

目錄

第一章 前言

- 1-1 計畫緣起 1
- 1-2 計畫目的研究方法流程與目標 2

第二章 資料蒐集

- 2-1 新竹園區空品測站監測數據分析 3

第三章 研究與方法

- 3-1 空氣污染種類介紹 9
- 3-2 影響植物生長主要因子 12
- 3-3 科學園區常見樹種之探討 15
- 3-4 空氣污染對於植物之影響 19
- 3-5 二氧化碳特性介紹 23

第四章 結果與討論

- 4-1 白煙事件案例解說 25
- 4-2 案例情境模擬設定 28

第五章 結論與建議

- 5-1 結論建議與精進作為 32

- 參考文獻 34

圖目錄

圖 1-1	白煙事件新聞畫面	1
圖 2-1	新竹園區空氣品質監測站所在位置圖	4
圖 2-2	新竹地區 112 年第四季風速風向圖(10~12 月)	7
圖 2-3	新竹地區 113 年第一季風速風向圖(1~3 月)	7
圖 2-4	新竹地區 113 年第二季風速風向圖(4~6 月)	8
圖 2-5	新竹地區 113 年第三季風速風向圖(7~9 月)	8
圖 3-1	易造成異味之樹種	18
圖 3-2	彰濱離岸風電工安意外	24
圖 4-1	事發工廠管線照片	27
圖 4-2	事發工廠氣體消防管線配置情況	27
圖 4-3	事發廠區與鄰近民宅周邊示意圖	28
圖 4-4	事發工廠與鄰近民宅周邊示意圖	29
圖 4-5	土坡搭配覆層植栽之緩衝綠帶示意圖	30

表目錄

表 1-1	近 3 年環保報案專線陳情件數統計	2
表 2-1	新竹園區空氣品質監測站位置說明	4
表 2-2	新竹園區興業站監測數據	5
表 2-3	新竹園區力行站監測數據	5
表 2-4	新竹園區靜心湖站監測數據	6
表 2-5	新竹園區新安站監測數據	6
表 3-1	新竹科學園區生態調查常見樹種(1/2)	16
表 3-2	新竹科學園區生態調查常見樹種(2/2)	17
表 3-3	園區環評建議種植樹種	18
表 3-4	二氧化碳物理與化學性質	24
表 4-1	事發工廠二氧化碳鋼瓶配置情況	26
表 4-2	緩衝綠帶寬度與各配置組合對氣體阻攔體積(m ³)	31
表 4-3	各種衝綠帶樣式與現有狀況綠帶(20m 寬空地)效率比較	31

第一章 前言

1-1 計畫緣起

民國113年1月份農曆前某日晚間7:30分左右，新竹科學園區某電子公司後端作業廠發生疑似爆炸聲，隨後有白色氣體擴散至高翠路221巷4弄街道，影響當地民眾並登上當天新聞事件版面(圖1-1)，事後調查結果發現因台電公司農曆前電氣設備歲修，該公司同步進行電器機房檢測，因感測訊號短路導致誤觸消防二氧化碳滅火系統，進而造成白煙噴發擴散至區外，所幸的是歲修當下該系統已進行切換阻隔與歲修機房管道通路，故機房內之人員未受影響。白煙由排放口大量噴發至廠區旁緩衝綠帶，經由緩衝綠帶地勢擴散至鄰近綠帶接壤之民宅。爰本研究嘗試探討綠帶植栽經營對空氣污染與異味控制評估，就現存綠帶狀況、合適樹種、適合寬度與配置等議題討論，以期未來如遇緊急狀態時，緩衝綠帶能發揮最大功效，降低對環境之影響，提供給園區第一線從業人員參考。



圖 1-1 白煙事件新聞畫面

1-2 計畫目的研究方法流程與目標

新竹科學園區管理局多年來執行「新竹科學園區周界異味污染源調查計畫」陸續針對廠商進行污染源調查與排放管道污染源檢測，藉由管道檢測數據分析與廠商自主減量有效防制設備效率並降低陳情案件發生，改善成效並陸續推廣至竹南與龍潭等園區，統計近3年環保報案專線陳情件數(表1-1)，新竹園區陳情件數由111年41件降至113年28件、竹南園區陳情件數僅113年2件、龍潭園區陳情件數由111年10件降至113年6件，雖異味事件已有改善，但像此次突發事件廠區人員臨場反應與通報，便成為污染得否有效控制之主要因素，而緩衝綠帶之運營可有效控制污染物擴散，因此運營方式與成效評估即是本研究之重點。研究首先將蒐集區域氣象數據並分析空氣污染對植物之影響，後續結合本次白煙事件進行緩衝綠帶寬度與配置組合探討。綜合上述可以歸納下列幾點：

1. 蒐集園區空氣品質測站氣象監測數據。
2. 園區樹種調查及空氣污染物對植物影響介紹。
3. 案例分析與緩衝綠帶配置情境模擬分析。
4. 建議與改善對策。

表1-1 近3年環保報案專線陳情件數統計

所屬園區	111年	112年	113年	總計
新竹科學園區	41	17	28	86
竹南科學園區	0	0	2	2
龍潭科學園區	10	3	6	19
總計(份)	51	20	36	107

第二章 資料蒐集

2-1 新竹園區空氣品質數據分析

新竹科學園區管理局新竹園區配合環境部「特殊性工業區緩衝地帶及空氣品質監測設施設置標準」設置4座空氣品質監測站並24小時連續自動監測，4座測站平均分布於園區區域範圍內(圖2-1)，分別是興業站、力行站、靜心湖站及新安站。為取得具代表性之數據及避免受到交通或營建工地揚塵之干擾，因此測站採樣口均設立於測站頂部，其中配合設立位置地形地勢影響部分測站採架高方式設置，其中興業測站採樣口高度為3.5公尺；力行站採樣口高度為6公尺；靜心湖站採樣口高度為4公尺；新安站採樣口高度為7.5公尺，設站資料詳表2-1。

空氣品質監測站針對氣狀污染物24小時連續自動監測項目包括SO₂、CO、O₃、NO、NO₂、NMHC；粒裝污染物則有PM₁₀及PM_{2.5}；大氣背景測項則掌握風向、風速、雨量、溫度及濕度，24小時監測數據與環境部即時連線並進行長期空氣品質監測與紀錄等工作，俾充分掌握園區空氣品質即時資訊與季節變化趨勢。

本研究彙整新竹園區內空氣品質監測站112年10月至113年10月空氣監測月平均值數據，數據詳如表2-2至表2-5，各測站SO₂月平均值介於2.0至2.9ppb；CO月平均值介於0.35至0.69ppm；O₃月平均值介於16.7至45.4ppb；NO₂月平均值介於7.0至21.4ppb；NMHC月平均值介於0.13至0.33ppm；PM₁₀月平均值介於17.2至42.0μg/m³；PM_{2.5}月平均值介於6.5至21.0μg/m³，監測數據符合空氣品質標準與環境部鄰近新竹市及竹東空氣品質監測站數據相比較並無明顯差異。

氣象數據部分112年10月至113年10月園區空氣品質監測站各月風玫瑰圖，如圖2-2至2-5。由圖得知園區第一季風向多為北風至東北風；第二季盛行風向多為北風至東風，伴隨部分季節轉變逐步轉為西風；第三季盛行風向大多為西風或南南東風；第四季盛行風向則多為北風至東北風。



圖 2-1 新竹園區空氣品質監測站所在位置圖

表 2-1 新竹園區空氣品質監測站位置說明

區域	測站名稱	測站類型	海拔(m)	距地面高度(m)	臨路距離(m)
新竹地區	興業站	地面站（一般站）	133	3.5	14
新竹地區	力行站	地面站（一般站）	116	6	23
新竹地區	靜心湖站	地面站（一般站）	85	4	24
新竹地區	新安站	地面站架高（一般站）	107	7.5	22

表 2-2 新竹園區興業站監測數據

新竹園區興業站											
監測項目 月份	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂	NMHC	PM ₁₀	PM _{2.5}	溫度	溼度	風速	風向
單位	ppb	ppm	ppb	ppb	ppm	µg/m ³	µg/m ³	°C	%	m/s	
112/10	2.1	0.46	42.1	10.8	0.28	28.0	14.0	25.0	79.5	1.4	74.5
112/11	2.3	0.47	35.7	15.0	0.28	32.0	15.0	21.9	74.5	1.3	98.5
112/12	2.2	0.49	26.7	14.0	0.28	27.0	15.0	18.3	83.8	1.4	75.6
113/1	2.2	0.53	30.4	14.0	0.28	36.0	20.0	16.2	80.2	1.3	74.2
113/2	2.2	0.52	27.1	14.7	0.27	27.0	14.0	17.2	84.2	1.2	96.0
113/3	2.2	0.49	31.8	16.3	0.28	42.0	17.0	19.0	80.7	1.3	128.3
113/4	2.4	0.44	29.0	16.2	0.28	32.0	15.2	24.3	89.3	1.0	182.2
113/5	2.4	0.43	36.5	15.2	0.22	28.0	12.0	25.0	82.6	1.0	127.7
113/6	2.1	0.36	29.2	15.0	0.16	19.1	7.5	28.0	86.9	1.1	195.2
113/7	2.2	0.35	25.2	19.2	0.16	21.0	9.4	29.5	83.8	0.8	210.2
113/8	2.3	0.38	28.5	21.4	0.16	24.8	12.7	29.0	86.7	0.9	212.4
113/9	2.2	0.41	30.4	17.4	0.17	21.9	10.6	28.7	84.9	0.9	149.2
113/10	2.0	0.50	42.0	10.8	0.19	23.0	9.0	25.6	89.8	1.2	92.6

表 2-3 新竹園區力行站站監測數據

新竹園區力行站											
監測項目 月份	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂	NMHC	PM ₁₀	PM _{2.5}	溫度	溼度	風速	風向
單位	ppb	ppm	ppb	ppb	ppm	µg/m ³	µg/m ³	°C	%	m/s	
112/10	2.5	0.61	31.4	14.7	0.26	28.0	14.0	24.7	83.6	1.5	77.0
112/11	2.8	0.54	26.6	17.2	0.28	33.0	15.0	21.3	80.0	1.4	105.2
112/12	2.5	0.57	21.4	17.0	0.30	27.0	13.0	18.0	87.5	1.7	89.5
113/1	2.6	0.57	24.3	17.4	0.33	35.0	18.0	15.8	84.0	1.7	88.4
113/2	2.6	0.52	22.1	16.2	0.29	29.0	15.0	16.9	87.7	1.5	104.6
113/3	2.6	0.52	26.3	17.7	0.31	41.0	20.0	18.8	83.2	1.2	137.8
113/4	2.6	0.65	22.7	16.3	0.27	33.2	19.3	24.2	91.3	0.7	174.9
113/5	2.5	0.58	31.0	15.7	0.25	28.0	16.0	24.9	84.2	0.9	134.4
113/6	2.4	0.52	20.1	11.7	0.19	19.6	9.8	28.1	85.8	0.7	191.3
113/7	2.5	0.69	16.7	12.1	0.18	19.9	10.1	29.6	82.9	0.4	202.3
113/8	2.7	0.69	20.0	12.2	0.19	24.6	12.3	28.9	86.0	0.4	210.3
113/9	2.5	0.61	20.2	14.1	0.18	22.0	11.2	28.4	85.8	0.7	145.4
113/10	2.6	0.57	30.6	12.8	0.19	22.7	11.9	25.4	90.6	1.2	86.4

表 2-4 新竹園區靜心湖站監測數據

新竹園區靜心湖站											
監測項目 月份	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂	NMHC	PM ₁₀	PM _{2.5}	溫度	溼度	風速	風向
單位	ppb	ppm	ppb	ppb	ppm	µg/m ³	µg/m ³	°C	%	m/s	
112/10	2.7	0.41	45.4	7.0	0.25	29.0	13.0	25.3	76.8	1.3	85.1
112/11	2.9	0.42	37.8	10.0	0.27	32.0	14.0	21.9	73.2	1.1	112.4
112/12	2.7	0.45	30.1	9.6	0.28	27.0	12.0	18.5	82.2	1.4	115.7
113/1	2.8	0.51	32.8	10.9	0.27	36.0	18.0	16.3	79.0	1.2	132.4
113/2	2.8	0.52	30.5	10.0	0.22	28.0	14.0	17.4	83.6	1.2	167.1
113/3	2.8	0.51	36.4	11.3	0.24	42.0	19.0	19.3	79.4	1.0	155.8
113/4	2.8	0.52	31.7	10.5	0.18	32.4	16.9	24.8	87.3	0.7	193.0
113/5	2.8	0.56	41.7	9.1	0.18	28.0	11.0	25.5	79.5	0.9	158.9
113/6	2.6	0.55	26.9	8.9	0.17	20.4	6.5	28.6	80.6	0.8	210.9
113/7	2.7	0.58	22.9	12.1	0.16	22.1	7.5	30.2	76.7	0.7	216.8
113/8	2.7	0.63	26.0	14.5	0.18	26.1	11.2	29.8	78.0	0.6	218.8
113/9	2.7	0.64	28.2	10.9	0.20	24.0	9.5	29.3	78.3	0.7	163.8
113/10	2.7	0.48	38.4	7.5	0.14	23.4	8.6	26.0	84.0	1.4	161.0

表 2-5 新竹園區新安站監測數據

新竹園區新安站											
監測項目 月份	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂	NMHC	PM ₁₀	PM _{2.5}	溫度	溼度	風速	風向
單位	ppb	ppm	ppb	ppb	ppm	µg/m ³	µg/m ³	°C	%	m/s	
112/10	2.9	0.55	40.0	9.0	0.28	27.0	13.0	25.3	76.3	1.8	70.0
112/11	2.8	0.52	34.0	13.0	0.28	32.0	14.0	22.1	71.3	2.0	93.5
112/12	2.7	0.50	27.8	12.9	0.24	26.0	14.0	18.5	79.8	2.3	78.1
113/1	2.8	0.52	31.5	12.6	0.23	34.0	19.0	16.3	76.0	2.1	70.8
113/2	2.9	0.50	27.6	11.6	0.23	28.0	15.0	17.5	79.7	1.7	92.2
113/3	2.8	0.49	32.5	13.4	0.23	42.0	21.0	19.3	75.3	1.6	121.8
113/4	2.8	0.50	27.7	10.6	0.16	31.7	18.8	24.8	83.2	1.0	163.0
113/5	2.5	0.48	35.4	10.5	0.15	28.0	16.0	25.4	76.1	1.4	114.1
113/6	2.3	0.43	23.4	8.0	0.15	17.2	9.7	28.6	78.3	1.2	178.4
113/7	2.2	0.43	19.3	11.0	0.14	17.3	9.1	30.2	74.7	0.8	180.5
113/8	2.2	0.45	23.7	12.3	0.13	21.8	15.3	29.8	75.9	0.9	201.2
113/9	2.1	0.51	23.8	10.8	0.13	21.7	13.1	29.3	75.9	1.2	131.3
113/10	2.3	0.58	34.3	7.4	0.13	22.9	12.7	25.9	82.0	2.0	81.6

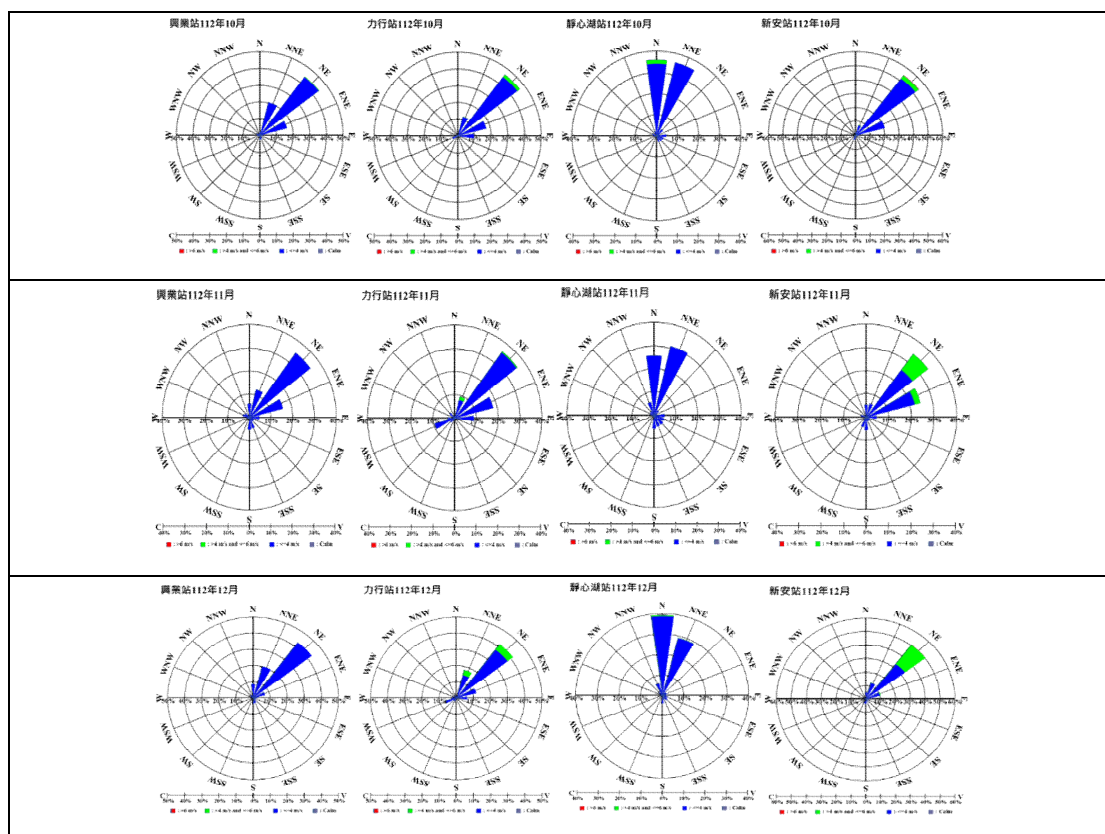


圖 2-2 新竹地區 112 年第四季風速風向圖(10~12 月)

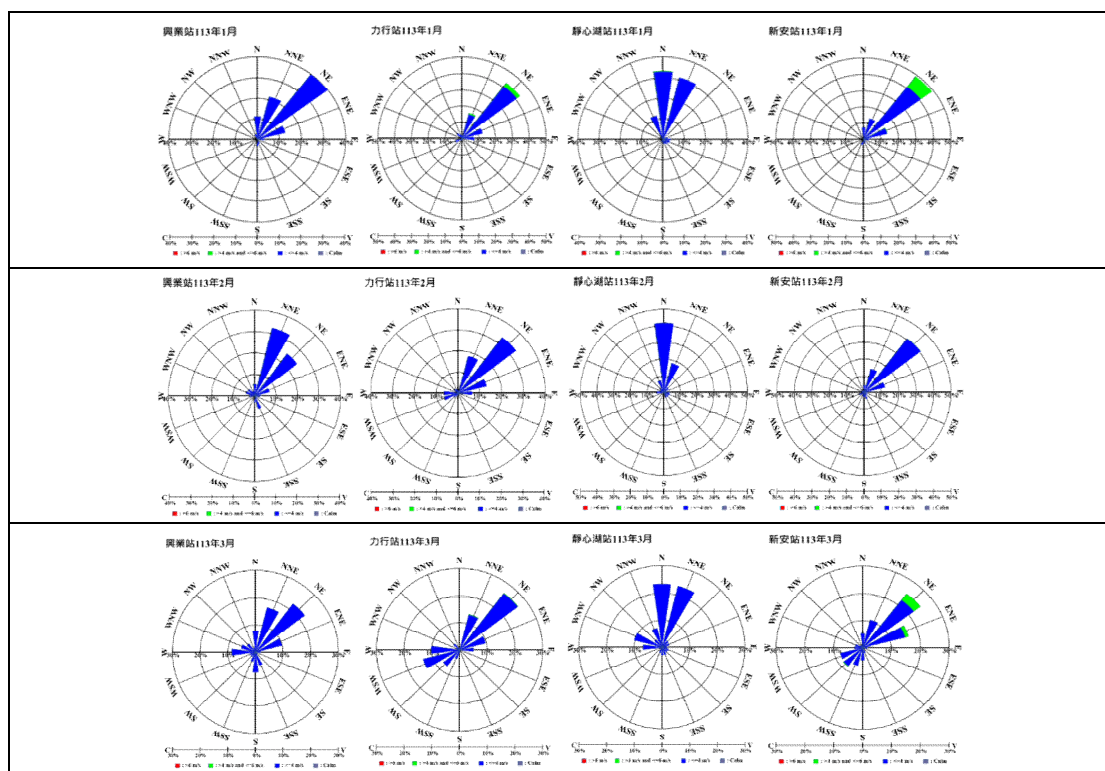


圖 2-3 新竹地區 113 年第一季風速風向圖(1~3 月)

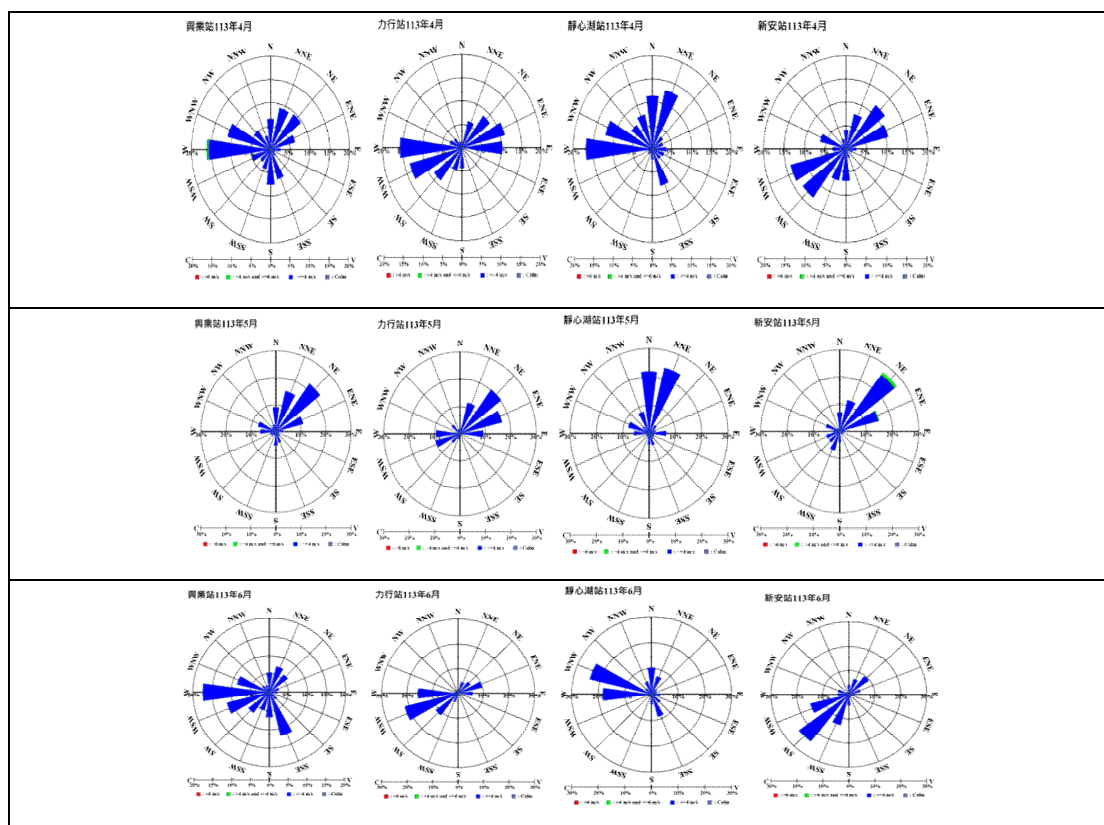


圖 2-4 新竹地區 113 年第二季風速風向圖(4~6 月)

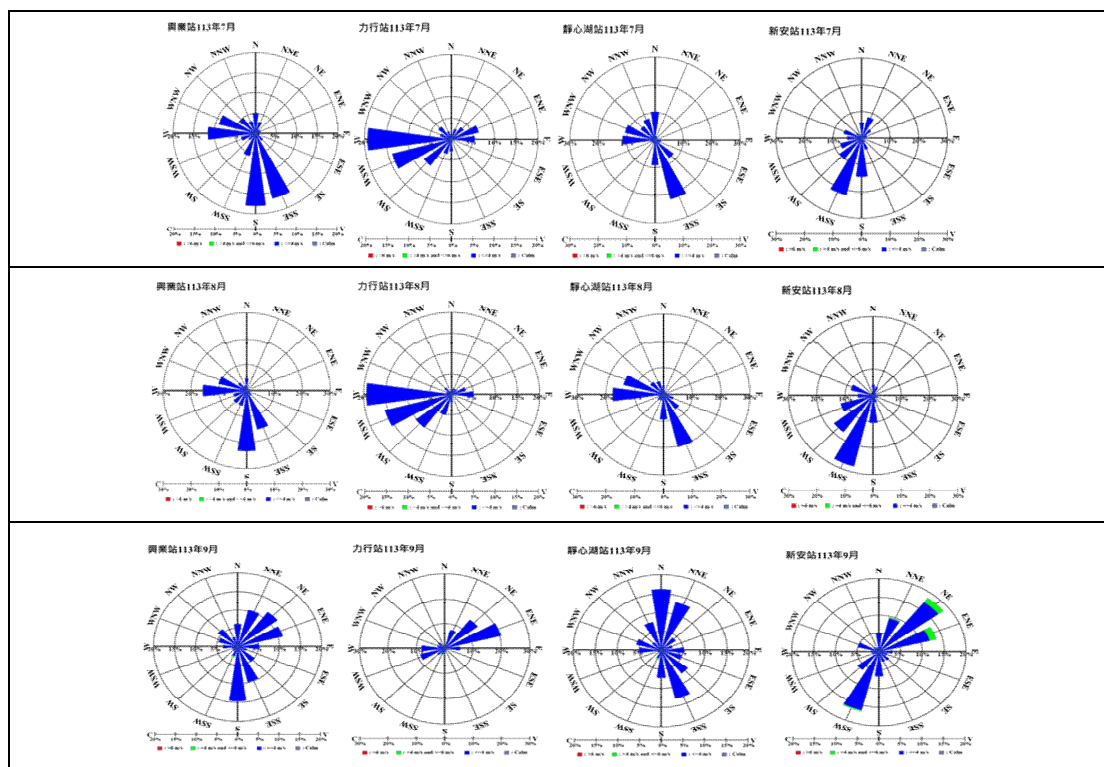


圖 2-5 新竹地區 113 年第三季風速風向圖(7~9 月)

第三章 研究方法

3-1 空氣污染種類介紹

空氣污染防治法中對空氣污染物所下的定義是：空氣中足以直接或間接妨害國民健康或生活環境的物質，包括的種類依形態分有氣狀污染物(SO_x , NO_x , CO , HF 等)、粒狀污染物(酸霧、懸浮微粒、金屬燻煙等)，另依產生之情形有二次污染物(O_3 , PAN 等)，以及味道為惡臭物質(H_2S , NH_3 等)。

一、粒狀污染物(Particulates)

粒狀污染物在大氣中有很多型態，可由很微細的氣膠到落塵，這些粒狀污染物對植物的影響依他們的大小、累積量和化學性質而異，粒狀污染物如直徑小於 $10\mu\text{m}$ 者稱為 PM_{10} ，此種粒狀污染物通常長期懸浮在大氣中而被稱為懸浮微粒，此種粒狀污染物對人類的健康影響較大。粒狀污染物的來源有(1)自然發生：風吹土壤；塵暴；火山暴發等；(2)採礦、礦產及其他固定污染源；(3)未經鋪設裸露的道路表面；(4)移動污染源所排的廢氣。

粒狀污染物對植物表面之附著有以下作用(1)沈降：由地心引力把微粒下降到植物表面；(2)擴散：懸浮微粒由擴散作用而直接接觸到植物表面；(3)亂流：特別是發生在植物體表面附近的亂流；(4)去除：由雨水、霧、微水粒等把微粒帶下而附著植物表面，而對植物的影響有(1)懸浮微粒覆蓋於植物表面，間接影響光合作用；(2)粒狀污染物會阻塞氣孔或經由氣孔進入葉片組織，影響蒸散作用；(3)粒狀污染物沉積在土壤致間接因基質的變化影響植物生長。粒狀污染物如落塵及懸浮微粒，通常附著於葉片表面之角質層、蠟

層、葉毛等，而非進入氣孔去除粒狀物。根據國外研究顯示在礦場周圍種植 15m 寬赤楊樹(birth)緩衝綠帶，可以很有效的截獲 50%粒狀污染物。新竹園區各測站 PM_{10} 年平均值介於 30 至 $31\mu g/m^3$ ； $PM_{2.5}$ 年平均值介於 14 至 $15\mu g/m^3$ 與環境部新竹地區測站比較新竹科學園區測值並無明顯差異(PM_{10} 介於 23 至 $27\mu g/m^3$ ； $PM_{2.5}$ 介於 12 至 $14\mu g/m^3$)。此外，園區粒狀污染物除自身營建工地與交通揚塵造成外，細懸浮微粒大多受到境外沙塵暴污染影響居多。

二、氣狀污染物

氣狀空氣污染物依其組成份分為硫化物(SO_2 , H_2S 等)，氮化物(NO_2 , NO 等)，碳氧化物(CO_2 , CO 等)，鹵素及鹵化物(F_2 , HF , Cl_2 , HCl 等)，氧化物(NO_x , O_3 , PAN 等)，揮發性有機化合物，煤塵煙霧，酸性降水等。自工業革命開始由於燃煤所需故早期空氣污染是以二氧化硫佔空氣污染物中所佔之比例最高，同時也是最早被關注易引起酸雨與農作物損害之有害氣體，依其對動物之毒性較強者，屬於所謂「第一級的污染物」—包括氟化氫、四氟化矽、氯氣、氯化氫、乙烯、臭氧和 PAN(過氧硝酸乙醯酯類)。

通常植物葉片氣孔微細構造與污染氣體發生化學作用吸收污染物，由於植物葉面表皮之角質層、蠟層和氣孔所包被，其中氣孔在白天多維持敞開，其氣孔內有溼潤的葉肉細胞。而在葉片表面另有突出物如葉毛、絨毛、突刺等。因此植物微細構造中最容易和污染氣體起化學作用約有 80% 污染物是經由途徑被吸收及淨化。相對地，植物葉表表皮的角質層、蠟層、葉毛、絨毛、等，約有 20% 藉此去除污染物。

植物對於不同成分之氣狀污染物之反應之因物種之不同而有所差異，例如酸性之污染氣體（HF、SO₂、NO₂、Cl₂、O₃、PAN等）較帶鹼性的植物性生化物質（鈣離子、鎂離子等）較易起化學中和反應，並因而具有較高之吸收、淨化能力。相反地，鹼性之污染氣體（如NH₃）則可能與帶酸性的植物性生化物質（如檸檬酸、醋酸等）較易起化學中和反應，並具有較高之吸收、淨化能力。

三、光化學煙霧（photochemical smog）

光化學煙霧通常是指在陽光下，空氣中的各種成分交互作用後生成的空氣污染物，此煙霧具有高度氧化力，它會刺激眼睛及喉嚨，傷害植物，促使橡膠製品破裂，具臭味且會降低能見度。光化學煙霧通常是由是汽車所排放出之氮氧化物與碳氫化合物，在強烈太陽輻射下，作用產生一系列之光化學反應而形成的，主要的成分包括了臭氧、醛類與過氧硝酸乙醯。

光化學煙霧屬於空氣污染裡的二次污染現象。二次污染是指空氣污染物並非由污染源直接排放出來的物種，而是上述物種經過大氣中化學反應而形成的有害物種，稱為二次污染物。防制二次空氣污染現象與一次空氣污染現象最大的差別，在於無法直接監測，也就是說二次污染現象牽涉到化學反應所形成，物質濃度的大小與污染源排放量大小沒有直接的線性比例關係，因此造成擬定防治策略的複雜性與困難度。從各種排放源排放出之物種經過不同途徑最後生成二次污染物，這些物種稱之為空氣污染前驅物。

3-2 影響植物生長主要因子

植物通常藉由葉面表皮之角質層（cuticle）、蠟層（wax）和氣孔（stomata）所包覆，其中氣孔內之葉肉細胞最容易和污染氣體起化學作用，本節介紹影響「植物淨化空氣污染的能力」之主要因子分述如下：

一、植物種類

因為不同植物有不同的葉肉細胞、氣孔數及密度、生理時鐘、葉表突起結構等，其各部分組織特性有所不同，研究證明：不同植物有不同的空氣污染淨化能力，其差距可達 10 倍。故「樹種選擇」應於緩衝綠帶建設時便加以考慮。

二、污染氣體之種類與濃度

植物各部分組織，對於不同污染氣體反應之活潑性會因植物物種之不同而異，例如：酸性之污染氣體（如 HF、SO₂、NO₂、Cl₂、O₃、PAN 等）會與帶鹼性的植物性生化合物質（如鈣離子、鎂離子等）較易起化學中和反應，並因而具有較高之吸收、淨化能力。相反地，帶鹼性之污染氣體（如 NH₃）則易與帶酸性的植物性生化合物質（如檸檬酸、醋酸等）較易起化學中和反應，並具有較高之吸收、淨化能力。而氣體分子之分子量亦影響擴散速度，大分子具有較低之擴散速度及被吸收之能力。小分子則有較高之擴散速度及進入植物體內之能力。

然而污染氣體濃度過高時，植物組織會嚴重受到傷害，並影響其代謝及吸收之能力。相反地若污染氣體濃度維持在植物「涵

容範圍」內，植物的代謝及吸收皆能一直維持良好。

三、葉片面積或數量

污染的吸收總量比與葉片面積及數量成正比，故植物葉面積大者去除空氣污染物及滯留灰塵的能力皆隨葉片面積或數量成正比。

四、光線之強弱與日夜變化

光線充足之情況下，葉片氣孔多能敞開，則去除空氣污染物之能力才能發揮到最大化；在光線不足之情況下，葉片氣孔多會關閉，則去除空氣污染物能力自然大打折扣其去除率約氣孔打開之 $1/4$ 至 $1/8$ 。

五、溫度

各種植物有其適合生長的環境溫度，適當溫度葉片氣孔多能正常敞開，代謝能力也較正常，其去除空氣污染物能力可發揮到最大化。相反地，在極端溫度之下，葉片氣孔多會關閉，代謝能力也較不足。

六、相對溼度及葉表潮溼程度

各種植物有適合生長的相對溼度，適當濕度葉片氣孔多能敞開，去除空氣污染物能力可發揮到最大化。相反地，在極端相對溼度之下，葉片氣孔多會關閉，代謝能力也較差，則去除率將會大受影響。另外植物葉片表面潮溼時，對粒狀污染物有較佳的附著力。當葉表潮溼時對臭氧也有較大的吸收反應能力。

七、植物生理時鐘

植物氣孔的開閉與其生理時鐘有關，甚多植物在光照強度相同的情況下，其早、午、晚及深夜時段之去除率皆不同，一般植物大多於上午有較高的去除污染物之能力。

八、植物健康與營養狀態

健康的植物，其代謝及生理機能較正常，葉片氣孔多能正常敞開，其淨污能力自然較高。相反地，在生病或遭逢逆境之情況下，植物的代謝及生理較不正常，氣孔多無法正常敞開，淨污能力因此較低。

營養狀態正常情況下，植物的代謝及生理皆較正常，葉片氣孔多能正常敞開，其淨污能力自然較高。相反地，在營養不良情況下，植物的代謝及生理較不正常，氣孔多無法正常敞開，淨污能力因此較低。

3-3 科學園區常見樹種之探討

本研究彙整新竹科學園區環境品質監測生態調查數據，經由長年生態調查結果顯示，目前已辨識緩衝綠帶植物共計約 48 種，其中包含灌木、喬木及草植本等多樣植物，部分植物具有誘鳥、誘蜜蜂及適合食草動物居住等相關植物，園區可謂生態系豐富適合動物棲息(表 3-1 及表 3-2)。

目前園區開發原則盡量保持原生樹種為主，若遇到不得已之情況進行移植樹木方式進行，例如廠區開發所移植之樹木，移植過程中如導致死亡或因樹木褐根病鋸除者均會進行補植樹木，補植樹種盡量以台灣原生種選擇為原則，惟累積多年環保報案陳情稽查結果發現，部分樹種雖然易於維護種植，但於開花季節會產生異味等狀況發生，以大葉山欖為例該樹種為本地原生樹種，屬常綠性大喬木，正常高度 20m，該樹木雖然具有強健、耐鹽、抗旱、抗風、耐濕等諸多優點，但每逢 11 至 12 月開花期，大葉山欖會散發類似燃燒塑膠之味道，且其開花期維持 1 至 2 個月，尤其當秋冬季節大氣擴散條件不佳，異味容易累積不易消散，入夜後味道會更加明顯，以致民眾常誤以為是工廠於夜間不法排放。此外黑板樹開花會散發酸臭味、福木果實腐爛會有瓦斯味、掌葉蘋婆開花聞起來像畜牧排泄物(圖 3-1)，這些開花時常見散發臭味的樹種應是園區在進行樹種選擇時必須要慎重考慮。

北部地區較常見樹種有烏心石、樟樹、台灣肖楠等樹種，中部地區大多選用烏心石、樟樹、檳木、棟樹、台灣肖楠；南部地區則可選用光蠟樹、相思樹、棟樹，另外如有農村或地區有歷史、民俗意義的種類，通常常選用無患子、棟樹、破布子、山胡椒及月橘等樹種植栽，此外園區環評時亦有生態專家建議適合在地樹種可供參考(表 3-3)。

表 3-1 新竹科學園區生態調查常見樹種(1/2)

植物名	種類	誘鳥	蜜源	食草	功能目的
尖尾鳳	灌木				
黃連木	喬木	√			景觀植栽
鵝掌蘗	灌木				景觀植栽
日本衛矛	灌木				
瓊崖海棠	喬木				
菲島福木	喬木				
欖仁	喬木				
馬蹄金	草質藤本				
銳葉牽牛	草質藤本				
野牽牛	草質藤本				
杜英	喬木	√			景觀植栽
血桐	喬木	√	√	√	
野桐	喬木	√	√	√	
青剛櫟	喬木	√	√		景觀植栽
草海桐	灌木				
楓香	喬木				
樟樹	喬木	√	√	√	景觀植栽
水茄苳	喬木				
相思樹	喬木	√		√	
蝶豆	草質藤本				
水黃皮	喬木			√	景觀植栽
長葉豇豆	草質藤本				
木槿	灌木				
黃槿	喬木				

表 3-2 新竹科學園區生態調查常見樹種(2/2)

植物名	種類	誘鳥	蜜源	食草	功能目的
細葉金午時	小灌木				
棟	喬木	√	√		景觀植栽
構樹	喬木	√		√	
榕樹	喬木	√		√	
大冇榕	喬木	√		√	
雀榕	喬木	√		√	
小葉桑	灌木	√		√	景觀植栽
流蘇	喬木	√			景觀植栽
白雞油	喬木				景觀植栽
茄冬	喬木	√	√	√	景觀植栽
細葉饅頭果	喬木			√	
石楠	喬木				景觀植栽
厚葉石斑木	喬木	√	√		景觀植栽
雞屎藤	草質藤本	√	√		
水社柳	喬木				
水柳	喬木			√	景觀植栽
臺灣三角楓	喬木				景觀植栽
臺灣欒樹	喬木		√		
無患子	喬木	√	√	√	
大葉山欖	喬木				
朴樹	喬木	√	√	√	景觀植栽
山黃麻	喬木	√	√	√	
櫟	喬木			√	景觀植栽
虎葛	草質藤本		√		

表 3-3 園區環評建議種植樹種

植物名	種類	誘鳥	蜜源	食草	功能目的
雙面刺	藤本	√	√	√	景觀植栽
飛龍掌血	藤本			√	景觀植栽
月橘(園區)	灌木	√	√		景觀植栽
山刈葉	喬木			√	景觀植栽
大葉楠	喬木	√	√		景觀植栽
紅楠	喬木	√	√	√	景觀植栽
香楠(園區)	喬木	√	√		景觀植栽
烏心石	喬木	√	√	√	景觀植栽
三腳鯮	喬木				景觀植栽
食茱萸	喬木		√	√	景觀植栽

	
大葉山欖	黑板樹
	
掌葉蘋婆	福木

圖 3-1 易造成異味之樹種

3-4 空氣污染對於植物之影響

一、臭氧對植物的傷害

新竹科學園區臭氧年平均值介於 23.1 至 34.0ppb，與鄰近地區環境部所屬新竹測站測值相比差異並不大(29.4 至 32.8ppb)，台灣地區發生臭氧高污染季節以四月至九月為主，臭氧主要來自「光化反應」，汽機車尾氣和工廠排放的揮發性有機物和氮氧化物，在強烈的陽光紫外線照射下，產生化學反應生成臭氧。臭氧反應活性強、極易分解，且易隨風力擴散、稀釋。通常臭氧污染物之生成主要發生於當地有揮發性有機物或氮氧化物濃度高、日曬充足、風速低之情況下，受前趨物、風速及日曬影響。臭氧是一種強氧化劑，當接觸到植物時會造成葉子表面出現白色、紅紫色或褐色的斑點，高濃度時會出現大面積的塊斑。大多數出現臭氧病徵多為中齡成熟葉，較幼小或老化葉片較不易出現病徵，斑點或斑塊主要是因為植物內柵狀組織遭受到破壞，而表皮細胞仍舊維持完整，臭氧在高濃度情況下，細胞會大量損害出現壞疽，經文獻顯示對臭氧具耐受能力較佳者有昭和草、紅毛草及飛揚草，其耐受臭氧濃度可達 200ppb。

二、PAN 對植物的傷害

過氧硝酸乙醯酯(Peroxyacetyl nitrate, PAN)是台灣地區全年均產生之污染物同時亦是光化學反應的指標污染物，通常因為人為因素產生，PAN 照光會產生毒性對植物易造成傷害，其傷害植物的劑量濃度介於為 15ppb 至 25ppb。高濃度 PAN 對矮牽牛等植物會出現下表面出現光斑、銅斑或白斑等症狀，嚴重時導致壞

疸或枯萎，剛成長之葉片比較容易受到影響，斑點通常出現於葉尖。幼小及成長快速的植物對 PAN 較為敏感。

三、二氧化硫 (Sulfur dioxide)

科學園區環境監測中二氧化硫濃度 2.4 至 2.7ppb 與環境部新竹地區測站平均值比較(0.7 至 1.7ppb)園區二氧化硫稍顯較高，然而各測二氧化硫皆符合空氣品質標準(年平均値 20 ppb 及小時平均值 75ppb)，經分析結果顯示二氧化硫濃度變化與季節變化較無關，與科學園區之產業形態經常使用酸、鹼及有機溶劑相關，其中又以硫酸為半導體製程常見之原物料。

適當的硫元素為植物正常必要之養分，通常由土壤吸收溶解性硫酸根(SO_4^{2-})，再由根部吸收傳輸至葉片進行轉化有機硫化合物，植物亦可由葉片吸收空氣中二氧化硫、硫化氫或其他揮化性硫化物，低濃度狀況下不但對植物無害，在土壤缺乏養分時能由空氣中吸收補充幫助植物生長。

二氧化硫傷害植物之方式可分為急性與慢性傷害，急性傷害在作物暴露於高濃度 SO_2 中，會造成發白、壞疽等病徵進而導致葉片捲縮、枯萎。慢性傷害則有生長遲緩、黃化等現象，當暴露的時間愈長所造成之傷害愈大。

四、氟化物 (Fluorides)

氟化物大部分以共價鍵或離子鍵之氟化物型態存在於土壤或礦物中，氟化物雖很普遍存在地球上，但含氟的空氣污染物並不多，植物吸收氟化物之途徑可藉由空氣、土壤或水體中獲得，

人為污染之前，主要是由植物根部吸收進入；但製造業人為所排放氟化氫(HF) 與四氟化矽(SiF₄) 量遠超植物所能負擔之負荷，此時毒性大都經由根部吸收進入，故目前主要之氟化物為害，大都來自空氣污染源。低濃度氟化物(1-10ppb)，氟經由氣孔進入並滲入輸導管組織之薄壁細胞；部分可經由表皮吸收經木質部送至葉部，或隨光合產物由移至莖部。

氟化物植物內運送時，如遇到矽酸植物(如稻、麥)，則會遇膠狀矽酸進而結合成氟矽酸化合物；如遇到石灰植物(如大豆、油菜)，氟化物與鈣形成氟化鈣，並堆積至葉片尖部。其毒性極強並逐漸破壞葉片細胞導致細胞組織崩解，就呈現受害症狀氟化物可分為三種：1.葉片邊緣及尖端焦枯；2.葉片黃化；3.葉片邊緣及尖端褪色。

五、氯氣(Chlorine)

氯氣傷害作物之病徵葉片受害時組織褪色而呈漂白斑塊，此與氟化氫漂白色澤相似。在高濃度污染下，植物會產生提早落葉現象特別是木本植物，而剩下新芽及花器不出現病徵。成熟葉受害一般較嚴重，網狀葉在葉脈間之組織受害而呈漂白，但主脈仍保持綠色，但受害嚴重之草本植物則全葉漂白甚至倒伏。有些受害植物葉片並不呈現白色，而出現紅色至淡粉紅色病斑。平行脈葉片受害時葉脈間出現漂白條紋及細斑。

六、氨氣(Ammonia)

氨氣傷害作物之病徵大氣中的氨氣來源大都來自自然的進行步驟如由動物排泄物和植物代謝，但此種氨氣濃度都很低而達

不到傷害植物的程度，植物可以扮演氨氣的吸收者也可以為釋放者，完全依賴其氣孔與大氣中氨氣的濃度差而異，氣孔氨氣濃度則受其附近細胞間隙內液相氨離子(NH_4^+)之影響，受氨氣傷害之病徵通常出現較深或明顯之色斑，有黑、褐、亮銅、銀化及漂白等色，並沒有專一性。

傷害植物氨氣的污染源主要為工廠外洩，園區工廠半導體製程中液氨亦是主要原料之一，冷凍空調當中亦含有相當氨氣。

七、乙烯(Ethylene)

乙烯傷害作物之病徵為揮發性有機 (volatile organic compounds, VOCs) 空氣污染物之一，在正常狀態下適當乙烯可幫助植物生長調節、花器發育、果實成熟、器官的老化與分離層等，但過量濃度會引起植物部位之變形、降低生長優勢、促進側芽生長及造成葉片或花朵提前脫落。雖然目前空氣中約有 13,000 種 VOCs，這些 VOCs 除部分與光化學氧化物外，很少可以直接傷害植物。

全球每年預估乙烯釋放進入大氣的總量達 35.39×10^6 噸，其中約 26% 為人為造成的，其中以燃燒有機物及油料佔大比重，科學園區乙烯來源主要源自於機動車輛所排放的廢氣及未完全燃燒有機物質。

3-5 二氧化碳特性介紹

使用二氧化碳氣體當滅火物質時，其氣體通常是以液態壓縮於鋼瓶中進行儲存以節省空間，使用時須將液態二氧化碳釋放轉換為氣態進行滅火，轉換過程中因為壓力極劇釋放吸熱反應導致凝結產生白煙，正常情況下二氧化碳氣態時特性無色無味且其密度為空氣之 1.5 倍，故釋放時會往較低的地方流動，二氧化碳物理及化學性質詳表 3-4。由於二氧化碳在人體中是新陳代謝之產物，主要控制血液中 pH 值酸鹼機制重要組成成分，當嚴重暴露於二氧化碳中會在血液中形成碳酸，當超過體內碳酸氫鈉緩衝能力時，由於人體神經系統被過度驅動，pH 值降低產生快速的毒性效應，當持續暴露於 5%濃度時人體會產生緊張及快速呼吸，7%濃度時會導致快速呼吸變得吃力並出現煩躁、昏厥及劇烈頭痛等徵狀，至 15%濃度情況下會在不到 1 分鐘內失去意識，由於二氧化碳在體內擴散速度比氧氣快 20 倍，所以高濃度二氧化碳極易在沒有任何情況下令人迅速窒息。

依據美國職業安全衛生管理局規定，勞工在每週 40 小時工作中接觸二氧化碳不得超過 8 小時加權平均值(TWA-PEL)5,000ppm(0.5%, 9,000mg/m³)；15 分鐘以內短期接觸限值(STEL/上限)為 30,000ppm(3%, 54,000mg/m³)。

113 年 8 月 20 日彰化縣彰濱線西區海龍離岸風電陸域降壓站，二氧化碳外洩事件導致 17 人吸入送醫，其中 4 人生命危險，就是二氧化碳外洩所造成之工安事故(圖 3-2)。



圖 3-2 彰濱離岸風電工安意外

表 3-4 二氧化碳物理與化學性質

化學式	CO ₂
分子量	44.01
沸點	-78.5°C
凝固點	-56.6°C
臨界溫度	31.0°C
臨界壓力	72.9atm
液態密度(-37°C),11atm	68.74 lb/cu.ft.
氣態密度(-110°C),1atm	97.4 lb/cu.ft.
氣態比重(20°C),1atm	1.53
液態比重(-37°C),1atm	1.10
比容(20°C),1atm	8.7 cu. ft/lb
氣化潛熱	10,900 Btu/lb mole

第四章 結果與討論

4-1 白煙事件概述

本案某電子股份有限公司後端作業廠因配合台電龍秀變電所歲修停電，故同步進行廠內配電室維修檢測作業，因消防警報系統短路導致觸發二氧化碳滅火系統噴發，幸運的是該廠於人員進入配電室之前已完成氣體管線繞流切換，故噴發二氧化碳僅藉由繞流管線排放至廠區外，其事發照片詳圖 4-1，所幸該事件並未造成電器室檢修人員影響，惟二氧化碳氣體卻由該廠區牆面之緊急排放口排出並擴散越過 20m 緩衝綠帶進入鄰近社區街道導致白煙蔓延影響民眾。

本案經由該公司事後調查發現，事故當下誤觸二氧化碳噴發數量高達 11 隻壓縮鋼瓶，其鋼瓶廠牌及存放位置詳表 4-2，原設計二氧化碳滅火系統共計 82 隻鋼瓶，總防護區域涵蓋機房、UPS 機房、MIS 機房、CDA 機房及數座變電室總防護區域達 4,520 m³，設備啟動方式有電磁閥啟動及氣體鋼瓶啟動等方式，本案依據廠商所提供之資料換算防護區域及啟動擊發鋼瓶數量來計算，大約外洩 868m³ 二氧化碳氣體(表 4-1)，依據「各類場所消防安全設備設置標準」第 84 條第 1 項第 5 款規定「...滅火藥劑量應於三十秒內全部放射完畢」，由於大量高壓氣體於短時間內急速噴發，噴發過程產生大量音爆及洩壓噪音，導致民眾誤認廠區發生爆炸等意外事件進而登上新聞版面(圖 1-1)。

事後經由科管局與環保局聯合調查後發現，由於管線緊急排放口設置於大樓西側約 4m 高牆面，牆面下方鐵皮屋頂為員工機車停車棚屋頂，該排放口正對園區緩衝綠帶，且緩衝綠帶外即是區外民宅，由圖 4-2 事發現場照片可發現，排放口正下方鐵皮屋頂無灰塵與落葉堆

積且有氣體吹過之痕跡，鄰近鐵皮屋頂擇有較為厚重的落塵與落葉堆積且並無氣體吹過之痕跡，故研判二氧化碳氣體亦經由該緊急排放口釋放至環境當中，順著排放口背面管線往下追蹤，進而連接至地下室緊急排放繞流管線切換筏，再由切換筏引導至地下室鋼瓶儲存區並找到即發過後之鋼瓶，因而確認本次事件發生原因、影響範圍與外洩鋼瓶數量詳圖 4-2。

外洩氣體噴發時導致白煙經由緊急排放口迅速想緩衝綠帶擴散，由於綠帶寬度距離民宅約 20m，雖然種有整排喬木樹林，然而該區域平均高度介於 8 至 15m 之間，主要樹葉茂密區域位於 8m 以上，地面至 8m 區域大多為喬木樹幹，無法發揮葉片攔阻之效果，且由於二氧化碳較空氣重故沿著地面迅速擴散影響區外鄰近民宅。

表 4-1 事發工廠二氧化碳鋼瓶配置情況

項次	防護區域	防護體積 m ³	該區域鋼瓶數量	本次外洩數量	廠牌	鋼瓶位置	作動原理
1	1F 機房(1 樓值班室)	226	6	2	ANSUL	B2F 消防機房	電磁閥啟動
2	B1F UPS 機房	226		2	ANSUL	B2F 消防機房	電磁閥啟動
3	B1F 3 號變電站	135		2	ANSUL	B2F 消防機房	電磁閥啟動
4	5F MIS 機房	275	36	1	KIDDE	B2F 消防機房	啟動小鋼瓶
5	B1F 2 號變電站	1,065		1	KIDDE	B2F 消防機房	啟動小鋼瓶
6	B1F CDA 機房	1,260		1	KIDDE	B1F 鋼瓶室	啟動小鋼瓶
7	B1F 1 號變電站	295	9	1	KIDDE	B2F 乙機房	啟動小鋼瓶
8	B1F 4 號變電站	1,038	31	1	KIDDE	B2F 乙機房	啟動小鋼瓶

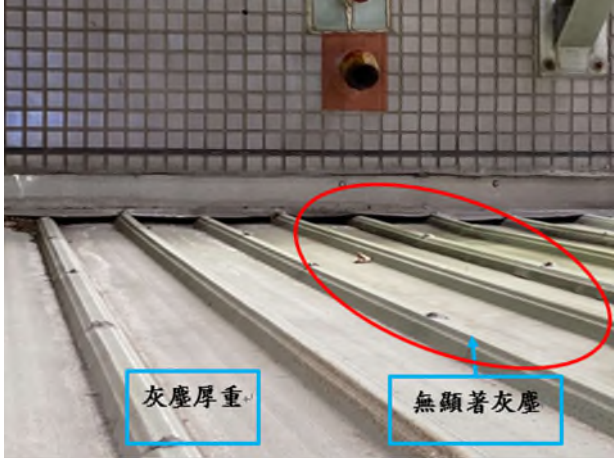
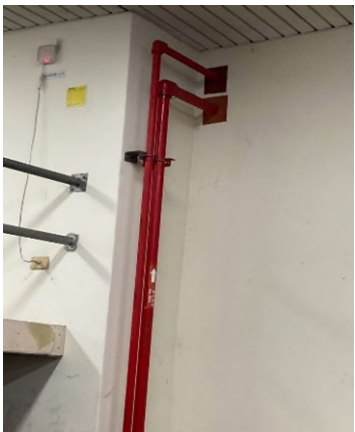
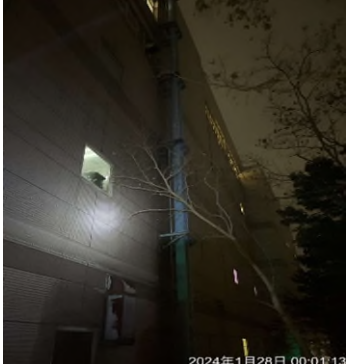
	
排放口噴發現場照片	噴發口廠區內管線配置
	
氣體管線切換閥	噴發後外牆牆面照片

圖 4-1、事發工廠管線照片

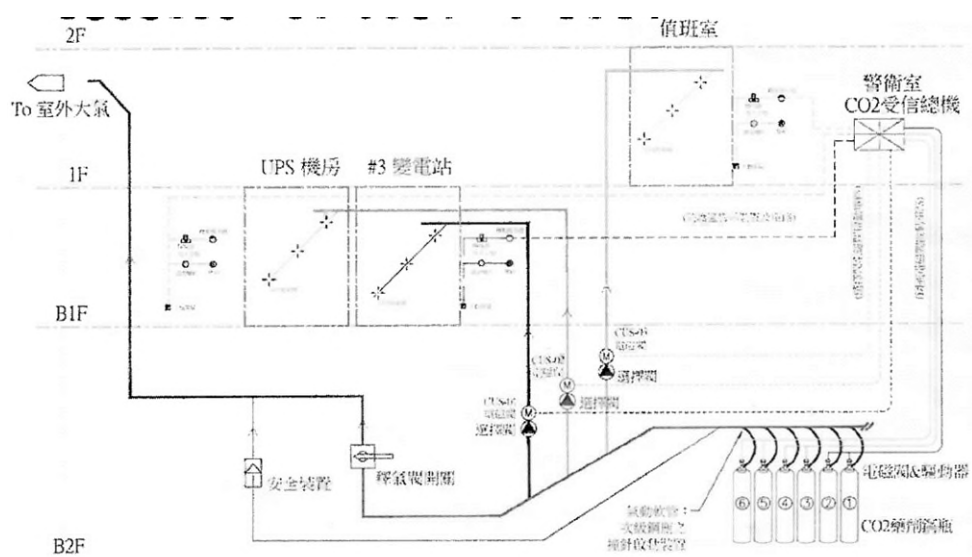


圖 4-2 事發工廠氣體消防管線配置情況

4-2 案例情境模擬設定

本次白煙事件由於緊急排放口正對緩衝綠帶，綠帶範圍外為區外社區，故綠帶植物種植種類與維運及原來規劃綠帶寬度，便是影響白煙能否受到緩衝綠帶控制避免飄散進入民宅之主要因素，經量測該廠區建築物長度約 75m 寬度約 30m，而緩衝綠帶距離民宅約 20m，其示意圖詳如圖 4-3，故假設二氧化碳自噴發口排放以半圓形方式進行擴散其擴散半徑面積約為 628 m^2 (圖 4-4)，由於二氧化碳較空氣沉重，故排放至大氣時會沉積於地面並沿著地形與地勢向低處擴散，故當假設沉降高度為 1 公尺時該緩衝綠帶擴散區域內所能容納氣體體積為 628 m^3 ，也由於本次外洩二氧化碳氣體推估量體積為 868 m^3 ，故經該擴散方式計算後尚餘 240 m^3 之二氧化碳無法被緩衝綠帶攔阻，因而跨越過緩衝綠帶後進入民宅區域，也由於該區域內鄰近園區側之民宅並未全部興建，排放之氣體即經由未開發空地蔓延至大街。



圖 4-3 事發工廠與鄰近民宅周邊示意圖



圖 4-4 事發廠區氣體擴散示意圖

一般緩衝綠帶經營，可適度搭配土坡及植栽進行綠帶配置，除了可以改善視覺景觀外，亦可提供園區就業人員及周圍民眾綠意盎然之休閒公共空間，植栽通常可以分成以下三種方式(1)綠牆：高在 1.6m 以上，能夠完全遮擋人們視線。；(2)高綠籬：高度在 1.2~1.6m 之間，人的視線可以通過，但人不能跨越而過，多用於綠地的防範、屏蔽視線、分隔空間和作為其他景物的背景。；(3)中綠籬：高度在 0.6~1.2m，有很好地防護作用，多用於種植區圍護及建築基礎種植。；(4)矮綠籬：高度在 0.5m 之下，作為花境鑲邊、花壇、草坪圖案花紋等。土坡與綠籬配置方式除了可提升整體綠色視覺景觀外，若能再搭配覆層林帶方式植栽，將可形成綠意盎然且具生態性之綠帶，亦可於突發事件時提供減緩空氣污染擴散之攔阻作用(圖 4-5)。

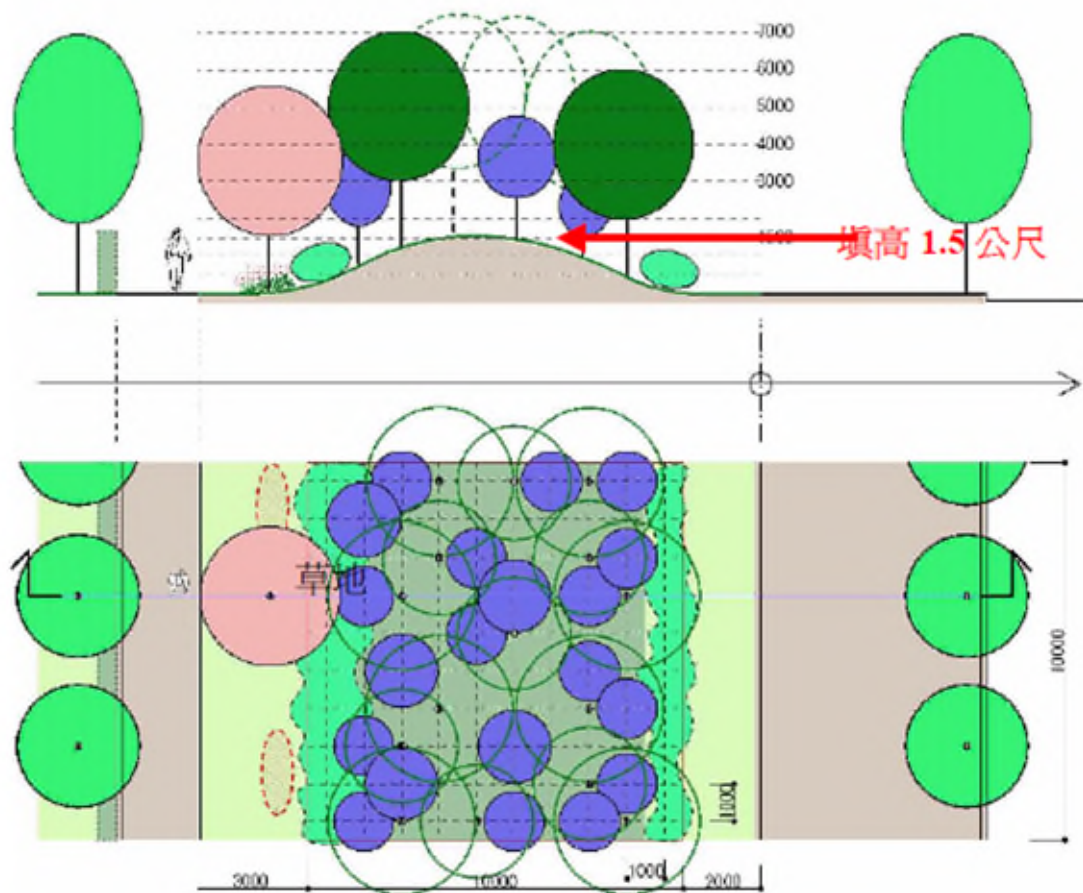


圖 4-5 土坡搭配覆層植栽之緩衝綠帶示意圖

現場綠帶環境中發現現場植栽稀疏且不連續，可能因平時疏於照顧，故植栽不如其他區域茂密，不時出現因植栽死亡導致空缺之情況，也由於植栽空缺進而導致當噴發事件發生時該空缺處無法攔阻逸散二氧化碳因而擴散至民宅。

本案挑選 5 種緩衝綠帶配置組合，分別為(1)空地；(2)空地+1.5m 土坡；(3)空地+1.5m 土坡+0.5m 矮綠籬；(4)空地+1.5m 土坡+1.0m 中綠籬；(5)空地+1.5m 土坡+1.5m 高綠籬，綠帶寬度假設有 20m、25m 及 30m 等 3 種並與現況配置進行比較，計算結果詳表 4-2 及表 4-3，由計算發現當該緩衝綠帶寬度由 20m 增加至 25m

或 30m 時，可容納氣體體積由原來 628 m³ 增加至 981 m³ 及 1,413 m³，效率分別提升 56%及 125%。當綠帶增加土坡或各種樣式綠籬時，平均每提高 0.5m，可提升 50%效率。25m 緩衝綠帶各種配置方式可增加 56%至 369%，30m 緩衝綠帶各種配置方式可增加 125%至 575%，由計算結果發現綠帶寬度越寬或綠籬高度越高越有益於空氣污染物之阻攔。

表 4-2 緩衝綠帶寬度與各配置組合對氣體阻攔體積(m³)

緩衝綠帶配置組合	20m 緩衝綠帶	25m 緩衝綠帶	30m 緩衝綠帶
空地	628m ³	981 m ³	1,413 m ³
空地+1.5m 土坡	942m ³	1,472 m ³	2,120 m ³
空地+1.5m 土坡+0.5m 矮綠籬	1,256m ³	1,962 m ³	2,826 m ³
空地+1.5m 土坡+1.0m 中綠籬	1,570m ³	2,453 m ³	3,533 m ³
空地+1.5m 土坡+1.5m 高綠籬	1,884m ³	2,943 m ³	4,239 m ³

表 4-3 各種衝綠帶樣式與現有狀況綠帶(20m 寬空地)效率比較

緩衝綠帶配置組合	20m 緩衝綠帶	25m 緩衝綠帶	30m 緩衝綠帶
空地	0%	56%	125%
空地+1.5m 土坡	50%	134%	238%
空地+1.5m 土坡+0.5m 矮綠籬	100%	212%	350%
空地+1.5m 土坡+1.0m 中綠籬	150%	291%	463%
空地+1.5m 土坡+1.5m 高綠籬	200%	369%	575%

第五章 結論與建議

5-1 結論建議與精進作為

(1) 有關廠商氣體緊急排放口位置

本案該廠商因二氧化碳緊急排放口面向園區緩衝綠帶及區外民宅，因警報訊號異常導致大量氣體迅速噴發，進而白煙擴散至區外，且事發當時經由民眾反映後該公司才發現二氧化碳噴發事件，事後經由廠商檢討與改善，目前已封閉原有排放管線出口位置，並將管線改至該棟大樓樓頂排放，並於排放口新增排放偵測裝置與警報系統及增訂施工錄影監控裝置。

此外，由於二氧化碳能夠與氫氧化鈉進行反應，如能規劃將緊急排氣體導入空氣污染防治設備濕式洗滌塔中進行洗滌，應能有效減緩二氧化碳大量溢散至大氣環境中，造成民眾觀感不佳與心理恐慌。

(2) 有關緩衝綠帶種植作物部分

部分緩衝綠帶植物因為死亡且未能迅速補植，導致綠籬隔絕效果不彰，由於噴發二氧化碳較空氣重，故大量白煙噴發後隨即流至地面沿著緩衝綠帶地勢蔓延，並經由綠籬缺口迅速竄出導致白煙事件發生，經由文獻得知酸性之污染氣體（如 HF、SO₂、NO₂、Cl₂、O₃、PAN 等）易與帶鹼性的植物性生化物質（如鈣離子、鎂離子等）較易起化學中和反應，並因而具有較高之吸收、淨化能力。相反地，帶鹼性之污染氣體（如 NH₃）則易與帶酸性的植物性生化物質（如檸檬酸、醋酸等），由於園區排放管道以酸性排放氣體管道占多數，故未來數種選擇時應以在地原生樹種、易生長、

對酸性氣體有較高吸收率且不易有異味之樹種為主。

(3) 有關新設立園區緩衝綠帶規劃

新設園區規劃如能夠盡量拉大緩衝綠帶寬度，亦可增加污染物之涵容能力，計算結果顯示，當 20m 緩衝綠帶增加至 25m 綠帶時，容積可增加 56%；當 20m 緩衝綠帶增加至 30m 綠帶時，容積可增加 125%。

此外，既有園區由於緩衝綠帶已規劃設立完成無法進行變動，故如能採用複合植栽方式配置，經由土坡、綠籬、灌木及喬木之搭配，亦可增加污染物之涵容能力，減低污染物穿越緩衝綠帶影響區外之機率發生。

參考文獻

1. 新竹科學園區管理局網站(<https://www.sipa.gov.tw>)，113年。
2. 國家科學及技術委員會網頁(<https://most.gov.tw/>)，113年。
3. 行政院環境保護署網站(<https://www.epa.gov.tw/>)，113年。
4. 國家科學及技術委員會新竹科學園區管理局，「新竹科學園區環境品質智慧看格建置及維運計畫113年成果報告」，民國113年。
5. 光宇學校財團法人元培醫事科技大學，「111-113新竹科學園區周界異味污染源調查計畫」113年期末報告，民國113年。
6. 行政院環境保護署「綠與美的淨污樹種-石化工業篇」民國100年。
7. 徐慈鴻，「九種台灣常見雜草對臭氧耐受性之比較」，民國92年。