

# 統計應用分析報告

基隆市近五年空氣污染探析及防制作為成效

基隆市政府主計處

民國 111 年 9 月



## 摘要

空氣品質與國民健康及生活環境息息相關，空氣相關議題近年來更是備受關注。為提供市民良好的生活環境，本文爰透過探討空氣污染相關統計資料，並檢視相關防制推動成效，作為未來精進政策之參考。

近年來本市致力於擬定多項污染防制措施及工作目標，如電力業燃料源頭改善、車輛汰舊換新管理及補助等，均達工作目標且成效顯著。本分析以行政院環保署建置之「空氣污染物排放量清冊」TEDS11.0 版本資料為基礎，分析本市近年空氣品質，茲將分析摘錄如下：

- 一、本市 110 年主要排放污染物為氮氧化物(27.8%)、非甲烷碳氫化合物(25.6%)及硫氧化物(17.6%)，三者合計逾 7 成。各污染物占全國之比重則分別為總懸浮微粒 1.0%、硫氧化物 5.6%、氮氧化物 2.0%、非甲烷碳氫化合物 1.1%、一氧化碳 0.5%及鉛 0.8%。
- 二、以 TEDS11.0 資料觀察本市 108 年污染源排放情形，面源為最多，以非甲烷碳氫化合物、總懸浮微粒為主；點源次之，以硫氧化物及氮氧化物為大宗；線源再次之，主要為一氧化碳、氮氧化物及非甲烷碳氫化合物。觀察空氣污染物之前 5 大排放來源，主要可綜整歸納為「電力業（協和發電廠）」、「機動車輛」、「港區船舶」、「餐飲業」及「營建工程」等 5 類。
- 三、為改善空污問題，本市相關防制作為執行成果如下：
  - (一)積極針對協和電廠提出源頭減量、製程改善及管末處理等各項污染改善建議，近兩年全面改用低硫份燃料油，製程部分則透過火上風門調整等措施，降低氮氧化物排放量。
  - (二)針對老舊機車及柴油車提出汰舊換新補助以及定期檢測等方案，加強稽查管制。近兩年推動 1-3 期大型柴油車污染改善補助作業，已完成汰舊換新 114 輛及 151 輛，1-4 期老舊機車汰舊分別為 9,240 輛及 6,117 輛，均已達工作目標。
  - (三)推動進出港船舶減速，以及船舶使用低硫燃油政策等，以達污染減量之效，油品抽驗合格率亦為 100%。
  - (四)近兩年輔導餐飲業裝設油煙防制設備皆為 53 家，超過預定目標值；近 5 年輔導裝設油煙防制設備累計達 256 家。
  - (五)近兩年營建工程污染排放量削減率分別為 61%及 64%，皆達預定目標值 60%。

# 目錄

壹、前言.....	1
貳、空氣污染物排放情形.....	1
一、近年來本市空氣污染物排放量減逾 5 成.....	1
二、污染源探析.....	2
參、空氣污染防制作為及成效.....	5
一、協和發電廠已全面採用低硫份燃料油，積極投入污染改善作業.....	6
二、車輛汰舊換新成效良好.....	7
三、港區船舶減速達目標值，油品抽驗合格率 100%.....	8
四、輔導餐飲業裝設油煙防制設備，推動成果亮眼.....	9
五、營建工程污染排放減量達標.....	9
肆、結論及建議.....	10
一、強化環保餐飲觀念宣導及推廣.....	10
二、持續針對港區進行空氣污染監測.....	10
三、提供民眾即時空氣品質監測資訊.....	10
參考文獻.....	11

## 壹、前言

在城市的發展過程中，各種建設、生產、消費...，將伴隨著環境污染之產生，其中空氣污染問題對人體健康的傷害，學界中已有相當多的研究發展。

以空氣品質指標 (Air Quality Index, AQI)<sup>1</sup>觀之，基隆市 (以下簡稱本市) 108 年至 110 年 AQI>100 占日數比率(對敏感族群健康造成影響)分別為 2.23%、3.28%及 0.55% (AQI 數值越低，表示空氣污染程度越低)，僅高於臺東縣、花蓮縣及宜蘭縣等，亦即本市全年空氣品質較全國大部分縣市為佳。惟因空氣污染不但危害人體健康，亦將影響作物的生產，以及景觀與生態系，因此本市積極推動各項空氣污染防制措施，期改善空氣品質，提供良好生活環境，亦提升對民眾健康之保障。本文將釐析本市主要空氣污染排放源，並探討相關政策推動情形，提供未來精進空氣污染防制策略參考。

## 貳、空氣污染物排放情形

我國常見的空氣污染物有 PM<sub>10</sub> (懸浮微粒)、PM<sub>2.5</sub> (細懸浮微粒)、SO<sub>x</sub> (硫氧化物)、NO<sub>x</sub> (氮氧化物)、NMHC (非甲烷碳氫化合物) 及 CO (一氧化碳) 等；其污染來源依空間分布特性，分為點源、線源及面源，點源包括工廠、電廠的燃燒，以及工業製程所產生的粉塵等；線源主要為機動車輛及船舶於發動或行駛中燃燒油料所產生；面源則指其他污染源，如：垃圾露天燃燒、餐飲業油煙排放等，另加油站、工業表面塗裝及溶劑使用的逸散性碳氫化合物排放亦屬之。

### 一、近年本市空氣污染物排放量減逾 5 成

本市近 5 年空氣污染排放量，由 106 年 43,612 公噸減至 110 年 20,251 公噸 (減少 53.6%)，各污染物排放量以硫氧化物及氮氧化物減幅較大，分別減少 79.7%及 55.0%。

以 110 年各污染物排放比重觀之，本市主要排放污染物為氮氧化物 (27.8%)、非甲烷碳氫化合物 (25.6%) 及硫氧化物 (17.6%)，三者合計

---

<sup>1</sup> 空氣品質指標 (Air Quality Index, AQI)：依據監測資料將當日空氣中臭氧、細懸浮微粒、懸浮微粒、一氧化碳、二氧化硫及二氧化氮濃度等數值，以其對人體健康的影響程度，分別換算出不同污染物之副指標值，再以當日各副指標之最大值為該測站當日之空氣品質指標值(AQI)。AQI 數值越大代表空氣污染狀況越嚴重，對人體的健康危害也就越大。

逾 7 成。另本市 110 年排放量占全國總排放量 1.2%，各污染物占全國之比重則分別為總懸浮微粒 1.0%、硫氧化物 5.6%、氮氧化物 2.0%、非甲烷碳氫化合物 1.1%、一氧化碳 0.5%及鉛 0.8%（表 1）。

表 1 基隆市空氣污染排放量

項目別 年別	總計	總懸浮微粒			硫氧化物 SO <sub>x</sub>	氮氧化物 NO <sub>x</sub>	非甲烷碳 氫化合物 NMHC	一氧化碳 CO	鉛 Pb
		TSP	懸浮微粒	細懸浮微粒					
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>					
106年	43,612	4,326	1,604	866	17,613	12,504	5,618	3,550	0.32
107年	28,975	3,681	1,313	671	8,561	7,991	5,360	3,383	0.30
108年	22,093	2,771	998	506	5,138	5,612	5,310	3,262	0.28
109年	19,898	2,357	902	471	3,515	5,626	5,268	3,131	0.28
110年	20,251	2,773	983	491	3,571	5,627	5,191	3,089	0.28
110年較106年 增減率	-53.6	-35.9	-38.7	-43.3	-79.7	-55.0	-7.6	-13.0	-13.4
110年各污染物 比重	100.0	13.7	4.9	2.4	17.6	27.8	25.6	15.3	0.0
110年 占全國總排放量 比重	1.2	1.0	0.9	1.1	5.6	2.0	1.1	0.5	0.8

資料來源：行政院環境保護署 TEDS11.0

說明：109 年及 110 年排放量係以 108 年為基準年之推估值

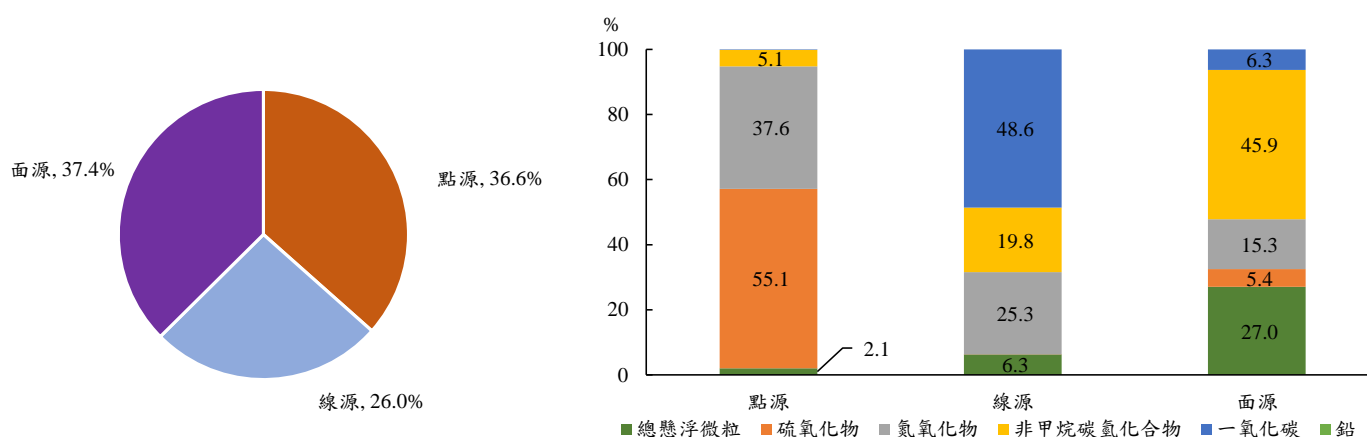
## 二、污染源探析

依防制空氣污染的角度，完整掌握污染來源並採取控管措施，方能確保空氣品質。TEDS 之資料每 3 年發布 1 次，最新版本係採 108 年為基準年，有關污染來源細部資料僅呈現該年情形，故以 TEDS 之 108 年細部污染源資料進行探查，俾釐析本市空氣污染之產生來源。

以本市 108 年各污染源排放情形觀察，面源為最多（37.4%），點源次之（36.6%），線源則占 26.0%。各污染源排放之主要污染物不盡相同，點源以硫氧化物（55.1%）及氮氧化物（37.6%）為大宗；線源主要為一氧化碳（48.6%）、氮氧化物（25.3%）及非甲烷碳氫化合物（19.8%）；而面源排放則以非甲烷碳氫化合物（45.9%）、總懸浮微粒（27.0%）及氮氧化物（15.3%）為主（圖 1）。

圖 1 基隆市各污染源排放情形

108 年



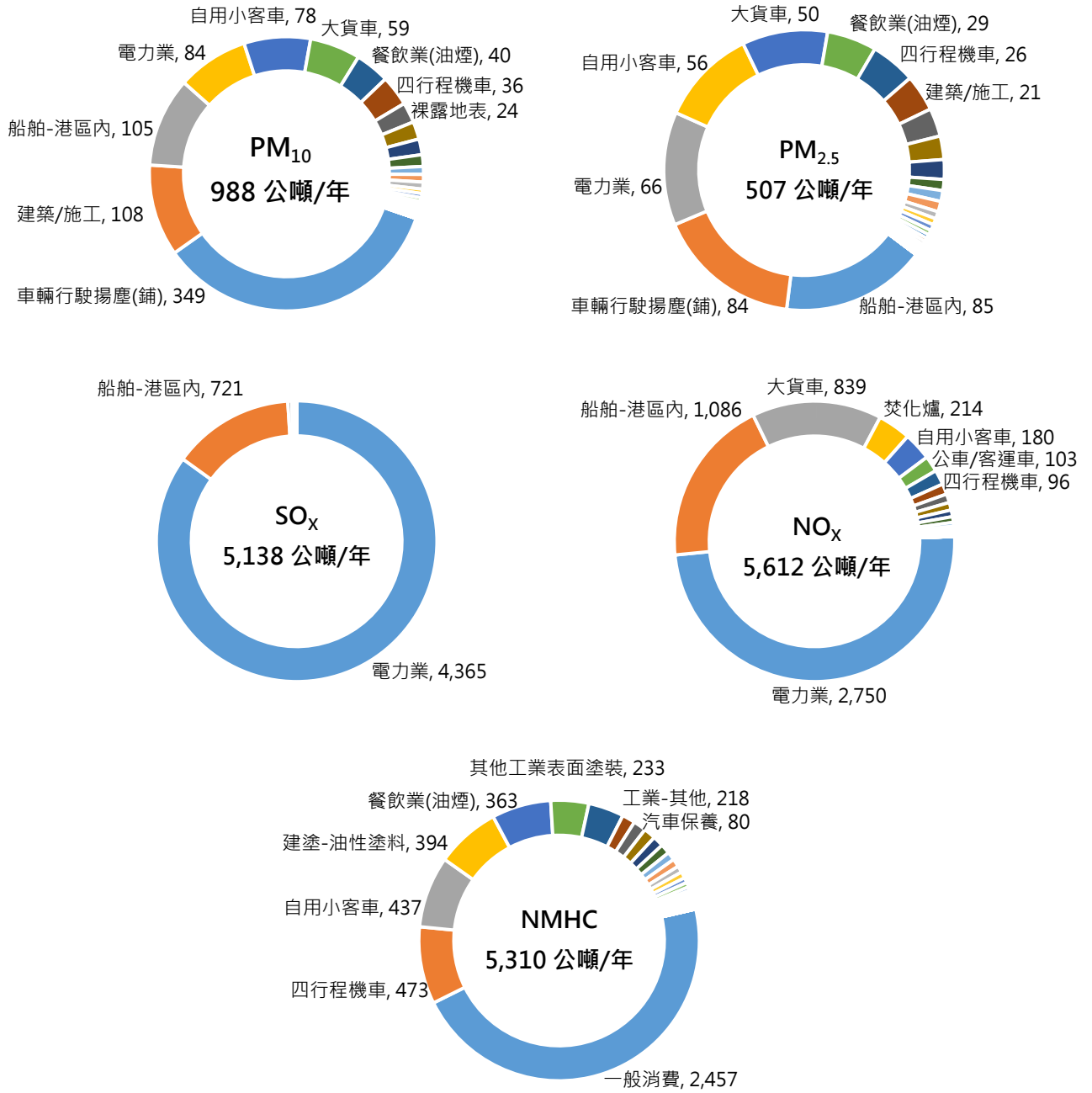
資料來源：行政院環境保護署 TEDS11.0

各主要空氣污染物排放量情形組成特性說明如下：

- (一)懸浮微粒 (PM<sub>10</sub>)：總排放量為 998 公噸，前五大排放來源依序為車輛行駛揚塵（鋪）(34.93%)、建築/施工 (10.82%)、船舶（港區內）(10.55%)、電力業 (8.42%) 及自用小客車 (7.84%) (圖 2)。
- (二)細懸浮微粒 (PM<sub>2.5</sub>)：總排放量為 507 公噸，前五大排放來源依序為船舶（港區內）(16.71%)、車輛行駛揚塵（鋪）(16.65%)、電力業 (13.05%)、自用小客車 (11.15%) 及大貨車 (9.85%) (圖 2)。
- (三)硫氧化物 (SO<sub>x</sub>)：總排放量為 5,138 公噸，主要來源為轄內電力業，約占全市排放總量之 84.96%，其次為船舶（港區內）(14.04%)，剩餘占比皆低於一個百分點 (圖 2)。
- (四)氮氧化物 (NO<sub>x</sub>)：總排放量為 5,612 公噸，主要來源仍為電力業，約占全市排放量之 49.00%，其餘依序為船舶（港區內）(19.35%)、大貨車 (14.96%)、焚化爐 (3.81%) 及自用小客車 (3.21%) (圖 2)。
- (五)非甲烷碳氫化合物 (NMHC)：總排放量為 5,310 公噸，主要來源為一般消費 (46.27%) 為主，其餘依序為四行程機車 (8.91%)、自用小客車 (8.23%)、建塗(油性塗料)(7.41%)及餐飲業(油煙)(6.83%) (圖 2)。

圖 2 基隆市各污染物主要排放來源

108 年



資料來源：行政院環境保護署 TEDS11.0



綜整上述各污染物之主要排放來源，並將之歸納為「電力業(協和發電廠)」、「機動車輛」、「港區船舶」、「餐飲業」及「營建工程」等5類。為針對污染源頭徹底防制，本市近年積極就上述5類污染排放來源為防制目標，透過宣導及輔導，以提升本市空氣品質。

### 參、空氣污染防制作為及成效

為改善空氣污染問題，本市從污染源頭積極改善到管末管制，並擬定多項污染防制措施及工作目標，109年及110年皆達目標值，部分項目更超越預定目標值(表2)，以下將摘要說明前述5大排放來源相關防制作為執行成果。

**表2 基隆市空氣污染防制措施及執行成果**

防制措施名稱	年工作目標	執行成果	
		109年	110年
電力業燃料源頭改善	含硫量0.3wt%燃料油使用率達100%	100%	100%
國(公)營事業空氣污染排放減量	污染減量方案改善進度執行率100%	100%	100%
鍋爐污染排放改善	109年改善6廠10座，110年改善3廠5座	6廠10座	3廠5座
1~3期大型柴油車污染改善補助	汰除1~3期大型柴油車109年70輛，110年60輛	114輛	151輛
機車汰舊換新管理	汰除1~4期機車109年6,000輛，110年4,000輛	9,240輛	6,117輛
港區污染減量	進出港船舶減速艘次占總艘次達40%	48%	41%
餐飲業油煙排放管理	加裝餐飲油煙防制設備30家	53家	53家
營建工程污染排放減量	營建工程污染削減率達60%	61%	64%
推動紙錢減量	紙錢減量109年100公噸，110年102公噸	201公噸	198公噸
裸露地表污染改善暨垂直綠化	裸露地表改善面積0.2公頃	1.0公頃	0.3公頃
街道洗掃暨認養	街道洗掃28,800公里	34,544公里	39,068公里

資料來源：基隆市環境保護局

## 一、協和發電廠全面採用低硫份燃料油，積極投入污染改善作業

本市近年來積極針對該廠提出源頭減量、製程改善及管末處理等各項污染改善建議，並要求配合空氣品質不良事件日實施發電降載。109年及110年協和發電廠為減少硫氧化物排放，已全面改用低硫份（含硫量0.3wt%）燃料油，替換原使用含硫量0.5wt%燃料油，燃料源頭改善作業達預定目標；製程部分則透過火上風門調整、燃燒校調及設備維護等措施，作為氮氧化物改善方案。

觀察該發電廠近5年排放情形，110年總排放量為5,828公噸，較106年減少19,555公噸（或77.0%），主要污染物硫氧化物及氮氧化物，亦分別減少77.9%及74.9%，污染排放規模顯著銳減，惟110年因配合調配供電，發電量較109年增加約40.0%，致排放量較109年增加1,496公噸（或34.5%）（表3）。

表3 協和發電廠空氣污染排放量

單位：公噸；%

年別	總計	粒狀物	硫氧化物	氮氧化物
106	25,383	542	15,784	9,057
107	12,078	279	6,920	4,879
108	7,231	116	4,365	2,750
109	4,332	56	2,747	1,529
110	5,828	67	3,486	2,275
110年較106年 增減率	-77.0	-87.6	-77.9	-74.9

資料來源：基隆市環境保護局

## 二、車輛汰舊換新成效良好

本市對於機動車輛所造成的空氣污染，採取汰舊換新補助及實施稽查管制等作為，以還民清淨空氣。

(一) 109 年及 110 年所推動之 1-3 期大型柴油車污染改善補助作業，已完成汰舊換新 114 輛及 151 輛，皆超越預定目標值 70 輛及 60 輛，近 5 年汰舊換新累計達 573 輛，定期檢測合格率皆達 89.5% 以上(表 4)。針對行駛於本市之烏賊車亦予以稽查處分，透過辦理宣導，輔導使用中柴油車輛主動到場檢測，並依檢測結果核發「柴油車自主管理標章」的方式代替不定期稽查。

表 4 基隆市機動車輛現況-大型柴油車

年(底)別	1-3期大型柴油車		
	設籍 (輛)	汰舊 換新 (輛)	檢測 合格率 (%)
106	2,955	34	90.0
107	1,154	151	94.1
108	946	123	91.2
109	826	114	89.5
110	686	151	94.5

資料來源：基隆市政府交通處

說明：1.1-3 期大型柴油車係指民國 82 年 6 月 30 日至 95 年 12 月 31 日間出廠之大型柴油車。

2. 汰舊換新係指向環保局申請汰舊換新補助之車輛統計。

(二) 109 年及 110 年 1-4 期老舊機車汰舊分別為 9,240 輛及 6,117 輛，皆超越預定目標值 6,000 輛及 4,000 輛甚多，近 5 年汰舊數量累計達 34,688 輛，汰舊換新數量亦達 9,806 輛，110 年定期檢測合格率为 58.1% (表 5)。機車汰舊換新管理作業除提高 1-4 期老舊機車之納管率，亦加強宣導老舊機車汰舊換新補助訊息，促使車主盡早完成汰換。另配合市警局交通隊與環保局廢車清運小組，加強巷弄不堪使用之廢棄車拖吊及報廢，加速汰舊機車數量，以達實際空氣污染減量之目標。

表 5 基隆市機動車輛現況-機車

年(底)別	1-4期老舊機車			
	設籍 (輛)	汰舊 (輛)	汰舊 換新 (輛)	檢測 合格率 (%)
106	70,064	10,914	2,055	63.6
107	59,150	3,790	1,099	63.3
108	55,360	4,627	592	65.3
109	50,733	9,240	3,384	57.5
110	41,493	6,117	2,676	58.1

資料來源：基隆市政府交通處

說明：1.1-4 期老舊機車係指民國 96 年 6 月 30 日（含）以前出廠之機車。

2.汰舊換新係指向環保局申請汰舊換新補助之車輛統計。

### 三、港區船舶減速達目標值，油品抽驗合格率 100%

本市因地緣關係，基隆港區水陸域狹窄緊鄰市區，每年進出港貨櫃及船舶數量甚多，有關港區污染防制措施，係推動進出港船舶減速，以及船舶使用低硫燃油政策（含硫量限制 0.5wt%以下）等，以達污染減量之效。

109 年及 110 年進出港船舶減速艘次占總艘次比率為 48%及 41%，達污染防制目標值 40%，惟出港時之船舶減速，仍有加強改善之空間。另針對船舶使用之油品進行抽驗，107 年至 110 年合格率皆為 100%，所有污染防制措施之努力，將有助於港區空氣品質之提升（表 6）。

表 6 基隆市船舶概況

年別	進出港船舶數(艘)					
	合計	進港		出港		
		減速比率 (%)	減速比率 (%)	減速比率 (%)	減速比率 (%)	
107	7,716	41	3,587	48	4,129	35
108	7,486	46	3,629	52	3,857	40
109	6,487	48	3,159	55	3,328	41
110	7,135	41	3,468	48	3,667	34

資料來源：基隆港務分公司

#### 四、輔導餐飲業裝設油煙防制設備，推動成果亮眼

本市各行政區多數為住商混合類型，餐飲業緊鄰住宅，考量餐飲業產生之油煙易造成民眾困擾，本市推動餐飲業油煙排放管理，對於餐飲新設業者、陳情且經查證具污染情形，及易產生油煙異味等業者，輔導裝設油煙防制設備。109 年及 110 年皆輔導 53 家業者，超過預定目標值 30 家（表 2），另近 5 年輔導裝設油煙防制設備累計達 256 家（表 6）。

表 7 基隆市餐飲業加裝油煙防制設備家數

年別	加裝油煙防制設備家數(家)
106	54
107	44
108	52
109	53
110	53

資料來源：基隆市環境保護局

#### 五、營建工程污染排放減量達標

由於本市近年有許多集合住宅興建案，外加中央政府施政方向，近年轄區內增加都會區汙水下水道興建工程，皆對空氣品質造成影響。就管制前後之營建工程排放量變動情形觀之，109 年及 110 年營建工程污染排放量削減率分別為 61%及 64%，皆達預定目標值 60%（表 2）。因工程地點大多集中人口密度高之都會區內，亦將密切關注掌握污染物變動趨勢。

## 肆、結論及建議

本市在各項空氣污染防制作為已見成效，依環保署公告，本市自 110 年 1 月 1 日起原屬三級防制區之細懸浮微粒（未符合空氣品質標準）改列為二級防制區（符合標準），爰研提以下相關建議：

### 一、強化環保餐飲觀念宣導及推廣

環保署為加強臭氧之管制，公告本市自 110 年 1 月 1 日起為臭氧八小時三級防制區，因臭氧為具揮發性之有機化合物透過光化學反應形成之二次污染物，而本市具揮發性之有機化合物排放來源中，以一般性消費及餐飲業占大宗，但因無從限制消費者行動，因此除持續進行餐飲業油煙管制，亦可多加宣導環保餐飲意識，或參考其他縣市成功案例，如打造環保餐飲示範區，以減少油煙污染排放。

### 二、持續針對港區進行空氣污染監測

本市因基隆港內船隻進出時，多利用主引擎及柴油發電機航行推進，致排放如懸浮微粒、細懸浮微粒及硫氧化物等空氣污染物。建議未來可考量適時增設監測器數量，加強對港區船隻監測稽查，以提升對港區空氣品質之維護。

### 三、提供民眾即時空氣品質監測資訊

鑑於民眾對於即時空氣品質資訊之需求漸增，建議可增加本市空氣品質專區或網站，除發布當日空氣品質、大環境風速風向及天氣型態等相關資訊，亦可提供未來三日空氣品質預測及各種天氣型態會對空氣品質造成何種影響等資訊，提升民眾對於空氣品質維護的意識。

## 參考文獻

- 1.高雄市政府環境保護局(2021), 高雄市固定污染源空污費及排放量統計概況。
- 2.高雄市政府環境保護局(2021), 高雄市燃油機車歷年管制策略與效益分析。
- 3.臺中市政府(2020), 空明氣清 臺中好行。
- 4.交通部運輸研究所(2020), 交通空污排放量推估與空污熱點分析。
- 5.臺北市政府(2019), 臺北市推行綠色運輸之環境品質效益初探。
- 6.李崇德(2018), PM<sub>2.5</sub> 改善策略及成效, 中國工程師學會會刊第 91 卷 06 期。
- 7.國立臺灣大學社會科學院風險社會與政策研究中心(2018), 臺灣空氣品質治理展望。
- 8.國土及公共治理季刊(2017), 空氣污染防制新作為。
- 9.港灣季刊第 104 期(2016), 高雄港船舶污染減量措施對鄰近地區空氣品質提昇之效益評估。
- 10.國立臺灣大學社會科學院風險社會與政策研究中心(2016), 臺灣空氣污染之風險治理與制度研究。
- 11.國立成功大學交通管理科學系(2014), 溫室氣體減排政策對國際海運的影響評估。
- 12.國立臺灣海洋大學海洋環境學系(2012), 綠色港口環境指標建構之研究。