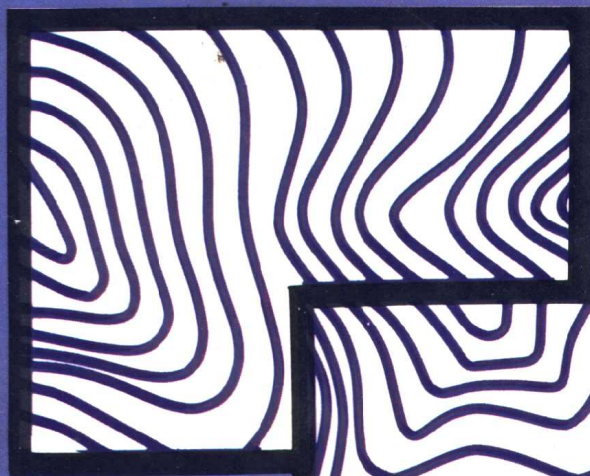


空氣採樣及 分析的方法 上

鄭福田譯



世界學術著作
國立編譯館主編
渤海堂文化公司印行

世界學術著作

空氣採樣及
分析的方法(上)

國立編譯館主編

鄭福田譯



渤海堂文化公司印行

中華民國七十七年九月初版

版 權
所 有

空氣採樣及 分析的方法(上)

定價新臺幣420元

著作權：國 立 編 譯 館
所有人：
譯 者：鄭 福 田
發行人：高 本 釗
印刷及：渤海堂文化事業有限公司
發行所：

臺北市羅斯福路一段20號8F之1

登記證局版臺業字第3694號

郵政劃撥1094926-2帳戶

電 話：3928516

前 言

本書為空氣採樣和分析學會聯合委員會依據其所建立之分析步驟，而發行的第二版採樣手冊。其中大部份的方法最初均曾發表於美國公共衛生協會（ American Public Health Association ）的 “Health Laboratory Science” 期刊第 6 冊第 2 卷中（ 1969 年 4 月）。本書初版發行於 1972 年，其中包含了 57 種採樣分析方法。第二版中則擴增為 136 種方法。

本書大多數方法只是“暫時地，嘗試地”，依據聯合委員會（ Intersociety Committee ）之程序，只有在經過相關的測驗並得到圓滿的結果後，才可被視為“推薦方法”（ recommended method ），而一旦被視為推薦方法後，“嘗試性”方法的地位亦被適當提昇。

聯合委員會（ Intersociety Committee ）是由下列機構聯合組成：空氣污染控制協會（ Air Pollution Control Association ），美國化學學會（ American Chemical Society ），美國官方工業衛生學會（ American Conference of Governmental Industrial Hygienists ），美國工業衛生協會（ American Industrial Hygiene Association ），美國化學工程師學會（ American Institute of Chemical Engineers ），美國公共衛生協會（ American Public Health Association ），美國機械工程師學會（ American Society of Mechanical Engineers ），美國公共工程協會（ American Public Works Association ），美國土木工程師學會（ American Society of Civil Engineers ），自動工程學會（ Society of Automotive Engineers ），美國儀

2 空氣採樣及分析的方法 (上)

器學會 (Instrument Society of America)，健康物理學會 (Health Physics Society) 和分析化學師協會 (Association of Official Analytical Chemists)。委員會主要目的是要針對大氣及工作環境的空氣採樣分析訂定標準方法，以適各界之期望。由於新的方法會不斷的被發現與接受，因此本書中現有的方法正不斷的被更新與替換。

所有會員組織均指派一位代表參加委員會，負責策略之決定與編輯評審工作。委員會的主要工作是指導小組委員會，小組委員會中有九組負責各類物質分析採樣步驟之撰寫，第十組小組委員會負責所有方法均通用的採樣技巧，實驗分析應注意事項等章節。最後兩組小組委員會則負責污染源採樣技巧及標準化的整合。所有小組委員會皆由會員組織推派專業人員組成。

從 1963 年到 1966 年間 Leonard Greenburg 博士被推選為委員會主席，繼任者為 E. R. Hendrickson 博士任期為 1966 年到 1969 年，第三任主席為 Arthur C. Stern 教授，任期是 1969 年到 1972 年，而現任主席 Bernard E. Saltzman 博士，自 1972 年迄今一直擔任此職務。委員會之總編輯是由 Moyer Thomas 先生擔任，任期為 1963 至 1968 年，1969 年以後改由 Morris Katz 博士接任。委員會之秘書是由 George Kupchik 博士擔任，所有關於本書各方法之信件均可直接寄至：

School of Health Science, Hunter College, 118 East
107th Street. New York, N. Y. 10029 U. S. A.

1963 至 1971 年間，委員會只訂定大氣之採樣分析方法，直到 1971 年，才將領域擴大至空氣污染源之採樣分析。1973 年 7 月，更將工作環境和生物樣本的空氣中之化學物分析方法列入研究範疇。

在過去部份的研究工作是由公共衛生部 (Public Health

Service) 所補助 (Grant AP-00256) , 或由環境保護署 (Environmental Protection Agency; Contract Grant No. 68-02-0004) 和國家職業安全與衛生協會 (National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH, Contract No. HSM 99-73-89) 所支助, 美國公共衛生協會 (American Public Health Association) 則為委員會之發起機構。

大氣採樣法之識別

SAROAD 系統將各方法賦予數字並具有以下的意思

例： 42602-01-74T

12345: 污染物識別 (SAROAD 系統) *

01: 針對此污染物採用方法之時間順序

74: 採用此方法之年代

T: 暫時的; 試驗性質的

* SAROAD (空氣品質資料之儲存與修正; Storage and Retrieval of Air Quality Data) 系統, 利用五個數字辨識。

1	2	3	45
A	B	C	D

A: 表示 9 個主要分類 (major classes) 中之一項

例如 1: 懸浮微粒 (Suspended Particulate)

2: 沈降顆粒 (Settled Particulate)

3: 可吸入之灰塵 (Respirable Dust)

4: 氣體及蒸氣 (Gas and Vapors)

等等

AB: 表示 81 個次分類 (Subclasses) 中之一項。

例如 42: 氣體及蒸氣, 無機的 (Inorganic)

4 空氣採樣及分析的方法 (上)

17 : 懸浮微粒, 芳香族化合物 (Aromatic
Compounds)

ABC : 表示 729 個族 (families) 中之一項。

例如 426 : 氣體及蒸氣, 無機的, 氮化物

172 : 懸浮微粒, 芳香族化合物, 多原子的 (polynuclear)

ABCDE : 表示可能為 72171 項個別污染物中之一項

例如 42602 : 氣體及蒸氣, 無機的, 氮化物, 二氧化氮

17242 : 懸浮微粒, 芳香族化合物, 多原子的, 苯吡
啉 (Benzo [a] pyrene)

會員組織

APCA : (Air Pollution Control Association)

ACS : (American Chemical Society)

ACGIH : (American Confererce of Governmental Indust-
rial Hygienists)

AIHA : (American Industrial Hygiene Association)

AICHE : (American Institute of Chemical Engineers)

APHA : (American Public Health Association)

APWA : (American Public Works Association)

ASCE : (American Society of Civil Engineers)

ASME : (American Society of Mechanical Engineers)

ASTM : (American Society for Testing and Materials)

AOAC : (Association of Official Analytical Chemists)

HPS : (Health Physics Society)

ISA : (Instrument Society of America)

SAE : (Society of Automotive Engineers)

縮寫與代號 (Abbreviations and Symbols)

以下所列爲本書中所使用之縮寫及代號：

縮寫或代號	全名及意義
Å	埃 [Angstrom(s)]; 10^{-7} mm
amt(s)	數量 [amount(s)]
ACS	美國化學學會 (American Chemical Society)
ACGIH	美國官方工業衛生學會 (American Conference of Government Industrial Hygienists)
AICHE	美國化學工程師協會 (American Institute of Chemical Engineers)
AIHA	美國工業衛生協會 (American Industrial Hygiene Association)
APCA	空氣污染控制協會 (Air Pollution Control Association)
APHA	美國公共衛生協會 (American Public Health Association)
APWA	美國公共工程協會 (American public Works Association)
ASCE	美國土木工程師學會 (American Society of Civil Engineers)
ASME	美國機械工程師學會 (American Society of Mechanical Engineers)
ASTM	美國材料試驗學會 (American Society for Testing Materials)
AOAC	官方分析化學師協會 (Association of Official Analytical Chemists)

6 空氣採樣及分析的方法 (上)

bp	沸點 (boiling point)
°C	攝氏 (degree(s) Celsius; Centigrade).
cc	立方公分 (cubic centimeter ; cm ³)
cf(s)	立方呎 (cubic foot(feet) ; ft ³)
cfm	每分鐘立方呎 (cubic feet per minute)
cfs	每秒立方呎 (cubic feet per second)
cm	公分 (centimeter(s))
cpm	每分鐘次數 (count per minute)
conc	濃度 ; 濃縮 (concentration; concentrated)
diam	直徑 (diameter)
dpm	每分鐘分解數 (disintegrations Per minute)
F	華氏 (degree(s) Farenheit)
ft	呎 (foot , feet)
g	公克 (gram(s))
HPS	健康物理學會 (Health physics Society)
hr	小時 (hour(s))
ID	內徑 (internal diameter)
ISA	美國儀器協會 (Instrument Society of America)
K	絕對溫度 (Degree(s) Kelvin)
kev	千電子伏特 (kiloelectron volt(s))
l	公升 (liter)
max	最大值 (maximum)
m	公尺 (meter)
m ³	立方公尺 (cubic meter)
M	莫耳 (濃度) [Molar (Concentration)]
me	千分之一當量 (milliequivalents)

Mev	百萬電子伏特 (megaelectron volt(s))
ml	公撮 (milliliter)
mm	公釐 (millimeter)
mp	熔點 (melting point)
mμ	微微米 (millimicron(s) ; nanome)
mv	毫伏 (millivolt(s))
μ	微米 (micron(s) ; micrometer)
μCi	微居里 (microcurie(s))
μg	微克 (microgram(s))
μl	微升 (microliter(s))
μmho	微姆歐 (micromho (s))
min	分鐘 (minute(s))
N	常態 (normal)
nCi	纖居里、毫微居里 (nanocurie ; 10^{-9} curie)
nm	纖米、毫微米 (nanometer)
ng	纖克，毫微克 (nanogram ; 10^{-12} gram)
OD	外徑 (outside diameter)
OZ	盎司 (ounce(s))
pH	氫離子居性之測定 (measurement of hydrogenion activity)
pk	絕對溫度對數之負值 (-logk)
pci	沙居里，微微居里 (picocurie(s) ; 10^{-12} curie)
ppb	千億分之一 [parts per billion (1/1000 million)]
ppm	百萬分之一 (parts per million)
psi	磅 / 平方吋 (pounds per square inch)
rpm	每分鐘之轉數 (revolutions per minute)

8 空氣採樣及分析的方法 (上)

SAE	自動工程師學會 (Society of Automotive Engineers)
Sec	秒 (second(s))
Sp gr	比重 (specific gravity)
sq cm	平方公分 (square centimeter; cm^2)
sq ft	平方呎 (square foot(feet); ft^2)
sq in	平方吋 (square inch(es); in^2)
sq mm	平方公釐 (square millimeter; mm^2)
Torr	托, 毫米汞柱 (unit symbol pressure)
\$	標準錐形 (standard taper)
UV	紫外線 (ultraviolet)
V	伏特 (Volts)
vol	體積 (Volume)
W	瓦特 (watt(s))
W/V	重量體積比 (weight per volume)
wt	重量 (weight)

採用推薦方法時應注意之事項

以下各分析方法均收錄於學會聯合委員會所出版之“空氣採樣與分析方法”(Methods of Air Sampling and Analysis)手冊中,並通過環境保護署(Environmental protection Agency(EPA))及美國材料試驗學會(American society for Testing and Materials (ASTM))聯合進行之試驗項目,而被推舉為推薦方法(recommended methods)

章節	推薦方法 (1974. 9)	聯合試驗項目
128	大氣中一氧化碳含量	EPA Contract
	分析方法 (無傳播性)	CPA 70-40

	的紅外線)	下之 SWRI
	42101-C4-69T	
406	大氣中二氧化氮含量 分析方法 (Griess-Saltzman	ASTM, Project Threshold 中之 D-22
	42602-01-68T	
501	大氣中懸浮微粒之分 析方法 (高量採樣方法)	EPA Contract CPA 70-40 下之 SWRI
	11101-01-70T	
704	大氣中二氧化硫含量 分析方法 (色度法)	EPA Contract CPA70-40 下之西南研究機構
	42401-01-69T	(Southwest Research Institute)

工業衛生分類 依據 NIOSH 系統之方法

在第三部份所刊列之許多分析方法乃是以 NIOSH 之物理與化學分析方法研究小組 (Physical and Chemical Analysis Branch (P & CAB) of NIOSH) 所研究之程序為基礎，其中包含了工作環境空氣和生物樣本中之化學物質。許多 ISC 中之小組委員會已針對各實驗方法展開覆審、評估，與修正的工作。下列之分類系統是 NIOSH 對工業衛生分類所採用之方法。主要目的是提供使用者使用時分類之指引。

A 類—推薦：所有被完全評估過並由某一試驗團體成功的測試過之方法均屬此類。

B 類—可接受的：在 NIOSH 試驗室中，所有經過完整評估程序之方法，並被視為可接受者均屬之。

10 空氣採樣及分析的方法（上）

C類—試驗性的：凡被廣泛使用，並被另外之官方機構或職業協會（如 ACGIH, AOAC, AIHA, ASTM 或 ISC）視為標準方法或推薦者，均屬此類。

D類—操作上的：所有被普遍採用或經多數之職業工業衛生專家證明，但未經過 NIOSH 或任何專業學會所評定之方法。

E類—建議的：一個新的，未經驗證之方法，以前未經工業衛生專家所採用，但對某一物質之測定將較適用。

在 B類以下各分類均被視為“試驗性質的”，並經由 ISC 之程序，不斷的將各方法提升至 A類（推薦）為止。

譯 序

空氣污染物，除少部份有顏色可用肉眼觀察，少部份具有味道可以用鼻子嗅聞及可見之粒狀物外，還有許多傷人於無形之氣狀污染物，更因這些污染物存在於容易受溫度、壓力、容器而改變體積之載流氣體中（大部份是空氣或燃燒廢氣），致使空氣污染物之偵測，不似一般之液體或固體性污染物之易於採樣與分析。

美國研究空氣污染之人士有鑑於此，乃結合 APCA，ACS，ACGIH，AIHA，AICHE，APHA，APWA，ASCE，ASME，ASTM，AOAC，HPS，ISA，SAE（詳見本譯書中參與機構之全名）等十三個協會，共同編纂空氣採樣與分析方法，於 1969 年出版，該書出版時，由於諸多方法尚未建立，因此全書只有 459 頁，1977 年本書出版時，已厚達 984 頁。

譯者 1980 年回國時，鑑於國內缺少研究空氣污染之基本工具書，而此書在當時屬於相當新穎之教材，因此著手翻譯，由於此書內容豐富，以致前後花費約六年時間，才告完成。

本書共分四大部份，編譯成兩大冊。上册包括第一部份，第二部份前三節。第一部份介紹採樣方法，樣品之貯存以及各種儀器分析之原理。第二部份為一般大氣環境採樣與分析之試驗及建議方法，共分七節，前三節分別為碳化合物及有機化合物、鹵素及其化合物、金屬，第四節起分編於下冊中，包括無機氮化合物及高氧化物、粒狀物、放射性物質、硫化合物。第三部份為工作環境及生物樣品中之化學物質分析，第四部份為目前採樣分析方法之發展情況。

本書適合於從事環境保護之學術研究單位、政府機構、工程顧問公司，檢測服務機構之參考。

12 空氣採樣及分析的方法（上）

由於本書結合十三個協會，近百個精英人士之智慧結晶，內容豐富，但原書在編纂過程中可能有疏漏之處，譯者在翻譯過程，儘可能予以補全，惟恐其中仍有瑕疵，敬請各方賢達，不吝指正。

鄭 福 田 民國 77 年 6 月於
國立臺灣大學環境工程學研究所

目 錄

前 言	1
譯 序	11

第一部 注意事項及技術通則

1. 應注意之物理性事項	3
2. 校正程序	24
3. 氣體分析系統之動態校正	28
4. 氣懸膠 (aerosol) 的採樣與儲存	44
5. 氣體和蒸氣之採樣與儲存	60
6. 測定容積用玻璃器具之使用與維護	75
7. 試劑用水	83
8. 一般酸、鹼及其他標準溶液	85
9. 回收和內在標準程序	97
10. 干擾	99
11. 有關分子光譜學的名詞及符號	105
12. 化學分析用之光度測定法	110
13. 紫外線吸收光譜	121
14. 紅外線吸收光譜	126
15. 原子吸光測定法	132
16. 氣體色層分析法	137
17. 放射性分析	154
18. 精密度與準確度	160
19. 一般安全實務	166

2 空氣採樣及分析的方法 (上)

20.空氣之純化·····	181
21.液相色層之分析·····	191
22.薄層層析·····	198
23.粒狀性空氣污染物之非破壞性中子活性化分析·····	212
24.利用選擇性離子電極來測定空氣污染物種類(大氣及排放源)·····	226
25.採樣及分析之品質控制·····	235
26.直接讀數色度指示劑·····	261
27.螢光分光光度學·····	288
28.空氣採樣之過濾材料·····	293

第二部 適於周圍空氣採樣及分析的試驗性與推薦方法

100.碳化合物

A 碳氫化合物

101 大氣中碳氫化合物之分析實驗方法—— $C_1 \sim C_5$ ·····	325
102 氣生性微粒和污染源排放物中苯吡啶〔Benzo(a)Pyrene〕之微分析試驗方法·····	336
103 用分光光度計分析大氣中微粒物質所含苯〔a〕吡啶〔Benzo(a)Pyrene〕之試驗方法·····	342
104 大氣粒狀物質中所含 Benzo(a)Pyrene 和 Benzo〔k〕Fluoranthene 之色層分析試驗方法·····	348
105 大氣中 7H-Benzo(de)anthracen-7-one 及 Phenalen-1-one 含量之分析試驗方法(快速螢光計法)·····	358
106 大氣粒狀物質中所含多核芳香族碳氫化合物之分析試驗方法·····	364
107 大氣粒狀物質中多核芳香族碳氫化合物含量之例行分	