

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

碩士論文

半導體業侷限空間作業化學性危害風險評估管控與
改善對策-以 A 公司為例

Chemical Hazard Risk Assessment Management and Improvement
Strategy In Semiconductor Industry Confined Space-Take A Company
For Example

研究生：謝明淇

指導教授：陳春盛 教授

中華民國九十九年八月

半導體業侷限空間作業化學性危害風險評估管控與改善對策
-以 A 公司為例

Chemical Hazard Risk Assessment Management and Improvement
Strategy In Semiconductor Industry Confined Space-Take A Company
For Example

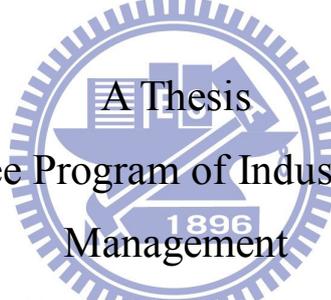
研究生：謝明淇
指導教授：陳春盛

Student : Ming-Chi Hsieh
Advisor : Chun-Sung Chen

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

碩士論文



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

August 2010

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年八月

半導體業侷限空間作業化學性危害風險評估管控與改善對策
-以 A 公司為例

學生：謝明淇

指導教授：陳春盛

國立交通大學工學院產業安全與防災學程

摘 要

本論文研製之半導體廠內的儲槽、消化池等皆屬於侷限空間作業的場所，進入此環境內作業存有許多潛在危害因子，包含了物理性危害與化學性危害因子。本研究的目的是在於掌握半導體廠從事侷限空間作業的項目，鑑別其作業程序中可能接觸的化學性危害因子，透過失誤模式及影響分析方法，明確得知危害性較高的作業節點與類別，並藉由風險控制與管理以及源頭規劃方法，以重大職業災害事故再發生。研究結果顯示，在 63 項半導體廠侷限空間作業項目中發生危害機率較高的作業項目是在排水回收系統、酸排水回收系統、氫氟酸廢水回收系統、酸鹼廢水回收系統，其中又以氫氟酸廢水回收系統的比例是最高的；若發生事故時造成嚴重程度較高的項目是超純水系統、排水回收系統、酸排水回收系統、氫氟酸廢水回收系統、酸廢氣處理系統、NH₃ 廢氣處理系統，會對人員急性傷害或環境危害及人員慢性傷害等，若人員能在操作系統時，能夠小心謹慎遵循標準作業程序妥善處理並穿戴適當的防護用具，加上平時的教育訓練，得以降低意外傷害事故的發生。

Chemical Hazard Risk Assessment Management and Improvement Strategy In Semiconductor Industry Confined Space-Take A Company For Example

Student : Ming-Chi Hsieh

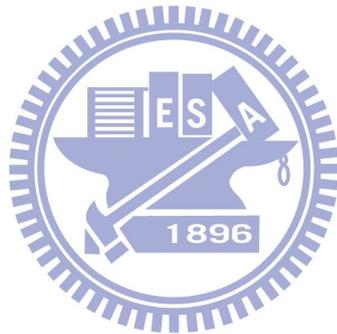
Advisor : Chun-Sung Chen

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

ABSTRACT

A procedure is there are a lot of hidden hazard, including physical and chemical hazard, while working in confined space such as chemical tank and digestion tank in semiconductor foundry. In this study, in order to prevent the confined space accident, we collect the overall process which is related to chemical hazard in semiconductor confined space; then define the higher risk factor by FMEA (Failure mode and Effects Analysis) in these processes, and finally propose the strategy for these risk control and management. Base on the study, there are total 63 chemical hazard process in semiconductor foundry confined space, and we sort out the process with higher probability including water recycle system; acid recycle system; acid/alkaline mixed recycle system, and the most populate hazard process is HF recycle system. Another study focus on the process with more serious hazard including ultrapure water system; water recycle system; acid recycle system; HF recycle system; acidic gas process system; exhausted HF₃ gas process system. These kinds of process cause immediate injury to people and environment. At the end of the study, we

propose the stand operation procedure; operating with proper protective equipment and regular training course to avoid the accident.



誌 謝

本論文得以順利完成，要感謝的人何其多，首先要感謝我的指導教授陳春盛教授用心指導並以淵博學識及豐富經驗，在研究撰寫歷程中諄諄教誨，不斷重複提醒與說明論文撰寫的架構與其研究目的價值與意義，使得論文益趨完善，在此致上最誠摯的感謝。

特別要感謝的是父母親及先生在這段時間的支持與關懷；親友、同事及同儕之間的鼓勵與鼎力相助，讓我一路走來充滿動力與信心，謝謝你們。

研究所求學過程與工作兼具下，真的需要妥善分配體力與腦力，其過程中有歡笑、有甘苦，只要用心努力不斷求學，方能體會享受其中的美好滋味。



謝明淇 謹誌
國立交通大學
中華民國 99 年 8 月

目 錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iv
目錄.....	v
表目錄.....	vi
圖目錄.....	vii
一、 緒論	1
1.1 研究背景及動機	1
1.2 研究目的	1
1.3 研究方法與架構	1
二、 文獻回顧.....	3
2.1 侷限空間定義及危害因子.....	3
2.2 歷年來侷限空間重大職災統計與災害類型、行業分析	6
三、 研究方法.....	8
3.1 侷限空間作業風險源的辨識方法	8
3.2 侷限空間作業化學性風險源.....	9
3.3 風險評估原則與方法.....	11
3.4 風險評估標準定義劃分.....	18
3.4.1 發生機率.....	18
3.4.2 嚴重程度.....	19
3.4.3 風險加權.....	20
3.4.4 風險等級劃分	20
四、 危害鑑別與風險評估	21
4.1 侷限空間作業的化學性危害因子	21
4.2 化性危害評估結果	28
4.2.1 化性危害類別與比例	35
五、 風險控制/管理/改善方法	37
5.1 侷限空間作業風險控制方法	37
5.2 侷限空間作業風險管理方法	37
5.3 侷限空間作業風險改善方法	38
六、 結論和建議.....	40
6.1 結論.....	40
6.2 建議.....	40
參考文獻	41
附錄一 侷限空間相關法令與作業規則	43
附錄二 危害氣體容許濃度標準.....	59
附錄三 侷限空間送風機與排風機之尺寸大小(移動式風機).....	59

表目錄

表 2.1.1	危害因子.....	4
表 2.1.2	缺氧程度的生理症狀.....	5
表 2.1.3	甲烷的溶解度與溫度關係.....	5
表 2.1.4	可燃性氣體氣體的特性.....	5
表 2.1.5	中、美、日的安全管理濃度標準.....	5
表 3.3.1	失誤型及其影響分析(FMEA).....	15
表 4.2.1	化性危害評估結果表.....	28
表 4.2.2	高度風險作業清單.....	29
表 4.2.3	高度風險作業_發生機率較高者.....	32
表 4.2.4	高度風險作業_嚴重程度總和較高者.....	34
表 5.2.1	一般應遵守氣體監測器(攜帶型直讀式)使用之通則.....	37



圖目錄

圖 2.2.1 歷年來侷限空間重大職災統計.....	6
圖 2.2.2 侷限空間重大職災類型分析(90-97 年).....	7
圖 2.2.3 侷限空間重大職災行業分析(90-97 年).....	7
圖 3.2.1 高溫爐管設備.....	11
圖 3.3.1 風險評估與管理的架構.....	12
圖 3.3.2 英國衛生安全署(HSE)提出風險水準來說明可容忍風險的理念 ...	13
圖 3.3.3 荷蘭之風險曲線來定量可容忍風險的範圍.....	14
圖 3.3.4 企業利用風險矩陣的作法來界定該組織可容忍的風險範圍.....	14
圖 3.3.5 失誤樹分析程序.....	17
圖 3.3.6 失誤樹表.....	17
圖 4.2.1 危害分類與比例.....	36
圖 4.2.2 危害媒介與件數.....	36



一、緒論

1.1 研究背景及動機

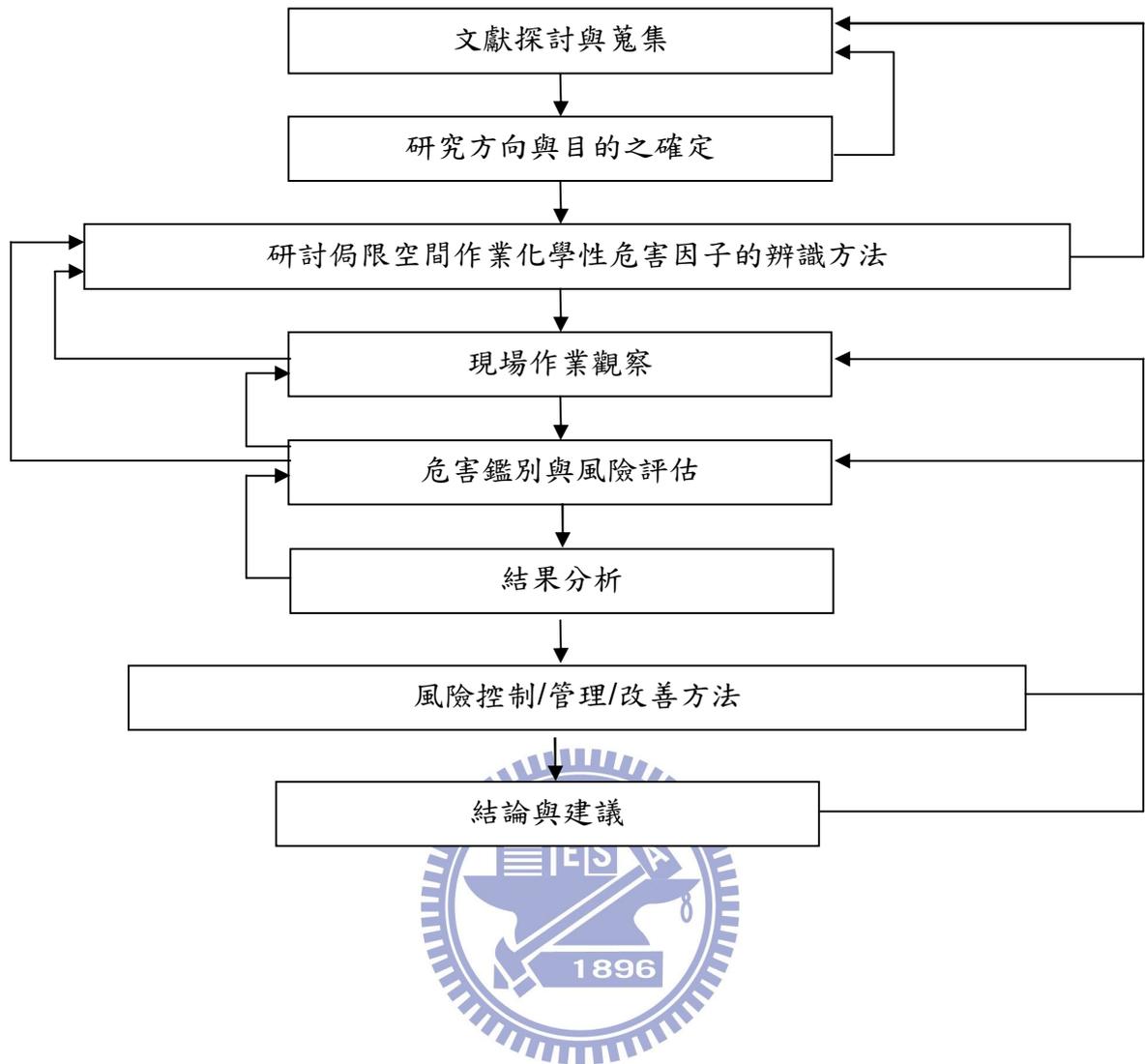
由於侷限空間作業為非經常性且臨時性的工作場所，要視當下設備、耗材的條件與需要決定是否要進行處理或更換作業，或許是一個月、一年，甚至要更久的時間才需要進行作業，且侷限空間作業的出入口空間狹小，自然通風不良並且潛藏著許多危害性因子，大致包含物理性危害因子、化學性危害因子，其作業環境危害性甚高〔1〕。由於在 20 世紀 90 年代仍然有發生許多的侷限空間事故，甚至造成人員致命的後果，所以有效且安全地進出侷限空間變成了世界重要焦點，自 1993 年在美國、加拿大、澳洲、新西蘭和 GB 制訂具體的侷限空間法律；1999 年愛爾蘭南北也對侷限空間作業進行限制規定〔2〕。但國內外每年仍有頻傳因侷限空間作業而發生意外的事故，如英國、台灣〔3〕。台灣主管機關有明文訂定侷限空間作業安全之相關法令規範與守則；但每年也有從事侷限空間作業人員發生重大職災事故案例頻傳的消息從未間斷過，舉例來說 98 年 3 月 30 日台灣最大面板廠友 x 光電台中廠，人員從事維修顯影液儲槽作業，發生嚴重中毒意外，釀成兩死三傷〔4〕；98 年 7 月 21 日雲林縣水林鄉家庭式酸菜工廠，因進行攪料工作，產生沼氣外溢，造成二死一命危兩輕傷的意外〔5〕；97 年 5 月 27 日聯 x 科技勞工至矽 x 公司彰化廠內工作從事純水槽清洗作業，發生一人缺氧致死的職業災害；96 年 8 月 4 日從事紙漿槽清洗作業時因接觸硫化氫致零死六傷之中毒意外等消息頻傳〔6〕，如何改善或避免從事侷限空間作業發生意外事故的發生，提升作業人員生命財產的安全保障，實在是安全衛生管理重要課題之一。

1.2 研究目的

掌握半導體廠從事侷限空間作業的項目，並判別作業程序中可能接觸的化學性危害因子，得以明確得知危害性較高的作業節點與類別，藉由風險控制與管理以及源頭規劃方法，以預防與避免過往相似侷限空間作業災害事故再發生。

1.3 研究方法與架構

不斷的參考文獻資料、勞委會歷年的統計資料及發生的職災案例，得知勞工從事侷限空間作業發生死亡傷害情形從未間斷過，就有了強烈想探究此方向的動機，進而鎖定所有關於侷限空間的相關資訊來作為研究的基礎。在明確訂定探究半導體業侷限空間作業化學性危害方向後，掌握侷限空間作業化學性危害因子的辨識方法來針對半導體廠來進行侷限空間作業項目各節點進行展開、分析評估。由於侷限空間作業並非經常且非持續性的業務，甚至於許多作業都委託廠商代行處理，所以如何在作業頻率甚低且可能轉由委託廠商處理的情況下，進行侷限空間作業項目作業細項的剖析，就是一個重要的難題。所以唯有實際走入現場進行作業觀察及人員作業的各個步驟，同時與作業人員確認、溝通討論，方能取得最真實的作業資訊；對於評估條件亦有明訂風險評估標準定義劃分，包含有從事侷限空間作業的發生機率、發生後造成的嚴重程度與特殊情況下的特別加權值，都有採用相同的評估標準，來針對半導體廠侷限空間作業現場所有化學性因子的項目進行危害鑑別與風險評估，依據該作業的發生頻率與造成的嚴重程度及作業中的特殊情況進行給分，所得總分結果可得知作業項目的危害風險等級(重大/高/中/低風險)，最後透過風險控制與風險管理甚至於源頭規劃改善的構思，來防止重大職業災害的再發生。



二、 文獻回顧

2.1 侷限空間定義及危害因子

侷限空間的定義係指密閉空間或部分開放且自然通風不充分之場所，其對外開口面積未達底面積之二十分之一以上或未達全面積之百分之三以上者，侷限空間有一個很大的特色就是出入口狹窄，危害不易察覺。如污水池、坑、井、隧道、烤漆爐、人孔、涵洞、溝渠、地下水道、油槽、廢液處理槽、船艙、穀倉、發酵槽、飼料儲存（及果蔬焗熟、葷類栽培）使用之地窖或倉庫、垃圾掩埋場、沉澱槽、消化池、高溫爐、地下監測房以及工廠中的集塵器、分離槽、粉碎機、煙囪之水洗塔、壓力容器、鍋爐、反應槽、冷凍庫、儲槽、廢水處理池、儲存廢液（鐵屑或木屑..）等會產生消耗氧氣或有害氣體存在之場所及設備內部〔7-10〕；而半導體廠主要從事侷限空間作業的場所有純水區處理塔如樹指塔或活性碳塔等；廢水處理區的儲槽、沉澱槽、反應槽、消化池等；廢氣處理區的煙囪之水洗塔(Scrubber)；柴油系統中的鍋爐；油槽；生產製程區使用的高溫爐管以及生活污水槽等。

侷限空間作業的危害因子涵蓋了物理性危害因子與化學性危害因子，如表 2.1.1 所示。其化學性危害因子的危害氣體包含有硫化氫、缺氧空氣、二氧化碳、可燃性氣體、甲烷、一氧化碳、氮氣、二氧化硫、可燃性氣體及製造處置使用之物質產生之危害氣體等。一般氣體對人體的生理危害大致可分為五類：1.單純窒息劑：如二氧化碳、甲烷、氮等，其傷害主要是將空氣中的氧驅離，造成空氣中含氧量偏低而引起工作人員窒息死亡。2.化學性窒息劑：主要有一氧化碳、氰化物、硫化氫三種，一氧化碳與血紅素的結合能力較氧高 200 倍以上，容易造成組織缺氧而危害人體；氰化物及硫化氫則是會抑制人體細胞氧化酵素，使細胞呼吸受到抑制引起組織缺氧，若能即時使用解毒劑，則能挽救性命，施救太慢可能造成死亡或嚴重的後遺症。3.吸入後產生系統性作用：如有機溶劑、鉛、砷及金屬燻煙熱等，這些物質吸入後會引起肺部作用及生理系統性的作用，若長期暴露於此類環境中將需特別注意。4.呼吸道直接刺激作用劑：如氨、氯、二氧化氮、氮氟酸等，這類氣體將對呼吸道黏膜細胞造成直接傷害，而引起呼吸困難或肺水腫等重大傷害。5.引起過敏生理性反應：有二異氰酸甲苯、二氧化硫、甲醛等〔11〕。而半導體廠從事侷限空間作業時可能接觸的危害氣體有硫化氫、缺氧空氣、可燃性氣體、甲烷、一氧化碳、氮氣、二氧化硫及製造處置使用物質產生的危害氣體〔12〕；其硫化氫的危害特性是臭雞蛋味的無色氣體(高濃度時則因嗅覺被麻醉反而聞不到味，蒸氣密度為 1.189 較空氣重，因此容易聚積於低窪處，若人員需進入侷限空間且存有硫化氫或該區環境化學成分中可能經由化學反應產生硫化氫時，亦有發生中毒現象。硫化氫易溶於水，所以空氣中之硫化氫很容易融入眼睛及呼吸器官等黏膜組織中讓人體吸收〔13〕。氧氣為人們維繫生命不可或缺的元素之一，而空氣是取得氧氣最便利的方法。地球上空氣的組成主要由氮氣(78.09%)、氧氣(20.95%)、氬氣(0.93%)、二氧化碳(0.03%)及其他微量氣體所組成，對於吸取含氧量過多或不足的空氣皆會造成身體有不適的現象發生。暴露於含氧量 80%以上之環境中數小時或 50%以上 24 小時，將會影響呼吸系統及中樞神經系統，且長期暴露於高濃度或高壓之氧氣下會造成嚴重的肺部組織腫大及結疤。依行政院勞工委員會訂定之缺氧預防規則，當空氣中氧氣含量未滿 18%稱為缺氧空氣，而雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應予適當換氣，以保持該作業場所空氣中氧氣濃度在 18%以上。但為防止爆炸、氧化或作業上有顯著困難致不能實施換氣者，不在此限。隨著缺氧程度的不同也會有相異的生理症狀產生，如表 2.1.2

所示〔14〕。可燃性氣體對人體的影響可分三大類：A.爆炸：可燃氣體爆炸時造成之高溫高壓將對人體造成直接的傷害，如灼傷與撕裂傷害。如甲烷(Mathane)又稱「沼氣」。甲烷為無色、無味且無臭的氣體，比重輕（當空氣為1時，甲烷比重為0.5542、密度0.679g/l（攝氏15度，1大氣壓）、燃點約攝氏537度，濃度5~15.4%時遇火會產生爆炸。其具有下列特性，a.爆炸性：甲烷爆炸後的化學反應為 $CH_4+2O_2 \rightarrow CO_2+2H_2O$ ，會吸收大量氧氣，使空間內缺氧；亦可有 $CH_4+0.5O_2 \rightarrow CO+2H_2$ 之化學反應。b.水溶性：甲烷係水溶性氣體，溶解度隨溫度而異(攝氏10度時的溶解度為0.042,攝氏70度時的溶解度為0.018),如表2.1.3所示甲烷之溶解度與溫度關係。c.石油系甲烷之特性石油系甲烷中一般含有微量之乙烷、丙烷、丁烷等，使爆炸範圍產生微量變化，通常其爆炸濃度下限較5%稍低〔15〕。又如一氧化碳為無色、無味之氣體，一般是碳氫化合物在不完全燃燒情況下產生；由於一氧化碳無色又無味，當勞工因一氧化碳中毒而倒臥於侷限空間時，其他人員因急於搶救在無任何安全防護下進入該侷限空間，易會發生中毒情形，故一氧化碳中毒災害常會造成多人傷亡。不當使用瓦斯等加熱設備及汽柴油引擎或幫浦等最常造成一氧化碳中毒案例；在燃燒進行時若沒有良好之通風換氣，易使空氣中氧濃度不足，在燃燒不完全下就會產生一氧化碳〔16〕。B.吸入中毒：一氧化碳(CO)、硫化氫(H₂S)、二氧化氮(NO₂)與二氧化硫(SO₂)皆為有毒氣體，吸入過量時將對人體造成直接傷害。其中，一氧化碳為無色、無味、無臭的氣體，常使人員意外中毒而不自覺，由於一氧化碳氣體一旦與血紅素結合，會嚴重妨礙氧氣與血紅素結合，致使人體細胞缺氧受損，甚至造成死亡，如表2.1.4所示。一旦發生一氧化碳中毒事件，首先應立即將中毒者移至空氣流通處並靜臥，保持呼吸道順暢，必要時給予人工呼吸，並解開緊束衣物。急性一氧化碳中毒依吸入濃度，而有不同症狀，輕者頭痛、胸悶、疲倦、虛弱、嗜睡、腸胃不適及嘔吐，重者則會出現視力模糊、判斷力降低、意識喪失、抽搐、甚至死亡。若未及時急救治療，易產生大腦功能退化、大小便失禁、缺乏平衡感或植物人等後遺症。C.缺氧症：可燃性氣體氣體濃度過高致使空氣中之含氧量不足時，使人員缺乏充足之氧氣以供血液循環正常運作。D.各可燃性氣體可產生之危害種類及現有中、美、日的安全管理濃度標準，如表2.1.5所示。氮是生物賴以維生的元素之一，地球每年要提供一千萬公噸以上的氮氣供給生物生成含氮化合物，以便生存與成長，然而自然界的氮氣卻相當安定〔17〕；空氣中含有大約78%的氮氣和21%的氧氣。常溫常壓下，氮氣為無毒性，如果累積的量超過78%，它將取代氧氣而引起體內氧氣缺乏(窒息)。二氧化硫為無色、硫燃燒味氣體，於10°C以下則為液體，是屬毒性與腐蝕性物質；不慎吸入可能致死，對眼睛及呼吸道極度刺激，會造成肺部傷害；二氧化硫是危險的空氣污染物，而且是造成煙霧的成分之一〔18〕。

表 2.1.1 危害因子

物理性危害因子	化學性危害因子
1.墜落、滑落	1.缺氧窒息
2.觸電或感電事故	2.急性化學中毒(硫化氫、一氧化碳等有害物中毒。(含毒氣體、發煙或者蒸氣)
3.被固體或液體掩埋	3.火災、爆炸
4.被夾(捲)於狹小空間	4.其他
5.陷住塌陷、吞陷	

6.熱或冷危害	
7.其他	

表 2.1.2 缺氧程度的生理症狀

空氣中含氧量	出現症狀
12 ~ 16%	呼吸和心跳加速，肌肉不協調
10 ~ 14%	情緒低落、疲勞、呼吸不順
6 ~ 10%	噁心、嘔吐、虛脫或喪失意識
< 6%	痙攣、窒息和死亡

表 2.1.3 甲烷的溶解度與溫度關係

溫度°C	溶解度	溫度°C	溶解度
10	0.042	35	0.025
14	0.038	40	0.024
18	0.034	45	0.022
22	0.032	50	0.021
26	0.030	60	0.020
30	0.028	70	0.018

表 2.1.4 可燃性氣體氣體的特性

可燃性氣體氣體之種類			可燃性氣體氣體之特性			
			比重	顏色、臭味	燃點 (°C)	爆炸濃度 (%)
可燃性 氣體	一氧化碳	CO	0.97	無色、無味	625	12.5~74.2
	甲烷	CH ₄	0.55	無色、無味	537	5.0~15.4
	乙烷	C ₂ H ₆	1.05	無色、無味	472	3.0~12.5
	丙烷	C ₃ H ₈	1.56	無色、無味	466	2.2~9.5
	丁烷	C ₄ H ₁₀	2.05	無色、無味	405	1.9~8.5
	乙炔	C ₂ H ₂	0.91	無色、無味	305	2.5~100.0
	硫化氫	H ₂ S	1.20	無色、腐蛋味	--	4.3~45.0
非可燃 性氣體	氫氣	H ₂	0.07	無色、無味	585	4.0~75.0
	二氧化氮	NO ₂	1.59	紅褐色、煙味	--	--
	二氧化碳	CO ₂	1.52	無色、無味	--	--
	二氧化硫	SO ₂	2.27	無色、硫磺味	--	--
	缺氧空氣	O ₂	1.10	無色、無味	--	--

表 2.1.5 中、美、日的安全管理濃度標準

可燃性氣體之種類			可能產生之 危害	日本之安全 管理值	美國 ACGIH 之規定	中華民國容 許濃度標準
可燃性 氣體	一氧化碳	CO	中毒、爆炸	< 100PPM	50PPM	50PPM
	甲烷	CH ₄	爆炸、缺氧症	1.5%	10000PPM	--
	乙烷	C ₂ H ₆	爆炸	--	--	--

	丙烷	C3H8	爆炸、缺氧症	--	4200PPM	1000PPM
	丁烷	C4H10	爆炸	--	600PPM	--
	乙炔	C2H2	爆炸	--	--	--
	硫化氫	H2S	中毒、爆炸	10PPM	10PPM	--
	氫氣	H2	爆炸、缺氧症	--	--	--
非可燃性氣體	二氧化氮	NO2	中毒	--	3PPM	--
	二氧化碳	CO2	缺氧症	≤ 1.5%	5000PPM	5000PPM
	二氧化硫	SO2	中毒	--	5PPM	--
	缺氧空氣	O2	爆炸、缺氧症	≥ 18%	--	--

(註：ACGIH：American Conference of Governmental Industrial Hygienists / PPM：Part Per Million)

2.2 歷年來侷限空間重大職災統計與災害類型、行業分析

依據我國 90 年迄 97 年的重大職業災害資料顯示，侷限空間災害死亡人數，每年平均約造成 10 人死亡 8 人受傷；97 年發生 4 件共造成 6 人死亡 2 人受傷，如圖 2.2.1。根據侷限空間重大職業災害案例的災害類型分析，有以其中的中毒、缺氧發生最多，共佔 64%，火災爆炸次之，佔 21%，如圖 2.2.2。以行業別分析，製造業佔 37%，其他行業佔 32%，營造業佔 31%，如圖 2.2.3 所示〔19〕。

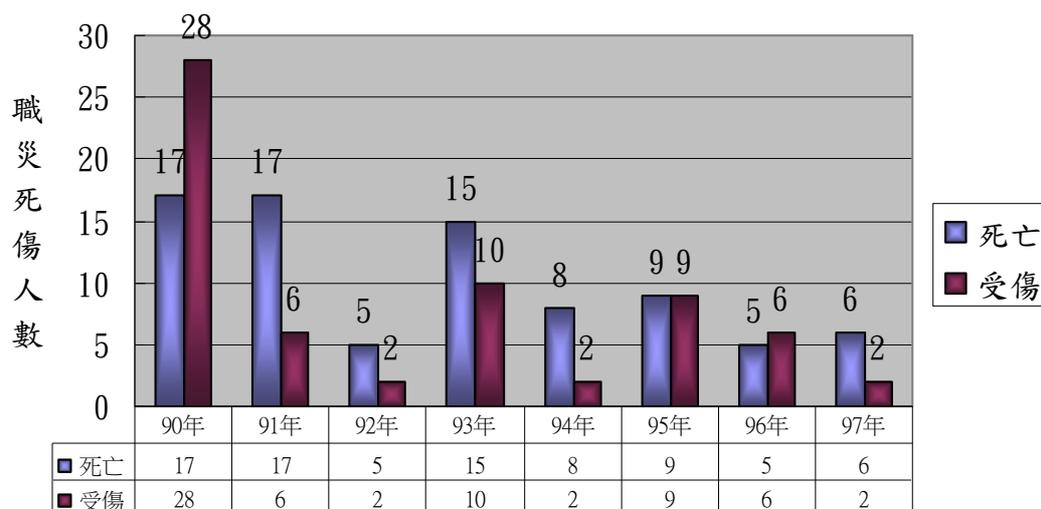


圖 2.2.1 歷年來侷限空間重大職災統計

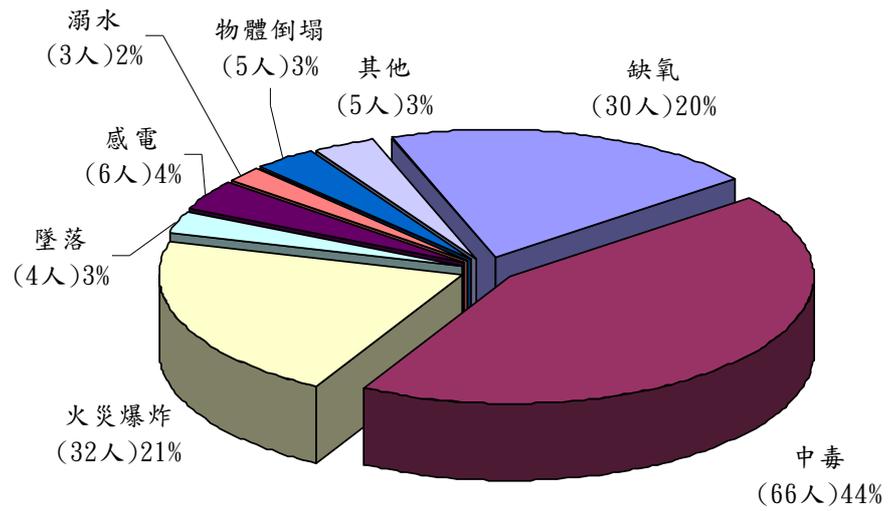


圖 2.2.2 侷限空間重大職災類型分析(90-97 年)

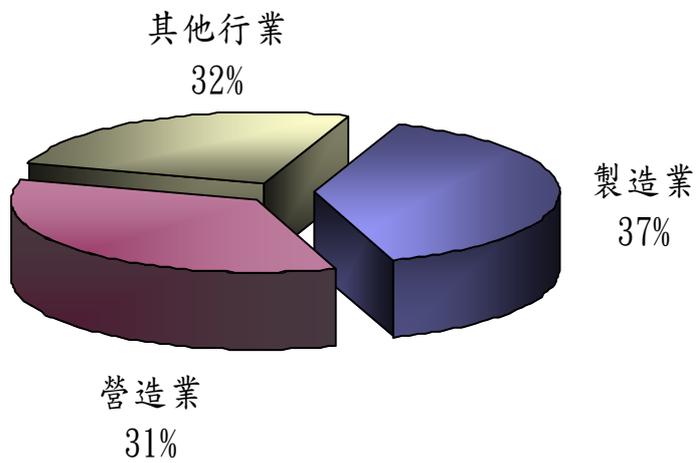


圖 2.2.3 侷限空間重大職災行業分析(90-97 年)

三、 研究方法

3.1 侷限空間作業風險源的辨識方法

- 1 稽核或日常檢點
- 2 腦力激盪
- 3 決策樹分析
- 4 國內/外案例分享
- 5 歷史資料、失誤分析
- 6 小組討論/溝通
- 7 專家判斷
- 8 情境分析
- 9 個人/組織過去經驗
- 10 SWOT 分析
- 11 問卷/現場訪視
- 12 作業流程分析
- 13 系統設計分析
- 14 HAZOP

而在風險的辨識過程中，可參考下列資料：

- 1 檢核表
- 2 問卷
- 3 員工訪談
- 4 經驗及以往紀錄
- 5 以往事故(含虛驚事件)
- 6 以建立之資料檔案(如 MSDS)
- 7 以往風險報告
- 8 準則基準(如 Guides)
- 9 健康檢查
- 10 環境監視及測試
- 11 保險給付
- 12 廠商提供的資訊
- 13 員工反應抱怨
- 14 工作分析單
- 15 流程圖
- 16 變更分析
- 17 職業安全衛生文獻
- 18 其他來自於政府或同業公會資料



侷限空間作業災害發生的因素種類很多，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。其因素發生原因包括有：

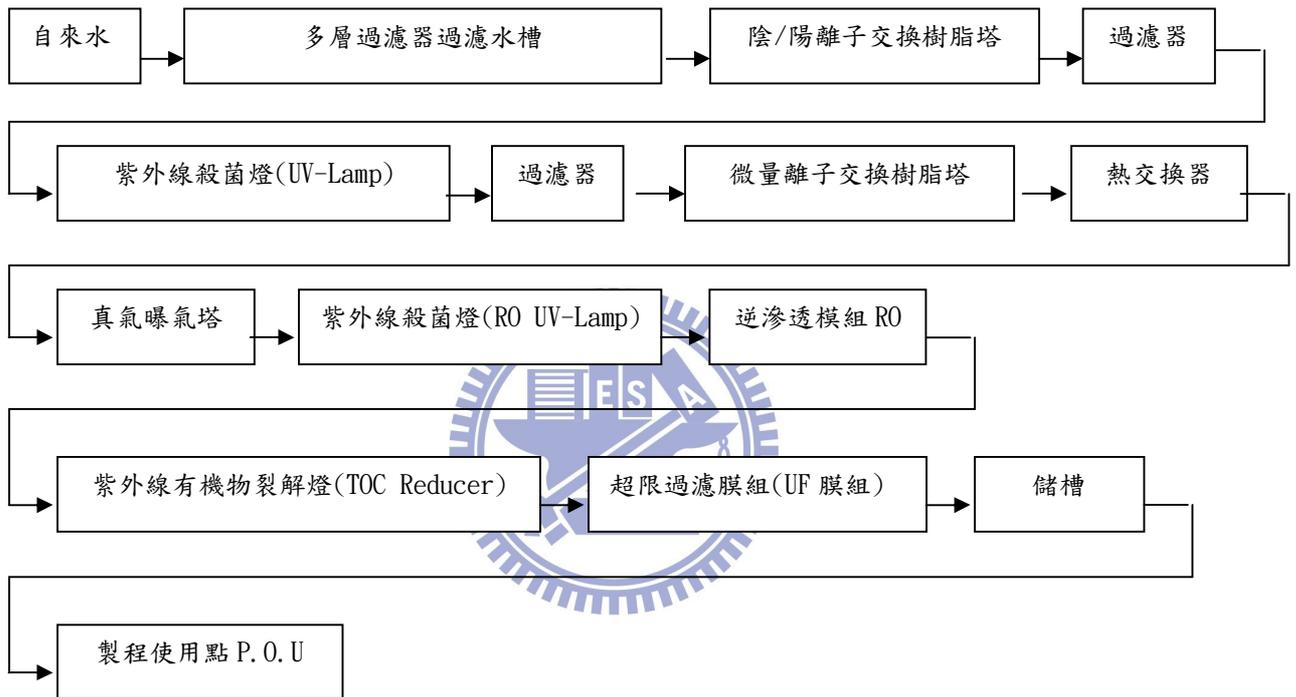
- 1 人為因素：人的動作錯誤、安全衛生管理缺失、不正確的程序、不安全動作、個人因素、判斷錯誤、防護設備使用不當、工作機具使用錯誤、未能確實執行工作前之安全檢查、操作程序錯誤等，此多屬不安全的動作或行為。
- 2 設備因素：機械故障、儀錶故障、未能定期實施檢查維修工作等。
- 3 環境因素：則包括外界風向、溫度、氣壓等影響所造成之災害，以及不充分或

不適當的照明、通風不良、空間狹小等不安全的環境因素。

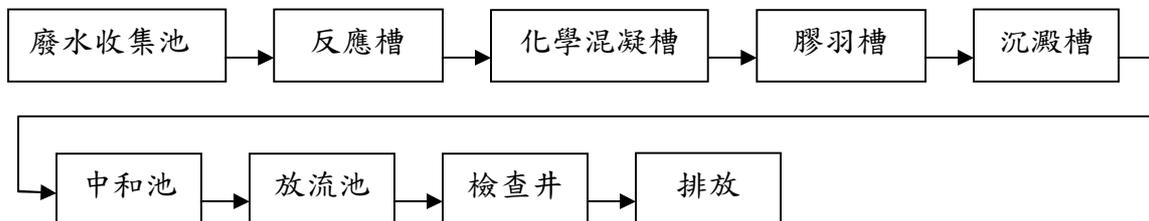
在設備所引起之災害中，又以化學設備所佔比例最高，易引起化學災害之設備包括，鍋爐/加熱器、反應器、儲槽、壓力容器、混合攪拌機械、管線及附屬設備、壓縮機、其他塔槽等。發生化學災害比例最高者為管線及附屬設備，其次為儲槽〔20〕。

3.2 侷限空間作業化學性風險源

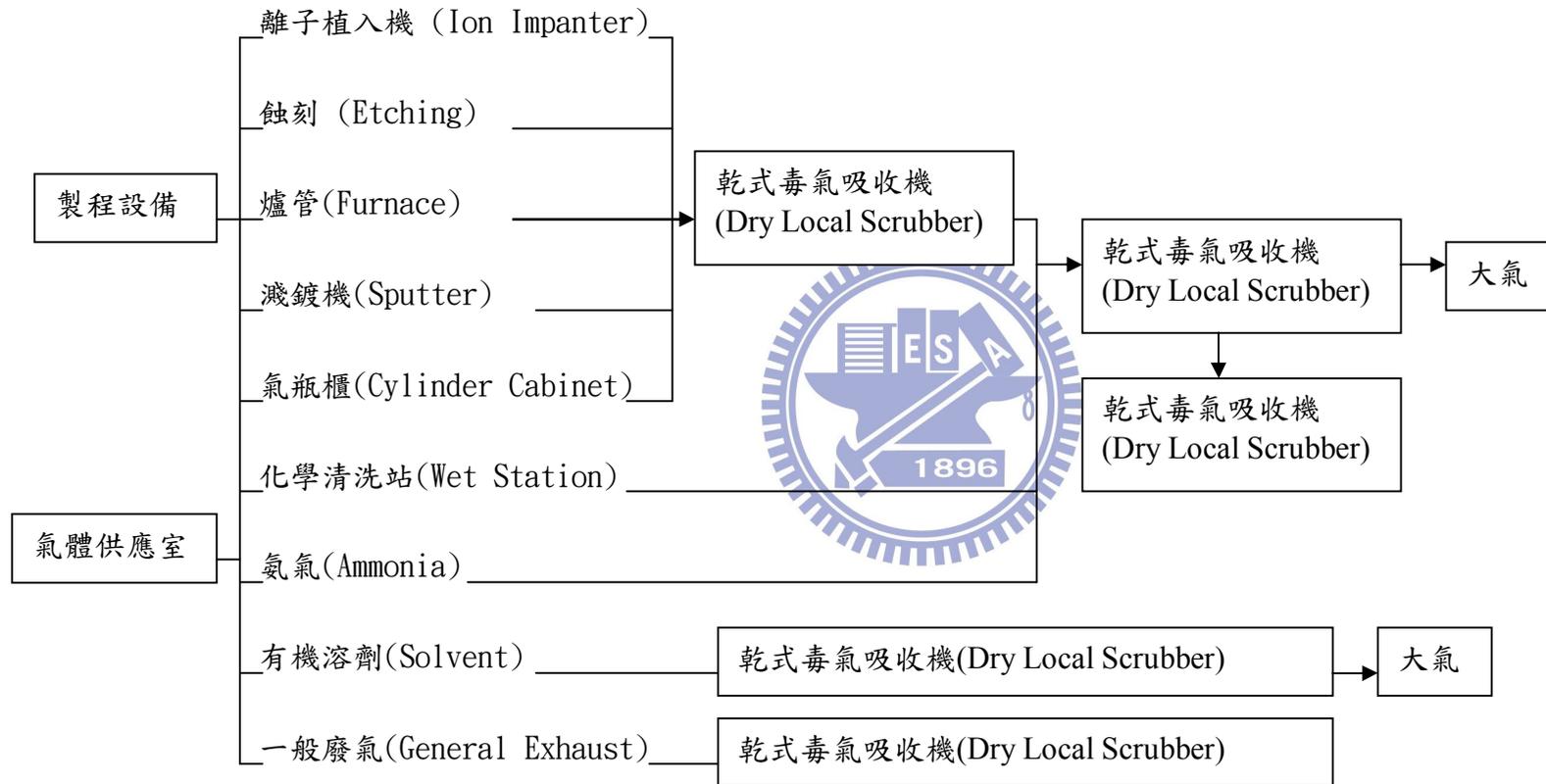
1.純水製造流程：主要在處理並供應合乎製程所需求水質，純水製程系統可分為六大部分(1)前處理(2)初級處理(3)儲存與分配(4)精製處理(5)供應及循環管路(6)管路材質與設計，各大部分則由各俱不同處理功能之模組設備所組成，其流程簡略如下：



2.廢水處理系統流程：廢水處理其主要的功能與目的是將製程所產生排放出來的各種廢水加以回收處理，以避免大地的污染，其簡略的廢水處理系統流程如下：



3.廢氣處理規劃流程：因製程中會產生廢毒氣、產生酸鹼廢氣及有機溶劑廢氣等。針對各項製程的廢氣處理規劃，所使用的廢氣處理設備有乾式及濕式和有機碳吸附與濃縮燃燒或流體化床吸附再生等多種，一般的廢氣處理規劃流程如下〔21〕：



4. 高溫爐管

半導體製造流程中的薄膜段將藉由高溫爐管(high temperature furnace)，在已清潔的矽晶圓上，成長半導體或介電(dielectric)薄膜，作為電性導通或隔絕的材料；若無需繼續使用，將請關特殊氣體，保留氮氣(N₂)流動，使爐管保持在標準溫度下，如下圖高溫爐管設備圖3.2.1所示〔22〕。



圖 3.2.1 高溫爐管設備

5. 油槽

油槽的功能是要將油品供給至鍋爐或緊急發電機、消防幫浦等使用；一般而言，儲油量應至少維持七天的全耗油量〔20〕。然而油槽於設置時的油槽底板內襯進行防蝕塗覆工程屬侷限空間作業，其特性為內部無法充分且適當的自然通風來維持內部清淨的可呼吸性空氣，因此發生化學因子危害，如中毒、火災等〔23〕。

6. 生活污水槽

污水處理槽內多半處於低氧或是無氧的狀態，非常適合污泥及綠硫細菌 (green sulfur bacteria) 之厭氣分解 (Anaerobic decomposition)，而產生少量之硫化氫氣體，久而久之累積到具有危害的濃度〔24〕。

3.3 風險評估原則與方法

1. 風險評估及管理架構原則

就風險評估與管理的架構可以如圖 3.3.1 來說明。在風險評估部分可分成四個程

序：危害鑑定、劑量反應評估、暴露評估與風險特性描述。在風險管理部分可分成替代方案的規畫、補救措施的設計,選擇與執行及監督與審查。

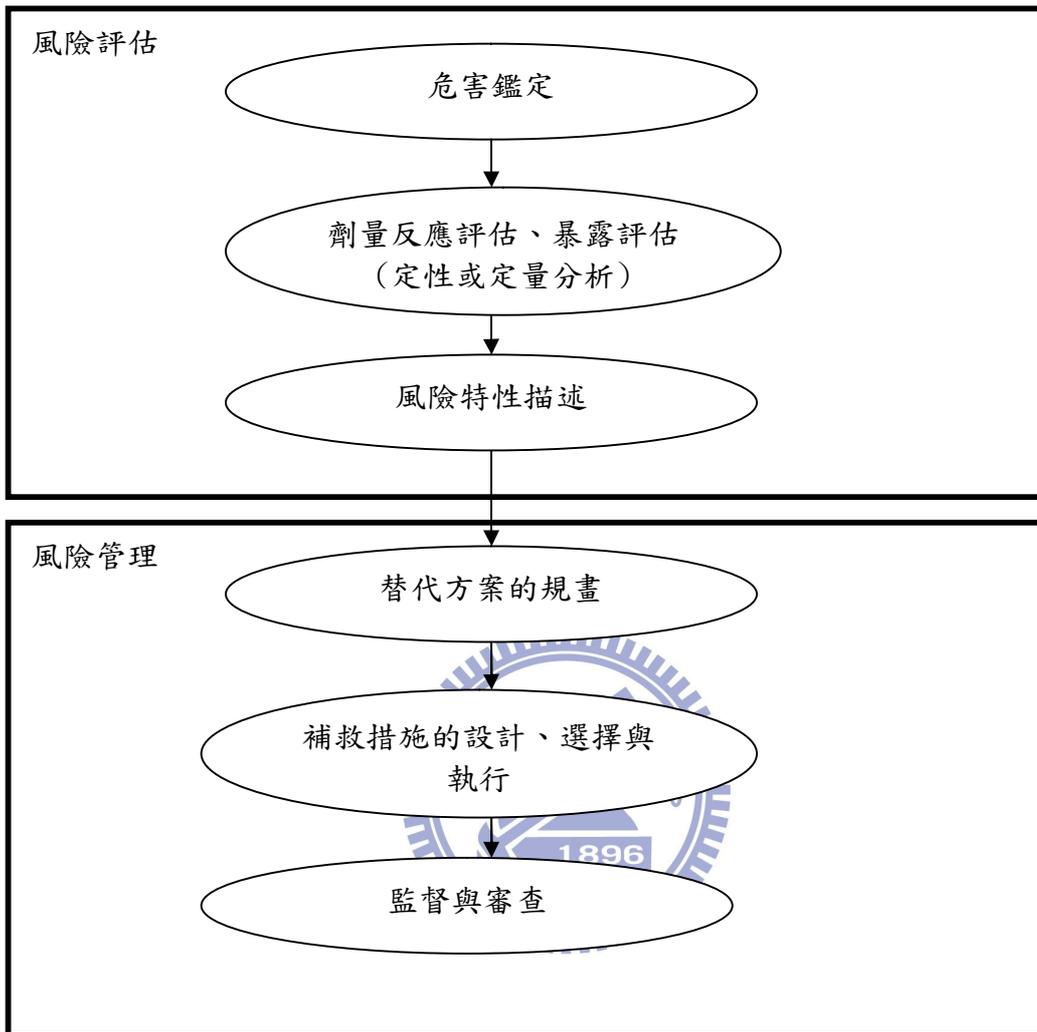


圖 3.3.1 風險評估與管理的架構

- (1) 一個侷限的空間危險評估和控制程序應該包括以下：
 - A. 如何辨認侷限的空間
 - B. 作業活動在初期及所有潛在危險的證明和評估
 - C. 消滅或控制所有辨認的危險的計劃
 - D. 將開始侷限的空間的所有工作人員的教育訓練
 - E. 從事侷限空間需申請工作許可證
 - F. 緊急應變訓練和設備(未預見到的情況發生)
 - G. 緊急警報系統
 - H. 計劃回顧

2. 可容忍風險

一般來說，可容忍風險的標準多半沿用兩種不同方式決定：一為訂定個人可承受之最大致命風險，另外一種則為估算為了避免意外死亡而支出之最高合理費

用。第一種方式是對風險設定一個絕對限制，而不計任何成本費用；若無法達到既訂之安全度，則禁止工廠運轉。一個很明顯的決定方法，即是將從事同一工業工作的風險與在其他工業的工作風險比較，藉以評估該工業之相對安全程度。如在英國衛生安全署(HSE)提出風險水準來說明可容忍風險的理念如圖 3.3.2，在 ALARP 愈向下，其風險愈低，其發生頻率愈低。可以不加以考慮。而何向上，其發生風險愈高，越容易發生。必須加以預防並降低其發生頻率。其中有所謂的可行性最低原則(As Low As Reasonably Practicable, ALARP)與理論最低原則(As Low As Reasonably Achievable, ALARA)。而在荷蘭之風險曲線來定量可容忍風險的範圍，同時將此曲線分成工業曲線與一般社會曲線來分別考量，如圖 3.3.3 所示。將事件分為嚴重性及發生頻率。嚴重性越大，其發生頻率越低，就無法忍受。而嚴重性越小，還可以忍受其低發生頻率。而其中有一些是可以降低的，稱為可降低風險區。危害分析及控制，就是降低此區。當然也有企業利用風險矩陣的作法來界定該組織可容忍的風險範圍，如圖 3.3.4 所示。跟荷蘭之風險曲線有異曲同工之處，只把曲線改為方陣。將可降低風險區改為中度風險區。

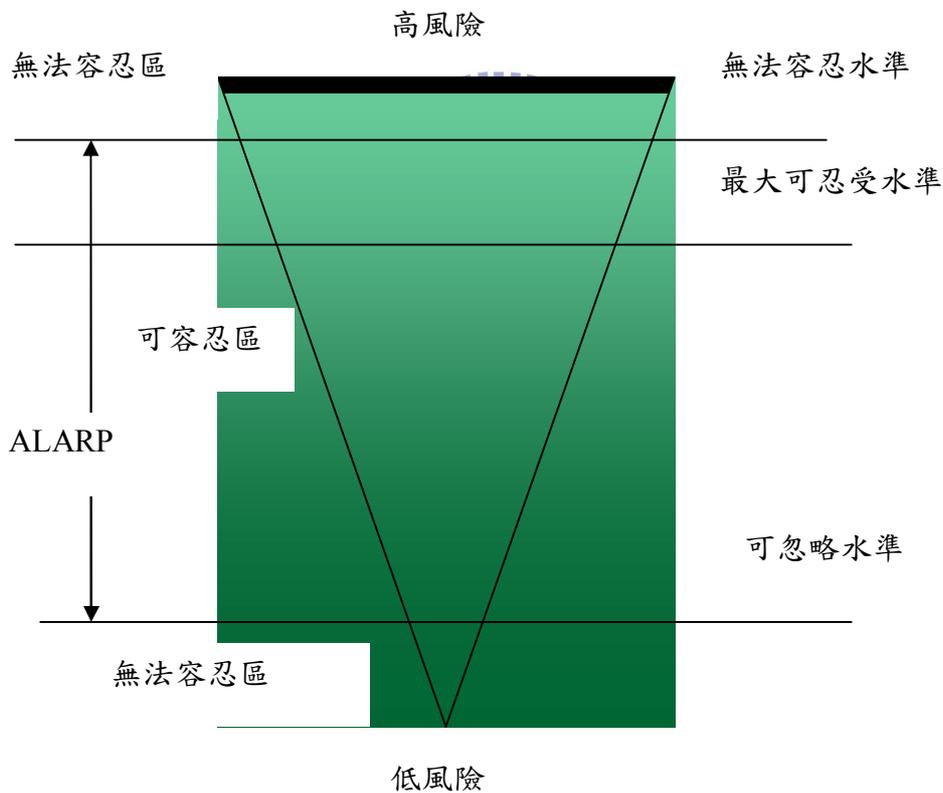


圖 3.3.2 英國衛生安全署(HSE)提出風險水準來說明可容忍風險的理念

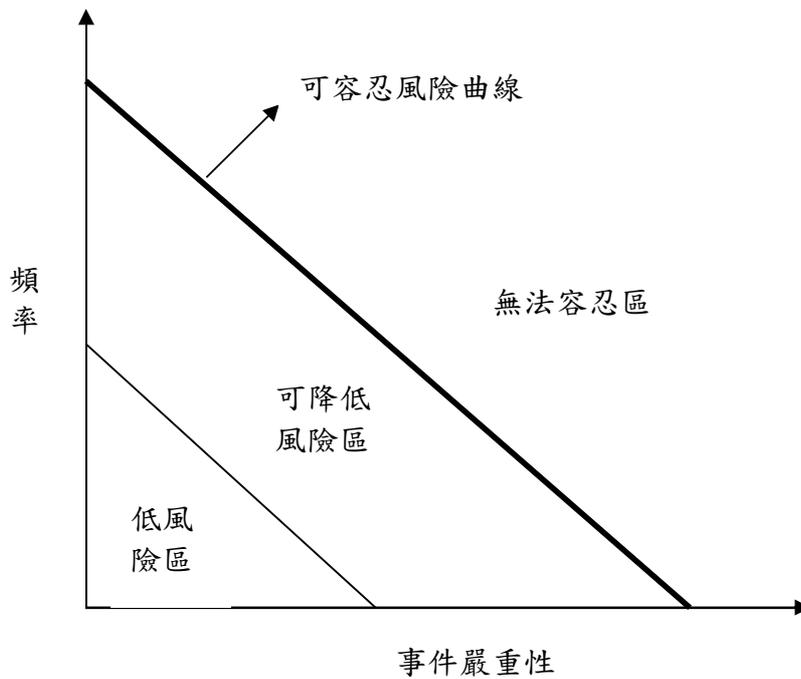


圖 3.3.3 荷蘭之風險曲線來定量可容忍風險的範圍

高 頻 率 低					高度風險區
			中度風險區		
	低風險區				
	低		事故嚴重性		高

圖 3.3.4 企業利用風險矩陣的作法來界定該組織可容忍的風險範圍

3. 風險評估各項技術概要說明

- (1)安全審查：安全審查是最常用的鑑定程序中危害的方法，它並不是一種結構化或系統化的方法，進行審查的方式及對象則視情況而異。一般工廠的定期性檢查或檢視，例如工程設計階段有關安全的檢查，工場試車前的檢查都稱為安全審查。
- (2)查檢表：查檢表是校對及驗證程序、系統設計或操作方法是否合乎標準或合理的清單，通常是一連串針對不同項目的安全措施的是非題，以方便使用。
- (3)相對危害分析：可以界定出一製程區之火災、爆炸或毒性危害，以及相關之安全、衛生、環境和經濟影響。此法乃是依據物質性質、製程條件和製程特性來評定出各製程區的相對危害等級。
- (4)初步危害分析：初步危害分析是在一個工程專案可行性研究或構想設計時，

所使用的危害鑑定方法，是危害分析的前奏。使用初步分析可以避免設計完成後，才發現危害項目，而必須修正基本設計的人力及時間的浪費。初步危害分析作業可分為下列三個主要的步驟：資料收集→分析→報告撰寫。

- (5) 假設狀況分析：是一種非結構化的危害分析方法，它的主要目的為分析程序或系統在反應失控、溫度/壓力的劇烈變化，管線破裂等假設狀況下所產生的危害因素及後果，以作為設計改善的依據。假設狀況分析工作的執行可分為六個主要步驟：界定分析範圍→分析人員的選擇→資料收集→假設狀況研擬→分析→報告整理。
- (6) 假設狀況/查檢表分析：結合假設狀況分析的創意性與腦力激盪特色，與查檢表分析的系統性特色。這個分析方法僅試用於製程中現存的共通性危害。假設狀況/查檢表分析工作的執行可分為六個主要步驟：審查準備→規劃與發展假設狀況問題及準則→利用查檢表找出不周全的地方→再次評估每個先前列出的問題與準則→文件化。
- (7) 危害及操作特性分析(HAZOP)：是基於以下的原則，即由幾個不同背景的專家以一種創造性、系統性的方式相互交換意見，並將所得到的結果整合起來，這種方式比起每個人獨自工作的方式可以鑑認出較多的問題。儘管HAZOP技巧原來是設計用來評估新的設計或技術，但它方可應用於工廠設計和操作的任何階段。HAZOP分析必須藉助腦力激盪，其主要優點為可以刺激創造性，並且產生新的點子，這種創造性導因於一個具有各種不同背景的小組成員彼此相互的經驗交流。
- (8) 失誤模式及影響分析(FMEA)：目的在於鑑認單一設備和系統的失誤模式，以及每一個失誤模式對系統或工廠的潛在影響，並提出可增加設備可靠度之改善建議，藉以提昇製程的安全性。其分析程序為選定可能構成失誤的零件→分析該零件失誤時，會出現那些類型的失誤型式→每一種失誤型式，由那些可能原因造成→造成失誤，對其它零件或整個系統有什麼影響→某種零件的失誤的機率，可分為下類四種(非常可能/可能性大/可能性小/非常不可能)→失誤的嚴重性，可分約四級(非常嚴重/嚴重性高/嚴重性低/不嚴重)→建議改善措施。FMEA的分析表，如表3.3.1所示，可視需要而略有變化，並非一定如上所示不變；FMEA的限制是不能將不安全個人因素及環境因素納入分析考慮的範圍，此為其不足之處。如果能將失誤樹分析及FMEA合併使用，則更能瞭解整個系統的危害，進而防範事故的發生。

表 3.3.1 失誤型及其影響分析(FMEA)

零件名稱或編號	失誤型式	失誤可能原因	失誤造成的影響		失誤機率	嚴重性	建議改善措施
			其它零件	整個系統			

--	--	--	--	--	--	--

(9)失誤樹分析：它是一個演繹式的 (Deductive) 推論方法，針對某一特定的意外事件，我們可以利用這個方法找到造成意外的原因。失誤樹分析可依據四個步驟來進行，依序為問題之定義，失誤樹之建造，失誤樹之解答，計算最小斷集合(minimal cut set)，以及機率的計算。其分析的程序：

- A. 選擇要分析的事件：從事失誤樹分析主要在於分析意外事故嚴重性較高，且複雜的事件。一般小傷害或不複雜的事無失誤樹分析的必要。
- B. 失誤樹的建立：在建立失誤樹時，對於一件未發生而可能發生的事故，與對於一件已經發生的事故，其分析法略有不同。對於前者實施分析時，應儘可能就每一可能促成因素予以分析，愈詳盡愈好；但對於一件已經發生的意外事故，僅可能就現場概況，做作業流程，決定與事故有關致災因素，而不能隨便將與事故無關的因素拿來搪塞或頂替，否則便不能成為災害調查分析。
- C. 事件的因與果：意外事故的發生，必有其因果，且此因果關係有脈絡可循。失誤樹即利用此理論，上為果、下為因。樹的發展自上而下，找出其發生原因。但上下的因果關係必須清楚，不容混淆不清。書寫清楚，每一因果，只要是相關的，必須詳細列出，不宜掛一漏萬，否則分析的結果的可靠性及其價值必然大打折扣。
- D. 失誤樹的完成：由上而下的分析過程中，必須儘可能利用已知的資料，發掘新的資料。即使資料不詳，亦可推理，此時得藉助於經驗、知識及想像力。有新的資料出現時，得隨時修正。樹梢枝末的事件，即為基元事件，具為邏輯上的獨立事件，如圖 3.3.5 所示。

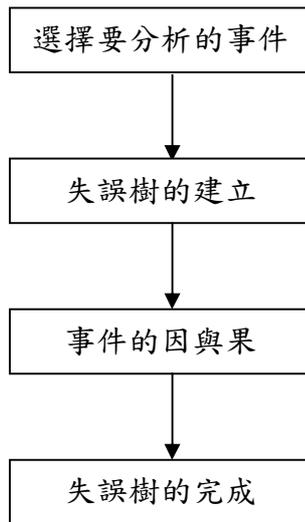


圖 3.3.5 失誤樹分析程序

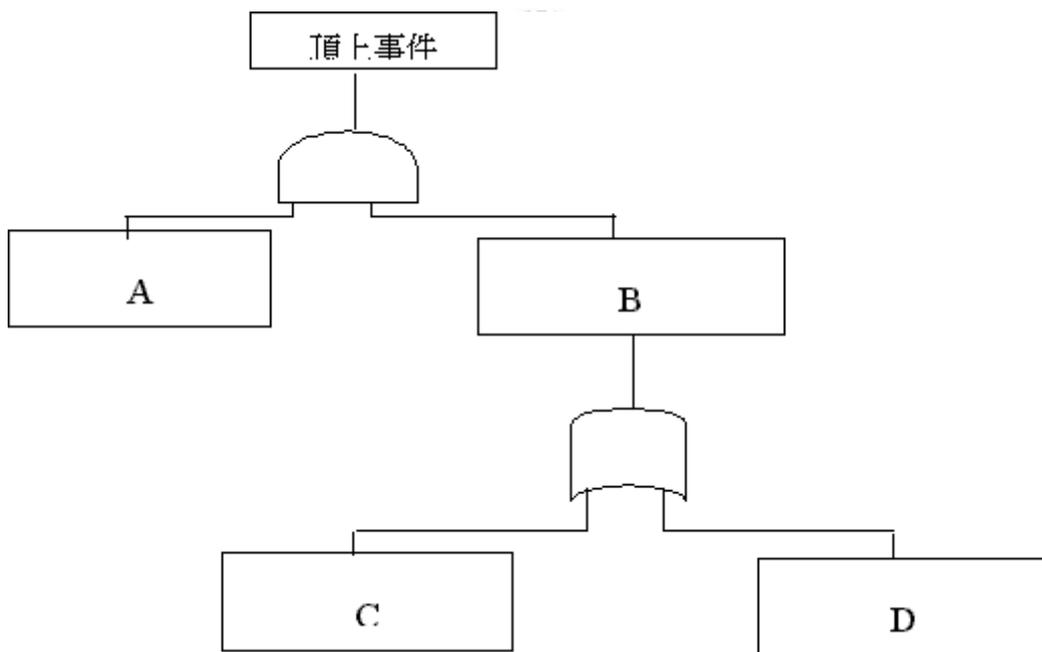


圖 3.3.6 失誤樹表

如圖 3.3.6 失誤樹表所示，會發生頂上事件必須 A 和 B 事件都有發生；而發生 B 事件則只需 C 或 D 事件兩者只需一事件出現，則 B 事件就會發生。此為因果關係，頂上事件為果，A 和 B 事件則為因；B 事件為果，則 C 或 D 兩者皆可能為因。以此類推以完成失誤樹，失誤分析是發掘問題最有效的系統安全分析方法，但仍有以下限制：

- A. 必須對系統中各種情況全盤瞭解：因為系統中的組成分子，相互間的關係密而不疏。遺漏一個分子，立即影響整個分析的準確性和可靠性。
- B. 各種邏輯符號的使用應全然無誤。
- C. 費用較高：因有時需要電腦計算，因此需要較高的費用。
- D. 失誤率必需有可靠的數值。
- E. 分析工程師的工作負擔大：因管理階層並不一定懂失誤樹，因此可能需要以圖表說明。

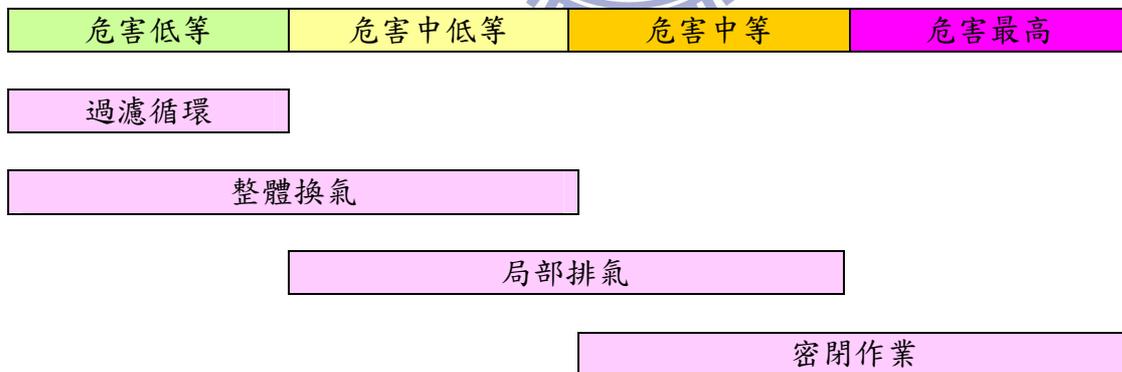
(10)事件樹分析：事件樹是一種失誤邏輯圖模式，它是一種經由推論歸納的邏輯方式，辨識出由起始事件(Initiating Event)所引發的各種可能之後果或影響，並可將這些可能產生的事件之機率加以量化的分析技術。

(11)因果分析：因果分析是一種組合事件樹及失誤樹長處的圖形分析方法，它可以協助分析者以「前瞻」與「逆向」兩種方式雙向思考，以找出事件的因果關係，如果數據齊全時，亦可估計每一事件(失誤或後果)發生的頻率。因果分析的步驟如下：(1)選擇意欲分析的創始事件(失誤或意外)。(2)鑑定影響創始事件所引發的意外的安全系統。(3)推演創始事件所引發的意外途徑(事件譜分析)。(4)歸納演繹造成意外(創始)事件的各種原因(基本事件、失誤樹分析)。(5)決定意外產生的最小分割集合。(6)排列分析結果的順位。

(12)人員可靠性分析：人為可靠性的定義是對系統可靠度或可用度而言，只有在人為動作必須成功時，才能成功地執行的機率。人為可靠性分析就是估計人為可靠度的方法〔25-29〕。

3.4 風險評估標準定義劃分

依作業環境通風的情形可分為過濾循環、整體換氣、局部排氣、密閉作業，其中又以密閉空間作業危害性最高落於中等與最高區間裡〔30〕。



3.4.1 發生機率

在發生機率部份分為四個等級，等級4的代表非常可能發生，發生頻率每年發生五次以上；等級3的代表可能發生，發生頻率為每年一次以上但未超過五次；等級2的代表偶爾發生，發生頻率為每五年一次以上但少於一年一次；等級1的是代表不太可能發生，發生頻率為每十年一次以上但五年內未超過一次。

等級	代表意義	頻率說明
4	非常可能	每年發生五次以上
3	可能	每年一次以上但未超過五次
2	偶爾發生	每五年一次以上但少於一年一次

1	不太可能	每十年一次以上但五年內未超過一次
---	------	------------------

3.4.2 嚴重程度

在嚴重程度部份分為四個等級，範圍包含了對人員的急性/慢性傷害、環境的傷害、設施損失以及營運的損失的狀況都有列入考量，依據不同的情況給予不同的等級劃分。

等級	代表意義	人員傷害		環境危害	設施損失	營運損失
		急性	慢性			
4	重大	造成死亡	具致癌危害	污染周界環境，造成大規模火災爆炸(需外部支援)	兩組以上機台受影響且復原時間大於72小時	1.遭主管機關勒令停工且影響公司生產運作 2.營運損失金額在100萬元以上 3.污染導致附近居民需疏散、圍廠抗爭或企業形象受損
3	嚴重	造成失能傷害/疾病，須送醫處理且須休息一日以上	具致畸胎/突變或神經毒性或生殖危害	1.僅污染於廠內，造成局部火災爆炸(公司處理) 2.產生不可回收的有害事業廢棄物 3.使用毒性化學物質	兩組以上機台受影響或機台復原時間需12~72小時	1.遭主管機關罰款或勒令局部/區域機台停工，但不影響公司整體生產運作 2.營運損失金額在30萬~100萬元之間 3.污染擴散廠外或引起居民抱怨/不滿
2	中度	造成輕微傷害/疾病，一般醫療自行處理且一日內恢復工作	具刺激性/過敏危害	1.產生可回收之有害事業廢棄物 2.承攬商產生施工廢棄物 3.使用國際環保議題之管制物質	單一機組受影響或12小時內即可復原	1.確認造成營運損失，但損失金額未達30萬元 2.廠區內污染，且需跨部門人力支持
1	輕度	無明顯傷害/疾病	無顯著危害	1.無明顯污染 2.僅產生一般事業廢棄物、資源性/生活廢棄物	無明顯損失	無明顯損失

3.4.3 風險加權

針對特殊條件情形者亦有加以考量，另外給予風險加權值。例如勞委會規定屬於危險物或有害物的化學物質其危害性較高者，所以需給予加權值 1.2 倍；若無特殊情形者，則不需進行風險加權。

風險加權值	說明
1.2	<ul style="list-style-type: none">■ 使用化學品屬於法定危險物、有害物及公共危險物■ 使用機械/設備屬於法定危險性機械、設備及輻射機台。■ 受環安衛法令限定人員作業資格。■ 需進行環境污染管制之作業。■ 涉及全廠環安衛合法運作執照。■ 填寫人員依現況判斷屬於高風險/高污染作業
1	■ 即無上述情形，故不需進行風險加權。

風險指標=發生機率*嚴重程度*風險加權

3.4.4 風險等級劃分

依據最終的結果總分可得知其作業危害風險等級，等級分為重大的風險/高度的風險/中度的風險/輕度的風險四個等級，舉例來說若總分超過 25 以上者，該作業為重大的風險；若總分落在 $25 \geq R > 20$ 區間者則為高度的風險，其他以此類推則可知其風險等級。

風險等級	重大的風險	高度的風險	中度的風險	輕度的風險
等級代號	A	B	C	D
指標評分	$R > 25$	$25 \geq R > 20$	$20 \geq R > 15$	$15 \geq R$

四、 危害鑑別與風險評估

4.1 侷限空間作業的化學性危害因子

項目	步驟	作業	危害分類	危害說明	媒介	風險評估									
						發生機率	嚴重程度					風險加權	指標評分	風險等級	
							人員傷害/急性	人員傷害/慢性	環境危害	設施損失	營運損失				總和
超純水系統	自來水槽	儲存槽=>源頭廠商 NaClO 藥品管理	化學品	衣物腐蝕、皮膚接觸漂白水	曝露/接觸	2	1	2	3	1	1	8	1	16	C
		凝集槽=>源頭廠商 PAC 藥品管理		皮膚接觸 PAC		3	1	2	1	1	1	6	1	18	C
	過濾水槽	過濾水中懸浮顆粒與脫色.除臭. 吸附水中有機物並定期更換活性炭	作業環境	活性炭粉塵影響呼吸系統	粉塵/煙煙環境	2	2	2	2	1	1	8	1.2	19.2	C
	陽離子交換樹脂塔	1.去除水中陽離子並定期更換陽	化學品	操作人員暴露於鹽酸環	洩漏/破裂	2	2	2	3	2	1	10	1	20	C

	離子樹脂 2.HCl 藥品管理	作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	C
		化學品	皮膚接觸 HCl	曝露/接觸	2	2	2	3	2	1	7	1	20	C
陰離子交換樹脂塔	1.去除水中陰離子並定期更換陰離子樹脂 2.NaOH 藥品管理	化學品	操作人員暴露於 NaOH 環境	洩漏/破裂	2	2	2	3	2	1	10	1	20	C
		作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
		化學品	皮膚接觸 NaOH	曝露/接觸	2	2	2	2	1	1	8	1	16	C
過濾器	脫碳塔=>脫除二氧化碳	化學品	系統爆管	洩漏/破裂	2	1	1	1	2	1	6	1.2	14.4	D
	臭氧殺菌塔=>於脫鹽水加入臭氧殺菌;於 Scrubber 內添加 NaOH 去除 O3	化學品	吸入臭氧	曝露/接觸	2	2	2	1	2	1	8	1	16	C
			吸入臭氧及接觸 NaOH	曝露/接觸	2	2	2	1	2	1	8	1	16	C
過濾器(O3)	臭氧活性碳塔=>去除有機物及微	化學品	系統爆管	洩漏/破裂	2	1	1	1	2	1	6	1.2	14.4	D

		生物屍體；定期更換活性碳	作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
		臭氧過濾器=>去除水中微粒子	化學品	濾心差壓上升	反應/聚合/爆炸	3	1	1	1	1	1	5	1	15	D
	微量離子交換樹脂塔	去除水中微量離子並定期更換樹脂	化學品	系統爆管	洩漏/破裂	2	1	1	1	2	1	6	1.2	14.4	D
			作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
	真氣曝氣塔(脫氣)	去除水中含氧量並定期更換拉希環	化學品	系統爆管	洩漏/破裂	3	1	1	1	2	1	6	1	18	C
			作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	1	1	1	8	1.2	19.2	C
排水回收系統	有機物活性碳	吸附回收水有機物並定期更換活性碳	化學品	系統爆管造成排水回收水洩漏	洩漏/破裂	2	1	1	1	2	1	6	1.2	14.4	C
			化學品	逆洗時爆管洩漏	洩漏/破裂	2	1	1	1	2	1	6	1.2	14.4	C
			作業環境	密閉系統作業有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	1	1	1	8	1.2	19.2	C

	陰離子樹脂塔	去除回收水陰離子並定期更換樹脂	化學品	系統爆管造成回收水洩漏	洩漏/破裂	2	1	1	1	2	1	6	1.2	14.4	C
			化學品	操作人員暴露於 NaOH 環境	洩漏/破裂	2	2	2	3	2	1	10	1	20	C
			作業環境	密閉系統作業有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
	陰陽離子樹脂塔	去除回收水陰陽離子並定期更換樹脂	化學品	系統爆管造成回收水洩漏	洩漏/破裂	3	1	1	1	2	1	6	1.2	21.6	B
			化學品	操作人員暴露於 NaOH 環境	洩漏/破裂	2	2	2	3	2	1	10	1	20	C
			化學品	操作人員暴露於 HCl 環境	洩漏/破裂	2	2	2	3	2	1	10	1	20	C
			作業環境	密閉系統作業有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
酸排水回收系統	有機物活性炭塔	吸附回收水有機物並定期更換活性炭	化學品	系統爆管造成酸排水回收水洩漏	洩漏/破裂	3	1	1	1	2	1	6	1	18	C

			化學品	逆洗時爆管 洩漏	洩漏/破裂	3	1	1	1	2	1	6	1	18	C
			作業環境	密閉系統作 業有窒息可 能	缺氧疑慮環 境	3	4	1	1	1	1	8	1	24	B
		陰離子樹脂塔 去除回收水陰離 子並定期更換樹 脂	化學品	系統爆管造 成回收水洩 漏	洩漏/破裂	3	1	1	1	2	1	6	1	18	C
			化學品	操作人員暴 露於 NaOH 環境	洩漏/破裂	2	2	2	2	2	1	9	1	18	C
			作業環境	密閉系統作 業有窒息可 能	缺氧疑慮環 境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
廢水回收 系統(氫氟 酸)	HCl 儲存槽	HCl 儲存槽	化學品	皮膚接觸 HCl	曝露/接觸	3	2	2	2	1	1	8	1	24	B
	NaOH 儲存槽	NaOH 儲存槽	化學品	皮膚接觸 NaOH	曝露/接觸	3	2	2	2	1	1	8	1	24	B
	PAC 儲存槽	PAC 儲存槽	化學品	皮膚接觸 PAC	曝露/接觸	3	1	1	1	1	1	5	1	15	D
	石灰溶解槽	石灰溶解槽	作業環境	下料時吸入 石灰粉塵	粉塵/煙煙 環境	3	1	2	1	1	1	6	1.2	21.6	B

	氯化鈣儲存槽	氯化鈣儲存槽	化學品	皮膚接觸 CaCl ₂	曝露/接觸	4	1	1	1	1	1	5	1	20	C
	Polymer 儲存槽	Polymer 儲存槽	化學品	皮膚接觸 POLYMER	曝露/接觸	4	1	1	1	1	1	5	1	20	C
	反應槽	氟酸反應槽	化學品	皮膚接觸 NaOH 及 HCl	曝露/接觸	3	2	2	2	1	1	8	1	24	B
	凝集槽	氟酸反應槽添加 助凝劑	化學品	皮膚接觸 PAC	曝露/接觸	4	1	1	1	1	1	5	1	20	C
			化學品	皮膚接觸 POLYMER	曝露/接觸	4	1	1	1	1	1	1	5	1	20
	沉降槽	污泥沈降槽	作業環境	密閉系統作 業有窒息可 能	缺氧疑慮環 境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
	脫水機	污泥製成污泥餅	化學品	污泥洩漏	洩漏/破裂	4	1	1	1	1	1	5	1	20	D
廢水回收 系統(酸 鹼)	酸鹼中和槽	酸鹼廢水中和槽	化學品	皮膚接觸 NaOH 及 HCl	曝露/接觸	3	2	2	2	1	1	8	1	24	B
	放流槽	放流水儲存槽	化學品	接觸標準液	曝露/接觸	2	1	1	1	2	2	7	1	14	D
外氣空調箱、化學空調箱			化學品	環境污染(廢 水)	排放/洩漏	2	1	1	1	3	2	8	1	16	C

鍋爐	作業環境	CO2 洩漏人員窒息	缺氧疑慮環境	2	4	1	1	1	1	8	1	16	C
酸廢氣處理 (ACID SCRUBBER)	化學品	接觸 NaOH	曝露/接觸	2	2	2	3	1	1	9	1.2	21.6	B
	火災爆炸	SiH4 洩漏引起火災	一般火災	2	3	1	1	2	3	10	1	20	C
	化學品	酸鹼混合、風管燒毀、引起火災	反應/聚合/爆炸	2	1	1	1	4	3	10	1	20	C
	環境污染 (空氣)	酸氣洩漏造成人員不適且排放於大氣中	排放/逸散	2	1	2	4	1	1	9	1.2	21.6	B
	化學品	酸氣洩漏人員不適	洩漏/破裂	2	1	2	4	1	1	9	1.2	21.6	B
NH3 廢氣處理 (NH3 SCRUBBER)	化學品	H2SO4 洩漏，接觸 H2SO4	洩漏/破裂	2	2	2	3	1	1	9	1.2	21.6	B
	化學品	酸鹼混合風管燒毀，引起火災	反應/聚合/爆炸	2	1	1	1	4	3	10	1	20	C
	環境污染 (空氣)	氨氣洩漏造成人員不適且排放於大氣中	排放/逸散	2	1	2	4	1	1	9	1.2	21.6	B
	化學品	氨氣洩漏人員不適	洩漏/破裂	2	1	2	4	1	1	9	1.2	21.6	B

有機廢氣處理(VOC 系統)	火災爆炸	瓦斯洩漏引起火災	一般火災	2	2	1	1	3	3	10	1	20	C
	火災爆炸	有機氣體洩漏引起火災	一般火災	1	4	2	1	4	3	14	1	14	D
	環境污染(空氣)	防治設備故障產生空氣污染	排放/逸散	1	1	2	4	1	1	9	1.2	10.8	D
有機廢氣處理(活性碳塔)	火災爆炸	有機氣體洩漏引起火災	一般火災	1	4	2	1	4	3	14	1	14	D
	火災爆炸	桶槽內溫度過高引起火災	一般火災	1	4	2	1	4	3	14	1	14	D

4.2 化性危害評估結果

侷限空間作業項目包括有超純水系統、排水回收系統、酸排水回收系統、氫氟酸廢水回收系統、酸鹼廢水回收系統、外氣空調箱、化學空調箱、酸廢氣處理(ACID SCRUBBER)、NH₃ 廢氣處理(NH₃ SCRUBBER)與有機廢氣處理(VOC 系統)等作業；其化學性危害因子評估結果，共有二十項節點風險等級落在 B 級，屬高度風險作業，如表 4.2.1、4.2.2；發生機率等級為 3 的共有七項作業；另外會造成人員慢性及公司/社會環境嚴重傷害的共有十三項作業，如表 4.2.3、4.2.4 所示。

表 4.2.1 化性危害評估結果表

風險等級	等級代號	指標評分	評分結果項目數	發生頻率結果				嚴重程度總和結果										
				4	3	2	1	10↑	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
重大的風險	A	$R > 25$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高度的風險	B	$25 \geq R > 20$	20	0	7	13	0	0	0	13	5	0	2	0	0	0	0	0
中度的風險	C	$20 \geq R > 15$	33	4	5	24	0	0	9	2	9	1	8	4	0	0	0	0
輕度的風險	D	$15 \geq R$	10	1	1	4	4	3	0	1	0	1	3	2	0	0	0	0

表 4.2.2 高度風險作業清單

項目	單元	作業	危害分類	危害說明	媒介	風險評估				
						發	嚴重程度	風	指	風

						生 機 率	人 員 傷 害 / 急 性	人 員 傷 害 / 慢 性	環 境 危 害	設 施 損 失	營 運 損 失	總 和	險 加 權	標 評 分	險 等 級
超純水系統	陰離子交換樹脂塔	1.去除水中陰離子並定期更換陰離子樹脂 2.NaOH 藥品管理	作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
	過濾器(O3)	臭氧活性碳塔=>去除有機物及微生物屍體；定期更換活性碳	作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
	微量離子交換樹脂塔	去除水中微量離子並定期更換樹脂	作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
排水回收系統	陰離子樹脂塔	去除回收水陰離子並定期更換樹脂	化學品	有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
	陰陽離子樹脂塔	去除回收水陰陽離子並定期更換樹脂	化學品	系統爆管造成回收水洩漏	洩漏/破裂	3	1	1	1	2	1	6	1.2	21.6	B

	陰陽離子樹脂塔	去除回收水陰陽離子並定期更換樹脂	化學品	有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
酸排水回收系統	有機物活性炭塔	吸附回收水有機物並定期更換活性炭	化學品	有窒息可能	缺氧疑慮環境	3	4	1	1	1	1	8	1	24	B
	陰離子樹脂塔	去除回收水陰離子並定期更換樹脂	作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B
廢水回收系統(氫氟酸)	HCl 儲存槽	HCl 儲存槽	化學品	皮膚接觸 HCl	曝露/接觸	3	2	2	2	1	1	8	1	24	B
	NaOH 儲存槽	NaOH 儲存槽	化學品	皮膚接觸 NaOH	曝露/接觸	3	2	2	2	1	1	8	1	24	B
	石灰溶解槽	石灰溶解槽	作業環境	下料時吸入 石灰粉塵	粉塵/燻煙環境	3	1	2	1	1	1	6	1.2	21.6	B
	反應槽	氟酸反應槽	化學品	皮膚接觸 NaOH 及 HCl	曝露/接觸	3	2	2	2	1	1	8	1	24	B
	沉降槽	污泥沉降槽	作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境	2	4	1	2	1	1	9	1.2	21.6	B

廢水回收系統(酸鹼)	酸鹼中和槽	酸鹼廢水中和槽	化學品	皮膚接觸 NaOH 及 HCl	曝露/接觸	3	2	2	2	1	1	8	1	24	B
酸廢氣處理(ACID SCRUBBER)			化學品	接觸 NaOH	曝露/接觸	2	2	2	3	1	1	9	1.2	21.6	B
			環境污染 (空氣)	酸氣洩漏造成人員不適且排放於大氣中	排放/逸散	2	1	2	4	1	1	9	1.2	21.6	B
			化學品	酸氣洩漏人員不適	洩漏/破裂	2	1	2	4	1	1	9	1.2	21.6	B
NH3 廢氣處理(NH3 SCRUBBER)			化學品	H2SO4 洩漏，接觸 H2SO4	洩漏/破裂	2	2	2	3	1	1	9	1.2	21.6	B
			環境污染 (空氣)	氨氣洩漏造成人員不適且排放於大氣中	排放/逸散	2	1	2	4	1	1	9	1.2	21.6	B
			化學品	氨氣洩漏人員不適	洩漏/破裂	2	1	2	4	1	1	9	1.2	21.6	B

表 4.2.3 高度風險作業_發生機率較高者

序號	項目	單元	作業	危害分類	危害說明	媒介
----	----	----	----	------	------	----

1	排水回收系統	陰陽離子樹脂塔	去除回收水陰陽離子並定期更換樹脂	化學品	系統爆管造成回收水洩漏	洩漏/破裂
2	酸排水回收系統	有機物活性碳塔	吸附回收水有機物並定期更換活性碳	化學品	有窒息可能	缺氧疑慮環境
3	廢水回收系統 (氫氟酸)	HCl 儲存槽	HCl 儲存槽	化學品	皮膚接觸 HCl	曝露/接觸
4	廢水回收系統 (氫氟酸)	NaOH 儲存槽	NaOH 儲存槽	化學品	皮膚接觸 NaOH	曝露/接觸
5	廢水回收系統 (氫氟酸)	石灰溶解槽	石灰溶解槽	作業環境	下料時吸入石灰粉塵	粉塵/煙煙環境
6	廢水回收系統 (氫氟酸)	反應槽	氟酸反應槽	化學品	皮膚接觸 NaOH 及 HCl	曝露/接觸
7	廢水回收系統 (酸鹼)	酸鹼中和槽	酸鹼廢水中和槽	化學品	皮膚接觸 NaOH 及 HCl	曝露/接觸

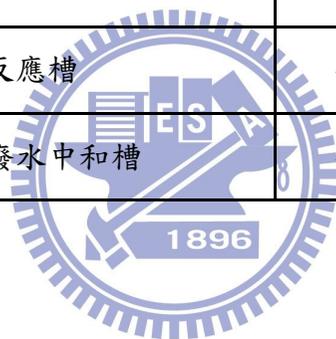


表 4.2.4 高度風險作業_嚴重程度總和較高者

序號	項目	單元	作業	危害分類	危害說明	媒介
1	超純水系統	陰離子交換樹脂塔	1.去除水中陰離子並定期更換樹脂 2.NaOH 藥品管理	作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境
2	超純水系統	臭氧活性碳塔_過濾器(O3)	去除有機物及微生物屍體；定期更換活性碳	作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境
3	超純水系統	微量離子交換樹脂塔	去除水中微量離子並定期更換樹脂	作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境
4	排水回收系統	陰離子樹脂塔	去除回收水陰離子並定期更換樹脂	化學品	有窒息可能	缺氧疑慮環境
5	排水回收系統	陰陽離子樹脂塔	去除回收水陰陽離子並定期更換樹脂	化學品	有窒息可能	缺氧疑慮環境
6	酸排水回收系統	陰離子樹脂塔	去除回收水陰離子並定期更換樹脂	作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境
7	廢水回收系統 (氫氟酸)	沉降槽	污泥沉降槽	作業環境	有窒息可能	缺氧疑慮環境
8	酸廢氣處理(ACID SCRUBBER)			化學品	接觸 NaOH	曝露/接觸
9	酸廢氣處理(ACID SCRUBBER)			環境污染 (空氣)	酸氣洩漏造成人員不適且排放於大氣中	排放/逸散
10	酸廢氣處理(ACID SCRUBBER)			化學品	酸氣洩漏人員不適	洩漏/破裂

11	NH3 廢氣處理(NH3 SCRUBBER)	化學品	H2SO4 洩漏接觸 H2SO4	洩漏/破裂
12	NH3 廢氣處理(NH3 SCRUBBER)	環境污染 (空氣)	氨氣洩漏造成人員 不適且排放於大氣 中	排放/逸散
13	NH3 廢氣處理(NH3 SCRUBBER)	化學品	氨氣洩漏人員不適	洩漏/破裂

4.2.1 化性危害類別與比例

半導體廠從事侷限空間作業時發生高風險的作業中，作業危害分類大致可分為三類「環境汙染(空氣)」、「接觸化學品危害」與「作業環境危害」其中有十二項作業危害是「人員接觸化學品」佔比重最高；其次作業環境有缺氧窒息的疑慮、「環境汙染(空氣)」的危害，如圖 4.2.1 危害分類；以危害因子分析時，人員接觸化學品為主要危害比例高達 60%，其次為作業環境為 30%，環境汙染(空氣)佔 10% 的比例，如圖 4.2.2 危害比例。其作業的危害媒介又細分為缺氧疑慮環境佔 40%；洩漏/破裂 20%；曝露/接觸化學品佔 25%；粉塵/燻煙環境佔 5%；排放/逸散佔 10%，如圖 4.2.3 所示。

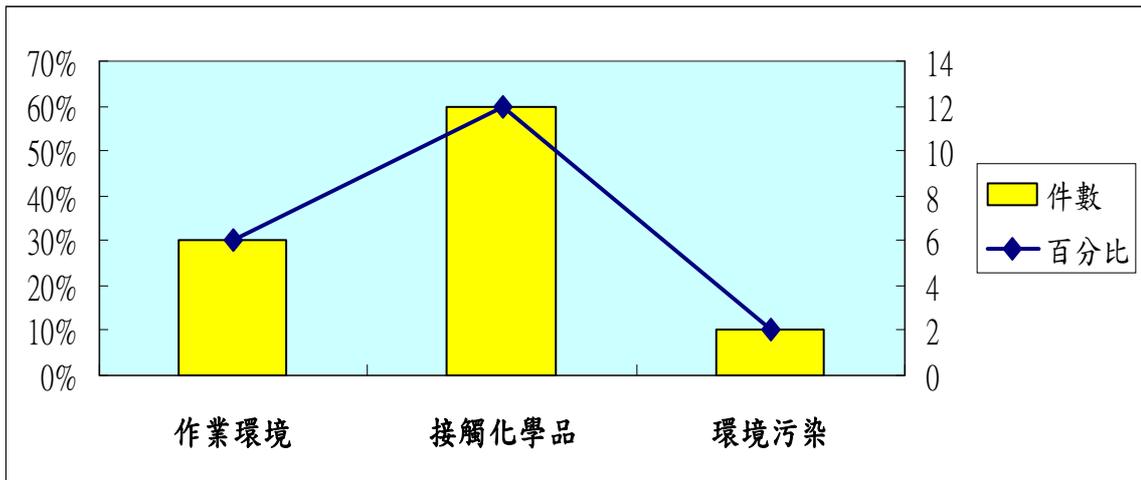


圖 4.2.1 危害分類與比例

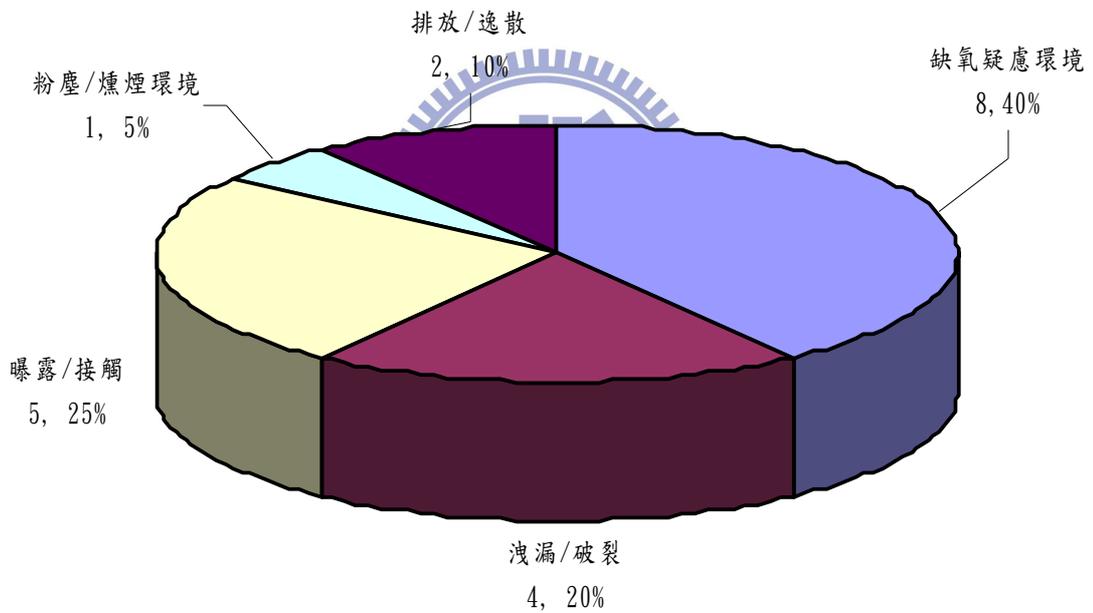


圖 4.2.2 危害媒介與件數

五、 風險控制/管理/改善方法

5.1 侷限空間作業風險控制方法

英國法律有規定雇主需清楚的要求發展健康與安全，並且有合法與有效的風險評估和風險控制措施。在1970年美國安全管理系統中，實現職業性安全與衛生行動的目標亦是必要的[31]。一般而言，侷限空間作業其風險控制方法有：

1. 盡量避免進入侷限空間
2. 建立工作安全系統
3. 監督人的責任
4. 人員是否適合侷限空間作業
5. 隔離區域
6. 進入前的清除作業
7. 檢查出入口大小
8. 供應氧氣
9. 測試氧濃度
10. 供應特定工具和照明設備
11. 供應呼吸設備
12. 緊急安排的準備
13. 供應搶救工具
14. 通信
15. 檢查警報訊號為何發出
16. 確認侷限空間作業的工作許可證是否事有必要的
17. 緊急應變處理程序
18. 搶救和應變設備[32]

5.2 侷限空間作業風險管理方法

根據 Tim Morrison(1998)建議的侷限空間作業之氣體測定一般程序及作者本身之檢查經驗，整合如下列一般應遵守氣體監測器(攜帶型直讀式)使用之通則，如表 5.2.1 所示。值得注意的是，Rekus, John F(1994)指出，當空氣中可燃性氣體濃度高於爆炸上限(UEL)時，部分可燃性氣體感測器將呈現”0”讀值 (初期讀值上升至最高，然後讀值再回歸呈現零值)，所以測定人員在測定時必須持續觀察可燃性氣體測定讀值的變化[33]

表 5.2.1 一般應遵守氣體監測器(攜帶型直讀式)使用之通則

要領	作業程序內容
選擇正確偵測器	1.依據可能出現之危害氣體，選擇適用的氣體監測器，一般是包含氧氣、可燃性氣體、與特定毒性氣體之測定，若一時之間沒有適用之氣體監測器，除非使用最高等級之防護措施(通風加上空氣呼吸器再加上動火管制等)，否則不宜貿然進入作業。此外需記住更換工作場所或作業方式時均應重新評估。
電力確認	2.須測試電池使用時間是否足以完成整個監測工作。

儀器自我	3.在侷限空間外面且空氣品質良好處開機並讓其暖機，然後查看警報是否會響，儀器自我檢測是否良好(如果儀器具備此功能時)。
氧器偵測檢點	4.現場測試氧氣感測器功能保持監測器在乾淨空氣中，直到氧氣之顯示值為 20.9% 左右，深呼吸閉氣 3~5 秒鐘，然後對著氧氣感測器輕輕吹氣，這時氧氣讀值應低於 18% (一般約為 16% 左右)，且警報器應鳴叫，如果沒有，儀器就應送修了。
測定實務	5.第一次測試(進入前)時，應先行強制通風 5 分鐘以上(視作業空間大小調整，以能充分換氣一次為原則)，再將通風設備暫時關閉，此時由於無法確認工作場所是否存在缺氧、毒性或爆炸性氣體(例如下水道等場所)，應盡量使用外接取樣管加抽氣幫浦做第一次氣體測試，不宜由人帶著儀器進入測試，測試時間以取樣管常每公尺加 3 秒的方式計算，等數值穩定後予以判讀，等氣體測試沒有任何異常時，再將通風設備打開，由作業人員帶著氣體偵測器進入侷限空間作業。監測之位置可參考勞研所制定之“侷限空間安全工作計畫指引”來決定。
判定應採措施	6.記住氣體監測器是被設計來作為進入前或作業中判定「可以進入”go”需控制後進入”control and go”、不可進入”no go”」之用；在”可以進入狀態”，所有有害氣體濃度均須在 PEL 之下(例如氧氣濃度是 20.9%，無可燃性氣體及毒性氣體存在)，這時空氣呼吸器是不需要的，但仍需持續通風。”需控制後進入狀態”是指監測器讀值出現異常值，但仍在 PEL 之下，此時通風必須達每小時 20 倍空間容量之換氣量，作業人員在穿戴適當呼吸防護具下是可以進入的。而”不可進入狀態”是指可燃性氣體或是缺、富氧狀態或是毒性氣體之警報響起時，通風及其他控制措施是有必要的，除緊急狀況(如應變救援或緊急修復時)且佩帶適當空氣呼吸器外，需等氣體狀態脫離”不可進入狀態”時，作業人員才可進入。
持續監測	7.氣體監測應持續實施至工作完成離開侷限空間工作場所為止。
再測時機	8.當作業中斷而人員離開後返回欲再進入作業時，應再依循步驟 2~7 重頭再做一遍。

5.3 侷限空間作業風險改善方法

1. 強化 (Intensification)

應強化儲槽容器之材質與厚度避免槽體受化學物質侵蝕造成損壞；選取較高能

效的吸附材，以減少人員入槽更換吸附材頻率；化學品的存量通常應調降至所有操作單元操作容量的總量，以減少化學物質侵蝕面積。

2. 取代 (Substitution)

如果「強化」的設計策略不可行，就應該考慮採用「取代」的策略：使用較安全、低危害的化學品來代替較危險性的。或者於維修儲槽時採用較深長的工具取代人員入槽作業機會。「強化」策略在應用上優於「取代」策略，因為它還有減少許多費用的好處。如果化學物質存量或運轉量減少，則管線、塔槽、結構及基礎工程都較小。但是「強化」策略在應用時的最大困擾是許多人主要都只考慮費用的減少。

3. 減弱 (Attenuation)

另一種代替「強化」策略的方法是「減弱」，即在最低危害條件下使用危害性物質。「減弱」策略有時候是「強化」策略的逆向運作，例如當儲槽內化學物質反應非常強烈時，我們如果採用「減弱」策略，就增加通風換氣時間，以減弱槽內化學物質濃度。

4. 簡單化 (Simplification)

儘可能儲槽深度採用較淺且較單純的連接管線優於較深的儲槽且複雜的連接管線，因為它們可能較少發生災害的機會；且施工時機具設備、檢測設備通常也較便宜。

5. 狀態清晰 (Making Status Clear)

較佳的設計是，即使驚鴻一瞥亦能很輕易的看到儲槽相關標示閥件開關；即開關是在開的位置還是關的位置。儘可能利用顏色、圖示標示管理，讓使用者第一眼就能辨識任何化學物質其特性與相關防護措施〔34〕。



六、 結論和建議

6.1 結論

1. 從風險評估方法的比較中可以清楚知道使用失誤模式及影響分析法是較能夠協助安全工程師分析工作環境內會造成傷害的不安全的機器設備以及其影響性。
2. 風險控制最安全的唯一方法就是避免人員進入侷限空間裡作業，當無法避免時可以先建立工作安全系統並考量人員健康狀況是否適合從事該作業，以及明訂監督人的責任；進而考量作業環境範圍的安全管理及支援設備，使危害性機率降至最低。

6.2 建議

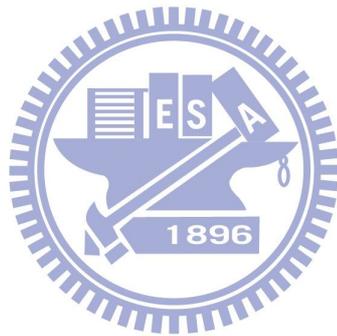
1. 於有限的人力資源與環境條件許可下，無法進行統計多年侷限空間作業發生的工安意外傷害，故能與評估結果進行對應。
2. 若能長期將各槽體每公尺氣體濃度量測現況確實記錄及統計，以掌握各槽體化學物質蓄積特性差異及作為通風換氣時間參考之依據。



參考文獻

- [1] Yodaiken,R and Larson,J R,“Air monitoring, reporting needed to reduce confined space hazards”,Occupational Health & Safety, pp82,1986.
- [2] Ciaran and Philip McAleenan,”Confined Spaces Working-Towards Zero Fatalities”,pp1,1999.
- [3] Health and Safety Executive(HSE),”Safe work in confined spaces”,pp1,1997.
- [4] 蘋果日報，都會中心/台中報導，頭條 A1，民國 98 年 3 月 31 日。
- [5] 蘋果日報，李政遠、顏幸如/雲林報導，社會 A10，民國 98 年 7 月 22 日。
- [6] 行政院勞工委員會/局限空間重大職災案例彙編，民國 94-97 年。
- [7] 行政院勞工委員會北區勞動檢查所 <http://www.gilee.com.tw/oem/artist/456.doc>。
- [8] 蘇春泰，侷限空間氣體危害警報系統研製-以電信人孔為例，朝陽科技大學，碩士論文，民國 91 年。
- [9] Industrial Accident Prevention Association,”Guidelines for Confined Space Entry Work”,Workers’ Compensation Board,British,Columbia.
- [10] University of Kentucky,Physical Plant Division ”, 40.41-Confined space Entry,1995 .
- [11] 工安警訊-預防侷限空間作業場所空氣含氧量不足，將導致勞工受傷或死亡 <http://www.wfc.edu.tw/~safen/in4-5/18-1.doc>。
- [12] 近年局限空間災害案例分析與防災對策/勞委會勞工檢查處/許莉瑩/工安週，民國 94 年。
- [13] 曾文旺，電信人孔作業危害預防管理之研究-以某電信公司為例，國立雲林科技大學，碩士論文，民國 94 年。
- [14] 工安警訊-預防侷限空間作業場所空氣含氧量不足，將導致勞工受傷或死亡 <http://www.wfc.edu.tw/~safen/in4-5/18-1.doc>。
- [15] 隧道施工遭遇可燃性氣體之調查與處理對策中華顧問工程司，大地工程部計畫經理/何泰源，<http://www.ceci.org.tw/book/63/63bk1-1.htm#bka2>，中華技術季刊，第 63 期，七月號，民國 93 年。
- [16] 工安警訊-預防侷限空間作業場所空氣含氧量不足，將導致勞工受傷或死亡 <http://www.wfc.edu.tw/~safen/in4-5/18-1.doc>。
- [17] 朱偉正，許拱北，科學發展，由氮氣生成含氮化合物，381 期，民國 93 年。
http://www.nsc.gov.tw/files/popsc/2004_102/60-63-%A4@%AF%EB_93._09-60-63_pdf.pdf。
- [18] 勞工安全衛生研究所(IOSH)，物質安全資料表 <http://www.iosh.gov.tw/Msds.aspx>。
- [19] 曹常城，洪銀忠風險評估在石化業安全衛生管理之角色與功能/行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，P36，民國 98 年。
- [20] 顏登通編著，「高科技廠務」初版，全華科技圖書股份有限公司，台北市，民國 94 年。
- [21] C-K Liang，微機電概論，半導體製造技術
http://eshare.stut.edu.tw/EshareFile/2009_11/2009_11_1fd694d.pdf。
- [22] 財團法人自強工業科學基金會，半導體光電研究室之高溫爐管設備(Thermco)
<http://semi.tcfst.org.tw/semi/Thermal-Oxide.asp>。
- [23] 王儷禎，何三平，張慧蓓，蔡永銘，施學堯，油槽自燃現象探討與分析
http://www.cpc.com.tw/big5/files/%AAo%BC%D1%A6%DB%BFU_%A4%FD%C4%D7%BA%D5.pdf。

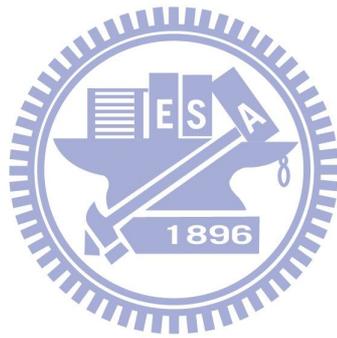
- [24] 吸入過量硫化氫工廠污水槽沼氣殺工人 <http://note.tcc.edu.tw/487.html> 科學人 SCIENTIFIC AMERICAN 救命毒氣硫化氫，No99，pp55。
- [25] Canadian Centre for Occupational Health & Safety,1997-2010. http://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/confinedspace_program.html
- [26] 危害控制與分析 <http://teacher.yuntech.edu.tw/~leesh/13-HA.htm>。
- [27] Harris R. Greenberg, and Joseph J. Cramer“Risk Assessment and Risk Management for The Chemical Process Industry”,1991.
- [28] Rac V. Kolluru, Stevent M. Pitblade, and R. Scott Stricoff”Risk Assessment and Management Handbook”,1996.
- [29] Bob Skelton,“Process Safety Analysis”,1997.
- [30] 勞工安全衛生研究所(IOSH)/通風概論。
- [31] Ciaran and Philip McAleenan , ”Confined Spaces Working - Towards Zero Fatalities” , pp14 , 1999.
- [32] Health and Safety Executive(HSE) , ”Safe work in confined spaces”,pp3-6 , 2008.
- [33] 氣體監測器(攜帶型直讀式)使用之通則 /何明信/民國 91 年 10 月 11 日。
- [34] 陳春盛 陳俊瑜 謝明淇本質較安全策略進行冷卻水塔系統維護之探討/工業安全衛生月刊 240/P44~P46。



附錄一 侷限空間相關法令與作業規則

勞工安全衛生設施規則		
第 29-1 條	<p>雇主使勞工於侷限空間從事作業前，應先確認該空間內有無可能引起勞工缺氧、中毒、感電、塌陷、被夾、被捲及火災、爆炸等危害，有危害之虞者，應訂定危害防止計畫，並使現場作業主管、監視人員、作業勞工及相關承攬人依循辦理。</p>	<p>危害防止計畫，應依作業可能引起之危害訂定下列事項：</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、侷限空間內危害之確認。 二、侷限空間內氧氣、危險物、有害物濃度之測定。 三、通風換氣實施方式。 四、電能、高溫、低溫及危害物質之隔離措施及缺氧、中毒、感電、塌陷、被夾、被捲等危害防止措施。 五、作業方法及安全管制作法。 六、進入作業許可程序。 七、提供之防護設備之檢點及維護方法。 八、作業控制設施及作業安全檢點方法。 九、緊急應變處置措施。
第 29-2 條	<p>雇主使勞工於侷限空間從事作業，有危害勞工之虞時，應於作業場所入口顯而易見處所公告下列注意事項，使作業勞工周知：</p>	<ol style="list-style-type: none"> 一、作業有可能引起缺氧等危害時，應經許可始得進入之重要性。 二、進入該場所時應採取之措施。 三、事故發生時之緊急措施及緊急聯絡方式。 四、現場監視人員姓名。 五、其他作業安全應注意事項。
第 29-3 條	<p>雇主應禁止作業無關人員進入侷限空間之作業場所，並於入口顯而易見處所公告禁止進入之規定。</p>	
第 29-4 條	<p>雇主使勞工於侷限空間從事作業時，因空間廣大或連續性流動，可能有缺氧空氣、危害物質流入致危害勞工者，應採取連續確認氧氣、危害物質濃度之措施。</p>	
第 29-5 條	<p>雇主使勞工於有危害勞工之虞之侷限空間從事作業前，應指定專人檢點該作業場所，確認換氣裝置等設施無異常，該作業場所無缺氧及危害物質等造成勞工危害。</p>	<p>檢點結果應予記錄，並保存三年。</p>
第 29-6 條	<p>雇主使勞工於有危害勞工之虞之侷限</p>	<p>進入許可，應載明下列事項：</p>

	<p>空間從事作業時，其進入許可應由雇主、工作場所負責人或現場作業主管簽署後，始得使勞工進入作業。對勞工之進出，應予確認、點名登記，並作成紀錄保存一年。</p>	<p>一、作業場所。 二、作業種類。 三、作業時間及期限。 四、作業場所氧氣、危害物質濃度測定結果及測定人員簽名。 五、作業場所可能之危害。 六、作業場所之能源隔離措施。 七、作業人員與外部連繫之設備及方法。 八、準備之防護設備、救援設備及使用方法。 九、其他維護作業人員之安全措施。 十、許可進入之人員及其簽名。 十一、現場監視人員及其簽名。 雇主使勞工進入局限空間從事焊接、切割、燃燒及加熱等動火作業時，除應依第一項規定辦理外，應指定專人確認無發生危害之虞，並由雇主、工作場所負責人或現場作業主管確認安全，簽署動火許可後，始得作業。</p>
<p>缺氧症預防規則</p>		
<p>第 1 條</p>	<p>為防止缺氧危險作業引起之危害，依勞工安全衛生法第五條規定，訂定本規則。</p>	
<p>第 2 條</p>	<p>本規則適用於從事缺氧危險作業之有關事業。</p>	<p>缺氧危險作業，指於下列缺氧危險場所從事之作業：</p> <p>一、長期間未使用之水井、坑井、豎坑、隧道、沈箱、或類似場所部。</p> <p>二、貫通或鄰接下列之一之地層之水井、坑井、豎坑、隧道、沈箱、或類似場所等之內部。</p> <p>(一) 上層覆有不透水層之砂礫層中，無含水、無湧水或含水、湧水較少之部分。</p> <p>(二) 含有亞鐵鹽類或亞錳鹽類之地層。</p> <p>(三) 含有甲烷、乙烷或丁烷之地層。</p> <p>(四) 湧出或有湧出碳酸水之虞之地層。</p>



(五) 腐泥層。

三、供裝設電纜、瓦斯管或其他地下敷設物使用之暗渠、人孔或坑井之內部。

四、滯留或曾滯留雨水、河水或湧水之槽、暗渠、人孔或坑井之內部。

五、滯留、曾滯留、相當期間置放或曾置放海水之熱交換器、管、槽、暗渠、人孔、溝或坑井之內部。

六、密閉相當期間之鋼製鍋爐、儲槽、反應槽、船艙等內壁易於氧化之設備之內部。

但內壁為不銹鋼製品或實施防銹措施者，不在此限。

七、置放煤、褐煤、硫化礦石、鋼材、鐵屑、原木片、木屑、乾性油、魚油或其他易吸收空氣中氧氣之物質等之儲槽、船艙、倉庫、地窖、貯煤器或其他儲存設備之內部。

八、以含有乾性油之油漆塗敷天花板、地板、牆壁或儲具等，在油漆未乾前即予密閉之地下室、倉庫、儲槽、船艙或其他通風不充分之設備之內部。

九、穀物或飼料之儲存、果蔬之燻熟、種子之發芽或蕈類之栽培等使用之倉庫、地窖、船艙或坑井之內部。

一〇、置放或曾置放醬油、酒類、胚子、酵母或其他發酵物質之儲槽、地窖或其他釀造設備之內部。

一一、置放糞尿、腐泥、污水、紙漿液或其他易腐化或分解之物質之儲槽、船艙、槽、管、暗渠、人孔、溝、或坑井等之內部。

一二、使用乾冰從事冷凍、

		<p>冷藏或水泥乳之脫鹼等之冷藏庫、冷凍庫、冷凍貨車、船艙或冷凍貨櫃之內部。</p> <p>一三、置放或曾置放氮、氫、氦、氟氣烷、二氧化碳或其他惰性氣體之鍋爐、儲槽、反應槽、船艙或其他設備之內部。</p> <p>一四、其他經中央主管機關指定之場所。</p>
第 3 條	<p>一、缺氧：指空氣中氧氣濃度未滿百分之十八之狀態。</p> <p>二、缺氧症：指因作業場所缺氧引起之症狀。</p>	
第 4 條	<p>雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應置備測定空氣中氧氣濃度之必要測定儀器，並採取隨時可確認空氣中氧氣濃度、硫化氫等其他有害氣體濃度之措施。</p>	
第 5 條	<p>雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應予適當換氣，以保持該作業場所空氣中氧氣濃度在百分之十八以上。但為防止爆炸、氧化或作業上有顯著困難致不能實施換氣者，不在此限。</p>	<p>雇主依前項規定實施換氣時，不得使用純氧。</p>
第 6 條	<p>雇主使勞工從事隧道或坑井之開鑿作業時，為防止甲烷或二氧化碳之突出導致勞工罹患缺氧症，應於事前就該作業場所及其四周，藉由鑽探孔或其他適當方法調查甲烷或二氧化碳之狀況，依調查結果決定甲烷、二氧化碳之處理方法、開鑿時期及程序後實施作業。</p>	
第 7 條	<p>雇主於地下室、機械房、船艙或其他通風不充分之室內作業場所，置備以二氧化碳等為滅火劑之滅火器或滅火設備時，依下列規定：</p> <p>一、應有預防因勞工誤觸導致翻倒滅火器或確保把柄不易誤動之設施。</p> <p>二、禁止勞工不當操作，並將禁止規定公告於顯而易見之處所。</p>	
第 8 條	<p>雇主使勞工於冷藏室、冷凍室、地窖及其他密閉使用之設施內部作業時，於該作業期間，應採取該設施出入口之門或蓋等不致閉鎖之措施。但該門或蓋有易自內部開啟之構造或該設施內部設置有通報裝置</p>	

	或警報裝置等得與外部有效聯絡者，不在此限。	
第 9 條	<p>雇主使勞工於儲槽、鍋爐或反應槽之內部或其他通風不充分之場所，使用氫、二氧化碳或氬等從事熔接作業時，應予適當換氣以保持作業場所空氣中氧氣濃度在百分之十八以上。但為防止爆炸、氧化或作業上有顯著困難致不能實施換氣者，不在此限。</p> <p>雇主依前項規定實施換氣時，不得使用純氧。</p>	
第 10 條	<p>雇主使勞工於設置有輸送氫、氫、氬、氟、氯、二氧化碳及其他惰性氣體等配管之鍋爐、儲槽、反應槽或船艙等內部從事作業時，依下列規定：</p> <p>一、應關閉輸送配管之閥、旋塞或設置盲板。</p> <p>二、應於顯而易見之處所標示配管內之惰性氣體名稱及開閉方向，以防誤操作。</p> <p>雇主依前項規定關閉閥、旋塞或設置盲板時，應予上鎖外，並將其意旨公布於勞工易見之場所。</p>	
第 11 條	<p>雇主使勞工於通風不充分之室內作業場所作業時，為防止儲槽、反應槽等容器之安全閥等排出之惰性氣體流入，應設置可使安全閥等所排出之氣體直接排放於外部之設施。</p>	
第 12 條	<p>雇主使勞工於銜接有吸引內部空氣之配管之儲槽、反應槽或其他密閉使用之設施內部作業時，於該作業期間，應採取該設施等出入口之門或蓋等不致閉鎖之措施。</p>	
第 13 條	<p>雇主採用壓氣施工法實施作業之場所，如存有或鄰近第二條第二項第二款第一目或第二目規定之地層時，應調查該作業之井或配管有否空氣之漏洩、漏洩之程度及該作業場所空氣中氧氣之濃度。</p>	
第 14 條	<p>雇主使勞工於接近第二條第二項第二款第一目或第二目規定之地層或貫通該地層之井或置有配管之地下室、坑等之內部從事作業時，應設置將缺氧空氣直接排於外部之設備或將可能漏洩缺氧空氣之地點予以封閉等預防缺氧空氣流入該作業場所之必要措施。</p>	

第 15 條	<p>雇主使勞工於地下室或溝之內部及其他通風不充分之室內作業場所從事拆卸或安裝輸送主成分為甲烷、乙烷、丙烷、丁烷或此類混入空氣的氣體配管作業時，應採取確實遮斷該氣體之設施，使其不致流入拆卸或安裝作業場所。</p>	
第 16 條	<p>雇主使勞工從事缺氧危險作業時，於當日作業開始前、所有勞工離開作業場所後再次開始作業前及勞工身體或換氣裝置等有異常時，應確認該作業場所空氣中氧氣濃度、硫化氫等其他有害氣體濃度。</p>	<p>確認結果應予記錄，並保存三年。</p>
第 17 條	<p>雇主使勞工從事缺氧危險作業時，對進出各該場所勞工，應予確認或點名登記。</p>	
第 18 條	<p>雇主使勞工於缺氧危險場所或其鄰接場所作業時，應將下列注意事項公告於作業場所入口顯而易見之處所，使作業勞工周知：</p> 	<p>一、有罹患缺氧症之虞之事項。 二、進入該場所時應採取之措施。 三、事故發生時之緊急措施及緊急聯絡方式。 四、空氣呼吸器等呼吸防護具、安全帶等、測定儀器、換氣設備、聯絡設備等之保管場所。 五、缺氧作業主管姓名。 雇主應禁止非從事缺氧危險作業之勞工，擅自進入缺氧危險場所；並應將禁止規定公告於勞工顯而易見之處所。</p>
第 19 條	<p>雇主依第十三條規定之調查結果，發現有缺氧空氣漏洩入作業場所時，應即通知有關人員及將緊急措施公告於勞工顯而易見之處所，並禁止與作業無關人員進入。</p>	
第 20 條	<p>雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應於每一班次指定缺氧作業主管從事下列監督事項：</p> <p>一、決定作業方法並指揮勞工作業。 二、第十六條規定事項。 三、當班作業前確認換氣裝置、測定儀器、空氣呼吸器等呼吸防護具、安全帶等其他防止勞工罹患缺氧症之器具或設備之狀況，並採取必要措施。 四、監督勞工對防護器具或設備之使用狀況。</p>	

	<p>況。</p> <p>五、其他預防作業勞工罹患缺氧症之必要措施。</p>	
第 21 條	<p>雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應指派一人以上之監視人員，隨時監視作業狀況，發覺有異常時，應即與缺氧作業主管及有關人員聯繫，並採取緊急措施。</p>	
第 22 條	<p>雇主使勞工從事缺氧危險作業，如受鄰接作業場所之影響致有發生缺氧危險之虞時，應與各該作業場所密切保持聯繫。</p>	
第 23 條	<p>雇主使勞工從事缺氧危險作業，如發現從事該作業之勞工有立即發生缺氧危險之虞時，雇主或工作場所負責人應即令停止作業，並使從事該作業之全部勞工即刻退避至安全場所。</p>	<p>作業場所在未確認危險已解除前，雇主不得使指定人員以外之勞工進入該場所，並將該意旨公告於勞工顯而易見之處所。</p>
第 24 條	<p>雇主對從事缺氧危險作業之勞工，應依勞工安全衛生教育訓練規則規定施予必要之安全衛生教育訓練。</p>	
第 25 條	<p>雇主使勞工從事缺氧危險作業，未能依第五條或第九條規定實施換氣時，應置備適當且數量足夠之空氣呼吸器等呼吸防護具，並使勞工確實戴用。</p>	
第 26 條	<p>雇主使勞工從事缺氧危險作業，勞工有因缺氧致墜落之虞時，應供給該勞工使用之梯子、安全帶或救生索，並使勞工確實使用。</p>	
第 27 條	<p>雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應置備空氣呼吸器等呼吸防護具、梯子、安全帶或救生索等設備，供勞工緊急避難或救援人員使用。</p>	
第 28 條	<p>雇主應於缺氧危險作業場所置救援人員，於其擔任救援作業期間，應提供並使其使用空氣呼吸器等呼吸防護具。</p>	
第 29 條	<p>雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應定期或每次作業開始前確認第二十五條至第二十八條規定防護設備之數量及效能，認有異常時，應立即採取必要之措施。</p>	
第 30 條	<p>雇主使勞工戴用輸氣管面罩之連續作業時間，每次不得超過一小時。</p>	
第 31 條	<p>雇主對從事缺氧危險作業之勞工，發生下列症狀時，應即由醫師診治：</p> <p>一、顏面蒼白或紅暈、脈搏及呼吸加快、呼吸困難，目眩或頭痛等缺氧症之初期症</p>	

	<p>狀。</p> <p>二、意識不明、痙攣、呼吸停止或心臟停止跳動等缺氧症之末期症狀。</p> <p>三、硫化氫、一氧化碳等其他有害物中毒症狀。</p>	
勞工安全衛生教育訓練規則		
第 11 條	<p>雇主對擔任下列作業主管之勞工，應於事前使其接受有害作業主管之安全衛生教育訓練：</p>	<p>一、有機溶劑作業主管。</p> <p>二、鉛作業主管。</p> <p>三、四烷基鉛作業主管。</p> <p>四、缺氧作業主管。</p> <p>五、特定化學物質作業主管。</p> <p>六、粉塵作業主管。</p> <p>七、高壓室內作業主管。</p> <p>八、潛水作業主管。</p> <p>九、其他經中央主管機關指定之人員。</p> <p>前項教育訓練課程及時數，依附表九之規定。</p>
第 17 條	<p>雇主對擔任下列工作之勞工，應依其工作性質施以勞工安全衛生在職教育訓練：</p>	<p>一、勞工安全衛生業務主管。</p> <p>二、勞工安全衛生管理人員。</p> <p>三、勞工作業環境測定人員。</p> <p>四、施工安全評估人員及製程安全評估人員。</p> <p>五、高壓氣體作業主管、營造作業主管及有害作業主管。</p> <p>六、具有危險性之機械或設備操作人員。</p> <p>七、特殊作業人員。八、急救人員。</p> <p>九、各級管理、指揮、監督之業務主管。</p> <p>十、勞工安全衛生委員會成員。</p> <p>十一、營造作業、車輛系營建機械作業、高空工作車作業、缺氧作業、局限空間作業及製造、處置或使用危險物、有害物作業之人員。</p> <p>十二、前述各款以外之一般勞工。</p> <p>無一定雇主或自營作業之勞工，亦應接受前項第十一</p>

		<p>款、十二款規定人員之一般安全衛生在職教育訓練。</p> <p>第一項第一款及第二款人員之勞工安全衛生在職教育訓練，每二年至少六小時；第三款至第五款人員之勞工安全衛生在職教育訓練，每三年至少六小時；第六款至第十二款人員之勞工安全衛生在職教育訓練，每三年至少三小時。</p>
<p>有機溶劑中毒預防規則</p>		
<p>第 2 條</p>	<p>本規則適用於從事下列各款有機溶劑作業之事業：</p> <p>一、製造有機溶劑或其混存物過程中，從事有機溶劑或其混存物之過濾、混合、攪拌、加熱、輸送、倒注於容器或設備之作業。</p> <p>二、製造染料、藥物、農藥、化學纖維、合成樹脂、染整助劑、有機塗料、有機顏料、油脂、香料、調味料、火藥、攝影藥品、橡膠或可塑劑及此等物品之中間物過程中，從事有機溶劑或其混存物之過濾、混合、攪拌、加熱、輸送、倒注於容器或設備之作業。</p> <p>三、使用有機溶劑混存物從事印刷之作業。</p> <p>四、使用有機溶劑混存物從事書寫、描繪之作業。</p> <p>五、使用有機溶劑或其混存物從事上光、防水或表面處理之作業。</p> <p>六、使用有機溶劑或其混存物從事為粘接之塗敷作業。</p> <p>七、從事已塗敷有機溶劑或其混存物之物品之粘接作業。</p> <p>八、使用有機溶劑或其混存物從事清洗或擦拭之作業。但不包括第十二款規定作業之清洗作業。</p> <p>九、使用有機溶劑混存物之塗飾作業。但不包括第十二款規定作業之塗飾作業。</p> <p>一〇、從事已附著有機溶劑或其混存物之物品之乾操作業。</p> <p>一一、使用有機溶劑或其混存物從事研究或試驗。</p> <p>一二、從事曾裝儲有機溶劑或其混存物之儲槽之內部作業。但無發散有機溶劑蒸氣之虞者，不在此限。</p> <p>一三、於有機溶劑或其混存物之分裝或回收場所，從事有機溶劑或其混存物之過濾、混合、攪拌、加熱、輸送、倒注於容器或設備之作業。</p> <p>一四、其他經中央主管機關指定之作業。</p>	
<p>第 3 條</p>	<p>本規則用辭定義如下：</p> <p>一、有機溶劑：本規則所稱之有機溶劑指附表一規定之</p>	

	<p>有機溶劑，其分類如下：</p> <p>(一)第一種有機溶劑，指附表一第一款規定之有機溶劑。</p> <p>(二)第二種有機溶劑，指附表一第二款規定之有機溶劑。</p> <p>(三)第三種有機溶劑，指附表一第三款規定之有機溶劑。</p> <p>二、有機溶劑混存物：指有機溶劑與其他物質混合時，所含之有機溶劑佔其重量百分之五以上者，其分類如下：</p> <p>(一)第一種有機溶劑混存物：指有機溶劑混存物中，含有第一種有機溶劑佔該混存物重量百分之五以上者。</p> <p>(二)第二種有機溶劑混存物：指有機溶劑混存物中，含有第二種有機溶劑或第一種有機溶劑及第二種有機溶劑之和佔該混存物重量百分之五以上而不屬於第一種有機溶劑混存物者。</p> <p>(三)第三種有機溶劑混存物：指第一種有機溶劑混存物及第二種有機溶劑混存物以外之有機溶劑混存物。</p> <p>三、密閉設備：指密閉有機溶劑蒸氣之發生源使其蒸氣不致發散之設備。</p> <p>四、局部排氣裝置：指藉動力強制吸引並排出已發散有機溶劑蒸氣之設備。</p> <p>五、整體換氣裝置：指藉動力稀釋已發散有機溶劑蒸氣之設備。</p> <p>六、通風不充分之室內作業場所：指室內對外開口面積未達底面積之二十分之一以上或全面積之百分之三以上者。</p> <p>七、儲槽等：指下列之一之作業場所：</p> <p>(一) 儲槽之內部。</p> <p>(二) 貨櫃之內部。</p> <p>(三) 船艙之內部。</p> <p>(四) 凹窪之內部。</p> <p>(五) 坑之內部。</p> <p>(六) 隧道之內部。</p> <p>(七) 暗溝或人孔之內部。</p> <p>(八) 涵箱之內部。</p> <p>(九) 導管之內部。</p> <p>(一〇) 水管之內部。</p> <p>(一一) 其他經中央主管機關指定者。</p> <p>八、作業時間短暫：指雇主使勞工每日作業時間在一小時以內。</p> <p>九、臨時性之有機溶劑作業：指正常作業以外之有機溶劑作業，其作業期間不超過三個月且一年內不再重覆者。</p>	
第 5 條	<p>雇主使勞工從事第二條第三款至第十一款之作業，合於下列各款規定之一時，得不受第二章、第十八條至第二</p>	

	<p>十四條規定之限制：</p> <p>一、於室內作業場所（通風不充分之室內作業場所除外），從事有機溶劑或其混存物之作業時，一小時作業時間內有機溶劑或其混存物之消費量不超越容許消費量者。</p> <p>二、於儲槽等之作業場所或通風不充分之室內作業場所，從事有機溶劑或其混存物之作業時，一日間有機溶劑或其混存物之消費量不超越容許消費量者。</p> <p>前項之容許消費量及計算之方式，依附表二之規定。</p> <p>下列各款列舉之作業，其第一項第一款規定之一小時及同項第二款規定之一日作業時間內消費之有機溶劑量，分別依下列各該款之規定。但第二條第七款規定之作業，於同一作業場所延續至同條第六款規定之作業或同條第十款規定之作業於同一作業場所延續使用有機溶劑或其混存物粘接擬乾燥之物品時，第二條第七款或第十款規定之作業消費之有機溶劑或其混存物之量，應除外計算之：</p> <p>一、從事第二條第三款至第六款、第八款、第九款或第十一款規定之一作業者，第一項第一款規定之一小時或同項第二款規定之一日作業時間內消費之有機溶劑或其混存物之量應乘中央主管機關規定之指定值。</p> <p>二、從事第二條第七款或第十款規定之一之作業者，第一項第一款規定之一小時或同項第二款規定之一日作業時間內已塗敷或附著於乾燥物品之有機溶劑或其混存物之量應乘中央主管機關規定之指定值。</p>	
第 6 條	<p>雇主使勞工於下列各款規定之作業場所，從事各該款有關之有機溶劑作業時，應依下列規定：</p> <p>一、於室內作業場所或儲槽等之作業場所，從事有關第一種有機溶劑或其混存物之作業，應於各該作業場所設置密閉設備或局部排氣裝置。</p> <p>二、於室內作業場所或儲槽等之作業場所，從事有關第二種有機溶劑或其混存物之作業，應於各該作業場所設置密閉設備、局部排氣裝置或整體換氣裝置。</p> <p>三、於儲槽等之作業場所或通風不充分之室內作業場所，從事有關第三種有機溶劑或其混存物之作業，應於各該作業場所設置密閉設備、局部排氣裝置或整體換氣裝置。</p> <p>前項各款對於從事第二條第十二款及同項第二款、第三款對於以噴布方式從事第二條第四款至第六款、第八款或第九款規定之作業者，不適用之。</p>	
第 7 條	<p>雇主使勞工以噴布方式於下列各款規定之作業場所，從事各該款有關之有機溶劑作業時，應於各該作業場所設置密閉設備或局部</p>	

	<p>排氣裝置：</p> <p>一、於室內作業場所或儲槽等之作業場所，使用第二種有機溶劑或其混存物從事第二條第四款至第六款、第八款或第九款規定之作業。</p> <p>二、於儲槽等之作業場所或通風不充分之室內作業場所，使用第三種有機溶劑或其混存物從事第二條第四款至第六款、第八款或第九款規定之作業。</p>	
第 8 條	<p>雇主使勞工於室內作業場所（通風不充分之室內作業場所除外），從事臨時性之有機溶劑作業時，不受第六條第一款、第二款及前條第一款規定之限制，得免除設置各該條規定之設備。</p>	
第 9 條	<p>雇主使勞工從事下列各款規定之一之作業，經勞動檢查機構認定後，免除設置下列各款規定之設備：</p> <p>一、於周壁之二面以上或周壁面積之二分之一以上直接向大氣開放之室內作業場所，從事有機溶劑作業，得免除第六條第一款、第二款或第七條規定之設備。</p> <p>二、於室內作業場所或儲槽等之作業場所，從事有機溶劑作業，因有機溶劑蒸氣擴散面之廣泛不易設置第六條第一款、第七條之設備時，得免除各該條規定之設備。前項雇主應檢具下列各款文件，向勞動檢查機構申請認定之：</p> <p>一、免設有機溶劑設施申請書。（如格式一）</p> <p>二、可辨識清楚之作業場所略圖。</p> <p>三、工作計畫書。</p> <p>經認定免除設置第一項設備之雇主，於勞工作業環境變更，致不符合第一項各款規定時，應即依法設置符合標準之必要設備，並以書面報請檢查機構備查。</p>	
第 10 條	<p>雇主使勞工從事有機溶劑作業，如設置第六條或第七條規定之設備有困難，而已採取一定措施時，得報經中央主管機關核定，免除各該條規定之設備。</p>	<p>申報，準用前條第二項至第四項之規定。</p>
第 11 條	<p>雇主使勞工於下列各款規定範圍內從事有機溶劑作業，已採取一定措施時，得免除設置各該款規定之設備：</p> <p>一、適於下列情形之一而設置整體換氣裝置時，不受第六條第一款或第七條規定之限制，得免除設置密閉設備或局部排氣裝置：</p> <p>(一)於儲槽等之作業場所或通風不充分之室內作業場所，從事臨時性之有機溶劑作業。</p> <p>(二)於室內作業場所（通風不充分之室內作業場所除外），從事有機溶劑作業，其作業時間短暫。</p> <p>(三)於經常置備處理有機溶劑作業之反應槽或其他設施與其他作業場所隔離，且無須勞工常駐室內。</p> <p>(四)於室內作業場所或儲槽等之作業場所之內壁、地板、頂板從事有機溶劑作業，因有機溶劑蒸氣擴散面之</p>	

	<p>廣泛不易設置第六條第一款或規定之設備。</p> <p>二、於儲槽等之作業場所或通風不充分之室內作業場所，從事有機溶劑作業，而從事該作業之勞工已使用輸氣管面罩且作業時間短暫時，不受第六條規定之限制，得免除設置密閉設備、局部排氣裝置或整體換氣裝置。</p> <p>三、適於下列情形之一時，不受第六條規定之限制，得免除設置密閉設備、局部排氣裝置或整體換氣裝置：</p> <p>(一)從事紅外線乾燥爐或具有溫熱設備等之有機溶劑作業，如設置有利用溫熱上升氣流之排氣煙囪等設備，將有機溶劑蒸氣排出作業場所之外，不致使有機溶劑蒸氣擴散於作業場所內者。</p> <p>(二)藉水等覆蓋開放槽內之有機溶劑或其混存物，或裝置有效之逆流凝縮機於槽之開口部使有機溶劑蒸氣不致擴散於作業場所內者。</p> <p>四、於汽車之車體、飛機之機體、船段之組合體等大表面積之外表從事有機溶劑作業時，因有機溶劑蒸氣廣泛擴散不易設置第六條或第七條規定之設備，且已設置吹吸型換氣裝置時，不受第六條或第七條規定之限制，得免設密閉設備、局部排氣裝置或整體換氣裝置。</p>	
第 12 條	<p>雇主設置之局部排氣裝置之氣罩及導管，應依下列之規定：</p> <p>一、氣罩應設置於每一有機溶劑蒸氣發生源。</p> <p>二、外裝型氣罩應儘量接近有機溶劑蒸氣發生源。</p> <p>三、氣罩應視作業方法、有機溶劑蒸氣之擴散狀況及有機溶劑之比重等，選擇適於吸引該有機溶劑蒸氣之型式及大小。</p> <p>四、應儘量縮短導管長度、減少彎曲數目，且應於適當處所設置易於清掃之清潔口與測定孔。</p>	
第 13 條	<p>雇主設置有空氣清淨裝置之局部排氣裝置，其排氣機應置於空氣清淨裝置後之位置。但不會因所吸引之有機溶劑蒸氣引起爆炸且排氣機無腐蝕之虞時，不在此限。</p> <p>雇主設置之整體換氣裝置之送風機、排氣機或其導管之開口部，應儘量接近有機溶劑蒸氣發生源。</p> <p>雇主設置之局部排氣裝置、吹吸型換氣裝置、整體換氣裝置或第十一條第三款第一目之排氣煙囪等之排氣口，應直接向大氣開放。對未設空氣清淨裝置之局部排氣裝置（限設於室內作業場所者）或第十一條第三款第一目之排氣煙囪等設備，應使排出物不致回流至作業場所。</p>	
第 14 條	<p>雇主設置之局部排氣裝置及吹吸型換氣裝置，應於作業時間內有效運轉，降低空氣中有機溶劑蒸氣濃度至勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準以下。</p>	

<p>第 15 條</p>	<p>雇主設置之整體換氣裝置應依有機溶劑或其混存物之種類，計算其每分鐘所需之換氣量，具備規定之換氣能力。</p> <p>前項應具備之換氣能力及其計算之方法，依附表四之規定。</p> <p>同時使用種類相異之有機溶劑或其混存物時，第一項之每分鐘所需之換氣量應分別計算後合計之。</p> <p>第一項一小時作業時間內有機溶劑或其混存物之消費量係指下列各款規定之一之值：</p> <p>一、第二條第一款或第二款規定之一之作業者，為一小時作業時間內蒸發之有機溶劑量。</p> <p>二、第二條第三款至第六款、第八款、第九款或第十一款規定之一之作業者，為一小時作業時間內有機溶劑或其混存物之消費量乘中央主管機關規定之指定值。</p> <p>三、第二條第七款或第十款規定之一之作業者，為一小時作業時間內已塗敷或附著於乾燥物品之有機溶劑或其混存物之量乘中央主管機關規定之指定值。</p> <p>第四項之一小時作業時間內有機溶劑或其混存物之消費量準用第五條第三項條文後段之規定。</p> <p>附表四 整體換氣裝置之換氣能力及其計算方法 本規則第十五條第二項之換氣能力及其計算方法如下：</p> <table border="1" data-bbox="435 1059 1070 1675"> <thead> <tr> <th data-bbox="435 1059 710 1182">消費之有機溶劑或其混存物之種類</th> <th data-bbox="710 1059 1070 1182">換 氣 能 力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="435 1182 710 1350">第一種有機溶劑或其混存物</td> <td data-bbox="710 1182 1070 1350">每分鐘換氣量＝作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 ×0.3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="435 1350 710 1518">第二種有機溶劑或其混存物</td> <td data-bbox="710 1350 1070 1518">每分鐘換氣量＝作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 ×0.04</td> </tr> <tr> <td data-bbox="435 1518 710 1675">第三種有機溶劑或其混存物</td> <td data-bbox="710 1518 1070 1675">每分鐘換氣量＝作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 ×0.01</td> </tr> </tbody> </table> <p>註：表中每分鐘換氣量之單位為立方公尺，作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量之單位為公克。</p>	消費之有機溶劑或其混存物之種類	換 氣 能 力	第一種有機溶劑或其混存物	每分鐘換氣量＝作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 ×0.3	第二種有機溶劑或其混存物	每分鐘換氣量＝作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 ×0.04	第三種有機溶劑或其混存物	每分鐘換氣量＝作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 ×0.01	
消費之有機溶劑或其混存物之種類	換 氣 能 力									
第一種有機溶劑或其混存物	每分鐘換氣量＝作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 ×0.3									
第二種有機溶劑或其混存物	每分鐘換氣量＝作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 ×0.04									
第三種有機溶劑或其混存物	每分鐘換氣量＝作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 ×0.01									
<p>第 16 條</p>	<p>雇主設置之局部排氣裝置、吹吸型換氣裝置或整體換氣裝置，於有機溶劑作業時，不得停止運轉。</p>	<p>裝置之處所，不得阻礙其排氣或換氣功能，使之有效運轉。</p>								

第 17 條	雇主設置之密閉設備、局部排氣裝置、吹吸型換氣裝置或整體換氣裝置，應由專業人員妥為設計，並維持其有效性能。	
第 18 條	雇主使勞工從事有機溶劑作業時，對有機溶劑作業之室內作業場所及儲槽等之作業場所，實施通風設備運轉狀況、勞工作業情形、空氣流通效果及有機溶劑或其混存物使用情形等，應隨時確認並採取必要措施。	
第 19 條	雇主使勞工從事有機溶劑作業時，應指定現場主管擔任有機溶劑作業主管，從事監督作業。但從事第二條第十一款規定之作業時，得免設置有機溶劑作業主管。	
第 20 條	<p>雇主應使有機溶劑作業主管實施下列監督工作：</p> <p>一、決定作業方法，並指揮勞工作業。</p> <p>二、實施第十八條規定之事項。但雇主指定有專人負責者，不在此限。</p> <p>三、監督個人防護具之使用。</p> <p>四、勞工於儲槽之內部作業時，確認第二十一條規定之措施。</p> <p>五、其他為維護作業勞工之健康所必要之措施。</p>	
第 21 條	<p>雇主使勞工於儲槽之內部從事有機溶劑作業時，應依下列規定：</p> <p>一、派遣有機溶劑作業主管從事監督作業。</p> <p>二、決定作業方法及順序於事前告知從事作業之勞工。</p> <p>三、確實將有機溶劑或其混存物自儲槽排出，並應有防止連接於儲槽之配管流入有機溶劑或其混存物之措施。</p> <p>四、前款所採措施之閥、旋塞應予加鎖或設置盲板。</p> <p>五、作業開始前應全部開放儲槽之人孔及其他無虞流入有機溶劑或其混存物之開口部。</p> <p>六、以水、水蒸汽或化學藥品清洗儲槽之內壁，並將清洗後之水、水蒸氣或化學藥品排出儲槽。</p> <p>七、應送入或吸出三倍於儲槽容積之空氣，或以水灌滿儲槽後予以全部排出。</p> <p>八、應以測定方法確認儲槽之內部之有機溶劑濃度未超過容許濃度。</p> <p>九、應置備適當的救難設施。</p> <p>一〇、勞工如被有機溶劑或其混存物污染時，應即使其離開儲槽內部，並使該勞工清洗身體除卻污染。</p>	
第 25 條	<p>雇主於室內儲藏有機溶劑或其混存物時，應使用備有栓蓋之堅固容器，以免有機溶劑或其混存物之溢出、漏洩、滲洩或擴散，該儲藏場所應依下列規定：</p> <p>一、防止與作業無關人員進入之措施。</p> <p>二、將有機溶劑蒸氣排除於室外。</p>	
第 22 條	雇主使勞工從事下列作業時，應供給該作業勞工輸氣管面罩，並使其確實佩戴使用：	輸氣管面罩，應具不使勞工

	<p>一、從事第二條第十二款規定之作業。</p> <p>二、於依第十一條第二款未設置密閉設備、局部排氣裝置或整體換氣裝置之儲槽等之作業場所或通風不充分之室內作業場所，從事有機溶劑作業，其作業時間短暫。</p>	吸入有機溶劑蒸氣之性能。
第 23 條	<p>雇主使勞工從事下列作業時，應使該作業勞工佩戴輸氣管面罩或適當之有機氣體用防毒面罩：</p> <p>一、於依第十一條第一款規定准許以整體換氣裝置代替密閉設備或局部排氣裝置之室內作業場所或儲槽等之作業場所，從事有機溶劑作業。</p> <p>二、於依第六條第二款、第三款之規定設置整體換氣裝置之儲槽等之作業場所，從事有機溶劑作業。</p> <p>三、於室內作業場所或儲槽等之作業場所，開啟尚未清除有機溶劑或其混存物之密閉設備。</p> <p>四、於室內作業場所從事有機溶劑作業設置吹吸型換氣裝置，因貨物台上置有工作物致換氣裝置內氣流有引起擾亂之虞者。</p> <p>雇主依前條及本條規定使勞工戴用輸氣管面罩之連續作業時間，每次不得超過一小時，並給予適當之休息時間。</p>	
第 24 條	<p>雇主對於前二條規定作業期間，應置備與作業勞工人數相同數量以上之必要防護具，保持其性能及清潔，並使勞工確實使用。</p>	
第 26 條	<p>雇主對於曾儲存有機溶劑或其混存物之容器而有發散有機溶劑蒸氣之虞者，應將該容器予以密閉或堆積於室外之一定場所。</p>	
特定化學物質危害預防標準		
第 30 條	<p>雇主對製造、處置或使用乙類物質、丙類物質或丁類物質之設備，或儲存可生成該物質之儲槽等，因改造、修理或清掃等而拆卸該設備之作業或必須進入該設備等內部作業時，應依下列規定：</p> <p>一、派遣特定化學物質作業主管從事監督作業。</p> <p>二、決定作業方法及順序，於事前告知從事作業之勞工。</p> <p>三、確實將該物質自該作業設備排出。</p> <p>四、為使該設備連接之所有配管不致流入該物質，應將該閥、旋塞等設計為雙重開關構造或設置盲板等。</p> <p>五、依前款規定設置之閥、旋塞應予加鎖或設置盲板，並將「不得開啟」之標示揭示於顯明易見之處。</p> <p>六、作業設備之開口部，不致流入該物質至該設備者，均應予開放。</p> <p>七、使用換氣裝置將設備內部充分換氣。</p> <p>八、以測定方法確認作業設備內之該物質濃度未超過容許濃度。</p> <p>九、拆卸第四款規定設置之盲板等時，有該物質流出之</p>	

	<p>虞者，應於事前確認在該盲板與其最接近之閥或旋塞間有否該物質之滯留，並採取適當措施。</p> <p>一〇、在設備內部應置發生意外時能使勞工立即避難之設備或其他具有同等性能以上之設備。</p> <p>一一、供給從事該作業之勞工穿著不浸透性防護衣、防護手套、防護長鞋、呼吸用防護具等個人防護具。</p> <p>雇主在未依前項第八款規定確認該設備適於作業前，應將「不得將頭部伸入設備內」之意旨，告知從事該作業之勞工。</p>	
第 50 條	<p>雇主對製造、處置或使用特定化學物質之作業場所，應依下列規定置備與同一工作時間作業勞工人數相同數量以上之適當必要防護具，並保持其性能及清潔，使勞工確實使用。</p> <p>一、為防止勞工於該作業場所吸入該物質之氣體、蒸氣或粉塵引起之健康危害，應置備必要之呼吸用防護具。</p> <p>二、為防止勞工於該作業場所接觸該物質等引起皮膚障害或由皮膚吸收引起健康危害，應置備必要之不浸透性防護衣、防護手套、防護鞋及塗敷劑等。</p> <p>三、為防止特定化學物質對視機能之影響，應置備必要之防護眼鏡。</p>	

附錄二 危害氣體容許濃度標準

法令 危害氣體	勞工安全衛生法		
	勞工作業環境空氣中有 害物容許濃度標準 第四條	勞工安全衛生法 施行細則第十四條	缺氧症預防規 則第五條
缺氧			18 VOL%
一氧化碳	35ppm 以下		
硫化氫	10ppm 以下		
可燃性氣體		30%LEL 以下	

附錄三 侷限空間送風機與排風機之尺寸大小(移動式風機)

型號	CYG203 移動式抽送風機
材質	高強度耐衝擊複合材料雙層外殼
馬達規格	1/3HP 110V 60HZ/UL/CSA/DNV 認證
運轉噪音	76dB
尺寸	14"H×12"W×34"L
重量	風機本體 7.7kg
	風機本體加 4.6 公尺風管 14.5kg
	風機本體加 7.6 公尺風管 17kg
風扇直徑	8"(203mm)9 片葉片
風量	不加導風管時 27.8CMM/980CFM
	風管 4.6 公尺於平放時 22.3CMM/788CFM
	風管 4.6 公尺於 90 度時 19CMM/670CFM

	風管 7.6 公尺於平放時 20.5CMM/725CFM
	風管 7.6 公尺於 90 度時 17.4CMM/615CFM
優點	1.用途廣泛可送風，可排風
	2.風機與風管採分離式，風管可快速收納，便於攜帶或存放
	3.風管長度可選配 4.6M 或 7.6M
	4.雙層外殼採耐衝擊複合材料、重量輕、耐摔，並可避免漏電危險
	5.風量大低噪音(76dB↓)
適用場所	1.人孔
	2.涵洞
	3.儲油筒
	4.密閉空間等

建煜工業股份有限公司 http://www.blower.com.tw/ch_pdc_cyg.htm

