

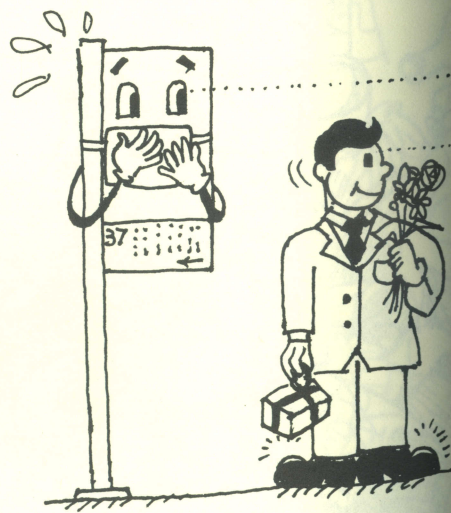
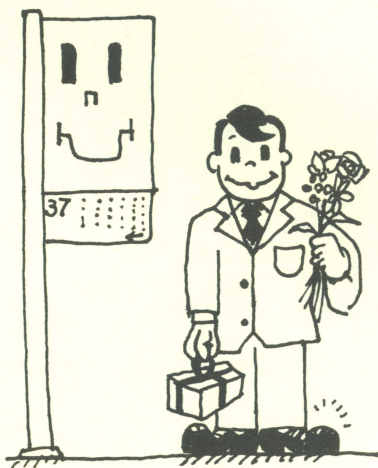
隨著日本熊本縣「痛痛病」事件的發生，乃至最近一連串戴奧辛事件、西施舌綠牡蠣中毒事件，彰化杜邦事件等可說，帶給世界政治社會一大震撼，顯示公害問題的嚴重性已經到了不容忽視的地步，雖然科技的進步帶給人類生活很大的福祉，然而卻由於人類的自私，懈怠與無知，對環境生態保護的漠視，而更使潛在的公害危機日益惡化，面對此日益嚴重的隱憂，如何有效治本的解決，將是今日及未來人類應該努力的方向，我們慶幸的是民衆的環保意識的覺醒，和各國政府對公害問題的逐漸重視，但是最重要的是有關的最高決策單位如何整合各方面的人才和技術的意識與責任，來共同維護這個我們唯一賴以生存的可愛「地球」才是當務之急，藉著此公害專欄系列探討，本刊將以深入淺出的探討公害問題面面觀，唯一希望的是願藉本文的報導能喚醒更多的讀者對公害問題的關切，來共同正視這個問題，共同為我們的後代子孫留下一個乾淨美好的自然生態環境而努力。

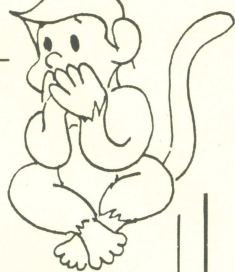


空 氣 污 染

執筆 / 張順榮

1.





空氣中的污染物，依來源可分為自然空氣污染 (Natural air pollution) 及人為空氣污染 (Artificial air pollution) 兩大類。前者由於自然界的自然平衡 (Natural Balance) 結果，其變化多緩慢而不易察覺或危害輕微；人為的空氣污染係由人類日常活動所引起。近十幾年來，台灣由於快速的工業及農業現代化的發展，以及人口膨脹的分布不均，所以人為污染在台灣也就遠較有些工業國家來得嚴重。「空氣污染」的問題，不僅間接的剝奪了許多我們賴以生存的生物的生存空間，更直接威脅到人體的健康。筆者希望經由對其種類及危害的陳述，呼籲消費者重視環境品質並正視此一問題進而研討防治之策。

一、空氣污染物的種類

1. 人為的空氣污染物——主要為一氧化碳 (CO)、二氧化碳 (CO₂)、硫氧化物 (SO_x)、氮氧化物 (NO_x)、碳氫化合物 (HC_x)、懸浮微粒、放射性微粒及光化合反應生成物等。

2. 自然的空氣污染物——除來自宇宙的輻射外，主要有由自然的生物代謝過程、火山爆發、森林火災、氣流與蒸發作用造成的灰塵、硫化氫 (H₂S) 氣體、沼氣、天然氣、火山灰、海水鹽粒等。

空氣污染物依其粒徑大小，可分為直徑小於 100 μm 的細微粒及直徑大於 100 μm 的粗微粒兩大類。

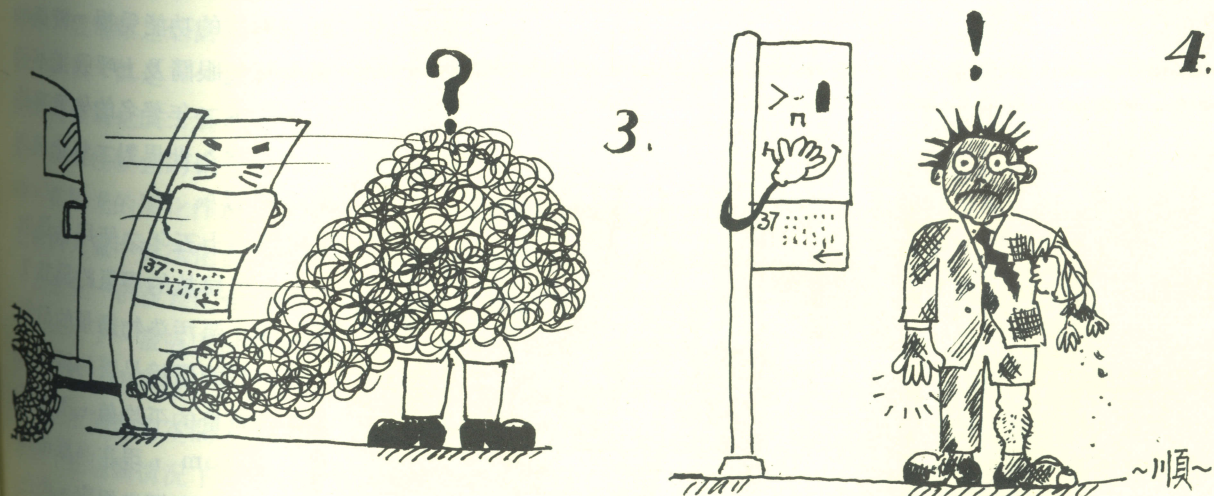
細微粒污染物——金屬粒如鉛粒子、碳粒、矽酸鹽、氟化物

、花粉、黴菌、細菌、固態氧化物、硝酸鹽、硫酸鹽、氯化物以及細灰塵等。

粗微粒污染物——地面揚起的灰塵、煤灰、交通工具燃燒碳氫類能源放出的廢氣中所含煙灰、飛灰、露天焚燒垃圾或農產廢物的煙灰，以及經凝聚後的上述細微粒等。

二、空氣污染物的成因及危害

1. 一氧化碳：主要來源為燃燒不完全之燃料油，如汽車在引擎空轉或加速時，其所排放的氣體遠比正常行駛為多，因此，在交通擁擠地段，污染情形往往比較嚴重。在過去，家庭普遍以燃煤取暖，一氧化碳成為人類環境中無所不在的污染物，在通風不良之處使用炭盆、煤爐或油爐，是古今中外造成窒息的一個普遍原因；



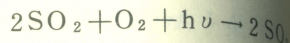


而現代的取暖器，在燃燒數分鐘之後，即可達到危險的濃度，紅血球中之血紅素（hemoglobin）與 O_2 結合成氧化血紅素（oxyhemoglobin），而使移往組織之 O_2 離開。一氧化碳是一種相當惰性的化合物，只是它與血紅素有特別強的親和力，比 O_2 強200倍，導致血紅素結合成一氧化碳血紅素（COHb），造成血紅素輸送 O_2 之障礙。高度暴露在一氧化碳下的唯一危險是窒息，而一氧化碳血紅素濃度在3%~5%會影響中樞神經系統，這會因此使一個人注意力不集中。工廠的工人容許在8小時內吸入50 ppm的一氧化碳，這將使其濃度到達7.36%。一個健康的成人若吸2~3倍這種一氧化碳的濃度，會有輕微的呼吸急促以及頭痛；暴露在數千ppm濃度之下，會導致死亡或昏迷。據統計，台灣地區每年一氧化碳的排放量，超過十五萬噸，其中70%來自車輛，20%來自工業燃燒過程。目前北市上空一氧化碳的含量以上午7~10時及下午15~21時為高，中午因地面較熱，向上空播散的能力較強，而使地面濃度偏低，早晚因有逆溫層的存在，播散能力較低而使地面濃度增高。暴露在交通頻繁地區那種一氧化碳的濃度之

下，當可促進狹心症的發作。此外，抽煙亦是普遍的一氧化碳暴露來源之一。香煙之主流中所含一氧化碳約為40000 ppm，抽煙者之一氧化碳血紅素濃度通常在5%~6%之間。而一項實驗結果顯示，一氧化碳的濃度上升至38 ppm，在78分鐘內可造成不抽煙者之一氧化碳血紅素濃度從1.6%上升至2.6%，煙中含有由焦油燃燒所生之1,2-苯駢苯甲菲（1,2-benzopyrene）是致癌物質，在公共場所中抽煙亦會累積相當的濃度。

2. 二氧化硫：燃料中之硫燃燒經氧化而生成，雖然健康人在約2 ppm並無所謂，但在此濃度已顯出氣管抵抗。目前輸入我國之原油大多來自中東，其含硫量特多，用途亦廣，此為公害擴大原因之一（

3.5%）二氧化硫在大氣中與氧起光化反應：



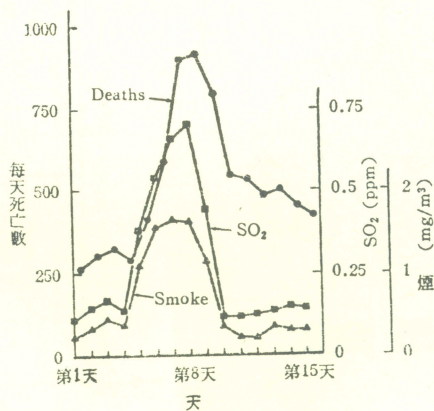
此反應速率雖慢為每小時0.1%~0.2%，但在霧中，反應速率變為約1%。如變成 H_2SO_4 則其毒性更強。若有塵粒存在則或當做觸媒而加快反應速度，或將之吸附侵入肺之底部。或者經光化學煙霧致有 O_3 或過氧化物存在時，容易氧化成 SO_3 。

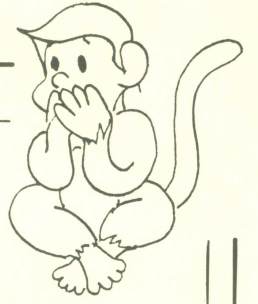
二氧化硫是空氣污染的主要物質，經由皮膚及呼吸系吸入人體產生酸中毒（acidosis）。慢性酸中毒時，發生慢性咽喉炎、嗅味覺障礙、倦怠以及疲勞等症狀，並可使牙齒脫落。急性酸中毒時，則引起眼鼻喉等的強烈刺激症狀及氣管炎乃至窒息。

當吸入這種足夠濃度的氣體可使支氣管的通道收縮，而肺部換氣的功能受損。較低濃度將使眼睛及上呼吸道不適。一九五二年著名的倫敦事件，導致了全世界對二氧化硫污染的關切。

以民國六十五年之使用量為最高，全年所排放的廢氣約為35萬噸，佔空氣污染物總量的50%。根據我國環境品質的標準，空氣含硫量的平均值，不得超過0.05 ppm，現在高雄部分地區已超過標準規定，而

1952年12月倫敦大霧期間，每天死亡人數與污染濃度之關係





台北的天空—倫敦型污染

北市每天上午七時及下午七時出現的高峯，亦已接近上限。

3.氮氧化物：現代燃燒石化燃料的過程是在一高溫之狀態下進行，以致於大氣中的氮可被氧化成好幾種氧化物中的一種。一氧化氮是經由汽車之排氣管所排放之廢氣而排出，另外，發電廠之煙囪也有較少量之排放。但是，一氧化氮很快的就被氧化成二氧化氮，這是一種毒性較強的化合物，同時，在陽光的催化作用之下，它會與大氣中碳氫化合物作用，而產生一群複雜的化合物（oxidant）。當吸入這種氣體後，肺部受到刺激，以致於體液滲透至肺泡的空間，造成肺水腫；在這種情況下，這個人就真能被自己的體液所淹死，

一個人暴露在 500 ppm 以上的濃度之下，這種情況就可能發生。據報告，50 ~ 300 ppm 也會有嚴重效應，甚至死亡。而在 25 ppm 時，可導致支氣管炎及支氣管肺炎，需數週才能康復，在我國環境品質標準濃度為：一般地區，日平均值應在 0.05 ppm 以下，工業區則為 0.1 ppm，目前均超過規定，尤以上班時間污染情形嚴重。

4.碳氫化合物：主要來源為溶劑的蒸發，燃油的洩漏，以及工廠油槽換裝過程之蒸發。碳氫化合物在大氣中又分為飽和性和不飽和性兩類，其構成污染之主要原因，為不飽和性碳氫化合物（直鏈與芳香族）與同時存在之氮氧化物，

發生光化學反應成二次污染如臭氧、醛類等。這種污染後來被稱為「煙霧」(Smog)，帶有很強的氧化性質，在 0.02 ppm 的濃度下即可測出其臭味。濃度在 0.3 ppm 的濃度下，眼睛會感到不適。以六十五年為例，碳氫化合物排放總量約為 4.4 萬噸，其中仍以車輛為最高（佔 36%）。

5.重金屬之污染：包括鉛 (Pb)、砷 (As)、汞 (Hg)、銅 (Cu)、銻 (Sb)、鋅 (Zn)，尤其是鉛與砷，乃空氣污染的重要毒物，特別是鉛污染危害尤大。

(1)鉛污染——人為空氣中的鉛污染，主要是由車輛廢氣所造成。鉛被用來增加汽油的燃燒效率，却成為空氣污染的主要來源。鉛因化學結構不同，經呼吸、皮膚接觸或食物進入人體所造成的危害也不同，又因年齡而異，特別對兒童及嬰兒傷害最大。

急性中毒除出現口渴、噁心、嘔吐、糞便呈黑色，以及失眠和精神不安外，還有視力障礙、食慾不振、肌肉疼痛、紅血球急速被分解乃至死亡。

慢性中毒會破壞腦功能，與對冠狀動脈、肝、腎、胰、肺、骨骼、脾、睪丸及心臟造成難以根治的傷害。

(2)砷污染——砷與砷化物



除因電子工業發展造成的職業病外，工業產品如農藥、殺蟲劑、木材防腐劑、預料及油漆的污染空氣，還有製藥及皮革與玻璃著色等化學工業與礦冶工業，也是空氣中砷污染的重要來源。砷本身毒性不大，但其化合物如三氧化二砷 (As_2O_3)、三硫化二砷 (As_2S_3)、五氧化二砷 (As_2O_5)、三氯化砷 ($AsCl_3$)、砷化氫 (AsH_3)、亞砷酸 (H_3AsO_3) 等，則有劇烈的毒性：皮膚傷害輕微者發生各種皮炎如丘疹、膿疱疹、濕疹等；嚴重者表皮剝落或有淺表潰瘍，這種潰瘍邊緣整齊，中間覆以黃褐色痂皮而不易癒合。此外，又會發生多汗、毛髮脫落、指甲萎縮或變鬆脆、帶狀疱疹，以及皮膚過度角化等症狀。黏膜傷害經呼吸刺激鼻咽發生

鼻孔及咽喉發乾、噴嚏、咳嗽、聲音嘶啞、氣喘以及呼吸困難等症狀。此外，又因眼黏膜刺激發生充血、角膜混濁、臉浮腫及角膜炎等情形。

三、空氣污染之防制

1. GEMS 監測網：聯合國世界衛生組織 (WHO) 於一九七三年訂定了一項全球環境空氣品質監測計畫，共有 14 國參加，到了一九七六年，這個監測計畫擴大成全球環境監測系統 (Global Environment Monitoring System) 簡稱 GEMS，由聯合國環境部 (United Nations Environment Programme) 簡稱 UNEP 提供經費，空氣品質監測乃擴及開發中國家。目前有 50 個國家參與 GEMS 監測網，在 75 個城市中設了 175 個監

測站。監測項目為 SO_2 和 SPM，以作為都市地區工業污染之指標。

(1) 測定的方法：

SO_2 部分 —— 酸定量滴定法 (總站數之 36%)，假玫瑰色素比色法 (27%)，電流分析法 (21%)，導電度法 (12%)，火焰光度計法或脈動盤法 (4%)。

SPM 部分 —— 高量採樣器 (46%)，煤塵濃度分析器 (4%)，薄膜採樣器 (4%)，自動化連續比濁法或 β 吸收法 (7%)。

(2) 資料分析與比較：

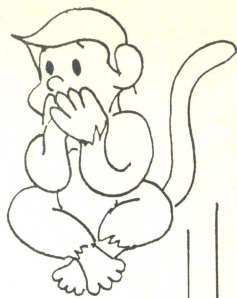
就測站所在位置區分，位於工業區和住宅區之數值，一般而要比位於市中心和工業區、商業區之測站數值來得低。同都市內不同測站所測同一污染物與同一測站所測不同污染之結果分析其相關性差異頗大，因此尚需要輸入氣象資料避免監測站附近之點源污染技術錯誤。

(3) 品質標準之訂定：

為保障長期人體健康，WHO 所訂之空氣品質標準如下： O_2 與煤塵 $40-60 \mu g m^{-3}$ ， $0.015 \sim 0.022 ppm$ ， $60-90 \mu g m^{-3}$ 。為保障人體健康，避免急性不良影響，WHO 所訂之品質標準為平均值之第 98 百分位數。

台灣地區主要死亡原因 (民國七十三年)

順位	死亡原因	每十萬人口死亡率	死亡百分比 (%)
	所有死亡原因	470.37	100.00
第一位	惡性腫瘤	81.95	17.42
第二位	腦血管疾病	78.43	16.67
第三位	意外災害	61.25	13.02
第四位	心臟疾病	45.97	9.78
第五位	高血壓性疾病	17.50	3.72
第六位	慢性肝病及肝硬化	16.65	3.54
第七位	糖尿病	14.24	3.03
第八位	支氣管炎、肺氣腫及氣喘	13.14	2.79
第九位	腎炎、腎微候群及腎變性病	11.29	2.40
第十位	結核病	11.20	2.38
	其他	118.77	25.25



和煤塵 $100 - 150 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ($0.038 - 0.057 \text{ ppm}$)，SPM $150 - 230 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 。我國環境空氣品質標準， SO_2 一般地區年平均 0.05 ppm ，工業地區 0.075 ppm 均為WHO標準之三倍以上，恐不足以保障人體健康，亟需調整。而SPM一直是台灣地區污染程度最高，範圍最大之污染物，長期監測時間亦在十年以上，目前全省共裝 150 個測站。

2. 二氧化硫防制的方法：

(1) 含高硫之燃料油在煉製過程中可以脫硫。可能要藉煤的液化或氣化的過程達成。

(2) 高煙鹵是驅散污染物最普遍用的方法。它的理論是，假如能夠足夠地稀釋排放物，那麼這些污染物是無害的。另外一種方法是，公用事業可向氣象情況比較適宜火力發電的鄰近地區之電廠購買電力。

(3) 由於低硫燃料來源有限，為了充分有效利用低硫的燃料，乃在不曾明顯影響空氣品質的地區，使用高硫的燃料。

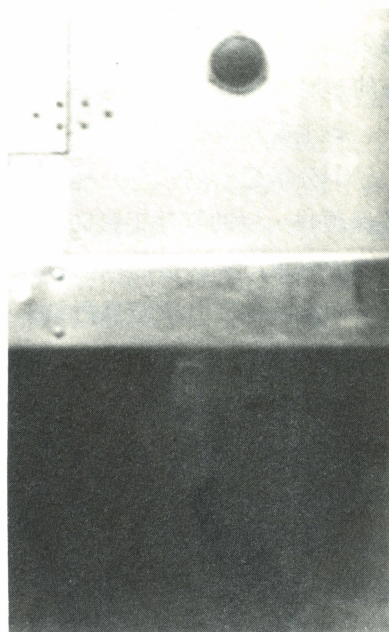
3. 控制汽車排放物：

(1) 使用無鉛汽油：美國和日本為加強汽車排放管制，早在一九七五年間便立法規定新車必需裝置觸煤轉換器以降低排氣中碳氫化合物、一氧化碳和氮氫化合物的濃度，同時需用無鉛汽油以保護觸煤轉化

器。一九七五至一九八二年間，美國國家環境鉛濃度在四十二處測得的平均值有百分之六十四的下降。此項進步歸功於使用無鉛汽油的新車連續替換舊車而使含鉛汽油需要量劇降所造成。我國中油公司亦於前年六月一日開始供應無鉛汽油。

(2) 自行鑑定排煙濃度：車輛化油器調整不當，使汽油與空氣混合氣體內汽油成份過多，進入汽缸內爆發後未能完全燃燒，常使廢氣從排氣管排出時含有污染成分。因此駕駛人應適時調整化油器，以排氣管內層煙垢咖啡色為正常。車輛電系點火不當或火星塞過髒及失效，係碳氫化合物部分需予調整，一般火星塞在行駛三千里後需換新。車輛行駛一週後排氣管尾端積垢若仍呈黑色，則非排氣調整不良，而係引擎機件磨損，應送廠檢修。

(3) 分類重點管制：由於汽車引擎種類不同，所排放空氣污染物亦有異，為因應現狀需要，衛生署環保局會同有關單位大幅修正「汽車排放空氣污染物檢驗及處理辦法」，除增訂汽車種類以利分類重點管制，並引用污染者負擔防治費用原則，規定檢驗費用由製造或進口廠商負擔外，並訂有罰則。修正辦法中規定：製造或進



口汽車，應依生產或進口數量，按如下比例接受新車檢驗，並負擔檢驗費：

——汽車引擎汽車，每一產車型一千輛抽檢一輛。

——柴油引擎汽車，每一產車型二百輛抽檢一輛。

——機器腳踏車每一產型二千輛抽檢一輛。

罰則重要內容有：經複檢仍不合格者，廠商或進口商應立即停止製造或進口，二次複檢仍不合格之車輛，撤銷該車型之新車型審核證明等。

(4) 管制標準的長期目標擬定：提升汽車工業技術水準，製造與進口低污染車型，使用小型汽車，加強使用中車輛維護，改善交通管理與道路工程



，引進技術控制污染物排放，改變國民乘車觀念，都將是積極的重點作法。

4. 工業污染源管制：

(1) 分級建卡列管：開征環境保護稅，協助貸款工廠從事必要的空氣污染防治設備之改善。中央及地方各級空氣污染管制專業組織，執行污染測定、告發、改善建議及技術與人才支援，以及選定示範工廠作為其他工廠觀摩與改善的參考。加強取締與提高罰款，以有效防治污染。

(2) 更新污染防治設備：

(A) 設置集塵措施—設置靜電自動收塵裝置，按裝霧化噴水系統，堆取作業減少屯石。廠內運輸通道鋪設柏油及水泥路面。

(B) 定期整修管路防治漏氣作業。

(C) 對於水洗無法處理之有機性廢氣、惡臭，均須依廢氣特性分別採取吸收、吸附、氧化、還原或焚化等有效之處理方法。

(D) 焚化爐附加有效之廢氣處理設施。

(E) 進行景觀維護及綠化工廠環境。

(3) 廠址及廠地之選定：廠址應選擇對環境及居民影響最小之處為原則，廠地必須足敷規定及預定建立之污染防治設

施之用，在工廠設計時就考慮污染問題，通常均避免在都市人口集中地區，而擇於都市或工業區之下風地區。

(4) 工廠排放特殊有毒氣體者，應設置自動偵測器及警報系統。

5. 空氣品質惡化警報發布

：針對遭遇氣象變異，可能引發空氣品質嚴重惡化的緊急狀態，行政院衛生署計畫自今年度起，首將選擇台北、高雄兩市，試辦空氣品質惡化警報發布及應變措施。此有害人體濃度包括：

——SO₂ 連續24小時平均值達一 ppm。

——SPM 連續24小時平均值達 1000 μgm⁻³，或煤塵連續24小時平均值達 8 單位煤塵濃度。

——CO 連續 8 小時平均值達 50 ppm，或 4 小時平均值達 75 ppm。

——O₃ 1 小時達 0.6 P pm。

——NO₂ 1 小時達 2 PP m，或 24 小時達 0.5 ppm。

(1) 初級空氣品質惡化警報：採誘導措施，呼籲民衆變異資料，每日收集預測氣流為停滯狀態的氣象資料，各級警報發布後由氣象局每 12 小時更新預報一次。

(2) 中級空氣品質惡化警報

：採半強制疏導方式，規定得露天燃燒廢棄物，指定內的車輛駕駛人，共乘交通工具，並儘量減少不必要空氣污染物的排放，必須預得進行交通管制，空氣污染放源。

(3) 緊急空氣品質惡化：採強制執行方式，除難或重大災害，警察秩序，禁止使用產生空交通工具，空氣污染削減減量強制增加。

6. 改善都市計畫：

(1) 建立都市體系：提供生活環境與交通、施，考慮現有市鎮之模，大眾捷運系統建灣地區畫分為各不同市中心，以發揮不同的能。

(2) 都市環境保育：

(A) 土地使用分區

(B) 公害防治。

(C) 都市更新。

(D) 都市景觀之增進

(3) 促進人口與產業



林園鄉阿米諾酸廠，因污染防治不當，污染當地空氣，引起工廠和居民的衝突。

＊七十二年七月，台南縣灣裡焚燒廢電纜產生「世紀之毒」戴奧辛。行政院明令禁止。

＊七十二年九月，國營事業台金公司禮樂鍊銅廠排放二氧化硫造成嚴重空氣污染。北縣衛生局通知暫停生產。

＊七十三年七月，台北市內湖垃圾山因沼氣引起燃燒，引起台北市民恐慌。……

然而，我們依舊處在煙霧迷漫的環境裡……。

接觸過解剖課程的醫學院學生們都知道，人死後的肺臟佈滿了黑色的斑點究竟是怎麼一回事。然而，從鼻腔到肺泡，甚至皮膚、血液……我們的身體赤裸裸地暴露在沒有防護

罩的毒氣中，享受文明高度發展的成果，它的代價是一個滿面瘡痍的地球，和面臨新的健康危機的衝擊。請重視污染受害者的權益，請還給後代子孫一片乾淨的大地。我們不要潘朵拉的盒子（註），我們堅持讓污染者付費！如果社會的目標，消費的型態，資源運用的方式，及技術的選擇，持續地不加以約束，則污染有一天會嚴重影響人類的生存，盡力維護生態的均衡和挽救環境惡化夢魘的繼續膨脹，是我們面臨的最大挑戰，無可推諉，無可選擇餘地，政府與民間共同攜手，透過公眾的力量來喚起更多群眾的自覺，否則我們將為高度的物質文明付出更慘痛的代價！

註：希臘神話中宙斯送給女神潘朵拉的盒子，內含了種種的災難與罪惡。



合理分布：

- (A) 促進都市區之合理發展
- (B) 地方生活圈之劃定。

此外，大規模之實質建設，必須預作環境評估，就其所產生之公害，提出研究，預為綢繆。

7. 建立環保共識：

權力——擴大及提升全國性的中央機構環保單位，以俾在對行政院長負責及統一規劃下，採取一致行動。

政策——權衡全力發展工商業的經建過程及力謀環境保護的利弊輕重。

觀念——透過學校教育、家庭教育與一般大眾媒體、灌輸民眾正確認識。

結論

長久以來，人們似乎已習慣於灰蒙蒙的天空，從民國七十一年元月十九日成立至今，環保局的成績單，總是不太令人滿意。

＊七十一年三月，高雄縣