	每季一次
種子教官制度	有	無	無
數位學習方式	有	無	無
消防基地訓練	每年一梯次	每三年一梯次	每年一梯次
種子教官認證	有	無	無
應變人員認證	有	有	有設置
種子教官回訓	每年回訓一次	無	無
應變人員回訓	每年回訓一次	無	無
自主演練	各部門每季辦理一場	無	各部門每季辦理一場
跨部門演練	每季辦理一場	每年辦理一場	每年辦理一場
複合式演練	三~五年辦理一場	無	三~五年辦理一場
無預警演練	每年辦理一場	無	每年辦理一場

成一組人員訓練，又有人員離職或新人報到，增加的場次總是無法滿足現場的需求，造成環安部門的負擔，浪費人力及物力。為克服這些諸多的不便及困難而設計出種子教官制度，並將訓練內容數位化，錄製成數位學習(E-Learning)課程，以解決上述之問題並落實緊急應變教育訓練。

1. **種子教官訓練**：遴選各部門資深人員擔任，資深人員職場工作年資較久，對所屬服務單位忠誠度相對穩定，職務不易變動，能長期負責訓練的工作，且因為職場倫理因素，資深人員在推動執行新政策或是新措施時，該部門的人員配合度較高，較能落實執行。期能藉由各種種子教官來落實部門應變訓練及演練之辦理執行，提昇各部門應變訓練及演練之品質及成效，故設計規劃部門種子教官制度。種子教官主要任務作為環安部門推動緊急應變訓練演練之窗口、協助規劃部門緊急應變訓練及演練及擔任部門緊急應變搶救組之訓練講師。種子教官能擔此重任，勢必對事故處理流程及注意事項有更多且更專業的認知，所以在事故處理過程中必須掌握以下幾點原則。

- (1) 瞭解事故災害狀況：判斷事故類型(火災、爆炸、毒氣洩漏、化學品洩漏)、受災的程度、影響範圍以及現場是否有人員受傷、受困。評估災情後，依狀況擬訂初期應變策略，將事故區域區分為熱區、暖區、冷區，應變區域訂定及應變組織分佈，如圖 4-2 所示。
- (2) 救人為優先考量：若事故現場有人員受傷、受困，必須儘快將受困人員與傷患帶離事故現場；傷患搬動前要先了解受傷部位及傷勢，切勿貿然移動而造成二次傷害。
- (3) 關閉/移除肇事物或能源：機台設備所造成的異常事故，先將設備緊急停機，關斷所有化學品、特殊氣體、危險性物質之供應來源，並且移除附近之易燃物及可燃物質，將災情侷限控制以避免事故持續擴大。
- (4) 現場狀況回報：進入災區實施搶救作業時，務必兩人以上同行，以防意外發生，必要時立即尋求支援；進行搶救作業應隨時回報現場狀況予指揮官，使指揮官了解事故處理現況，以便命令下達。
- (5) 使用個人防護器具：依事故類型不同，應選擇適合之防護器材；火災、爆炸事故時，著消防衣及自給式空氣呼吸器(SCBA)；毒性物質、特殊氣體或酸、鹼、有機等類型之化學品洩漏，則著化學防護服及自給式空氣呼吸器(SCBA)；如果火災與毒性物質、特殊氣體或酸、

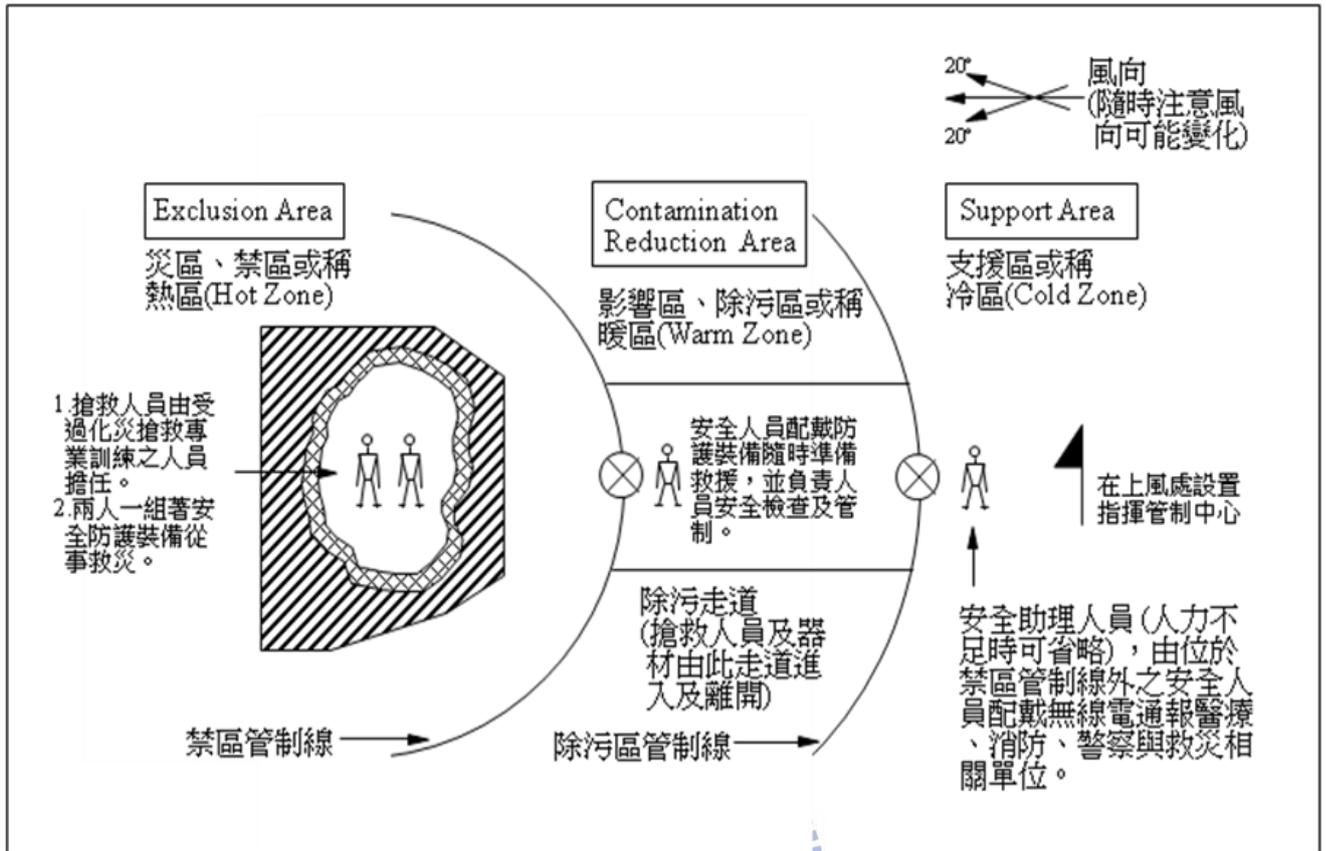


圖 4-2 應變區域訂定及應變組織分佈圖

資料來源：工業技術研究院

鹼、有機等類型之化學品洩漏事故同時發生時，以火災防護為優先考量。

- (6) 管制事故現場：將事故區域圍籬並派員管制，禁止任何與事故處理無關之人員進入；由安全人員負責記錄進、出災區之救災人員姓名、時間及 SCBA 空氣鋼瓶壓力，並檢查其防護裝備是否穿戴確實。
- (7) 應變處置：火災、化學品洩漏、氣體洩漏、停電、壓降等各類異常事故，應依循各類緊急應變處理程序執行。
- (8) 後勤支援：非第一線進入災區搶救之人員，應負責收集廠內其他區域的緊急應變物資及器材，集結地點應選在災區上風處；如事故為毒、化災，則需架設除汙站，協助自災區離開之人員及裝備除汙；處理過程所產生之廢棄汙染物，應依有害事業廢棄物分類處理。

2. **數位學習課程(E-Learning)**：為一種遠距的教學模式，遠距教學早期是以文字為媒介的函授遠距課程，爾後出現以聲音、視聽科技為媒介的廣播教學、電視教學，如今的數位學習，則是以電腦、網路作為溝通傳播媒介，利用多種媒體與多種傳播管道、運用新的溝通傳播方式以達到無時空之限制。這樣的教學模式具備了幾項特質，包括個別化的學習環境與自我導向式的學習，不但能提供一對一的指導方式，也讓學習者享有彈性、自主的學習歷程；利用網路討論群組的功能，學習者亦能透過同儕間的互動，以團隊方式達成增進學習效能以及合作學習的目標。利用這一種方便、有效率、低成本的學習模式，透過網際網路工具來學習或訓練，一般企業內的學習者人數愈多，就愈適合透過網路來進行數位學習，讓員工透過網際網路或企業內部網路的工具來進行遙距教育。由承辦教育訓練的單位，將廠內緊急應變計畫、廠區應變能量、異常事故應變處理程序、防護器具穿戴等訓練課程及測驗題庫預先錄製，再安裝於學習平台的資料庫內，員工選定課程內容，自行或強制指定學習進度，並於課程學習完成後進行測驗，學習平台會將學員的學習時間、成績及學習成果問卷、調查結果等數據都詳細的記錄下來，便於統計以確實掌握應變訓練的成效及整體進度，作為教育訓練策略實施之依據，課程內容包括下列各項。

- (1) 廠內緊急應變計畫(一小時)
- (2) 廠區應變能量(一小時)
- (3) 異常事故應變處理程序(一小時)

(4)防護器具穿戴(二小時)

3. **專業消防教育訓練**：廠內應變人員指派參加外部專業消防教育訓練，地點為鄰近之訓練基地，訓練基地為功能完善、設備科技化及軟、硬體現代化之消防(救難)人員訓練基地，建置有模擬火場燃燒訓練室、模擬火場人命搜索訓練室、地下坑道搜索訓練場、閃燃現象體驗櫃、護籠救助訓練設施、攀岩設施訓練場、化學災害處理訓練場、滯空下降、高低塔、斜降、橫渡架設、複層式地震倒塌訓練場等訓練設施，藉由基地內各項專業訓練設施，提昇應變人員各項救災技能及各種災害應變能力。依實際需要，編排初、中級及進階等不同課程內容，使訓練成效更為顯著，藉以提升廠內應變人員整體救災能力。課程內容如下所示；完成受訓人員依各年度執行狀況，登錄該年度受訓人員名冊及完成受訓名單，並更新資料至搶救組資格名單總表，以使各部門負責之種子教官及部門主管了解各部門受訓情況，進而調整課程內容或測驗項目之參考依據，課程內容有消防訓練課程及化學災害訓練課程。

消防訓練課程：

(1)滅火基礎理論(二小時)

提供學員後續滅火所需基礎技能，以提升滅火訓練時的學習成效。

(2)渦輪式瞄子操作訓練(一小時)

(3)水帶部署運用訓練(二小時)

(4)消防滅火機具訓練(二小時)

提供針對空間場所常見消防滅火機具之教學，使學員能有防火管理及火災緊急應變能力。

(5)緊急應變體系的共同語言(一小時)

加強學員無線電溝通及共通語言，以達到火場溝通聯繫之目的。

(6)空氣呼吸器評估訓練(一小時)

使學員對於著防火服裝與空氣呼吸器了解並熟悉操作、故障排除等安全管理。面對災害環境之應用、變化，身體載重之適應及調適方式有初步之了解。

(7)空氣呼吸器訓練室(二小時)

使學員適應在黑暗幽閉之災害場所對於空氣呼吸器之使用產生信心。

(8)火場搜索救援概論(二小時)

使學員對於火場搜救有初步之認識及體驗。

(9)進階火場搜索訓練(二小時)

強化救援整體訓練，使搜救團隊對於火場搜救、溝通體系趨於完善。

(10)閃燃與復燃介紹(二小時)

使學員了解閃燃及復燃現象，進而預防、控制。

(11)閃燃現象體驗櫃(四小時)

了解火場發展、變化及於閃燃現象初期，如何以渦輪式瞄子用適當水量控制。

(12)火場燃燒室初級訓練(三小時)

使學員初步對於火場滅火有所體驗。

(13)火場燃燒室進階訓練(三小時)

(14)火場燃燒室組合訓練(四小時)

強化學員火場小組搭配默契、滅火搶救、水線部署訓練。

(15)局限空間搜索訓練(四小時)

強化局限空間救援整體訓練，使搜救團隊對於搜救對策、溝通、支援體系更加強化訓練效果。

(16)局限空間搜索體驗(四小時)

使學員初步體驗局限空間救援惡劣環境。

化學災害訓練課程：

(1)化學災害通識課程(二小時)

使學員了解化災應變處理原則。

(2)毒性或腐蝕性、氧化性氣體鋼瓶洩漏處理(二小時)

使學員了解化災事故應變流程及應變器材操作。

(3)大桶槽、管線液體洩漏處理(二小時)

使學員了解化災事故應變流程及應變器材操作。

(4)易燃性氣體鋼瓶或管線洩漏火災事故處理(二小時)

使學員了解化災事故應變流程及應變器材操作。

(5)化學槽車洩漏及火災處理(二小時)

使學員了解化災事故應變流程及應變器材操作。

(6)50加崙鐵(塑膠)桶洩漏處理(二小時)

使學員了解化災事故應變流程及應變器材操作。

## 4.2 認證制度

種子教官及應變人員接受過企業自辦之數位學習課程以及專業的消防、化學災害課程等各項訓練後，必須加以認證，證明受訓之成員已具有合格之救災技能與災害應變能力；未來無論是舉辦緊急應變演練或是參與實際救災任務，非經過認證者不得投入緊急應變之工作，以保障成員安全及團隊任務順利執行。認證面向可分為學科測驗、實務操作測驗及消防基地訓練合格三個部份，成員通過認證資格後造冊管制，並要求編製表排之搶救組值班工程師必須全數通過驗證；新進人員比照上述要求，必須通過驗證才能擔任輪班工作。

1. **數位學習課程後之學科測驗**：以驗證成員已了解應變基本概念、應變程序、異常事故處理流程、個人防護具及應變器材使用。
2. **實務操作認證**：穿戴各式防護衣並實際操作各種緊急應變器材，以驗證成員對於 A 級化學防護服、C 級化學防護服、消防衣及空氣呼吸器穿戴使用方法以及操作無線電、滅火設備、化學洩漏處理車(桶)、各式補漏工具、氣體偵測器以及移動式除汙站等設施設備是否熟悉、確實；過程由環安部門之緊急應變專責人員鑑測。
3. **消防訓練基地訓練合格**：參加消防教育訓練基地之各項專業訓練課程後，由消防局訓練基地發給合格結業證書。

## 4.3 成員回訓管理

成員回訓管理：緊急應變工作非屬於經常性的工作，成員經由訓練所學得的知識與技能容易忘記，所以就算通過認證的成員，也必須每年實施內部回訓，重新接受企業內部的數位學習課程以及實務操作認證，讓成員能夠重新熟悉緊急應變的知識與技能，並且新增進階課程訓練，包括：移動式水泡塔、紅外線熱顯像儀、氣體鋼瓶處理車、洩漏處理桶、堵漏工具以及移動式除汙站等裝備器材操作。

## 4.4 應變演練

模擬實際狀況的演習是不容忽略的訓練課程，定期實施模擬狀況之應變演練，使成員能熟悉應變模式、處理流程及注意事項，當實際災害發生

時，才能預防混亂現象所造成錯誤的動作和行為。緊急應變演練流程，如圖 4-3，程序包括：

- (1) 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，但應至少包含通報人、事故狀況描述、故發生時間、事故發生地點、人員傷害與財產損失狀況、緊急處置情形、需要之協助。
- (2) 人員疏散：運用視覺上及聽覺上的緊急廣播系統，依事故層級，安全疏散事故危險區域內非必要之人員。
- (3) 疏散人數的清點及回報：各單位引導危險區域內的人員，依疏散動線疏散至指定之安全地點，集合後清點人數，確認所有人員安全撤離，並回報指揮中心人數清查結果，是否有人員受困危險區域。
- (4) 應變組織運作：發佈緊急廣播，集結緊急應變編組人員至指定地點集合待命，並於不受災害影響、通信無障礙、災區資訊獲得迅速之地點設置指揮中心；先對事故實施災情評估，了解事故種類、受災程度後進行人員搜救、重要物資搶救及危險物之移除與遮斷，同時進行災區及人員管制、傷患救治與送醫。
- (5) 緊急事故處理：依各類異常事故處理程序處置，並判斷是否需要通報主管機關或是尋求廠外緊急救助單位協助處理。
- (6) 事故控制：事故災情獲得控制後進行人員、裝備的除汙復歸與監測環境汙染物濃度。
- (7) 狀況解除：演練結束後檢討演練缺失並報告，列為下次演練重點以求精進。

藉由各種災害的模擬演習，加強相關應變能力及熟悉救災通報體系，而演練結束後之缺失檢討尤其重要，各單位檢討改善方案，以使未來應變過程更加流暢，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。演練依規模可分為：部門自主演練、跨部門聯合演練、複合式演練以及無預警演練。

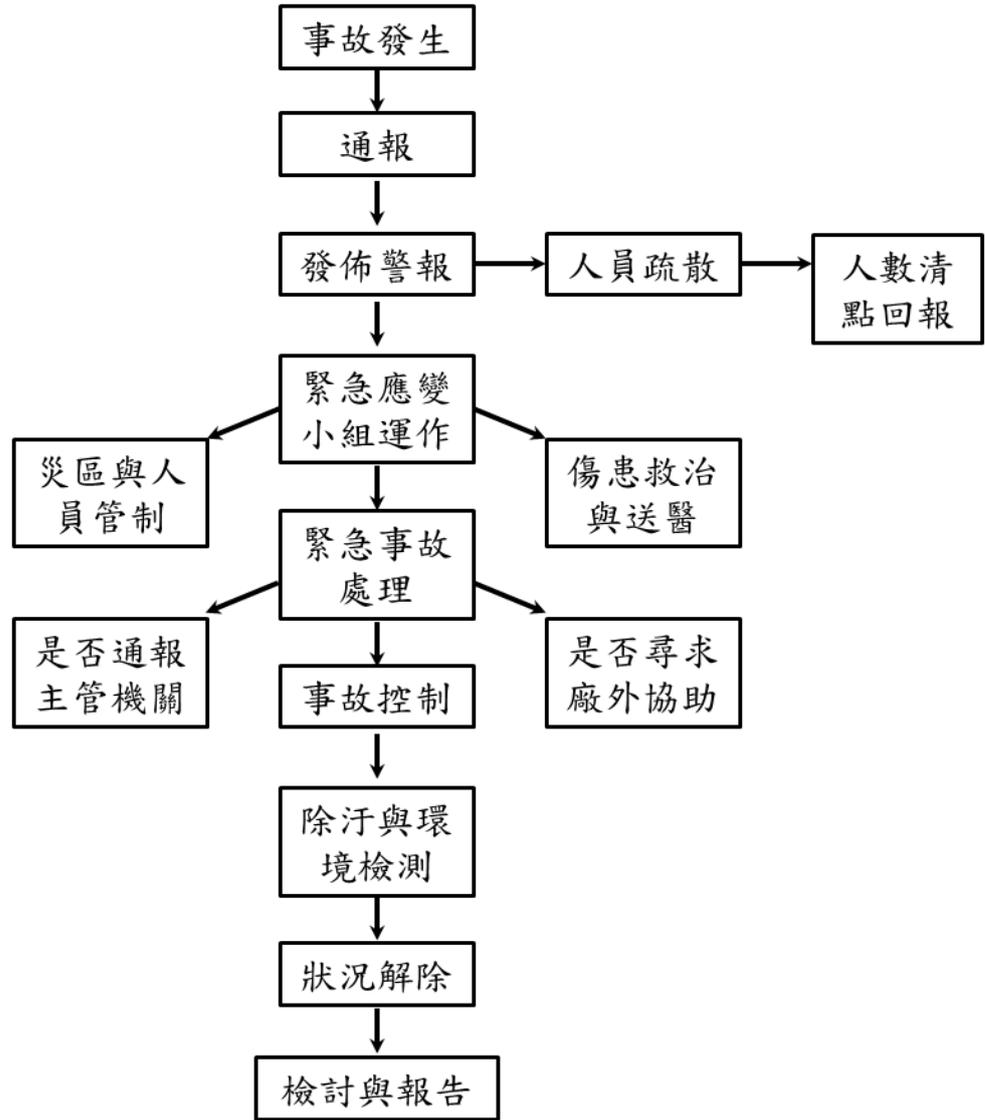


圖 4-3 應變演練流程圖

1. **部門自主演練**：由各部門自行辦理，指派種子教官撰寫演練腳本，依各部門特性，模擬可能或曾經發生過之異常事故，通常為第一階段事故(事故部門或權責部門可以獨力控制)，為求演練處理程序得宜及事件發展符合現況，演練腳本需經環安部門專責緊急應變人員審閱核可後實施；參與演練之成員必需預先通過認證，使其具有基礎的救災技能與災害應變能力，才能達到演練最大的效益與目的。
2. **跨部門聯合演練**：為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，模擬第二階段事故(須動員區域緊急應變小組人員協助才得以控制之事件)，事故規模較大、影響範圍較廣，必須投入較多的人力及物力，演練腳本由環安部門專責緊急應變人員撰寫，依應變組織編制執行各組任務執掌，參與演練之成員同樣必須通過基礎認證。為預防同時間發生不同位置之異常事故，而將所有部門之搶救組成員分為兩大組；各部門編制人數不同，將人數多的部門與人數少的部門歸在同一組，因所有事故狀況都可能需要廠務人員關斷前端供應，所以兩組成員都必須具有廠務人員，如下所示：
  - 洗淨工程部、蝕刻工程部、擴散工程部、自動化工程部、廠務部。
  - 化學機械研磨部、黃光工程部、薄膜工程部、良率工程部、廠務部。
3. **複合式演練**：模擬第二階段事故或第二階段以上事故(須動員廠外緊急救助單位協助支援)，為大型綜合演練，演練狀況較為複雜，可設定為因地震而造成不同位置之異常事故發生，或是災情失控擴大，必須尋求廠外緊急救助單位協助處理之事故；演練同時進行全廠區疏散，可全方面檢視廠區緊急應變體系之完整度與通報的有效性。複合式演練由環安部門規劃辦理，因事件層級較高、牽涉層面較廣，廠外之救助單位必須事前溝通協調，策畫期間較長，所以無法經常性辦理為此類型演練之難度，範例可參考附錄一。
4. **無預警演練**：演練採以無預警方式實施測試，演練日期時間及事故狀況不預先通知，以全廠廣播方式觸發事件。藉由無預警之方式演練，以了解應變小組成員對於各類異常事故之通報、應變處理、疏散管制、器材準備、搶救程序、除污善後及災後復原之熟練程度，能由測試中

發現缺點，即時改進，確保工廠安全及降低事故對生命財產及環境之不利影響。無預警的演練方式，最能使應變人員體認到異常事故無時無刻都有可能發生，經常性的實施更讓應變人員熟悉而且從容的面對各種突發的狀況，但是對工廠的生產運作，卻會造成最大的影響；因此無預警演練可針對無預警演練集合或沙盤推演方式實施，使對現場的生產運作影響降至最低。

- (1) 無預警演練集合：利用全廠廣播方式實施，應變成員接獲緊急集合廣播，無論真實狀況或演練通知，必須立即放下手邊工作，於5分鐘內到達廣播集合地點。演練僅實施集合點名，使成員能習慣突發性的緊急集合，演練時間最短且對現場生產影響最小。
- (2) 無預警沙盤推演：利用投影片或者是簡報的方式實施，把緊急異常狀況可能會發生的時間、地點、洩漏之化學物質模擬成真實災害事故的發生，處理方法與應變程序是以敘述的方式說明。
- (3) 無預警實際演練：模擬異常事故發生，全廠廣播啟動廠內ERT機制，所有ERT值班人員(搶救組組員)、事故部門主管(搶救組組長)至指定地點集合，人員集結後搶救組組長進行人員搜救、災區隔離、人員進出管制紀錄、裝備檢查、危險物移除及遮斷、物資搶救、人員裝備除污...等任務執掌分派，演練結束後現場清理復歸，召開檢討會議討論演練缺失事項並製成紀錄。

## 4.5 防護裝備

個人防護具依防護部位區分為頭部、呼吸系統、手部、足部、軀幹部位等，頭部防護器材涵蓋安全帽、耳塞、耳罩、安全眼鏡、護目鏡、防護面盾等，呼吸系統防護器材包括使用濾毒罐之半面式或全面式防護面具、輸氣管面罩以及自給式空氣呼吸器，手部防護器材依用途分為耐熱手套、抗凍手套和耐酸、鹼手套，足部防護有一般的鋼頭防穿刺安全鞋和化學防護靴，軀幹部位防護器材有耐酸、鹼化學防護衣和火災時所使用之消防衣，個人防護具依作業類型之使用可參考表 4-2。

1. **自攜式空氣呼吸器**：災害現場可能為缺氧環境或空氣中含有有毒氣體，對人的呼吸系統會有傷害，故須使用自攜式空氣呼吸器(Self-Contained Breathing Apparatus, SCBA) [22]，可同時保護眼部、臉部以及呼吸系統，不需擔心防護面具與濾毒罐過濾功能而且能在缺氧環境下使用。

表 4-2 各作業類型之個人防護具使用建議表

序號	作業類型	適用族群	保護區域	防止傷害	基本防護具	進階防護具使用及注意事項	
1	需於泵浦區/迴風區/施工區等場所作業者	設備工程師、 廠務工程師	頭部	碰撞/防化學品滴濺	安全帽	無塵室：無塵專用安全鞋	
			足部	碾壓/碰撞	安全鞋	建築工地：戶外安全鞋 (含鋼底)	
2	機台維修、操作、換藥、搬運有接觸酸、鹼溶液及有機溶劑之虞者	設備工程師、 廠務工程師、 物料管理人員	眼睛	化學品腐蝕、化學品經由皮膚/黏膜接觸吸收	全罩式護目鏡	全面濾罐式呼吸防護具	
			臉部		防噴濺面盾		
			手部		耐酸鹼/有機手套		袖套
			軀幹		防噴濺圍裙		C級抗化防護衣
			足部		安全鞋、Tyvek 鞋套		化學防護靴
3	進行實驗過程可能接觸酸、鹼溶液及有機溶劑之虞者	實驗室人員	眼睛	化學品腐蝕、化學品經由皮膚/黏膜接觸吸收	全罩式護目鏡	全面濾罐式呼吸防護具	
			臉部		防噴濺面盾	需搭配眼鏡	
			手部		檢驗用手套	耐酸鹼/有機手套、袖套	
			軀幹		防噴濺圍裙	C級抗化防護衣	
			足部		安全鞋、Tyvek 鞋套	化學防護靴	
4	有吸入及曝露毒性、腐蝕性、刺激性等高危害氣體之虞者	設備工程師、 廠務工程師、 實驗室人員	眼睛/黏膜	化學品經由黏膜吸收、刺激/腐蝕	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 全罩式護目鏡+半面濾罐式呼吸防護具搭配防毒濾罐</li> <li>➢ 全面濾罐式呼吸防護具搭配防毒濾罐</li> <li>➢ 全面濾罐式呼吸防護具搭配連接線</li> <li>➢ 自攜式空氣呼吸器(SCBA)</li> </ul>	搭配濾罐的前提為氧氣充足有合適並且可吸附之濾罐且該危害氣體濃度值低於 1 倍 TLV 值	
			呼吸				化學品腐蝕/呼吸道、刺激/腐蝕/中毒
			軀幹/足部	化學品腐蝕/刺激皮膚及造成吸收中毒	C級抗化防護衣+抗化防護靴(或 Tyvek 鞋套)	如危害氣體可經由皮膚吸收並造成危害應穿著A級抗化防護衣+防護靴	
5	於高噪音(高於85dBA)區作業者	設備工程師、 廠務工程師	聽力	長期曝露造成聽力損失	耳塞、耳罩	無	
6	接觸高溫物件/烘箱作業	設備工程師、 廠務工程師	手部	燙/灼傷	耐熱:鋁鉑耐熱手套(400度)	無	
7	接觸低溫(液氮分裝)之操作作業	實驗室人員	手部	凍傷	抗凍手套(-60度)	無	
8	作業高度離地面高於2公尺之作業	設備工程師、 廠務工程師、 自動化工師	軀幹	墜落	背負式安全帶	安全母索、安全網	

空氣鋼瓶為鋁合金材質，外部包覆玻璃纖維強化處理，屬於複合式鋁合金鋼瓶，能降低搶救人員背負之重量。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，面罩內維持正壓，以阻絕外界之汙染物或有毒氣體，呼出的氣體則經由呼氣閥排出大氣。

(1)使用時機：為確保人員在搶救過程中不致吸入毒氣或濃煙，提供人員呼吸用空氣來源之設備，一般在火災、化學災害搶救過程中廣泛被使用。此空氣呼吸器係一維持約 30 分鐘，且攜帶及裝卸極為方便的呼吸器；空氣調節器設有警報設備，此設備在空氣量終將用罄時，即發出音響及震動，以警告使用者於充分的時間內儘速離開危險區域。

(2)構造說明：如圖 4-4、圖 4-5 所示。

(3)功能簡介：

A. 空氣鋼瓶：鋼瓶為鋁合金材質，外包覆玻璃纖維強化處理，屬於複合式鋁合金鋼瓶，比一般傳統鉻鉬鋼鋼瓶重量輕約三分之一以上，而鋼瓶頭上附有雙面壓力錶，在任何角度下都可以看到鋼瓶內的壓力，於備用鋼瓶眾多的情況下，具有快速判定檢查的效用。在鋼瓶閥頸處有防爆安全洩壓閥，當內壓超過 1.2 倍時，將會衝破洩壓閥內的金屬片，緊急釋放壓力，避免內外力所造成的超壓現象，造成鋼瓶爆炸。鋼瓶閥上的旋扭氣閥，有特殊的單向開啟裝置，當緊急狀況下常會忘記開啟的方向，造成誤判導致供氣中斷，有了單向裝置不須勞記方向，只要可以轉動的方向就可以開啟了，但是要關閉氣閥時必須將旋扭往內壓，才可以將氣閥關閉。當鋼瓶外部有嚴重凹陷，或者外表經火燄燃燒而變色，此時必須迅速將鋼瓶內之壓力排放掉，等待進一步作水壓測試或報廢，避免造成人員的傷亡。

B. 面罩：採用四帶式網狀頭帶，網狀頭帶為 KEVLAR 防火材料編織而成，使用壽命較長，且網狀式頭帶的優點是穿戴快速，不會在穿戴時夾住頭髮。面罩鏡片為 POLYCARBONATE 強化鏡片，空氣進氣時直接噴灑到鏡片，達到真正防霧設計，且可視角度超過 180 度，為廣角設計絕無死角現象。面罩的傳音裝置，採用左右兩邊雙片不銹鋼擴音瓣膜，傳導聲音較清處，且可直接加裝擴



圖 4-4 自攜式空氣呼吸器



圖 4-5 SCBA 備用鋼瓶

音器及通訊裝置。可加裝專用眼鏡架，安裝方便，不須套裝任何卡栓，採二段式避震浮貼設計，適用各種不同臉型，在劇烈的動作下依然浮貼在臉上。

- C. 減壓閥：一般空氣呼吸器約分為主、副兩道，主減壓閥位於鋼瓶出口的高壓管後，可將 150 BAR 的壓力減至 17 BAR 以下，為最重要的裝置，而副減壓閥(調節器)常連接於面罩，主要為輔助之用。主減壓閥具有雙重系統設計，倘若第一道減壓系統發生故障，此時將會自動轉換至第二道減壓系統，並立即發出警報，另外有測試按鈕可於平時保養時，進行主減壓閥的自我測試，將可確保人員的安全。副減壓閥(調節器)上具有穿戴開關，當氣瓶閥打開時，空氣直接阻擋在調節器，待面罩穿戴好之後，吸一口氣調節器自動打開，而且吸多少氣就給多少氣，不會浪費空氣，另外調節器上有流量調節閥，當使用者覺得供氣量不足時，可強迫調整空氣供給量。

(4) 注意事項：

- A. 查看氣瓶壓力計是否指於“滿氣”(Full)位置，否則應加以重新充氣或更換滿氣的氣瓶。
- B. 戴上面罩後，可用手堵住呼吸管後輕呼吸，檢視面罩有無戴好是否達良好密閉性，若無漏氣面罩即會陷入用者得臉部，反之則視為漏氣，應檢查面罩是否戴好或呼吸管有無破裂。
- C. 進入污染區工作之前，應確認已將呼吸管及調節器快速接頭接妥。
- D. 應隨時注意壓力計以確知空氣量，而作撤離現場的準備；若警鈴鳴響時，係在告知使用者氣瓶約剩 20% 的空氣量，應準備撤離現場。

(5) 維護保養：

- A. 使用前應檢查空氣鋼瓶是否充滿氣以及所有機件是否良好。
- B. 使用過之鋼瓶應重新充氣並檢查機件是否老化、損壞。
- C. 清理及消毒面具組，可用溫和之中性清潔劑清洗，清洗後之面罩置於空氣流通處讓其自然風乾。清除其他配件之積塵或污垢可用濕布擦拭。

2. **消防衣**：分為美式、日式以及歐式，高科技廠早期係以日式消防衣為主，而日式消防衣在國內產品是以舊式設計製造，其特性為輕便，但卻不耐高溫，防護性較差，對於火災防護略顯不足，無法符合高科技廠火災之密閉空間高熱救災環境；美式消防衣強調產品的安全防護性能高，但缺點過於厚重；其中歐式消防衣設計輕巧、透氣而且防護性亦不輸厚重的美式消防衣，目前各大科技廠均採用此類型之消防衣，而輕便、活動靈活，加上反光警示效果明顯，適合運用於各式災害救助現場。全套歐式消防衣[23]包括消防頭盔、頭部護套、消防衣、消防褲、消防手套、消防靴，如圖 4-6 所示。消防頭盔整頂符合歐洲 EN443 標準，內部有安全護墊與帽內支架，可吸收撞擊力，外殼全覆 Kelter 強化纖維，附有快速戴脫(卡榫或黏扣)之調整式顎帶，有可收於帽內之護目面罩，拉下時可配合呼吸器使用，後部有調整內盔大小以符合頭圍之調整齒，後頸處有永久防火材質護套；頭部護套符合歐洲 EN531 標準，外層之耐焰層為永久防火材質，內層為耐焰紡料，雙層防火彈性針織布，配戴空氣呼吸器面罩時，面部開口可完全撐開，不影響面罩與臉部之密合度；消防衣、褲符合歐洲 EN469 標準，總重量不超過 3.5 公斤，具耐焰、隔水、隔熱效果，外層防焰布採用 Ripstop 材料抗撕裂強度高，隔水層採用防水透氣薄膜，可防護人員不被蒸氣灼傷，火焰阻抗溫度 800°C 以上(若直接接觸火焰其防火時間可撐 10 秒)，抗紅外線，散熱效果良好，能提昇穿著的舒適性；消防手套符合 EN659 標準，外層為防火處理之皮革，手腕部有一高可視度反光條，縫線為 KEVLAR 永久性防火材質，五指分離且具立體剪裁；消防靴符合 EN345 標準，靴頭有防壓鋼頭設計，底部亦附有防刺穿鋼片，鞋底可抗油滑、抗化學物料、防靜電，靴面外層為經防火處理之皮革，內層有隔水層；搭配自攜式空氣呼吸器一起使用，已經成為高科技廠救災人員基本配備。消防裝備之使用，只是儘可能保障搶救人員安全，絕非穩若磐石，所以在進入火場前，安全管制人員須再確認其裝備穿戴是否確實，防護是否足夠，而重複使用過程當中可能造成裝備受損，每次使用後，務必自主檢查消防裝備之安全性。



1896

圖 4-6 歐式消防服

3. **化學防護服**：美國環保署把危害分成 A、B、C、D 四個等級[24]，根據不同危害狀況建議適用的防護措施。依美國環保署的分類，危害等級 A 級者即令人員呼吸系統及皮膚造成立即危害的狀況；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成立即性傷害；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，如表 4-3 所示，因此在防護上應選用適當的防護衣。在 A 級危害的狀況下，因為會傷害到呼吸系統，因而必需使用空氣呼吸器；但防護衣具及手套應為氣密式。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。國內近年來有數件強酸性氣體外洩的災變，就歸類為此種危害。B 級危害如以人員進入密閉空間為例，即進入涵洞、反應爐甚至下水道等，所須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。A 級化學防護衣符合 NFPA1991 標準，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，對 260 多種化學物質能完全阻隔，對氯氣、氯化氫、氨水、丙酮、硫酸、50% 氫氧化鈉…等 20 多種工業化學品防止滲透時間達 8 小時以上。使用前應檢視防護衣外觀是否破損，拉鍊是否正常與氣密，排氣閥是否正常，魔鬼氈是否牢固，面體鏡片是否損傷、氣密以及防護靴外觀是否破損；因 A 級防護衣完全氣密，使用者必須搭配自給式空氣呼吸器以及無線通聯器材一起使用，如圖 4-7 所示，在進入災區救災前必須再次確認以下事項：

- (1) 空氣鋼瓶可容量，必須可供使用 30 分鐘以上。
- (2) 面罩氣密狀況，吸、呼氣是否正常，有無起霧狀況。
- (3) 無線通訊設備之通話性能確認。
- (4) 拉鍊及魔鬼氈再次確認是否密合。
- (5) A 級防護衣頭部透明罩狀況，視線是否清晰。
- (6) A 級防護衣呼氣閥狀況，是否能正常排氣。
- (7) 防護衣與手套接縫處有無破損情形。
- (8) 防護靴尺寸是否合適。
- (9) 搶救所必須使用之工具是否齊全。

表 4-3 防護裝備等級分類表

級數	環境狀況	防護裝備
A	<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>4. 通風不良區域，或空氣中含氧量小於19.5%。</li> <li>5. 未知污染物種類及濃度的作業環境。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 正壓全面式的自攜式空氣呼吸器。</li> <li>2. 包含自攜式空氣呼吸器的正壓式輸氣管面罩。</li> <li>3. 氣密式連身防護衣。</li> <li>4. 防護手套、防護鞋。</li> </ol>
B	<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>2. 空氣中含氧量小於19.5%。</li> <li>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。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 正壓全面式的自攜式空氣呼吸器。</li> <li>2. 包含自攜式空氣呼吸器的正壓式輸氣管面罩。</li> <li>3. 非氣密式連身防護衣。</li> <li>4. 防護手套、防護鞋。</li> </ol>
C	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 空氣中有污染物存在，會有液體飛濺或其它方法接觸，但不會對暴露之皮膚造成傷害或經由皮膚吸收。</li> <li>2. 已知空氣中污染物濃度、種類，並且可用空氣濾清式口罩達到過濾污染空氣效果。</li> <li>3. 其它可適用空氣濾清式口罩的狀況。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 全面式或半面式的空氣濾清式口罩。</li> <li>2. 一件或二件式化學防濺衣。</li> <li>3. 防護手套、防護鞋。</li> </ol>
D	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 空氣中無污染物。</li> <li>2. 無飛濺、無浸泡、無吸入或接觸上的危害。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 通常此狀況無需呼吸防護具。</li> <li>2. 防護鞋。</li> </ol>

資料來源：勞工安全衛生研究所



圖 4-7 A 級防護服

## 4.6 緊急應變器材

1. **無線通訊器材**：緊急應變的任務裡，訊息的傳遞尤其重要，最有效的通訊工具應為無線電對講機(Walkie-Talkie)；無線電對講機不同於其他通訊方式，雙向的功能可以進行一對一或一對多的通訊，而且能整合搭配使用在自攜式空氣呼吸器之面罩，如圖 4-8 所示，應用在各類的異常事故處理任務，能讓整個應變小組隨時保持聯絡，分工合作並達成目標。高科技廠佔地動輒數十公頃，錯綜複雜的廠區環境必須架設網路天線來使通訊能達到無死角，但必須符合低功率的標準，以避免精密的機台設備受到干擾。特殊的環境裡，所選用的無線電對講機必須具有防爆標準認證之本質安全性，才能在含有可燃性氣體或可燃性液體之蒸氣的危險環境中使用。
2. **火災搶救器材**：高科技廠一般常見的火災搶救設備，除了保護自身安全的消防衣和自攜式空氣呼吸器外，還有執行滅火任務所必須使用到的水帶、渦輪式瞄子、分水器、轉換接頭、移動式水砲塔以及各型滅火器。
  - (1) 渦輪式瞄子，如圖 4-9：材質為耐蝕鋁合金，附有握把，後座力小，瞄子頭出水量轉輪可單手操作，調整出水量 125-150-200-250 加侖/分，三段式開關具有直射、噴霧、暫停等三段出水功能，扳機式開關可瞬間放水及停止，型式分為一吋半及二吋半快速接頭。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；火場中具有可燃性氣體、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以水霧模式點放式射水，降低溫度防止閃燃發生，而水蒸發成水蒸氣體積膨脹一千六百倍，可以驅散以減少可燃性氣體及毒性氣體蓄積濃度，減低就災人員危險。
  - (2) 移動式砲塔，如圖 4-10：入水口、彎管、支撐桿、快速母接頭為鑄鋁合金，螺栓、操作桿、螺帽及其零件為不銹鋼材質，構造係由二吋半雙入水口(可使用一吋半之轉接頭搭配使用)，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，底座由四支支撐桿支撐，利用調整螺絲固定於地面。迴轉彎管具有鋼珠槽裝置，可三百六十度水平迴轉，手輪及鋼珠槽裝置可調整仰角零到七十五度

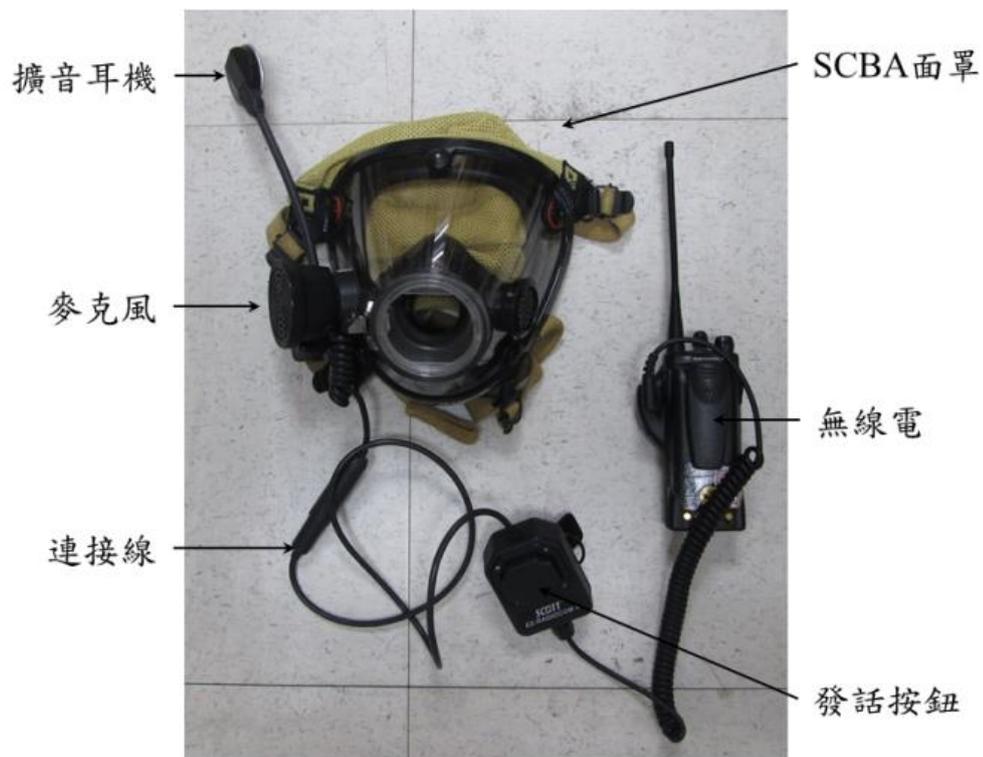


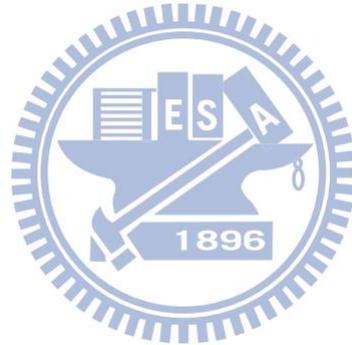
圖 4-8 無線通訊設備



圖 4-9 渦輪式瞄子



圖 4-10 移動式水砲塔



，瞄子可調整成水霧或是水柱噴射。

(3) 各型滅火器，如圖 4-11：高科技廠設置一般常見適用於 ABC 類火災之乾粉滅火器以及 BC 類之二氧化碳滅火器外，同時於重要出入口設置一百磅大型二氧化碳滅火器以提供更有效之滅火能力；而使用自燃性化學物質之特定場所，則設置特殊乾粉滅火器。

(4) 紅外線熱影像儀，如圖 4-12：藉由紅外線熱影像儀，使搶救人員可以在缺乏光線的環境中執行搶救與搜索的工作，以確保搶救人員能在安全的條件下進行火災現場的任務，熱影像儀可以在火場中偵測大範圍有溫度物體，準確地找到建築物內火點及發熱源，以利執行滅火工作；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；在黑暗中也能利用熱影像儀進行人員的搜救。

3. 氣、化災處理器材：高科技廠經常發生特殊氣體或是液態化學品的洩漏事故，雖然嚴重程度不及火災事故來的嚴重，但是發生機率卻較火災事故頻繁，所造成的損失也不容小覷；特殊氣體或液態化學品洩漏主要利用圍堵、密閉的方式來抑制災情擴大，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。氣體鋼瓶洩漏處理車、洩漏密封器材、化學洩漏處理車移動式除污站、酸(鹼)吸液車、手持式偵檢設備等，為高科技廠較常用之應變器材。

(1) 氣體鋼瓶洩漏處理車(Emergency Response Containment Vessel)，簡稱 ERCV，如圖 4-13：目前最有效控制鋼瓶洩漏的方法，可快速完成防危害氣體洩漏，並將洩漏鋼瓶載離災害現場，較舊有鋼瓶堵漏器材使用上更方便快速，運送時更安全。適用於大部分的特殊氣體鋼瓶洩漏，包括高壓氣體(CO、H<sub>2</sub>、NF<sub>3</sub>、BF<sub>3</sub>)、液化氣體(Cl<sub>2</sub>、HBr、NH<sub>3</sub>、AsH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>)、混合氣體(PH<sub>3</sub>、F<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)；無法處理之氣體包括強氧化物(F<sub>2</sub>、ClF<sub>3</sub>、NO、N<sub>2</sub>O、O<sub>2</sub>)、自燃性氣體(SiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、PH<sub>3</sub>、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)、乙炔、具爆炸性混合氣體、經歷火災或爆炸波及之鋼瓶、著火中之鋼瓶以及非金屬容器，如玻璃或塑膠。平時 ERCV 設置於容易發生氣體鋼瓶洩漏之氣體供應房或是氣體鋼瓶庫房，容易快速取得，縮短救災動線以爭取搶救時效。



圖 4-11 各型滅火器

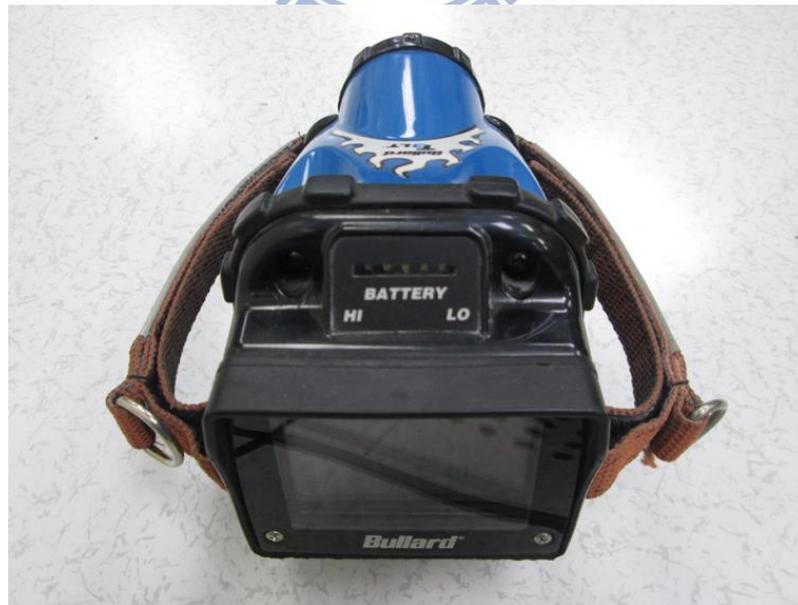


圖 4-12 紅外線熱影像儀



圖 4-13 氣體鋼瓶洩漏處理車



- (2) 化學洩漏處理器材，包含洩漏處理車、洩漏處理桶以及堵漏工具，如圖 4-14、4-15、4-16：一般適用於化學品貯存桶槽、輸送管線發生洩漏時之止漏、修補及洩漏於環境之化學品處理。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；洩漏處理桶則是用來裝洩漏之有毒液體、固體，其設計大小可將洩漏的五十加侖桶裝入。處理人員必須著適當等級之化學防護服，利用堵漏工具完成初步止漏，以避免危害擴大。
- (3) 移動式除污站，如圖 4-17：除污的目的在於使安全區域之人員及環境免於污染，所有自災區出來的傷患、救災人員、設備器材皆要除污，除去沾在人員、設備器材或防護衣上的化學污染物，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。除污時搶救人員進入沖淋位置雙手張開轉圈，並由除污人員協助刷洗，除污人員應著 C 級以上防護衣，並配戴呼吸防護具以免污染受傷。除污後之污染水源，必須收集至廢水廠處理，不可任意排放造成環境二次污染。
- (4) 酸(鹼)吸液車，如圖 4-18：設計為耐酸、鹼材質，原理係利用吸塵器負壓及管路吸取頭，將洩漏於環境之液體吸入至內槽後，再運至處理水槽排放液體，所以當化學物品洩漏或其他液體大量漏出時，可利用酸(鹼)吸液車快速收集及排放；每次使用後必須徹底清理沖洗，以避免混入不相容物質。
- (5) 手持式偵檢設備，如圖 4-19：具備操作簡單、使用方便之優點，採樣及分析步驟在同一儀器中完成，而且在極短的時間內即可得知待測物濃度，可省去採樣、樣品運送、分析等步驟；可連續偵測毒性氣體濃度，一般應變人員用於現場查漏或是化學品洩漏事故之環境偵檢。



圖 4-14 洩漏處理車



圖 4-15 洩漏處理桶



圖 4-16 堵漏工具



圖 4-17 移動式除污站



圖 4-18 酸(鹼)吸液車



圖 4-19 手持式偵檢設備

## 4.7 歷年異常事故統計

統計民國九十七年至一百零一年之間，該廠區發生異常事故件數共五十七件，如表 4-4 及圖 4-20 所示。火災事故係指機台或設備，因元件故障、老化等因素造成燒燬，引發火災警報之事故；製程尾氣洩漏事故為機台生產過程反應後之製程廢氣、殘氣，因管路、真空泵浦或除害裝置故障，導致製程廢氣、殘氣外洩之事故，雖然危害程度比起未經反應之特殊氣體、化學品相對來得低，但是仍會對環境及作業人員造成傷害；液體洩漏事故包含製程供應水、回收水或消防用水等中性液體大量洩漏，嚴重影響現場運作生產之事故；化學品洩漏事故為未經生產反應之特殊氣體原氣或化學品洩漏之事故，廠務供應端及設備使用端皆曾經發生。

1. 九十七年：火災三件、製程尾氣洩漏四件、液體洩漏四件、化學品洩漏一件，共十二件異常事故。
2. 九十八年：火災四件、製程尾氣洩漏二件、液體洩漏五件，共十一件異常事故。
3. 九十九年：火災五件、製程尾氣洩漏二件、液體洩漏四件，共十一件異常事故。
4. 一百年：火災三件、製程尾氣洩漏二件、液體洩漏五件、化學品洩漏一件，共十一件異常事故。
5. 一百零一年：火災二件、製程尾氣洩漏三件、液體洩漏五件、化學品洩漏二件，共十二件異常事故。

表 4-4 歷年異常事故統計

事故原因	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年
火災	3	4	5	3	2
製程尾氣洩漏	4	2	2	2	3
液體洩漏	4	5	4	5	5
化學品洩漏	1	0	0	1	2
總件數	12	11	11	11	12

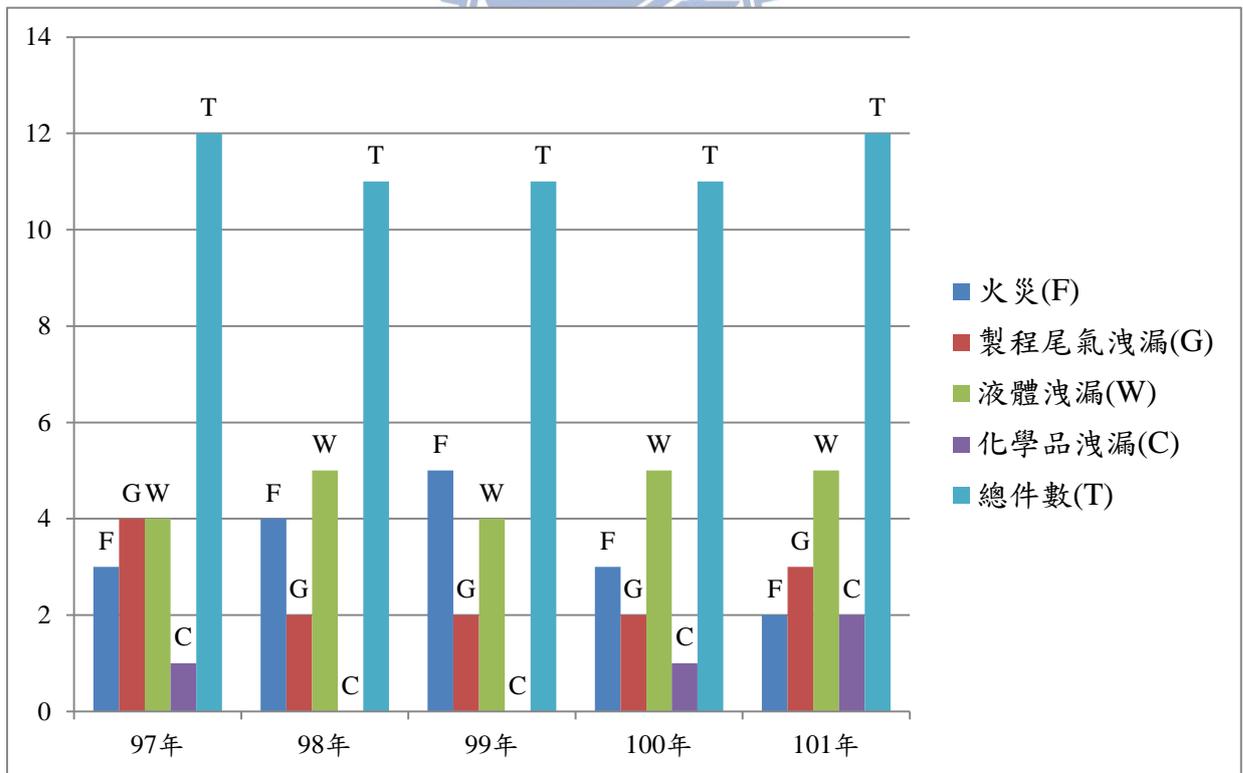


圖 4-20 歷年異常事故統計

## 4.8 異常事故案例

1. 案例一：某日下午監控中心防災系統發報，警報內容為廠務棟地下一樓環境點 HCl GD HiHi Alarm，監控中心以無線電通知 ERC 人員至現場確認；監控中心隨即收到儲運人員來電反應碼頭區域環境出現白色煙霧，空氣中瀰漫刺鼻酸味；ERC 人員 5 分鐘即確認現場狀況，回報發現 32% HCl 桶槽下方有化學品大量洩漏，監控中心立即通報相關應變人員及部門主管，應變成員著防護裝備進入事故地點，依廠內緊急應變程序處理，劃分熱區、暖區及冷區，管制人員進出，應變處置作為迅速且確實，無人員受傷，詳細應變處理過程如下。
  - (1) 13:15 監控中心收到廠務棟地下一樓桶槽區，環境點 HCl GD HiHi Alarm，立即以無線電通知 ERC 人員前往確認。
  - (2) 13:18 儲運人員通報監控中心於廠務棟及碼頭附近走道有淡淡的白色煙霧，空氣中瀰漫濃烈酸味，該區人員已疏散至安全區域。
  - (3) ERC 人員配戴呼吸防護具至廠務棟地下一樓桶槽區，發現 32% HCl 桶槽下方有化學品大量洩漏，現場有濃濃白霧；判斷碼頭區域異味狀況為同一事件造成。
  - (4) 13:20 監控中心立即通知廠務值班，告知發生化學品洩漏事故，廠務同仁回報將著防護裝備至現場處理。
  - (5) 13:21 監控中心通知相關人員支援器材(C 級防護衣、防護靴、呼吸防護具、防護眼鏡、耐酸鹼手套、排煙風機、蛇籠)至現場。
  - (6) 13:28 廠務同仁著裝進入事故現場，回報洩漏原因為盲板螺絲遭腐蝕而斷裂，以致盲板無法密合，造成化學品洩漏，而洩漏之化學品侷限於防液堤內，無擴大之虞，將立即做初步止漏處理。
  - (7) 13:35 人員持續支援相關應變器材，並架設排煙風機及蛇籠，加強現場通風換氣。
  - (8) 14:00 現場回報，已將腐蝕螺絲更換完成，進行現場環境之除汙。
  - (9) 14:20 人員及應變器材進行除汙後撤出，狀況解除。

2. 案例二：某日下午承攬商於廠內進行真空泵浦清管作業，拆卸管路時不慎使管路掉落撞擊地面，管壁內附著累積之副產物接觸空氣自燃，引發明火及濃煙，觸發該區消防警報並造成承攬商手部遭高溫燙傷。ERC 人員 2 分鐘即確認現場狀況並且回報，監控中心立即通報相關應變人員及部門主管，應變成員依廠內緊急應變程序處理，劃分熱區、暖區及冷區，管制人員進出，事故處理僅花費 28 分鐘，詳細應變處理過程如下。

- (1) 16:32 工廠一樓真空泵浦隔間發生火災警報，立即以無線電通知 ERC 人員前往確認。
- (2) ERC 現場確認擴散部門之真空泵浦管路，有明火並伴隨大量濃煙，立即以二氧化碳滅火器實施滅火，但管路仍持續冒白煙；廠商一人受傷，已撤至安全區域。
- (3) 16:34 監控中心立即通知設備值班，告知發生火災事故，設備同仁回報將配戴防護裝備至現場處理。
- (4) 16:35 監控中心通知相關人員支援器材(消防衣、自攜式空氣呼吸器、排煙風機、蛇籠、滅火器)至現場。
- (5) 16:40 設備回報因廠商進行擴散部門之真空泵浦管路拆卸清管作業，拆卸管路時不慎使管路掉落撞擊地面，管壁內附著累積之副產物接觸空氣自燃，引發明火及濃煙。
- (6) 16:41 監控中心啟動排煙系統進行現場排煙。
- (7) 16:50 設備同仁著防護裝備將冒煙之管路以推車送至外圍停車場。
- (8) 16:53 以水泥推車裝水浸泡，管路持續冒煙，改以大型橘色水桶裝水浸泡，狀況解除。
- (9) 17:00 現場進行清理復歸；後續確認廠商一人手部燙傷，送往醫院治療。

## 第五章 結論與建議

### 5.1 結論

1. 事故災害發生即可得知所有的訓練及演練之成效是否實用，由歷年實際發生案例即可驗證，處理異常事故之應變成員，於災害發生時確能在自身安全無虞之狀況下執行搶救任務，依標準應變機制與流程運作，事故災害處理及成員間之溝通協調皆達水準之上。
2. 廠區實施本研究所設計之訓練模式，將異常事故處理任務由原先應變專責人員負責，轉由訓練後之應變小組成員執行，而緊急應變專責人員之編制由原本四班二輪每班次七員，逐年縮編至三員，在節省人力之同時也能順利執行廠區之緊急應變任務。
3. 實施本研究所設計之訓練模式能有效節省應變專責人員之人力編制，但廠區仍必須設置適當人數之應變專責人員，因為專責人員本身專精於災害應變處理相關工作，且對全廠區環境非常熟悉，能在事故發生之最短時間確認狀況並做初步處置，執行搶救任務時擔任現場安全官，確保應變小組成員之安全防護與各項安全注意事項。

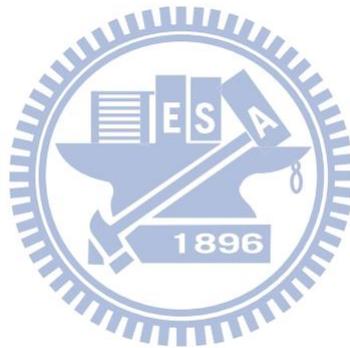
### 5.2 建議

1. 應變小組成員全時段配發無線電：  
目前應變小組所使用之個人無線電，於無塵室入口及監控中心集中管理，當事故發生時才由特定地點領取使用；而異常事故發生的初期，欲將正確的訊息傳達予相關部門之應變人員，僅使用電話來通報與聯繫是不夠的，在以往實際案例的經驗中發現，在狀況未明的事故初期，詢問事故以及通報現場的電話在短時間湧入造成佔線，延誤聯絡各相關人員的時效。建議應變成員全時段攜帶無線電，能與監控中心溝通零時差，所有應變成員能由通話內容中，得到事故狀況的第一手資訊。
2. 加強安管組及急救組訓練：  
安管組及急救組在應變任務中雖然風險相較搶救組低得多，但是安管組可能遭遇事故範圍擴大，急救組面臨急救的傷患或許是化學品接觸

傷害，要如何保護自身安全並執行任務，未來仍需規畫標準之訓練方式。

3. 建立區域緊急應變卡：

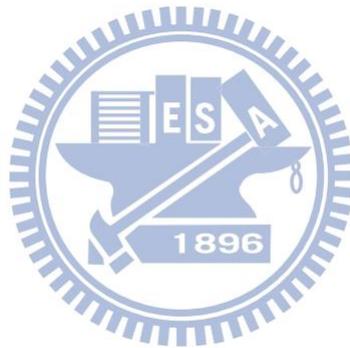
建議廠區依不同區域制定緊急應變卡，應變成員能利用應變卡確認應變程序及應變作為是否正確，相關的注意事項能逐一核對避免錯誤的發生。應在每次事故結束後，依據災後的檢討重點，隨時更新應變卡內容，以符合現場實際需求。



## 參考文獻

1. 行政院勞工委員會-危險性工作場所審查暨檢查辦法。
2. 行政院環境保護署-毒性化學物質危害預防及應變計畫作業辦法。
3. 內政部消防署-消防法。
4. 內政部消防署-消防法施行細則。
5. 鍾順輝，勞工安全衛生研究所(工安警訊)，2007。  
<http://www.iosh.gov.tw/data/f9/warn27.htm>
6. 勞動檢查所(職災案例)，2007。  
[http://www.crlio.gov.tw/manasystem/files/cases/9612232236591\\_硫化氫災害.pdf](http://www.crlio.gov.tw/manasystem/files/cases/9612232236591_硫化氫災害.pdf)
7. 中國石油股份有限公司(案例宣導)，2009。  
<http://www.cpc.com.tw/big5/content/index.asp?pno=192>
8. 石東生、黃文玉，1997，國內半導體製造業潛在危害暴露之初步探討，勞工安全衛生簡訊，24期，頁1~6，2月。
9. Ko Chun Mou, and Guang Hann Chen, 2004, "Risk management in semiconductor industry", Semiconductor Manufacturing, Technology Workshop Proceedings.
10. 蔡衍真，2009，衡量部門別安全管理績效與探討其影響因素—以某半導體製造公司為例，國立中央大學，企業管理學系碩士論文。
11. 陳彥夫，2001，半導體與光電廠緊急應變能力調查，私立高雄醫學大學，碩士論文。
12. 鍾百朋，2004，半導體廠火災事故之緊急應變電腦軟體規劃與實例分析研究，國立交通大學，碩士論文。
13. 張項凱，2008，高科技廠特殊氣體洩漏之緊急應變程序研究，雲林科技大學，碩士論文。
14. 洪傳譜，2005，高科技廠房先進救災設備配合緊急應變程序之研究，國立交通大學，碩士論文。
15. Kathleen Madiand Kowalski, 1995, "A human component to consider in your emergency management plan: The critical incident stress factor", Safety Science, No.20, pp.115-123.

16. J. Kevin Ford, and Aaron M. Schmidt, 2000, “ Emergency response training: Strategy for enhancing real-world performance”, Journal of Hazardous Material, No.75, pp.195-215.
17. 馮宣皓，2006，緊急應變人員訓練落實度調查-以半導體廠為例，私立長榮大學，碩士論文。
18. 內政部消防署-災害防救法。
19. 行政院環境保護署-毒性化學物質管理法。
20. 內政部-民防法。
21. 行政院勞工委員會-特定化學物質危害預防標準。
22. 明江貿易股份有限公司-自給式空氣呼吸器。
23. 台灣開廣股份有限公司-歐式消防衣。
24. 勞工安全衛生研究所-防護具選用技術手冊。
25. 經濟部工業局，1995，緊急應變應用技術手冊。



# 附錄一、毒災聯合應變演練計畫

## 一、依據

- (一) 災害防救法
- (二) 行政院環境保護署毒性化學物質災害防救業務計畫
- (三) 毒性化學物質災害疏散避難作業原則
- (四) 新竹市災害應變中心作業要點

## 二、演練目的

- (一) 確認事故發生時，工廠緊急應變作為措施之適用性及可行性。
- (二) 評估工廠緊急應變指揮系統的完整性與通報的有效性。
- (三) 健全緊急應變體系。
- (四) 熟悉毒性化學物質災害事故處理流程、火災發生之緊急應變流程。

## 三、演練策略

- (一) 加強工廠災害事故發生時正確之緊急應變防制觀念及各政府機關對毒性化學物質運作工廠事故發生時之應變能力，並做好各項防制措施。
- (二) 建立工廠緊急應變小組對於災害事故發生時之處理聯繫及相互支援管道，並運用各項救災資源、人力及裝備，以強化整體救災能力，使災害損失減至最低，減少生命及財務損失。
- (三) 加強廠內人員對於緊急應變程序及防制觀念，並作好各項防制措施。

## 四、演練方式

現場模擬狀況演練

## 五、演練地點

新竹市科學工業園區某半導體廠

## 六、籌備與演練時間

- (一) 相關單位協調會暨第一次腳本協商會議
- (二) 相關單位協調會暨第二次腳本協商會議

- (三) 第一次預演
- (四) 第二次預演
- (五) 第三次預演
- (六) 第四次預演
- (七) 正式演練

## 七、執行單位

新竹市環保局、新竹市消防局、馬偕醫院紀念醫院新竹分院、科學工業園區管理局、科學工業園區員工診所、科學工業園區保警中隊、科學工業園區消防隊、行政院環境保護署毒災應變諮詢中心、行政院環境保護署北區毒災應變隊、聯電消防隊、科學園區毒災聯防小組、三福氣體股份有限公司。

## 八、演練模擬狀況

位於新竹科學工業園區之某半導體廠於 XX 年 X 月 XX 日上午，發生兩名駐廠人員搬運 ELM-C30(二甲基甲醯胺)時，不慎掉落 200 公升塑膠桶，造成 ELM-C30 洗淨劑洩漏，現場人員立即回報現場狀況。

駐廠人員 A、B 二員因皮膚接觸及呼吸到 ELM-C30 而有頭昏症狀，A、B 兩員先行至沖身洗眼器進行沖淋，並通知 ERC 值班室事故情況，請求支援。

ERC 值班工程師獲知事故訊息，立即通知風險安環部、廠務主管及保健中心同仁。廠內指揮官(製造部主管)進駐監控中心，以 CCTV 監控畫面研判災情，成立 ERT 採取緊急應變措施，於廣場前上風處成立前進指揮所，進行初步事故處理及人員搶救處理。

指揮官逐層通報副廠長、廠長、副總，各級長官指示全力救災，並給予傷患初步緊急救護，請求員工診所及新竹市消防局支援救護車到廠，後送傷患至新竹市毒災責任醫院進行後續醫療診治。

ERT 成立後值班工程師報告事故現場狀況，由安全官說明危害狀況及搶救注意事項，指揮官依照毒性化學物質處理流程及評估事故現況，進行任務分派，ERT 人員依任務分配開始行動。現場以吸液棉來阻止擴散，並以補漏工具及洩漏處理桶將破裂桶封存、並延阻廢液流入雨水排中，救護組進行傷患初步急救後，請求園區診所及新竹市消防局支援救護車到場後

送傷患。

在 ELM-C30 洩漏處理完畢後，於清理現場外一儲運人員，在運送濃度 1% 磷化氫鋼瓶途中，不慎將鋼瓶翻覆，儲運人員立即疏散現場人員，並通知監控中心。由於磷化氫屬第三類毒性化學物質，人員立即清空該區，管制人車進入，立即將事故訊息通報前進指揮所，進行初步事故處理，並逐層通報廠內各級主管。廠內氣體監控系統於廠內環境測得磷化氫讀值達到人員疏散標準，ERC 立即對廠內人員進行疏散廣播，另依照磷化氫洩漏量、氣象條件，研判磷化氫有擴散到鄰近友廠之虞，立即通報科管局及下風處之鄰廠採取疏散避難措施。

ERT 人員立即進行事故確認，量測現場磷化氫濃度，劃分熱區、暖區、冷區，以消防水霧形成之水幕進行氣體阻隔及捕集，防止事故擴大，並以吸液棉阻隔廢液，將砂包圍堵雨水排，防止廢液經雨水排流出廠外，另外，雨水溝截流之消防水需經由廠內廢水處理廠，水質達到納管標準後，才進行排放作業。

外部救災單位支援，首先由科學工業園區消防隊支援消防車到場，指揮官報告災害現況及搶救進度後，將指揮權轉移給消防隊隊長。園區消防隊研判災情嚴重，通知新竹市消防局之化災應變車到場協助，園區消防隊再將指揮權轉給新竹市消防局。因磷化氫屬於列管的毒性化學物質，最後由毒性化學物質之主管機關—新竹市政府權責機關的環保局到場後，指揮權移轉給新竹市環保局（進行採樣、偵測現場有毒化學物質濃度、現場空氣品質、消防廢水監測及督導業者進行現場廢液處理）。科管局通知園區保警中隊到場協助災區交通及人員之管制及疏散事項。

新竹市環保局接獲通報後，研判災情嚴重，立即陳報市長成立「毒性化學物質新竹市災害應變中心」，並由環保局立即通知各編組單位進駐。由市長擔任指揮官，市府相關災防單位（消防局、衛生局、警察局、社會處、勞工處、工務處、產業發展處、各區區公所、民政處、財政處、行政處新聞科..等單位）陸續進駐應變中心，各災防單位依「新竹市災害應變中心作業要點」進行各項救災事宜。

- 環保局負責災害應變中心幕僚作業及毒性化學物質災害預防、應變及善後事項。
- 警察局辦理災區交通及人員之管制及疏散事項。

- 消防局負責聯繫、督導所屬消防救援單位執行災害搶救作業。
- 衛生局負責啟動緊急醫療網及通知急救責任醫院準備大量傷患救助作業，並派員進駐指揮中心，共同運作救護指揮、協調事項。
- 工務處負責協調執行公共建築或道路等設施之搶救維護作業。
- 產業發展處負責協調台灣自來水公司、台灣電力公司及中國石油公司天然氣管理處提供相關支援及協助。
- 民政處負責協助辦理罹難者處理有關事項。
- 交通處負責調度運輸工具疏散民眾及其他有關交通事項。
- 勞工處負責協調各類技術人員協助救災事宜。
- 社會處負責協調災民收容、救濟發放等事宜。
- 財政處負責辦理動支災害準備金及協調新竹市稅務局辦理有關災害稅捐減免事宜。
- 教育處負責協調災區附近學校提供收容場所。
- 行政處負責災情及救災新聞之發布宣導事項。行政處新聞科發布新聞。
- 各區區公所負責協助辦理災害搶救事宜。

所幸外部救災單位支援，科學工業園區消防隊、園區保警中隊、科學園區管理局、新竹市環保局、行政院環境保護署北區環境毒災應變隊及新竹市毒災聯防小組等單位的協助，現場持續以水霧形成之水幕進行氣體阻隔及捕集，為避免鋼瓶殘氣持續外洩，危害廠內、鄰廠及民眾之生命財產，先以鋼瓶閥蓋封住洩漏瓶頭，送入 ERCV，以 ERCV 後送至廠商處理，現場指揮官確認災況已獲得控制，災害現場宣佈狀況解除，請各單位追蹤後續狀況，新竹市衛生局回報傷患已經送到馬偕紀念醫院新竹分院及衛生署立新竹醫院，傷患正復原中。磷化氫鋼瓶以 ERCV 處理後，由三福氣體公司應變人員將一組 ERCV 載回廠區做處理。科管局及新竹市社會處回報居民疏散狀況良好，無人受傷。環保署毒災應變隊及 ERT 複偵現場磷化氫濃度降至 N.D.，各救災單位分別向新竹市環保局之現場指揮官報告毒災事故已獲控制，因災情已經獲得控制，新竹市環保局之現場指揮官隨即向災害應變中心報告，市長裁示做好後續環境復原工作，宣佈狀況解除，各救災單位歸建。各單位進行裝備復歸、災區清理及復原工作並召開檢討會議。最後，災區在清理復原及清點人員後，現場指揮官宣佈演練結束。

## 九、注意事項

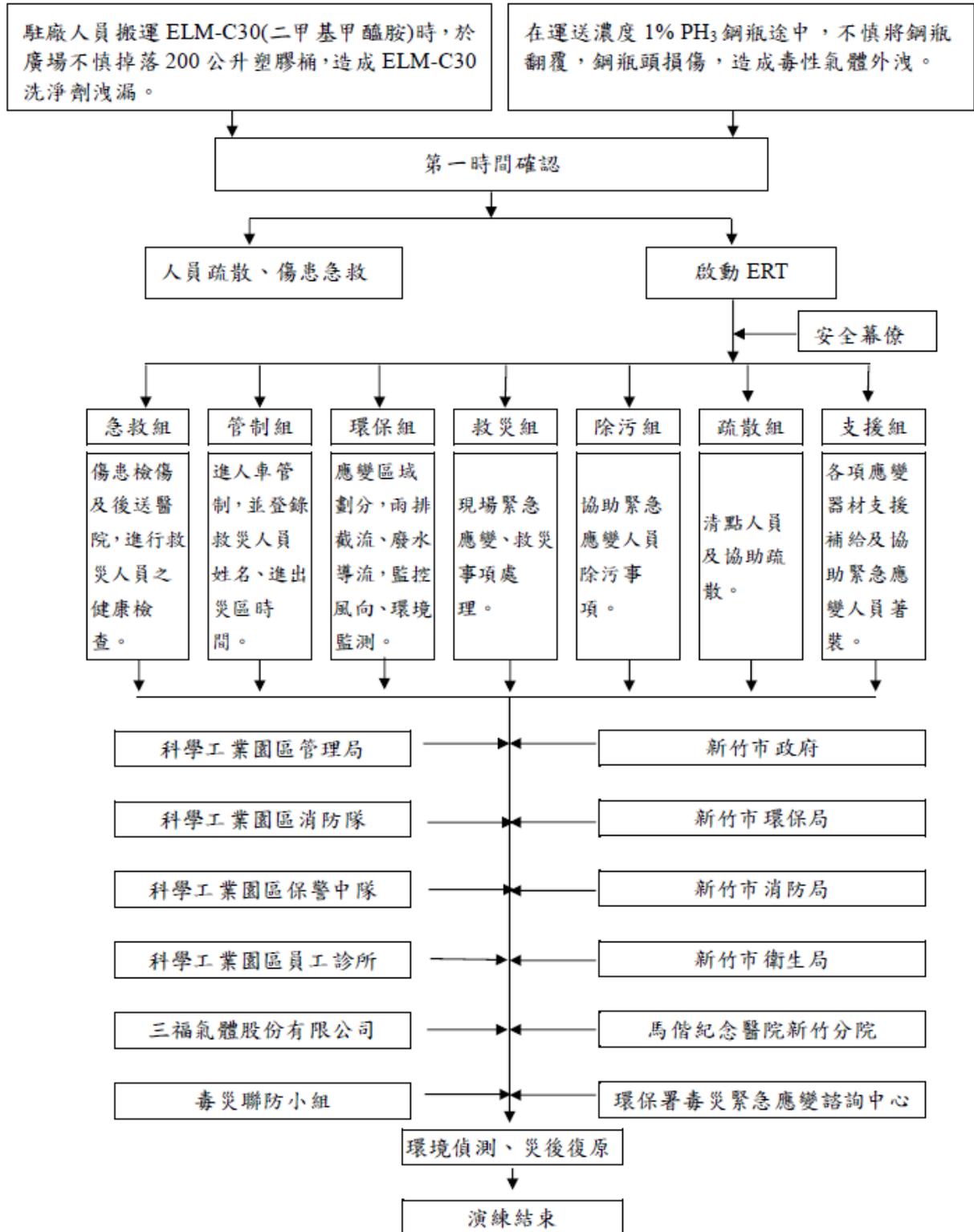
演練期程中若有下列情況發生時，演練立即停止。

- (一) 廠內發生緊急事故需要動員緊急應變組織時。
- (二) 新竹市內發生重大災變需要動員緊急應變組織時。
- (三) 其他異常狀況發生需要動員緊急應變組織時。

## 十、外部支援

- (一) 園區員工診所：救護車一輛及救護人員 2 名。
- (二) 馬偕紀念醫院新竹分院：救護車一輛及救護人員 2 名。
- (三) 園區消防隊，消防車一輛及消防人員 5 名。
- (四) 聯電消防隊：化災車一輛及人員數 2 名。
- (五) 園區保警中隊，警車一輛與人員 4 名。(協助災區交通及人員管制及疏散事項)
- (六) 科學工業園區管理局：車輛一輛支援人員 2 名。(協助現場應變，科管局成立緊急應變中心及編組。)
- (七) 新竹市政府消防局：消防車一輛、移動式除污棚一組、化災應變車及人員 10 名。
- (八) 新竹市環保局：車輛一輛及支援人員 4 名。
- (九) 環保署毒性化學物質災害緊急應變諮詢中心：毒災應變指揮車一輛及人員 4 名。
- (十) 毒災應變聯防小組人員共 4 名。
- (十一) 三福氣體股份有限公司：支援車輛一輛及人員 2 名。

# 演練流程大綱



# 演練腳本大綱

## 一、事故發生緣起

- 兩名駐廠人員搬運 200 公升 ELM-C30 時，於廣場不慎掉落，造成 ELM-C30 洗清淨劑洩漏。
- A、B 兩員皮膚不慎接觸 ELM-C30 吸入少許氣體，造成頭昏不適，A、B 兩員自行離開災害現場進行除污，通報 ERC。
- 監控中心值班人員獲知訊息，立即利用 CCTV 監看現場確認事故狀況，進行通報廠務、物料管理等相關部門主管。
- 監控中心值班人員通報廠護成立 EMT，協助傷患急救。

## 二、啟動救災機制，成立指揮中心

- 監控中心值班人員按下緊急呼叫鈕，通知風險管理處全體同仁。
- 成立前進指揮中心，指揮官進行災況說明。
- 安全官說明 ELM-C30 危害訊息及救災注意事項。
- 指揮官進行無線電對講機對頻及任務分配。
- ERT 各組接獲任務分派後，著個人防護具後進行各項應變任務。
- 應變任務：
  1. 廠區指揮官任務：緊急應變事項最高指揮官。
  2. 急救組應變任務：進行傷患檢傷及後送醫院，進行救災人員之健康檢查。
  3. 管制組應變任務：進行區域人車管制，並登錄救災人員姓名、進出災區時間。並請以警示帶負責事故現場隔離及救災、救護車輛引導。
  4. 環保組應變任務：緊急應變區域劃分，兩排截流、廢水導流，監控風向、環境監測。
  5. 救災組應變任務：現場緊急應變、救災事項處理。
  6. 除污組應變任務：協助緊急應變人員除污事項。
  7. 安全官應變任務：提供指揮官各項應變及建議。
  8. 疏散組應變任務：清點人員及協助疏散。
  9. 支援組應變任務：各項應變器材支援補給及協助緊急應變人員著裝。
  10. 監控中心(ERC)應變任務：由各系統統合各項資訊、協助應變。

- ERC 通報廠長、公關、法務部門廠內現況。
- 由於 ELM-C30(二甲基甲醯胺)屬於環保署列管之毒性化學物質，依法需通報主管機關(環保局)。

### 三、ELM-C30(二甲基甲醯胺)洩漏災情控制，傷患後送狀況回報

- 急救組(EMT)人員著 C 級防護衣，進行傷患檢傷及初步急救，回報指揮官並請求救護車送醫。請求獲准，駐廠護士通報園區診所。
- 救災組人員現場以吸液棉圍堵，持續監控環境中環境濃度。
- 指揮官下令使用洩漏處理桶及補漏工具進行處理。
- 現場以吸漏棉來阻止擴散，並以補漏工具及洩漏處理桶將破裂桶封存、並延阻廢液流入雨水排中。
- 洩漏之 ELM-C30 已裝載於洩漏處理桶內。
- 三福化工支援車輛到廠，管制組通報廠區指揮官並引導至救災現場。廠區指揮官下令三福化工人員將洩漏處理桶運回三福化工。
- 園區診所及馬偕醫院救護車到廠，管制組通報指揮官並引導車輛至急救站。
- 將受傷傷患送至新竹市毒災責任醫院，衛生署新竹醫院及馬偕紀念醫院。
- 安全官報告指揮官，ELM-C30 為列管毒化物，依法須通報新竹市環保局、科學工業園區管理局、通報園區污水處理廠注意污水排放量。指揮官指示相關單位進行相關通報作業。

### 四、PH<sub>3</sub> 鋼瓶翻覆，外界支援及指揮權轉移

- 因鋼瓶運送人員不慎將 PH<sub>3</sub> 鋼瓶翻覆，造成 PH<sub>3</sub> 洩漏。
- 緊急應變人員處理完 ELM-C30 後，隨即發現附近之有 PH<sub>3</sub> 鋼瓶洩漏。
- 安全官報告指揮官，PH<sub>3</sub> 為列管第三類急毒性毒性化學物質，依法須通報新竹市環保局、科學工業園區管理局、通報園區污水處理廠注意污水排放量。指揮官指示 ERT 進行相關通報作業。
- 指揮官研判事故後續狀況及廠內應變支援能力，下令尋求外部救災單位支援並通報主管機關。
- 指揮官立即指派人員監控環境中 PH<sub>3</sub> 濃度，劃分熱區、暖區、冷區。
- 廠區指揮官指示廠內人員立即進行疏散，並通知下風處鄰廠同仁，

進行避難及疏散動作。

- 廠區指揮官立即指示緊急應變人員架水線、以消防水霧形成之水幕進行氣體阻隔及捕集，防止事故擴大。
- 廠區指揮官立即指示以吸液棉阻隔廢液，將砂包圍堵雨水排，防止廢液經雨水排流出廠外。
- 廠區指揮官指示隨時監測環境讀值，並隨時回報。
- 園區消防隊到廠，管制組通報指揮官並引導至前進指揮中心。
- 指揮官向園區消防隊報告災情及救災進度，進行指揮權轉移。
- 園區消防隊以消防車以水線噴灑形成之水幕進行氣體阻隔及捕集，防止事故擴大。
- 園區保警中隊到場，協助災區交通及人員管制及疏散事項。
- 科學工業園區管理局到廠協助應變並回報科管局之應變指揮中心。
- 新竹市消防局到廠，管制通報指揮官，協助引導至前進指揮中心，進行指揮權轉移。
- 新竹市環保局及環保署環境毒災應變隊到廠，管制組通報指揮官，協助引導至前進指揮中心，進行指揮權轉移。
- 友廠聯電支援化災車到廠，管制組通報指揮官並引導進廠協助救災。
- 毒災聯防小組 X 公司到廠支援，管制通報指揮官，指揮官指示支援組協助器材點收並回報。
- 毒災聯防小組 Y 公司到廠支援，管制通報指揮官，指揮官指示支援組協助器材點收並回報。
- 三福氣體毒災應變車到廠，管制組通報指揮官並引導進廠。
- 新竹市環保局現場指揮官初步研判  $\text{PH}_3$  洩漏有擴及廠外之虞，立即通報市長成立「毒性化學物質新竹市應變中心」，環保局立即通知各編組單位進駐災害應變中心。
- 新竹市環保局指示環保署毒災應變隊進行下風處濃度偵測，並隨時回報偵測濃度。

## 五、災情控制，以 ERCV 後送及環境偵測

- 為避免災害擴大危及廠內外人員及民眾安全，指揮官下令以 ERCV 為將洩漏鋼瓶後送至三福氣體廠處理。

- 應變人員先以鋼瓶頭安全罩悶蓋封住洩漏鋼瓶頭，送入 ERCV，以 ERCV 後送至廠商處理，現場指揮官確認災況已獲得控制，
- 新竹市環保局指示救災組人員進行現場地面清洗及環境偵測。
- 新竹市衛生局回報傷患生命跡象穩定仍在醫院復原中。
- 環保署毒災應變隊回報下風處 PH<sub>3</sub> 濃度讀值為 N.D.。
- 新竹市環保局指揮官向新竹市災害應變中心報告毒災事故已獲得控制。市長指示進行環境復原工作，宣佈狀況解除。

## 六、災區清理、通報鄰廠狀況解除

- 指揮官下令狀況解除，現場人員進行除污、清點人數。
- 指揮官下令通報鄰廠及居民狀況解除。
- 廠區指揮官下令廠區人員協助災區復原作業，通知廠務人員利用沉水泵浦將消防廢水導引至廠區廢水廠處理。

## 七、災害調查與召開檢討會

- 廠長於災區復原工作完成後，召開會議進行事故調查、統計損失及應變檢討。依法規之規定，本廠依照毒管法及勞工安全衛生法要求，製作「書面事故調查處理報告」及將事故調查、損失統計及改善方案作成書面資料，依照時限提報各主管機關。

# 裝備清單

## 一、搶救器材：

- PH<sub>3</sub> 手持式氣體偵測器
- ERCV
- 堆高機
- 移動式除污站
- 移動式沖身洗眼器
- 消防水帶
- 水霧砲塔
- 補漏工具
- 化學洩漏處理桶
- 吸酸棉(條)
- 洩漏處理袋
- 手工具(PH<sub>3</sub> 鋼瓶鎖緊)
- 鋼瓶頭安全罩
- 自動給氧呼吸器
- 輪椅



## 二、防護器材：

- A 級防護衣
- C 級防護衣
- SCBA
- 半罩式防護具
- 濾毒灌

## 三、通訊器材：

- 無線電對講機
- 對講機連接線組

## 四、管制器材：

- 警示帶
- 告示板
- 三角警示錐及連桿

## 各組人員編制

**ELM-C30(二甲醯甲醯胺)事故：緊急應變各組人數分配表**

各組名稱	各組人數	防護衣種類
環保一組	二員	著 C 級防護衣
救災一組	二員	著 C 級防護衣
救災二組	二員	著 C 級防護衣
急救組	一員	著 C 級防護衣
管制組	六員	交管棒、反光背心
除污組	二員	著 C 級防護衣

**PH<sub>3</sub> 事故：緊急應變各組人數分配表**

各組名稱	各組人數	防護衣種類
環保一組	二員	著 A 級防護衣
救災一組	二員	著 A 級防護衣
救災二組	二員	著 A 級防護衣
支援組	二員	不著裝(推 ERCV 至管制口)
管制組	六員	交管棒、反光背心
環保二組	二員	著 A 級防護衣
除污組	二員	著 C 級防護衣