

# 國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

## 碩士論文

水霧及細水霧對醋酸的吸收效率探討  
Absorption Efficiency of Acetic Acid Gas by Using Water Spray  
and Water Mist



研究生：何國華

指導教授：蔡春進 教授

中華民國一百年三月

水霧及細水霧對醋酸的吸收效率探討  
Absorption Efficiency of Acetic Acid Gas by Using Water Spray  
and Water Mist

研究生：何國華

Student : Kuo-Hua Ho

指導教授：蔡春進

Advisor: Chuen-Jinn Tsai

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 Fulfilment of Requirements  
for the Degree of Master of Science in  
Industrial Safety and Risk Management  
March 2011

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一百年三月

# 水霧及細水霧對醋酸的吸收效率探討

研究生:何國華

指導教授:蔡春進 博士

國立交通大學工學院產業安全防災學程碩士論文

## 摘 要

在環保法令中，將氯歸屬第三類毒性化學物質<sup>[1]</sup>，其對呼吸系統有強烈刺激性且具有毒性與腐蝕特性，在製程上如有操作或管理不當，經暴露將立即危害人體健康或生物生命，並且對生態環境造成影響。本研究以醋酸模擬洩漏氯氣施以水霧、細水霧及灑水系統實施不同噴灑壓力、流量等實驗探討其吸收效率之優劣。本研究發現各系統皆呈現隨著噴灑時間增長或噴灑壓力提高會使吸收效率提升的趨勢。在不考慮自然通風換氣時，理論推估水霧系統末端噴灑壓力達  $2.5\text{kg}/\text{cm}^2$  以上、持續噴灑 40 分鐘以上才能達到 91.66% 吸收效率。消防自動灑水系統即使噴灑時的流量較水霧及細水霧系統噴灑流量高很多，但並未呈現出良好的吸收效率。細水霧系統在噴灑壓力為  $20\text{-}50\text{kg}/\text{cm}^2$  的實驗結果顯示，以最大壓力時的  $50\text{kg}/\text{cm}^2$ ，滴的粒徑最小吸收效率表現最好，在不考慮自然通風換氣時，理論推估只要持續噴灑 30 分鐘即可達 90.62% 吸收效率，60 分鐘更可達 99.12% 的吸收效率。

【關鍵詞】環保法令；氯氣；醋酸；毒性化學物質；吸收；通風

# Absorption Efficiency of Acetic Acid Gas by Using Water Spray and Water Mist

Student : Kuo-Hua Ho

Advisor : Dr.Chuen-Jinn Tsai

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

## Abstract

In environmental laws, chlorine gas is classified as the third type toxic chemical substance<sup>1</sup>. It is a strong stimulant to the respiratory system, and has toxic and corrosive characteristics. Upon exposure due to improper operation or management, human health will be threatened and ecological environment will be affected. This study investigated the absorption efficiency of acetic gas to simulate the leaking chlorine gas by using water mist, fine water mist and water sprinkler systems at different spray pressures and flow rates. It was found that for all systems, the absorption efficiency increased with increasing spraying time. The theoretical calculation shows that the spraying pressure of the water mist system must be over 2.5 kg /cm<sup>2</sup> and lasts for over 40 minutes for the absorption efficiency to reach 91.66 %. The absorption efficiency for the fire sprinkler system is low even if the flow rate is much higher than that in the water mist and fine water mist systems. For the experiments of the fine water mist system using the spraying pressure from 20 to 50kg /cm<sup>2</sup>, the best absorption efficiency was obtained at the maximum spraying pressure of 50 kg /cm<sup>2</sup> which had the smallest droplet size. At this pressure, the predicted absorption efficiency without considering air exchange due to natural ventilation is 90.62 % for 30-min spraying time, and 99.12 % for 60-min spraying time.

Keywords: environmental law; chlorine; acetic gas; toxic chemical substance; absorption; ventilation.

# 誌 謝

終於完成了生涯中重要的一個目標，要完成一篇論文是需要相當大的努力，以及堅定的信念。首先我要感謝指導教授 蔡春進博士細心與耐心的指導，不僅在我研究的過程中協助我克服許多難關，同時我也從老師身上學到了許多做人處事應該有的積極態度，使我獲益良多，誠難得之良師也。同時也要感謝徐一量博士熱心教導細水霧實驗的相關重要知識，並提供專利細水霧噴頭及高壓泵浦設備使實驗能順利的進行。

接下來要特別感謝實驗室的古月萍博士與劉怡玲同學，於我作實驗時大力的協助，不眠不休甚且徹夜通宵亦毫無怨言，真令我感激萬分。再者，蔡教授的助理偉恩及秉才亦數次提供了實驗儀器搬運與架設的協助在此一併書及致謝。

感謝劉淑惠學姊給予論文研究經驗的傳授與鼓勵，促使我更堅定論文研究採用實驗的方式與目標的訂定，戮力以赴終致能以較快的時間通過碩士論文。

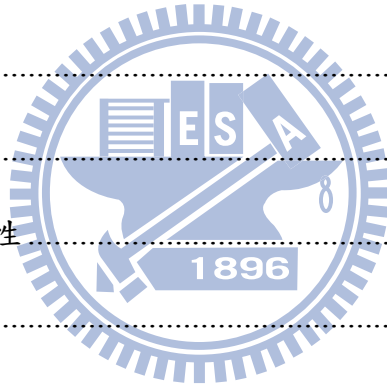
感謝一起奮鬥的有得、儷馨、汶軒、双喜、至遠、修禮、嘉琪、漢德、堯鴻，有你們的共同學習與經常餐敘之心得交換，真是太有幸了！在此祝福你們未來諸事順利，皆能達成自己的目標與夢想！

最後我要感謝我最深愛的家人及清喜大哥大嫂，因為有你們無悔的支持與付出使我能夠在遭遇難時有勇氣面對與克服，在此表達由衷最深的感激，並與你們分享畢業的光榮與喜悅！

何國華 謹誌於交大

# 目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	vii
圖目錄.....	viii
第一章、緒論.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	1
第二章、文獻探討.....	3
2.1 氯的發現及特性.....	3
2.1.1 氯的物理性質.....	3
2.1.2 氯的化學性質.....	3
2.1.3 危害類型.....	4
2.1.4 氯的防護與救災.....	6
2.2 氯氣外洩事故統計.....	9
2.3 氯除毒設備介紹.....	10
2.3.1 災害防止對策.....	12
2.4 基本資料蒐集.....	13
2.4.1 氯氣在我國法規之相關規範.....	14
2.4.2 國外相關預防重大工業災害法規.....	16



第三章、研究方法及內容.....	17
3.1 研究方法.....	17
3.2 實驗空間介紹.....	17
3.3 實驗設備與系統架設.....	17
3.4 實驗儀器與設備.....	18
3.5 醋酸濃度的品保及品管.....	23
3.6 實驗操作步驟.....	24
第四章、結果和討論.....	33
4.1 水霧噴灑結果與討論.....	33
4.2 細水霧噴灑結果與討論.....	36
4.3 灑水噴灑結果與討論.....	40
4.4 實驗空間 ACH 對吸收之移除效率的影響.....	42
4.4.1 醋酸濃度自然衰減測試.....	42
4.4.2 理論吸收之移除效率計算推估.....	43
4.4.3 理論推估自然衰減及細水霧噴灑吸收移除醋酸濃度時間.....	48
4.5 理論推估各系統噴灑吸收之效率比較.....	49
4.6 細水霧噴霧液滴之粒徑量測.....	50
第五章、結論及建議.....	52
5.1 結論.....	52
5.2 建議.....	53
參考文獻.....	54
附錄一.....	57
附錄二.....	68

附錄三.....	73
附錄四.....	80
附錄五.....	87
附錄六.....	89
附錄七.....	90
附錄八.....	92





# 表目錄

表 1	氯氣濃度對人體之毒性危害	5
表 2	氯氣洩漏個人防護設備	6
表 3	國內歷年氯氣外洩統計	9
表 4	國內有關運作氯之法規規範	14
表 5	國外相關預防重大工業災害法規	16
表 6	氯與醋酸物理化學特性摘要比較表	17
表 7	醋酸根離子檢量線的溶液配置度	23
表 8	常用示蹤氣體	25
表 9	TES-1370 型二氧化碳、相對溼度、溫度偵測範	25
表 10	示蹤氣體實際測量數據表	27
表 11	水霧系統吸收效率監測分析統計	33
表 12	水霧系統吸收效率監測分析統計	34
表 13	水霧系統吸收效率監測分析統計	35
表 14	細水霧系統吸收效率監測分析統計	37
表 15	細水霧系統吸收效率監測分析統計	38
表 16	細水霧系統吸收效率監測分析統計	39
表 17	灑水系統吸收效率監測分析統計	40
表 18	灑水系統吸收效率監測分析統計	41
表 19	醋酸濃度自然衰減測試紀錄	42
表 20	理論推估水霧噴灑 60 分鐘醋酸濃度衰減值	45
表 21	不同末端噴灑壓力的 AD 與 SMD 量測結果	50

# 圖目錄

圖 1	酸氣即時監測器.....	18
圖 2	酸氣即時監測器內部.....	19
圖 3	加熱器及燒杯.....	19
圖 4	電子式加壓泵浦.....	20
圖 5	高壓泵浦.....	21
圖 6	水霧噴.....	21
圖 7	噴灑錐狀圖.....	21
圖 8	灑水噴頭.....	22
圖 9	細水霧噴頭.....	23
圖 10	醋酸根離子檢量線.....	24
圖 11	TES-1370 二氧化碳偵測儀器.....	26
圖 12	現場偵測儀器連結電腦.....	26
圖 13	二氧化碳 60 分鐘之濃度衰減曲線.....	27
圖 14	醋酸加熱蒸發位置.....	28
圖 15	採樣口架設.....	29
圖 16	細水霧 50 kg/cm <sup>2</sup> 噴灑壓力圖.....	30
圖 17	細水霧 30 kg/cm <sup>2</sup> 噴灑壓力圖.....	31
圖 18	細水霧 20 kg/cm <sup>2</sup> 噴灑壓力圖.....	31
圖 19	細水霧 20、30、50 kg/cm <sup>2</sup> 噴灑力量測實際流量.....	32
圖 20	水霧噴灑 10 分鐘吸收之移除效率.....	34
圖 21	水霧噴灑 15 分鐘吸收之移除效率.....	35

圖 22 水霧噴灑 20 分鐘吸收之移除效率.....	36
圖 23 細水霧噴灑 15 分鐘吸收之移除效率.....	37
圖 24 細水霧噴灑 20 分鐘吸收之移除效率.....	38
圖 25 細水霧噴灑 25 分鐘吸收之移除效率.....	39
圖 26 灑水噴灑 10 分鐘吸收之移除效率.....	41
圖 27 灑水噴灑 15 分鐘吸收之移除效率.....	42
圖 28 醋酸濃度 60 分鐘 ACH 自然衰減.....	43
圖 29 理論計算醋酸濃度 60 分鐘自然衰減圖.....	44
圖 30 理論推估水霧噴灑實際吸收之移除醋酸時間濃度.....	46
圖 31 理論推估水霧 2.0kg/cm <sup>2</sup> 噴灑實際吸收之移除率.....	46
圖 32 理論推估水霧 2.5kg/cm <sup>2</sup> 噴灑實際吸收之移除率.....	46
圖 33 理論推估細水霧噴灑實際吸收之移除醋酸時間濃度.....	47
圖 34 理論推估細水霧 20kg/cm <sup>2</sup> 噴灑實際吸收之移除率.....	47
圖 35 理論推估細水霧 30kg/cm <sup>2</sup> 噴灑實際吸收之移除率.....	47
圖 36 理論推估細水霧 50kg/cm <sup>2</sup> 噴灑 ACH 與實際吸收之移除率比較.....	48
圖 37 理論推估自然衰減及細水霧實際吸收移除時間.....	48
圖 38 理論推估 ACH 及各系統實際吸收之移除醋酸時間濃度比較.....	49
圖 39 理論推估水霧及細水霧實際吸收之移除率.....	49

# 第一章、緒論

## 1.1 研究動機

根據環境保護署統計，台灣地區過去較常發生且危害性較高之化學災害首推氯氣外洩之事故。因此，自八十一年起公告氯氣為毒性化學物質<sup>[2]</sup>，有鑑於氯的用途日益廣泛，例如：於飲用水使用氯氣做為消毒、殺菌之藥劑，在工業應用上做為有機、塑膠、石化等化學品製造之基礎原料，在造紙與染整工業亦廣泛被使用做為漂白劑，冶金工業中氯被用作煉金時粗金之精製，航太工業的鈦金屬與顏料工業的鈦白粉(TiO<sub>2</sub>)等製造，均需使用氯做為精製礦石之中間原料。另在食品、民生、農藥製造上亦不可或缺，例如：氯氣並可與氫氣燃燒合成鹽酸，製成食品加工原料，亦可經高分子聚合成氯乙烯單體製造塑膠、橡膠等製品原料，其他如廢水處理、醫藥、冷凍劑、電腦、電器、汽車產品外殼、聚氯乙烯管(PVC)等等。環境保護署爰於九十六年一月三日修正公佈「毒性化學物質管理法」(如附件一)，復於九十六年十二月十七日依「毒性化學物質管理法」第十九條第二項規定訂定「毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法」(如附件二)其中第三條第二項明定「運作毒性化學物質氣達大量運作基準者，應有水霧噴灑設施、安全阻絕防護系統等，以降低災害風險」。由於所公佈的管理辦法之條文中並未明定水霧噴灑設施相關的設置標準，致使業界設置時無所遵從，而且地方主管機關檢查該設施之設置時亦無標準據以要求。

## 1.2 研究目的

氯氣的使用在半導體製程中一直扮演著重要的角色，目前已被廣泛的應用於各項產業，舉凡傳統的 ULSI、TFT-LCD 到現在開始萌芽的微機電(MEMS)產業，其中的蝕刻製程即使用到相當多的氯氣氣體。而氯氣供應系統是半導體廠中危險性極高的一環，有鑒於氯具有劇毒性與腐蝕特性，在製程上如有

操作或管理不當，極易產生中毒之危害並對生態環境造成影響。故以醋酸模擬氣氣外洩，施以水霧、細水霧及灑水噴灑系統不同之噴灑流量、壓力及液滴粒徑等進行實驗，尋求最佳化緊急吸收移除之防護，以降低因製程偏離、失控反應或人為操作失誤等致洩漏所引發危害之擴大。冀盼本研究結果能提供中央主管機關及業界參考，建立其水霧及細水霧噴灑系統之設置標準。



## 第二章、文獻探討

### 2.1 氯的發現及特性

氯氣是於西元 1774 年由瑞典化學家 Carl Wilhelm Scheele 以二氧化錳與鹽酸混合加熱而發現一種帶有強烈刺激臭味的黃綠色氣體<sup>[3]</sup>，但至西元 1820 年英國人 Sir Humphrey Davy 才證實氯氣是以元素狀態存在，並由希臘字 (chloros) 黃綠色之意取名為氯 (chlorine) (2)。及至西元 1823 年由號稱電學之父的英國科學家 Michael Faraday 首次製造液氯成功，為了方便運送與儲存氯氣，以壓縮高壓液氯 (pressurized liquid chlorine) 每一公升在溫度 25°C 時其氣態體積約為 434 公升，從此才逐漸展開氯的化學工業用途。在工業上氯是很重要的工業原料，其主要是來源由濃鹽水電解得來的<sup>[4]</sup>。

#### 2.1.1 氯的物理性質

氯單質由兩個氯原子構成，氣態氯單質俗稱氯氣，液態氯單質俗稱液氯。在常溫下，氯氣是一種黃綠色、刺激性氣味、有毒的氣體。壓強為  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  時，氯單質的沸點為  $-34.4^\circ\text{C}$ ，熔點為  $-101.5^\circ\text{C}$ 。氯氣可溶於水和鹼性溶液，易溶於二硫化碳和四氯化碳等有機溶劑，飽和時 1 體積水溶解 2 體積氯氣。氯氣具有強烈的刺激性、窒息氣味，可以刺激人體呼吸道黏膜，輕則引起胸部灼熱、疼痛和咳嗽，嚴重者可導致死亡。

#### 2.1.2 氯的化學性質

氯是一種鹵族化學元素，化學符號為 Cl，原子序數為 17，氯氣的化學性質很活潑，它是一種活潑的非金屬單質。氯原子的最外電子層有 7 個電子，在化學反應中容易結合一個電子，使最外電子層達到 8 個電子的穩定狀態，因此氯氣具有強氧化性。

### 2.1.3 危害類型<sup>[5]</sup>

液態氯對於人體的皮膚有刺激性，長時間的接觸會引起皮膚灼傷；除了皮膚外，對眼睛亦會引起嚴重之傷害。氯在常溫常壓下會氯化成氣體，吸入會刺激呼吸道。通常氯氣濃度若3~5 ppm 存在於空氣中時，一般人就可辨知；若濃度超過15 ppm 時，對呼吸道及皮膚黏膜就會有強烈的刺激性；吸入高濃度的氯氣時，會有咳嗽、呼吸困難的情形發生，甚至可能會引起窒息死亡。氯氣有一種特異的刺激臭，若空氣中含有氯可因此察覺到。一般因氯氣所引起的中毒現象可分為兩類：急性中毒與慢性中毒。由於氯本身刺激性強，在氯作業場所中因機器或儲存容器外洩出大量氯氣，會造成勞工急性中毒，在危害預防上，對於急性中毒應加以特別注意。

#### 1. 急性中毒

暴露在高濃度氯氣下而引起的急性中毒，首先是眼睛、鼻子、喉頭之黏膜會受到強烈刺激，漸而會有燒灼及劇烈痛苦的感覺。慢慢的胸部會受到刺激而引起強烈反射性咳嗽，偶爾會因咳嗽而引發嘔吐，又因氯氣會對組織黏膜造成損傷，所以嘔吐時常會有血絲塊，胸骨也會有疼痛的感覺。發生氯引起之急性中毒，應立刻休息，並儘快送醫做供氧治療，若未及時作適當治療、處理，可能會因而致死。此外，一般中毒的症狀有頭痛、不適感、焦慮、窒息感。急性中毒而導致死亡大多在裝置氯氣容器發生洩漏或爆炸時。

#### 2. 慢性中毒

慢性中毒的症狀有支氣管炎、鼻黏膜炎、牙齒侵蝕、角膜異常或視力障礙等，長期暴露於低濃度下會有氯瘡斑。暴露於含氯氣1 ppm左右的環境中連續幾個小時後，可能會有輕微症狀的產生；長期暴露在0.5 ppm 以下則會引起慢性支氣管炎並有較易罹患肺結核的傾向；暴露於0.8~1 ppm 時會使肺功降低。

#### 3. 其它應避免之物質

(1)氣態碳氫化物(甲烷、乙炔、乙烷):陽光或催化劑可引起爆炸性反應。

(2)液態、固態碳氫化物(天然或合成橡膠、石油腦、松節油、汽油、燃油、石臘):劇烈反應(燃燒或爆炸)。

(3)金屬(鋁細粉、黃銅、銅、錳、錫、鋼、鐵):劇烈或爆炸性反應。

(4)氮化合物(氮等):生成高爆炸性三氯化氮。

(5)非金屬(磷、硼、活性碳、矽):室溫下接觸即可能點燃。

(6)氫:火花可點燃相當濃度的氫氣混合氣。

表1 氯氣濃度對人體之毒性危害<sup>[6]</sup>

空氣中氯氣濃度 (ppm)	閾值與毒性
0.2~0.35	數小時後有感覺
0.5	最高容許濃度
1.0	長時間可忍耐的界限。
1.0~2.0	呼吸時不致有明顯症狀
3.0	感覺出臭味,但0.5~1小時內對呼吸無傷害
4.0	可忍受0.5~1小時的呼吸界限
10.0	立即危害濃度。(IDLH)
14.0	呼吸道難過
20.0	呼吸0.5~1小時可能危及生命。
28.0	劇烈咳嗽
35~50	呼吸0.5~1小時後致死
293 ppm	動物半致死濃度(LC50)
900 ppm以上	立即死亡。

#### 4. 氯氣對環境污染之影響

氯氣之運送通常先將氣態氯氣壓縮、液化成琥珀色之液態高壓液體,其比重約為水的1.47倍,液氯經氣化後可膨脹至原體積約460倍之氯氣,因其氣化後體積迅速膨脹,即使是少量液氯洩漏,其影響範圍亦相當廣泛。過去國內曾發生數起氯氣外洩之案例,造成工廠員工及附近社區許多居民因身體不適而送醫治療。此外,氯氣洩漏對農作物枝葉亦有破壞性,受波及地區草木及農作物變為一片枯黃,且土壤亦會遭受破壞呈現酸性而無法種



植。而水中含氯量太高，同樣會造成水產養殖之魚蝦貝類之傷亡。

#### 2.1.4 氯氣的防護與救災<sup>[6][7]</sup>

氯為具高毒性及腐蝕性之氣體，當發生緊急事件時，毒性與腐蝕性將為救災之用主要考量因素，詳細資料可參閱行政院勞工委員會「氯氣物質安全資料表」（如附件三）工業技術研究院環境與安全衛生技術發展中心「毒化物防救手冊」。茲將氯的防護與救災說明如下：

##### 1. 氯氣洩漏防護設備

由於氯氣具有高毒性及腐蝕性之特性，因此氯氣洩漏救災時需注意搶救人員之安全，應針對人員安全防護及洩漏控制等，特別選用適當防護設備(如表2)

表2 氯氣洩漏個人防護設備

使用範圍	設備規格
氣體濃度10ppm以上之區域或未知濃度之狀況。	<b>A 級防護衣具</b> 包括： (1)氣密式連身防護衣。 (2)正壓全面式自攜式空氣呼吸器。 (3)防護手套(丁基橡膠、晴橡膠、鐵氟龍、聚乙烯/次乙基乙烯醇、氯丁橡膠材質)。 (4)防護鞋(靴) 。
氣體濃度10ppm以下之區域且空氣中氯氣濃度高於19.5%者。	<b>C 級防護衣具</b> 包括： (1)非氣密式連身防護衣。 (2)全面式或半面式空氣濾清式口罩(適用氯者) 。 (3)防護手套(丁基橡膠、晴橡膠、鐵氟龍、聚乙烯、次乙基乙烯醇、氯丁橡膠材質) 。 (4)防護鞋(靴) 。

##### 2. 氯氣洩漏急救方式<sup>[8]</sup>

氯氣中毒之搶救人員，須遵照表2氯氣洩漏個人防護救災設備中之防護設備穿戴完整，且至少需兩人一組相互支援方式進入災區救助傷患。在氯氣中毒急救最重要的步驟是將患者儘速搬離中毒現場，並將患者移至空氣新鮮通風之上風處，檢查患者之中毒症狀，並研判中毒路徑給予適當之救護。如需將中毒之人員送醫急救時，必須將氯氣的物質安全資料表一併提供醫院以增加搶救治療效率。茲將不同中毒的暴露途徑之急救方法應參考氯氣物質安全資料表(MSDS)分述如下：

(1).吸入：

- a. 施救前先作好自身防護措施確保安全，例如戴防護裝備，以支援小組方式援救。
- b. 移除污染源或將患者移至新鮮空氣處。
- c. 若呼吸停止，立即由受訓過人員施予人工呼吸，若心跳停止，施予心肺復甦術(避免口對口接觸)。
- d. 最好在醫生指示下由受訓過之人員來施予氧氣供給。
- e. 立即送醫救護。

(2).皮膚接觸：

- a. 避免直接與該化學品接觸，必要時戴防滲手套。
- b. 儘速以緩和流動的溫水沖洗患部20分鐘以上，並在沖水時脫去污染的衣服。
- c. 若刺激感持續應立即就醫。
- d. 污染的衣服，須完全洗淨方可再用或丟棄。

(3).眼睛接觸：

- a. 立即撐開眼皮以緩和流動的溫水沖洗污染的眼睛30分鐘。
- b. 勿使洗液沾染未受污染的眼睛。
- c. 若刺激感持續應立即就醫。

3. 氯氣洩漏災害狀況判斷及應對措施

- (1).發生洩漏事件時，應先緊急隔離封鎖半徑150公尺之危害範圍。
- (2).保持位於上風處及遠離低窪處。
- (3).進入危險區域觀察前，須按前述、救災設備中之個人防護設備完整穿戴。
- (4).注意周遭之可燃物，因幾乎所有之可燃物遇氣皆可起火燃燒。
- (5).小量洩漏時，由近而遠對下風處1 公里內之居民進行疏散或通報居民留在室內、門窗緊閉。
- (6).大量洩漏時(大於十噸)緊急封鎖半徑應加大至450 公尺，疏散距離應擴大至3.8 公里以上。
- (7).視氣流狀況與氣雲之擴散速率，疏散距離可擴大至7 公里。

#### 4. 氯氣洩漏救災方式

##### (1).當洩漏小量時之應對措施：

- a.移離周圍所有可燃性物質(木材、紙、油類等)。
- b.在無火災情況下，須按前述救災設備中之個人防護設備完整穿戴。
- c.若能在無風險狀況下阻止洩漏，則執行阻漏工作。
- d.使用水霧來降低蒸氣量與導引氣體流向。
- e.當蒸氣擴散稀釋後方可解除疏散管制。

##### (2).當洩漏大量時之應對措施

- a.移離周圍所有可燃性物質(木材、紙、油類等)。
- b.在無火災情況下，須按前述救災設備中之個人防護設備完整穿戴。
- c.若能在無風險狀況下阻止洩漏，則執行阻漏工作。
- d.氯比空氣重會沈積於低窪處，使用水霧來吸收氯氣。
- e.當蒸氣擴散稀釋後方可解除疏散管制。

## 2.2 氯氣外洩事故統計

表 3 國內歷年氯氣外洩統計<sup>[7] [9] [10]</sup>

發生地點	發生時間	發生原因	受傷人數	死亡人數
高雄縣	79/12/14	管線破裂	34	0
高雄市	71/3/23	槽車控制閥失靈	6	0
屏東縣	71/07/05	液氯銅瓶夾具斷裂	15	0
高雄市	72/03/23	液位控制閥失靈	6	0
高雄市	72/06/02	開關跳開氯氣外洩	14	0
台南縣	74/03/12	銅瓶閥門未關妥	6	0
台北市	74/05/02	管線破裂	8	0
新竹市立游泳池	76/07/09	氯氣外洩	0	0
高雄市	79/03/22	氯氣外洩	3	0
高雄市	80/06/10	槽車管線破裂	500	1
高雄市	81/04/23	管線破裂	7463	0
高雄市	83/07/26	管線破裂	0	0
新竹市	89/06/19	氯氣外洩	2	1
桃園縣	89/07/04	氯氣外洩	33	0
新竹工業園區	90/04/21	氯氣外洩	9	0
台中工業區	90/08/03	氯氣銅瓶外洩	3	0
高雄市	90/02/04	氯氣外洩	2	1
桃園縣	90/10/17	混合錯誤產生氯氣	57	0
高雄市	91/01/07	氯氣外洩	6	0
花蓮縣	91/05/30	氯氣銅瓶外洩	0	0
台北縣	91/07/12	氯氣外洩	18	0
台北市	91/07/26	氯氣外洩	0	0
桃園縣	91/08/27	氯氣外洩	38	0
屏東市	91/10/20	氯氣銅瓶外洩	0	0

嘉義國道	92/04/25	氯氣銅瓶掉落外洩	4	0
台中縣梧棲鎮中棲路與臨港路交叉口	92/04/03	槽車灌充口破大量外洩	10	0
台北市	92/07/26	氯氣外洩	0	0
高雄市	93/11/28	氯氣銅瓶外洩	24	0
屏東縣墾丁	94/07/29	氯氣外洩	34	0
桃園縣	95/03/07	氯氣外洩	18	0

### 2.3 氯除毒設備介紹<sup>[5]</sup>

氯是一種具有毒性、腐蝕性和助燃性的氣體，能和許多化學物質作用產生爆炸性的反應。氯在常溫下為氣體，在填充、貯藏、搬運時，需以高壓方式壓縮為液態的高壓氣體，此類的高壓氣體一旦洩漏，由於氣化膨脹而導至擴散成原本體積的數百倍，將造成嚴重的損失及災害。為防止發生洩漏時之危害，需要正確判斷、防止方法、應急工具、防護用具及氯除毒設備，來防止與設置防護之設施，如以集液溝、防液堤防止其流出，並使用抽液設備將氯安全輸回製造設備等。氯除毒設備之除毒方式可分為吸收液或中和劑兩種方式。

液氯除毒設備型式如下：

#### 1. 氫氧化鈣溶液噴灑系統 (Ca(OH)<sub>2</sub> solution spray system)

在密閉室內液氯儲存場所中，藉由噴灑氫氧化鈣溶液等中和劑以中和除毒方式來減低氯氣或液氯外洩後果的嚴重度。

#### 2. 氫氧化鈣溶液導入系統 (Ca(OH)<sub>2</sub> solution dumping system)

通常用於液氯鋼瓶置放於地下儲坑時。當偵測器偵測到液氯外洩時，自

動將置於地面上的氫氧化鈣溶液導入液氯地下儲坑，藉以中和洩漏之液氯

### 3. 循環空氣系統-密閉式 (circulating air system-close type)

主要應用於液氯儲存鋼瓶置放於密閉室內時，為避免液氯外洩會擴散至鄰近廠房或住宅，以及考慮中和後殘液回收之問題，本法乃將液氯儲存鋼瓶置放於密閉建築物中，不斷地將密閉室內空氣抽出，並將所抽取之氣體通往洗滌塔中，和在洗滌塔中的氫氧化鈉溶液中中和後，再將處理過之乾淨空氣送回原來的儲存室內，中和後的廢液並導入回收池內，再予以回收或處理。

### 4. 循環空氣系統-開放式 (circulating air system-open type)

主要應用於液氯儲存鋼瓶置放於密閉室內時，為避免液氯外洩會擴散至鄰近廠房或住宅，以及考慮中和後殘液回收之問題，本法乃將液氯儲存鋼瓶置放於密閉建築物中，不斷地將密閉室內空氣抽出，並將所抽取之氣體通往洗滌塔中，與洗滌塔中的氫氧化鈉溶液中中和後，再將處理過之空氣排出於大氣中，液氯儲存室再不斷地通入大氣中的新鮮空氣，中和後的廢液並導入回收池內，再予以回收或處理。

### 5. 真空型洗滌系統 (vacuum type scrubbing system)

主要應用於液氯儲存鋼瓶或儲槽，設置氣罩 (hood) 補集洩漏之氯氣，排氣管將氣罩內之洩漏氯氣抽至洗滌塔中，再以氫氧化鈉溶液將排出之氯氣中和，處理過後之空氣則直接排入大氣，中和廢液則導入回收池，再進行回收處理或廢棄。

### 6. 氯氣設備緊急排放系統 (Cl<sub>2</sub> equipment emergency venting system)

本設備主要應用於大型液氯儲存設備，當連接於液氯儲槽的管線或閥發

生損壞的情況時，無法及時將閥關閉，而造成氯氣不斷外洩，無法中斷的情況發生，本設備乃在此種情況發生時，迅速將儲槽中的液氯抽取出來，避免液氯不斷外洩，並將所抽取出之液氯排放至洗滌塔中，再用氫氧化鈉溶液將液氯中和，處理過之乾淨空氣直接排放至大氣，中和廢液則排放至回收池中，待進一步處理或回收。惟瞬間無法立即有效阻絕。

## 7.貯坑式處理系統

由於從液氯儲存設備中洩漏出來之氯氣比重較空氣大，故會沉降在地表上。因此本設備乃在液氯儲存容器下方設置一貯坑，內部設置氯氣偵測器及排氣管線，當氯氣自儲存容器外洩時，排氣管開始抽氣，將沈積在地表上之氯氣抽至洗滌塔中，再以氫氧化鈉溶液將外洩之氯氣中和，處理後之氣體直接排放至大氣中，殘餘之中和液則排放至回收池中，等候進一步的處理。

### 2.3.1 災害防止對策（安全設施）

雖然已有除毒系統來防止液氯或氯氣洩漏之危害，但仍需注意氯氣本身雖無爆炸性及自燃性，但卻有助燃性，且大多數的可燃性材料可在氯氣中燃燒。其可和許多化學物質作用成為爆炸物或起爆炸性的反應如乙炔、松節油、乙醚、氨、可燃氣體、煙類、氫及金屬粉末等，所以消防設備也是液氯或氯氣洩漏防護重要措施之一。消防設備可分為防火設備及滅火設備：

- 1.防火設備：用於火災初期，如撒水設備、噴水設備等。
- 2.滅火設備：主要是以噴水滅火的方式，利用滅火藥劑噴射及惰性氣體等擴散設備，直接撲滅火源。固定式噴水槍噴嘴口水壓3.5 kg/cm<sup>2</sup>以上，放水能力在400 L/min 以上水量，消防栓噴水壓3.5 kg/cm<sup>2</sup> 以上。氯引起火災時，小火可使用化學乾粉或二氧化碳灌救，大火使用撒水、水霧或泡沫灌救。

## 2.4 基本資料蒐集

行政院環境保護署參考下列來源，建立毒性化學物質蒐集名單，於 96 年 1 月 3 日修正公布「毒性化學物質管理法」：

### 1. 先進國家列管之化學物質名單：

- (1). 美國毒性物質管理法(Toxic Substances Control Act, TSCA)列管之化學物質。
- (2). 歐洲聯盟(European Union, 以下簡稱歐盟)REACH 高度關注物質及附錄 17 之清單物質。
- (3). 日本化學物質審查及製造管理法列管之化學物質。
- (4). 日本毒物及劇物取締法列管之毒物。
- (5). 加拿大全國污染物釋放清冊(National Pollutant Release Inventory, NPRI) 列管之化學物質。
- (6). 美國空氣清淨法(Clean Air Act, CAA)列管之有害空氣污染物。
- (7). 美國毒性物質釋放清冊(Toxic Substances Release Inventory, TRI)列管之化學物質。
- (8). 美國資源保育回收法(Resource Conservation and Recovery Act, RCRA) 建議應優先減廢之有毒物質。
- (9). 其他先進國家列管之化學物質。

### 2. 國際公約列管之有毒物質名單：

重要國際公約如：斯德哥爾摩公約(Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants)、奧斯陸-巴黎公約(Oslo and Paris Convention; OSPAR) 及鹿特丹公約(The Convention of the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade; 簡稱 PIC 公約)等列管之有毒物質。

### 3. 經科學文獻資料報告足以成為生態環境或人體健康之民生公共議題化學物質，或我國相關部會已建立之化學物質名單中有危害人體健康之虞者。



爰於 81 年 8 月 8 日公告毒性化學物質及其管制濃度與最大量運作基準一覽表中規定氯為列管編號 049 號第三類毒性化學物質。另由於氯為劇毒性與腐蝕性之危害物質，因此除了參考氯的物質安全資料表外，更蒐集我國相關法令與美國聯辦法規-高危害化學物質的製程管理對氯氣之規範<sup>[11]</sup>，及國外相關半導體製程尾氣處理指南<sup>[12]</sup>，俾以了解在運作上應遵守法令之要求，及有關緊急防護與有效除毒方法；以提升實驗操作效率。

#### 2.4.1 氯氣在我國法規之相關規範

為防止發生洩漏危害，我國政府參考先進國家相關規定，制定相關法令加以規範。目前，針對運作氯之國內法規之規範共有：環境保護相關法令、勞工安全衛生法相關法令、消防相關法令等(如表4)。

表 4 國內有關運作氯之法規規範<sup>[13-27]</sup>

中央主管單位	法令名稱	規範內容摘要
行政院 環境保護署	毒性化學物質 管理辦法	氯為列管第49號毒性化學物質，運作場所需標示，應完成偵測及警報設備之設置並建立緊急應變計畫書。
行政院 環境保護署	毒性化學物質 應變器材及偵 測與警報設備 管理辦法	製造、使用、儲存毒性化學物質氯，任一場所任一時刻之運作總量達一百公斤以上者，應另備有水霧噴灑設施。
行政院 環境保護署	毒性化學物質 運送管理辦法	毒性化學物質運送之申報與相關運送管理規範。
行政院 環境保護署	列管毒性化物 質及其運作理 事項 98.07.31	氯等毒性化學物質，不得貯存於住宅區或商業區。
行政院 環境保護署	事業廢棄物貯 存處理方法及 設施標準	對於含有氯之事業廢棄物其貯存、清除、中間處理、最終處置等均須符合法令規定。
行政院 勞工委員會	勞工安全衛生 法	規定：雇主對於化學物品含毒性物質等引起危害應有符合標準之必要安全設備，並禁止

		使童工、女工及任娠中或產後未滿一年女工從事氣氣等危險性或有害性工作。
行政院 勞工委員會	勞工安全衛生 設施規則	於危險性機械、設備及器具章節中規定高壓氣體設備及容器之要求。另第八章爆炸、火災及腐蝕、洩漏之防止(化學設備及其附屬設備)及第十二章衛生(有害作業環境)等均有諸多規定。
行政院 勞工委員會	勞工安全衛生 組織管理及自 動檢查辦法	高壓氣體容器、特定化學設備或其附屬設備之定期自動檢查。 勞工從事特定化學物質作業時，應使該勞工就其作業有關事項實施檢點。勞工從事危險物及有害物之製造、處置作業時，應使該勞工就其作業有關事項實施檢點。
行政院 勞工委員會	危險性工作場 所審查暨檢查 辦法	製造、處置、使用達 5,000 公斤以上之危險性工作場所，應經勞動檢查機構事前審查或檢查合格。
行政院 勞工委員會	勞工作業環境 空氣中有害物 容許濃度標準	規範氯氣之八小時日時量平均容許濃度為 0.5ppm。(PEL-TWA)
行政院 勞工委員會	高壓氣體勞工 安全規則	氯是高壓氣體勞工安全規則所稱毒性氣體。且對於氯之製造、供應、儲存、運輸、消費等安全設施及安全管理。
行政院 勞工委員會	特定化學物質 危害預防標準	氯屬丙類第一種物質，對其製造、使用、管理及危害控制加以嚴格規範，防止中毒危害。
行政院 勞工委員會	勞工作業環境 測定實施辦法	規範氯氣作業場所，應每六個月測定其濃度一次以上。
行政院 勞工委員會	危險物與有害 物標示及通識 規則	依據GHS制定危害物標示、建立物質安全資料表、實施危害通識、建立危害通識計畫及製作危害物質清單。
行政院消防署	公共危險物品 及可燃性高壓 氣體設置標準 暨安全管理辦 法	製造、儲存或處理達管制量三十倍以上之場所，應擬訂消防防災計畫，有效預防災害發生。

## 2.4.2 國外相關預防重大工業災害法規

表5 國外相關預防重大工業災害法規<sup>[28]</sup>

國家	年	法規名稱
英國	1802	學徒健康及品德法案(The Health and Morals Act)
	1831	工廠法案(The Factories Act)
	1927	爆炸性物質法案(The Explosive Substances Act)
	1961	工廠法案(修正案)(The Factories Act)
	1974	工作場所健康及安全法案(The Health and Safety at Work Act)
	1974	污染控制法案(The Control of Pollution Act)
	1984	工業主要的意外控制法案(The Control of Industrial Major Accidents Regulations)
美國	1970	危險性物質運輸法案(Hazardous Materials Transportation Act)
	1976	毒性廢棄物沉積法案(Deposit of Poisonous Wastes Act)
	1796	毒性物質控制法案(Toxic Substances Control Act)
	1986	緊急企劃與社區知曉權法案(Emergency Planning and Community Right-To-Know Act of 1986)
	1992	職業安全與健康署程序安全管理系統(OSHA 1910.119)
聯合國 (UN)	1977	聯合國之危險物品運輸規定(The Transport of Dangerous Goods, UN Code of Practice)
日本	1976	化學工廠安全評估指南
荷蘭	1982	工作環境法案(Working Environment Act)
歐洲共 同市場	1982	薩維梭訓令(Seveso Directive, 82/501/EEC)
美國新 澤西州	1986	新澤西州毒性災禍防範法案(New Jersey Toxic Catastrophe Prevention Act, 簡稱 TCPA)

## 第三章、研究方法及內容

### 3.1 研究方法

本研究方法採用實驗方式，針對氯氣儲存場所以醋酸模擬發生氯氣洩漏時，施以水霧、細水霧及撒水之不同的噴灑壓力、流量等實施噴灑，並配合酸氣即時監測儀器進行分析濃度並計算吸收效率，以尋求水霧及細水霧設備設置之最佳效能；氯與醋酸之物理化學特性摘要比較(如表 6)。

表 6 氯與醋酸物理化學特性摘要比較表<sup>[31][32]</sup>

特性	品名	氯 Cl <sub>2</sub>	醋酸 CH <sub>3</sub> COOH
分子量		71	60
密度 (水=1)		1.47	1.5
蒸氣密度	1atm 20°C	2.48	2.07
蒸氣壓	1atm 20°C	6.64 mmHg	11.4 mmHg

### 3.2 實驗空間介紹

實驗測試場所位於新竹市國立交通大學博愛校區內，空間大小為長度 4.35 公尺，寬度 2.2 公尺，高度 3.0 公尺之磚造房屋，只有一門進出和左右各一通風窗，實驗前完成密封以防止醋酸氣體洩漏。

### 3.3 實驗設備與系統架設

進行實驗前的準備動作，首先完成水源、管線、水霧噴頭、細水霧噴頭、加壓泵浦及配電等系統架設，接著設置酸性氣體即時監測儀器、加熱器平台及採樣口，並檢查電源、滅火器及標示實驗進行警示等安全措施，以利實驗測試之進行。

### 3.4 實驗儀器與設備

本實驗主要的內容是模擬洩漏氯氣，以水霧及細水霧系統進行噴灑，經由不同的噴灑壓力與流量測試其吸收效率之差異，尋求設置之最佳化。整個實驗設備主要是由實驗空間內將醋酸蒸發之加熱器及噴灑系統與採樣、監測儀器所組成。以下將各項實驗設備作一簡單的介紹。

#### 1. 酸氣即時監測器

本研究使用的酸氣即時監測器，為蔡春進教授實驗室設計的產品（林 2006；Tsai et al., 2008, 楊， 2009）<sup>[3]</sup>（如圖1、圖2）本儀器可自動採樣連續分析，於每二十分鐘顯示一筆數據於連接之電腦螢幕。惟本實驗需同時分析短時間醋酸濃度的變化情況，因此配合手動採樣並將樣本冰鎮保存，於噴灑實驗後再以該儀器分析其濃度以求得時間濃度的變化及吸收效率曲線。而現場進行實際測量前，必須先實施管線測漏、氣體流速、液體流速以及濃度讀值的校正，以確保有效的採樣和分析。關於測漏的進行係打開抽氣泵並將進氣口密封，確認浮子流量計浮標能否歸零。而氣體流速和液體流速分別以校正後的浮子流量計和旋扭讀值確認其流速分別在 5 mL/min 以及 2 mL/min。浮子流量計的校正係以泡沫流量計 (Giliberator-2) 進行；旋扭讀值係以定量瓶 (5mL容量，0.1cc刻度) 進行。



圖 1 酸氣即時監測器



圖 2 酸氣即時監測器內部

## 2. 加熱器

實驗使用之加熱器為磁石加熱器(如圖3)，右鍵為調整溫度左鍵為調整磁石攪拌速度；實驗時維持溫度 $60^{\circ}\text{C}$ ，並設定磁石攪拌速度為180 rpm，使其產生穩定的酸性氣體。



圖 3 加熱器及燒杯

### 3. 電子式加壓泵浦

本實驗選用之加壓泵浦為大井泵浦TQ系列TQ1500H(如圖4)，此設備是整合了泵浦、馬達、壓力桶及電子控制器的穩壓加壓機，可提供穩定的供水壓力，馬力、揚成、流量之規格為2HP, H=37M Q=270L/min，電源為單相220伏特，使用於水霧及灑水噴灑加壓。



圖4 電子式加壓泵浦

### 4. 高壓泵浦

實施細水霧噴灑時為達噴灑液體之霧化效果，即降低液體粒徑增加體表面積，以提升吸收效能，因此，泵浦需具有較高的揚程(H)；而前述電子式加壓泵浦無法達此功能，所以採用COMET-3000M型高壓泵浦(如圖5)，使用於細水霧噴灑加壓。



圖5 高壓泵浦

## 5. 水霧噴頭

使受加壓之水通過此噴頭可產生霧狀液體微粒增加滅火效能，本實驗採用之水霧噴頭為 BETE 之 TF 系列 TF24 型，出水口徑 1/2" 噴灑角度為 150°，流量計算  $GPM=K\sqrt{PSI}$ ，流量係數  $K=3.81$ <sup>[34]</sup> (如圖 6、圖 7)。



圖 6 水霧噴頭 150°



圖 7 噴灑錐狀圖



## 6. 灑水噴頭

本實驗採用之灑水噴頭為彰得公司製造之 AHD 系列 CD15A 向下型，噴灑半徑為 2.3 公尺，流量計算  $GPM=K\sqrt{PSI}$ ，流量係數  $K=5.6$  或  $LPM=K\sqrt{P}$ ，流量係數  $K=80$ <sup>[35]</sup>， $P$  為灑水頭出口壓力  $kg/cm^2$ (如圖 8)。



圖 8 灑水噴頭

## 7. 細水霧噴頭

本實驗所使用的細水霧噴頭(如圖 9)，為徐一量教授研發之專利產品，感謝熱心協助提供使用，此顆細水霧噴頭設計為內外環狀及中心點共有 13 個出水孔，外環設有 7 個出水孔及中心點 1 個出水孔其直徑皆為  $600\mu m$ ，內環設計為 5 個  $400\mu m$  之出水孔，霧化產生需求之最低壓力為  $15 kg/cm^2$  以上，無流量係數提供計算，需採集噴灑之水量加以量測實際每分鐘流量。



圖 9 細水霧噴頭

### 3.5 醋酸濃度的品保及品管

為校正醋酸的濃度讀值，需先配置檢量線以做為樣品濃度的定量依據。檢量線的製作係利用標準醋酸溶液配製 11 種不同濃度的已知標準品 (5、10、20、40、60、120、200、400、800、1200、2000 ppb)；配置的標準溶液濃度需涵蓋待測樣品之濃度範圍；檢量線之迴歸係數 ( $R^2$ ) 需大於 0.995，才可確保數值分析的可信度。經 IC 分析的結果如表 7 和圖 11 所示。在溶液濃度為 5~2000 ppb 時，醋酸根離子和導電度訊號和時間之間存在的關係式為  $y = 0.5306x^2 + 26.484x$ ，其中， $y$ =溶液濃度、 $x$ =訊號的面積、 $R^2 = 0.9998$ 。空白分析結果顯示，系統背景值為  $<1$  ppb。

表 7 醋酸根離子檢量線的溶液配置濃度

離子	CH <sub>3</sub> COOH <sup>-</sup> (ppb)										
標準液濃度	5	10	20	40	60	120	200	400	800	1200	2000
相關係數 ( $R^2$ )	0.9998										
回歸方程式	$y = 26.484x + 2.0197$										

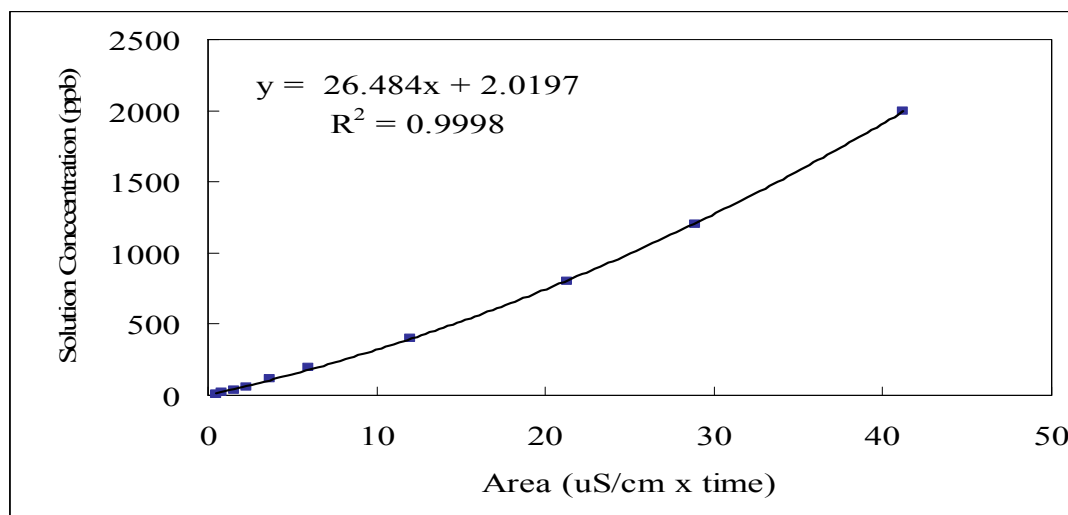


圖10 醋酸根離子檢量線

### 3.6 實驗操作步驟

#### 1. 背景值量測

首先檢查監測實驗現場的背景值，本研究進行正式採樣前連續監測其背景值醋酸濃度最高為 2.6ppb 以下(如附件五)。

#### 2. 實驗空間密閉性測試

實驗空間的密閉性之良窳直接影響吸收效率之精確性與實驗結果，因此現場必須進行 ACH(Air change per hour)換氣率量測，並參考陳春萬博士所著整體換氣指標與換氣率 ACH 關係之研究<sup>[36]</sup>，以確立本實驗空間密閉條件。

##### (1) 示蹤氣體之選定

決定採用二氧化碳作為示蹤氣體，除了考量實驗室現有偵測儀器及經濟原則外，更因為二氧化碳作為示蹤氣體具備有下列之特性：

- (a) 具備與空氣相似之密度(Similar density to air)
- (b) 不具備毒性(No toxicity)
- (c) 非爆炸性與可燃性(Neither be flammable nor explosive)
- (d) 不易被其他物質吸收或吸附(Not easily be absorbed or sink)
- (e) 室內外環境中不常存在(Not normally present in the atmosphere)
- (f) 易於偵測與量測(Easily be detected at low concentration)

(g)具備可靠之低濃度量測精確性(To a good order of accuracy)

表 8 常用示蹤氣體

品名	危險濃度	分子量
二氧化碳	5000ppm	44
六氟化硫	1000ppm	146
氧化亞氮	25ppm	44
氟氯化物	-	200~400

(2) 示蹤氣體量測方式

運用示蹤氣體評估作業環境整體換氣性能有三種方式:濃度衰減法(Concentration-Decay Method)、定量釋放量法(Constant-Emission Method)及定濃度法(Constant-Concentration Method)，本實驗採用濃度衰減法來測定實驗現場的密閉性，這是利用示蹤氣體量測換氣率及短時間內量測不同換氣量值之最基本方法，本實驗所採用之偵測二氧化碳濃度測定儀器為 TES-1370 型，偵測範圍(如表 9)。

首先測定實驗現場之二氧化碳濃度值為 316ppm，接著釋放一定的二氧化碳氣體量並以風扇促使室內濃度快速均勻混合即關閉風扇，混合同時以偵測儀器連續量測紀錄其上升之最高濃度值為 939ppm，實驗空間內之二氧化碳氣體經過 60 分鐘後其濃度衰減為 511ppm 實測數據(如表 10)。

表 9 TES-1370 型二氧化碳、相對溼度、溫度偵測範

二氧化碳 CO <sub>2</sub> (ppm)	相對溼度 RH	溫度 °C
範圍 0~6000ppm	10~95%RH	-20°C~+60°C
解析度 1ppm	0.1%RH	0.1°C
準確度 ±3% 或 50ppm (101.1kpa,25°C)	30~95RH, ±3% 10~30RH, ±5%	±0.5 °C



圖 11 TES-1370 二氧化碳偵測儀器



圖 12 現場偵測儀器連結電腦

表 10 示蹤氣體實際測量數據表

實驗現場測量數據				
實驗空間容積 (m <sup>3</sup> )	背景濃度 (ppm)	CO <sub>2</sub> 初始濃度 (ppm)	60 分鐘後 CO <sub>2</sub> 濃度(ppm)	實測之 ACH
28.71	316	939	511	0.61

Air Change per Hour,

$$ACH = \frac{\ln C(t_1) - \ln C(t_2)}{\Delta t} = \frac{(\ln 939 - \ln 511)}{1} = 0.61$$

通風量  $Q = ACH \times V = 0.61 \times 28.71 = 17.51 \text{ m}^3/\text{hr}$

經計算得知本研究實驗空間之通風量為  $17.51 \text{ m}^3/\text{hr}$

$C(t_1) = \text{CO}_2$  初始濃度(ppm)

$C(t_2) = \text{CO}_2$  氣體在時間  $t_2$  時的濃度(ppm)

$\Delta t =$  量測( $t_1$ )至( $t_2$ )的時間長度

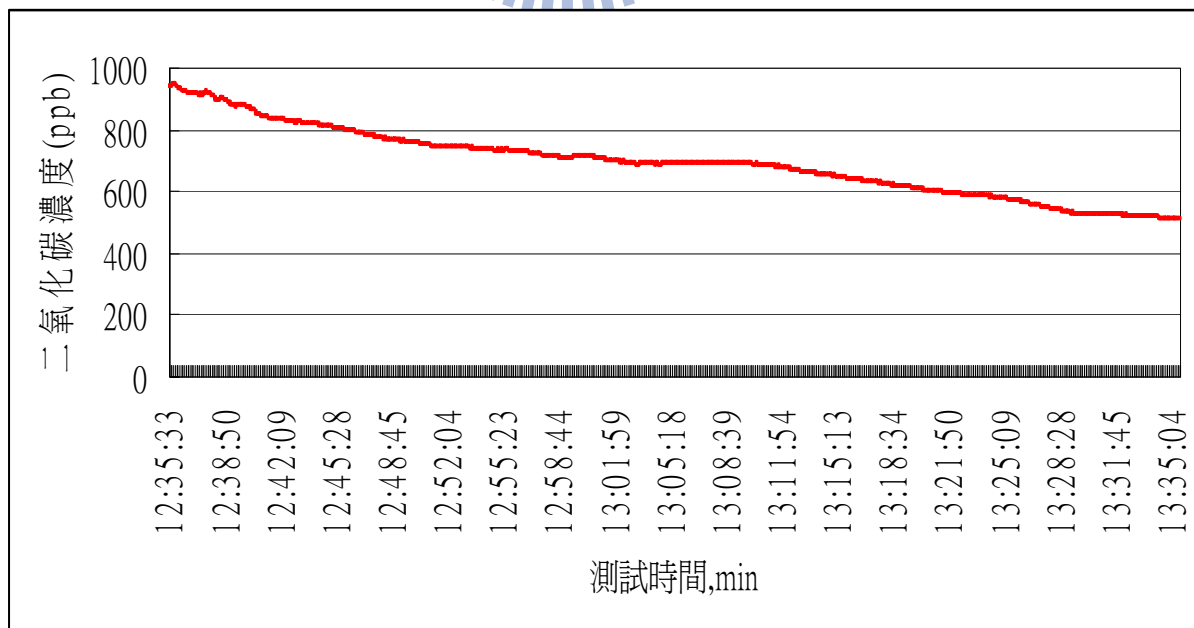


圖 13 二氧化碳 60 分鐘之濃度衰減曲線

### 3. 醋酸濃度之產生

以3000 mL化學實驗燒杯裝盛 2300 mL純醋酸溶液(99.5~100.5%、acetic acid、PANREAC) 放置在磁石加熱器上，架設於距地面高度295公分位置(如圖14)。

此期間實驗室保持密閉狀態，並以風扇促使室內濃度快速均勻混合，同時以即時酸氣監測儀器連續量測，俟偵測濃度達4200ppb以上才進行水霧噴灑吸收。然而，實際操作磁石加熱器蒸發醋酸欲建立相同背景濃度幾乎不可能，只能經由多次實驗經驗累積多筆實驗紀錄，選取較接近背景濃度者相互比較其吸收效率；所以，實驗時建立背景值濃度之過程有許多次背景值建立是失敗不足以參考而必須捨棄重新建置，因此造成實驗相當耗時費日。



圖14 醋酸加熱蒸發位置

### 4. 採樣口高度之決定

實驗空間內架設有風扇當醋酸蒸發時能快速與空氣均勻混合，經量測呼吸帶高度(約距離地面150公分)及距離地面30公分二者濃度差異不大，前者濃度略低於後者。復依「毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法」

第七條之規定：「偵測及警報設備設置地點應充分考慮各該毒性化學物質之種類、比重、運作場所四周狀況...」，乃決定採樣口高度設於距離地面30公分高度，採樣管以鐵氟龍材質設置避免影響採樣之樣本實際濃度(如圖15)。



圖 15 採樣口架設位置圖

#### 5. 噴灑時間長度及噴灑壓力之選定

經過實驗測試粗估效能與用水量適中之考量，噴灑時間選擇為10~25分鐘，噴灑壓力則決定水霧系統為 $2.0 \text{ kg/cm}^2$ 及 $2.5 \text{ kg/cm}^2$ ，細水霧系統為 $20 \text{ kg/cm}^2$ 、 $30 \text{ kg/cm}^2$ 及 $50 \text{ kg/cm}^2$ 等不同的組合，進行實驗以分析對污染物之吸收效率評估。

#### 6. 選定測定時間點

測定(採樣)時間點配合噴灑時間長度，選定為噴灑開始後之第5分鐘至噴灑結束後30分鐘各測定五筆濃度資料，因本研究使用之即時監測分析儀器為每20分鐘自動分析一筆濃度資料。所以，除了第20及40分鐘之外其餘皆須以手動配合儀器採樣，且先將採樣樣本冰鎮保存，於噴灑吸收實驗結束後再以該儀器分析樣本濃度以求得吸收效率曲線。



## 7. 樣本分析

噴灑吸收實驗結束後，將採樣樣本以該即時監測儀器分析其濃度以求得吸收效率曲線，並加以比較各系統不同噴灑壓力、時間其吸收效率之差異，以確認或修正其後續測試條件。

## 8. 噴灑壓力紀錄與流量量測

實施噴灑時同時紀錄泵浦輸出壓力與噴頭出水壓力值(如圖 16、17、18)於計算流量時須以後者數值為正確，將於第四章中詳細列出計算結果。另流量量測時，灑水頭及水霧噴頭可直接依據噴頭製造廠商提供之流量係數與其末端出水壓力值計算即可，而細水霧噴灑流量則必須另行噴灑收集後以量杯量測實際流量(如圖 19)。



圖 16 細水霧 50 kg/cm<sup>2</sup> 噴灑壓力圖



圖 17 細水霧 30 kg/cm<sup>2</sup> 噴灑壓力圖



圖 18 細水霧 20 kg/cm<sup>2</sup> 噴灑壓力圖



圖 19 細水霧 50、30、20 kg/cm<sup>2</sup> 噴灑壓力採集量測實際流量

## 第四章、結果與討論

### 4.1 水霧噴灑結果與討論

由實驗數據顯示，水霧系統噴灑吸收效率介於 77.3%~92.59%之間(如表 11、12、13)，水霧系統噴灑隨時間增長或噴灑壓力提高均會增加吸收效率，且由數據發現，當噴灑壓力達  $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$  且噴灑時間長度達 15 分鐘以上，其吸收效率可達 85.18%；而噴灑壓力達  $2.5\text{kg}/\text{cm}^2$  時噴灑時間長度達 15 分鐘以上更有 90.45% 的吸收效率(如圖 20、21、22)。推論設置水霧系統時末端噴灑壓力至少要大於  $2.5\text{kg}/\text{cm}^2$  並連續噴灑 15 分鐘以上，才會有較佳吸收之移除效率。

依據所使用 BETE 水霧噴頭 TF 系列 TF24 型之流量係數， $K=3.81$  計算各壓力值之噴灑流量如下：

噴灑壓力  $2.5\text{kg}/\text{cm}^2$

流量  $\text{LPM}=K\sqrt{\text{PSI}}*3.7853=3.81(\sqrt{2.5*14.22})*3.7853=86 \text{ L}/\text{MIN}$

噴灑壓力  $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$

流量  $\text{LPM}=K\sqrt{\text{PSI}}*3.7853=3.81(\sqrt{2.0*14.22})*3.7853=76.9 \text{ L}/\text{MIN}$

表 11 水霧系統吸收之移除效率監測分析統計

水霧噴灑壓力	噴灑時間	醋酸濃度(ppb)	時間紀錄	吸收之移除效率
末端噴灑壓力 $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$	10 分鐘	4332.04		
		3607.01	5th min	<b>16.74%</b>
		2312.37	10th min	<b>46.62%</b>
		1566.03	20th min	<b>63.85%</b>
		1037.74	30th min	<b>76.05%</b>
		983.25	40th min	<b>77.30%</b>
末端噴灑壓力 $2.5\text{kg}/\text{cm}^2$	10 分鐘	4628.24		
		3681.75	5th min	<b>20.45%</b>
		2254.82	10th min	<b>51.28%</b>

		1573.49	20th min	<b>66.00%</b>
		965.13	30th min	<b>79.15%</b>
		897.74	40th min	<b>80.60%</b>

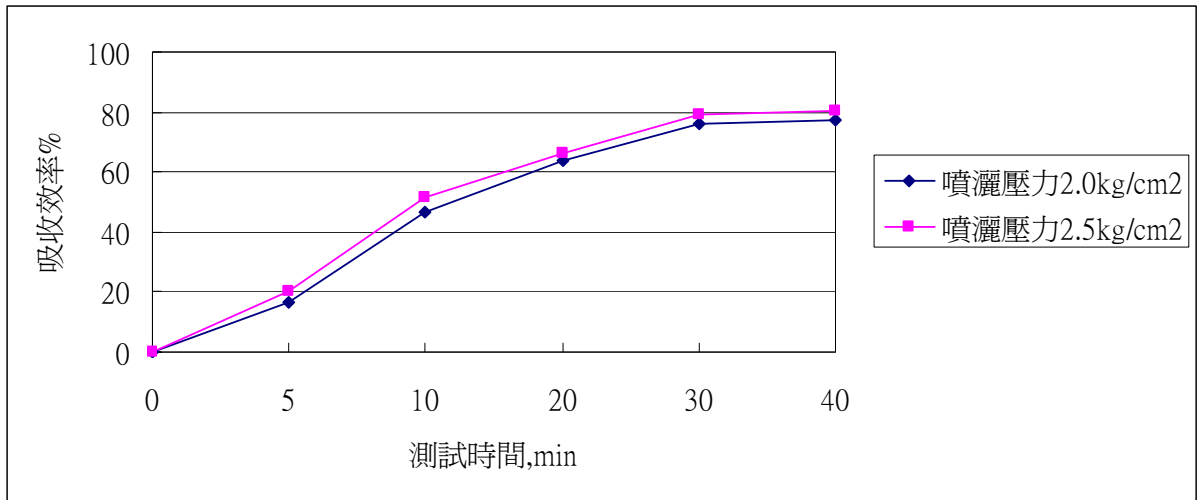


圖 20 水霧噴灑 10 分鐘吸收之移除效率

表 12 水霧系統吸收之移除效率監測分析統計

水霧噴灑壓力	噴灑時間	醋酸濃度(ppb)	時間紀錄	吸收之移除效率
末端噴灑壓力 2.0kg/cm <sup>2</sup>	15 分鐘	4623.29		
		3681.35	5th min	<b>20.37%</b>
		1415.18	15th min	<b>69.39%</b>
		917.24	25th min	<b>80.16%</b>
		758.67	35th min	<b>83.59%</b>
		685.02	45th min	<b>85.18%</b>
末端噴灑壓力 2.5kg/cm <sup>2</sup>	15 分鐘	4986.29		
		3889.64	5th min	<b>21.99%</b>
		1285.56	15th min	<b>74.22%</b>
		846.73	25th min	<b>83.02%</b>
		612.21	35th min	<b>87.72%</b>
		476.02	45th min	<b>90.45%</b>

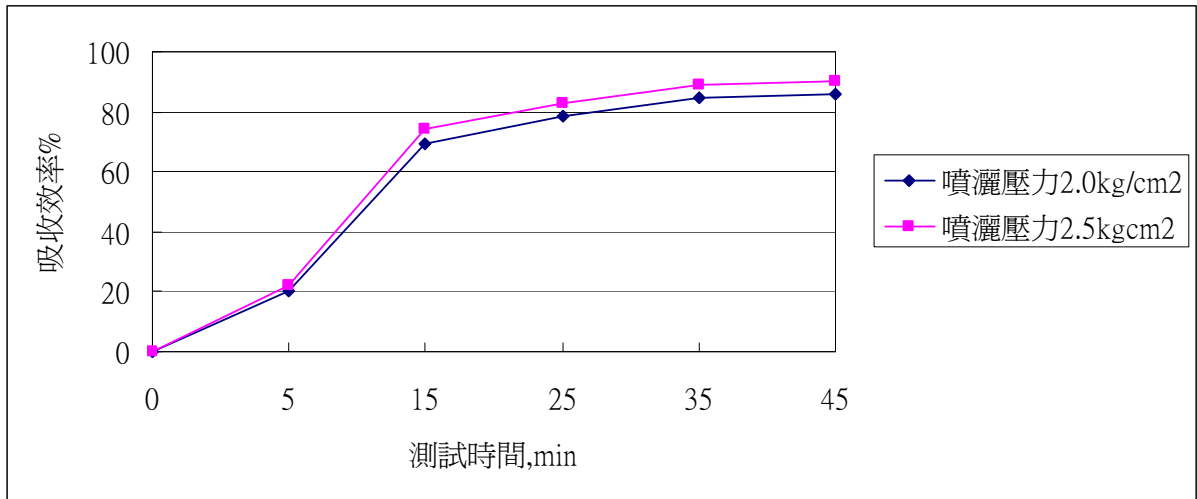


圖 21 水霧噴灑 15 分鐘吸收之移除效率

表 13 水霧系統吸收效率監測分析統計

水霧噴灑壓力	噴灑時間	醋酸濃度(ppb)	時間紀錄	吸收之移除效率
末端噴灑壓力 2.0kg/cm <sup>2</sup>	20 分鐘	4454.29		
		2306.35	10th min	<b>48.22%</b>
		1145.18	20th min	<b>74.29%</b>
		741.56	30th min	<b>83.35%</b>
		643.56	40th min	<b>85.55%</b>
		587.02	50th min	<b>86.82%</b>
末端噴灑壓力 2.5kg/cm <sup>2</sup>	20 分鐘	4483.42		
		2158.46	10th min	<b>51.86%</b>
		902.35	20th min	<b>79.87%</b>
		493.45	30th min	<b>88.99%</b>
		395.22	40th min	<b>91.18%</b>
		332.04	50th min	<b>92.59%</b>

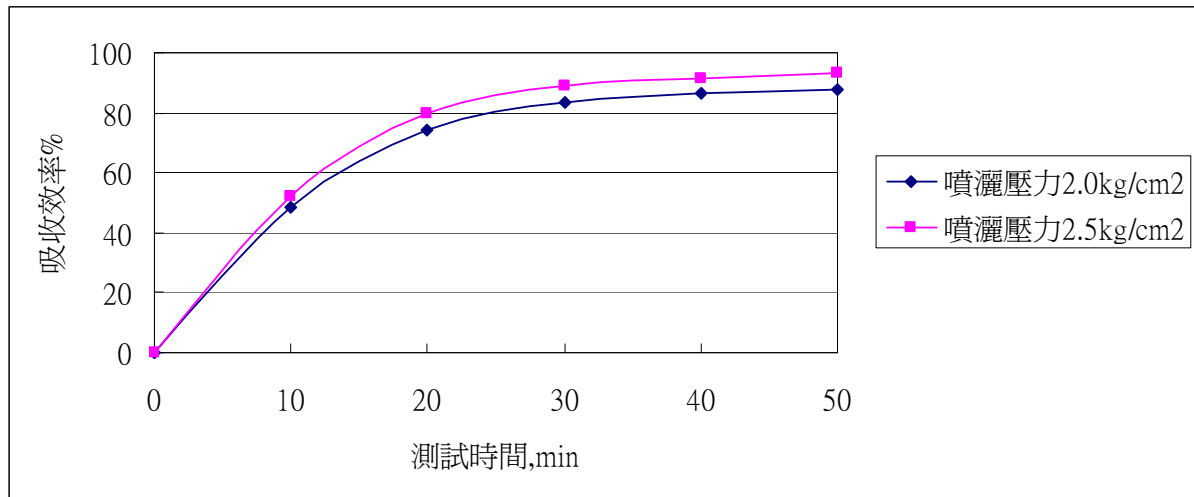


圖 22 水霧噴灑 20 分鐘吸收之移除效率

#### 4.2 細水霧噴灑結果與討論

細水霧系統就壓力部分可區分為  $12.1 \text{ kg/cm}^2$  以下的低壓系統和  $12.1 \text{ kg/cm}^2 \sim 34.5 \text{ kg/cm}^2$  的中壓系統及  $34.5 \text{ kg/cm}^2$  以上的高壓系統。本研究決定實驗時測試中壓及高壓，因低壓系統霧化效果及液滴粒徑與水霧系統相似，故未予測試。由數據發現當噴灑壓力達  $50 \text{ kg/cm}^2$  只要噴灑時間長度達 15 分鐘以上，其吸收效率即可達 91% 以上，如噴灑時間持續 25 分鐘則吸收效率更可高達 98.6% (如圖 23、24、25)，顯示高壓系統之噴灑壓力其吸收效率極佳。而屬於中壓系統之噴灑壓力  $30 \text{ kg/cm}^2$  如能持續 25 分鐘則吸收效率亦可達 92%，反觀採行  $20 \text{ kg/cm}^2$  的噴灑壓力其噴灑時間即使達 25 分鐘，吸收效率也只能達 87.3%，因此依實驗數據推論細水霧系統噴灑隨時間增長或噴灑壓力提高均會增加吸收效率(如表 14、15、16)；另針對細水霧系統各壓力值之噴灑流量實際量測如下：

噴灑壓力  $20 \text{ kg/cm}^2$       流量  $Q = 2.7 \text{ L/MIN}$

噴灑壓力  $30 \text{ kg/cm}^2$       流量  $Q = 3.0 \text{ L/MIN}$

噴灑壓力  $50 \text{ kg/cm}^2$       流量  $Q = 4.6 \text{ L/MIN}$

表 14 細水霧系統吸收之移除效率監測分析統計

細水霧噴灑壓力	噴灑時間	醋酸濃度(ppb)	時間紀錄	吸收之移除效率
末端噴灑壓力 20kg/cm <sup>2</sup>	15 分鐘	4387.92		
		4072.51	5th min	<b>7.19%</b>
		1792.97	15th min	<b>59.14%</b>
		1454.95	25th min	<b>66.84%</b>
		1132.31	35th min	<b>74.19%</b>
		1029.53	45th min	<b>76.54%</b>
末端噴灑壓力 30kg/cm <sup>2</sup>	15 分鐘	5239.88		
		4572.16	5th min	<b>12.74%</b>
		1836.76	15th min	<b>64.95%</b>
		1449.18	25th min	<b>72.34%</b>
		1002.01	35th min	<b>80.88%</b>
		896.41	45th min	<b>82.89%</b>
末端噴灑壓力 50kg/cm <sup>2</sup>	15 分鐘	5093.72		
		2972.51	5th min	<b>41.64%</b>
		1225.50	15th min	<b>75.94%</b>
		948.89	25th min	<b>81.37%</b>
		590.42	35th min	<b>88.41%</b>
		455.02	45th min	<b>91.07%</b>

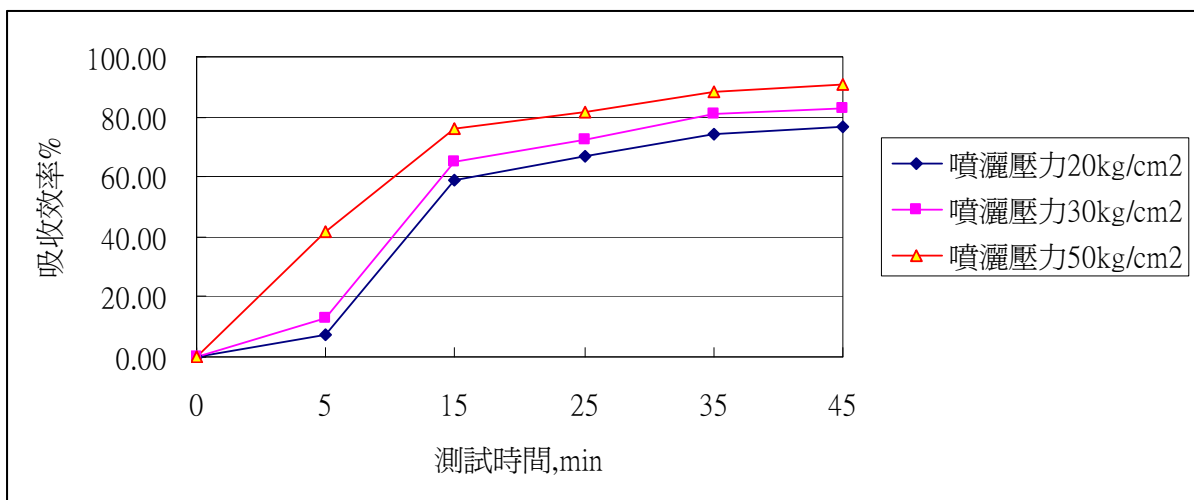


圖 23 細水霧噴灑 15 分鐘吸收之移除效率



表 15 細水霧系統吸收之移除效率監測分析統計

細水霧噴灑壓力	噴灑時間	醋酸濃度(ppb)	時間紀錄	吸收之移除效率
末端噴灑壓力 20kg/cm <sup>2</sup>	20 分鐘	4469.26		
		2579.66	10th min	<b>42.28%</b>
		1478.11	20th min	<b>66.93%</b>
		1202.31	30th min	<b>73.10%</b>
		932.76	40th min	<b>79.13%</b>
		841.91	50th min	<b>81.16%</b>
末端噴灑壓力 30kg/cm <sup>2</sup>	20 分鐘	5263.93		
		2660.52	10th min	<b>49.46%</b>
		1430.96	20th min	<b>72.82%</b>
		1211.32	30th min	<b>76.99%</b>
		930.29	40th min	<b>82.33%</b>
		754.85	50th min	<b>85.66%</b>
末端噴灑壓力 50kg/cm <sup>2</sup>	20 分鐘	4561.25		
		1724.51	10th min	<b>62.19%</b>
		889.65	20th min	<b>80.50%</b>
		476.42	30th min	<b>89.56%</b>
		396.79	40th min	<b>91.30%</b>
		347.14	50th min	<b>92.39%</b>

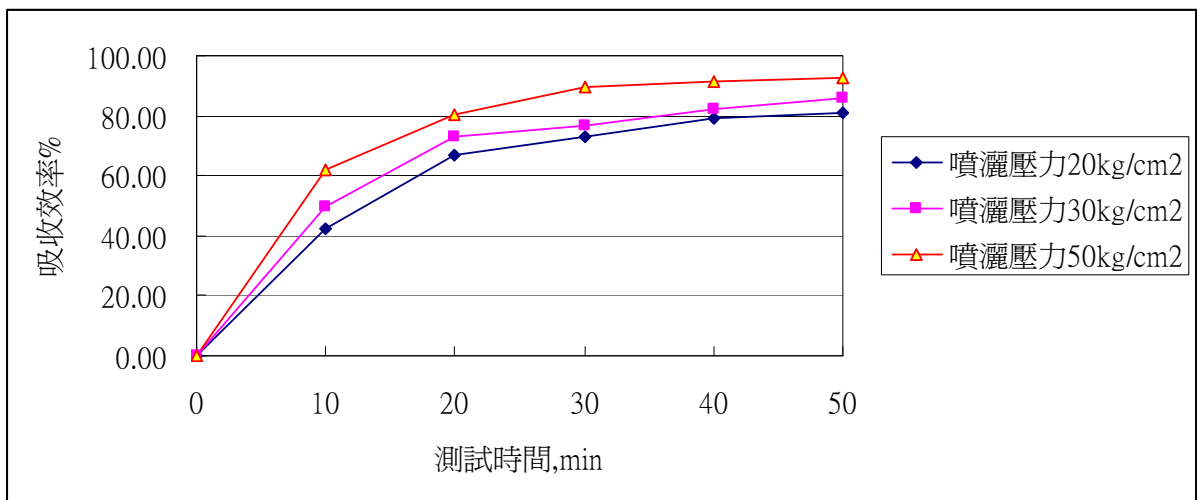


圖 24 細水霧噴灑 20 分鐘吸收之移除效率

表 16 細水霧系統吸收之移除效率監測分析統計

細水霧噴灑壓力	噴灑時間	醋酸濃度(ppb)	時間紀錄	吸收之移除效率
末端噴灑壓力 20kg/cm <sup>2</sup>	25 分鐘	4590.99		
		1623.88	15th min	<b>64.63%</b>
		1003.27	25th min	<b>78.15%</b>
		827.45	35th min	<b>81.98%</b>
		649.27	45th min	<b>85.86%</b>
		582.98	55th min	<b>87.30%</b>
末端噴灑壓力 30kg/cm <sup>2</sup>	25 分鐘	4532.63		
		1532.25	15th min	<b>66.20%</b>
		725.88	25th min	<b>83.99%</b>
		556.74	35th min	<b>87.72%</b>
		403.95	45th min	<b>91.09%</b>
		349.79	55th min	<b>92.28%</b>
末端噴灑壓力 50kg/cm <sup>2</sup>	25 分鐘	4798.64		
		1053.46	15th min	<b>78.05%</b>
		425.08	25th min	<b>91.14%</b>
		201.85	35th min	<b>95.79%</b>
		94.24	45th min	<b>98.04%</b>
		66.76	55th min	<b>98.61%</b>

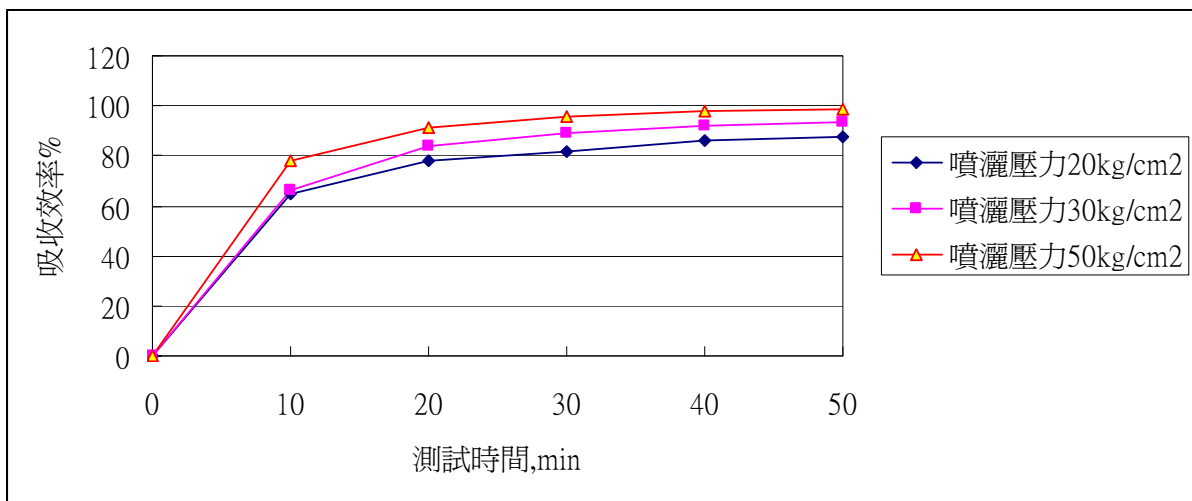


圖 25 細水霧噴灑 25 分鐘吸收之移除效率

### 4.3 灑水噴灑結果與討論

由於目前業界大多於廠房設置消防自動灑水系統，以符合消防安全法令；然而，自 96 年 12 月 17 日行政院環境保護署頒布實施：「毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法」要求設置水霧系統，迄今仍有部分廠房應設未設者，甚且企圖以消防自動灑水系統替代前述環保署所頒布之水霧系統，故本實驗特以消防自動灑水系統進行吸收之移除效率測試，結果由實驗數據顯示，以噴灑壓力 1.5kg/cm<sup>2</sup> 持續噴灑 10 分鐘，其吸收之移除效率只達 68%；而當噴灑壓力提高為 2.5kg/cm<sup>2</sup> 時其吸收效率亦僅達到 74% (如圖 26、27)，效率遠不及水霧或細水霧系統。另灑水系統亦呈現隨著噴灑壓力提高而增加其吸收效率的現象 (如表 17)，但噴灑水量高於水霧及細水霧系統甚鉅，容易造成儀器設備嚴重水損，並不適用於吸收除毒之設置；實驗壓力值之噴灑流量計算如下：

噴灑壓力 2.5kg/cm<sup>2</sup>

$$\text{流量 } Q=80\sqrt{P}=80\sqrt{2.5}=126.5 \text{ L/MIN}$$

噴灑壓力 1.5kg/cm<sup>2</sup>

$$\text{流量 } Q=80\sqrt{P}=80\sqrt{1.5}=98.0 \text{ L/MIN}$$

表 17 灑水系統吸收之移除效率監測分析統計

灑水噴灑壓力	噴灑時間	醋酸濃度(ppb)	時間紀錄	吸收之移除效率
末端噴灑壓力 2.5kg/cm <sup>2</sup>	10 分鐘	4725.63		
		3308.41	5th min	<b>29.99%</b>
		2031.47	10th min	<b>57.01%</b>
		1413.74	20th min	<b>70.08%</b>
		1267.43	30th min	<b>73.18%</b>
		1218.16	40th min	<b>74.22%</b>
末端噴灑壓力 1.5kg/cm <sup>2</sup>	10 分鐘	4261.57		
		3496.02	5th min	<b>17.96%</b>
		2114.25	10th min	<b>50.39%</b>
		1584.24	20th min	<b>62.82%</b>
		1413.67	30th min	<b>66.83%</b>
		1343.12	40th min	<b>68.48%</b>

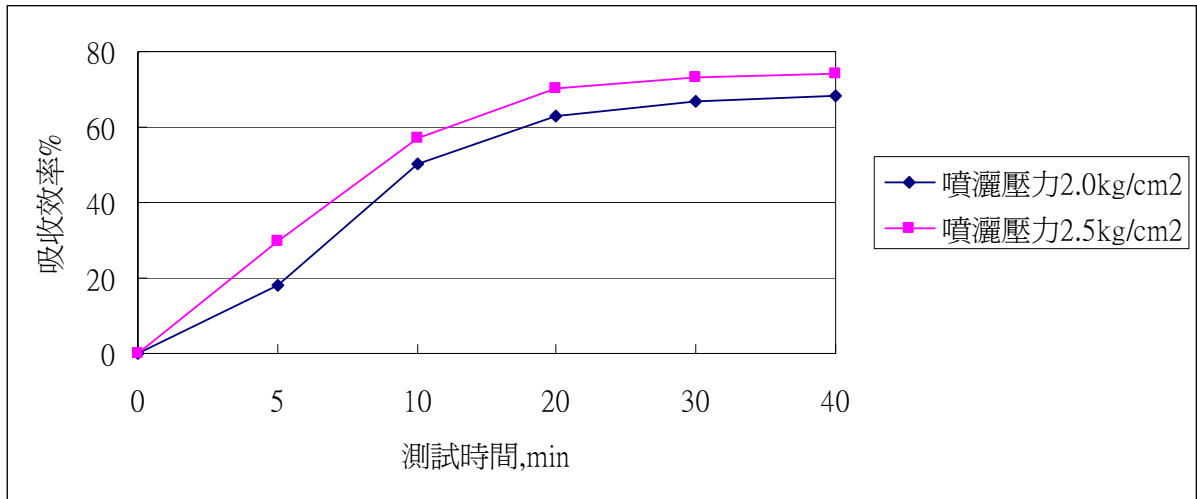


圖 26 灑水噴灑 10 分鐘吸收之移除效率

表 18 灑水系統吸收效率監測分析統計

灑水噴灑壓力	噴灑時間	醋酸濃度(ppb)	時間紀錄	吸收之移除效率
噴灑壓力 2.5kg/cm <sup>2</sup>	15 分鐘	4469.06		
		3302.24	5th min	<b>26.11%</b>
		2074.55	10th min	<b>53.58%</b>
		1444.73	20th min	<b>67.67%</b>
		1009.87	30th min	<b>77.40%</b>
		843.67	40th min	<b>81.12%</b>
噴灑壓力 1.5kg/cm <sup>2</sup>	15 分鐘	4631.53		
		3776.12	5th min	<b>18.47%</b>
		2417.62	10th min	<b>47.80%</b>
		1671.92	20th min	<b>63.90%</b>
		1331.76	30th min	<b>71.25%</b>
		1206.04	40th min	<b>73.96%</b>

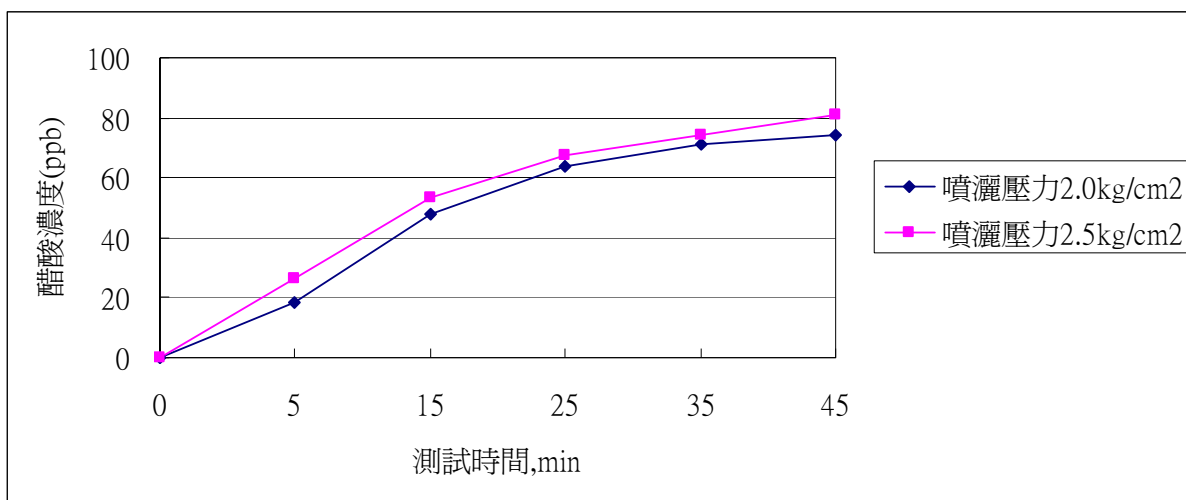


圖 27 灑水噴灑 15 分鐘吸收之移除效率

#### 4.4 實驗空間 ACH 對吸收之移除效率的影響

##### 4.4.1 醋酸濃度自然衰減測試

本研究實驗空間雖然已先行實施示蹤氣體二氧化碳的 ACH，以確立本實驗空間密閉條件。而為了更直了解醋酸在實驗被吸收效率中受到實驗空間密閉性的影響，所以進行醋酸濃度於未實施噴灑情況下的 60 分鐘之自然衰減測試(如表 19)，結果 30 分鐘衰減 28.58%、60 分鐘衰減 66.14%(如圖 28)。

表 19 醋酸濃度自然衰減測試紀錄

水霧噴灑壓力	噴灑時間	醋酸濃度(ppb)	時間紀錄	自然衰減率
無	無	4318.66		
		3894.65	10th min	<b>9.82%</b>
		3676.26	20th min	<b>14.87%</b>
		3084.41	30th min	<b>28.58%</b>
		2526.50	40th min	<b>41.50%</b>
		1751.47	50th min	<b>59.44%</b>
		1462.25	60th min	<b>66.14%</b>

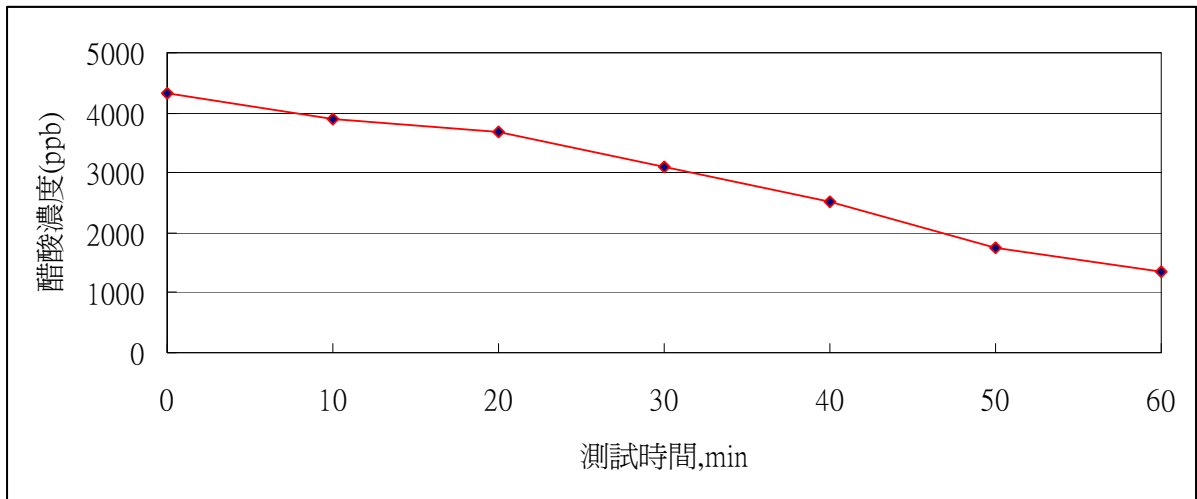


圖 28 醋酸濃度 60 分鐘 ACH 自然衰減圖

#### 4.4.2 理論吸收之移除效率計算推估

利用計算此衰減率與時間的對應求得濃度變化之斜率，由於同一空間狀態下斜率及通風量應相同，故於不同初始濃度進行噴灑之結果應相同，故依據此一定律探討於相同初始濃度下各種實驗噴灑系統之理論吸收效率比較 (如圖 29)。

##### 1. 醋酸自然衰減 ACH 計算

$$ACH = \frac{\ln C(t_1) - \ln C(t_2)}{\Delta t}$$

$$Q = \frac{\ln C(t_1) - \ln C(t_2)}{\Delta t} \times V = ACH \times V$$

$$C(t) = C(t_1) \exp^{-\left(\frac{Q}{V}\right) \times t} = C(t_1) \exp^{-(ACH) \times t}$$

$$ACH = \frac{\ln C(t_1) - \ln C(t_2)}{\Delta t} = \frac{\ln 4318.66 - \ln 1462.25}{1} = 1.083$$

$$C(t) = C(t_1) \exp^{-\left(\frac{Q}{V}\right) \times t} = C(t_1) \exp^{-(ACH) \times t} = 4318.66 \exp^{-1.083 \times \frac{60}{60}} = 1462.25 \text{ ppb}$$

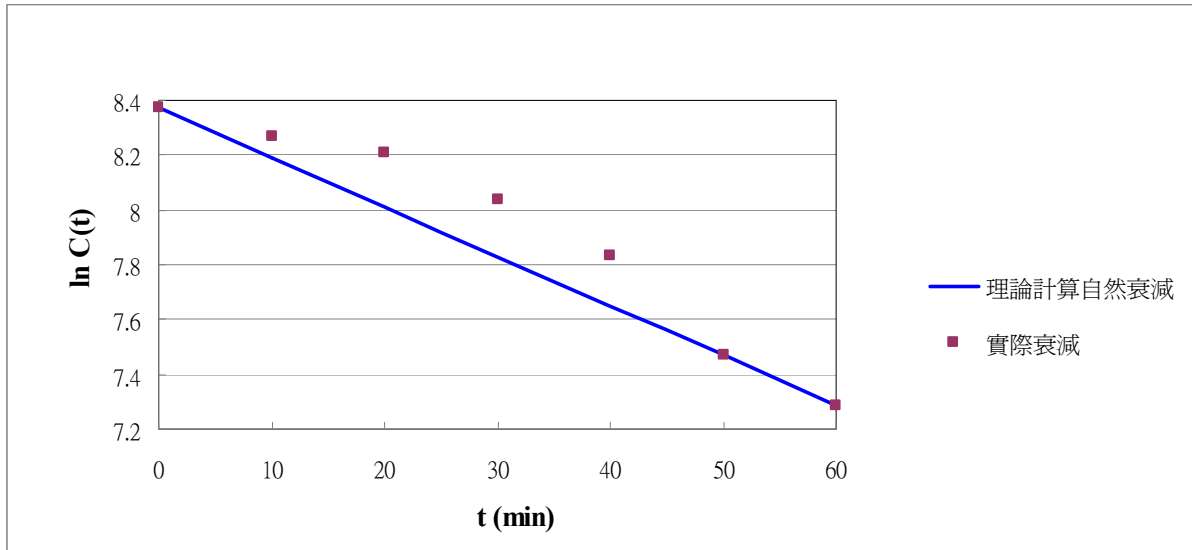


圖 29 理論計算醋酸濃度 60 分鐘自然衰減圖

## 2. 水霧噴灑理論衰減及推估實際吸收移除效率

計算實驗之水霧噴灑時間濃度下降斜率，再以相同初始濃度比較噴灑 60 分鐘理論衰減，最後再與自然衰減 60 分鐘之濃度取自然對數(ln)計算出未含實驗空間逸散影響因素之實際吸收的移除效率。本文僅詳述水霧  $2.5\text{kg}/\text{cm}^2$  吸收移除濃度理論計算，其餘系統各種噴灑壓力之吸收移除率數據請參閱附錄六、附錄七。

### (1). 濃度下降斜率計算式如下：

計算實驗測試之水霧噴灑起始醋酸濃度及噴灑停止之醋酸濃度差異(如表 20)，求出斜率之值為  $K_T$ ，此值包含了逸散造成的自然衰減率 ACH 及水霧噴灑吸收移除率的斜率  $K_S$  等二者斜率之相加。

$$2.5\text{kg}/\text{cm}^2 \Rightarrow K_T = \frac{\ln C(t_1) - \ln C(t_2)}{\Delta t} = \frac{\ln 4483.42 - \ln 902.35}{20/60} = 4.81$$

$$2.5\text{kg}/\text{cm}^2 \Rightarrow K_S = K_T - ACH = 4.81 - 1.083 = 3.727$$

$K_T$ : 含 ACH 及水霧吸收移除之斜率。

$K_S$ : 實際被水霧吸收移除之斜率。

**(2). 理論推估水霧噴灑 60 分鐘  $\eta_T$  及  $\eta_S$  吸收之移除率**

**a. 含 ACH 及水霧吸收之移除率**

$$C(t) = C(t_1) \exp^{-\left(\frac{Q}{V} + K_S\right) \times t} = C(t_1) \exp^{-K_T \times t} = 4318.66 \exp^{-4.81 \times \frac{60}{60}} = 35.18 \text{ ppb}$$

$$2.5 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \eta_T = \frac{4318.66 - 35.18}{4318.66} \times 100\% = 99.18\%$$

**b. 實際被水霧吸收之移除率**

$$C(t) = C(t_1) \exp^{-(K_T - ACH) \times t} = 4318.66 \exp^{-3.727 \times \frac{60}{60}} = 103.93 \text{ ppb}$$

$$2.5 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \eta_S = \frac{4318.66 - 103.93}{4318.66} \times 100\% = 97.59\%$$

$\eta_T$ : 吸收移除效率, 含 ACH 及水霧吸收之移除率。

$\eta_S$ : 為實際被水霧吸收之移除率。

**表 20 理論推估水霧噴灑 60 分鐘醋酸濃度衰減值**

吸收移除條件	自然衰減	2.0 kg/cm <sup>2</sup>	2.5 kg/cm <sup>2</sup>	2.0 kg/cm <sup>2</sup>	2.5 kg/cm <sup>2</sup>
ACH/ $K_T$ / $K_S$	ACH 1.08	$K_T$ 4.07	$K_T$ 4.81	$K_S$ 2.99	$K_S$ 3.73
0 min	4318.66	4318.66	4318.66	4318.66	4318.66
10 min	3605.46	2189.76	1937.46	2622.92	2320.70
20 min	3010.05	1110.31	869.19	1593.01	1247.07
30 min	2512.96	562.98	389.94	967.51	670.13
40 min	2097.96	285.46	174.94	587.61	360.11
50 min	1751.50	144.74	78.48	356.88	193.51
60 min	1462.25	73.39	35.18	216.75	103.93

註: 本表內醋酸濃度單位為 ppb



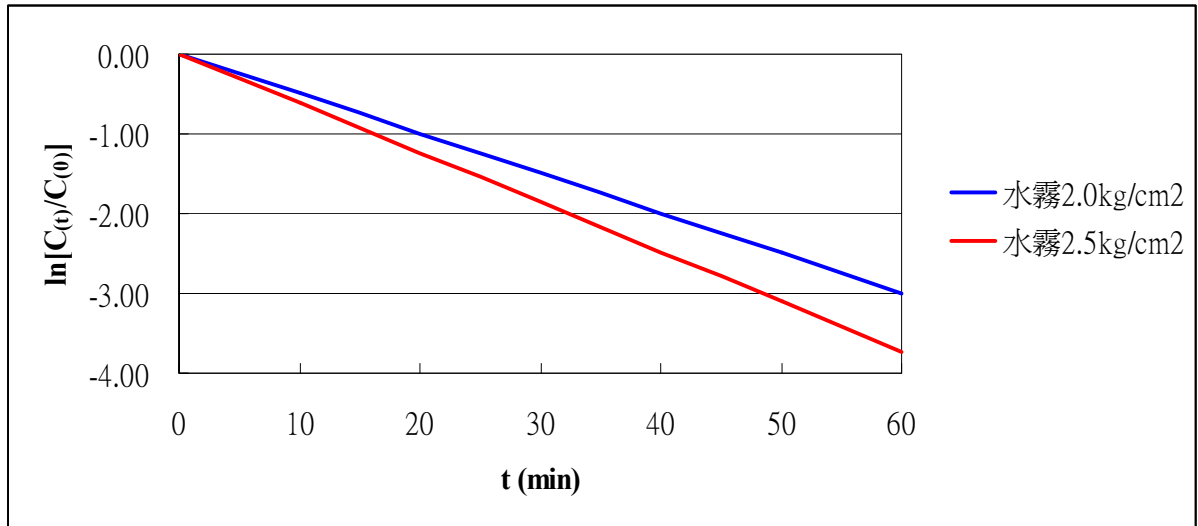


圖 30 理論推估水霧噴灑實際吸收之移除醋酸時間濃度

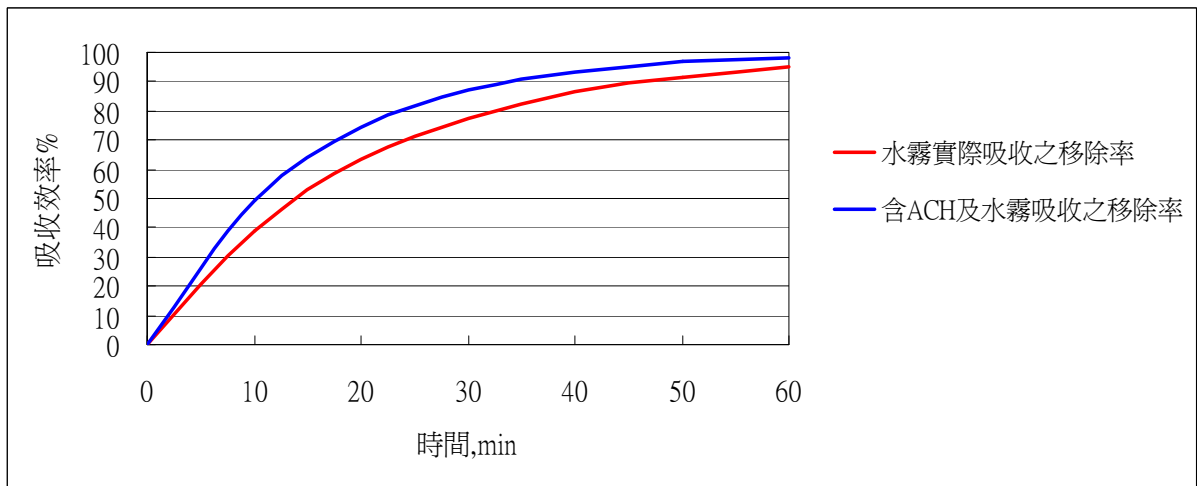


圖 31 理論推估水霧 2.0kg/cm<sup>2</sup> 噴灑實際吸收之移除率

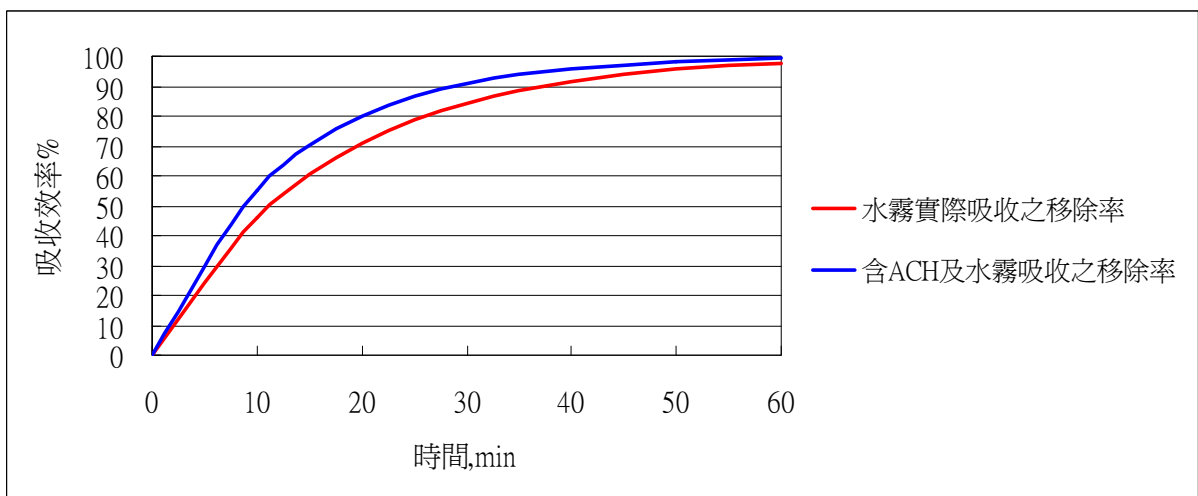


圖 32 理論推估水霧 2.5kg/cm<sup>2</sup> 噴灑實際吸收之移除率

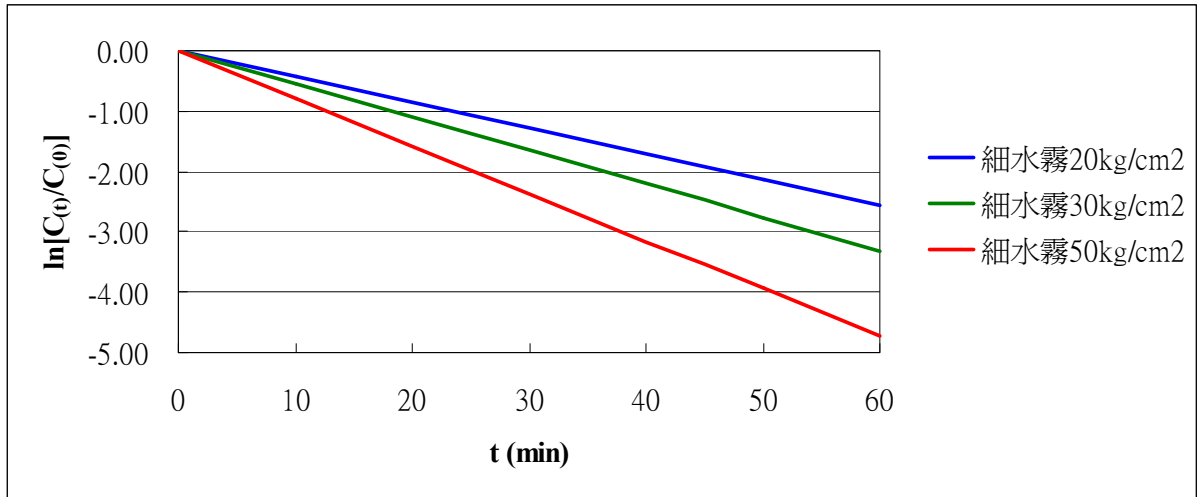


圖 33 理論推估細水霧噴灑實際吸收之移除醋酸時間濃度

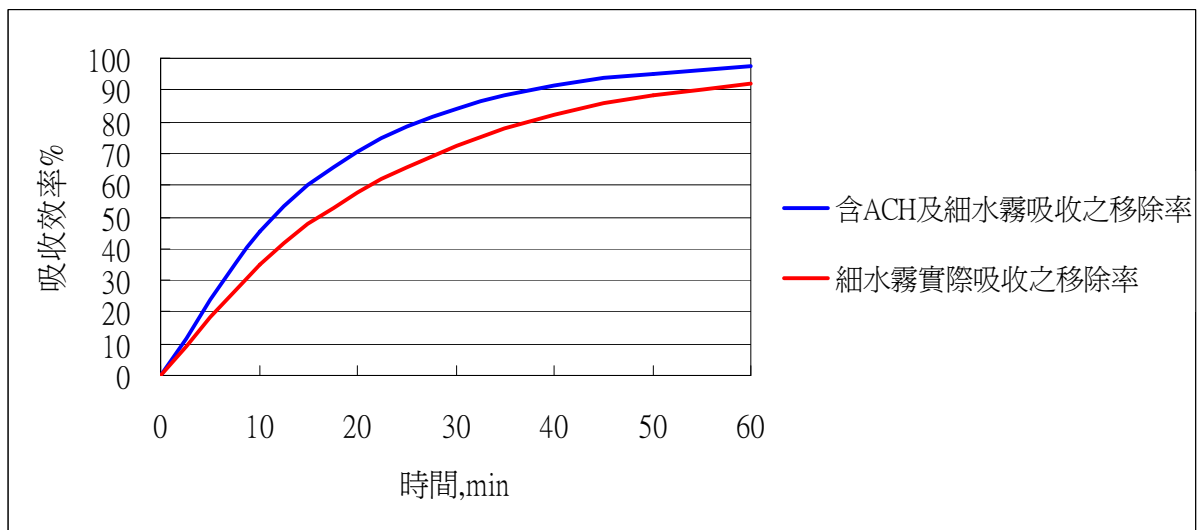


圖 34 理論推估細水霧 20kg/cm<sup>2</sup> 噴灑實際吸收之移除率

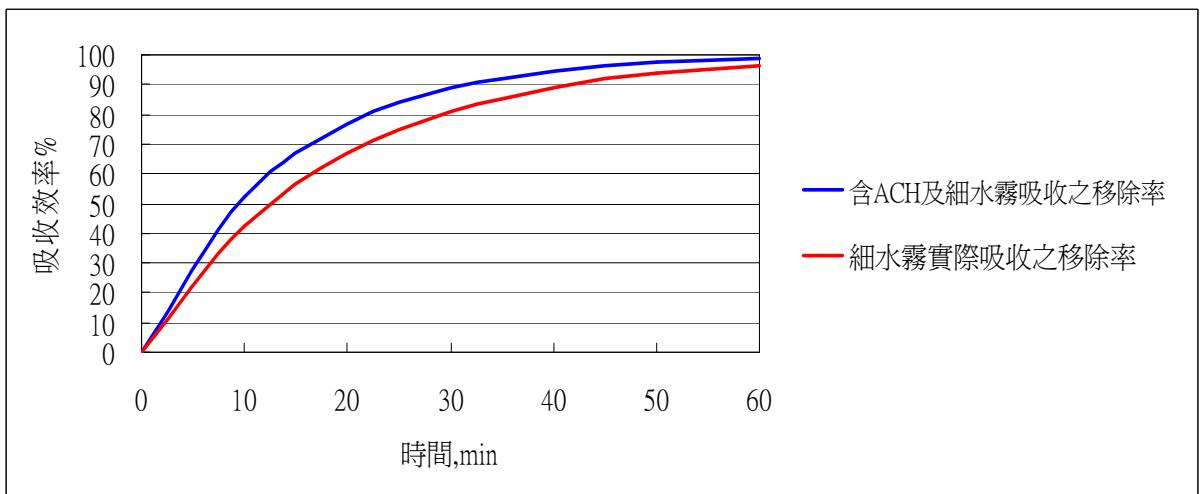


圖 35 理論推估細水霧 30kg/cm<sup>2</sup> 噴灑實際吸收之移除率

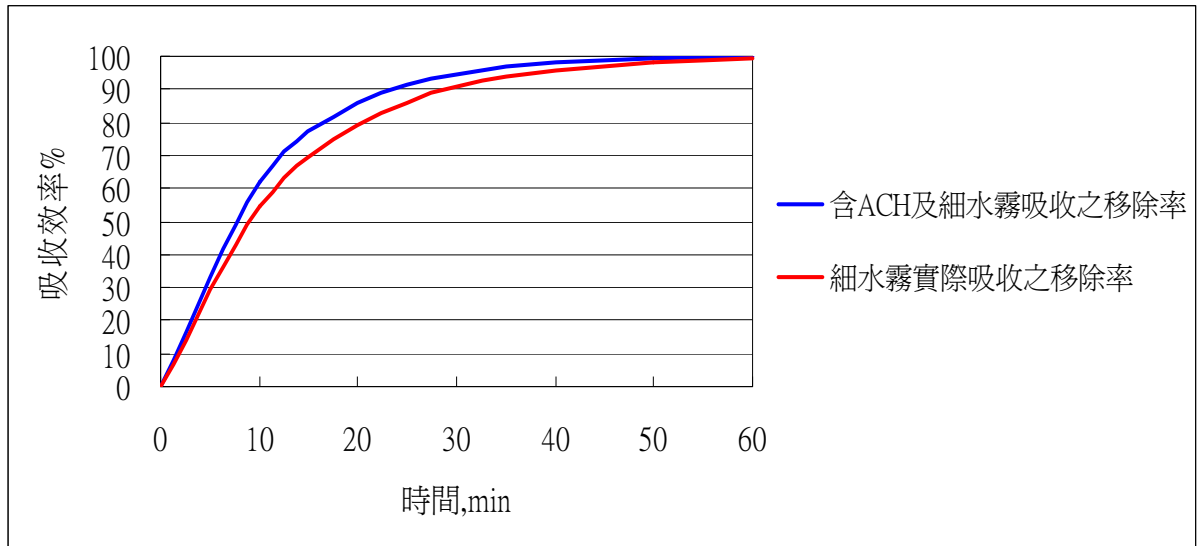


圖 36 理論推估細水霧 50kg/cm<sup>2</sup> 噴灑 ACH 與實際吸收之移除率比較

#### 4.4.3 理論推估自然衰減及細水霧噴灑吸收移除醋酸濃度時間

理論推估醋酸自然衰減至 10ppb 以下需時約 350 分鐘，細水霧 20kg/cm<sup>2</sup>、30kg/cm<sup>2</sup>、50kg/cm<sup>2</sup> 噴灑吸收之移除醋酸濃度衰減至 10ppb 以下分別需時各約為 150、105、80 分鐘，詳細濃度衰減時間對照表(如附錄七)。

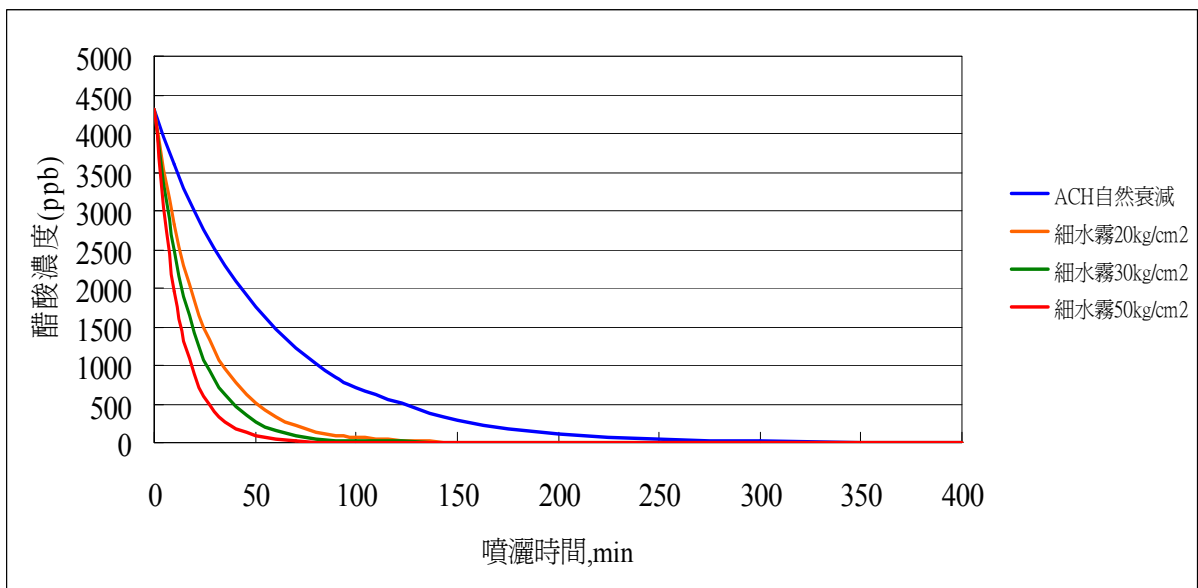


圖 37 理論推估 ACH 及細水霧實際吸收移除時間

#### 4.5 理論推估各系統噴灑吸收之效率比較

以相同初始濃度比較各系統噴灑相同時間，由醋酸濃度衰減情況可得知，以細水霧 50kg/cm<sup>2</sup> 噴灑之吸收效率最佳，即使考量實驗空間自然逸散的影響，只要持續噴灑 30 分鐘即可達 90.62% 吸收效率，60 分鐘更可達 99.12% 的吸收效率，更重要者其用水量約 140 公升及可達 90% 的吸收效率。詳細各系統噴灑時間醋酸濃度衰減之無因次 ln 值(如附錄八)。

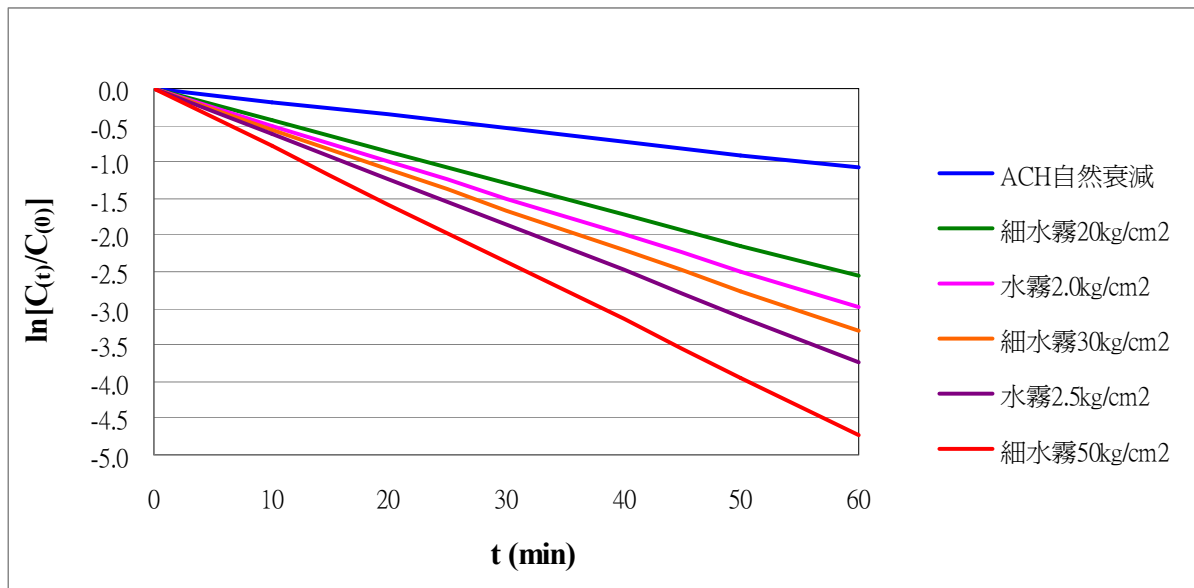


圖 38 理論推估 ACH 及各系統實際吸收之移除醋酸時間濃度比較

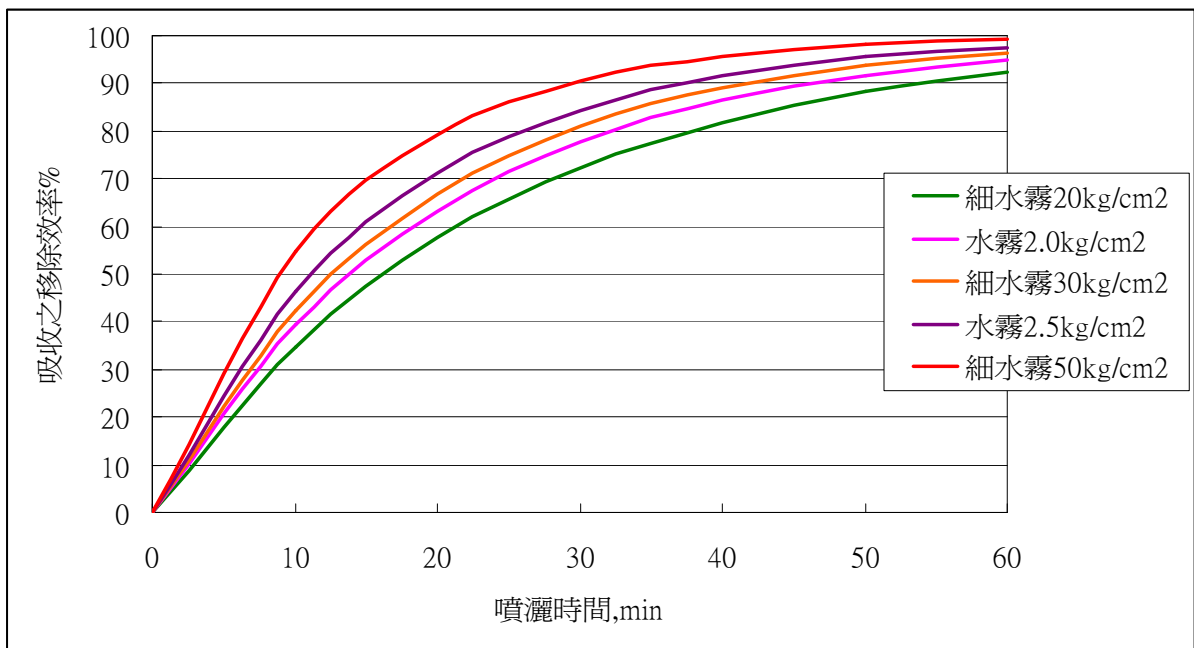


圖 39 理論推估水霧及細水霧實際吸收之移除率

#### 4.6 細水霧噴灑液滴粒徑量測

本研究使用之細水霧噴為徐一量教授研發，有關此細水霧噴頭霧化液滴之粒徑量測，引用葉昇宏<sup>[37]</sup>PIV量測技術之開發與應用：細水霧噴頭之粒徑分析之研究結論(如表21)，可確認當末端噴灑壓力提高時不論是平均液滴粒徑AD或是梭特平均液滴粒徑SMD，皆顯示其噴灑壓力越高則細水霧液滴粒徑有變為越小的趨勢。本研究實驗結果細水霧系統對醋酸濃度吸收效率由圖39所示，亦呈現出 $50 \text{ kg/cm}^2 > 30 \text{ kg/cm}^2 > 20 \text{ kg/cm}^2$ ，顯然與噴灑壓力越高液滴粒徑越小之趨勢致使液滴表面積增加有著極大的關連性，當然水量亦為另一影響吸收效率良窳之因素。

表21 不同末端噴灑壓力的AD與SMD量測結果(葉昇宏,2008)

末端噴灑壓力	距離中心位置 40cm		距離中心位置 52cm	
	AD( $\mu\text{m}$ )	SMD( $\mu\text{m}$ )	AD( $\mu\text{m}$ )	SMD( $\mu\text{m}$ )
10 Kg/cm <sup>2</sup>	218.212	410.001	192.868	371.008
20 Kg/cm <sup>2</sup>	204.955	400.923	143.840	305.218
30 Kg/cm <sup>2</sup>	135.103	280.232	127.154	232.518

註:梭特平均直徑計算式 (Sauter mean diameter ,SMD,  $d_{32}$  or  $D[3, 2]$ )

$$d_s = \sqrt{\frac{A_p}{\pi}}$$

$$d_v = \left(\frac{6V_p}{\pi}\right)^{1/3},$$

$$SD = D[3, 2] = d_{32} = \frac{d_v^3}{d_s^2}.$$

$d_s$ :霧滴表面直徑 ( $\mu\text{m}$ )

$d_v$ :霧滴體積直徑 ( $\mu\text{m}$ )

$A_p$ :量測表面區域 ( $\text{m}^2$ )

$V_p$ :霧滴體積 ( $\text{m}^3$ )



## 第五章、結論及建議

### 5.1 結論

96年12月17日行政院環境保護署頒佈「毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法」，其中第三條第二項明定「運作毒性化學物質氣達大量運作基準者，應有水霧噴灑設施、安全阻絕防護系統等，以降低災害風險」，由於所公佈的條文中並未明定水霧噴灑設施相關的設置標準，故本研究針對水霧、細水霧及灑水系統實施不同噴灑壓力、流量等實驗探討其吸收效率之優劣。實驗時以醋酸模擬洩漏氯氣被水霧或細水霧吸收之效率探討，經過數十次的建立背景濃度-噴灑-採樣-分析-之循環重複實驗，整理後得到如下的結論：

1. 實驗結果推論在相同的空間下，各系統皆呈現隨著噴灑時間增長或噴灑壓力提高，均會造成吸收之移除效率增加的趨勢。
2. 水霧系統由實驗得知末端噴灑壓力達  $2.5\text{kg/cm}^2$  以上，而且噴灑時間長度持續達 20 分鐘，則吸收之移除效率可達 79.87%。如考量實驗空間自然逸散之影響，則實際被水霧吸收之移除效率為 71.20%，需持續噴灑 40 分鐘才能達到 91.66% 實際被水霧吸收之移除效率。
3. 消防自動灑水系統即使噴灑時的流量較水霧及細水霧系統噴灑流量高很多，但並未呈現出良好的吸收效率，推估其原因為灑水系統液滴粒徑遠大於其他二種系統之故。且灑水系統單位時間流量太大使用時恐水損程度隨壓力提高而增加，使用於酸鹼性氣體之吸收仍需多加考量。
4. 細水霧系統經  $20\text{kg/cm}^2$ 、 $30\text{kg/cm}^2$  及  $50\text{kg/cm}^2$  噴灑實驗結果，含實驗空間自然逸散及細水霧吸收之情況以  $50\text{kg/cm}^2$  吸收之移除效率表現最好，其噴灑時間長度持續達 15 分鐘以上即可達 91%，當噴灑時間持續 25 分鐘更可達到 98.6% 的吸收效率。而且細水霧系統具有用水量極少之優點，約為水霧系

統的十八分之一水量。

5.以理論推估細水霧  $50\text{kg}/\text{cm}^2$  噴灑實際吸收之移除率，得到結果只要持續噴灑 30 分鐘即可達 90.62%吸收移除率，60 分鐘更可達 99.12% 的吸收移除率，更重要者為用水量約 140 公升即可達 90%的吸收移除效率。

6.依據葉昇宏 PIV 量測技術之開發與應用：細水霧噴頭之粒徑分析之研究結論，噴灑壓力越高則液滴粒徑有變為越小的趨勢，驗證細水霧對醋酸吸收效率之提升亦會受到噴灑壓力越高液滴粒徑越小的趨勢之影響。

## 5.1 建議

1.因為本研究乃以醋酸模擬氯氣洩漏時，使用水霧或細水霧進行吸收除毒效率探討，只能以實驗結果推估其不同系統之吸收效率的良窳，並不能肯定其效率即代表對氯氣的吸收效率，建議能有充足的防護裝置及設備進行氯氣洩漏之吸收除毒研究，以更直接的研究結論提供修法參考。

2.本實驗建立背景濃度達一定濃度值以上，即關閉加熱器並封閉醋酸燒杯口使不再產生醋酸濃度，並進行水霧噴灑以測定其吸收效率，與實務操作或儲存、搬運、管理不當致發生洩漏時，無法立即關閉洩漏源的情況下進行水霧吸收除毒之相較，本實驗的吸收效率值仍應加以研究其向下修正的參數值。



## 參考文獻

- [ 1 ] 行政院環境保護署, 98 年 7 月 31 日公告「列管毒性化學物質及其運作管理事項」。
- [ 2 ] 行政院環境保護署, 96 年 1 月 3 日「毒性化學物質管理法」。
- [ 3 ] The Chlorine Institute, 網址<http://www.chlorineinstitute.org/> "About Chlorine/Chlorine Information/"。
- [ 4 ] 王澄霞、陳朝棟、楊永華, 88 年 8 月修訂四版「化學」(上), 三名書局。
- [ 5 ] 勞工安全衛生研究所(IOSH), 「氯除毒設備」, 類號:SDS-E-002, 總號:0005。
- [ 6 ] 行政院勞工委員會, 84 年 5 月「氯之危害防止手冊」。
- [ 7 ] 王順典, 96 年 5 月「一自來水廠的氯氣洩漏風險分析與危害控制」, 國立交通大學產業安全與防災研究所。
- [ 8 ] Standard Operating Procedure For Chlorine Gas/網址 [http://www.materials.drexel.edu/Safety/SOP/sop\\_chlorine\\_gas](http://www.materials.drexel.edu/Safety/SOP/sop_chlorine_gas), 2006
- [ 9 ] 行政院環境保護署, 93 年 6 月 16 日「毒性化學物質災害防救業務計畫」(核定本)。
- [ 10 ] 工業技術研究院環境與安全衛生技術發展中心, 「緊急應變中心」網址 <http://w3.itri.org.tw/accident/news/default.asp>。
- [ 11 ] Electronic Code of Federal Regulations, Title 29 **Labor**, Section 1910-119, (Process safety management of highly hazardous chemicals.)04/19/2010。
- [ 12 ] SEMI S2, SEMI S5, SEMI S8 & Code of federal Regulations, Title 40, Part 63, (Clean Air Act)。
- [ 13 ] 行政院環境保護署, 96 年 1 月 3 日修正公布「毒性化學物質管理辦法」。
- [ 14 ] 行政院環境保護署, 96 年 12 月 17 日公布「毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法」。

- [ 15 ] 行政院環境保護署, 98 年 9 月 28 日修正公布「毒性化學物質運送管理辦法」。
- [ 16 ] 行政院環境保護署, 98 年 7 月 31 日修正「列管毒性化物質及其運作理事項」。
- [ 17 ] 行政院環境保護署, 95 年 12 月 14 日修正公告「事業廢棄物貯存處理方法及設施標準」。
- [ 18 ] 行政院勞工委員會, 91 年 6 月 12 日公布增訂「勞工安全衛生法」。
- [ 19 ] 行政院勞工委員會, 96 年 2 月 14 日修正「勞工安全衛生設施規則」。
- [ 20 ] 行政院勞工委員會, 98 年 2 月 5 日修正「勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法」。
- [ 21 ] 行政院勞工委員會, 94 年 6 月 10 日修正「危險性工作場所審查暨檢查辦法」。
- [ 22 ] 行政院勞工委員會, 92 年 12 月 31 日修正發布「勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準」。
- [ 23 ] 行政院勞工委員會, 87 年 6 月 30 日修正發布「高壓氣體勞工安全規則」。
- [ 24 ] 行政院勞工委員會, 90 年 12 月 31 日修正「特定化學物質危害預防標準」。
- [ 25 ] 行政院勞工委員會, 93 年 12 月 31 日修正「勞工作業環境測定實施辦法」。
- [ 26 ] 行政院勞工委員會, 97 年 12 月 5 日核釋「危險物與有害物標示及通識規則」。
- [ 27 ] 內政部消防署, 96 年 5 月 9 日修正發布「公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準暨安全管理辦法」。
- [ 28 ] 張一岑, 86 年 9 月「化工製程安全管理」, 揚智文化事業公司。
- [ 29 ] JOHN H. SEINFELD & SPYROS N. PANDIS, 2006「Atmospheric chemistry and physics」by Wiley-interscience, Second Edition。
- [ 30 ] 簡弘民, 98 年 10 月「無機酸鹼廢氣洗滌技術」, 國立交通大學碩士專班授課資料。
- [ 31 ] 氯-物質安全資料表(MSDS)勞委會委託工研院環安中心製作。

- [ 32 ] 醋酸-物質安全資料表(MSDS)中石化公司高雄縣大社廠製作。
- [ 33 ] Tsai, C. J., Lin, G. Y. and Chen, S. C. (2008). A parallel plate wet denuder for acidic gas measurement. *AIChE J.* 54:2198-2205
- [ 34 ] 水霧噴頭流量係數K，網址<http://www.BETE.com>。
- [ 35 ] 內政部消防署, 96 年 4 月 30 日核定與彰得興業股份有限公司, 內授消字第 09608234182 號消防機具器材及設備型式認可書。
- [ 36 ] 陳春萬, 99 年 2 月 「整體換氣指標與換氣率 ACH 關係之研究」, IOSH98-H310 勞工安全衛生研究所。
- [ 37 ] 葉昇宏, 97 年 6 月 「PIV 量測技術之開發與應用：細水霧噴頭之粒徑分析之研究」, 國立交通大學機械工程學系研究所。



# 附 錄

## 附錄一

### 毒性化學物質管理法

中華民國七十五年十一月二十六日總統華總（一）義字第五九六二號令制定公布全文二十九條

中華民國七十七年十一月十六日總統華總（一）義字第五二八八號令修正公布第三條條文

中華民國八十六年十一月十九日總統華總（一）義字第八六〇〇二四六七八〇號令修正公布全文四十四條

中華民國八十八年十二月二十二日總統華總一義字第八八〇〇三〇三四六〇號令修正公布第三條及第三十六條條文

中華民國九十一年六月十二日總統華總一義字第〇九一〇〇一一九二三〇號令修正公布第二十三條及第三十四條條文

中華民國九十六年一月三日華總一義字第〇九五〇〇一八四五七一號令修正公布



#### 第一章 總 則

- 第 一 條 為防制毒性化學物質污染環境或危害人體健康，特制定本法。
- 第 二 條 本法所稱主管機關：在中央為行政院環境保護署；在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府。
- 第 三 條 本法專用名詞定義如下：
- 一、毒性化學物質：指人為有意產製或於產製過程中無意衍生之化學物質，經中央主管機關認定其毒性符合下列分類規定並公告者。其分類如下：
    - (一)第一類毒性化學物質：化學物質在環境中不易分解或因生物蓄積、生物濃縮、生物轉化等作用，致污染環境或危害人體健康者。
    - (二)第二類毒性化學物質：化學物質有致腫瘤、生育能力受損、畸胎、遺傳因子突變或其他慢性疾病等作用者。
    - (三)第三類毒性化學物質：化學物質經暴露，將立即危害人體健

康或生物生命者。

(四)第四類毒性化學物質：化學物質有污染環境或危害人體健康之虞者。

二、運作：指對化學物質進行製造、輸入、輸出、販賣、運送、使用、貯存或廢棄等行為。

三、污染環境：指因化學物質之運作而改變空氣、水或土壤品質，致影響其正常用途，破壞自然生態或損害財物。

四、釋放量：指化學物質因運作而流布於空氣、水或土壤中之總量。

第 四 條 中央主管機關之主管事項如下：

一、全國性毒性化學物質管理政策、方案及計畫之策訂。

二、全國性毒性化學物質管理相關法規之制（訂）定、審核及釋示。

三、全國性毒性化學物質運送管理之督導。

四、直轄市或縣（市）毒性化學物質管理之監督、輔導及核定。

五、涉及有關機關間、二縣（市）以上、直轄市與縣（市）或二直轄市間毒性化學物質管理之協調。

六、全國性毒性化學物質管理之研究、發展及執行人員之訓練。

七、毒性化學物質管理之國際合作及科技交流。

八、全國性毒性化學物質管理之宣導。

九、輔導毒性化學物質運作廠商成立毒性化學物質聯防組織。

十、其他有關全國性毒性化學物質之管理。

第 五 條 直轄市、縣（市）主管機關之主管事項如下：

一、轄內毒性化學物質管理之實施方案與計畫之規劃及執行。

二、毒性化學物質管理法規之執行與轄內毒性化學物質管理自治法規之制（訂）定、釋示及執行。

三、轄內毒性化學物質管理之研究發展及宣導。

四、轄內毒性化學物質運作流布之調查及研判。

五、轄內毒性化學物質管理調查與統計資料之製作及彙報。

六、其他有關轄內毒性化學物質之管理。

第 六 條 主管機關得委任所屬機關或委託其他機關、團體，辦理毒性化學物質之管理研究、人員訓練、危害評估及預防有關事宜。

## 第二章 危害評估及預防

第七條 化學物質之毒理特性符合本法第三條所定毒性化學物質之分類定義者，中央主管機關應公告為第一類、第二類、第三類或第四類毒性化學物質。

第一類、第二類及第三類毒性化學物質，中央主管機關得公告限制或禁止其有關之運作。

運作人使用毒性化學物質之過程因採行對策及控制方法，證明可預防或避免污染環境或危害人體健康者，得申請解除前項公告所定限制或禁止事項。申請被駁回者，得提出申復，但以一次為限；其申請應檢附之文件、核駁、提起申復之期限及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

第四類毒性化學物質之運作，除應申報該毒性化學物質之毒理相關資料及適用第八條、第十一條、第十二條、第十五條第二項、第二十四條至第三十八條、第四十一條及第四十二條規定外，不受本法其他規定之限制。

第八條 毒性化學物質之運作及其釋放量，運作人應製作紀錄定期申報，其紀錄應妥善保存備查。

前項紀錄之製作、格式、申報內容、頻率、方式、保存及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

第九條 第一類及第二類毒性化學物質之運作，中央主管機關得以釋放總量管制方式管制之。

第十條 第一類至第三類毒性化學物質之運作人，應檢送該毒性化學物質之危害預防及應變計畫，報請直轄市、縣（市）主管機關備查，並依危害預防及應變計畫內容實施。

主管機關應將前項第三類毒性化學物質之危害預防及應變計畫公開供民眾查閱。

前二項毒性化學物質危害預防及應變計畫之製作、內容、提報、實施、公開查閱及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

## 第三章 管 理

第十一條 毒性化學物質之運作，除法律另有規定外，應依中央主管機關公告或審定之方法行之。

中央主管機關得依管理需要，公告毒性化學物質之管制濃度及大量運作基準。

第十二條 毒性化學物質經科學技術或實地調查研究，證實公告之管理事項已不合需要時，中央主管機關應即公告變更或廢止之。

第十三條 製造、輸入、販賣第一類至第三類毒性化學物質者，應向主管機關申請核發許可證，並依許可證內容運作。

使用、貯存第一類至第三類毒性化學物質者，應向直轄市、縣(市)主管機關申請登記，並依登記文件內容運作。

廢棄、輸出第一類至第三類毒性化學物質者，應逐批向直轄市、縣(市)主管機關申請登記，始得運作。

第一項及第二項所定第一類至第三類毒性化學物質之運作，其運作總量低於依第十一條第二項公告之大量運作基準者，得報經直轄市、縣(市)主管機關核可並取得核可文件，不受第一項、第二項、第十條、第十八條及第十九條規定之限制。

前四項許可證、登記與核可之申請、審查程序、核(換、補)發、變更、展延、撤銷、廢止及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

第十四條 前條第一項所定許可證、第二項所定登記文件及第四項所定核可文件之有效期間為五年，期滿仍須繼續運作者，應於期滿前三個月至六個月之期間內申請展延，每次展延，不得超過五年。

為防制第一類至第三類毒性化學物質污染環境或危害人體健康所必要，主管機關得變更或廢止前項許可證、登記文件、核可文件。

第十五條 經依本法規定撤銷、廢止其許可證、登記、核可或勒令歇業者，第一類至第三類毒性化學物質運作人二年內不得申請該毒性化學物質運作之許可證、登記或核可。

經依本法規定予以部分或全部停工(業)者，運作人應於復工(業)前檢具改善完成說明及證明文件，報經主管機關審查通過，始得復工(業)；其經主管機關命限期改善而自報停工(業)者，亦同。

第十六條 第一類至第三類毒性化學物質運作人應採取必要之防護第三人措施，並依規定對運作風險投保責任保險。

前項應投保責任保險之運作人及保險標的、保險契約項目、最低保險金額、保險內容、文件保存及相關內容之辦法，由中央主管機關定之。

第一類至第三類毒性化學物質運作人應積極預防事故發生，於事故發生時，負責採取必要之防護、應變、清理等處理措施。

製造、使用、貯存、運送第一類至第三類毒性化學物質者，應組設全國性毒性化學物質聯防組織，輔助前項事故發生時之防護、應變及清理措施。

第十七條 第一類至第三類毒性化學物質之容器、包裝、運作場所及設施，運作人應依規定標示毒性及污染防制有關事項，並備具該毒性化學物質之物質安全資料表。

前項容器、包裝、運作場所、設施之標示與物質安全資料表之製作、分類、圖示、內容、格式、設置及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

第十八條 第一類至第三類毒性化學物質之製造、使用、貯存、運送，運作人應依規定設置專業技術管理人員，從事毒性化學物質之污染防制、危害預防及應變。

前項專業技術管理人員之資格、訓練、核發、撤銷或廢止合格證書、設置等級、人數、執行業務、代理、變更及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

第十九條 第一類至第三類毒性化學物質之運作過程中，應維持其防止排放或洩漏設施之正常操作，並備有應變器材。

前項應變器材及偵測與警報設備之設置、構造、操作、檢查、維護、保養、校正、記錄、紀錄保存及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

第二十條 第一類至第三類毒性化學物質停止運作期間超過一個月者，負責人應自停止運作之日起三十日內，將所剩之毒性化學物質列冊報請主管機關核准，並依下列方式處理之：

- 一、退回原製造或販賣者。
- 二、販賣或轉讓他人。
- 三、退運出口。
- 四、依廢棄物清理有關法規規定處置。
- 五、其他經中央主管機關公告或審定之方式。

第二十一條 第一類至第三類毒性化學物質之運作，有下列情形之一者，視為停止運作：

- 一、未經主管機關核准，中止運作一年以上。
- 二、中止運作六個月以上，經主管機關認定有污染環境或危害人



體健康之虞。

三、依本法規定撤銷、廢止其許可證、登記、核可或勒令歇業。

第二十二條 第一類至第三類毒性化學物質所有人應於運送前向起運地之直轄市、縣（市）主管機關申報運送聯單，並將核章後之運送聯單副知迄運地之直轄市、縣（市）主管機關。

運送第一類至第三類毒性化學物質之車輛，應依規定裝設即時追蹤系統並維持正常操作。

前二項運送聯單之申報與保存、即時追蹤系統裝設、運送時之標示、攜帶文件、安全裝備、事故處理及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關會同交通部定之。

第二十三條 第一類至第三類毒性化學物質運作人不得將該毒性化學物質販賣或轉讓予未經依第十三條第一項至第四項規定取得許可證、完成登記或取得核可者。但事先報經主管機關核准者，不在此限。

第二十四條 毒性化學物質，有下列情形之一者，運作人應立即採取緊急防治措施，並至遲於一小時內，報知直轄市、縣（市）主管機關：

一、因洩漏、化學反應或其他突發事故而污染運作場所周界外之環境。

二、於運送過程中，發生突發事故而有污染環境或危害人體健康之虞。

有前項各款情形時，中央或直轄市、縣（市）主管機關除命其採取必要措施外，並得命其停止與該事故有關之部分或全部運作。第一項第二款運送過程發生突發事故時，運作人或所有人應至遲於兩小時內派專業應變人員至事故現場，負責事故應變及善後處理等事宜。

第一項運作人除應於事故發生後，依相關規定負責清理外，並依規定製作書面調查處理報告，報請中央或直轄市、縣（市）主管機關備查；其報告之格式、內容、應記載事項及其他應遵行事項之準則，由中央主管機關定之。

第二十五條 主管機關得派員並提示有關執行職務上證明文件或顯示足資辨別之標誌，進入公私場所，查核毒性化學物質之運作、有關物品、場所或命提供有關資料；必要時，得出具收據，抽取毒性化學物質或有關物品之樣品，實施檢驗，並得暫行封存，由負責人保管。

前項抽取之樣品，應儘速檢驗，並得委託取得中央主管機關核發許可證之環境檢驗測定機構為之，其期間不得超過一個月。但經

中央主管機關核准者，不在此限。

前項環境檢驗測定機構應依其許可證之檢測類別執行業務；其應具備之條件、設施、檢測人員資格、在職訓練、許可證之申請、審查程序、有效期間、核（換）發、撤銷或廢止許可證、停業、復業、查核、評鑑程序、資料提報及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

毒性化學物質檢測之方法及品質管制事項，由中央主管機關公告之。

第二十六條 依前條第一項規定查核之毒性化學物質或有關物品，依查核結果，為下列處理：

一、有違反本法規定之情事，依本法規定處罰；其毒性化學物質或有關物品，得令運作人限期依廢棄物清理有關法規規定清理之。

二、封存之毒性化學物質或有關物品經認定為廢棄物者，得令運作人限期依廢棄物清理有關法規規定清理之。經認定得改善或改製其他物質者，啟封交還並監督限期改善或改製；屆期未改善或改製者，得令運作人限期依廢棄物清理有關法規規定清理之。

三、未違反本法之規定，即予啟封交還。

第二十七條 毒性化學物質之污染改善，由各目的事業主管機關輔導之。

第二十八條 政府機關或學術機構運作毒性化學物質之管理，得依下列規定為之：

一、運作毒性化學物質之管理權責、用途、設置專業技術管理人員、運送、紀錄製作、申報與保存年限、標示、貯存、查核及其他應遵行事項，由該管中央機關會同中央主管機關另定辦法。

二、由該管中央機關就個別運作事項提出經中央主管機關同意之管理方式。

## 第四章 罰 則

第二十九條 有下列情形之一，因而致人於死者，處無期徒刑或七年以上有期徒刑，得併科新臺幣一千萬元以下罰金；致重傷者，處三年以上十年以下有期徒刑，得併科新臺幣五百萬元以下罰金；致危害人體健

康導致疾病者，處三年以下有期徒刑，得併科新臺幣四百萬元以下罰金：

- 一、違反依第七條第二項公告之限制或禁止規定。
- 二、未依第十三條第一項規定取得許可證而擅自運作或未依許可證所列事項運作。
- 三、未依第十三條第二項或第三項規定登記而擅自運作或未依登記所列事項運作。
- 四、不遵行主管機關依第二十四條第二項所為之命令。

第三十條 有下列情形之一者，處三年以下有期徒刑、拘役或科或併科新臺幣五百萬元以下罰金：

- 一、違反依第七條第二項公告之限制或禁止規定致嚴重污染環境。
- 二、未依第十三條第一項規定取得許可證而擅自運作或未依許可證所列事項運作，致嚴重污染環境。
- 三、未依第十三條第二項或第三項規定登記而擅自運作或未依登記所列事項運作，致嚴重污染環境。
- 四、不遵行主管機關依第二十四條第二項所為之命令，致嚴重污染環境。
- 五、依本法規定有申報義務，明知為不實之事項而申報不實或於業務上作成之文書為虛偽記載。

第三十一條 法人之負責人、法人或自然人之代理人、受雇人或其他從業人員，因執行業務犯第二十九條或前條之罪者，除處罰其行為人外，對該法人或自然人亦科以各該條之罰金。

第三十二條 有下列情形之一者，處新臺幣一百萬元以上五百萬元以下罰鍰，並令其限期改善；屆期不改善者，得令其停工或停業；必要時，並得勒令歇業、撤銷、廢止登記或撤銷、廢止其許可證：

- 一、違反依第七條第二項公告之限制或禁止規定。
- 二、未依第十三條第一項規定取得許可證而擅自運作。
- 三、未依第十六條第一項規定對其運作風險投保責任保險。
- 四、違反第十九條第一項規定或依同條第二項所定辦法中有關應變器材、偵測與警報設備之設置、構造、操作、檢查、維護、保養及校正之管理規定而污染環境。
- 五、違反第二十條規定。
- 六、違反第二十四條第一項、第二項規定；違反第三項規定且污染環境；未依同條第四項規定負責清理。

七、經主管機關依第二十六條第一款或第二款令其限期清理，屆期不清理。

第三十三條 規避、妨礙或拒絕主管機關依第二十五條第一項所為之查核、命令、抽樣檢驗或封存保管者，處新臺幣三十萬元以上一百五十萬元以下罰鍰，並得按次處罰。

第三十四條 有下列情形之一者，處新臺幣十萬元以上五十萬元以下罰鍰，並令其限期改善；屆期不改善者，得令其停工或停業；必要時，並得勒令歇業、撤銷、廢止登記或撤銷、廢止其許可證：

一、依第七條第四項、第八條第一項、第二十二條第一項或第二十四條第四項規定，有記錄、申報、保存或報告義務，而未記錄、申報、保存或報告。

二、違反第十條第一項、第十七條第一項、第十八條第一項或第二十三條規定。

三、違反第十三條第二項或第三項規定未申請登記而擅自運作。

四、違反依第十六條第二項所定辦法中有關保險標的、保險契約項目、最低保險金額、保險內容及文件保存之管理規定或違反第三項未積極預防致發生事故。

五、違反第十九條第一項規定或依同條第二項所定辦法中有關應變器材、偵測與警報設備之設置、構造、操作、檢查、維護、保養、校正、記錄及紀錄保存之管理規定。

六、違反依第二十二條第二項規定或依同條第三項所定辦法中有關運送聯單之申報與保存、即時追蹤系統裝設、運送時之標示、攜帶文件、安全裝備、事故處理之管理規定。

七、違反第二十五條第三項規定許可證檢測類別或依同項所定辦法中有關應具備之條件、設施、檢測人員資格、在職訓練、檢測許可證有效期限、資料提報及執行業務之管理規定。

第三十五條 有下列情形之一者，處新臺幣六萬元以上三十萬元以下罰鍰，並令其限期改善；屆期不改善者，得命其停工或停業；必要時，並得勒令歇業、撤銷、廢止登記或撤銷、廢止其許可證：

一、違反依第八條第二項所定辦法中有關紀錄製作、格式、申報內容、頻率、方式、保存之管理規定。

二、違反第九條之釋放總量管制方式運作。

三、違反依第十條第三項所定辦法中有關危害預防及應變計畫之製作、內容、提報及實施之管理規定。

- 四、違反第十一條第一項規定。
- 五、未依第十三條第一項許可證所列事項運作或未依同條第二項、第三項登記事項運作。
- 六、違反第十三條第四項未經核可而擅自運作或未依核可事項運作。
- 七、違反依第十三條第五項所定辦法中有關許可登記核可、換(補)發、變更之管理規定。
- 八、違反依第十七條第二項所定辦法中有關容器、包裝、運作場所、設施標示與物質安全資料表之製作、分類、圖示、內容、格式及設置之管理規定。
- 九、違反依第十八條第二項所定辦法中有關專業技術管理人員之資格、訓練、設置等級、設置人數、執行業務、代理、變更之管理規定。
- 十、違反依第二十八條第一款所定辦法中有關政府機關或學術機構管理權責、用途、設置專業技術管理人員、運送、紀錄製作、申報與保存年限、標示、貯存、查核之管理規定或未依同條第二款之管理方式運作。

第三十六條 依第二十五條規定查核之毒性化學物質或有關物品，依查核結果，為下列處分：

- 一、有違反本法規定之情事者，其毒性化學物質或有關物品，得沒入之。
- 二、封存之毒性化學物質或有關物品經認定得改善或改製其他物質，屆期未改善或改製者，得沒入之。

第三十七條 依本法通知限期改善、申報或改製者，其改善、申報或改製期間，除因事實需要且經中央主管機關核准外，不得超過三十日。

## 第五章 附 則

第三十八條 未經公告為毒性化學物質前已運作者，經中央主管機關公告後，運作人對於依規定應申報、提報或辦理事項，應於公告規定期間內完成改善，並依本法取得許可證、完成登記或取得核可後，始得繼續為之。

第三十九條 本法修正施行前已依法取得登記備查文件或核可文件者，應自本

法修正施行之日起五年內，向直轄市、縣（市）主管機關申請展延，屆期未申請或未獲准展延者，失其效力。

第四十條 各級主管機關依本法應收取規費之標準，由中央主管機關定之。

第四十一條 依本法所為之審查、查核及抽樣檢驗，涉及國防或工商機密者，應予保密。但有關化學物質之物理、化學、毒理及安全相關資料，不在此限。

第四十二條 凡符合下列條件之一者，主管機關得予以獎勵：

一、運作人連續十年未違反本法規定。

二、致力毒性化學物質之危害預防及有關設備改善績效卓著。

三、發明或改良降低毒性化學物質製造、運送、貯存、使用時所產生危險或污染之方法，足資推廣。

前項獎勵之適用對象、評選、獎勵方式及其他應遵行事項之規定，由主管機關定之。

第四十三條 本法施行細則，由中央主管機關定之。

第四十四條 本法自公布日施行。



## 附錄二

### 毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法總說明

毒性化學物質管理法於九十六年一月三日修正公布，其第十九條規定，第一類至第三類毒性化學物質之運作過程中，應備有應變器材，故針對應變器材及偵測與警報設備之設置、構造、操作、檢查、維護、保養、校正、記錄、紀錄保存及其他應遵行事項，爰擬具「毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法」，其訂定要點如下：

- 一、法源依據。(第一條)
- 二、應變器材及個人防護設備之適用對象及定義說明。(第二條)
- 三、運作毒性化學物質光氣、氯達大量運作基準者，應有水霧噴灑設施、安全阻絕防護系統等，以降低災害風險。(第三條)
- 四、偵測及警報設備之適用對象及定義說明。(第四條)
- 五、應變器材、偵測及警報設備相關資料，應先送備查後，始得申請許可證、登記文件。(第五條)
- 六、偵測及警報設備之構造功能、設置地點、警報設定值、偵測誤差及相關使用、管理規定。(第六條至第十條)
- 七、應變器材、偵測及警報設備須進行檢查維護保養及測試校正之頻率並作紀錄。(第十一條)
- 八、免設置偵測及警報設備之規定。(第十二條)
- 九、應變器材、偵測及警報設備發生故障時之處理方式。(第十三條)
- 十、施行前已運作毒性化學物質者報備應變器材、偵測及警報設備之過渡期間規定。(第十四條)
- 十一、本辦法施行日。(第十五條)

毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法

條 文	說 明
<p><b>第一條</b> 本辦法依<b>毒性化學物質管理法第十九條第二項</b>規定訂定之。</p>	<p>本辦法之法源依據。</p>
<p><b>第二條</b> 製造、使用、貯存、運送第一類至第三類毒性化學物質，任一場所單一物質任一時刻運作總量達大量運作基準者，運作人應備有應變器材。</p> <p>前項應變器材，指依毒性化學物質毒理、物理、化學及危害特性，參照其物質安全資料表，並考量貯存容器及包裝種類，為防止毒性化學物質排放或洩漏，所應具備之緊急應變工具及設施；至少包括下列項目：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一、預防或減少毒性化學物質洩漏之工具。</li> <li>二、應變圍堵器材或設施。</li> <li>三、洩漏偵檢器材。</li> <li>四、個人防護設備。</li> <li>五、其他經主管機關指定者。</li> </ol> <p>前項第四款所定個人防護設備，運作人應參照物質安全資料表及實際運作毒性化學物質之人數，備置足夠之個人防護設備；至少包括下列項目：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一、化學防護衣及鞋套。</li> <li>二、含濾毒罐之化學防毒面具。</li> <li>三、抗化學防護手套。</li> <li>四、防化學護目鏡。</li> <li>五、其他經主管機關指定者。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>一、第一項明定應備有應變器材之對象。輸入、輸出、販賣及廢棄等運作行為，依實務經驗尚無須備有應變器材及個人防護設備，為使資源有效配置，爰排除於本辦法規範對象之列。</li> <li>二、第二項明定應變器材用詞定義及包括之項目。</li> <li>三、第三項明定個人防護設備用詞定義及包括之項目。</li> </ol>
<p><b>第三條</b> 前條製造、使用、貯存毒性化學物質光氣，應另設置安全阻絕防護系統(二次阻絕系統)及二道以上反應除毒或吸收設施。</p> <p>前條製造、使用、貯存毒性化學物質氣，任一場所任一時刻之運作總量達一百公斤以上者，應另備有水霧噴灑設施；任一場所任一時刻之運作</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>一、第一項明定運作毒性化學物質光氣達大量運作基準者，應設置安全阻絕防護系統及二道以上反應除毒或吸收設施，以降低災害風險。</li> <li>二、第二項明定運作毒性化學物質氣達大量運作基準者，應有水霧噴灑設施、安全阻絕防護系統等，以降低災害風險。</li> </ol>



<p>總量達二公噸以上者，應另設置安全阻絕防護系統(二次阻絕系統)。</p>	
<p>第四條 製造、使用、貯存第一類至第三類毒性化學物質有下列情形者，運作人應於運作場所適當地點設置偵測及警報設備：</p> <p>一、常溫常壓下為氣態，或常溫常壓下為液態，運作時為氣態；其任一場所單一物質任一時刻運作總量達大量運作基準者。</p> <p>二、常溫常壓下及運作時皆為液態，其任一場所單一物質年運作總量達三百公噸以上，或任一時刻達十公噸以上者。但在攝氏二十五度時該毒性化學物質蒸氣壓小於零點五毫米汞柱(mmHg)者，不在此限。</p> <p>前項偵測及警報設備，指利用儀器連續偵測、記錄環境中毒性化學物質濃度，當濃度超過設定值時，可發出警報訊號之設備。</p>	<p>一、明定應設置偵測及警報設備之對象與偵測及警報設備用詞定義。</p> <p>二、本條規範對象與中央主管機關九十年七月三十一日環署毒字第○○四七八三四號修正公告之「毒性化學物質偵測及警報設備設置及操作要點」相同。</p>
<p>第五條 前三條之運作人應於運作前，將應變器材、偵測及警報設備之設置及操作計畫，送請運作場所所在地之直轄市、縣(市)主管機關備查後，始得申請毒性化學物質相關許可證、登記文件。</p> <p>前項設置及操作計畫，應包括應變器材、偵測及警報設備之數量、設置圖、警報設定值、檢查、測試、維護、保養及校正等。</p> <p>前項數量、設置圖或警報設定值有變更者，應自變更完成之日起三十日內重新報請備查。</p>	<p>一、明定應變器材、偵測及警報設備相關資料，應先送備查後，始得申請相關許可證、登記文件。</p> <p>二、偵測及警報設備之數量、設置圖、警報設定值有變更，應自變更完成之日起三十日內重新報備查，以即時掌握各運作廠場之最新資訊。</p>
<p>第六條 偵測及警報設備應具備下列構造及功能：</p> <p>一、備用電源。</p> <p>二、在偵測周圍濃度達警報設定值時</p>	<p>明定偵測及警報設備之構造及功能。</p>

<p>，應能於一分鐘內自動發出警報燈示及聲響。</p> <p>三、能發出持續明亮或閃爍之燈示及聲響。</p> <p>四、具有二個以上偵測端者，應能辨別發出信號之地點，且不相干擾。</p> <p>五、發出警報後，偵測設備應能隨環境中氣體濃度之變化連續顯示信號。</p>	
<p><b>第七條 偵測及警報設備設置地點應充分考慮各該毒性化學物質之種類、比重、運作場所四周狀況、運作毒性化學物質設備之高度及管理人員常駐之地點等條件。</b></p> <p>前項設置地點業依勞工安全衛生相關法規規定設置符合本辦法規定之偵測及警報設備者，得免重複設置。</p>	<p>明定偵測及警報設備之設置地點應考量因素及免重複設置之規定。</p>
<p><b>第八條 偵測及警報設備之警報設定值，應依各運作場所適當地點之環境條件設定，其設定值不得大於勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準之十倍；無勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準者，設定值在攝氏二十五度一大氣壓條件下，不得大於每立方公尺二五〇毫克（mg/m<sup>3</sup>）。</b></p>	<p>明定偵測及警報設備之警報設定值規定。</p>
<p><b>第九條 偵測設備於警報設定值之偵測誤差應在正負百分之三十以內。</b></p>	<p>明定偵測設備之偵測誤差。</p>
<p><b>第十條 警報設備應設於運作場所人員常駐之地點，並指派專人管理。</b></p> <p>警報發出後，運作場所人員應確認已採取緊急措施，始能停止警報。</p>	<p>明定警報設備應設於運作場所人員常駐地點，並有專人管理。事故通報及應變另於毒性化學物質危害預防及應變計畫管理辦法規定。</p>
<p><b>第十一條 應變器材、偵測及警報設備應保持功能正常，且應每月實施檢查、維護及保養各一次。</b></p> <p>警報設備應每月實施功能測試一次；偵測設備應每年測試及校正一</p>	<p>明定應變器材、偵測及警報設備須進行檢查、維護、保養及測試校正之頻率並作紀錄，以確保正常功能。</p>

<p>次。</p> <p>前兩項結果應作成紀錄，保存一年備查。</p>	
<p>第十二條 毒性化學物質未有適當偵測及警報設備者，經報請中央主管機關同意後，得以其他方式辦理或免予設置。</p> <p>製造、使用、貯存達諾殺、苯胺、三氧化鉻、鄰苯二甲酐、硫酸二甲酯、氧化三丁錫等毒性化學物質者，應設置偵測及警報設備之日期，由中央主管機關另定之。</p>	<p>一、第一項明定免設置偵測及警報設備之規定。</p> <p>二、第二項所列之毒性化學物質，目前尚未有適當之偵測及警報設備，未免業者依第一項規定個案報請核准之煩，爰明定由中央主管機關就個別物質運作人應設置偵測及警報設備之日期，另以行政命令定之。</p>
<p>第十三條 應變器材、偵測及警報設備發生故障者，應以書面記載並於十日內修復；未能於十日內修復者，應以書面向當地主管機關說明故障情形、修復時間及完成修復前所採取之替代措施。</p> <p>前項修復時間最多不得超過三個月；必要時，得向當地主管機關申請展延三個月。情況特殊者，得報請中央主管機關核准展延期限。</p>	<p>一、明定應變器材、偵測及警報設備發生故障時之處理方式。</p> <p>二、第二項後段情況特殊經報請中央主管機關核准展延期限者，中央主管機關得依其修復狀況與替代措施，核准展延期限，不受三個月之限制。</p>
<p>第十四條 本辦法施行前已運作毒性化學物質且符合第二條至第四條之規定者，應於本辦法發布之日起半年內，依第五條規定將應變器材、偵測及警報設備之設置及操作計畫送請運作場所所在地之直轄市、縣(市)主管機關備查。</p>	<p>施行前已運作毒性化學物質且為本辦法規範對象者，依前揭第四條說明欄所稱之公告規定，應已備具偵測及警報設備，唯本辦法增加設置應變器材之規定，為使該等業者有充裕時間完成設置，爰訂定本條過渡期間規定。</p>
<p>第十五條 本辦法自發布日施行。</p>	<p>明定施行日。</p>

### 附錄三

## 物質安全資料表

### 一、物品與廠商資料

物品名稱：氯(CHLORINE)
物品編號：—
製造商或供應商名稱、地址及電話：—
緊急聯絡電話/ 傳真電話：—

### 二、危害辨識資料

最重 要危 害與 效應	健康危害效應：吸入可能致命，刺激呼吸道引起肺部傷害，腐蝕眼睛和皮膚，液體對眼睛和皮膚會引起凍傷和腐蝕性傷害，可能導致灼傷如失明。
	環境影響：氯是一種強氧化劑，所以在水中非常不安定，很快就氧化水中之無機物。它亦可氧化有機物，但速率較慢。
	物理性及化學性危害：壓縮性氣體，強氧化劑。不可燃，與可燃物接觸可能起火或爆炸，可與許多物質起劇烈、爆炸性反應，與水反應形成腐蝕性的鹽酸和次氯酸。
	特殊危害：—
主要症狀：刺激感、咳嗽、呼吸困難、哽塞感、胸疼痛、嘔吐、肺積水、皮膚發紅及起泡、凍瘡、失明、疼痛、灼傷、口渴、痙攣、噁心。	
物品危害分類：2.3( 毒性氣體)，8 ( 腐蝕性物質)	

### 三、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：氯(CHLORINE)
同義名稱：MOLECULAR CHLORINE 、LIQDEFIED CHLORINE GAS
化學文摘社登記號碼 (CAS No. )：07782-50-5
危害物質成分 ( 成分百分比)：100

### 四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：
吸入：1. 施救前先作好自身防護措施確保安全。2. 移除污染源或將患者移至新鮮空氣處。3. 若呼吸困難,於醫師指示下由受過訓的人員供給氧氣。4. 避免不必要的移動。5. 肺水腫的症狀可能延遲48 小時。6. 立即就醫。
皮膚接觸：液化氣體：1. 必要時戴防滲手套以避免與該化學品接觸。2 移除污

<p>染源並且以溫水緩和沖洗受污染的部位直到污染物除去。3. 不要嘗試將凍傷患部弄熱如摩擦或熱敷。4. 小心撕開黏於患部之衣服並脫去其餘的衣服。5. 以紗布輕蓋在患部。6. 禁止患者抽煙或喝酒。7. 立即就醫。</p> <p>眼睛接觸： 液化氣體：1. 移除污染源。2. 儘速以溫水緩和沖洗患部直到污染物除去。3. 不要嘗試將患部弄熱。4. 以紗布覆蓋雙眼。5. 禁止患者喝酒或抽煙。6. 立即就醫。</p>
<p>最重要症狀及危害效應： 刺激、呼吸困難、灼燒感， 過量可能造成肺水腫。</p>
<p>對急救人員之防護： 應穿著 C 級防護裝備在安全區實施急救。</p>
<p>對醫師之提示： 患者吸入時， 考慮給予氧氣， 避免洗胃或引發嘔吐。</p>

## 五、 滅火措施

<p>適用滅火劑：小火：化學乾粉、二氧化碳。 大火：水霧、泡沫。( 因氯本身不燃，用以滅周遭火災之滅火劑)</p>
<p>滅火時可能遭遇之特殊危害：1. 氯氣比空氣重會沉積於低窪處。2. 可燃物在氯中燃燒會生成有毒產物。3. 容器或鋼瓶受熱會破裂。</p>
<p>特殊滅火程序：1. 撤退並自安全距離或受保護的地點滅火。2. 位於上風處以避免危險的蒸氣和有毒的分解物。3. 隔離未著火物質且保護人員。4. 安全情況下將容器搬離火場。5. 以水霧冷卻暴露火場的貯槽或容器。6. 移除所有易燃的和可燃，特別是油脂和潤滑油。7. 滅火需小心，不可將水直接施於液化氯氣或氯氣。8. 逆流回鋼瓶可能導致鋼瓶破裂。9. 小心不可堵住安全閥。10. 如果溢漏未引燃，噴水霧以分散蒸氣並保護試圖止漏的人員。11. 大區域之大型火災，使用無人操作水霧控制架或自動搖擺消防水瞄。12. 儘可能撤離火場並允許火燒完。13. 遠離貯槽。14. 貯槽安全排氣閥以響起或因著火而變色時立即撤離。15. 未著特殊防護設備的人員不可進入。</p>
<p>消防人員之特殊防護裝備：消防人員必須配戴A 級氣密式化學防護衣及空氣呼吸器 ( 必要時可外加抗閃火鋁質披覆外套)。</p>

## 六、 洩漏處理方法

<p>個人應注意事項：1. 污染區未完全清理前，限制人員接近，直至完全清乾淨為止。2. 確認清理工作是由受過訓練的人員負責。3. 穿戴適當的個人防護裝備。</p>
<p>環境注意事項：1. 撲滅或移走所有發火源。2. 對該區域進行通風換氣。3. 報告政府安全衛生與環保單位。</p>
<p>清理方法：1. 勿碰觸洩漏物。2. 在安全狀況許可下，設法阻漏或減少溢漏。3.</p>

避免外洩物流入下水道、水溝或其他密閉空間內。4. 可用苛性鈉、蘇打灰或石灰乳的水溶液來吸收或中和後，置於鋼製、鑄鐵或鉛製之容器。

## 七、安全處置與儲存方法

### 處置：

1.此物質是劇毒性、腐蝕性的壓縮性氣體，需要工程控制及防護設備，工作人員應適當受訓並告知此物質之危險性及安全使用法。2.使用區應提供氯氣溢漏緊急處置的處理設施。3.若有此物質釋放，應立刻戴上呼吸防護具且離開，直到確定釋放之嚴重性。4.工作區應有隨時可得之逃生型呼吸防護具以應付溢漏處理。5.熟知中毒之典型症狀及急救措施，嚴重的呼吸道傷害徵兆可能延遲發生，即使不是嚴重暴露也必須就醫。6.若有溢漏或通風不良立即呈報。7.儘可能使用密閉操作系統。8.在通風良好的特定區採最小量操作，穿戴個人防護裝備，與操作區分開。9.避免產生蒸氣或霧滴，且不可釋放到工作區的空氣中。10.操作區遵循製造商建議之溫度操作。11.不可與可燃物接觸，消除所有引燃源。12.禁止抽煙。13.考慮安裝溢漏偵測及警報系統。14.不要與不相容物一起使用。15.操作設備避免溢漏油脂或潤滑油。不可以油污的手操作鋼瓶，不可與洗液、油漆、稀釋劑接觸。16.不可將加壓氣體之鋼瓶加熱。17.使用時才開閥帽。18.鋼瓶直放於地板且固定於牆壁或柱子。19.使用適合的壓力調節閥。20.以鋼瓶使用應裝逆止閥，避免氣體倒流進入鋼瓶。21.保持鋼瓶閥清潔，不受污染(水或油)，開啟時小心緩慢釋壓，並避免閥座受損。22.使用時應保持閥全開，每天至少開、關一次並避免閥“結冰”。23.鋼瓶應標示清楚並避免受損，用時才開閥蓋。24.以專用推車或手推車搬運，避免以油污的手操作及鋼瓶碰撞在一起，避免抓蓋舉起閥瓶。25.使用畢，關閉鋼瓶閥，不要調整壓力調節閥。26.鋼瓶不與設備連接時，儘快關閉出口閥或塞住出口套。27.空瓶保持輕微正壓。28.不可將鋼瓶作為滾桶或充填其他氣體。29.須備隨時可用於火災及洩漏的緊急處理裝備。30.定期檢查鋼瓶是否明顯的腐蝕和破裂。31.使用製造商建議的貯存容器。32.使用抗腐蝕的轉運設備，並定期檢查貯槽和轉運設備是否明顯腐蝕或溢漏。

### 儲存：

1.貯存於陰涼乾燥通風良好、防火地區的地區，遠離可燃物質、腐蝕性氣體、工作區、飲食區、引火源，避免陽光直接照射。2.禁止抽煙。3.貯存區不要靠近升降梯、走廊、裝卸區。4.貯存區應標示清楚，無障礙物並只允許指定或受過訓的人員進入。5.張貼警告標誌。6.定期檢查是否受損或溢漏。7.貯存區須備隨時可用於火災及洩漏的緊急處理裝備。8.壓縮氣體鋼瓶應依據化學危害性分開貯存。9.溢漏氣體會累積於地窪地區，必須高於地面貯存。遠離不相容物。10.

限量貯存。11.大量貯存區考慮安裝溢漏偵測及警報系統。12.貯存不超過 6 個月。13.鋼瓶和貯存容器應接地並等電位連接。14.檢查所有新進鋼瓶清潔標示並無受損。15.檢查鋼瓶閥有無明顯受損、生鏽或不清潔，可能影響操作。16. 鋼瓶直放於地板且固定於牆壁或柱子。17.空鋼瓶應與實瓶分開貯存，閥應關閉，蓋上閥蓋並標示“空瓶”或“MT”。18.貯存區的牆壁、地板、棚架、配件、照明及通風應使用不會與氣起反應之材質。19.貯存設備應以耐火材料建構。20.貯存於室外的鋼瓶應有防氣候變化的設施(不可超過 40 °C)和適當的排放處。21.須備隨時可用於火災及洩漏的緊急處理裝備。

八、 暴露預防措施

工程控制：1 . 在完全密閉中或隔離情況下操作。2 . 供給充分新鮮空氣以補充排氣系統抽出的空氣。3 . 系統必須保持乾燥以避免金屬腐蝕。			
控制參數			
八小時日時量平均 容許濃度 TWA	短時間時量平均 容許濃度 STEL	最高容許 濃度 CEILING	生物指標 BEIs
-	-	0.5 ppm	-
<p>個人防護設備：</p> <p>呼吸防護：5 ppm 以下：含防氣濾罐的化學濾罐式、供氣式呼吸防護具。 10 ppm 以下：一定流量型供氣式呼吸防護具、含防氣濾罐的動力型空氣淨化式或全面型化學濾罐式呼吸防護具、含防氣濾罐的防毒面罩、全面型自攜式或供氣式呼吸防護具。</p> <p>未知濃度：正壓自攜式呼吸防護具、正壓全面型供氣式呼吸防護具輔以正壓自攜式呼吸防護具。</p> <p>逃生：含防氣濾罐之氣體面罩、逃生型自攜式呼吸防護具。</p> <p>手部防護：防滲手套，材質以Responder、Tychem 10000（氣液體），丁基橡膠、類橡膠、Teflon、Viton、Saranex、Barricade、CPF 3、Responder、Trelchem HPS、Tychem 10000（氣氣）為佳。</p> <p>眼睛防護：1.不通風的化學安全護目鏡、全面式護面罩、洗眼器。</p> <p>皮膚及身體防護：上述橡膠材質連身式防護衣,工作靴及緊急沖洗器。</p>			
衛生措施：1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。3.處理此物後，須徹底洗手。4.維持作業場所清潔。			

九、 物理及化學性質

物質狀態：氣體	形狀：高壓或液化氣體
---------	------------

顏色：綠黃色氣體或琥珀色液體(加壓下)	氣味：辛辣味，催淚
pH 值：/	沸點/ 沸點範圍：-34.1 °C
分解溫度：—	閃火點：/
自燃溫度：/	測試方法：( ) 開杯 ( ) 閉杯
	爆炸界限：/
蒸氣壓：6.64 atm @20 °C	蒸氣密度：2.48
密度：1.467 @ 0 °C (水=1)	溶解度：0.73 g/100g

#### 十、安定性及反應性

安定性：正常狀況下安定
特殊狀況下可能之危害反應：1. 氣態碳氫化物(甲烷、乙炔、乙烷)：陽光或催化劑可促使爆炸性反應。2. 液、固態碳氫化物(天然或合成橡膠、石油腦、松節油、汽油、燃油、臘)：劇烈反應(燃燒或爆炸)。3. 金屬(鋁細粉、黃銅、銅、錳、錫、鋼、鐵)：劇烈或爆炸性反應。4. 氮化合物(氨等)：生成高爆炸性三氯化氮。5. 非金屬(磷、硼、活性碳、矽)：室溫下接觸就可點燃。6. 氫：火花可點燃相當濃度的氫氣混合物。
應避免之狀況：溫度超過121°C，水氣。
應避免之物質：氣態碳氫化物、液、固態碳氫化物、金屬、氮化合物、非金屬、氫。
危害分解物：—

#### 十一、毒性資料

急毒性：
吸入：1. 嚴重的刺激鼻、咽及上呼吸道，過量可能造成肺積水。2. 0.2-2 ppm 會造成鼻刺激、輕微咳嗽、增加口乾舌燥。3. 1.0-2 ppm 會造成明顯刺激、咳嗽及輕度的呼吸困難和頭痛。4. 1-4 ppm令人無法忍受。5. 15-60 ppm 嚴重呼吸道傷害，包括有氣管炎、肺水腫的症狀，可能立刻出現亦可能於暴露後延遲達48小時再出現。
皮膚：1. 高濃度下會嚴重刺激，造成灼熱刺痛感、發紅、起泡。2. 直接接觸其液體會造成嚴重的刺激、灼傷，甚至凍瘡。
眼睛：1. 會嚴重刺激，造成灼熱、刺痛感及流淚。2. 直接接觸其液體可能造成灼傷及永久損傷，甚至失明。
LD50(測試動物、吸收途徑)：-
LC50(測試動物、吸收途徑)：293 ppm/1H(大鼠，吸入)
局部效應：—
致敏感性：—
慢毒性或長期毒性：1. 長期或頻繁接觸於5 ppm 濃度下可能影響呼吸，造成鼻子發炎、呼吸困難、不正常心跳、胸部疼痛，並腐蝕牙齒琺瑯質。



特殊效應：565 mg/Kg（懷孕 2 週雌鼠，吞食）造成新生鼠中毒。

## 十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：

1. 氯是一種強氧化劑，所以在水中非常不安定，很快就氧化水中之無機物。它亦可氧化有機物，但速率較慢。
2. 因會與水及細胞反應，故不太可能蓄積。

## 十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：1. 參考相關法規處理。

## 十四、運送資料

國際運送規定：1. DOT 49 CFR 將之列為第 2.3 類毒性氣體，次要危害為第 8 類腐蝕性物質。（美國交通部）

2. IATA/ICAO 分級：2.3，次要危害為第 8 類。（國際航運組織）

3. IMDG 分級：2.3，次要危害為第 8 類。（國際海運組織）

聯合國編號：1017

國內運輸規定：1. 道路交通安全規則第 84 條

2. 船舶危險品裝載規則

3. 台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則

特殊運送方法及注意事項：

## 十五、法規資料

適用法規：

勞工安全衛生設施規則

特定化學物質危害預防標準

道路交通安全規則

毒性化學物質管理法

危險物及有害物通識規則

勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準

事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準

高壓氣體勞工安全規則

## 十六、其他資料

參考文獻	1. CHEMINFO 資料庫，CCINFO 光碟，99-2 2. HAZARDTEXT 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol. 41，1999 3. RTECS 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol. 41，1999 4. HSDB 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol. 41，1999 5. 危害化學物質中文資料庫，環保署 6. OHS MSDS ON DISC，MDL 出版公司，2000
製表者單位	名稱： 地址/電話：

製表人	職稱：	姓名（簽章）：
製表日期		
備註	上述資料中符號” — ” 代表目前查無相關資料，而符號” / ” 代表此欄位對該物質並不適用。	

上述資料由勞委會委託工研院環安中心製作，各項數據與資料僅供參考，使用者請依應用需求判斷其可用性，尤其需注意混合時可能產生不同之危害，並依危險物及有害物通識規則之相關規定，提供勞工必要之安全衛生注意事項。



## 附錄四

# 物質安全資料表

### 一、物品與廠商資料

物品名稱：醋酸(Acetic Acid)
物品編號：CPDC-(大社)004
製造商或供應商名稱:中石化公司大社廠 地址:高雄縣大社鄉經建路1號
ERIC緊急聯絡電話:0800055119本廠緊急聯絡:(07)3513521傳真電話:(07) 3513642

### 二、危害辨識資料

最 重 要 危 害 與 效 應	健康危害效應：吸入或吞食有害，蒸氣會刺激呼吸道，引起肺部傷害，濃溶液會腐蝕眼睛和重—皮膚，引起永久眼睛受損如失明和皮膚灼傷，包括組織壞死和結疤。食要—入或嘔吐時可能倒吸入肺部。
	環境影響：醋酸的存在遍及整個自然界如動植物的一般代謝物。
	物理性及化學性危害： 16℃以下則為無色冰狀之固體。有很強烈的醋味且易潮解，其蒸氣和液體可燃，蒸氣比空氣重會傳播至遠處，遇火源可能造成回火。
	特殊危害：腐蝕性
主要症狀：刺激成、支氣管發炎、肺積水、灼傷、吐血、腎損害、結膜炎、牙齒瑯瑯質糜爛物品	
危害分類：8（腐蝕性物質），3（易燃液體）	

### 三、成分辨識資料

純物質：中英文名稱：醋酸(Acetic Acid)
同義名稱：乙酸、冰醋酸(GLACIAL ACETIC ACID、ETHANOIC ACID、ETHYLIC ACID)
化學文摘社登記號碼(CAS No.)：00064-19-7
危害物質成分(成分百分比)99%

### 四、急救措施：

不同暴露途徑之急救方法： 吸入：1.施救前先做好自身的防護措施，以確保自身的安全。2.移除污染源或將患者移至新鮮空氣處。 3.如果呼吸困難，於醫師指示下由受過訓的人供給氧氣。4.避免患者不必要的移動。5.肺水腫的症狀可能延遲達48小時。6.立即就醫。 皮膚接觸：1.必要時則戴防滲手套以避免觸及該化學品。2.以溫水緩和沖洗受污染部位20~30分鐘。3.如果刺激感持續，反覆沖洗。4.沖水中脫掉受污染的衣
--

物、鞋子和皮飾品。5.立即就醫。6.需將污染的衣服、鞋子以及皮飾品須完全洗淨除污後方可再用或丟棄。

眼睛接觸:1.必要時則戴防滲手套以避免觸及該化學品。

2.立即將眼皮撐開，以緩和流動的溫水沖洗污染的眼睛20分鐘。

3.可能情況下可使用生理食鹽水沖洗，且沖洗時不要間斷。4.避免清洗水進入未受影響的眼睛。5.如果刺激感持續，反覆沖洗。6.立即就醫。

食入：1.若患者即將喪失意識、已失去意識或痙攣，不可經口餵食任何東西。

2.若患者意識清楚，讓其用水徹底漱口。3.切勿催吐。

4.給患者喝下240~300 毫升的水，以稀釋胃中的化學品，若有牛奶可於喝水後再給予牛奶喝。

5.若患者自發性嘔吐，讓其身體向前傾以減低吸入危險，並讓其漱口及反覆給水。

6.若呼吸停止立即由受訓過人施予人工呼吸，若心跳停止施行心肺復甦術。

7.立即就醫。

刺激、灼燒感，吸入肺部也會引起致命的肺水腫

對急救人員之防護:

未著全身式化學防護衣及空氣呼吸器之人員不得進入災區搬運傷患，應穿著C 級防護裝備在安全區實施急救。

對醫生之提示：1.患者吸入時，考慮給予氧氣。2.避免洗胃或引發嘔吐。

五、滅火措施：

適用滅火劑：噴水霧、化學乾粉、酒精泡沫、二氧化碳

滅火時可能遭遇之特殊危害：

1.可燃性液體會與空氣行成爆炸性混合物。

2.蒸氣比空氣重會傳播至遠處遇火源而回火。

3.蒸氣會累積在封閉地區有中毒的危險。4.密閉容器受熱會破裂。

特殊滅火程序：

1.撤退並自安全距離或受保護的地點滅火。

2.位於上風處以避免危險的蒸氣和有毒的分解物。

3.滅火前先阻止溢漏，如果不能阻止溢漏且周圍無任何危險，讓火燒完，若沒有阻止溢漏而先滅火，蒸氣會與空氣形成爆炸性混合物而再引燃。

4.隔離未著火物質且保護人員。

5.安全情況下將容器搬離火場。

6.以水霧冷卻曝露火場的貯槽或容器。

7.如果溢漏未引燃，噴水霧以分散蒸氣並保護試圖止漏的人員。

8.以水柱滅火無效並且使物質四處分散。9.大區域之大型火災，使用無人操作之水霧控制架或自動搖擺消防水瞄。10.儘可能撤離火場並允許火燒完。11.遠離貯槽。

12.貯槽安全排氣閥已響起或因著火而變色時立即撤離。

消防人員之特殊防護設備：消防人員必須配戴全身式化學防護衣及空氣呼吸器（必要時外加抗閃火鋁質被覆外套）。

#### 六、洩漏處理方法：

個人應注意事項1.污染區尚未完全清理乾淨前，限制人員接近該區。

2.確定清理工作是由受過訓練的人員負責。3.穿戴適當的個人防護裝備。

環境注意事項: 1.對該區域進行通風換氣。2.撲滅或移開所有引火源。3.報告政府安全衛生與關單位

清理方法：1.不要碰觸外洩物。2.避免外洩物進入下水道、水溝或密閉的空間內。

3.如可在安全狀況下阻漏或減漏，設法阻止或減少溢漏。4.用砂、泥土或其他不與洩漏物質反應之吸收物質來圍堵洩漏物。洩漏：用不會和外洩物反應之吸收物質吸收。以污染的吸收物質和外洩物具有同樣的危害性，須置於加蓋並標示的適當容器裡，用水沖洗溢漏區域。5.小量的溢漏可用大量的水稀釋。6.大量洩漏：聯絡消防，緊急處理單位及供應商以尋求協助。

#### 七、安全處置與儲存方法

處置:1.此物質是腐蝕性和可燃性液體，處置時工程控制應運轉及善用個人防護設備；工作人員應受適當有關物質之危險性及安全使用法之訓練。

2.除去所有發火源並遠離熱及不相容物。3.工作區應有“禁止抽煙”標誌。

4.若有溢漏或通風不良應立即呈報。5.操作前檢查容器是否溢漏。

6.使用製造商建議的貯槽容器。

7.如所有桶槽、轉裝容器和管線都要接地，接地時必須接觸到裸金屬。

8.使用耐腐蝕的轉運設備進行調配的工作和容器要等電位連接。

9.空的桶槽、容器和管線可能仍有具危害性的殘留物，未清理前不得從事任何焊接、切割、鑽孔或其它熱的工作進行。

10.與水混合時是將腐蝕溶液加入水中，而非水加入腐蝕液中，加料時應在攪拌下緩慢加入並使冷水以避免過剩的熱產生。

11.作業避免產生霧滴或蒸氣，在通風良好的指定區內操作並採最小使用量，操作區與貯存區分開。

12.必要時穿戴適當的個人防護設備以避免與此化學品或受污染的設備接觸。

- 13.不要與不相容物一起使用如強氧化劑、強鹼、苛性鈉及大多數金屬。
- 14.不要將受污染的液體倒回原貯存容器。
- 15.容器要標示，不使用時保持緊密並避免受損。

- 儲存:
- 1.貯存在陰涼、乾燥、通風良好以及陽光無法直接照射的地方，遠離熱源、發火源及不相容物。
  - 2.貯存設備應以耐火和耐腐蝕的材料構築。
  - 3.貯存區應標示清楚，無障礙物，並允許指定或受過訓的人員進入。
  - 4.貯存區與工作區應分開；遠離升降機、建築物、房間出口或主要通道貯存。
  - 5.貯存區附近應有適當的滅火器和清理溢漏設備。
  - 6.定期檢查貯存容器是否破損或溢漏。
  - 7.檢查所有新進容器是否適當標示並無破損。
  - 8.限量貯存。
  - 9.貯存在適當且標示的容器，避免堆積和容器受損，保持密閉。

#### 八、暴露預防措施

工程控制:1.使用必要的局部排氣裝置和密閉製程來控制空氣中霧滴與蒸氣量。2.分開使用抗腐蝕性通風系統。3.排氣口直接通到室外。4.供給充分新鮮空氣以補充排氣系統抽出的空氣。

#### 控制參數

八小時日時量 平均容許濃度 TWA	短時間時量平均 容許濃度STEL	最高容許濃度 CEILING	生物指標 BEI
10 ppm	15 ppm	-	-

個人防護設備：

呼吸防護：50 ppm 以下：一定流量型供氣式呼吸防護具、含有機蒸氣濾罐的動力型空氣淨化式或全面型化學濾罐式呼吸防護具、含有機蒸氣濾罐的防毒面罩、全面型自攜式或供氣式呼吸防護具。

未知濃度：正壓自攜式呼吸防護具、正壓全面型供氣式呼吸防護具輔以正壓自攜式呼吸防護具。

逃生：含有機蒸氣濾罐之氣體面罩、逃生型自攜式呼吸防護具。

手部防護：防滲手套材質以丁基橡膠、Teflon、Viton、Saranex、Responder、4H、Tychem 10000 等

眼睛防護:化學安全護目鏡、護面罩

皮膚及身體防護：連身式防護衣、工作鞋。

衛生措施：1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。3.處理此物後，須徹底洗手。4.維持作業場所清潔。

#### 九、物理及化學性質：

物質狀態：液體	形狀：低於16℃純醋酸是固體，16℃以上則為無色、潮解性液體
顏色：無色	氣味：強烈醋味，催淚味
pH值：2.4(1M/1L水)	沸點/沸點範圍：117.9℃
分解溫度：-	閃火點:39℃
揮發速度：0.97	測試方法：開杯、閉杯
自燃溫度: 516℃(冰狀結晶)	爆炸界限：4~19.9%(冰狀結晶)
蒸氣壓：11.4mmHg (20℃)	蒸氣密度: 2.07
密度：1.05 (水=1) (20℃)	水中溶解度: 全溶 (水)

#### 十、安定性及反應性：

安定性：正常狀況下安定

應避免之狀況：溫度超過39℃、明火、靜電、火花和引燃源。

應避免之物質：強氧化劑、強鹼、大多數金屬、乙醛、2-氨基乙醇、氯磺酸、五氟化溴、三氟化氯、異氰酸磷、三氯化磷、第三丁基鉀、三甲苯。

特殊狀況下可能之危害反應: 1.強氧化劑(如鉻酸、過氧化氫、硝酸、過氯酸、過錳酸鉀、過氧化鈉)一起激烈反應，增加火災和爆炸的危險。2.強鹼或苛性鹼(如過氧化鈉或氫氧化鉀)或鹼—可能起激烈反應。

3.大多數金屬(除了鋁)—可能釋放易燃性氣體。4.乙醛—聚合反應而放出熱量。

5. 2-氨基乙醇、氯磺酸、乙二胺、次乙亞胺—於密閉容器內混合，引起溫度和壓力上升。

6.硝酸鋁—受熱可能引燃。7.五氟化溴、三氟化氯—可能激烈反應，引起火災和爆炸。

8.異氰酸磷—激烈反應。9.三氯化磷—產生可自燃性的磷，可能發生爆炸。

10.第三丁基鉀—混合3分鐘後會引燃。11.二甲苯—可能產生爆炸性混合物。

12.對大部分金屬(包含不鏽鋼、鋁、鎳及合金)具強烈腐蝕性。其腐蝕性與濃度、溫度、純度有關。

危害分解物：-

#### 十一、毒性資料：

<p>1.急毒性：(1)吸入:高濃度蒸氣會刺激鼻子和喉嚨，引起呼吸短促、咳嗽、氣喘和肺部受損。</p> <p>(2)皮膚：a.高濃度溶液或純醋酸會引起深度灼傷、組織壞死和永久性結疤的腐蝕性組織傷害。</p> <p>b.低濃度溶液會引起輕微至嚴重的刺激性。</p> <p>(3)眼睛：a.即使是稀溶液也會引起嚴重的刺激性。</p> <p>b.其濃溶液會腐蝕眼睛嚴引起永久性眼睛傷害，包括失明。</p> <p>(4)食入：a.食入80~100%醋酸100~200 毫升，對消化道和胃部會引起嚴重的腐蝕性傷害。</p> <p>2.LD50(測試動物、暴露途徑)：3530 mg/kg(大鼠，吞食)</p> <p>3.LC50(測試動物、暴露途徑)：16000 ppm/4H(小鼠，吸入)</p>
<p>局部效應：525 mg(兔子，皮膚，開放性試驗)造成嚴重刺激，50 mg/24H(兔子，皮膚)造成輕微刺激 50 µg(兔子，眼睛)造成嚴重刺激</p>
<p>致敏感性：-</p>
<p>慢毒性或長期毒性：吸入：1.其蒸氣對鼻、咽及氣管會造成慢性刺激。</p> <p>皮膚:1.暴露會造成刺激及皮膚增厚與變黑。眼睛：1.其蒸氣慢性刺激眼睛(結膜炎)。</p> <p>牙齒：1.其蒸氣會造成門齒及犬齒的珐瑯質糜爛。醋酸不會積存在體內，具體內正常成份，會迅速代謝。</p>
<p>特殊效應：-</p>
<p>十二、生態資料</p>
<p>可能之環境影響/環境流佈: 1.醋酸的存在遍及整個自然界如動植物的一般代謝物。</p> <p>2.醋酸在水中和土壤可以很快的進行生物分解，醋酸亦可能經由乾的土壤表面蒸發至大氣中。</p> <p>3.釋放至大氣中的醋酸可經與光化作用產生氫氧基反應而分解。</p>
<p>十三、廢棄處置方法</p>
<p>廢棄處置方法:1.參考相關法規規定處理。2.可採特定焚化法或安全衛生掩埋法處理。</p>
<p>十四、運送資料：</p>
<p>國際運送規定：1.DOT 49 CFR 將之列為第8 類腐蝕性物質，次要危害為第3 類易燃液體（美國交通部）</p> <p>2.IATA/ICAO 分級：8 ，次要危害為第3 類。（國際航運組織）</p> <p>3.IMDG 分級：8 ，次要危害為第3 類。（國際海運組織）</p>
<p>聯合國編號(UN.NO)：2789</p>



國內運送規定:1.道路交通安全規則第84條。2.船舶危險品裝載規則。  
3.台灣省鐵路局危險品裝卸運輸實施細則。

特殊運送方法及注意事項:-

十五、法規資料

適用法規:1.勞工安全衛生設施規則。 2. 危險物及有害物通識規則。3.有機溶劑中毒預防規則。  
4.道路交通安全規則。5.勞工作業環境空氣中有害物質容許濃度標準。  
6.事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準。

十六、其他資料

參考文獻	工研院MSDS, 危害性化學物質災害緊急處理手冊	
填表單位	名稱: 中石化公司大社廠	
	地址:高雄縣大社鄉經建路1號 電話:(07)3513521轉280	
填表人	職稱: 工程師	姓名(簽章): 李文慶



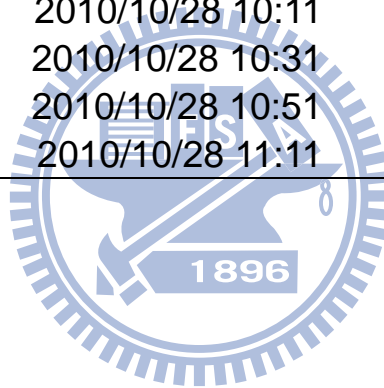
附錄五

實驗現場背景濃度監測表

---

<i>ident</i>	<i>date time</i>	<i>CH3COOH-濃度 ppb</i>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 19:13	1.8
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 19:33	0.0
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 19:53	1.7
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 20:13	1.6
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 20:32	0.0
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 20:52	1.3
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 21:12	1.1
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 21:32	0.0
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 21:53	0.0
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 22:13	1.2
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 22:33	1.1
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 22:53	2.6
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 23:13	1.2
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 23:33	1.2
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/27 23:52	1.2
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 0:12	1.2
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 0:32	1.2
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 0:52	1.3
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 1:12	1.2
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 1:32	1.2
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 1:52	1.2
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 2:12	1.2
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 2:32	0.7
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 2:52	1.2
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 3:12	1.3
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 3:32	1.3
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 3:52	1.3
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 4:12	1.4
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 4:32	1.3
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 4:52	1.3

博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 5:12	<b>1.4</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 5:32	<b>1.2</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 5:52	<b>1.3</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 6:12	<b>1.3</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 6:32	<b>1.3</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 6:52	<b>1.3</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 7:12	<b>1.2</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 7:32	<b>1.4</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 7:51	<b>1.4</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 8:12	<b>1.5</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 8:31	<b>1.3</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 8:51	<b>0.8</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 9:11	<b>1.4</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 9:31	<b>1.4</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 9:51	<b>1.5</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 10:11	<b>1.4</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 10:31	<b>1.2</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 10:51	<b>1.3</b>
博愛 實驗 10_27_2010	2010/10/28 11:11	<b>1.3</b>



附錄六

水霧噴灑  $K_T$  及  $K_S$  吸收之濃度變化

吸收移除條件	自然衰減	2.0 kg/cm <sup>2</sup>	2.5 kg/cm <sup>2</sup>	2.0 kg/cm <sup>2</sup>	2.5 kg/cm <sup>2</sup>
ACH/ $K_T$ / $K_S$	ACH 1.08	$K_T$ 4.07	$K_T$ 4.81	$K_S$ 2.99	$K_S$ 3.73
0	4318.66	4318.66	4318.66	4318.66	4318.66
10	3605.46	2189.76	1937.46	2622.92	2320.70
20	3010.05	1110.31	869.19	1593.01	1247.07
30	2512.96	562.98	389.94	967.51	670.13
40	2097.96	285.46	174.94	587.61	360.11
50	1751.50	144.74	78.48	356.88	193.51
60	1462.25	73.39	35.18	216.75	103.93

水霧噴灑  $K_T$  及  $K_S$  吸收之移除率

噴灑時間,min	$\eta_T$ 2.0 kg/cm <sup>2</sup>	$\eta_T$ 2.5 kg/cm <sup>2</sup>
0	0.00%	0.00%
10	49.30%	55.14%
20	74.29%	79.87%
30	86.96%	90.97%
40	93.39%	95.95%
50	96.65%	98.18%
60	98.30%	99.18%
噴灑時間,min	$\eta_S$ 2.0 kg/cm <sup>2</sup>	$\eta_S$ 2.5 kg/cm <sup>2</sup>
0	0.00%	0.00%
10	39.27%	46.26%
20	63.11%	71.12%
30	77.60%	84.48%
40	86.39%	91.66%
50	91.74%	95.52%
60	94.98%	97.59%

註：

$\eta_T$ : 吸收移除效率, 含 ACH 及水霧吸收之移除率。

$\eta_S$ : 為實際被水霧吸收之移除率。

## 附錄七

理論推估自然衰減及細水霧實際吸收移除醋酸濃度時間對照

吸收移除條件	自然衰減	20 kg/cm <sup>2</sup>	30 kg/cm <sup>2</sup>	50 kg/cm <sup>2</sup>	20 kg/cm <sup>2</sup>	30 kg/cm <sup>2</sup>	50 kg/cm <sup>2</sup>
噴灑時間,min	ACH 1.08	K <sub>T</sub> 3.65	K <sub>T</sub> 4.40	K <sub>T</sub> 5.82	K <sub>S</sub> 2.57	K <sub>S</sub> 3.31	K <sub>S</sub> 4.73
0	4318.65	4318.66	4318.66	4318.66	4318.66	4318.66	4318.66
10	3605.46	2350.46	2075.65	1637.91	2815.41	2486.24	1961.90
20	3010.04	1279.26	997.61	621.20	1835.41	1431.32	891.26
30	2512.96	696.25	479.48	235.60	1196.54	824.00	404.89
40	2097.96	378.94	230.45	89.35	780.04	474.38	183.93
50	1751.5	206.24	110.76	33.89	508.52	273.10	83.56
60	1462.25	112.25	53.23	12.85	331.51	157.22	37.96
70	1220.77	61.09	25.59	4.87	216.12	90.51	17.24
80	1019.17	33.25	12.30	1.85	140.89	52.11	7.83
90	850.86	18.10	5.91	0.70	91.85	30.00	3.56
100	710.34	9.85	2.84	0.27	59.88	17.27	1.62
150	288.09	0.47	0.07	0.00	7.05	1.09	0.03
200	116.84	0.02	0.00	0.00	0.83	0.07	0.00
250	47.38	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
300	19.21	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
350	7.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
400	3.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

K<sub>T</sub>:含 ACH 及水霧吸收移除之斜率。

K<sub>S</sub>:實際被水霧吸收移除之斜率。

細水霧噴灑  $K_T$  及  $K_S$  吸收之移除率

噴灑時間,min	$\eta_T$ 20 kg/cm <sup>2</sup>	$\eta_T$ 30 kg/cm <sup>2</sup>	$\eta_T$ 50 kg/cm <sup>2</sup>
0	0.00 %	0.00 %	0.00 %
10	45.57 %	51.94 %	62.07 %
20	70.38 %	76.90 %	85.62 %
30	83.88 %	88.90 %	94.54 %
40	91.23 %	94.66 %	97.93 %
50	95.22 %	97.44 %	99.22 %
60	97.40 %	98.77 %	99.70 %
70	98.59 %	99.41 %	
80	99.23 %	99.72 %	
90	99.58 %	99.86 %	
100	99.77 %	99.93 %	

噴灑時間,min	$\eta_S$ 20 kg/cm <sup>2</sup>	$\eta_S$ 30 kg/cm <sup>2</sup>	$\eta_S$ 50 kg/cm <sup>2</sup>
0	0.00 %	0.00 %	0.00 %
10	34.81 %	42.43 %	54.57 %
20	57.50 %	66.86 %	79.36 %
30	72.29 %	80.92 %	90.62 %
40	81.94 %	89.02 %	95.74 %
50	88.22 %	93.68 %	98.07 %
60	92.32 %	96.36 %	99.12 %
70	95.82 %	98.25 %	99.67 %
80	97.73 %	99.16 %	99.87 %
90	98.76 %	99.60 %	
100	99.33 %	99.81 %	

註：

$\eta_T$ : 吸收移除效率, 含 ACH 及水霧吸收之移除率。

$\eta_S$ : 為實際被細水霧吸收之移除率。

## 附錄八

### 理論推估 ACH 及各系統實際吸收之移除醋酸時間濃度比較

噴灑時間	ln ACH	20 kg/cm <sup>2</sup>	2.0 kg/cm <sup>2</sup>	30 kg/cm <sup>2</sup>	2.5 kg/cm <sup>2</sup>	50kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0	0	0	0	0
10	-0.18	-0.43	-0.50	-0.55	-0.62	-0.79
20	-0.36	-0.86	-1.00	-1.10	-1.24	-1.58
30	-0.54	-1.28	-1.50	-1.66	-1.86	-2.37
40	-0.72	-1.71	-1.99	-2.21	-2.48	-3.16
50	-0.90	-2.14	-2.49	-2.76	-3.11	-3.95
60	-1.08	-2.57	-2.99	-3.31	-3.73	-4.73

註:表內數值為無因次分析之自然對數  $\ln[C(t)/C(0)]$

