



行政院環境保護署  
毒物及化學物質局

# 固定污染源戴奧辛及重金屬 排放管制及空品監測成果

空氣品質保護及噪音管制處  
簡報者：尹心婕 技士

中華民國110年12月 8 日



# 簡報內容

壹. 背景與緣起

貳. 管理演進與措施

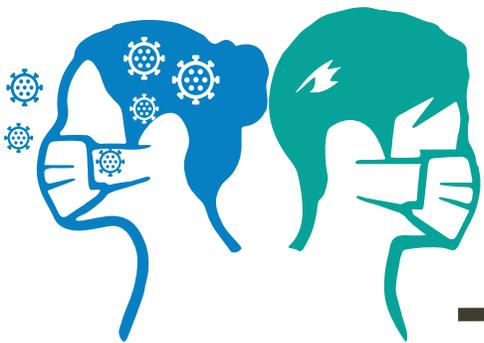
參. 固定污染源排放與輔導改善

肆. 環境空氣品質監測

伍. 未來展望與挑戰



# 壹. 背景與緣起



任何可能或會造成癌症或其他嚴重健康影響(如：生殖影響、生理缺陷、不良環境及生態影響等)之空氣污染物。

美國聯邦環保署1990年版清淨空氣法

### 有機性

(61項)

# 1

- 戴奧辛及呋喃類
- 甲苯
- 四氯乙烯
- 苯乙烯
- 苯
- 甲醛
- 乙醛....

### 重金屬

(8項)

# 2

砷、鉍、  
鎘、鈷、  
鉛、汞、  
鎳、六價鉻

### 其他

(4項)

# 3

- 石棉
- 氟化物
- 聯胺
- 多氯聯苯

### 露天燃燒廢電纜

1. 戴奧辛形成是在銅的催化，將氯化物與碳氫化合物混合燃燒所致。廢電纜外緣為PVC塑膠皮，為含氯的碳氫化合物，而銅為電線的主成分。
2. 部分地區，癌症死亡人數增加、先天畸形兒發生率較高。

### 線西鄉戴奧辛鴨蛋

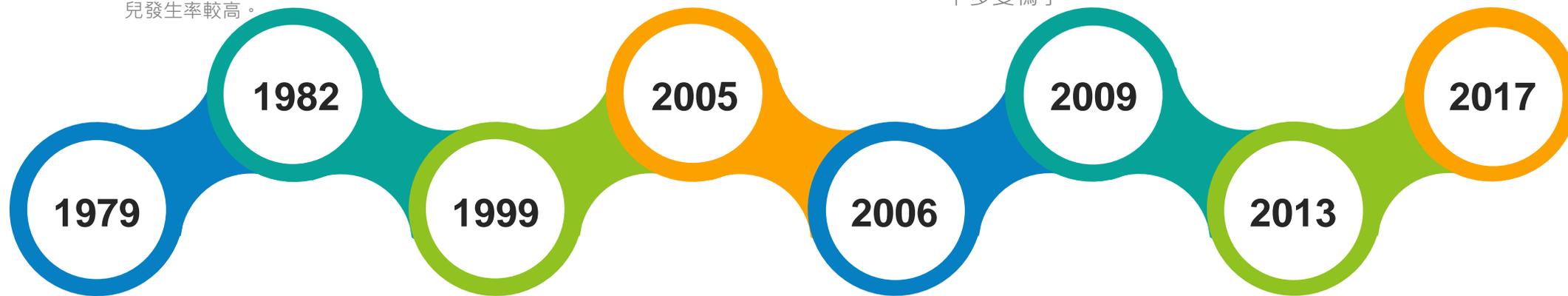
台灣鋼聯公司處理電弧爐煉鋼廠集塵灰，含有大量戴奧辛，在無適當污染防治設備下，排出的戴奧辛濃度，高達焚化爐戴奧辛排放標準的2,100倍，嚴重污染附近養鴨場。

### 大寮爆發戴奧辛鴨

養鴨場場址掩埋含有重金屬及戴奧辛之煉鋼爐渣，經檢驗場內的鴨肉，戴奧辛含量嚴重超標，已撲殺並焚毀九千多隻鴨子。

### 戴奧辛毒雞蛋流竄

政府年年檢測食物中的戴奧辛殘留，2017年首次發現戴奧辛蛋！



### 米糠油事件

1. 加熱脫臭的程序，加熱管經多次的熱脹冷縮後產生裂縫，導致作為傳熱介質的多氯聯苯自管路中洩漏出來，污染米糠油。
2. 兩千多位民眾出現氯痤瘡，產婦生出「黑嬰兒」、「早產兒」，免疫系統失調；尤其，毒油中的「多氯聯苯」無法排出體外，還會遺傳到下一代。

### 焚化爐檢出戴奧辛超標 中石化安順廠戴奧辛污染

五氯酚製造廠，71年關廠，長期排放汞、五氯酚、戴奧辛等有毒物質，附近水池中吳郭魚體內汞超量，居民血液中戴奧辛濃度過高，約4,627名居民健康傷害。

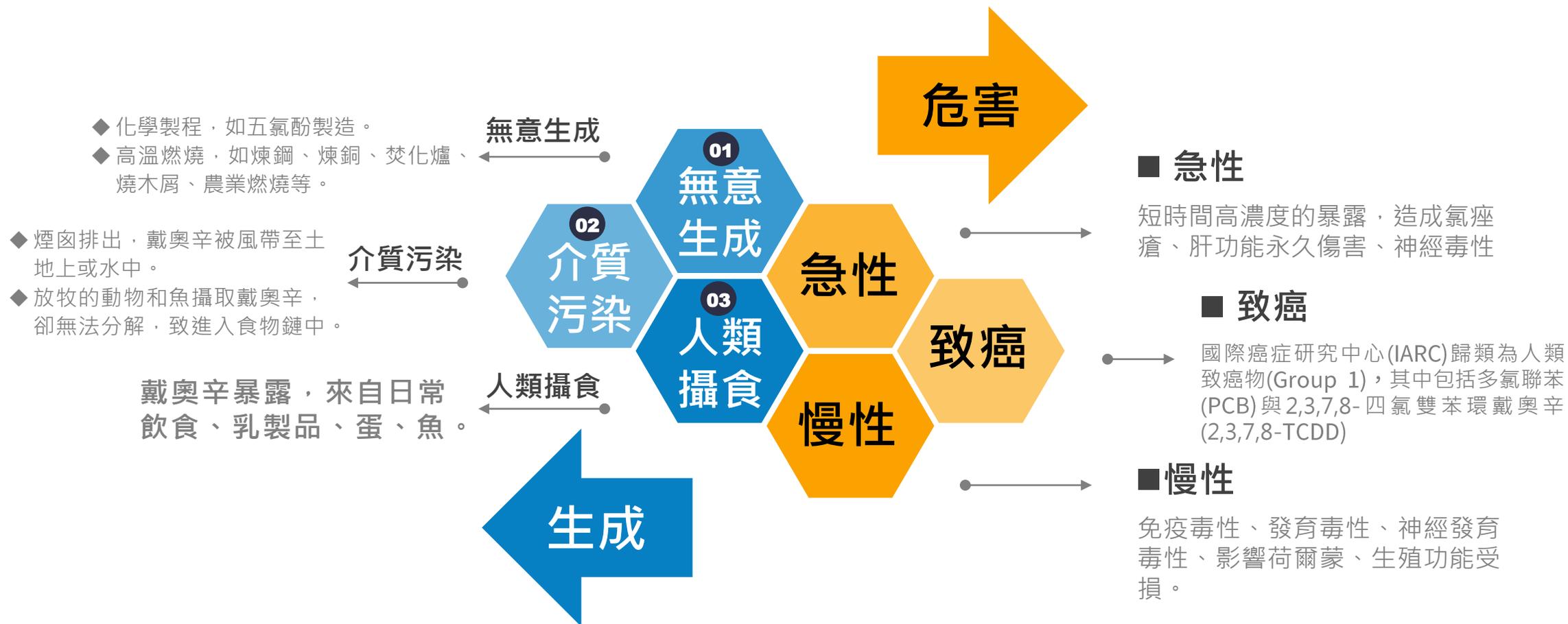
### 林口山羊遭到戴奧辛污染

1. 羊的戴奧辛含量較法定門檻高出8倍。
2. 推測當地農民過去常有露天燃燒垃圾的習慣，污染源可能是局部偶發性污染行為所造成。

### 懸浮微粒，第1級致癌物

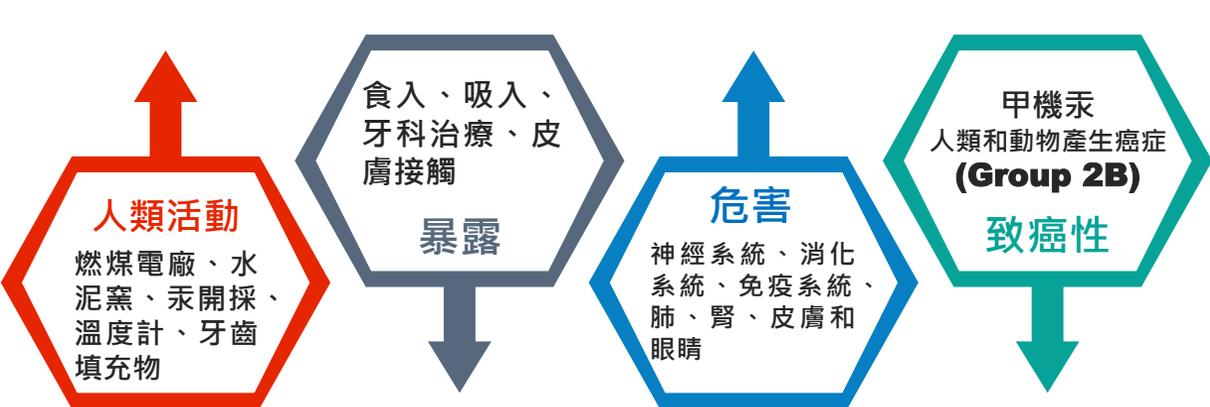
細懸浮微粒易附著戴奧辛、多環芳香烴與重金屬等有害空氣污染物，長期吸入易導致肺部疾病等。

## 9成是經由食物攝取，只有1成來自於自然環境



# 壹

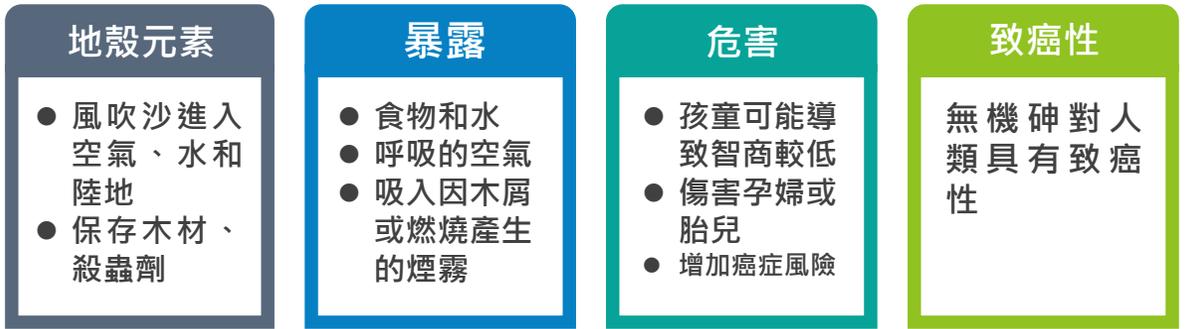
# 重金屬生成與健康危害



汞

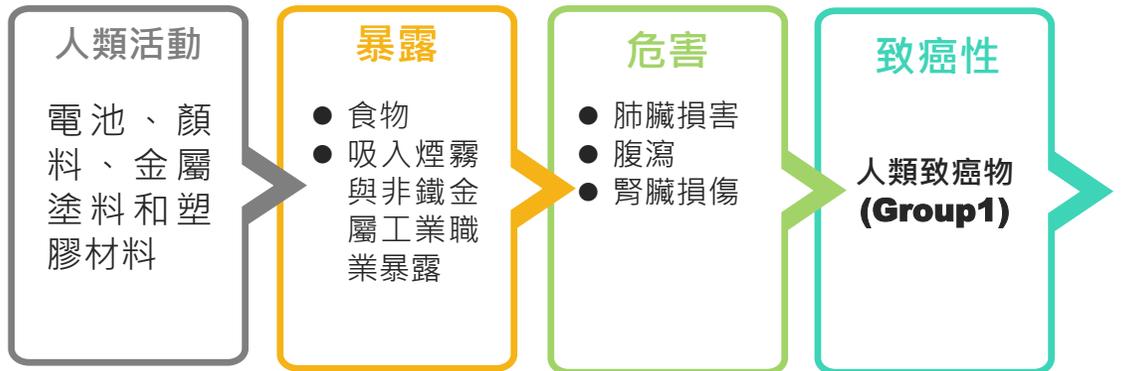


鉛



砷

鎘





## 貳. 管理演進與成效

## 巴塞爾公約

## 限制戴奧辛跨境

1. 減少有害廢棄物之產生，並避免跨國運送時造成環境污染。
2. 提倡就地處理有害廢棄物，以減少跨國運送。
3. 妥善管理有害廢棄物之跨國運送，防止非法運送行為。
4. 提昇有害廢棄物處理技術，促進無害環境管理之國際共識。

## 斯德哥爾摩公約

## 限制戴奧辛排放

1. 減少排放多氯二聯苯戴奧辛和多氯二聯苯呋喃類化合物。
2. 在2025年以前，停用多氯聯苯，希望在2028年全面禁用。

2013年10月11日通過，2017年8月16日生效

01



2020年底，含汞產品全面禁用

- 規定生活常見的鈕扣型電池、開關及繼電器、照明燈具、螢光燈、化粧品、農藥相關產品及氣壓計、濕度計、壓力計、溫度計、血壓計等非電子測量儀器等含汞產品，**2020年底禁止生產、進口或出口**。

02



降低工業污染

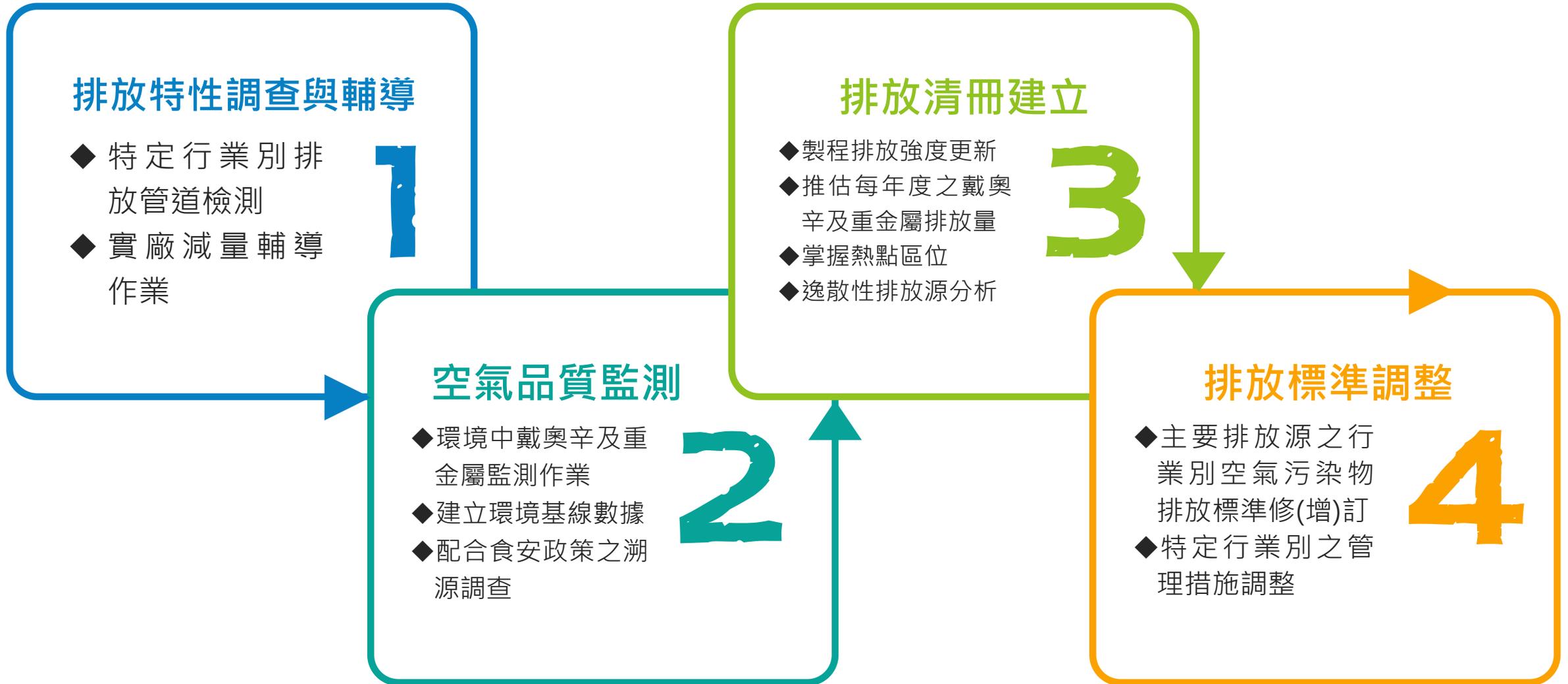
- 尋求減少其他工業程序如燃煤發電廠、廢棄物焚化、水泥熟料生產等的汞排放，以及含有汞臨時儲存、汞廢棄物處置以及降低污染場址風險等的相關措施。

03



規範礦業

- 禁止新礦場開採並規範小規模黃金開採。



## 戴奧辛

- ◆ 廢棄物焚化爐(90)
- ◆ 中小型廢棄物焚化爐(92)
- ◆ 鋼鐵業燒結工場(93)
- ◆ 鋼鐵業集塵灰高溫冶煉設施(94)
- ◆ 煉鋼業電弧爐(96)

特定行業、製程，才需要

1

## 重金屬

- ◆ 鉛二次冶煉廠空氣污染物排放標準(81)
- ◆ 廢棄物焚化爐空氣污染物排放標準(95)
- ◆ 電力設施空氣污染物排放標準(103)

特定行業、製程，才需要

2

## 全面性

- ◆ 固定污染源空氣污染物排放標準(81)
- ◆ 固定污染源戴奧辛排放標準(95)
- ◆ 固定污染源有害空氣污染物排放標準(110)

適用所有污染源

3

# 貳 我國戴奧辛與重金屬之法規規範

業別	戴奧辛 (ng-TEQ/Nm <sup>3</sup> )		重金屬 (單位：mg/m <sup>3</sup> )					
			銅	鉛	汞			
固定污染源戴奧辛排放標準	既存 <b>1.0</b>	新設 <b>0.5</b>	-	-	-			
煉鋼業電弧爐	<b>0.5</b>		-	-	-			
煉鋼業燒結工廠	既存 <b>1.0</b>	新設 <b>0.5</b>	-	-	-			
煉鋼業集塵灰高溫冶煉設施	既存 <b>1.0</b>	新設 <b>0.4</b>	-	-	-			
廢棄物焚化爐 (10公噸/小時以上或大於300公噸/日)	<b>0.1</b>		<b>0.02</b>		<b>0.2</b>		<b>0.05</b>	
中小型廢棄物焚化爐	4公噸/小時↓	4公噸/小時↑	4公噸/小時↓	4公噸/小時↑	4公噸/小時↓	4公噸/小時↑	4公噸/小時↓	4公噸/小時↑
	<b>0.5</b>	<b>0.1</b>	<b>0.04</b>	<b>0.02</b>	<b>0.5</b>	<b>0.02</b>	既存 <b>0.1</b>	新設 <b>0.05</b>
固定污染源空氣污染物排放標準	-		<b>1</b>		<b>10</b>		高度與距離換算	
固定污染源有害空氣污染物排放標準	-		<b>0.1</b>		<b>1</b>		高度與距離換算	
電力設施	-		-		-		既存 <b>5 µg/m<sup>3</sup></b>	新設 <b>2 µg/m<sup>3</sup></b>
鉛二級冶煉	-		-		<b>1</b>		-	

## 戴奧辛排放資料庫

## 化學製造業

1. 二氯乙烯/氯乙烯製程

## 燃燒源

1. 焚化設施
2. 電力/能源
  - 移動污染源
  - 燃煤鍋爐
  - 再生燃料鍋爐
3. 其他高溫設施
  - 水泥窯
  - 瀝青拌合
4. 逸散性排放源
  - 稻草及農廢
  - 火災
  - 紙錢

## 金屬冶煉/製程排放

1. 鋼鐵冶煉
  - 燒結爐
  - 電弧爐
2. 非鐵二級金屬冶煉
  - 鉛、鋁、銅、鋅
3. 金屬回收

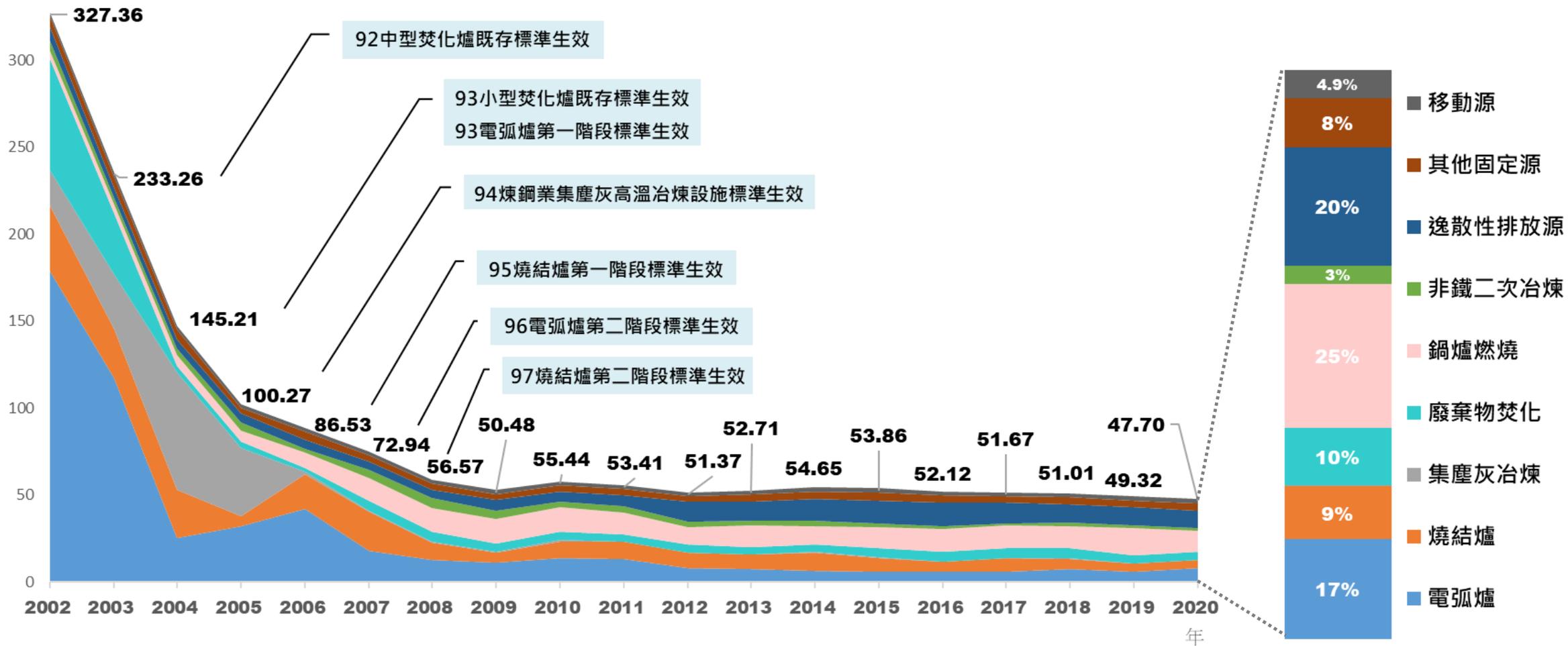
## 高科技業

1. 半導體
2. 光電業

## 重金屬排放資料庫

# 貳 我國戴奧辛管制沿革與成效

戴奧辛排放量 (g I-TEQ/年)





## 參·固定污染源 排放與輔導改善



# 戴奧辛防治策略

- ① 做好進料分類管制
- ② 廢棄物均質化
- ③ 降低氯含量

1

進料改善

製程減量

## 燃燒控制

- 連續運轉，適當負荷
- 良好操作維護
- 增設二次燃燒室，高溫破壞戴奧辛

## 避免低溫再合成

急冷降溫，  
避過再合成

## 管末處理

- 增加集塵效率
- 活性碳吸附
- 觸媒氧化分解

2

## 排放調查

1. 每年度擇定特定行業別進行排放管道檢測作業。
2. 分析PCDDs、PCDFs及DL-PCBs排放特性。

## 採樣與分析方法

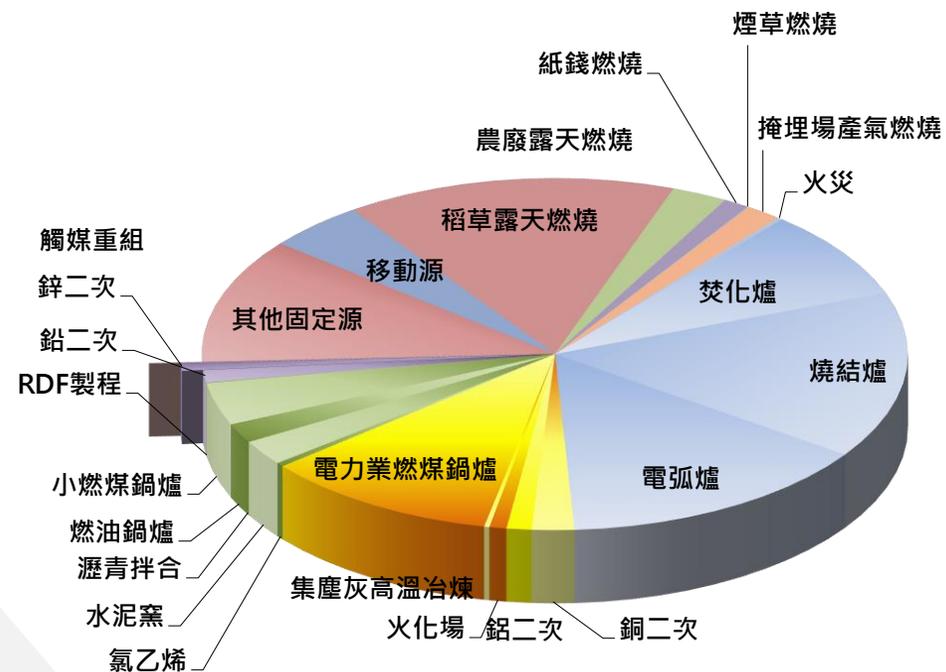
1. 採樣：排放管道中戴奧辛類化合物採樣方法(NIEA A807.75C)
2. 分析
  - ① 排放管道中戴奧辛及呋喃檢測方法(NIEA A808.75B)
  - ② 戴奧辛類多氯聯苯檢測方法—氣相層析/高解析質譜法(NIEA M803.00B)

## 排放量推估

- 排放量 = 排放係數 × 活動強度。



陸續完成行業別檢測作業





# 固定污染源戴奧辛排放清冊

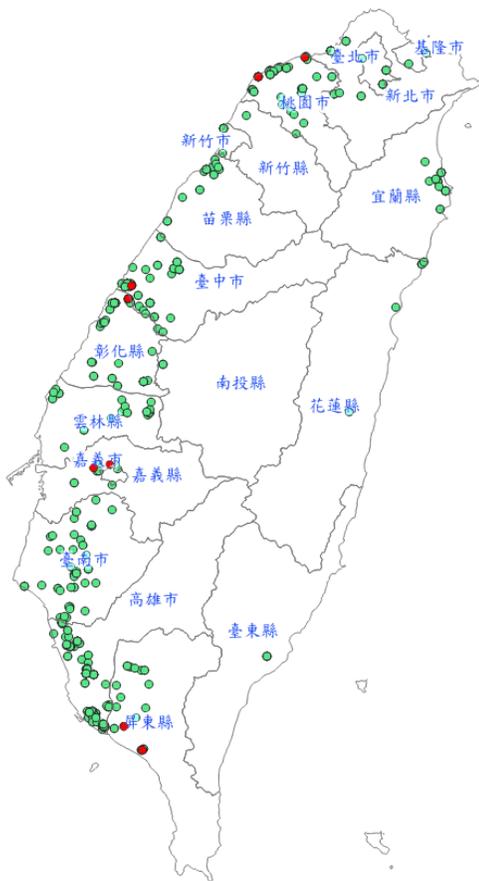
(單位：g I-TEQ/year)

年份	一般廢棄物焚化爐	事業廢棄物焚化爐	煉鋼業電弧爐	燒結爐	集塵灰高溫冶煉設施	金屬二次冶煉	鍋爐燃燒	逸散性排放源	其他	總計
<b>109年</b>	<b>4.604</b>	<b>0.264</b>	<b>8.137</b>	<b>4.462</b>	<b>0.052</b>	<b>1.511</b>	<b>↑ 12.140</b>	<b>↑ 10.004</b>	<b>6.527</b>	<b>47.701</b>
108年	4.686	0.186	5.807	4.762	0.130	1.851	15.272	10.352	6.271	49.316
107年	5.344	0.376	7.292	6.176	0.138	2.127	12.869	10.382	6.307	51.010
106年	5.334	0.318	6.143	7.670	0.131	1.482	12.797	11.682	6.108	51.665
105年	5.046	0.512	5.734	5.777	0.289	1.681	12.886	13.617	6.579	52.122
104年	4.712	0.485	6.020	7.829	0.267	2.192	12.014	13.428	6.915	53.863
103年	4.108	0.382	6.442	10.596	0.152	3.060	10.279	12.848	6.778	54.645
102年	3.976	0.346	7.604	8.080	0.125	2.652	12.662	10.960	6.304	52.709
101年	4.089	0.470	8.165	8.675	0.183	2.970	9.895	11.513	5.518	51.478
100年	4.053	0.309	13.206	9.840	0.190	3.625	12.386	6.403	5.732	55.744
99年	3.770	0.684	13.867	9.537	0.935	3.272	14.292	5.596	5.873	57.825
98年	4.001	1.006	10.899	6.237	0.098	4.540	14.156	6.243	5.598	52.779
97年	4.395	1.367	12.466	10.385	0.193	5.606	13.820	4.558	5.793	58.583
96年	4.754	1.376	17.683	22.969	0.134	4.618	13.105	4.569	5.886	75.095
95年	1.385	0.792	42.037	20.070	1.103	2.041	8.892	5.296	7.019	88.635
94年	2.095	1.268	32.037	5.765	39.392	4.624	6.643	5.068	5.521	102.412
93年	3.294	0.624	25.016	28.141	67.281	3.953	5.942	5.129	8.062	147.442
92年	8.141	26.949	117.449	28.177	31.149	3.611	5.385	5.734	8.821	235.417
91年	12.440	51.205	178.788	37.246	20.699	5.474	5.107	7.645	8.757	327.361

# 歷年固定污染源戴奧辛檢測結果分布<sub>-1</sub>

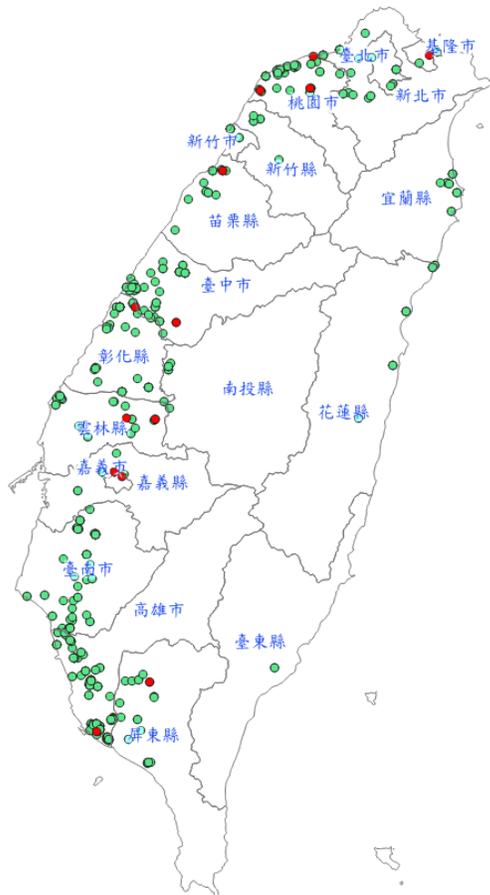
2017

539 / 超標9



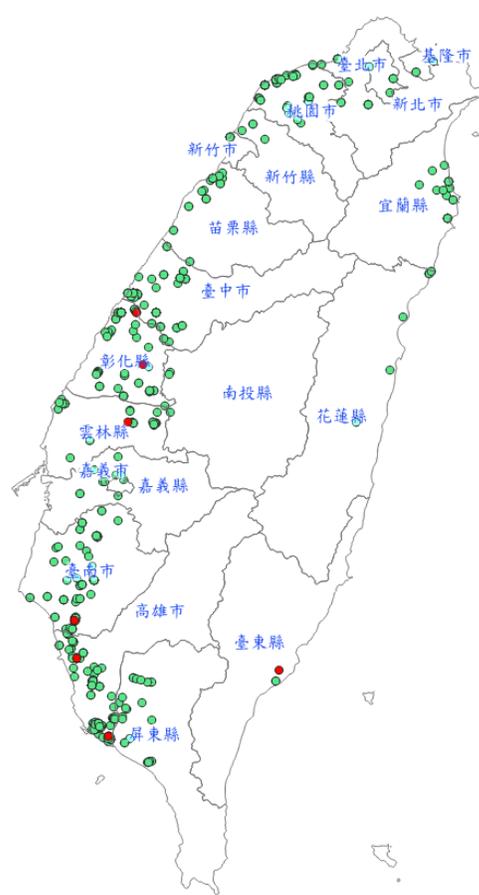
2018

580 / 超標13



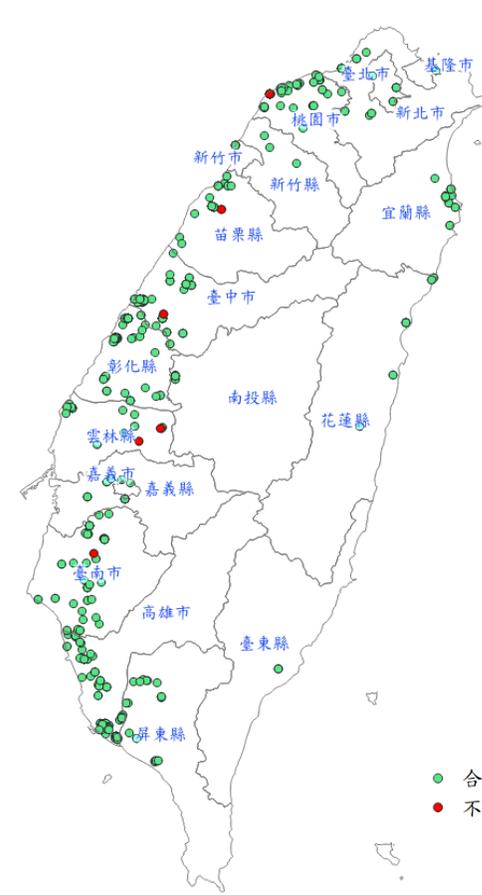
2019

572 / 超標6



2020

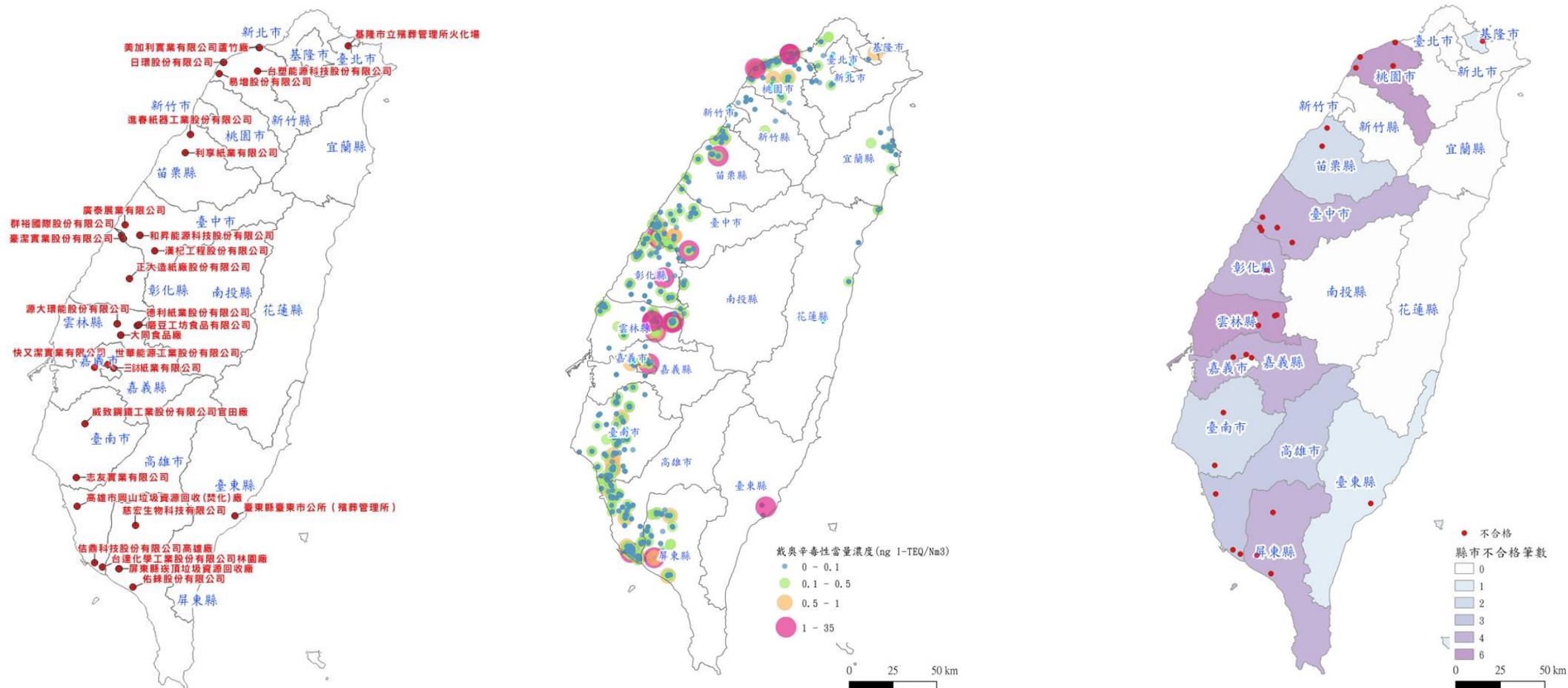
556 / 超標8



● 合格  
● 不合格

# 歷年固定污染源戴奧辛檢測結果分布<sub>-2</sub>

## 易超標業別：廢棄物作為燃料之鍋爐、火化場



## 替代燃料鍋爐



1

超標

- 廢木材含有塗料
- 防治設備損壞、未裝置活性碳吸附設備
- 戴奧辛記憶效應

對策

1. 源頭減少具噴漆或塗料之木材進爐
2. 定期更換濾袋、裝置活性碳吸附設備
3. 定期清理管道積灰

## 煉鋼業電弧爐



2

超標

- 廢鐵含雜質較多
- 集塵設備洩漏或效率不佳
- 戴奧辛記憶效應

對策

1. 落實進料源頭管制
2. 增加濾袋更換頻率
3. 加強管道清灰

## 火化場



3

超標

- 專業不足致空氣污染防治設備未啟動或操作效益低
- 防治設備未定期更新
- 陪葬品成分含氯及重金屬

對策

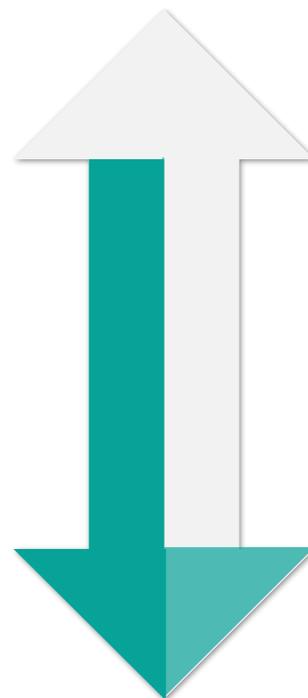
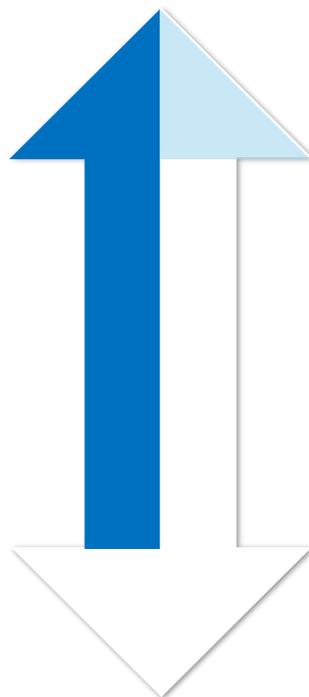
1. 加強操作人員教育訓練
2. 鼓勵加強自我管理機制
3. 宣導減少陪葬品進入爐體

汞

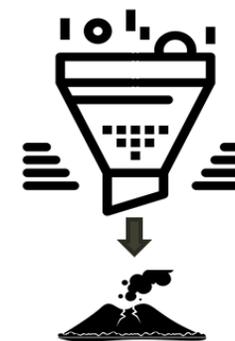
90%，氣態排到大氣



1. 活性碳吸附
2. 複合式煙氣脫汞
3. 源頭減量



鉛、鎘、砷

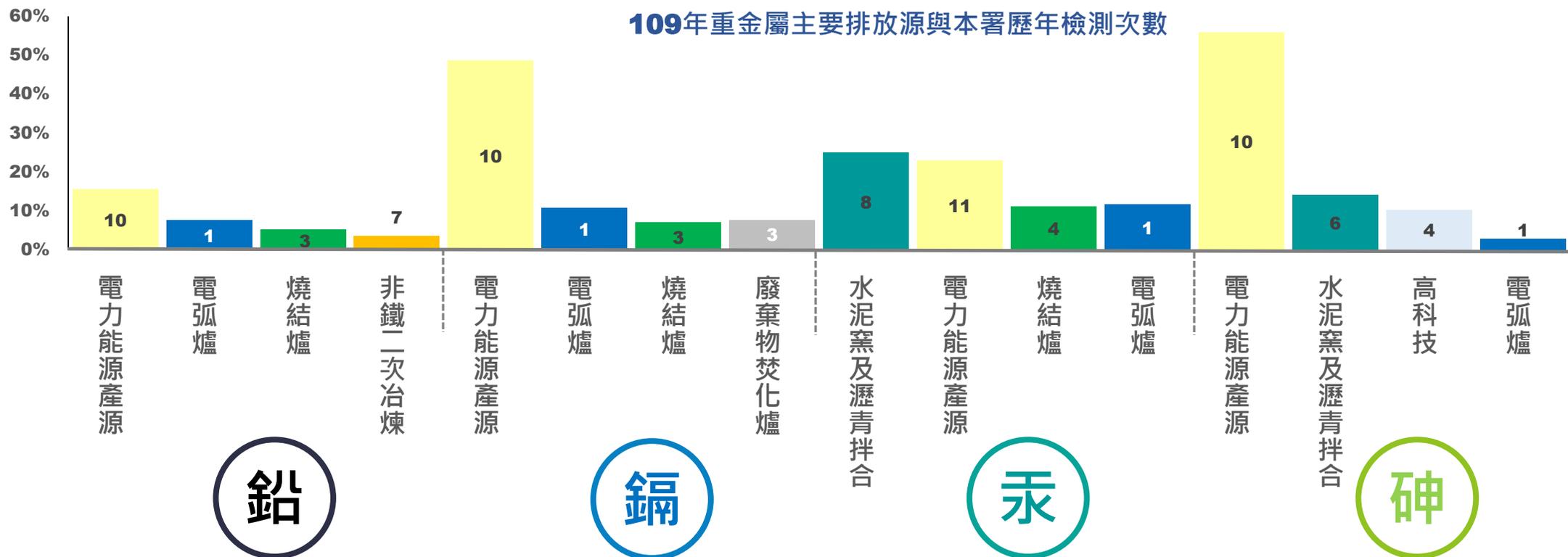


沸點高之重金屬，揮發性低，  
易凝結於飛灰，透過集塵設備  
收集，以減少排放

非汞重金屬

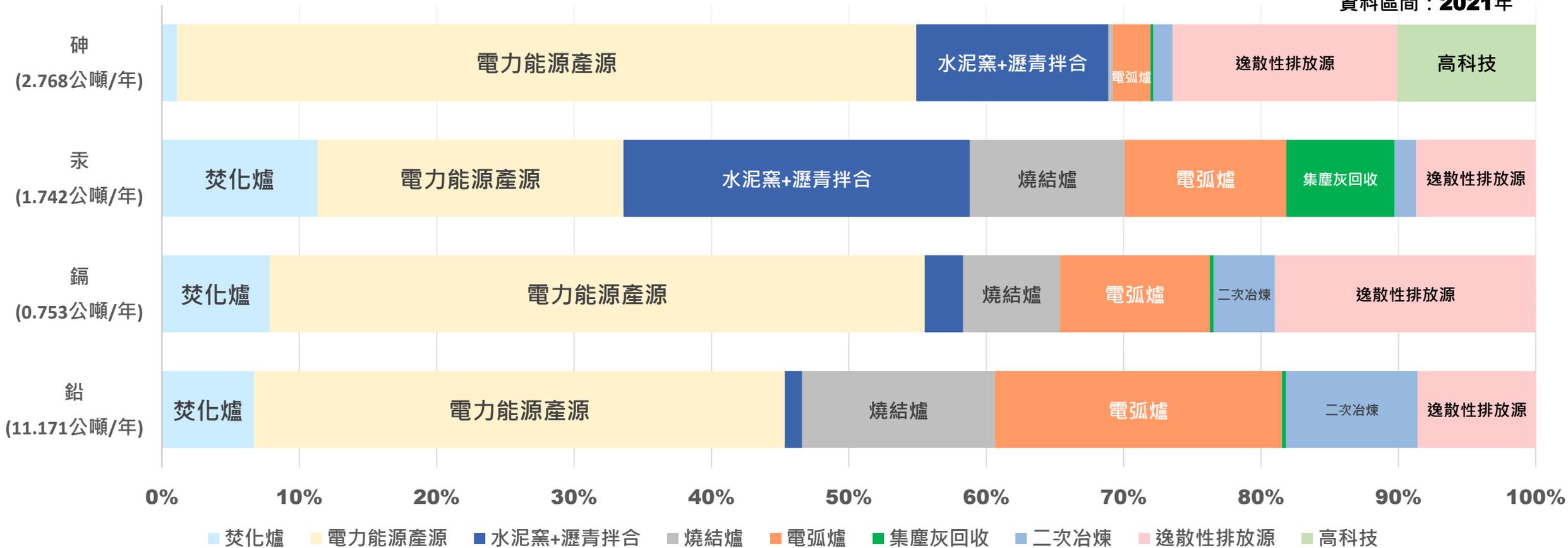
# 固定污染源重金屬排放調查

- 1.每年度擇定特定行業別進行排放管道檢測作業。
- 2.分析鉛、鎘、汞、砷等24項重金屬之排放特性。
- 3.檢測方法：「排放管道中重金屬檢測方法」(NIEA A302.73C)。
- 4.排放量 = 排放係數×活動強度。



項目	年份	焚化爐	電力設施	燃煤蒸汽鍋爐	替代燃料鍋爐	水泥窯	瀝青拌合	燒結爐	電弧爐	集塵灰高溫冶煉設施	二級冶煉	逸散性排放源	總計
鉛	109年	<b>0.750</b>	<b>3.168</b>	<b>1.146</b>	<b>0.144</b>	<b>0.135</b>	<b>0.007</b>	<b>1.567</b>	<b>2.333</b>	<b>0.036</b>	<b>1.068</b>	<b>0.961</b>	<b>11.316</b>
	108年	0.805	3.286	1.221	0.162	0.174	0.008	1.737	2.238	0.064	1.153	0.783	11.631
	107年	0.748	3.841	2.896	0.157	0.114	0.006	2.156	1.443	0.041	1.459	0.784	13.644
	106年	0.799	4.337	3.937	0.172	0.164	0.006	2.134	1.478	0.048	1.368	0.791	15.234
	105年	<b>0.796</b>	<b>4.410</b>	<b>5.512</b>	<b>0.189</b>	<b>0.221</b>	<b>0.019</b>	<b>0.843</b>	<b>1.440</b>	<b>0.077</b>	<b>1.249</b>	<b>1.103</b>	<b>15.860</b>
鎘	109年	<b>0.059</b>	<b>0.231</b>	<b>0.128</b>	<b>0.004</b>	<b>0.019</b>	<b>0.002</b>	<b>0.053</b>	<b>0.082</b>	<b>0.002</b>	<b>0.034</b>	<b>0.143</b>	<b>0.755</b>
	108年	0.058	0.250	0.115	0.005	0.029	0.002	0.059	0.080	0.004	0.034	0.147	0.783
	107年	0.049	0.324	0.109	0.004	0.022	0.001	0.072	0.094	0.003	0.046	0.149	0.874
	106年	0.047	0.343	0.119	0.004	0.037	0.002	0.071	0.095	0.003	0.044	0.141	0.905
	105年	<b>0.047</b>	<b>0.394</b>	<b>0.105</b>	<b>0.005</b>	<b>0.047</b>	<b>0.003</b>	<b>0.046</b>	<b>0.089</b>	<b>0.004</b>	<b>0.043</b>	<b>0.191</b>	<b>0.974</b>
汞	109年	<b>0.197</b>	<b>0.282</b>	<b>0.106</b>	<b>0.002</b>	<b>0.379</b>	<b>0.060</b>	<b>0.196</b>	<b>0.205</b>	<b>0.137</b>	<b>0.027</b>	<b>0.152</b>	<b>1.744</b>
	108年	0.180	0.276	0.118	0.002	0.335	0.074	0.213	0.200	0.160	0.026	0.162	1.746
	107年	0.150	0.296	0.112	0.002	0.313	0.055	0.158	0.151	0.162	0.032	0.165	1.596
	106年	0.160	0.309	0.174	0.002	0.285	0.059	0.156	0.140	0.124	0.031	0.154	1.595
	105年	<b>0.156</b>	<b>0.318</b>	<b>0.267</b>	<b>0.001</b>	<b>0.336</b>	<b>0.176</b>	<b>0.123</b>	<b>0.137</b>	<b>0.181</b>	<b>0.028</b>	<b>0.255</b>	<b>1.980</b>
砷	109年	<b>0.030</b>	<b>1.118</b>	<b>0.371</b>	<b>0.019</b>	<b>0.384</b>	<b>0.003</b>	<b>0.009</b>	<b>0.076</b>	<b>0.006</b>	<b>0.038</b>	<b>0.453</b>	<b>2.508</b>
	108年	0.016	1.388	0.396	0.021	0.751	0.004	0.010	0.074	0.007	0.044	0.419	3.129
	107年	0.016	1.559	0.681	0.019	0.382	0.003	0.012	0.078	0.007	0.046	0.279	3.083
	106年	0.017	1.650	0.665	0.020	0.701	0.003	0.012	0.074	0.006	0.044	0.300	3.493
	105年	<b>0.018</b>	<b>2.826</b>	<b>0.624</b>	<b>0.021</b>	<b>0.721</b>	<b>0.007</b>	<b>0.014</b>	<b>0.070</b>	<b>0.008</b>	<b>0.045</b>	<b>0.311</b>	<b>4.664</b>

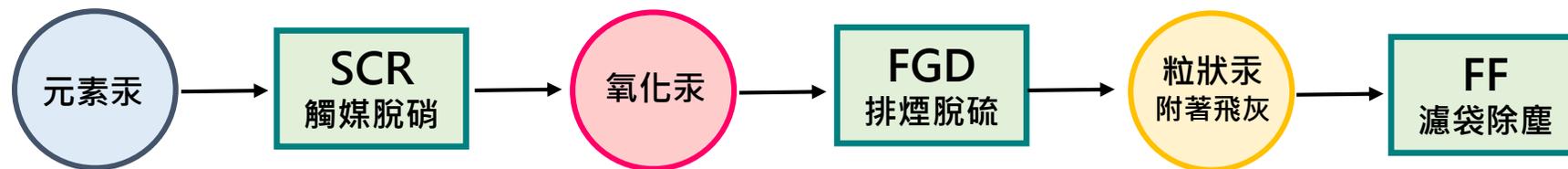
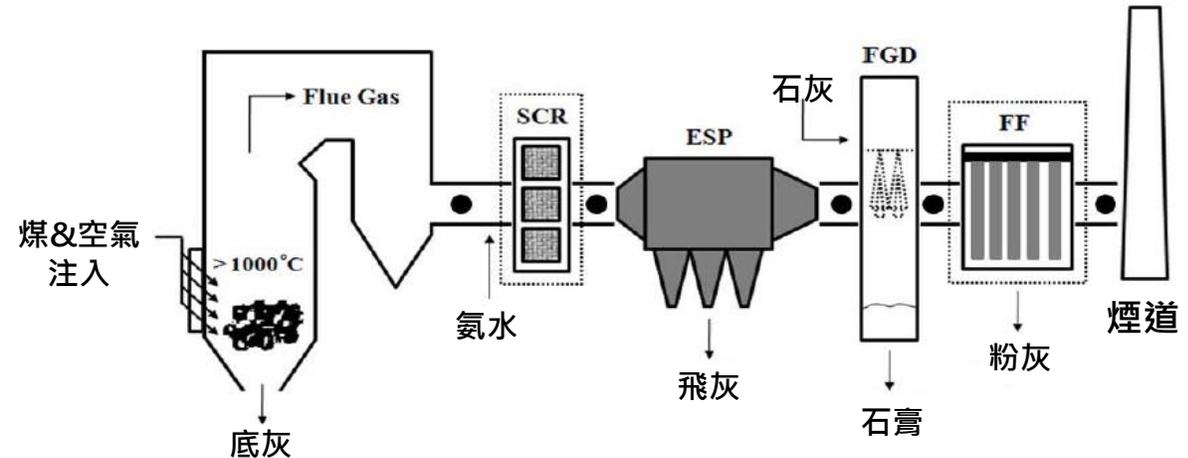
資料區間：2021年





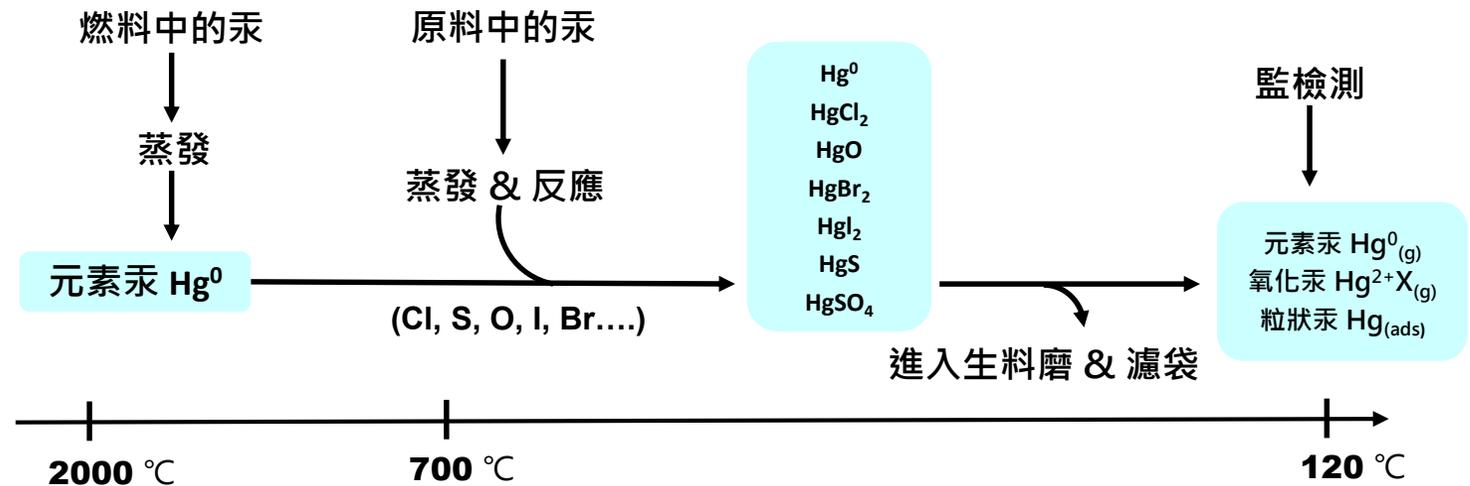
1. 水泥窯製程所需溫度較高，且粉塵較多，**SCR防制技術發展尚未純熟**。
2. 水泥窯屬鹼性環境，可吸收硫氧化物，**多數不會建置FGD防制技術**。

複合式煙氣脫汞技術  
尚無法應用於水泥窯!



參考資料：Mercury emission and speciation of coal-fired power plants in China

# 水泥窯中汞生成與控制



... 原燃料源頭管制，是目前水泥窯除汞最有效方法! ...

微塵穿梭

10 - 40 % ↓

1. 增加集塵設備。
2. 水泥窯灰添加到水泥產品，若影響產品，需移除。

吸收劑

80 - 95 % ↓

1. 無法達到排放標準，才使用。
2. 吸附劑以**活性碳**為主。
3. 活性碳影響混凝土效用。

濕式洗滌

全球僅有**15-20**座設置

1. 處理廢氣中高濃度 $SO_2$ 。
2. 汞補集僅是**附加效益**。
3. 費用昂貴且非連續性汞捕集。
4. Gas-phase  $Hg^{2+}$ 屬水溶性，可捕集。
5.  $Hg^0$ 不具水溶性，無法捕集。



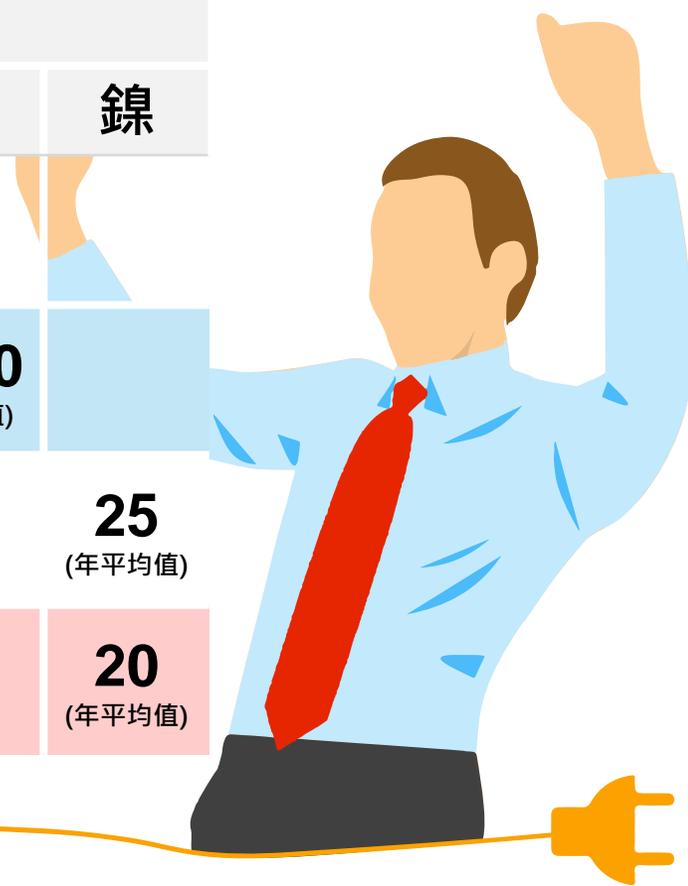
## 肆. 環境空氣品質監測

# 肆

## 戴奧辛及重金屬之環境空氣品質標準



國別	戴奧辛 (pg I-TEQ/m <sup>3</sup> )	重金屬 (單位 : ng/m <sup>3</sup> )					
		銅	鉛	汞	砷	錳	鈇
臺灣		150 (三個月移動平均值)					
WHO		5 (年平均值)	500 (年平均值)	1,000 (年平均值)		150 (年平均值)	1,000 (24小時值)
日本	0.6			40 (年平均值)	6 (年平均值)	140 (年平均值)	25 (年平均值)
歐盟		5 (年平均值)	500 (年平均值)		6 (年平均值)		20 (年平均值)



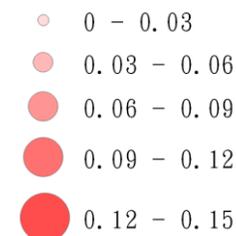
## 環境空氣中戴奧辛濃度呈現逐年下降趨勢

2017

2018

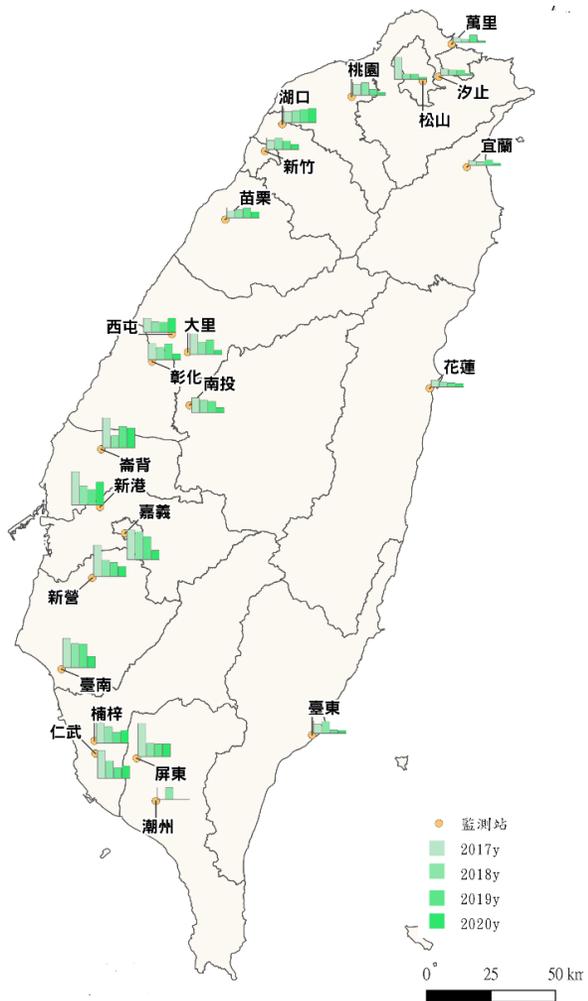
2019

2020

戴奧辛毒性當量濃度  
(pg I-TEQ/m<sup>3</sup>)

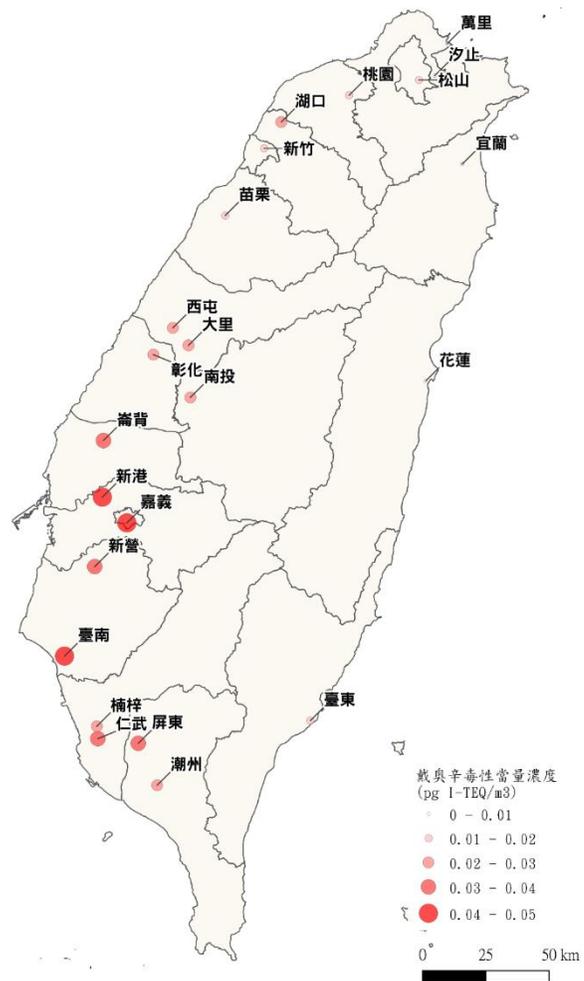
01

歷年平均濃度變化



02

歷年平均濃度分布



03

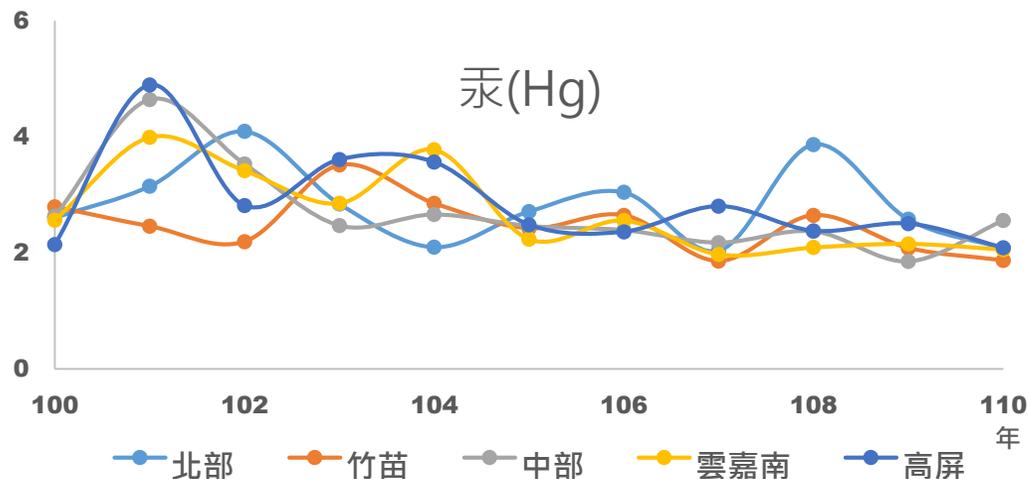
超過當月平均值比率



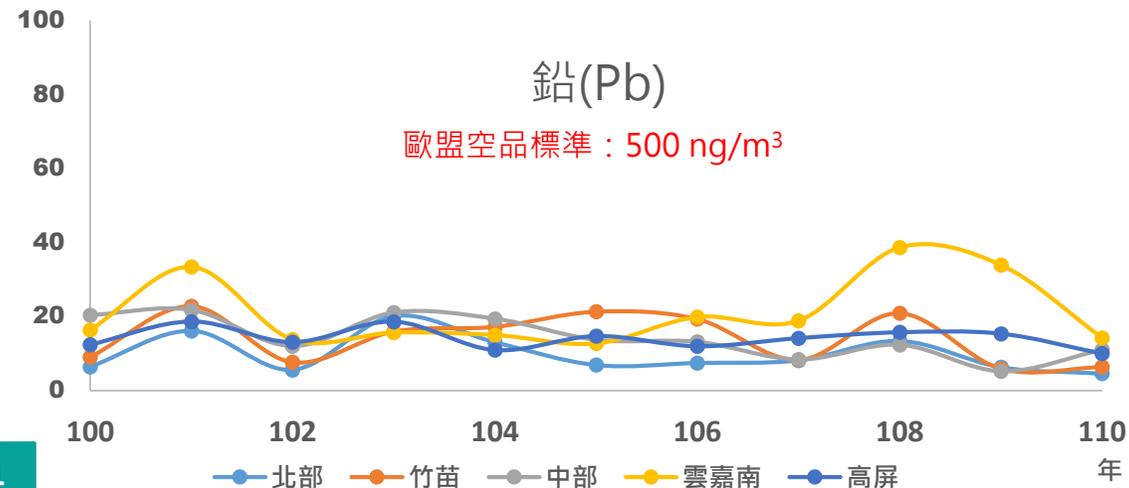
(資料區間：2017-2020)

# 肆

## 歷年環境空氣重金屬監測結果分布



汞

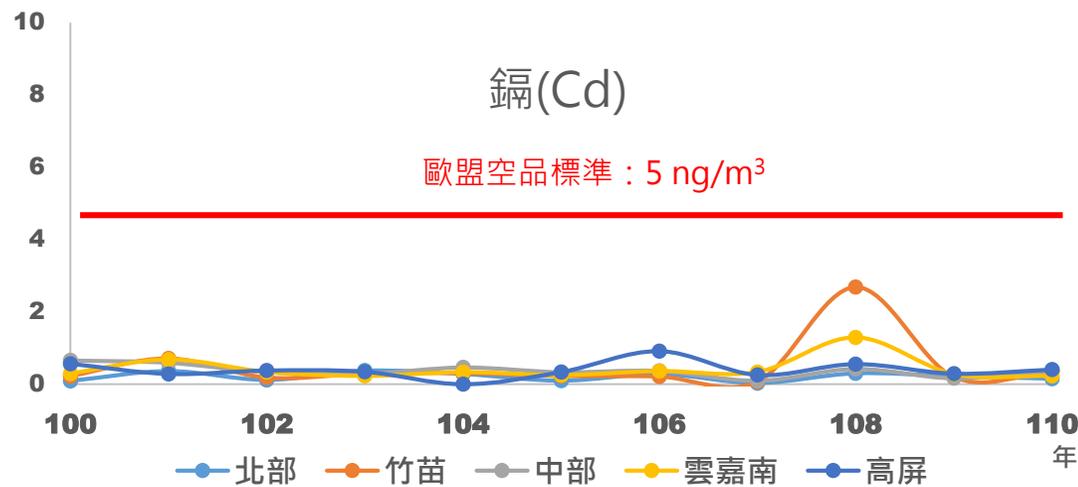


鉛



砷

鎘





# 伍. 未來展望與挑戰

# 伍 淨零碳排、循環經濟與空氣品質共融

1. 2025年規劃達到再生能源佔比20%，生質能及廢棄物所含有之固定碳成分較少，可落實循環經濟善用資源，亦可實質減少碳排放。
2. 生質能及廢棄物中含氯量及重金屬含量較高，恐衍生戴奧辛及重金屬汞等持久性有害空氣污染物排放風險，透過產官學合作共同研發創新技術，期以尋求開創可行之有害空氣污染物防制技術，係為持續努力重點。



感謝聆聽  
敬請指正

