

空氣污染與噪音類

我國戴奧辛排放管制策略及成果分析

羅 鈞*、陳怡伶*、陳秉圻**

摘 要

我國對戴奧辛排放管制以 1997 年發布廢棄物焚化爐戴奧辛排放及管制標準為開端，爾後陸續對中小型焚化爐及與鋼鐵業製程訂定相關戴奧辛排放管制標準，透過嚴格排放標準實施，達到戴奧辛排放減量，並系統性對排放源展開檢測調查，及對標準生效業別加強稽查，要求排放源落實排放減量，輔以空品監測瞭解管制成效；歸納我國對戴奧辛排放管制工作以排放標準研訂、排放清冊掌握、環境空品監測及加強排放稽查等 4 大要項，建構整體排放管制架構。

歷經多年努力，環保署總計發布有 6 項與戴奧辛相關之行業別排放標準，將全國固定污染源所排放之戴奧辛均納入管制；若以 2002 年為基準年，至 2020 年止，國內戴奧辛排放量已經削減高達 84% 以上，成效卓著；在環境空品監測部分，歷年監測濃度皆遠低於日本戴奧辛環境空品基準值，濃度有逐年下降趨勢且發現濃度高低有受季節影響明顯，以區域來看中南部濃度較高、北部及東部地區較低；排放源稽查發現，現行以燃柴鍋爐及火化場排放超標比例較高，而傳統上屬戴奧辛主要排放源之廢棄物焚化爐及煉鋼業製程等超標比例相對較低。本文針對國內戴奧辛管制成效進行分析、檢討及提出未來建議作為。

【關鍵字】戴奧辛、持久性有機物(POPs)、有害空氣污染物(HAPs)

* 環興科技股份有限公司 計畫主任

** 環興科技股份有限公司 工程師

一、前言

戴奧辛列屬持久性有機污染物 (Persistent Organic Pollutants, POPs)，具有致癌、難分解及蓄積等有害特性，會長期累積於環境中並經由食物鏈傳遞而對人體產生危害，故有「世紀之毒」稱謂。依據國內外健康風險評估研究結果均顯示，戴奧辛對人體所造成危害途徑主要都以排放源排放於大氣後，經由擴散、沉降於地表而被植物、動物吸收，最終透過食物鏈累積、傳遞、攝取而危害人體健康。故國際間對戴奧辛管制策略，皆以要求排放源減量為主要手段，透過源頭排放減量可減少環境介質累積，進而降低民眾承受之危害風險，故對行業別訂定嚴格排放管制標準是國際間對戴奧辛管制最普遍所採用之策略。

我國對戴奧辛排放管制起步甚早，於 1997 年環保署即針對大型廢棄物焚化爐發布戴奧辛管制及排放標準，其標準值無論在當時或現今而言堪稱最為嚴格。爾後，透過行業別排放調查、逐步瞭解國內排放現況後，將排放管制對象逐步擴展至中小型焚化爐、煉鋼業電弧爐、鋼鐵業燒結工場及鋼鐵業集塵灰高溫冶煉設施等相關製程，最後更擴大一般性固定污染源，將全國固定源排放之戴奧辛皆予納管。歸納 20 餘年來，環保署對戴奧辛類污染物之排放管制作為，除前述所提之研訂排放標準外，尚包含：排放量更新掌握、環境空品監測調查、加強稽查管制等等，建構完整排放管制策略 (整體架構如圖 1 所示)，以降低民眾所承受之健康風險。

中興工程公司及環興科技公司長期提供環保署在戴奧辛排放管制方面之技術協助，實際參與各項行業別排放標準研訂、協助規劃排放調查對象、執行國內戴奧辛空品監測、更新逐年排放量、協助掌握管制行業別優先順序等等，並持續蒐集國外最新排放管制訊息，以提供環保署在戴奧辛排放管制作為上一切所需之行政與技術支援工作，對現行之管制架構及歷年來排放執行成果有深刻之認知，爰撰文針對歷年來相關之排放管制措施進行介紹及提出分析、檢討、未來建議。



圖 1 我國戴奧辛排放管制架構圖

二、排放標準研訂

早期我國垃圾處理政策係以掩埋為主（「都市垃圾處理方案」，1984 年），故中央協助各地方政府興建衛生垃圾掩埋場，將廢棄物予以妥善掩埋處理；然因國內廢棄物量成長迅速、土地面積有限，在掩埋場覓地逐漸不易及利用掩埋後微生物分解垃圾需時甚久等種種不利因素下，很快地發覺既有掩埋場漸趨飽和、垃圾將面臨無處可去之窘境；故廢棄物處理政策改以減容、減量且無害化為首要標的，而焚化無疑是成為政策轉變後最佳選擇。為解決當年台北市內湖區垃圾處理面臨棘手問題，1987 年國內第一座台北市內湖垃圾焚化廠開始興建，並於 1991 年正式完工運轉；伴隨垃圾焚化廠運作、處理技術日趨成熟，行政院對垃圾處理正式改以「焚化為主、掩埋為輔」之政策，也正式決定於國內各縣市普設大型垃圾焚化廠以解決棘手之廢棄物問題。

22 我國戴奧辛排放管制策略及成果分析

而廢棄物焚化爐向來被視為戴奧辛主要排放源，眼見一座座焚化廠陸續加入運轉，雖然可解決垃圾無處可掩埋之窘境，然為避免戴奧辛又可能衍生成為二次公害污染物，環保署爰於 1997 年發布「廢棄物焚化爐戴奧辛排放及管制標準」，以規範大型廢棄物焚化爐所排放之戴奧辛濃度（孫世勤，1999），而對於法規發布前已經在運轉或興建中之大型焚化爐必需符合既存標準值，而仍在規劃、設計中之廢棄物焚化爐則必須將新設標準值納入設計規範中，確保未來興建完成運轉後，排放濃度可符合發布之新設排放標準值。本項法規最嚴格之處在於新設與既存標準值是一致的 ($0.1 \text{ ng I-TEQ/Nm}^3$)，而是對於需符合既存標準值大型焚化爐予以 4 年改善期限，要求於 2001 年前需符合排放標準，正式邁出管制戴奧辛排放之第一步。

由於戴奧辛具高度敏感性議題，大型廢棄物焚化爐戴奧辛排放標準發布後，為持續加強對戴奧辛類之排放管制，陸續對中小型廢棄物焚化爐（行政院環境保護署，2000）、煉鋼業電弧爐（行政院環境保護署，2002）、鋼鐵業燒結工場（行政院環境保護署，2005）、鋼鐵業集塵灰高溫冶煉設施（行政院環境保護署，2006）及一般性固定污染源（行政院環境保護署，2007）都陸續發布戴奧辛排放管制標準，使國內全數固定污染源排放戴奧辛都納入管制，法令完備且標準值也相當嚴格，整理現行已發布之戴奧辛排放標準如表 1 所示。

依排放標準研訂程序而言，嚴謹流程係透過檢測瞭解排放現況，考量各業別排放濃度高低特性及控制技術可行性，並參採國外標準值與健康風險評估結果後提出草案，該草案再經由與業界研商、公聽等行政程序後，最終才能發布實施。

除如上所述之研訂程序外，對於所訂定標準值，環保署對新設標準均會要求以最嚴格標準值要求，標準發布後若有新設排放源要設置，必需確保其戴奧辛排放濃度可達到新設標準方可設置，以期降低最大可能風險；而對於標準發布前即已經設立之既存排放源，則會考量現況可改善程度及技術可行性，並予以合理之改善工程期限，並儘可能分階段性實施不同標準，在逐步加嚴情況下，進一步降低民眾所承受之風險；例如：在大型廢棄物焚化爐，當初對既存排放源均予以 4 年改善期限，而煉鋼業電弧爐及鋼鐵業燒結工場也都予以 4-5 年之改善期限，讓業者有充分時間去評估、選擇可行之技術進行排放改善，同時也有充裕時間籌措所需改善費用；當然若評估技術確實

可以達到，會要求既存與新設標準值需一致，畢竟戴奧辛危害甚鉅，必須盡一切之可能降低其危害風險。

在排放標準發布實施後，環保署也會參採最新技術發展成熟度、國外最新管制趨勢，滾動性對行業別標準值進行檢討，以評估加嚴或修訂之可行性，使國內之排放管制標準可與國外管制趨勢相互接軌。

表 1 我國固定污染源戴奧辛排放標準發布沿革彙整表

管制對象	適用條件		排放標準 (ng I-TEQ/Nm ³)	施行日期
廢棄物焚化爐	10 ton/hr 以上或 300 ton/day	新設	0.1	1997/08/08
		既存		2001/08/08
中小型廢棄物焚化爐 ⁽¹⁾	4 ton/hr 以上	新設	0.1	2001/01/01
		既存		2003/01/01
	4 ton/hr 以下	新設	0.5	2001/01/01
		既存		2004/01/01
煉鋼業電弧爐	無處理規模限制	-	0.5	2002/01/01
				2007/01/01
鋼鐵業燒結工場	無處理規模限制	新設	0.5	2004/06/16
		既存	1.0	2008/01/01
鋼鐵業集塵灰高溫冶煉設施	無處理規模限制	新設	0.4	2005/10/12
		既存	1.0	2006/09/01
一般性固定污染源	無處理規模限制	新設	0.5	2006/01/02
		既存	1.0	2008/01/01

三、排放量推估與更新

要系統性的規劃特定污染物之排放管制工作，對各類排放源之排放量掌握無疑是最重要關鍵；中興公司早於 2001 年即參採 USEPA 戴奧辛排放資料庫分類方法，再依據國內產業特性分類，協助建立我國戴奧辛排放資料庫架構（行政院環境保護署，2002）；後續依據資料庫架構，規劃不同行業別之排放檢測，透過行業別檢測數據而建立本土化戴奧辛排放係數，再透過本土化係數及不同行業別活動量取得，進而推估出逐年戴奧辛排放量；依據行業別排放量推估大小，可規劃行業別管制之優先順序、或作為管制策略成效檢討依據，掌握國內戴奧辛管制重點區域及重大排放源排放狀況，故排放資料庫之重要性不言可喻。

我國歷年戴奧辛排放量變化趨勢整理如圖 2 所示；從圖中可以發現，戴奧辛排放量係呈現逐年下降趨勢，若以 2002 年為基準年（排放量：327.36 g I-TEQ），至 2020 年止（排放量：47.7 g I-TEQ）我國戴奧辛排放量已削減達 84% 以上（行政院環境保護署，資料整理自 2002 年至 2020 年研究結案報告），充分顯示立法管制戴奧辛排放已有良好成效，對降低民眾所承受之風險應有相當大的助益。

進一步分析國內戴奧辛排放源管制熱點可以發現，固定污染源戴奧辛主要排放源在國內共有 3 大集中熱點區域，分別位於：北部桃園觀音工業區（主要排放源為：事業廢棄物焚化爐、煉鋼業電弧爐、銅二次冶煉）、中部台中港附近（主要排放源為：燃煤鍋爐、燒結爐）及鄰近彰化伸港地區（主要排放源為：集塵灰高溫冶煉、事業廢棄物焚化爐、煉鋼業電弧爐及非鐵金屬二次冶煉）、南部高雄臨海工業區（主要排放源為：電弧爐、燒結爐、廢棄物焚化爐），由於該 3 處管制熱點地區均有戴奧辛主要排放源集中，也是建議環保單位重點稽查、管制區域，整理國內戴奧辛排放管制熱點區域詳圖 3 所示。

若進一步分析自 2002 至 2020 年各行業別戴奧辛排放量變化 (整理如表 2 所示) 發現, 若該年有行業別戴奧辛排放標準生效, 排放源進行改善後, 則該行業別排放量立即會有明顯下降, 以事業廢棄物焚化爐而言, 中型及小型焚化爐管制標準分別於 2003 年及 2004 年生效, 故事業廢棄物焚化爐進行改善或關廠則排放量立即下降, 而煉鋼業電弧爐戴奧辛排放標準分二階段生效, 第一階段及第二階段標準分別於 2004 年及 2007 年生效, 煉鋼業集塵灰高溫冶煉設施排放標準於 2005 年生效, 鋼鐵業燒結工場戴奧辛第一階段及第二階段標準分別於 2006 年及 2008 年生效, 不同年度戴奧辛排放量都因不同階段排放標準生效, 業者進行排放改善工程已符合生效之排放標準後, 排放量都有獲得大幅度改善。

從整體戴奧辛排放量結構來看, 主要排放源仍以固定污染源為主 (約占 70%, 移動源並非主要排放源), 從訂定嚴格排放標準管制之策略是相當正確也具有良好成效; 目前以鍋爐燃燒及逸散性排放源 2 行業別排放減量較不顯著, 其中鍋爐燃燒是以燃煤鍋爐為主, 燃煤鍋爐戴奧辛排放特性是濃度低、但活動強度大導致排放量也大, 不易以管末設備達到減量目的, 而國際間也未有其他國家特別針對燃煤鍋爐特別訂定行業別戴奧辛排放標準 (我國將其納入固定污染源戴奧辛排放標準管制); 目前國內能源政策已逐步以天然氣取代燃煤之清淨能源政策, 預計燃煤鍋爐排放量會依能源政策轉型而逐步有所降低。

鍋爐燃燒另一排放源則是燃柴鍋爐, 早期因國際油價高漲, 基於成本考量, 部分中小型企業就將蒸氣鍋爐從燃油改以廢木柴為燃料; 然因廢木材性質複雜、燃燒狀況不佳, 也因操作條件不穩定或防制設備操作不當而造成戴奧辛排放濃度偏高, 目前環保署透過控制技術推廣及實廠減量輔導等措施, 以期有效改善燃柴鍋爐戴奧辛排放問題。

而逸散源主要是以農業廢棄物露天燃燒為主, 歷年來環保單位除積極加強取締露天燃燒外, 也推動多元化農業廢棄物處理政策, 例如: 加強稻草回收再利用、堆肥等多元化機制取代任意露天燃燒, 本項管制政策業已獲得各地方環保、農政單位大力支持, 相信農業廢棄物戴奧辛排放仍有持續改善之空間。

26 我國戴奧辛排放管制策略及成果分析

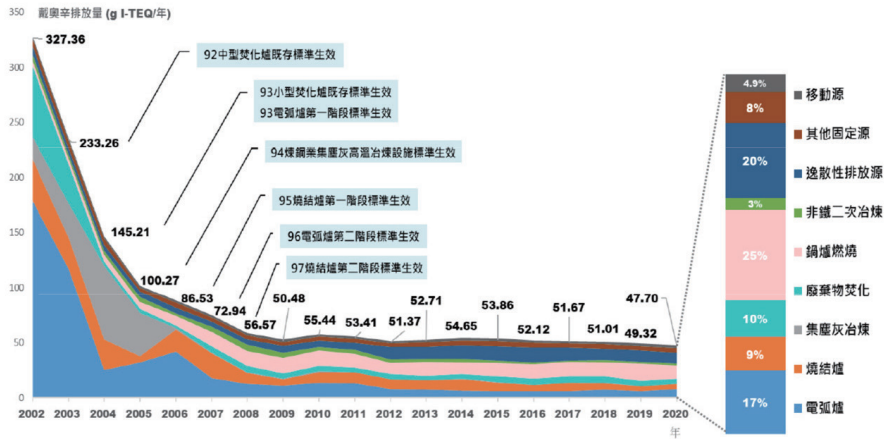


圖 2 我國歷年戴奧辛排放量變化趨勢圖

註：原彩圖請至產業綠色技術資訊網站下載 <https://proj.ftis.org.tw/eta/index.aspx>

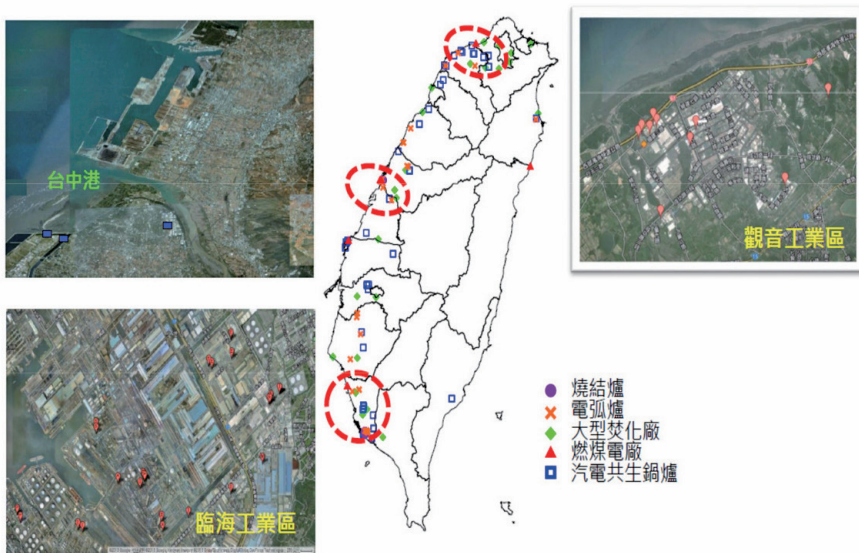


圖 3 我國戴奧辛排放源集中區域分布圖 (2020 年排放量)

表 2 歷年我國各行業別戴奧辛排放清冊彙整表

年度	一般廢棄物焚化爐	事業廢棄物焚化爐	煉鋼業電弧爐	鋼鐵業燒結爐	鋼鐵業集塵灰高溫冶煉設施	非鐵金屬二次冶煉	鍋爐燃燒	逸散性排放源	其他	總計 (g I-TEQ)
2002 年	12.4	51.2	179	37.2	20.7	5.47	5.11	7.65	8.76	327
2003 年	8.14	26.95	117	28.2	31.2	3.61	5.39	5.73	8.82	235
2004 年	3.29	0.624	25.0	28.1	67.3	3.95	5.94	5.13	8.06	147
2005 年	2.10	1.27	32.0	5.77	39.4	4.62	6.64	5.07	5.52	102
2006 年	1.39	0.792	42.0	20.1	1.10	2.04	8.89	5.30	7.02	88.6
2007 年	4.75	1.38	17.7	23.0	0.134	4.62	13.1	4.57	5.89	75.1
2008 年	4.40	1.38	12.5	10.4	0.193	5.61	13.8	4.56	5.79	58.6
2009 年	4.00	1.01	10.9	6.24	0.098	4.54	14.2	6.24	5.60	52.8
2010 年	3.77	0.684	13.9	9.54	0.935	3.27	14.3	5.60	5.87	57.8
2011 年	4.05	0.309	13.2	9.84	0.190	3.63	12.4	6.40	5.73	55.7
2012 年	4.09	0.470	8.17	8.68	0.183	2.97	9.90	11.5	5.52	51.5
2013 年	3.98	0.346	7.60	8.08	0.125	2.65	12.7	11.0	6.30	52.7
2014 年	4.11	0.382	6.44	10.6	0.152	3.06	10.3	12.9	6.78	54.6
2015 年	4.71	0.485	6.02	7.83	0.267	2.19	12.0	13.4	6.92	53.9
2016 年	5.05	0.512	5.73	5.78	0.289	1.68	12.9	13.6	6.58	52.1
2017 年	5.33	0.318	6.14	7.67	0.131	1.48	12.8	11.7	6.11	51.7
2018 年	5.34	0.376	7.29	6.18	0.138	2.13	12.9	10.4	6.31	51.0
2019 年	4.69	0.186	5.81	4.76	0.130	1.85	15.3	10.4	6.27	49.3
2020 年	4.60	0.264	8.14	4.46	0.052	1.51	12.1	10.0	6.53	47.7

資料來源：固定污染源戴奧辛及重金屬排放管制及空品監測成果，環保署「毒物及化學物質局研討會」，2021 年 12 月

四、環境空品現況

為進一步瞭解排放管制成效對空品之影響，環保署自 2006 年底開始針對國內一般空品站、交通測站及排放源集中區進行戴奧辛環境空品監測；其中，一般空品站監測選定原則係以 1 縣市、1 測站為原則，以利各縣市都有戴奧辛背景數據為目的，監測頻率部分，每 1 測站至少監測 2 次 / 年以上，每次監測時間以手動式連續採 72 小時以上，然後將採集樣品送回實驗室分析；而交通測站及排放源集中區之監測係採不定期、非每年固定監測為主。

統計歷年來一般空品站環境空氣戴奧辛年平均濃度介於 $0.016 \text{ pg I-TEQ/m}^3$ 至 $0.051 \text{ pg I-TEQ/m}^3$ (行政院環境保護署, 2007-2020)，不同季別 (2、5、8、11 月共 4 季) 之平均濃度值呈現逐年下降趨勢 (整理如圖 4 所示)，空品濃度已顯著低於環境檢驗所於 2002、2003 年之全國監測結果 (平均值 $0.089 \text{ pg I-TEQ/m}^3$)，亦遠低於日本環境空氣戴奧辛品質基準值 ($0.6 \text{ pg WHO2005-TEQ/m}^3$)。戴奧辛季節濃度變化方面，監測結果顯示空品濃度以秋冬季較高、夏季較低，受季節影響相當明顯，與 $\text{PM}_{2.5}$ 等污染物監測結果趨勢相當吻合，顯見戴奧辛空品濃度與大氣擴散條件之良窳有相當密不可分之關係。

以區域性而言，若依環保署所劃分之國內 7 大空品區而言，環境空氣戴奧辛濃度以中部、雲嘉南及高屏空品區濃度較高；而花東及宜蘭空品區濃度較低 (台灣東部地區本就屬於空氣品質較佳區域)，而北部空品區濃度持續降低，戴奧辛濃度已經與花東地區相當接近；當然受限於戴奧辛為隨機性、人工方式採樣，空品監測結果會受到採樣期間氣候擴散不良或偶發性高污染事件影響 (例如：2021 年苗栗測站於監測期間附近發生公墓大火，悶燒數日，致單一測站濃度出現異常偏高現象)，而各年度監測結果因為是採樣當日因素影響，出現高低變化不同，但整體的變化是各空品區都有持續改善；各空品區歷年來戴奧辛濃度變化趨勢整理如圖 5 所示。

至於交通測站、排放源集中區等附近監測濃度部分，交通測站空品濃度與一般空品站差異不大，主要原因在於移動源並非戴奧辛之主要排放源；而排放源集中區之監測目的在於瞭解排放戴奧辛對附近區域的影響，做為進一步加強管制依據，其濃度不與一般空品站濃度比較，監測結果不在本文中討論。

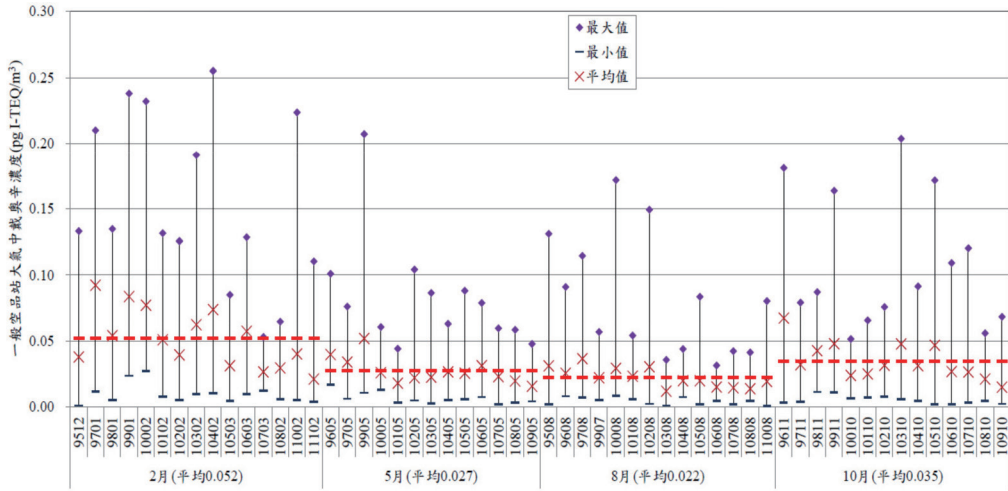


圖 4 我國一般空品站歷年戴奧辛空品濃度變化趨勢圖

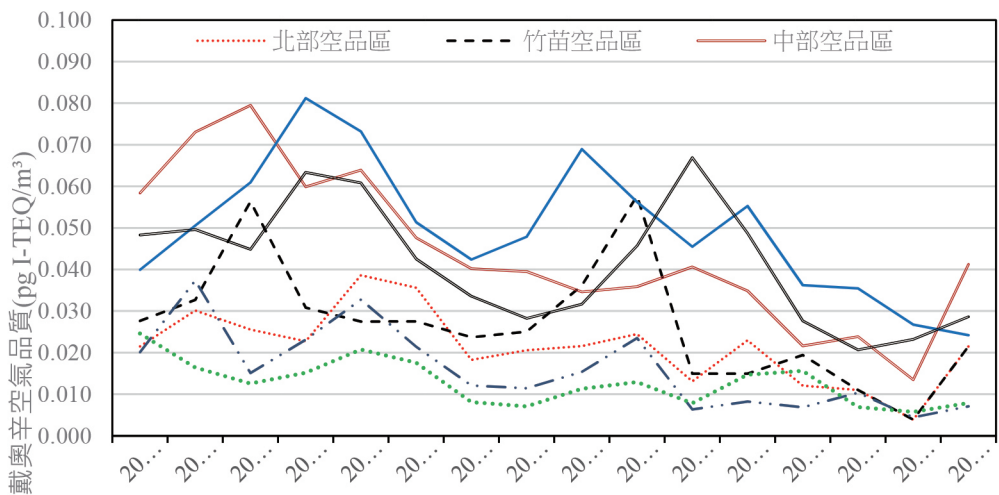


圖 5 我國各空品區歷年環境空氣戴奧辛濃度變化趨勢圖

五、排放稽查管制

針對國內已發布之 6 項戴奧辛行業別排放標準，為確實督促各排放源落實排放標準，除已要求特定行業別之排放源需要自行定期檢測戴奧辛並向環保單位申報排放濃度外，環保署督察總隊及各縣市環保局每年都執行一定數量之排放稽查，對排放源所排放戴奧辛進行煙道檢測；而對被稽查而不合格業者，均由地方環保局予以告發處分，並要求限期改善，改善完成後，再由環保單位進行複測，以確保改善後確實是符合排放標準的。

本文統計自 2013 至 2021 年戴奧辛稽查數量及不合格率資料發現（整理如表 3 所示），歷年來國內戴奧辛稽查數量大約介於 80 至 163 座排放源（每年數量不一），而歷年稽查不合格率大約介於 5% 至 12% 間；在 2016 年以前，稽查超標比例較高，尤其以燃柴鍋爐數量最多，2016 年以後燃柴鍋爐超標數量有明顯下降，主要是各縣市環保單位積極加強管制排放戴奧辛，造成無法符合標準之燃柴鍋爐業者停止操作，是數量銳減是原因之一。另一主要原因是業者有採安裝管末處理設備以符合排放標準規定，可有效降低排放濃度，致稽查不合格率降低。火化場部分，內政部及縣市政府補助安裝空污防制設備後，稽查不合格率也已有所下降。

針對燃柴鍋爐及火化場戴奧辛超標較高問題，探究其主要原因在於其進料性質複雜、燃燒條件不佳且對戴奧辛空氣污染防制設備缺乏適當維護更新所致，甚至部分業者未安裝任何戴奧辛防制設備，或縱使有防制設備但人員對防制設備操作之教育訓練明顯不足所致；環保署對於過往有超標紀錄業者，會邀集學者專家赴現場進行了解可能原因，並依學者專家之專業提出可行改善建議，供業者作為排放改善參考依據，從加強排放管制及有效輔導雙重策略著手。

如上所述，稽查不合格率較高之業別為燃柴鍋爐及火化場，而對於傳統上被視為戴奧辛主要排放源廢棄物焚化爐或煉鋼業，雖然偶有超標情事發生，但整體而言，不合格率反而較低；從稽查統計資料也發現，鋼鐵業燒結爐、水泥旋窯及燃煤鍋爐等 3 項行業別從未有戴奧辛排放超標紀錄。

表 3 歷年固定污染源戴奧辛排放稽查不合格業別、數量彙整表

行業別	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
	稽查數 (超標數)									
1. 大型焚化爐	23 (0)	22 (1)	11 (0)	15 (1)	9 (0)	15 (0)	13 (0)	10 (1)	12 (0)	3 (0)
2. 中型焚化爐	9 (0)	7 (1)	4 (1)	5 (0)	4 (0)	3 (0)	1 (0)	1 (0)	-	-
3. 小型焚化爐	32 (3)	29 (2)	12 (0)	22 (0)	11 (1)	11 (0)	7 (0)	13 (1)	11 (0)	1 (0)
4. 醫療焚化爐	10 (2)	9 (1)	7 (2)	9 (1)	4 (0)	3 (0)	4 (1)	3 (0)	5 (1)	3 (0)
5. 燃材鍋爐及 其他燃料鍋爐	16 (5)	26 (8)	32 (7)	29 (9)	29 (8)	32 (6)	15 (6)	19 (3)	18 (3)	7 (0)
6. 水泥窯爐	4 (0)	1 (0)	-	1 (0)	1 (0)	3 (0)	2 (0)	-	2 (0)	3 (0)
7. 燒結爐	3 (0)	6 (0)	-	-	2 (0)	-	-	-	-	-
8. 電弧爐	15 (0)	14 (0)	6 (0)	5 (0)	2 (0)	4 (0)	6 (0)	1 (0)	4 (1)	1 (1)
9. 集塵灰高溫 冶煉設施	2 (0)	3 (0)	-	2 (0)	-	5 (0)	1 (0)	2 (0)	2 (0)	-
10. 火化場	13 (2)	12 (1)	7 (0)	11 (2)	7 (3)	9 (0)	5 (2)	4 (0)	5 (0)	2 (0)
11. 燃煤鍋爐	19 (0)	12 (0)	4 (0)	10 (0)	21 (0)	9 (0)	4 (0)	5 (0)	4 (0)	2 (0)
12. 鋁二次冶煉	9 (0)	10 (2)	5 (0)	5 (0)	3 (0)	18 (1)	9 (0)	6 (0)	7 (0)	1 (0)
13. 銅二次冶煉	5 (0)	4 (2)	4 (0)	3 (0)	1 (1)	8 (0)	8 (1)	6 (0)	2 (0)	2 (0)
14. 其他	2 (0)	8 (0)	2 (1)	8 (0)	17 (0)	16 (0)	15 (0)	10 (0)	10 (0)	8 (1)
總計	162 (12)	163 (18)	82 (11)	124 (14)	111 (13)	136 (7)	99 (10)	80 (5)	82 (5)	31 (2)
不合格率 (%)	7	11	7	11	12	5	10	6	6	6

資料來源：行政院環境保護署 (2021)

六、結論與建議

戴奧辛具有高度媒體敏感性且為影響民眾健康甚鉅之有害空氣污染物 (Hazardous Air Pollutants, HAPs)，我國於 1997 年發布廢棄物戴奧辛排放標準為管制戴奧辛之濫觴，迄今已有 24 年之久；伴隨對排放源調查持續開展，對國內排放現況逐步有深入掌握後，環保署有系統性地將重大污染源逐步予以立法管制，現今所有固定污染源排放戴奧辛均已納入標準管制，與國際間其他國家相較，排放標準完整性屬最為完備。

而國內行業別戴奧辛排放標準值與世界各國相較也屬較為嚴格，最主要原因是考量國內地狹人稠之環境特性，有進一步降低風險必要性；雖然於排放標準草案研商過程中，業者經常性反映標準值過於嚴格、恐不易達到；但環保署能充分考量改善工程所需時程，合理地給予業界所需改善期限，對許多行業別標準之實施都採分階段加嚴方式進行，避免對產業帶來短期、過大衝擊，後續也證明嚴格之標準值確實可以達到；而搭配空品監測、排放量全面掌握及加強排放稽查等等策略，確實已可掌握環境背景現況及有效要求排放源減量，整體管制策略方向是相當正確的。

回顧戴奧辛排放管制工作開展迄今，除較早期於 2005 年爆發彰化線西及伸港地區鴨蛋戴奧辛濃度偏高事件，發現附近某集塵灰處理設施因排放高濃度戴奧辛而要求立即進行排放改善工程外，並加速完成該業別排放標準發布及釐清鴨蛋濃度偏高主要原因外；後續一些零星偶發性檢驗發現本土性食品類戴奧辛較高濃度事件（例如：2006 年台北縣八里地區羊肉事件、2009 年高雄縣大寮鄉鴨肉事件及 2017 年苗栗縣雞蛋事件等等），事後經各方查證及檢驗調查均證實，該等偶發事件與空氣排放源無直接關聯性，顯見排放管制策略實施已獲得一定成效。

國內現行戴奧辛管制工作之發展趨勢，已從早期僅針對排放源擬訂空氣污染排放標準之主要策略逐步擴展至其他環境介質，目前環保署已對土壤、放流水、焚化飛灰、爐渣等均已研訂基準值並定期進行檢驗調查，以避免該等介質受到污染；而衛福部也持續修訂「食品含戴奧辛及多氯聯苯處理規範」以保障民眾食安問題，並透過跨部會共同分工努力進行之食品及農業產品戴奧辛含量檢驗工作，避免危害民眾健康，國內戴奧辛管制工作已擴大進入跨部會領域範疇。

面對民眾對環境品質要求日益提升，HAPs 排放管制是現階段空污排放管制施政重點，毫無疑問戴奧辛更是 HAPs 重點管制污染物，故排放管制工作仍需持續推動、許多調查監測項目仍有待繼續執行，例如：針對污染源持續稽查、管制，督促業者做好排放管控；持續辦理環境空品監測及排放調查工作以建置長期環境資料庫等等。針對上述歷年來排放管制成效介紹後，提出應繼續努力之方向與建議如下：

- (一) 戴奧辛是燃燒不完全之產物，排放控制策略以透過良好燃燒控制及安裝合適管末處理設備降低排放濃度為主，然管末處理技術早期大多仰賴活性炭吸附，將氣態戴奧辛吸附後併同飛灰經固化後送至掩埋場處理，機制上僅是氣相移轉至固相，實質上戴奧辛並未分解或破壞，而掩埋場也將逐漸面臨飽和窘境，故控制技術之選用需要進行檢討。近年來，處理技術發展迅速，例如：觸媒濾袋之研發成功，可將廢氣中氣態戴奧辛予以破壞分解並捕捉固態戴奧辛，除可減少活性炭用量及飛灰產量，也適度延長掩埋場土地使用年限，建議類似新發展技術應予積極推廣，取代傳統性吸附處理方式。
- (二) 部分行業別標準值發布迄今已相當久遠，因應時空背景有所變化，標準值也應一併檢討、加嚴；例如：鋼鐵業燒結工場及鋼鐵業集塵灰高溫冶煉設施 2 項戴奧辛排放標準分別發布於 2004 年及 2005 年，且既存污染源標準較新設污染源較為寬鬆，主要當時既存污染源受限於防制設備安裝空間不足，無法全面安裝，而近年來排放源進行空間調整分配，防制設備已裝設完畢且檢測數據已可達到新設標準值，建議可啟動排放標準修訂工作，將既存與新設標準值調整一致。
- (三) 目前已發布之行業別戴奧辛排放標準有 6 大項，而部分業別屬國內重大空氣污染排放源，也會排放之其他污染物且亦發布有其他排放標準予以管制，可能造成同一行業別有 2 項以上空污管制標準，建議應以行業別為基準，整併戴奧辛與其他污染物排放標準，適度簡化法令。
- (四) 戴奧辛是國際間共同管制之有害污染物，建議需持續蒐集國外戴奧辛之排放管制最新技術進展與法規標準、經常性檢討國內管制措施及排放標準適宜性，使國內排放管制工作可與國際間趨勢相互接軌。

誌 謝

中興工程及環興科技公司自 2000 年承辦環保署「中小型焚化爐有害空氣污染物最適化控制系統評估與技術開發計畫」迄今；特別感謝環保署空保處對本研究、調查、監測及管制計畫之長期支持；而歷年空品監測及排放檢測工作，自 2006 年底開始分別由工業技術研究院綠能所及中環科技公司 2 家長期合作團隊分工負責，協助進行戴奧辛採樣及分析工作長達 10 餘年，備極辛勞、一併致謝。

參考文獻

孫世勤 (1999)，都市垃圾焚化廠戴奧辛 (PCDD/PCDF) 排放改善方式分析，中興工程顧問社，中興工程季刊 63 期，P 67 – P 104。

行政院環境保護署 (2000)，「中小型焚化爐有害空氣污染物最適化控制系統評估與技術開發計畫」結案報告，EPA-89-FA12-03-018。

行政院環境保護署 (2002)，「建立台灣地區戴奧辛排放清冊及排放資料庫計畫」結案報告，EPA-90-FA12-03-A158。

行政院環境保護署 (2005)，「九十一、九十二、九十三年度建立台灣地區戴奧辛排放清冊及排放資料庫計畫」結案報告，EPA-91-FA12-03-A074。

行政院環境保護署、行政院農業委員會、行政院衛生署 (2005)，「彰化縣線西鄉及伸港鄉鴨蛋戴奧辛事件調查報告」。

行政院環境保護署 (2006)，「國內有害空氣污染物質排放調查及管制策略研擬計畫」結案報告，EPA-94-FA12-03-A198。

羅 鈞、陳怡伶、莊桓齊 (2006)，我國戴奧辛排放管制立法之回顧與展望，中興工程季刊第 93 期，P 67 – P 73。

行政院環境保護署 (2007)，「彰化縣線西及伸港地區環境戴奧辛定期監測計畫」結案報告，EPA-95-1606-02-01。

行政院環境保護署 (2007), 「固定污染源毒性空氣污染物 (戴奧辛及重金屬) 管制規範研擬、控制技術評估及排放清冊調查計畫」結案報告, EPA-95-1606-02-01。

行政院環境保護署 (2008), 「固定污染源毒性空氣污染物 (戴奧辛及重金屬) 排放清冊調查及管制計畫」結案報告, EPA-96-FA12-03-A115。

行政院環境保護署 (2009), 「固定污染源毒性空氣污染物 (戴奧辛及重金屬) 排放調查及管制計畫」結案報告, EPA-97-FA12-03-A135。

楊之遠、周淑婉、羅鈞 (2009), 台灣戴奧辛排放管制政策之回顧, 環境保護 32 卷 2 期, P 127 -P 143。

行政院環境保護署 (2010), 「固定污染源戴奧辛及重金屬排放調查與健康風險評估計畫」結案報告, EPA-98-FA12-03-A178。

行政院環境保護署 (2011), 「固定污染源戴奧辛、多環芳香烴 (PAHs) 及重金屬排放調查與管制計畫」結案報告, EPA-99-FA12-03-A194。

行政院環境保護署 (2012), 「固定污染源戴奧辛及重金屬排放區域總量管理計畫」結案報告, EPA-101-FA12-03-A060。

行政院環境保護署 (2013), 「固定污染源戴奧辛及重金屬排放調查及管制計畫」結案報告, EPA-102-FA12-03-A096。

行政院環境保護署 (2014), 「固定污染源戴奧辛及重金屬調查及管制計畫」結案報告, EPA-103-FA12-03-A054。

行政院環境保護署 (2015), 「固定污染源戴奧辛及重金屬管制策略推動與調查計畫」結案報告, EPA-104-FA12-03-A109。

行政院環境保護署 (2016), 「固定污染源戴奧辛及重金屬管制策略與調查計畫」結案報告, EPA-105-FA12-03-A167。

行政院環境保護署 (2017), 「固定污染源戴奧辛及重金屬調查管制及減量策略推動計畫」結案報告, EPA-106-FA12-03-A162。

36 我國戴奧辛排放管制策略及成果分析

行政院環境保護署 (2018), 「環境有毒空氣污染物排放調查、監測與管制策略研擬計畫」結案報告, EPA-107-FA12-03-A122。

行政院環境保護署 (2019), 「固定污染源環境空氣戴奧辛及重金屬排放調查與減量推動計畫」結案報告, EPA-108-FA12-03-A093。

行政院環境保護署 (2020), 「固定污染源戴奧辛及重金屬排放調查、環境空品監測與減量推動計畫」結案報告, EPA-109-FA1203-A163。

行政院環境保護署 (2021), 「固定污染源戴奧辛及重金屬空氣品質監測及輔導減量計畫」結案報告, EPA-109-FA-1203-A124。

環興科技股份有限公司 (2022), 「戴奧辛及重金屬減量推動、溯源採樣及環境監測專案計畫」服務建議書。