

CHAPTER 3

空氣污染管制之規劃

Air Pollution Control Plans

Hsunling Bai

Institute of Environmental Engineering

國立交通大學

National Chiao Tung University

目錄

3-1.簡介

3-2 空氣品質規劃之方法

3-3 空氣污染管制策略

3-3.1 Air Quality Management Strategies (空氣品質管理策略)

3-3.2 Emission Standards (排放標準)

3-3.3 Emission Taxes (排放稅)

3-3.4 Cost-Benefit Strategies (成本 - 效益分析)

3-3.5 Emission Density Zoning (污染分區)

3-4 空氣污染管制之要件

3-4.1 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

3-4.2 修正問題 (Correcting Problems)

3-4.3 環保機構之運作 (Operating the Agency)

附錄一：超級測站簡介

3-1. 簡介

空氣資源(品質)管理之目的在於**改善或維護現有之空氣品質**，要達到這樣的目的，可藉由各種管制策略之規劃，進而研擬出可行之管制方案，最後進行各項管制計畫，以求達到預設之目標。

本章之目的，即在於使學生了解在“空氣品質改善及維護”目標下，各種可行之**管制策略、規劃方法**以及**所需之各種軟硬體設施**。

在未來之各章中，將更進一步對幾種較為可行之方式，進行更詳細之說明。

3-2. 空氣品質規劃之方法

一般而言，空氣品質規劃方法可概分為兩大類：

✓ **Top-down**

✓ **Bottom-up**

3-2. 空氣品質規劃之方法

● Top-down: 預設空品目標

➤ 先預設空氣品質目標，例如：

✓ 符合空氣品質標準

“至民國xx年符合PM2.5空氣品質標準”

✓ 減少空品不符(標準)率(日數)

“每年之PSI(或AQI)>100之天數能減少一天”、

“至民國xx年時，PSI(或AQI)>100之不良日數降為1.5%以下”

➤ 再根據預設之空氣品質目標，探討空氣品質與排放量之因果關係

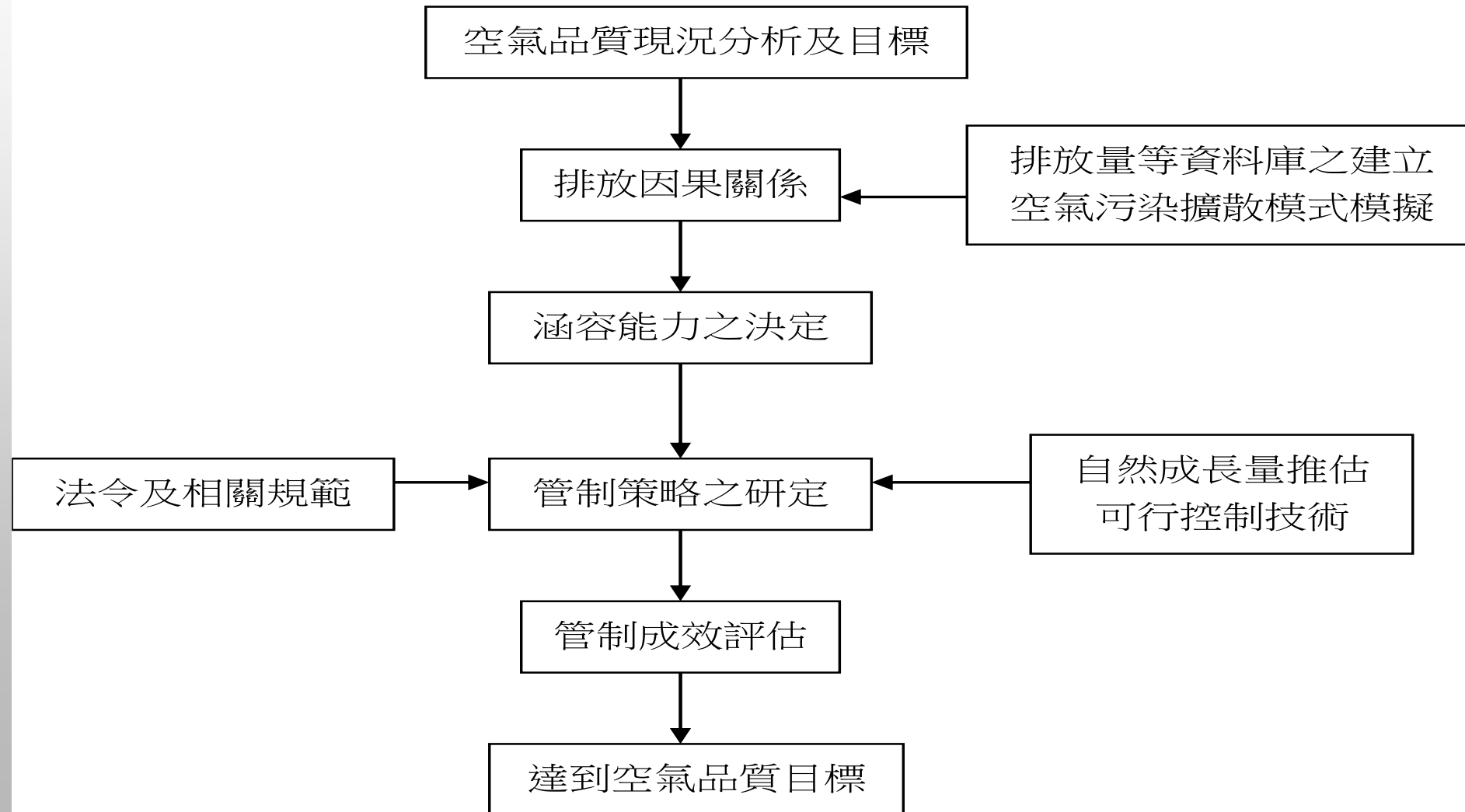
➤ 根據因果關係研擬各種管制策略，進行管制成效評估

➤ 而後藉由各種法令及管制規範之訂定及執行

➤ 逐步達到空氣品質目標。

3-2. 空氣品質規劃之方法

Top-Down 之管制規劃流程



3-2. 空氣品質規劃之方法

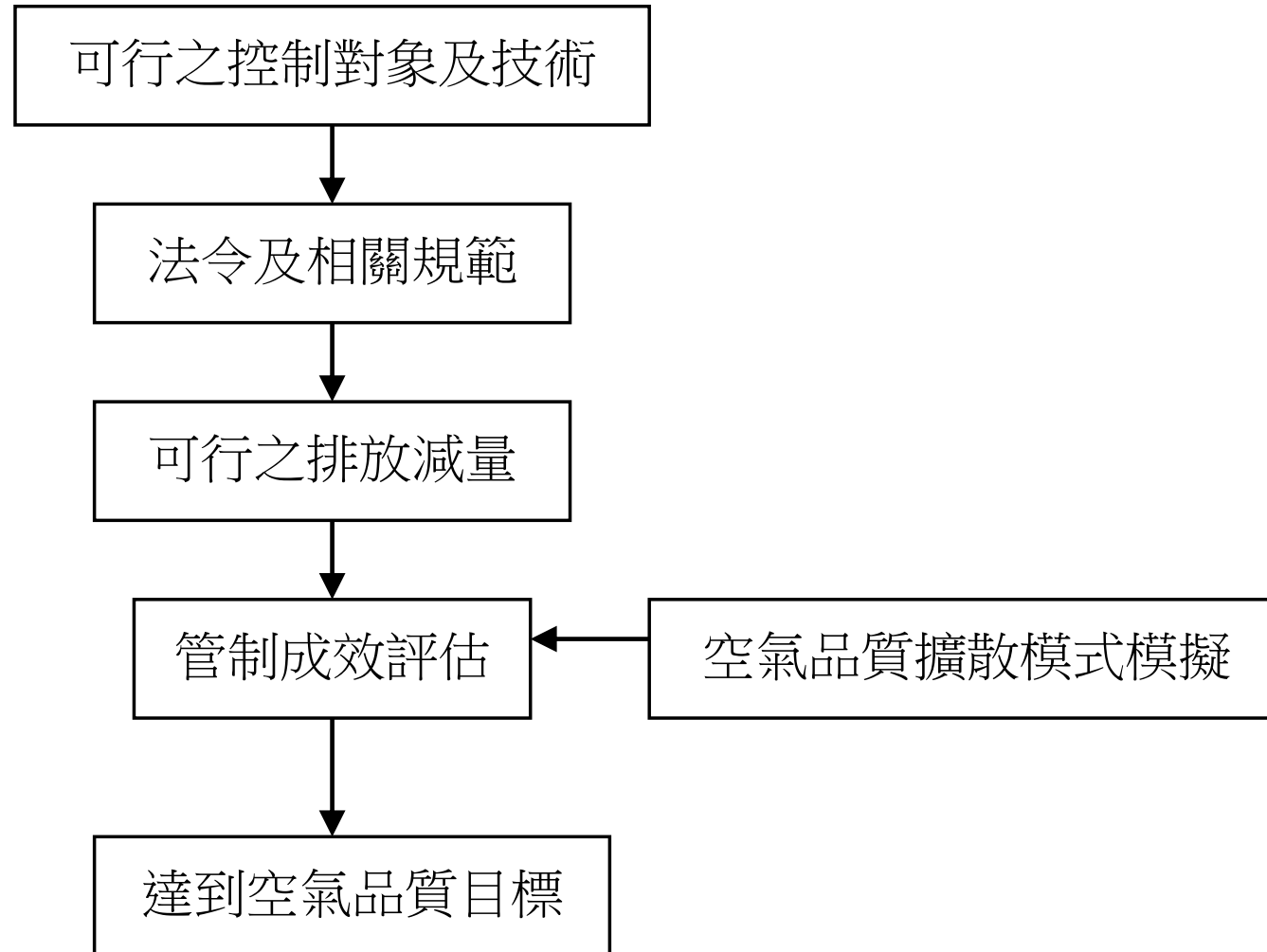
- 我國的空氣品質目標:
 - ✓ 基準年（95~97年實測值平均）PSI>100為3.42%
 - ✓ 訂定短程目標（100年）為2.00%，中程目標（105年）為1.50%，長程目標（110年）為1.20%。
- PSI>100指標已由97年2.87%大幅改善至103年0.90%→提前達標!
- 環保署**黃金10年行動計畫**再訂定**PM2.5濃度**年平均目標:
於109年達15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下之目標

3-2. 空氣品質規劃之方法

- **Bottom-up**: 直接由排放源著手
 - 針對各主要污染排放源，分析探討：
各種可行之**控制方案**、**管制對象**、**控制技術**
 - 訂定並執行**法令**及管制**規範**
 - 評估這些管制行為執行後之減量以及管制成效
 - 達到改善或維護空氣品質之目標

3-2. 空氣品質規劃之方法

Bottom-Up 之管制規劃流程



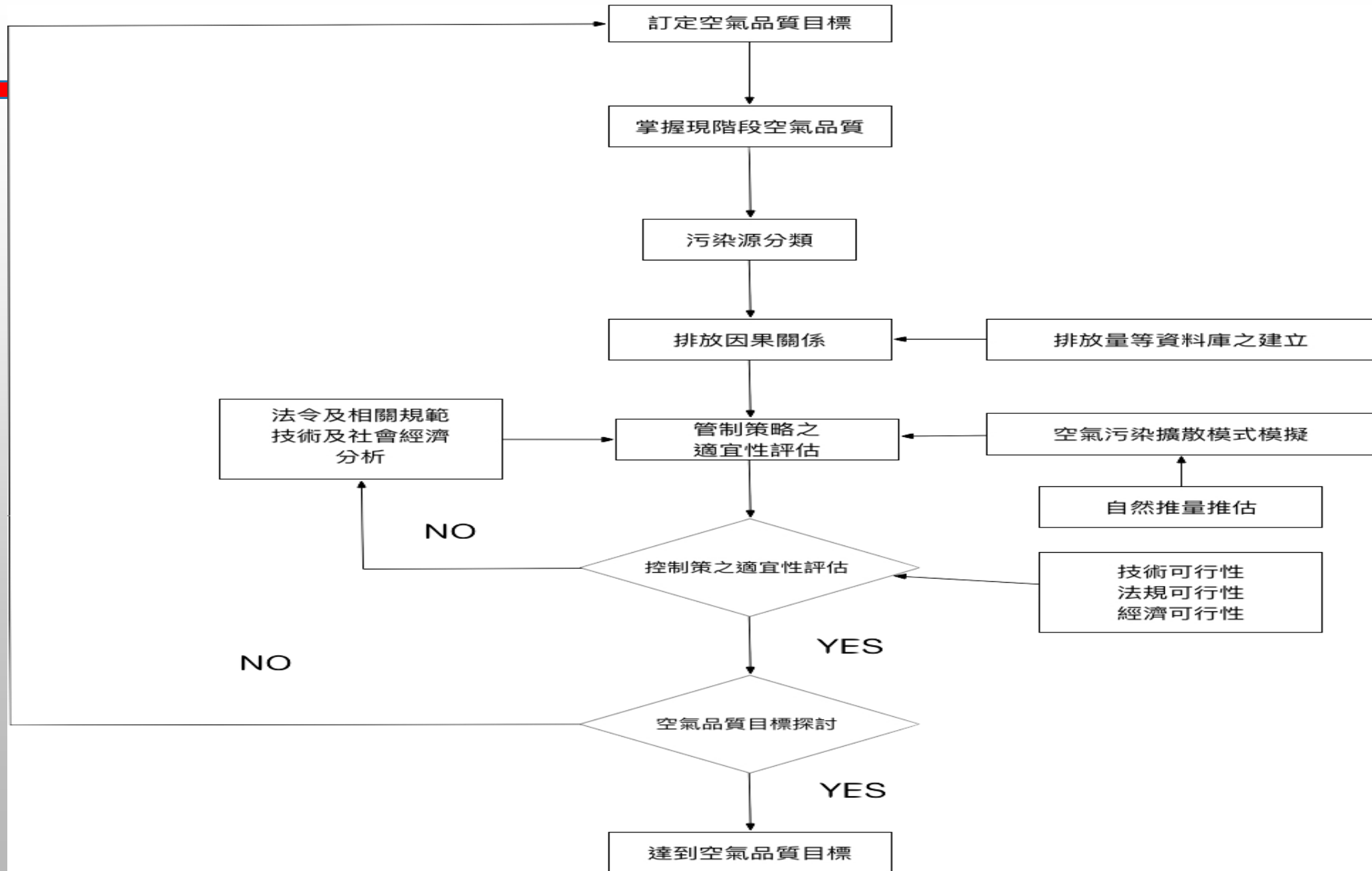
3-2. 空氣品質規劃之方法

Top-Down與Bottom-up規劃流程之比較		
	Top-Down之規劃流程	Bottom-up之規劃流程
優點	<ul style="list-style-type: none"> ● 邏輯架構清楚 ● 污染者與管制對象之因果關係明確 ● 污染類別整體管制可收全面成效 	<ul style="list-style-type: none"> ● 以實際執行層面出發 ● 管制對象明確 ● 可行性高，時程短
缺點	<ul style="list-style-type: none"> ● O₃及PM₁₀二次氣膠之因果關係不易釐清 ● 缺乏可行性，易造成地方執行之落差 	<ul style="list-style-type: none"> ● 未考量污染之因果，不一定可全面改善空氣品質 ● 管制之層面有限
適用階段	整體規劃階段	落實執行階段

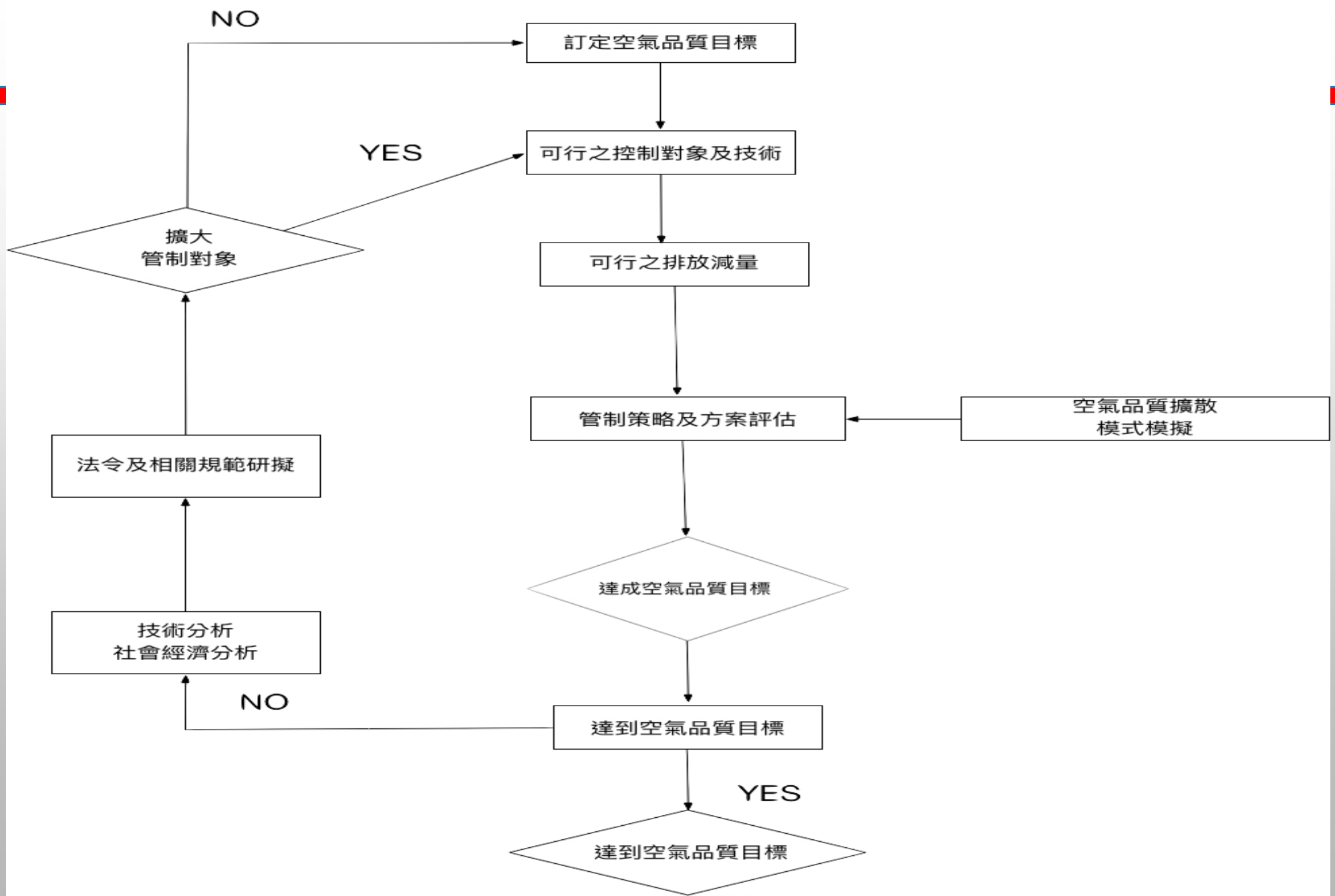
3-2. 空氣品質規劃之方法

結合Top down 及Bottom up兩種方式，
可降低執行時之阻力。

結合Bottom-Up 之Top-Down管制規劃流程



結合Top-Down 之Bottom-Up管制規劃流程



3-3. 空氣污染管制策略

- 常見之空氣污染管制策略（air pollution control strategies）大約可分成5大類：
 - air quality management（空氣品質管理策略）
 - emission standards（排放標準）
 - emission taxes（排放稅）
 - cost-benefit strategies（成本—效益分析）
 - emission density zoning（污染分區）

3-3.1. Air Quality Management Strategies (空氣品質管理策略)

- **空氣品質管理策略**係由訂定空氣品質標準 (ambient air quality standards) 來開始，一旦訂定空氣品質標準後，**所有之管理方案均為“達成空氣品質標準”而為之。**
- 而空氣品質標準之訂定，主要考量了對人體健康、其他生態系及對大氣之物理性 (能見度、建築物等) 影響，而在訂定過程中，尚需考慮所需之經濟成本。

3-3.2. Emission Standards (排放標準)

- **排放標準策略**基本上即為設定一組污染源之空氣污染排放標準，而後即要求污染源符合該排放標準。其可為國家(中央)標準，亦可為縣市(地方)標準。
- 排放標準策略可以成為空氣品質管理策略下之策略之一，亦可單獨執行，而與空氣品質管理策略不相關。
- 當其單獨執行時，通常被視為 **“best practicable means”** (最佳可行方案)。

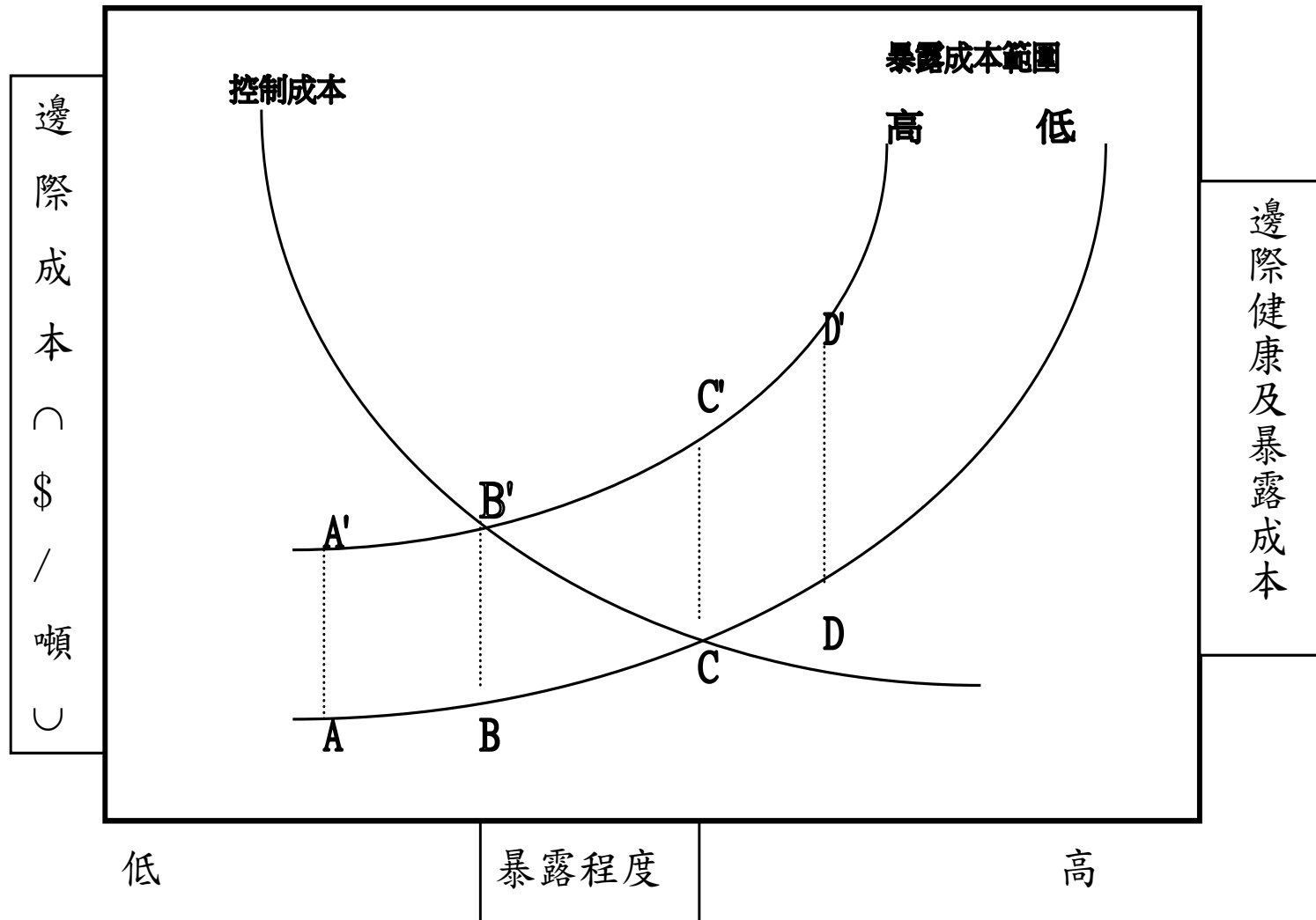
3-3.3.Emission Taxes (排放稅)

- **排放稅（費）**基本上即為“**使用者付費**”之觀念所引申出之策略，亦即使用到“**空氣資源**”，造成空氣污染者必須付出相當之金額，因此其稅（費率之單位）通常為“**\$ /公噸污染物排放**”。
- 排放稅（費）訂定原則在於使污染排放者認為“**裝設污染防制設備（或製程改善）之經濟性優於繳交污染稅（費）**”，因此其應以達到污染排放減量之目的，而非收取污染稅（費），再用這些錢來設法改善空氣品質。
- 排放稅（費）亦可與空氣品質管理策略並用，當並行時，可以藉由排放稅（費）策略，使污染者削減最大量之污染物，因此其可能較單獨使用空氣品質目標值（標準值）為佳。
- 而排放稅（費）亦可以成為空氣品質管理策略中之一項執行方案，如此則可由較低之費（稅）率開始，逐漸加重費（稅）率，使越來越多之工廠在評估其經濟性後，增設防制設施，在減量具一定成效後，即可達成空氣品質目標（標準）。

3-3.4. Cost-Benefit Strategies (成本—效益分析)

- **成本效益分析**策略主要目的在將污染排放所造成之**影響**加以**量****化**，並估算此污染排放所需之控制經費，最後則將此兩者相互比較分析，選擇出最低花費之污染防制措施。
- 基本上空氣品質標準在訂定時，即需運用成本效益之觀念，因此其污染物影響量化之考量因素，包括了對人體健康、自然生態系以及對能見度、建築物等之影響，這些影響均需加以量化，以“金錢”表示之，如“**成本（\$）/公噸污染物排放**”。

3-3.4. Cost-Benefit Strategies (成本—效益分析)



污染物暴露之社會成本

- 在兩個不同之暴露成本曲線所得之範圍下，最佳之管制範圍應為線B'C。
- 而線AC（低暴露成本）及線A'B'（高暴露成本）下所訂定之方案（或空氣品質標準值），均將造成太高之管制成本；
- 相對的，在線B'D'（高暴露成本）及線CD（低暴露成本）下所訂定之方案，將使得人類、生態等受體蒙受較大之傷害成本。

3-3.4. Cost-Benefit Strategies (成本—效益分析)

- 成本效益分析在學理上似乎符合經濟性的原則，但是卻也有其潛在缺點，如：
 - ✓ 在都市之空氣品質要求將比鄉村要高，因其人口密度高，所預期之損失將較大。
 - ✓ 若未配合“污染者付費”策略時，空氣品質維護費用還是要人民以納稅錢自付。
 - ✓ 即使配合了“污染者付費”策略，若未將之用於賠償、修補醫療等用途時，受害者仍舊未得到應得之賠償，造成不公平之現象。
- 成本效益分析若能建立好，對於推動空氣污染減量將有很大的幫助，其中最困難的是**暴露(健康損害)分析**，目前美國及歐盟都已建立這樣的數據，以用來說服民眾及立法機構來推動相關法案，使“**污染者付費**”的精神能落實。
 - ✓ 如美國在2005年推出CAIR(**Clean Air Interstate Rule**)時，就提出這項跨州的空氣污染減量方案所帶來的健康及環境效益，是業界減量所需成本的25倍，也將帶來超過1000億美元的健康及能見度效益。

3-3.4. Cost-Benefit Strategies (成本—效益分析)

- 成本效益分析越來越常被各國採用，如：
 - ✓ 美國在2006年6月1日開始，要求高速公路柴油油料供應商將其油品含硫份從500ppm降低至15ppm，這樣做的效益是減少8,300 早產兒死亡，5,500 個慢性支氣管炎及17,600個急性氣管炎。
 - ✓ 歐盟則費時5年，於2014年公佈的研究結果發現，**溫室氣體排放及工業空氣污染每年將花掉歐盟繳稅者600~1900億歐元**。但這些錢不是由污染者買單，而是由繳稅者付費(**健康照顧、工時損失、農作物減少**)。

資料來源: 美國: <http://www.aenvironment.com/Air.htm>;
歐盟: [Air pollution costing Europe billions \(27.11.2014\)](#)

3-3.5. Emission Density Zoning (污染分區)

- **污染密度分區策略**即以地理位置區隔出污染密度，而達到空氣品質維護之目的。例如：
 - ✓ 將工廠由住宅區遷移至工業區，
 - ✓ 將位於不符合空氣品質目標（標準）之區域內之工廠，遷移至符合空氣品質目標區域。
- 但是污染分區方法若用於已發展之區域，則欲遷移工廠可能將面臨相當大之困難，位於高雄縣的大社、林園工業區不斷之公害糾紛即為一例。

3-4. 空氣污染管制之要件

- 空氣污染管制計畫之執行若要成功推動並獲致良好成果，必須具備幾點要件 (Stern, Vol.V, 1978)：
 1. 能找出污染問題所在，並評估之。
 2. 針對問題進行修正。
 3. 要有好的執行單位。

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

- 要從眾多之污染源找出問題所在，必須藉由下列幾個要素之執行：
 - 1) 排放目錄之建立 (Emission Inventory)
 - 2) 空氣品質監測 (Air Quality Measurements)
 - 3) 空氣污染影響之觀察 (Monitory Air Pollution Effects)
 - 4) 民眾陳情 (Public Complaints)
 - 5) 民意調查 (Public Interest and Concern)
 - 6) 可見煙塵之降低 (Visible Plume Abatement)
 - 7) 空氣污染防制設備之定期檢查 (Routine Periodic Inspection of pollution Sources)
 - 8) 煙道採樣 (Stack Sampling)
 - 9) 連續監測設備 (Continuous Emission Monitoring)

3-4. 1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

1) 排放目錄之建立 (Emission Inventory)

- ✓ 藉由排放目錄可以找出主要污染來源，以及其個別之貢獻量。
- ✓ 排放目錄結合了空氣品質數據，即可指出污染之程度以及所需之排放削減量。
- ✓ 排放目錄可說是空氣污染管制最基本之工作項目。

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

2). 空氣品質監測 (Air Quality Measurements)

- ✓ **空氣品質監測數據**，可提供**空氣品質現況及其未來之趨勢**，進而可了解所需之控制水準，並可對空氣污染事件進行預警工作，而空氣品質標準之訂定，更需了解空氣品質現況，方能符合實際需求。如果空氣品質監測係於工廠周界內進行，則更可以藉此指出污染源所在。
- ✓ **空氣品質監測網**之設置，即在於對周圍之空氣品質進行了解，而監測網一旦設立後，所有的後續空氣污染管理工作，均需仰賴**監測數據之正確性**來決定其成效，因此**監測資料（儀器）之QA/QC工作**相當重要。

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

- ✓ 在監測網設立之前，需先考慮**監測站及監測地點**本身之選擇是否具**代表性**；而測站設立後，監測儀器是否每日均進行**校正**工作，**操作**人員是否遵循**QA/QC手冊**之指示進行；而在取得監測數據後，監測數據本身之QC工作，如**異常值**部份是否均有適當之處理...，這些都會影響監測數據的正確性。
- ✓ 監測網之各測站之設立，亦需考慮到**經費**問題，因此如何降低監測所需之費用，而又能達到最佳之利益，為監測網點選擇之要點。
- ✓ 另一個決定經費之要素為**監測項目**，最佳之方法即是針對不同之監測目的設置不同監測項目所需之設備，例如都會區之監測，主要係針對移動源所產生之污染物進行偵測，故監測項目可定為NO_x、CO、HC、Particles & O₃。而如頭份站位於頭份工業區內，其內之工廠排放顯著之SO₂，因此針對頭份工業測站即有SO₂監測項目。

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

- 我國目前共有60個一般空氣品質監測站，此外尚有工業、交通、國家公園、背景等測站，以及後續成立之特殊監測站如超級測站、光化測站、通量測站、鹿林山背景站及輔助氣象測站，以及已經開始建置的簡易型感測器等。監測地點可參考環保署監資處網站資料(<http://www.epa.gov.tw/> 進入監資處)，其中包括了
 - 一般空氣品質監測站：共60站
 - 工業空氣品質監測站：共5站(頭份, 線西, 麥寮, 台西, 前鎮)
 - 交通空氣品質監測站：共6站(鳳山, 三重, 中壢, 永和, 復興、大同)
 - 國家公園空氣品質監測站：共2站 (恆春, 陽明) (恆春兼一般測站)
 - 背景空氣品質監測站：共5站 (萬里, 觀音, 三義, 橋頭、富貴角)
 - 其他空氣品質監測站：共2站 (埔里, 關山)
 - 超級測站：共5站 (新莊, 輔英, 前鎮, 潮州, 橋頭)
 - 光化學測站：共9站(萬華、土城、忠明、台西、朴子、台南、橋頭、小港、潮州)+2台隨監測任務移動之監測車
 - 逆溫測站：共2站(台北, 台中)

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

站址選定原則(空污法施行細則第12條)

- 測站種類
- 污染源分布、類型及污染物濃度分布
- 地形、地勢及氣象條件
- 人口分佈及交通狀況
- 有益於防制對策效果之判定
- 都市計畫、區域計畫或其他土地利用計畫

採樣口設置原則(空污法施行細則第12條)

- 不直接受煙道及排氣口等污染影響之處所
- 避免採樣口附近障礙物對氣流及污染物濃度之干擾
- 避免採樣口附近建築物或障礙物表面對污染物濃度之影響 (註：此和第二點好像沒什麼差異?)
- 依監測站附近污染物垂直方向濃度分布情形，決定採樣口離地面高度

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

各類型測站之監測項目

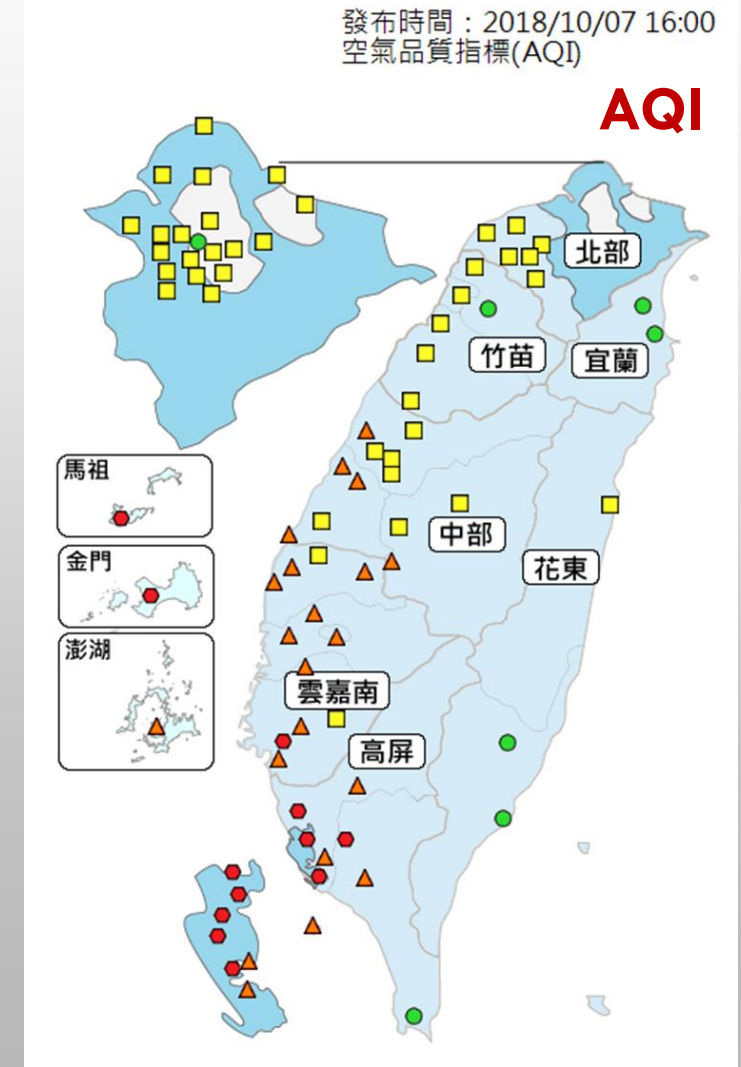
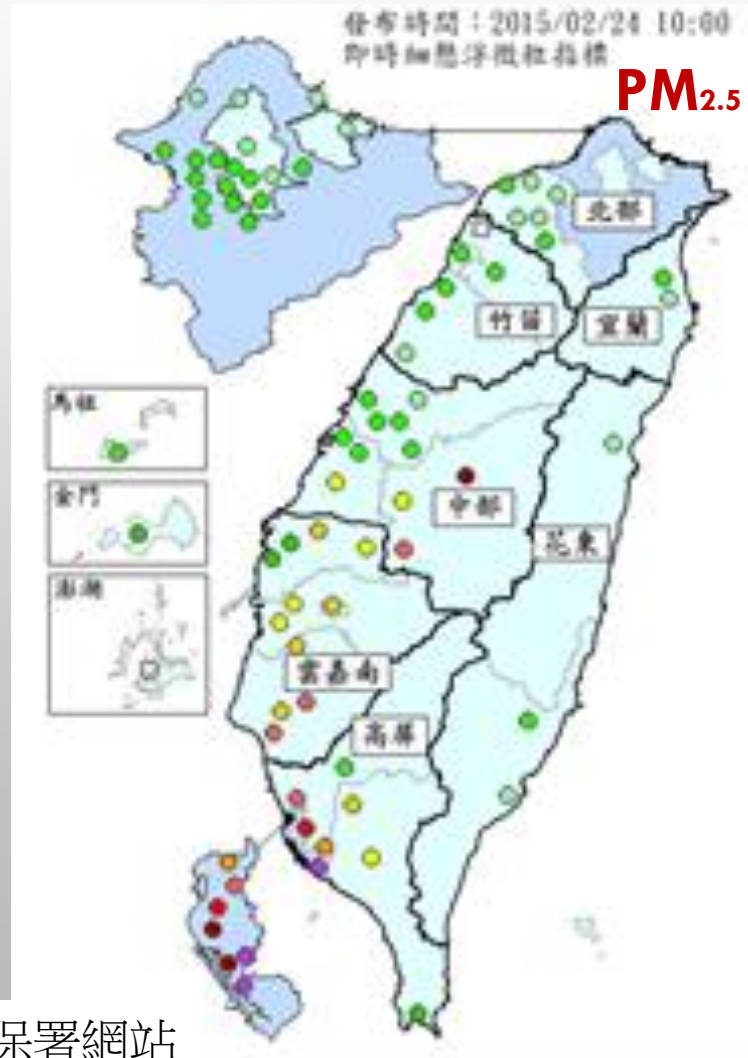
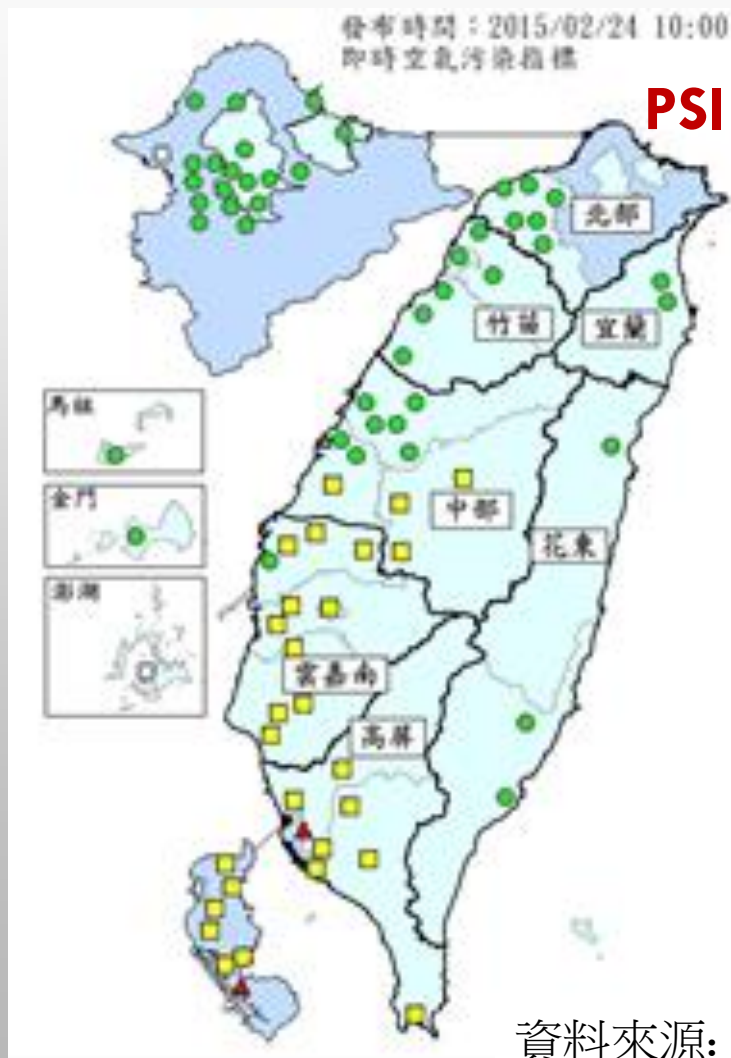
測站類型	測站數	監測項目	備註
一般大氣	60	SO ₂ 、CO、O ₃ 、NO ₂ 、HC、PM ₁₀ 、PM _{2.5} ... (部分測站有酸雨監測)	部份測站無HC
背景	5	SO ₂ 、CO、O ₃ 、NO ₂ 、HC、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、酸雨	
交通	6	SO ₂ 、CO、NO ₂ 、HC、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、O ₃ ...	
工業	5	SO ₂ 、NO ₂ 、HC、PM ₁₀ 、PM _{2.5} ...	
國家公園	2	SO ₂ 、CO、O ₃ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、酸雨..	
超級測站	5	微粒粒徑分佈、數目濃度、微粒碳成分、酸性成分及重金屬成分、微粒散光及吸光係數	於2001年放置台北縣立新莊運動公園
光化學測站	9	臭氧及其前驅物(54種揮發性有機物)	參考美國CAAA法而設立，至1999年美國有78個連續監測PAMS測站在運轉

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

- 而環保署將大氣測站劃分為7個空氣品質預報區：北部、竹苗、宜蘭、中部、雲嘉南、高屏及花東預報區（如下圖）。
- 此外離島(金門、馬祖、澎湖)也都設有空氣品質監測站，以進行空氣品質預報工作。
- HC (THC、NMHC)無空氣品質標準值，不計入PSI and AQI值。
- PM2.5之空氣品質標準2012.5.14通過，另外進行進行空品預報。
- 超級測站資訊已不再出現於環保署監資處網站中，但與超級測站相關之研究報告(如本所蔡春進教授)仍可公開查詢的到

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

台灣空氣品質監測分區圖及監測結果呈現



資料來源：環保署網站

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

PSI值與健康影響 (2016年11月前環保署所使用的指標)

空氣污染指標 (PSI)	0~50	51~100	101~199	200~299	>=300
對健康的影響	良好	普通	不良	非常不良	有害
	Good	Moderate	Unhealthful	Very Unhealthful	Hazardous
狀態色塊					
人體健康影響	對一般民眾身體健康無影響。	對敏感族群健康無立即影響。	對敏感族群會有輕微症狀惡化的現象，如臭氧濃度在此範圍，眼鼻會略有刺激感。	對敏感族群會有明顯惡化的現象，降低其運動能力；一般大眾則視身體狀況，可能產生各種不同的症狀。	對敏感族群除了不適症狀顯著惡化並造成某些疾病提早開始；減低正常人的運動能力。

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

細懸浮微粒(PM_{2.5})指標對照表與活動建議 (2016年11月前環保署所使用的指標)

指標等級	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
分類	低	低	低	中	中	中	高	高	高	非常高
PM _{2.5} 濃度 (µg/m ³)	0-11	12-23	24-35	36-41	42-47	48-53	54-58	59-64	65-70	>71
一般民眾活動建議	正常戶外活動。			正常戶外活動。			任何人如果有不適，如眼痛，咳嗽或喉嚨痛等，應該考慮減少戶外活動。		任何人如果有不適，如眼痛，咳嗽或喉嚨痛等，應減少體力消耗，特別是減少戶外活動。	
敏感性族群活動建議	正常戶外活動。			有心臟、呼吸道及心血管疾病的成人與孩童感受到癥狀時，應考慮減少體力消耗，特別是減少戶外活動。			<ol style="list-style-type: none"> 1. 有心臟、呼吸道及心血管疾病的成人與孩童，應減少體力消耗，特別是減少戶外活動。 2. 老年人應減少體力消耗。 3. 具有氣喘的人可能需增加使用吸入劑的頻率。 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 有心臟、呼吸道及心血管的成人與孩童，以及老年人應避免體力消耗，特別是避免戶外活動。 2. 具有氣喘的人可能需增加使用吸入劑的頻率。 	

空氣品質指標(AQI): 2016年12月1日起環保署以AQI取代PSI並整合PM2.5

AQI指標	O ₃ (ppm) 8小時平均值	O ₃ (ppm) 小時平均值 ⁽¹⁾	PM _{2.5} (μg/m ³) 24小時平均值	PM ₁₀ (μg/m ³) 24小時平均值	CO (ppm) 8小時平均值	SO ₂ (ppb) 小時平均值	NO ₂ (ppb) 小時平均值
良好 0~50	0.000 - 0.054	-	0.0 - 15.4	0 - 54	0 - 4.4	0 - 35	0 - 53
普通 51~100	0.055 - 0.070	-	15.5 - 35.4	55 - 125	4.5 - 9.4	36 - 75	54 - 100
對敏感族群 不健康 101~150	0.071 - 0.085	0.125 - 0.164	35.5 - 54.4	126 - 254	9.5 - 12.4	76 - 185	101 - 360
對所有族群 不健康 151~200	0.086 - 0.105	0.165 - 0.204	54.5 - 150.4	255 - 354	12.5 - 15.4	186 - 304 ⁽³⁾	361 - 649
非常不健康 201~300	0.106 - 0.200	0.205 - 0.404	150.5 - 250.4	355 - 424	15.5 - 30.4	305 - 604 ⁽³⁾	650 - 1249
危害 301~400	⁽²⁾	0.405 - 0.504	250.5 - 350.4	425 - 504	30.5 - 40.4	605 - 804 ⁽³⁾	1250 - 1649
危害 401~500	⁽²⁾	0.505 - 0.604	350.5 - 500.4	505 - 604	40.5 - 50.4	805 - 1004 ⁽³⁾	1650 - 2049

污染物濃度與即時副指標值對照表

污染物	O _{3,8hr}	O ₃ ⁽¹⁾	PM _{2.5}	PM ₁₀	CO	SO ₂	NO ₂
即時統計	最近連續 8小時移動 平均值	即時 濃度值	0.5 × 前12小 時平均 + 0.5 × 前4小時 平均	0.5 × 前12小 時平均 + 0.5 × 前4小時 平均	最近連續 8小時移動 平均值	即時 濃度值	即時 濃度值
單位	ppm	ppm	µg/m ³	µg/m ³	ppm	ppb	ppb
AQI值							
0 ~ 50	0.000 - 0.054	-	0.0 - 15.4	0 - 54	0 - 4.4	0 - 35	0 - 53
51 ~ 100	0.055 - 0.070	-	15.5 - 35.4	55 - 125	4.5 - 9.4	36 - 75	54 - 100
101 ~ 150	0.071 - 0.085	0.125 - 0.164	35.5 - 54.4	126 - 254	9.5 - 12.4	76 - 185	101 - 360
151 ~ 200	0.086 - 0.105	0.165 - 0.204	54.5 - 150.4	255 - 354	12.5 - 15.4	186 - 304 ⁽³⁾	361 - 649
201 ~ 300	0.106 - 0.200	0.205 - 0.404	150.5 - 250.4	355 - 424	15.5 - 30.4	305 - 604 ⁽³⁾	650 - 1249
301 ~ 400	⁽²⁾	0.405 - 0.504	250.5 - 350.4	425 - 504	30.5 - 40.4	605 - 804 ⁽³⁾	1250 - 1649
401 ~ 500	⁽²⁾	0.505 - 0.604	350.5 - 500.4	505 - 604	40.5 - 50.4	805 - 1004 ⁽³⁾	1650 - 2049

AQI 計算說明

1. 一般以臭氧 (O_3) 8小時值計算各地區之空氣品質指標 (AQI)。但部分地區以臭氧 (O_3) 小時值計算空氣品質指標 (AQI) 是更具有預警性，在此情況下，臭氧 (O_3) 8小時與臭氧 (O_3) 1小時之空氣品質指標 (AQI) 則皆計算之，取兩者之最大值作為空氣品質指標 (AQI)。
2. 空氣品質指標 (AQI) 301以上之指標值，是以臭氧 (O_3) 小時值計算之，不以臭氧 (O_3) 8小時值計算之。
3. 空氣品質指標 (AQI) 200以上之指標值，是以二氧化硫 (SO_2) 24小時值計算之，不以二氧化硫 (SO_2) 小時值計算之。

低成本感測器 vs. 智慧監測網

低成本感測器= 空氣品質監測站?

- 空氣盒子的數據未必精準，但部分民眾卻寧願相信低成本感測器(空氣盒子)數據，也不願意相信環保署標準測站的數值。
 - 我國將於四年內布設>10,000 個低成本感測器!
- 如何提升感測器的精準度? 如何應用? 如何有效率的管理這麼多感測器?

Air Sensor Box

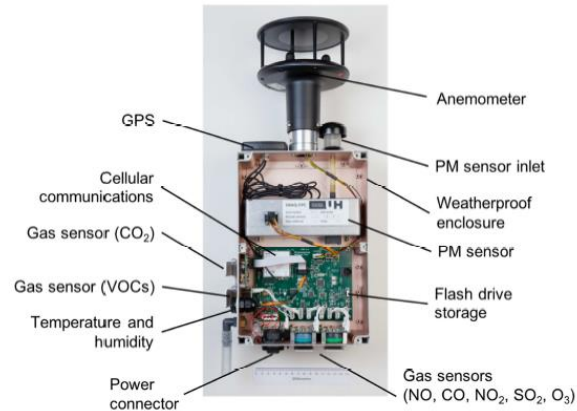


Figure 2. Sensor system showing enclosure, sensors, and supporting hardware

https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/documents/Low_cost_sensors_post_review_final.pdf

Air quality monitoring station (AQMS)



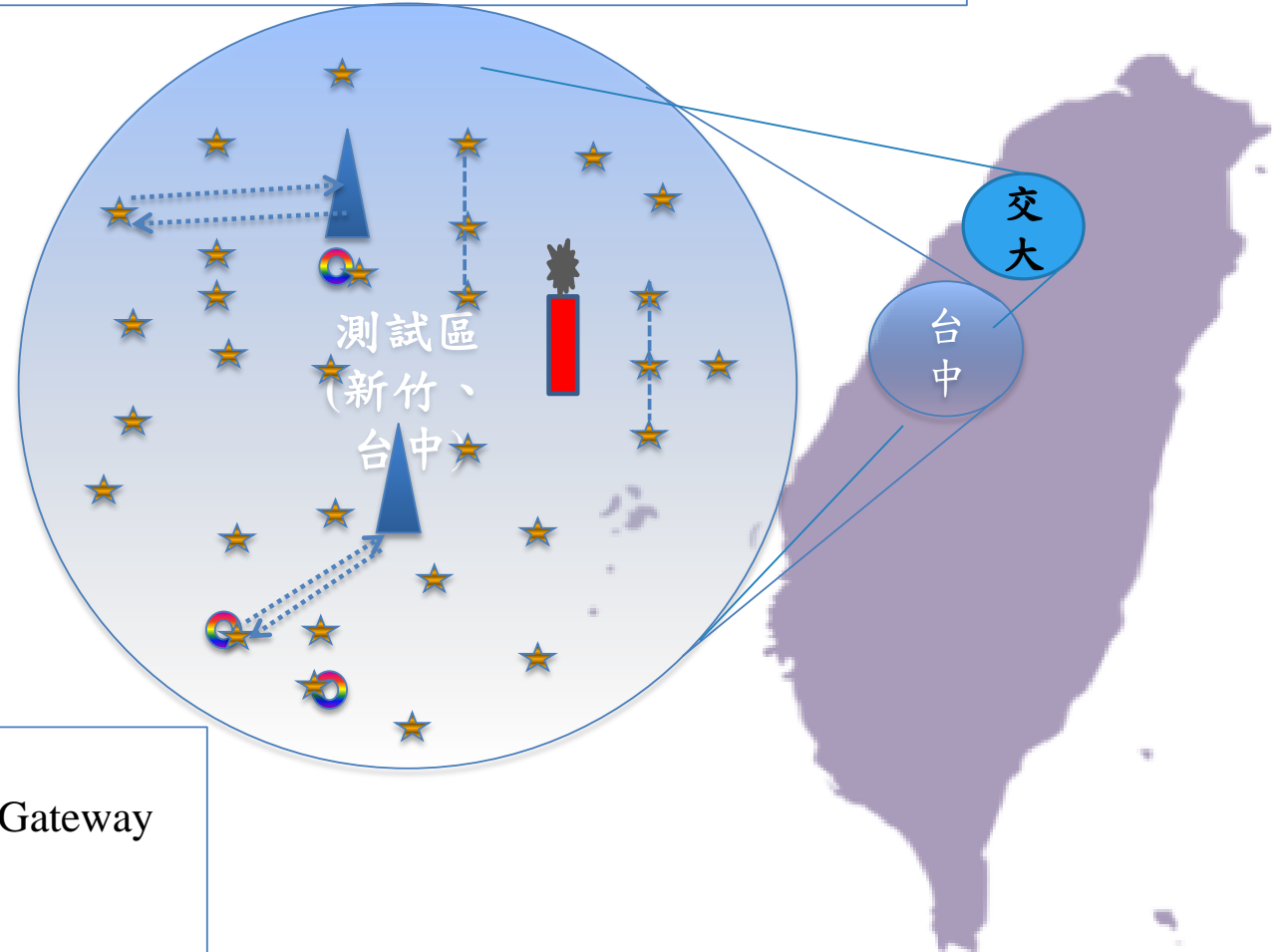
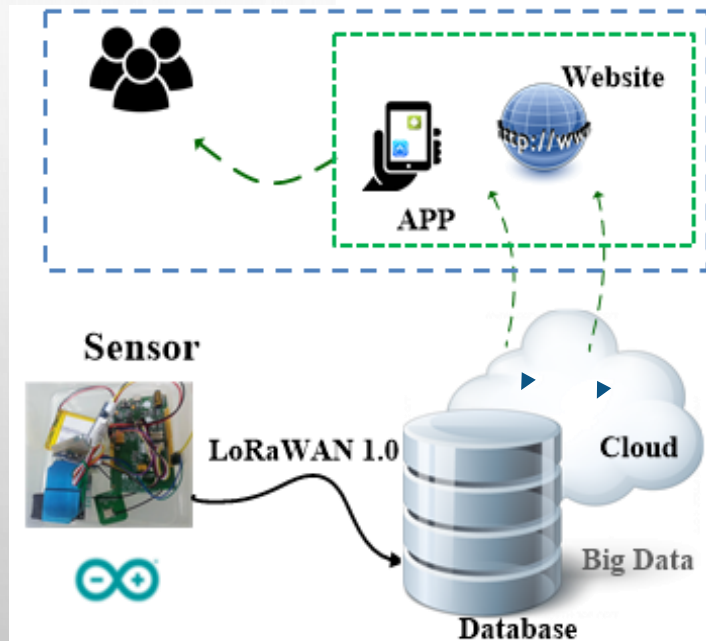
<https://taqm.epa.gov.tw/SouthSea/Activities.html>

PM_{2.5}智慧監測網示範區及感測器校正方法

校正方法1: 利用PM_{2.5}標準儀器進行室內精準度校正

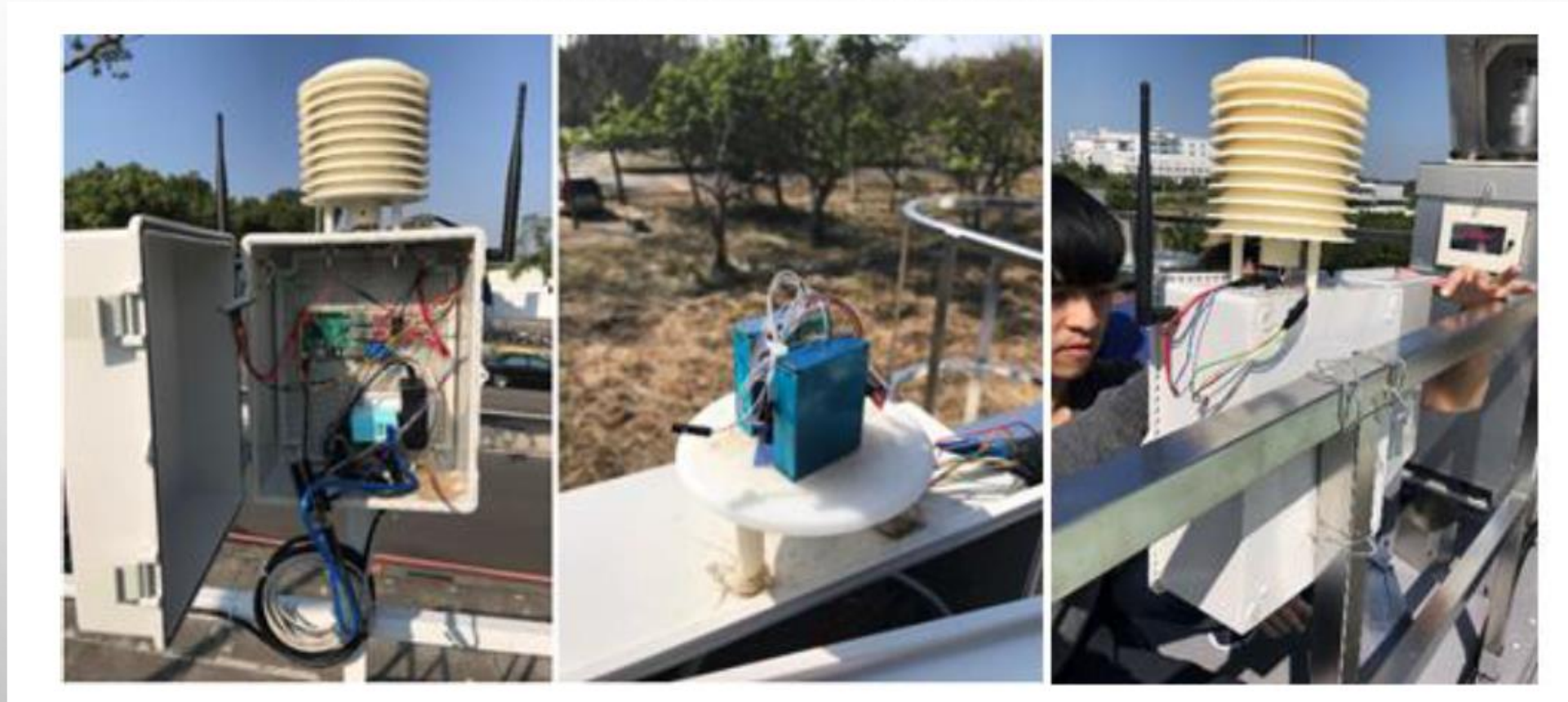
校正方法2: 利用標準測站進行野外精準度校正

校正方法3: 利用多點簡便儀器佈設進行智慧自我學習校正



- 固定污染源
- LoRa or Sigfox Gateway
- PM_{2.5}標準儀器
- 感測盒佈點

感測盒內部(左)、輻射罩內部(中) 以及外部完成(右)圖



感測盒大小:(單位:公分)

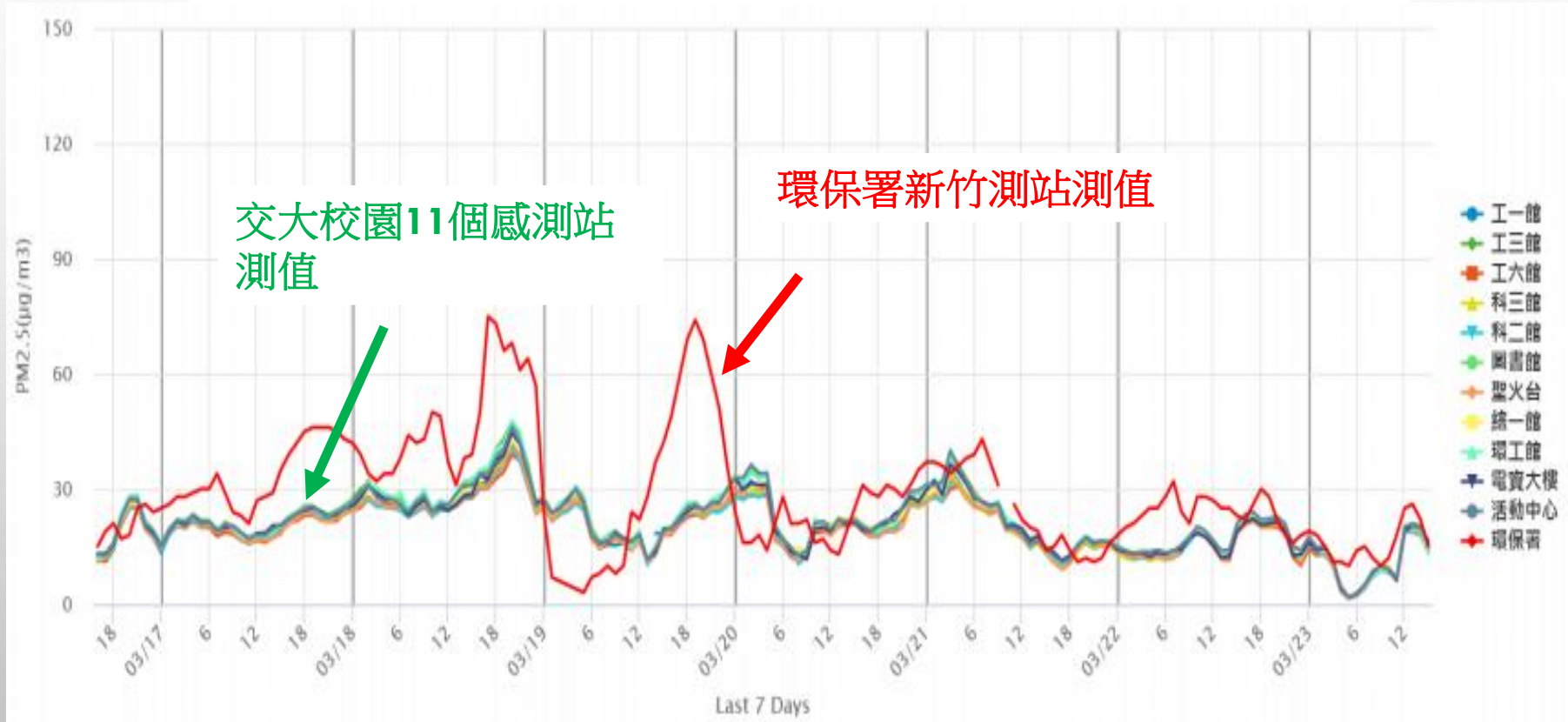
- 主體: 26.4 (寬) 30(高) 18.1 (深)
- 輻射罩: 11(高) 6.1(內徑)

電燈桿感測盒安裝照片



交大智慧校園監測結果

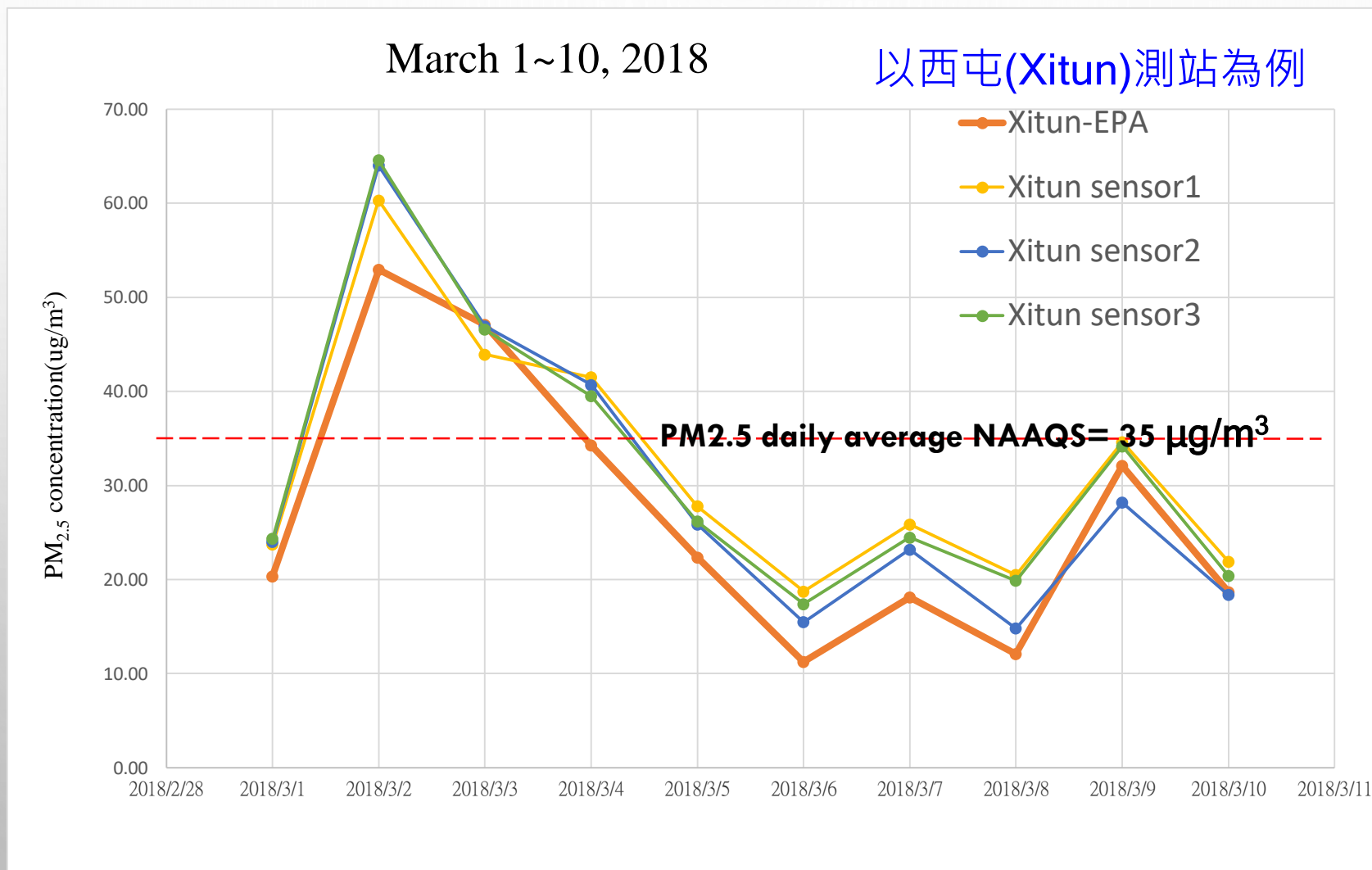
sensor data vs. AQMS data from Taiwan EPA



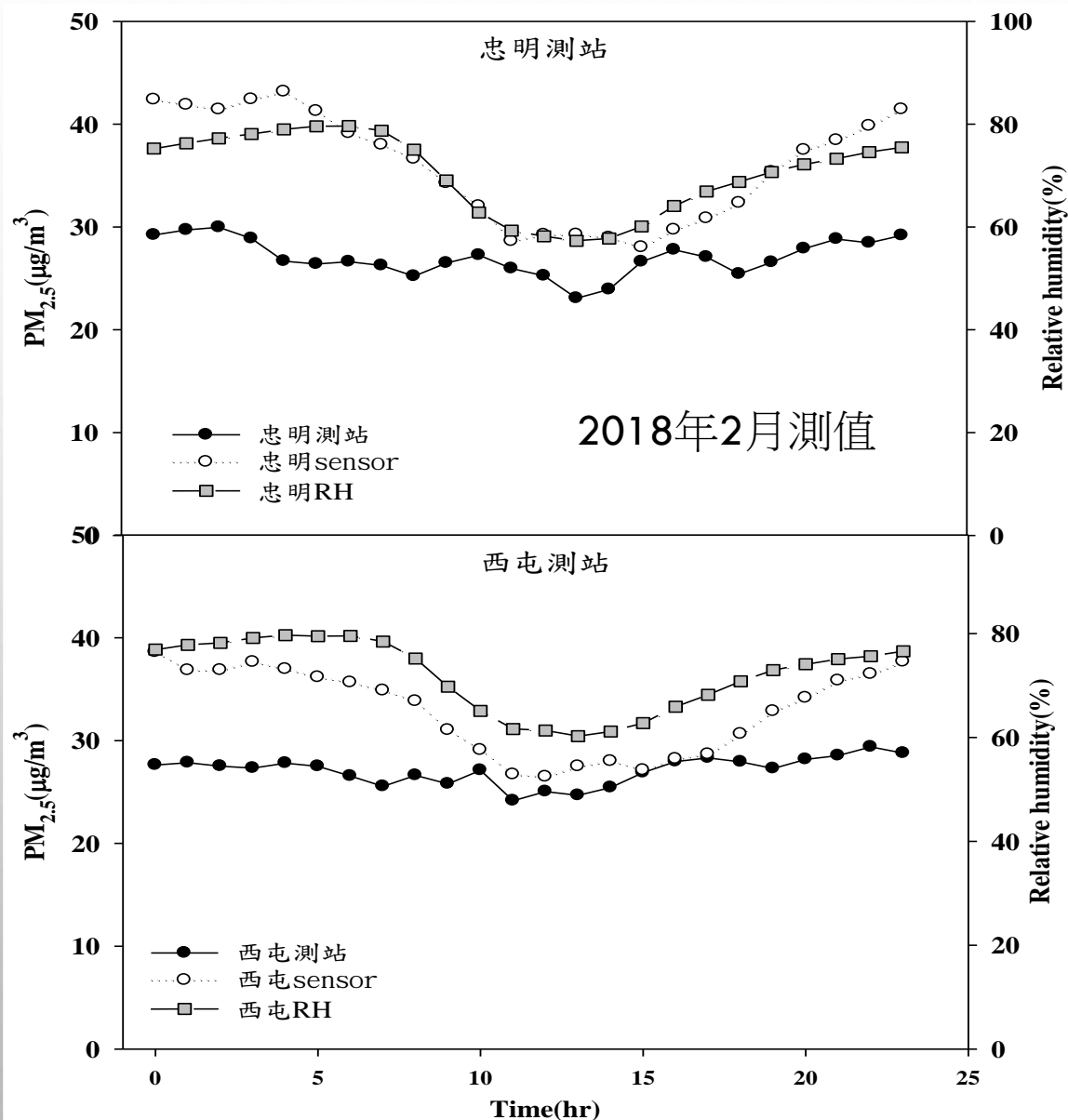
- 校園內各測站感測器測值一致性高!
- 新竹站距離交大**2.5km**, 空間差異造成測值沒有一致性, 因此不宜用附近測站標準儀器測值直接校正感測器。

野外校正

可以利用感測器數值評估是否超過每日標準嗎？

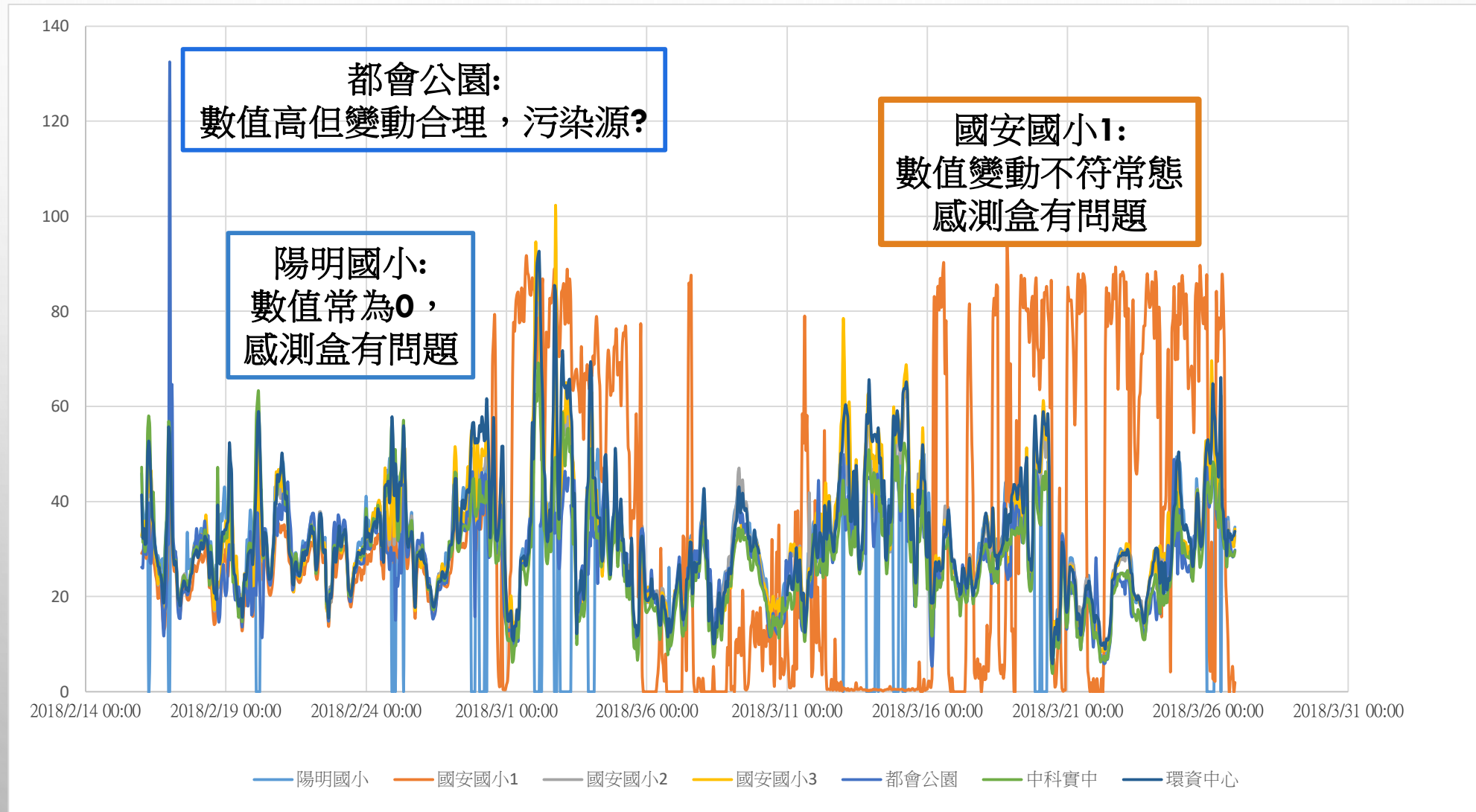


感測盒與環保署測站儀器之測值比較



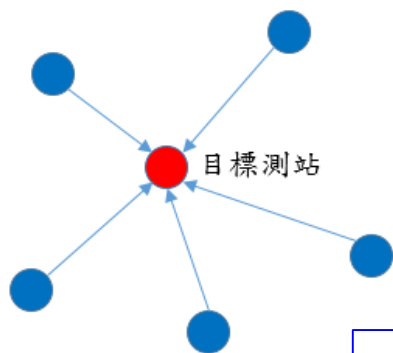
- 即使經過**校正後**，**感測盒數據仍高於監測站數據**，夜間之差異更是拉大。
- **感測盒測值**出現**日夜明顯差異**之變化，但環保署測站測值較不會有此現象，其和**濕度、溫度、與風速**有關。
- **濕度越高**，感測盒與環保署監測站**測值差異越大**。

建築物測站PM_{2.5}感測盒時序圖: (2018.02/16-03/26)

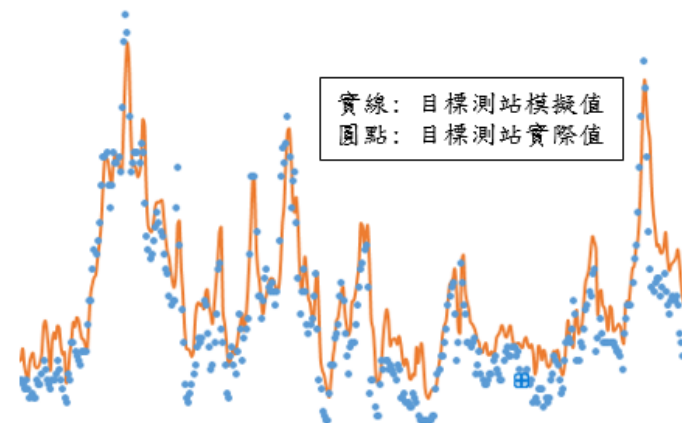


以類神經網路偵測異常值

周遭空品測站



$$\begin{aligned} \text{Error} &= \text{測站實際值} - \text{測站模擬值} \\ \max(\text{Error}) &= TH^+ \\ \min(\text{Error}) &= TH^- \\ \max(|\text{Error}_t| - |\text{Error}_{t-1}|) &= TH^t \end{aligned}$$

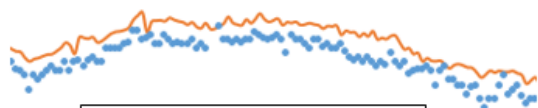


實線：目標測站模擬值
圓點：目標測站實際值

- 透過機器演算：
1. 找故障的儀器
 2. 找高污染測點

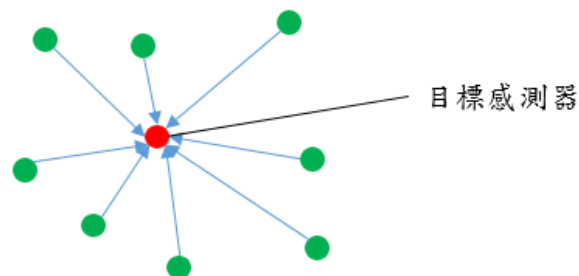
$$\begin{aligned} \text{Error}_t > TH^+ &= a^+ \text{ error} \\ \text{Error}_t < TH^- &= a^- \text{ error} \end{aligned}$$

$$|\text{Error}_t| - |\text{Error}_{t-1}| > TH^t = b \text{ type error}$$

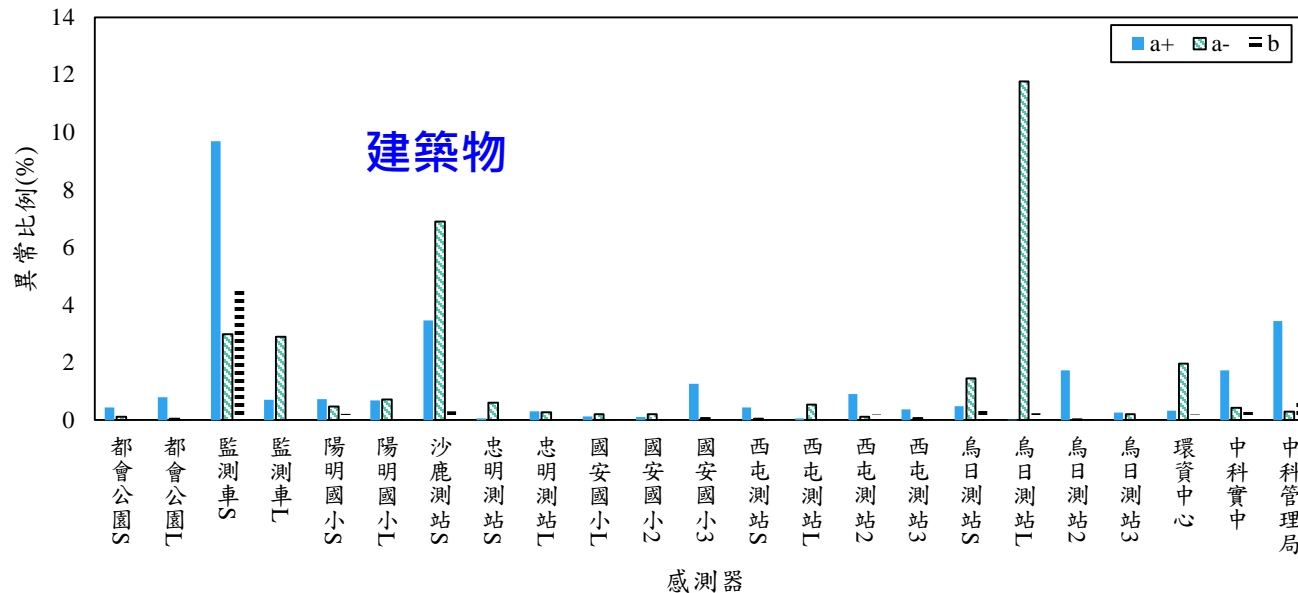
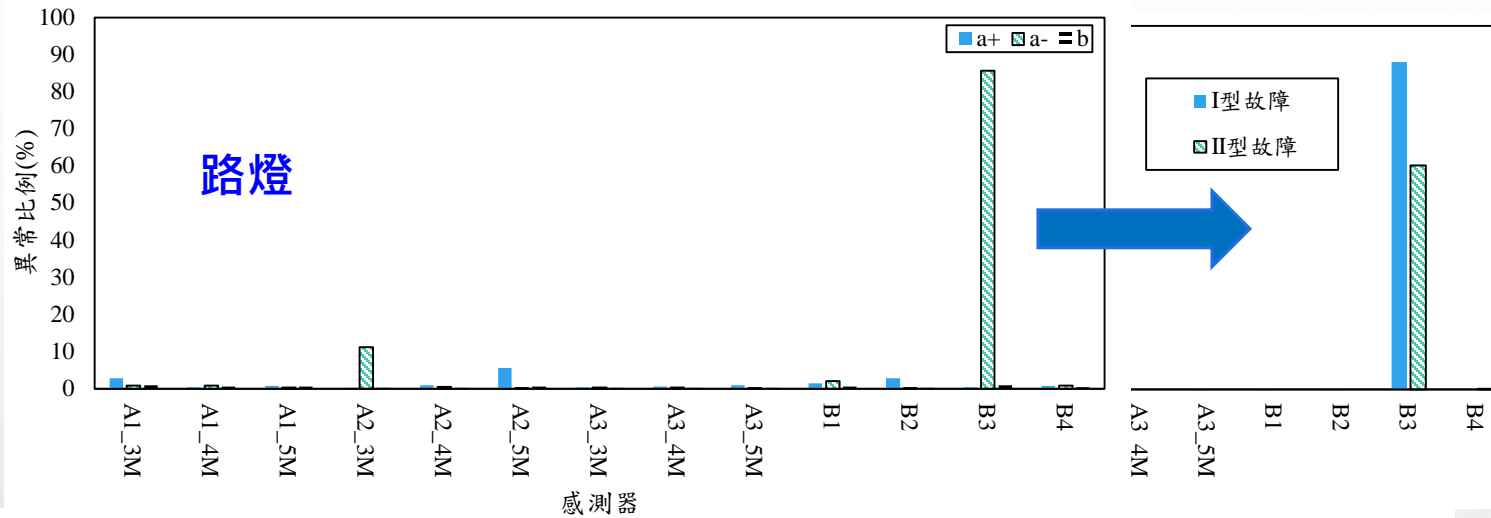


圓點：目標感測器實際值
實線：目標感測器模擬值

周遭感測器



中科感測器6分鐘值異常偵測結果(107/04/08-107/05/02)



- **a+**異常: 實際測值顯著高於預測值
- **a-**異常: 實際測值顯著低於預測值
- **b**異常: 實際測值顯著高於預測值，且和前一時間點比較，上升幅度較高。
- **I型故障**: 故障之偵測目標為數值停止變化
- **II型故障**: 長時間數值過高或過低

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

3. 空氣污染影響之觀察 (Monitory Air Pollution Effects)

藉由流行病學調查及田野動植物觀察等方式，來了解空氣污染之影響。

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

4. 民眾陳情 (Public Complaints)

民眾之陳情往往即為污染問題之所在，若無法適當處理民眾之陳情及抗議事件，政府（環保單位）就會失去公信力，使得民眾不再支持政府之決策。

通常民眾之陳情事件，大概可以分成三大類：

- a. **抗議空氣污染現況超過現行法規所列之規條**，如排放標準、空氣品質標準等。此時可找出污染源，加以適當之處罰，並要求改善之。
- b. **抗議空氣品質現況造成其身心或經濟上之損失，但所抗議之工廠並未出現違法之事實**。此時則需藉公害糾紛調節委員會進行調節，通常較不易取得圓滿之結果。一般而言，針對此類抗議需經不斷之再調節，如縣市無法處理者，需上報由中央級環保機構進行再調節工作。
- c. 對一些**環保單位無法處理事件之抱怨**，如已完成通過之EIA，但民眾不滿意其結果。如核四案係由中央直接核可，不需經過縣市政府，因此縣市環保單位無法處理此類陳情，此時可直接向民眾解釋環保單位之職權所在即可。

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

5. 民意調查 (Public Interest and Concern)

可藉由民意調查，來了解民眾對污染之看法。

6. 可見煙塵之降低 (Visible Plume Abatement)

由工廠所排放出之可見黑煙、白煙，以及道路、營建施工所產生之粉塵，一向為最傳統最重要的空氣問題，其原因即在於肉眼可見，易產生感官不適。

對工廠排煙而言，**不透光率 (opacity)** 即為一判別黑煙、白煙污染之最佳指標，尤其不透光率可藉由目測判煙來進行之，工廠操作人員即可自行了解污染情形，自行改善之。

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

7. 空氣污染防制設備之定期檢查 (Routine Periodic Inspection of pollution Sources)

環保人員需對空污防制設備進行定期查核工作，以了解工廠是否維持正當之APCD操作功能

8. 煙道採樣 (Stack Sampling)

煙道人工採樣為最精確，也是唯一能決定污染源正確排放量之方法。其所需之花費高，但卻具有法律效力，可藉此判斷工廠是否違法排放。

3-4.1. 找出問題並評估之 (Finding & Evaluating Problems)

9. 連續監測設備 (Continuous Emission Monitoring)

由於人工採樣之費用高昂，又無法連續監測污染排放情形，因此連續式自動監測系統就越來越多。

目前我國已公告多個行業（如發電、石化）需設置連續式自動監測系統，以掌握大污染源之排放現況。其監測項目包括不透光率、SO₂、NO_x、O₂（CO₂）、CO、Total Reduced Sulfur（總還原硫）等項目。

連續監測設備常有的問題，就是工廠可能會出現為了規避繳交空污費，而做出竄改數據的行為。如2011年桃園縣的華亞汽電、永豐餘新屋廠等，共累計漏繳了數億元的空污費。

- 2011年華亞汽電造假 桃縣追繳空污費6億5900多萬元
2011年永豐餘新屋廠追繳空污費近5千萬

3-4.2.修正問題 (Correcting Problems)

- 找到問題後，如何修正？

Stern (Air Pollution, Vol. V, 1978) 提出了可以使用的修正問題方法：

- (1) 訂定空氣品質標準 (Adopting Air quality Objective or Standards)
- (2) 訂定污染防制法規 (Adopting Emission Control Regulation)
- (3) 法令執行程序 (the Enforcement Process)
- (4) 公害訴願 (Variances, Hearings and Appeals)
- (5) 新污染源之限制 (Control of New Installation)
- (6) 查封機器 (Sealing Equipment)
- (7) 污染事件之預防 (Disaster Prevention)
- (8) 移動源排放控制 (Motor Vehicle Emission Control)
- (9) 燃料規範 (Fuel Regulation)
- (10) 操作許可 (Operating Permits)
- (11) 公民訴訟 (Citizen Suits)
- (12) 降低車輛運輸量 (Minimizing Motor Vehicle Travel)

3-4.2.修正問題 (Correcting Problems)

(1)訂定空氣品質標準 (Adopting Air quality Objective or Standards)

AAQS(Ambient Air Quality Standard)為空氣資源管理之**磐石(foundation)**，空氣污染防制策略均依符合AAQS之目標來研擬之。

在台灣地區目前只有中央所訂定之“空氣品質標準”，而美國除了NAAQS(National Ambient Air Quality Standard)適用於全國外，各州亦可訂定適宜該州，比NAAQS更嚴格之AAQS，如加州就有更嚴格的AAQS。

3-4.2.修正問題 (Correcting Problems)

(2).訂定污染防制法規 (Adopting Emission Control Regulation)

其為空氣資源管理之核心 (heart)。可訂定之相關法規，包括了

- a) 排放量限制之法規，如排放濃度、總量限制等標準。
- b) APCD之設置要求。
- c) 禁用易產生空氣污染之設備。
- d) 限制燃料中之某種物質含量，如“S”含量。
- e) 污染源位置之限制。
- f) 緊急應變時之限制（於氣候狀況不利污染擴散時要求降低污染排放量）。

必須注意的是,排放法規之訂定需考量實際可行之狀況，或於訂定後視工廠實際所能達到之期限，而給予**緩衝期**，因此通常法規在最後公告確認前，需舉行公聽會，邀集廠商代表參加，聽取其意見。

3-4.2.修正問題 (Correcting Problems)

(3) 法令執执行程序 (the Enforcement Process)

一項法令之執执行程序，包括了新法令之宣導，而後接受民眾陳情，或逕行抽檢，找出違法處，要求工廠改善，如其不肯改善則逕行告發之。如肯改善，通常新訂定不久之法令，可考量廠商之立場，給予緩衝期限。

(4) 聽證與訴願 (Variances, Hearings and Appeals)

Variances：指工廠排放不合環保法規，但為環保單位所允許。一般此適用於新法規之**緩衝**。

Hearings & Appeals：指**聽證與訴願**。人民對行政機關之行政處分認為違法或不當，致損害其權利或利益時，得提起訴願（包含工廠不服環保單位所提出之指控），而這樣的訴訟案若在法院中進行費時又費錢，因此可以成立一個 Appeal and Hearing board（訴願委員會、聽證會），其可由律師、專家、工業界代表、環保單位人員及一般大眾組成，讓廠方可以不必上法院解決公害訴訟問題。

3-4.2.修正問題 (Correcting Problems)

(5) 新污染源之限制 (Control of New Installation)

因為既存之污染源改善其污染較為不易，因此在污染源未設立前，進行適當之控制是空氣品質管理一項重要之工作。此可由**環境影響評估**及**設置許可核發**等方式來限制之。

(6) 查封機器 (Sealing Equipment)

將機器查封，或是停工處分，亦為一項管制利器，其比罰款有效，但使用時卻需謹慎。

(7) 污染事件之預防 (Disaster Prevention)

空氣污染事件一般由氣象因素不利污染物擴散，或由意外事件（爆炸起火、機器故障等）所造成。由氣象因素所造成者，多發生在山谷、盆地內，因此環保單位尤須針對此種地形做預防及**緊急應變計畫**

3-4.2.修正問題 (Correcting Problems)

(8) 移動源排放控制 (Motor Vehicle Emission Control)

針對移動源排放控制之管理，中央與地方環保單位之工作並不相同。

中央環保機關應針對汽、機車等移動源之**排放訂定標準及相關法規**，**研擬測試方法**。而新標準及法規之訂定，係考量車輛最新可用之技術，而要求車輛製造商製造出符合標準之車輛。一般而言大製造商多會考量商機，自行研發出低污染車輛，電動機車即為典型之例子。而排放標準亦需考量車輛之年份，新車之排放標準需較舊車嚴格。

地方環保機關之責任，則在於**查核車輛**之工作進行，如實施路邊攔檢或定期檢查，確保車輛是在最佳之狀況下使用。

註: 可參考環保署移動污染源網站資訊：<http://mobile.epa.gov.tw/index.aspx>，瞭解最新管制策略

3-4.2.修正問題 (Correcting Problems)

(9)燃料規範 (Fuel Regulation)

針對燃料之各種成份限制其含量為最早使用之管理方法，但也是較為有效之方法。如限制硫份含量、揮發性有機物（如苯）之含量、鉛含量之限制等。

因FGD技術之成功發展，美國對固定污染源之管制，早已由限制燃料含硫成份，改為限制管道末端之SO_x含量，而讓工廠自由選擇燃料控制或技術控制，其另一個考量應該也包括了美國中西部(Midwest)是高硫煤(high-sulfur coal)產地，限制燃料含硫份對其本身之能源及經濟發展有重大影響。

而未來是否可能更進一步，直接限制特定燃料(如雲林縣、台中市等曾經推動的禁用生煤^註)之使用？因為環保所致的**燃料規範**和**多元能源使用**以及**經濟自由發展**三者之間的協調與權衡是值得深入了解的議題。

^註[生煤「禁用」「管制」兩樣情 雲林、台中差異解析看這裡 \(2016.07.18\)](#)

3-4.2.修正問題 (Correcting Problems)

(10)操作許可 (Operating Permits)

當新廠得到設置許可後，在操作時仍需取得操作許可，通常此操作許可為每年（or每兩年）申請一次（國內目前為五年一次），如此方可對大廠或易違規之小廠達到管制之目的。

(11)公民訴訟 (Citizen Suits)

民眾若因空氣污染源排放污染物，致影響其人體健康，或農作物、家畜等之受損，即可求取傷害賠償。

一般之小市民多無力取得相當之證據，因此環保單位即應協助其進行蒐證工作。

(註: 我國在1999年的空污法修訂版本中，終於加入了公民訴訟條款)

3-4.2.修正問題 (Correcting Problems)

(12)降低車輛運輸量 (Minimizing Motor Vehicle Travel)

- ✓ 在汽、機車排放污染嚴重之都會區，可考慮進行減少車輛運輸量。
- ✓ 短期能做的，包括車輛共乘制、彈性上班時間、優先車道（限公共汽車、共乘車行駛），以及停車限制（如車輛限制停放於重要逆路旁、上下班時間限停車輛、不要加蓋停車場等）。
- ✓ 長期之規劃則包括開發及改善公路、鐵路等大眾運輸系統、都市土地規劃等。

3-4.3. 環保機構之運作 (Operating the Agency)

● 如何正常運作一個環保機構?

- (1) 推動空氣污染管制計畫 (Initiating an Air Pollution Control Program)
- (2) 部門間之協調 (Intergovernmental Relationships)
- (3) 公共關係 (Public Relationships)
- (4) 空氣污染管理委員會 (Air Pollution Control Boards & Commissions)
- (5) 資料管理 (Data Storage & Retrieval)
- (6) 建立“稅(費)”制度 (Fee System)
- (7) 操作許可等規範書之訂定 (Development of Guides for Compliance)
- (8) 減稅(費)及貸款 (Tax Relief & Financial Aid)
- (9) 空氣品質改善維護計畫 (Plans for Achieving & Maintaining Air Quality Standards)
- (10) 電廠位址 (Power Plant Sitting)
- (11) 人力之利用 (Staffing & Man-Power Utilization)
- (12) 計畫成效評估 (Approaches to Program Evaluation)
- (13) 空氣污染指標 (Air Pollution Index, API); 空氣品質指標 (Air Quality Index, AQI)

3-4.3. 環保機構之運作 (Operating the Agency)

(1) 推動空氣污染管制計畫 (Initiating an Air Pollution Control Program)

要推動一個空氣污染管制計畫，要先需引起大眾（包括民眾、議會人員、官員）之興趣，而後方能順利的成立委員會，進行發掘問題，並針對問題訂定相關之法規。

(2) 部門間之協調 (Intergovernmental Relationships)

政府各部門間（含中央與地方）之關係需良好，且需協調，若能取得同等之地位更佳。如工廠或營建工地在取得許可前，可要求營建署（或建設局等相關單位）人員在未取得空氣污染管制方面之許可前，不要發給其許可証照。而環保人員亦應參與都市計劃中之“土地規劃協商”（我國若成立環境部，方能與交通、經濟、內政等部門取得對等之地位）。

3-4.3. 環保機構之運作 (Operating the Agency)

(3) 公共關係 (Public Relationships)

環保執政人員之溝通技巧相當重要，一個好的環保人員，需讓民眾（或工廠）感覺其與民眾在同一邊，且能站在工廠之立場著想；不會被民眾之無理性要求所影響，且對工廠執法時又能秉公處理。因此平時之環保教育相當重要，應讓民眾能夠容易取得環保政策方面之資訊，增加溝通之管道。

(4) 空氣污染管理委員會 (Air Pollution Control Boards & Commissions)

因一般法規不會訂得太細（以免時常得更改），因此可考慮在中央或地方首長任命下，成立一個小組或委員會，專責空氣污染防制之執行細節（如美國之CEQ、台灣之行政院環保小組、環保署與各縣市之環境（空氣）污染防制基金管理委員會等）。

一個理想的小組成員可能由律師、法官、工業界人士、各部門官員、學者專家及市民、環保團體代表等組成，然而因成員來自各方，意見容易分歧，且工作易與環保執政機構重覆，因此多數首長除非如空污費徵收後必須有一客觀超然之委員會監督，否則多會選擇將所有權力交給環保單位主管，而不另成立小組或委員會。

3-4.3. 環保機構之運作 (Operating the Agency)

(5) 資料管理 (Data Storage & Retrieval)

空氣污染資料包括了空氣品質數據、污染源資料、防制技術、燃料、檢測資料、許可、訴訟與陳情案件.....等，均需適當之管理，將各種資料訂定保存時限，建立電腦文書檔案妥善保管之。

最重要者，中央與地方環保單位在針對資料處理時，需保持一致性，如編號方式，以免資料混亂。

(6) 建立“稅（費）”制度 (Fee System)

依“**污染者付費**”原則，工廠等大污染源付出較多之污染費，民眾等汽機車使用者付較少之費用，以供執行空氣污染防制所需之費用。其可根據設備大小或排放量大小，收取許可費用，或針對違法事實，收取罰款。

3-4.3. 環保機構之運作 (Operating the Agency)

(7) 操作許可等規範書之訂定 (Development of Guides for Compliance)

環保單位應計對各項法規公告，研擬出規範書，使污染者有遵循之依據，如禁令（禁止露天燃燒）、燃料使用指南、減量技術手冊、操作許可規範書……等。

(8) 減稅（費）及貸款 (Tax Relief & Financial Aid)

提供銀行貸款機會，使能購買防制設備，或提供政府工業基金，輔導其改善污染狀況。此外針對具有實際污染減量者，降低其徵收之費（稅）用。

3-4.3. 環保機構之運作 (Operating the Agency)

(9) 空氣品質改善維護計畫 (Plans for Achieving & Maintaining Air Quality Standards)

中央及地方環保單位，應每年研擬其空氣品質改善及維護計畫，並檢討計畫執行成效。短期之計畫包括：對污染源之控制；長期之計畫則應包含土地利用、交通規劃及人口成長等……。

我國之前的空污法僅明訂要求各地方環保單位應該訂定公告空氣污染防制計畫，並應每二年檢討修正改善；而最新版(2018年)的空污法則增訂，要求中央主管機關應訂定空氣污染防制方案，並應每四年檢討修正。(註)

(註) 詳參考環保署網站資料：[空氣污染防制法修正總說明](#)

3-4.3. 環保機構之運作 (Operating the Agency)

(10) 電廠位址 (Power Plant Sitting)

電力為民生必需品，且其所造成之空氣污染量相當可觀，因此電廠位址之選擇對空氣污染改善相當重要，環保單位應藉由環境影響評估等方式加以控制。

(11) 人力之利用 (Staffing & Man-Power Utilization)

環保單位之人員包括了行政人員、技術（分析）人員、稽查人員及工程人員。

通常環保單位之人力多為不足，因此如何以不足之人力作最有效之運用即相當重要。

幾個基本原則包括了：**專才專用、非專才則作重覆性工作、人員不足時可考慮其它部門之支援、徵收空污費增聘人力、或請大專工讀生幫忙**（我國自民國89年起增加了環保國防役，可有效改善中央及地方環保人力質與量不足之問題）。

此外地方能做之事，中央單位不必插手。

3-4.3. 環保機構之運作 (Operating the Agency)

(12) 計畫成效評估 (Approaches to Program Evaluation)

一個空氣品質管理計畫之成效很難論定，因其影響因素太多，如空氣品質變好或變壞即受氣候影響甚大（如逆溫層降低影響空氣品質，又如由大陸傳輸來台灣之沙塵暴多在春季時發生），且各個單位（環保人員、學者專家、工廠、民眾）之立足點不一，對成效之看法即不同。

儘管如此，計畫成效之基本評估工作仍應包括：

- (a) 環保單位（中央及地方）是否維持正常之操作功能？是否以其既有之人員發揮最大之效用？
- (b) 整體管理計畫之規劃是否恰當？是否依預期目標進行？
- (c) 所得之結果是否為預期？

3-4.3. 環保機構之運作 (Operating the Agency)

(13) 空氣污染指標 (Air Pollution Index, API); 空氣品質指標 (Air Quality Index, AQI)

因空氣污染物項目太多，且民眾不易了解 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、ppm (ppb)之意義，因此有必要建立一項API (or AQI)，以民眾易了解之方式表達，如打分數（1-100分），或以“良好、惡劣”等字眼呈現，API (AQI)之訂定方法有多種，如：

(a) 以AAQS作基礎線，而與其比較而得到指標值。

(b) 將監測值與過去值作比較，亦即以過去值為baseline，如此可看出其是否比以前之環境品質為好，且可看出環境之變化趨勢。

(c) 將監測值與空氣品質目標值（考量對人體之致癌、致突變性等）作比較，而得一指標值，如此可知對人體潛在之危害性。

即使上述之方法，亦可再延伸出各種不同之指標值。不同方式所得之指標值，可能包括所有污染物（或部分污染物）之平均狀況，也可能只取最高濃度者作為指標值訂定依據。

3-4.3. 環保機構之運作 (Operating the Agency)

- 各國所使用之 AQI (Air Quality Index) 現況詳：
http://en.wikipedia.org/wiki/Air_quality_index。
- 世界各地空氣品質現況：
<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/b0901-2.aspx>
- 而中國北京也有一個 AQI 網站，可以看到各國即時的 AQI 數據：
<http://aqicn.org/city/beijing/>
- 下表為台灣地區於2016年11月之前沿用多年之PSI (Pollution Standard Index) 指標值訂定方式，以及其所代表之意義。

3-4.3. 環保機構之運作 (Operating the Agency)

PSI副指標值之對照表

PSI Value	24-Hr PM ₁₀ (µg/m ³)	24-Hr SO ₂ (ppm)	8-Hr CO (ppm)	1-Hr O ₃ (ppm)	1-Hr NO ₂ (ppm)
50...	50	0.03	4.5	0.06	—(0.13)
100...	150(125)	0.14(0.10)	9	0.12	—
200...	350	0.30	15	0.2	0.6
300...	420	0.60	30	0.4	1.2
400...	500	0.80	40	0.5	1.6
500...	600	1.00	50	0.6	2.0

PSI值與健康影響之關係表

指標值	對健康影響分類標準
0~50	良好 (good)
51~100	普通 (moderate)
101~199	不良 (unhealthy)
200~299	極不良 (very-unhealthy)
299以上	有害 (hazardous)

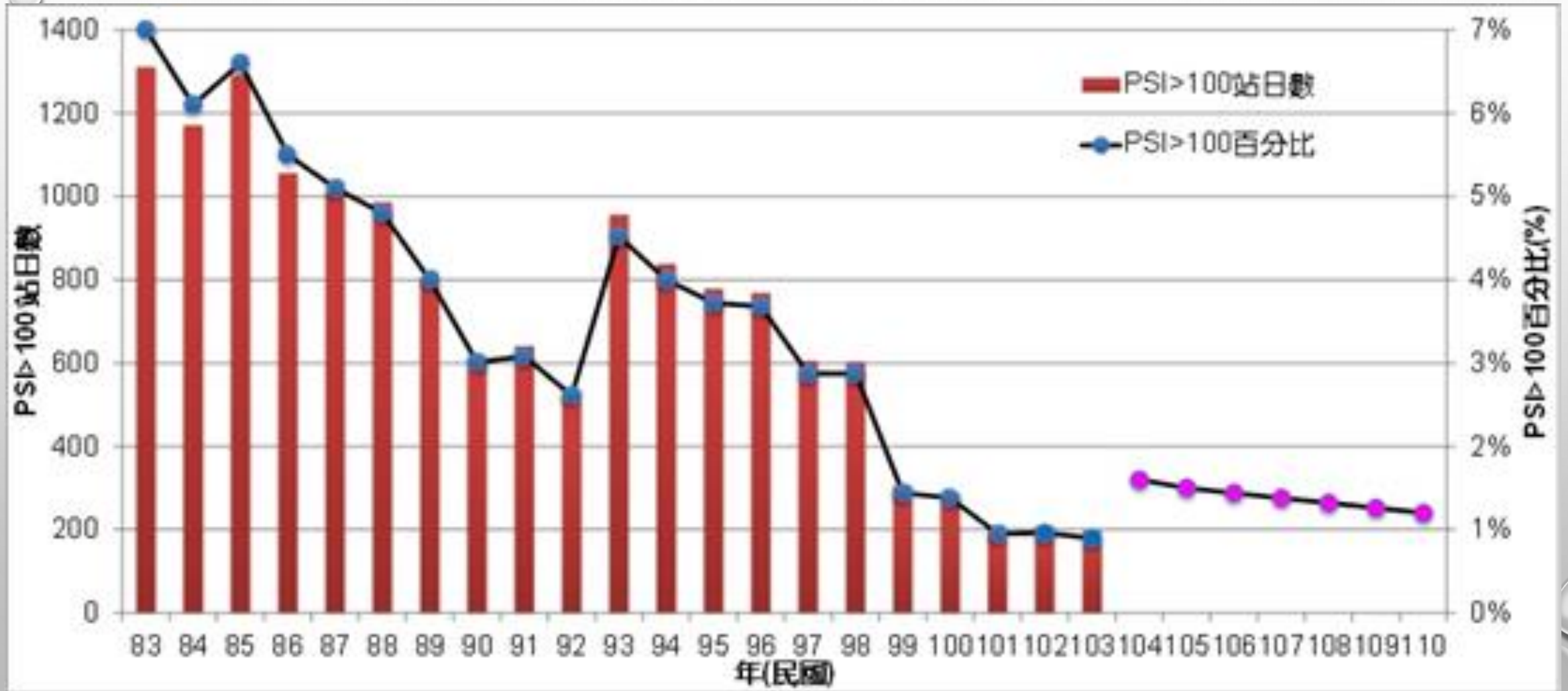
註: 1.括號()內數字係台灣現階段NAAQS的標準值, 我國仍以舊標準值為換算基準, 也尚未將PM2.5放入PSI計算值中; 而NO₂只有小時平均(0.25ppm)及年平均(0.05ppm)標準值。

(<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/b0201.aspx>)

2. 美國的NAAQS已經無24hr SO₂及1hr O₃之標準值, 詳Chap. 5, 但其採用的指標為 Air Quality Index (USEPA的AQI計算方式詳: http://en.wikipedia.org/wiki/Air_quality_index), 其仍考量1hr O₃之濃度。

3. 新加坡採取和我們相同的PSI指標, 但在2014年4月1日開始, 也將PM2.5測值納入指標中。
(http://en.wikipedia.org/wiki/Pollutant_Standards_Index)

PSI大於100之站日數、百分比及目標值(粉紅色標注點)



附錄一：超級測站簡介

(以下資訊參考環保署空氣品質監測舊網頁資訊)



超級測站外觀

附錄一：超級測站簡介

超級測站在儀器購置方面分為兩個階段，各階段所架構的儀器設備整理成表

1，底下簡單介紹各項儀器的主要用途：【表1－台灣超級測站儀器設備】

階段	儀器名稱	用途
一	1.氣膠數目濃度監測儀：TSI CPC 3022A	連續自動量測微粒的數目濃度
	2.氣膠碳成份連續監測儀：Rupprecht & Patashnick 5400	連續自動量測微粒的含碳成份
	3.質量濃度連續監測儀：Rupprecht & Patashnick 1400a	連續自動量測微粒的質量濃度
	4.酸性氣膠採樣器：Rupprecht & Patashnick 2300	量測微粒的水溶性離子及其氣體前驅物
	5.氣膠金屬元素採樣器：Andersen RAAS2.5-400 Speciation Sampler (2 samplers)	量測微粒的有機、無機、微量金屬
	6.風速、風向、溫度、相對溼度監測儀	量測環境因子

附錄一：超級測站簡介

階段	儀器名稱	用途
二	1.電移動度微粒粒徑分布儀TSI公司 SMPS 3936L22(含 Aerosol Instrument Manager軟體)	連續自動量測氣膠粒徑分布
	2.雷射氣膠數目粒徑分布儀 PMS公司LASAIR-210	連續自動量測氣膠粒徑分布
	3.氣膠硝酸鹽分析儀：Rupprecht & Patashnick 公司8400N	連續自動量測氣膠硝酸鹽濃度
	4.氣膠硫酸鹽分析儀：Rupprecht & Patashnick 公司8400S	連續自動量測氣膠硫酸鹽濃度
	5.氣膠散光儀：TSI公司3563 three-wavelength	連續自動量測氣膠散光係數
	6.氣膠吸光儀：Magee Scientific公司AE-30 Spectrum	連續自動量測氣膠吸光係數
	7.採樣乾燥系統：Rupprecht & Patashnick公司Sample Drying System for TEOM 1400	降低Rupprecht & Patashnick 公司TEOM 1400監測時水氣干擾

附錄一：超級測站簡介

針對台灣微粒超級測站的這些儀器，底下進行簡要的說明：

1. 質量濃度連續監測儀：Rupprecht & Patashnick 1400a
此分析儀是以漸縮元件振動頻率為原理的TEOM（tapered element oscillating element）分析儀，其漸縮元件即為質量轉換器，為一下端固定，上端是懸浮的錐形構造，懸浮的一端覆有濾紙，可自由的擺盪。因為微粒隨著氣流，連續的被收集在濾紙上，而擺動的頻率會因為累積的質量增加而降低，可以直接量測慣性質量。

附錄一：超級測站簡介

2. 氣膠碳成份連續監測儀：Rupprecht & Patashnick 5400

碳元素微粒是都會及重工業都會區的細粒徑氣膠的主要化學組成之一，碳元素微粒從許多逸散源所排放的，包含汽車運輸工具、燃料燃燒及工業程序（如有機溶劑的使用、化學藥品、冶金及廢棄物燃燒等）。大氣微粒中的碳元素的組成主要包含兩種主要組成黑碳（或稱之為元素碳）及各種有機物質（有機碳）。元素碳（EC）只有在燃燒程序才會產生，而有機碳（OC）主要分成兩種：有些是直接由污染源所逸散出來的，另外一些是經氣相前驅物的大氣反應所產生的OC。

R&P 5400氣膠碳元素分析儀是運用直接、自動加熱樣品產生二氧化碳原理，可使用於連續監測大氣中微粒碳元素成份的濃度，樣品在儀器內被加熱氧化放出二氧化碳濃度，然後利用二氧化碳紅外線偵測器(CO₂ Infrared Detector, NDIR)加以量測。

在加熱過程中，設定不同的加熱溫度及加熱時間，通常設為二種溫度，一為340°C即代表樣品有機碳含量（OC），而另一個燃燒溫度為750°C，所測得之含碳量所代表的是樣品總碳量（TC），再將TC及OC相減，就是樣品的EC濃度。

附錄一：超級測站簡介

3. 電移動度微粒粒徑分布儀：TSI SMPS 3936L22

TSI SMPS系統結合靜電篩分器(Electrostatic Classifier)及微粒凝結計數器 (Condensation Particle Counter, CPC)兩個部分，主要可以偵測出大氣中微粒粒徑介於 $0.02\sim 0.8\ \mu\text{m}$ 的數目濃度分佈狀況。採樣氣流先進入篩選器中，微粒依照不同的電移動度，經由連續的電壓改變使得微粒依粒徑大小而被篩分，然後在CPC儀器中進行計數，即可獲得高解析度的粒徑數目連續圖譜。

附錄一：超級測站簡介



【TSI SMPS 3936L22電移動度微粒粒徑分布儀】

附錄一：超級測站簡介

4. 雷射氣膠數目粒徑分布儀：PMS LASAIR-210

可以偵測出大氣中微粒粒徑介於 $0.1\sim 10\ \mu\text{m}$ 的數目濃度分佈狀況。以強烈的可見光束照射含微粒的氣流，每一微粒橫通過光束時會產生光散射，各角度的散射光都會被偵測到，這時靈敏的偵測器會測得每一個粒子通過時所造成的散射，並產生一個電子脈衝訊號，微粒的大小可由脈衝振幅定量，微粒的數目則由脈衝數目來定量。

附錄一：超級測站簡介



【雷射氣膠數目粒徑分布儀：PMS LASAIR-210】

附錄一：超級測站簡介

5. 氣膠硝酸鹽分析儀：Rupprecht & Patashnick 8400N

氣膠的硝酸鹽、硫酸鹽成分是氣膠中重要的化學成分，其對於大氣中光的散射有一定的影響，所以必須加以量測。

即時連續的硝酸鹽分析儀，是先將微粒以衝擊板收集後，以高量電流通過衝擊器的白金閃火片，可加熱至 350°C ，閃火揮發(flash-vaporization)使微粒中的硝酸鹽揮發分解成 NO_x 。從閃火揮發產生的 NO_x 脈衝，經由 NO_x 脈衝分析儀加以量測。

所偵測到為 NO_x 的總氧化物濃度，本儀器量測一氧化氮(NO)和臭氧(O_3)螢光氣相反應的光強度，當 NO 與 O_3 反應結果，產生激發的 NO_2 分子，激發態 NO_2 分子以放射出一個光子的方式釋放其過剩能量，產生的光強度與 NO 有等比例關係。

附錄一：超級測站簡介



【圖閃火揮發NOX脈衝產生器】



【NOX脈衝分析儀】

附錄一：超級測站簡介

6. 氣膠硫酸鹽分析儀：Rupprecht & Patashnick 8400S
同樣的，即時連續的氣膠硫酸鹽分析儀，也是先將微粒以衝擊板收集後，然後以高量電流通過衝擊器的白金閃火片，閃火揮發(flash-vaporization)加熱至600°C，使微粒中的硫酸鹽揮發分解成SO₂。從閃火揮發產生的SO₂脈衝，經由SO₂脈衝分析儀加以量測。
偵測SO₂氣體是利用「螢光照射法」，意指將一UV光照射SO₂氣體，SO₂會吸收波長190-230nm的光而被激發，當再回到穩定態後，會散發出光能，經過換算求得SO₂的濃度。

附錄一：超級測站簡介



【閃火揮發SO₂脈衝產生器】

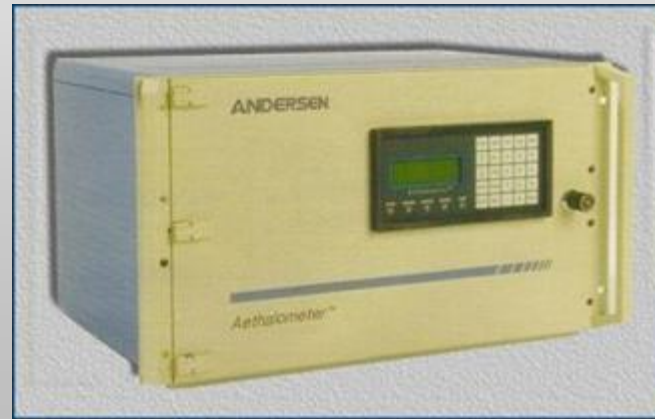


【SO₂脈衝分析儀】

附錄一：超級測站簡介

7. 氣膠吸光儀：Magee Scientific AE-30 Spectrum

本儀器是利用一個光源(可見光：500~700nm)，照射一石英濾紙，使得石英濾紙感光後，光穿過石英濾紙，再被後面的光偵測器(photo detector)偵測。收集在濾紙上的微粒吸收了光，造成光的衰減，到達偵測器的光能減弱，利用此來測得吸光係數。



【Magee Scientific AE-30 Spectrum氣膠吸光儀外觀】

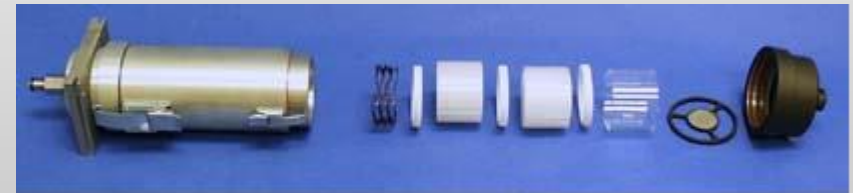
附錄一：超級測站簡介

8. 酸性氣膠採樣器：Rupprecht & Patashnick 2300

Rupprecht & Patashnick 2300可使用濾紙來收集氣流中的微粒，本採樣器係以自動連續方式操作，其工作原理為4個獨立的主動式體積流量控制器儀器內建微處理機可以依不同時間或外部訊號輸入為基礎自動分配之採樣系統。

R & P 2300採樣器最多可以4個流量通道同時運作進行採樣，每一個通道的流量可以達到16.7 L/min（1 m³/h）；並可使每一個47mm的濾紙收集到更多的氣膠微粒以進行氣膠化學分析。

附錄一：超級測站簡介



【圖19－R & P2300酸性氣膠採樣器】

【圖20－蜂巢式套管採樣器構造圖】 89

附錄一：超級測站簡介



【圖21－蜂巢式套管採樣器濾紙組】

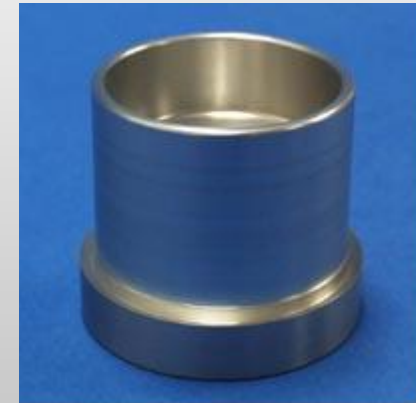


【圖22－衝擊板】

附錄一：超級測站簡介



【圖23－PM2.5採樣頭(10 lpm)】



【圖24－PM10採樣頭(10 lpm)】

The slide features a light gray background with a subtle gradient. In the top-left and bottom-right corners, there are several realistic water droplets of various sizes, rendered with soft shadows and highlights to give them a three-dimensional appearance. The text "Thanks for your participation" is centered in a black, serif font.

Thanks for your participation