



空氣污染及噪音防制 (含環境評估)



陳淨修 編著

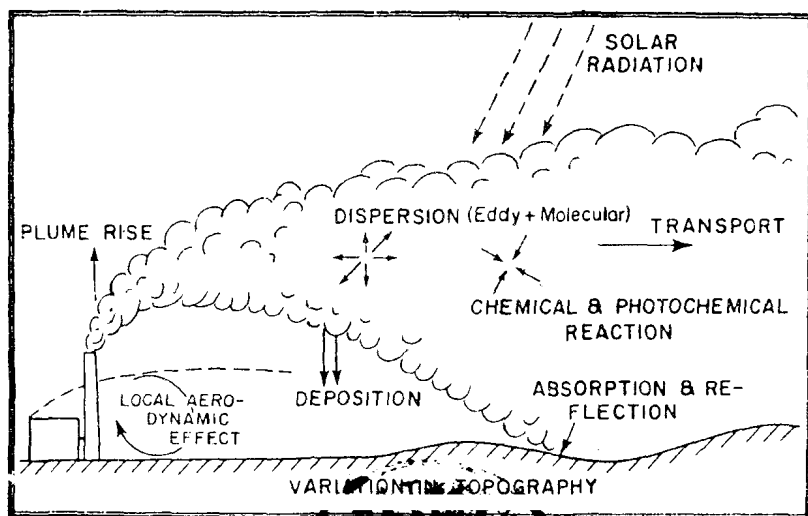




空氣污染及噪音防制 (含環境評估)

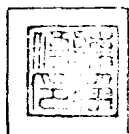


陳淨修 編著



千華圖書出版有限公司

版
權



之
章

空氣污染及噪音防制 (含環境評估)

編 著：陳淨修

發行人：廖雪鳳

發行所：千華圖書出版事業有限公司

台北市金山南路二段138號2F

電話：(02)3952248·3962195

郵政劃撥：01010213 千華出版社

出版登記：行政院新聞局局版台業字第 3388 號

印刷者：雨利美術印刷公司

定價：二五〇 元

中華民國七十七年四月五日一版

自序

科技的進步及工業的發展，雖能改善人類的生活，但其衍生之公害，却對人類生存環境造成相當大之威脅，其中尤以空氣污染、噪音之影響及範圍較為顯著及廣泛，值得大家深入了解與重視。

空氣污染牽涉的學科相當廣泛，包括氣象學、大氣化學、大氣擴散學、燃燒化學以及污染控制技術等。因此，不可能在一本書中，將與空氣污染有關之各學科詳細討論。本書著重於空氣污染物在大氣中之流佈物理過程及其濃度之預測，第一章將簡述空氣污染問題之一般狀況，包括污染源、氣象學及其影響等，第二章則詳述空氣污染物在大氣中之輸送、擴散現象，第三章至第五章介紹空氣品質模式種類及應用，第六章討論大氣環境影響評估之內涵，第七章針對空氣品質監測網設置之處理、方法及最佳站數之估算，詳加闡述，第八章至第十章簡要敘述空氣品質測定及資料分析法、空氣污染管制策略及空氣污染工程控制技術，最後第十一章則簡述環境管理與環境評估之概念，至有關噪音基本理論、測定方法及防制原理則重點整理於第十二章。此外，本書並在每一章末節附參考資料，俾便讀者查考。

筆者鑑於坊間書籍並無深入探討空氣品質預測、評估之專書，環境評估者原是少見，因此利用公餘之暇，撰寫本書，期能讓讀者了解空氣污染與噪音之本質、預測及評估而能一窺堂奧。本書除可供大專院校氣象系、環境科學系、環境工程系及相關科系之一般用書外並可作為顧問公司研究空氣

品質環境評估之參考工具。

本書得以完成，特別要感謝呂世宗教授的指導及資料的提供。匆促完成，疏漏之處，在所難免，萬祈諸賢達不吝指正幸！

陳 淨 修 謹誌於
行政院環境保護署

空氣污染及噪音防制

(含環境評估)

目 次

第一章 空氣污染導論	1
1.1 空氣污染物之種類	2
1.2 空氣污染物之來源	3
1.3 空氣污染相關之大氣問題	4
1.4 空氣污染對人體健康之影響	6
1.5 空氣污染對植物之影響	9
1.6 結 語	11
1.7 參考資料	12
第二章 空氣污染氣象學	13
2.1 風速、風向	15
2.2 大氣垂直溫度結構及穩定度	18
2.3 混合層高度	23
2.4 局部環流對污染物之影響	25
2.5 參考資料	28
第三章 空氣品質模式	29
3.1 空氣品質模式之主要特性	30

3.2	空氣品質模式之種類	34
3.3	空氣品質模式之確認／驗證／校正	54
3.4	結語	55
3.5	參考資料	56
第四章	高斯煙流模式之應用	57
4.1	高斯模式廣泛使用之原因	57
4.2	高斯模式不準確性之探討	57
4.3	高斯模式輸入參數	58
4.3.1	大氣穩定度之分類	58
4.3.2	擴散係數之決定	63
4.3.3	有效煙囪高度	70
4.4	混合層高度對擴散之影響	74
4.5	煙流各型着地最大濃度之計算	75
4.6	線源之計算式	77
4.7	複合煙囪合併參數	80
4.8	參考資料	80
第五章	空氣品質分析方法	84
5.1	估算排放源對空氣品質之影響	85
5.1.1	簡單篩選步驟	85
5.1.2	基礎模式步驟	88
5.2	複雜地形日平均濃度之計算	99
5.3	其他污染源之貢獻（背景濃度）	101
5.4	參考資料	104

第六章 大氣環境影響評估	105
6.1 大氣環境影響評估進行之三大步驟	105
6.2 空氣品質預測模式	113
6.3 環境保護對策或替代方案之研提	114
6.4 結 語	115
6.5 參考資料	115
第七章 空氣品質監測網設計之原理及方法	116
7.1 空氣品質監測網設計之一般原理	116
7.2 監測資料及大氣擴散模式在空氣品質評估上之角色	125
7.3 大型點源監測站站址選擇之原理及方法	127
7.4 平均時間對覆蓋比之影響	135
7.5 結 語	137
7.6 參考資料	138
第八章 空氣品質測定及資料分析法	139
8.1 對數正規分佈	139
8.2 累積頻率分佈	140
8.3 總懸浮微粒之測定	142
8.4 落塵量之測定	143
8.5 煤塵之測定	144
8.6 二氧化硫之測定	145
8.7 氮氧化物之測定	145
8.8 參考資料	146

第九章 空氣污染管制策略	147
9.1 空氣品質管理策略	147
9.2 課稅管制法	149
9.3 成本—效益策略	149
9.4 總量管制策略	150
9.5 參考資料	150
第十章 空氣污染工程控制技術	152
10.1 固定污染源氣態污染物之控制	152
10.1.1 二氧化硫排放之控制	152
10.1.2 氮氧化物排放之控制	154
10.2 粒狀物排放控制原理	155
10.3 粒狀物控制之設備	156
10.4 粒狀物控制設備之比較	162
10.5 參考資料	164
第十一章 環境管理與環境評估	165
11.1 環境管理之目的	165
11.2 環境影響評估之意義及目的	166
11.3 進行環境影響評估之三大步驟	168
11.4 綜合評估方法	181
11.5 環境影響評估之利弊	188
11.6 國內環境影響評估之問題點及現況檢討	189
11.7 參考資料	191

第十二章 噪音之測定與防制	192
12.1 聲音在空氣中的傳播	192
12.2 聲音量度——分貝	194
12.3 聲音壓力位準（音壓量）之計算	198
12.3.1 音量和之計算	198
12.3.2 音量差之計算	199
12.3.3 音量之平均值	199
12.4 噪音之表示方法	200
12.4.1 噪音之物理性表示	200
12.4.2 噪音之感覺量	201
12.4.3 噪音之物理量及感覺量之關係	202
12.5 八音頻帶分析	202
12.6 噪音評定方法（或稱噪音統計指數）	204
12.7 室外音源之距離衰減	208
12.8 室內聲壓位準之計算	210
12.9 傳輸損失	211
12.10 噪音測定程序及儀器設備	212
12.10.1 噪音測定基本程序	212
12.10.2 噪音計之構造及特徵	213
12.10.3 噪音量之決定法	216
12.11 噪音之判斷及控制	218
12.12 噪音之預測、評估	223
12.12.1 工廠噪音的評估方法	223
12.12.2 道路交通噪音預測模式	228
12.13 噪音管制現況及法規	229

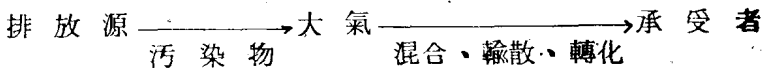
12.13.1 噪音現況及來源·····	229
12.13.2 噪音管制法規·····	233
12.14 參考資料·····	234

第1章

空氣污染導論

空氣污染可定義為空氣中任何污染物之濃度超過其正常濃度值而對人類、動、植物及物質等產生不良影響。這裏所謂污染物是指空氣中足以直接或間接妨害公眾健康之物質或足以引起公眾厭惡及惡臭物質，至於污染到何種程度之濃度始為有害，則因物質對象有所差異。

空氣污染問題可簡單以三個環節之系統表示成下圖：



首先是排放源排放污染物，排放源有多種類別，大體上可區分為火山的噴煙或灰塵等天然污染源及工廠或汽車等人為污染源。人為污染源，大致可分為煙囪等固定排放源與交通工具等移動排放源。主要的排放源為：(1)交通工具(2)發電廠(3)垃圾焚燒(4)工業及住宅燃料燃燒(5)工業生產過程。當污染物進入媒介體(Medium)——大氣時，經大氣之輸送、擴散、轉化、混合等作用而影響或改變空氣品質濃度，造成承受者之不良反應。

從系統當中，吾人可知減少空氣污染的影響，其途徑(法)有三，其一為減少污染物排放量，諸如更換燃料、改變生產過程、設置排氣設備等；其二為藉大氣自淨過程，諸如排放大量熱量或改變風場，以改變大氣的垂直溫度結構；其三為減少承受者曝露時間，如戴口罩等。三種方法中，其中以控制排放源為最可行且為最實際之方法。簡言之，控制空氣污染最佳方法為阻止污染物進入大氣，因此，當吾人討論空氣污染防制措施時，意旨針對污染源控制。

1.1 空氣污染物之種類

空氣污染物種類繁多，欲將其詳細分類，是有其困難，但吾人仍可將其分為二類：

(一)原發性 (Primary) 污染物：直接由排放源排放者，根據我國空氣污染防治法施行細則，此類空氣污染物包括：

1. 氣狀污染物：

- (1) 硫氧化物 (SO_2 及 SO_3 合稱 SO_x)
- (2) 一氧化碳 (CO)。
- (3) 氮氧化物 (NO 及 NO_2 ，合稱 NO_x)。
- (4) 碳氫化合物 (C_xH_y)。
- (5) 氯氣 (Cl_2)。
- (6) 氯化氫 (HCl)。
- (7) 氟化物氣體 (HF 及 SiF_4)。
- (8) 氯化烴類 ($\text{C}_m\text{H}_n\text{Cl}_x$)。

2. 粒狀污染物：

- (1) 懸浮微粒：粒徑在 10 微米 (μm) 以下之粒子，又稱浮游塵。
- (2) 金屬煙塵：含金屬氧化物等之固體微粒。
- (3) 黑煙：以碳粒為主要成分之暗灰色至黑色之煙。
- (4) 酸霧：含硫酸、硝酸及鹽酸等微酸之煙霧。
- (5) 落塵：粒徑在 10 微米以上，可因重力逐漸落下，而引起公眾厭惡之物質。

3. 惡臭物質：

- (1) 氨氣 (NH_3)。
- (2) 硫化氫 (H_2S)。

(3) 硫化甲基 ($(\text{CH}_3)_2\text{S}$)。

(4) 甲硫醇 (CH_3SH)。

(5) 三甲基胺 ($(\text{CH}_3)_3\text{N}$)。

(二) 二次 (Secondary) 污染物：原發性污染物在大氣中經化學反應而形成者，包括：

1. 光化學霧：經光化學反應所產生之微粒狀物質，而懸浮於空氣中能造成視程障礙者。
2. 光化學性高氧化物：經光化學反應所產生之強氧化性物質，如臭氧、過氧乙硝 (PAN) 等。

1.2 空氣污染物之來源

任何地方，任何時間，空氣污染問題之嚴重性，端視所排放氣體量與大氣稀釋（自淨）能力，前者是人為問題與人類行為活動有密切之關係，後者是自然問題。隨著人類文明之進步及工業發展之快速，自煙囪或排氣口排出之氣體，其種類非常複雜，已如上節所述，但吾人關切之空氣品質濃度，所稱之空氣污染物主要為二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、懸浮微粒、碳氫化合物等，其來源及性質如下所述：

(一) 二氧化硫 (SO_2)：是一種腐蝕性且有毒之氣體，主要來源是以重油、木材、生煤為燃料之工廠。柴油引擎、車輛及製造硫酸的化學廠，其中尤以火力發電廠排放最多。其酸性沈積 (Deposition) 更能枯萎植物，污染河川，破壞生態平衡。

(二) 懸浮微粒 (Particulate)：主要來源為工業生產及燃燒過程，尤其是水泥廠及煉鋼金屬廠，以及不可抗拒的自然力量所產生的，如風沙、海浪之鹽粒等。粒子可藉由氣體而進入

人體的肺部引起危害。長期言之，粒子的累積對於地表與大氣間的熱平衡亦有很密切關係。

(三)一氧化碳：其生成為燃燒不完全，大多數的燃料皆為碳氫化合物，在完全燃燒中即產生 CO_2 和水，但在不完全燃燒過程中，則產生 CO ，另外一最大來源即汽車、卡車的汽油及柴油引擎。因此人們行走於街道中，無時無刻不受到 CO 的迫害。這種無色無臭的氣體對人體的危害是因其對血紅素的親合力較氧大，所以會導致人體缺氧而影響人類生命的安全。

(四)二氧化氮(NO_2)：是一種有毒，且活性很高的氣體，在高溫燃燒下，氮氣即與氧作用而形成 NO_2 。其主要來源為火力發電廠及汽車廢氣的排放。 NO_2 的控制唯有調節燃燒的過程才是最有效的途徑。其最大的害處為其和碳氫化合物在陽光的作用下，易形成臭氧(O_3)而危害動植物。

(五)碳氫化合物：如甲烷、乙烷等，和 CO 相同，存於未燃燒及廢棄的燃料內。大多數的碳氫化合物都沒有毒性，但其與 NO_2 在陽光作用下，產生臭氧及其他高氧化物，對人體的危害相當大。因此碳氫化合物的污染也是一個不可忽視的問題。

1.3 空氣污染相關之大氣問題

空氣污染物一旦進入大氣，其行為即受制大氣之輸送、擴散作用，同時在風速及亂流混合的過程中，發生化學反應將一次污染物轉化成二次污染物，因此空氣污染相關的大氣問題可分成三類：

1. 大氣化學。
2. 氣象。
3. 大氣擴散。

大氣化學包含污染物轉化過程之研究，此種過程可能發生於數秒鐘，甚至數星期之時間尺度（Time Scale）。氣象學是研究大氣之動力學，尤其是動量及能量方面。氣象的運動尺度可分類為：

1. 大（Macro）尺度或綜觀（Synoptic）尺度：發生於水平距離數千公里尺度之氣象現象，如天氣圖上之高低壓系統。
2. 中（Medium）尺度：氣象現象發生於數百至數千公里之尺度，如海陸（Land-Sea）風、山谷（Mountain-Valley）風等。
3. 微（Micro）尺度：氣象現象發生於數十公里之尺度，如煙流之擴散現象。

主宰大氣輸送及擴散之範圍即為所謂大氣邊界層（Planetary Boundary Layer, PBL），大約1公里以上，大氣邊界層代表地表對風場結構影響之範圍，在邊界層內風速受高壓氣流及地表磨擦力影響，其隨高度之變化為地表粗糙度（Surface Roughness）及溫度垂直結構之函數，故邊界層高度和空氣污染亦有密切之關係。大氣溫度隨高度之增加，變化之情形有三；一為溫度隨高度的增加而無變化稱為中性（Neutral）大氣，二為溫度隨高度的增加而減少，稱為不穩定（Unstable）大氣，利於污染物擴散，三為溫度隨高度的增加而增加，稱為穩定（Stable），不利於污染物擴散，故大氣之穩定狀況在決定污染物擴散速率，佔有舉足輕重之角色。

污染物在大氣中擴散最主要動力為亂流擴散而非分子擴散，亂流之強度隨風速、地面粗糙度及不穩定的增加而增加，故亂流可分為機械亂流（風切、地面磨擦力）及熱力亂流（浮揚力）兩

種，預測污染物擴散有關之因子如下：

1. 污染物之物理性質（氣態、固態）。
2. 風速、風向。
3. 大氣穩定度。
4. 排放條件。
5. 排放源之分佈。

空氣污染除上述氣象條件的影響，亦可改變天氣及氣候，例如污染物的增加，有利於霧的形成，而減低能見度；或增加降雨量或使雨滴變為酸性等。在對氣候的影響方面，增加二氧化碳，可增加大氣對地球往外長波輻射的吸收，而減少地球熱量的消散；因此，對大氣有增溫的效果。但是大氣中的微粒污染物的增加，則可減少太陽光的照射而對大氣有降溫的效果。微粒污染物減溫的效果，以及二氧化碳增溫效果的大小，則仍有爭議而待解決。

1.4 空氣污染對人體健康之影響

近年來，空氣污染問題所以廣為各方注意，其原因有二，其一為污染濃度增加，引起公害頻繁，人們談「氣」色變。其二為民衆環保意識提高，對於生活四週的環境空氣品質較為重視與關切，空氣污染對人體健康的影響，分述如下：

(一) 急性影響：

污染物於某種特殊的大氣條件下，常突然形成高濃度污染，在此種偶發狀況下，沒有及時預防，對於孩兒、老人、心臟病或肝病的人有非常不利的影響。歷史上曾發生過空氣污染急性影響的事件很多，其中尤以倫敦及洛杉磯煙霧最為有名。二者煙霧型態及條件比較如表 1-1 所示。值得注意的是，此等事件都有一共同的氣象條件：風小，逆溫層狀況